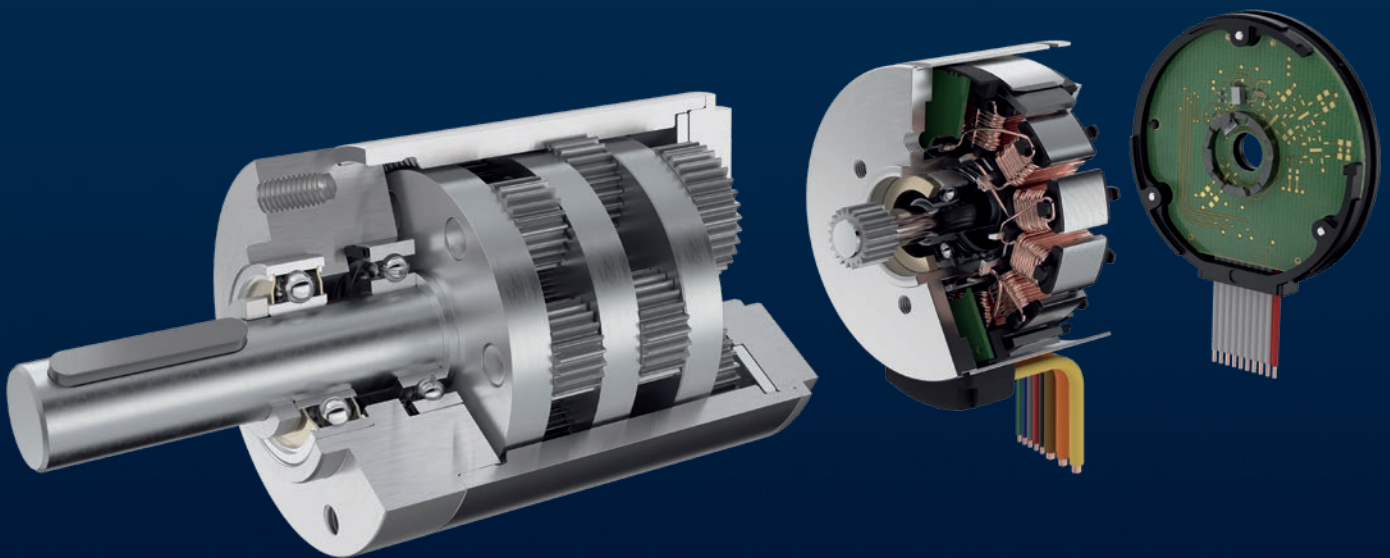


技術情報



製版

As at:

17th edition, 2022

Copyright

by Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG
Daimlerstr. 23 / 25 · 71101 Schönaich

All rights reserved, including translation rights. No part of this description may be duplicated, reproduced, stored in an information system or processed or transferred in any other form without prior express written permission of Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG.

This document has been prepared with care.
Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG cannot accept any liability for any errors in this document or for the consequences of such errors. Equally, no liability can be accepted for direct or consequential damages resulting from improper use of the products.

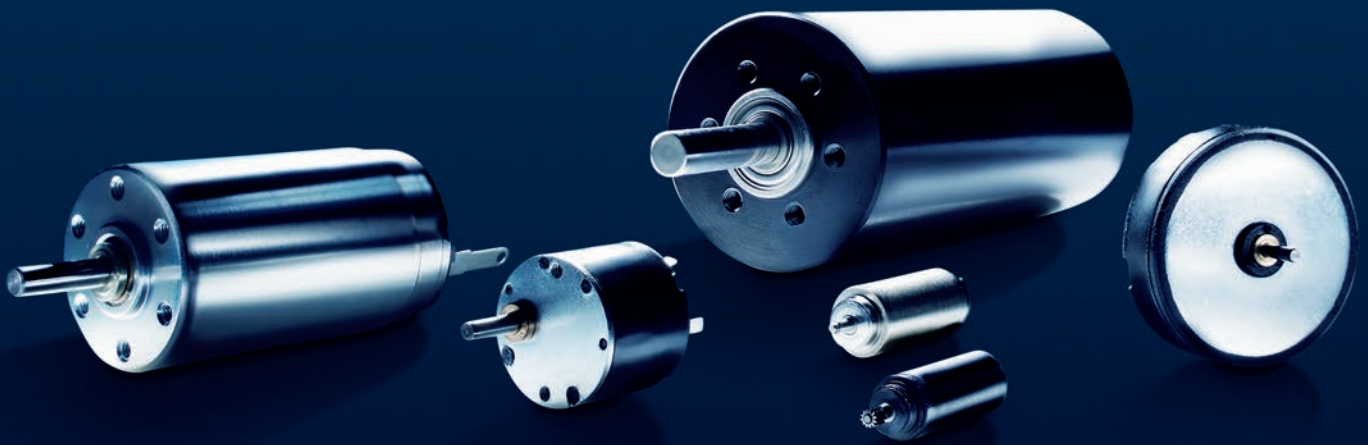
Subject to modifications.

The respective current version of this document is available on FAULHABER's website: www.faulhaber.com

概要

DCモータ	DC マイクロモータ フラット DC マイクロモータおよびDCギアモータ	4 – 25
ブラシレス DC モータ	ブラシレス DC サーボモータ ブラシレス DC マイクロモータおよびDCギアモータ	26 – 51
電子回路内蔵モータ	ブラシレス DCモータ、スピードコントローラ内蔵 ブラシレス DC サーボモータ モーションコントローラ内蔵	52 – 87
ステッピングモータ	ステッピングモータ	90 – 99
リニアDC サーボモータ	リニア DC サーボモータ	100 – 107
精密ギアヘッド	精密ギアヘッド	108 – 121
リニアコンポーネント	リードスクリューとオプション	122 – 125
エンコーダ	2 チャンネルエンコーダ 3 チャンネルエンコーダ アブソリュートエンコーダ	126 – 139
ドライブエレクトロニクス	スピードコントローラ モーションコントローラ	140 – 159

DCモータ



DC マイクロモータ

技術情報

全般

ファウルハーバー式斜め巻線

Dr.Fritz Faulhaberにて発明され、1958年に特許を取得しました。自己支持型斜め巻線コイルのファウルハーバーコアレス（鉄心無し）システムは全てのファウルハーバー製DCモータの根幹を担っております。

この革新的なテクノロジーは産業に大きな可能性をもたらし、小型、軽量で高出力とダイナミックなパフォーマンスをお客様に提供しております。

主なメリットとして、

- コギングトルクが無い為、スムーズなポジショニングが可能で、スピーディーなコントロール、また他のDCモータより高効率な動作の実現。
- サイズ、重量に対して高トルクと高出力を実現
- 負荷と回転速度の絶対的な比例関係
- 低慣性のローターによる起動、停止の優れた特性
- 低トルクリプルと低EMI

DCモータタイプ

ファウルハーバーのDCモーターは2つの異なる整流システム（貴金属整流とグラファイト整流）によって構成されております。

貴金属整流とは、ブラシおよび整流子に高性能な貴金属合金が使用されている整流システムです。

この整流子システムは超小型でとても低い接触抵抗と微細な整流信号が使用されます。

例えば、バッテリー駆動のような低電流を必要とする用途に適しております。

一般的に貴金属整流のモーターは最大定格効率あたりでベストなパフォーマンスを見せます。

グラファイト整流とは、グラファイトのブラシと銅合金整流子の組合せで使用する整流システムです。

このタイプの整流システムは大変頑丈で、急な起動及び停止や断続的な過負荷状態を必要とする高出力用途に適しております。

マグネット

ファウルハーバーのDCモータはモータのパフォーマンスに適した様々なタイプのマグネットで構成されております。

これらの材料にはアルニコ磁石と、サマリウムコバルトやネオジウムのような高性能希土類磁石を使用しております。

動作寿命

ファウルハーバー製DCモータの寿命は主に環境条件と用途に起因します。

動作合計時間は過酷な環境下では数百時間から、最適な環境下では25,000時間以上と大きく変化します。

ファウルハーバー製DCモータの動作寿命は標準的な負荷環境で1,000~5,000時間となります。

一般的に動作寿命は整流子とブラシの機械的摩耗及び電気的要因に影響されます。電気的摩耗（スパーク）は電気的負荷とモーターの回転数に大きく依存します。電気的負荷と回転数が増加するにつれて標準的なモーターの寿命は短くなります。

電気的摩耗は貴金属整流を使用したモータに大きく影響し、コイルへの定格電圧により変化します。

ファウルハーバー製DCモータには、必要に応じて、動作寿命に対するスパークの悪影響を最小限に抑えるスパーク抑制機能が組み込まれております。

整流システムの機械的摩耗は回転数に依存し、高回転になればなるほど摩耗は増加します。

一般的に回転数と負荷が仕様より高くなる、若しくはより長寿命が必要とされるアプリケーションにはグラファイト整流によって対応する事も可能です。

また、断続的な使用においても、データシートに記載されている連続運転時の定格値を超えないことが重要です。

増加するとモータの動作寿命に大きく影響を及ぼす可能性があります。

また寿命に影響するその他の要因としては、極度な温度、湿度または過度な振動や衝撃、アプリケーションに対し誤った使用方法、イレギュラーな組み込みといった環境的な要因もございます。

モータ動作、コントロール方法などにも十分に注意を払う事が重要です。

例として、PWM信号を使用して制御する場合には最低周波数として20kHzを推奨します。

DC マイクロモータ

技術情報

カスタマイズ

ファウルハーバーではお客様のご要望に沿ったカスタマイズの対応を提供致します。

主な対応は以下の通りです。

- 幅広い電圧対応
- リード線 (PTFE) とコネクタ
- シャフトの長さやエンドシャフトの変更
- フラット用, ギア用, プーリ用といったシャフトの外観とピニオンの形状
- 極端な高温および低温環境での動作対応
- 真空環境での動作対応 (Ex. 10-5Pa)
- 高速, 高負荷用途の対応
- 電氣的, 機械的公差を小さくする

組み合わせ

ファウルハーバーは全てのDCモータに最適なオプションをご用意しております。

- 精密ギアヘッド (遊星タイプ, 平歯車タイプ, 低バックラッシュ平歯車タイプ)
- 高分解能エンコーダ (インクリメンタル, アブソリュート)
- 高パフォーマンス・ドライブシステム (スピードコントローラ, モーションコントローラ)

DC マイクロモータ

貴金属整流

シリーズ 0615 ... S

22℃環境, 定格電圧		0615 N
1 定格電圧		U_N
2 端子間抵抗		R
3 効率 (最大)		η_{max}
4 無負荷回転数		n_0
5 無負荷電流 (ø0,8 mm軸の場合)		
6 起動トルク		

技術資料での注意点

以下の値は定格電圧値且つ 22℃の条件で測定, 算出されております。

定格電圧 U_N [Volt]

資料で記されている全ての特性は定格電圧で測定されております。

端子間抵抗 R [Ω] $\pm 12\%$

抵抗はモータ端子間で測定しております。

その値はコイルの温度により変化します。

(温度係数: $\alpha_{22} = 0,004 \text{ K}^{-1}$).

ブラシの抵抗が頻繁に変化する為、この測定方法はグラファイト整流には使用できません。

効率 η_{max} [%]

入力電力と機械的出力の割合の最大値です。

$$\eta_{max} = \left(1 - \sqrt{\frac{I_0 \cdot R}{U_N}}\right)^2$$

無負荷回転数 n_0 [min^{-1}] $\pm 12\%$

周囲温度22℃の環境下において、定格電圧および無負荷状態で運転したときの回転数を表します。

特に指定された条件がなければ無負荷回転数の公差は $\pm 12\%$ です。

$$n_0 = \frac{U_N - (I_0 \cdot R)}{2\pi \cdot k_M}$$

無負荷電流 (typ. 値) I_0 [A]

周囲温度22℃の環境下において、定格電圧および無負荷状態で運転したときの消費電流を表します。

無負荷電流は回転数と温度に依存します。

周辺温度の変化や放熱などで変化します。

加えてシャフト、軸受、潤滑剤や整流システム、更にはギアヘッドやエンコーダ等の機器との組み合わせでモータの無負荷電流が変化する事もございます。

起動トルク M_H [mNm]

定格電圧を印加した際、停止（ロック）した時に発生するトルク。この値はマグネットタイプ、周辺温度、コイル温度により変化します。

$$M_H = k_M \cdot \frac{U_N}{R} - M_R$$

摩擦トルク M_R [mNm]

整流子やベアリングの摩擦により失われるトルクです。この値は温度により変化します。

$$M_R = k_M \cdot I_o$$

回転定数 k_n [min⁻¹/V]

定負荷時にモータに印加される 1 ボルト毎の回転数変動。

$$k_n = \frac{n_o}{U_N - I_o \cdot R} = \frac{1}{k_E}$$

逆起電力定数 (EMF) k_E [mV/min⁻¹]

ロータの誘導電圧と回転速度との関係を示す定数。

$$k_E = 2\pi \cdot k_M$$

トルク定数 k_M [mNm/A]

電流とモータにより発生したトルクの関係を示す定数。

電流定数 k_I [A/mNm]

出力軸で発生したトルクとモータのコイルに流れる電流の関係を示す定数。

$$k_I = \frac{1}{k_M}$$

n-M曲線の勾配 $\Delta n / \Delta M$ [min⁻¹/mNm]

スピード変動vsトルク変動の比率。この比率が小さいほどモータは強力になります。

$$\frac{\Delta n}{\Delta M} = \frac{R}{k_M^2} \cdot \frac{1}{2\pi}$$

ローター・インダクタンス L [μH]

1KHzでモータ端子において測定されたインダクタンス。

機械的時定数 τ_m [ms]

無負荷状態でモータ停止時から最大回転数の63%に達するまでの時間。

$$\tau_m = \frac{R \cdot J}{k_M^2}$$

ローター慣性 J [gcm²]

ローターの動的慣性モーメント

角加速度 α_{max} [rad/s²]

定格電圧時、無負荷状態で得られる加速度。

$$\alpha_{max} = \frac{M_H}{J}$$

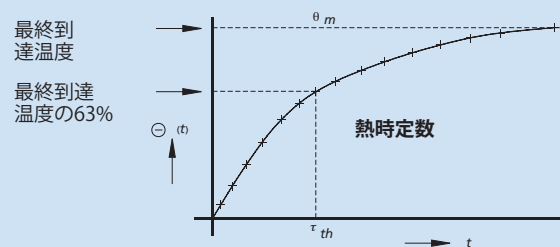
熱抵抗 $R_{th1}; R_{th2}$ [K/W]

R_{th1} はロータとハウジング間の値を示します。 R_{th2} はハウジングと周辺空気間の値を示します。

R_{th2} はモータと周辺空気の間で熱交換（ヒート・シンクまたは強制冷却を使用する）が行われると減少させる事ができます。

熱時定数 $\tau_{w1}; \tau_{w2}$ [s]

熱時定数はロータ (τ_{w1}) 及びハウジング (τ_{w2}) が限界温度の 63 % に到達するまでに要する時間を表します。



動作温度範囲 [°C]

モータコイルの上限温度同様、標準モータの動作温度の最低値と最高値を表します。

軸受

DCマイクロモータに使用されるベアリングです。

最大軸負荷 [N]

フロント出力軸径における軸負荷を示します。ボールベアリングを装着したモータにとって負荷と寿命はボールベアリングメーカーの指定に準拠します。

この値はリア軸には適用されません。

軸の遊び [mm]

シャフトとベアリング間の遊び。ボールベアリングの場合は追加されたベアリングも含まれます。

ハウジング材質

ハウジングの材質とその表面保護を表します。

重量 [g]

モーターの標準重量を表します。

回転方向

正面方向からみた回転方向。+端子に正電圧を印加するとモータシャフトは時計方向回りに回転します。全てのモータが時計回り方向(CW), 反時計回り方向(CCW)に廻るように設計されています。

回転方向は反転可能です。

DC マイクロモータ

技術情報

最大回転速度 n_{max} [min⁻¹]

連続動作時に推奨される最大回転数。この値は標準仕様のベアリング、コイルと整流システムを使用し、推奨された動作範囲に基づいた値です。

いずれの値も超過した場合にはモータが本来持っていた寿命に悪影響を及ぼします。

極数

標準モータのロータマグネットの磁極ペア数

マグネットの材質

標準モータに使用されるマグネットの材質は主にサマリウムコバルトかネオジムなどの高いパフォーマンスの磁石で構成されています。

規定されてない寸法公差

公差はISO2768に準拠しております。

≤ 6 = ± 0,1 mm

≤ 30 = ± 0,2 mm

≤ 120 = ± 0,3 mm

値の公差は要求があった場合には規定されません。

全ての寸法はモータ軸方向へ予圧された状態で測定されております。

連続運転のための定格値

次の値は定格電圧で 22℃環境下で測定、算出されております。

定格トルク M_N [mNm]

貴金属整流DCモータ

定格電圧印加時にブラシと整流システムの能力を超えない条件で、電流及びスピードが安定した際の最大連続トルク。

モータは R_{th2} 値 (外部冷却無し) による減少は考慮せずに測定されております。

この値はモータを冷却されない領域で間欠運転したり、あるいは冷却した場合には超過しても安全です。

この定格値は一部のモータでは定格電圧印加時の定格スピードを 2500 min⁻¹ に制限されております。

最も高い効率で連続運転時に最高のパフォーマンスを必要とする際、貴金属整流子を選ぶ場合にはご注意ください。モータを限界温度ギリギリで、且つ連続運転をせざるを得ない環境に於いてはグラファイト整流DCモータを推奨致します。

グラファイト整流のDCモータ

定格電圧で最大連続トルク (S1動作) はモータの動作温度範囲若しくはコイルの温度の最大値を超えない温度で安定します。モータは標準仕様で R_{th2} の値の 25% が自然冷却により減少すると考えられております。例えば S2動作若しくは強制冷却される事により逐次拡大する事ができます。

定格電流 (熱制限) I_N [A]

安定状態での連続電流の最大値は定格連続トルクに起因します。

この値は巻線の温度係数同様マグネットの温度特性に関係する K_m (トルク定数) の損失を考慮しております。

断続運転の際、スタート、ストップ間の動作サイクルの間隔を延ばす、若しくは強制冷却する事で安全に超える事が可能になります。

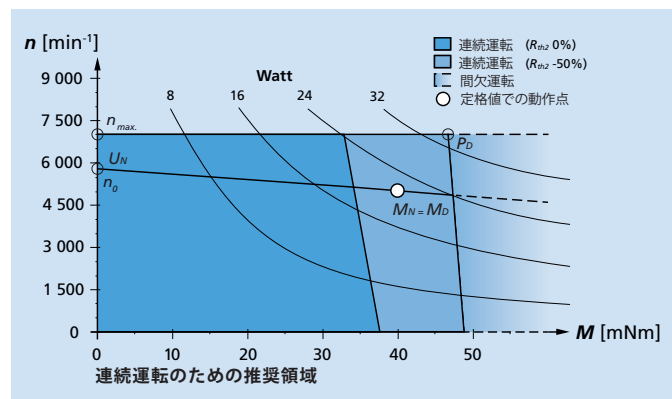
低電圧のシリーズと一部のシリーズでは、この電流がブラシと整流システムの能力により制限されてます。

定格スピード n_N [min⁻¹]

安定状態の標準的な回転数は使用用途、トルクに依存します。

この値は n/M 曲線のモータの熱影響を考慮しております。

より高い回転数は印加電圧の上昇により得る事ができます。しかしながら定格電流 (熱制限時) は変わりません。



例:

連続運転の場合の定格値性能グラフ (グラファイト整流)

性能グラフの説明

性能グラフは周囲温度 22 °C での動作可能な作動点の範囲を示し、また熱絶縁状態及び冷却状態での運用について記載しています。

動作範囲は出力軸のトルクを表しております。

破線で表されている部分は間欠運転または冷却する事により可能な潜在的な作動点を表します。

連続トルク M_0 [mNm]

定格電圧に於いて、 R_{th2} の値を 25 % (グラファイト整流) または 0 % (貴金属整流) で熱低下した定常状態で推奨される最大連続トルクを表します。

ブラシモータの場合には、連続トルクは関連定格トルク M_n に対応します。この値は連続出力から独立しており、モータを間欠運転するか、冷却ができる場合には超過が可能です。

連続出力 P_0 [W]

R_{th2} 値が 50 % 熱低下した定常状態での連続運転に於ける最大出力値を表しております。

モータを間欠運転するか、冷却する事が可能な場合には超過する事が可能です。

定格電圧特性曲線 U_n [V]

定格電圧曲線は無冷却並びに冷却状態に於ける U_n での無負荷速度 n_0 に対応します。定格電圧を増加させるとこの曲線より上の作動点、減少させる事でこれより下の作動点を得る事ができます。

DCマイクロモータの選定方法

ここでは一定の負荷と環境に於いてアプリケーションが求める連続運転用のモータの選定方法について段階的に説明致します。

参考例ではアプリケーション内のモータの動き方を表した基本的な特性曲線を使用し、算出方法を説明します。

簡素化する為にここでは連続動作と最適な寿命条件を設定しており、温度や公差などの影響は省略しております。

アプリケーションデータ:

アプリケーションに必要なとされる基本的なデータ:

必要トルク	M
必要速度	n
デューティ・サイクル	δ
利用可能な最大供給電圧	U
利用可能な最大電流	I
最大スペース	間直径/長さ
軸負荷	ラジアル/アキシャル
周囲温度	

この例は以下の応用データに基くものです:

必要トルク	M	= 3	mNm
速度	n	= 5500	min ⁻¹
デューティ・サイクル	δ	= 100	%
供給電圧	U	= 20	V
電流(最大)	I	= 0.5	A
最大スペース	直径	= 25	mm
	全長	= 50	mm
軸負荷	半径方向	= 1.0	N
	軸方向	= 0.2	N
周囲温度		= 22 °C	安定

予備選定

最初のステップとして、以下の計算式を用いてモータの予想出力を算出します。

$$P_2 = M \cdot 2 \pi n$$

$$P_2 = 3 \text{ mNm} \cdot 5500 \text{ min}^{-1} \cdot 2\pi = 1,73 \text{ W}$$

次に、物理的寸法をデータシートのモータのサイズと比較します。(直径と長さ) そして、利用可能なモータサイズで、問題となる種類のモータの操作に推奨される面積に必要とされる出力トルクを図で比較します。図に指示された制限内に収まるよう、必要とされるトルクおよびスピードを備えたモータの種類を選択してください。最適な結果を得るためには、図に指示された「実際の値における操作ポイント」に近い値でモータを操作することが推奨されます。本データシートの図は、メーカー規定の電圧タイプの代表的なひとつの例であり、環境適応の目安としてのみ使用してください。

この用途に対するモータをカタログから選択すると、次の特性を有するシリーズ「2224 U 024 SR」になります。

定格電圧	U_n	= 24 V
フレームサイズ:	$\emptyset$	= 22 mm
	L	= 24 mm
最大軸負荷	半径方向	= 1.5 N
	軸方向	= 0.2 N
無負荷電流	I_0	= 0.007 A
無負荷スピード	n_0	= 7800 min ⁻¹
起動トルク	M_H	= 19 mNm

最適な予備選定

モータの動作と寿命を最適なものにするには、所要速度 n は定格電圧において無負荷回転数 n_0 の半分以上である事が必要です。

また、負荷トルク M は駆動トルク M_H の半分以下である事も必要です。

$$n \geq \frac{n_0}{2} \quad M \leq \frac{M_H}{2}$$

DC マイクロモータ

技術情報

DC マイクロモータのデータシートから見てわかるように、**2224 U 024 SR**の特性は上記要件を満たしております。

$$n = 5\,500 \text{ min}^{-1} > \frac{7\,800 \text{ min}^{-1}}{2} = 3\,900 \text{ min}^{-1} = \frac{n_o}{2}$$

$$M = 3 \text{ mNm} < \frac{19 \text{ mNm}}{2} = 9,5 \text{ mNm} = \frac{M_H}{2}$$

このDC マイクロモータはこのアプリケーションに於いて最適な選択と言えます。必要スピードが無負荷スピード n_o の半分より低く、負荷トルク M が動作トルク M_H の半分以下である場合には、次に高い定格電圧 U_N のモータを選択して下さい。

所要トルク M は要求に準拠しているが、所要スピード n が無負荷回転数 n_o の半分以下の場合には、定格電圧が1ランク低いか、フレームサイズが一回り小さいモータをお試し下さい。

所要スピードが無負荷回転数の半分よりはるかに小さい、若しくは負荷トルク M が起動トルク M_H の半分以上の場合には、ギアヘッドかフレームサイズが一回り大きいサイズのモータをご選択下さい。

定格電圧(24V)での性能特性

モータの最大効率点 $[M_{opt}]$ での起動電流 $[I]$ およびトルク $[M]$ を算出することで、そのモータの特性をグラフにして表示することが可能です。その他のパラメータは全て選択したモータのデータシートから直接取得できます。

起動電流

$$I_H = \frac{U_N}{R}$$

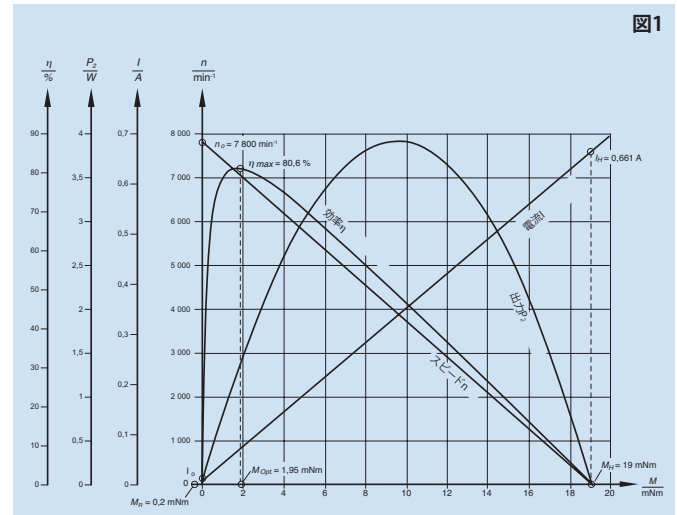
$$I_H = \frac{24 \text{ V}}{36,3 \, \Omega} = 0,661 \text{ A}$$

最大効率時のトルク

$$M_{opt} = \sqrt{M_H \cdot M_R}$$

$$M_{opt} = \sqrt{19 \text{ mNm} \cdot 0,2 \text{ mNm}} = 1,95 \text{ mNm}$$

以上でグラフおよびモータ図(図 1を参照)を描くことができます。



主なパラメータ算出方法

このアプリケーションにおいて、供給電圧は選定したモータの定格電圧と異なっております。従いまして計算上負荷時の計算は20Vとなります。

無負荷スピード n_o @20 V

$$n_o = \frac{U - (I_o \cdot R)}{2\pi \cdot k_M}$$

数値の代入

供給電圧	U	=	20	V
熱抵抗	R	=	36.3	Ω
無負荷電流	I_o	=	0.007	A
トルク定数	k_M	=	29.1	mNm / A

$$n_o = \frac{20 \text{ V} - (0.007 \text{ A} \cdot 36.3 \Omega)}{2\pi \cdot 29.1 \text{ mNm / A}} = 6481 \text{ min}^{-1}$$

起動電流 I_H

$$I_H = \frac{U}{R}$$

$$I_H = \frac{20 \text{ V}}{36.3 \Omega} = 0.551 \text{ A}$$

起動トルク M_H

$$M_H = k_M \left(\frac{U}{R} - I_o \right)$$

$$M_H = 29.1 \text{ mNm / A} \cdot \left(\frac{20 \text{ V}}{36.3 \Omega} - 0.007 \text{ A} \right) = 15.83 \text{ mNm}$$

最大効率 η_{max}

$$\eta_{max} = \left(1 - \sqrt{I_o \cdot \frac{R}{U}} \right)^2$$

$$\eta_{max} = \left(1 - \sqrt{0.007 \text{ A} \cdot \frac{36.3 \Omega}{20 \text{ V}}} \right)^2 = 78.9 \%$$

最大効率時発生するトルク:

$$M_{opt} = \sqrt{M_H \cdot M_R}$$

数値の代入

摩擦トルク および 停動トルク @20 V	M_R	=	0.2	mNm
	M_H	=	15.83	mNm

$$M_{opt} = \sqrt{15.83 \text{ mNm} \cdot 0.2 \text{ mNm}} = 1.78 \text{ mNm}$$

20V DC時の作動点の計算

以下の公式を用いて、作動点のトルク($M=3\text{mNm}$)を計算に入れる事で、 I, n, P_2 および η を算出する事ができます。

作動点での電流

$$I_{Last} = \frac{M + M_R}{k_M}$$

$$I_{Last} = \frac{3 \text{ mNm} + 0.2 \text{ mNm}}{29.1 \text{ mNm / A}} = 0.11 \text{ A}$$

作動点での回転数

$$n = \frac{U - R \cdot I_{Last}}{2\pi \cdot k_M}$$

$$n = \frac{20 \text{ V} - 36.3 \Omega \cdot 0.11 \text{ A}}{2\pi \cdot 29.1 \text{ mNm / A}} = 5253 \text{ min}^{-1}$$

作動点での出力

$$P_2 = M \cdot 2\pi \cdot n$$

$$P_2 = 3 \text{ mNm} \cdot 2\pi \cdot 5253 \text{ min}^{-1} = 1.65 \text{ W}$$

作動点での効率

$$\eta = \frac{P_2}{U \cdot I}$$

$$\eta = \frac{1.65 \text{ W}}{20 \text{ V} \cdot 0.11 \text{ A}} = 75.0 \%$$

この例では、作動点で計算された速度は要求された速度とは異なります。その為、供給電圧を変更した計算をやり直す必要があります。

作動点での供給電圧

この状態では、作業点での正確な供給電圧は以下の公式で求められます。

$$U = R \cdot I_{Load} + 2\pi \cdot n \cdot k_M$$

$$U = 36.3 \Omega \cdot 0.11 \text{ A} + 2\pi \cdot 5500 \text{ min}^{-1} \cdot 29.1 \text{ mNm / A} = 20.75 \text{ V}$$

この計算例では作業点のパラメータの概要は以下の通りです。

供給電圧	U	=	20.75	V
スピード	n	=	5500	min ⁻¹
出力トルク	M_N	=	3	mNm
電流	I	=	0.11	A
出力	P_2	=	1.73	W
効率	η	=	75.7	%

DC マイクロモータ

技術情報

動作時のモータコイル温度の推定

モータが許容温度範囲内で作動する事を確実にする為に、負荷下でのコイル及びハウジング温度を計測する必要があります。以下の計算式を用いておよそそのモータ損失を算出します。

$$P_{Loss} = I_{Load}^2 \cdot R$$

数値の代入

電流	$I_{Load} = 0.11 \text{ A}$
抵抗	$R = 36.3 \Omega$

$$P_{Loss} = (0.11 \text{ A})^2 \cdot 36.3 \Omega = 0.44 \text{ W}$$

次に負荷によるモータの温度変化を算出する為に、モータの熱抵抗を含めた出力損失値を掛けます。

$$\Delta T = P_{Loss} \cdot (R_{th1} + R_{th2})$$

数値の代入

熱抵抗1	$R_{th1} = 5 \text{ K/W}$
熱抵抗2	$R_{th2} = 20 \text{ K/W}$

$$\Delta T = 0.44 \text{ W} \cdot (5 \text{ K/W} + 20 \text{ K/W}) = 11 \text{ K}$$

負荷時にモータのコイル温度を算定するために周辺温度に温度変化 ΔT の結果を加えてください。

$$T_{コイル} = \Delta T + T_{Amb}$$

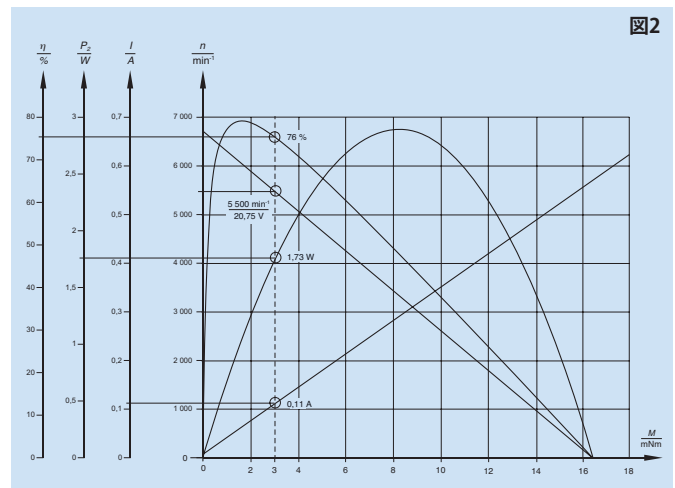
$$T_{コイル} = 11 \text{ K} + 22 \text{ °C} = 33 \text{ °C}$$

この計算から、温度が規定の動作温度範囲並びに最大コイル温度以下である事が確認されます。

上記で得られた算出結果は、あくまで簡易的なものです。温度係数が考慮されていない材料により、モータのトルク定数とコイル抵抗の温度が比例しない場合は、高温環境下ではモータにより大きい影響を与える可能性があります。より詳しい算出を行いたい場合には、モータが限界温度に達しない範囲で行う事ほうが望ましいです。

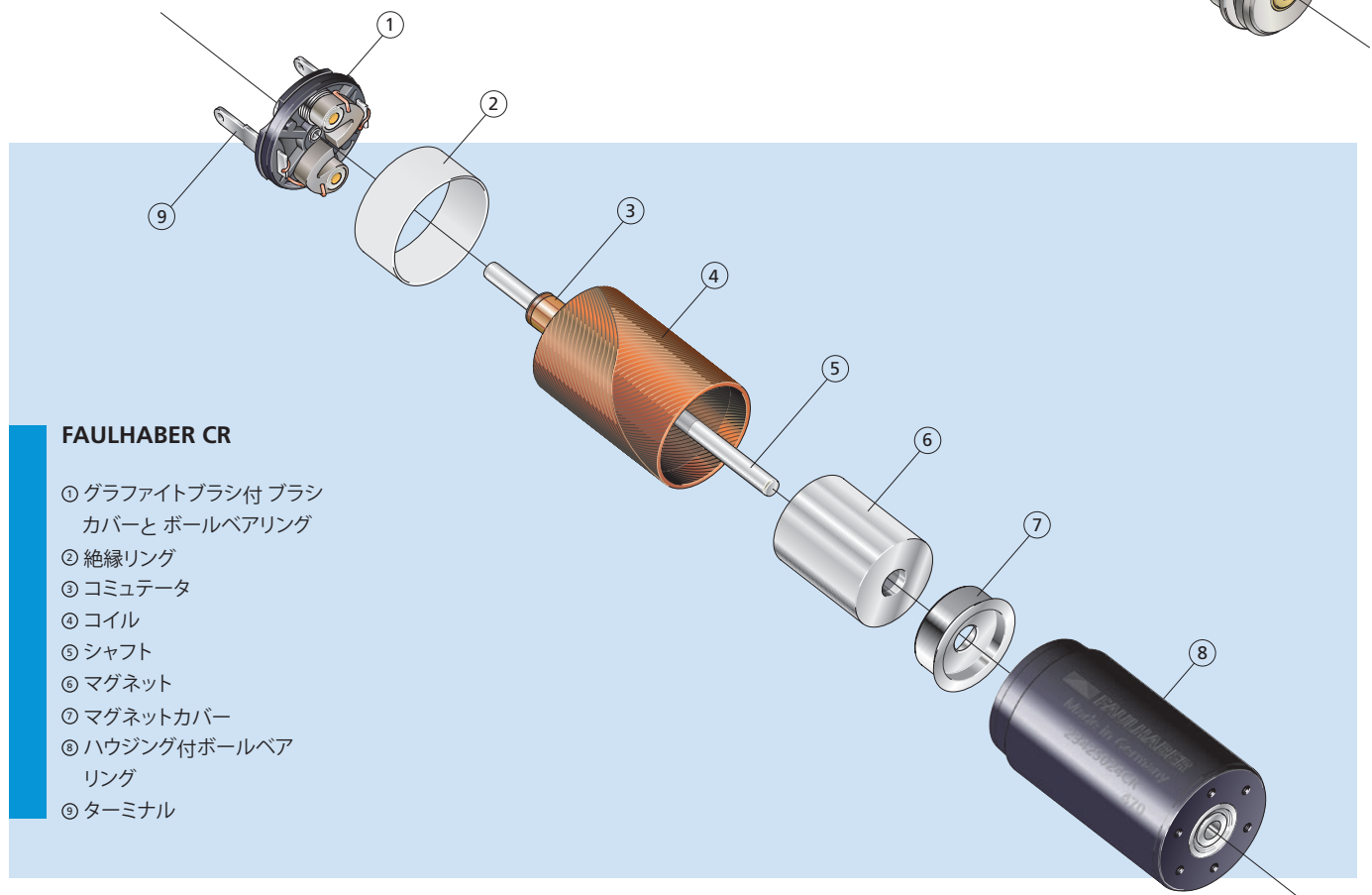
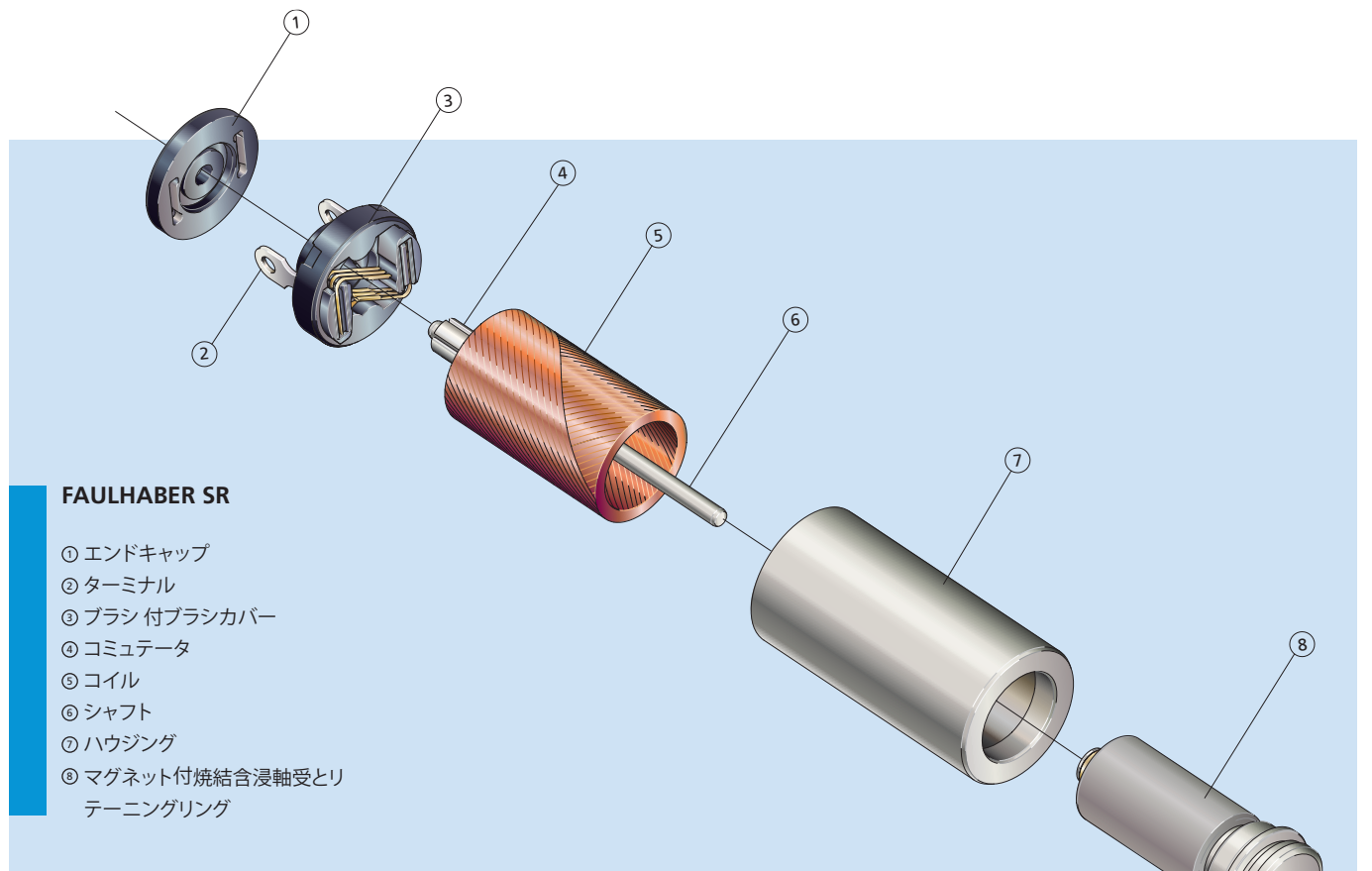
モータ特性曲線

任意のトルクについて、さまざまなパラメータを図2から確認することができます。簡単に算出するには、温度と公差の影響は省略して下さい。



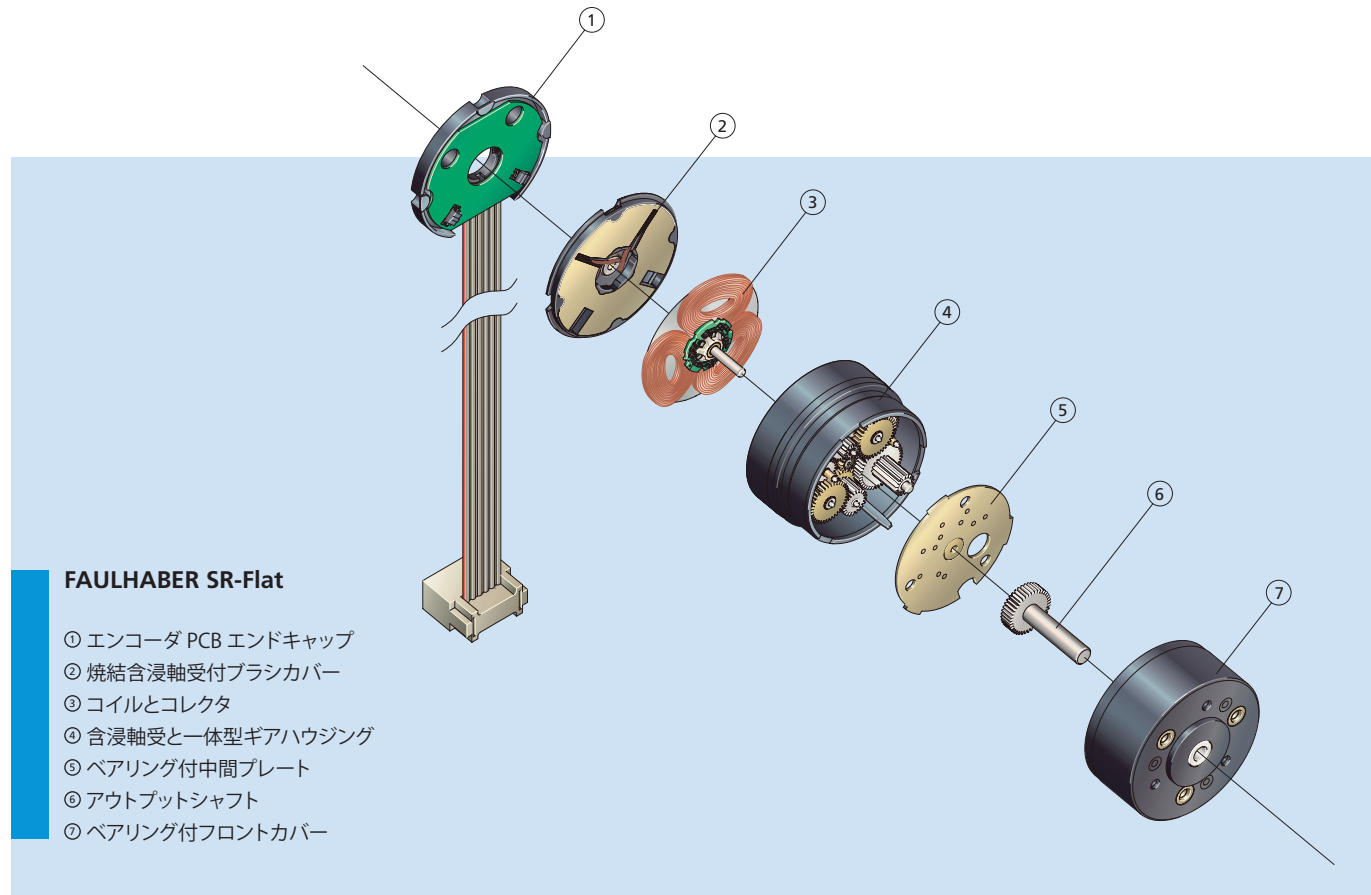
DC マイクロモータ

基本構造



フラット DC マイクロモータ

基本構造



Notes



DCマイクロモータ 貴金属ブラシタイプ

この製品シリーズの極めて優れた特長はまず第一に鉄心コアがなく、自己支持型の斜めに巻かれた銅製コイルで構成されたローターです。結果として、軽量により慣性を最小化しています。これらのモータはコギングのない動作に加え、比類のない動作性を特徴としています。

コンパクト性、低スタンバイ電流、精密かつ低ノイズな整流信号、シンプルな制御性により、この製品は携帯型電動デバイス、ポンプ、自動化技術、光学や機械製造等の幅広い市場での使用に最適です。

FAULHABER は数多くのギアヘッド、エンコーダ、コントローラと組み合わせる事が出来る為、非常に厳しい用途に対しても最適なシステムのソリューションを提供する事が出来ます。

製品シリーズ

0615 ... S	1219 ... G
1516 ... S	1624 ... S
2230 ... S	2233 ... S

特長

モータ直径	6 ... 22mm
モータ長	15 ... 33 mm
定格電圧	1.5 ... 40 V
速度	最大 24,000 min ⁻¹
トルク	最大 5.9 mNm
連続出力	最大 8 W



2230 T 012 S

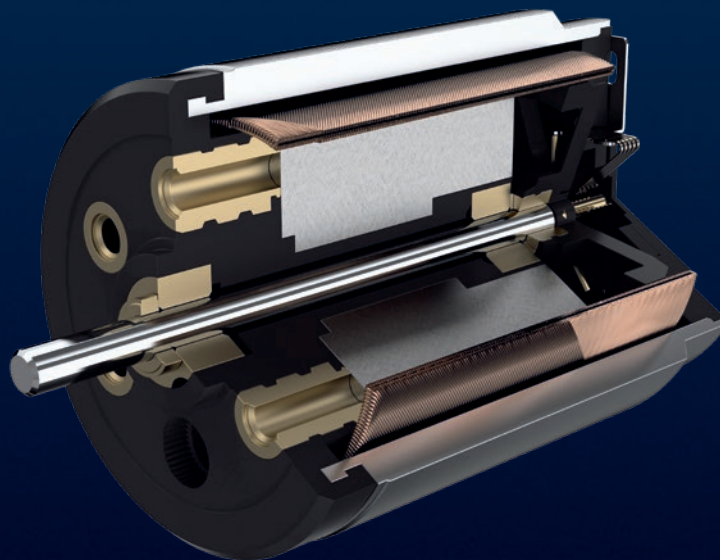
製品コード番号

22	モータ径 [mm]
30	モータ長 [mm]
T	出力タイプ
012	定格電圧 [V]
S	製品系列

FAULHABER S/G

本シリーズの特長

- 強力マグネット
- 幅広い動作温度範囲
- 耐腐食性処理を施した全スチール製ハウジング
- コギングのないトルク、高ダイナミクス、精密なスピードコントロール
- 低スタンバイ電流 - 低始動電圧
- 非常にコンパクトかつ軽量の設計



DCマイクロモータ 貴金属ブラシタイプ

SR シリーズはコンパクトで貴金属ブラシを採用したDCマイクロモータで、高分解能エンコーダ技術、そして高精度の遊星ギアヘッドおよびスパーギアヘッドを使用して、高精度の位置決めを可能とする完全に調和した組み合わせを実現します。

このタイプの整流システムは、サイズが小さいこと、接触抵抗が非常に少ないこと、および精密かつ低ノイズの整流信号を特徴としています。電流負荷の低い用途や、バッテリーを電源とする用途のシステムに最適です。

リニア特性とローターの慣性が最小限であることにより、このモータはシンプルかつ高度にダイナミックな制御が可能です。

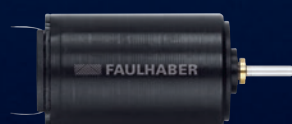
FAULHABER は数多くのギアヘッド、エンコーダ、コントローラと組み合わせる事が出来る為、非常に厳しい用途に対しても最適なシステムのソリューションを提供する事が出来ます。

製品シリーズ

0816 ... SR	1016 ... SR
1024 ... SR	1224 ... SR
1319 ... SR	1331 ... SR
1516 ... SR	1524 ... SR
1717 ... SR	1724 ... SR
2224 ... SR	2232 ... SR

特長

モータ直径	8 ... 22 mm
モータ長	16 ... 32 mm
定格電圧	3 ... 36 V
速度	最大 17,000 min ⁻¹
トルク	最大 10 mNm
連続出力	最大 8.5 W



15 24 T 012 SR

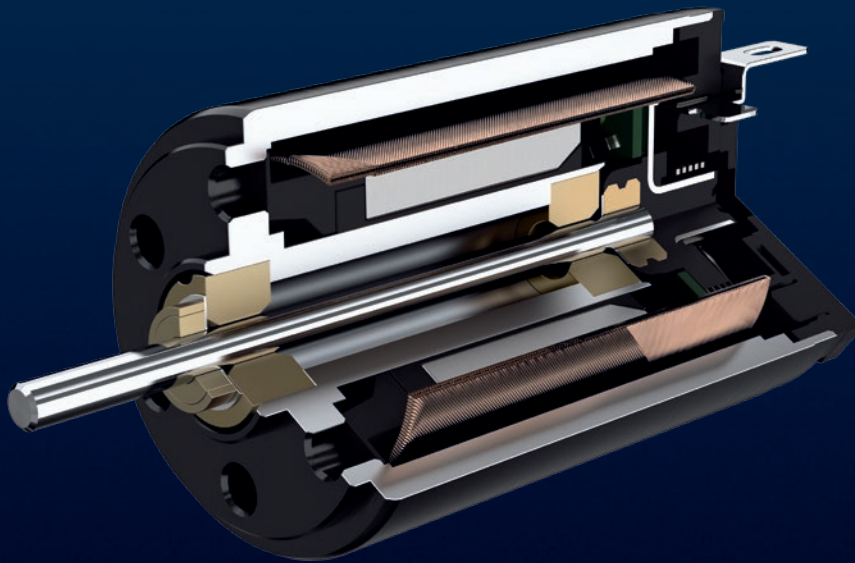
製品コード番号

15	モータ径 [mm]
24	モータ長 [mm]
T	出力タイプ
012	定格電圧 [V]
SR	製品系列

FAULHABER SR

本シリーズの特長

- 強力な希土類マグネット
- 幅広い動作温度範囲:
-30° C ~ +85° C (オプション -55° C ~ +125° C)
- 耐腐食性処理を施した全スチール製ハウジング
- コギングのないトルク、高ダイナミクス、精密なスピードコントロール
- 低スタンバイ電流 - 低始動電圧
- 一体型エンコーダー付の非常にコンパクトかつ軽量な設計



DCマイクロモータ グラファイトブラシタイプ

CXR シリーズはコンパクトなフォームにパワー、頑丈性、制御性を組み合わせています。特長はグラファイトブラシ、高品質ネオジウムマグネット、また厳しい試験に通過した FAULHABER 巻線を使用しているところです。

この強力なネオジウムマグネットによりモータは 3.6 ~ 40 mNm の範囲の継続トルクの高出力密度を発揮できます。素晴らしい性能データとコンパクトなサイズにより最適なコストパフォーマンスで非常に幅広い用途において使用することができます。標準デバイスでは精密なスピードコントロールや位置決めを伴う用途のために高分解能の光学式または磁気式エンコーダーと組み合わせることができます。このシリーズが果たすことのできる要件の範囲を拡張するために、幅広い選択肢のギアヘッドから最適な選択が可能です。

製品シリーズ

1336 ... CXR	1727 ... CXR
1741 ... CXR	2237 ... CXR
2642 ... CXR	2657 ... CXR

特長

モータ直径	13 ... 26 mm
モータ長	27 ... 57 mm
定格電圧	6 ... 48 V
速度	最大 10,000 min ⁻¹
トルク	最大 40 mNm
連続出力	最大 34 W



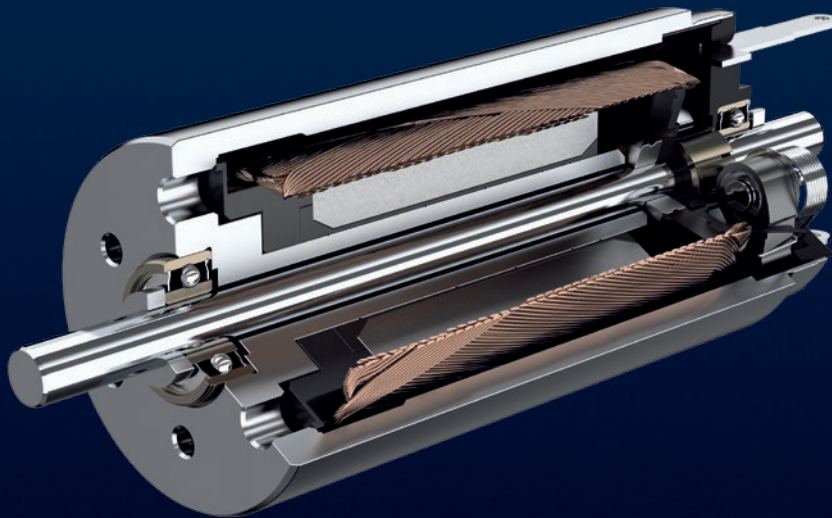
製品コード番号

26	モータ径 [mm]
57	モータ長 [mm]
W	出力タイプ
024	定格電圧 [V]
CXR	製品系列

FAULHABER CXR

本シリーズの特長

- 低いローター慣性による高いダイナミック性能
- 耐腐食性処理を施した耐衝撃性全スチール製ハウジング
- 強力な希土類マグネット
- 幅広い動作温度範囲:
-30° C ~ +100° C (オプション -55° C)
- 堅牢なグラファイト整流式
- コギングなし
- 非常に高い出力密度



DCマイクロモータ グラフアイトブラシタイプ

非常に安定し低摩耗のグラフアイト整流、非常に強力なネオジウムマグネット、FAULHABERロータの巻線で非常に高い銅含有量は、CRシリーズに極めて大きな力を与えます。19 ~ 224 mNm の優れた出力範囲は素早いスタート・ストップや周期的に過負荷がかかる高出力用途に最適です。非常に高い出力密度と最小のロータ慣性による際立った原動力のため、CR シリーズは FAULHABER DC 全体の中で最も強力な製品系列です。標準ドライブは精密なスピードコントロールや位置決めを伴う用途のために高分解能の光学式または磁気式エンコーダーと組み合わせることができます。このシリーズが果たすことのできる要求範囲を拡張するために、幅広い選択肢のギアヘッドから最適の選択をすることができます。

製品シリーズ

2342 ... CR	2642 ... CR
2657 ... CR	2668 ... CR
3242 ... CR	3257 ... CR
3272 ... CR	3863 ... CR
3890 ... CR	

特長

モータ直径	23 ... 38 mm
モータ長	42 ... 90 mm
定格電圧	6 ... 48 V
速度	最大 11,000 min ⁻¹
トルク	最大 224 mNm
連続出力	最大 160 W



