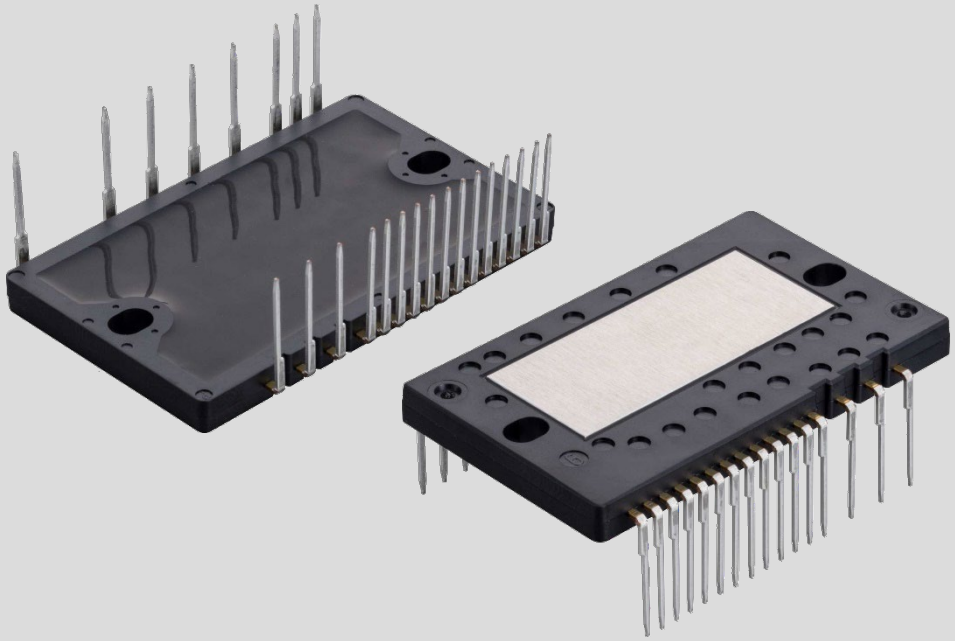
Fuji Electric
Innovating Energy Technology



Small IPM (Intelligent Power Module)
P633C シリーズ
6MBP**XS*065-50

Application Manual

2025年3月

富士電機株式会社

MT6M16209a

© Fuji Electric Co., Ltd. All rights reserved.

⚠ご注意

この文書の内容（製品の仕様、特性、データ、材料、構造など）は2025年3月現在のものです。この内容は製品の仕様変更のため、または他の理由により、事前の予告なく変更されることがあります。この文書に記載されている製品を使用される場合には、その製品の最新版の仕様書を入手して、データを確認してください。

本文書に記載してある応用例は、富士電機の半導体製品を使用した代表的な応用例を説明するものであり、本アプリケーションマニュアルによって工業所有権やその他権利の実施に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。

富士電機（株）は絶えず製品の品質と信頼性の向上に努めています。しかし、半導体製品はある確率で故障する可能性があります。富士電機製半導体製品の故障または誤動作が、結果として人身事故、火災等による財産に対する損害や、社会的な損害を起こさぬように冗長設計、延焼防止設計、誤動作防止設計など、安全確保のための手段を講じてください。

本アプリケーションマニュアルに記載している製品は、普通の信頼度が要求される下記のような産業用電子機器や産業用電気機器に使用されることを意図して製造しています。
・コンプレッサモータ用インバータ　　・ルームエアコン用ファンモータインバータ
・ヒートポンプアプリケーション用コンプレッサモータインバータ　など

本アプリケーションマニュアルに記載の製品を、下記のような特に高い信頼度を持つ必要がある機器に使用をご予定のお客様は、事前に富士電機（株）へ必ず連絡の上、了解を得てください。この資料の製品をこれらの機器に使用するには、そこに組み込まれた富士電機製半導体製品が故障しても、機器が誤動作しないように、バックアップ・システムなど、安全維持のための適切な手段を講じることが必要です。
・輸送機器（車載、船用など）　・幹線用通信機器　　・交通信号機器
・ガス漏れ検知および遮断機　　・防災／防犯装置　　・安全確保のための各種装置　など

極めて高い信頼性を要求される下記のような機器および戦略物資に該当する機器には、本アプリケーションマニュアルに記載の製品を使用しないでください。
・宇宙機器　　・航空機搭載用機器　　・原子力制御機器　　・海底中継機器　　・医療機器

本アプリケーションマニュアルの一部または全部の転載複製については、文書による当社の承諾が必要です。

本アプリケーションマニュアルの内容にご不明の点がありましたら、製品を使用する前に富士電機（株）または、その販売店へ質問してください。本注意書きの内容をお守り頂けなかったために生じた如何なる損害も富士電機（株）とその販売店は責任を負うものではありません。

© Fuji Electric Co., Ltd. All rights reserved.

