

## 3 軸ステッピング・モータ・コントローラ／ドライバ・モジュール

### 特長

- ▶ 3 軸ステッピング・モータ・コントローラ／ドライバ
- ▶ 電源電圧範囲 : 24V (10V~30V)
- ▶ モータ電流 : 3x 1.5A<sub>RMS</sub> (2A<sub>RMS</sub> ピーク)
- ▶ 8 点ハードウェア・ランプ・ジェネレータ
- ▶ StealthChop™ / SpreadCycle™
- ▶ モータ軸ごとの REFL/REFR リファレンス・スイッチ入力
- ▶ モータ軸ごとの A/B/N エンコーダ入力
- ▶ 4 個の DIGITAL\_IN/OUT、24V プッシュプルまたはハイサイド
- ▶ 2 個の ANALOG\_IN、0V~10V
- ▶ RS485/CAN/USB インターフェース
- ▶ 85mm x 55mm (クレジットカード・サイズ)
- ▶ 電源投入時のボード・アドレス自動割り当て (オプション)
- ▶ TMCL、CANopen

### アプリケーション

- ▶ 産業用オートメーション
- ▶ ラボラトリ・オートメーション
- ▶ 医療機器

### 概要

TMCM-3216 は、コンパクトな 3 軸バイポーラ・ステッピング・モータ・コントローラおよびスタンダードアロン・ドライバ・ボードです。最大 2A<sub>RMS</sub> のモータ・コイル電流で最大 3 個のバイポーラ・ステッピング・モータをサポートし、24V<sub>DC</sub> (代表値、10V~30V の範囲) の単電源動作が可能です。

モータ軸ごとに個別のリファレンス／停止スイッチとインクリメンタル A/B/N エンコーダ入力があります。更に、このモジュールは、プッシュプル出力またはハイサイド出力として設定可能な 4 つのプログラマブル・デジタル入出力を備えています。2 つのアナログ入力は 0V~10V の信号に対応しています。

設定および更新用には USB インターフェースを利用できます。システム内通信やボードのデイジーチェーン接続用に RS485 バス・インターフェースと CAN バス・インターフェースを使用して、ボード両端のバス・コネクタを介した配線を簡素化できます。

### 簡略アプリケーション回路図

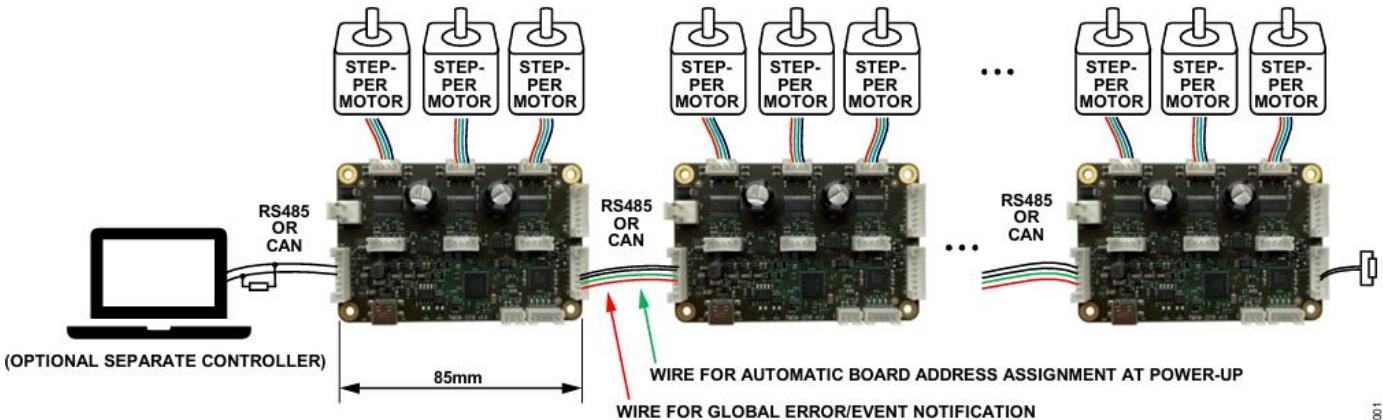


図 1. 多軸アプリケーションの例

## 改訂履歴

12/2024 - Rev. 0 : 市場投入のためのリリース

## 仕様

表 1. 電気的特性

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	COMMENTS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Input Voltage	$V_{SUPPLY}$			10	24	30	V
Supply Input Current	$I_{SUPPLY}$				$\ll 3x I_{MOTOR\_FS} + I_{MOTOR}$	$3x I_{MOTOR\_FS}$ Digital I/O	A
Motor Current (RMS)	$I_{MOTOR}$				1.5	2	$A_{RMS}$
Motor Coil Current Sine Wave Peak	$I_{MOTOR\_FS}$					2.8	A
Environmental Temperature at Rated Motor Current (3x 1.5A RMS), No Forced Cooling	$T_{ENV}$			-40		+40	°C
Output Voltage for +5V	$V_{+5V}$			4.5		5.5	V
Output Current for +5V	$I_{+5V}$		All +5V output pins together			400	mA
Reference Switch REFL/R Input Voltage	$V_{REFL/R}$		Type 1/3 Digital Input			30	V
Low-Level Reference Switch REFL/R Input Voltage	$V_{REFL/R\_L}$		Type 1/3 Digital Input			8	V
High-Level Reference Switch REFL/R Input Voltage	$V_{REFL/R\_H}$		Type 1/3 Digital Input	10			V
A/B/N Encoder Signal Input Voltage	$V_{ENC}$		Internal 47kΩ pull-up resistor to +5V	0		+5.5	V
Low-Level A/B/N Encoder Signal Input Voltage	$V_{ENC\_L}$					0.8	V
High-Level A/B/N Encoder Signal Input Voltage	$V_{ENC\_H}$			2			V
Digital I/O Output Current for High-Side Switch Configuration (HS)	$I_{DIGITAL\_HS}$				175		mA
Digital I/O Output Current for Push-Pull Configuration (PP)	$I_{DIGITAL\_PP}$				200		mA
Digital I/O Input Voltage Range for Input Configuration	$V_{DIGITAL}$		Type 1/3 Digital Input			$V_{SUPPLY}$	V

