

コードレス電動工具向けインバーター回路

デザインガイド

RD252-DGUIDE-01

東芝デバイス&ストレージ株式会社

目次

1. はじめに	3
2. 仕様とブロック図	4
3. 主な使用部品	5
3.1. パワーMOSFET TPH1R204PB.....	5
3.2. パワーMOSFET TPH2R408QM.....	6
3.3. 3相ゲートドライバーIC TB67Z833SFTG	7
3.4. コンパレーター TC75W58FU	8
4. 回路設計	9
4.1. モーター駆動回路について	9
4.2. モーター電流検出回路.....	11
4.3. 過電流検出回路	15
4.4. MOSFET 駆動能力の調整.....	17
4.5. 回路設計上の注意.....	17
5. 基板設計	18
5.1. 基板パターン設計上の注意	18

1. はじめに

本デザインガイド（以下、本ガイド）では、コードレス電動工具向けインバーター回路のリファレンスデザイン（以下、本デザイン）の回路設計について説明します。

近年、電動工具市場は発展途上国のインフラ拡大や日曜大工（DIY）愛好家の増加によって、手動工具の売り上げを上回って大きく伸長しています。また、近年の電動工具では、バッテリー技術の進歩によって、軽量化、高効率化、1回の充電での長動作時間対応が進んだことで、商用電源を用いるコード式からコードレス式へ移行が進み、使い勝手や携帯性、安全性が向上しています。また、使用されるモーターも、ブラシ付きモーターから高出力かつ高効率なブラシレス DC モーター（以下、BLDC モーター）へ移行しつつあります。これらコードレス電動工具では、バッテリーの電氣的エネルギーを効率よく機械的エネルギーに変換するモーターと、その駆動回路の設計が重要です。

今般当社では、バッテリー容量に限りがあり小型・高効率が要求されるコードレス電動工具向けのモーター駆動回路のリファレンスデザインを開発しました。本デザインでは、モーター印加電圧（バッテリー電圧）を上げて高出力化を実現するモデルにも対応できるように、18V Li イオンバッテリー向けの Type1 に加え、36V Li イオンバッテリー向けの Type2 の 2 種類の回路を用意しています。

各種保護機能を内蔵し SPI (Serial Peripheral Interface) 通信でゲート駆動能力などの調整が可能な 3 相ゲートドライバー IC [TB67Z833SFTG](#) を使用し、6 個の SOP Advance パッケージ (5mm × 6mm) パワー MOSFET を駆動する回路を、55mm × 55mm の小型基板サイズ上で実現しました。Type1 は 40V 耐圧の [TPH1R204PB](#)、Type2 は 80V 耐圧の [TPH2R408QM](#) と、いずれも低オン抵抗を実現した当社最新世代のパワー MOSFET を搭載し、小型・高効率に貢献しています。電流検出は TB67Z833SFTG 内蔵オペアンプを使用し、過電流検出はコンパレータ [TC75W58FU](#) を使用し実現しています。

本デザインは、外部 MCU などによる制御を想定した構成です。モーター電流検出は 3 シャント方式を採用しており、センサーレス制御にも対応可能です。また、基板上のソルダージャンパー切り替えで 1 シャント方式の構成とすることも可能です。実際の応用に適した制御方式、電流検出方式で本デザインをご活用願います。

2. 仕様とブロック図

本デザイン的主要仕様を表 2.1 に示します。

表 2.1 本デザインの仕様

ボード	Type1 18V バッテリー向け	Type2 36V バッテリー向け	
項目	値		単位
出力電力	200	400	W
入力電圧	12~24	24~48	V
平均電流	±20	±20	A
最大ピーク電流	±40	±40	A
スイッチング周波数	20	20	kHz
電流検出方法	3 シャント方式 / 1 シャント方式		
基板サイズ	55mm x 55mm		
基板層構成	FR-4 2.0mm 厚、2 層構成 銅箔厚 105μm		

本デザインのブロック図を図 2.1 に示します。

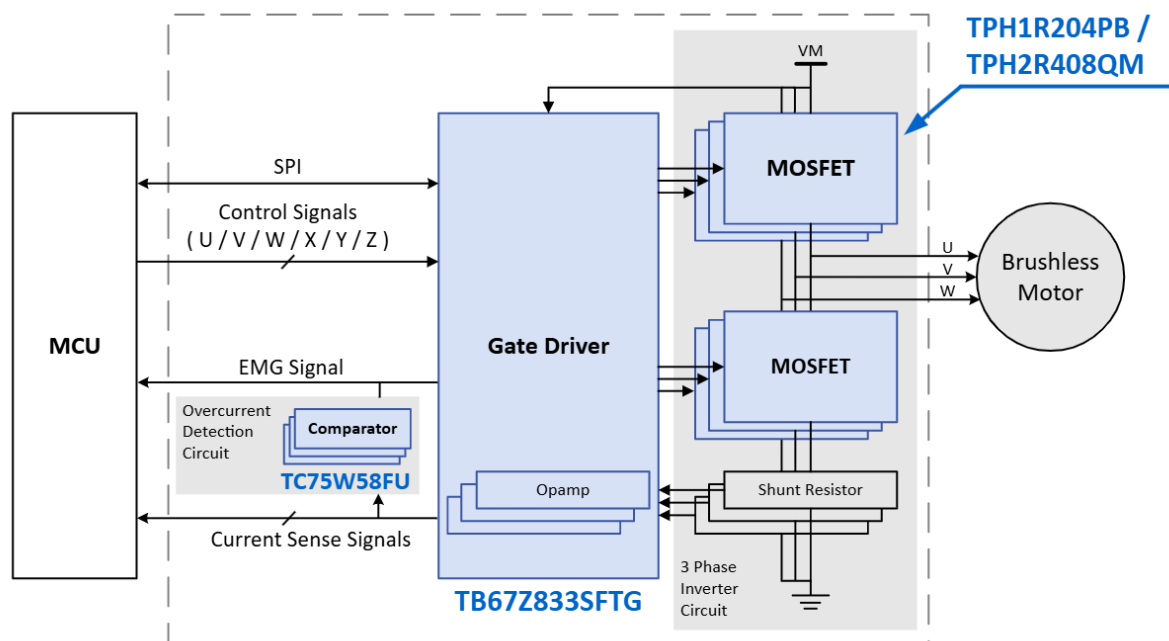


図 2.1 本デザインのブロック図

外部 MCU からの制御信号を受けた TB67Z833FTG が、U、V、W 各相に配置した合計 6 個の MOSFET を駆動し、ブラシレスモーターを制御します。異常検知時には、EMG (Emergency) 信号を外部 MCU へ出力します。

3. 主な使用部品

この章では本デザインで使用している主な部品について説明します。

3.1. パワー-MOSFET TPH1R204PB

Type1 のモーター駆動部に、40V 耐圧 N チャンネル MOSFET [TPH1R204PB](#) を使用しています。TPH1R204PB の主な特長は以下のとおりです。