第5章 推奨配線およびレイアウト

1. 応用回路例 5-2
2. プリント基板設計における推奨パターンおよび注意点 5-5

© Fuji Electric Co., Ltd. All rights reserved.

この章では、推奨配線とレイアウトについて説明しています。プリント基板設計時における注意事項については、以下の応用回路例をご参照ください。

1. 応用回路例

- 2種類の電流検出方法の応用回路例を図5-1と図5-2に示します。注意事項は共通となります。

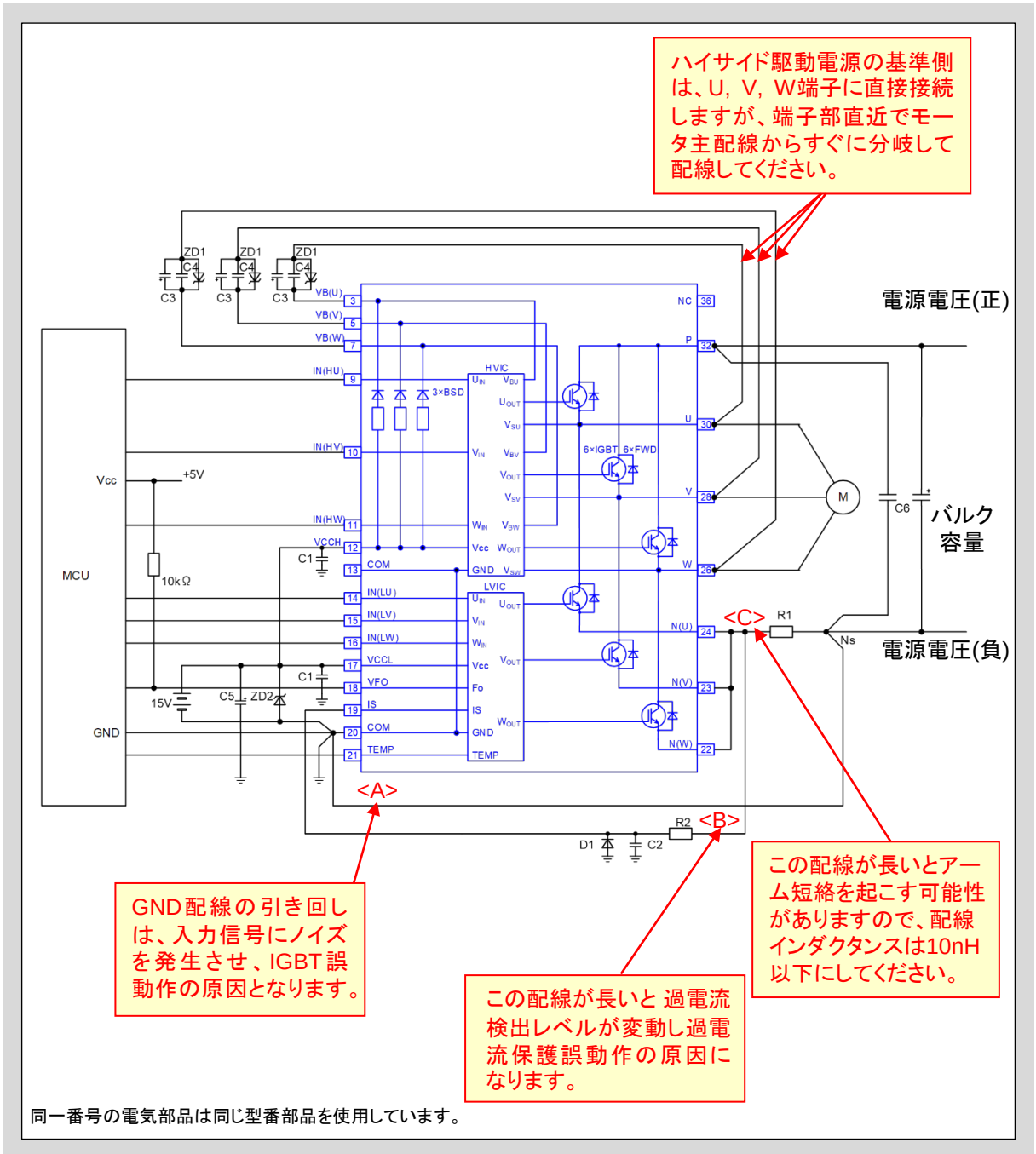


図5-1 応用回路例1(3相一括で電流検出する場合)

© Fuji Electric Co., Ltd. All rights reserved.

