

TMCM-1290 ハードウェア・マニュアル

ハードウェア・バージョン V1.00 |19-101825, Rev 0, 11/23

TMCM-1290 は 2 相ステッピング・モータ向けの 1 軸コントローラおよびドライバ・モジュールです。TMCL または Modbus のいずれかのファームウェアがインストールされており、RS485 または SPI を介して通信が行われます。どちらも TMC5240 モーション・コントローラおよびモータ・ドライバを使用できます。StealthChop、SpreadCycle、Stall-Guard2、CoolStep を用いることで、動的な電流制御および静かで滑らかな効率的モータ動作を実現できます。



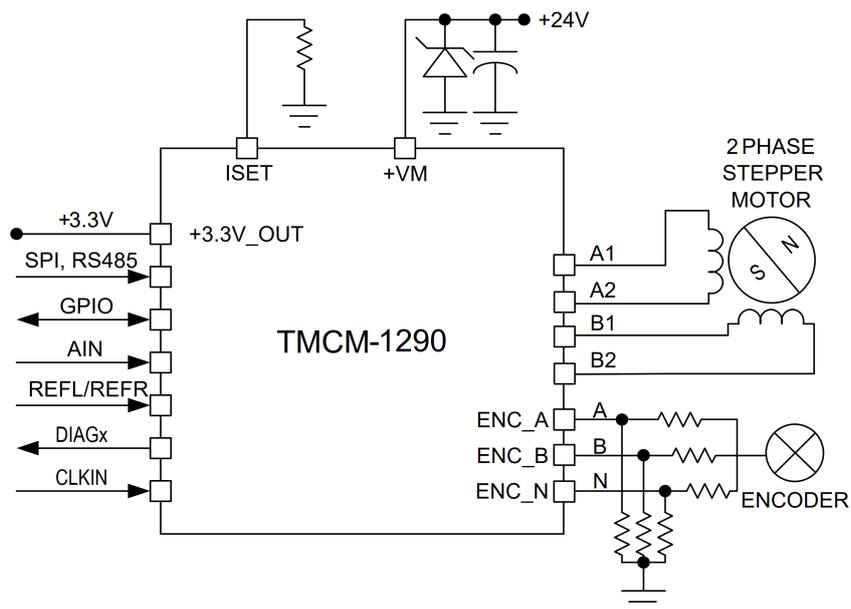
特長

- 電源電圧 : +4.5~+36V DC
- 実効値が最大 2.1A のモータ電流
- RS485 および SPI
- TMCL™ および Modbus プロトコル・スタック
- ステッピング・モータ・ドライバ内蔵
- 8 点モーション・コントローラ内蔵
- StealthChop2、CoolStep、StallGuard2、SpreadCycle に対応
- ABN インクリメンタル・エンコーダ・インターフェース
- リファレンス・スイッチ入力
- アナログ IO およびデジタル IO
- ペリフェラル用+3.3V 電源
- コンパクトなサイズ (24mm x 20.5mm)

アプリケーション

- 広範な市場
- システム・インテグレータ
- ラボ・オートメーション
- 繊維産業
- パッケージング
- 生命科学
- 半導体の取り扱い
- ポンプやモータの駆動
- 多軸アプリケーション

簡略化したブロック図



©2023 TRINAMIC Motion Control GmbH & Co. KG, Hamburg, Germany
 引き渡し条件および技術的な変更に対する権利は留保されています。
 最新版は www.analog.com でダウンロードできます。

目次

| | | |
|-----------|---------------------------------|-----------|
| 1 | 特長 | 4 |
| 2 | 注文コード | 5 |
| 3 | 機械的寸法 | 6 |
| | 3.1 基板サイズ..... | 6 |
| | 3.2 基板マウント時の考慮事項..... | 6 |
| 4 | ピン配列とピンの説明 | 7 |
| | 4.1 パッケージのピン配列..... | 7 |
| | 4.2 端子表..... | 8 |
| 5 | I/O | 10 |
| | 5.1 リセット入力..... | 10 |
| | 5.2 イネーブル入力..... | 10 |
| | 5.3 アナログ入力..... | 10 |
| | 5.4 汎用デジタル入力／出力..... | 10 |
| | 5.5 停止スイッチ入力..... | 10 |
| | 5.6 インクリメンタル・エンコーダ入力..... | 10 |
| | 5.7 診断出力 DIAG0 および DIAG1..... | 10 |
| | 5.8 外部クロック入力 CLKIN..... | 11 |
| | 5.9 過電圧保護出力 OVP..... | 11 |
| | 5.10 フル・レンジ電流設定入力 ISET..... | 11 |
| 6 | LED | 12 |
| 7 | システム・アーキテクチャ | 13 |
| | 7.1 サポートするプロトコルおよびインターフェース..... | 13 |
| | 7.1.1 TMCL プロトコル・バージョン..... | 13 |
| | 7.1.2 Modbus プロトコル・バージョン..... | 14 |
| 8 | 標準アプリケーション回路 | 15 |
| | 8.1 最低限必要な外部部品..... | 15 |
| | 8.2 拡張外部部品..... | 15 |
| 9 | 通信 | 17 |
| | 9.1 RS485..... | 17 |
| | 9.2 SPI..... | 18 |
| 10 | 出荷時デフォルト値への回復 | 19 |
| 11 | 動作定格および特性 | 20 |
| | 11.1 絶対最大定格..... | 20 |
| | 11.2 動作定格..... | 20 |
| 12 | 図索引 | 22 |
| 13 | 表索引 | 23 |
| 14 | 追補 | 24 |
| | 14.1 製造者情報..... | 24 |
| | 14.2 著作権..... | 24 |
| | 14.3 商標の指定および記号..... | 24 |
| | 14.4 対象ユーザ..... | 24 |

| | | |
|-----------|--------------------|-----------|
| 14.5 | 免責条項：生命維持システム..... | 24 |
| 14.6 | 免責条項：使用目的..... | 24 |
| 14.7 | 付随文書およびツール..... | 25 |
| 15 | 改訂履歴..... | 26 |
| 15.1 | ハードウェア・リビジョン..... | 26 |
| 15.2 | 文書リビジョン..... | 26 |

1 特長

TMCM-1290 は 2 相ステッピング・モータ向けの 1 軸コントローラおよびドライバ・モジュールで、最先端の機能セットを備えています。高集積化されており、分散化されたアプリケーションに最適です。このモジュールは、最大 2.1A_{RMS} のステッピング・モータ・コイル電流と 36V の DC 電源に対応しています。ADI Trinamic の CoolStep 技術により高いエネルギー効率を実現しているため、消費電力に対するコストを低く維持できます。

モーション・コントローラ

- リアルタイムのモーション・プロファイル計算
- モータ・パラメータ（位置、速度、加速度など）のオンザフライの変更
- ハードウェアでの線形かつユニークな EightPoint ランプ
- エンコーダ・インターフェースおよびリファレンス/停止スイッチ入力

