

●構造と特徴

■アウトロータ

FEDシリーズ, FYDシリーズ

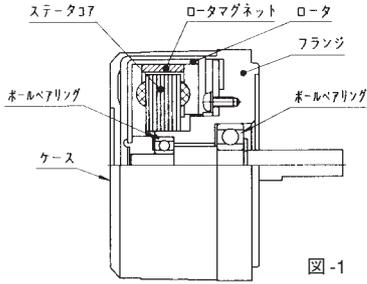


図-1

- ・ロータのイナーシャが大きいので、定速回転に有利
- ・起動、停止に時間がかかる
- ・扁平（薄型）が可能
- ・マグネットが比較的大きくできるため、弱いマグネットでも大きいトルクが出せる
- ・出力軸の反対側の軸受けを大きくするのが困難

[用途]

定速回転を必要とするところ及び、大きな起動トルクが必要なところ

■インナロータ

FHDシリーズ

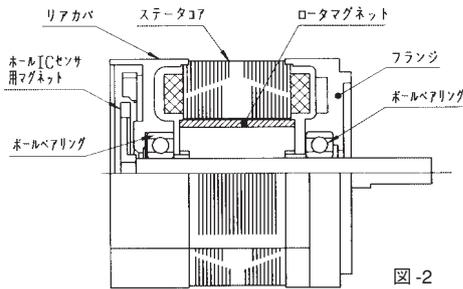


図-2

- ・ロータのイナーシャが小さいため、起動、停止に有利
- ・前後の軸受けでロータを受けているため、剛性が高く振動、騒音の面に有利
- ・軸受けを比較的容易に大きくすることが可能
- ・マグネットの量を少なくできるため、高性能マグネットを使用して小形化ができる

[用途]

比較的俊敏な制御を必要とするところ及び、低振動を必要とするところ

●基本特性

ブラシレスDCモータは原理的にはブラシ付きDCモータと同じで、特性もブラシ付きDCモータと同じです。一般的にはブラシ付きDCモータは図-3の等価回路で表せます。

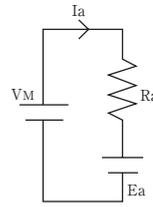


図-3

V_M : 電源電圧 (V)

I_a : モータ電流 (A)

R_a : 電機子抵抗 (Ω)

E_a : 逆起電力 (V)

$$V_M = I_a \cdot R_a + E_a \quad (1)$$

$$I_a = \frac{V_M - E_a}{R_a} \quad (2)$$

ここでモータの発生するトルク、逆起電圧の関係は

$$T = K_t \cdot I_a \quad (3) \quad K_t: \text{トルク定数} [N \cdot m/A]$$

$$E_a = K_e \cdot N \quad (4) \quad K_e: \text{逆起電力定数} [V/(r/min)]$$

T : モータ発生トルク [$N \cdot m$]

N : モータ回転速度 [r/min]

ですので、(2)、(3)、(4) 式より

$$T = K_t \cdot I_a = K_t \cdot \frac{V_M - E_a}{R_a} = -\frac{K_t \cdot K_e}{R_a} \cdot N + \frac{K_t}{R_a} \cdot V_M \quad (5)$$

(3)、(5) 式よりDCモータの特性は図-4になることがわかります。

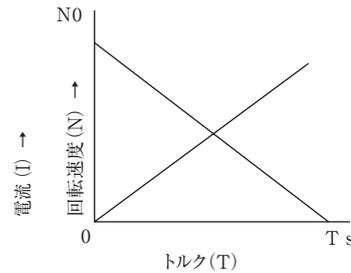


図-4

図中無負荷回転速度 N_0 は (5) 式で $T = 0$ とすると

$$N_0 = \frac{V_M}{K_e}$$

となり停動トルク T_s も同様に (5) 式で $N = 0$ とすると

$$T_s = \frac{K_t \cdot V_M}{K_e} \cdot V_M$$

となります。しかしながらブラシレスDCモータにおいては、実際 T_s は、ドライバの保護機能により制限されます。

図-4よりブラシレスDCモータは、負荷トルクが変化すると回転速度が変化してしまうことがわかります。それでは都合が悪いので一般的にブラシレスDCモータは、負荷トルクが変化しても回転速度が変化しないように速度制御を行います。(5) 式より N と T の関係は下記となるので