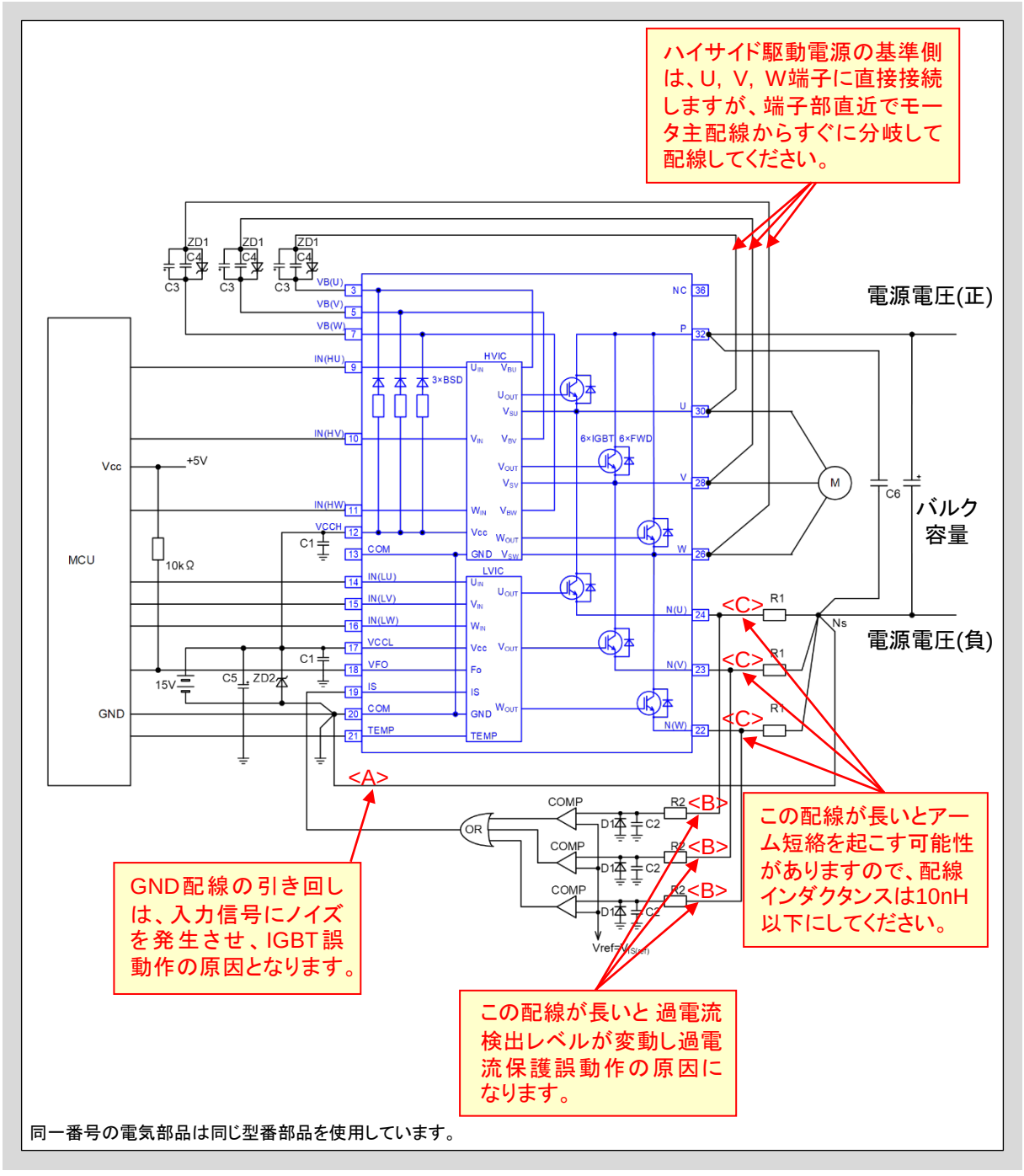


図5-2 応用回路例2 (3相個別で電流検出する場合)

© Fuji Electric Co., Ltd. All rights reserved.

