

SCALE™-2 1SP0340V / 1SP0340D

概要及びアプリケーションマニュアル (暫定版)

IGBT モジュール並列接続機能付き 2 レベル、3 レベル、及びマルチレベルコンバータ トポロジ用光ファイバ インターフェイスを搭載した高電圧高電力 IGBT モジュール用ドライバソリューション

概要

1SP0340 は最大 4 つの高電圧高電力 IGBT モジュールを同時に駆動できる信頼性の高いシングルチャンネルドライバです。ドライバのコンセプトはマスター/スレーブの原則に基づいています。

- 1SP0340V (マスター) には多目的光ファイバリンク (AVAGO HFBR-x522ETZ) が搭載されています。
- 1SP0340D (スレーブ) は並列接続インターフェイスを介してマスターまたはスレーブのドライバに直接接続されます。

これらのドライバは IGBT の信頼性の高い駆動と安全な動作を可能にする高集積化技術である Power Integrations の SCALE-2 チップセットを使用しています。

機械的互換性のある IGBT モジュールすべてに対して複数のタイプのドライバが利用可能です。ドライバのプラグアンドプレイ機能によりマウントしてすぐに使用できます。特定の用途に合わせて設計したり、調整したりする手間を省くことができます。

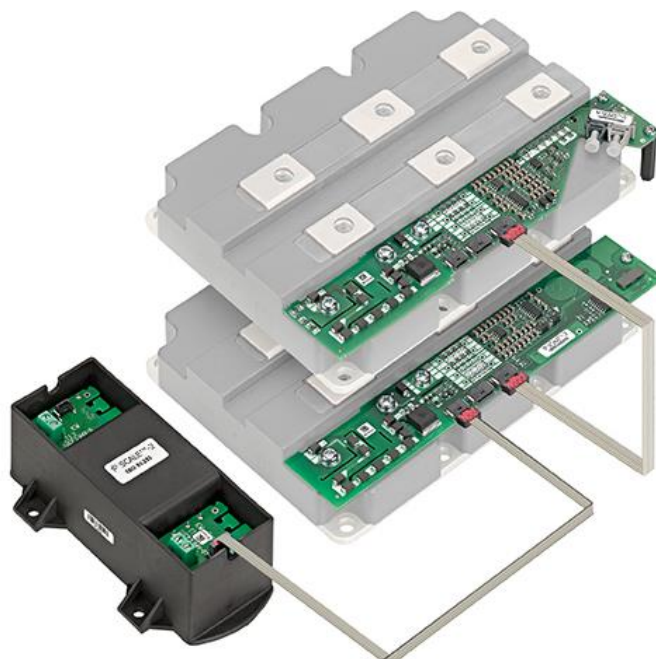


図 1 1SP0340D (スレーブ) と 1SP0340V (マスター) が 4.5kV IGBT モジュールにネジ止めされている (左: DC/DC コンバータ ISO5125I が 1SP0340D に接続されている)

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

目次

システムの概要.....	4
1. 1SP0340V (マスター).....	4
2. 1SP0340D (スレーブ).....	5
3. マスターとスレーブを使用した IGBT モジュールの並列接続.....	6
設計する 5 つのステップ	6
1. 適切なドライバを選択する	6
2. ドライバを IGBT モジュールに取り付ける (各 IGBT モジュールにつき 1 つ).....	7
3. ドライバを制御回路に接続する.....	7
4. ドライバの動作を確認する	7
5. パワースタックをセットしてテストする	7
機械的寸法.....	8
1. 1SP0340V (マスター).....	8
2. 1SP0340D (スレーブ).....	10
推奨ケーブル及び PCB コネクタ	11
コネクタ X1 のピン名称 (1SP0340x の電源).....	12
インターフェイス X1 の説明 (1SP0340x の電源).....	12
光ファイバ入力の説明 (1SP0340V).....	12
光ファイバ出力の説明(1SP0340V).....	12
推奨される光ファイバ インターフェイス回路 (1SP0340V).....	15
並列接続インターフェイス X2 及び X3 の説明.....	15
LED 状態インジケータ.....	16
1SP0340V SCALE-2 ドライバの動作の詳細 (マスター)	16
概要	16
電源及び電氣的絶縁.....	16
電源モニタリング.....	17
V _{CE} モニタリング/短絡保護	17