ドライバ

- モータ電流：最大 2.1A_{RMS} (3A_{peak}、ソフトウェアでプログラム可能)
- 電源電圧：+24V DC (+4.5V~+36V DC)
- フルステップあたり最大 256 マイクロステップ
- 高効率動作、低消費電力
- 動的な電流制御
- 保護機能内蔵
- 静かな動作と滑らかな動きを実現する StealthChop 機能
- ストール検出用 StallGuard2 機能
- 消費電力を低減し放熱性を向上する CoolStep 機能

インターフェース、IO、LED

- トランシーバーを内蔵した RS485 バス・インターフェース
- SPI
- ABN エンコーダ・インターフェース
- 3 つの汎用デジタル入力/出力および 1 つのアナログ入力
- 過電圧保護出力
- 2 つの停止スイッチ入力
- 2 つのオンボード・ステータス LED

機械的データ

- 基板サイズ：24.0mm × 20.5mm × 3mm
- 44 本の端面メッキ・スルーホール・ピンを 1.5mm ピッチで設けたエッジ・キャストレーション

ソフトウェア

- TMCL-IDE (PC ベースの統合開発環境) により完全にサポートされた、TMCL リモート (直接モード) およびスタンドアロン動作 (最大 2047 の TMCL コマンドが可能な内蔵メモリ)。詳細については、TMCM-1290 TMCL ファームウェア・マニュアルを参照してください。
- RS485 インターフェース用のシリアル Modbus RTU 標準プロトコル・スタックを備えた Modbus ファームウェア。詳細については、TMCM-1290 Modbus ファームウェア・マニュアルを参照してください。

2 注文コード

TMCM-1290 の標準バージョンは、TMCL ファームウェアまたは Modbus ファームウェアのいずれかで事前にプログラムされています。

| 注文コード | 説明 | サイズ (長さ × 幅 × 高さ) |
|----------------|--|-------------------------|
| TMCM-1290-TMCL | TMCL ソフトウェア・スタックを備えた 24V/2.1A _{RMS} ステッピング・モータ・コントローラおよびドライバ・モジュール | 24.0mm × 20.5mm × 3.0mm |

表 1. TMCM-1290 の注文コード
(-T = テープ & リール・バージョン)

3 機械的寸法

3.1 基板サイズ

コントローラ/ドライバ・エレクトロニクスを含む基板の全体サイズは、24.0mm × 20.5mm × 3mm です。

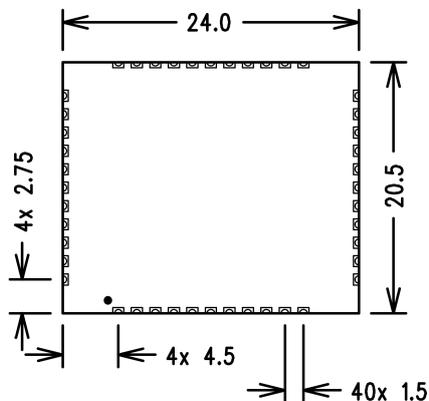


図 1. 基板寸法 (すべて mm 単位)

3.2 基板マウント時の考慮事項

基板のピンは 1.0mm × 0.65mm の大きさで、ピッチは 1.5mm です。

推奨パッド・サイズは 1.0mm × 1.3mm で、基板下に延びる部分がピンと 1:1 の関係になるよう、中心を基板アウトライン上に配置します。

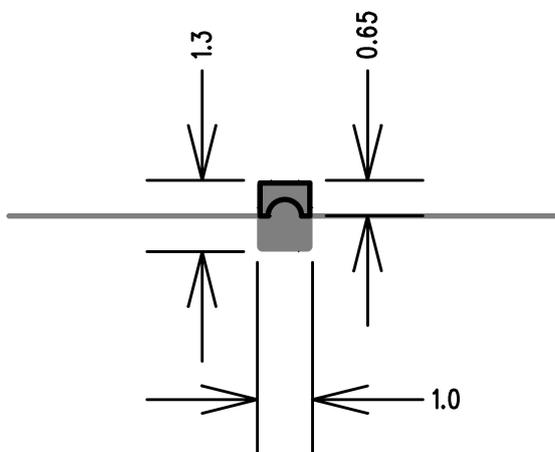


図 2. ピンの寸法と推奨パッド・サイズ (単位はすべて mm)

4 ピン配列とピンの説明

4.1 パッケージのピン配列

ピン番号は TMCM-1290 の上面シルクスクリーンにも印刷されています。

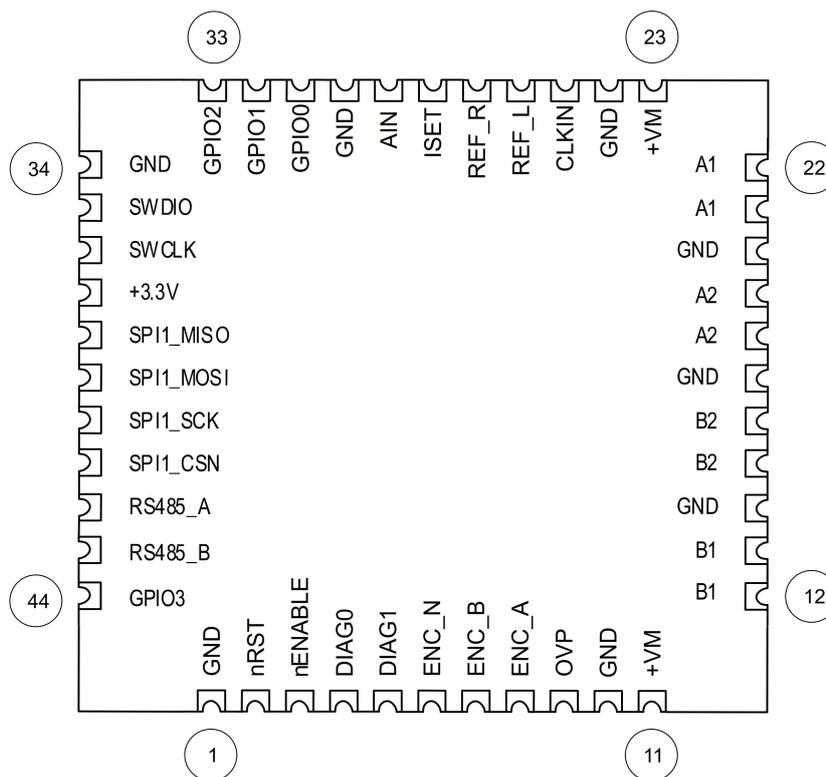
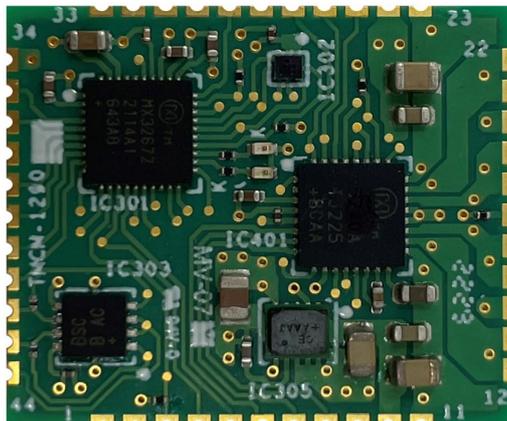