<注意事項>

1. 本製品の入力信号はハイアクティブです。制御ICの入力回路には、プルダウン抵抗を内蔵しています。誤動作防止のため、各入力配線は可能な限り短くしてください。RCフィルタをご使用される場合、入力信号がターンオンおよびターンオフ閾値電圧を満たすように設定してください。
2. 本製品は内蔵HVICにより、フォトカプラもしくはパルストランスなしで直接MPUに接続することができます。
3. アラーム出力V_{FO}は、オープンドレインタイプです。5V電源に10kΩ程度の抵抗でプルアップして使用ください。
4. 誤動作防止のため、<A>、<B>、<C>の配線は可能な限り短くしてください。
5. 過電流保護回路のR2-C2による時定数は、おおよそ0.7μsになるように設定してください。また、過電流遮断時間は、配線パターンにより変わる可能性があります。R2、C2は、ばらつきの小さいものを使用してください。
6. 過電流保護回路の外部コンパレータ基準電圧は、本製品の過電流検出閾値電圧と同じレベルに設定してください。
7. 過電流状態を瞬時に検出するために、高速型コンパレータとロジックICを使用ください。
8. スイッチング動作時にR1に負電圧が発生する場合、ショットキーバリアダイオードD1を接続することを推奨します。
9. 全てのコンデンサは可能な限り端子直近に実装してください。特にC1、C5およびC3、C4はU, V, W端子部直近でモータ主配線からすぐに分岐させ、最短経路で配線してください。また、C1、C4は、温度特性・周波数特性・DCバイアス特性に優れたセラミックコンデンサ、C3、C5は許容リップル電流、寿命を考慮した電解コンデンサを選択してください。
10. サージ電圧による破壊を防止するためにスナバコンデンサC6とP端子、Ns間の配線は可能な限り短くしてください。一般的にP端子とNs間に接続するスナバコンデンサの容量は0.1μFから0.22μFを推奨します。
11. 2つのCOM端子(13 & 20 pin)は本製品内部で接続しているため、どちらかの端子を15V電源のGND側に接続し、どちらか端子はオープンにしてください。
12. サージ電圧による制御電源およびハイサイド駆動電源の破壊を防止するため、各相の電源端子にツェナー電圧22Vのツェナーダイオードを接続することを推奨します。
13. 基板パターン上で制御GNDがパワーGNDに接続された場合、パワーGNDの変動による誤動作が起きる可能性があります。そのため、制御GNDとパワーGNDは1点グランドとしてください。

© Fuji Electric Co., Ltd. All rights reserved.

2. プリント基板設計における推奨パターンおよび注意点

ここではプリント基板設計における推奨パターン配線と注意点について説明します。
図5-3から図5-7は、応用回路例(図5-1、図5-2)で推奨プリント基板パターン配線のイメージを示しています。
これら図中で、システムからの入力信号は”IN(HU)”で表現します。推奨パターンと注意点は以下の通りです。

<Small IPM周辺の全体設計>

- 電位差が高い境界部分では、適切な沿面距離を確保してください(必要に応じて境界部のところにスリットを入れてください)。
- 伝導ノイズの増加を防止するために、パワー入力(DCバス電圧)部とハイサイド駆動部の電源パターンは分離してください。多層プリント基板を使用し、これらの配線をパターン上で交差させた場合は、配線間の浮遊容量とプリント基板の絶縁性能にご注意ください。
- システムの誤動作を防止するために、ハイサイド駆動部の電源と各相の入力回路部のパターンは分離してください。多層プリント基板を使用される場合、これらの配線を交差させないようにしてください。

