

DEC (Digital EC Controller) は電子整流ブラシレスモータ (maxon EC motor) 用の1クワドラント・アンプです。

- デジタル回転数制御
- 最大回転数: 120,000rpm (2極モータ)
- 回転数制御の他、電流制御、可変電圧 (オープンループ) でも使用可能
- ブレーキ、回転方向切り換え、ディセーブル入力
- 赤と緑の2色LEDでステータス表示
- 内蔵ポテンシオメータでの指令 (回転数範囲の設定も可能) または外部電源 0...+5V からの指令
- 電流制限調整
- 2段階のゲイン設定
- 加速度の設定可能
- 過熱保護内蔵
- モータ軸ロックからの保護回路 (電流制限)
- ネジ・クランプ端子



目次

1	安全のための注意事項	2
2	テクニカル・データ	3
3	最小限の外付け配線 (運転モードによる)	4
4	動作説明	6
5	入力と出力	8
6	スイッチの機能	12
7	回転数範囲	12
8	内蔵ポテンシオメータ機能	13
9	運転状態表示	14
10	保護機能	15
11	EMC を考慮した配線	16
12	ブロック・ダイアグラム	17
13	外形寸法図	17

動作説明書の最新版は、インターネットからダウンロードできます。

<http://www.maxonjapan.co.jp> («製品»から«サーボアンプ» = 日本語)

<http://www.maxonmotor.com> («Downloads» in the category «Servicet» = 英語、ドイツ語)

1 安全のための注意事項



経験者・熟練者による準備

機器の設置や準備は経験者・熟練者が行って下さい。



法規制の遵守

アンプの設置および接続は、各地域の法規制にしたがってください。



負荷物の取り外し

試運転時にはモータ軸はフリーに、つまり負荷物を取り外した状態で行って下さい。



安全装置の追加

電子機器は基本的に安全な装置ではありません。したがって機械・機器は独立したモニタと安全装置を取り付けて使用する必要があります。機器が故障したり暴走した場合には安全な運転モードになるようにして下さい。



修理

修理はメーカーまたはメーカー指定者にお任せ下さい。ユーザが機器を分解したり修理するのは非常に危険です。



危険

アンプの設置中は機器に電源が接続されていないことを確認して下さい。電源接続後は動く部品には手を触れたりしないで下さい。



電源の接続

電源電圧が 10 ~ 50 VDC の範囲にあることを確認して下さい。60 VDC を超える電圧や極性が逆な場合、サーボアンプは破損します。



短絡、接地

アンプは巻線間の短絡、巻線と接地用端子 (Ground safety earth) および Gnd との短絡に対して保護されていません。



Electrostatic sensitive device (ESD)

静電破壊しやすいデバイスを使用しています。

2 テクニカル・データ

2.1 電気的特性

電源電圧 V_{cc} (リップル <5%)	10...50 VDC
最大出力電圧	$0.95 \times V_{cc}$
最大連続出力電流 I_{cont}	5 A
最大出力電流 I_{max}	10 A
PWM 周波数	39 kHz
最大回転数 (1 磁極ペアモータの場合)	120,000rpm

2.2 入力

回転数 "Speed"	アナログ入力 (0...5V) 分解能: 1,024 ステップ
ディセーブル "/Disable"	TTL, CMOS (5V) または Gnd へ接続
回転方向 "Direction"	TTL, CMOS (5V)) または Gnd へ接続
ブレーキ "/Brake"	TTL, CMOS (5V)) or または Gnd へ接続
ホールセンサ "Hall sensor"	1, 2, 3

2.3 入力/出力

"AUX" (configurable) デジタル入力、または +5VDC 出力のどちらかに設定可能

2.4 電圧出力

ホールセンサ用電源 " V_{cc} Hall" 7...12VDC, max. 30mA

2.5 モータ接続

巻線 1 "Motor winding 1"
巻線 2 "Motor winding 2"
巻線 3 "Motor winding 3"