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	COMMENTS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Low-Level Digital I/O Input Voltage for Input Configuration	V <sub>DIGITAL_L</sub>		Type 1/3 Digital Input			6.7	V
High-Level Digital I/O Input Voltage for Input Configuration	V <sub>DIGITAL_H</sub>		Type 1/3 Digital Input	8			V
Analog Input Voltage Range	V <sub>ANALOG</sub>				0-10	30	V
EVENT Output Voltage Range	V <sub>EVENT</sub>		Internal 47kΩ pull-up resistor to +5V		0-5	30	V
Event Output Sink Current	I <sub>EVENT</sub>					20	mA
ADDR_OUT Output Voltage Range	V <sub>ADDR_OUT</sub>		Internal 47kΩ pull-up resistor to +5V		0-5	30	V
ADDR_IN Input Voltage Range	V <sub>ADDR_IN</sub>				0-5	30	V

表 2. 热特性

Test Setup	Lay the TMCM-3216 flat on the test bench. Natural air convection/no forced cooling at room temperature (25°C). Three connected stepper motors move slowly throughout the test.
Motor Current	3x 1.5A <sub>RMS</sub> /2A peak
Supply Voltage	24V
Thermal Image Taken after a 30-Minute Test Period	
Hot Spot	104°C is the maximum temperature at a 25°C environmental temperature.
Test result	The board reaches its maximum temperature at the driver stage for motor axis 1. The maximum temperature is still well below the absolute maximum temperature specified for the driver ICs.

## 絶対最大定格

特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表 3. 絶対最大定格

PARAMETER	RATING
Supply Input Voltage	-0.3V to +33V
Reference Switch REFL/R Input Voltage	-40V to +40V
Digital I/O Input Voltage Range for Input Configuration	-1V to $V_{SUPPLY} + 0.3V$
Analog Input Voltage Range	-0.3V to +40V
EVENT Output Voltage Range	-0.3V to +36V
ADDR_OUT Output Voltage Range	-0.3V to +36V
ADDR_IN Input Voltage Range	-0.3V to +36V

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えるとデバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。これらはストレス定格のみを定めたものであり、この仕様の動作のセクションに記載する規定値以上でデバイスが正常に動作することを示唆するものではありません。デバイスを長時間にわたり絶対最大定格状態に置くと、デバイスの信頼性に影響を与えることがあります。

## 静電放電 (ESD)

### ESDに関する注意



#### ESD（静電放電）の影響を受けやすいデバイスです。

帯電したデバイスや回路基板は、検出されないまま放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術であるESD保護回路を内蔵していますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESDに対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。

## 安全上の注意

TMCM-3216 は、筐体などの保護を行わずに提供されます。このモジュールは、ステッピング・モータ、I/O、通信リンクがアプリケーション要件に応じて内部接続されたお客様のシステム／装置に内蔵されて、組込みモーション・コントロールを行うことを想定しています。お客様の責任において、システム／装置の内部で TMCM-3216 を十分に保護し、エンド・ユーザが直接これに手を触れることがないようにしてください。

