

## Application Note **AN-7002**

Revision:	00	Key Words: IGBT driver, connection, controller, IGBT
Issue Date:	2006-09-05	
Prepared by:	Pramod Bhosale Markus Hermwille	<a href="http://www.Semikron.com/Application/DriverConnection">www.Semikron.com/Application/DriverConnection</a>

# ゲートドライバーと IGBT 及びコントローラの接続

本アプリケーションノートでは、ゲートドライバーとコントローラ及び IGBT モジュールの接続に関する情報を記載しています。本情報により、EMI・信号発振・誘起ノイズによるゲートドライバー及び IGBT モジュールの不具合を最小限に抑えることが

可能です。本アプリケーションノートに記載されている情報は参考であり、完全な設計ルールではありません。実際の設計はユーザーの責任において行ってください。

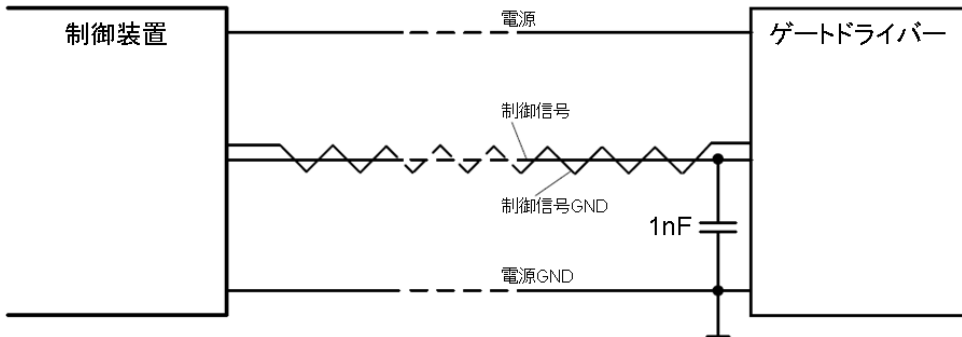
### ゲートドライバーコントローラの接続

ゲートドライバーの制御信号は干渉を受けてはなりません。EMI は複数の要因によって発生します。そのひとつが IGBT スイッチングによる大きな  $di/dt$  及び  $dv/dt$  値です。理論的には不具合の原因となる他の信号からの誘起が制御信号に影響することはありません。しかしながら実際にはそれは再現不可能です。つまり配線はあらゆる影響を最小に留めるようにしなければなりません。ゲートドライバーと制御装置の接続に関するいくつかのヒントを以下に示します。

- プリント基板の配線は出来るだけ短くする必要があります。ループは回避しなければなりません。
- 配線の長さは出来るだけ短くし、3m を超えてはなりません。また、燃り線を使用しなければなりません。
- 制御信号(小電力信号)は高電力信号(電源)と一つにまとめてはなりません。信号用の GND と電源用の GND を別々に用いて下さい。ループを防ぐために両者は 1 点で接続されなければなりません。(通常はドライバー側です)

- 信号配線は出来るだけ主端子、主配線、GND ケーブル、DC リンクコンデンサ、及びその他ノイズ源から離す必要があります。
- 制御信号配線はパワー配線と並列に配置してはなりません。制御信号配線と主配線は 30cm 以上離し、垂直に交差させる必要があります。
- 全ての配線は GND から近い位置に配置することを推奨します。(例:ヒートシンク等)
- ノイズの強いアプリケーションではノイズ耐量を改善するためにシールド配線または光ファイバーインターフェースの使用を推奨します。
- 差動モードノイズを抑制するために、容量の小さいコンデンサ(1nF)を信号とゲートドライバー電源の GND 間に接続してください。
- オープンコレクタドライブは推奨しません。

## フィルターコンデンサ



高いノイズ耐量を得るためにゲートドライバーの入力にコンデンサが接続されています。

ドライバーへの電流が制限されるため、コンデンサにより数nsの遅延が生じます。

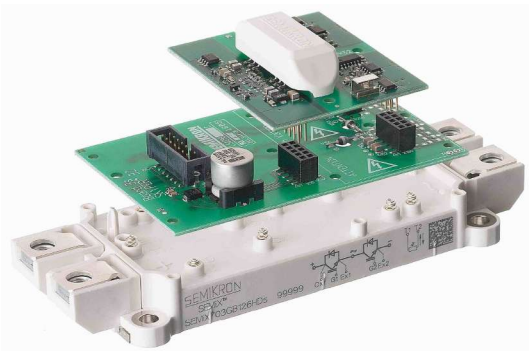
コンデンサは出来るだけドライバーインターフェイスに近接させなければなりません。

## ゲートドライバー-IGBT モジュール間の接続

ゲートドライバーはゲートドライバー-IGBT モジュール間の浮遊インダクタンスを下げるために、IGBT モジュールに近接させなければなりません。大電流 IGBT モジュールにも有効な