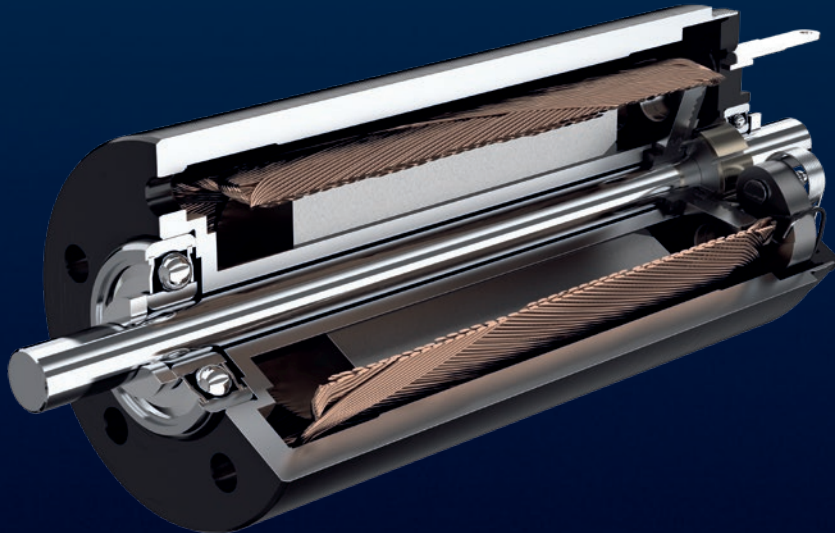
製品コード番号

32	モータ径 [mm]
72	モータ長 [mm]
G	出力タイプ
024	定格電圧 [V]
CR	製品系列

FAULHABER CR

本シリーズの特長

- 低いローター慣性による最高のダイナミクス性能
- 耐腐食性処理を施した耐衝撃性全スチール製ハウジング
- 強力な希土類マグネット
- 非常に幅広い動作温度範囲
-30 °C ~ 125 °C (オプション -55 °C ~ 155 °C)
- 堅牢なグラファイト整流式
- コギングなし
- 高出力密度



フラット型DCマイクロモータとDCギアモータ

3つの自己支持型銅製フラットコイルを使用しているSR-Flatシリーズの貴金属ブラシ式DCマイクロモータは独自のフラットコイル技術を用いており、スペースに余裕のないところでのドライブシステム用途に最適です。強力な希土類マグネットにより、モータは最小の慣性で1.5W～9Wの連続出力を発揮します。モータとマッチする非常にフラットな設計の一体型のギアヘッドと光学式エンコーダーをモータと一緒に使用できます。一体型ギアヘッドとエンコーダーと組み合わせることにより、非常にコンパクトかつ高出力トルクのドライブシステムを実現しています。

製品シリーズ

1506 … SR	1506 … SR IE2-8
1512 … SR	1512 … SR IE2-8
2607 … SR	2607 … SR IE2-16
2619 … SR	2619 … SR IE2-16

特長

モータ直径	15 … 26 mm
モータ長	6 … 19 mm
定格電圧	3 … 24 V
速度	最大 16,000 min ⁻¹
トルク	最大 100 mNm
連続出力	最大 4 W



15 12 U 006 SR 324:1

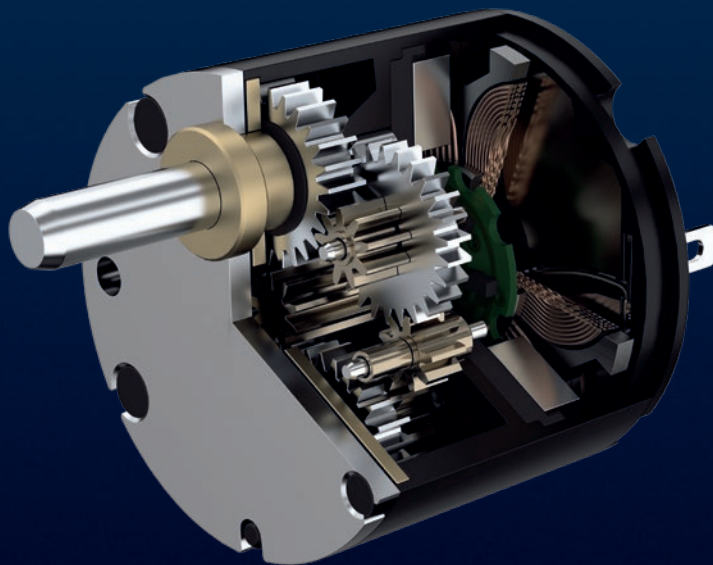
製品コード番号

15	モータ径 [mm]
12	モータ長 [mm]
U	出力タイプ
006	定格電圧 [V]
SR	製品系列
324:1	ギアヘッド減速比

FAULHABER SR-Flat

本シリーズの特長

- 非常にフラットなデザイン
6 mm ~ 19 mm の範囲の長さ
- 4 極設計
- 最小の慣性モーメント
- 最小で高ギア比の一体型平ギアヘッドタイプ
- 光学式エンコーダとの組み合わせも可能



ブラシレス DC モータ



ブラシレス DC サーボモータ

技術情報

全般的情報

FAULHABER 式斜め巻線

Dr.Fritz Faulhaber によって発明され、1958 年に特許を取得しました。革新的な自己支持型斜め巻線コイルの FAULHABER コアレス（鉄心無し）システムはすべての FAULHABER システムの根幹を担っております。このテクノロジーは産業界で革命を起こし、極めて小型、軽量、高出力且つダイナミックなパフォーマンスをお客様の用途に提供致します。

3相ブラシレスモーターに適用されたコイルは回転しませんが、スロットレススターターの基礎となります。このテクノロジーの優れたポイントは以下の通りです。

- コギングトルクが無い為、ポジショニングとスピードコントロールがスムーズに行え、一般的なDCモータに比べ全体的に高効率です
- サイズ、重量に対して高トルクと高出力を実現
- 非常に高く繊細な電流/トルク特性で、付加に対するスピード、電流に対するトルク、および速度に対する電圧の絶対な比例関係
- 極めて低いトルクリップルを実現します

ブラシレスDCモータの種類：

高トルク4極DCサーボモータ、高効率フラットDCマイクロモータ、若しくは小型スロットレスモータなど、FAULHABER は最小パッケージで最高性能を発揮する事ができます。

FAULHABER ブラシレスDCモータの設計は頻繁に過負荷が発生するヘビーデューティサーボの用途や長寿命運転を必要とする連続デューティ用途に最適です。

FAULHABER の高精度2極ブラシレスDCモータはワイドスピード及びトルクレンジを持つ三相スロットレスモータであり、円滑なスピードコントロール、高効率、高耐久性が求められる中高速用途に最適です。

FAULHABER BHx モータは、超高速でも低温動作を可能にする最高の体積比出力とピーク効率を誇る、3 相スロットレス・ブラシレスモータです。6相のコイルを3相動作回路に接続することにより、効率性を落とすことなく性能が著しく向上しています。このシリーズのモータは、高速～超高速動作用に設計されています。用途により、速度を最大化する BHS バージョン、トルクを最大化する BHT バージョンから選ぶことができます。

極めて高いトルクを小型サイズで求められるようなサーボの用途に、FAULHABER BX4 および BP4 シリーズ 4極 DCサーボモータは適しております。部品点数が極めて少なく、接着されたコンポーネントが無い堅牢構造なので、高温や高衝撃性、振動性負荷など、厳しい環境下での用途に最適です。

4 極スロットレス・ブラシレスモータである FAULHABER BP4 シリーズは、ピークトルクが非常に高い、極めてダイナミックなモーションコントロールを必要とする用途に最適です。

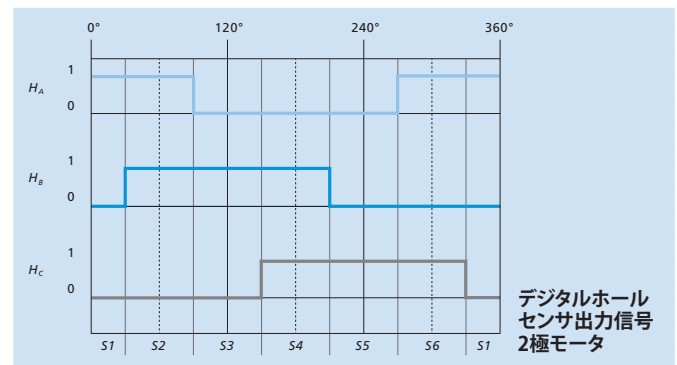
FAULHABER ブラシレスフラットDCマイクロモータは3相、スロットレスでロータヨークを搭載した軸方向磁束ギャップモータです。他社製フラットブラシレスモータを大きく凌ぐ効率を実現し、ロータの慣性を発揮するバックアイアンは低トルクリップル並びに高精度連続スピード制御が必要な用途に適しております。

FAULHABER BXT系列のブラシレスフラット(スロット)モータは、非常にコンパクトなデザインでありながら、実現可能な最高のトルクを提供します。

FAULHABER では更に円筒形マグネットロータを搭載した鉄心なしアウターロータモータと呼ばれる 2 極ブラシレスモータも取り揃えております。FAULHABER 製と他社製との相違は、コギングの影響を解消するスロットレス設計、高慣性ロータによるスピードの高精密制御が必要な連続デューティ用途に最適な点です。加えてスピード特性に合わせて構成が可能なスピード制御電子回路も搭載されております。

センサ

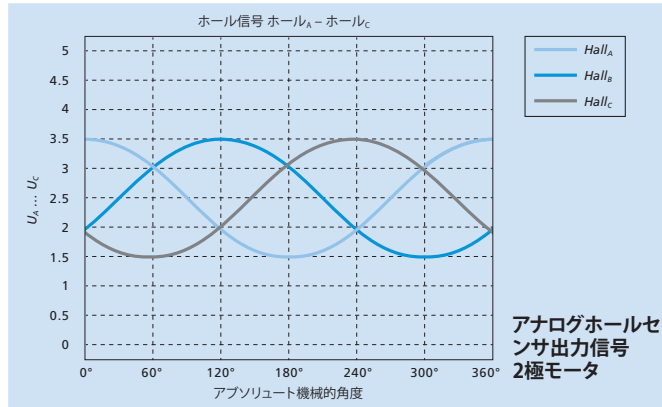
FAULHABER の 2極、4極DCサーボモータ並びにフラット・ブラシレスDCマイクロモータは、120°位相シフト式ディスクリットデジタルホールセンサを3個搭載しております。



ブラシレス DC サーボモータ

技術情報

ほとんどの FAULHABER 製ブラシレスDCサーボモータはオプションとして、アナログ (リニア) ホールセンサをご利用頂けます。



これらのセンサによって、多くの用途で高分解能エンコーダが不要となり、FAULHABER モーション・コントローラと組み合わせるためのブラシレスDCサーボモータの基本的整流信号を提供する事が可能です。

場合により、たとえば FAULHABER BHx 系列製品では、ディスクリートセンサは、ホール信号を供給する整流 PCB に置き換わっていますが、これは場合によっては正弦波整流信号も供給できます。

マグネット

FAULHABER 製ブラシレスDCサーボモータは種類豊富なマグネットを使用しており、様々な厳しい条件の用途に対し適しております。これらの材料にはサマリウムコバルトやネオジウムなどの高性能希土類マグネットが含まれております。

耐用期間:

モータ整流が機械的ではなく電子回路によるものなので、FAULHABER 製ブラシレスDCサーボモータの耐用期間は主にモータ軸受の耐用期間によって決定します。FAULHABER では高精度の予圧処理された軸受を直径6mm以上のすべてのブラシレスDCサーボモータに使用しております。モータ軸受耐用年数に影響する要因としては、静的および動的なラジアル/アキシャル軸受負荷、周囲温度条件、モータスピード、衝撃及び振動負荷、特定用途におけるシャフトカップリングの精度などが挙げられます。データシート通りの使用であれば、ブラシレスDCサーボモータは機械式整流 (ブラシ) DCモータの数倍に及ぶ耐用年数を発揮します。

カスタマイズ:

FAULHABER では顧客の特殊用途に対し、標準製品をカスタマイズし特殊化する事が出来ます。FAULHABER ブラシレス DC サーボモータで対応可能なものは以下が挙げられます。

- 定格電圧の種類
- 接続ケーブル (PTFEとPVC) 及びコネクタ
- シャフト長やエンドシャフトの変更
- フラット用、ギア用、プーリ用などシャフトの特徴とピニオンの形状の変更
- 温度の高範囲対応
- 真空適合性 (例: 10^{-5} Pa)
- 高速、高負荷用途の対応
- 高衝撃、高振動用への変更
- オートクレーブへの対応
- 標準の電氣的または機械的な公差よりも厳しくしたカスタムモータ設計

組み合わせ:

FAULHABER では以下を含む自社製品すべてのブラシレスDCサーボモータのカスタム・パターンを業界で最も豊富に取り揃えております。

- 精密ギアヘッド (遊星ギアヘッド、平歯車ギアヘッド、ゼロバッククラッシュ平歯車ギアヘッド)
- 高分解能エンコーダ (インクリメンタル、アブソリュート)
- 高パフォーマンスのドライブ・エレクトロニクス (スピード・コントローラ、サーボ・アンプ)
- ドライブ電子回路一体型 (モーション及びスピードコントロール)

ブラシレスDCサーボモータ 2極技術

シリーズ 1628 ... B

22°C環境、定格電圧	1628 T
1 定格電圧	U_N
2 端子間抵抗、位相間	R
3 効率(最大)	η_{max}
4 無負荷回転数	n_0
5 無負荷電流 (ø1,5 mm軸の場合)	I_0
6 起動トルク	
7 静止摩擦トルク	

技術資料での注意点

以下の数値は、周囲温度 22 °C において定格電圧、モータ単体で算出しております。すべてのモータタイプに全仕様が記載されているわけではありません。モータ技術や構造によって異なります。

定格電圧 U_N [V]

ブロックコミュテーションを使用した 2 つのコイル相間にかかる電圧。この電圧において、他のデータシートパラメータが測定または計算されます。必要とされるスピードに応じて、モータにかかる電圧を限度内で調整することが可能です。

端子間抵抗、位相間 R [Ω] $\pm 12\%$

モータの 2 つの位相間で測定される抵抗。この値はコイルの温度 (温度係数: $\alpha_{22} = 0,004 \text{ K}^{-1}$) により直接左右されます。

効率 η_{max} [%]

入力電力と機械的出力の割合の最大値です。

$$\eta_{max} = \left(1 - \sqrt{\frac{I_0 \cdot R}{U_N}}\right)^2$$

無負荷スピード n_0 [min^{-1}] $\pm 12\%$

安定した 22 °C 環境下に於いての無負荷回転数を表します。無負荷電流は回転数と温度に起因します。特に指定された条件がなければ無負荷回転数の公差は $\pm 12\%$ です。

$$n_0 = \frac{U_N - (I_0 \cdot R)}{2\pi \cdot k_M}$$

無負荷電流 (typ.値) I_0 [A]

安定した 22 °C の環境下で無負荷回転時の消費電流を表します。無負荷電流は回転数と温度に依存します。周辺温度の変化や放熱などで変化します。加えてシャフト、軸受、潤滑剤や整流システム、更にはギアヘッドやエンコーダ等の機器との組み合わせでモータの無負荷電流が変化する事もございます。

停動トルク M_H [mNm]

停止状態 (ロックしたロータ) および定格電圧でモータによって発生するトルクとなります。この値はマグネットのタイプ、温度、および巻線の温度によって異なる場合があります。

開始トルク M_A [mNm]

室温でモータが生成できる最大トルクと、始動時の短時間の公称電圧。この値は制御装置の電流制限があり得るため変化する可能性があります。

停動トルク M_H および開始トルク M_A は、次の公式を使用して見積もることができます。

$$M_H = M_A = k_M \cdot \frac{U_N}{R} - C_0$$

摩擦トルク C_0 [mNm]

ボールベアリングの静的機械摩擦およびステータの磁気ヒステリシスによって発生するトルク。

粘性減衰定数 C_v [mNm/ min^{-1}]

ボールベアリングの粘性摩擦及びステータの磁場の周期変動に起因するフーコー電流に起因するトルクから構成されてます。これらの損失はモータ速度に比例します。

回転定数 k_n [min^{-1}/V]

定負荷時にモータに印加される 1 ボルト毎の回転数変動。

$$k_n = \frac{n_0}{U_N - I_0 \cdot R} = \frac{1}{k_E}$$

逆起電力定数 (EMF) k_E [mV/ min^{-1}]

ロータの誘導電圧と回転速度との関係を示す定数。

$$k_E = 2\pi \cdot k_M$$

トルク定数 k_M [mNm/A]

モータによって発生するトルクと流れる電流との関係に対応する定数。

電流定数 k_I [A/mNm]

出力軸で発生したトルクとモータのコイルに流れる電流の関係を示す定数。

$$k_I = \frac{1}{k_M}$$

ブラシレス DC サーボモータ

技術情報

n-M曲線の勾配 $\Delta n / \Delta M$ [min⁻¹/mNm]

スピード変動vsトルク変動の比率。この比率が小さいほどモータは強力になります。

$$\frac{\Delta n}{\Delta M} = \frac{R}{k_M^2} \cdot \frac{1}{2\pi}$$

端子間インダクタンス 2相間 L [μH]

インダクタンスは1kHzで2相間で測定。

機械的時定数 τ_m [ms]

モータが静止状態から無負荷回転数の63%に達するまでの時間。

$$\tau_m = \frac{R \cdot J}{k_M^2}$$

ローター慣性 J [gcm²]

ローターの動的慣性モーメント

角加速度 α_{max} [rad/s²]

定格電圧時、無負荷状態で得られる加速度。

$$\alpha_{max} = \frac{M_H}{J}$$

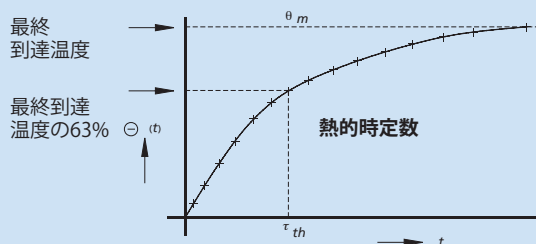
熱抵抗 R_{th1} ; R_{th2} [K/W]

R_{th1} は、コイルとハウジングの間の熱抵抗値です。 R_{th2} はハウジングと周囲空気との間の熱抵抗値です。

R_{th2} はモータと外気間の熱交換を可能にすることによって低減出来ます (例えば、ヒートシンクを使用して熱的に結合された取付構造、および/または強制空冷)。

熱時定数 τ_{w1} ; τ_{w2} [s]

熱時定数はローター τ_{w1} 及びハウジング τ_{w2} が限界温度の63%に到達するまでに要する時間を表します。



動作温度範囲 [°C]

最小および最大の標準モータ動作温度と、標準モータ巻線の最大許容可能温度を示します。

軸受

ブラシレスDCサーボモータに使用されるベアリングです。

最大軸受荷重 [N]

フロント出力軸の特定の軸径の最大荷重。ボールベアリング付モータの負荷及び耐用期間は軸受メーカーの指定に基づきます。この値はリアエンドシャフトには適用されません。

軸の遊び [mm]

シャフトとベアリング間の遊び。ボールベアリングの場合は追加されたベアリングも含まれます。

ハウジング材料

ハウジング材料および表面保護。

重量 [g]

標準品モータの平均重量。

回転方向

ほとんどのモータは時計回り (CW) と反時計回り (CCW) で動作するように設計されており、逆転可能です。

電子回路内蔵モータの場合は、回転方向は可逆ではありません。

最大回転速度 n_{max} [min⁻¹]

特定の冷却レベルでの連続動作時に推奨される最大回転数。この値は標準的な軸受とコイルで推奨する動作範囲に基づいており、これより値が高いとモータの耐用年数に影響を及ぼします。

極数

標準モータの極数。

ホールセンサ

標準モータのモータ通信フィードバックコンポーネントのタイプ。

マグネットの材質

標準モータに使用されるマグネットの材質。

明示されていない機械公差:

ISO 2768 に準拠した公差。

≤ 6 = ± 0,1 mm

≤ 30 = ± 0,2 mm

≤ 120 = ± 0,3 mm

明示されていない値の公差は、請求に応じて入手できます。

全ての寸法はモータ軸方向へ予圧された状態で測定されております。

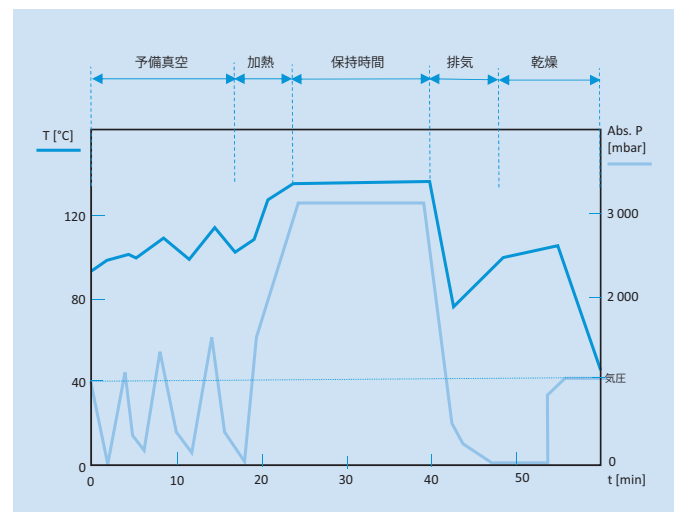
オートクレーブ

「オートクレーブ滅菌用」に指定されているFAULHABERブラシレスDCモータは、蒸気滅菌処理に耐えるように特別に設計されています。リファレンスとして使用される滅菌サイクルは次のとおりです。

リファレンス用のオートクレーブ滅菌サイクル:

滅菌器、パルス真空蒸気滅菌器

空気除去	部分的事前真空空気除去
保持温度	134 °C
保持圧力	約 3100 mbar (絶対圧)
相対湿度	100%
保持時間	18分
乾燥	事後真空乾燥



上述の滅菌サイクルには、消毒(クリーニング)や殺菌などの準備作業は含まれていません。ブラシレス DC モータが耐える標準サイクル数はデータシートに記載されています。最終組み立てでモータがカプセル化される場合にこの値を超過することがあります。

ブラシレス DC サーボモータ

技術情報

連続運転の定格値

以下の数値は、周囲温度 22 °C において定格電圧、モータ単体で算出しております。

定格トルク M_N [mNm]

最大コイル温度若しくはモータ動作温度範囲のいずれかが超過しない温度での定格電圧による最大連続デューティトルク (S1 オペレーション) を意味します。さらなる追加条件として、モータは、 R_{th2} の 25% 削減、もしくは金属フランジへの取付を指定しています。どちらを選択しても、一般的な設置方法でありモータの冷却モデルの近似値を示します。この値は、モータが例えば S2 モードで間欠運転するか、さらなる冷却が適用される場合には超過しても構いません。

定格電流 (熱的限度) I_N [A]

所定の連続トルクにおける連続電流の最大値。この値はコイルの温度係数と関連する為、 k_M (トルク定数) の損失効果が含まれます。この係数はフーコー (過電流) 損失を含む動的摩擦係数のマグネット材質の熱的特性にも起因する損失です。モータを間欠運転するか、冷却ができる場合には超過が可能です。

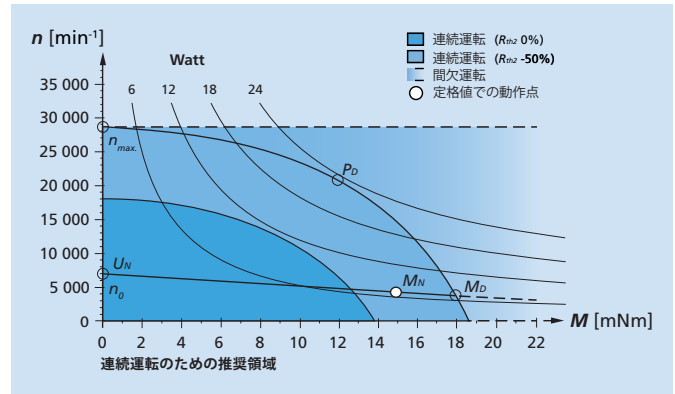
定格速度 n_N [min⁻¹]

所定のトルクにおける典型的な速度。この値は n/M 曲線の勾配に対応するモータ損失の効果も含まれています。

n - M 曲線の定格勾配

特定の定格動作点での曲線勾配の近似値です s 。この値は無負荷速度と負荷速度から導き出されます。

$$\frac{n_0 - n_N}{M_N}$$



例: 連続運転における定格値の出力図。

性能グラフの説明

性能グラフは周囲温度 22 °C での動作可能な動作点の範囲を示し、また熱絶縁状態及び冷却状態での運用について記載しています。動作可能な速度範囲は軸トルクに応じて示されています。

このグラフで破線で表している部分はドライブを間欠動作または冷却を上げることで可能な潜在動作ポイントを表しております。

連続トルク M_D [mNm]

定格電圧において R_{th2} 値が 50% 減少した場合の最大連続トルクを表します。連続速度は連続トルクに対して線形的に減少します。スロット付きフラットブラシレスモータの場合、連続定格トルク M_N はモータを金属フランジに取り付けた状態を示しております。連続トルクは、連続出力から独立しており、モータを S2 モードで間欠運転するか、冷却ができる場合には超過が可能です。

連続出力 P_D [W]

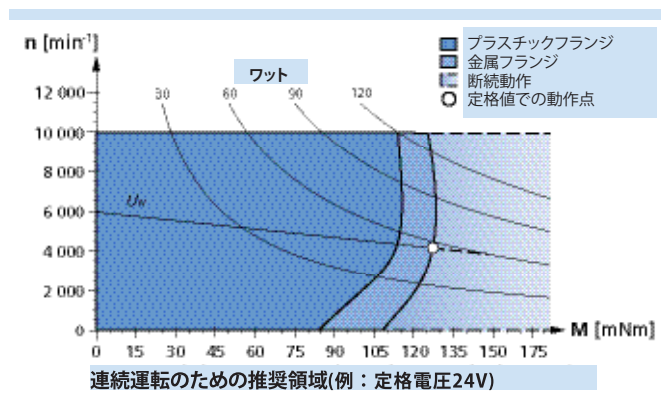
R_{th2} 値が 50% 減少された場合に連続動作での最大可能出力。この値は連続トルクから独立しており、冷却要因に対し線形的に回答し、モータを間欠運転するか、冷却ができる場合には超過が可能です。たとえば、S2 操作において、またはさらに冷却が適用される場合などです。

定格電圧曲線 U_N [V]

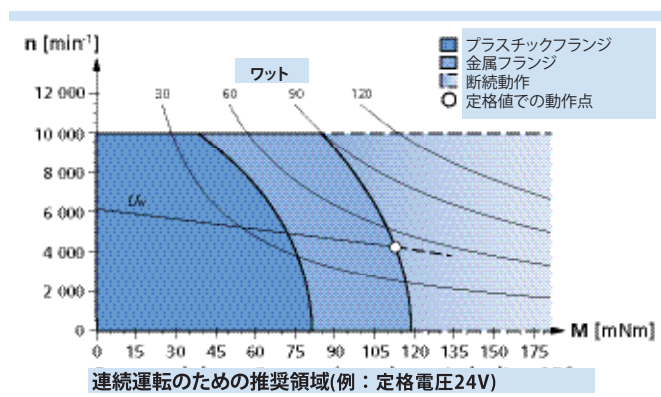
定格電圧曲線は無冷却並びに冷却状態における U_N での作動点を表します。起動点はドライブの無負荷スピード n_0 に対応します。この曲線より上の作動点は印加電圧を増加させ、これより下の作動点は印加電圧を減少させることによって得ることができます。

スロット付きブラシレスモータの追加情報

ハウジングがあるスロット付きモータの性能曲線は、ハウジングなしのモータの図とは大きく異なります。一般にハウジングなしのモータは、周囲空気の流れて冷却されるのでパフォーマンスが向上します。



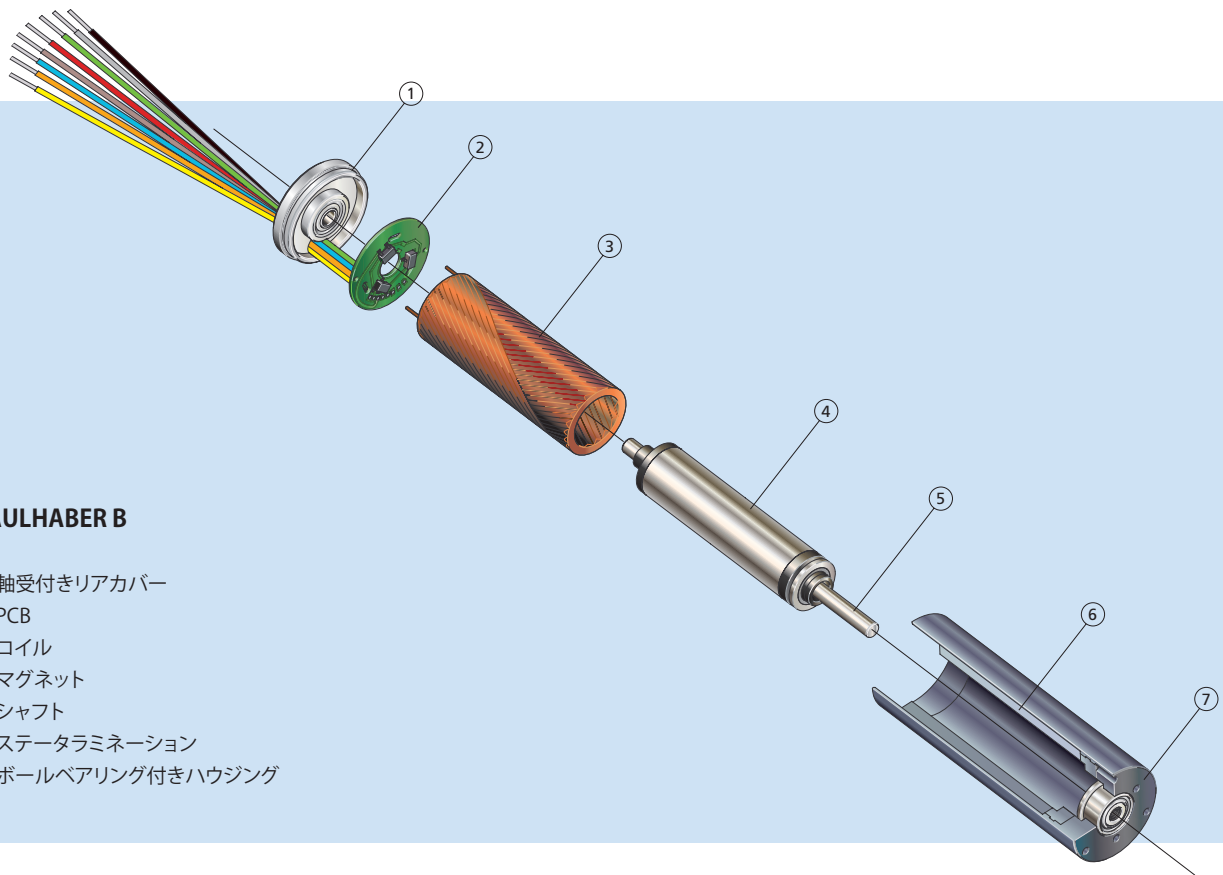
例: 連続動作での定格値に対する性能グラフ (BXT R)



例: 連続動作での定格値に対する性能グラフ (BXT H)

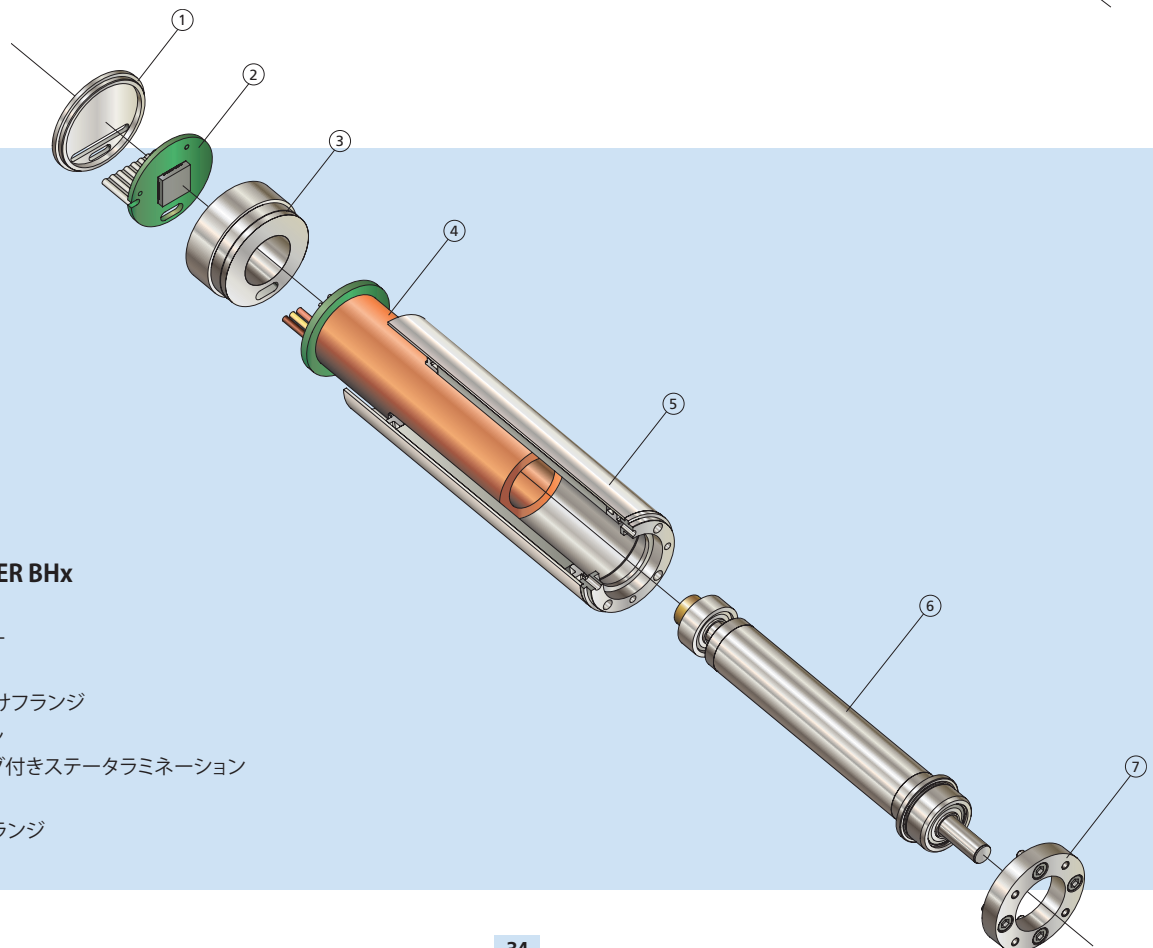
ブラシレス DC サーボモータ

基本設計



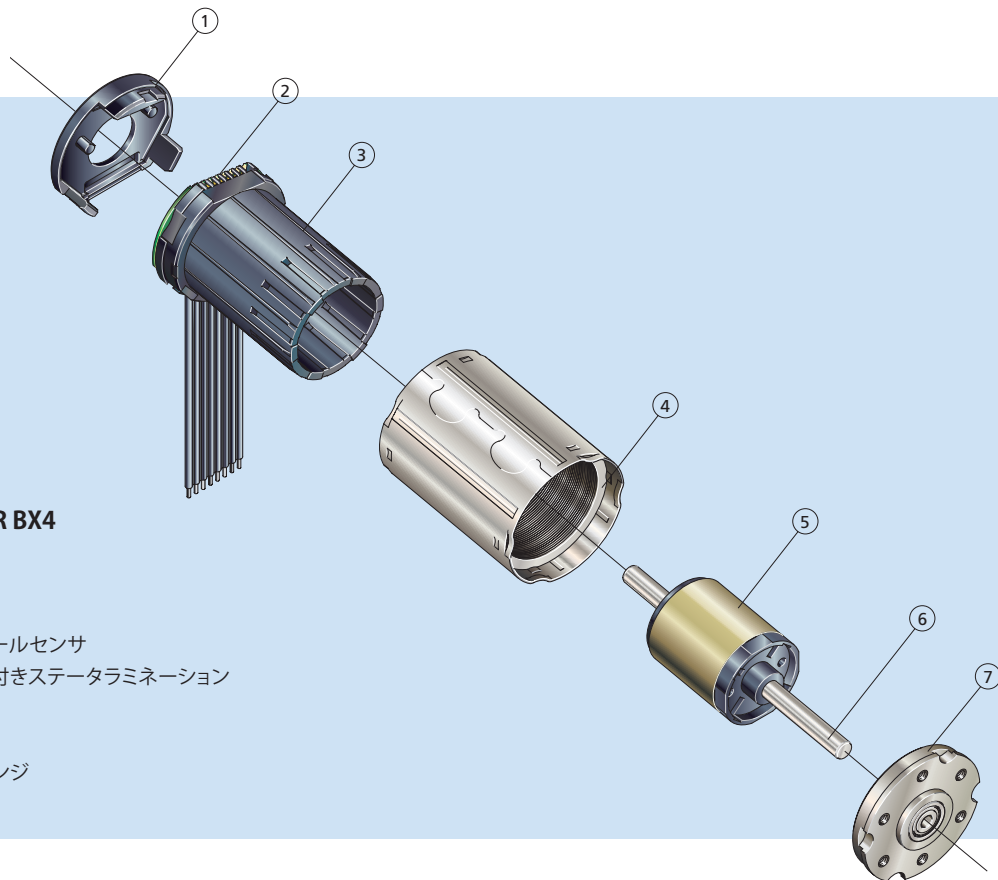
FAULHABER B

- ① 軸受付きリアカバー
- ② PCB
- ③ コイル
- ④ マグネット
- ⑤ シャフト
- ⑥ ステータラミネーション
- ⑦ ボールベアリング付きハウジング



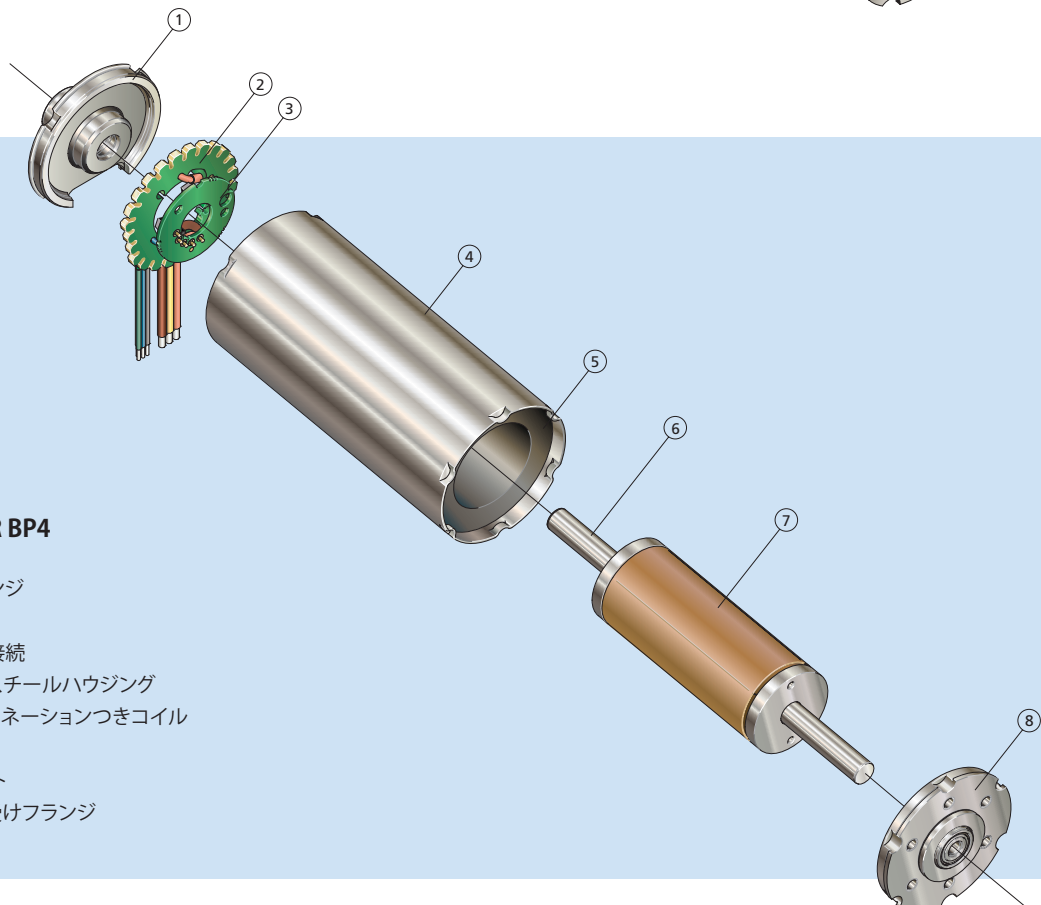
FAULHABER BHx

- ① リヤカバー
- ② PCB
- ③ 中間軸受けフランジ
- ④ PCBコイル
- ⑤ ハウジング付きステータラミネーション
- ⑥ ロータ
- ⑦ 軸受けフランジ



FAULHABER BX4

- ① リヤカバー
- ② PCB
- ③ コイルとホールセンサ
- ④ ハウジング付きステータリミネーション
- ⑤ マグネット
- ⑥ シャフト
- ⑦ 軸受けフランジ

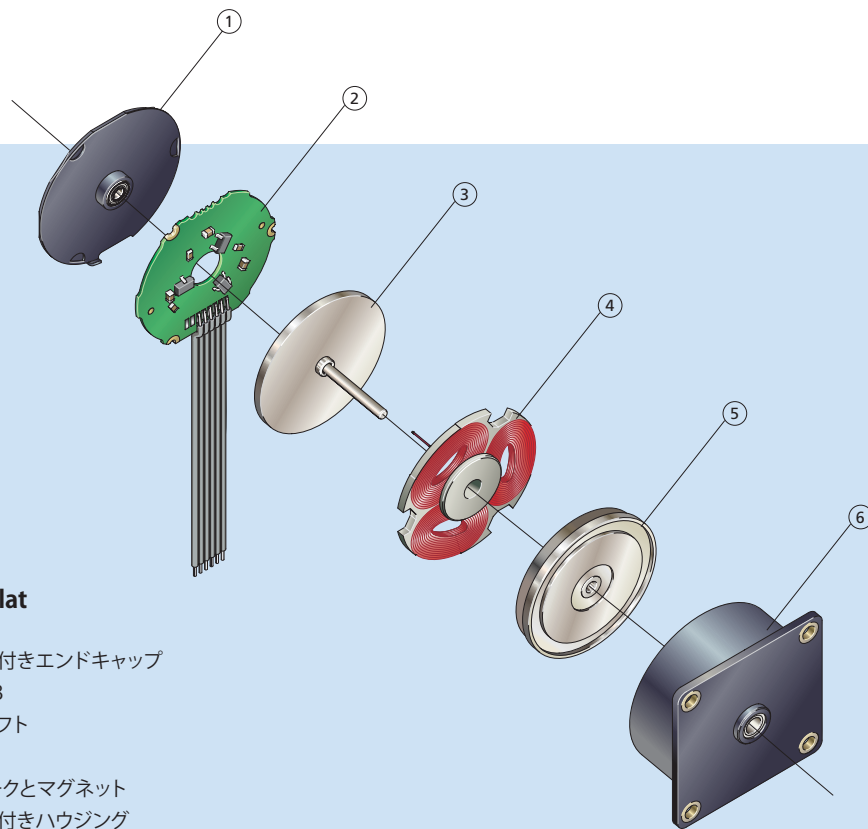


FAULHABER BP4

- ① 軸受けフランジ
- ② PCBコイル
- ③ PCBホール接続
- ④ ステンレススチールハウジング
- ⑤ ステータリミネーションつきコイル
- ⑥ シャフト
- ⑦ 4極マグネット
- ⑧ フロント軸受けフランジ

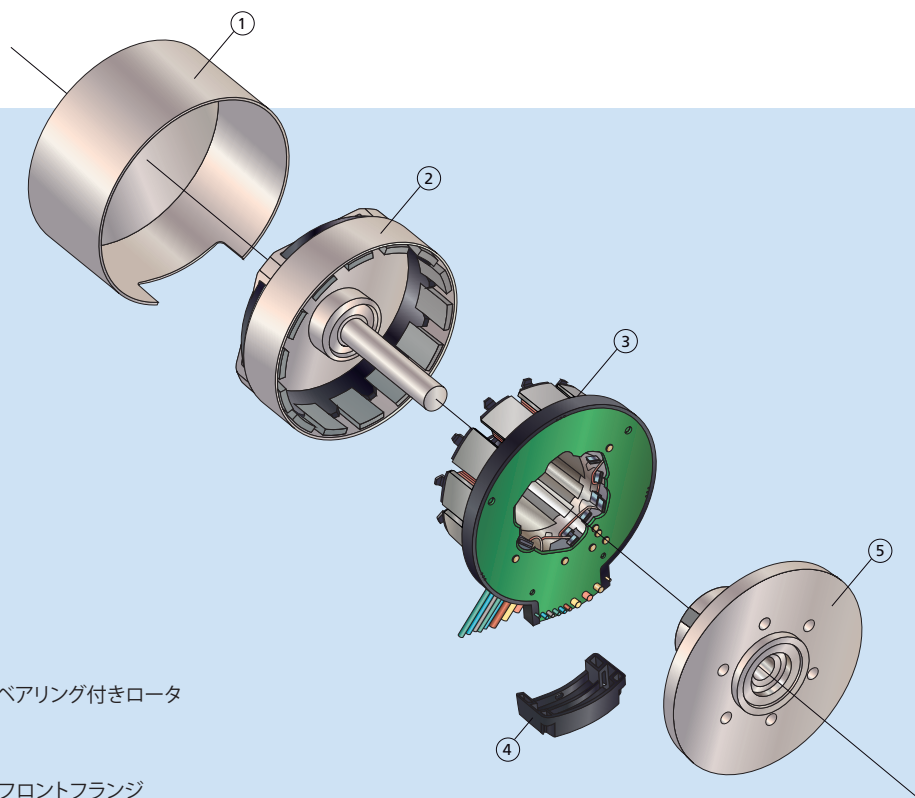
ブラシレス・フラットDCマイクロモータ

基本設計



FAULHABER B-Flat

- ① ボールベアリング付きエンドキャップ
- ② ホールセンサ PCB
- ③ ロータと出力シャフト
- ④ ステータコイル
- ⑤ ロータ、バックヨークとマグネット
- ⑥ ボールベアリング付きハウジング



FAULHABER BXT

- ① ハウジング (BXT H用)
- ② シャフトおよびボールベアリング付きロータ
- ③ ステータ (PCB付き)
- ④ カバー
- ⑤ ボールベアリング付きフロントフランジ

Notes



ブラシレス DC サーボモータ 2 極技術、センサーレス

センサーレス・ブラシレスDCサーボモータはスペースが非常に限られている最も困難なアプリケーションでも使用できます。マイクロシステムテクノロジーにおける長年の開発と経験により、最小サイズでも信頼性の高いドライブ機能を提供するため、FAULHABER はコンポーネントとモジュールを最小のサイズにすることに成功しました。ブラシレス DC マイクロモータはセンサーも不要で、出力トルクを向上させる調和のとれた非常にコンパクトなギアヘッドとスピード・コントローラと一緒に使用できます。ブラシレス DC マイクロモータは個々のお客様の要件に応じて、プロジェクトに合わせて修正可能な技術基盤を提供しています。

製品シリーズ

0308 ... B

0515 ... B

特長

モータ直径	3 ... 5 mm
モータ長	8 ... 15 mm
定格電圧	3 ... 6 V
速度	最大 96,000 min ⁻¹
トルク	最大 0.13 mNm
連続出力	最大 0.44 W



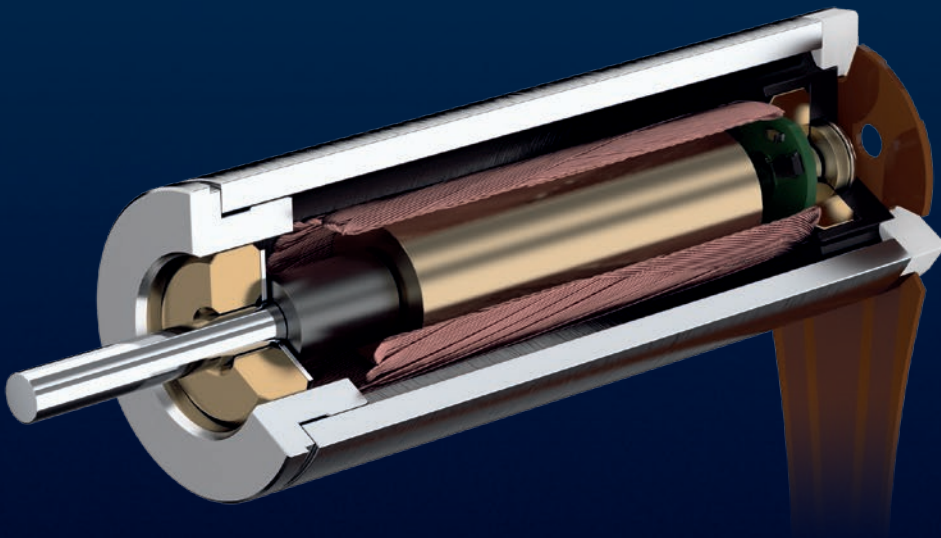
製品コード番号

05	モータ径 [mm]
15	モータ長 [mm]
G	シャフトタイプ
006	定格電圧 [V]
B	製品系列

FAULHABER B-Micro

本シリーズの特長

- 非常にコンパクトなデザイン
直径 3 mm ～ 5 mm
- スペースが非常に限られた用途向け
- 中高速の 2 極設計
- 非常にコンパクトな専用ギヤヘッドを準備
- スピードコントローラの利用が可能



ブラシレス DC サーボモータ 2 極技術

オリジナルの FAULHABER ブラシレスDCサーボモータ。コアレス、スロットレスのモータは宇宙での真空対応から医療機器技術まで、非常に難しい用途や環境条件で使用される為に開発されました。精密かつ非常に長寿命で、高い信頼性があります。

高分解能エンコーダや精密ギアヘッドなど、幅広いオプション製品と組み合わせて使用することができます。

最大の集積化とサイズの縮小の為に、モータに搭載されているデジタルホールセンサをオプションのアナログホールセンサに置き換えることができます。これにより、ほとんどのアプリケーションでエンコーダが不要になります。

製品シリーズ

0620 ... B	0824 ... B
1028 ... B	1218 ... B
1226 ... B	1628 ... B
2036 ... B	2057 ... B
2057 ... BA	2444 ... B
3056 ... B	3564 ... B
4490 ... B	4490 ... BS

特長

モータ直径	6 ... 44 mm
モータ長	18 ... 90 mm
定格電圧	24 ... 48 V
速度	最大 100.000 min ⁻¹
トルク	最大 217 mNm
連続出力	最大 282 W



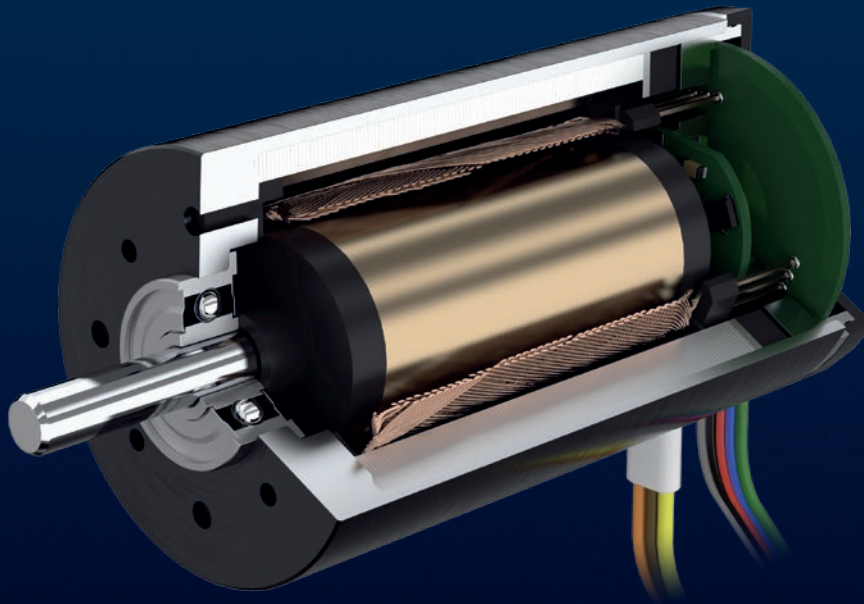
製品コード番号

35	モータ径 [mm]
64	モータ長 [mm]
K	シャフトタイプ
024	定格電圧 [V]
B	ブラシレスモータシリーズ
K1155	オプションアナログホールセンサ

FAULHABER B

このシリーズの利点

- 高密度コアレスシステム FAULHABER コイル
- デジタルまたはアナログホールセンサが利用可能
- 非常にスムーズなスピードコントロール
- 繊細なポジション制御



ブラシレス DC サーボモータ 2 極技術

BHx シリーズはコンパクトなサイズで高出力を実現するための革新的で堅牢な設計に基づいた 2 極ブラシレス技術を駆使しています。幅広い用途の要求を満たすため、これらのモータには 2 つの異なるバージョンがあります。BHT は衝撃の大きなサイクルの高トルク専用で、BHS は超高速の連続使用に焦点を当てています。

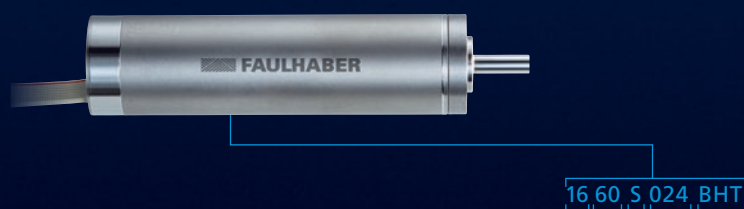
BHx シリーズは一定速度でスムーズな動作を保証するために、最小の速度変化で様々な負荷を駆動できます。さらに、低慣性と短い反応時間により高いダイナミズムを実現しています。これらの特徴のため、BHx シリーズは高速動作と正確なポジション制御の両方に適しており、とりわけ高分解能の一体型エンコーダと組み合わせて使用することにより断続運転に最適です。BHx シリーズは振動レベルが低く、騒音も低く、室内環境での人間の疲労やストレスを軽減します。また、効率が高いため発熱が少なく、ハンドツールとして使用すると快適性が向上します。

製品シリーズ

1645 ... BHS	1660 ... BHS
1660 ... BHT	

特長

モータ直径	16 mm
モータ長	45 ... 60 mm
定格電圧	24 ... 48 V
速度	最大 100.000 min ⁻¹
トルク	最大 18.7 mNm
連続出力	最大 96 W



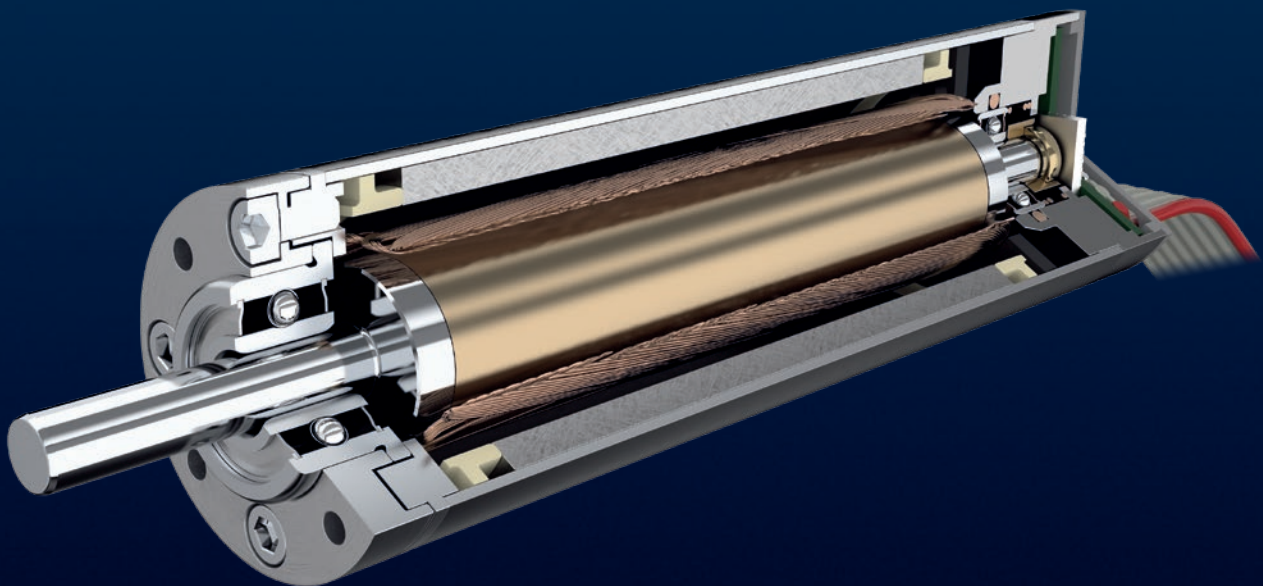
製品コード番号

16	モータ径 [mm]
60	モータの長さ [mm]
S	シャフトタイプ
024	定格電圧 [V]
BHT	製品系列

FAULHABER BHx

このシリーズの利点

- 小径で最大 96W の高出力
- 100,000 min⁻¹ に近い高速性 (BHS バージョン)
- 高い瞬間的トルク > 30mNm (BHT バージョン)
- 低慣性や非常に動的かつ高応答性
- ハンドツールに適した低騒音、低ノイズ
- オプションの一体型エンコーダ