## ピン配置およびピン機能の説明

## 概要

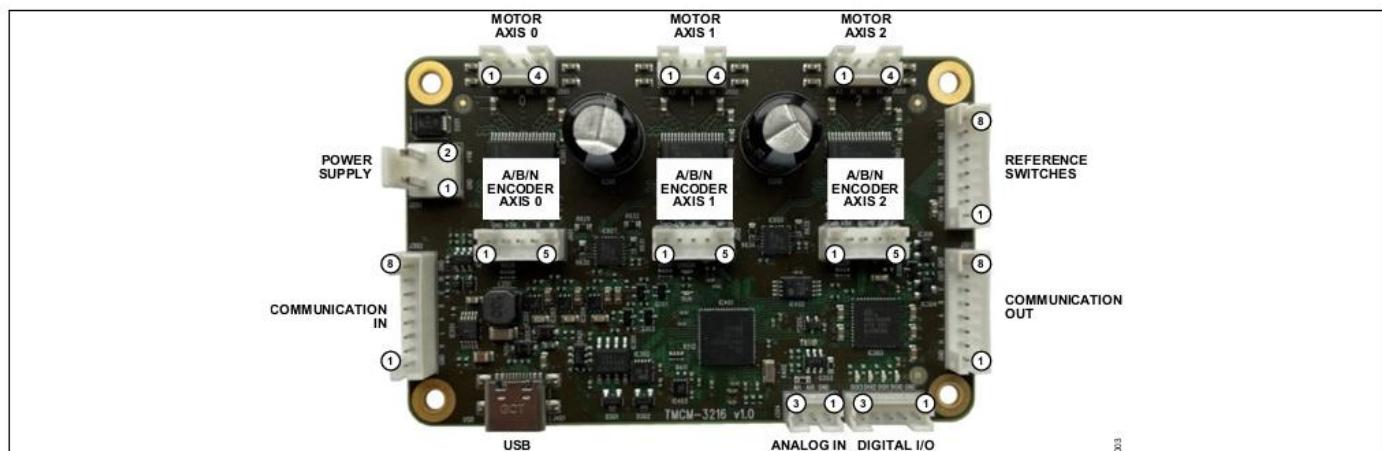


図 2. TMCM-3216 のコネクタ

表 4. コネクタのタイプと受け側のコネクタ

Connector	Connector Type	Mating Connector Type
Power Supply	JST B2P-VH (JST VH series, 2 pins, 3.96mm pitch)	Connector housing: JST VHR-2N Contacts: JST SVH-21T-P1.1 Wire: 0.83mm <sup>2</sup> , AWG 18
Motor Axis 0-2	JST B4B-PH-K-S (JST PH series, 4 pins, 2mm pitch)	Connector housing JST: PHR-4 Contacts JST: SPH-002T-P0.5S Wire: 0.22mm <sup>2</sup> , AWG 24
Reference Switches	JST B8B-PH-K-S (JST PH series, 8 pins, 2mm pitch)	Connector housing JST: PHR-8 Contacts JST: SPH-002T-P0.5S Wire: 0.22mm <sup>2</sup> , AWG 24
A/B/N Encoder Axis 0-2	JST B5B-PH-K-S (JST PH series, 5 pins, 2mm pitch)	Connector housing JST: PHR-5 Contacts JST: SPH-002T-P0.5S Wire: 0.22mm <sup>2</sup> , AWG 24
Communication In	JST B8B-PH-K-S (JST PH series, 8 pins, 2mm pitch)	Connector housing JST: PHR-8 Contacts JST: SPH-002T-P0.5S Wire: 0.22mm <sup>2</sup> , AWG 24
Communication Out	JST B8B-PH-K-S (JST PH series, 8 pins, 2mm pitch)	Connector housing JST: PHR-8 Contacts JST: SPH-002T-P0.5S Wire: 0.22mm <sup>2</sup> , AWG 24
Digital I/O	JST B5B-PH-K-S (JST PH series, 5 pins, 2mm pitch)	Connector housing JST: PHR-5 Contacts JST: SPH-002T-P0.5S Wire: 0.22mm <sup>2</sup> , AWG 24
Analog In	JST B3B-PH-K-S (JST PH series, 3 pins, 2mm pitch)	Connector housing JST: PHR-3 Contacts JST: SPH-002T-P0.5S Wire: 0.22mm <sup>2</sup> , AWG 24
USB	USB-C	USB-C

## 電源コネクタ

表 5. ピンの説明

端子	名称	説明	リファレンス 電源	タイプ
1	GND	共通電源 GND		
2	V <sub>SUPPLY</sub>	主電源入力		IN

## モータ軸 0~2 のコネクタ

表 6. ピンの説明

端子	名称	説明	リファレンス 電源	タイプ
1	A2	モータ・コイル A のピン 2	V <sub>SUPPLY</sub>	OUT
2	A1	モータ・コイル A のピン 1	V <sub>SUPPLY</sub>	OUT
3	B2	モータ・コイル B のピン 2	V <sub>SUPPLY</sub>	OUT
4	B1	モータ・コイル B のピン 1	V <sub>SUPPLY</sub>	OUT

## リファレンス・スイッチ・コネクタ

表 7. ピンの説明

端子	名称	説明	リファレンス 電源	タイプ
1	GND	共通電源 GND		
2	V <sub>SUPPLY</sub>	V <sub>SUPPLY</sub> 電源バススルー出力 注: このピンをモジュールの電源入力として使用しないでください。	V <sub>SUPPLY</sub>	OUT
3	REFR0	軸 0 用の右リファレンス・スイッチ入力 (24V 産業用タイプ 1/3 デジタル入力)	V <sub>SUPPLY</sub>	IN
4	REFL0	軸 0 用の左リファレンス・スイッチ入力 (24V 産業用タイプ 1/3 デジタル入力)	V <sub>SUPPLY</sub>	IN
5	REFR1	軸 1 用の右リファレンス・スイッチ入力 (24V 産業用タイプ 1/3 デジタル入力)	V <sub>SUPPLY</sub>	IN
6	REFL1	軸 1 用の左リファレンス・スイッチ入力 (24V 産業用タイプ 1/3 デジタル入力)	V <sub>SUPPLY</sub>	IN
7	REFR2	軸 2 用の右リファレンス・スイッチ入力 (24V 産業用タイプ 1/3 デジタル入力)	V <sub>SUPPLY</sub>	IN
8	REFL2	軸 2 用の左リファレンス・スイッチ入力 (24V 産業用タイプ 1/3 デジタル入力)	V <sub>SUPPLY</sub>	IN

## 軸 0~2 用の A/B/N エンコーダ・コネクタ

表 8. ピンの説明

端子	名称	説明	リファレンス 電源	タイプ
1	GND	共通電源 GND		
2	+5V	+5V 電源出力		OUT
3	ENC_A	エンコーダの A チャンネル入力 (+5V への 47kΩ プルアップ抵抗内蔵)	+5V	IN
4	ENC_B	エンコーダの B チャンネル入力 (+5V への 47kΩ プルアップ抵抗内蔵)	+5V	IN
5	ENC_N	エンコーダの N チャンネル入力 (+5V への 47kΩ プルアップ抵抗内蔵)	+5V	IN