図 3. TMCM-1290 のピン配列（上面図）

4.2 端子表

| ピン配置 | | | | |
|-------------------------------|---------|--------|----------|--|
| 端子 | ラベル | 方向 | リファレンス電源 | 説明 |
| 1, 10, 14, 17, 20, 24, 30, 34 | GND | — | +VM | システムのグラウンド。強固なグラウンド・プレーンに接続します。 |
| 2 | nRST | input | +3.3V | システム・リセット入力（ロー・アクティブ） |
| 3 | nENABLE | input | +3.3V | ドライバのイネーブルおよびスタンバイ信号。ドライバ・ブリッジをディスエーブルし、ドライバをスリープ・モードにします（ロー・アクティブ） |
| 4 | DIAG0 | output | +3.3V | 設定可能なドライバ・ステータス/エラー信号 |
| 5 | DIAG1 | output | +3.3V | 設定可能なドライバ・ステータス/エラー信号 |
| 6 | ENC_N | input | +3.3V | インクリメンタル・エンコーダ入力のインデックス・チャンネル |
| 7 | ENC_B | input | +3.3V | インクリメンタル・エンコーダ入力のチャンネル B |
| 8 | ENC_A | input | +3.3V | インクリメンタル・エンコーダ入力のチャンネル A |
| 9 | OVP | output | +3.3V | 過電圧保護出力。上位レベルのコントローラまたはトランジスタに接続し、過剰なエネルギーをブレーキ抵抗に送り出します。 |
| 11, 23 | +24V | — | +VM | メインのシステムおよびドライバ電源。 電源は、低 ESR の電解コンデンサを用いて TMCM-1290 の近くに配置し、安定化する必要があります。 |
| 12, 13 | B1 | output | +VM | モータ位相Bの出力 |
| 15, 16 | B2 | output | +VM | モータ位相Bの出力 |
| 18, 19 | A2 | output | +VM | モータ位相Aの出力 |
| 21, 22 | A1 | output | +VM | モータ位相Aの出力 |
| 25 | CLKIN | input | +3.3V | ステップング・コントローラおよびドライバ用のオプションの外部クロック入力。内部クロックを用いるにはGNDに接続します。 |
| 26 | REF_L | input | +3.3V | 左リファレンス・スイッチ入力 |
| 27 | REF_R | input | +3.3V | 右リファレンス・スイッチ入力 |
| 28 | ISET | input | +3.3V | モータ・ドライバのフルスケール電流設定入力。12kΩ~60kΩの外付け抵抗を接続します。 |
| 29 | AIN | input | +3.3V | 汎用アナログ入力 |
| 31 | GPIO0 | in/out | +3.3V | 設定可能な汎用IO、SW |
| 32 | GPIO1 | in/out | +3.3V | 設定可能な汎用IO、SW |
| 33 | GPIO2 | in/out | +3.3V | 設定可能な汎用IO、SW |
| 35 | SWDIO | in/out | +3.3V | プログラミングおよびデバッグ用インターフェース |
| 36 | SWCLK | input | +3.3V | プログラミングおよびデバッグ用インターフェース |
| 37 | +3.3V | — | +3.3V | 外部ペリフェラル用+3.3V電源出力 |

| 端子 | ラベル | 方向 | リファレンス電源 | 説明 |
|----|----------|--------|----------|---|
| 38 | SPI_MISO | output | +3.3V | SPI 通信インターフェース・シリアル・データ出力（ペリフェラル側） |
| 39 | SPI_MOSI | input | +3.3V | SPI 通信インターフェース・シリアル・データ入力（ペリフェラル側） |
| 40 | SPI_SCK | input | +3.3V | SPI 通信インターフェース・シリアル・クロック入力（ペリフェラル側） |
| 41 | SPI_CSN | input | +3.3V | SPI 通信インターフェース・チップ・セレクト入力（ペリフェラル側） |
| 42 | RS485_A | in/out | +3.3V | RS485 通信インターフェース（非反転） |
| 43 | RS485_B | in/out | +3.3V | RS485 通信インターフェース（反転） |
| 44 | GPIO3 | output | +3.3V | RS485 インターフェースの使用時はオープンのままにします。 SPI を通信用に用いる場合は、このピンをビジー信号として用い（SPI_BUSY）SPI ホストとハンドシェイクします。 |

表 2. 端子表

注記

電源を OFF にしてから開始し、動作中にはモータの接続や切り離しはしないでください。給電中にモータの接続（切り離し）を行うと、モータ・ケーブルとモータのインダクタンスが電圧スパイクを発生させる可能性があります。これらの電圧スパイクは、ドライバ MOSFET の電圧制限値を超えるおそれがあり、恒久的な損傷の原因となる可能性があります。そのため、必ず電源のスイッチ・オフ／切り離しを行ってから、あるいは少なくともドライバをディスエーブルしてから、モータの接続や切り離しを行ってください。

5 I/O

注記

I/O の電圧範囲は+3.3V です。TMCM-1290 には、オンボードのロジック電源レールを生成し、TMCM-1290 に外部接続されたペリフェラルに 200mA/+3.3V を出力する、+3.3V DC/DC レギュレータが内蔵されています。I/O 電圧範囲の異なるデバイスに接続するには、外部にレベルシフタが必要です。

5.1 リセット入力

nRST ピンは、ローにプルダウンされるとモジュール全体をリセットします。パワー・アップ時にはモジュールは自動的にリセットされるため、nRST ピンは、通常、オープンのままにできます。内蔵プルアップ抵抗によりハイに引き上げられます。

5.2 イネーブル入力

nENABLE ピンをローに引き下げるとモータ・ドライバをイネーブルできます。オープンのままの場合、内蔵のプルアップ抵抗によりハイに引き上げられます。

5.3 アナログ入力

AIN ピンはアナログの入力です。アナログからデジタルへの変換では、オンボードのマイクロコントローラに内蔵された ADC が用いられます。分解能は 12 ビット (0~4095) です。このアナログ入力はデジタル入力としても使用できます (ソフトウェアで設定可能)。

5.4 汎用デジタル入力/出力

GPIO0 ピン、GPIO1 ピン、GPIO2 ピンはそれぞれ、デジタル入力またはデジタル出力として使用するようソフトウェアで設定できます。出力モードの場合、ピンはプッシュプル出力として機能します。入力モードでは、内蔵プルアップ抵抗を活性化することもできます。