- $V_{DSS} = 40V$ 、 $I_D = 150A$
- 高速スイッチング
- 小さいゲート入力電荷量: $Q_{SW} = 21nC$ (標準)
- 小さい出力電荷量: $Q_{OSS} = 56nC$ (標準)
- 低いオン抵抗: $R_{DS(ON)} = 0.85m\Omega$ (標準) ($V_{GS} = 10V$)
- 低い漏れ電流: $I_{BSS} = 10\mu A$ (最大) ($V_{DS} = 40V$)
- 取り扱いが簡単なエンハンスメントタイプ: $V_{th} = 2.0\sim 3.0V$ ($V_{DS} = 10V$, $I_D = 0.5mA$)

外観と端子配置

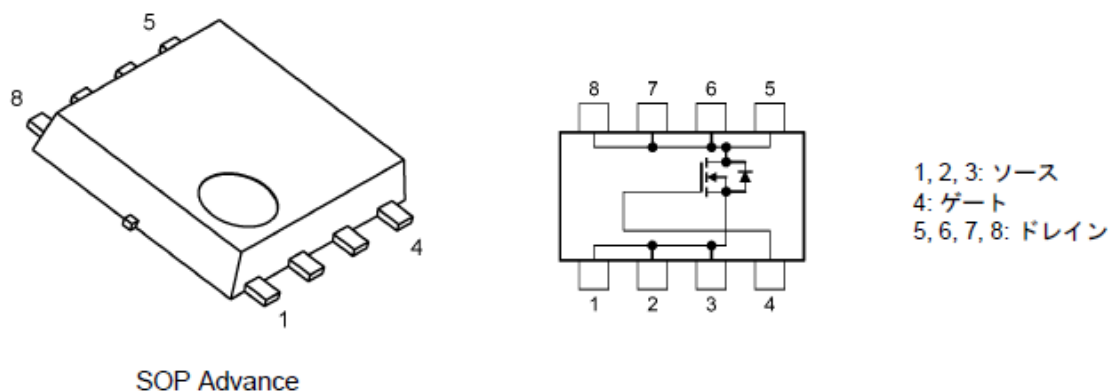


図 3.1 TPH1R204PB の外観と端子配置図

3.2. パワー-MOSFET TPH2R408QM

Type2 のモーター駆動部に、80V 耐圧 N チャンネル MOSFET [TPH2R408QM](#) を使用しています。TPH2R408QM の主な特長は以下のとおりです。

- $V_{DSS} = 80V$ 、 $I_D = 120A$
- 高速スイッチング
- 小さいゲート入力電荷量: $Q_{SW} = 28nC$ (標準)
- 小さい出力電荷量: $Q_{OSS} = 90nC$ (標準)
- 低いオン抵抗: $R_{DS(ON)} = 1.9m\Omega$ (標準) ($V_{GS} = 10V$)
- 低い漏れ電流: $I_{DSS} = 10\mu A$ (最大) ($V_{DS} = 80V$)
- 取り扱いが簡単なエンハンスメントタイプ: $V_{th} = 2.5\sim 3.0V$ ($V_{DS} = 10V$, $I_D = 1.0mA$)

外観と端子配置

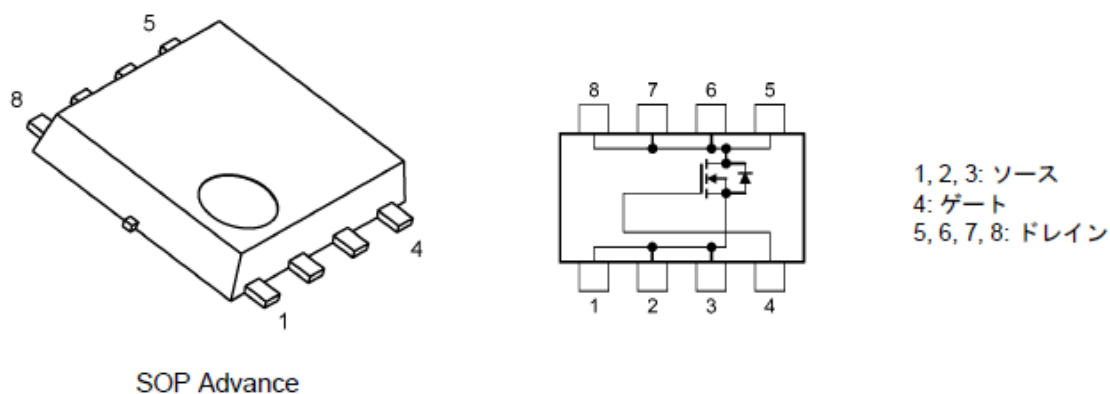


図 3.2 TPH2R408QM の外観と端子配置図

3.3. 3相ゲートドライバーIC TB67Z833SFTG

6個のMOSFET駆動に、3相ブラシレスモーターゲートドライバーIC [TB67Z833SFTG](#) を使用しています。
TB67Z833SFTGの主な特長は以下のとおりです。

- 上下NチャンネルMOSFET駆動用ゲートドライバー
- ゲート駆動電流能力調整可能
ソース電流能力 10mA~1A (peak)
シンク電流能力 20mA~2A (peak)
- 動作電圧範囲: 8~75V
- 電圧レギュレーター内蔵
- 電流センス用アンプ 3ch内蔵
- SPIインターフェース
- 6-PWM入力、3-PWM入力、Hall入力および独立PWMモード
- スタンバイモード (1 μ A @ VM = 24V)
- 保護機能内蔵

外観

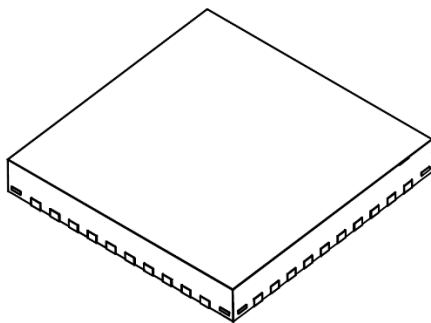


図 3.3 TB67Z833SFTGの外観

3.4. コンパレータ TC75W58FU

過電流の検出に、CMOS タイプのデュアルコンパレータ [TC75W58FU](#) を使用しています。TC75W58FU の主な特長は以下のとおりです。

- 低消費電力
- 単一電源動作可能
- 同相入力電圧範囲: $V_{SS} \sim V_{DD} - 0.9V$
- オープンドレイン出力
- 低入力バイアス電流

外観と端子配置

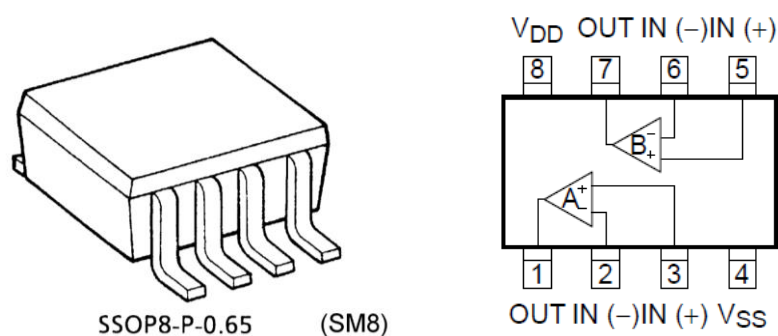


図 3.4 TC75W58FU の外観と端子配置図

4. 回路設計

4.1. モーター駆動回路について

3相 BLDC モーターの駆動方式には、モーター電流の波形によって矩形波駆動と正弦波駆動の2種類があります。いずれもモーターの回転位置を検出して、それに応じて電流を流す方向を切り替えることにより一定の回転力を得ています。