2.6 調整用ポテンシオメータ

Speed 1, Speed 2 / Ramp, I_{max} , gain

2.7 LED インジケータ

運転可能: 緑 LED
エラー状態: 赤 LED

2.8 周囲温度/湿度範囲

使用温度範囲	-10 ... +45°C
保存温度範囲	-40 ... +85°C
相対湿度範囲、結露のないこと	20 ... 80%

2.9 保護機能

出力段の熱モニタ $T > 100^\circ\text{C}$
ロック保護 モータ軸が 1.5 秒以上ロックされた場合、電流制限

2.10 機械的特性

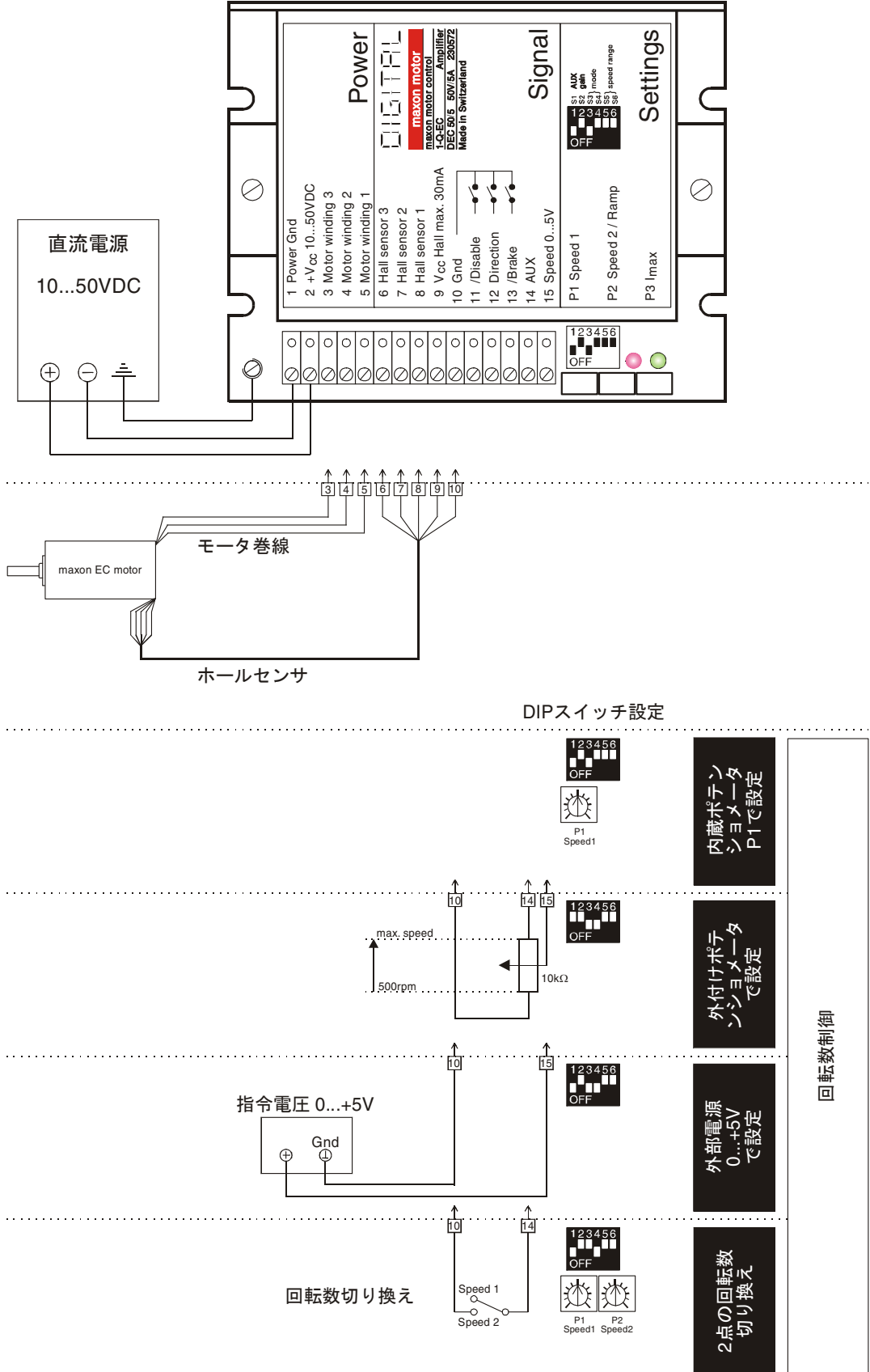
重量	約 155g
寸法	外形寸法図参照
取付方法	M3、4 点止め
取付穴寸法	87 x 39mm