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

ゲート モニタリング	18
1SP0340D ドライバの動作の詳細 (スレーブ).....	18
概要	18
電源及び電氣的絶縁.....	18
電源モニタリング.....	19
V _{CE} モニタリング/短絡保護	19
ゲート モニタリング	19
1SP0340V/1SP0340D を使う際の一般的な考慮事項.....	20
1SP0340 ドライバを使用した IGBT モジュールの並列接続.....	20
IGBT のダイナミック動作.....	21
IGBT のターンオン/ダイオード電流の整流.....	21
IGBT のターンオフ	21
ダイナミック アドバンスド アクティブクランプ機能 DA ² C	22
低インダクタンス レイアウト.....	23
3 レベル及びマルチレベル トポロジ	24
けん引装置等のアプリケーションにおけるより高度な要求.....	24
資料.....	24
情報源: SCALE-2 ドライバデータ シート	25
特殊な用途: オーダーメイド SCALE-2 ドライバ.....	25
技術サポート.....	25
品質.....	25
免責条項.....	25
品番コード体系表	26
その他の製品に関する情報.....	26
メーカー.....	26
Power Integrations の世界各国のハイパワー カスタマー サポート担当	27

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

システムの概要

1SP0340 は Power Integrations が開発した SCALE-2 高集積チップセットを使用したプラグアンドプレイ ドライバです /1/。これはインテリジェントなゲート ドライバを設計するのに必要となる主要な機能を搭載した特定用途向け集積回路 (ASIC) のセットです。SCALE-2 ドライバ チップセットは実績のある SCALE 技術をさらに発展させたものです /2/。

1SP0340 ドライバは 4500V 電圧クラスの高電圧高電力 IGBT モジュールの安全で信頼できる駆動に特化した設計となっています。本ドライバのコンセプトは並列接続された IGBT モジュールの安全な動作を可能にするマスター/スレーブの原則に基づいています。マスター 1SP0340V は並列接続されていない IGBT モジュールのスタンドアロン ドライバとしてスレーブなしで使用することも、1～3つの 1SP0340D スレーブを併用して最大 4つの並列接続された IGBT モジュールを駆動することもできます。続くセクションでは 1SP0340V (マスター)、1SP0340D (スレーブ) の基本的なトポロジ、及びマスターとスレーブの並列動作について説明します。

1. 1SP0340V (マスター)

図 2 に、ドライバ 1SP0340V の基本的なトポロジを示します。このドライバはスレーブを伴わないスタンドアロン ドライバとして、または最大 3 つのスレーブと併用して使用できます。3 つのスレーブは並列接続インターフェイス X2 及び X3 を介してマスターまたは他のスレーブに直接接続できます。X2 と X3 のインターフェイスはまったく同じです。

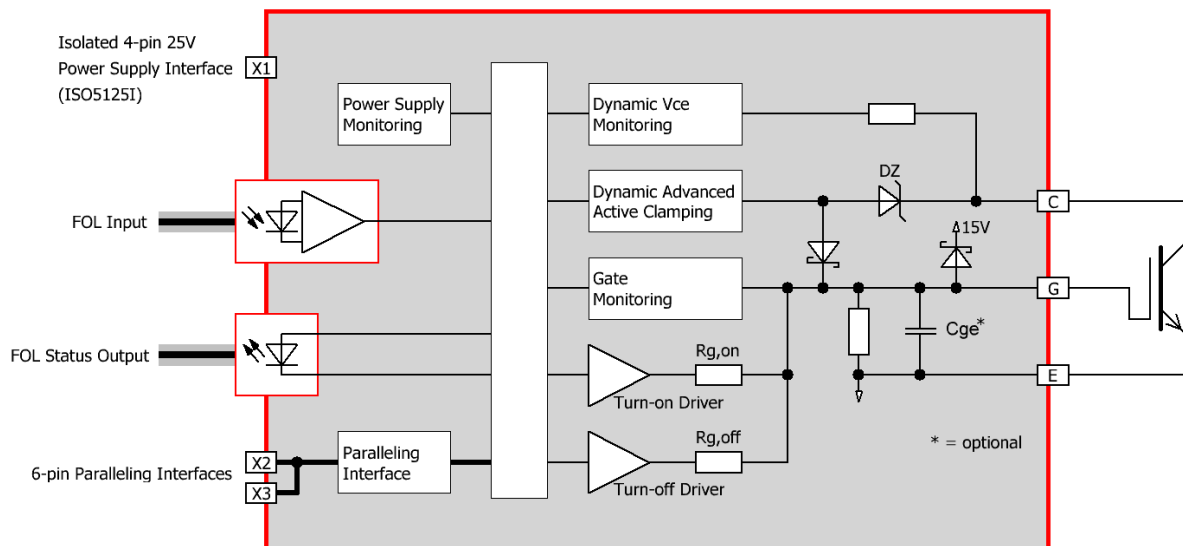


図 2 1SP0340V ドライバの基本的な回路図

ドライバには次の機能が搭載されています。

- 電源モニタリング
- 光ファイバインターフェイス (駆動入力とステータス フィードバック)
- ダイナミック V_{CE} モニタリング (短絡保護)
- ダイナミック アドバンスト アクティブ クランプ機能 DA^2C (ターンオフ時の過電圧保護)