正弦波駆動は制御精度や効率、騒音の面で優れていますが、システムが複雑になり高価になります。一方、矩形波駆動は制御精度や効率、騒音面では正弦波駆動に劣りますが、システムは簡易で安価にできることが特徴です。

いずれの駆動方式でも、モーターのコイルに流す電流の方向を切り替えるためにローター位置の検出が必要で、位置検出の方法としてセンサーを使う位置センサー付き制御と、使わない位置センサーレス制御の2つにそれぞれ分けられます。

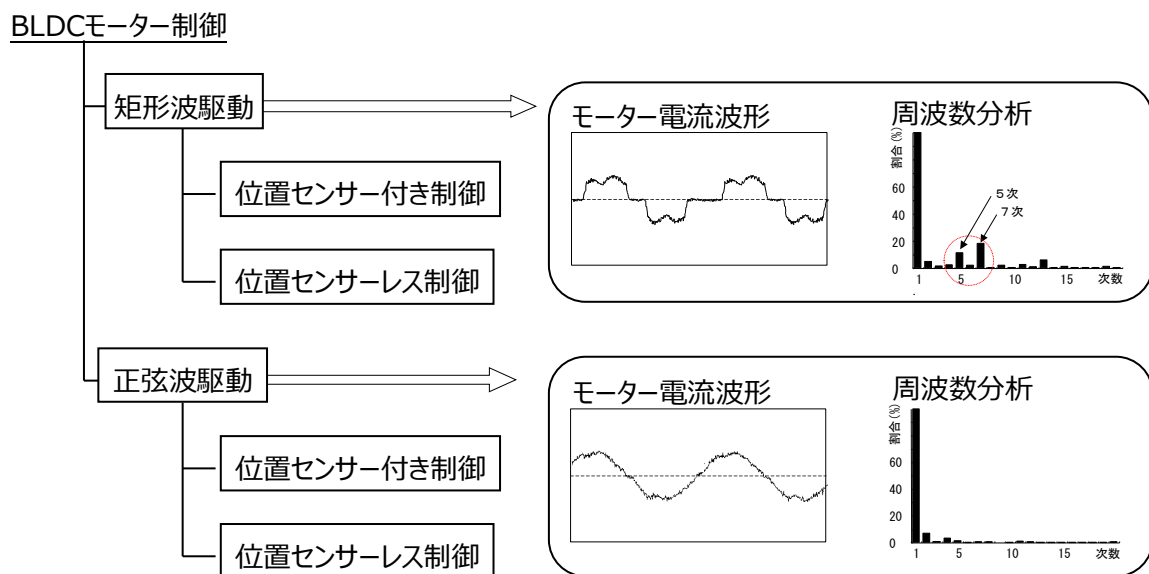


図 4.1 BLDC モーターの制御方式

位置センサー付き制御は、モーターの回転速度や回転位置を検出するセンサーを使用したモーター制御方式で、起動時のローター位置検出を正確に行えるので低速からトルクを出すことができますが、ホールセンサー、エンコーダーなどのセンサーの実装位置精度を考慮する必要があります。また、モーターからセンサー信号出力の配線も必要となります。

一方、位置センサーレス制御は、物理的に内部へセンサーが配置できないモーターや劣悪な環境にさらされるモーターにも対応しやすく、モーターの構造を単純化することができますが、起動時にモーター位置検出を行うことができないため低速でトルクを出すことが難しいというデメリットがあります。

図 4.2 に、本デザインのブロック図を再掲します。

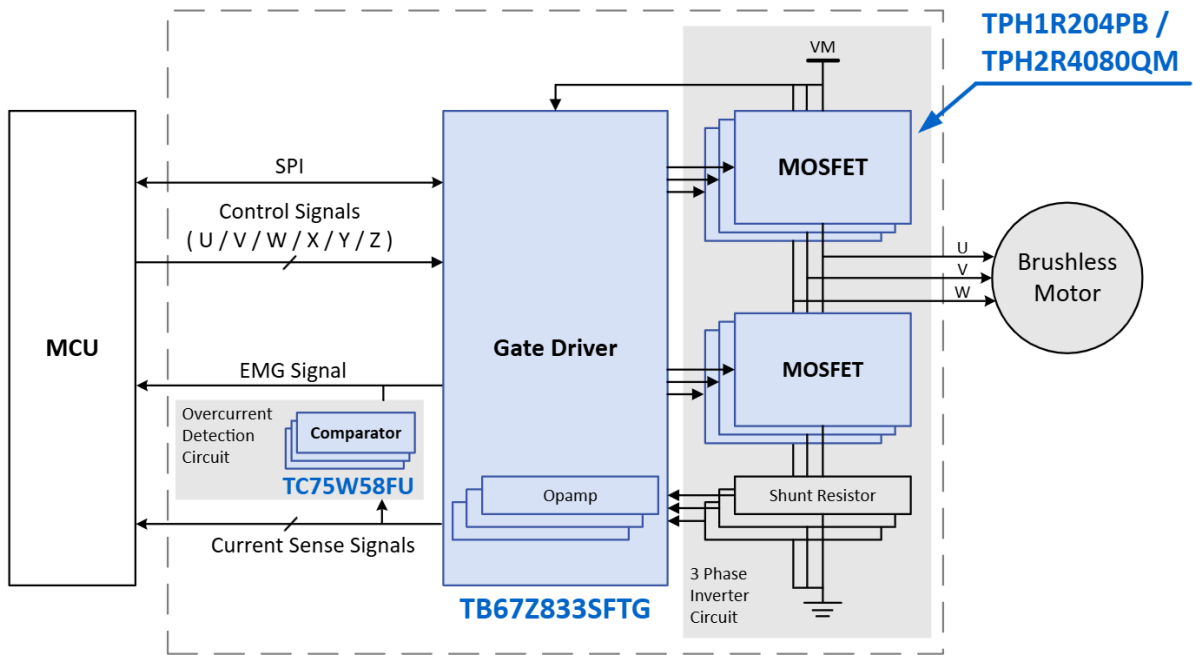


図 4.2 本デザインのブロック図

さまざまな電動工具への応用を想定し、本デザインはインバーター部のみとし、制御は外部 MCU などを接続する構成としています。

モーターU、V、W 各相を駆動する出力素子として MOSFET (Type1 : TPH1R204PB、Type2 : TPH2R408QM) を各相の上側と下側に計 6 個使用し、これらの駆動は 3 相ゲートドライバーIC TB67Z833SFTG で行います。

TB67Z833SFTG は矩形波駆動を簡単に実現できる Hall 入力モードと、正弦波駆動を実現する 6-PWM 入力モードおよび 3-PWM 入力モードに対応しており、矩形波駆動と正弦波駆動を切り替えて行えます。いずれの方式でも外部 MCU によって回転数やトルクの制御、駆動方式の切り替えを行うことが可能です。