2.11 端子

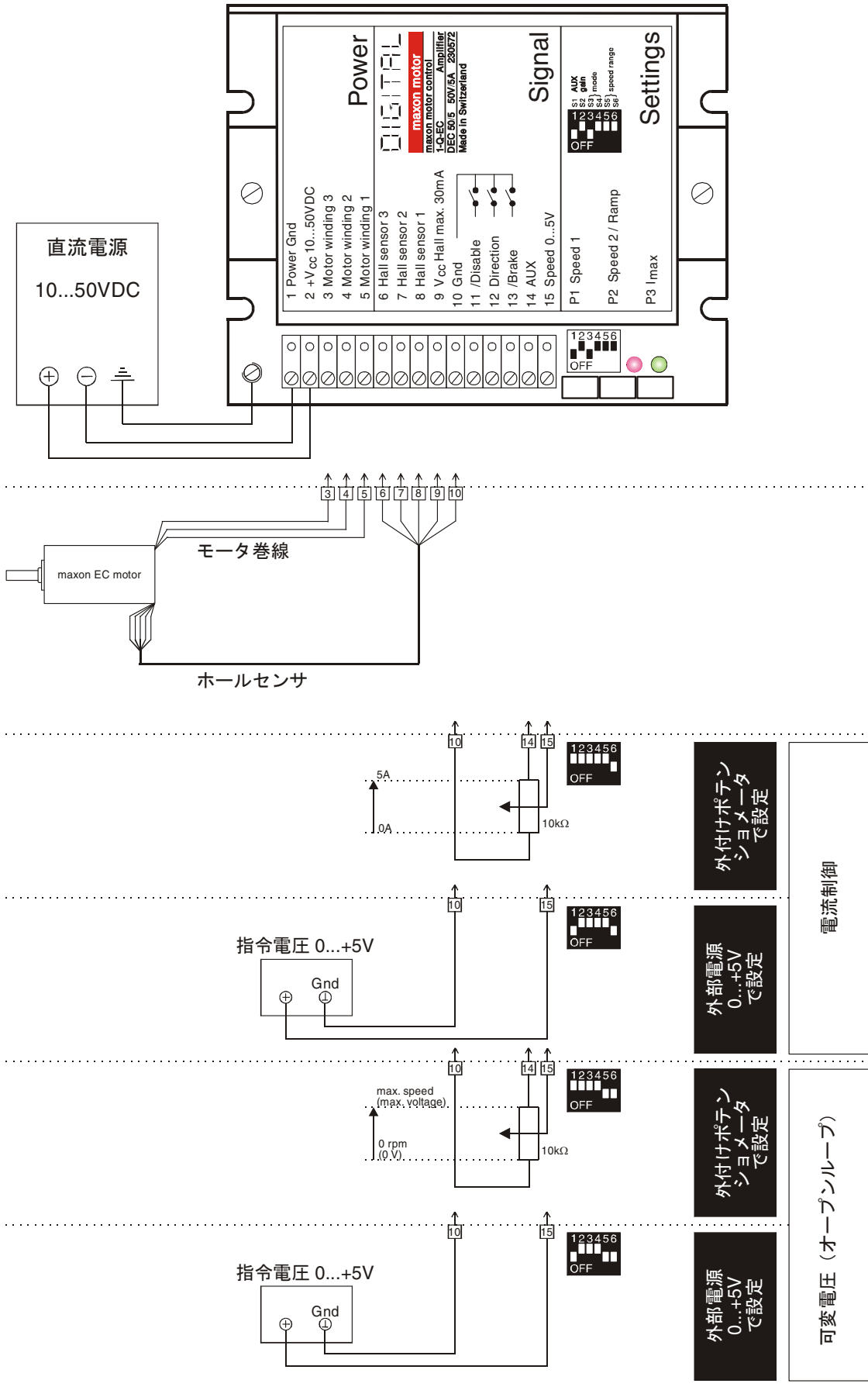
PCB クランプ	15 極
ピッチ	3.5mm
適合ケーブル	0.14...1mm ² 撚り線、または 0.14...1.3mm ² 単線 AWG 16-26