$$N = \frac{V_M}{K_e} - \frac{R_e}{K_t \cdot K_e} \cdot T \quad (6)$$

速度制御はPWM等の電力制御で V_M を変化させて、 $N = \text{一定}$ となるように制御します。

●負荷の算定

定格トルクの算出方法として、動作モードから求める場合を下記に説明します。

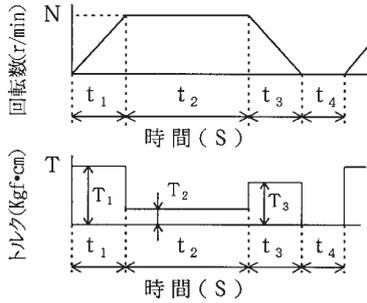


図-5

・条件

- ①動作条件：図-5とする
- ②負荷トルク： T_L [N・m]
- ③モータ軸換算によるイナーシャ： J [kg・m²]

・加速トルク

$$T_1 = J \times \frac{2\pi \times N}{60t_1} + T_L \text{ [N・m]}$$

・減速トルク

$$T_3 = J \times \frac{2\pi \times N}{60t_3} - T_L \text{ [N・m]}$$

・定常トルク

$$T_2 = T_L \text{ [N・m]}$$

・2乗平均トルク（等価負荷トルク）

$$T_{RMS} = \sqrt{\frac{T_1^2 \times t_1 + T_2^2 \times t_2 + T_3^2 \times t_3}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}} \text{ [N・m]}$$

上記で求めた2乗平均トルクがモータ制御時の必要トルクとなり、これをモータの連続定格トルク以下とします。

●ユーザー側回路（コントローラ等）の入出力構成

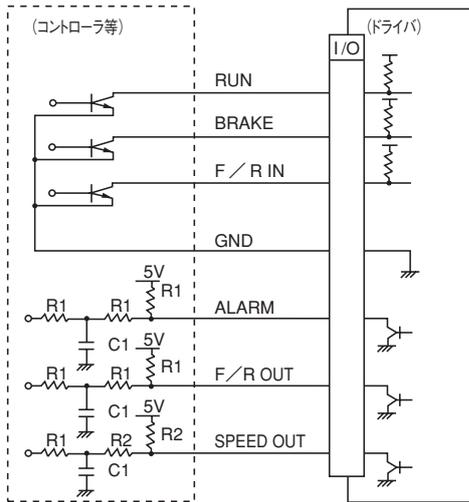


図-6

部品名	推奨値
R1	4.7kΩ
R2	1kΩ
C1	0.01μF

入力信号（RUN、BRAKE、F/R IN）は、オープンコレクタで入力してください。

特にパーム miniPLUS タイプドライバ、オンボードタイプドライバ及びシンプルタイプドライバは、入力信号が“H”の時、5Vが入力されると誤動作の原因となります。

出力信号（ALARM、F/R OUT、SPEED OUT）は、図-6の様にフィルタをつけてノイズを除去してください。フィルタの定数は、推奨定数を参考にしてノイズレベルを確認しながら設定してください。この時、抵抗値・コンデンサ容量を大きくするとノイズが強くなりますが、信号が遅れますので注意してください。とくに SPEED OUT については、パルス幅が狭いのでフィルタ定数に注意して設定してください。

●用語説明

用語/記号[単位]	内容
定格電圧 VR [V]	定格特性を規定するドライバ印加電圧 (ドライバ端子における電圧)
定格回転速度 NR [r/min]	定格出力時の回転速度
速度制御範囲 NS~NF [r/min]	定格電圧で動作保証できる最低から最高回転速度（負荷トルクについては、各々のモータ及びドライバの T-Nカーブによる）
使用定格	定格運転できる時間
定格トルク TR [N・m]	定格出力・定格回転速度で運転される時のモータトルク
定格出力 PR [W]	定格動作点におけるモータ出力 $PR = NR \times TR \times \frac{2\pi}{60}$
電源電流 [A]	定格電流：モータを定格電圧、定格回転速度、定格トルクで運転した時の電源電流（平均値） 最大電流：起動時の電源電流（ピーク値）
瞬時最大トルク TP [N・m]	瞬時的に使用できる最大トルク (使用時間5秒間以内)
回転方向	モータとドライバのセット状態における対応可能な回転方向
速度設定 [(r/min)/V]	速度指令電圧とモータ回転速度の関係
速度変動率 [%]	[条件] 定格に対して、負荷トルク、電源電圧、温度の各パラメータのみを変化させた場合の回転速度の変動率