5.5 停止スイッチ入力

TMCM-1290 には 2 つの入力があり、左 (REF_L) と右 (REF_R) の停止スイッチ入力として使用できます。REF_L スイッチ入力ソフトウェアでイネーブルされている場合、負の方向 (ステップ・カウンタが減少する方向) に動作中のモータを停止させます。同様に、REF_R スイッチ入力は、正の方向 (ステップ・カウンタが増加する方向) に動作中のモータを停止させます。

5.6 インクリメンタル・エンコーダ入力

インクリメンタル A/B/N エンコーダは、エンコーダ・インターフェース ENC_A、ENC_B、ENC_N に接続できます。エンコーダは、デジタルのインクリメンタル直交信号 (A および B) とインデックス信号 (N) と通じて位置を示します。

5.7 診断出力 DIAG0 および DIAG1

DIAG0 出力および DIAG1 出力は、TMC5240 の DIAG0 出力および DIAG1 出力に直接接続されます。これらは、次のように、ファームウェアによって位置比較出力およびステップ出力として設定されます。

- **DIAG0** : DIAG0 ピンは位置比較出力として用いられます。ソフトウェアで適切な軸パラメータを用いると、モータが特定に位置に達するとこのピンがハイ・パルスを出力するよう設定できます。
- **DIAG1** : DIAG1 ピンはステップ出力として用いられます。マイクロステップごとにハイ・パルスを出力します。

5.8 外部クロック入力 CLKIN

CLKIN ピンは、TMC5240 モータ・ドライバのクロック・ピンに直接接続します。グラウンドに接続して内部 12.5MHz クロックを選択するか、12MHz~20MHz のクロック信号を供給します。通常、外部からの 16MHz を使用します。

5.9 過電圧保護出力 OVP

OVP ピンは、TMC5240 モータ・ドライバの過電圧インジケータ出力に直接接続します。ここには、電源電圧を制限するための負荷抵抗を接続した外部 MOSFET を取り付けることができます。この場合、外部プルアップ抵抗が必要です。

5.10 フル・レンジ電流設定入力 ISET

ISET ピンは、TMC5240 ステッピング・モータ・コントローラおよびドライバ IC の I_{REF} ピンに直接接続されます。グラウンドとの間に外部抵抗を接続し、電流スケールリングのためのアナログ・リファレンス電流を設定します。外部抵抗の範囲は、12k Ω ~60k Ω です。抵抗を 12k Ω にすると、最大可能モータ電流 (3A_{peak}/2.1A_{RMS}) になります。

電流設定に関する詳細については、<https://www.analog.com/en/products/tmc5240.html> の TMC5240 のデータシートを参照してください。

6 LED

TMCM-1290 には 2 個のステータス LED (D1 および D2) が基板上に備わっており、使用するプロトコル・スタックとファームウェアに応じて異なる機能を果たします。

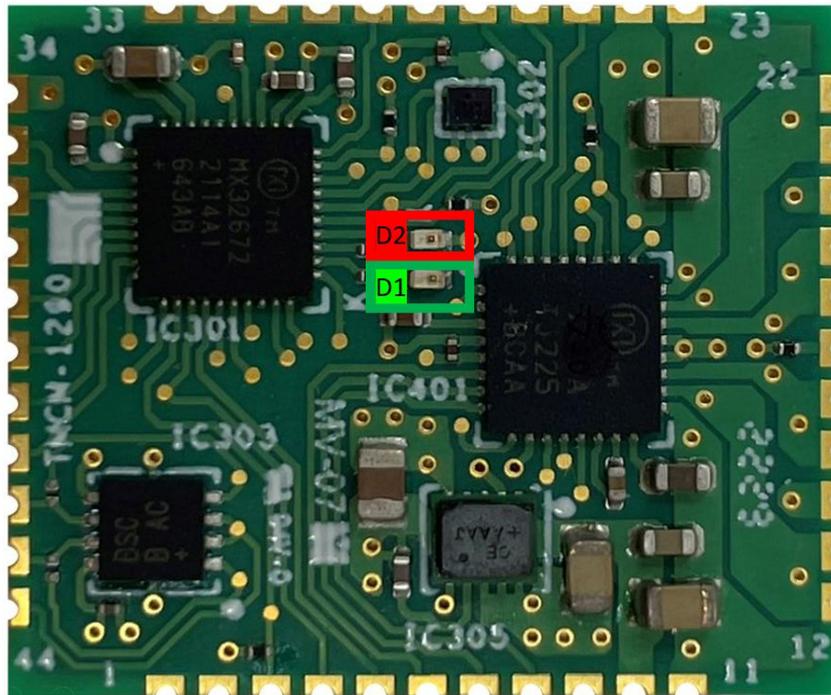


図 4. TMCM-1290 の LED

| LED | Color | Bootloader Mode | TMCL Firmware | Modbus Firmware |
|-----|-------|-----------------|-------------------|---------------------|
| D1 | Green | on | 0.5s on, 0.5s off | 0.25s on, 0.25s off |
| D2 | Red | on | off, not used | off, not used |

表 3. LED 機能

7 システム・アーキテクチャ

TMCM-1290 は、高性能 Cortex-M4 MCU、高集積スマート・ステッピング・モータ・コントローラおよびドライバ、温度センサー、専用 EEPROM、集積化+3.3V 降圧レギュレータ・モジュール、集積化 RS485 トランシーバーで構成されています。

MCU は、プロトコル・スタックの処理とインターフェースを担います。様々なプロトコル・スタックが使用可能で、これらは専用のホストから制御できます。あるいは、プロトコル・スタックによっては、フル機能のスタンドアロン動作が可能です。

ステッピング・モータ・コントローラおよびドライバを集積した TMC5240 は、リアルタイム加速ランプ・ジェネレータを内蔵し、また、幅広いドライバ診断機能を備えています。更に、外部インクリメンタル・エンコーダをステッピング・モータ・ドライバおよびコントローラに接続して、モータのローター位置をモニタできます。これで自動クローズド・ループ・コントロールが可能になるわけではありませんが、MCU のソフトウェアによって位置の保持と補正を行うことができます。

オンボードの温度センサーは、システムの状態や周辺温度の増加をフィードバックするために実際の基板温度の追加フィードバックを行います。

TMCM-1290 では専用 EEPROM が使用でき、これは MCU に接続されます。EEPROM を用いることで、パラメータを保存し、EEPROM に保存された TMCL プログラムで TMCM-1290 をスタンドアロン・モードで動作させることができます。これらの TMCL プログラムは、リセット/パワー・アップ後、自動でスタートできます。TMCM-1290 に統合されている+3.3V 降圧レギュレータは、すべてのコンポーネントにオンボードのデジタル・レールを生成し、

追加の外部ペリフェラルに+3.3V を供給したり、TMCM-1290 キャリア/ベース基板上の外部回路に対しリファレンスを供給したりします。

TMCM-1290 は、メインの通信インターフェースとして RS485 インターフェースを備えています。これは、SPI を介して制御することもできます。SPI モードでは、TMCM-1290 は SPI バスのペリフェラルとして動作します。