## 通信入力コネクタ

表 9. ピンの説明

端子	名称	説明	リファレンス 電源	タイプ
1	GND	共通電源 GND		
2	CAN_H	CAN インターフェース、差動信号処理（非反転） (通信出力コネクタ／パススルーに接続)		IN/OUT
3	CAN_L	CAN インターフェース、差動信号処理（反転） (通信出力コネクタ／パススルーに接続)		IN/OUT
4	RS485_A	RS485 インターフェース、差動信号処理（非反転） (通信出力コネクタ／パススルーに接続)		IN/OUT
5	RS485_B	RS485 インターフェース、差動信号処理（反転） (通信出力コネクタ／パススルーに接続)		IN/OUT
6	EVENT	イベント入出力 (+5V への 47kΩ プルアップ抵抗を内蔵したオープン・ドレイン、通信出力コネクタ／パススルーに接続)	V <sub>SUPPLY</sub>	IN/OUT
7	ADDR_IN	ボード・アドレス自動割り当て用の入力信号	V <sub>SUPPLY</sub>	IN
8	GND	共通電源 GND		

## 通信出力コネクタ

表 10. ピンの説明

端子	名称	説明	リファレンス電源	タイプ
1	GND	共通電源 GND		
2	CAN_H	CAN インターフェース、差動信号処理（非反転） (通信入力コネクタ／パススルーに接続)		IN/OUT
3	CAN_L	CAN インターフェース、差動信号処理（反転） (通信入力コネクタ／パススルーに接続)		IN/OUT
4	RS485_A	RS485 インターフェース、差動信号処理（非反転） (通信入力コネクタ／パススルーに接続)		IN/OUT
5	RS485_B	RS485 インターフェース、差動信号処理（反転） (通信入力コネクタ／パススルーに接続)		IN/OUT
6	EVENT	イベント入出力 (+5V への 47kΩ プルアップ抵抗を内蔵したオープン・ドレイン入出力、通信入力コネクタ／パススルーに接続)	V <sub>SUPPLY</sub>	IN/OUT
7	ADDR_OUT	出力信号 (ボード・アドレス自動割り当てに使用される、+5V への 47kΩ プルアップ抵抗を内蔵したオープン・ドレイン出力)	V <sub>SUPPLY</sub>	OUT
8	GND	共通電源 GND		

## デジタル I/O コネクタ

表 11. ピンの説明

端子	名称	説明	リファレンス電源	タイプ
1	GND	共通電源 GND		
2	DIO0	汎用デジタル入力 0／出力 0 デジタル入力：24V 産業用タイプ 1/3 デジタル出力：ハイサイド・スイッチまたはプッシュプル・ドライバ	V <sub>SUPPLY</sub>	IN/OUT
3	DIO1	汎用デジタル入力 1／出力 1 デジタル入力：24V 産業用タイプ 1/3 デジタル出力：ハイサイド・スイッチまたはプッシュプル・ドライバ	V <sub>SUPPLY</sub>	IN/OUT
4	DIO2	汎用デジタル入力 2／出力 2 デジタル入力：24V 産業用タイプ 1/3 デジタル出力：ハイサイド・スイッチまたはプッシュプル・ドライバ	V <sub>SUPPLY</sub>	IN/OUT
5	DIO3	汎用デジタル入力 3／出力 3 デジタル入力：24V 産業用タイプ 1/3 デジタル出力：ハイサイド・スイッチまたはプッシュプル・ドライバ	V <sub>SUPPLY</sub>	IN/OUT

## アナログ入力コネクタ

表 12. ピンの説明

端子	名称	説明	リファレンス 電源	タイプ
1	GND	共通電源 GND		
2	AIN1	汎用アナログ入力 1 (0V~10V)		IN
3	AIN0	汎用アナログ入力 0 (0V~10V)		IN

## 詳細

TMCM-3216 は、高集積の 3 軸ステッピング・モータ・コントローラ／ドライバ・モジュールです。このモジュールは、CAN、RS485、USB の各シリアル・インターフェースで制御できます。

3 個のステッピング・ドライバは、最大 2A<sub>RMS</sub> のモータ電流とフルステップあたり最大 256 のマイクロステップに対応します。高ダイナミック・モータ制御には SpreadCycle チョッパー・アルゴリズム、低騒音モータ動作には StealthChop2 チョッパーを選択してください。センサーレス負荷推定には、StallGuard2 または StallGuard4 を使用できます。もしくは、すべての動作条件でステップ・ロスやステップ偏差を検出するインクリメンタル A/B/N エンコーダを、3 軸すべてで使用することもできます。方向およびモータごとに、個別のリファレンス／停止スイッチ入力があります。

軸ごとに、8 点モーション・ランプ・ジェネレータがハードウェアに組み込まれており、位置移動や速度制御を個別にオンザフライの変更で行うことができます。

内蔵の Arm® M4 マイクロコントローラは、CAN、RS485、USB の各インターフェースに対応し、3 つの内蔵ステッピング・モータ・コントローラおよびドライバに接続されています。このマイクロコントローラは、システム全体の制御、初期化、起動、モータ動作の同期、通信プロトコルの処理を行います。プリロード・ファームウェアには TMCL、CANopen の 2 つのバージョンがあります。