●ギヤヘッド

■ギヤヘッドの選び方

FHD/FED/FYDシリーズの速度制御範囲は200～2500[r/min]と広く対応していますが、使用される機器によっては、さらに低回転、高トルクが必要になる場合があると思います。これに対応する為、FHD/FED/FYDシリーズは標準化されたギヤヘッドを用意しています。

モータにギヤヘッドを組み合わせて使用する場合の出力トルクTGは、次のように計算します。

$$T_G = T_M \times (1 / i) \times \eta$$

ただし TG：ギヤヘッド付きモータの出力トルク [N・m]

TM：モータの定格トルク [N・m]

i：ギヤヘッドの減速比

η：ギヤヘッドの効率

減速比の値が大きくなれば、比例してギヤヘッド出力トルクは増加します。

しかし実際には、ギヤヘッドのギヤの大きさ、使用材料などにより、機械的強度は制限され、ギヤヘッドの種類により許容トルクが決められております。

ギヤヘッドはこの許容トルクで使用すれば、定格寿命5000時間まで使用できます。

また、実用上は負荷に変動をとまなう場合が多く、負荷の性質によって寿命は大きく変化しますので、次表に示すようなサービスファクタ(寿命係数)を用いて、ギヤヘッドの選定を行ってください。許容トルクとの関係は次のようになります。

$$T_{GS} > S_f \times T_{GL}$$

ただし TGS：ギヤヘッドの許容トルク [N・m]

Sf：サービスファクタ

TGL：負荷の必要トルク [N・m]

■サービスファクタ

クラス・負荷条件	サービスファクタ		
	5時間/日	8時間/日	24時間/日
A 一様負荷	0.8	1	1.5
B 軽い衝撃負荷	1.2	1.5	2
C 中程度の衝撃負荷	1.5	2	2.5
D 重い衝撃負荷	2	2.5	3

■ギヤヘッドの軸受けについて

一般的にギヤヘッドの軸受けは含油軸受けとボールベアリングがあります。FHD/FED/FYDシリーズ用ギヤヘッドはインダクションモータに対して、瞬時最大トルク又は起動トルクが大きい為、より信頼性を高めるようボールベアリングを採用しています。

■ギヤの効率

モータにギヤヘッドを組み合わせて使用する場合は、ギヤ効率による出力低下を計算に入れる必要があります。一般に1段当たり10%のロスを見て、n段の場合0.9ⁿで計算されます。

$$\eta_T = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \cdots \eta_n$$

ただし ηT：全効率

η1：第1段目の効率 = 0.9

ηn：第n段目の効率 = 0.9

■モータとギヤヘッドの組み合わせ

ピニオン軸のモータにギヤヘッドを組み合わせたときは、ピニオンとギヤが強くだらないように、静かに左右に回しながら行ってください。

無理に組み合わせると、ピニオンやギヤにキズがつき、騒音のもとになったり、寿命が低下し、また思わぬ事故の原因にもなります。

●取り扱いについて

■ご使用上の注意事項

ご使用前に本機の仕様、周囲条件、使用範囲など充分にご確認ください。

- (1) モータとドライバは、指定された組合せで使用ください。(全シリーズ)
- (2) モータの軸を外部より回転させないでください。(全シリーズ)
- (3) モータフランジの温度が、80℃以下となるように使用してください。(周囲温度40℃、放熱板なしの時)(全シリーズ)
- (4) ノイズ耐量確保のため、ドライバの金属部を接地して使用してください。(オンボードタイプドライバは除く)
- (5) モータ及びドライバのケーブルを持って取り扱わないでください。(全シリーズ)
- (6) モータはロータまたはロータカバーを持って取り扱わないでください。(FYD、FEDシリーズ)
- (7) ロータカバー取り付けには必ず指定の平座金を使用してください。(FYDシリーズ)
- (8) 一度取り付けしたロータカバーを再使用する場合は取り付け後ロータカバーにガタが無いことを確認してください。(FYDシリーズ)
- (9) 電子部品を触らないでください。(特にシンプルタイプ・ハイパワーシンプルタイプ)