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

- ゲート モニタリング
- マスター/スレーブ接続用並列接続インターフェイス X2、X3

このドライバには電源 (絶縁型 DC/DC コンバータ ISO5125I) が内蔵されていません。個別のユニットになります。スイッチング損失を最小限に抑えるごく小さなゲート抵抗やゲート クランプなど、対応する IGBT モジュールの適切で安全な駆動に必要な部品すべてがドライバに搭載されています。さらに、 V_{CEsat} モニタリングのターンオフトリップレベルとレスポンス時間を設定するための部品も含まれています。プラグアンドプレイ機能によりマウントしてすぐに使用可能です。ユーザーはドライバを特定の用途に合わせて設計及び調整の手間を省くことができます。

ゲート抵抗及び他の主要な部品の値は、該当する IGBT モジュールのドライバデータシートでご覧頂けます /3/。

2. 1SP0340D (スレーブ)

図 3 に、ドライバ 1SP0340D の基本的なトポロジを示します。1SP0340D ドライバは、IGBT モジュールの並列接続が必要な場合に、1SP0340V ドライバと併用してのみ使用できます。1SP0340D ドライバは、並列接続インターフェイス X2 または X3 を介して 1SP0340V マスターまたは別の 1SP0340D スレーブに接続できます。最大 3 つのスレーブ (及び 1 つのマスター) を並列に直接繋げることができます。

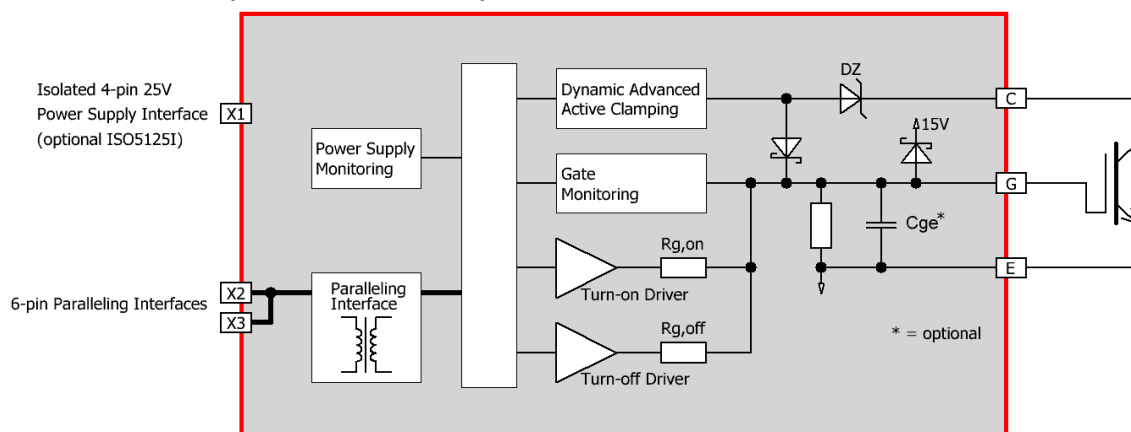


図 3 1SP0340D ドライバの基本的な回路図

ドライバには次の機能が搭載されています。

- 電源モニタリング
- ダイナミックアドバンスドアクティブクランプ機能 DA²C (ターンオフ時の過電圧保護)
- ゲートモニタリング
- マスター/スレーブまたはスレーブ/スレーブ接続用並列接続インターフェイス X2、X3

スイッチング損失を最小限に抑えるごく小さなゲート抵抗やゲートクランプなど、対応する IGBT モジュールの適切で安全な駆動に必要な部品すべてがドライバに搭載されています。

電源電圧及び入力信号は X2 または X3 並列接続インターフェイスを介してマスターから伝達されます。マスターに接続されている DC/DC コンバータの電力が不十分な場合、電源インターフェイス X1 にケース内の各スレーブに対する追加の DC/DC コンバータ ISO5125I を接続できます (ほとんどのアプリケーションでは不要です)。1SP0340D ドライバには光ファイバは搭載されていません。また、デサチュレーション保護はすでにマスターで実装されているため搭載されていません。

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

プラグアンドプレイ機能によりマウントしてすぐに使用可能です。ユーザーはドライバを特定の用途に合わせて設計及び調整の手間を省くことができます。

ゲート抵抗及び他の主要な部品の値は、該当する IGBT モジュールのドライバ データ シートでご覧頂けます /3/。

3. マスターとスレーブを使用した IGBT モジュールの並列接続

2 ~ 4 つの IGBT モジュールの並列接続が必要な場合、1 つのマスター及び 1 ~ 3 つのスレーブを使用する必要があります。図 4 に、基本的な原則を示しています。