ソリューションは、IGBT モジュールに直接ゲートドライバーをマウントすることです。

## SEMiX IGBT モジュールの上に直接マウントしたゲートドライバー SKYPER32



ドライバーの回路及びマウント機能に加えて、パワーエレクトロニクスシステムにおけるその他の必要条件は、ゲートドライバーとパワーモジュール間の最適な接続です。一般的なソリューションでは、ドライバーとパワーモジュール間は短くて、インダクタンスが低い撚り線で接続されます。しかしながら設計に制約があるため、最適接続が常に実現可能とは限りません。はんだ付けと同様に複雑な配線及び差し込み式の接続がその結果です。

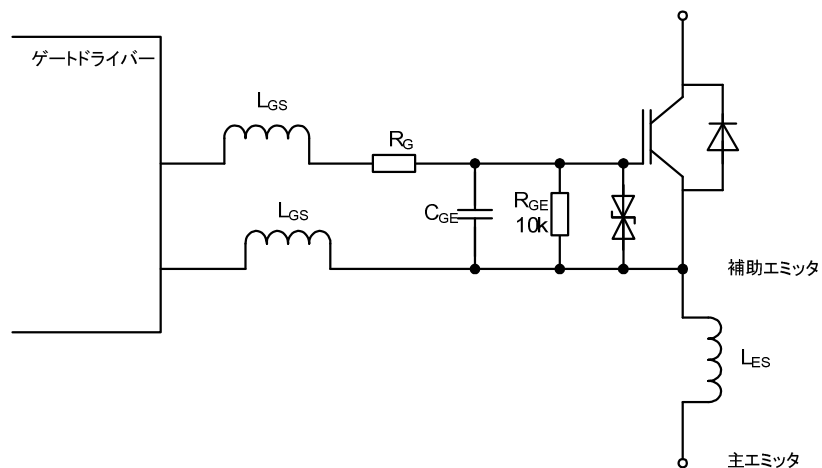
はんだ付けや複雑な配線が不要な接続は、ゲートドライバーが高信頼性の下でパワー半導体に接続され、またゲートドライバーが製造プロセスのどの段階においても接続できるという開発と製造のソリューションを可能にします。これを達成する簡単な方法は標準ゲートドライバー SKYPER、アダプターボード、IGBT モジュール SEMiX を使用します。IPM と異なり、この方法は設計に自在性を与えます。

アダプターボードとゲートドライバーを IGBT モジュール SEMiX 上部に直接マウントすることにより、配線接続を短く信頼性を増すことが可能です。このスプリング接続技術により、はんだは不要です。各アプリケーションを IGBT モジュールに適合するように、アダプターボードが SEMiX モジュール上にネジ止めされます。モジュールのスプリングはアダプターボードの裏面のはんだパッドに接続されます。ドライバーは単純にアダプターボード上部に接続されます。これには、プラグイン接続の SKYPER モジュールに適応したインターフェイスを使用します。