各部の詳細は、次のページで説明します。

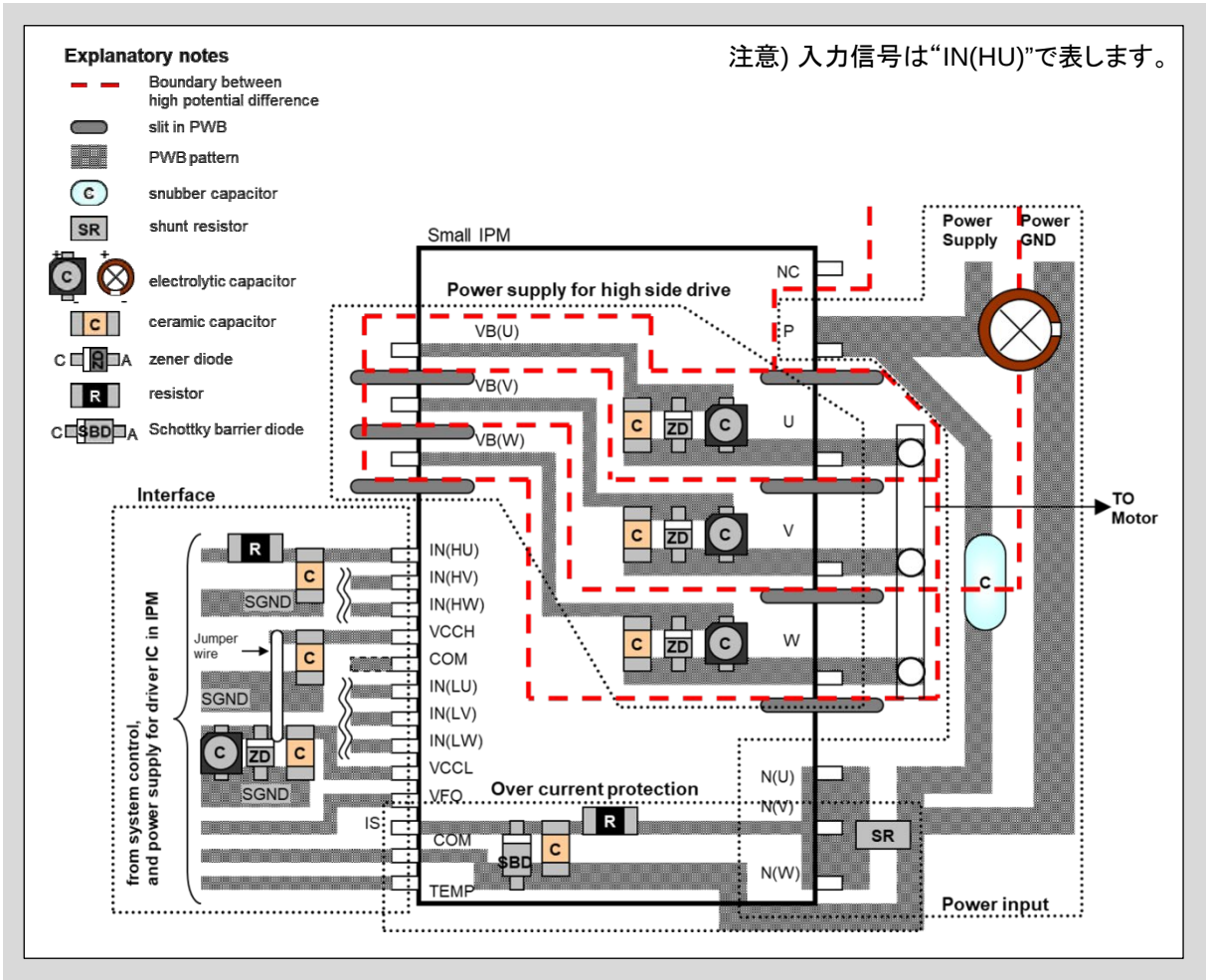


図5-3 推奨プリント基板配線のイメージ (Small IPM周囲の全体設計)

© Fuji Electric Co., Ltd. All rights reserved.

<パワー入力部>

A) スナバコンデンサCをP端子とシャント抵抗のGND間に可能な限り近接して配置してください。配線インダクタンスによる影響を避けるために、スナバコンデンサCとP端子およびシャント抵抗間の配線は可能な限り短くしてください。