ブラシレス DC サーボモータ 4 極技術

限られたスペースでのダイナミックなスタート-停止モードから速度制御、正確な統合位置制御まで、柔軟なモジュラーシステムBX4をさまざまなギアと組み合わせて、さまざまな違いを実現できます。お客様のアプリケーションに合わせたソリューションを提供します。

この 4 極製品シリーズの優れた特徴としてはさらに、長寿命であること、高トルクであること、そして革新的かつコンパクトなデザインが挙げられます。

スムーズな動作、少ない振動や騒音により、これらのモーターはオートメーション技術、ロボット光学、機械製造等の市場部門に加え、医療技術等の繊細な市場にも利用いただけます。

製品シリーズ

2232 ... BX4	2250 ... BX4
3242 ... BX4	3268 ... BX4

特長

モータ直径	22 ... 32 mm
モータ長	32 ... 68 mm
定格電圧	6 ... 48 V
速度	最大 29,000 min ⁻¹
トルク	最大 96 mNm
連続出力	最大 62 W



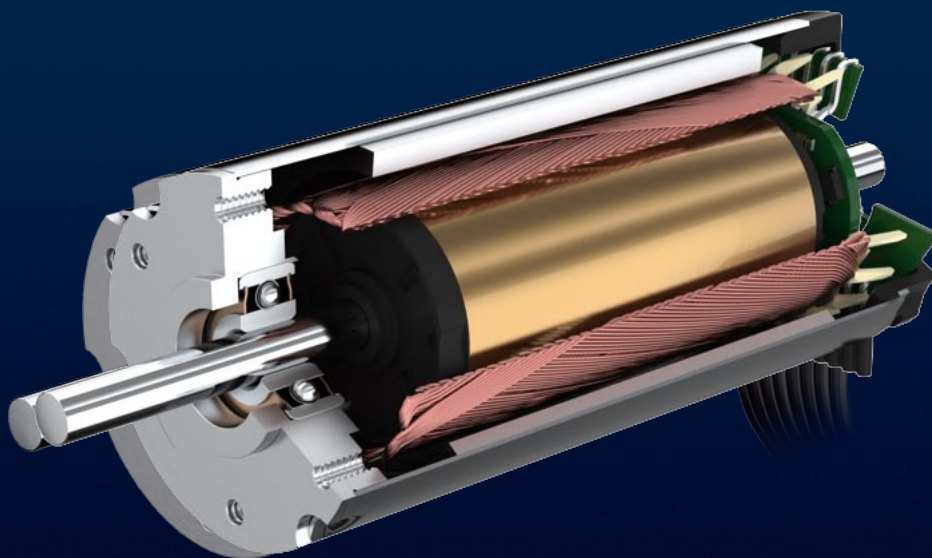
製品コード番号

22	モータ径 [mm]
50	モータ長 [mm]
S	出力タイプ
024	定格電圧 [V]
BX4	製品系列

FAULHABER BX4

本シリーズの特長

- 4極技術による高トルクと高速剛性
- 光学式アナログホールセンサによる非常に限られたスペースでのポジション制御
- 高分解能の磁気式および光学式エンコーダのためのモジュラー直径対応取り付けコンセプト
- 一体型のスピード・コントローラまたはモーションコントローラのバージョン
- 高い信頼性と長寿命
- 動的にバランスの取れたロータ, 静かな駆動



ブラシレス DC サーボモータ 4 極技術

BP4 シリーズの 4 極ブラシレス DC サーボモータは直径 22 mm および 32 mm のコンパクトな設計と軽量にもかかわらず非常に高いトルクが特徴です。モータの中心部にはステータの非常に高純度の銅だけでなく、電気的、幾何学的に優れたコイル巻対称性を可能にする革新的なコイル技術が詰め込まれています。

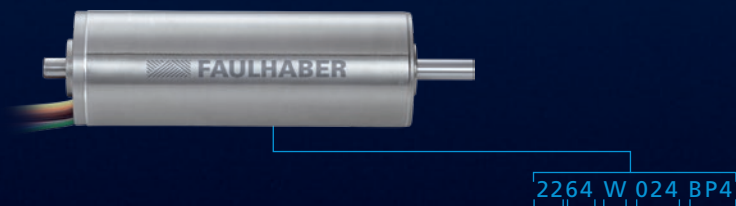
これにより損失を最小限にし、効率を最大化します。BP4 シリーズには過負荷耐性があり、許容最大重量が非常に小さく設置スペースが限られていながらも高出力が必要な用途や、動的な起動 - 停止運転にも適しています。

製品シリーズ

2264 ... BP4	3274 ... BP4
--------------	--------------

特長

モータ直径	22 ... 32 mm
モータ長	64 ... 74 mm
定格電圧	12 ... 48 V
速度	最大 34,500 min ⁻¹
トルク	最大 162 mNm
連続出力	最大 150 W



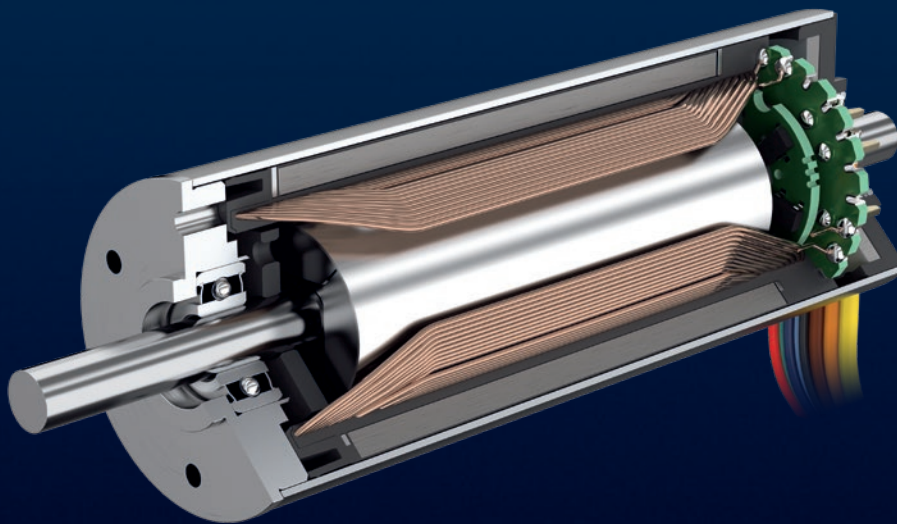
製品コード番号

22	モータ径 [mm]
64	モータ長 [mm]
W	出力タイプ
024	定格電圧 [V]
BP4	製品系列

FAULHABER BP4

本シリーズの特長

- 非常に高いトルクの高出力モータ
- 133 ~ 150 W の連続出力
- 重量とサイズに対する優れたトルク比
- 最大 91% の非常に高い効率
- 完全一体型のアナログホールセンサと調和のとれたエンコーダ、コントローラを利用可能
- 動的な起動 - 停止運転向け



ブラシレス・フラット DC マイクロモータと DC ギアモータ

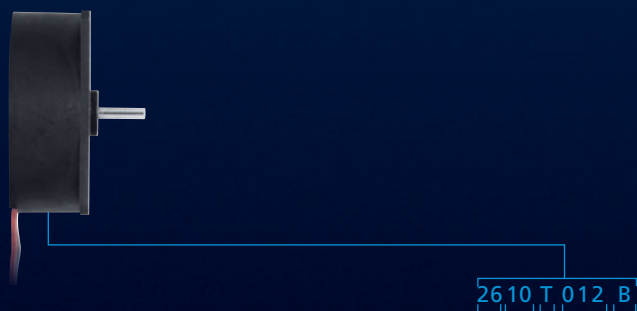
3つの自己支持型銅製フラットコイルを使用している4極ブラシレスDCサーボモータはB-Flatシリーズに使用されており、スペースに余裕のないところでのドライブシステム用途に最適です。強力な希土類マグネットにより、モータは最小の慣性で1.5W～9Wの連続出力を発揮します。非常にフラットな設計の一体型ギアヘッドと組み合わせて、出力トルクの高い非常にコンパクトなドライブシステムを提供できるモータです。ドライブの電子的整流により、機械的整流モータと比較して何倍もの耐用期間があります。

製品シリーズ

1509 ... B	1515 ... B
2610 ... B	2622 ... B

特長

モータ直径	15 ... 26 mm
モータ長	9 ... 22mm
定格電圧	6 ... 12 V
速度	最大 40,000 min ⁻¹
トルク	最大 100 mNm
連続出力	最大 9 W



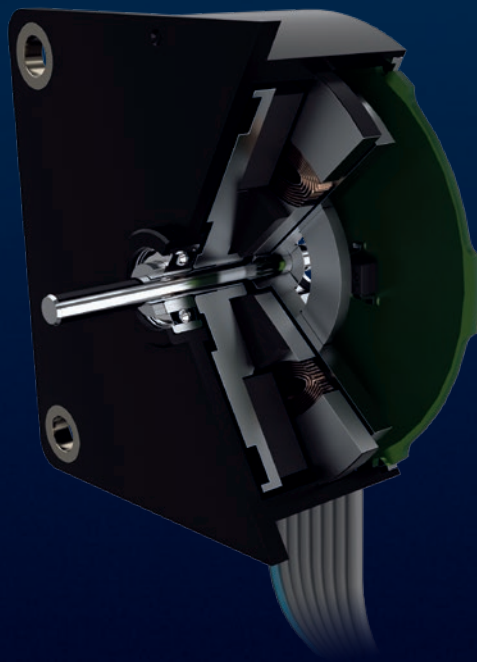
製品コード番号

26	モータ径 [mm]
10	モータ長 [mm]
T	出力タイプ
012	定格電圧 [V]
B	製品系列

FAULHABER B-Flat

本シリーズの特長

- 非常にフラットなデザイン
9 mm ~ 22 mm の範囲の長さ
- 4 極設計
- 3 つのデジタル・ホール・センサを使用した電子整流方式
- 最小で高ギア比の一体型平ギアヘッドタイプ
- 精密な回転数制御



アウターロータ技術を使用した ブラシレスフラットモータ

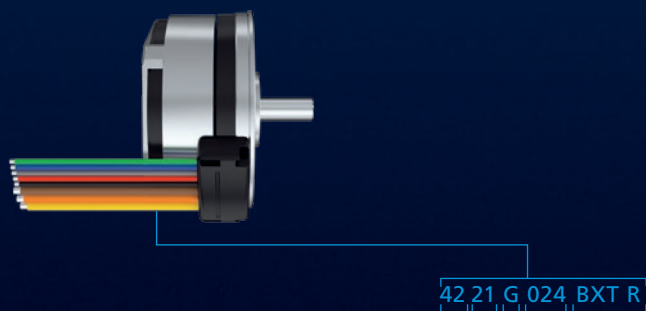
BXTシリーズのアウターロータモータは新しい基準を設定します。革新的なコイル技術と最適なデザインにより、BXTモータは最大で134 mNm トルクを実現します。重量とサイズ比でのトルク率は並ぶものはありません。ロータに14個の高性能希土類磁石とステータに12個の歯がある鉄心モータは、わずか14 mm、16 mm、21 mmの長さであり、高トルクの短いドライブソリューションを必要とする用途に適しています。光学および磁気エンコーダ、ギアヘッド、コントロールと組み合わせることで、コンパクトなドライブシステムになります。

シリーズ

2214 ... BXT R	2214 ... BXT H
3216 ... BXT R	3216 ... BXT H
4221 ... BXT R	4221 ... BXT H

特長

モータ直径	22 ... 42 mm
モータ長	14 ... 21 mm
定格電圧	6 ... 48 V
速度	最大 10.000 min ⁻¹
トルク	最大 134 mNm
連続出力	最大 100 W



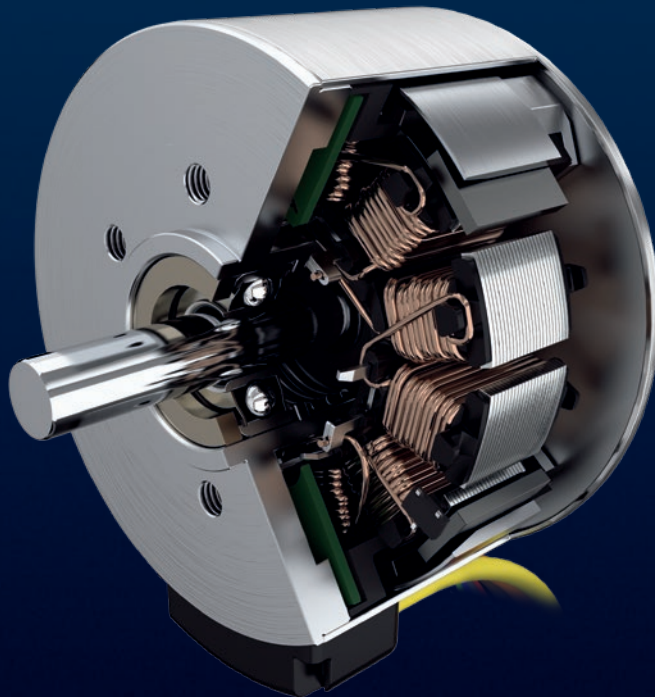
製品コード番号

42	モータ径 [mm]
21	モータ長 [mm]
G	シャフトタイプ
024	定格電圧 [V]
BXT	製品系列
R	オープン構造

FAULHABER BXT

本シリーズの特長

- 非常に高トルクのアウターロータモータ
- 最大 100 W の連続出力
- 重量とサイズに比して優れたトルク率
- スペースの制約が高い用途向けのフラットデザイン。長さの範囲は 14 ~ 21 mm。
- 対応する光学および磁気エンコーダ、ギアヘッド、コントロールが入手可能
- 14 極構造



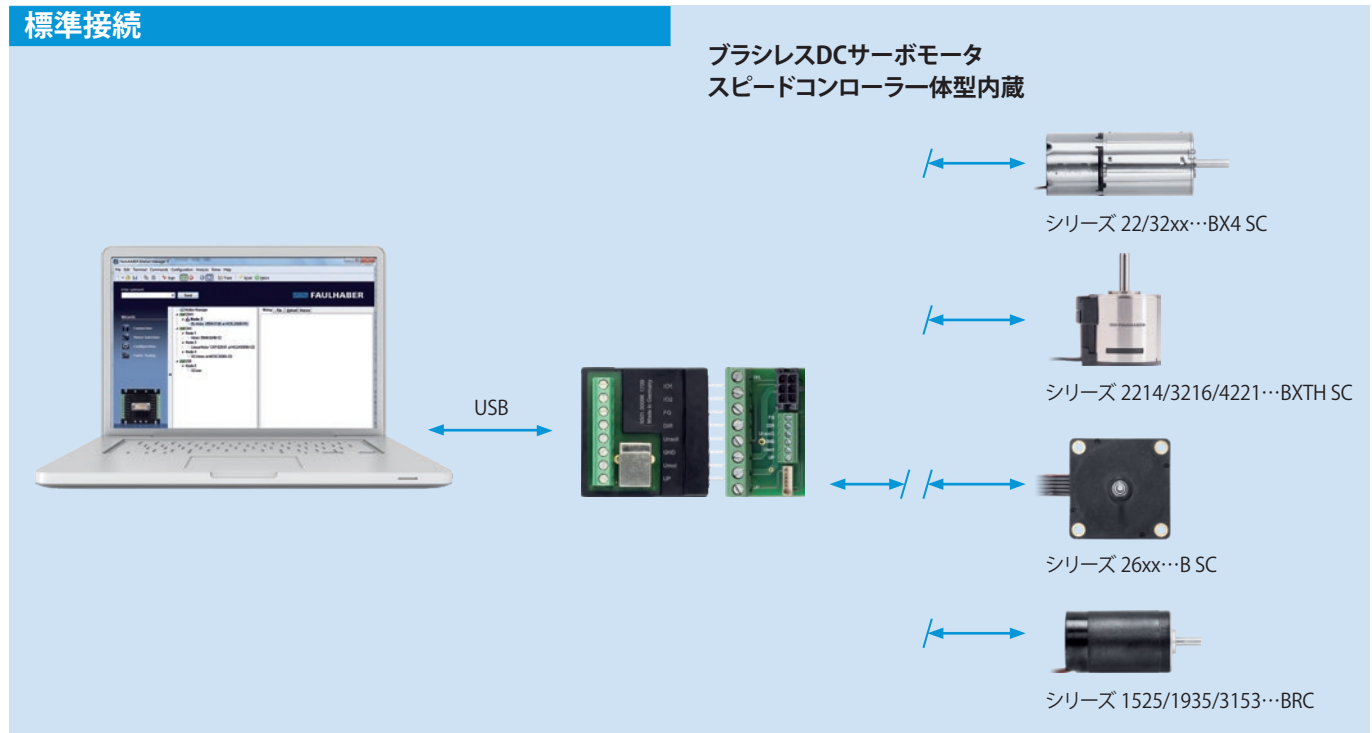
電子回路内蔵モータ



スピードコントロールシステム

技術情報

標準接続



全般

Faulhaberのスピードコントロールシステムは、スピードの制御可能な高度にダイナミックなドライブシステムです。ドライブエレクトロニクスが既に一体化され、各モータに適合しています。

スピードコンローラーがコンパクトに統合され、多様な接続の可能性により、ラボ技術、製造設備、オートメーション技術、ピックアッププレイスマシン、工作機械、ポンプ等々の用途への適合を実現します。

スペース最適化／アドオン方式による電子制御機器の統合により、スペース要件が低減され、設備やスタートアップが簡素化されます。

一体化された電子装置により、外部のセットポイントの入力によるPIコントローラを使用するスピード制御が実現します。別途の切替入力により回転方向の変更が可能です。速度信号は周波数出力を介して読み取ることができます。

モータは、電圧コントローラとして、もしくは固定速度モードで任意に作動させることができます。

ソフトウェア「FAULHABER Motion Manager」を介して、スピードコンローラシステムを用途に導入することができます。設定値入力の種類や拡大縮小、操作モード、制御パラメータは調整可

能です。スピードコンローラー用USBプログラミングアダプタを使用して設定を行い、コンタクトボードを使用してリボンケーブルを接続します。

インターフェース - 別々のI/O

- PWMもしくはアナログ電圧値を介した速度設定用の設定値入力
- モータ回転方向を指定する為の切替入力としてのデジタル入力
- デジタル出力は、周波数出力又はエラー出力のいずれかで設定できます。

注意

取付けおよびスタートアップのための装置マニュアル、ならびに「FAULHABER Motion Manager」ソフトウェアは、ご注文に応じて、またはwww.faulhaber.comで利用可能です。

スピードコントロールシステム

技術情報

ブラシレスDCサーボモータ

スピードコントローラ内蔵
4極技術

3242 ... BX4 SC

22°C環境、定格電圧	3242 G
回路への電源	U_P
モータへの電源	U_{mot}
モータへの定格電圧	U_N
無負荷回転数 (at U_N)	n_0
ピークトルク(max)についてS2モード、3s/2s)	M
トルク定数	
PWMスイッチング周波数	

技術データの説明

スピード・コントロールシステムの次のデータシートの値は、定格電圧および22度の環境温度で測定または計算されています。

電子部品への給電 U_P [V DC]

電子制御の許容供給電圧の範囲を示します。

モータへの給電 U_{mot} [V DC]

システム全体に統合されたベースモータのための許容供給電圧の範囲です。

モータの定格電圧 U_N [V]

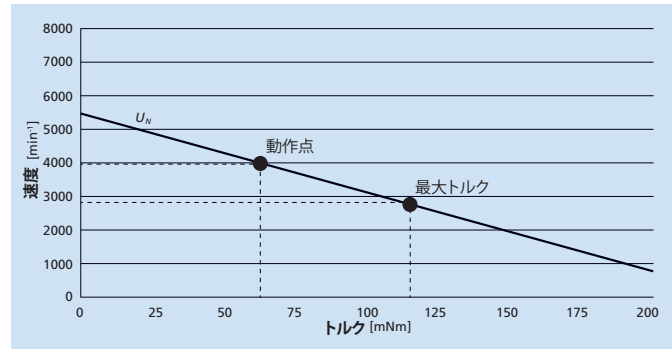
2つの巻き線層間の電圧。これはデータシートパラメータが測定または計算される場合の電圧です。必要とされるスピードに応じて、供給電圧の許容範囲内で電圧を調整することが可能です。

無負荷回転数 n_0 [min^{-1}]

アイドリング中、ならびに、定格電圧における定常状態でのモータ回転数を示しています。

ピークトルク $M_{max.}$ [mNm]

熱限界を超えない状態でデータシートに指定された時間、一定負荷での定格電圧や負荷でのS2動作(追加冷却なしでの起動)でモータが到達出来る規定トルクを示します。他に定義されていない限り、ピークトルクに適用される連続トルクの2倍に等しい値となります。



例: 3242...BX4 SC

トルク定数 k_m [mNm/A]

モータトルクと電流入力間の比率を示す定数。

起動トルク M_A

室温および定格電圧でモータが起動するときの負荷トルク。この値は、マグネットタイプ、マグネット温度、巻線温度に応じて変化します。

PWMスイッチング周波数 f_{PWM} [kHz]

パルス幅変調は、2つの値の間の電圧の変化を示します。SCSに統合されたモータは、小さな値の電気時間定数を有します。PWMに関連する損失を低く抑えるため、高いスイッチング周波数が必要です。

電気効率 η [%]

制御装置の消費電力と供給電力の比。

電子部品へのスタンバイ電流 I_{el} [A]

一体化装置によるシステム全体のさらなる電流消費を示します。

回転数範囲 [min^{-1}]

高い定格電圧での定常状態における連続操作に対する最大の無負荷回転数を示します。必要とされる回転数に応じて、与えられたシステム限界内で電圧を変えることができます。

設置方式IM B 5に従うプラスチックフランジ上へのシステムを取り付け。

軸ベアリング

ブラシレスDCモータに使用されるベアリング。

最大軸負荷[N]

指定された軸径の出力軸の最大許容軸負荷。ボールベアリングを備えたモータの負荷および寿命の値は、メーカーの仕様に基づいています。この値は、後部および第2のシャフト端には適用されません。

軸の遊び[mm]

シャフトとベアリング間のクリアランスを指し、ボールベアリングの場合は追加されたベアリングも含まれます。

動作温度範囲[°C]

定格状態におけるシステム全体の最小および最大動作温度を示します。

ハウジング材料

ハウジング材料、および必要に応じて表面処理。

重量[g]

標準システムの一般的な重量は、部品の違いに応じて変わります。

機械公差仕様が異なる場合の長さ寸法

ISO 2768に従う公差：

≤ 6 = ± 0.1 mm

≤ 30 = ± 0.2 mm

≤ 120 = ± 0.3 mm

非規定値の公差はご要望に応じます。

モータ軸の全ての機械寸法は、モータ方向において軸方向の軸負荷された状態で測定されています。

連続運転の定格値

次の値は、定格電圧、22度の環境温度、IM B 5の取り付け方式で測定されたものです。

取り付け方式IM B 5は、2つのベアリングプレート、自由前軸端、ベアリング近くの取り付けフランジを備える、取り付け脚なしのドライブのフランジ取付けを定義します。

定格トルク M_N [mNm]

定常状態において温度が最大許容巻線温度および/またはモータの動作温度範囲を超えない温度である定格電圧における、最大連続トルク (S1モード)。モータはここで金属フランジに取り付けられ、モータの一般的な標準構成で利用される冷却量に近くなります。この値は、モータが例えばS2モードにおいて間欠運転するか、さらなる冷却が適用される場合には超過しても構いません。

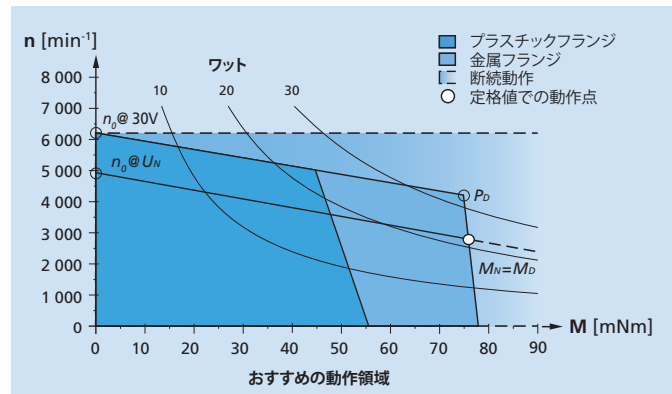
定格電流 I_N [A]

連続動作における定格トルクによる定常状態での一般的な最大連続電流。この値は、ドライブがスタート/ストップモードでスタートフェーズである場合に間欠動作するか、さらなる冷却が行われている場合には超過しても構いません。

定格回転数 n_N [min⁻¹]

与えられた定格トルクから決められた定常状態における一般的な定格回転数。

この値は、モータの損失が n/M 特徴曲線上にある効果が考慮されています。



例: 連続動作での定格値に対する性能グラフ。

性能グラフの説明

性能グラフは、サーボドライブの可能な動作点を示しています。プラスチックフランジ（約100mm x 100mm x 10mm）上に周囲温度 22 °C で本来のフランジ取付け (IM B5) を行う場合、濃いブルーのエリアの動作点には絶えず到達します。

アルミニウムフランジ（約100mm x 100mm x 10mm）上に周囲温度 22 °C で本来のフランジ取付け (IM B5) を行う場合、薄いブルーのエリア内 P_0 までの動作点には絶えず到達します。

最大達成可能速度は、モータ供給電圧によります。定格電圧では、最大達成可能動作点は、定格電圧ライン上にある無負荷点から定格点の間となります。

供給電圧が増加すると、速度は定格電圧ラインを越えます。

この場合、電子部品への最大電圧あるいはモータ電源が超過することがあってはなりません。

動作可能な速度範囲は軸トルクに応じて示されています。

破線で表されている部分は間欠運転または冷却する事により可能な潜在的な動作点を表します。

連続トルク M_O [mNm]

定格電圧における定常状態での最大の推奨連続トルク、およびアルミニウムフランジへの取り付けを示します。スピードコントロールシステムを用いることで、連続トルクは、同時に定格トルクに対応します。

ここでは、回転数は、連続トルクに比例します。連続トルクは、連続出力から独立しており、モータを間欠運転するか、冷却ができる場合には超過が可能です。

スピードコントロールシステム

技術情報

連続出力 P_D [W]

アルミニウムフランジに取り付ける場合の、定常状態における連続動作の最大出力パワーを示します。この値は連続トルクから独立しており、冷却要因に対し線形的に応答し、モータを間欠運転するか、冷却ができる場合には超過が可能です。

定格電圧曲線 U_N [V]

定格電圧曲線は、 U_N での連続動作点を示します。起動点は、ドライブの無負荷スピード n_0 に対応します。この曲線より上の動作点は定格電圧の上昇によって、下の動作点は定格電圧の低減によって得ることができます。

注意

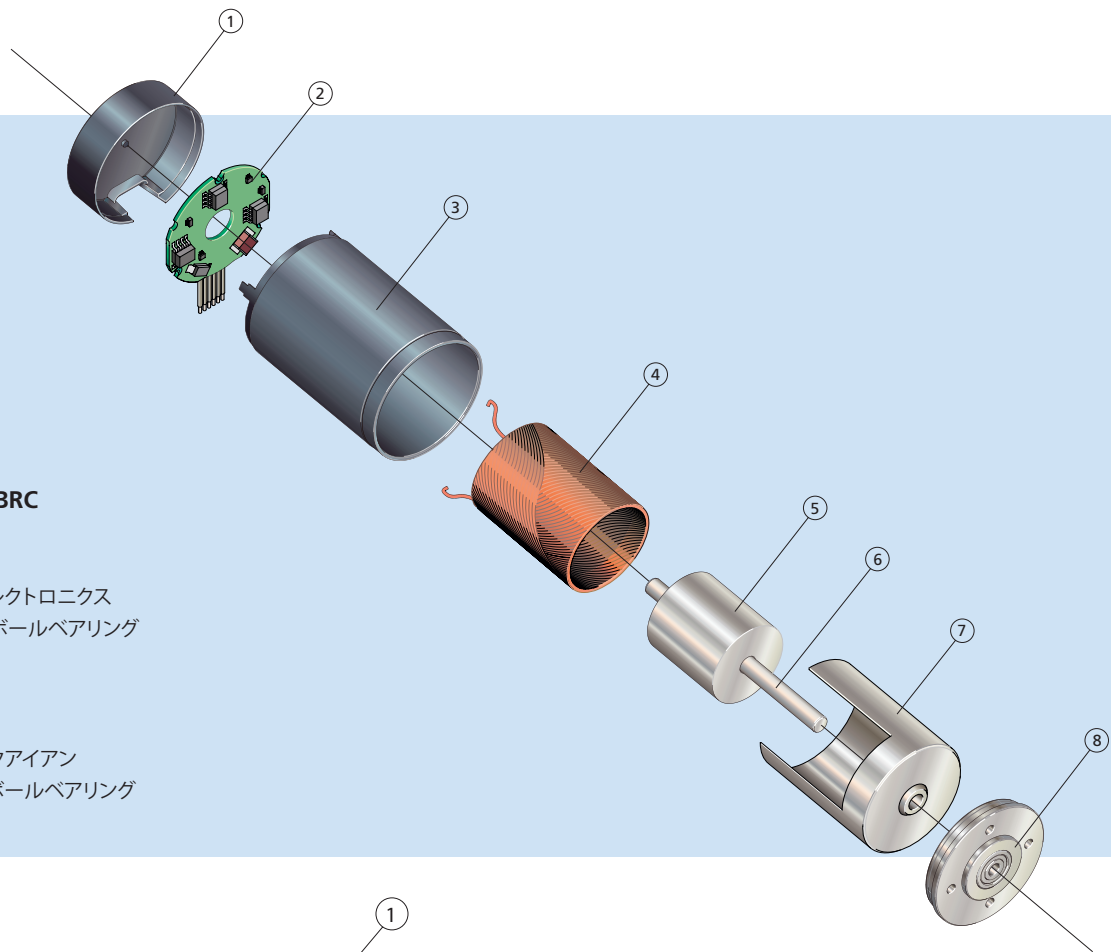


新しいMotion Manager 6で
簡単に初期設定。

冷却要因、動作点、周辺温度によっては、オペレーティングソフトを使って電流制限パラメータを調整する必要があります。詳しくは技術マニュアルを参照してください。

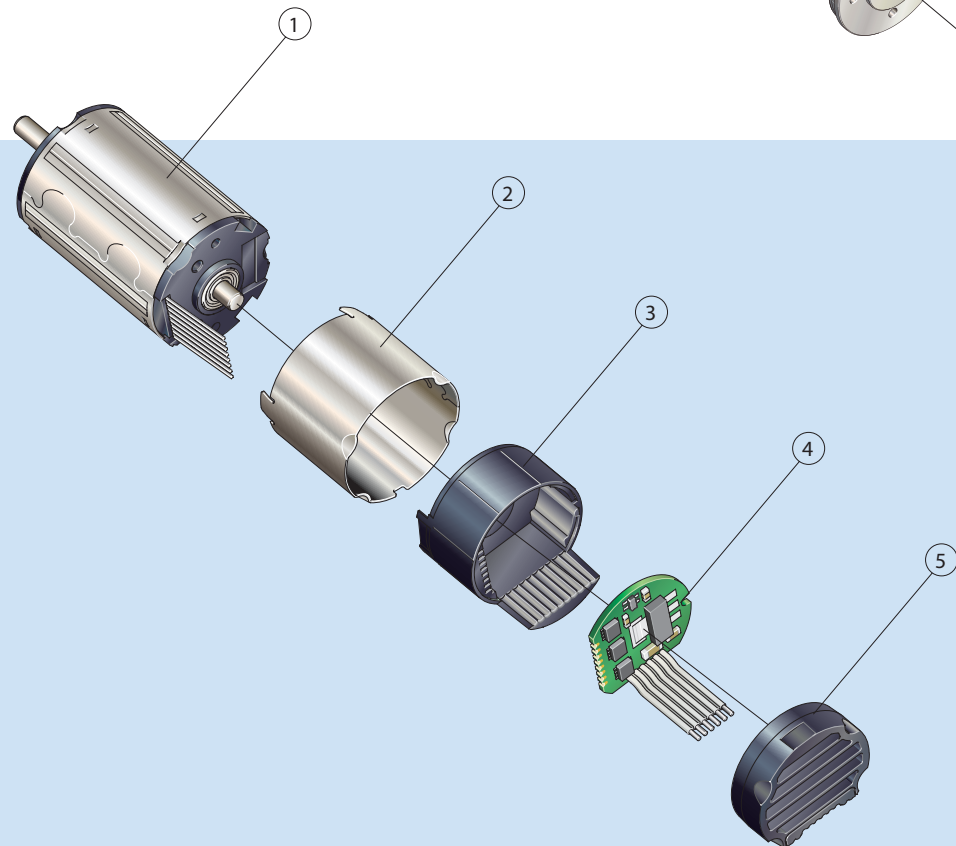
スピードコントロールシステム

基本構造



FAULHABER BRC

- ① リヤカバー
- ② ドライブエレクトロニクス
- ③ ハウジング付ボールベアリング
- ④ コイル
- ⑤ マグネット
- ⑥ シャフト
- ⑦ ローターバックアイアン
- ⑧ ワッシャー付ボールベアリング



FAULHABER BX4 SC

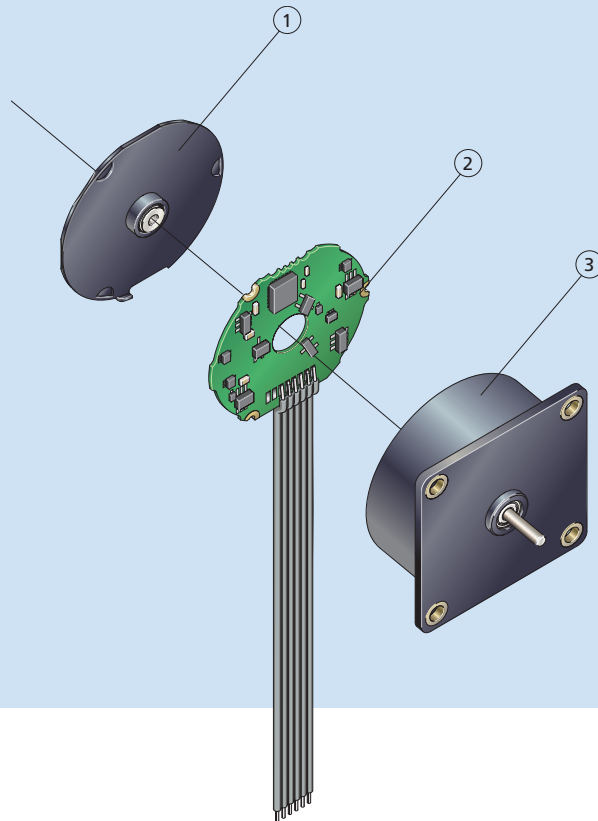
- ① モーター
- ② ハウジング
- ③ マウント・フランジ
- ④ エレクトロニクス PCB
- ⑤ エンドキャップ

スピードコントロールシステム

基本構造

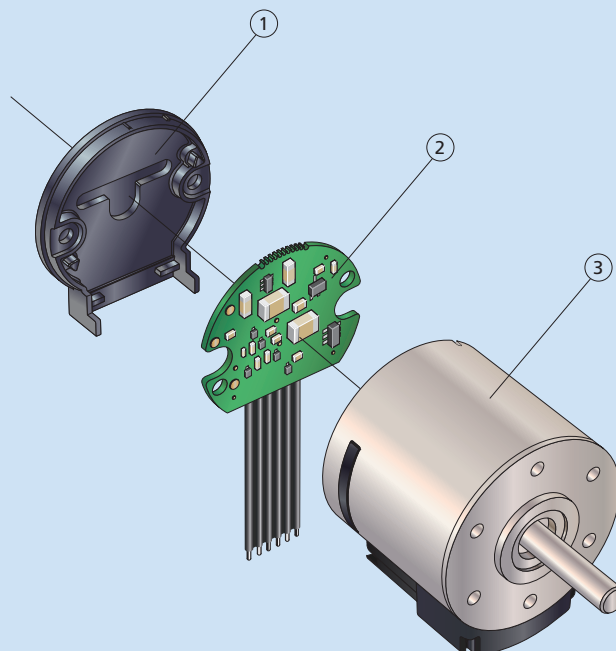
FAULHABER B-Flat SC

- ① エンドキャップ
- ② エレクトロニクス PCB
- ③ モータ (フロント)



FAULHABER BXTH SC

- ① エンドキャップ
- ② エレクトロニクス PCB
- ③ モータ (フロント)



Notes



スピードコントローラ内蔵 ブラシレスDCモータ

継続的にスムーズな駆動を発揮する効率的なモータシリーズは、極めて長寿命です。連続動作に最適化された BRC 系列のモータは高性能のベアリングとコギングのない動作、および直線速度とトルク範囲が特徴です。スピード・コントローラ一体型ブラシレスモータは精密な動作と動性の高い速度制御が可能です。

これにより対応ソフトウェアを使用して作動点と動作を精密に制御することができます。直径 15 ~ 31 mm のこれらのモータはスペースが非常に限られた場所への設置に適しており、堅牢な設計により高負荷用途にも適しています。このモータは必要な制御モードに応じて、時計回り、反時計回りを問わず動作可能です。これらのモータの周波数出力は、モータ位置の精密な再現性と決定を可能にします。

製品シリーズ

1525 ... BRC	1935 ... BRC
3153 ... BRC	

特長

モータ直径	15 ... 31 mm
モータ長	25 ... 53 mm
定格電圧	6 ... 24 V
速度	最大 25,000 min ⁻¹
トルク	最大 5.9 mNm
連続出力	最大 17.5 W



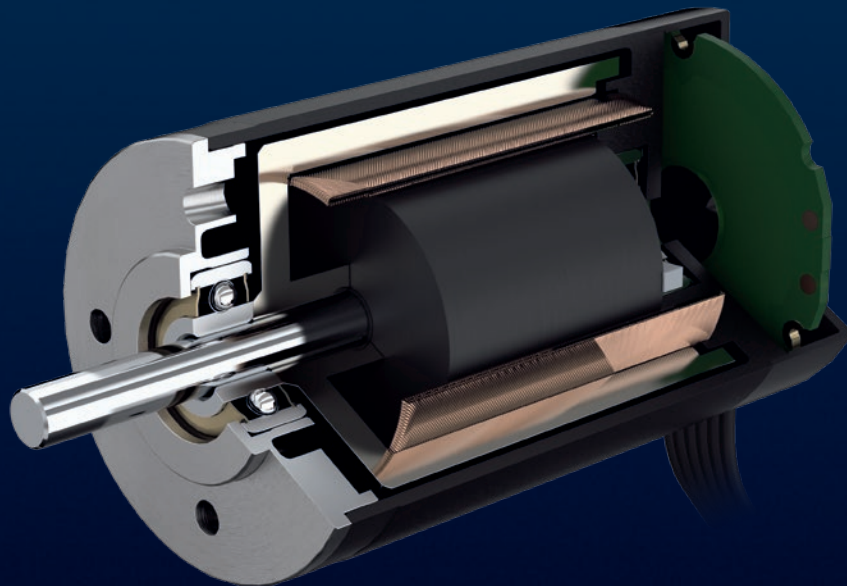
製品コード番号

31	モータ径 [mm]
53	モータ長 [mm]
K	シャフトタイプ
012	定格電圧 [V]
BRC	製品系列

FAULHABER BRC

本シリーズの特長

- 一体型スピード・コントローラによるプログラミング可能なモータ特性
- 高い信頼性と長寿命
- 動的にバランスの取れたロータ, 静かな走行
- コギングなし
- 幅広い線速度／トルク範囲
- スムーズな動作



スピードコントローラー内蔵 ブラシレスDCサーボモータ

スピードコントローラー体型のドライブシステムではブラシレスDCサーボモータとモータユニットに取り付けられた僅か長さ18mmの直径に対応し、制御装置の利点を組み合わせています。

様々な精密ギアヘッドと組み合わせが可能であるため、ラボ技術、製造設備、オートメーション技術、機械製造等の幅広い市場分野でご使用いただけます。Motion Manager と組み合わせて工場でデフォルトを事前構成しているため、システムに素早く簡単にスタートアップが可能です。

選択可能なホールセンサタイプ (デジタル/アナログ) により最適な幅広い速度範囲が実現可能です。対応するタイプに合った電流制限が統合されており、過負荷やそれによる損害の可能性からモータを保護します。出力2本線バージョンのSCDCによりブラシレスDCモータを特定の用途において簡単に交換することができます。

製品シリーズ

2232 ... BX4 SC	2250 ... BX4 SC
3242 ... BX4 SC	3242 ... BX4 SCDC
3268 ... BX4 SC	3268 ... BX4 SCDC

特長

モータ直径	22 ... 32 mm
モータ長	49.6 ... 85.4mm
定格電圧	12 ... 24 V
速度	最大 14,000 min ⁻¹
トルク	最大 99 mNm
連続出力	最大 53 W



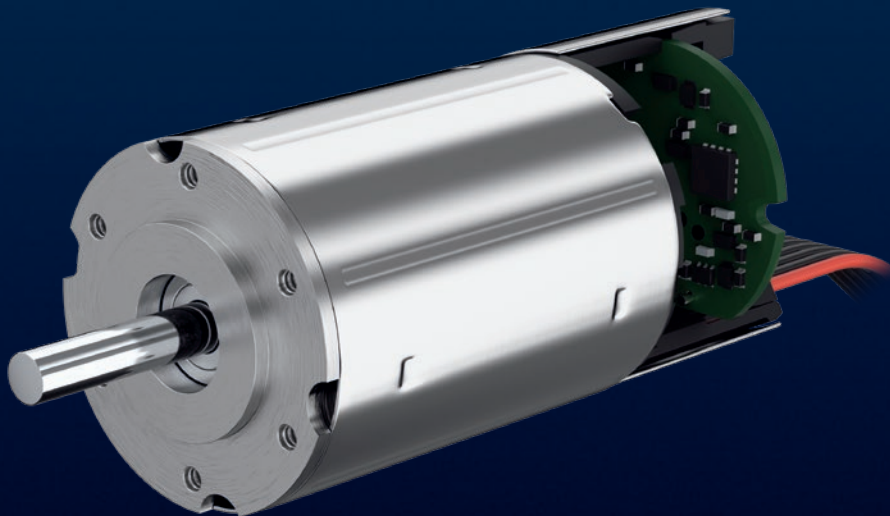
製品コード番号

22	モータ径 [mm]
50	モータ長 [mm]
S	出力タイプ
024	定格電圧 [V]
BX4	製品系列
SC	内蔵スピードコントローラ

FAULHABER BX4 SC

本シリーズの特長

- 4 極技術による高トルクとスピード剛性
- 設置スペースの限られた場所での速度制御、オプションのアナログホールセンサにより、 50 min^{-1} からの低い速度範囲でも使用可能
- 一体化して電流制限が有り、モジュール式の直径基準による取付けコンセプト
- Motion Manager とプログラミングアダプタを使用したシンプルで便利なプログラミングシステム
- 高い信頼性と長寿命
- 動的にバランスの取れたロータ, 静かな走行



スピードコントローラ内臓 フラットブラシレスDCマイクロモータ

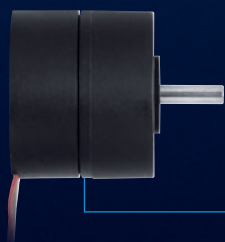
電子回路一体型のブラシレス DC サーボモータは B-Flat シリーズのモータがベースです。B-Flat シリーズの場合、3 つの自己支持型銅製フラットコイルを使用している 4 極ブラシレス DC サーボモータは、スペースに余裕のないところでのドライブ システム用途に最適です。一体型の電子アクチュエーションユニットとして、スピード・コントローラはすでにこれらのモータで使用可能です。このスピード・コントローラが特別な理由はモータ回路盤に完全に一体化されており、モータの長さが全く増えないということです。非常にフラットな設計の一体型ギアヘッドと組み合わせて、出力トルクの高い非常にコンパクトなドライブ システムを提供できるモータです。

製品シリーズ

2610 ... B SC	2622 ... B SC
---------------	---------------

特長

モータ直径	26 mm
モータ長	10.4 ... 22 mm
定格電圧	6 ... 12 V
速度	最大 13,000 min ⁻¹
トルク	最大 100 mNm
連続出力	最大 1.6 W



26 22 S 012 B SC 8:1

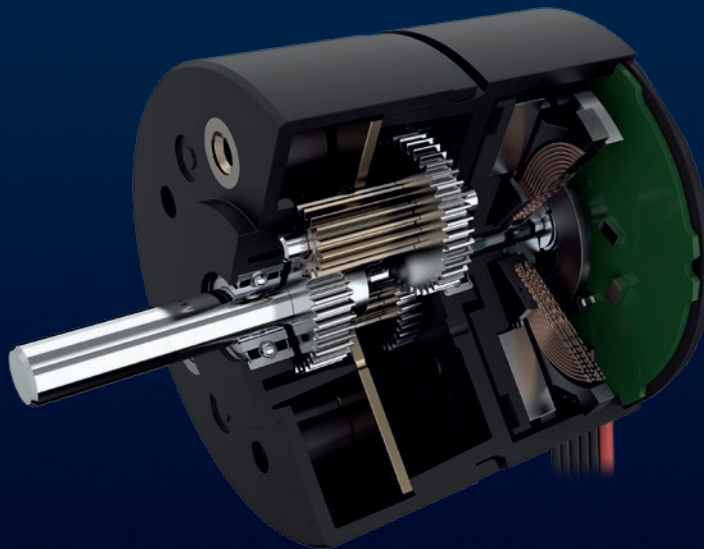
製品コード番号

26	モータ径 [mm]
22	モータ長 [mm]
S	出力タイプ
012	定格電圧 [V]
B	製品系列
SC	内蔵スピード・コントローラ
8:1	ギアヘッド減速比

FAULHABER B-Flat SC

本シリーズの特長

- 薄型設計モデル
- スピードコントローラー一体型で10～22mmの長さ
- 4 極設計
- 使いやすさ
- 小型、薄型で高ギア比の一体スパーギアタイプ
- 精密な回転数制御



スピードコントローラ内蔵 ブラシレスDCモータ

スピードコントローラを内蔵したモータは、ブラシレス DC サーボモータの利点と直径に対応した電子制御回路を組み合わせしており、完全に一体化されてもモータサイズは僅か 6.2 mm 長くなるのみです。

種類が豊富な精密ギアヘッドと組み合わせが可能な為、ポンプ、ハンドヘルドデバイス、生産設備、研究ラボ、産業・FA機器等の幅広い市場でご使用頂けます。Motion Manager と組み合わせで工場出荷時の事前デフォルト設定によりシステムに素早く簡単にスタートアップが可能です。

モータの極数が多い事とデジタルホールセンサによって最適な幅広い速度範囲を実現します。各タイプに一致した内蔵電流制限回路はモータを過負荷やそれによる潜在的な破壊から保護します。BXT H モータと内蔵スピードコントローラの組み合わせは、スペースや高トルクの条件下で精密な回転数制御が求められる場合に理想的なソリューションです。

製品

2214 ... BXT H SC	3216 ... BXT H SC
4221 ... BXT H SC	

特長

モータ直径	22 / 32 / 42 mm
モータ長	21 / 23 / 28 mm
定格電圧	12 ... 24 V
速度	最大 10 000 min ⁻¹
トルク	最大 92 mNm
連続出力	最大 60 W



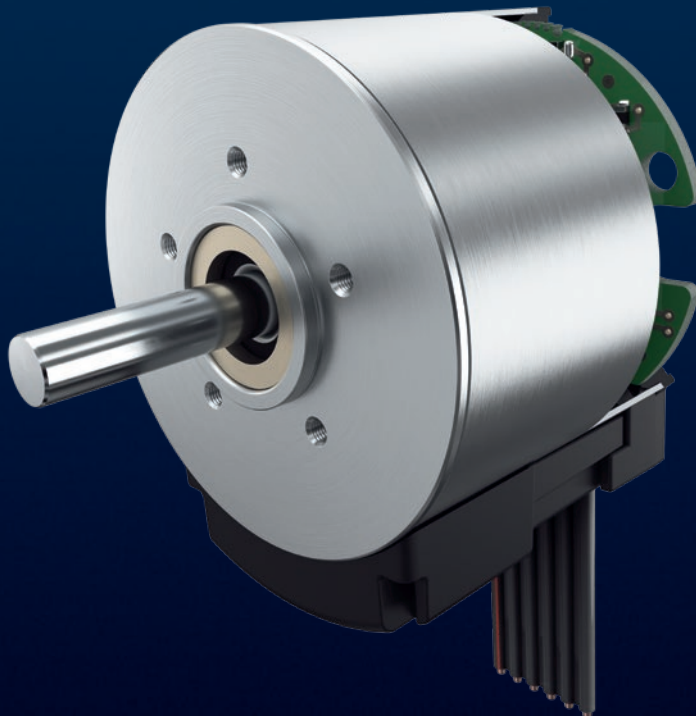
製品コード番号

22	モータ径 [mm]
14	モータ長 [mm]
S	出力タイプ
024	定格電圧 [V]
BXTH	製品系列
SC	内蔵スピードコントローラ

FAULHABER BXT SC

製品特長

- 14 極設計による高トルクとスピード剛性
- 設置スペースの限られた場所での速度制御：
モータの極数が多い為、200 rpm からの低速範囲でも
使用可能
- 電流制限回路内蔵、モジュラー式外径適合実装
コンセプト
- Motion Manager とプログラミングアダ
プタを使用した簡単で便利なプログラミング
- 高信頼性と長寿命
- 32、42mmタイプは両軸に対応



モーションコントロールシステム

特長の比較

全般

空間最適化ファールハーバモーションコントロールシステムには数多くのシリーズがあります。標準接続が完備され、様々な市場の要素に適し、多様な接続の可能性により、ラボ技術、製造設備、ピックアンドプレイスマシン、工作機械、ロボットや特殊機械製造等の幅広い用途への利用が実現します。無料でダウンロードできるモーションマネージャーを介して、容易に素早く動作させることが可能です。

V2.5世代

- 立証された技術が集約されたBLモータは、多様なサイズと性能クラスがあります
- 極めてシンプルな設定とスタートアップ
- 数多くの設定オプション
- 医療、ラボ技術、製造設備、オートメーション技術、医療技術から航空宇宙業界等の分野で活躍しています

V3.0世代

V2.5 シリーズが可能とする特長と性能を越える用途で利用される一体型モーションコントローラの新しい世代

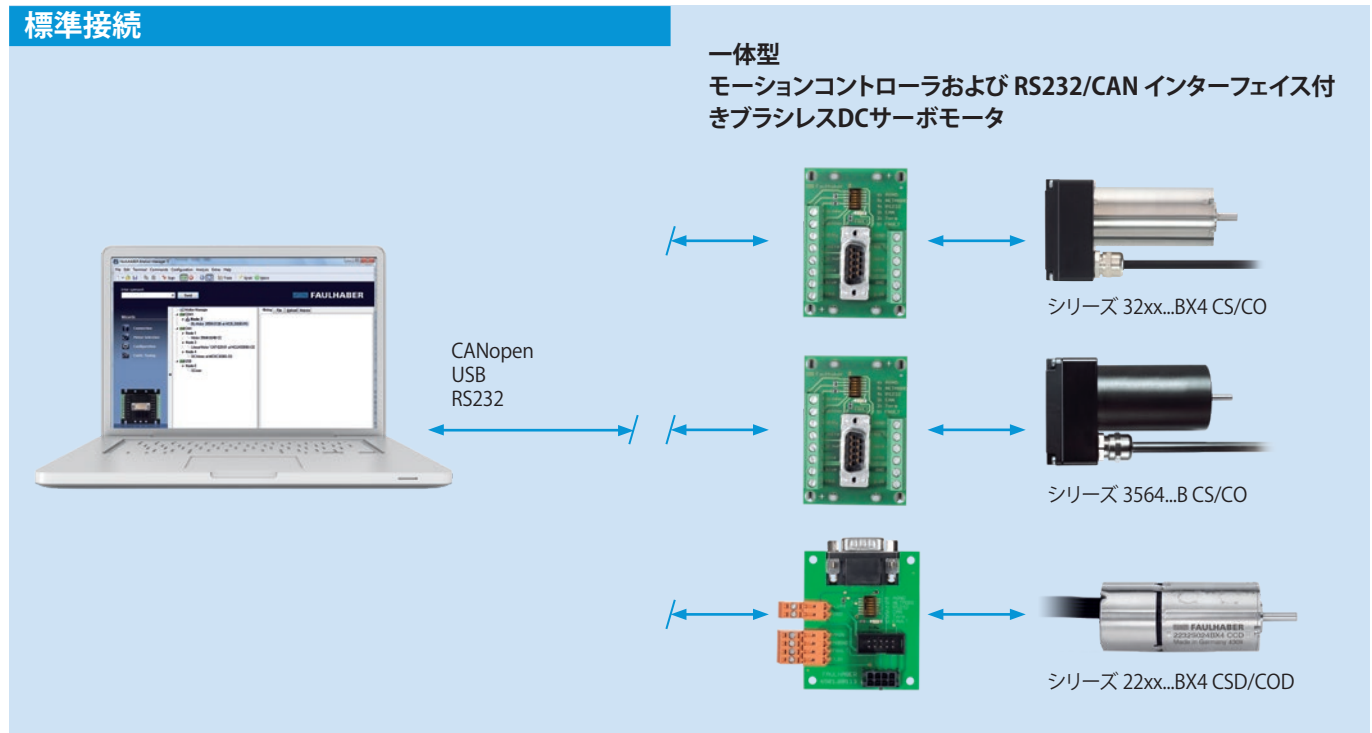
- 高出力
- 迅速制御
- 新オペレーティングモード
- セットポイントと実際の値に対するI/Oのフレキシブルな使用
- 追加のI/Oとインターフェイス
- シーケンシャルプログラムは、あらゆるインターフェイス技術におけるシンプルなローカルオートメーションに対してBASICでプログラムすることができます
- 拡張された診断機能
- バージョン6.0を始めとして、モーションマネージャーを使ってシンプルなスタートアップが実現

	V2.5世代	V3.0世代
電圧範囲	■ モータ: 最大30V ■ エレクトロニクス: 最大30V, オプションで分離	■ モータ: 最大50V ■ エレクトロニクス: 最大50V, 標準で分離
PWMスイッチング周波数	78 kHz	100 kHz
最大トルク	最大190 mNm	最大320 mNm
モータタイプ	22xx BX4 CxD 32xx BX4 Cx 3564 B Cx	32xx BX4 RS / CO / ET 3274 BP4 RS / CO / ET
入力／出力	DigIn: 最大3 DigOut: 最大1 AnIn: 1 (配線によってすべてのI/Oが利用できるとは限りません)	DigIn: 3 DigOut: 2 AnIn ±10V: 2 (標準)
通信	■ RS232 ■ CANopen	■ RS232 ■ EtherCAT ■ CANopen ■ USB
コントローラ	ポジション、速度、電流制限	ポジション、速度、電流/トルク
オペレーティングモード	■ 様々なインターフェイスに応じた、インターフェイスやアナログ(RS)を介した設定値入力によるポジション、速度及び電流の制御	■ プロファイル設定を考慮したプロファイルポジションモード(PP)とプロファイル速度モード(PV) ■ サイクル同期ポジション、サイクル同期速度またはサイクル同期トルク(CSP, CSVまたはCST) ■ ポジション、速度、トルクまたは電圧(APC, AVC, ATC, ボルト)のアナログ入力
プロファイルオペレーション	すべてのオペレーティングモードにおけるリニア台形プロファイル	PPモードおよびPVモードにおける直線スピードもしくはsin ² スピード
自律処理	RS232インターフェイスのバージョンあり	すべてのバージョンで最大8シーケンシャルプログラム(パスワード保護はオプション)
保護クラス	n/a	IP 54 (オプションとしてシャフトシール付き)