TMCM-3216 の TMCL バージョンには、Trinamic モーション・コントロール言語 (TMCL) 用の PC ベースのソフトウェア開発環境である TMCL-IDE が同梱されています。TMCL の高レベルの事前定義済みコマンド (位置への移動など) を用いると、モーション・コントローラ・アプリケーションの開発を短時間で行うことができます。ランプ計算などの重要な動作が常時ボード上で行われるため、通信トラフィックは低い状態に維持されます。帰還を用いたデバイスのフル・リモート制御が可能です。モジュールのファームウェアは、どのシリアル・インターフェースでも更新できます。

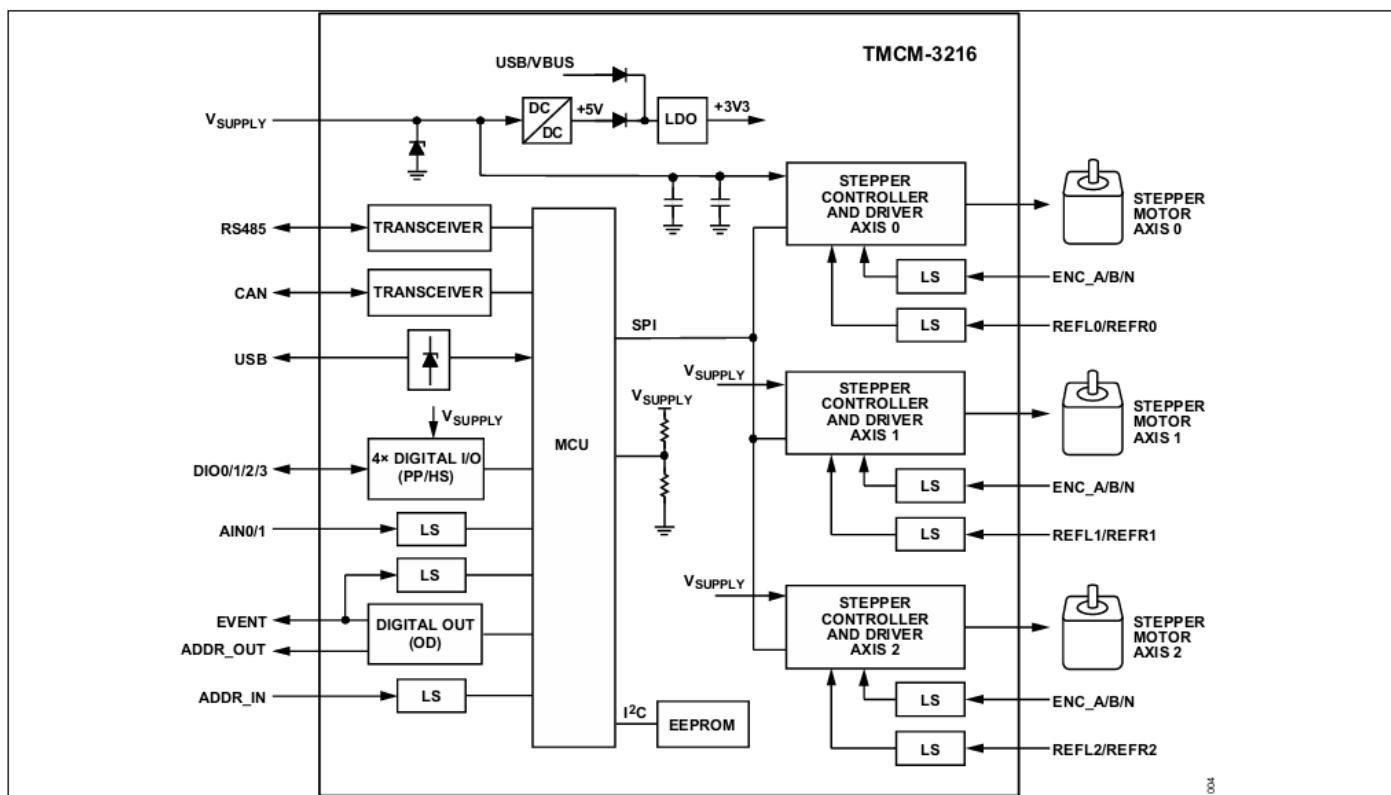


図 3. TMCM-3216 のブロック図

**RS485**

ホスト・システムとの間でリモート制御や通信を行うために、TMCM-3216 は 2 線式の RS485 バス・インターフェースを備えています。適切な動作を実現するために、RS485 ネットワークの設定時には以下の項目を考慮してください。

- バス構造**: ネットワークの回路構成は、バス構造のできる限り近くに配置するようにします。TMCM-3216 は、ボードの両端に通信コネクタを備えることでこの構造に対応しています。これらのコネクタは、比較的短いスタブをオンボードの RS485 トランシーバに接続して RS485 差動信号を通過させます。
- バス終端**: バスが長い場合、複数のノードをバスに接続する場合、あるいは通信速度が高い場合には、バスの両端を適切に終端してください。TMCM-3216 には、終端抵抗は内蔵されていません。そのため、バスの両端に  $120\Omega$  の終端抵抗を外部接続する必要があります。
- ノード数**: RS485 の電気的インターフェース規格 (EIA-485) では、最大 32 個のノードを 1 本のバスに接続できます。通常、1 本のバスに接続された多数のノードとの信頼できる通信は、サポートされている最大通信速度と同時に実現することはできません。むしろ、バス・ケーブル長、通信速度、ノード数の間での調整が必要となります。
- 通信速度**: 工場出荷時のデフォルトは 9.6 kbps です。
- バス・ラインをフロート状態にしない**: バス・ライン上のホスト／コントローラやペリフェラル・デバイスのいずれもデータ送信を行っていない（すべてのバス・ノードが受信モードに切り替わっている）場合に、バス・ラインがフロート状態にならないようしてください。バス・ラインをフロート状態にすると、通信エラーが生じる場合があります。バスの信号の有効性を確保するため、抵抗ネットワークを用いて、明確に定義されたロジック・レベルに両方のバス・ラインを接続することを推奨します。