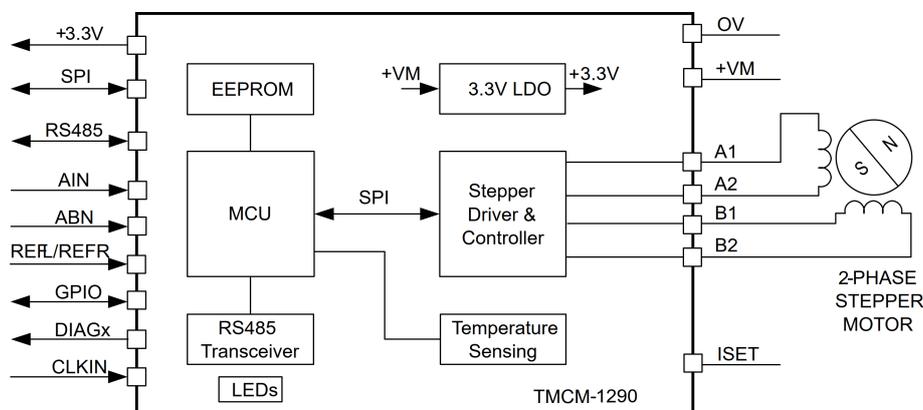


図 5. TMCM-1290 のシステム・アーキテクチャ

7.1 サポートするプロトコルおよびインターフェース

TMCM-1290 はコンパイル済みの 2 つのソフトウェア・オプションがあります。TMCL をサポートするバージョンと Modbus をサポートするバージョンが利用できます。通信は RS485 バス・インターフェース (TMCM-1290 にはオンボード・トランシーバーがあります) または SPI (ペリフェラル・インターフェース) を用いて行われます。

サポートされるプロトコルにはどれも、専用のファームウェア・マニュアルがあり、製品ウェブサイトでも入手できます。

7.1.1 TMCL プロトコル・バージョン

TMCL オペレーティング・システムは、与えられたアプリケーション内での完全な駆動システムを短時間で開発でき、複雑な制御および通信ソフトウェアを開発するのに必要な時間と技術リソースを省くことができ

ます。モーション・コントロール、グローバル関数、GPIOx/AIN に対するすべてのパラメータが設定可能で、特定の条件に合うよう使用できます。

TMCL ファームウェアでは、スタンドアロン動作と直接モード動作のどちらも可能です。TMCL のプログラムは、オンボードの EEPROM に保存できます。EEPROM に保存されたプログラムは、パワー・アップ後、またはシステム・ホストによりトリガされた場合に、自動で実行できます。

TMCM-1290 のマイクロプロセッサ上で実行される TMCL ソフトウェアは、ブートローダとファームウェア自体の 2 つの部分で構成されています。ブートローダは ADI Trinamic での製造試験時にインストールされてから製品寿命の全期間で、そのままの状態が維持されるのに対し、ファームウェアはユーザによる更新が可能です。新しいバージョンは製品のウェブサイトからダウンロードできます。

TMCM-1290 は、TMCL 直接モード (バイナリ・コマンド) に対応する他、スタンドアロンの TMCL プログラム実行も可能です。これにより、TMCL-IDE を用いて TMCL のプログラムを書き、それをモジュールのメモリに保存することができます。

直接モードの場合、RS485 および SPI を通じた TMCL 通信は、厳格なホスト/ペリフェラル関係に従います。つまり、インターフェース・バス・ホストとして動作するホスト・コンピュータ (例えば PC/PLC) が TMCM-1290 にコマンドを送信します。モジュールの TMCL 変換器がこのコマンドの変換し、モーション・コントローラの初期化を行い、入力を読み出し、出力を書き込み、あるいは指定されたコマンドに応じた必要な動作を行います。このステップが終了すると直ちに、モジュールはインターフェースを介してバス・ホストに返答を送信します。そのときにのみ、ホストは次のコマンドを伝達します。通常、モジュールは、単に伝送に切り替わり、応答の間、バスを占有します。それ以外の場合、モジュールは受信モードのままとなります。最初にコマンドを受信せずにインターフェースを介してデータを送信することはありません。したがって、1 つのバスに 3 つ以上のペリフェラルが接続されている場合でも、バスでの競合は避けられます。

Trinamic モーション・コントロール言語 (TMCL) は、構造化されたモーション・コントロール・コマンド一式を備えています。すべてのモーション・コントロール・コマンドは、ホスト・コンピュータから与えることができます。あるいは、TMCM-1290 の EEPROM に保存し、モジュールのスタンドアロンを動作させるプログラムを形成できます。そのため、モーション・コントロール・コマンドだけではなく、プログラム構造を制御するコマンド (条件付きジャンプ、比較、計算など) もあります。あらゆるコマンドにバイナリ表示とニーモニックが与えられています。バイナリ・フォーマットは、ホストからモジュールへ直接モードでコマンドを送信するために用いられます。これに対し、ニーモニック・フォーマットは、TMCL-IDE (統合開発環境) を用いてスタンドアロンの TMCL アプリケーションを開発する際に、コマンドを使いやすくするために用いられます。一式の軸およびグローバル・パラメータ用設定変数により、モジュールのほぼあらゆる機能を個別に設定できます。

TMCL、および利用可能なコマンド、軸パラメータ、コード例については、TMCM-1290 TMCL ファームウェア・マニュアルを参照してください。

7.1.2 Modbus プロトコル・バージョン

Modbus プロトコル・バージョンは、リモート制御モードのみをサポートします。スタンドアロン・モードには対応しません。そのため、必ず Modbus ホストが必要です。

Modbus プロトコル・バージョンの詳細については、TMCM-1290 Modbus ファームウェア・マニュアルを参照してください。

8 標準アプリケーション回路

8.1 最低限必要な外部部品

TMCM-1290 にはほとんどの部品が内蔵されており、ほぼ完全な自己完結型です。ベース基板に追加が必要な部品はごくわずかです。最低限必要な外部部品を図 6 に示します。

ベース基板上には（アプリケーションまたは必要に応じ）外部コネクタのみが必要で、I_{SET} ピンにはフルスケール電流範囲を設定するための抵抗が必要です。

システム電源の安定化のため、電源にはコンデンサを追加することを推奨します。これには、150 μ F~300 μ F の 35V 電解コンデンサを用いることができます。低 ESR タイプを推奨します。