モーションコントロールシステム V2.5

技術情報

標準接続



特長

V2.5世代のFAULHABERモーションコントロールシステムは、極めて機能的なポジショニングシステムです。ドライブエレクトロニクスが既に一体化され、モータのタイプに一致しています。モーションコントロールシステムの機能は、V2.5世代の外部MCBL 300xファウルハーバモーションコントローラのものと同じものです。

制御位置でのサーボドライブとしての使用に加え、スピードも制御可能です。内蔵された電流制御により、トルクが制限され、過負荷から防護されます。

V2.5世代のモーションコントロールシステムはRS232もしくはCANインターフェイス付きで使用できるため、ネットワークに繋ぐことも可能です。PCによる操作に加え、あらゆる一般的な産業制御による制御も可能です。

モータと制御電子機器との一体化により、空間上の要件が低減され、据え付けやスタートアップが容易になります。

特長と利点

- 小型サイズ
- モジュラー設計、様々なパフォーマンス設定
- 省配線
- 「FAULHABER Motion Manager」ソフト経由でパラメータ設定
- 幅広いアクセサリ
- USBインターフェース用アダプタ
- シンプルなスタートアップ

製品コード番号



3268 モータシリーズ
G シャフトタイプ
024 定格電圧
BX4 電子整流ブラシレス
CS シリアルインターフェース RS232

3268 G 024 BX4 CS

モーションコントロールシステム V2.5

構成、ネットワーク、インタフェース

オペレーティングモード

ポジショニング操作

ドライブは予め設定された位置に移動し、この期間中、速度と位置に対して規定された限界を維持します。運動制御システムが広範囲の負荷に対して導入可能です。リミットスイッチは直接評価されます。リミットスイッチと基準スイッチによりポジションが初期化されます。

スピードコントロール

誤差が持続することなく、PIスピードコントローラを介して予め設定した目標速度に制御されます。

電流制御

最大電流を設定しモータ電流を制限することにより、ドライブを保護することが可能です。必要に応じて、一体型熱モデルを用いて電流を連続電流に制限することができます。

モーションプロファイル

加速およびブレーキランプならびに最大スピードは、スピードおよびポジショニング動作にプリセット可能です。

自主操作

RSのバージョンでは、自由にプログラム可能なプロセスがモーションコントローラに保存ができます。RS232インターフェイスがなくても操作は可能です。

保護機能

- ESD に対する保護
- エレクトロニクスおよびモータの過負荷保護
- 過熱からの自己保護
- ジェネレータの過電圧保護モード

オペレーティングモード (CS)

- ポジション制御
 - インターフェイスを介したセットポイントの入力
 - アナログセットポイント
 - ギアリングモード
 - ステッピングモータ運転
- 速度制御
 - インターフェイスを介したセットポイントの入力
 - アナログセットポイント
- トルク制御
 - インターフェイスを介したセットポイントの入力
 - アナログセットポイント
- 電圧コントローラモードでサーボアンプとして作動

オペレーティングモード (CO)

- プロファイルポジションモード (PP)
- プロファイル速度モード (PV)
- ホーミングモード

オプション

モータや電子アクチュエータへの個別電源供給はオプション対応となります (アプリケーションの安全の為に重要です)。この場合、第三の電源入力はありません。またコントローラに応じて追加ブロッキングアダプタと接続サポートもご用意できます。モードとパラメータの要求に応じて特別に事前設定することも可能です。

インターフェース - 別々のI/O

セットポイントの入力

操作モードに応じて、セットポイントはコマンド入力、アナログ電圧値、PWM信号、直交位相信号を介して入力できます。

エラー出力 (オープンコレクタ)

エラー出力 (工場設定) として構成されています。また、デジタル入力、フリースイッチ出力、速度制御、あるいは到達位置の確認信号としても使用できます。

その他のデジタル入力

リファレンススイッチの評価用です。

ネットワーク

V2.5世代のFAULHABERモーションコントロールシステムは、全部で2種類のネットワークバリエーションがあります。

RS-RS232インターフェイスを備えたシステム

製造設備、およびハイレベルなコントローラを使用しないすべての用途にも適しています。ネットモードを使用すれば、複数のRSコントローラを1台のRS232インターフェイスで利用することも可能です。

CO – CANopen acc. to CiA 402

CANopenインターフェース、または、例えばProfibus/PrifINETまたはEtherCAT上のゲートウェイを介した、直接的なPLC上でのFAULHABERモーション・コントローラの操作に理想的なバリエーション。

インターフェース — バス接続

RS232バージョン

最大115Kbaudの転送率でPCに接続し、RS232インターフェースを使用することで、一台のPC/PLCで複数のドライブに接続することが可能です。制御用コンピュータについては特別なカスタマイズは不要で、そのインターフェースはオンラインで制御データや数値を取得することも可能です。

包括的ASCIIコマンドはプログラミングと操作に対して利用することができます。これは「FAULHABER Motion Manager」を使用することで他コントロール用コンピュータから設定することが可能です。

さらにこれらのコマンドから複雑なプロセスを作成してドライブ上に格納することができます。スピード、位置決めコントローラ、ステッピングモータ、電子ギアユニットとして一度アナログ入力を介してプログラムすればRS232インターフェースから独立して動かすことも可能です。

CANopen付きバージョンCO

CANopenインターフェース付きのコントローラのパターンは、様々な用途で最適な統合を実現するために利用可能となっています。CANopenは、インターフェースを小さい電子モジュールにも統合可能なため、ネットワークのマイクロドライブに理想的です。そのサイズと効率的な通信手順により、産業の自動化での使用に理想的に適合します。

COバージョンは標準的なオペレーションモードのCiA402を提供します。すべてのパラメータは操作対象に直接保存されます。そのため「FAULHABER Motion Manager」もしくはオートメーション市場で共通化された標準構成ツール作成に貢献します。

COバージョンはさまざまなCANopenデバイスをご使用の方、PLCによるモーション・コントローラをご使用の方に最適です。ダイナミックなPDOマッピングによってCANネットワークに極めて高い効率を発揮します。

COの特長

	CO
NMT with node guarding	•
Baud rate	1 Mbit max., LSS
EMCYオブジェクト	•
SYNCHオブジェクト	•
Server SDO	1 x
PDOs	4 x Rx 4 x Tx (動的マッピング)
PDO ID	adjustable
Configuration	Motion Manager from V5
Trace	Any PDO
Standard operating modes	• - Profile Position Mode - Profile Velocity Mode - Homing

モデルはCiA 301 V4.02のCANopen通信プロファイルacc.をサポートします。転送率とノードナンバーはCiA 305 V1.11で定義されたLSSプロトコルに一致したネットワーク経由で設定されます。

その為、弊社では「FAULHABER Motion Manager最新版」をご使用頂くことをお勧めしております。

注意

取付けおよびスタートアップのための装置マニュアル、通信および機能マニュアル、ならびに「FAULHABER Motion Manager」ソフトウェアは、ご注文に応じて、またはwww.faulhaber.comで利用可能です。

モーションコントロールシステム V2.5

技術情報

全般

システム内容

ドライブシステムは、ブラシレスDCサーボモータ、高分解能のエンコーダおよびモーション・コントローラを、コンパクトで完璧なドライブユニットに統合することができます。

モータの整流は機械的ではなく、電気的に行われるため、FAULHABERモーション・コントロール・システムの寿命は、主に、モータのベアリングの寿命に左右されます。

FAULHABERは、一体型モーション・コントローラを備えたすべてのシステムで、高精度かつ予荷重のあるボールベアリングを使用しています。モータ軸受耐用年数に影響する要因としては、静的、動的ラジアル軸受負荷、周囲温度条件、モータスピード、衝撃及び振動負荷、使用上のシャフトカップリングの精度などが挙げられます。

極めて高いトルクを小型サイズで求められるようなサーボの用途に、4極DCサーボモータである、一体型FAULHABERBX4シリーズが最適です。部品点数が極めて少なく、接着された部品がない堅牢な構造を有するため、高温や高衝撃性、振動性負荷など、厳しい環境下での用途に最適です。

頑強な構造とコンパクトなデザインにより、V2.5世代のFAULHABERモーションコントロールシステムはオートメーション用途での利用に最適です。

オプションおよびアクセサリ

FAULHABERでは標準製品を特定用途向けカスタマイズを得意としております。次の標準オプションおよびアクセサリ部品は、FAULHABERモーション・コントロール・システム用に利用可能です：

- シャフト長さの変更
- フラット用、ギア用、プーリ用などシャフトの特徴とピニオンの形状の変更
- 高速および／または高負荷での用途に対する変更
- カスタマイズされた特別構成およびファームウェア
- モータとエレクトロニクスに対する分離電源
- 構成と接続アダプタ

モーションコントロールシステム

V2.5、4 象限 PWM
RS232、CANopen インターフェース

3242 ... BX4 Cx

22°C 環境、定格電圧

回路への電源

モータへの電源¹⁾

モータへの 定格電圧

3242 G

U_B/U_{EL}

データシートの補足説明

モーション・コントロールシステムの次のデータシートの値は、定格電圧および22度の環境温度で測定または計算されています。標準バージョンでは、V2.5世代のMCSにはモータおよび電子部品用にそれぞれ別の入力はありませんが、オプションとして装備することはできます（第三の電源入力が必要）。

電子部品への給電 U_B/U_{EL} [V DC]

一体型コントロール部品の許容供給電圧の範囲を示します。

モータへの給電 $-U_B$ [V DC]

システム全体に統合されたベースモータのための許容供給電圧の範囲です。

モータの定格電圧 U_N [V]

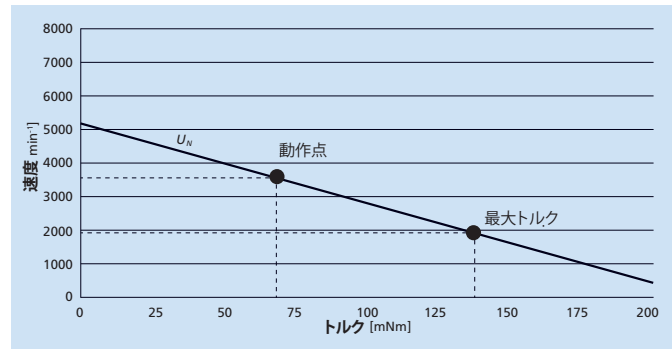
2つの巻き線層間の電圧。これはデータシートパラメータが測定または計算される場合の電圧です。必要とされるスピードに応じて、供給電圧の許容範囲内で電圧を調整することが可能です。

無負荷回転数 n_0 [min^{-1}]

アイドリング中、ならびに、定格電圧および正弦コミュテーションにおける定常状態でのモータ回転数を示しています。

最大トルク M_{max} [mNm]

熱限界を超えない範囲でデータシートに記載された期間における、一定の負荷下での定格電圧および定格条件に従ったS2動作（追加のコールドなしでのコールドスタート）において、ドライブが到達可能なトルクを示します。他に定義されていない限り、最大トルクに適用される値は、連続トルクの2倍です。



例: 3242...BX4 Cx

トルク定数 k_m [mNm/A]

モータトルクと電流入力間の比率を示す定数。

PWMスイッチング周波数 f_{PWM} [kHz]

パルス幅変調は、2つの値の間の電圧の変化を示します。MCSに統合されたモータは、小さな値の電気時間定数を有します。PWMに関連する損失を低く抑えるため、高いスイッチング周波数が必要です。

電気効率 η [%]

制御装置の消費電力と供給電力の比。

電子部品へのスタンバイ電流 I_{el} [A]

一体化装置によるシステム全体のさらなる電流消費を示します。

回転数範囲 [min^{-1}]

高い定格電圧(30V)での定常状態における連続操作に対する最大の無負荷回転数を示します。必要とされる回転数に応じて、与えられたシステム限界内で電圧を変えることができます。

設置方式IM B 5に従うプラスチックフランジ上へのシステムの取り付け。

軸ベアリング

ブラシレスDCモータに使用されるベアリング。

最大軸負荷[N]

指定された軸径の出力軸の最大許容軸負荷。ボールベアリングを備えたモータの負荷および寿命の値は、メーカーの仕様に基づいています。この値は、後部および第2のシャフト端には適用されません。

モーション・コントロール・システム V2.5

技術情報

軸の遊び[mm]

シャフトとベアリング間のクリアランスを指し、ボールベアリングの場合は追加されたベアリングも含みます。

動作温度範囲[°C]

定格状態におけるシステム全体の最小および最大動作温度を示します。

ハウジング材料

ハウジング材料、および必要に応じて表面処理。

重量[g]

標準システムの一般的な重量は、部品の違いに応じて、個々のインターフェース内で変わります。

機械公差仕様がなかった場合の長さ寸法

ISO 2768に従う公差：

≤ 6 = ± 0.1 mm

≤ 30 = ± 0.2 mm

≤ 120 = ± 0.3 mm

非規定値の公差はご要望に応じます。

モータ軸の全ての機械寸法は、モータ方向において軸方向の軸負荷された状態で測定されています。

連続運転の定格値

次の値は、定格電圧、22度の環境温度、IM B 5の取付け方式で測定されたものです。

取付け方式IM B 5は、2つのベアリングプレート、自由前軸端、ベアリング近くの取り付けフランジを備える、取り付け脚なしのドライブのフランジ取付けを定義します。

定格トルク M_N [mNm]

定常状態において温度が最大許容巻き線温度および／またはモータの動作温度範囲を超えない温度である定格電圧における、最大連続トルク (S1モード)。モータはここで金属フランジに取り付けられ、モータの一般的な標準構成で利用される冷却量に近くなります。この値は、モータが例えばS2モードにおいて間欠運転するか、さらなる冷却が適用される場合には超過しても構いません。

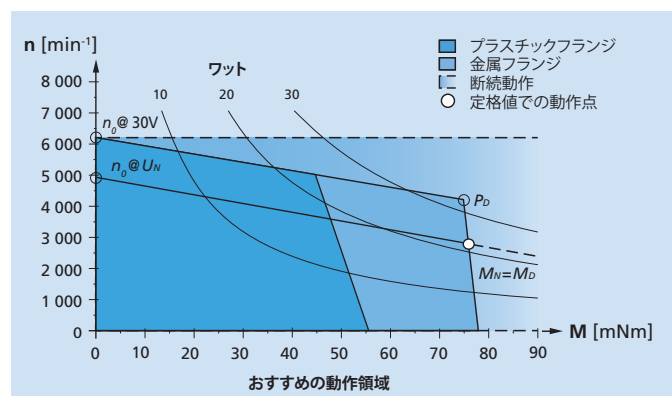
定格電流 I_N [A]

連続動作における定格トルクによる定常状態での一般的な最大連続電流。この値は、ドライブがスタート／ストップモードでスタートフェーズである場合に間欠動作するか、さらなる冷却が行われている場合には超過しても構いません。

定格回転数 n_N [min⁻¹]

与えられた定格トルクから決められた定常状態における一般的な定格回転数。

この値は、モータの損失がn/M特徴曲線上にある効果が考慮されています。



例: 連続動作での定格値に対する性能グラフ

性能グラフの説明

動作可能な速度範囲は軸トルクに応じて示されています。

性能グラフは、サーボドライブの可能な動作点を示しています。

プラスチックフランジ (約100mm x 100mm x 10mm) 上に周囲温度 22 °C で本来のフランジ取付け (IM B5) を行う場合、濃いブルーのエリアの動作点には絶えず到達します。

アルミニウムフランジ (約100mm x 100mm x 10mm) 上に周囲温度 22 °C で本来のフランジ取付け (IM B5) を行う場合、薄いブルーのエリア内 P_0 までの動作点には絶えず到達します。

最大達成可能速度は、モータ供給電圧によります。定格電圧では、最大達成可能動作点は、定格電圧ライン上にある無負荷点から定格点の間となります。

供給電圧が増加すると、速度は定格電圧ラインを越えます。

この場合、電子部品への最大電圧あるいはモータ電源が超過することがあってはなりません。

破線で表されている部分は間欠運転または冷却する事により可能な潜在的な動作点を表します。

連続トルク M_0 [mNm]

定格電圧における定常状態での最大の推奨連続トルク、およびアルミニウムフランジへの取り付けを示します。モーション・コントロール・システムを用いることで、連続トルクは、同時に定格トルクに対応します。

ここでは、回転数は、連続トルクに比例します。連続トルクは、連続出力から独立しており、モータを間欠運転するか、冷却ができる場合には超過が可能です。

連続出力 P_0 [W]

アルミニウムフランジに取り付ける場合の、定常状態における連続動作の最大出力パワーを示します。この値は連続トルクから独立しており、冷却要因に対し線形的に応答し、モータを間欠運転するか、冷却ができる場合には超過が可能です。

定格電圧曲線 U_N [V]

定格電圧曲線は、 U_N での連続動作点を示します。起動点は、ドライブの無負荷スピード n_0 に対応します。この曲線より上の動作点は定格電圧の上昇によって、下の動作点は定格電圧の低減によって得ることができます。



新しいMotion Manager 6で
簡単に初期設定

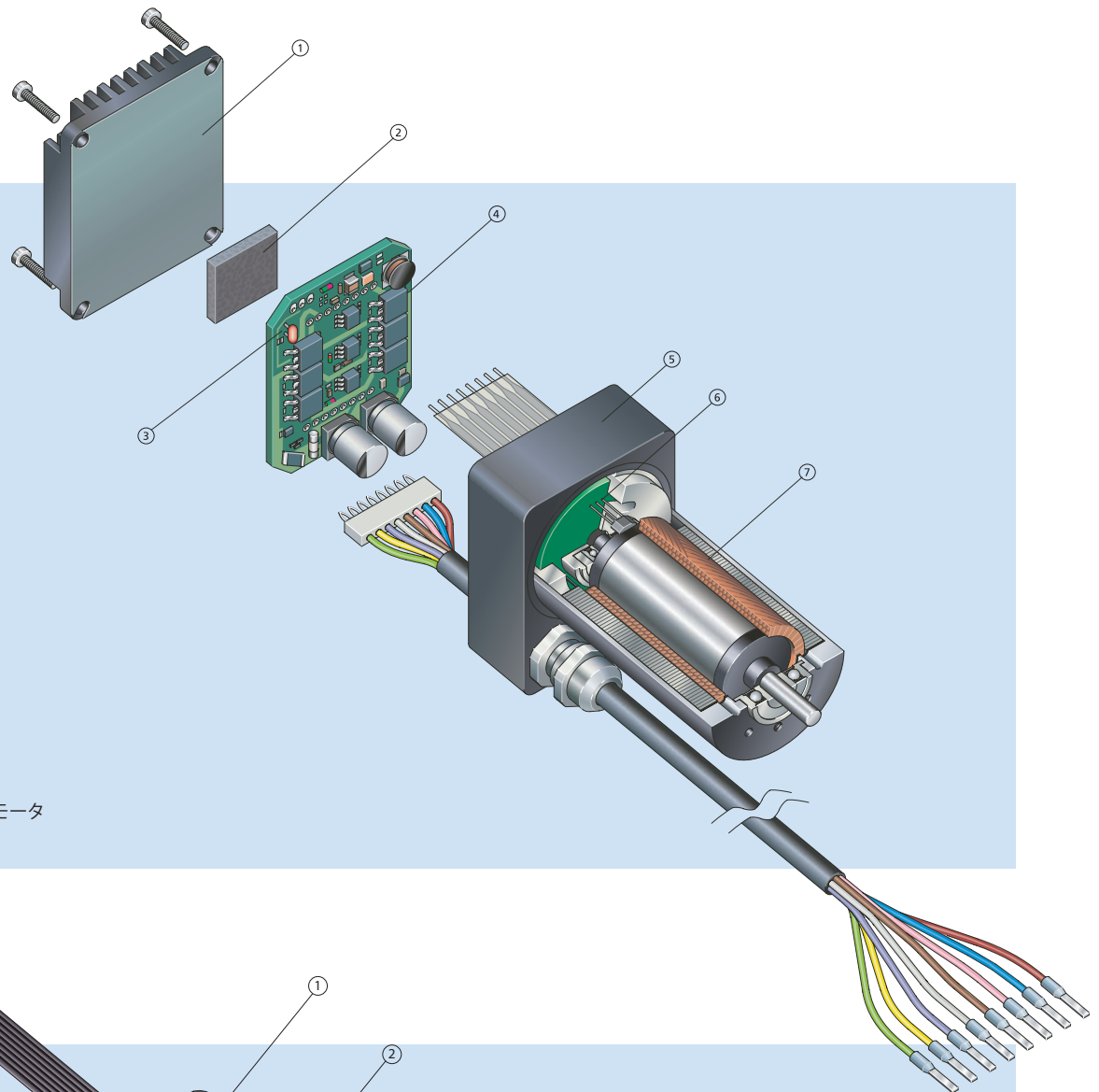
冷却要因、動作点、周辺温度によっては、オペレーティングソフトを使って電流制限パラメータを調整する必要があります。詳しくは技術マニュアルを参照してください。

モーションコントロールシステム V2.5

基本構造

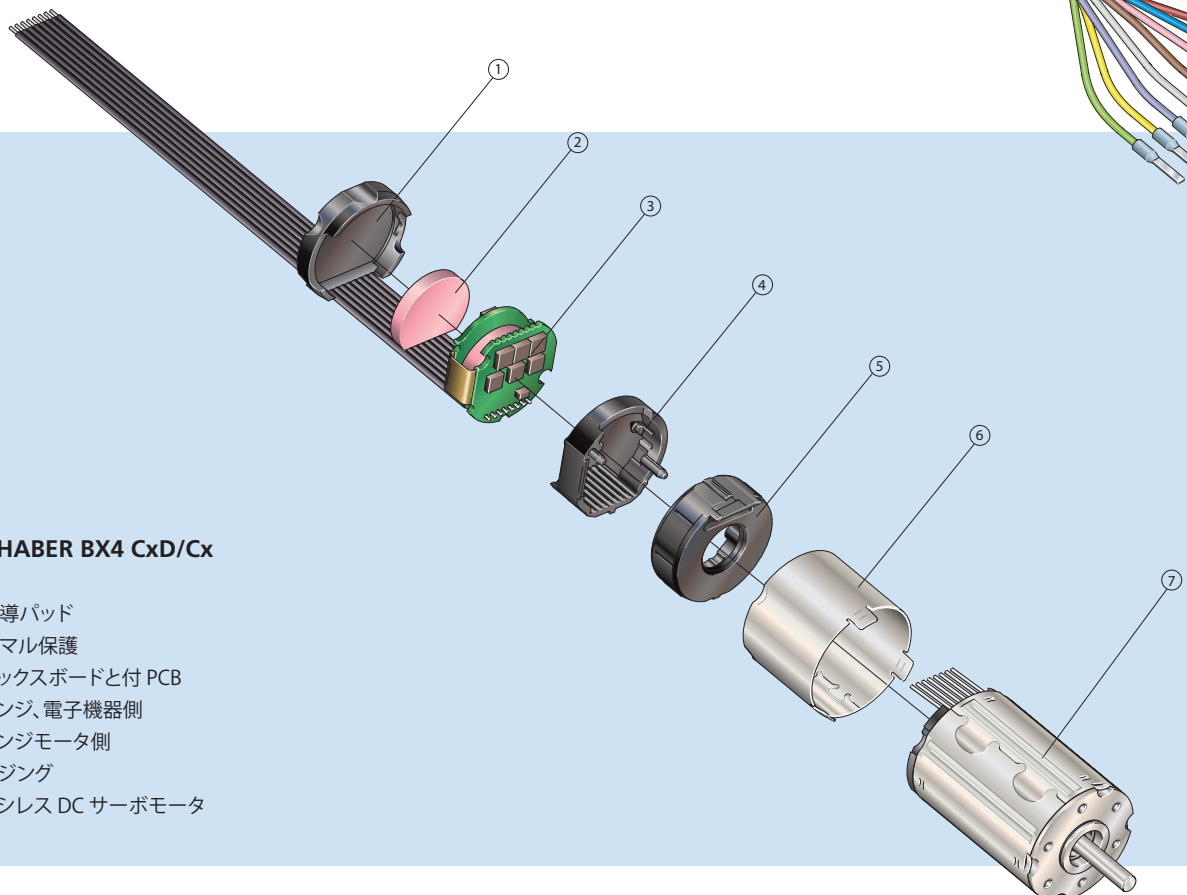
FAULHABER B Cx

- ① ヒートシンク/カバー
- ② 熱伝導パッド
- ③ サーマル保護
- ④ パワーステージ付モーションコントローラ
- ⑤ハウジング
- ⑥ アナログホールセンサ
- ⑦ ブラシレス DC サーボモータ



FAULHABER BX4 CxD/Cx

- ① 熱伝導パッド
- ② サーマル保護
- ③ フレックスボードと付 PCB
- ④ フランジ、電子機器側
- ⑤ フランジモータ側
- ⑥ ハウジング
- ⑦ ブラシレス DC サーボモータ



モーションコントロールシステム V3.0

技術情報



通信インターフェースとしてサポートされているのは、デバイスの違いに応じて、RS232またはCANOpenであり、オプションとしてはEtherCATがあります。ドライブのすべての機能は、ここでは、すべてのインターフェースを介して制限なく使用可能です。

V3.0世代のファウルハーバー・モーションコントロールシステムは、3つの異なるモータにおいて使用可能なため、完璧に拡張可能です：

- MCS 3242 ... BX4
- MCS 3268 ... BX4
- MCS 3274 ... BP4

考えられる応用範囲は、実験室でのオートメーションから産業向け製造設備、オートメーション技術および航空産業用ロボットまで、多岐に渡ります。

システムの電氣的接続は、M12プラグおよび拡張ケーブルによって確立されます。フランジ形状は、全サイズに対して同一です。

特長

V3.0世代のファウルハーバー・モーションコントロールシステムは、ファウルハーバーの製品群から選ばれた適合するギアヘッドやボールネジとの組み合わせに用いるための3つのモータ設計において、高度にダイナミックなポジショニングシステムです。モータのパラメータは、工場出荷時に事前設定されています。パスへの適用は、バージョン6.0からのFAULHABER Motion Managerを用いたスタートアップ中に行われます。

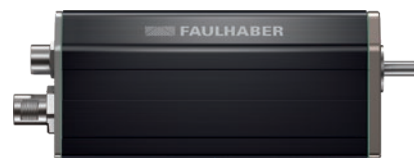
制御位置でのサーボドライブとしての使用に加え、スピードまたは電流も制御可能です。スピードおよび位置の実際の値は、一体型エンコーダで確認します。リミットスイッチとリファレンススイッチは、直接接続が可能です。

制御のセットポイントは、通信インターフェース、アナログ入力、またはPWM入力を介してプリセットするか、内部に保存されているシーケンシャルプログラムから引き出すことが可能です。

利点

- さまざまなサイズがあるため、完璧に拡張可能
- 超ダイナミックなコントロール
- さまざまなセットポイントのインターフェース
- 全てにおいてスタンドアロンの操作が可能
- M12プラグを介した接続
- ステータスLEDによる迅速なフィードバック
- 無料のFAULHABER Motion Managerバージョン6.0
- アダプタボードによる構成

製品コード番号

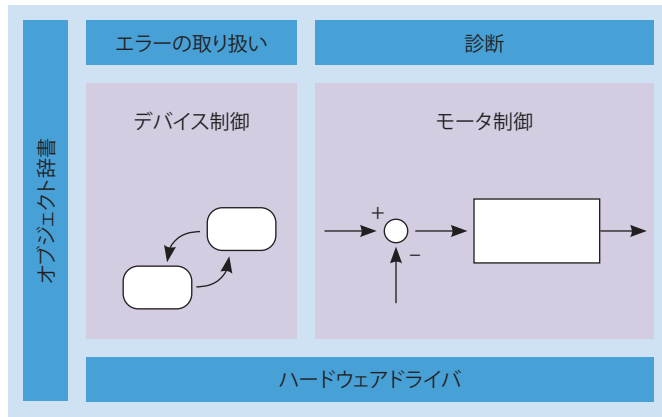


MCS	モーションコントロールシステム
3268	モータシリーズ
G	ドライブのタイプ
024	定格電圧 [V]
BX4	ブラシレスの電気通信
ET	EtherCAT インターフェース

MCS_3268_G_024_BX4_ET

モーションコントロールシステム V3.0

技術情報



ユーザ設定

モータ制御

ドライブの電流、スピード、位置はコントローラカスケードによって制御可能です。オプションのパイロットパスを用いて、どんなに素早い動きでも優れた再現性で確実に制御可能です。調整可能なフィルタは、多様なエンコーダおよびロードに適用可能です。

モーションプロファイル

加速およびブレーキランプならびに最大スピードは、プロファイルポジションモード(PP)およびプロファイル速度モード(PV)の動作モードにおいて、スピードおよびポジショニング動作にプリセット可能です。

自主操作

BASICで書かれた最大8つのシーケンシャルプログラムは、コントローラで直接に保存と直接が可能です。それらのシーケンシャルプログラムの1つは、自動スタートアプリケーションとして構成可能です。アクセス保護が起動可能です。

保護および診断機能

V3.0世代のファウルハーバー・モーション・コントロールシステムのは、熱モデルによって、モータや電子部品を過負荷から保護します。供給電圧はモニタリングされ、回生動作での使用も可能です。その際、外部装置は、ダイナミック動作中に過電圧から保護されます。

プロファイルポジションモード(PP)/プロファイル速度モード(PV)

動作のターゲットのみがコントローラに示されるアプリケーション。加速およびブレーキランプならびに最大スピードは、一体型プロファイルジェネレータを通じて考慮されます。そのため、プロファイルベースの動作は、例えばRS232またはCANopenのような標準ネットワークとの組み合わせに適合しています。

サイクル同期ポジション(CSP)/サイクル同期速度(CSV)/サイクル同期トルク(CST)

比較的高レベルのコントローラが、多軸に対しても同期してパスプランを実行するアプリケーション用。位置、スピード、電流に対するセットポイントは、常にアップデートされます。一般的なアップデートレートは、数ミリ秒の範囲内です。そのため、サイクルモードは、主にEtherCATとの組み合わせに適合しています。CANopenも使用可能です。

アナログポジションコントロール(APC)/アナログ速度コントロール(AVC)/アナログトルクコントロール(ATC)

コントロールのセットポイントが、アナログ値として示されるか、または、例えば直接接続されたリファレンスエンコーダを介して示されるアプリケーション用。そのため、これらの動作モードは、特に、比較的高レベルのマスタを備えていないスタンドアロンの動作に適合しています。

電圧コントローラ(電圧モード)

電圧コントローラでは、電流制限コントローラのみが用いられます。全てのコントロールループは、比較的高レベルのシステムによって閉じられています。セットポイントは、通信システムまたはアナログ入力を通じてセット可能です。

インターフェース - 別々のI/O

リミットスイッチとリファレンススイッチの接続、またはリファレンスエンコーダの接続のための3つのデジタル入力。ロジックレベルは切り替え可能です。

セットポイントまたは実際の値として自由に使用できる2つのアナログ入力(±10V)。

保持しているブレーキの直接起動のためのエラー出力、またはフレキシブルな診断出力として自由に使用できる2つのデジタル出力が利用可能です。

オプション

全てのコントローラは、オプションとしてEtherCATインターフェースを装備することができます。

高度にダイナミックなアプリケーションのために、ブレーキチョップの使用によって、回復エネルギーを称賛させるのに役立ちます。

ネットワーク

RS-RS232インターフェースを備えたシステム

デバイス構成、および取り付けられたコントローラ上でモーション・コントローラが操作される全ての用途に最適。ネットモードの使用によって、RS232インターフェース上で複数のRSコントローラを操作することも可能です。送信レートは、9600ボーと115キロボーの間となります。

CO – CANopen acc. to CiA 402

CANopenインターフェース、または、例えばProfibus/PrifINETまたはEtherCAT上のゲートウェイを介した、直接的なPLC上でのファウルハーバー・モーション・コントローラの操作に理想的なバリエーション。ダイナミックPDOマッピングならびにノードゲーディングまたはハートビートもサポートしています。セットポイントおよび実際の値に対するリフレッシュレートは、一般的に10msからです。

ET – EtherCAT

ダイレクトEtherCATインターフェースを備えたモーション・コントローラ。コントローラはCiA402サーボドライブプロファイルのCoEを介して呼び出されます。パスプランニングおよび多軸動作のインターポレーションを実行する高パフォーマンスのインダストリアルコントローラとの組み合わせに最適。セットポイントおよび0.5msからの実際の値に対するリフレッシュレートがサポートされています。

記載されている動作モードおよび機能の全ては、使用されている通信インターフェースから独立して利用可能です。

注意

取付けおよびスタートアップのための装置マニュアル、通信および機能マニュアル、ならびに「FAULHABER Motion Manager」ソフトウェアは、ご注文に応じて、またはwww.faulhaber.comで利用可能です。

全般

システム内容

ドライブシステムは、ブラシレスDCサーボモータ、高分解能のエンコーダおよびモーション・コントローラを、コンパクトで完璧なドライブユニットに統合することができます。

モータの整流は機械的ではなく、電気的に行われるため、ファウルハーバー・モーション・コントロール・システムの寿命は、主に、モータのベアリングの寿命に左右されます。

ファウルハーバーは、一体型モーション・コントローラを備えたすべてのシステムで、高精度かつ予荷重のあるボールベアリングを使用しています。モータ軸受耐用年数に影響する要因としては、静的、動的ラジアル軸受負荷、周囲温度条件、モータスピード、衝撃及び振動負荷、使用上のシャフトカップリングの精度などが挙げられます。

極めて高いトルクを小型サイズで求められるような、非常にダイナミックなサーボ用途向けには、一体型4極DCサーボモータである、ファウルハーバーBX4/BP4シリーズが最適です。部品点数が極めて少なく、接着された部品がない堅牢な構造を有するため、高温や高衝撃性、振動性負荷など、厳しい環境下での用途に最適です。

堅牢な構造、コンパクトな設計、工業レベルの標準ケーブルを使用した接続コンセプトにより、新しいファウルハーバー・モーション・コントロールシステムは、オートメーション用途に最適です。

オプションおよびアクセサリ

ファウルハーバーは、顧客特性に応じた標準製品のカスタマイズを得意としています。次の標準オプションおよびアクセサリ部品は、ファウルハーバー・モーション・コントロール・システム用に利用可能です。

- 工業グレードの接続およびプラグ付きのインターフェースケーブル
- シャフト長さの変更
- フラット用、ギア用、プーリ用などシャフトの特徴とピニオンの形状の変更
- 高速および／または高負荷での用途に対する変更
- シャフトシールによる保護分類の適用
- 接続と構成アダプタ
- カスタマイズされた特別構成およびファームウェア

モーションコントロールシステム V3.0

技術情報



データシートの補足説明

モーション・コントロールシステムの次のデータシートの値は、定格電圧および22度の環境温度で測定または計算されています。モーション・コントロールシステムは一般的に、同じ接地接続を備えたモータおよび電子部品のために、それぞれ別の入力を提供します。必要に応じて、これらの入力は、共通の供給として用いることができます。

電子部品への給電 U_p [V DC]

一体型コントロール部品の許容供給電圧の範囲を示します。

モータへの給電 U_{mot} [V DC]

システム全体に統合されたベースモータのための許容供給電圧の範囲です。

定格電圧 U_N [V]

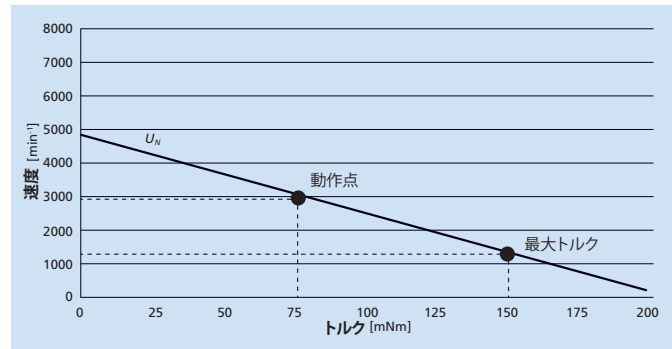
ブロックコミュテーションを使用した2つの巻き線層間の電圧。これはデータシートパラメータが測定または計算される場合の電圧です。必要とされるスピードに応じて、供給電圧の許容範囲内で電圧を調整することが可能です。

無負荷回転数 n_0 [min^{-1}]

アイドリング中、ならびに、定格電圧および正弦コミュテーションにおける定常状態でのモータ回転数を示しています。

最大トルク M_{max} [mNm]

熱限界を超えない範囲でデータシートに記載された期間における、一定の負荷下での定格電圧および定格条件に従ったS2動作（追加のコールドなしでのコールドスタート）において、ドライブが到達可能なトルクを示します。他に定義されていない場合、最大トルクに適用される値は、連続トルクの2倍です。



例:MCS 3242...BX4

トルク定数 k_m [mNm/A]

モータトルクと電流入力間の比率を示す定数。

PWMスイッチング周波数 f_{PWM} [kHz]

パルス幅変調は、2つの値の間の電圧の変化を示します。MCSに統合されたモータは、小さな値の電気時間定数を有します。PWMに関連する損失を低く抑えるため、高いスイッチング周波数が必要です。

電気効率 η [%]

制御装置の消費電力と供給電力の比。

電子部品へのスタンバイ電流 I_{lel} [A]

一体化装置によるシステム全体のさらなる電流消費を示します。

軸ベアリング

ブラシレスDCモータに使用されるベアリング。

最大軸負荷 [N]

指定された軸径の出力軸の最大許容軸負荷。ボールベアリングを備えたモータの負荷および寿命の値は、メーカーの使用に基づいています。この値は、後部および第2のシャフト端には適用されません。

軸の遊び [mm]

軸とベアリングの間の遊びは、ボールベアリングのための追加のベアリングのクリアランスを含みます。

動作温度範囲 [°C]

定格状態におけるシステム全体の最小および最大動作温度を示します。

回転数範囲 [min⁻¹]

高い定格電圧(30V)での定常状態における連続操作に対する最大の無負荷回転数を示します。必要とされる回転数に応じて、与えられたシステム限界内で電圧を変えることができます。

組立て方法IM B5に従うプラスチックフランジ上へのシステムの取り付け。

ハウジング材料

ハウジング表面処理: アルマイト処理、フランジはステンレススチールで構成されています。

保護の分類

接触、外部本体および水に対するハウジングの保護レベルを示します。指定IPに従うコードは、ハウジングが接触や異物(1番目の数字)および湿度または水(2番目の数字)に対して提供する保護レベルを示します。

メンテナンス測定は、軸シールのような追加の保護測定による決められた時間間隔で行います。詳しくは装置マニュアルを参照してください。

重量[g]

標準システムの一般的な重量は、部品の違いに応じて、個々のインターフェース内で変わります。

機械公差仕様がなかった場合の長さ寸法

ISO 2768に従う公差:

≤ 6 = ± 0.1 mm

≤ 30 = ± 0.2 mm

≤ 120 = ± 0.3 mm

非規定値の公差はご要望に応じます。

モータ軸の全ての機械寸法は、モータ方向において軸方向の軸負荷された状態で測定されています。

連続運転の定格値

次の値は、定格電圧、22度の環境温度で、IM B 5の組立て方法で測定されたものです。

組立て方法IM B5は、2つのベアリングプレート、自由前軸端、ベアリング近くの取り付けフランジを備える取り付け脚なしのドライブのフランジ取付けを定義します。

定格トルク M_N [mNm]

定常状態において温度が最大許容巻き線温度および/またはモータの動作温度範囲を超えない温度である定格電圧における、最大連続トルク(S1モード)。モータはここで金属フランジに取り付けられ、モータの一般的な標準構成で利用される冷却量に近くなります。この値は、モータが例えばS2モードにおいて間欠運転するか、さらなる冷却が適用される場合には超過しても構いません。

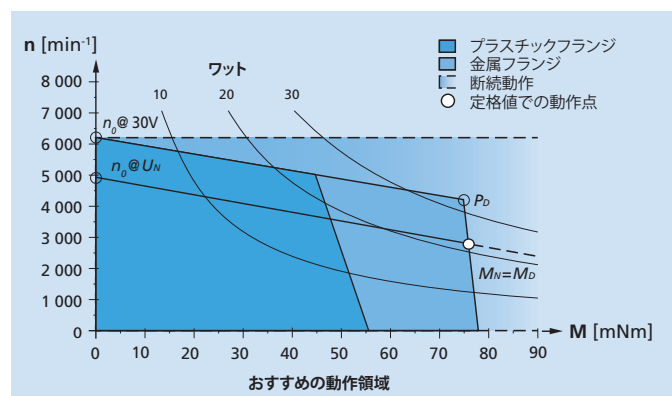
定格電流 I_N [A]

連続動作における定格トルクによる定常状態での一般的な最大連続電流。この値は、ドライブがスタート/ストップモードでスタートフェーズである場合に間欠動作するか、さらなる冷却が行われている場合には超過しても構いません。

定格回転数 n_N [min⁻¹]

与えられた定格トルクから決められた定常状態における一般的な定格回転数。

この値は、モータの損失がn/M特徴曲線上にある効果が考慮されています。



例: 連続動作での定格値に対する性能グラフ。

モーションコントロールシステム V3.0

技術情報

性能グラフの説明

動作可能な速度範囲は軸トルクに応じて示されています。性能グラフは、サーボドライブの可能な動作点を示しています。

プラスチックフランジ (約100mm x 100mm x 10mm) 上に周囲温度 22 °C で本来のフランジ取付け (IM B5) を行う場合、濃いブルーのエリアの動作点には絶えず到達します。

アルミニウムフランジ (約100mm x 100mm x 10mm) 上に周囲温度 22 °C で本来のフランジ取付け (IM B5) を行う場合、薄いブルーのエリア内PDまでの動作点には絶えず到達します。

最大達成可能速度は、モータ供給電圧によります。定格電圧では、最大達成可能動作点は、定格電圧ライン上にある無負荷点から定格点の間となります。

供給電圧が増加すると、速度は定格電圧ラインを越えます。この場合、電子部品への最大電圧あるいはモータ電源が超過することがあってはなりません。

破線で表されている部分は間欠運転または冷却する事により可能な潜在的な動作点を表します。

連続トルク M_0 [mNm]

定格電圧における定常状態での最大の推奨連続トルク、およびアルミニウムフランジへの取り付けを示します。モーション・コントロール・システムを用いることで、連続トルクは、同時に定格トルクに対応します。

ここでは、回転数は、連続トルクに比例します。連続トルクは、連続出力から独立しており、モータを間欠運転するか、冷却ができる場合には超過が可能です。

連続出力 P_0 [W]

アルミニウムフランジに取り付ける場合の、定常状態における連続動作の最大出力パワーを示します。この値は連続トルクから独立しており、冷却要因に対し線形的に応答し、モータを間欠運転するか、冷却ができる場合には超過が可能です。

定格電圧曲線 U_N [V]

定格電圧カーブは、 U_N での連続動作点を示します。起動点は、ドライブの無負荷スピード n_0 に対応します。このカーブの上の動作点は、定格電圧の上昇により、下の動作点は定格電圧の低減によって得ることができます。



新しいMotion Manager 6で
簡単に初期設定

冷却要因、動作点、周辺温度によっては、オペレーティングソフトを使って電流制限パラメータを調整する必要があります。詳しくは技術マニュアルを参照してください。

Notes



モーションコントローラ内臓 ブラシレスDCサーボモータ

3564...B Cx シリーズは何よりも極めて安定性の高い速度制御とスムーズな動作が際立っています。

これらの特徴により、コンパクトなモーション・コントローラ一体型サーボドライブは光学、特殊機械製造で使用する溶接マシンやバランスマシン、測量システム等、振動に敏感な用途での使用に最適です。一体型の電流制御によりドライブのトルクを必要に応じて制限し、ドライブを過負荷から保護する信頼性を高めています。

インターフェイス (RS232 または CANopen) はネットワークへのシンプルな接続を可能にします。モータと制御機器を一つのユニットに統合することにより、スペースと配線の両方の要件を最小化し、設置とスタートアップを簡素化します。制御機器は工場出荷時にすでに完全にモータに合わせて設定されています。プログラミングは Motion Manager を使用して簡単にできます。

製品シリーズ

3564 ... B Cx

特長

モータ直径	□ 40 x 54 mm
モータ長	84 mm
定格電圧	24 V
速度	最大 14,000 min ⁻¹
トルク	最大 71 mNm
連続出力	最大 73 W



製品コード番号

35	モータ径 [mm]
64	モータ長 [mm]
K	シャフトタイプ
024	定格電圧 [V]
B	製品系列
CS	一体型モーションコントローラ、RS232 インターフェース

FAULHABER B Cx

本シリーズの特長

- 1 ~ 14,000 min⁻¹ の幅広い速度範囲
- RS232 または CANopen インターフェイス
USBインターフェース用アダプタ
- 一体化した電流制限付のコンパクトな取付コンセプト
- Motion Manager とプログラミングアダプタを使用したシンプルで便利なプログラミング
- 最少配線デザイン
- スムーズな動作



モーションコントローラ内臓 ブラシレスDCサーボモータ

V2.5 世代の非常に動的な位置決めシステムは一体型の直径対応モーションコントローラ、または取り付け済みの非常にコンパクトなモーションコントローラを備えた 2 つのモータで使用できます。高トルク、優れた体積/性能比、非常に動的な制御特性を備えた異なるバージョンは医療、ラボ技術、製造設備、オートメーション技術、ロボット工学、特殊機械製造等の幅広い市場分野に適しています。一体型の電流制御は必要に応じてドライブのトルクを制限し、ドライブを過負荷から保護する信頼性を高めています。

インターフェイス (RS232 または CANopen) はネットワークへのシンプルな接続を可能にします。モータと制御機器を一つのユニットに統合することにより、スペースと配線の両方の要件を最小化し、設置とスタートアップを簡素化します。制御機器は工場出荷時にすでに完全にモータに合わせて設定されています。プログラミングは Motion Manager を使用して簡単にできます。

製品シリーズ

2232 ... BX4 CxD	2250 ... BX4 CxD
3242 ... BX4 Cx	3268 ... BX4 Cx

特長

モータ直径	Ø 22; □ 40 x 54 mm
モータ長	50 ... 90 mm
定格電圧	12 ... 24 V
速度	最大 11,300 min ⁻¹
トルク	最大 96 mNm
連続出力	最大 48 W



22 32 S 024 BX4 CS D

製品コード番号

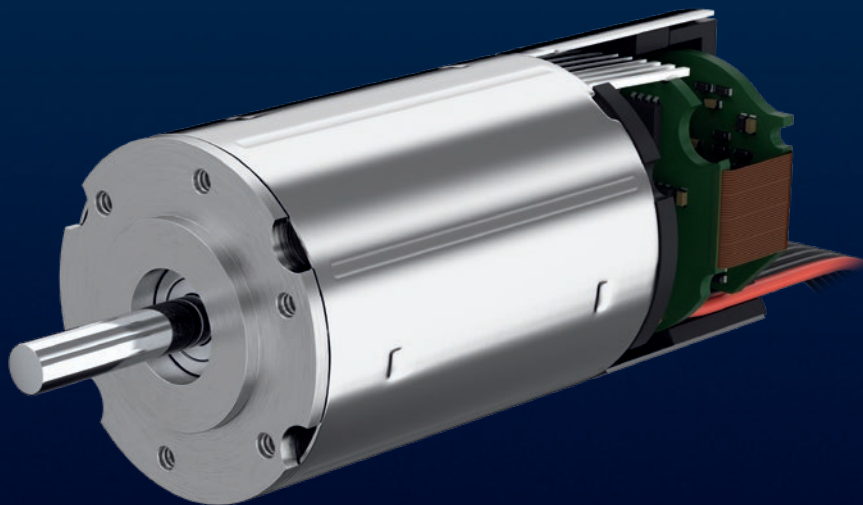
22	モータ径 [mm]
32	モータ長 [mm]
S	出力タイプ
024	定格電圧 [V]
BX4	製品系列
CS	一体型モーションコントローラ、RS232 インターフェース
D	直径対応

WE CREATE MOTION

FAULHABER BX4 CxD/Cx

本シリーズの特長

- 1 ~ 11,300 min⁻¹ の幅広い速度範囲
- RS232 または CANopen インターフェイス
USBインターフェース用アダプタ
- 一体化した電流制限付のコンパクトな取付コンセプト
- Motion Manager とプログラミングアダプタを使用したシンプルで便利なプログラミングシステム
- 最低限の配線要件
- スムーズな動作



モーションコントローラ内臓 ブラシレスDCサーボモータ

最新の V3.0 世代のモーション・コントロール・システムは連続トルク 76 ~ 160 mNm の 3 つのパフォーマンスクラスで利用できます。このドライブは完成されたコンパクトな駆動ユニットのブラシレスDCサーボモータ、高分解能実際値エンコーダ、モーション・コントローラで構成されています。多数の異なる通信インターフェイス、動性の高い制御性、保護クラス IP 54 の堅牢な設計、M12 コネクタによる業界標準の接続により、オートメーション技術、産業用特殊機械製造からロボット工学や航空宇宙業界まで、産業環境での使用が可能です。

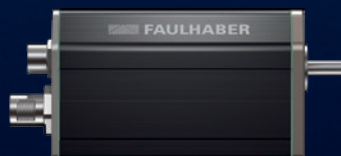
精密ギアヘッドや高品質リードスクリューシステムとの組み合わせにより、様々な異なる用途向けのシステム全体でのソリューションを可能にしています。このシステムはあらゆるインターフェイスと組み合わせてスタンドアロン軸としても、様々なマスター制御のスレーブモードとしても使用することができます。さらに、ホームページからダウンロードできる様々なライブラリやアプリケーションノートが柔軟な用途の可能性をサポートしています。ドライブのすべての機能はすべての標準インターフェイスから制限なしでここで利用できます。

製品シリーズ

MCS3242...BX4 RS/CO	MCS3242 ... BX4 ET
MCS3268...BX4 RS/CO	MCS3268 ... BX4 ET
MCS3274...BP4 RS/CO	MCS3274 ... BP4 ET

特長

モータ直径	□ 42 x 50 mm
モータ長	75 ... 100 mm
定格電圧	24 V
速度	最大 11,600 min ⁻¹
トルク	最大 160 mNm
連続出力	最大 140 W



MCS 3242 G 024 BX4 ET

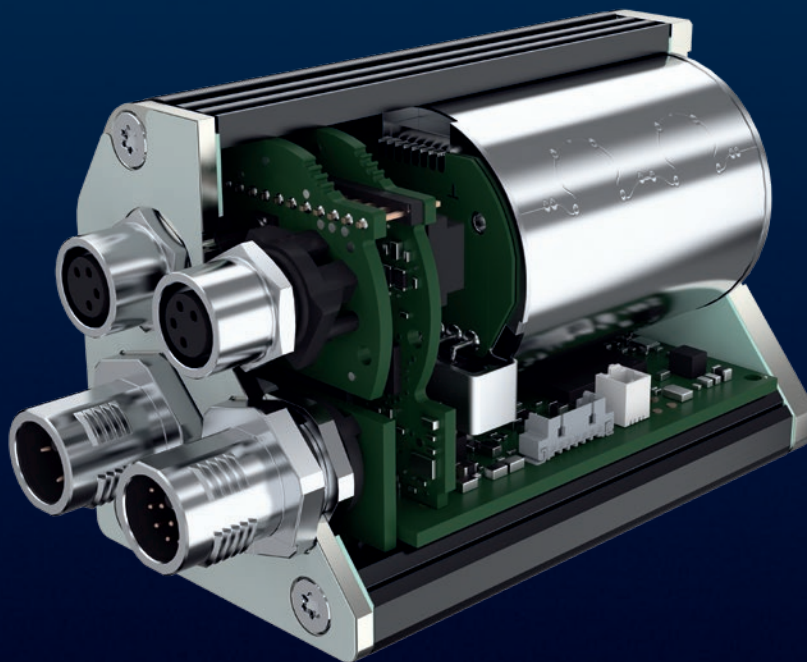
製品コード番号

MCS	モーションコントロールシステム
3242	モータシリーズ
G	シャフトタイプ
024	定格電圧 [V]
BX4	製品系列
ET	EtherCATインターフェース

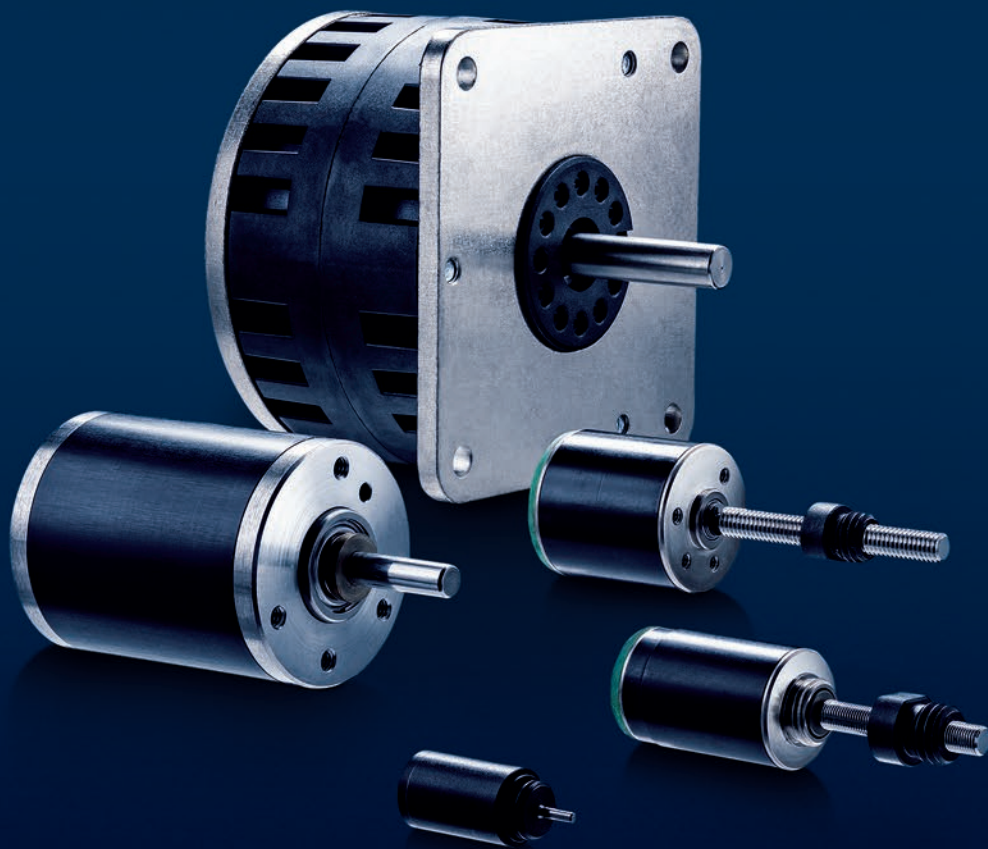
FAULHABER MCS

本シリーズの特長

- コンパクト設置スペースでの最大トルク
- インターフェイス: RS232、CANopen、EtherCAT、USB を介した構成
- オプションで利用可能な保護クラス IP 54
- Motion Manager とプログラミングアダプタを使用したシンプルで便利なプログラミング
- 標準化されたプラグと接続ケーブルのコンセプト
- 追従動作またはスタンドアロン動作でユニバーサルに使用可能
- 広範囲にわたる保護および診断機能、ローカルステータス LED

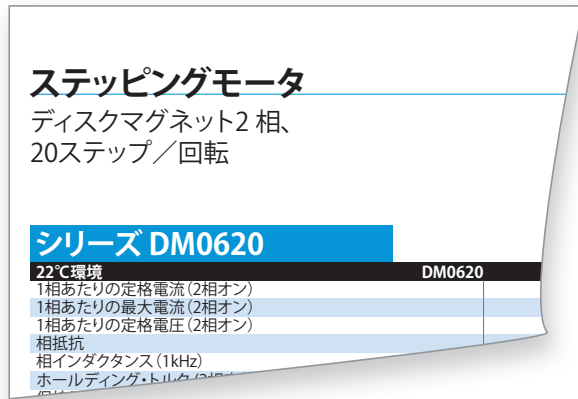


ステッピングモータ



ステッピングモータ

技術情報



技術資料での注意点

1相あたりの定格電流 [A]