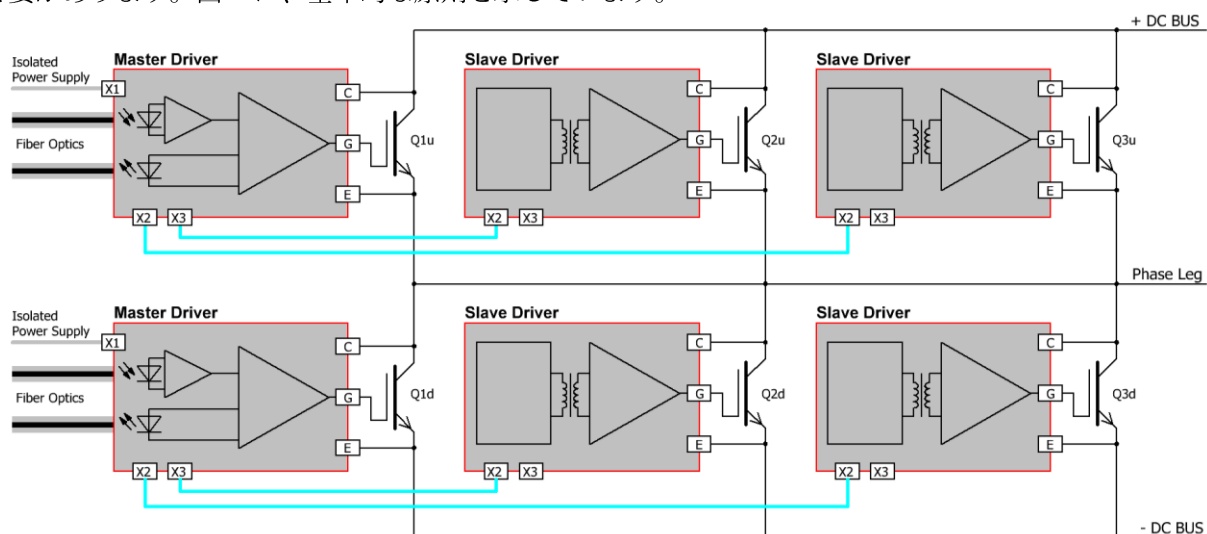


図 4 ハーフブリッジ構成で 1 つのマスター、2 つのスレーブを使用した 1SP0340 ドライバの並列接続に関する原則 (例)

電源の電氣的絶縁は、個別のユニット (DC/DC コンバータ ISO5125I など) で実現されている必要があります。信号の電氣的絶縁は、マスター (入力信号と状態フィードバック用の光ファイバ インターフェイス) で実現されています。スレーブの電源及び入力信号とゲート モニタリング フィードバックは並列接続インターフェイスの X2 や X3 に接続されたインターフェイス バスを介してスレーブとマスター間で送受信されます。X2 と X3 インターフェイスはまったく同じであり、マスターにおいても、スレーブにおいても互いに交換可能です。並列接続インターフェイスの X2 と X3 により並列接続されたすべてのドライバにおいてスイッチのオンオフが同期されます。

設計する 5 つのステップ

次のステップに、電力コンバータで 1SP0340 ドライバを使用する簡単な方法を示します。

1. 適切なドライバを選択する

1SP0340 ドライバを使用する際は、これらのドライバのそれぞれが特定の型式の IGBT モジュールに向けて調整されている点に留意してください。

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

このため、ドライバの型式指定には特定の IGBT モジュールに対応する番号が含まれています (「品番コード体系表」を参照)。

IGBT モジュールの並列接続が必要でない場合は 1SP0340V マスターを 1 つだけ使用します。並列接続が必要な場合、1 つのマスター及び 1 ~ 3 つのスレーブを使用します。

これらのドライバは指定されている IGBT モジュール以外には使用できません。誤った使用は故障の原因となります。

2. ドライバを IGBT モジュールに取り付ける (各 IGBT モジュールにつき 1 つ)



IGBT モジュールまたはドライバは、国際規格 IEC 60747-1、Chapter IX または欧州規格 EN 100015 によって定められている静電気の影響を受けやすいデバイスの保護に関する一般的な指示の対象となります (例: 作業場所、工具等、これらの基準を遵守する必要があります)。

これらの指示に従わないと IGBT 及びドライバが故障する恐れがあります。

ドライバは対応する端子にネジで固定して IGBT モジュールに簡単に取り付けできます。

3. ドライバを制御回路に接続する

マスター: 電源プラグ X1、光ファイバ トランスミッタ及びレシーバを接続します。並列接続が必要な場合は、並列接続インターフェイスの X2 及び/または X3 をスレーブに接続します。

スレーブ: 並列接続インターフェイス X2 または X3 をマスターか別のスレーブに接続します。スレーブと共に 1 つのマスターを併用する必要があります。

4. ドライバの動作を確認する

すべてのドライバのゲート電圧を確認します (マスターとスレーブ): オフ状態における定格ゲート電圧は対応するデータシートに記載されています /3/。オン状態においては +15V です。クロック信号なしの状態、及び希望のスイッチング周波数におけるドライバの入力電流の消費も確認します。