上記(1)～(9)と異なる使い方をした場合、火災、故障の原因となります。

	使用時	保存時	
周囲温度	0～40℃	-10～60℃	結露無きこと
周囲湿度	15～85%RH		〃
環境	<ul style="list-style-type: none"> ・室内 ・直射日光が当たらないこと ・水や油がかからないこと ・塵埃が少ないこと ・引火性ガス、腐食性ガスや粉塵のないこと ・強い振動や衝撃が加わらないこと ・通風がよく、放熱しやすいこと 		

パームPLUS小形

FHDシリーズ

ハイパワーシンプルタイプ

ドライバ搭載型

パームPLUS小形

FYDシリーズ

シンプル(基板)

ハイパワーシンプルタイプ

パームPLUS小形

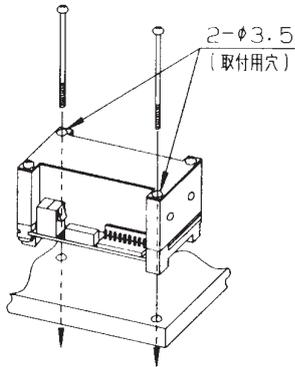
FEDシリーズ

オンボード(基板搭載)

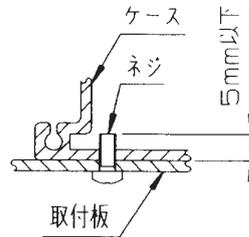
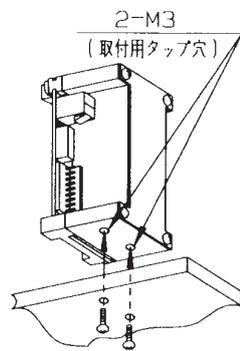
●ドライバの取付け

■パームminiPLUSタイプ

【正面取付】

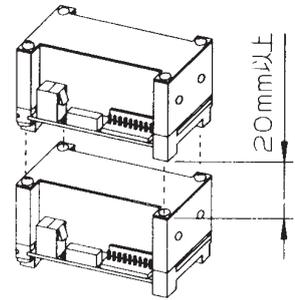


【側面取付】



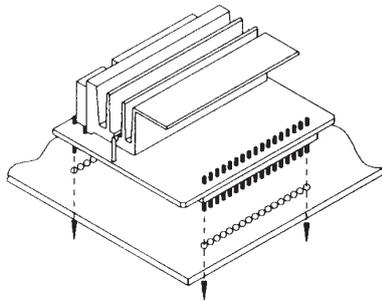
側面取付を行う場合には、使用するネジの長さに注意してください。

【取付間隔】



ドライバを重ねて設置する場合は放熱の為、その間隔を20mm以上あけてください。

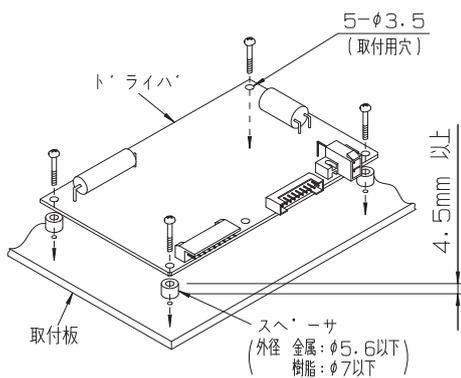
■オンボード



- ・コネクタ半田耐熱性
下記条件で半田付けすればドライバのコネクタが機能を損なう変形、損傷はありません。
JIS C 0500 に規定する半田を $260 \pm 5^\circ\text{C}$ に加熱し、フラックス処理したコネクタの半田付け部分を5秒間浸せきする。
使用フラックス：ロジンメタノール溶液 (25%)
- ・電子部品が干渉する為、オンボードタイプドライバの下に部品を実装しないでください。
- ・オンボードタイプドライバのヒートシンクは、GND に接続されています。