周囲温度20℃で、モータの熱限界を超過しない、モータ相に供給される電流。

1相あたりの最大電流 [A]

モータの熱容量を超過することなくモータ1相に短時間でであれば供給できる最大電流。

1相あたりの定格電圧 [V]

1相あたり、定格電流に到達するために必要な電圧。

相抵抗 [Ω]

1相あたりの巻き線抵抗。許容差+/-12% (安定状態)

相インダクタンス [mH]

1kHzで測定された1相あたりのコイルインダクタンス。

保持トルク [mNm]

定格電流でモータにより生成されるトルク。

最大電流での保持トルク [mNm]

最大電流でモータが生成するトルク。モータの磁気回路は最大電流による影響は受けません。ただし、熱過負荷を防止するため、モータの最大電流は間欠的にのみ行うようにしてください。

定格残留トルク [mNm]

モータに電流が供給されずにシャフトを回転させるためにシャフトに印加される定格トルク。残留トルクはバッテリー寿命を延ばす、もしくはモータの温度を抑えるために電流を流さずポジションを保持するのに役立ちます。

逆EMF強度 [V/k step/s]

1000ステップ/sのとき計測された逆EMFの強度。

電気的時定数 [ms]

任意の動作点において、最大限可能な相電流の63%に至るまでの所要時間。

ローター慣性 [kgm²]

この値はロータ全体の慣性を表します。

ステップ角 (フルステップ) [角度]

フルステップで回転した際の角度の大きさです。

ステップ角の精度 [フルステップの%]

無負荷と定格電流の状態、両相に同じ電流を流した場合の誤差の割合。この誤差は累積されません。

最大角加速度 [rad/s²]

最大電流モードで負荷がない場合に達することができる、モータの最大加速度。

$$\alpha_{max} = \frac{M_{boosted}}{J}$$

最大回転速度 [min⁻¹]

推奨される最大モーター速度。この速度を超えると、モータの完全性に影響する可能性があります。

共振周波数 (無負荷時) [Hz]

無負荷時に各ステップにおいて共振が発生します。最善の結果を得るためにはモータがより高い周波数で動作させられるか、外部からパルスを入力してハーフステップ、マイクロステップさせることが必要です。

$$f = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{M}{J}}$$

熱抵抗 [K/W]

R_{th1} はコイルとハウジング間の値で、 R_{th2} はハウジングと周囲空気間の値です。 R_{th2} はヒートシンクまたは強制空冷を使用するなどして低減させる事が可能です。1つの値 R_{th} のみが提供される場合、これはコイルと空気との間の等価抵抗です。

熱的時定数 [s]

熱的時定数はハウジングに対してコイルの温度が最終定常値の63%に到達するまでの所要時間を規定します。

動作温度範囲 [°C]

コイルとマグネットにおける許容最大温度です。

巻線最大温度 [°C]

コイルとマグネットに許される最大温度。

軸受

自己潤滑するシンタースリーブベアリングもしくは予荷重されたボールベアリングが利用できます。

最大軸負荷 [N]

フロント出力軸の特定の軸径の最大荷重。ボールベアリング付モータの負荷および耐用期間は軸受メーカーの指定に基づきます。この値はリアエンドシャフトには適用されません。ボールベアリングの場合、ベアリングのプリロードを超えると、~200 μmの反転可能なシャフト転移が発生する可能性があります。

ステッピングモータ

技術情報

軸の遊び(最大値) [mm]

シャフトとベアリングの間の遊び。

ハウジング材質

モータハウジングの材質です。

質量 [g]

モータのグラム単位質量。

マグネットの材質

標準モータに使用されるマグネットの材質。

ステッピングモータの選定方法

ステッピングモータを選ぶには負荷パラメータに基づいて計算されたトルクの回転数曲線を使う必要があります。

この曲線を使用しないと数値的な確認が取れなくなります。

モータを選ぶには次のパラメータが分かっている必要があります。

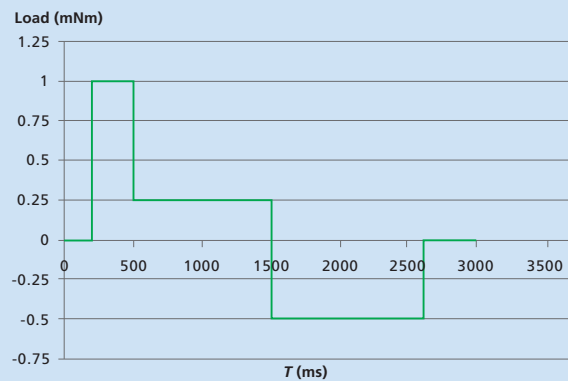
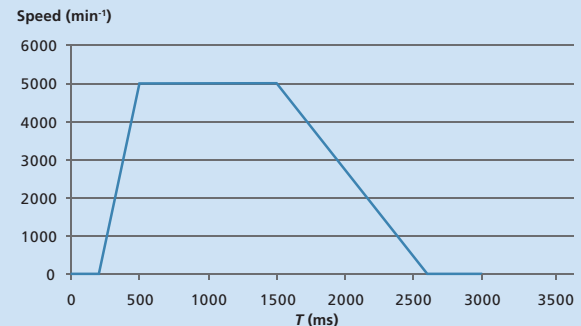
- 動作プロファイル
- 負荷摩擦と慣性
- 必要精度
- モータの外形
- 使用できる電源電圧

1. モータ軸における負荷パラメータの定義

ここでは任意の時間内に、ある角度を動かす運動プロファイルを定義し摩擦や負荷慣性などの適用負荷パラメータを使って1サイクルのモータトルクを計算することがねらいです。

以下の図で動作と負荷のプロファイルを例として示します。アプリケーションに適したモータサイズによってモータ慣性と負荷パラメータは再計算される必要があります。

この例では外形が最大15mmのモータが適切で、データはAM1524の慣性で計算されています。



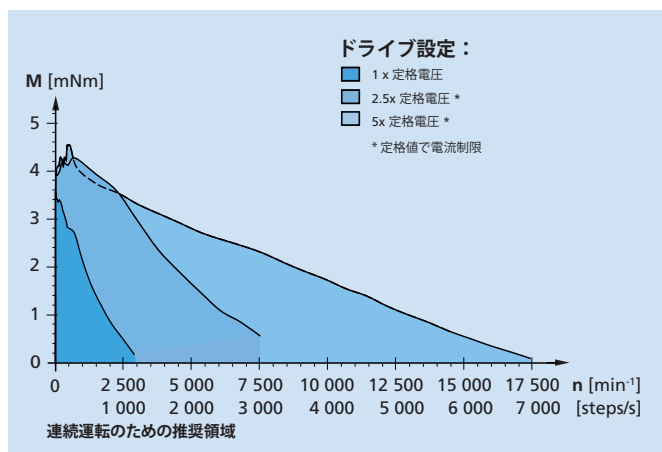
2. モータの運転検証

この用途の最高トルク/スピード点は加速終了時点で判明します。このとき最高スピード $n = 5000 \text{ min}^{-1}$ 、トルクは $M = 1 \text{ mNm}$ 。AM1524の曲線で見られるように、このパラメータを使用することでそのポイントをモータのトルク-スピード曲線へと変換できます。

アプリケーション内部でモータが適切な役割を担うためには30%の設計余裕をみておくことを強く推奨します。この例はモータが要求されている使用条件を満たしているということを示しています。

高い電圧で使用する場合（普通定格電圧の2.5～5倍）はより高いトルクと回転数を得られます（トルク-速度曲線参照）。

解決方法が分からない場合には減速ギアを使用してモータの負荷パラメータを適用することができます。



3. 分解能の検証

このアプリケーションは角度 9° の分解能が必要です。

選択されたモータ AM1524 はフルステップで 15° なので、通常のフルステップモードには適していません。 7.5° のハーフステップもしくはマイクロステップであれば問題ありません。マイクロステップでは分解能を高くすることはできますが、分解能は無負荷時の誤差がモータの動作しているマイクロステップ数とは関係なく一定のため、精度は下がります。

その為、アプリケーションの要求とモータの分解能を適合させる為に最も一般的な解決方法はギアヘッドの使用と直線的動作をさせるリードスクリューを用いる事です。

4. 低速動作

全てのステッピングモータは共振現象を伴います。

これらは通常100Hz以下です。ステッピングモータがこの周波数で動いている時、制御ができなくなったり、回転数や回転方向が乱れたりしてトルクが減少します。このように、もしアプリケーションが低い回転数もしくは共振周波数と同じ周波数を要求する場合には非常に細かなマイクロステッピングモードで動作することが推奨され、より良い結果を得られるでしょう。これで共振周波数による影響を大きく軽減できスムーズなスピードコントロールができるでしょう。

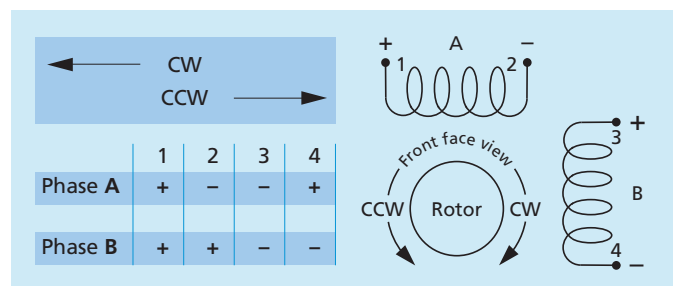
5. アプリケーションでの検証

いかなるレイアウトも最終製品は実際の設置環境で確認されなければなりません。

すべての負荷パラメータがこのテストを考慮されている事を確認して下さい。

回転方向

コミュテーションシーケンス1.A+B+ 2.A-B+ 3.A-B- 4.A+B-を使用すると、モータはすべてCCW方向に回転します。ただしAM1524だけは例外で、このコミュテーションシーケンスを使用するとCW方向に回転します。



ステッピングモータ

技術情報

一般的なアプリケーションの特色

ステッピングモータは原則的に3つのモードを動作させます。フルステップ（1相もしくは2相がオン）、ハーフステップ、マイクロステップです。

ホールディングトルクはいずれのモードでも消費電力 (I^2R) とほぼ同じになります。この理論は2相で機械的、電氣的角度の等しい2極モータによく見受けられます。

- フルステップモード（1相オン）では相は以下のように連続に励起されます: 1. A+ 2. B+ 3. A- 4. B-。
- ハーフステップモードは1相オン、2相オンが交互になり、結果として電氣的に1サイクル当たり8ステップになります: 1. A+ 2. A+B+ 3. B+ 4. A-B+ 5. A- 6. A-B- 7. B- 8. A+B-。
- もし、全てのハーフステップが同じホールディングトルクをもつと、1相毎の電流は1相が励起されるごとに $\sqrt{2}$ 倍になります

マイクロステップによる2つの大きな利点は低ノイズ、高分解能が挙げられます。これらはいずれもコントローラの性能により制限され、フルステップに対するマイクロステップの数によって影響を受けます。

前述の通り、電氣的周期またはフィールドベクトル（4フルステッ

プ）は、フルステップに対するマイクロステップの数に比例して大きな個別電流値を出せるドライバを必要とします。

例えば、8マイクロステップはA相が 0° から 90° のコサイン関数の変化に従って電流も0に向かう為、8つの異なる値が必要となります。一方でB相では電流が0からサイン関数に従って増加していきます。

これらの値はチョップドライバをコントロールするプログラムによって蓄積されたり呼び出されたりします。モータの狙った位置はA相とB相の合計トルクのベクトルによって決められます。

$$M_A = k \cdot I_A = k \cdot I_o \cdot \cos \varphi$$

$$M_B = k \cdot I_B = k \cdot I_o \cdot \sin \varphi$$

Mはモータトルク、kはトルク定数、 I_o は定格の相電流を表します。

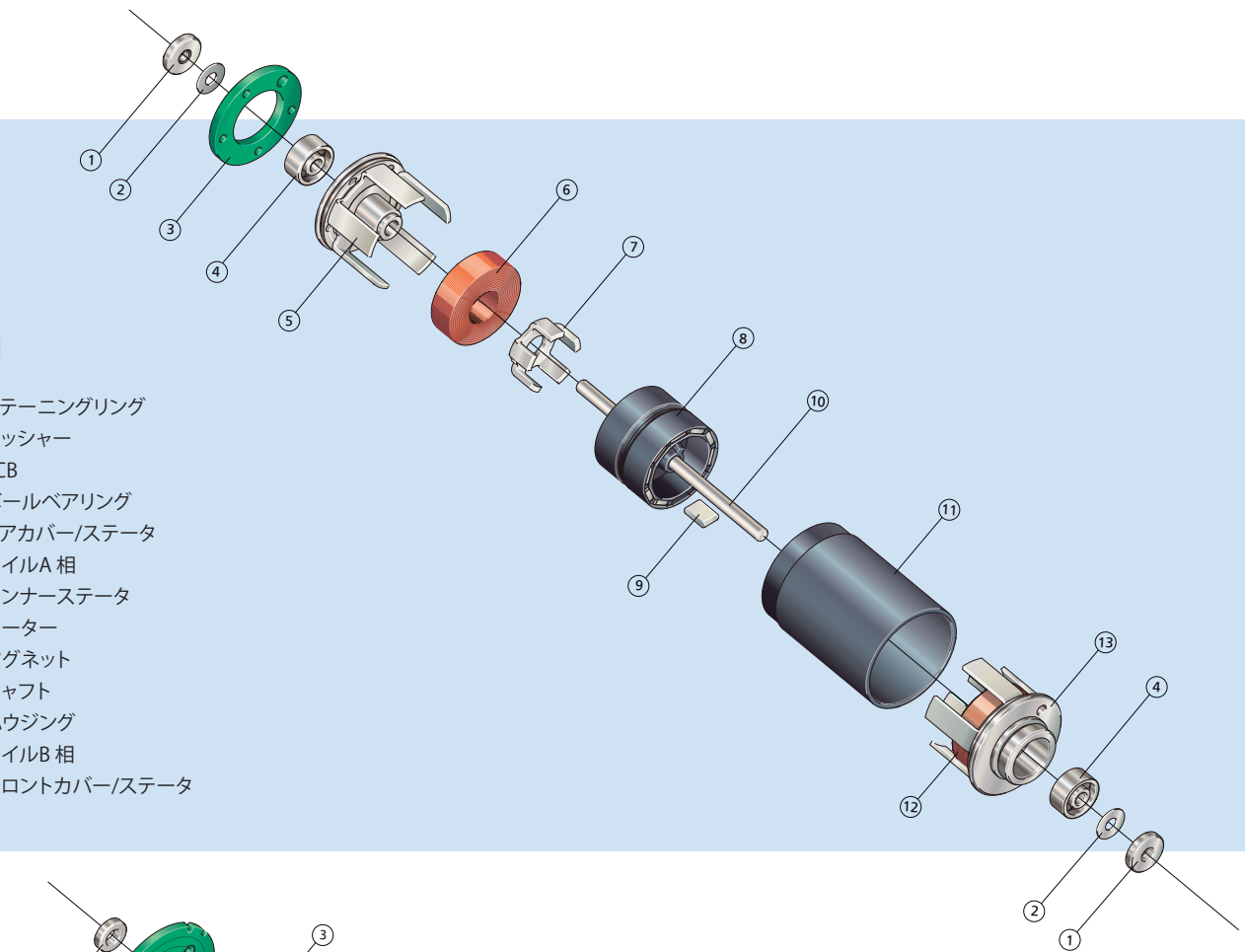
無負荷時のモータのポジション誤差はフル、ハーフ、マイクロステップとも同じで、相の電流値の精度同様、残留トルクによるモータトルク曲線の歪み若しくは構造的な問題（実際のロータの位置）に影響を受けます。

ステッピングモータ

基本構造

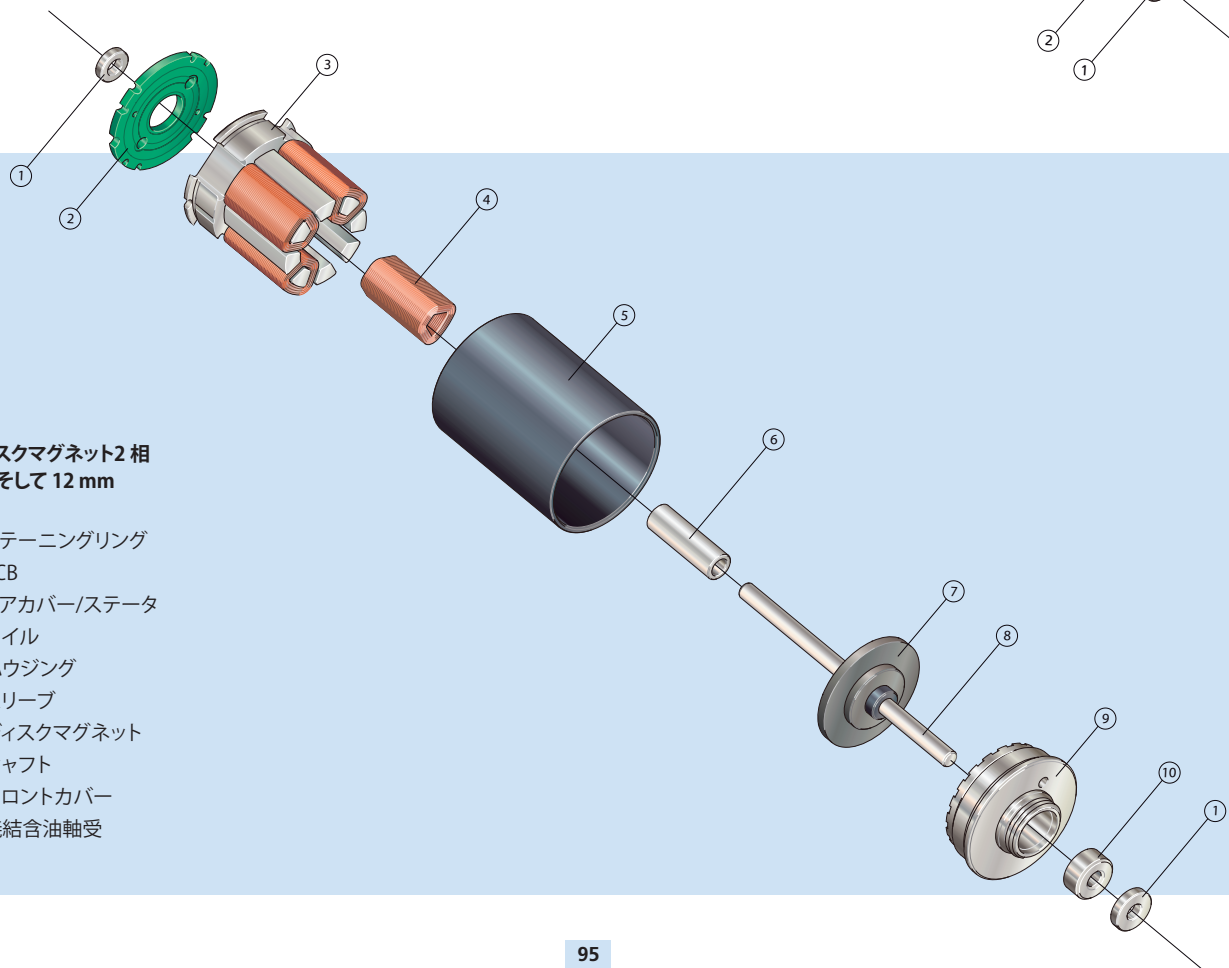
2相

- ① リテーニングリング
- ② ワッシャー
- ③ PCB
- ④ ボールベアリング
- ⑤ リアカバー/ステータ
- ⑥ コイルA相
- ⑦ インナーステータ
- ⑧ ローター
- ⑨ マグネット
- ⑩ シャフト
- ⑪ ハウジング
- ⑫ コイルB相
- ⑬ フロントカバー/ステータ



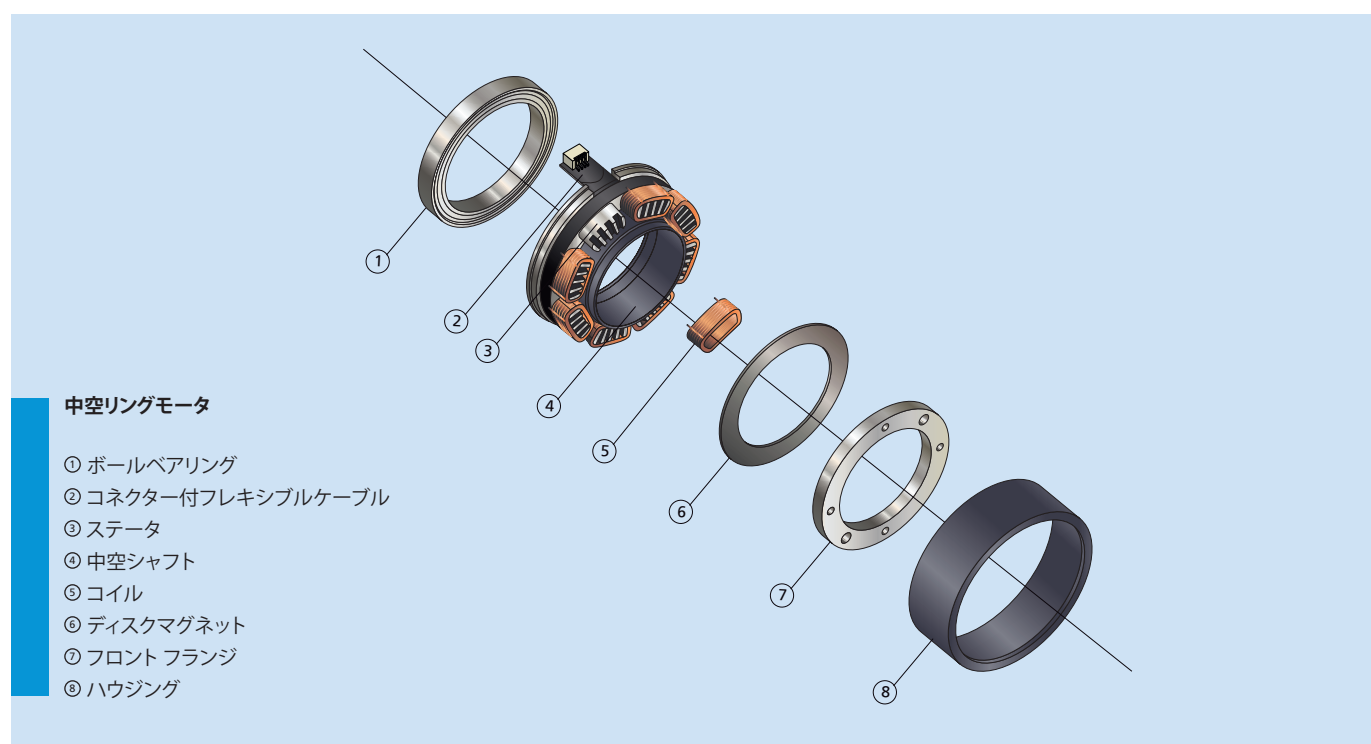
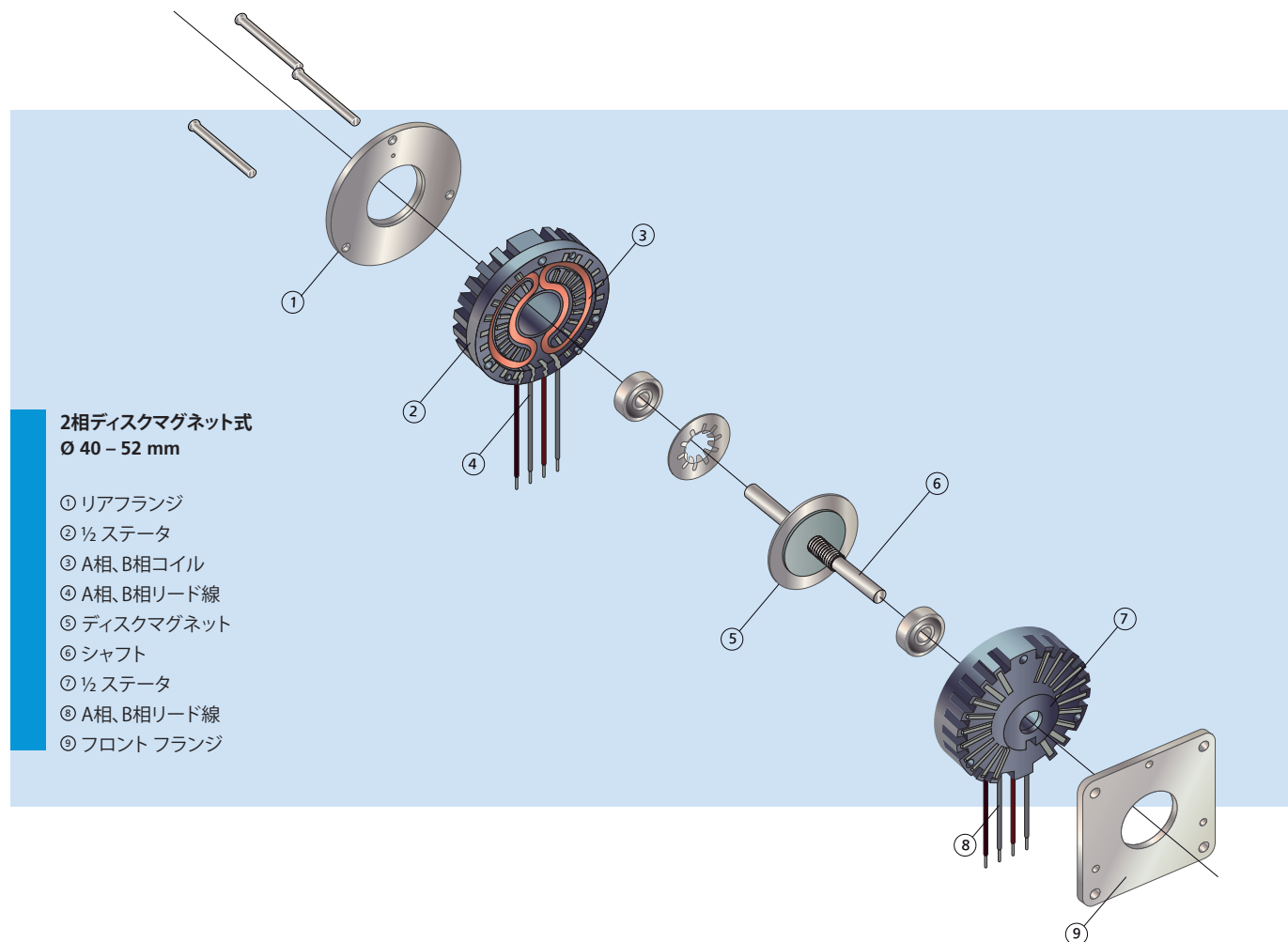
ディスクマグネット2相 Ø 6そして 12 mm

- ① リテーニングリング
- ② PCB
- ③ リアカバー/ステータ
- ④ コイル
- ⑤ ハウジング
- ⑥ スリーブ
- ⑦ ディスクマグネット
- ⑧ シャフト
- ⑨ フロントカバー
- ⑩ 焼結含油軸受



ステッピングモータ

基本構造



Notes



ステッピングモータ - 2相 永久磁石技術

FAULHABER ステッピングモータは、永久磁石を搭載した 2 相多極モータです。レアアース磁石の使用により、非常に高い容量に対する出力比が実現されています。非常に低い慣性のロータ設計により、非常に高速な加速または回転方向の転換を必要とするアプリケーションに最適です。所定の速度で最初のステップから駆動できるため、加速ランプに必要な時間をさらに削減できます。長さが短く軽量であるので、集積度が高いシステムでも使用できます。

堅牢な設計のおかげで、最も過酷な環境での利用にも選択できます。フルステップ、ハーフステップ、マイクロステップの電気回路を適用することで、高精度でオープンループの速度および位置制御を行うことができます。

FAULHABER ステッピングモータは、リードスクリューまたはギアヘッドと組み合わせることで、現在市場では他に類を見ない動作点に到達することができます。

製品シリーズ

DM0620	AM2224R3
AM0820	DM40100R
AM1020	DM52100S
DM1220	DM52100R
AM1524	DM52100N
AM2224	DM66200H

特長

外径	6 ... 66 mm
モータ長	9.5 ... 32.6 mm
1回転の ステップ数	20 / 24 / 100 / 200
保持トルク (最大)	0.25 (0.39) ... 307 (581) mNm



DM 0620 2R 0080 11

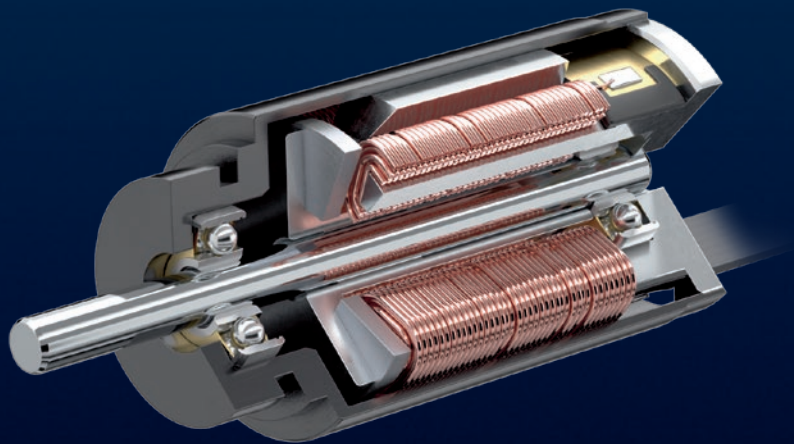
製品コード番号

DM	モータ設計
06	モータ径 [mm]
20	1回転あたりのパルス数
—	バージョン (該当する場合)
2R	軸受け
0080	コイル
11	モータバージョン

FAULHABER ステッピングモータ

本シリーズの特長

- エンコーダなしで効果的な位置決めが可能
- 高出力
- 非常に高い加速
- 超高速の向き変更機能
- 長寿命
- 広い動作温度範囲
- 電流モードドライバの使用で最高速度16,000min⁻¹
- フルステップ、ハーフステップ、マイクロステップで駆動が可能
- 極小慣性ロータ

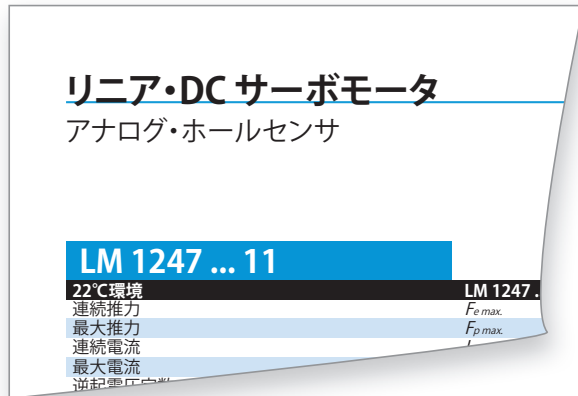


リニア DC サーボモータ



リニアDCサーボモータ

技術情報



技術資料での注意点

全て22 °Cにおける値です。

連続推力 $F_{e \max}$ [N]

連続運転時の、熱抵抗 R_{th2} を 55% 低減した状態での、限界温度におけるモータの最大推力です。

$$F_{e \max} = k_F \cdot I_{e \max}$$

最大推力 $F_{p \max}$ [N]

断続運転時(最大1秒、デューティ比10%)の、熱抵抗 R_{th2} を 55% 低減した状態での、限界温度におけるモータの最大推力です。

$$F_{p \max} = k_F \cdot I_{p \max}$$

連続電流 $I_{e \max}$ [A]

連続運転時の、熱抵抗 R_{th2} を 55% 低減した状態での、限界温度におけるモータの最大消費電流です。

$$I_{e \max} = \sqrt{\frac{T_{125} - T_{22}}{R \cdot (1 + \alpha_{22} \cdot (T_{125} - T_{22})) \cdot (R_{th1} + 0,45 \cdot R_{th2})}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$$

最大電流 $I_{p \max}$ [A]

断続運転時(最大1秒、デューティ比10%)の、熱抵抗 R_{th2} を 55% 低減した状態での、限界温度におけるモータの最大消費電流です。

逆起電力定数 k_E [V/m/s]

モータ位相間の誘導電圧とリニアの運動速度との関係を表す定数です。

$$k_E = \frac{2 \cdot k_F}{\sqrt{6}}$$

力定数 k_F [N/A]

モータ推力と正弦波転流を伴うモータライン電流の関係を表す定数です。

端子間抵抗、位相間 R [Ω] $\pm 12\%$

モータの2つの位相間で測定される抵抗です。この値はコイル温度(温度係数: $\alpha_{22} = 0,0038 \text{ K}^{-1}$)の影響を直接受けます。

端子間インダクタンス、位相間 L [μH]

1 kHz 時に2つの位相間で測定されたインダクタンスです。

ストローク長さ $s_{\max}$ [mm]

データシートのパラメータはロッドの動きがストローク長の $s_{\max}$ の範囲内にある場合のみ有効です。ロッドとステータの軸中心を整合すると、許容される移動長さは全体のストローク長さの半分になります。

再現性 σ_r [μm]

同一条件下で同じ動作を複数回繰り返したときの一般的な測定差です。測定は FDS MC (-01, 11 バージョン) およびサードパーティー製のサイン/コサインモーション・コントローラ (-02, 12 バージョン) で行なわれます。

精度 σ_a [μm]

一般的な配置エラー。この値は設定位置とシステムの実際の測定位置の違いに対応します。測定は FDS MC (-01, 11 バージョン) およびサードパーティー製のサイン/コサインモーション・コントローラ (-02, 12 バージョン) で行なわれます。

加速度 $a_{e \max}$ [m/s^2]

連続運転時の静止状態からの無負荷での加速度の理論上の最大値です。

$$a_{e \max} = \frac{F_{e \max}}{m_m}$$

速度 $v_{e \max}$ [m/s]

三角速度プロファイルと最大ストローク長から得られる、静止状態からの理論上の最大無負荷速度です。

$$v_{e \max} = \sqrt{a_{e \max} \cdot s_{\max}}$$

熱抵抗 R_{th1} ; R_{th2} [K/W]

R_{th1} は、コイルとハウジングとの間の値です

R_{th2} はハウジングと周囲空気との間の値です 表の値は、モータが完全に空気中にある状態で測定されたものです。

R_{th2} は、ヒートシンク、または強制空冷により減少することが出来ます。

熱時定数 τ_{w1}/τ_{w2} [s]

それぞれのコイルとハウジングの熱時定数。

動作温度範囲 [$^{\circ}\text{C}$]

モータの許容動作温度の最小値と最大値。

ロッド重量 m_m [g]

一般的なロッド(磁石付きシリンダ)通常の質量。

総重量 m_t [g]

リニアDC サーボモータの一般的な総重量です。

リニアDCサーボモータ

技術情報

磁石ピッチ τ_m [mm]

2つの同一極間の距離です。

ロッドベアリング

ベアリングの材質です。

ハウジング材質

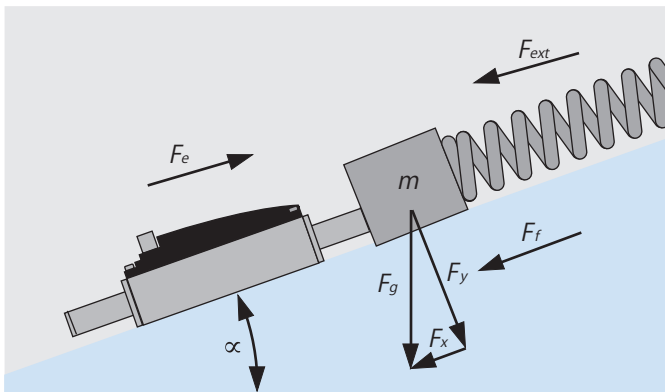
モータハウジングの材質です。

動作方向

動作方向は電子制御によって決まり、反転可能です。

力の計算

傾斜面上で物体を移動させるためには加速する力と抵抗を超える力が必要です。



上図で示された力の合計は次の式と等しくなくてはなりません。

$$\sum F = m \cdot a \quad [\text{N}]$$

この式にさまざまな力を代入すると次のようになります。

$$F_e - F_{\text{ext}} - F_f - F_x = m \cdot a \quad [\text{N}]$$

例:

F_e :	モータの連続推力	[N]
F_{ext} :	外部力	[N]
F_f :	摩擦力 $F_f = m \cdot g \cdot \mu \cdot \cos(\alpha)$	[N]
F_x :	平行力 $F_x = m \cdot g \cdot \sin(\alpha)$	[N]
m :	総質量 (ロッドを含む)	[kg]
g :	重力加速度	[m/s ²]
a :	加速度	[m/s ²]

スピード・プロファイル

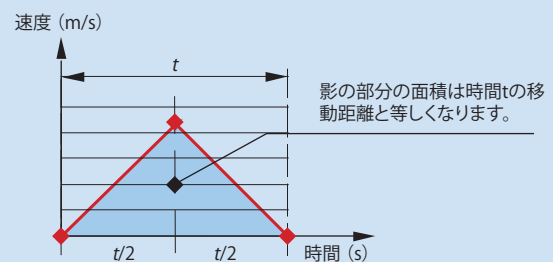
ポイント A から B への負荷移動は、常に運動学の法則に従います。

等速直線運動と等加速度運動の方程式により、さまざまな空間に対するスピード・プロファイルを定義することができます。

モータ出力の連続運転時の推力を計算する前に、さまざまな負荷移動を表すスピード・プロファイルを定義する必要があります。

三角スピード・プロファイル

三角スピード・プロファイルは加速時間と減速時間のみで表されます。



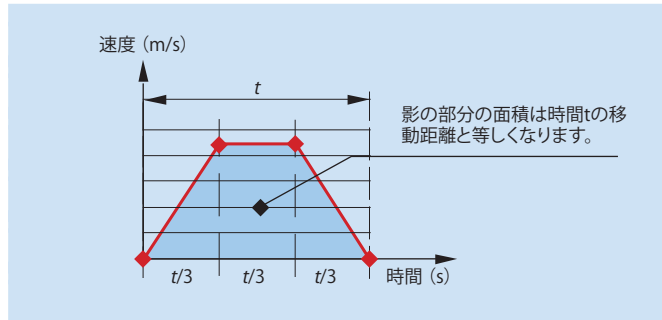
移動距離: $s = \frac{1}{2} \cdot v \cdot t = \frac{1}{4} \cdot a \cdot t^2 = \frac{v^2}{a} \quad [\text{m}]$

速度: $v = 2 \cdot \frac{s}{t} = \frac{a \cdot t}{2} = \sqrt{a \cdot s} \quad [\text{m/s}]$

加速度: $a = 4 \cdot \frac{s}{t^2} = 2 \cdot \frac{v}{t} = \frac{v^2}{s} \quad [\text{m/s}^2]$

台形のスピード・プロフィール

加速一定速減速という台形スピード・プロフィールは計算が容易で、典型的な実応用例を表します。



移動距離:
$$s = \frac{2}{3} \cdot v \cdot t = \frac{1}{4,5} \cdot a \cdot t^2 = 2 \cdot \frac{v^2}{a} \quad [\text{m}]$$

速度:
$$v = 1,5 \cdot \frac{s}{t} = \frac{a \cdot t}{3} = \sqrt{\frac{a \cdot s}{2}} \quad [\text{m/s}]$$

加速度:
$$a = 4,5 \cdot \frac{s}{t^2} = 3 \cdot \frac{v}{t} = 2 \cdot \frac{v^2}{s} \quad [\text{m/s}^2]$$

リニア DC サーボモータを選択する方法

この節ではリニア DC サーボモータの選定手順を順を追って解説します。

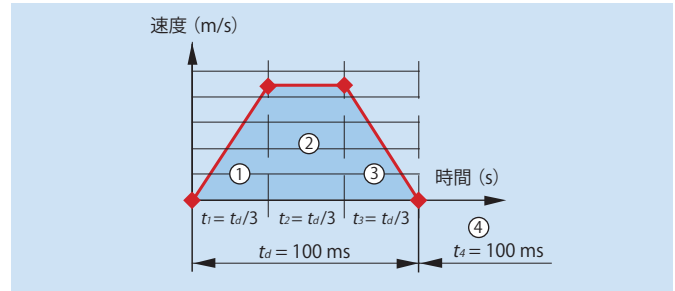
スピード・プロフィールの定義

まず、負荷移動のスピード・プロフィールを定義する必要があります。

移動特性について最初に考えなければなりません。最大速度はいくらですか？物体の加速度はどれくらいですか？物体に必要な移動距離はいくらですか？静止時間はどれくらいですか？

移動パラメータが明確に定義されていない場合は、三角形または台形スピード・プロフィールを使用することを推奨します。

台形のスピード・プロフィールを使用して、合計 500 g の質量を上り角度 20° の傾斜面上で 100ms で 20 mm 移動させる必要があると仮定しましょう。



	単位	①	②	③	④
s (移動距離)	m	0.005	0.01	0.005	0
v (速度)	m/s	0 ... 0,3	0,3	0,3 ... 0	0
a (加速度)	m/s ²	9.0	0	-9.0	0
t (時間)	s	0.033	0.033	0.033	0.100

計算例

部の速度と加速度 ①

$$v_{\max} = 1,5 \cdot \frac{s}{t} = 1,5 \cdot \frac{20 \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 10^{-3}} = 0,3 \text{ m/s}$$

$$a = 4,5 \cdot \frac{s}{t^2} = 4,5 \cdot \frac{20 \cdot 10^{-3}}{(100 \cdot 10^{-3})^2} = 9 \text{ m/s}^2$$

力の定義

合計質量 500g、摩擦係数 0,2 の場合、次のような結果となります。

	単位	シンボル	前方				後方			
力	N	F_f	①	②	③	④	①	②	③	④
摩擦	N	F_f	0.94	0.94	0.94	-0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
平行力	N	F_x	1.71	1.71	1.71	1.71	-1.71	-1.71	-1.71	-1.71
加速	N	F_a	4.5	0	-4.5	0	4.5	0	-4.5	0
合計	N	F_t	7.15	2.65	-1.85	0.77	3.73	-0.77	-5.27	-0.77

計算例

部分での摩擦力と加速力 ①

$$F_f = m \cdot g \cdot \mu \cdot \cos(\alpha) = 0,5 \cdot 10 \cdot 0,2 \cdot \cos(20^\circ) = 0,94 \text{ N}$$

$$F_a = m \cdot a = 0,5 \cdot 9 = 4,5 \text{ N}$$

モータの選択

プロフィール上の3部分の値が求められたので、必要な最大推力と連続推力を各部分の時間関数で計算することができます。

最大推力は、動作サイクル中に得られる最大値です。

$$F_p = \max(|7,15|, |2,65|, |-1,85|, |0,77|, |3,73|, |-0,77|, |-5,27|, |-0,77|) = 7,15 \text{ N}$$

リニアDCサーボモータ

技術情報

連続推力は次の式で表されます。

$$F_e = \sqrt{\frac{\sum (t \cdot F_t^2)}{2 \cdot \sum t}} = \dots$$

$$F_e = \sqrt{\frac{0,033 \cdot 7,15^2 + 0,033 \cdot 2,65^2 + 0,033 \cdot (-1,85)^2 + 0,1 \cdot 0,77^2 + 0,033 \cdot 3,73^2 + 0,033 \cdot (-0,77)^2 + 0,033 \cdot (-5,27)^2 + 0,1 \cdot (-0,77)^2}{2 \cdot (0,033 + 0,033 + 0,033 + 0,1)}} = 2,98 \text{ N}$$

これら 2 つの値により、アプリケーションに適したモータを選定することが可能になりました。

リニア DC サーボモータ **LM 1247-020-11**

$F_{smax} = 20 \text{ mm}$; $F_{e max} = 3.6 \text{ N}$; $F_{p max} = 10.7 \text{ N}$

コイル巻線温度の計算

コイルの巻線温度を求めるためには、連続モータ電流を計算する必要があります。この例では力定数 k_f が 6.43 N/A であると仮定して、次の結果が得られます。

$$I_e = \frac{F_e}{k_f} = \frac{2,98}{6,43} = 0,46 \text{ A}$$

電気抵抗 13.17Ω の場合、全熱抵抗 $23.2 \text{ }^\circ\text{C/W}$ ($R_{th1} + R_{th2}$) で、熱抵抗 R_{th2} を 55% 低減すると ($0.45 \cdot R_{th2}$)、コイル温度は次のようになります。

$$T_c(I) = \frac{R \cdot (R_{th1} + 0,45 \cdot R_{th2}) \cdot (I_e \cdot \frac{\sqrt{3}}{2})^2 \cdot (1 - \alpha_{22} \cdot T_{22}) + T_{22}}{1 - \alpha_{22} \cdot R \cdot (R_{th1} + 0,45 \cdot R_{th2}) \cdot (I_e \cdot \frac{\sqrt{3}}{2})^2} = \dots$$

$$T_c(I) = \frac{13,17 \cdot (3,2 + 0,45 \cdot 20,0) \cdot (0,46 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2})^2 \cdot (1 - 0,0038 \cdot 22) + 22}{1 - 0,0038 \cdot 13,17 \cdot (3,2 + 0,45 \cdot 20,0) \cdot (0,46 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2})^2} = 85,26 \text{ }^\circ\text{C}$$

モータの特性曲線

モーションプロファイル:

台形 ($t_1 = t_2 = t_3$)、前後移動

次のパラメータ値を持つリニア DC サーボモータのモータ特性曲線は下図のようになります:

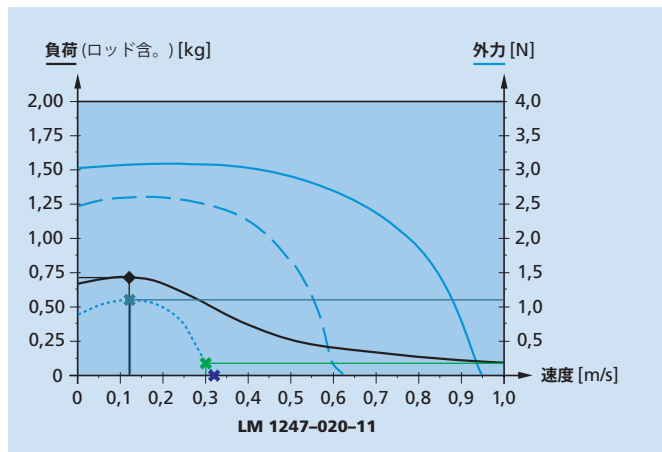
変位距離: 20 mm

摩擦係数: 0.2

傾斜角: 20°

静止時間: 0.1 s

モータ特性曲線は、運動パラメータ (速度プロファイル、変位距離、摩擦係数、傾斜角、静止時間) に依存します。結果としてそれらの入力データの1つ以上を変更することにより、それに応じてモータ特性曲線は変化します。上述の図とデータシート LM 1247-020-11 で報告されている図を比較すると、同じリニアモータでも傾斜角を変更すると、異なる曲線が得られることがすぐにわかりますこの例では傾斜角 20° であり、データシートでは 0° です。



負荷曲線

外力が 0N の時、所定の速度に対する最大負荷 (ロッドを含む) を示しています。

このグラフでは速度 0.125 m/s の時、最大負荷 (ロッドを含む) は 0.72 kg (◆) までであることを示しています。

外力曲線

負荷をかけた状態で、所定の速度毎に掛けられる最大外力を示しています。

- 0.1 kg —————
- 0.2 kg ————
- 0.5 kg - - - - -

0.5 kg の曲線を考えた場合、このグラフは外力が無い状態であれば、負荷 0.5 kg で最大速度は 0.32 m/s (×) に達することを示しています。

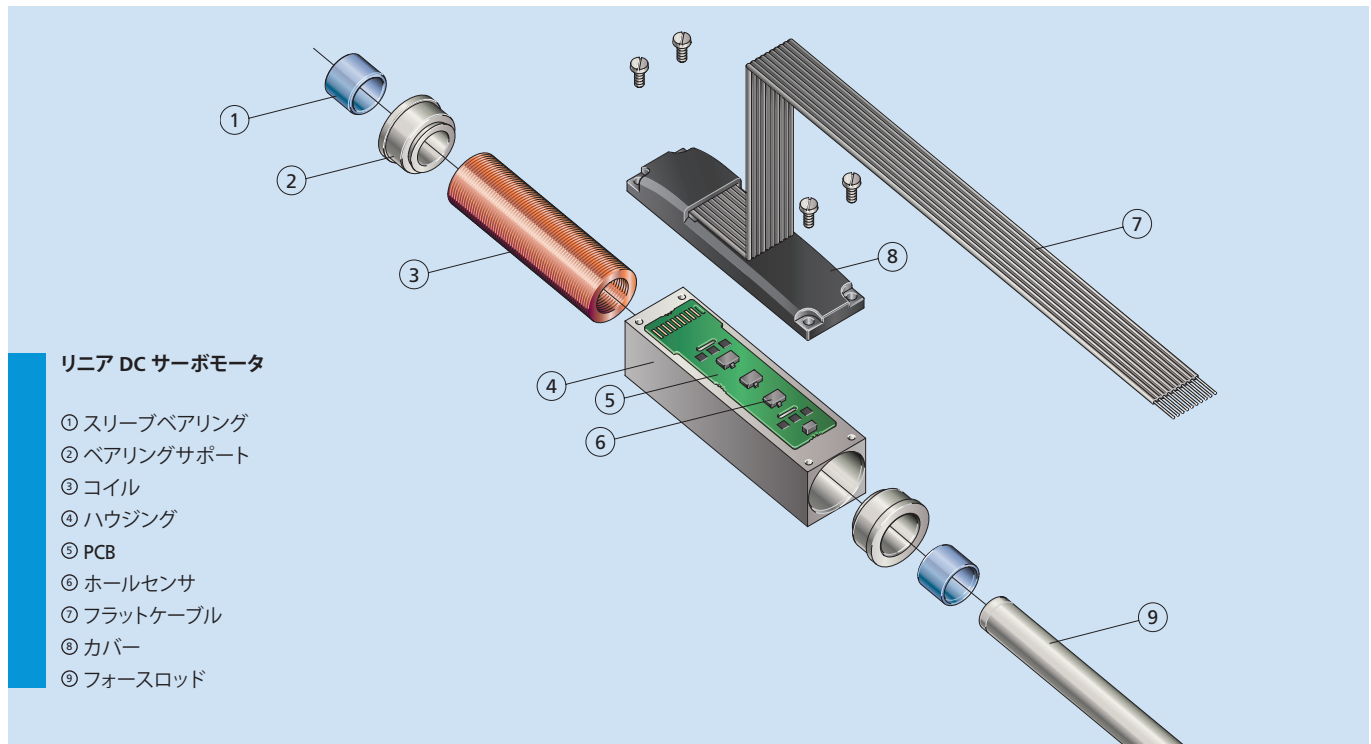
速度

0.3 m/s の時に掛けられる外力の最大値は 0.17 N (×) となります。

最大外力 (×) と速度

最大外力 (×) は、速度 0.125 m/s の時に達し、その時の掛けられる外力の最大値は 1.1 N になります。

リニアDCサーボモータ



特長

ファウルハーバーテクノロジーは、空圧システムの速度と耐久性を、電気機械式リニア・モータの柔軟性および信頼性と融合させています。三相自立型コイルと非磁性鋼ハウジングという画期的な設計により、卓越した性能を備えています。

残留静止摩擦力がなく直線推力と電流の関係が最適化されているため、マイクロ単位の位置決めに理想的なモータとなっています。リニア DC サーボモータの位置制御は内蔵ホール・センサで行うことができます。

リニア DC サーボモータの寿命性能は主にスリーブ・ベアリングの摩耗度で違ってきます。この摩耗は、動作速度とシリンダ・ロッドの使用負荷によって変化します。

利点

- 高出力
- 体積に対して優れた推力をもつ
- 残力なし
- 非磁性鋼ハウジング
- 小型かつ堅牢な構造
- 潤滑不要
- 容易な設置、設定

製品コード番号



LM	リニアモータ
12	モータの幅 [mm]
47	モータの長さ [mm]
020	ストローク長さ [mm]
11	センサタイプ:リニア

LM1247-020-11

Notes



精密ギアヘッド



精密ギアヘッド

技術情報

技術情報

性能寿命

減速ギアヘッドとモータの組み合わせでの稼働寿命は次の要因で決まります。

- 入力速度
- 出力トルク
- 運転条件
- 環境や他のシステムへの統合性

数多くのパラメータがあらゆる用途で関係してくるので、ギアヘッドまたはモータギアヘッドの組み合わせから実際の寿命を表すことはほぼ不可能です。稼働寿命を延ばすため、標準のギアヘッドに多くのオプションが用意されていますが、これにはボール・ベアリング、全金属製ギア、強化潤滑などがあります。

ベアリング – 潤滑

軸の各種負荷要件に対応するために各種のベアリングを使うことができます。焼結スリーブ・ベアリング、ボール・ベアリング、セラミック・ベアリングがあります。過剰な電流消費を避けるため、ボールベアリングはスプリングワッシャでプリロードされています。

軸方向の負荷または軸圧入の力がデータ・シートで規定された力よりも高い場合は、ボール・ベアリングで、そのプリロードを相殺することになります。

38/1-2 シリーズ遊星ギアヘッドのサテライト・ギアは焼結スリーブ・ベアリングで別々にサポートされています。

38A 44/1シリーズでは、サテライト・ギアはニードルまたはボール・ベアリングでそれぞれにサポートされています。

全てのベアリングは恒久的に潤滑されています。再潤滑は不要であり、推奨されません。指定外潤滑剤をギアヘッドまたはモータおよび周囲へ使用すると、機能および期待寿命に対して影響がでることがあります。

減速ギアでの標準の潤滑では、無負荷の状態で最少の消費電流で、最適な性能寿命となります。性能寿命を延長するために全金属製ギアおよびヘビー・デューティ潤滑が使用できます。高温環境および真空下で駆動するには特殊潤滑されたギアヘッドが使用できます。

技術データの説明

規定されていない寸法公差

公差はISO2768に準拠しております。

≤ 6	= ± 0.1 mm
≤ 30	= ± 0.2 mm
≤ 120	= ± 0.3 mm

入力速度

連続運転で推奨される最大入力速度が目安となります。ギアヘッドは高速度での運転が可能です。しかし、連続運転と長寿命を必要とする用途では最適な性能寿命を得るためには、推奨された速度にしなければなりません。

ボール・ベアリング

記載がない場合は、負荷および寿命性能は、ボール・ベアリング製造者の情報に従います。

動作温度範囲

標準の範囲はデータ・シートに示されています。これ以外の温度範囲に対応する特殊な使い方については、ご要望により対応いたします。

減速比

記載された比率は定格値のみであり、それぞれのギアヘッドでの正確な比率は計算によって求めることができます。

出力トルク

連続運転

連続トルクは出力シャフトに加わる許容最大負荷値を示しており、この値を超えると寿命が短くなります。

断続運転

断続トルク値は短時間のときは使用できます。この値は短い間隔に使うべきもので、連続デューティ・サイクルの 5% を超えてはなりません。

回転方向

ギアヘッドは全て時計回りおよび反時計回りに対応するように設計されています。表示はシャフト端部から見たときの回転方向を示しており、モータは時計回りに回転しています。

バックラッシュ

バックラッシュとは、ピッチ円上で歯の間隔がかみ合う歯の幅より大きくなる量で決まるものです。バックラッシュはシステムの弾性またはねじれ剛性と混同してはなりません。

一般的にバックラッシュは、ギアとギアの歯の両側が同時に接触したときの引っ掛かりを防ぐことです。僅かにバックラッシュがあるほうが、潤滑用のすき間を確保し、ギア部品どうしの熱膨脹差を吸収するためには望ましいことです。バックラッシュの測定は最終ギアトレイン・ステージの出力シャフトで行います。

精密ギアヘッド

技術情報

ゼロ・バックラッシュ・ギアヘッド

二重のギアトレインを持つスパーギア 08/3、12/5、15/8、16/8 および 22/5 は、ファウルハーバー製 DC マイクロモータによるプリロードがかかれば、ゼロ・バックラッシュとなります。

プリロードのギアヘッドは総効率および負荷能力が若干低下します。

製造上の許容誤差のため、プリロードされたギアヘッドでは内部抵抗トルクが高めで不規則となり、そのためのモータの消費電流が高く不規則になります。

ファウルハーバーのゼロ・バックラッシュ・ギアヘッドは独自の設計により、ある程度の補正を加え、低トルク、高精度な位置決め使用可能な大変優れた製品です。

このプリロードは、とくに減速比が小さなものは非常に繊細です。この運転は両方向の回転で規定の通電テスト後に行われます。このため、プリロードされたゼロ・バックラッシュのギアヘッドは工場でモータを組み込まれる場合のみ入手可能です。