取り付け後ではゲート端子にアクセスできない場合があるため、これらのテストは取り付け前に行う必要があります。

5. パワースタックをセットしテストする

システムを起動する前に、各論理スイッチ (IGBT モジュールの並列接続) をパワーサイクル条件の下で個別にチェックすることをお勧めします。通常はシングルパルス法またはダブルパルス法で試験すれば十分です。Power Integrations では、最悪条件において IGBT モジュールが SOA 領域内でスイッチングすることを確認します。IGBT モジュールを並列接続する場合は電流共有もチェックすることを推奨します。これらのパラメータは特定のコンバータ構造に強く依存します。

1 つの IGBT のみをテストしている場合でも、システム上のすべてのゲート ドライバに電力を供給する必要があります。他のすべての IGBT は負のゲート電圧を与えることによりオフ状態にします。これは試験中の IGBT をスイッチングする上で特に重要です。

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

短絡時の動作もここで確認することができます。

これらのテストの後、システムを実際の負荷条件の下で起動します。これによりシステム全体の熱特性を考慮できます。

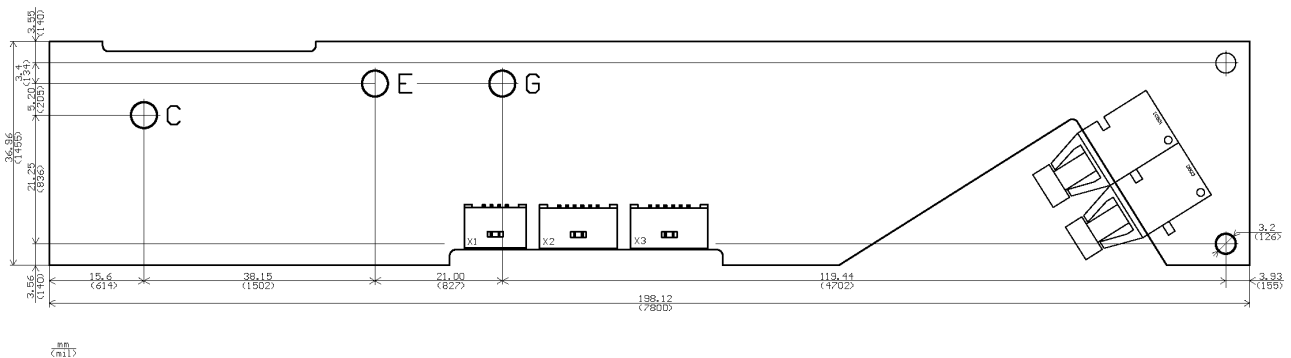
システムは指定されている温度範囲及び負荷条件すべての下で再度基準を満たす必要があります。



注意: 高電圧の取り扱いすべてにおいて命の危険を伴います。
必ず該当する安全規格に従ってください。

機械的寸法

1. 1SP0340V (マスター)