3 最小限の外付け配線（運転モードによる）

3.1 回転数制御



3.2 電流制御、または可変電圧（オープンループ）



4 動作説明

4.1 電源の準備

下に示す必要条件を満たすものであれば、どんな電源でも使用することができます。試運転中や調整中は、暴走による損傷を防ぐためモータから負荷物を取り外すことを推奨します。

必要な電源の条件

電源電圧	V_{CC} 10 ... 50VDC の範囲
リップル	<5%
出力電流	負荷による ただし、連続 max. 5A 加速時の短期間 max. 10A

必要な電圧は次の方法により求めることができます：

既知値：

- 運転するトルク M_B [mNm]
- 運転する回転数 n_B [rpm]
- 公称電圧 U_N [V]
- 公称電圧における無負荷回転数 n_0 [rpm]
- 回転数／トルク勾配 $\Delta n / \Delta M$ [rpm/mNm]

求める値：

- 電源電圧 V_{CC} [V]

計算式：

$$V_{CC} = \frac{U_N}{n_0} \cdot \left(n_B + \frac{\Delta n}{\Delta M} \cdot M_B \right) \cdot \frac{1}{0.95} + 1V$$

ここで計算した電圧を負荷時に供給できる電源を使用して下さい。
上の計算式には PWM サイクルの最大値 95% と DEC 50/5 内部の電圧降下 (1 Volt max.) が考慮されています。

注意：

ブレーキ機能を使用する場合は、5.1.5章のブレーキ機能 "/Brake" も参照して下さい。

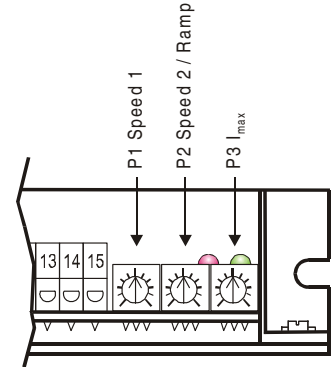
4.2 内蔵ポテンシオメータの調整

4.2.1 ポテンシオメータのプリセット

ポテンシオメータのプリセットにより初期状態に設定します。

DEC の出荷時にはプリセットされています。

ポテンシオメータのプリセット		
P1	Speed 1	50%
P2	Speed 2 / Ramp	50%
P3	I_{max}	50%



注意:

ポテンシオメータの左一杯: 最小値

ポテンシオメータの右一杯: 最大値

4.2.2 調整

デジタル回転数制御

- 設定した指令方法により、回転数を調整できます。スイッチ S5, S6 で最大回転数を設定して下さい（参照 "7. 回転数範囲"）。
- ポテンシオメータ **P3 I_{max}** で電流制限値を調整します。電流制限値は P3 で 0 A ... 10 A の範囲でリニアに調整できます。
- スイッチ **S2 gain** で増幅率を設定します。
(S2 'off': 高ゲイン, S2 'on': 低ゲイン)
重要: モータが不安定であったり、振動したり、騒音を発する場合はゲインが高すぎます。スイッチ S2 を 'on' 側に設定して下さい。

デジタル電流制御

- ポテンシオメータ **P1 Speed 1** で回転数制限値を設定します。回転数制限値は P1 で 500 rpm ... 25,000 rpm の範囲（1 磁極ペアモータの場合）でリニアに調整できます。スイッチ S5, S6 の設定は無関係です（参照 "7. 回転数範囲"）。
- 設定した指令方法により、電流（トルク）を調整できます。

注意:

"Speed"入力への 0 ... +5 V の電圧は、0 ... 5 A の電流指令となります。電流コントローラのバンド幅は約 15 Hz です。

可変電圧 (オープンループ)

- 設定した指令方法により、電圧（回転数）を調整できます。"Speed"入力への 0 ... +5 V の電圧は、0 ... Vcc の電圧指令となります。最大回転数は電源電圧、負荷および使用するモータにより決定されます。スイッチ S5, S6 の設定は無関係です（参照 "7. 回転数範囲"）。
- ポテンシオメータ **P3 I_{max}** で電流制限値を調整します。電流制限値は P3 で 0 A ... 10 A の範囲でリニアに調整できます。

5 入力と出力

5.1 入力

5.1.1 指令値 "Speed"