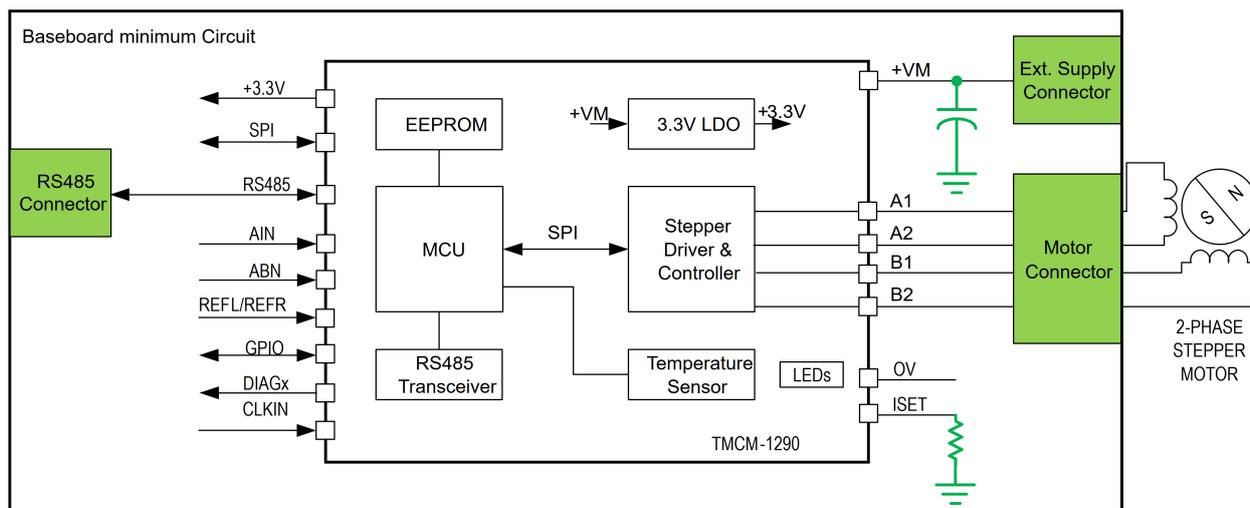


図 6. TMCM-1290 の最小アプリケーション回路

8.2 拡張外部部品

図 6 の最小アプリケーション回路に加え、図 7 には、追加回路ブロックを青色で示します。

外付けの通信インターフェースは、補助的な保護手段および絶縁型のトランシーバーまたはバッファを使用できます。

必要に応じ、モータ位相出力をフィルタ回路と共に装備して、アプリケーションでの EMI 特性を向上することもできます。

すべてのデジタルおよびアナログ I/O は、特定の入力信号特性に適合するよう、フィルタ段（ハイ・パス、ロー・パス、バンド・パス）、保護回路、またはレベルシフタと共に装備して、TMCM-1290 の許容入力レベルに変換できます。

TMCM-1290 に備わる+3.3V を用いると、追加のペリフェラル・ブロックを設けることができます。

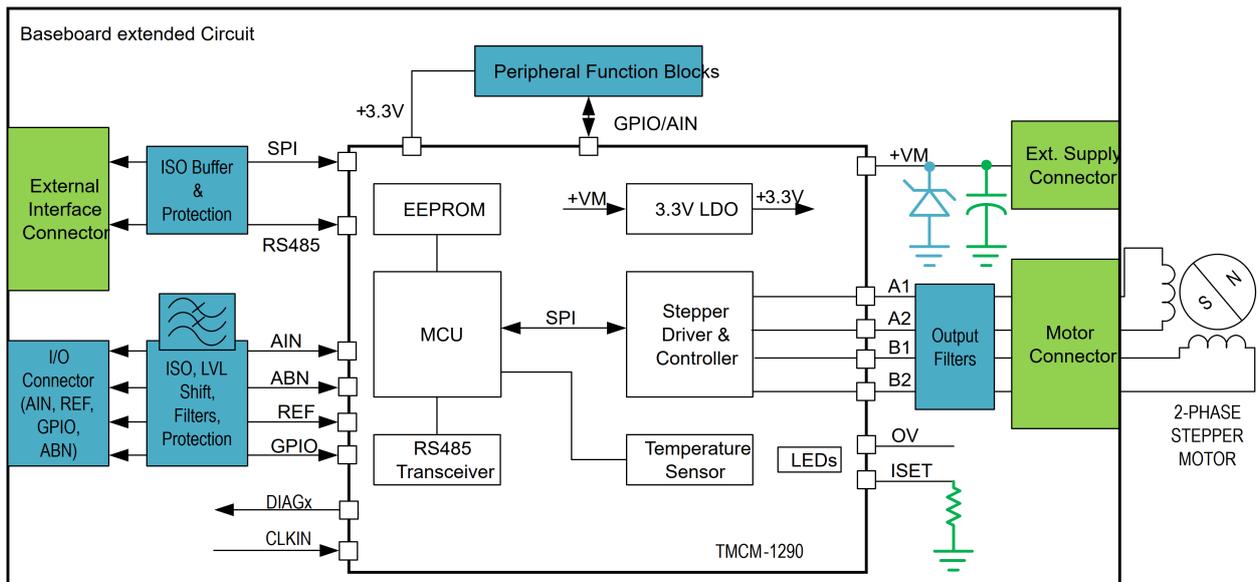


図 7. TMCM-1290 の拡張アプリケーション回路

9 通信

9.1 RS485

ホスト・システムとの間でリモート制御および通信を行うために、TMCM-1290 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。

1. 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。つまり、各ノードとバス自体との接続は、できるだけ短くします。基本的に、バスの長さよりも短くなるようにします。

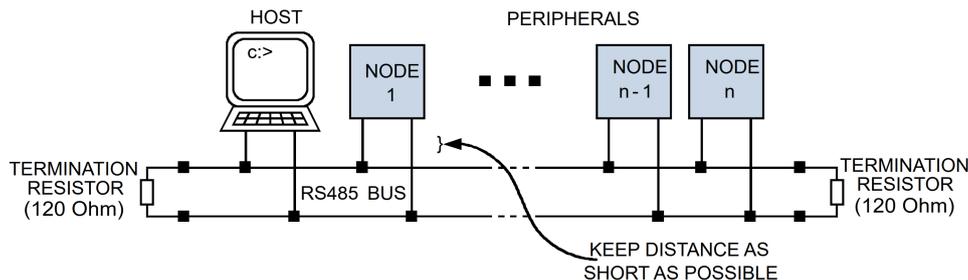


図 8. 終端抵抗を備えた RS485 バス構造

2. 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する必要があります。TMCM-1290 には、終端抵抗は内蔵されていません。そのため、120Ω の終端抵抗をバスの両端に外付けする必要があります。

3. ノード数：

RS485 の電氣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 つのバスに接続できます。TMCM-1290 ユニットで用いられているバス・トランシーバー (MAX22501) では、この規格に比べ大幅にバス負荷が軽減されており、標準的な TMCL ファームウェアを用いて最大 255 ユニットのノードを 1 つの RS485 バスに接続できます。

通常、信頼できる通信および最大対応通信速度は、1 つのバスに接続できる最大数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。

4. 通信速度：

TMCM-1290 ハードウェアがサポートする最大 RS485 通信速度は、1Mb/s です。出荷時のデフォルトは 115200 ビット/s です。これ以外のハードウェアの上限値未満で可能な通信速度に関する詳細は、別途 TMCM-1290 TMCL ファームウェア・マニュアルを参照してください。

5. フロート状態でないバス・ライン：

バス・ライン上のホストやペリフェラル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にしてください。バス・ラインをフロート状態にすると通信エラーの原因になります。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、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。