ゼロ・バックラッシュ特性は新しいギアヘッドのみ維持できます。使用に伴ってギアの摩耗が始まり若干のバックラッシュが発生することがあります。摩耗が顕著でない場合は本来のゼロバックラッシュに戻すため、新しいプリロードが必要です。

組立についての注意

モータとギアヘッドは工場で組立てて試験することを強く推奨します。これで完全なマッチングと低い消費電流が保証されます。

平ギアヘッドとハイブリッド・ギアヘッドをモータに組み込む場合、モータをごく低回転で運転し、ギアを損傷しないようかみ合わせなくてはなりません。

遊星ギアヘッドは、モータが回転している状態では組付けはできません。モータのピニオンが遊星入力ステージのギアとかみ合ってから、モータをギアヘッドに固定しなくてはなりません。

ギアヘッドを接続するときには、規定のスクリュ深度を超えないよう注意してください。このポイントを超えてネジを締め込むとギアヘッドを損傷します。金属ケーシングのギアヘッドはラジアル・セット・スクリュを使用して取付けます。

減速ギアヘッドの選択方法

この節では、減速ギアヘッドの選択方法について例をあげて順番に解説します。

アプリケーション・データ

任意のアプリケーションに対して必要となる基本的データは以下のものです。

必要トルク	M	[mNm]
必要速度	n	[min ⁻¹]
デューティ・サイクル	δ	[%]
使用可能空間 (最大)	直径/長さ	[mm]
シャフト負荷	径方向/軸方向	[N]

選択例の仮定データは以下のようになります。

出力トルク	M	=	120 mNm
速度	n	=	30 min ⁻¹
デューティ・サイクル	δ	=	100%
空間 (最大)	直径	=	18 mm
	長さ	=	60 mm
シャフト負荷	径方向	=	20 N
	軸方向	=	4 N

この例で計算を簡単にするため、デューティ・サイクルは連続運転をしているものとしています。

予備選択

減速ギアヘッドで、連続出力トルクがアプリケーションで必要とするトルクより大きいものをカタログから選びます。

必要なトルク負荷が断続運転用のときは、断続運転用の出力トルクに基づいて選びます。

シャフト負荷、外形及びモータ組み込み時の全長も必要条件を満たさなくてはなりません。

この用途で選択された製品は遊星ギアヘッド、タイプ16/7です。

出力トルク、連続運転	$M_{max.}$	=	300 mNm
推奨最大入力速度			
- 連続運転	n	≤	5000 min ⁻¹
- 最大軸負荷	径方向	≤	30 N
	軸方向	≤	5 N

減速比の計算

理論的減速比の計算では、連続運転に対する推奨入力速度を推奨出力速度で割ります。

$$i_N = \frac{\text{推奨最大入力速度}}{\text{必要な出力速度}}$$

ギアヘッドのデータ・シートから、計算値と同じまたは小さい減速比を選択します。

この例では、選択する減速比は 159 : 1 です。

入力速度 n_{input} の計算

$n_{input} = n \cdot i$	[min ⁻¹]
$n_{input} = 30 \cdot 159 = 4\,770$	min ⁻¹

入力トルク M_{input} の計算

$M_{input} = \frac{M \cdot 100}{i \cdot \eta}$	[mNm]
--	-------

このギアヘッドの効率は 60% (既定) です。

$M_{input} = \frac{120 \cdot 100}{159 \cdot 60}$	= 1,26	mNm
--	--------	-----

次の値、

入力速度 および	n_{input}	= 4770	min ⁻¹
入力トルク	M_{input}	= 1.26	mNm

これはモータに関わる計算値です。

選択されたギアヘッドに適したモータとは、必要な入力トルクの少なくとも 2 倍のトルクを発生させるものでなくてはなりません。

この例で言えば、DC マイクロモータ、タイプ 1624 E 024 S は電源が 14 VDC であれば、必要な速度とトルクを発生します。

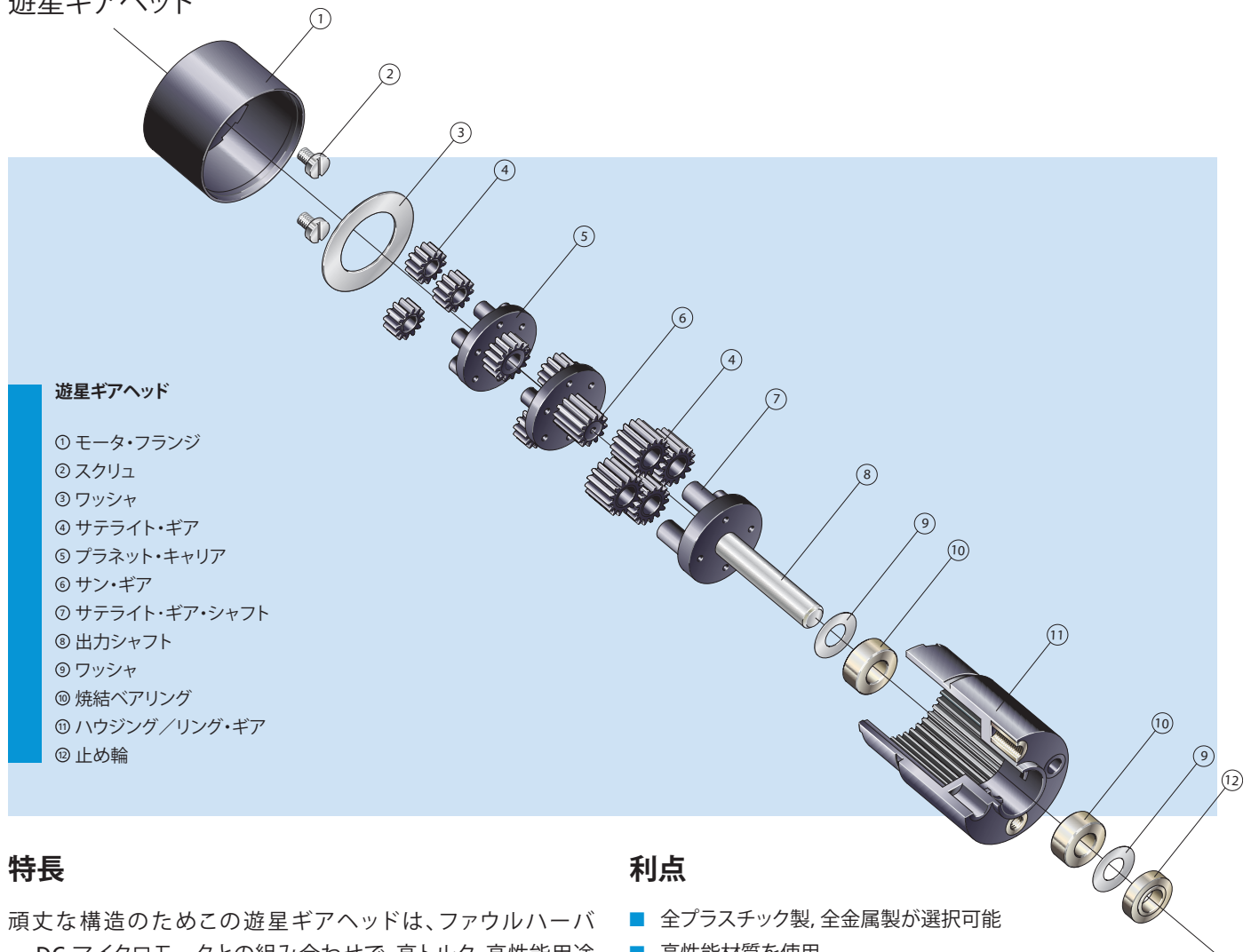
実際の用途においては、必ずしも理想的なモータとギアヘッド・ドライブの計算ができるわけではありません。トルクと速度についての詳しい値は、通常は明確ではありません。

推奨される方法は、最初の評価に基づいて適切な部品を選択し、このユニットを使用テストとして、求める速度とトルクが得られるまで供給電圧を変化させて、組み立て品を使用し試験することです。

運転時に使用した電圧と電流を記録しておき、試験品のタイプ番号が分かれば、理想的なモータとギアヘッドの選択を弊社がお手伝いいたします。お客様の製品が正常に機能するかどうかは最良の選択ができるかどうかにかかっています。詳細はお問い合わせ下さい。

精密ギアヘッド

遊星ギアヘッド



特長

頑丈な構造のためこの遊星ギアヘッドは、ファウルハーバー DC マイクロモータとの組み合わせで、高トルク、高性能用途に最適です。ほとんどの場合、入力ステージのギアトレインはプラスチック製で、高回転でのノイズ・レベルを低く抑えています。全スチール製入力ギアや改良された潤滑方法は、高トルク、真空、あるいは高温環境での動作が必要とされる用途に使われます。

中トルクから高トルクを要する用途には、高性能プラスチック製の遊星ギアヘッドを用意しています。これらの製品は、軽量で高トルク密度が重要な役割をする用途に最適です。ギアヘッドはネジ付きフランジでモータに接続され、確実に取付けられます。

利点

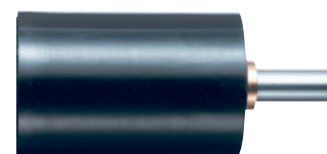
- 全プラスチック製、全金属製が選択可能
- 高性能材質を使用
- 多種類のシャフト・ベアリング（焼結スリーブ・ベアリング、セラミック・ベアリング、ボール・ベアリングを含む）が使用可能
- 標準外の温度や特殊環境の条件に対応する改良型が入手可能
- カスタマイズが可能

製品コード番号



図は全金属製プラネタリギアヘッド 12/4シリーズ

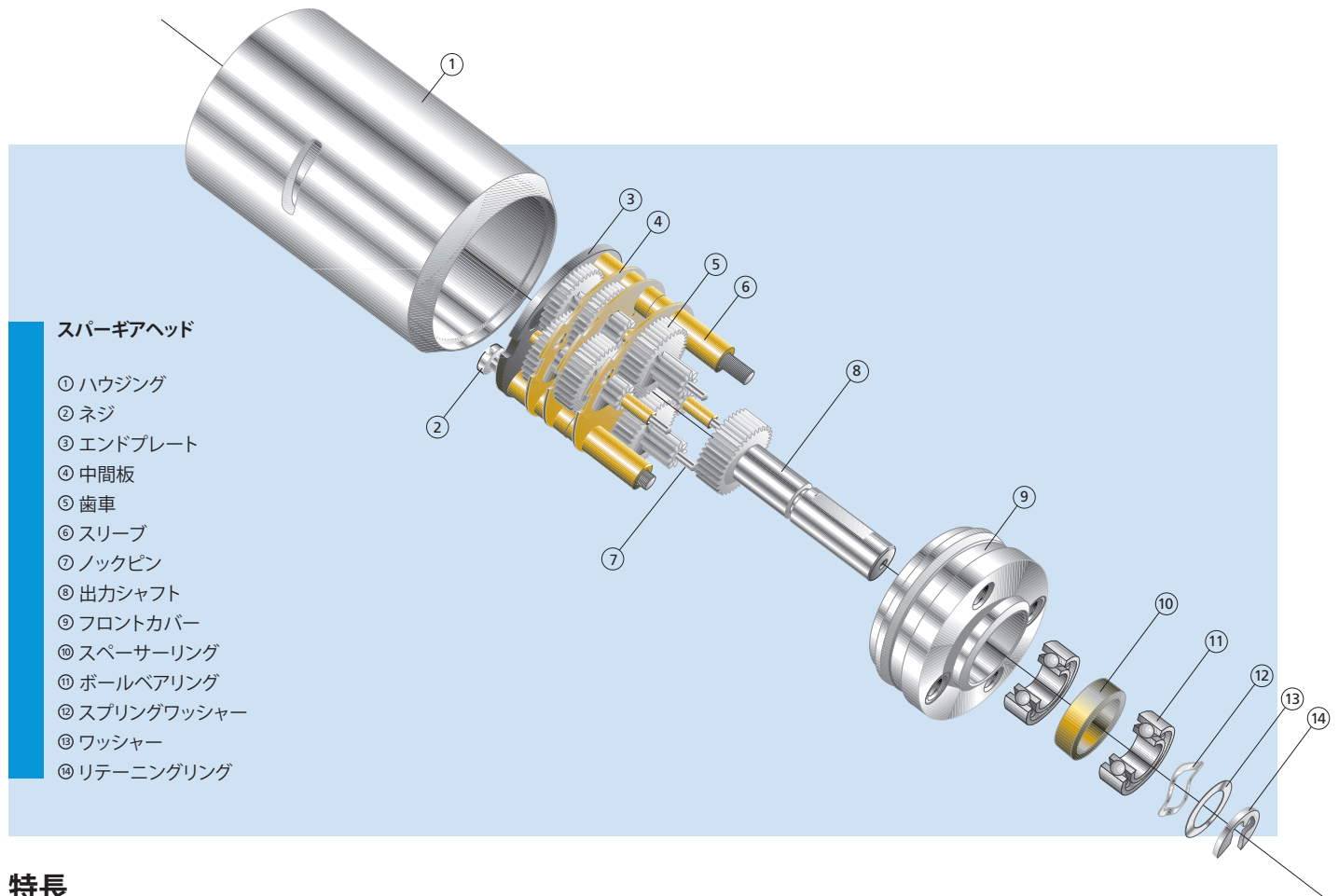
26	外径 [mm]
A	バージョン
64:1	減速比



26A 64:1

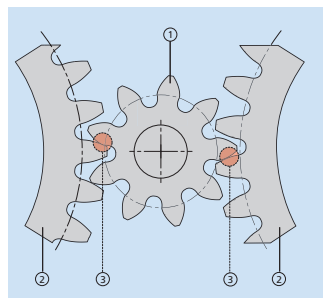
精密ギアヘッド

スパーギアヘッド



特長

ファウルハーバー DC マイクロモータに適する高品質な平ギアヘッドが数多く用意されています。オール金属製またはプラスチック製の入力ステージ・ギアトレンは極めて静かな運転をします。このギアヘッドの精密な構造により、モータの消費電流はごく僅かで、高効率をもたらしています。ギアヘッドはスリーブを介してモータに搭載され、隙間のないインライン・フィットを提供します。ファウルハーバーの平ギアヘッドは、高精度、低トルクおよび低ノイズでの用途に理想的です。



ゼロ・バックラッシュ・スパーギアヘッド

- ① モータピニオン
- ② デュアルパス歯車の入力段
- ③ 負荷を与えゼロバックラッシュにした噛み合わせ

ファウルハーバーはゼロ・バックラッシュの平ギアヘッドをスペシャル・バージョンで提供します。これらギアヘッドは全金属製のデュアルパス・スパーギアトレンになっています。個々のギア・パスが逆回転し、モータ・ピニオンにプリロードを与えることで、真のゼロ・バックラッシュ動作が得られます。これは高分解能で

適度なトルクによる位置決め作業に理想的です。ゼロ・バックラッシュ・ギアヘッドは、工場でプリロードされた状態でのみ出荷されます。

利点

- 減速比のバリエーションが豊富（高い減速比にも対応）
- ゼロ・バックラッシュタイプのギアヘッドが入手可能
- 多種類のシャフト・ベアリング（焼結スリーブ・ベアリング、セラミック・ベアリング、ボール・ベアリングを含む）が使用可能

製品コード番号



22 外径 [mm]
15 バージョン
377:1 減速比

22/5 377:1

プラネタリーギアヘッド

GPT 遊星ギアヘッドは、コンパクトな寸法でありながら、高トルクかつ高い入力速度を実現します。向上した効率と均一に分散される幅広い減速比により、モータのパワーを最大限に引き出します。

ギアトレーンは、断続的および急激な加重変化に耐える堅牢さを備えています。これらのギアヘッドは、径のサイズに応じて、断続サイクルでの動作時に、最大20,000min⁻¹の入力回転数または最大25Nmの出力トルクを維持できます。GPT 製品シリーズは、低バックラッシュ特性により、正確な位置決めを要するアプリケーションにも適しています。

これらのギアヘッドは、広範囲なDCモータまたはブラシレスモータと組み合わせることができ、さまざまなシャフト形状を準備しているため、多くのアプリケーションに適合します。検査、組み立て、リハビリ、または外骨格などの多様なロボットに理想的であり、製造やラボにおける自動化、包装機、計測およびテスト機器、半導体処理などにも適しています。

製品シリーズ

22GPT	32GPT
42GPT	

特長

ギアヘッド径	22 ... 42 mm
材質	ステンレススチール
連続トルク	0,45 ... 18 Nm
連続入力速度	最大 15.000 min ⁻¹
断続トルク	0,6 ... 25 Nm
断続入力速度	最大 20.000 min ⁻¹
ラジアル荷重	最大 390 N
減速比	3:1 最大 1294:1



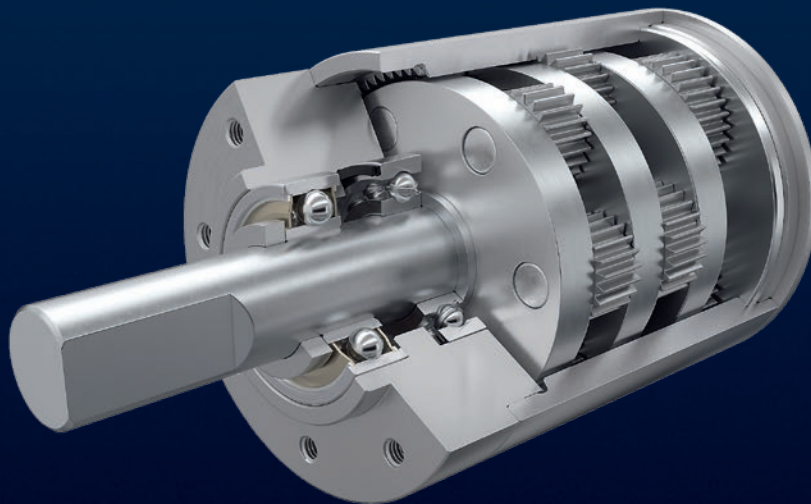
製品コード番号

22	ギアヘッド径
GPT	シリーズ
89:1	減速比
KS1	標準オプション

FAULHABER GPT

本シリーズの特長

- コンパクトな長さ
- 高い連続トルク
- 断続および衝撃サイクルに対して極めて堅牢
- 高い断続速度: 20.000 min⁻¹
- ガタ付き抑え機構
- 幅広い減速比
- 多様なモータの組み合わせ
- 豊富な標準オプション



精密ギアヘッド

技術情報

全般的情報

FAULHABER GPT 金属遊星ギアヘッドシリーズはコンパクトな寸法で高いトルクが得られるよう設計されています。大きな入力速度に対応し、ロボット工学、産業機械、研究設備など幅広い用途に適しています。GPT シリーズは FAULHABER の DC マイクロモータやブラシレス DC サーボモータの最大出力に対応するよう設計されています。高トルク性能に加え、GPT シリーズはその低バックラッシュ特性から、位置決め用途にも適しています。

GPT シリーズは、連続運転のパフォーマンスを最適化できることに加え、断続サイクルでの突発的な強いトルクや大きな速度変動に耐えるようにも設計されています。均一に配分された数多くの減速比が利用可能で、用途に必要なさまざまなトルクまたは速度の動作ポイントに最適な構成を選択することができます。

さまざまな周囲条件に合わせ、各種シャフト構成を通じてより早く、よりスムーズにアプリケーションに統合できるよう、幅広いオプションが用意されています。

GPT シリーズの主な利点は次のとおりです：

- 短くてコンパクト
- 高トルクと高い入力速度
- 高い断続・突発トルクに耐える高い堅牢性
- 幅広い減速比
- 最小限のバックラッシュ
- 高効率
- さまざまなシャフト構成
- 多様なモータの組み合わせ

耐用期間

ギアヘッドとモータの組み合わせの動作寿命は次の要因で決まります：

- 入力速度と出力トルク、その結果としての出力パワー
- モータ動作温度
- 運転モード（連続、断続、突発）とデューティ・サイクル
- 出力シャフト負荷（ラジアル荷重またはアキシャル荷重）
- 温度、埃などの動作条件や環境条件
- 環境や他のシステムへの統合性

どのアプリケーションでも数多くのパラメータが存在するため、特性のギアヘッドまたはモータとギアヘッドの組合せから、期待できる寿命時間を算出することはほとんど不可能です。標準のギアヘッドにはボールベアリングや異なる潤滑剤など多くのオプションがあり、寿命時間を延ばすことができる可能性があります。

ベアリング - 潤滑

ギアヘッドにはさまざまな負荷条件に対応するために、各種ベアリングを取り揃えています。過剰な電流消費を避けるため、ボールベアリングはスプリングワッシャでプリロードされています。

軸方向シャフト負荷がデータ・シートで規定された力よりも高い場合は、ボールベアリングにかけられたプリロードが相殺されることになります。

すべてのベアリングは恒久的に潤滑されています。再潤滑は不要であり、推奨されません。指定外潤滑剤をギアヘッドまたはモータおよび周囲へ使用すると、機能および期待寿命が損なわれる可能性があります。

減速ギアの標準的な潤滑では、無負荷の状態で最少の消費電流で、最適な性能寿命となります。高温環境および真空中で駆動するには特殊潤滑されたギアヘッドが使用できます。

動作限度

早期の損傷を避け、長くお使いいただくために、ギアヘッドは次の範囲内で使用するようにしてください：

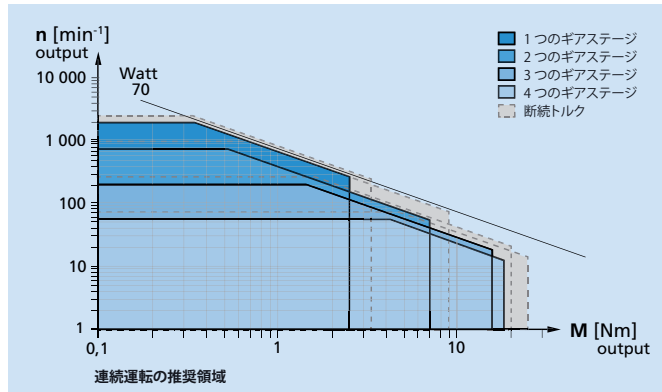
- 最大出力トルク
- 最大入力速度
- 最大出力パワー

22°C環境				
ギア・ステージの数		1	2	2
減速比(近似値) ¹⁾		3:1 3,6:1 4,5:1 6,6:1	9:1	11:1 14:1 16:1 20:1 24:1 30:1 44:1
連続運転トルク	Nm	0,45	0,8	0,8
断続運転トルク	Nm	0,6	1,1	1,1
最大トルク	Nm	1	2,5	2,5
最大連続入力速度	min ⁻¹	9 000	10 000	12 000
最大断続入力速度	min ⁻¹	11 000	12 000	15 000
最大連続出力速度	W	21	12	12
最大断続出力速度	W	30	18	18
効率(最大)	%	92	84	83

重要なこととして、最大出力トルクと最大入力速度は同時には実現できない、という点に留意してください。そのような状態でギアヘッドを運転すると、動力伝達過程で過剰な熱分散が起こり、耐用期間が大きく短縮されます。それを抑止するため、データシートには相対的な最大出力パワーも示してあります。

速度、トルク、およびパワーの限界値は、運転モード（連続運転または断続運転）により異なります。断続運転としては、オンタイムが 20% のデューティ・サイクルを想定しています。

下記のグラフは、連続運転および断続運転時に推奨される操作範囲の限界値を示しています。このグラフは出力速度に対する出力トルクを示すもので、両方に対数目盛が使われています。



限界値はギアステージの段数によっても変化します。また、データシートで表されるように減速比によっても異なり、ギアステージの数毎に減速比に基づいた性能が記載されています。

これらの限界値は、ギアヘッドの周囲温度が約 22°C であるという想定のみで定められています。ギアヘッドに影響を与えるその他の外部要因は考慮されていません。環境条件、システム用途での統合の影響、およびモータ温度などのモータ挙動は、最大動作限界値を定める際に考慮されていません。

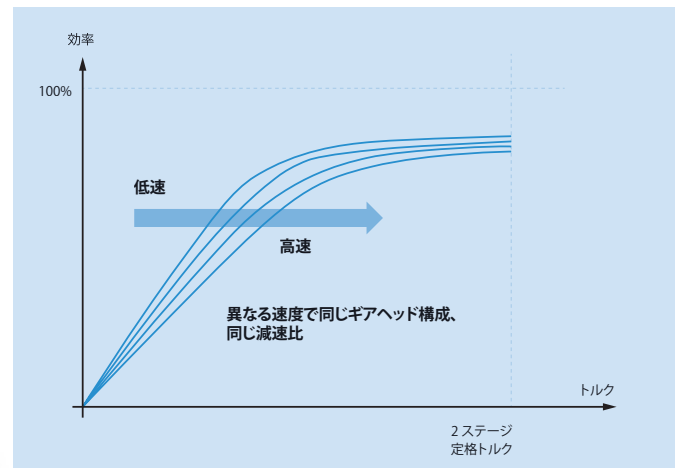
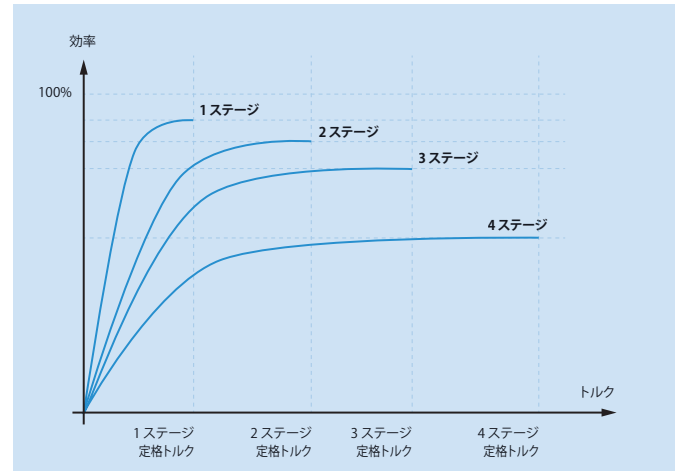
効率

データシートでは、ステージの段数や減速比などの構成に基づいてギアヘッドの最大効率が示されています。その効率値は連続運転モードのみを想定しています。

最大効率的な減速比	vv	30	10	10
効率(最大)	%	92	84	82
ギアヘッドの構成	mm?	75	30	50

その最大効率は、特定の速度および特定のトルクにおいて実現します。それはまた、ギアヘッド構成および減速比にも依存します。

特定の構成毎に、ギアヘッドの効率は速度とトルクによって異なります。次のグラフで、ギアヘッド効率の典型的な変動を示します。



優れた効率を実現するには、ギアヘッドを定格トルクの 30% 以上のトルクレベルで使用するのが理想的です。優れた効率を確保するうえで最も重要なのはトルクです。速度も効率に影響しますがその比率はわずかです。高効率を得るためには、低トルクおよび高い入力回転数で使用しないことです。

モータ電流消費に加え、効率の影響は、ギアヘッド内部の熱分散に関連してきます。また、モータによって伝達される入力電力にも依存します。そのような熱分散は、ギアヘッド温度を上昇させ、時間経過とともに潤滑剤を劣化させ、製品寿命にも影響を及ぼします。

精密ギアヘッド

技術情報

モータの組み合わせ

GPT ギアヘッドシリーズは DC モータ、2 極および 4 極のブラシレスモータと組み合わせることができ、また一番小さな直径サイズ (GPT22) の物はステッピングモータにも組み合わせることができます。このギアヘッドシリーズは各種 FAULHABER モータシリーズのトルクおよび速度範囲で活用できるように最適化されています。

モータとの組み合わせは工場で行われます。モータとギアヘッドの組み合わせは工場のライン以外で行うことはできません。

モータと GPT ギアヘッドシリーズの組合せを検討する際、モータの平常温度が上昇し過ぎないように、十分な性能を備えたモータを選んでください。そのような高温により生じる余分な熱がギアヘッドに伝わり、潤滑剤の早期劣化を引き起こし、組合せユニットの製品寿命にも影響を及ぼす恐れがあります。

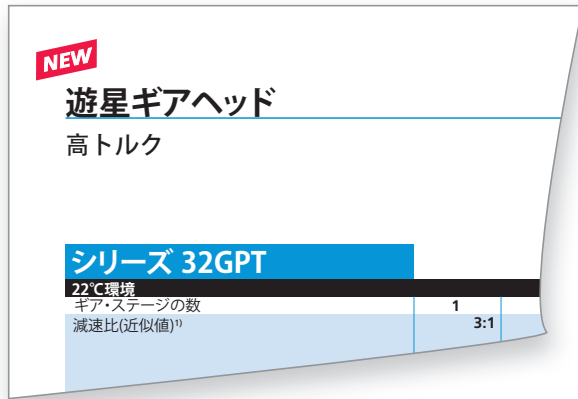
耐用期間を長くするために、一般的なガイドラインとして駆動中のモータ温度が安定状態で 60°C から 70°C を超えないようにすることです。そのくらいのモータ温度であればギアヘッド内で潤滑油が通常よりも早く劣化してしまうことはありません。

カスタマイズと標準オプション

GPT ギアヘッドシリーズは数多くの標準オプションとカスタマイズが用意されています。特殊な環境条件のある特定のアプリケーションに関連する特別な要件に適合するオプション、アプリケーションシステムに製品を統合しやすくなるオプションや、特定の用途に関して特別な性能パラメータを拡張するオプションもあります。

その製品オプションは以下のことです：

- 出力シャフトの形状と寸法
 - 特定の温度範囲や真空状態など特殊な環境条件
 - アプリケーション内に組み合わせユニットを統合する際の異なるモータケーブルやターミナルへの適応
 - 出力シャフトに接続される出力負荷に関連するその他の要件
- ほとんどのオプションでは、ベース製品にカスタマイズを施すため、結果として性能や特性において標準バージョンとの差異が生じます。オプションを選択する際はこれを考慮頂き、販売担当者へお問合せ下さい。



技術資料での注意点

規定されていない寸法公差

公差はISO2768に準拠しております。

≤ 6	= ± 0,1 mm
≤ 30	= ± 0,2 mm
≤ 120	= ± 0,3 mm

減速比

記載された比率は定格値のみであり、それぞれのギアヘッドでの正確な比率は計算によって求めることができます。

出力トルク

連続運転: 連続トルクは出力シャフトに加えることができる最大負荷トルクを示しており、この値を超えると寿命が短くなります。

断続運転: 断続トルク値は、短時間であれば使用できます。この値は短い間隔で使うべきもので、連続デューティ・サイクルの20%を超えてはなりません。

最大トルク: この最大トルク値は、出力シャフトに突発的に過大な負荷が掛かった際に、対応できる絶対的な最大トルクを示しております。このようなピークトルクは周期的かつ連続的なモードでは発生しません。このパラメータは負荷を駆動させる寸法制約としての使用を意図していません。ギアヘッド出力は、耐用年数に関係なく、動作中に数百から数千回の非反復スキームでこのようなトルク値をサポートできます。

入力速度

連続運転: 連続運転時に目安となる推奨最大入力速度です。ギアヘッド自体はより高速で運転することが可能です。しかしながら、連続運転かつ長寿命を要するアプリケーションにおいて、最適な寿命性能を得るためには、推奨された速度にしなければなりません。

断続運転: 断続入力速度は短時間であれば適用可能です。短い間隔での使用において、連続的デューティサイクルは20%を超えないようにしなければなりません。断続の最大回転数より高い入力速度でギアヘッドを駆動させた場合、寿命時間が著しく短縮され、場合によっては急停止による早期損傷を起こす恐れがあります。

出力パワー

連続運転: 連続運転時に目安となる推奨最大パワーです。ギアヘッド自体は瞬間的により高出力で動作させることは可能です。しかしながら、連続運転かつ長寿命を要するアプリケーションにおいて、最適な寿命性能を得るためには推奨される連続出力パワーにしなければなりません。

断続運転: 断続出力パワー値は短時間であれば適用してかまいません。短い間隔での使用において、連続的デューティサイクルは20%を超えないようにしなければなりません。断続出力パワーより大きなパワーで駆動させた場合、寿命時間が著しく短縮される恐れがあります。

効率

最大効率は連続運転モードを指します。その値はステージの数に応じて変化し、減速比にも左右される可能性があります。ギアヘッド効率は速度とトルクの動作点に応じて変化します。定格トルクの30%を下回る低トルク値について、効率は著しく低下する可能性があります。効率は速度に応じてわずかに変化しますが、最高回転数ではわずかに低下します。

入力慣性

最大入力慣性は、通常高出力での用途向けギアトレイン特有の加速を確保するために必要なトルクを判断する際に使用することができます。その慣性値はモータピニオンを含むモータ出力シャフトでのギアトレイン入力に示されています。その値ギアヘッドはギアトレイン構成 (例: サテライトギアの数)、ステージの番号、ひいては減速比によっても異なります。報告された値はギアトレインの各種可能な構成を考慮した最大のものです。

精密ギアヘッド

技術情報

ねじり剛性

ねじり剛性は出力シャフトを含むギアトレイン全体の角剛性を表しています。このパラメータはギアヘッド入力が入力されている場合、出力シャフトを1度ねじるのに必要な出力トルクについて報告しています。この値はいくつかのサンプルで測定された代表値になります。

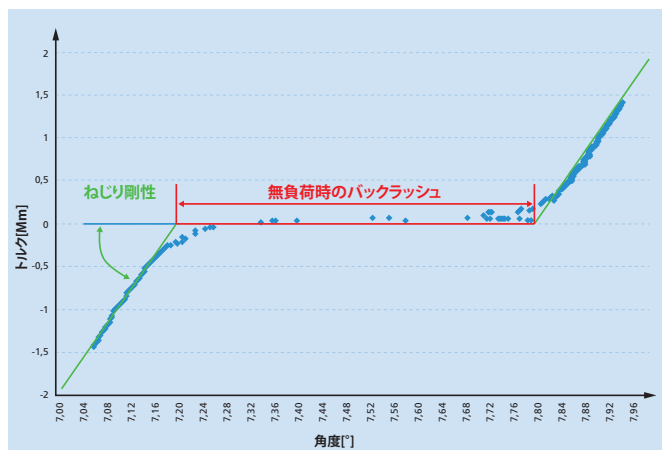
バックラッシュ:

バックラッシュ: バックラッシュとは、ピッチ円上で歯の間隔が噛み合う歯の幅より大きくなる量で決まるものです。バックラッシュはシステムの弾性またはねじれ剛性と混同してはなりません。

一般的にバックラッシュは、ギアとギアの歯の両側が同時に接触したときの引っ掛かりを防ぐことです。僅かにバックラッシュがあるほうが、潤滑用のすき間を確保し、ギア部品どうしの熱膨脹差を吸収するためには望ましいことです。バックラッシュの測定は最終ギアトレイン・ステージの出力シャフトで行います。

バックラッシュは、ギアヘッド入力が入力されていて無負荷のギアヘッド出力シャフトを回転させる際のギアトレイン全体の角の遊びを表しています。その角の遊びでは、トルクをかけずに出力軸の時計回りと反時計回り両方の終了位置間の角度を考慮します。この報告された値は通常複数のサンプルで測定されています。

負荷時のバックラッシュ: 2つの角度位置間での負荷時のバックラッシュは、それぞれの位置に対してCW (時計回り) およびCCW (反時計回り) 方向でのトルク負荷によって異なります。そのバックラッシュは、無負荷時のバックラッシュと、2つの負荷位置のトルク値に左右されるねじり剛性の寄与率の合計で、以下のグラフに示されています。



軸負荷

径方向負荷: 最大出力シャフト負荷は (出力シャフトが回転している場合の) 最大動的負荷を示していて、出力フランジから特定の距離で半径方向に適用することができ、ギアヘッドボール・ベアリングシステムは耐用期間に影響を及ぼすことなく対応することができます。径方向負荷が別の距離で適用される場合、この値を適切に推定してください。

軸方向負荷: 最大軸方向負荷は (出力シャフトが回転している場合の) 最大動的負荷で、シャフトがギアヘッドの内側にプレスされていればベアリングシステムが通常よりも早く損傷すること、耐用期間に影響を及ぼすことはありません。

軸の圧入力

圧入力はプーリーやピニオンなどのカップリングエレメントを取り付けるためにギアヘッド出力シャフトに対して軸方向にかけられる最大静的力です。これはギアトレインが停止して回転していない状態での静的耐力です。この耐力はアプリケーション内で使用する際のギアヘッドの動作条件ではありませんので注意してください。

軸の遊び

径方向: 径方向の遊びはフロントフランジからの特定の距離で測定する際に出力シャフトが径方向に動く最大クリアランスです。その径方向の遊びの測定は軸沿いの測定位置および測定に使用される力によって異なります。径方向の遊び値はデータシートで報告されている最大力が最大径方向負荷を超えないと仮定しています。

軸方向遊び: ギアヘッド出力シャフトの軸方向遊びはギアヘッドの内側に向けてシャフトを押し込む際にギアヘッド出力シャフトが軸方向に動く最大距離です。その軸方向遊び値はボールベアリングシステムおよび関連する予圧設計によって異なります。軸方向遊び値はデータシートで報告されている最大軸方向負荷力を超えないと仮定しています。シャフトをギアヘッドから軸方向に引き出す際は、ベアリングの予圧設計に応じた引く方向の遊びのような、ボール・ベアリングがつぶれないための最小限の遊びが必要です。

動作温度範囲

標準の範囲はデータ・シートに示されています。耐用期間は特に70°C以上の高温時の動作温度にも影響を受けます。

これ以外の温度範囲に対応する特殊な使い方については、ご要望により対応いたします。

回転方向

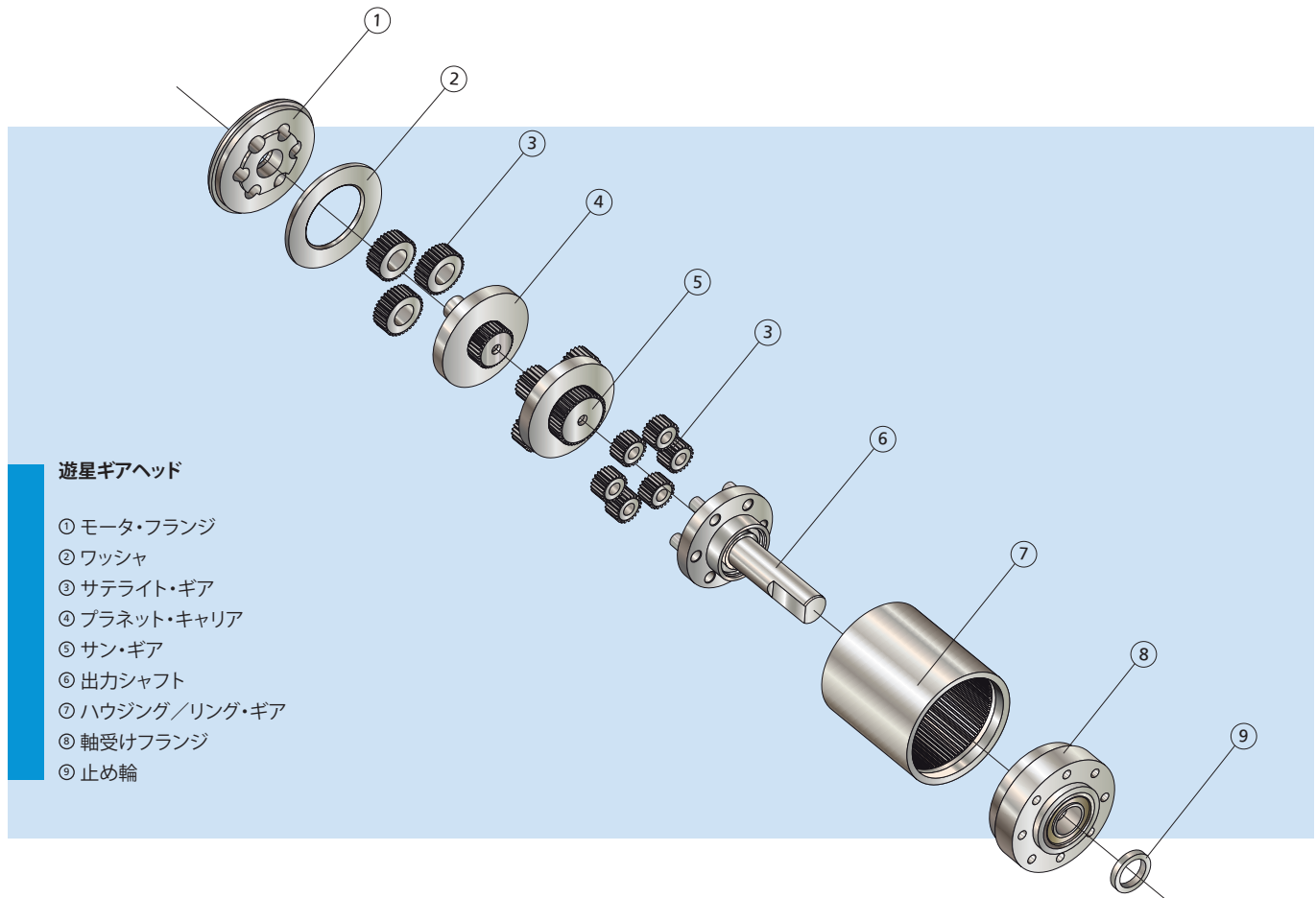
ギアヘッドはすべて時計回りおよび反時計回りに対応するように設計されています。表示はシャフト端部から見たときの回転方向を示しており、モータは時計回りに回転しています。

ボール・ベアリング

記載がない場合は、負荷および寿命性能は、ボール・ベアリング製造者の情報に従います。

長さ

データシートで報告されているモータなしの長さ L_2 は適用フランジを除くギアヘッド単独の長さです。モータありの長さ L_1 はモータ、カップリングフランジおよびギアヘッドを含む組み合わせの全長です。



リニアコンポーネント



リードスクリューとオプション

技術情報

リードスクリューのパラメータ

解像度(トラベル、ステップ)

ステッピングモータと組み合わせたリードスクリューが 10 μm の分解能での位置決めを実現することができます。

位置の分解能は、回転あたりのステップのピッチや数によって異なります。

$$P = \frac{P_h}{n}$$

P_h はリードスクリューのピッチ、 n はモータ 1 回転あたりのステップ数です。

ハーフステップやマイクロステップでモータを駆動すると、ある程度の解像度を向上します。分解能は、別のパラメータ:精度とのバランスをとらなければなりません。

精度

モータステップの角精度はパラメータの一つで、ナットとリードスクリューの間の軸方向の遊び、直線変位の影響と同じです。これはモータの種類(9種類のデータシートを参照)のフルステップ角の±3%から±10%の間でばらつきます。マイクロステップングでも同じです。ただし累積はしません。

軸方向の遊び

30 μm 程度までの軸の遊びは、このカタログで提供されているオプションのナットを使用して測定しております。但し、アプリケーションの設計にプリロードシステムを実装する事により、軸方向の遊びを無くす事が可能です。(スプリング機構付の場合)

リードスクリューとモータハウジングとの間の“ゼロ”の軸方向の遊びは、モータのボールベアリングのプリロードによって保証されております。リードスクリュー上のアキシャル荷重がボールベアリングプリロードを超えた場合には、軸方向の遊びは0.2mm まで発生します。

またこれはモータに損傷を与えない事を表します。この制限はリードスクリューのデータシートの力対速度曲線の平坦な部分に変換されます。これは軸上を引かれている場合のみに発生します。ご要望に応じて、この制限を変更するカスタマイズも対応致します。

モータに対する不可逆的な損傷を回避するために、最大軸受荷重は、モータに取り付けられたリードスクリューで生成できる最大押し付け力以内に収まるようにしてください。

リード・スクリュー

位置決め制御用リニアアクチュエータ

シリーズ M1,2 x 0,25 x L1

オーダー情報	L1 (mm) =
オーダーコード(ベアリングチップ無し)	
オーダーコード(軸受チップ付き)	
呼び径	
ピッチ	

バック運転

ネジの軸方向に荷重を加えてモータを動かすことはできません。直径とピッチ比がそれを許可していません。

推力対速度曲線

線形システムが提供できる推力は、選択したスクリューとステッピングモータの種類によって異なります。各ソリューションのトルク対速度の曲線は、このカタログに記載されています。これらの曲線では、すでに計算においてモータトルクの 40% の安全率と従来のリードスクリューの効率性を考慮してあります。

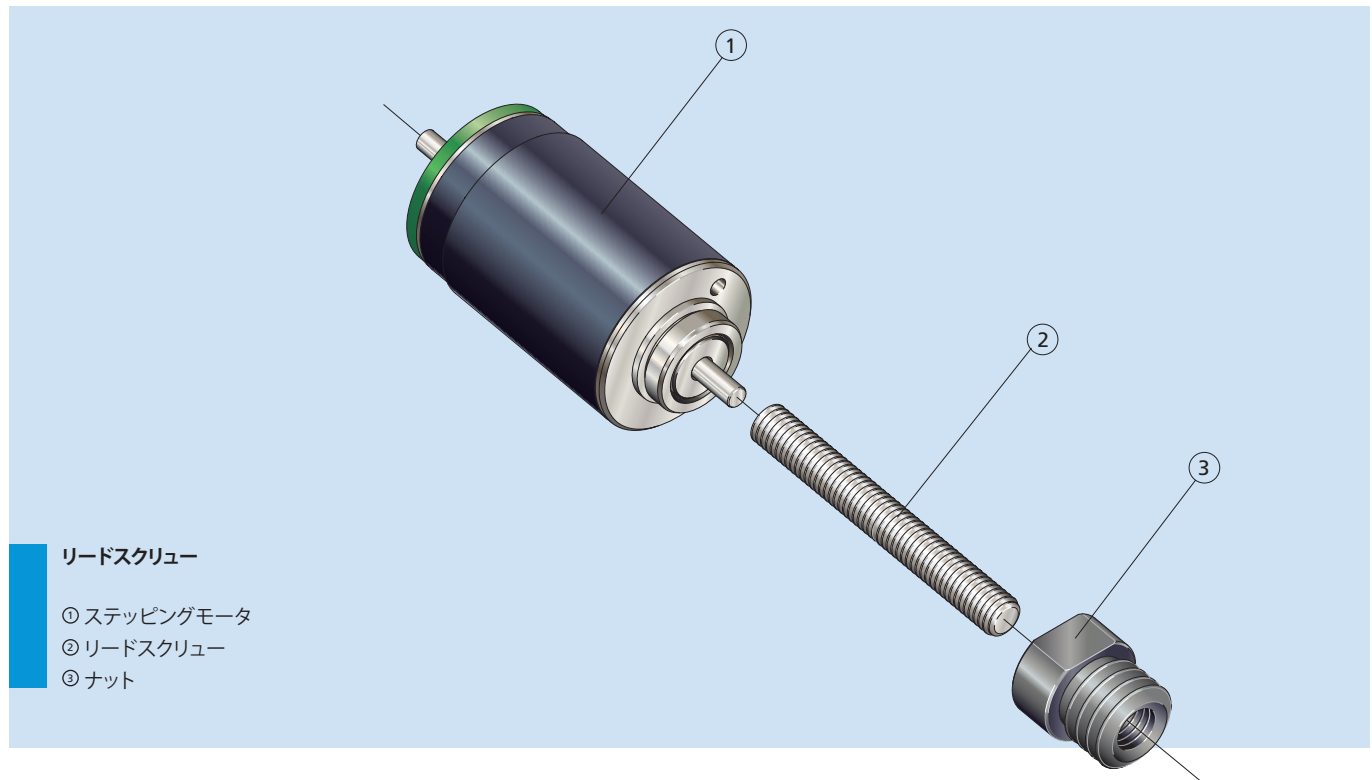
ベアリング用チップ

アプリケーションではラジアル荷重のみ、リードスクリューでは軸方向荷重のみを処理します。そうでない場合にはラジアル荷重を処理する為に前端部にベアリングに適したリードスクリューを選択する事ができます。この構成では軸方向推力が劣化しないようにモータとベアリングの配置に十分な注意が必要です。

ナット

このカタログでご紹介しているオプションのナットはフラット形状であり、適用部材での回転が防止されております。代替としてメトリックタップは容易に利用できるもので、タップホール加工してご使用される方法もございます。

リードスクリューとオプション



特長

ステッピングモータは回転させるだけでなく、様々な用途にご使用頂けます。リードスクリューと組み合わせるとステッピングモータの利点を生かして高精度のリニア位置決めシステムとしてご利用頂けます。(オープンループ制御, 長寿命, 高トルク密度等)

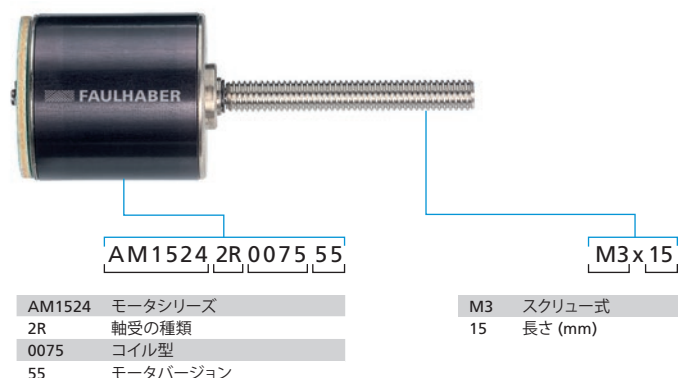
ステッピングモータで利用可能なリードスクリューはすべてメートル寸法(M1.2~M3)であり、ステッピングモータとの組立専用設計されています。スレッド加工技術が超高精度ならびに一貫した品質を保証します。在庫品から標準長さを豊富に選ぶ事もでき、またカスタマイズにも応じます。

このような組み合わせは、正確な直線運動を必要とするレンズの調整(ズーム、フォーカス)、顕微鏡のステージや医療注射器など、多くのアプリケーションに最適です。

利点

- エンコーダ無しで効果的な位置決めが可能
- 高精度
- 広範囲なリードスクリューが可能
- 標準品は短納期対応が可能
- 任意のナットとボールベアリングが選択できる柔軟性
- 長さのカスタマイズも可能

製品コード番号



Notes



エンコーダ



エンコーダ

技術情報

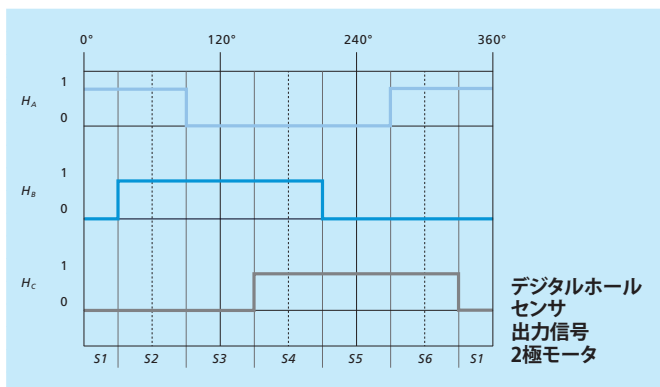
全般

ファウルハーバー社製モータに搭載するセンサとエンコーダはオプションが幅広く、速度制御から高精度ポジショニングに至る広範囲の運転用途に広くお使いいただけます。

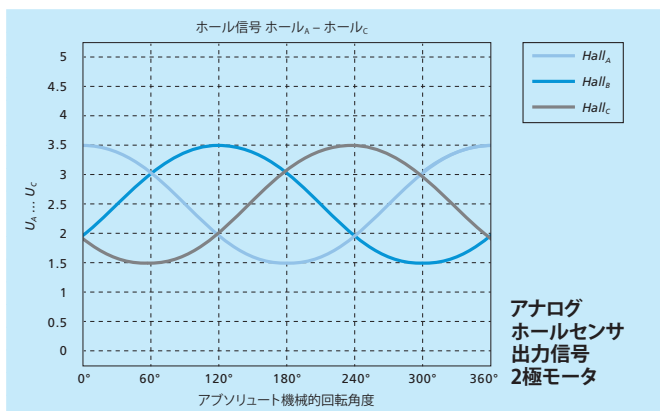
センサとエンコーダ

ファウルハーバー社製モータは、センサとエンコーダを組み合わせご利用いただけます。一般的にエンコーダは、速度や位置制御に使用される角度測定のためのセンサです。

センサという用語については、モータ回路基板に直接取り付けられているファウルハーバーブラシレスDCモータの中のデジタルおよびアナログのホールセンサのことを指します。デジタルホールセンサは、主としてブラシレスDCモータの整流や単純な速度制御に用いられます。殆ど全てのファウルハーバーブラシレスDCモータは、一体型デジタルホールセンサを標準装備しています。



更に、アナログホールセンサは通常はオプションとしてご利用いただけるものです。



高分解能であるため、アナログホールセンサは高精度な速度制御や位置制御にも使用でき、エンコーダのコスト削減、軽量化と小型化を可能にします。アナログホールセンサのオプションは、モータのデータシート中の「オプション、ケーブル、接続情報」でご覧ください。このオプションを選択すると、エンコーダが不要になります。スペースとコストが節約され、アナログホールセンサは、ブラシレスDCモータでのほとんどのポジショニング用途において最善の解決策を提供してくれます。このオプションを選択する場合、アナログホール信号専用設計されたファウルハーバーコントローラとセンサを併用していただくことをお勧めいたします。

機能性

測定原理

ファウルハーバセンサおよびエンコーダは、磁気式または光学式の測定原理に基づいて作動します。

磁気式エンコーダは、特に、ダスト、湿度および温度や機械的衝撃の影響を受けません。磁気式エンコーダの中で、センサは磁場の変化を判定する為に使用されます。磁性体の動きによって磁場が変化します。これが、モータシャフトに測定用として固定された追加のセンサマグネットやモータのマグネットとなります。一般的に、エンコーダに対して、追加のセンサマグネットが必要となります。

統合されたデジタルもしくはアナログホールセンサの場合、モータの中のロータマグネットの動作は直接測定が可能です。一般的に、統合されたホールセンサでは、追加のセンサマグネットは必要ありません。

光学式エンコーダは、非常に高いポジショニング精度と再現性、更に、高精度の測定エレメントによる極めて高い信号品質を特徴としています。更に、磁気干渉の影響を受けません。光学式エンコーダの中で、測定エレメントを内蔵したコードディスクはモータのシャフトに取り付けられて使用されます。反射型および透過型光学式エンコーダとの間で識別が行われます。反射型エンコーダの場合、LEDからの光は、反射表面によってコードディスクに反射され、フォトディテクタが回収します。LED、フォトディテクタおよび電子機器を同じ回路基板や同じチップ上にも装着されるため、反射型光学式エンコーダは特に小型化されています。ファウルハーバーが反射型光学式エンコーダをメインに使用する理由がここにあるのです。光透過型エンコーダの場合、LEDからの光はコードディスクの中のスリットを通過し、コードディスクの反対側にあるフォトディテクタによって収集されます(透過光処理)。

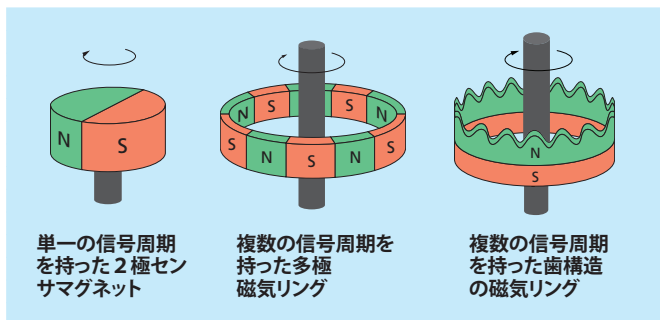
エンコーダ

技術情報

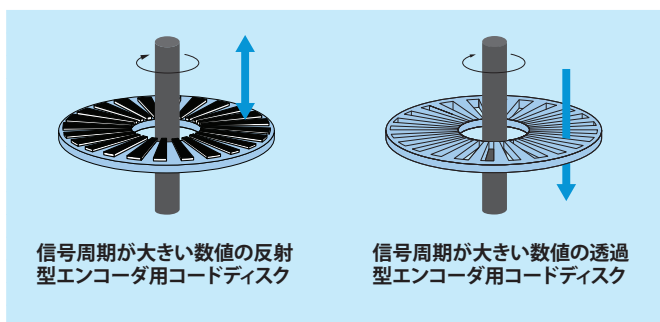
移動素子

測定原理と寸法上の制約に応じて、異なる移動素子が様々な種類のファウルハーバーエンコーダに適用されます。移動素子はエンコーダの精度と分解能に大きな影響を及ぼします。一般的に、移動素子の物理的（ネイティブ）分解能が高ければ高いほど、全体としてエンコーダの分解能と精度は高くなります。