ドライバーの最大高さ：最下部から 10mm

図 5 1SP0340V の機械的寸法

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

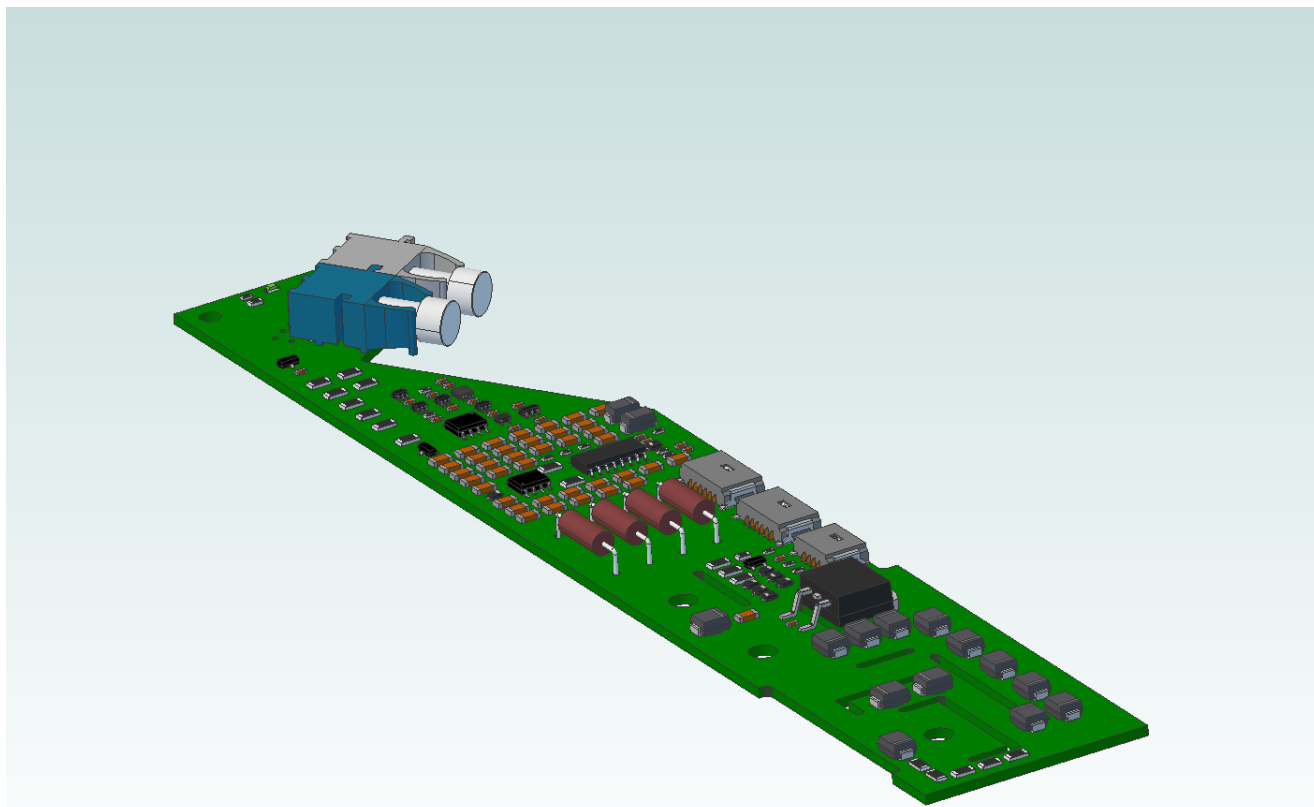
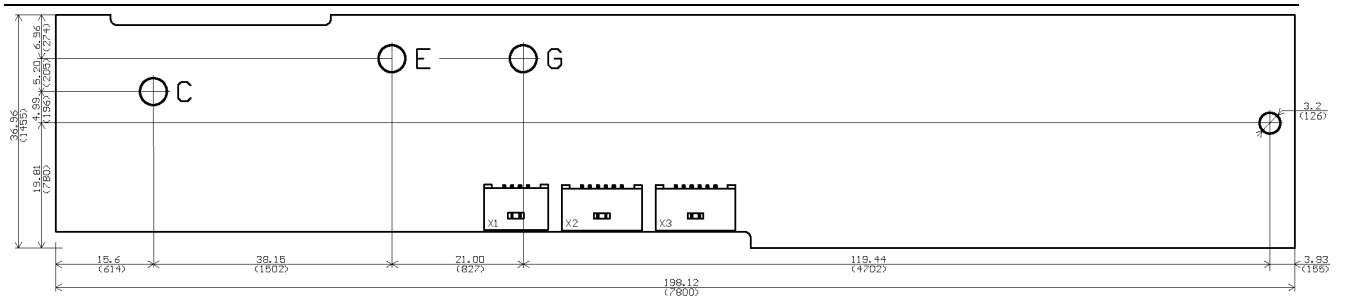


図 6 1SP0340V のインタラクティブな 3D 図面

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

2. 1SP0340D (スレーブ)



mm
(mil)
ドライバの最大高さ：最下部から 7mm

図 7 1SP0340D の機械的寸法

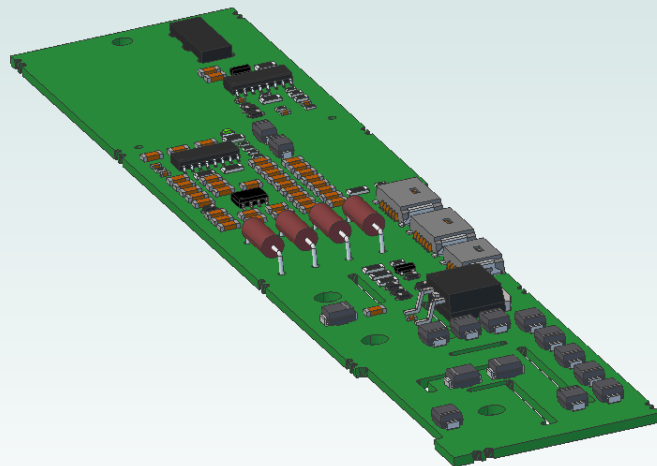



図 8 1SP0340D のインタラクティブな 3D 図面

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

推奨ケーブル及び PCB コネクタ

次の X1 及び X2/X3 インターフェイス用ケーブル及び PCB コネクタが推奨されており、次の表に従って Power Integrations または ERNI に注文できます。配線の詳細については、図 9を参照してください。