推奨するオプションは次の 2 つです。

- a) 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ます。その場合も、120Ω の終端抵抗は両端に必要です。

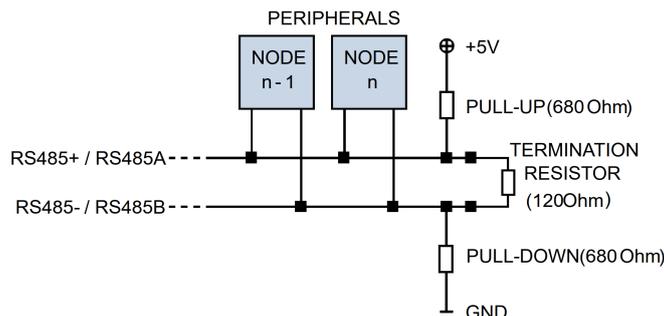


図 9. 片側にのみ抵抗（バイアス）ネットワークを接続した RS485 バス・ライン

b) 120Ω の終端抵抗に加え、バスの両端に抵抗ネットワークを追加します。

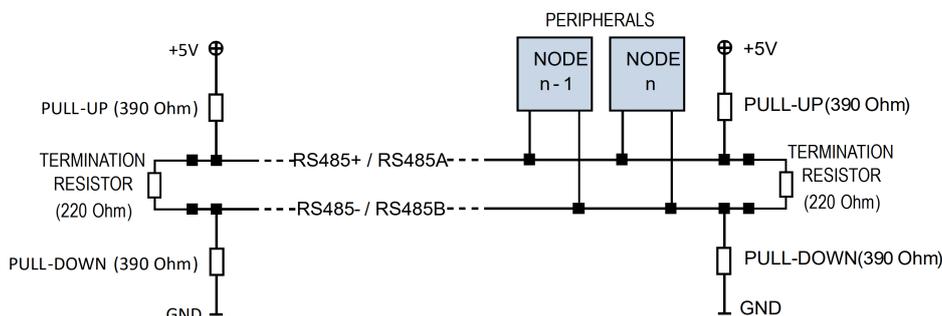


図 10. 2 個の抵抗ネットワークでライン終端を行った RS485 バス・ライン

9.2 SPI

TMCM-1290 モジュールは SPI も装備しています。RS485 インターフェースに代わり、このインターフェースを使用することでも、ホスト・コントローラから TMCL 通信を用いて TMCM-1290 モジュールを制御できます。SPI には以下のピンを使用します。

- SPI_nCS : SPI チップ・セレクト入力。このモジュールを選択するにはローにプルダウンします。
- SPI_SCK : SPI クロック信号入力。ホスト・マイクロコントローラの SPI クロック出力に接続します。
- SPI_MOSI : SPI データ入力。ホスト・マイクロコントローラの SPI シリアル・データ出力に接続します。
- SPI_MISO : SPI データ出力。ホスト・マイクロコントローラの SPI シリアル・データ入力に接続します。
- GPIO3 (SPI_BUSY) : SPI ビジー出力。ホスト・マイクロコントローラのデジタル入力に接続します。

SPI は SPI モード 3 を使用します。SPI_nCS ピンがハイの場合、SPI_MISO ピンは高インピーダンスに設定されます。TMCM-1290 を他の SPI デバイスにデジーチェーン接続することはできません。常に異なるチップ・セレクト信号を使用し、他の SPI 信号を並列に接続してください。複数の TMCM-1290 モジュールを用いる場合、SPI_BUSY 信号は互いに OR 接続するか、それぞれをホスト・マイクロコントローラの別の入力に接続する必要があります。

SPI 通信を用いる場合、GPIO3 ピンは SPI_BUSY ピンとして使用されます。SPI データグラムの開始時に SPI_BUSY ピンがハイにセットされます。モジュールがコマンドを処理した後（コマンドに応じて 0.1ms ~ 5ms の時間を要します）、SPI_BUSY ピンは再びローにセットされます。SPI_BUSY ピンがハイの間は、いかなる SPI データも送信できません。これを行うと、最後のコマンドの結果が上書きされ、未処理のコマンドさえも上書きされてしまいます。新しい SPI データグラムを送信する前には、必ず SPI_BUSY ピンが再度ローになるまで待ってください。

10 出荷時デフォルト値への回復

有効な通信の接続を確立しなくても、TMCM-1290 用ファームウェアのすべての設定値を出荷時のデフォルト値にリセットできます。目的のインターフェースの通信パラメータが未知の値に設定されている場合や失われた場合に、これが役に立つことがあります。

この手順では、パワーオン時に SWDIO ピンと SWCLK ピンを短絡（互いに電氣的に接続）する必要があります。

以下のステップを実行します。

1. 電源をオフにします。
2. SWCLK ピンと SWDIO ピンを短絡します。
3. 再度電源をオンにします。
4. 基板の赤色 LED と緑色 LED が高速で点滅をするようになるまで待ちます（数秒を要することがあります）。
5. 再度電源をオフにします。
6. SWCLK ピンと SWDIO ピンの短絡を解除します。
7. 再度電源をオンにした後、緑色 LED が再び通常の点滅をするまで待ちます（数秒を要することがあります）。これでモジュールは出荷時のデフォルト値で動作します。

11 動作定格および特性

11.1 絶対最大定格

| Symbol | Parameter | Min | Max | Unit |
|------------------|---|------|-----|------|
| V_{VM} | Supply voltage | -0.5 | +41 | V |
| I_{COIL_PEAK} | Motor coil peak current | | 3 | A |
| I_{COIL_RMS} | Continuous motor RMS current | | 2.1 | A |
| A1, A2, B1, B2 | Motor output pins voltage range | -0.5 | +41 | V |
| | All other pins voltage range | -0.3 | 4 | V |
| T_{ENV} | Environmental temperature at rated current (no forced cooling required) | -30 | +60 | °C |

表 4. 絶対最大定格

注記

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。この規定はストレス定格のみを定めるものであり、これらの条件や、この仕様の動作リストに記載する値を超えるその他の条件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。デバイスを長時間最大定格状態に置くとデバイスの信頼性に影響を与えます。