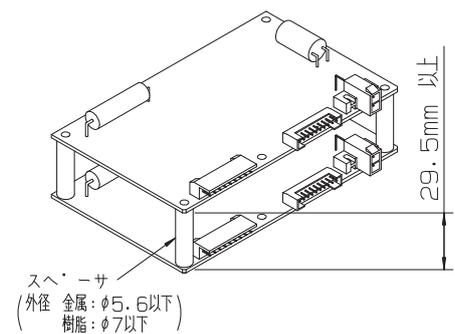
■シンプルタイプ

【取付】



ドライバを設置する場合は取付板との間隔を4.5mm以上あけて下さい。

【取付間隔】



ドライバを重ねて設置する場合は放熱の為、間隔を29.5mm以上あけて下さい。

●故障診断

■異常とその診断

使用中に異常が認められた時は、すぐにモータを停止し、その原因がモータやドライバにあるのか外部要因にあるのかまず診断してください。モータやドライバに原因があると診断された時は、そのままの状態でもータ及びドライバを弊社宛返送修理のご依頼を願います。

現象	原因	調査箇所	対策			
モータが回転しない	RUN、BRAKE、VS、信号の不具合	RUN、BRAKEの信号は正常に入っているか、VSは0になっていないか。	正常信号を入力する			
		RUN、BRAKEのスイッチ、VSへのボリュームに異常はないか。	ボリューム、スイッチを取り変える			
	ホールICの破損	モータをドライバに接続後電源を投入する。入力信号は全てオープンにし、モータを手で回すと下記モータケーブルHu、Hv、Hw出力が+5V→0V→+5Vと順次切り換わることを確認する (紫・灰間、青・灰間、緑・灰間)	モータとドライバとも弊社へ返送修理			
	巻線の損傷 イ)断線 ロ)レアショート	モータ単体に下記端子間抵抗をテスタやレアナスタで測定する 茶・赤 橙・茶 赤・橙 } 線間抵抗異常値 0.5～50Ω以外	モータ交換			
	リード線断線	ケーブル単品において各リードのドライバ側とモータ側で断線していないか。(導通していること)隣のリードとショートしていないか。	モータ(ケーブルを含む)とドライバとも弊社へ返送修理			
	モータコネクタ外れ、接触不良	モータコネクタ部が完全に挿入されているか モータ及びドライバのコネクタの点検	正常に直す			
	電源の異常	電源表示LED(緑:POWER)は点灯しているか(オンボードタイプドライバは除く) 正常な電源電圧は供給されているか	電源を正常にする			
	アラーム発生	アラーム発生原因の調査 ・定格を越える負荷がモータにかかっていないか ・運転・停止、回転方向切換の頻度が高い	下記対策後リセットし再運転 モータ容量の再検討 使用頻度の検討			
信号用電源電圧の異常 (BOOKタイプドライバのみ)	電源投入状態でI/Oの下記端子間電圧測定 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>端子間</th> <th>正常電圧値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5VIN-GND間</td> <td>5V±10%</td> </tr> </tbody> </table> 上記正常値以外の電圧の場合、回転異常のためモータが回らなかったりコントロールできない	端子間	正常電圧値	5VIN-GND間	5V±10%	信号用電源を正常にする
端子間	正常電圧値					
5VIN-GND間	5V±10%					
モータの回転が安定しない	速度設定電圧の異常	VS-GND端子間電圧が変動していないか	ボリュームまたは速度設定用電源の交換			
	外部ノイズによる誤動作	判定が難しいので対策をしても不具合の場合は弊社へ相談	・ノイズフィルタの設置 ・アース接続 ・入力信号線を短くする			
	電源電圧、周囲温度等の原因	電源電圧、周囲温度など規定値内か調査	仕様範囲内で使用する			
速度指令電圧を入力しないのにモータが回転する	外部ノイズによる誤動作	VS端子に接続されるリード線が速度設定用電源に接続されていないか、途中で断線していないか 入力信号線が長すぎないか	正常に接続する 30cm以下に短くする			
ベアリング異常音	ベアリングの摩耗または傷	ベアリング音を聞いてレース音やゴロゴロ音の発生はないか	短時間の摩耗の場合芯出し不十分、ラジアル荷重の過大が推定される。改善の上モータはメーカーへ返送修理			
ギヤ音の異常	ギヤ部の摩耗または歯の破損	ギヤ部の音を聞き不規則音が発生していればギヤヘッドを取り外し、モータ出力軸及びギヤ部点検	損傷具合によりモータ部またはギヤヘッドの交換			