推奨の接続方法は 2 つあります。1 つは、抵抗（バイアス）ネットワークをバスの一方の側にのみ追加し、両端に  $120\Omega$  の終端抵抗を接続する方法です。図 4 を参照してください。

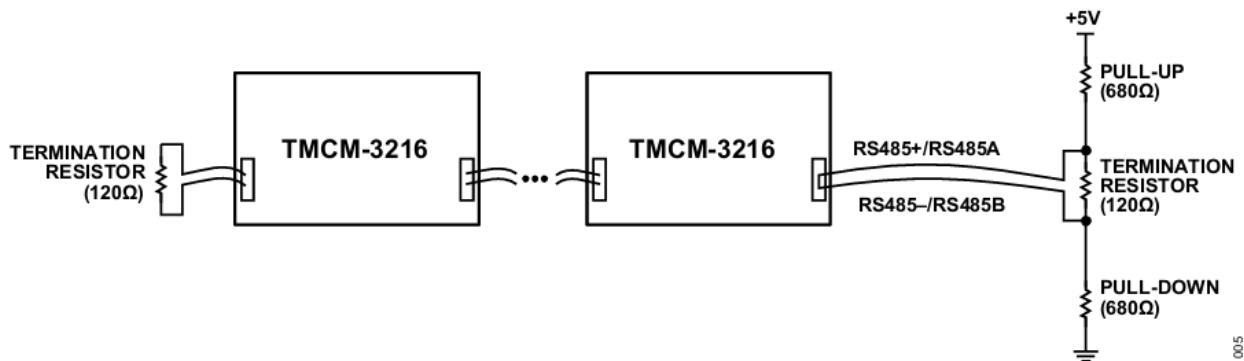


図 4. 片側にのみ抵抗（バイアス）ネットワークを接続したバス・ライン

もう 1 つは、バスの両端に抵抗（バイアス）ネットワークを追加する方法です。これは、Profibus™終端とも呼ばれます。図 5 を参照してください。

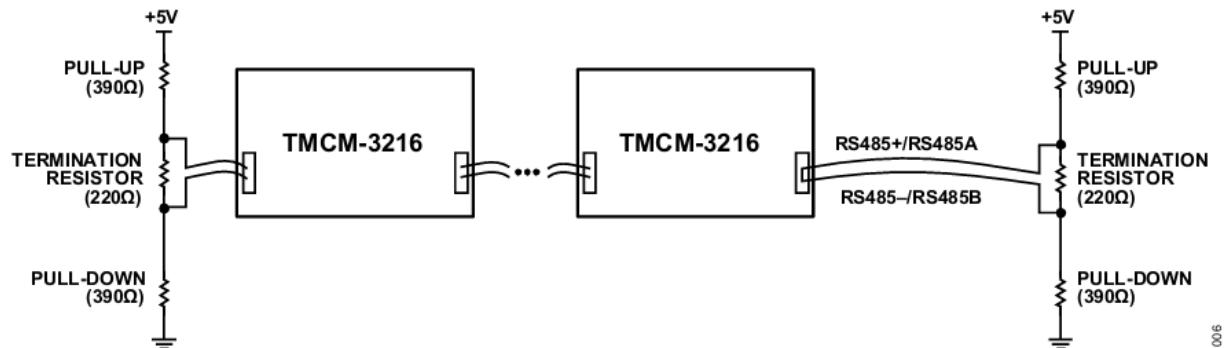


図 5. 両側に抵抗（バイアス）ネットワークを接続したバス・ライン

## CAN

ホスト・システムとの間でリモート制御や通信を行うために、TMCM-3216 は CAN バス・インターフェースも備えています。適切な動作を実現するために、CAN ネットワークの設定時には以下の項目について考慮してください。

- **バス構造**：ネットワークの回路構成は、バス構造のできる限り近くに配置するようにします。TMCM-3216 は、ボードの両端に通信コネクタを備えることでこの構造に対応しています。このコネクタは、比較的短いスタブをオンボードの CAN トランシーバに接続して CAN 差動信号を通過させます。
- **バス終端**：バスが長い場合、複数のノードをバスに接続する場合、あるいは通信速度が高い場合には、バスの両端を適切に終端してください。TMCM-3216 には、終端抵抗は内蔵されていません。そのため、バスの両端に  $120\Omega$  の終端抵抗を外部接続する必要があります。
- **ノード数**：実際に実現できる CAN バスあたりのノード数は、バス長（バスが長いほどノード数は少ない）と通信速度（速度が高いほどノード数は少ない）に強く依存します。
- **通信速度**：工場出荷時のデフォルトは 1Mbps です。