11.2 動作定格

| Symbol | Parameter | Min | Typ | Max | Unit |
|--|--|------|---------------------|----------------------------|------------|
| V_M | Supply voltage | +4.5 | +24 | +36 | V |
| I_{Power} | System supply current | | $\ll I_{COIL_RMS}$ | $1.4 \times I_{COIL_RMS}$ | A |
| $V_{I/O}$ | I/O voltage range | 0 | | +3.3 | V |
| $V_{+3.3V}$ | External supply voltage | | +3.3 | | V |
| $I_{V+3.3V}$ | External supply voltage max current draw | | | 200 | mA |
| nENABLE | | | | | |
| V_{IL} | Input low voltage | | | 0.6 | V |
| V_{IH} | Input high voltage | 0.8 | | | V |
| R_{PU} | Pull-up resistance | | 4.7 | | k Ω |
| nRST, SWD, SPI, GPIOx, ENC_x, REF_x, OVP, CLKIN, DIAGx | | | | | |
| V_{IL} | Input low voltage | | | 1 | V |
| V_{IH} | Input high voltage | 2.3 | | | V |
| V_{OL} | Output low voltage | | | 0.4 | V |
| V_{OH} | Output high voltage | 2.9 | | | V |

| RS485 | | | | | |
|-------------|---------------------------------|-------|------|-------|------------|
| V_{OD} | Differential output voltage | 1.5 | | | V |
| V_{OC} | Common-mode output voltage | | 1.65 | 3 | V |
| V_{CM} | Common-mode voltage range | -15 | | 15 | V |
| V_{TH_H} | Differential input high voltage | 50 | | 200 | mV |
| V_{TH_L} | Differential input low voltage | -200 | | -50 | mV |
| AIN | | | | | |
| V_{AIN} | Voltage range | 0 | | 3.3 | V |
| | Resolution | | 12 | | bits |
| I_{SET} | | | | | |
| R_{ISET} | Resistor range | 12 | | 60 | k Ω |
| V_{ISET} | Output voltage | 0.882 | 0.9 | 0.918 | V |

表 5. 動作定格

12 図索引

| | | | | | |
|---|-------------------------|----|----|---|----|
| 1 | 基板寸法 | 6 | 7 | TMCM-1290 の拡張アプリケーション回路 | 16 |
| 2 | ピンの寸法と推奨パッド・サイズ | 6 | 8 | 終端抵抗を備えた RS485 バス構造 | 17 |
| 3 | TMCM-1290 のピン配列 | 7 | 9 | 片側にのみ抵抗 (バイアス) ネットワークを 接続した RS485 バス・ライン | 18 |
| 4 | TMCM-1290 の LED | 12 | 10 | 2 個の抵抗ネットワークでライン終端を行った RS485 バス・ライン | 18 |
| 5 | TMCM-1290 のシステム・アーキテクチャ | 13 | | | |
| 6 | TMCM-1290 の最小アプリケーション回路 | 15 | | | |

13 表索引

| | | | | | |
|---|----------------|----|---|--------------|----|
| 1 | TMC1290 の注文コード | 5 | 5 | 動作定格 | 21 |
| 2 | 端子表 | 9 | 6 | ハードウェア・リビジョン | 26 |
| 3 | LED 機能 | 12 | 7 | 文書リビジョン | 26 |
| 4 | 絶対最大定格 | 20 | | | |

14 追補

14.1 製造者情報

14.2 著作権

ADI Trinamic/Trinamic Motion Control GmbH & Co. KG は、本ユーザ・マニュアル全体の内容を保有しています。これには図、ロゴ、商標、リソースが含まれますがこれに限定されるものではありません。

ソースあるいは派生フォーマット（PDF や HML など）の再配布に際しては、上記著作権に関する注記、関連アプリケーション・ノートを含む本製品の完全なデータシート、ユーザ・マニュアル、資料、および他に入手可能な製品関連文書を維持する必要があります。

14.3 商標の指定および記号

本文書で用いられている商標の指定および記号は、製品または機能が、ADI Trinamic によって、または ADI Trinamic の製品や ADI Trinamic の製品資料と組み合わせて使用または参照されている製品の製造者によって、商標や特許として保有され登録されていることを示します。

本ハードウェア・マニュアルは、対象ユーザに対し簡潔な科学的および技術的ユーザ情報を提供することを目的とした、非商用出版物です。したがって、商標の指定および記号は、製品を一目でわかるよう紹介する本文書の 1 ページ目にも記載されています。また、商標の指定/記号は、製品名または機能名が文書で初めて記述されている場合にも記載されています。すべての商標およびブランド名はその所有者に帰属します。

14.4 対象ユーザ

ここに提供される文書は、必要な技能を備え、この種の製品の取り扱いに関する訓練を受けているプログラマおよび技術者のみを対象としたものです。

対象ユーザは、本人および他人に危害を与えることなく、またユーザが本製品を組み込むシステムやデバイスに損傷を与えることなく、本製品を責任をもって使用する方法を知っているものとします。

14.5 免責条項：生命維持システム

ADI Trinamic/Trinamic Motion Control GmbH & Co. KG は、ADI Trinamic/Trinamic Motion Control GmbH & Co. KG の書面による同意なく、本製品のいかなる部分も生命維持システムで使用できることを保証するものではありません。

生命維持システムは、生命の支援または持続を目的とした機器であり、その誤動作は、提供された指示書に従って適切に使用された場合でも、人体の損傷や死亡につながるものが十分に予測されます。

本文書で提供する情報は、正確で信頼できるものであることを期していますが、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しては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。

14.6 免責条項：使用目的

本ユーザ・マニュアルで仕様規定されているデータは、製品説明の目的のみを意図しています。本書は、情報/仕様、または情報が言及する製品に関して、明示黙示の如何を問わず、商品性、特定目的適合性、

またはその他のあらゆる性質について表明、あるいは保証するものではなく、また、目的とする用途への適合性に関するいかなる保証を与えるものでもありません。

特に、これには本書に記載された製品の実行可能なアプリケーション、またはアプリケーション領域にも適用されます。TRINAMIC 製品は、製品の故障により重大な人体の損傷や死亡につながるものが十分に予測されるアプリケーション（安全を最重要視すべきアプリケーション）に関係して用いるよう設計されてはおらず、また、ADI Trinamic/Trinamic Motion Control GmbH & Co. KG の書面による同意なく、そのようなアプリケーションに用いてはなりません。

ADI Trinamic/Trinamic Motion Control GmbH & Co. KG 製品は、ADI Trinamic/Trinamic Motion Control GmbH & Co. KG により特に指定されていない限り、防衛または航空宇宙のアプリケーションまたは環境、あるいはオートモーティブ・アプリケーションで用いるよう設計されてはおらず、またそのような意図もありません。ADI Trinamic/Trinamic Motion Control GmbH & Co. KG は、本製品についてのいかなる特許、著作権、マスク・ワーク権、あるいはその他の商標権も譲渡しません。ADI Trinamic/Trinamic Motion Control GmbH & Co. KG は、本製品の処理や取り扱いあるいは本製品のその他の使用方法に起因する第三者の特許や商標権に対し一切の責任を負いません。

14.7 付随文書およびツール

本製品の文書は、www.analog.com の製品ページに記載されている、補助ツール・キット、ファームウェア、およびその他の品目に関連しています。

15 改訂履歴

15.1 ハードウェア・リビジョン

| バージョン | 日付 | 説明 |
|-------|------------|----|
| V1.0 | 2022年10月7日 | 初版 |

表 6. ハードウェア・リビジョン

15.2 文書リビジョン

| バージョン | 日付 | 説明 |
|-------|-------|----|
| 0 | 11/23 | 初版 |

表 7. 文書リビジョン