先述したように、矩形波駆動、正弦波駆動にはそれぞれメリット、デメリットがありますが、本ガイドでは 6-PWM 入力モードによる正弦波駆動での動作を想定し各部の説明を実施します。

TB67Z833SFTG はゲイン調整可能なアンプを 3 個内蔵しています。本デザインでは、回転数やトルクの制御などに使うモーター電流検出は各相の電流を別々に検出できる 3 シャント方式としており、センサーレス制御に対応することも可能です。

4.2. モーター電流検出回路

本デザインでは、モーターの制御や異常時の保護のための電流検出回路として、U、V、W 各相の下側 MOSFET のソース端子にシャント抵抗を外付けした 3 シャント方式を採用しています。各相のモーター電流によってそれぞれのシャント抵抗で発生する電圧は、TB67Z833SFTG 内蔵のアンプで増幅することで、モーターの回転数やトルクの制御およびベクトル制御にも活用できます。

図 4.3 に 3 シャント方式の概略図を示します。

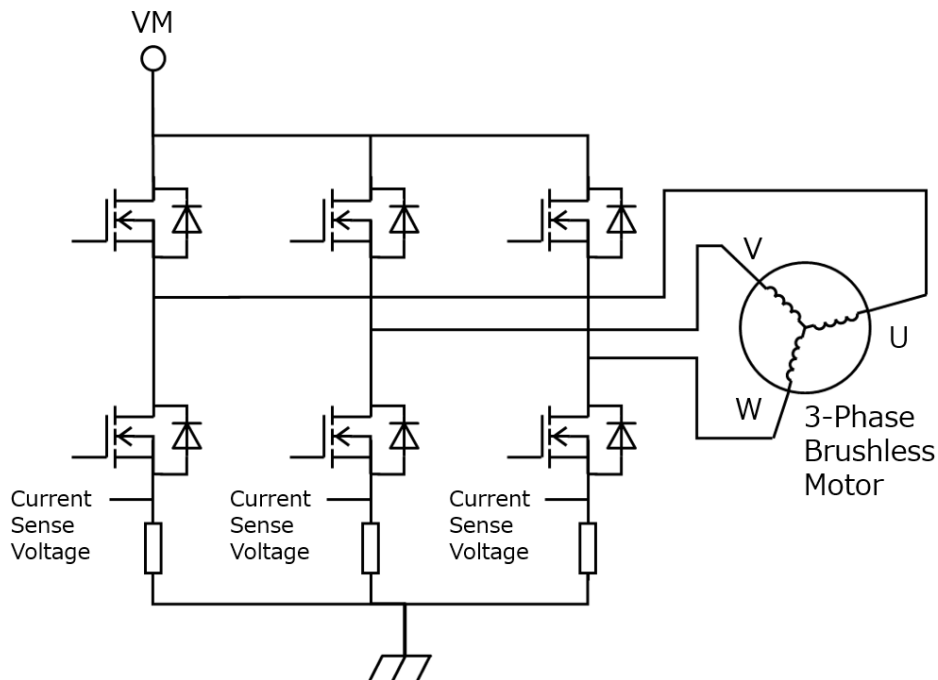


図 4.3 3 シャント方式概略図

各相の下側 MOSFET のソース端子と GND の間にシャント抵抗を取り付けます。図 4.4 にこの回路でシャント抵抗の部分を抜き出したものを示します。各相の下側 MOSFET ソース端子と GND の間に配置したシャント抵抗 (RSEN1、RSEN2、RSEN3) の両端に発生する電圧で各相の電流を検出します。

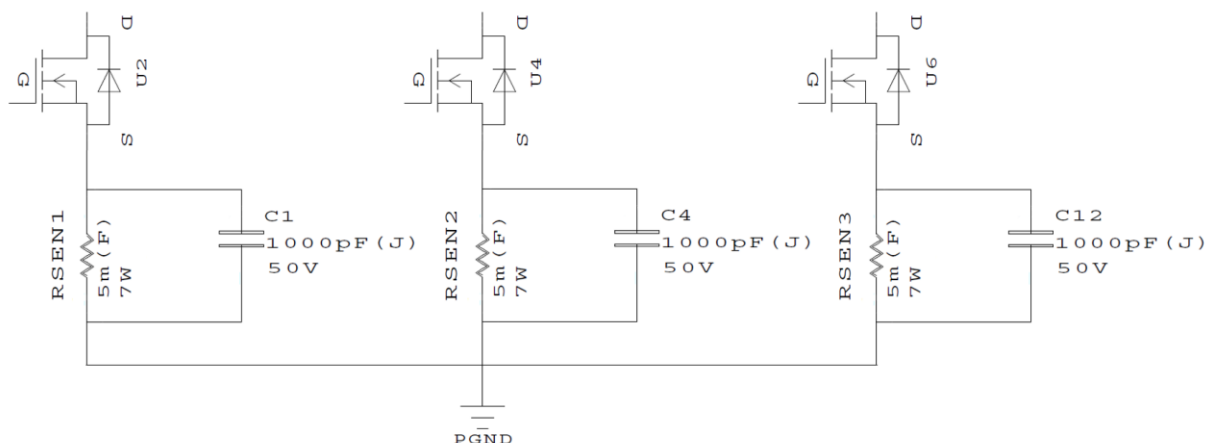


図 4.4 3 シャント方式のシャント抵抗部分

シャント抵抗の抵抗値は、大きく設定すれば検出信号のレベルも大きくなり、電流を高精度に検出することが可能となります。その反面、発生電力 (I^2R) も大きくなるため、許容電力の高い抵抗、すなわちサイズの大きな抵抗を使用する必要があります。これは小型化、省スペースが要求されるアプリケーションにおいては許容できない場合があります。逆に、シャント抵抗の値を小さくすると検出信号のレベルが小さくなるので、ワイヤ配線やプリント基板の配線の寄生抵抗による誤差や飛び込みノイズなどの影響を受けやすくなりますが、発生電力が小さくなるため、許容電力の低い、サイズの小さな抵抗を使用することができます。

本デザインでは、電動工具向けという用途を考えて、システムを小型化できるという利点や要求される検出精度から小さな値の抵抗を選択します。モーター電流は、一般的に電動工具で使用されるモーターの大きさから、定常動作時 $\pm 20A$ 、瞬時最大 $\pm 40A$ と想定します。この電流値と消費電力、部品サイズから、検出抵抗は抵抗値 $5m\Omega$ 、許容電力 $7W$ としました。

シャント抵抗の両端で発生する電圧は微小レベル（瞬時最大 $\pm 200mV$ 程度）で、MCU での直接測定が困難なため、オペアンプなどによる信号増幅が必要です。また、三相 BLDC モーターの各相に流れる電流は双方向となるため、シャント抵抗の両端には正負両方の電圧が発生します。MCU への入力信号は正の電圧が必要なので、双方向の電流を検出できるようにオペアンプの出力電圧をシフトする必要があります。