"Speed" 入力へのアナログ電圧値と、回転数（または電流、電圧：運転モードによる）は比例します。

この入力は次の運転モードで使用できます：回転数制御、電流制御、可変電圧（オープンループ）

"Speed" 入力は過電圧に対して保護されています。

入力電圧範囲	0 ... +5 V (ref: Gnd)
入力インピーダンス	> 1 M Ω (0 ... +5 V range)
過電圧保護	-50 ... +50 V

外付けポテンシオメータから指令する場合

外付けポテンシオメータを使用するときは、"AUX"（スイッチ S1 AUX 'on'）を +5 V 電圧として使用できます。

ポテンシオメータの抵抗推奨値: 10 k Ω

注意:

0 V 入力は最小回転数となります（参照 "7. 回転数範囲"）

5.1.2 ディセーブル "/Disable"

出力段をディセーブル状態にします。

この入力が何も接続しない場合や、2.4 V 以上の電圧が与えられている場合に運転可能となります。

この入力が Gnd を接続、または 0.8 V 以下の電圧が与えられている場合に、出力段はモータへの電力供給を停止し、モータ軸はフリーになります。

"/Disable" 入力は過電圧に対して保護されています。

入力電圧範囲	0 ... +5 V
入力インピーダンス	33 k Ω pull-up resistor at +5 V
過電圧保護	-50 V ... +50 V
遅延時間	約 12 ms

運転可能（イネーブル）	入力オープン、または 入力電圧 > 2.4 V
運転不可能（ディセーブル状態）	入力が Gnd に接続、または 入力電圧 < 0.8 V

注意:

DIP スイッチの設定を変えた場合、この入力を使用して Disable \rightarrow Enable とすることで新設定を有効にすることができます。

5.1.3 回転方向 "Direction"

この入力へのレベルが変化するとモータは制御されずに減速（巻線間の短絡、5.1.5 のブレーキ機能も参照して下さい）し、反対方向に回転します。加速度設定は、加速域のみで有効となります。

"Direction" 入力は過電圧に対して保護されています。

入力電圧範囲	0 ... + 5V
入力インピーダンス	33 k Ω pull-up resistor at +5 V
過電圧保護	-50 V ... + 50 V
遅延時間	約 12ms

時計方向回転 (CW)	入力オープン、または 入力電圧 > 2.4 V
反時計方向回転 (CCW)	入力が Gnd に接続、または 入力電圧 < 0.8 V



モータ回転中に回転方向を切り換える場合、5.1.5 のブレーキ機能で記述されている制限事項を守って下さい。アンプが破損します。

5.1.4 加速度設定

起動時または指令電圧が変化した場合の加速度を設定することができます。

加速時間は内蔵ポテンシオメータ P2 Ramp で調整でき、設定された回転数範囲の最大回転数とで加速度が決定されます（参照 "7. 回転数範囲"）。

内蔵ポテンシオメータ P2 Ramp	
加速時間設定	約 20 ms ... 約 10 s
左一杯	約 20 ms
右一杯	約 10 s
ピッチ	リニア 約 1.0 s / ピッチ

例:

ポテンシオメータ P2 Ramp: 40% に設定

指令電圧の変化 "Speed": 0 V \rightarrow 3 V

指令回転数までの加速時間

加速時間	$\text{time} = \frac{3V}{5V} \cdot 40\% \cdot 10s \cong 2.4s$
------	---

注意

最小加速時間は、ゲインが「高」に設定され、かつドライブ・システム全体が十分な能力がある場合のみ得られます。

5.1.5 ブレーキ機能 "/Brake"

この入力に何も接続しない場合や、2.4 V 以上の電圧が与えられている場合にはブレーキ機能は無効であり、運転可能となります。
 この入力に Gnd を接続、または 0.8 V 以下の電圧が与えられている場合に、ブレーキ機能は有効となります。モータ巻線は短絡され、モータ軸は停止方向に減速されます。ブレーキ機能が無効となるまでモータ巻線は短絡されます（出力段がディセーブル状態でも）。
 "/Brake" 入力は過電圧に対して保護されています。

入力電圧範囲	0 ... +5 V
入力インピーダンス	33 k Ω pull-up resistor at +5V
過電圧保護	-50 V ... +50 V
最大ブレーキ電流	30 A
遅延時間	約 12 ms
ブレーキ無効	入力オープン、または 入力電圧 > 2.4 V
ブレーキ状態	入力が Gnd に接続、または 入力電圧 < 0.8 V