B) バルクコンデンサからの配線とスナバコンデンサCからの配線は、P端子とシャント抵抗の直近で互いに分割してください。

C) パワーGNDとCOM端子からの配線は、1点グランドでシャント抵抗に接続し、可能な限り短くしてください。

D) シャント抵抗は低インダクタンス型をご選定ください。

E) N(U), N(V), N(W)端子とシャント抵抗間の配線は可能な限り短くしてください。

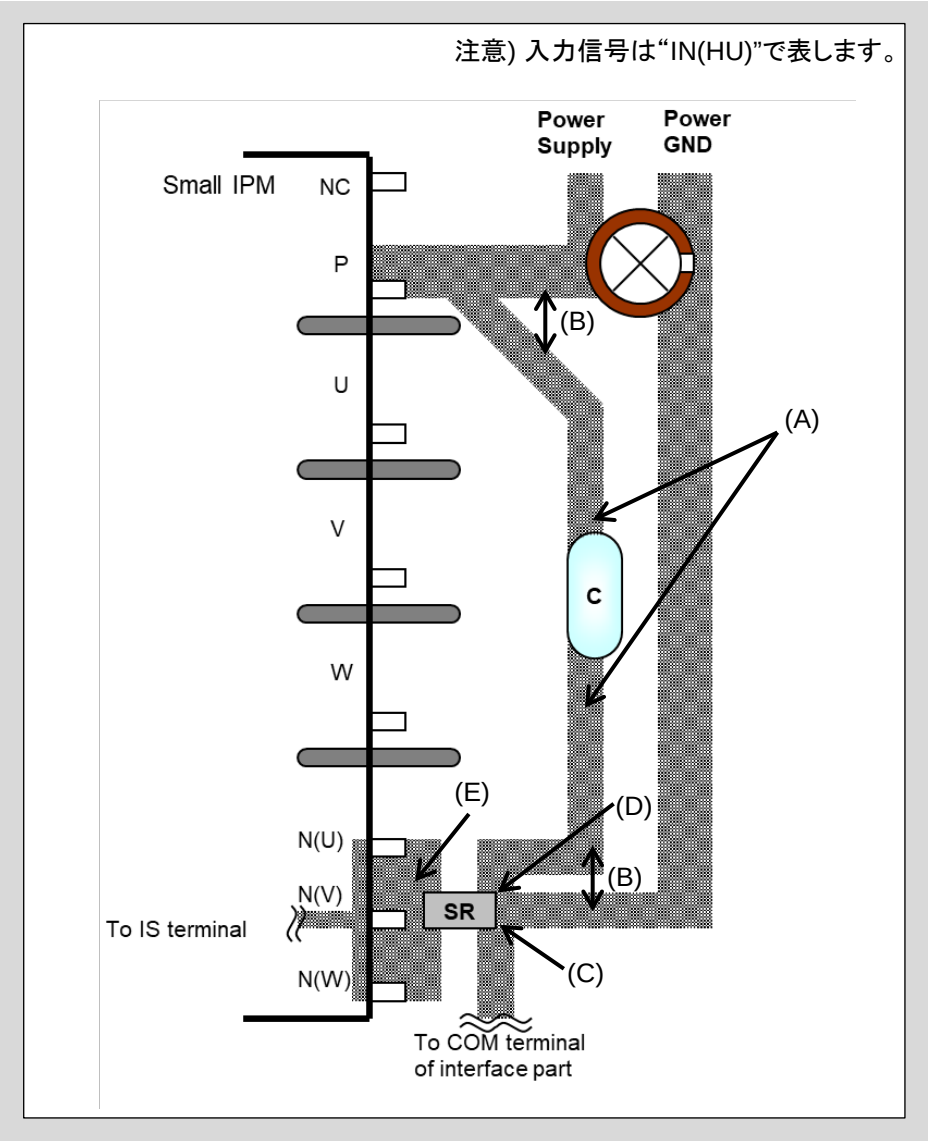


図5-4 推奨プリント基板配線のイメージ (パワー入力部)

© Fuji Electric Co., Ltd. All rights reserved.

<ハイサイド駆動電源部>

A) 配線インダクタンスによる影響を避けるために、VB(U, V, W)端子と電子部品(セラミックコンデンサ、電解コンデンサ、ツェナーダイオード)間の配線は可能な限り短くしてください。

B) アプリケーションにより適切なコンデンサをご使用ください。特にVB(U, V, W)端子直近にはセラミックコンデンサまたは低ESRのコンデンサを配置してください。

C) 共通インピーダンスによる誤動作を避けるために、モータ出力への配線とVB(U, V, W)に接続するコンデンサのマイナス電極側の配線は、U, V, W端子直近で分割してください。

D) VB(U)とパワーGND(もしくは同電位)端子間の浮遊容量が大きい場合、IGBTのターンオン時とターンオフ時の高いd*v*/d*t*の影響により、VB(U)-U端子間電圧は、過電圧または負電圧になる可能性があります。そのためVB(U)-U端子間にツェナーダイオードを配置してください。また、ツェナーダイオードはVB(U)端子直近に接続してください。(VB(V)もVB(W)もVB(U)と同じです)