図 4.5 に本デザインにおける検出信号増幅の概略図を示します。

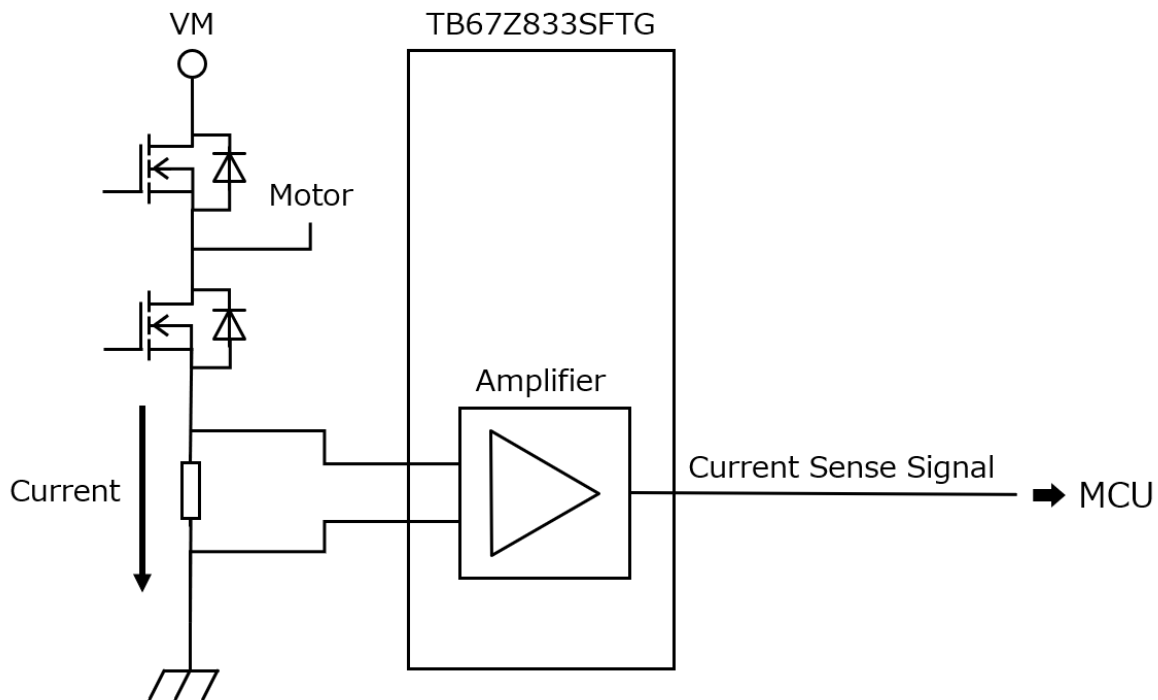


図 4.5 検出信号増幅概略図

本デザインでは、TB67Z833SFTG の内蔵アンプを使用して検出信号を増幅するとともに、バイアス電圧を印加して出力電圧をシフトしています。TB67Z833SFTG の内蔵アンプのゲインや印加するバイアス電圧 (V_{VREF} か $V_{VREF}/2$) は、MCU から SPI 通信で設定します。相電流により検出抵抗で発生する電圧を増幅、電圧シフトした信号の振幅が、TB67Z833SFTG 内蔵アンプのリニア出力範囲内になるよう設定します。本デザインでは、モーターの瞬時最大電流 $\pm 40A$ にマージンを取って、 $\pm 45A$ が流れたときにアンプのリニア出力フルレンジの振幅になるように設定しています。

また本デザインでは、シャント抵抗の両端電圧検出ラインの MOSFET 側を TB67Z833SFTG の SNx (SNA 、 SNB 、 SNC) 端子に、GND 側を SPx (SPA 、 SPB 、 SPC) 端子に接続しています。電流が MOSFET から GND 方向に流れた際に、 SNx 端子電圧の方が SPx 端子電圧よりも高くなります。

5V 電源で動作する MCU の使用を想定すると、MCU 内蔵 AD コンバータの入力振幅範囲は 0~5V になります。したがって信号がこの半分の 2.5V を中心に振幅するように、信号へ $V_{VREF}/2$ (2.5V) のバイアス電圧を印加します。

また、TB67Z833SFTG 内蔵アンプのリニア出力範囲は 0.25~4.75V であるため、ゲインは信号の最大振幅がこの範囲内に収まるように設定します。シャント抵抗が 5mΩ なので、±45A の電流が流れると最大で ±225mV の電圧が発生します。アンプのリニア出力範囲は上記のとおり、センター値 2.5V、最大振幅±2.25V なので、このアンプのリニア出力振幅を検出電圧の最大振幅で割って、以下の値が得られます。

$$\frac{2.25}{225 \times 10^{-3}} \cong 10 \quad (\text{倍})$$

この結果からゲインは 10 倍 (= 20dB) と設定しました。

図 4.6 にシャント抵抗を流れる電流とアンプ出力電圧の関係を図示します。青の実線はアンプのリニア出力範囲内の値を示しており、アンプの出力電圧は入力電流に比例します。青の点線はリニア出力範囲を超えた値を示し、アンプの出力電圧が計算値との誤差が大きくなります。