ブレーキ時の回転数は、最大許容短絡電流と最大運動エネルギーで制限されます:

- $I \leq 30 \text{ A}$
- $W_k \leq 20 \text{ Ws}$

その値は以下の式で計算し、両方の条件を満たす必要があります:

ブレーキ時の最大回転数の計算式:

$$n_{\max} = 30 \text{ A} \cdot k_n \cdot (R_{\text{Ph-Ph}} + 0.05 \Omega) [\text{rpm}]$$

k_n = 回転数定数 [rpm / V]

$R_{\text{Ph-Ph}}$ = 端子間抵抗 (phase-phase) [Ω]

ブレーキ時の最大回転数の計算式:

$$n_{\max} = \sqrt{\frac{365}{J_R + J_L}} \times 10000 [\text{rpm}]$$

J_R = ロータ慣性モーメント [$\text{g}\cdot\text{cm}^2$]

J_L = 負荷の慣性モーメント [$\text{g}\cdot\text{cm}^2$]

注意:

ここで計算した回転数以上でブレーキをかけるとアンプは破損します。



最大許容短絡電流で制限される
ブレーキ時の回転数
($I = 30 \text{ A}$)



最大運動エネルギーで制限される
ブレーキ時の回転数
($W_k = 20 \text{ Ws}$)

5.1.6 "AUX"

"AUX" 端子は入力にも出力にも使用できます。スイッチで S1 で設定します。
"AUX" 端子はスイッチ S1 が OFF の時のみ過電圧に対して保護されます。

DIP switch S1 ON

機能	電圧出力
出力電圧	+5 VDC \pm 5%
内部抵抗	220 Ω
出力電流、 外付けポテンシオメータ \geq 10k Ω 用 に設計	500 μ A

DIP switch S1 OFF

機能	回転数切り換え
入力電圧範囲	0 ... +5V
入力インピーダンス	33 k Ω pull-up resistor at +5 V
過電圧保護	-50 V... +50 V
回転数が内蔵ポテンシオメータ P1 Speed 1 で設定された値	入力オープン、または 入力電圧 > 4.0 V
回転数が内蔵ポテンシオメータ P2 Speed 2 で設定された値	入力が Gnd に接続、または 入力電圧 < 1.0 V

5.1.7 ホールセンサ入力 "Hall sensor 1", "Hall sensor 2", "Hall sensor 3"

ロータ位置検出のためホールセンサが必要です。
"Hall sensor" 入力は過電圧に対して保護されています。

入力電圧範囲	0 ... +5 V
入力インピーダンス	15 k Ω pull-up resistor at +5 V
"Low" 電圧レベル	max. 0.8 V
"High" 電圧レベル	min. 2.4 V
過電圧保護	-50 V ... +50 V

ホールセンサ IC はシュミットトリガのオープンコレクタ出力のものを使用して下さい（当社製ブラシレスモータの標準）。

5.2 出力

5.2.1 ホールセンサ用電源 "V_{cc} Hall"

ホールセンサ用電源。





出力電圧	7 V ... 12 VDC
最大出力電流	30 mA（電流制限あり）

6 スイッチの機能



7 回転数範囲

回転数制御モードで設定値範囲 0 ... +5 V は、次の回転数範囲に比例します。

スイッチ S5, S6	モータのタイプ		
	1 磁極ペアモータ	4 磁極ペアモータ	8 磁極ペアモータ
	500 ... 6,000 rpm	125 ... 1,500 rpm	67 ... 750 rpm
	500 ... 25,000 rpm	125 ... 6,250 rpm	67 ... 3,125 rpm
	500 ... 60,000 rpm	125 ... 15,000 rpm	67 ... 7,500 rpm
	500 ... 120,000 rpm	125 ... 30,000 rpm	67 ... 15,000 rpm

注意:

- 電流制御モードでは、スイッチ S5, S6 の設定に関係なく、ポテンシオメータ P1 "Speed" により、最大回転数を 500 ... 25000 rpm の範囲（1 磁極ペアモータの場合）で設定できます。
- 可変電圧モードでは、設定 0 V はモータ電圧 0 V によって回転数 0 rpm となります。スイッチ S5, S6 の設定に関係なく、最大回転数は電源電圧と使用するモータで決定されます。