## USB

ホスト・システムとの間でリモート制御や通信を行うために、TMCM-3216 は USB インターフェース（USB-C コネクタ）を備えています。モジュールは、USB ホストが接続されると直ちに、USB を通じてコマンドを受け付けます。TMCM-3216 は、セルフパワーUSB 動作（外部電源が電源コネクタを通じて供給される場合）と USB バスパワー動作（外部電源が電源コネクタを通じて供給されない場合）をサポートしています。

USB バスパワー動作時には、コアのデジタル部品（マイクロコントローラや EEPROM など）のみが動作可能です。モータ動作はできません。このモードは、モジュールとホスト PC の間に USB ケーブルを接続するだけで設定／パラメータ設定／読み出し、ファームウェアの更新などができるよう実装されているものです。この場合、この他のケーブル配線や外付けデバイスは不要です。

なお、USB セルフパワー動作の場合でも、USB の+5V バス電源の電圧レベルによっては、この電源からモジュールに電流が流れることがあるので、注意してください。

USB インターフェースは、設定／ファームウェア更新、初期テスト、サービスのために使用できます。システム内通信のためには、より堅牢な RS485 バス・インターフェースまたは CAN バス・インターフェースを使用することを推奨します。

## オンボード LED

ボードには、ボードの状態を示す LED が 2 個設置されており、**Error** および **Run** のラベルが付けられています。LED の機能はファームウェア・バージョンによって異なります。TMCL ファームウェアでは、動作中は緑色の **Run** LED がゆっくりと点滅し、赤色の **Error** LED は点灯しません。詳細については、TMCM-3216 TMCL ファームウェア・マニュアルを参照してください。有効なファームウェアがボードにプログラムされていない場合や、ファームウェアの更新時には、赤色と緑色の LED が点灯したままになります。

また、DIO0/1/2/3 デジタル入出力の状態を示すためにデジタル I/O コネクタの部分に 4 個の緑色の LED があります。これらの LED は、デジタル出力または入力がアクティブ（ハイ）状態であることを示します。

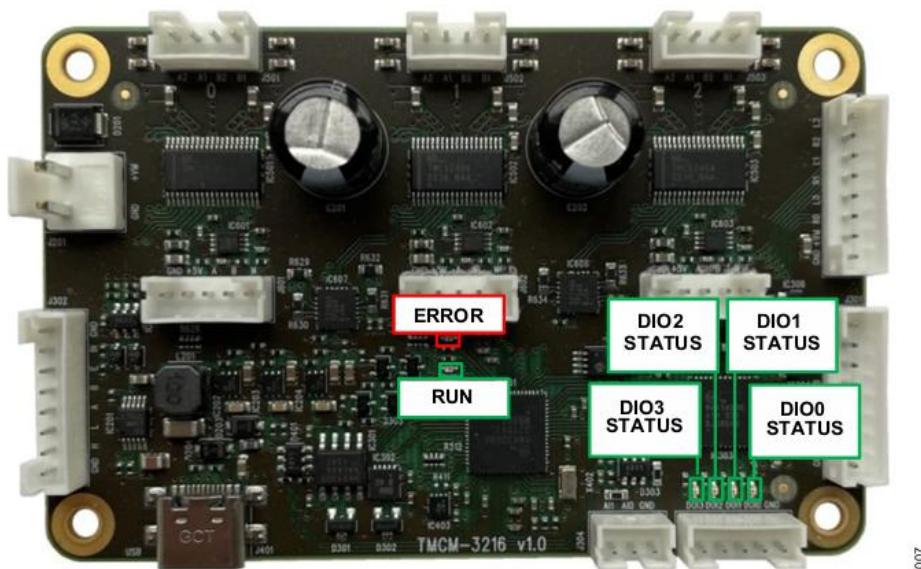


図 6. オンボード LED

## 出荷時デフォルト値へのリセット

有効な通信接続を確立することなく、ファームウェア内の TMCM-3216 用設定値をすべて出荷時のデフォルト値にリセットすることができます。目的のインターフェースの通信パラメータが誤って未知の値に設定された場合や、評価／プロトタイプのセットアップ中に失われた場合に、これが役に立つことがあります。

このリセット手順では、電源投入時に、モジュールの底面の 2 つのテスト・パッドを短絡（電気的に互いに接続）する必要があります。以下の手順を使用します。

1. 電源をオフにします。オプション：USB ケーブルが接続されている場合は、これを取り外します。
2. PCB 底面のパッドを短絡します。図 7 を参照してください。
3. 電源を再びオンにします。オプション：USB ケーブルを用いる場合は、これを再び接続します。
4. ボード上の赤色 (**ERROR**) と緑色 (**RUN**) の LED が高速で点滅するようになるまで待ちます。注：これには数秒かかることがあります。
5. 電源をオフにします。オプション：USB ケーブルが接続されている場合は、これを取り外します。
6. パッド間の短絡を取り外します。