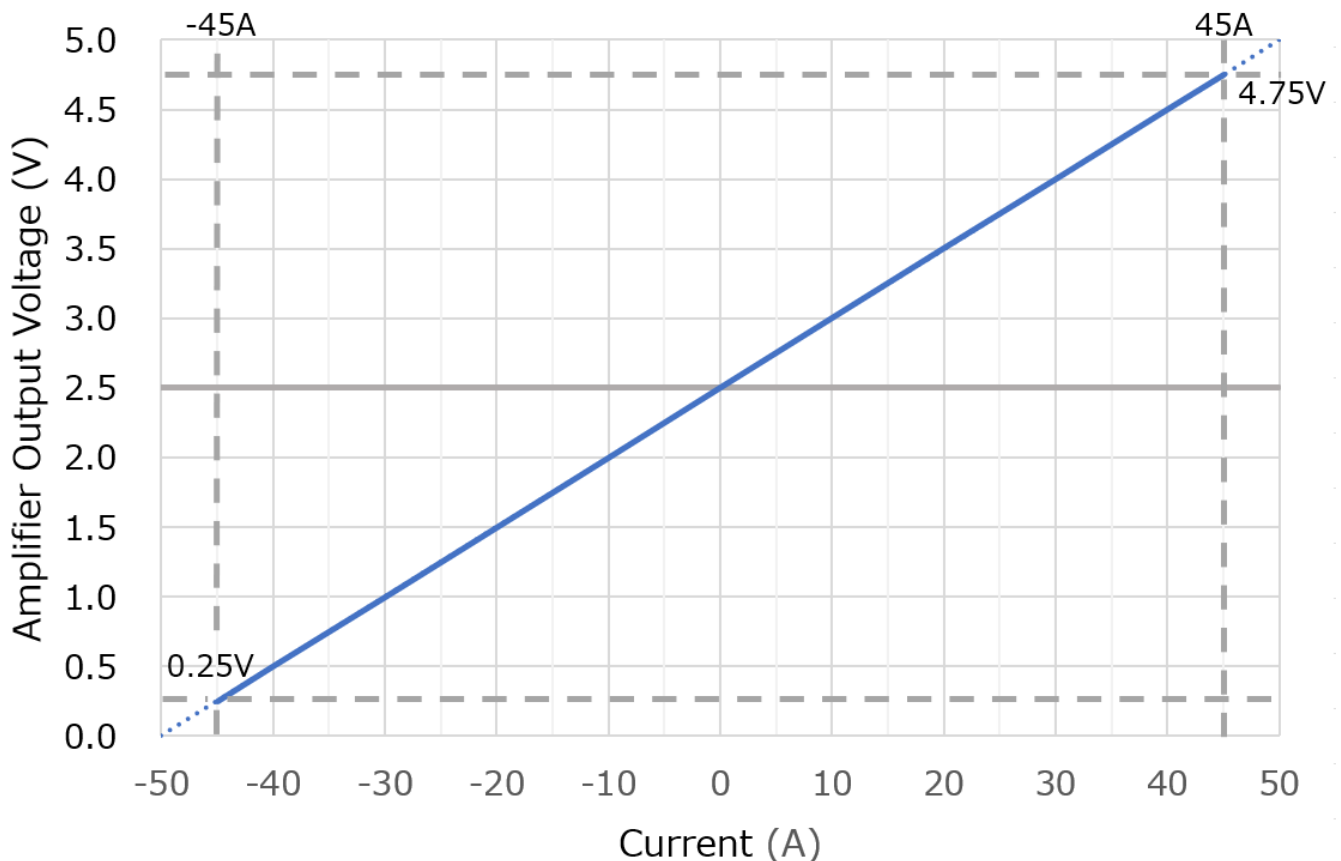


図 4.6 シャント抵抗を流れる電流とアンプ出力電圧の関係

(ご参考)

本デザインでは、各相下側 MOSFET のソース端子を接続し、各相電流を 1 つにまとめ、1 シャント方式としてより安価に構成することも可能です。基板上のソルダージャンパー-SJ5、SJ6 をオープンにし、SJ3、SJ4 をショートすると 1 シャント構成となります。

図 4.7 に 1 シャント方式の概略図を示します。

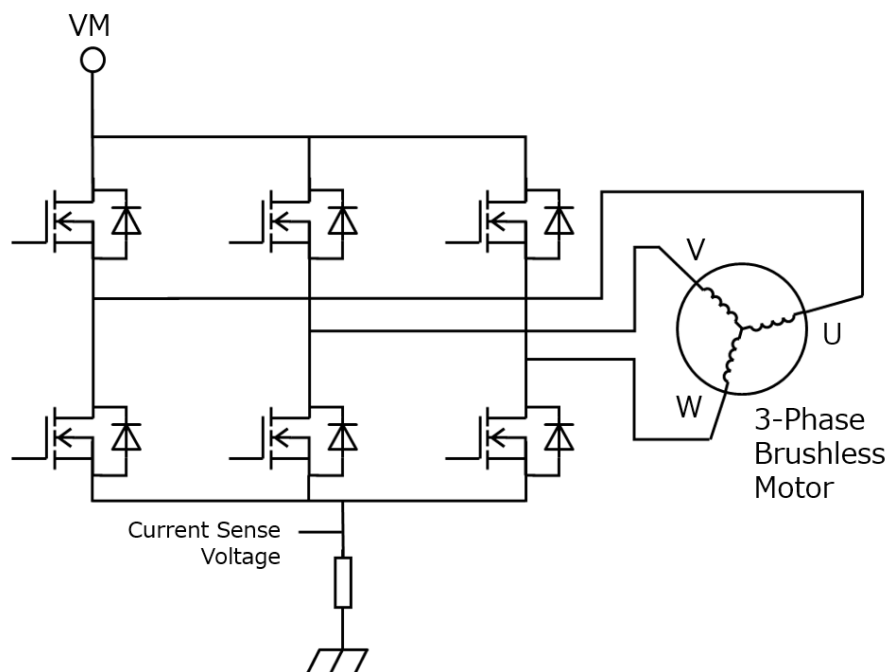


図 4.7 1 シャント方式概略図

下側 MOSFET のソース端子接続部と GND の間にシャント抵抗を配置し、その両端電圧を測定します。3 シャント方式と同様に、アンプによる増幅と電圧シフトを施した信号を MCU へ入力します。

※：本デザインは 3 シャント方式を想定して設計されているため、1 シャント方式では動作が異なる可能性があります。

4.3. 過電流検出回路

回路・動作に何らかの異常が発生したときに MCU がモーターへの出力を遮断して保護動作を行えるよう、本デザインでは MCU へ EMG (emergency) 信号を出力します。この EMG 信号は、TB67Z833SFTG のフラグ出力端子 (nFAULT) に接続されている他、過電流検出回路にも接続されています。異常検出時に EMG 信号はローレベルとなります。

※：EMG 信号は、TB67Z833SFTG の nFAULT 端子の他、nCS 端子にも接続されています。MCU との接続に際しての詳細は、本デザインのリファレンスガイドを参照してください。