8 内蔵ポテンシオメータ機能

下の表は、各運転モードでどのポテンシオメータを使用するかを示しています。

機能	モード							
	回転数制御 (クローズド・ループ)				電流制御		可変電圧 (オープン・ループ)	
	内蔵ポテンシオメータで回転数指令	外付けポテンシオメータで回転数指令	外部電源で回転数指令 0...+5V	2点の回転数切り換え	外付けポテンシオメータで電流値指令	外部電源で電流指令 0...+5V	外付けポテンシオメータで供給電圧指令	外部電源で供給電圧指令 0...+5V
 P1 Speed1	✓			✓	✓	✓		
 P2 Speed2				✓				
 P2 Ramp	✓	✓	✓					
 P3 I _{max}	✓	✓	✓	✓			✓	✓

9 運転状態表示

緑と赤のLEDで状態を表示します。

定義


9.1 LED 消灯

理由:

- 電源未投入
- ヒューズ切れ
- 電源極性間違い
- ホールセンサ電源 V_{cc} Hall が短絡

9.2 緑 LED

点滅状態	状態
	運転可能
	ディセーブル状態
	ブレーキ状態

9.3 赤 LED が断続的に点滅

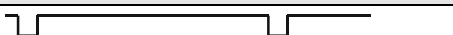

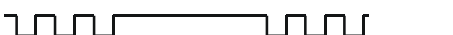

ホールセンサの状態に異常が検出されています。

理由:

- ホールセンサが接続されていない、または間違った順序で接続
- ホールセンサ電源ラインに異常
- ホールセンサ電源ライン／信号への電磁障害
(対策: シールドケーブル使用)
- ホールセンサ故障

9.4 赤 LED が一定の間隔で点滅

点滅状態により次のエラーが検出されています:

点滅状態	エラー
	過熱保護
	<ul style="list-style-type: none"> • モータ軸ロック • 過負荷 • 電流制限設定が過小 • 巻線未接続
	スイッチ ON 時にホールセンサ状態に異常検出 → ホールセンサ接続／信号調査要
	DIP スイッチ S3-S6 が無効なモードに設定されている

10 保護機能

10.1 過熱に対する保護

出力段温度が 1.5 秒間以上 100°C を超えると出力段はスイッチ OFF となります。

エラー状態は LED で観察できます（参照、9. 運転状態表示）。

出力段温度が 80°C 以下になると復帰します。

10.2 モータ軸ロックに対する保護

モータ軸が 1.5 秒間以上ロックされると電流制限値は 4.2 A に設定されます。

注意:

電流制御モードでは、この保護機能は働きません。

11 EMC を考慮した配線

電源 (+V_{CC} - Power Gnd)

- 一般的にはシールド線は要求されません。
- 1つの電源でいくつかのアンプへ電源を供給する場合は、電源からそれぞれのアンプへ直接接続して下さい（星型配線）。

モータ・ケーブル (> 30 cm)

- できるだけシールド線を使用してください。
- シールド端はアンプ側／モータ側ともに接続して下さい：
DEC 50/5 側: アンプハウジング底面
モータ側: モータ・ハウジングまたはモータ・ハウジング接続部品（低抵抗）
- セパレート・ケーブルを使用して下さい。

ホールセンサ・ケーブル (> 30 cm)

- できるだけシールド線を使用してください。
- シールド端はアンプ側／モータ側ともに接続して下さい：
DEC 50/5 側: アンプハウジング底面
モータ側: モータ・ハウジングまたはモータ・ハウジング接続部品（低抵抗）
- セパレート・ケーブルを使用して下さい。

モータ／ホールセンサ・ケーブル (≤ 30cm) をアンプに直接接続する場合

- モータ／ホールセンサ・ケーブルをシールドして下さい。
 - シールド端は両側に接続して下さい。
- または
- モータ・ハウジングとアンプハウジング底面を接続して下さい。
 - モータ／ホールセンサ・ケーブルの配線は、上記接続とできるだけ近い位置に設置して下さい。

アナログ信号 (“AUX”, スピード”Speed”)