7. 電源を再びオンにした後（またはオプションでUSBケーブルを再び接続した後（該当の場合））、すべての恒久的な設定が出荷時のデフォルト値に復元されます。

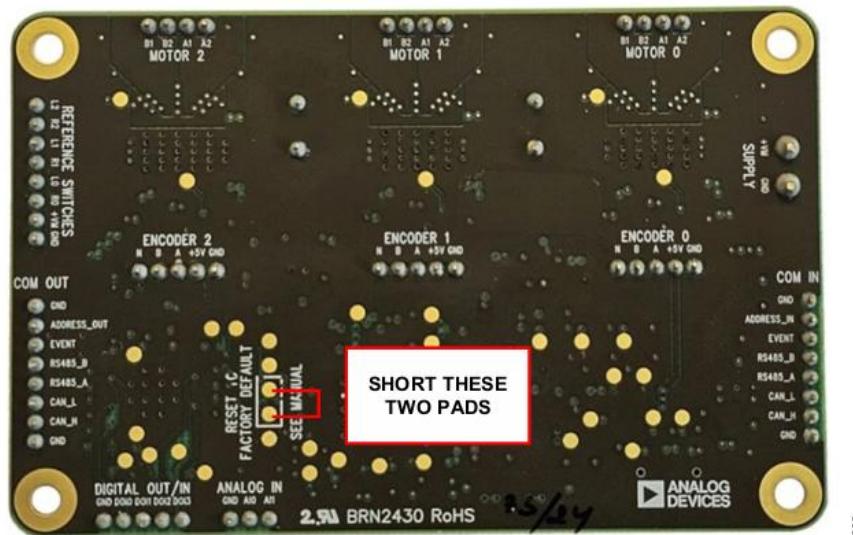


図 7. PCB を底面より見た図 - 出荷時デフォルト値へのリセット

## 外形寸法

コントローラ／ドライバ・エレクトロニクスを搭載したボードの大きさは全体で 85mm x 55mm であり、M3 ネジ（直径 3.2mm）の取付け穴が 4 つあります。受け側のコネクタとケーブル配線がない場合の最大ボード高は、プリント回路基板面から約 15mm 上です。

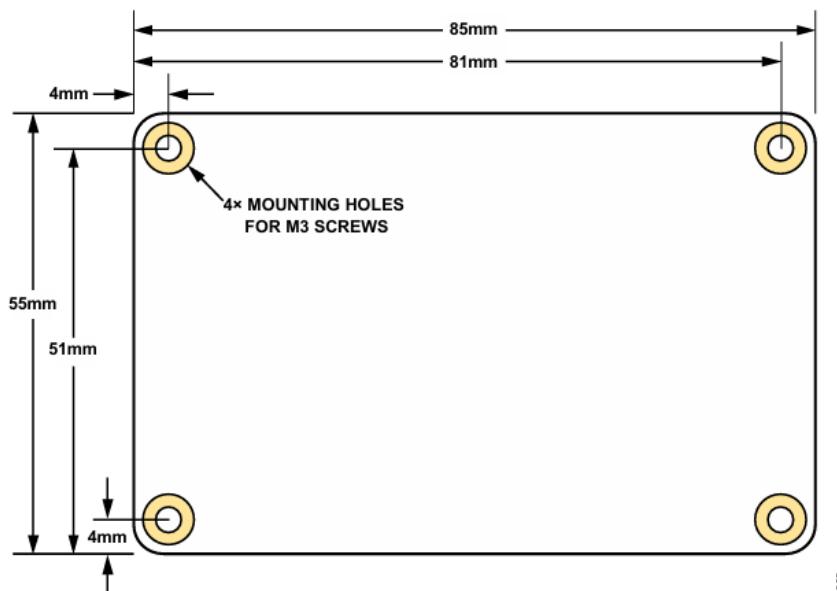


図 8. ボードの寸法と取付け穴の位置

TMCM-3216 には金属メッキの取付け穴が 4 つあります。この 4 つの取付け穴はすべて、共通電源 GND に DC カップリングされています。信号の歪みと HF 信号の放射を最小限に抑える（すなわち EMC 両立性を向上させる）ためには、特にノイズの影響を受けやすい環境やノイズの多い環境において、システム内に確実なグラウンド接続を確保することが重要です。この方法を更に支援するために、ボードの 4 つの取付け穴すべてと電源入力グラウンドを、システムの電源グラウンドに接続することを推奨します。

しかし、この方法を常に選択できるとは限りません。例えば、金属製のシステム・シャーシ／TMCM-3216 取付け板が既にグラウンドに接続されている場合、電源グラウンド（二次側）と主電源グラウンド（一次側）を直接接続することは好ましくなく、選択肢とはなりません。この場合、プラスチック（ナイロンなど）のスペーサ、延長ボルト、ネジを用います。

## オーダー・ガイド

表 13. オーダー・ガイド

MODEL	DESCRIPTION	SIZE OF UNIT
TMCM-3216-TMCL	3-Axis Stepper Motor Controller Driver Module, Preprogrammed with TMCL Firmware	85mm x 55mm x 20mm
TMCM-3216-CANOPEN	3-Axis Stepper Motor Controller Driver Module, Preprogrammed with CANopen Firmware	85mm x 55mm x 20mm

ここに含まれるすべての情報は現状のまま提供されるものであり、アナログ・デバイセズはそれに関するいかなる種類の保証または表明も行いません。アナログ・デバイセズ社は、その情報の利用に関して、あるいはその利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関する一切の責任を負いません。仕様は予告なく変更される場合があります。明示か黙示かを問わず、アナログ・デバイセズ製品またはサービスが使用される組み合わせ、機械、またはプロセスに関するアナログ・デバイセズの特許権、著作権、マスクワーク権、またはその他のアナログ・デバイセズの知的財産権に基づくライセンスは付与されません。商標および登録商標は、各社の所有に属します。ここに記載されているすべてのアナログ・デバイセズ製品は、出荷および在庫状況に依存します。