図 4.8 に過電流検出回路を示します。

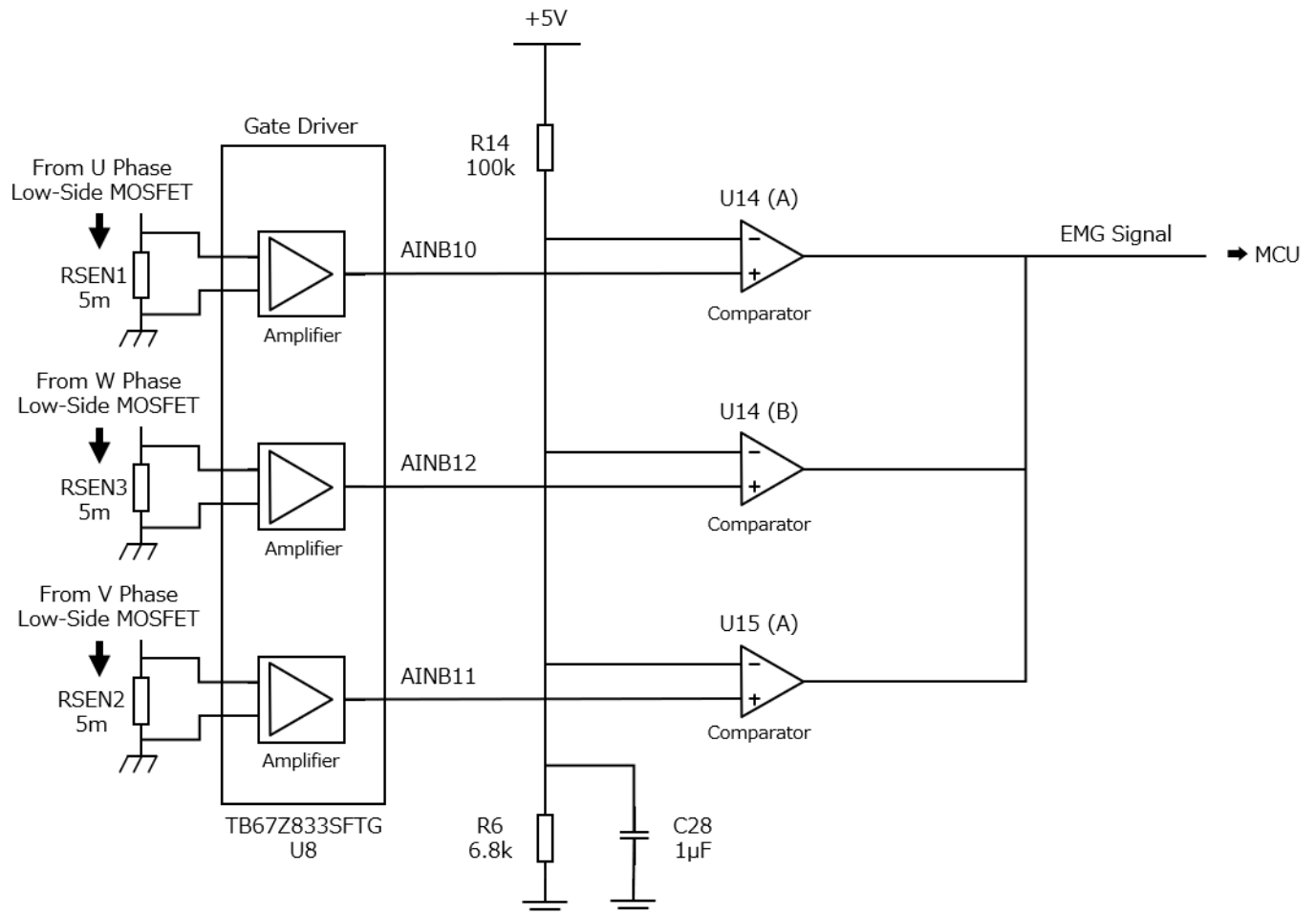


図 4.8 過電流検出回路

TB67Z833SFTG の内蔵アンプで増幅された電流検出信号は、相ごとに過電流検出回路上のコンパレータ (TC75W58FU) にも入力され、基準電圧 (V_{OC}) と比較されます。電流検出信号がどれか 1 つでも基準電圧を下回ると過電流と判定し、MCU に EMG 信号を出力します。

本デザインではおおむね 43A 以上を過電流と判定するため、基準電圧 V_{OC} は以下の式より概算される値 (V_{OC}') 以下となるように設定する必要があります。

$$V_{OC}' = \frac{V_{ref}}{2} - I_{SENSE} \times R_{SENSE} \times G_{CSA} = \frac{5.0 (V)}{2} - 43 (A) \times 5 (m\Omega) \times 10 \cong 350 (mV)$$

本デザインの回路構成では、5Vの電源電圧を6.8kΩの抵抗R6と100kΩの抵抗R14によって分圧した電圧を V_{OC} として、TC75W58FUのIN(-)端子に接続しています。この回路で過電流として検知される電流値(I_{OC})は以下の式より算出されます。

$$V_{OC} = \frac{R6}{R6 + R14} \times 5 (V) = \frac{6.8 \times 10^3}{6.8 \times 10^3 + 100 \times 10^3} \times 5 (V) \cong 318 (mV)$$

$$I_{OC} = \frac{\frac{V_{ref}}{2} - V_{OC}}{R_{SENSE} \times G_{CSA}} = \frac{\frac{5.0 (V)}{2} - 318 (mV)}{5 (m\Omega) \times 10} \cong -43.64 (A)$$

図4.9に電流検出信号に対する過電流検出領域を示します。

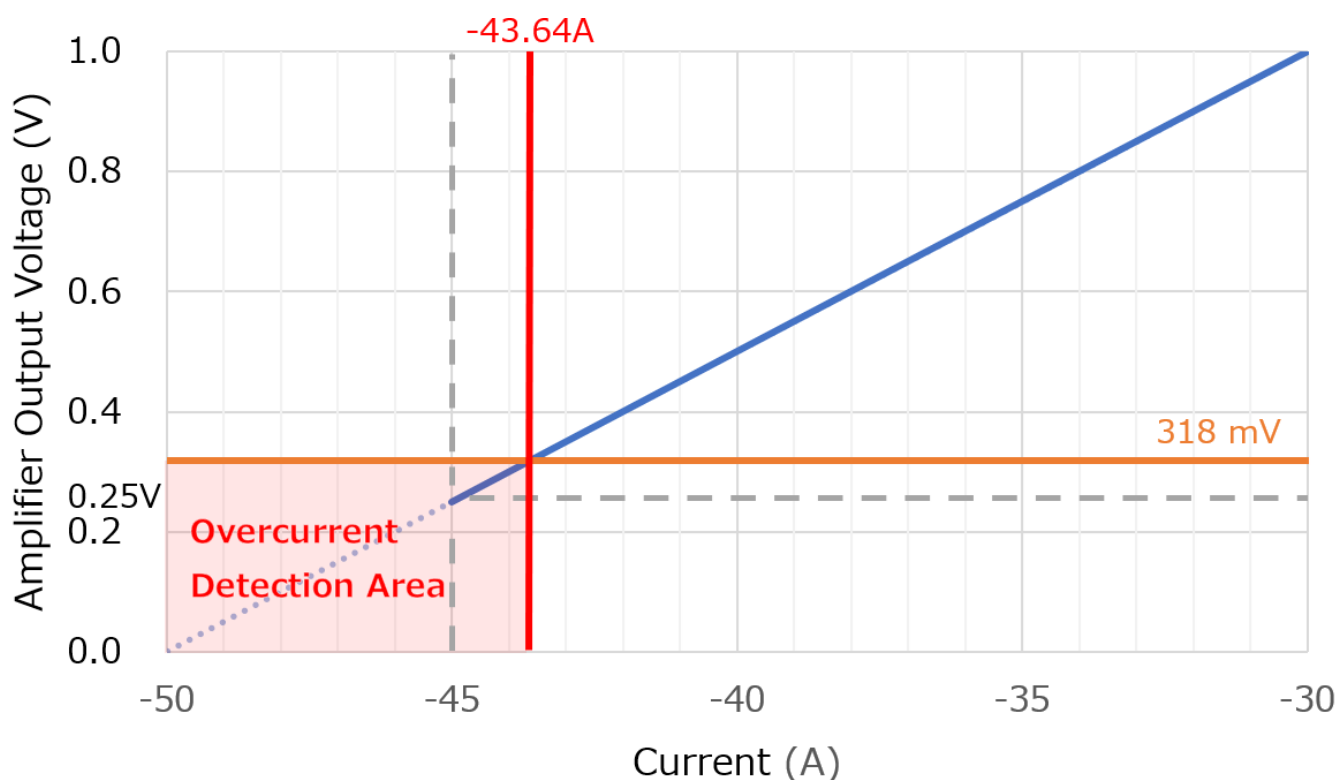


図 4.9 過電流検出領域

4.4. MOSFET 駆動能力の調整

TB67Z833SFTG は、SPI 通信により MOSFET 駆動時の電流能力を設定します (ソース : 10~1000mA、シンク : 20~2000mA)。駆動するモーターや、損失やノイズなど実用上要求される諸要件に応じ、駆動能力を調整することが可能です。