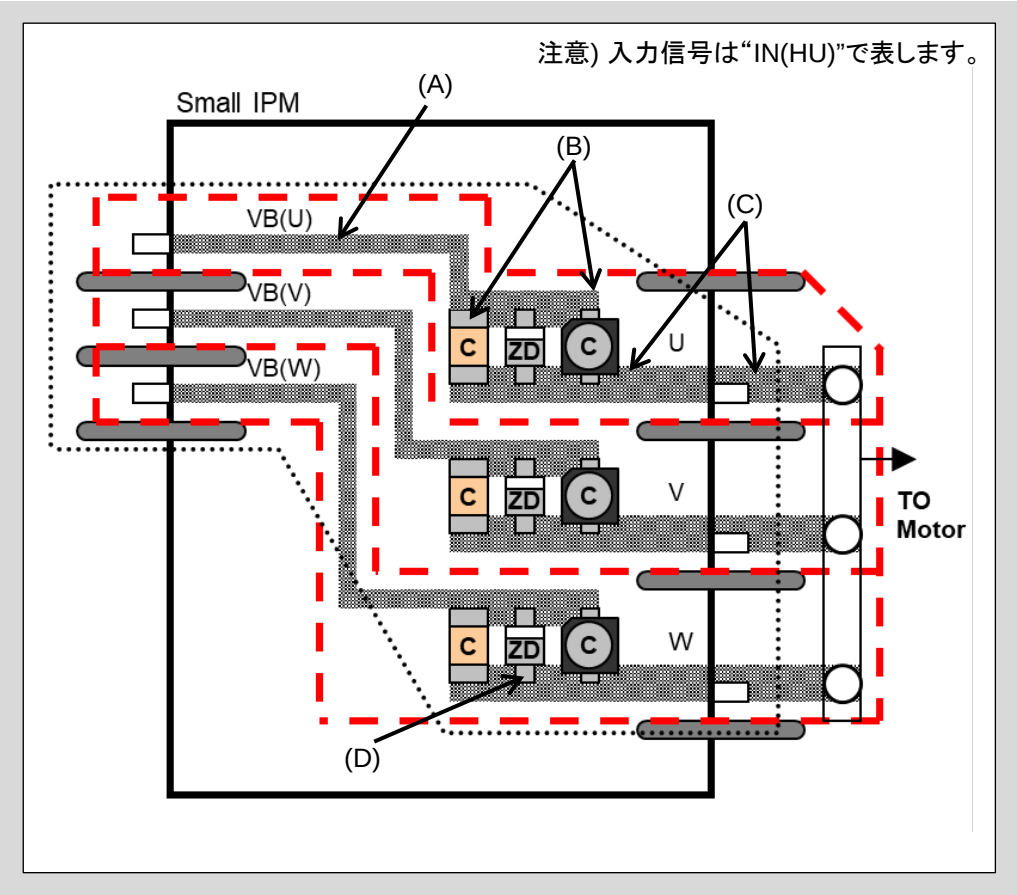


図5-5 推奨プリント基板配線のイメージ (ハイサイド駆動部電源)

© Fuji Electric Co., Ltd. All rights reserved.

<インターフェイス部>

A) ハイサイド駆動電源部からのノイズの影響が無視できない場合、入力信号とCOM端子間にコンデンサを配置してください。コンデンサのマイナス電極は可能な限りCOM端子の近くの制御GNDに接続してください。フィルタ抵抗もしくはコンデンサを接続する場合、本製品内部のプルダウン抵抗を考慮し、実機で信号レベルをご確認ください。

B) 本製品は2つのCOM端子があり、本製品内部で接続しています。どちらか片方を必ずご使用ください。

C) VCCLとCOM配線間、VCCHとCOM配線間に電解コンデンサとセラミックコンデンサを接続してください。これらコンデンサは可能な限り各端子の直近に接続してください。