磁気式エンコーダでは、シンプルな2極センサマグネットと磁気リングが使用されます。磁気リングは、特殊な歯構造や標的着磁を使って1回転当たりいくつかの信号周期を発生させます。信号周期の数は、磁気リングの物理的分解能に対応しています。



光学式エンコーダでは、コードディスク形状の移動素子が使用されています。反射型エンコーダの場合、光を交互に反射したり吸収したりする一連の表面で構成されています。透過型エンコーダの場合、コードディスクは一連のバーとスリットで構成されています。反射表面やスリットの数は、物理的分解能に対応しています。一般的に、光学式エンコーダは、磁気式エンコーダよりも極めて高いネイティブ分解能があります。



信号処理と補間

信号収集用センサに加えて、ファウルハーバーエンコーダは更に信号処理の為に電子部品を内蔵しています。センサからの信号を処理し、エンコーダの標準化された出力信号を発生させます。多くのケースでは、信号は補間され、単一の物理的に測定した信号周期を補間することによって複数の信号周期が発生します。このようにして測定の物理的分解能を何倍にも増加させることができます。

エンコーダの特性に関する特長

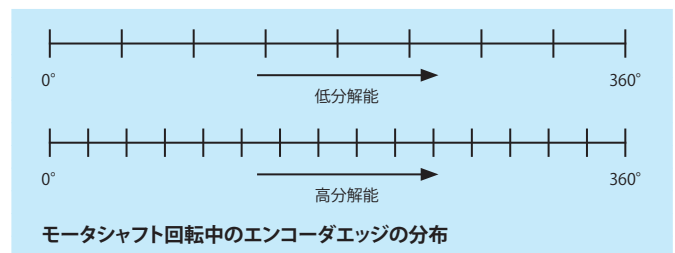
エンコーダの品質は、分解能と精度によって決まります。

分解能

分解能とは、エンコーダが1回転以内に発生し得るエッジまたはステップの数のことです。分解能は、移動素子の物理的分解能と電子機器を介した物理信号の補間で決まります。モータの1回転当たりで得られる情報が大量な為、高分解能はドライブシステムに様々な利点をもたらします：

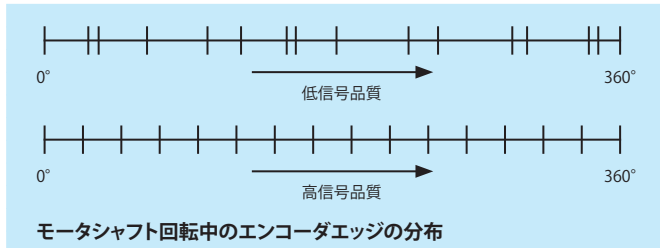
- 速度制御がスムーズで騒音が少ない
- 低速での運転

モータを位置決め用としてのダイレクトドライブや非常に低速で駆動させる場合には、4000エッジもしくはステップを超える高い分解能が求められます。



精度

分解能とは別に、精度も大切な役割を持ちます。精度は、移動素子の物理的分解能、および製造される移動素子やエンコーダの精度のみならずドライブシステム全体の精度によって決まります。エンコーダに高い精度があれば、常に信号を同じ間隔で各モータの回転に対して送ることが可能となり、結果として高い信号品質が実現します。



ファウルハーバーエンコーダの信号品質の関する最も重要なパラメータは、位相シフトの許容範囲 ($\Delta \varphi$) です。位相シフトの許容範囲が低いと、エンコーダは均一の信号を送ります。ファウルハーバー磁気式エンコーダに、約 45° の位相シフト許容範囲の高い信号品質がある一方、ファウルハーバー光学式エンコーダは、約 20° の位相シフト許容範囲の特に高い信号品質が実現できます。一般的に、光学式エンコーダは磁気式エンコーダよりも高精度です。

位相シフトの許容範囲の計算に関する詳細は、「位相シフト」の見出しの「技術資料の注意点」の章を参照ください。

高精度または高信号品質はドライブシステムに多くの利点をもたらします。:

- 位置の正確な判定が可能となり、高精度のポジショニングを実現します。
- 速度制御がスムーズで騒音が少ない

モータをダイレクトドライブとして使用し、正確なポジショニングが要求される場合、何にもまして高精度が求められます。

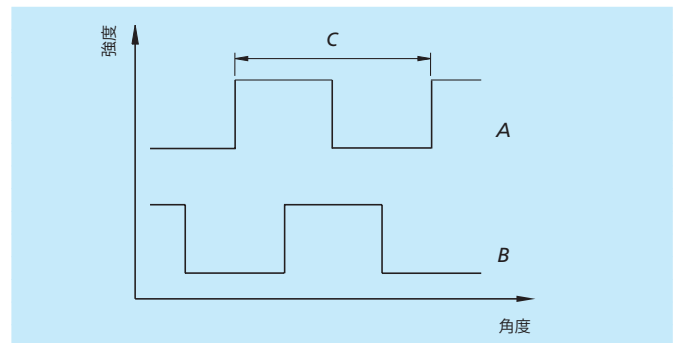
正確にドライブシステムをポジショニングする為には、高精度なエンコーダでは十分ではありません。モータシャフトの同心度の許容差など、ドライブシステム全体の公差を考慮に入れなければなりません。従って、ファウルハーバーエンコーダの精度および位相シフトの公差は、ファウルハーバーモータとの組み合わせで決まります。規定の位置精度と再現性は、ファウルハーバーモータとエンコーダの組み合わせがアプリケーションで実際に達成されるシステムの精度といえます。

出力信号

インクリメンタルエンコーダ

インクリメンタルエンコーダは、均一に分布した1回転当たり特定のパルス数を送信します。すべてのファウルハーバーインクリメンタルエンコーダには、AとBの最低2つのチャンネルがあります。両方のチャンネルから互いに 90° シフトされた矩形波信号、即ち、1/4サイクルのCが送られます。パルスのシフトによって、モータの回転方向が判定できます。

インクリメンタルエンコーダの最高角度分解能は、1回転当たりのパルス数で決まるのではなく、信号エッジの総数で決まります。少なくとも2チャンネルのエンコーダの場合、位相オフセットにより、チャンネルAもしくはチャンネルBの状態は 90° 毎に変化します。位置を判定する為に、エッジ、即ち、エンコーダチャンネルの状態変化を評価します。4つのエッジがパルスごとに発生するため、ファウルハーバーインクリメンタルエンコーダの分解能はそれらのパルス数の4倍になる為です。従って、1回転当たり10,000パルスのエンコーダは1回転当たり40,000エッジとなり、これは $360^\circ / 40,000 = 0.009^\circ$ という非常に高い角度分解能に匹敵します。



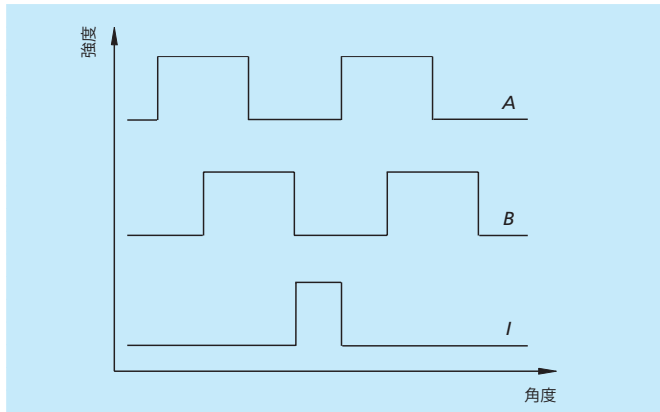
インクリメンタルエンコーダは絶対位置ではなく、相対位置を測定します。インクリメンタルエンコーダは、別の基準位置に対する相対的な位置を測定します。この目的の為に、モータ制御を介し2乗のカウンタを使ってエッジシーケンスに従い信号エッジを前方または後方にカウントする必要があります。電源が遮断されると、この位置の値は失われます。従って、試運転中または電源遮断後、ポジションカウンタを初期化させるために（ホーミング）、ポジショニングシステムは規定の基準位置に移動しなければなりません。基準位置の判定では、基準スイッチやリミットスイッチのような外部の追加センサが通常使用されます。

ハイレベルな精度で基準位置を判定する為に、ファウルハーバー3チャンネルエンコーダには、追加のインデックスチャンネルがあります。インデックスでは、1回転当たり1回の単一のインデックスパルスを発生します。外部の基準スイッチやリミットスイッチは、環境からの影響により比較的高い位置エラーを発生する可能性があります。これにもかかわらず、正確に基準位置を判定するために、インデックスパルスの最初の信号エッジの発生時まで、リミットスイッチの後にドライブシステムを戻すことができるようになっています。この時のこの位置を正確な基準位置として使用することができます。

インデックスパルスは、 90° の幅があり、常にチャンネルAとBの規定の状態で発生します。長い走行距離やエンコーダの複数の回転の場合、インデックスパルスを利用してカウントしたエッジ数を検証することもできます。

エンコーダ

技術情報



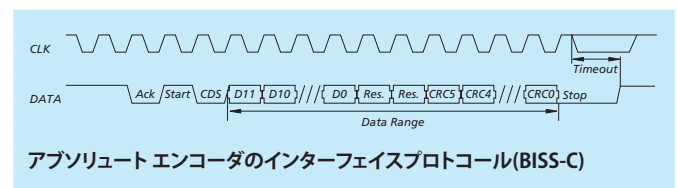
アブソリュート エンコーダ

インクリメンタルエンコーダとは異なり、アブソリュートエンコーダは相対位置ではなく、絶対位置を判定します。アブソリュートエンコーダのスイッチをオンにした後、モータシャフトの各位置に対する絶対値が得られます。アブソリュートエンコーダはシングルターンとマルチターンに区別されます。ファウルハーバー製のアブソリュートエンコーダは、シングルターンエンコーダです。シングルターンエンコーダの場合、モータシャフトの各位置は特定のリターン値に該当します。モータシャフトが完全な回転をした後、信号が繰り返されます。しかしながら、シングルターンエンコーダでは完了した回転数に対して絶対的な情報を提供することはできません。但し、1回転以上のポジショニングは依然として単一回転エンコーダの場合は可能です。インクリメンタルエンコーダの場合のように、モータ制御を介してカウンタを使用して回転数を前後にカウントして実行されます。モータ1回転以上の走行距離の場合、電源遮断後に基準点が必要です。モータ1回転以下の走行距離の場合、基準点は不要です。

シングルターンエンコーダとは異なり、マルチターンエンコーダも、追加のセンサと電子メモリ素子を使い、もしくはギヤヘッドを介して走行した回転数を捉えます。このように、複数回転エンコーダは、電子メモリ素子またはギヤヘッドが捉えることのできる規定の回転の最大量の範囲内のモータシャフトの複数の回転中、絶対値を提供します。回転の最大量を超えない場合、基準点は通常不要です。

ファウルハーバーブラシレスDCモータにオプションとして直接取り付けられたアナログホールセンサは、2極テクノロジー搭載のモータと組み合わせた場合、モータシャフトの1回転以内に絶対値を提供し、4極テクノロジー搭載のモータと組み合わせた場合、モータシャフトの半回転以内に絶対値を提供します。その為、アナログホールセンサを使用すると、モータシャフトの1回転または半回転以内のポジショニングでは基準点は不要です。

アブソリュートエンコーダの分解能は回転毎のステップ数で定義し、ビット数で規定します。アブソリュートエンコーダは、複数のビットからシリアルコードを発生します。ファウルハーバーアブソリュートエンコーダは、BISS-CプロトコルでSSIインターフェイスをサポートします。BISS-Cは、最大2MHzまでのクロックスピードとの通信をサポートします。ここで、絶対位置の値(DATA)は、コントローラが指定したサイクル(CLK)と同期して転送されます。

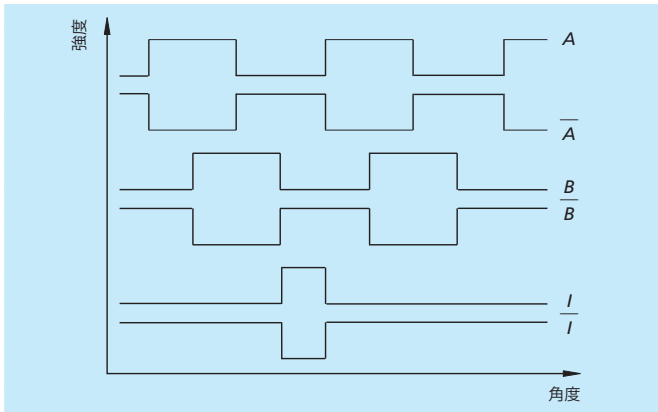


アブソリュート エンコーダのインターフェイスプロトコル(BISS-C)

ラインドライバ

一部のファウルハーバーエンコーダにはラインドライバが装備されています。ラインドライバにより、すべてのチャンネルに対して追加の差動信号が生成されます。そのため、3つのチャンネルを持つインクリメンタルエンコーダでは、A, B, I および $\bar{A}$, $\bar{B}$, $\bar{I}$ を利用できます。アブソリュートエンコーダを使用すると、CLKとDATAに加えて、逆シグナルの $\bar{CLK}$ および $\bar{DATA}$ を利用できます。従って信号送信中に電磁妨害は取り除かれます。特に、エンコーダ信号を5m以上の長い距離に亘って送信し、位置制御をしなければならない場合、ラインドライバのご使用をお勧めいたします。

制御側では、これらの差動信号は受信モジュールと再度組み合わせる必要があります。実際に達成可能なライン長は外周囲の条件や分析のタイプにより変わります。理想は、差動信号はツイストペアであること、そしてモータ相に対してシールドされていることです。それにより、ライン終端で組み合わせさせた干渉が、可能な限りエラーなしでデコードされるようになります。ライン長を伸ばすために、エンコーダ側のライン終端のエンコーダの供給電圧をバッファリングして、供給電圧を安定させるのもよいでしょう。さらに、特性インピーダンス (100~120 Ω) を持つライン終端装置も、ライン長の延伸に役立つ場合があります。これは特定の用途においてテストする必要があります。ファウルハーバーのラインドライバは、TIA-422と互換性があります。EIA-422やRS-422としても知られているTIA-422は、ケーブル方式の差動シリアルデータ転送の標準のインターフェイスです。



CMOSとTTL

ファウルハーバーエンコーダは、通常CMOSおよびTTL規格と互換性があります。このことは、「低」ロジックステートは一般的に0Vで、「高」ロジックステートは5Vを意味しています。コントローラ仕様書の中で示された公差を守っていただく必要があることにご注意ください。

包括的な解決策

多くのファウルハーバーエンコーダが、モータの既存の構造の中に高度に集積化されています。モータの中の解決策を統一することにより、軽量化、小型化およびコスト削減が実現します。

ブラシレスDCモータの場合、一体型デジタルおよびアナログホールセンサ、およびIEM3-1024とAESM-4096のエンコーダ等が挙げられます。モータの外側寸法は、これらの装置の影響を受けません。

ファウルハーバーSRシリーズのDCマイクロモータの場合、モータの長さが僅かに1.4~1.7mmほど大きい一体型エンコーダIE2-400、IE2-1024、IEH2-4096およびIEH3-4096が入手可能です。

フラットDCマイクロモータとの組み合わせでは、ファウルハーバーSR-Flatシリーズとして、モータ長さを僅かに2.3mm長くするだけの次の一体型エンコーダIE2-8 および IE2-16を入手していただけます。

エンコーダ

磁気エンコーダ 2 チャンネル デジタル出力
16~4096パルス／回転

シリーズ IEH2-4096

	IEH2	-16
1回転のパルス数	N	16
周波数範囲 ¹⁾	f	5
信号出力(矩形波)		2
供給電圧	U _{DD}	4.5
消費電流(標準) ²⁾		
出力電流 ³⁾		

技術データの説明

1回転のパルス数 (N)

各モータシャフトの回転の1チャンネル当たりのインクリメンタルエンコーダ出力で発生するパルス数を示しています。AとBのエンコーダチャンネルの位相オフセットを介して、1ライン当たり4つのエッジが得られます。従って、インクリメンタルエンコーダの回転数はパルス数の4倍となります。例えば、エンコーダに1回転当たり1,024のパルス数がある場合、分解能は1回転当たりエッジ数4,096となります。

回転毎のステップ数

回転毎のステップ数の値は、モータシャフト1回転当たりの位置値の数を示します。この値は、一般的にアブソリュートエンコーダで使用され、インクリメンタルエンコーダのエッジ数または回転数に相当します。

分解能

出力信号のバイナリビット数。アブソリュートエンコーダまたはインクリメンタルエンコーダの回転毎のステップ数は、ビット数2の分解能に相当します。

最大周波数範囲 (f)

エンコーダ周波数の最大値を示します。これは、低信号レベルと高信号レベル間でエンコーダ電子機器が切り替え可能な最大周波数です。エンコーダに関する最大達成可能運転速度 (n)は、この値とパルス数(N)から導き出すことが可能です。この周波数範囲と結果として生ずる速度を超えると、その結果は不正確なデータ伝送につながるもしくはエンコーダの早期故障を招く可能性があります。超高速用途の場合、相応に低いパルス数を選択する必要があります。

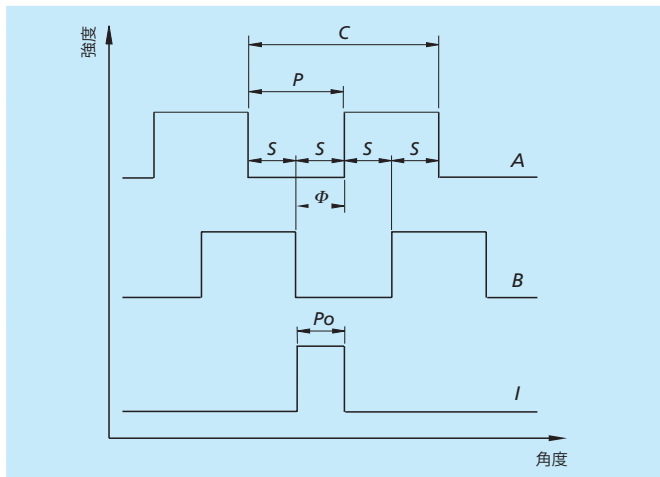
$$n = \frac{60 \cdot f}{N}$$

エンコーダ

技術情報

信号出力

インクリメンタルエンコーダの場合、矩形波信号を出力します。2チャンネルエンコーダには、AとBの2つのチャンネルがあります。3チャンネルエンコーダには、追加のインデックスチャンネルがあります。



アブソリュートエンコーダでは、デジタルワードが出力されます。ファウルハーバーエンコーダは、BISS-C プロトコルを使ったSSIインターフェイスを使用します。SSIは、シリアルデータ転送を介して絶対位置情報を入手できるアブソリュートエンコーダのインターフェイスです。

供給電圧(U_{DD})

エンコーダが適正に作動する為に必要な供給電圧を規定します。エンコーダの損傷を防止する為に、必ずこの範囲を守ってください。

消費電流(I_{DD})

ある特定の作動電圧におけるエンコーダの消費電流を示します。通常、代表的および部分的最大値が規定されています。

最大出力電流(I_{OUT})

信号出力において負荷電流の最大限界値を示します。必要な場合、この値は使用されているコントローラと整合する必要があります。

パルス幅(P)

AとBのエンコーダチャンネルの出力パルスの幅(単位: °e)を示します。通常、180 °eです。

インデックスパルス幅(P₀)

インデックスパルス幅はインデックスパルスの幅を示し(単位: °e)、理想値は、90 °eです。

インデックスパルス幅エラー (ΔP₀)は、90 °eの理想値からの偏差です。

許容偏差 ΔP₀:

$$\Delta P_0 = \left| 90^\circ - \frac{P_0}{P} * 180^\circ \right|$$

信号位相シフト、チャンネル A ~ B (ΔΦ)

出力信号の AとBの間の位相シフト(単位: °e) は、信号位相シフトと呼ばれ、理想値は90°eです。

位相シフト公差 (ΔΦ)とは、AとBの出力における90 °eの理想値からの2つの連続するエッジの偏差です。

許容偏差 ΔΦ:

$$\Delta \Phi = \left| 90^\circ - \frac{\Phi}{P} * 180^\circ \right|$$

ロジックステート幅(S)

AとBの2つのチャンネル間の2つの隣接エッジの距離(単位: °e)を示します。信号周期当たり4つのロジックステート幅(S)があります。ロジックステート幅の理想値は、90°eです。

サイクル(C)

A または Bのチャンネルの全周期(単位: °e) の時間を示します。通常、信号周期は360 °eです。

最大の立ち上がり/立ち下がり時間(tr/tf)

低信号レベルから高信号レベルまで、またはその逆に変化する為の最大時間を示します。エンコーダ信号のエッジ急峻度を表します。C_{LOAD}は、エッジ急峻度に未だに達し得ていない信号ラインの最大許容負荷を示します。

最大クロック周波数(CLK)

BISS-C プロトコルIを読み込むための最大許容クロック周波数

入力 - 低 / 高レベル (CLK)

信頼できる信号検出を確保するためには、CLK入力信号のレベルは規定の値の範囲内になければなりません。

電源投入後の最大セットアップ時間

電圧を印加してから出力信号を読み取ることができるようになる最大時間。

タイムアウト

本体がクロックレートを転送しなくなった際にエンコーダによって通信が切断されるまでの時間。

センサマグネット / コードディスクの慣性(J)

センサマグネットもしくはコードディスクを介して増加するモータのロータ慣性の量を示します。

動作温度範囲

エンコーダ動作に関する最低および最高許容動作温度を示します。

位置精度

エンコーダの平均の位置エラーを、機械的程度(単位:°m)で示します。エンコーダの現在の位置が、目標位置からどれほど逸脱しているかを示します。

再現性

エンコーダの平均の再現性エラーを機械的程度(単位:°m)で示します。同じ位置に複数回存在しているときの、エンコーダの複数の位置の値の平均の偏差を示します。再現性は、同じ位置に繰り返し移動する際に、どの程度正確に特定の位置に到達し得るかを表します。

履歴現象

位置関連情報が出力されない方向変換時における死角を示します。

最小エッジ間隔

AとBのチャンネルの2つの連続したエッジ間の最小間隔を示します。方形波信号の信頼ある評価をするために、この最小エッジ間隔を検出可能なコントローラが必要となります。最小エッジ間隔の情報が得られなければ、近似値として判定することもできます。

$$T_{min} = \frac{1}{f \cdot 4} \cdot \left(1 - \frac{\Delta\Phi}{90^\circ}\right)$$

重量

ハウジングやアダプタフランジを含み、標準ケーブル付き、コネクタなしのエンコーダの代表的な重量。

バッテリー電圧

マルチターンエンコーダーのカウント状態で指定した電圧範囲が確実に検出され、外部バックアップバッテリーの方法によって増加されます。バッテリー電圧が低すぎる場合、エラービットが設定されます。

エンコーダ

技術情報

適正なセンサの選定方法

本章では、ファウルハーバーモータに対する適正なセンサの選定方法を記載しています。どのセンサが使用可能かは、選択したモータの技術仕様によって決まります。その判別は次のように行います：

- DCモータ
- ブラシレス DC モータ
- ステッピングモータ
- リニア DC サーボモータ

モータ技術仕様に応じて、センサはスピードやポジション制御のみならず、モータの整流に対しても重要な役割を持ちます。

	コミュテーション	スピードコントロール	ポジション制御
DCモータ			
センサ		■ エンコーダ	■ エンコーダ
センサなし	■ 機械的	■ 逆起電力	
ブラシレス DC モータ			
センサ	ブロックコミュテーション: ■ デジタルホールセンサ 正弦コミュテーション: ■ アナログホールセンサ ■ エンコーダ	■ デジタルホールセンサ ■ アナログホールセンサ ■ エンコーダ	■ アナログホールセンサ ■ エンコーダ
センサなし	ブロックコミュテーション: ■ 逆起電力	■ 逆起電力	
ステッピングモータ			
センサ		■ エンコーダ	■ エンコーダ
センサなし	■ ステッピングモード	■ ステッピングモード	■ ステッピングモード
リニアDCサーボモータ			
センサ	■ アナログホールセンサ		■ アナログホールセンサ

DCモータ

コミュテーション

貴金属またはグラファイトブラシによるDCモータの整流は機械的である為、センサやモータ制御を必要としません。

スピードとポジション制御

用途によっては、DCモータは、センサなしおよびコントローラなしの状態で作動する場合があります。これらの場合、特定の電圧がモータに付加され、この電圧において一定の負荷で運転すると、ある特定のスピードが発生します。

速度を調整する為にはコントローラが必要となります。逆起電力(EMF)を測定することによりシンプルな速度制御が実現します。精密な速度制御では、エンコーダが必要となります。ポジション制御の場合、エンコーダは絶対に必要です。

DCモータの場合、インクリメンタルエンコーダの幅広い選択肢が得られます。

ブラシレス DC モータ

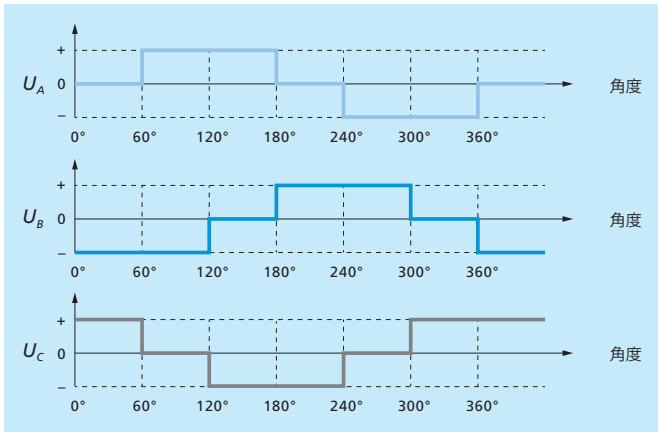
コミュテーション

ブラシレスDCモータは、電子整流式モータです。従って、これを実作する場合、コントローラが常に必要となります。

ほとんどのファウルハーバーブラシレスDCモータには、モータシャフトの位置を判定して整流信号を供給する3つの一体型デジタルホールセンサが装備されています。

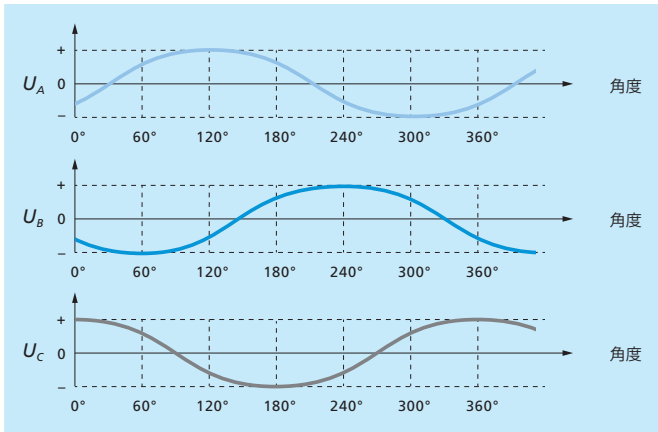
逆起電力(EMF)の力を用いて整流が可能となる、シンプルな速度の用途に使用するモータは例外です。ここで、コントローラは逆起電力(EMF)のゼロ交差を評価し、次いで速度依存的遅れの後モータを整流します。モータが停止している間は逆起電力(EMF)のゼロ交差は評価できません。その為ロータの位置は検出できません。従って、始動すると、モータが最初に間違った方向に動く可能性があります。

デジタルホールセンサを選択した場合、もしくは逆起電力(EMF)によるセンサなしの運転の場合、ブラシレスDCモータは整流はブロックされます。整流ブロックの場合、3つの120°オフセット巻線の電圧特性はブロック形状となります。巻線は60°毎に警告なしに切り替わります。ファウルハーバースピードコントローラはこの転換形式を利用しています。



正弦コミュテーションによって、低トルクリプルでの走行性がより滑らかになります。

正弦コミュテーションでは、相電圧は正弦波特性を持ちます。ファウルハーバー・モーション・コントローラはこの転換形式を標準で使用します。正弦コミュテーションの場合、アナログホールやエンコーダが必要となります。



スピードとポジション制御

スピード制御の場合、デジタルホールセンサが通常使用されます。逆起電力は、高速での単純な速度制御の場合のみ適合します。ドライブシステムが低速で作動している場合、もしくは超高速制御が求められる場合、アナログホールセンサまたはエンコーダが必要です。

ポジション制御の場合、エンコーダまたは一体型ホールセンサが必要です。殆どすべてのファウルハーバーブラシレスDCモータは、オプションとして一体型アナログホールセンサを装備してご使用できます。殆どの用途では、アナログホールセンサを搭載した運転をお勧めしています。高い分解能や精度が求められる用途や、モータが超低速で動作する場合、エンコーダが必要となります。

ブラシレス DC モータの場合、インクリメンタルエンコーダとアブソリュートエンコーダの幅広い選択肢があります。

ステッピングモータ

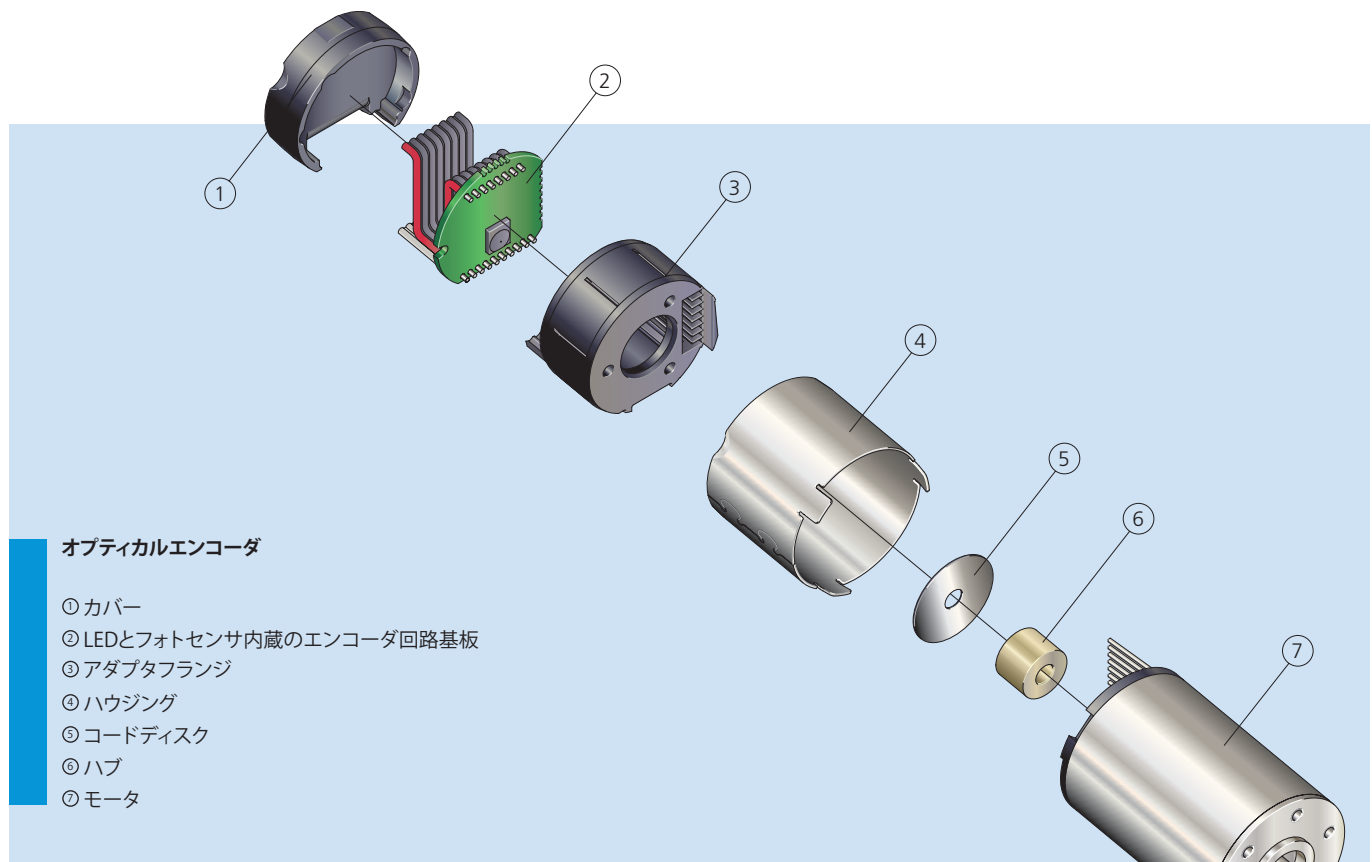
ステッピングモータのフル・ステップ、ハーフ・ステップ、マイクロ・ステップの制御によって、オープンループ制御での正確な速度と位置の制御が実現します。その結果、センサは通常不要となります。ステッピングモータの決定的なコスト削減のメリットがここにあります。ただし開発中は、機能検証のために、あるいは消費電力およびモータの発熱を最小限に抑えるために、閉ループ制御が要求されることがよくあります。FAULHABER 製品ラインには、ステッピングモータシリーズと連携できる磁気式 (IE3) および光学式 (PE22) エンコーダがあります。ステッピングモータとエンコーダとその他の組み合わせもご要求に応じて可能です。

リニアDCサーボモータ

リニアDC サーボモータはアナログホールセンサを搭載しています。センサをモータの中に組み入れることにより、非常にコンパクトになり、軽量でコストが削減されます。その結果、追加のエンコーダが不要となります。

オプティカルエンコーダ

技術情報



特長

IER3-10000 (L) シリーズのエンコーダは、モータシャフトに取り付けられた高分解能コードディスク、光源、補間回路内蔵のフォトセンサ、およびドライバステージで構成されています。光源から出る光はコードディスクで反射もしくは吸収されます。反射された光はフォトセンサが回収し、信号は高分解能エンコーダ信号に処理されます。これにより、出力シャフト回転を表示する為のインデックス信号、並びに90°位相がシフトした2つの方形波信号が出力で取り出せます。ラインドライバもオプションでご利用できます。

高精度光学式エンコーダは、ポジション制御に最適です。

特長と利点

- 1回転当たり最大40,000エッジの高分解能 (0.009° 角度分解能に匹敵する)
- 高位置精度、再現性と高信号品質
- 様々な分解能が標準特長として利用可能
- 磁気干渉の影響を受けない

製品コード番号

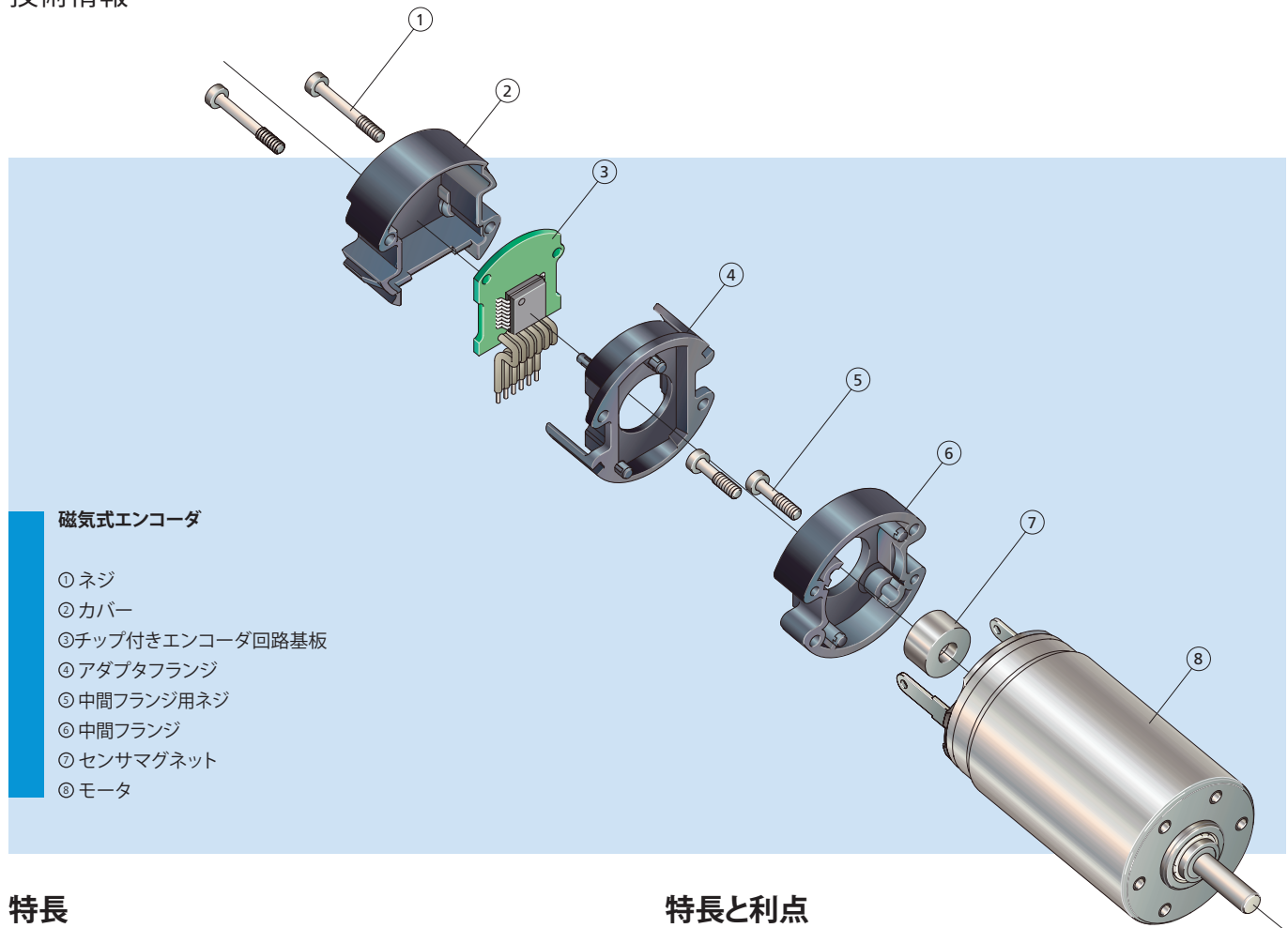


IER	エンコーダシリーズ
3	3チャンネル
6800	回転のパルス数
L	一体型ラインドライバ

IER3 - 6800 L

磁気式エンコーダ

技術情報



磁気式エンコーダ

- ① ネジ
- ② カバー
- ③ チップ付きエンコーダ回路基板
- ④ アダプタフランジ
- ⑤ 中間フランジ用ネジ
- ⑥ 中間フランジ
- ⑦ センサマグネット
- ⑧ モータ

特長

IE3-1024 (L) シリーズのエンコーダは、モータシャフトに固定された、完全に磁化された2極センサマグネットで構成されています。モータシャフト位置を検出する特殊な角度センサはセンサマグネットに対して軸方向に配置されています。この角度センサは、ホールセンサ、補間回路やドライブステージのような全ての必要な機能を備えています。センサマグネットのアナログ信号はホールセンサにより検知され、適切に増幅してから、補間回路へ送られます。特殊処理アルゴリズムを使用して補間回路は、高分解能エンコーダ信号を生成します。

これにより、出力シャフト回転を表示する為のインデックス信号、並びに90°位相がシフトした2つの方形波信号が出力で取り出せます。

特長と利点

- コンパクトなモジュラーシステムと頑強なハウジング
- 様々な分解能が標準特長として利用可能
- ドライブシャフトの
- 回転を参照する為のインデックスチャンネル
- ラインドライババージョンとしても入手可能
- 標準化された電子エンコーダインターフェイス
- フレキシブルな顧客特性に応じた解像度、回転方向、インデックス位置、インデックスパルス幅のカスタマイズが可能です

製品コード番号

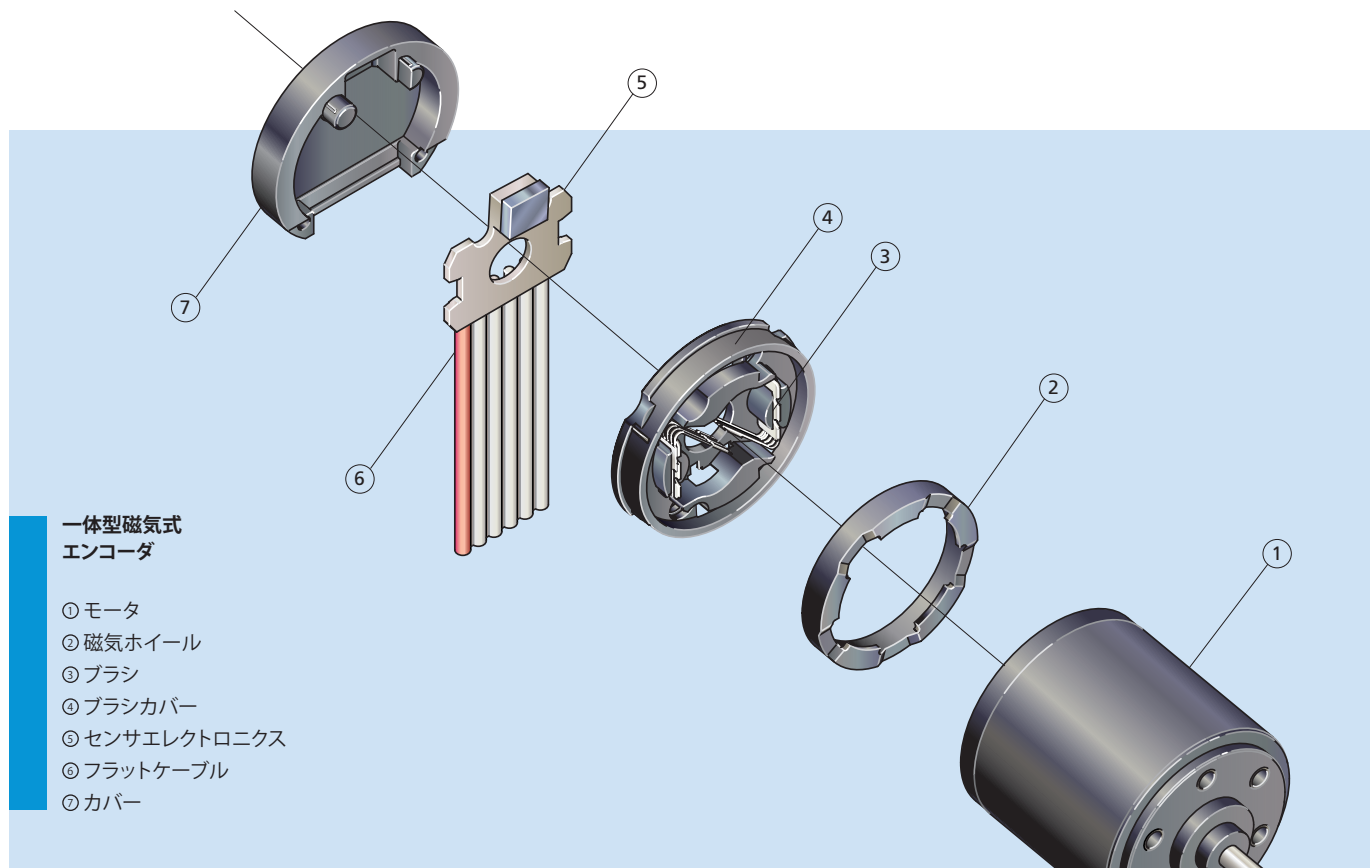


IE	エンコーダシリーズ
3	3チャンネル
1024	回転のパルス数
L	一体型ラインドライバ

IE3 - 1024 L

一体型磁気式エンコーダ

技術情報



特長

IEH2-4096およびIEH3-4096シリーズのエンコーダは、ロータに固定されているマルチパーツ磁気リングおよび角度センサから構成されています。角度センサは、ホールセンサ、補間回路、ドライバーステージ等必要な全機能を搭載しています。センサマグネットのアナログ信号はホールセンサにより検知され、適切に増幅されてから、補間回路へ送られます。特殊処理アルゴリズムを使用して補間回路は、90°位相がシフトした高分解能エンコーダ信号を生成します。この信号は1回転で最大4096パルス+1の追加インデックスチャンネルから組成されており、出力で取り出せます。エンコーダはSRシリーズモータに統合されており、モータの長さは1.4 mmのみ長くなります。

特長と利点

- 超小型
- 1回転当たり最大16 384 エッジの高分解能(0.022° 角度分解能に匹敵する)
- オープンコレクター出力がないのでプルアップ抵抗が不要
- 対称のスイッチ角、CMOSとTTL (互換性有)
- エンコーダの種類に応じて、様々な分解能 16~4096/パルスが標準納品でご利用になれます
- 高信号品質

製品コード番号

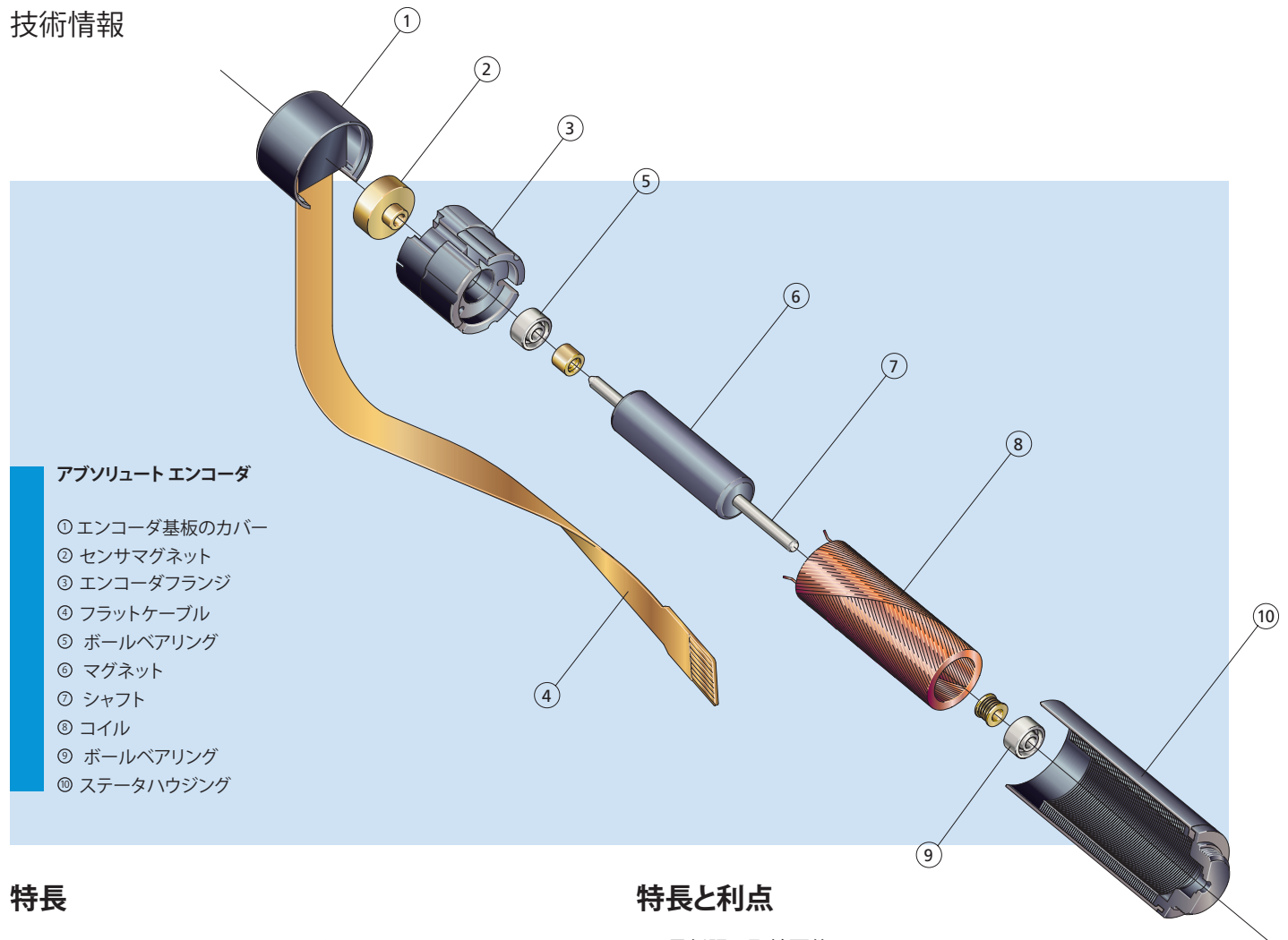


IEH エンコーダシリーズ
2 2チャンネル
4096 回転のパルス数

IEH2 - 4096

アブソリュート エンコーダ

技術情報



特長

AESM-4096シリーズのエンコーダは、モータシャフトに固定された、完全に磁化された2極センサマグネットで構成されています。モータシャフト位置を検出する特殊な角度センサはセンサマグネットに対して軸方向に配置されています。この角度センサは、ホールセンサ、補間回路やドライブステージのような全ての必要な機能を備えています。ホールセンサにより検知されたセンサマグネットのアナログ信号は処理され、適切に増幅されてから、特殊処理アルゴリズムを使用して高分解能エンコーダ信号を生成します。出力では1回転毎4,096パルスの分解能を有した絶対角情報があります。BISS-Cプロトコルを介しSSIインタフェースでこのデータを確認することができます。アブソリュートエンコーダは、整流、回転数制御と位置制御には理想的なエンコーダです。

特長と利点

- 最低限の配線要件
- 電源投入直後から絶対角度情報を取得可能
- 基準点不要
- 低回転時でも高精度検出
- 回転方向と分解能のカスタマイズが可能

製品コード番号



AESM エンコーダシリーズ

4096 1回転あたりのパルス数

AESM - 4096

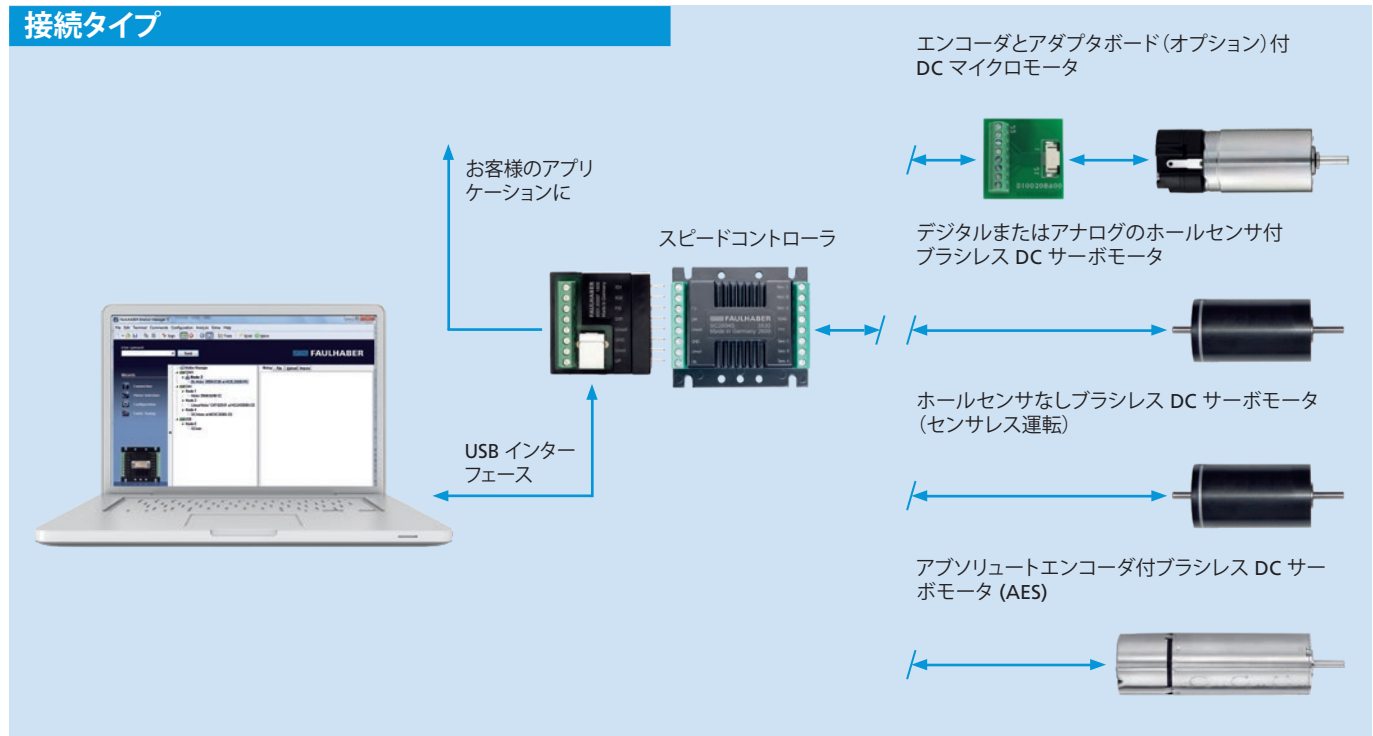
ドライブエレクトロニクス



スピードコントローラ

技術情報

接続タイプ



全般

FAULHABER スピードコントローラは、次のとおり大変優れた速度制御器です。

- インクリメンタルエンコーダ付と無しの DC モータ
- アナログあるいはデジタルホールセンサ付き BL モータ
- AES アブソリュートエンコーダ付 BL モータ
- デジタルホールセンサと
インクリメンタルエンコーダを搭載した BL モータ

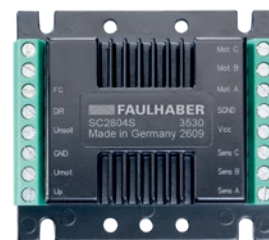
サイズや納品状態により、スピードコントローラ上で動作可能なモータとセンサの組み合わせは異なります。

コントローラ	DC センサレス	DC + エンコーダ	BL センサレス	BL + D-Hall	BL + A-Hall	BL + AES
SC 1801	•	•	•	•	(2)	(2)
SC 2402/2804	•	•	•	• (1)	(2)	(2)
SC 5004/5008	-	•	-	• (1)	(2)	(2)

- 1) 追加インクリメンタルエンコーダ入力も任意で利用可能
2) 任意で利用可能

多様なサイズならびに多様な接続の可能性により、ラボ技術および製造設備、オートメーション技術、ピックアンドプレイスマシン、工作機械、ポンプ等々の用途への適合を実現します。

製品コード番号



SC	スピードコントローラ
28	最大電源電圧 (28 V)
04	最大連続出力電流 (4 A)
S	ネジ留め式端子付のハウジング
3530	動作モード (ブラシレスモータとデジタルホールセンサ)

SC 28 04 S 3530

スピードコントローラ

技術情報

全般

ソフトウェア「FAULHABER Motion Manager」を介して、FAULHABER スピードコントローラをアプリケーションに適合させることができます。セットポイント入力の種類やスケールリング、動作モード、制御パラメータの調整が可能です。スピードコントローラ用USBプログラムアダプタを使用して設定を行います。

スピードコントローラは、ハウジングを装備したものとそうでないものがあります。ハウジングを装備したものは、ねじ端子によって接続され、ハウジングのない回路基板は直接マスターボードに接続が可能です。

インターフェース - 別々のI/O

- PWMもしくはアナログ電圧値を介して速度設定用の設定値入力としてのアナログ入力
- モータ回転方向を指定する為の切替入力としてのデジタル入力
- デジタル出力は、周波数出力又はエラー出力のいずれかで設定できます

注意

インストールおよびスタートアップのためのデバイスマニュアル、ならびにFAULHABER Motion Managerソフトウェアは、ご注文に応じて、またはwww.faulhaber.comからインターネットでも入手できます。すべてのスピードコントローラが全ての動作モードに適している訳ではありません。各動作モードの詳細情報はそれぞれのデータシートおよび技術マニュアルでご覧いただけます。

利点

- コンパクト設計
- 電流と電圧で拡張可能
- シンプルな配線
- 異なるモータを接続するための適合バージョン
- 電流制限器の統合(モータ保護)
- コントローラの設定は、プログラミングアダプタを介してモーションマネージャと組み合わせて行うことができます
- 幅広いDCマイクロモータおよびブラシレスDCサーボモータをサポート