4.5. 回路設計上の注意

- 絶対最大定格は複数の定格のどの 1 つの値も瞬時たりとも超えてはならない規格です。複数の定格のいずれに対しても超えることができません。動作時においても、絶対最大定格を超えることがないように、デレーティングを確保するように注意してください。
- 電源のバイパスコンデンサー (C10) の容量について、本デザインでは基板に合わせて十分な値が確保できているコンデンサー容量値にしておりますが、電源のタイプ、電源とモーター駆動回路の配線インダクタンス、許容可能な供給電圧リップル、モーターの種類などによって必要なコンデンサー容量が変わります。一般的には、余裕をもってコンデンサー容量を設定しますが、部品のサイズも大きくなるので、コスト増加、回路基板の専有面積の増加のデメリットが発生します。実際に使用する回路、環境に合わせて、最適なコンデンサー容量を選定してください。

5. 基板設計

5.1. 基板パターン設計上の注意

ここでは、基板パターンを設計する際の注意点について述べます。

- もっとも注意しなければならないのは、電流検出のために使うシャント抵抗の電圧降下に、基板パターン配線の抵抗による誤差が入らないようにすることです。このため、シャント抵抗への配線は、抵抗のランドパターンの部分で、電流を流す配線と電圧降下を検出する配線に完全に分離して引き出し、検出電圧に配線抵抗による電圧降下分が入らないようにしてください。これにより電流を精度良く検知できますので、高精度でモーター制御を行うことが可能となります。このような配線の引き出し方法をケルビン接続と言います。図 5.1 にケルビン接続パターンのイメージを示します。

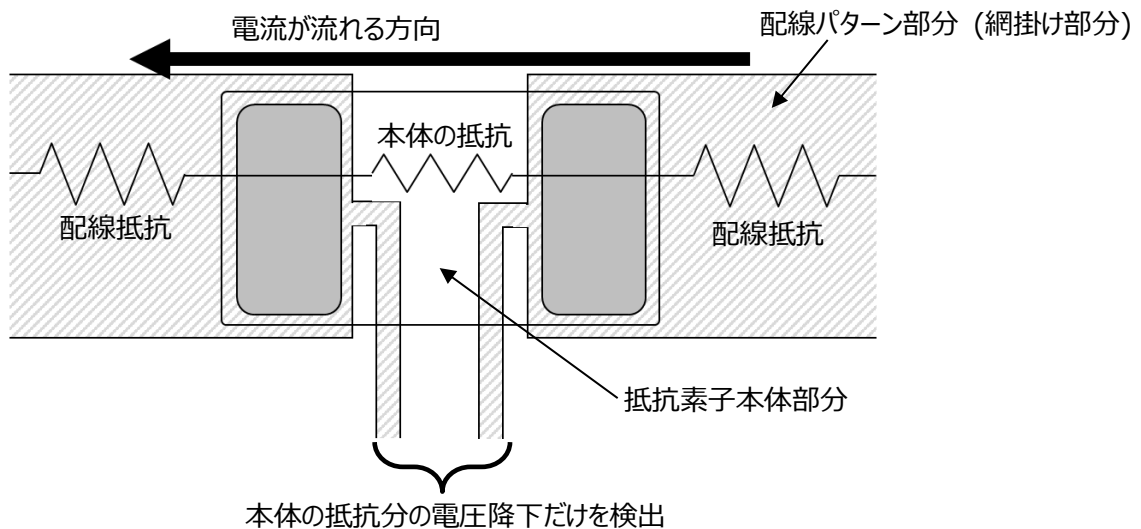


図 5.1 ケルビン接続配線イメージ図

- モーター周辺の電源、GND、および各相の出力の配線は、配線抵抗を下げるためにできるだけ配線領域を広く取り、太く配線してください。また、ノイズを拾う恐れがありますので、電源や GND のパターンがループを形成することのないよう引き回しには注意してください。
- 本デザインの GND は GND、PGND、AGND などに分かれています。これらの GND は基板の電源バイパスコンデンサー (C10) の接地部分の根元で、それぞれの GND ごとに配線を分割し、共通インピーダンス成分をできる限り小さくしてください。
- 本デザインでは、ゲートドライバー TB67Z833SFTG など各 IC の電源端子と、各相出力の上側パワー MOSFET のドレインにもバイパスコンデンサーを配置しています。これらのコンデンサーはできるだけ端子の近くなるように配置し高周波特性の良い種別のもを使用してください。また、シャント抵抗部に並列接続するコンデンサーもシャント抵抗の極力近くに配置して、コンデンサーに直列に入る抵抗成分をできるだけ小さくしてください。

ご利用規約

本規約は、お客様と東芝デバイス&ストレージ株式会社（以下「当社」といいます）との間で、当社半導体製品を搭載した機器を設計する際に参考となるドキュメント及びデータ（以下「本リファレンスデザイン」といいます）の使用に関する条件を定めるものです。お客様は本規約を遵守しなければなりません。

第1条 禁止事項

お客様の禁止事項は、以下の通りです。

1. 本リファレンスデザインは、機器設計の参考データとして使用されることを意図しています。信頼性検証など、それ以外の目的には使用しないでください。
2. 本リファレンスデザインを販売、譲渡、貸与等しないでください。
3. 本リファレンスデザインは、高温・多湿・強電磁界などの対環境評価には使用できません。
4. 本リファレンスデザインを、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用しないでください。

第2条 保証制限等

1. 本リファレンスデザインは、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
2. 本リファレンスデザインは参考用のデータです。当社は、データ及び情報の正確性、完全性に関して一切の保証をいたしません。
3. 半導体素子は誤作動したり故障したりすることがあります。本リファレンスデザインを参考に機器設計を行う場合は、誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。また、使用されている半導体素子に関する最新の情報（半導体信頼性ハンドブック、仕様書、データシート、アプリケーションノートなど）をご確認の上、これに従ってください。
4. 本リファレンスデザインを参考に機器設計を行う場合は、システム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断して下さい。当社は、適用可否に対する責任を負いません。
5. 本リファレンスデザインは、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証又は実施権の許諾を行うものではありません。
6. 当社は、本リファレンスデザインに関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をせず、また当社は、本リファレンスデザインに関する一切の損害（間接損害、結果的損害、特別損害、付随的損害、逸失利益、機会損失、休業損害、データ喪失等を含むがこれに限らない。）につき一切の責任を負いません。

第3条 契約期間

本リファレンスデザインをダウンロード又は使用することをもって、お客様は本規約に同意したものとみなされます。本規約は予告なしに変更される場合があります。当社は、理由の如何を問わずいつでも本規約を解除することができます。本規約が解除された場合は、お客様は本リファレンスデザインを破棄しなければなりません。さらに当社が要求した場合には、お客様は破棄したことを証する書面を当社に提出しなければなりません。

第4条 輸出管理

お客様は本リファレンスデザインを、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用してはなりません。また、お客様は「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守しなければなりません。

第5条 準拠法

本規約の準拠法は日本法とします。

第6条 管轄裁判所

本リファレンスデザインに関する全ての紛争については、別段の定めがない限り東京地方裁判所を第一審の専属管轄裁判所とします。