- 一般的にはシールド線は要求されません。
- 低レベルのアナログ信号を使用する場合、および外部からの EMC 障害が厳しい環境下では、シールド線を使用して下さい。
- 通常はシールド端は両側に接続して下さい。50/60 Hz の影響が出る場合は、片側だけ接続して下さい。

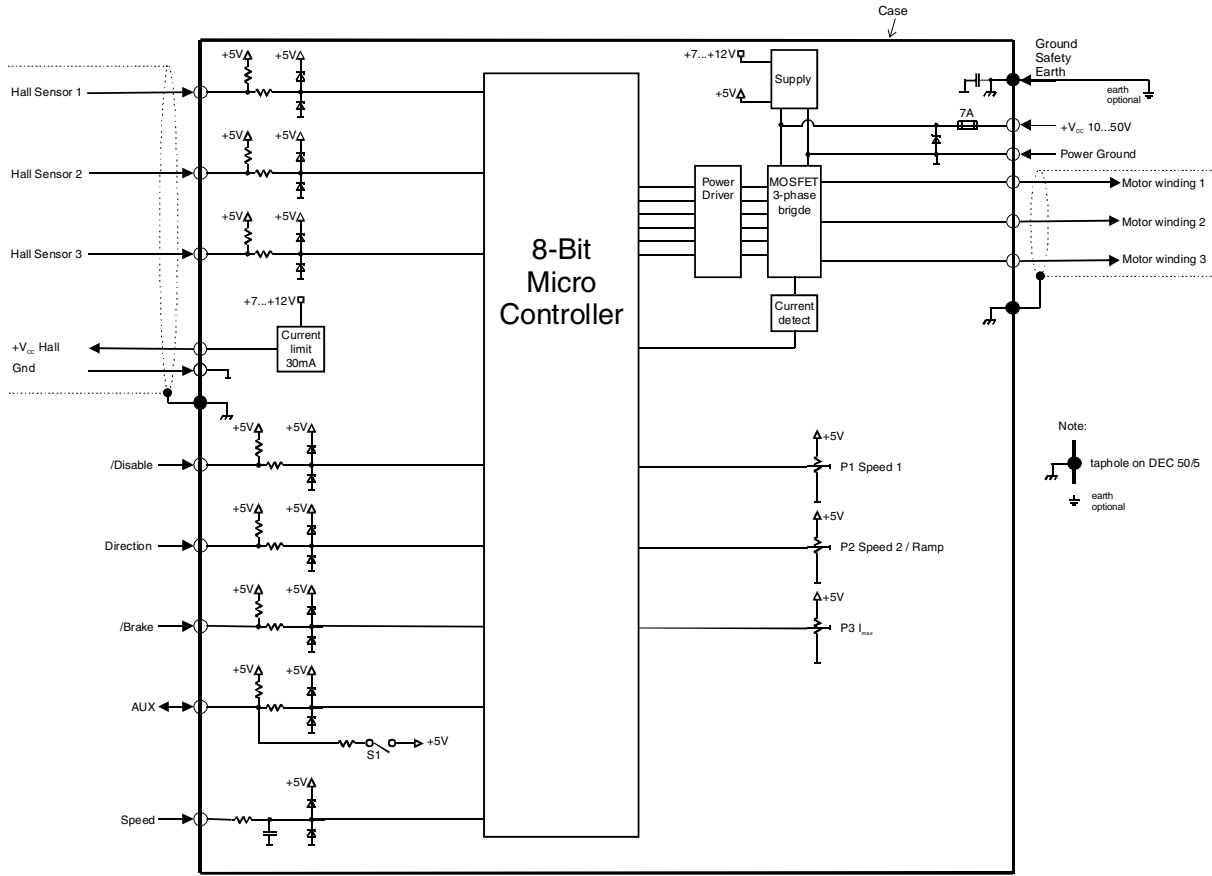
デジタル信号 (ディセーブル”Disable”, 回転方向”Direction”, ブレーキ”Brake”)

- シールド線は必要ありません。

[12 ブロック図](#)も参照下さい。

実際にノイズフリーを実現し、CE 適合とするためには、すべての構成部品（モータ、エンコーダ、アンプ、電源、EMC フィルタ、ケーブルなど）を組み込んだ完成品の状態で EMC 試験を行う必要があります。

12 ブロック・ダイアグラム



13 外形寸法図

一角法：単位 [mm]