スピードコントローラ

概要/動作モード

オペレーティングモード

さまざまなパラメータを持つPIコントローラでスピードを制御します。

バージョンに応じて、接続しているセンサシステムあるいはセンサーレスモータ電流でスピードは決まります。

設定値はアナログ値またはPWM信号で指定可能です。回転方向は、別のスイッチング入力により変更できます。速度信号は周波数出力を通じて読み取ることができます。

モータはコントローラの設定により、電圧コントローラとして、もしくは固定速度モードで作動させることができます。

デジタルまたはアナログホールセンサ付 BL モータ

ホールセンサ付き BL モータの構成では、回転数が制御された状態でモータが動作します。このとき、ホールセンサの信号は、転流と実際の速度の決定に使用されます。

ホールセンサのない BL モータ (センサーレスモード)

この構成ではホールセンサは使用されません。その代わりに、モータの逆起電力が転流と速度制御に使用されます。

アブソリュートエンコーダ付 BL モータ

この構成は、適切なハードウェアとの組合せでのみ選択できます。

この構成では、エンコーダは絶対位置を出力します。これは転流と速度制御に使用されます。高分解能エンコーダにより、このモードでの低回転を実現することが可能となっています。

デジタルホールセンサとブレーキ／イネーブル入力付 BL モータ

この構成では、回転数が制御された状態でモータが動作します。ブレーキの追加とイネーブル入力で、PLCや安全回路などへ簡単に接続できるようになります。

デジタルホールセンサとエンコーダを搭載した BL モータ

この構成では、ホールセンサが転流のための情報を出力します。スピードはインクリメンタルエンコーダからの信号に従って制御されます。

そのため、高分解能エンコーダで極めて低回転を実現することが可能となっています。

エンコーダ付 DC モータ

「エンコーダ付 DC モータ」の設定では、回転数が制御された状態でモータが動作します。インクリメンタルエンコーダは速度実績値エンコーダとして必要です。

エンコーダなしの DC モータ

「センサーレス DC モータ」の設定では、回転数が制御された状態でモータが動作します。このとき、負荷条件によって、逆起電力 (EMF) または IxR 補正のいずれかを使用して速度実績値を取得します。

この操作モードではそれぞれのモータタイプに適合していることが必要です。

次のようなパラメータも「FAULHABER Motion Manager」ソフトウェアを使用して変更することが可能です。

- コントローラのパラメータ
- 出力電流制限
- 固定速度
- エンコーダ分解能
- アナログまたは PWM 信号による速度設定値の指定
- 最大速度または最大速度範囲

保護機能

FAULHABER スピードコントローラはモータの負荷特性からモータコイル温度を判定します。動的には、通常は連続電流の2倍ある最大電流が利用可能になりますが、高い負荷が継続した場合、電流は設定されている連続電流に制限されます。

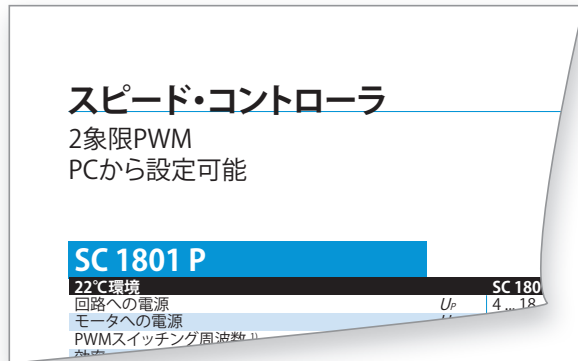
多数接続し、反転動作が頻繁に発生する場合は、モーション・コントローラを使用することを推奨します。

特殊機能

特殊なアプリケーション向けに、ランプなどの特殊機能、切り替え可能な固定速度、より複雑なプロセスなど、その追加入力によっては工場出荷時に実装することが可能です。これによりFAULHABER スピードコントローラを特殊なアプリケーションの要件にも最適に適合させることができます。

スピードコントローラ

概要/動作モード



技術データの説明

スピードコントローラの次のデータシートの値は、22度の環境温度で測定または計算されています。

スピードコントローラは一般的に、同じ接地接続を利用するモータおよび電子部品のために、入力をそれぞれ別で備えています。必要に応じて共通の入力として利用することもできます。

電子回路への給電 U_P [V DC]

電子制御回路の許容供給電圧の範囲を示します。

モータへの給電 U_{mot} [V DC]

接続されたモータの許容供給電圧の範囲を示します。

PWMスイッチング周波数 f_{PWM} [kHz]

パルス幅変調は、2つの値の間の電圧の変化を示します。SCに接続されたモータは、小さな値の電気時間定数を有します。PWMに関連する損失を低く抑えるため、高いスイッチング周波数が必要です。

電気効率 η [%]

制御装置の消費電力と供給電力の比。

最大連続出力電流 I_{cont} [A]

コントローラが追加の冷却なしで22度の環境温度において接続されたモータに連続的に送ることができる電流を示します。

最大ピーク出力電流 I_{max} [A]

コントローラがS2動作（追加の冷却無しのコールドスタート）で、一定の負荷および定格条件で、データシートに指定された時間、熱制限を超えずに到達できる電流について示しています。特に定義されていない限り、ピーク電流は連続電流の2倍に等しくなります。

電子回路へのスタンバイ電流 I_{el} [A]

電子制御回路にて消費される電流値を示します。

動作温度範囲 [°C]

定格条件における最小および最大動作温度を示します。

ハウジング材料

ハウジング材料、および必要に応じて表面処理。

重量 [g]

標準コントローラの一般的な重量は、部品の違いに応じて変わります。

注意

回転数範囲

モータと組み合わせたときに到達可能な回転数は、使用可能な電圧、それぞれのモータの種類、スピード・コントローラの最大処理速度によって変わります。

最大回転数の範囲は極数が1の場合となっています。極数がこれよりも多いモータの場合、回転数範囲は極数に応じて減少します。

最大速度	=	$\frac{\text{極数 1 の場合の最大速度}}{\text{接続されたモータの極数}}$
------	---	---

モーションコントローラ

特長の比較

全般

ファウルハーバモーションコントローラは、高ダイナミックなポジ位置決めシステムで、ハウジングの有無があり、DC、LMまたはBLモータを制御します。モーションコントローラは、「FAULHABER Motion Manager」ソフトを介して設定します。

ドライブは、CANopenまたはEtherCAT(MC V3.0のみ)フィールドバスインターフェイスを介したネットワークで操作可能です。比較的小規模なセットアップでは、RS232インターフェイスを介してネットワークを構築することもできます。

モーション・コントローラは、原則としてスレーブとしてネットワークにおいて動作し、他の軸を起動するためのマスター機能は提供されていません。

Motion Managerによる基本的なスタートアップの後で、コントローラは、さらに通信インターフェースなしでも操作することが可能です。

V2.5世代

- 立証された技術が集約されたBL、DC及びLMモータ
- 極めてシンプルな設定とスタートアップ

- 数多くの設定オプション

- 医療、ラボ技術、製造設備、オートメーション技術、医療技術から航空宇宙業界等の分野で活躍

- 極小寸法も入手可能

V3.0世代

V2.5コントローラシリーズが発揮する特長や性能を超える用途に適用可能な新しい世代のコントローラ

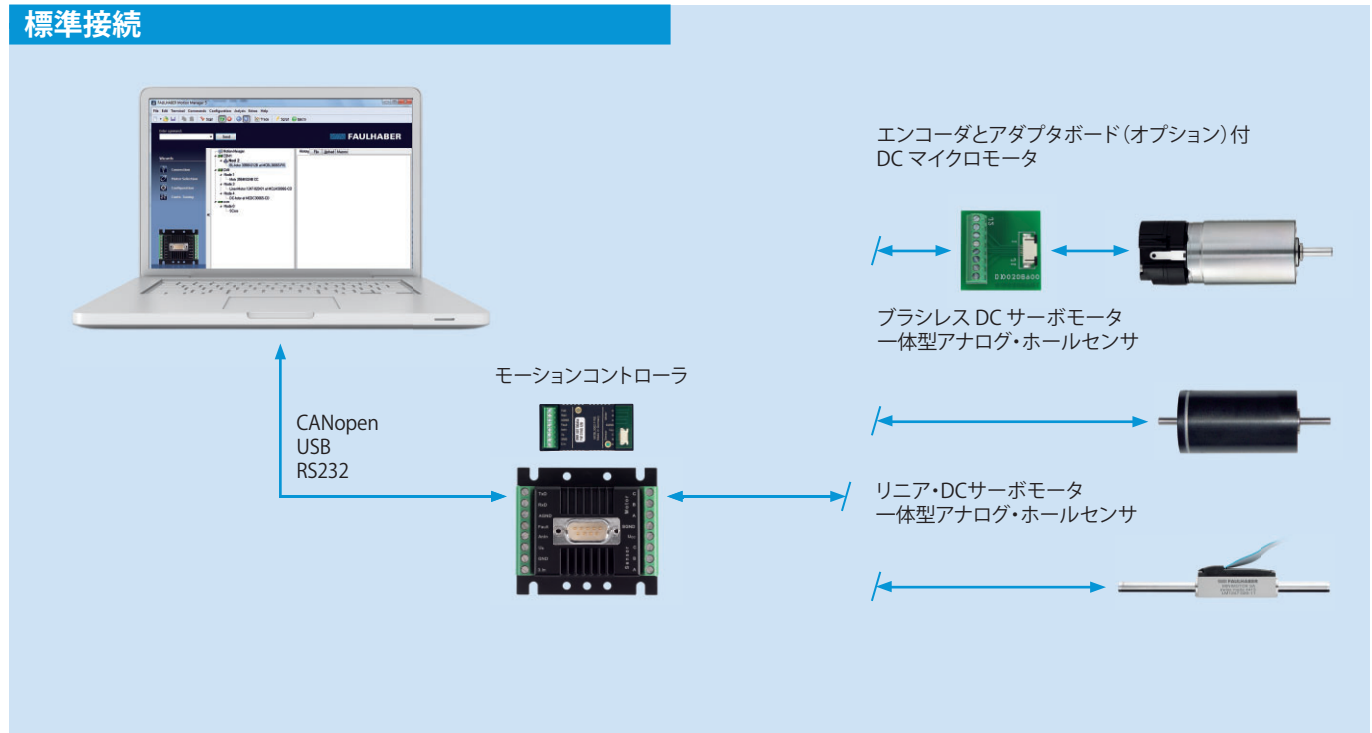
- 高出力、迅速制御、新オペレーティングモード
- すべてのモータタイプおよびエンコーダタイプに対して1つのコントローラ
- セットポイントと実際の値に対するI/Oのフレキシブルな使用
- 追加のI/Oとインターフェイス
- シーケンシャルプログラムは、あらゆるインターフェイス技術におけるシンプルなローカルオートメーションに対してBASICでプログラムすることができます
- 拡張された診断機能
- バージョン6.0を始めとして、モーションマネージャを使ってシンプルなスタートアップが実現

	V2.5世代		V3.0世代	
	MCxx 3002	MCxx 3003/06	MC 5004	MC 5005/10
電圧範囲	■ モータ: 最大30V ■ エレクトロニクス: 最大30V, オプションで分離		■ モータ: 最大50V ■ エレクトロニクス: 最大50V, 標準で分離	
連続電流	2A	3 / 6A	4A	5 / 10A
ピーク電流	3A	10A	12A	15 / 30A
モータタイプ	■ MCDC: DC + エンコーダ ■ MCBL: BL + A-Hall ■ MCLM: LM + A-Hall		■ ポジション/スピードセンサ内蔵のDCモータ ■ ポジション/スピードセンサ内蔵のBLモータ ■ ポジション/スピードセンサ内蔵のLMモータ	
スピードと ポジセンサ	モータタイプ参照		■ DCモータ: インクリメンタル¹⁾, AESエンコーダ¹⁾, SSIエンコーダ¹⁾, アナログ値(ポテンシオメータ/タコメータ) ■ BL/LMモータ: D-Hall, D-Hall + エンコーダ¹⁾, A-Hall, AESエンコーダ¹⁾, SSIエンコーダ¹⁾, アナログ値(ポテンシオメータ/タコメータ)	
入力/出力	MCDC: DigIn: 最大5 DigOut: 最大1 AnIn ±10V: 1	MCBL/MCLM: DigIn: 最大3 DigOut: 最大1 AnIn ±10V: 1	DigIn: 8 DigOut: 3 AnIn ±10V: 2	DigIn: 3 DigOut: 2 AnIn ±10V: 2
	第2リファレンスエンコーダが任意接続(ギアリングモード)。配線によってすべてのI/Oが利用できるとは限りません。		第2リファレンスエンコーダが任意接続(ギアリングモード)。	
通信	RS232またはCANopen		USB, RS232および/またはCANopen, EtherCAT	
コントローラ	ポジセンサ、速度、電流制限		ポジセンサ、速度、電流/トルク	
オペレーティング モード	■ 様々なインターフェイスに応じた、インターフェイスやアナログ(RS)を介した設定値入力によるポジセンサ、速度及び電流の制御		■ プロファイル設定を考慮したプロファイルポジセンサモード(PP)とプロファイル速度モード(PV) ■ サイクル同期ポジセンサ、サイクル同期速度またはサイクル同期トルク(CSP, CSVまたはCST) ■ ポジセンサ、速度、トルクまたは電圧(APC, AVC, ATC, ボルト)のアナログ入力	
プロファイルオ ペレーション	すべてのオペレーティングモードにおけるリニア台形プロファイル		PPモードおよびPVモードにおける直線スピードもしくはsin ² スピード	
自律処理	RS232インターフェイス付きバージョンで使用可能		すべてのバージョンで最大8シーケンシャルプログラム(パスワード保護はオプション)	

モーションコントローラ

技術情報

標準接続



特長

V2.5世代のFAULHABER モーション・コントローラは、異なるモータやセンサシステムを制御する極めて機能的な位置決めシステムです。

- MCDC 300x: インクリメンタルエンコーダ付 DC モータ
- MCBL 300x: アナログホール信号付 BL モータ
- MCLM 300x: アナログホール信号付 LM モータ

サーボドライブとしての位置制御に加え、速度制御もできます。内蔵された電流制御により、トルクが制限され、電子機器や接続されたモータは過負荷から防護されます。

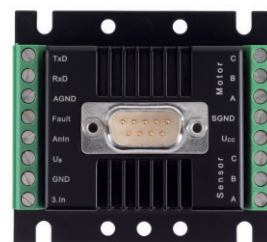
V2.5世代のモーション・コントローラは、さまざまなサイズおよびパフォーマンスクラス、またRS232もしくはCANインターフェース付きもあるため、各種ネットワークに繋ぐことも可能です。PC による操作に加え、あらゆる一般的な産業制御による制御も可能です。

モーションコントローラは、ハウジングを装備したものとそうでないものがあります。ハウジングを装備した標準は、ねじ端子によって接続され、ハウジングのない標準は直接にマスターボードに接続が可能です。

利点

- コンパクト設計
- RS232 または CAN インターフェースで制御可能
- 最低限の配線要件
- ソフトウェア「FAULHABER Motion Manager」と USB インターフェースを使って設定可能
- 幅広いアクセサリ
- シンプルなスタートアップ

製品コード番号



MC	モーションコントローラ
BL	ブラシレス DC モータ向け
30	最大電源電圧 (30 V)
06	最大連続出力電流 (6 A)
S	ネジターミナル付きハウジング
CO	CANインターフェース

MC BL 30 06 S CO

モーションコントローラ

構成、ネットワーク、インタフェース

オペレーティングモード

ポジショニング操作

ドライブは予め設定された目標位置に移動し、その際、速度と位置に対して設定された制限を維持します。運動制御システムが広範囲の負荷に対して導入可能です。リミットスイッチは直接評価されます。リミットスイッチと基準スイッチによりポジションが初期化できます。

スピードコントロール

誤差が持続することなく、PIスピードコントローラを介して予め設定した目標速度に制御されます。

電流制御

最大電流を設定しモータ電流を制限することにより、ドライブを保護することが可能です。必要に応じて、一体型熱モデルを用いて電流を連続電流に制限することができます。

モーションプロファイル

加速およびブレーキランプならびに最高速度は、速度および位置決め動作で事前に設定できます。

自主操作

RSのバージョンでは、自由にプログラム可能なプロセスがモーションコントローラに保存ができます。RS232インターフェイスがなくても操作は可能です。

保護機能

- ESD に対する保護
- エレクトロニクスおよびモータの過負荷保護
- 過熱からの自己保護
- ジェネレータの過電圧保護モード

オペレーティングモード (RS)

- ポジション制御
 - インターフェースを介したセットポイントの入力
 - アナログセットポイント
 - ギアリングモード
 - ステッピングモータ運転
- 速度制御
 - インターフェイスを介したセットポイントの入力
 - アナログセットポイント
- トルク制御
 - インターフェイスを介したセットポイントの入力
 - アナログセットポイント
- 電圧コントローラモードでサーボアンプとして作動

オペレーティングモード (CO)

- プロファイルポジションモード (PP)
- プロファイル速度モード (PV)
- ホーミングモード

オプション

モータや電子アクチュエータへの個別電源供給はオプション対応となります (アプリケーションの安全の為に重要です)。この場合、第三の電源入力はありません。またコントローラに応じて追加プロミングアダプタと接続サポートもご用意できます。モードとパラメータの要求に応じて特別に事前設定することも可能です。

インターフェース - 別々のI/O

セットポイントの入力

操作モードに応じて、セットポイントはコマンド入力、アナログ電圧値、PWM信号、直交位相信号を介して入力できます。

エラー出力 (オープンコレクタ)

として構成されています。また、デジタル入力、フリースイッチ出力、速度制御、あるいは到達位置の確認信号としても使用できます。

その他のデジタル入力

リファレンススイッチの評価用です。

インターフェース - ポジションエンコーダ

モデルに応じて、位置と速度センサの記載されているインターフェイスのいずれかがサポートされています。

アナログホール、信号

ブラシレスDCモータモータやリニアDCサーボモータにおいて、120°でオフセットする3つのアナログホール信号があります。

インクリメンタルエンコーダ

マイクロモータとブラシレスDCモータ用の追加センサ。

モーションコントローラ

構成、ネットワーク、インタフェース

ネットワーク

V2.5世代のFAULHABER モーション・コントローラは、全部で2種類のネットワークバージョンがあります。

RS-RS232インタフェースを備えたシステム

製造設備、およびハイレベルなコントローラを使用しないすべての用途にも適しています。ネットモードを使用すれば、複数のRSコントローラを1台のRS232インタフェースで利用することも可能です。

CO – CANopen acc. to CiA 402

CANopenインタフェース、または、例えばProfibus/ProfinetまたはEtherCAT上のゲートウェイを介した、直接的なPLC上でのFAULHABERモーション・コントローラの操作に理想的なバリエーション。

インタフェース — バス接続

RS232バージョン

最大115Kbaudの転送率でPCに接続し。RS232インタフェースを使用することで、一台のPC/PLCで複数のドライブに接続することが可能です。制御用コンピュータについては特別なカスタマイズは不要で、そのインタフェースはオンラインで制御データや数値を取得することも可能です。

包括的ASCIIコマンドはプログラミングと操作に対して利用することができます。これは「FAULHABER Motion Manager」を使用することで他コントロール用コンピュータから設定することが可能です。

さらにこれらのコマンドから複雑なプロセスを作成してドライブ上に格納することができます。スピード、位置決めコントローラ、ステッピングモータ、電子ギアユニットとして一度アナログ入力を介してプログラムすればRS232インタフェースから独立して動かすことも可能です。

CANopen付きバージョンCO

CANopenインタフェース付きのコントローラのパターンは、様々な用途で最適な統合を実現するために利用可能となっています。CANopenは、インタフェースを小さい電子モジュールにも統合可能なため、ネットワークのマイクロドライブに理想的です。そのサイズと効率的な通信手順により、産業の自動化での使用に理想的に適合します。

COバージョンは標準的なオペレーションモードのCiA402を提供します。

すべてのパラメータは操作対象に直接保存されます。そのため「FAULHABER Motion Manager」もしくはオートメーション市場で共通化された標準構成ツール作成に貢献します。

COバージョンはさまざまなCANopenデバイスをご使用の方、PLCによるモーション・コントローラをご使用の方に最適です。ダイナミックなPDOマッピングによってCANネットワークに極めて高い効率を発揮します。

COの特長

	CO
NMT with node guarding	•
Baud rate	1 Mbit max., LSS
EMCYオブジェクト	•
SYNCHオブジェクト	•
Server SDO	1 x
PDOs	4 x Rx 4 x Tx (動的マッピング)
PDO ID	adjustable
Configuration	Motion Manager from V5
Trace	Any PDO
Standard operating modes	•
- Profile Position Mode - Profile Velocity Mode - Homing	

モデルはCiA 301 V4.02のCANopen通信プロファイルacc.をサポートします。転送率とノードナンバーはCiA 305 V1.11で定義されたLSSプロトコルに一致したネットワーク経由で設定されます。

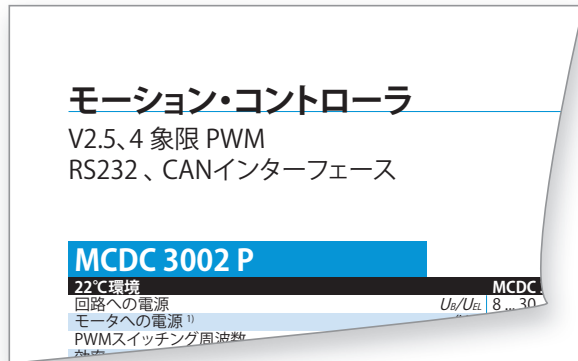
その為、弊社では「FAULHABER Motion Manager最新版」をご使用頂くことをお勧めしております。

注意

インストールおよびスタートアップのためのデバイスマニュアル、通信および機能マニュアル、ならびに「FAULHABER Motion Manager」ソフトウェアは、ご注文に応じて、またはwww.faulhaber.comからインターネットでも入手できます。

モーションコントローラ

構成、ネットワーク、インタフェース



技術データの説明

次のデータシートにあるモーション・コントローラの値は V2.5 世代のもので、22度の環境温度で測定または計算されています。標準バージョンでは、モーション・コントローラにはモータおよび電子部品のためにそれぞれ別の入力はありませんが、オプションとして装備することはできます（第三の電源入力が必要）。

電子回路への給電 U_B/U_{EL} [V DC]

電子制御回路の許容供給電圧の範囲を示します。

モータへの給電 $-U_B$ [V DC]

接続されたモータの許容供給電圧の範囲を示します。

PWM スイッチング 周波数 f_{PWM} [kHz]

パルス幅変調は、2つの値の間の電圧の変化を示します。MCS に接続されたモータは、小さな値の電気時間定数を有します。PWM に関連する損失を低く抑えるため、高いスイッチング周波数が必要です。

電気効率 η [%]

制御装置の消費電力と供給電力の比。

最大連続出力電流 I_{cont} [A]

コントローラが追加の冷却なしで 22度の環境温度において接続されたモータに連続的に送ることができる電流を示します。

最大ピーク出力電流 I_{max} [A]

コントローラが S2 動作（追加の冷却無しのコールドスタート）で、一定の負荷および定格条件で、データシートに指定された時間、熱制限を超えずに到達できる電流について示しています。サイズやバージョンに応じて、ピーク電流は連続電流に対して最大 3 倍高くなります。

電子回路の消費電流 I_{el} [A]

電子制御回路にて消費される電流値を示します。

動作温度範囲 [°C]

定格条件における最小および最大動作温度を示します。

ハウジング材料

ハウジング材料、および必要に応じて表面処理。

重量 [g]

標準コントローラの一般的な重量は、異なる部品に合わせて、個々のインタフェースの相違内で変化します。

注意

回転数範囲

モータと組み合わせたときに到達可能な回転数は、使用可能な電圧、それぞれのモータの種類、モーション・コントローラの最大処理速度によって変わります。

最大回転数の範囲は極数が 1 の場合となっています。極数がこれよりも多いモータの場合、回転数範囲は極数に応じて減少します。

最大速度	=	$\frac{\text{極数 1 の場合の最大速度}}{\text{接続されたモータの極数}}$
------	---	---

モーションコントローラ

技術情報



特長

ファウルハーバー・モーション・コントローラV3.0は、ファウルハーバーのモータラインからのDCマイクロモータならびにBL DCサーボモータおよびLM DCサーボモータと組み合わせて使用するための、非常にダイナミックで、最適の調整を経たポジショニングコントローラです。FAULHABER Motion Managerバージョン6.0以降で、モータタイプの設定および構成ができます。

サーボドライブとしての位置制御に加え、速度制御もできます。速度および位置に関する現在値は、サポートされた複数のセンサシステムを用いてここで確認することができます。リミットスイッチとリファレンススイッチは、直接接続が可能です。

制御のセットポイントは、通信インターフェース、アナログ入力、またはPWM入力を介してプリセットするか、内部に保存されているシーケンシャルプログラムから引き出すことが可能です。

通信インターフェースとしてサポートされているのは、デバイスの違いに応じて、USB、RS232およびCANOpen、オプションとしてはEtherCATです。ドライブのすべての機能は、ここでは、すべてのインターフェースを介して制限なく使用可能です。

製品コード番号



MC	モーション・コントローラ
50	最大供給電圧 (50 V)
5	最大連続出力電流 (5 A)
S	プラグイン接続付きのハウジング
RS	RS232インターフェース

MC_50_05_S_RS

モーションコントローラ

技術情報

FAULHABERのモーション・コントローラ (バージョン3.0) は、4つのサイズ、および4つのパワークラスからお選びいただけます。

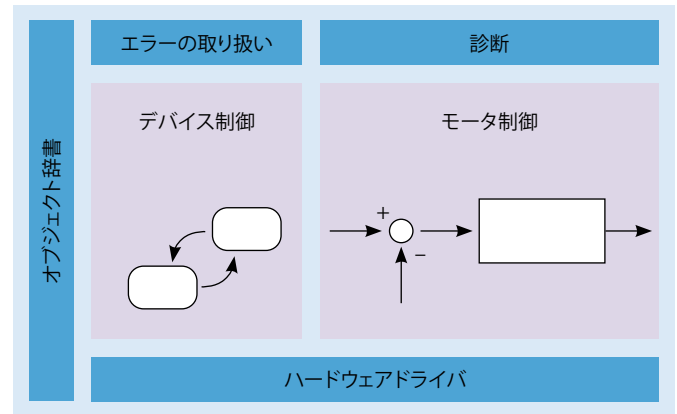
- **MC 3001** – 最大1.4Aの連続電流で、マザーボードに直接接続可能、製品ラインナップのより低いパワーレンジのモーターとの組み合わせ向けに最適化されています。
- **MC 5004** – 4Aまでの直流電流で、マザーボードに直接接続が可能であり、ほとんどのI/Oを提供できます
- **MC 5005** – 5Aまでの直流電流で、ファウルハーバー製品群のほとんどのモーターに対応する理想的なパートナーです
- **MC 5010** – 10Aまでの直流電流で、さらに高度な電力要求を伴う用途にも適合しています。非常にダイナミックなBLモーターと組み合わせでの使用に特に適合しています

考えられる応用範囲は、実験室でのオートメーションから産業向け製造設備、オートメーション技術および航空産業用ロボットまで、多岐にわたります。

モーターへの接続は、所定形状のプラグまたは拡張ケーブルによって確立され、オプションまたはアクセサリとして、すべてのサポートされたモーターに使用可能です。

利点

- すべてのモータータイプおよびエンコーダタイプに対して1つのコントローラ
- 超ダイナミックなコントロール
- ファウルハーバー・DC、BL、LMモーターに対する理想的な適合
- さまざまなセットポイントおよび実際の値のインターフェース
- 全てにおいてスタンドアロンの操作が可能
- シンプルなプラグコンセプトによる接続
- ステータスLEDによる迅速なフィードバック
- FAULHABER Motion Manager バージョン6.0を無償提供
- 利用可能な拡張取り付けアクセサリ



ユーザ設定

モーター制御

ドライブの電流、スピード、位置はコントローラカスケードによって制御可能です。オプションのパイロットパスを用いて、どれほど素早い動きでも優れた再現性で確実に制御可能です。調整可能なフィルタは、多様なエンコーダおよびロードに適用可能です。

モーションプロファイル

加速およびブレーキランプならびに最大スピードは、プロファイルポジションモード(PP)およびプロファイル速度モード(PV)の動作モードにおいて、スピードおよびポジショニング動作にプリセット可能です。

自律的なオペレーション

BASICで書かれたシーケンシャルプログラムはコントローラ上で直接保存と実行が可能です。それらのシーケンシャルプログラムの1つは、自動スタートアプリケーションとして構成可能です。アクセス保護が起動可能です。

保護および診断機能

V3.0世代のファウルハーバー・モーションコントロールシステムは、熱モデルを用いて、モーターや電子部品を過負荷から保護します。供給電圧はモニタリングされ、回生動作での使用も可能です。その際、外部装置は、ダイナミック動作中に過電圧から保護されます。

プロファイルポジションモード(PP)/プロファイル速度モード(PV)

動作のターゲットのみがコントローラに示されるアプリケーション。加速およびブレーキランプならびに最大スピードは、一体型プロファイルジェネレータを通じて考慮されます。そのため、プロファイルベースの動作は、例えばRS232またはCANopenのような標準ネットワークとの組み合わせに適合しています。

サイクル同期ポジション(CSP)／サイクル同期速度(CSV)／サイクル同期トルク(CST)

比較的高レベルのコントローラが、多軸に対しても同期してパスプランを実行するアプリケーション用。位置、スピード、電流に対するセットポイントは、常にアップデートされます。一般的なアップデートレートは、数ミリ秒の範囲内です。そのため、サイクルモードは、主にEtherCATとの組み合わせに適合しています。CANopenも使用可能です。

アナログポジションコントロール(APC)／アナログ速度コントロール(AVC)／アナログトルクコントロール(ATC)

コントロールのセットポイントが、アナログ値として示されるか、または、例えば直接接続されたリファレンスエンコーダを介して示されるアプリケーション用です。そのため、これらの動作モードは、特に、比較的高レベルのマスターを備えていないスタンドアロンの動作に適合しています。

電圧モード(VOLT)

電圧モードでは、電流制限コントローラのみが使用されます。全てのコントロールループは、比較的高レベルのシステムによって閉じられています。セットポイントは、通信システムまたはアナログ入力を介してセット可能です。

インターフェース - 別々のI/O

リミットスイッチとリファレンススイッチの接続、またはリファレンスエンコーダの接続のための3から8のデジタル入力。ロジックレベルは切り替え可能です。

セットポイントまたは実際の値として自由に使用できる2つのアナログ入力(±10V)。

保持しているブレーキを直接起動するためのエラー出力、またはフレキシブルな診断出力として自由に使用できるデジタル出力は2～3種類です。

インターフェース - ポジションエンコーダ

V3.0世代のファウルハーバー・モーション・コントローラは、位置およびスピードならびにアナログまたはデジタルホール信号用のマイクロモータで一般的に使用される全てのセンサシステムをサポートしており、ラインドライバを備える／備えないインクリメンタルエンコーダ、またはプロトコルベースのAESまたはSSIエンコーダをサポートしています。

オプション

MC 3001 シリーズを除く、すべてのコントローラはオプションで、工場出荷時にEtherCATインターフェースを搭載できます。高度にダイナミックなアプリケーションのために、ブレーキチョップの使用によって、回復エネルギーの消散が支援されます。

ネットワーク

RS-RS232インターフェースを備えたシステム

デバイス構成、および取り付けられたコントローラ上でモーション・コントローラが操作される全ての用途に最適。ネットモードの使用によって、RS232インターフェース上で複数のRSコントローラを操作することも可能です。送信レートは、9600ボーと115キロボーの間で調整することが可能です。

CO - CANopen acc. to CiA 402

CANopenインターフェース、または、例えばProfibus/PrifNETまたはEtherCAT上のゲートウェイを介した、直接的なPLC上でのファウルハーバー・モーション・コントローラの操作に理想的なバリエーション。ダイナミックPDOマッピングならびにノードゲーディングまたはハートビートもサポートしています。セットポイントおよび実際の値に対するリフレッシュレートは、一般的に10msからです。

ET - EtherCAT

ダイレクトEtherCATインターフェースを備えたモーション・コントローラ。コントローラはCiA402サーボドライブプロファイルのCoEを介して呼び出されます。パスプランニングおよび多軸動作のインターポレーションを実行する高パフォーマンスのインダストリアルコントローラとの組み合わせに最適。セットポイントおよび0.5msからの実際の値に対するリフレッシュレートがサポートされています。

インターフェース — バス接続

構成

V3.0世代の全てのモーション・コントローラには、USBインターフェースが装備されています。これは、主に構成インターフェースを意図したものです。ドライバは、USBを介してRS232まで、またはUSBを介してCANコンバータまで、どちらも同じく制限なしに選択的に構成することができます。

記載されている動作モードおよび機能の全ては、使用されている通信インターフェースから独立して利用可能です。

インターフェースは並列での使用も可能なので、USBインターフェースを介したトレース機能を用いて診断結果が評価されている間に、CANopenまたはEtherCATインターフェースを介してドライバを工業用インターフェースに統合することができます。

モーションコントローラ

技術情報

全般

システム内容

MC 3001、MC5004、MC5005、MC5010シリーズの製品は、ファウルハーバー・モーション・コントローラのバリエーションで、ハウジングの有無があり、DC、LMまたはBLモータで制御されます。モーション・コントローラは、ここでは、FAULHABER Motion Managerによって構成されます。

ドライブは、CANopen またはEtherCATフィールドバスインターフェースによってネットワークで操作することができます。比較的小さいセットアップで、ネットワークはRS232インターフェースでも実行することが可能です。

モーション・コントローラは、原則としてスレーブとしてネットワークにおいて動作し、他の軸を起動するためのマスター機能は提供されていません。

Motion Managerによる基本的なスタートアップの後で、コントローラは、さらに通信インターフェースなしでも操作することが可能です。

MC 3001シリーズのコントローラは、使用されているフィードバックコンポーネントに応じて、基板対基板接続用コネクタまたはピンストリップで様々なマザーボードに接続できます。

MC5004シリーズのコントローラは、50-pinコネクタによってマザーボードに接続可能です。

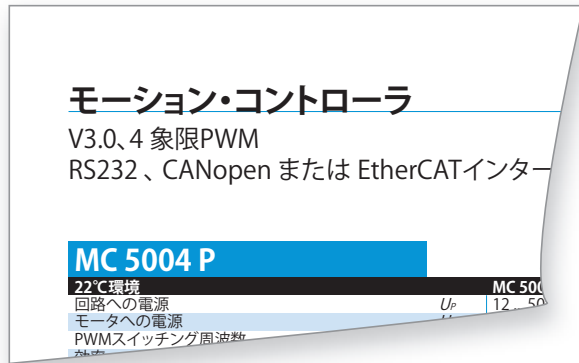
FAULHABERでは、この目的のために、標準の製品ラインナップとして、1~4軸の幅広いマザーボードをご用意しております。

MC5005およびMC5010のコントローラは、取り付け穴によって平らなベース板に固定されています。オプションのアクセサリで、DINレールへの取り付けが可能です。

オプションおよびアクセサリ

ファウルハーバーは、顧客特性に応じた標準製品のカスタマイズを得意としています。次の標準オプションおよびアクセサリ部品は、ファウルハーバー・モーション・コントローラMC V3.0用に利用可能です：

- 供給およびモータ側の接続ケーブル
- エンコーダ用のアダプターセット
- コネクターセット
- マザーボードMC 3001 / MC 5004
- プログラミングボード
- スターターキット
- カスタマイズされたマザーボード、特別構成およびファームウェア



データシートの補足説明

モーション・コントローラの次のデータシートの値は、22度の環境温度で測定または計算されています。

モーションコントロールシステムは、一般的に、同じ接地接続を備えたモータおよび電子部品のために、それぞれ別の入力を提供します。必要に応じて、これらの入力は、共通の供給として用いることができます。

電子回路への給電 U_p [V DC]

電子制御回路の許容供給電圧の範囲を示します。

モータへの給電 U_{mot} [V DC]

MCSに接続されたモータの許容供給電圧の範囲を示します。

PWMスイッチング周波数 f_{PWM} [kHz]

パルス幅変調は、2つの値の間の電圧の変化を示します。ベル型のアーマチュアモータは、小さな値の電気時間定数を有します。PWMに関連する損失を低く抑えるため、高いスイッチング周波数が必要です。V3.0において、この値は100kHzに固定されています。パルスパターン生成 (中心整列) によって、モータに効果的なスイッチング周波数の高さは2倍です。

電気効率 η [%]

制御装置の消費電力と供給電力の比。

最大直流電流 I_{dauer} [A]

コントローラが追加の冷却なしで22度の環境温度において接続されたモータに連続的に送ることができる電流を示します。

最大ピーク出力電流 I_{max} [A]

コントローラがS2動作 (追加の冷却無しのコールドスタート) で、一定の負荷および定格条件で、データシートに指定された時間、熱制限を超えずに到達できる電流について示しています。特に定義されていない限り、ピーク電流は連続電流の2倍に等しくなります。

電子回路の消費電流 I_{el} [A]

電子制御回路にて消費される電流値を示します。

動作温度範囲 [°C]

定格条件における最小および最大動作温度を示します。

重量 [g]

標準コントローラの一般的な重量は、異なる部品に合わせて、個々のインターフェースの相違内で変化します。

注意

回転数範囲

モータと組み合わせたときに到達可能な回転数は、使用可能な電圧、それぞれのモータの種類、モーション・コントローラの最大処理速度によって変わります。

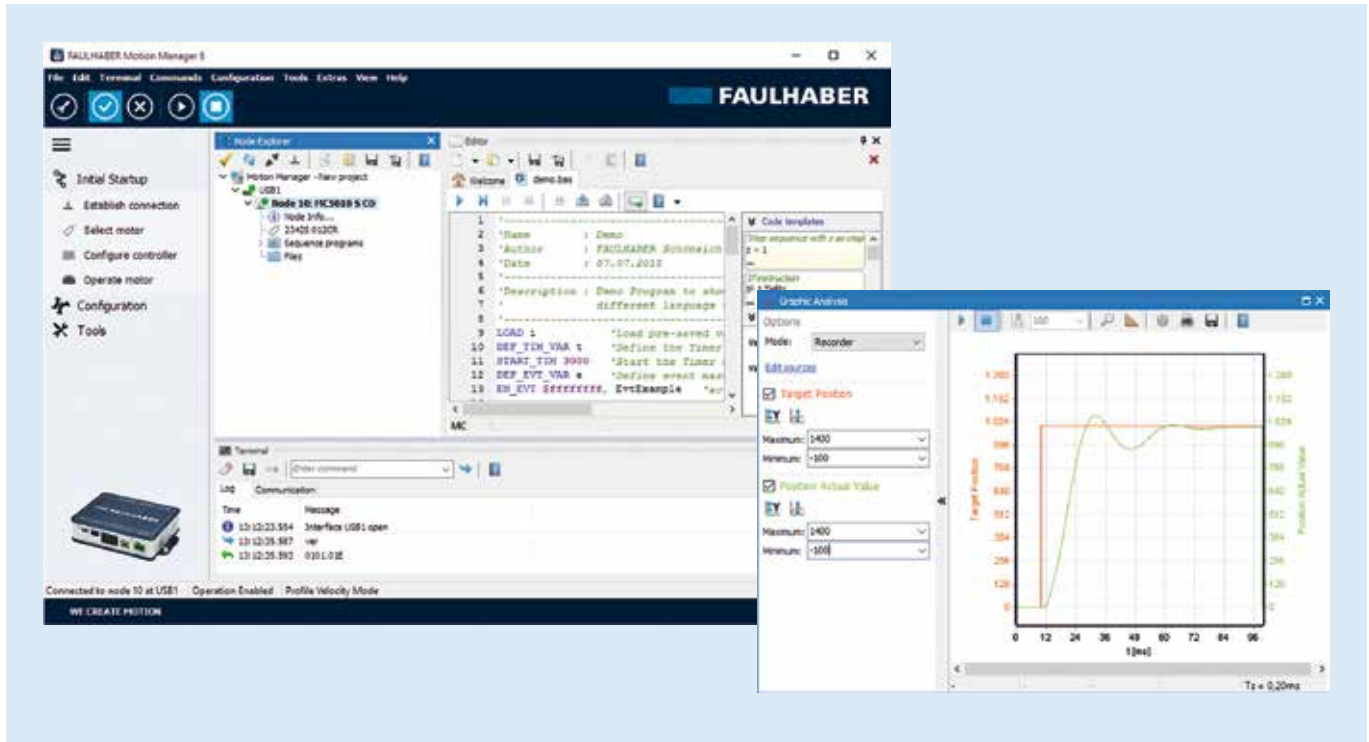
最大回転数の範囲は極数が1の場合となっています。極数がこれよりも多いモータの場合、回転数範囲は極数に応じて減少します。

最大速度	=	$\frac{\text{極数 1 の場合の最大速度}}{\text{接続されたモータの極数}}$
------	---	---

マニュアル/ソフトウェア

取付けおよびスタートアップのための装置マニュアル、通信および機能マニュアル、ならびに「FAULHABER Motion Manager」ソフトウェアは、ご注文に応じて、またはwww.faulhaber.comからインターネットでも入手できます。

モーションコントローラ ソフトウェア



FAULHABER Motion Manager

パワフルなFAULHABER Motion Managerソフトウェアは、モーション・コントローラおよびスピードコントローラを用いてドライブシステムを監視および構築するために利用可能です。

モーション・コントローラは一般的にインターフェースRS232、USBおよびCANopenをサポートします。接続されたデバイスに応じて、例えばUSBを介してモーション・コントロール・システムを構築する場合には、インターフェースアダプターを使用する必要があります。

グラフィカルユーザーインターフェースによって、デバイス系列や使用されているインターフェースから独立して、一様で直観的な手続きを行うことができます。

サポートしているインターフェース	モーション・コントローラ モーション・コントロールシステム	スピードコントローラ スピードコントロールシステム
RS232	•	•
USB	•	•
CANopen	•	

ソフトウェアには次の特徴があります：

- スタートアップサポートウィザード
- ノードエクスプローラを介して接続されたデバイスのアクセス
- それぞれのデバイス系列に対して、便利で強調したダイアログを用いたドライブ機能およびコントローラパラメータの設定ができます。
- コンテキストセンシティブなオンラインヘルプ
- モーション・コントローラのみ：
 - ドライブの動きとコントローラのセッティングのためのグラフィカル解析ツール
 - プログラムシーケンスの実行に対するマクロ機能
 - シーケンシャルプログラムおよびVisual Basic Scriptプログラムのための開発環境

Motion Manager 6の新しい特徴

- ウィンドウのドッキング機能を備えた完全に刷新されたユーザーインターフェース
- 統合されたプロジェクトマネージメントを備えるノードエクスプローラ
- MC V3.0系列のモーション・コントローラのサポート
 - ルート認識を備えるコントローラ設定
 - 拡張したグラフィカル解析オプション
 - 操作およびコントローラチューニングのための、さらなるツール

マイクロソフトWindows用の「FAULHABER Motion Manager」は、www.faulhaber.comから無料でダウンロード可能です。

スタートアップと設定

FAULHABER Motion Managerで、便利に接続されたコントローラとパラメータの設定が可能となります。

コントローラのスタートアップ中のウィザードアシスト。選択されたインターフェースにおいて検出されたドライブユニットは、デバイスエクスプローラで表示されます。

現在のインターフェースとディスプレイ設定は、プロジェクトファイルに保存することができます。

保存および実行のためのシーケンシャルプログラムは、デバイス上で作成、編集、転送、および実行が可能です。エラー検出の可能性およびプログラムのフローの監視も可能です。

コントローラの操作およびモーションタスクの実行は、以下を介して実行されます：

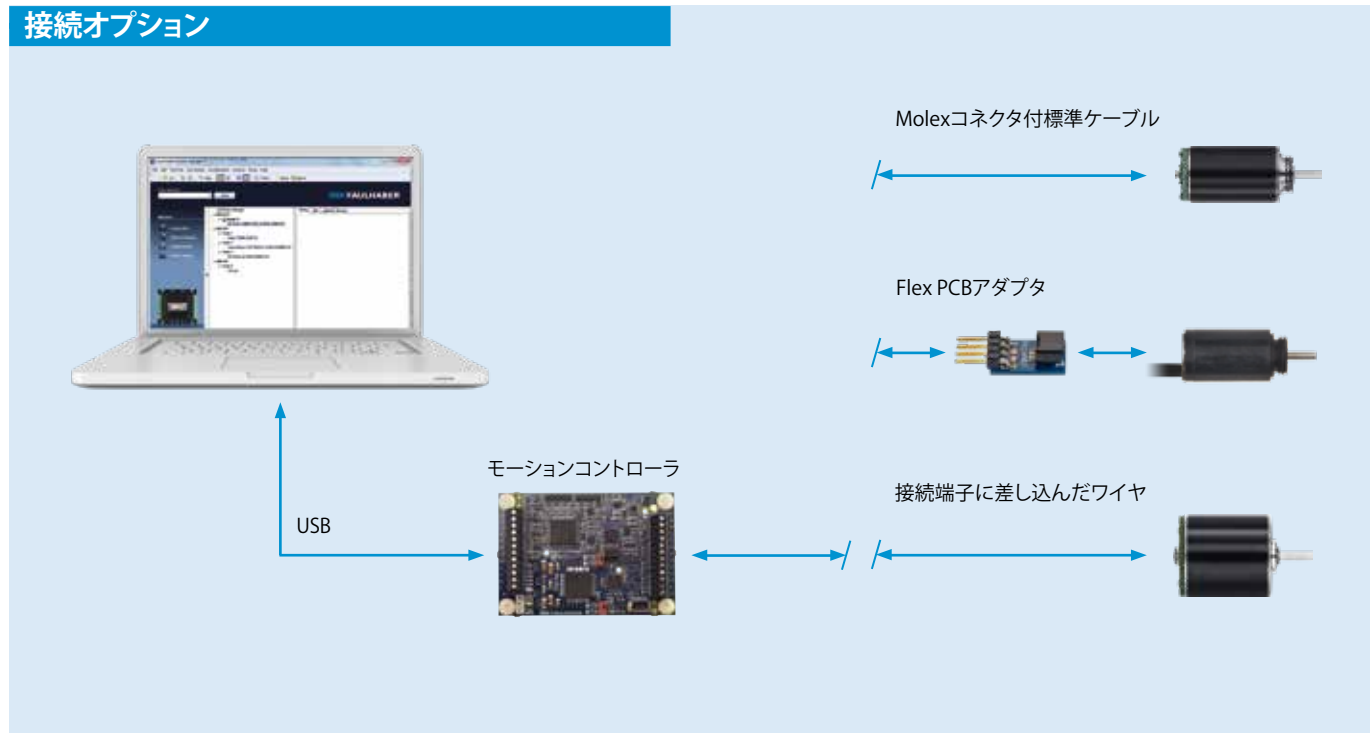
- グラフィカル操作要素
- コマンドエントリー
- マクロ機能
- Visual Basic Script (VBScript)を介したシーケンスのプログラミング

セットポイントや実際の値のような制御パラメータは、グラフィカル解析機能を介してロガーまたはレコーダで記録することができます。制御パラメータ生成および最適化に対してツールの追加が可能です。

ステッピングモータ モーションコントローラ

技術情報

接続オプション



特長

FAULHABERステッピングモータ モーションコントローラは、マイクロステッピングモータ操作に特に適するようにカスタマイズされた動的な位置決めシステムです。

全のFAULHABER ステッピングモータの範囲が制御可能なことに加え、コントローラは3軸位置決めの管理も可能にします (2つの追加のボードが必要)。参照検索とエンコーダ管理機能は、コントローラが実現可能とする数多くの特長の一部です。

IDEの完成品が内蔵されている為、ユーザーは包括的でユーザーフレンドリーなインターフェースを利用して、最大限の機能性から利点が得られます。

省配線により設置を簡易化し、省スペースも実現しました。

利点

- ソフトウェアを使って完全にプログラム可能 (グラフィックユーザーインターフェース)
- USB インターフェース
- 9 V...36VDC /50 mA~1.1A
- マイクロステッピングは最大1/256
- 4 GPIと7 GPO
- ステップ/ディレクションドライバーとしてのみ使用可能
- 基準入力(ホーミング機能用)
- LabViewと互換性あり
- ボード寸法:68mm x 47.5mm

製品コード番号



MC	モーション・コントローラ
ST	ステッピングモータ
36	最大供給電圧 (36V)
01	最大連続出力電流 (1A)

MC ST 36 01

主要特性

モーションコントローラ

- リアルタイムで動作プロファイルを計算
- モータパラメータのフライオリタレーション (例: 位置、速度、加速度)
- システム全体制御とシリアル通信プロトコル処理に対するハイパフォーマンスなマイクロコントローラ

バイポーラ・ステッピングモータドライバ

- フルステップに対して最大256マイクロステップ
- 高効率運転、低電力分散
- ダイナミック電流制御
- 一体化された防護機能

ソフトウェア

- TMCL™: スタンドアロン操作もしくは遠隔操作制御
- PCで操作可能なアプリケーション開発ソフトTMCL™ – IDEは、無料で使用可能

ユーザ設定

スタンドアロン

プログラムはコントローラボードメモリに保存され、システムのパワーがオンになった時に起動します。ソフトウェアは、デジタルI/O、エンコーダ、センサー等の外部からの刺激に反応できます。プログラマは、モータ位置決め制御機能の完全なリスト並びに標準プロセッサの指示リストを入手できます。

ダイレクトモード

IDE “ダイレクトモード” 機能を使用して、ユーザーは、USBリンクを介して、指示をひとつづつボードに送信が可能です。専用GUIによって、ユーザーは、ステータス情報、位置/速度値をリアルタイムで読み出すことができます。

リモートソフトウェア

USBリンクを介して、すべてのユーザーが開発したソフトを使って遠隔で制御可能です。LabviewとC++ ライブラリが入手可能で、コントローラと共に使用できます。

特殊機能

スピード・プロファイル

モータの作動は、ユーザーが定義可能なスピード・プロファイルを使用して操作できます。後者は、完全なパラメータカリキュレータインターフェースを使って設定可能で、それによりユーザーは最も適正な速度値を見つけることができます。

StallGuard™

ストール検出機能により、コントローラはステップ損失の場合に反応し、モータのハードストップの検出にも使用可能です。

CoolStep™

負荷変動時には、モータへの電流の流れが自動的に作動します。この特長により、全システムの消費電力を小さくすることができます。

ホーミング

参照検索プロセスは、スタートアップのコントローラを使って自動で行うことができます。ユーザーは操作を実行する方法を設定することができます (方向、スイッチ番号、原点、その他)。

インターフェース

- USBデバイスインターフェース (オンボードミニUSB コネクタ)
- 6x オープンドレイン出力 (24V対応)
- REF_L / REF_R / HOME スイッチ入力 (24V プログラマブルプルアップに対応)
- オンボードドライバ用1x S/D入力 (オンボードモーションコントローラを動作停止させることが可能)
- 別途の2台の外部ドライバ用2x ステップ/方向出力 (オンボード以外)
- インクリメンタルa/b/n型エンコーダ用1x エンコーダ入力
- 3x 汎用デジタル入力 (24V対応)
- 1x アナログ入力 (0 .. 10V)

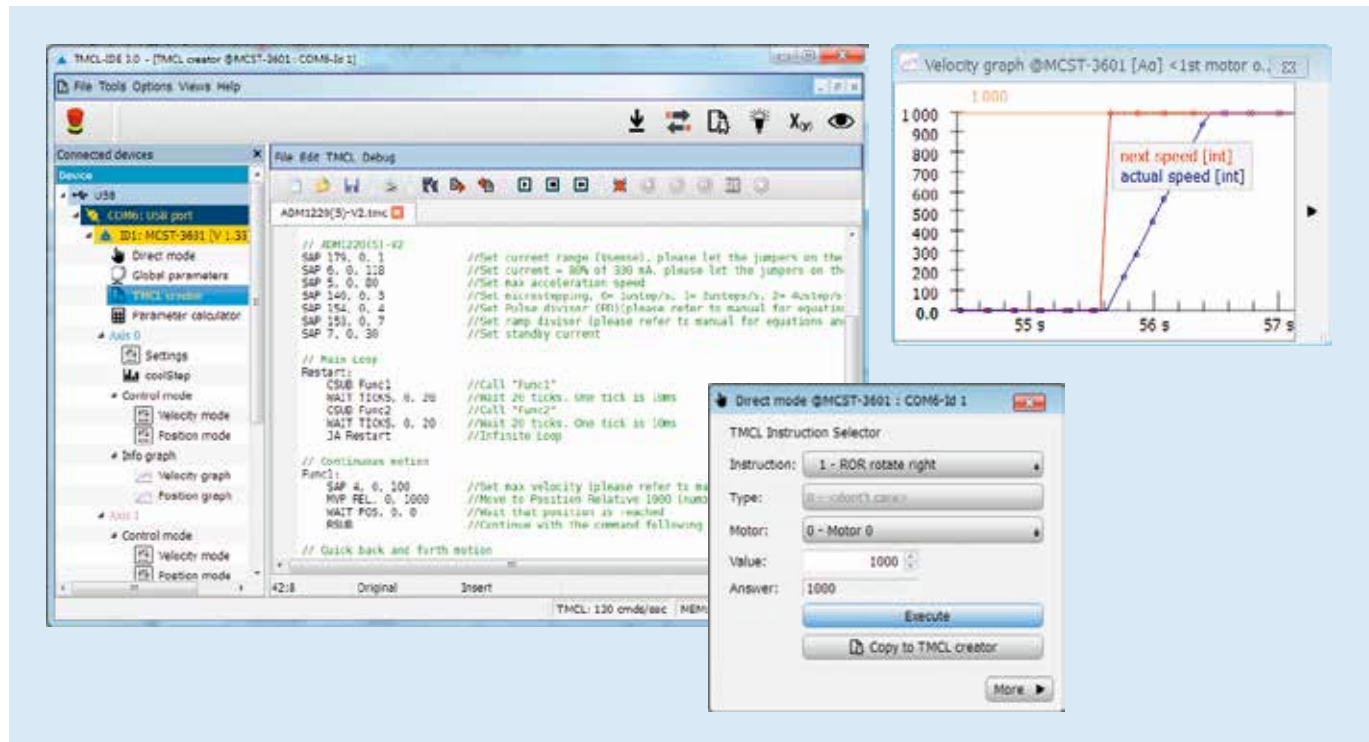
以下の点にご注意ください:コネクタピンが共有なため、全ての機能は同時に利用できません。

注

設置と立ち上げに関するディバイスマニュアル、通信と機能に関するマニュアル、及び“TMCL™ – IDE” ソフトウェアは、ご要望に応じて、www.faulhaber.comから入手可能です。

ステッピングモータ モーションコントローラ

ソフトウェア



TMCL™ – IDE

ハイパフォーマンスソフトウェアのソリューション、“TMCL™ – IDE”によって、ユーザーは、USBインターフェースを介して、ステッピングモータコントローラの制御と構成が可能になります。

“TMCL™ – IDE”ソフトウェアと沢山のプログラムのサンプルは、無料でwww.faulhaber.comからダウンロードできます。

スタートアップと設定

ドライバとライブラリーは自動でTMCL™-IDEソフトウェアと一緒にインストールされます。接続されたコントローラデバイスはすぐさま検出され、ソフトに認識されます。グラフィカル・ユーザーインターフェースは、読み出し、変更と構成をリロードするために使用されます。個々のコマンドまたは完全なパラメータセットとプログラムシーケンスはコントローラに挿入、転送されます。

ドライバの操作はいくつかのウィザードでサポートされ、ユーザーは容易に全てのパラメータを設定することができます。

クイックスタート、ハードウェア及びファームウェアの完全なユーザーマニュアルも無料にてwww.faulhaber.comから入手できます。初回のご使用前に、クイックスタートマニュアルを参照ください。

More information



[faulhaber.com](https://www.faulhaber.com)



[faulhaber.com/facebook](https://www.faulhaber.com/facebook)



[faulhaber.com/youtubeEN](https://www.faulhaber.com/youtubeEN)



[faulhaber.com/linkedin](https://www.faulhaber.com/linkedin)



[faulhaber.com/instagram](https://www.faulhaber.com/instagram)