アクセサリ	インターフェイス	長さ/タイプ	Power Integrations 注文番号	ERNI 注文番号	図
ケーブル (電源、3 ピン)	ISO5125I	100cm	MBC31-100-0	IDCCS_SRC_1.27_03_SPX_SPX_1000_HT	
ケーブル (電源、4 ピン)	X1	35cm	MBC41-035-0	IDCCS_SRC_1.27_04_SPX_SPX_350_HT	
	X1	45cm	MBC41-045-0	IDCCS_SRC_1.27_04_SPX_SPX_450_HT	
	X1	70cm	MBC41-070-0	IDCCS_SRC_1.27_04_SPX_SPX_700_HT	
	X1	110cm	MBC41-110-0	IDCCS_SRC_1.27_04_SPX_SPX_1100_HT	
ケーブル (並列接続、マスターからスレーブ、6 ピン)	X2/X3	30cm	MBC61-030-0	IDCCS_SRC_1.27_06_SPX_SPX_300_HT	
	X2/X3	50cm	MBC61-050-0	IDCCS_SRC_1.27_06_SPX_SPX_500_HT	
	X2/X3	70cm	MBC61-070-0	IDCCS_SRC_1.27_06_SPX_SPX_700_HT	
	X2/X3	110cm	MBC61-110-0	IDCCS_SRC_1.27_06_SPX_SPX_1100_HT	
PCB コネクタ (3 ピン)	ISO5125I	ストレート	MBCON-3-1-0	234450	
	ISO5125I	垂直	MBCON-3-2-0	284696	
PCB コネクタ (4 ピン)*	X1	ストレート	MBCON-4-1-0	214012	
	X1	垂直	MBCON-4-2-0	284697	

*外付け DC/DC コンバータ ISO5125I を使用する場合、4 ピン PCB コネクタは必要ありません。

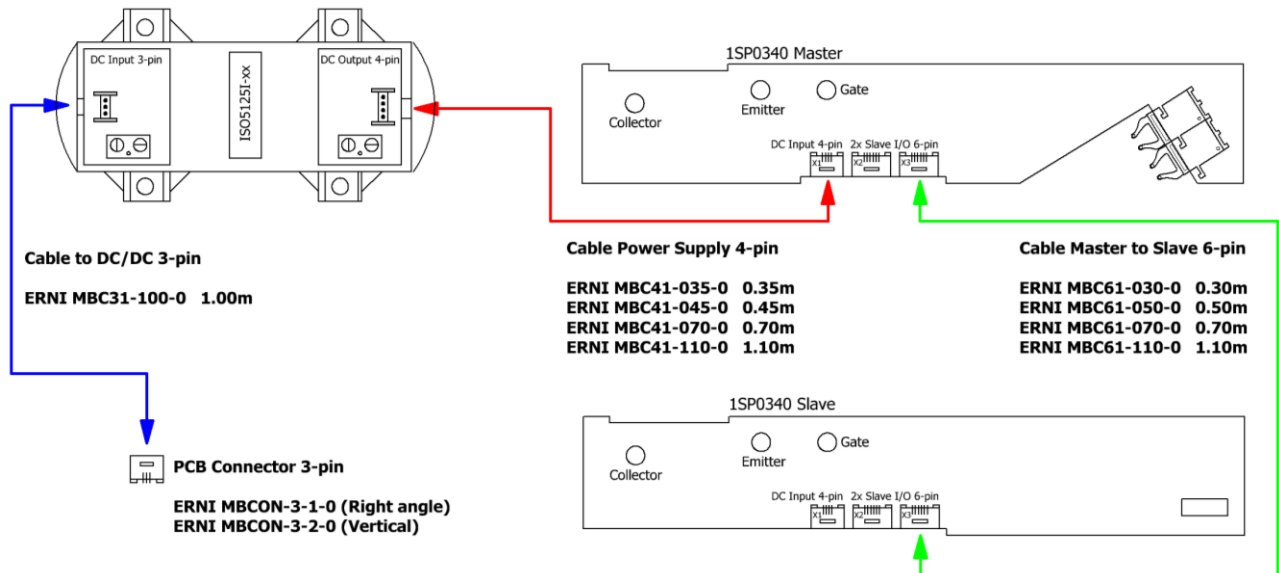


図 9 1SP0340 (マスターのみ、またはマスターとスレーブ) 及び DC/DC コンバータ ISO5125I の配線

すべてのケーブルは両端にストレート プラグを装着した状態で出荷されます。

PCB コネクタは、図 10 に従って、「ストレート」タイプ (ケーブルを PCB に対して平行に接続) または「垂直」タイプ (ケーブルを PCB に対して垂直に接続) のどちらかを注文できます。