以下は配線によるゲートドライバー-IGBT 間の接続に関するヒントです。

- DC リンク中のあらゆる寄生インダクタンスを最小にする必要があります。過電圧はパワーモジュールの主端子間 (+, -) にコンデンサ C または RCD スナバーを接続することにより低減します。
- 浮遊インダクタンス及び浮遊抵抗を下げるために、パワー部分のパターンは短くかつ太くします。
- ゲートドライバー-IGBT モジュール間のリード線は出来るだけ短くします。ゲート及びエミッタ配線は相互インダクタンスが最小になるようにツイストします。これにより反対方向に電流が流れ、磁界が打ち消されます。
- $V_{CE}$  モニター配線はゲート及びエミッタ配線と束ねてはなりません。
- トップ側、ボトム側 IGBT 及び他の相のゲート配線は束ねてはなりません。
- ゲート-エミッタ間に抵抗(RGE) 10k $\Omega$ の接続を推奨します。ワイヤ接続を用いる場合、RGE は PCB に配置しないで IGBT モジュールに近い位置に接続されなければなりません。
- ゲート-エミッタ間電圧の負帰還による影響を最小にするために、補助エミッタ端子を用いてください。
- サージ電圧吸収用ダイオード(双方向ツェナーダイオード)をゲート-エミッタ間に用いてください。このダイオードは IGBT モジュールに近い位置に接続されなければなりません。
- ゲート-エミッタ間のコンデンサ(CGЕ)は大電流 IGBT モジュール及び並列接続動作時に優位性を発揮します。CGE は使用する IGBT の CGE のおよそ 10%の値を用います。CGE は IGBT モジュールに極めて近い位置に接続する必要があります。
- 電流ループは避けてください。
- ターンオン、ターンオフ用のゲート抵抗は近接した位置に接続して下さい。
- ゲートドライバーが大電流アプリケーションに使用されている場合は、全ての部品を PCB に搭載し、それを IGBT モジュールのゲート及びエミッタにはんだ付けして下さい。
- 外付けブートストラップコンデンサを使用している場合は、寄生インダクタンスを最小にするために、コンデンサはゲートドライバー近傍に接続しなければなりません。

#### ゲートドライバー接続と浮遊インダクタンス



- ドライバーの GND が主エミッタ端子に接続されている場合は、負荷電流の高い  $di/dt$  により LES の両端に電圧が誘起されます。この電圧はターンオンゲート電圧を減少させ、ターンオフゲート電圧に加わることで、スイッチング速度を遅くします。このため、補助エミッタ端子と主エミッタ端子は共有してはなりません。
- ドライバー電源電圧がオフの状態、電圧が主回路に印加されている場合においても、IGBT が確実にオフ状態を維持できるように抵抗(RGE)を接続します。
- サージ吸収用ダイオードは IGBT モジュールに近い位置に接続されなければならず、短絡時の短絡電流を抑えることと同様に、ゲート過電圧より IGBT のゲートを保護します。短絡時、ゲート-エミッタ間電圧はコレクター-ゲート間のミラー容量によりゲート-エミッタ間電圧が上昇します。短絡時に  $dv/dt$  が大きいと、ミラー容量を通して電流が流れ込み、これによりゲート-エミッタ電圧が上昇します。サージ吸収用ダイオードがこの電圧をクランプします。さらにサージ吸収用ダイオードは、IGBT モジュールの不具合が発生した場合の重大な損傷からゲートドライバーを保護します。
- ゲート-エミッタ間容量 CGE は、特に短絡時に発生する IGBT のゲートの発振を低減するための平滑コンデンサとして用いられます。

**注:**

IGBT 制御回路において、発振がないことを試験により確認してください。

**記号及び項目**

記号	項目
$C_{GE}$	ゲート-エミッタ間容量
$L_{ES}$	エミッタ浮遊インダクタンス
$L_{GS}$	ゲート浮遊インダクタンス
$R_G$	ゲート抵抗
$R_{GE}$	ゲート-エミッタ間抵抗

**参考文献**

- [1] <http://www.SEMIKRON.com>
- [2] Application Manual Power Modules, SEMIKRON International
- [3] M. Hermwille, "Plug and Play IGBT Driver Cores for Converters", Power Electronics Europe Issue 2, pp. 10-12, 2006
- [4] M. Hermwille, "IGBT Driver Calculation", Application Note AN-7004, SEMIKRON
- [5] M. Hermwille, "IGBT Gate Resistor - Principle and Application", Application Note AN-7003, SEMIKRON

**DISCLAIMER**

SEMIKRON reserves the right to make changes without further notice herein to improve reliability, function or design. Information furnished in this document is believed to be accurate and reliable. However, no representation or warranty is given and no liability is assumed with respect to the accuracy or use of such information. SEMIKRON does not assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit described herein. Furthermore, this technical information may not be considered as an assurance of component characteristics. No warranty or guarantee expressed or implied is made regarding delivery, performance or suitability. This document supersedes and replaces all information previously supplied and may be superseded by updates without further notice.

SEMIKRON products are not authorized for use in life support appliances and systems without express written approval by SEMIKRON.