D) ノイズの影響を抑えるために、TEMP端子からの出力信号は制御GNDと並走させてください。

E) システムからの制御GND配線とCOM端子からの配線は1点グランドとしてください。また、1点グランドは可能な限りCOM端子の直近に接続してください。

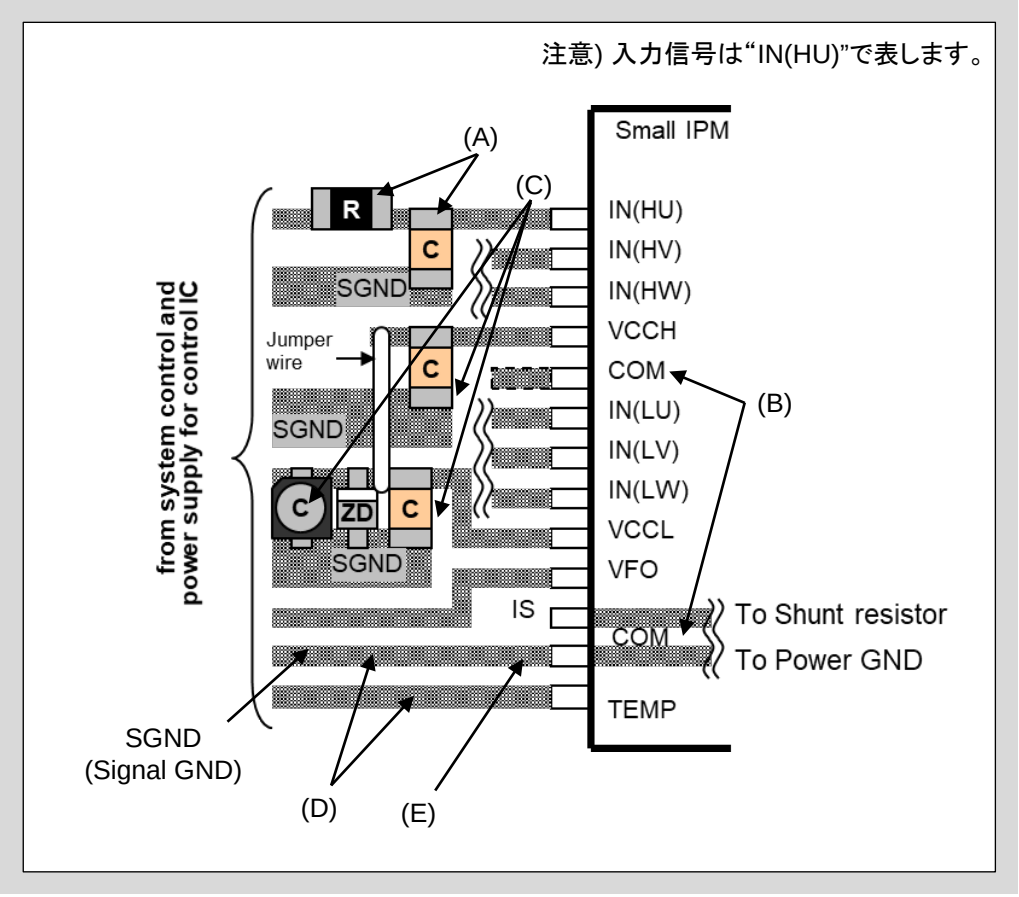


図5-6 推奨プリント基板配線のイメージ (インターフェイス部)

© Fuji Electric Co., Ltd. All rights reserved.

<過電流保護回路部>

過電流状態から保護するための電流検出には、2つの方法があります。“3相一括で電流検出する方法”を図5-7 (a)に示し、“3相個別で電流検出する方法”を図5-7 (b) に示します。

図5-7 (a)

A) シャント抵抗のGND側とCOM端子間の配線は非常に重要です。 それは制御ICの基準電位だけではなく、ハイサイドのブートストラップコンデンサの充電電流経路と、ローサイドのIGBTのゲート駆動電流経路の役割も果たします。そこで、共通インピーダンスの影響を最小限にするために、可能な限り配線を短くしてください。

B) 過電流保護レベルの変動と誤動作を避けるために、IS信号の配線は可能な限り短くしてください。

C) スイッチング時の誤検出を防止するために、IS端子にRCフィルタを入れてください。RCフィルタのコンデンサはCOM端子の直近の制御GNDに接続してください。

D) スイッチング時、IS端子に負電圧が印加される場合は、IS端子とCOM端子間またはシャント抵抗と並列にショットキーバリアダイオードを接続してください。

図5-7 (b)

A) 過電流状態を瞬時に検出するために、高速コンパレータとロジックICをご使用ください。

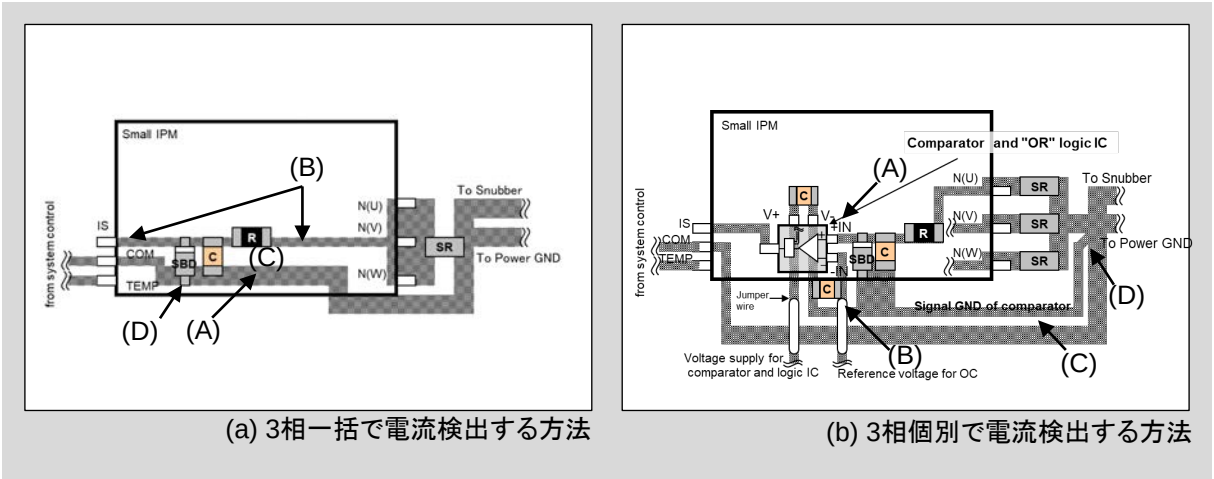
B) コンパレータに入力する基準電圧と制御GND間にコンデンサを接続してください。また可能な限りコンパレータ直近に配置してください。

C) COM端子の制御GND配線とコンパレータの制御GND配線は分割してください。

D) COM端子の制御GND配線とコンパレータの制御GND配線は1点グランドとしてください。1点グランドは可能な限りシャント抵抗の直近に接続してください。

E) その他の注意点と推奨パターンは図5-7(a)と同じです。

回路定数決定の詳細については第4章2節をご参照ください。



(a) 3相一括で電流検出する方法　　(b) 3相個別で電流検出する方法

図5-7 推奨プリント基板配線のイメージ(過電流保護部)

© Fuji Electric Co., Ltd. All rights reserved.