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

ストレートオス型コネクタ



垂直オス型コネクタ



図 10 ストレートオス型コネクタ及び垂直オス型コネクタ

詳細については、www.power.com/igbt-driver/go/ext_erni を参照してください。

並列接続ケーブルは電源ケーブルと同様に高電位となっていることにご注意ください。推奨ケーブルの定格電圧は **300V** です。したがって、絶縁することが必要です。入手したケーブルに対する適切な絶縁はユーザーが行ってください。

コネクタ X1 のピン名称 (1SP0340x の電源)

ピン 名称	機能	ピン 名称	機能
1 GND	グラウンド	2 VDC	+25 V 絶縁型電源
3 VDC	+25 V 絶縁型電源	4 GND	グラウンド

インターフェイス X1 の説明 (1SP0340x の電源)

このドライバは電源用として 4 ピン インターフェイスのコネクタを備えています。GND 及び VDC ピンの両方を接続することを推奨します。推奨されるケーブルについては、「推奨ケーブル及び PCB コネクタ」(10 ページ)をお読みください。

1SP0340V には電源にガルバニック絶縁が実装されていないことにご注意ください。このため、これらのドライバに電力を供給するには、外部 DC/DC コンバータとして ISO5125I を使用することを推奨します。ISO5125I と 1SP0340 との接続には 3m までのケーブル長がテストに合格しています。

インターフェイス X1 において、ケーブルは高電位となっていることにご注意ください。推奨ケーブルの定格電圧は **300V** です。したがって、適切に絶縁することが必要です。

供給電圧はマスターから利用できるため、通常、1SP0340D (スレーブ) にインターフェイス X1 は必要ありません (2. 1SP0340D (スレーブ) ページの「4」を参照)。

光ファイバ入力の説明 (1SP0340V)

ドライブ (コマンド信号) 入力です。

光ファイバ出力の説明(1SP0340V)

通常動作時には (例: ドライバに定格電圧の電源が供給されており、異常がまったくない) 光接続の「ライトオン」により状態がフィードバックされます。異常は「ライトオフ」によって伝達されます。

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

ドライバは短いパルスによって制御信号の各エッジを認識します (t_{ack} の間ライトがオフになります)。これはホスト コントローラで観測できるため、システムのすべてのドライバと光ファイバ接続のシンプルで継続的なモニタリングが可能です。図 11 はゲート ドライバ通常動作時の制御信号及び応答信号を表しています。

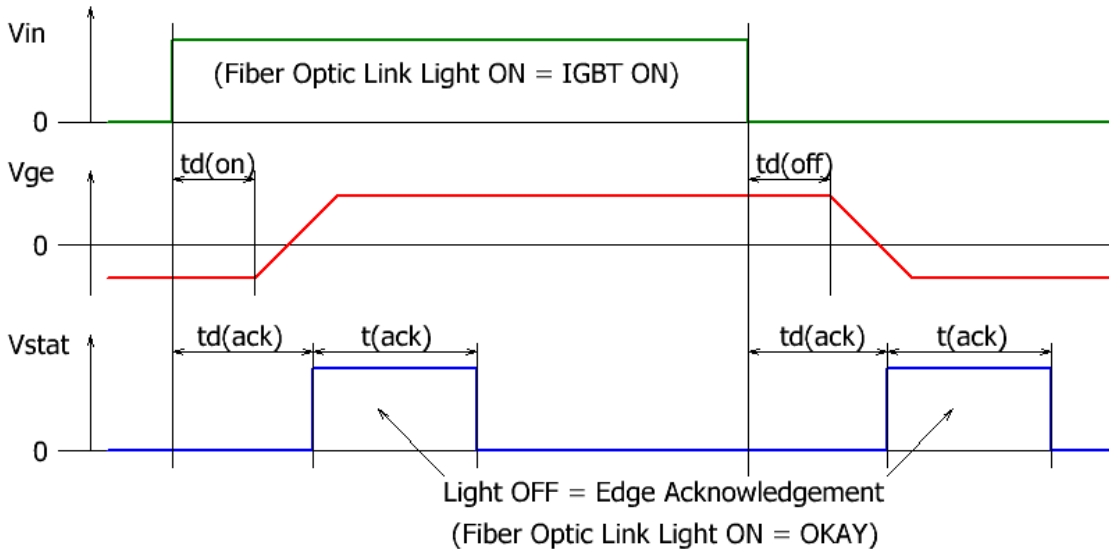


図 11 通常動作時のドライバの動作とフィードバック

図 12 は短絡異常が発生した場合のドライバの応答を表しています。異常状態は応答時間の後、フィードバック端子に伝達されます。遅延の間ライトは「オフ」になり、異常状態が解除されます (t_{block})。ドライバは応答時間後に t_{cshd} の遅延で IGBT を遮断します。タイミング情報については /3/ を参照してください。IGBT を再びオンにするには、異常状態が解消された後、対応する光ファイバ入力に正のエッジを入力します。

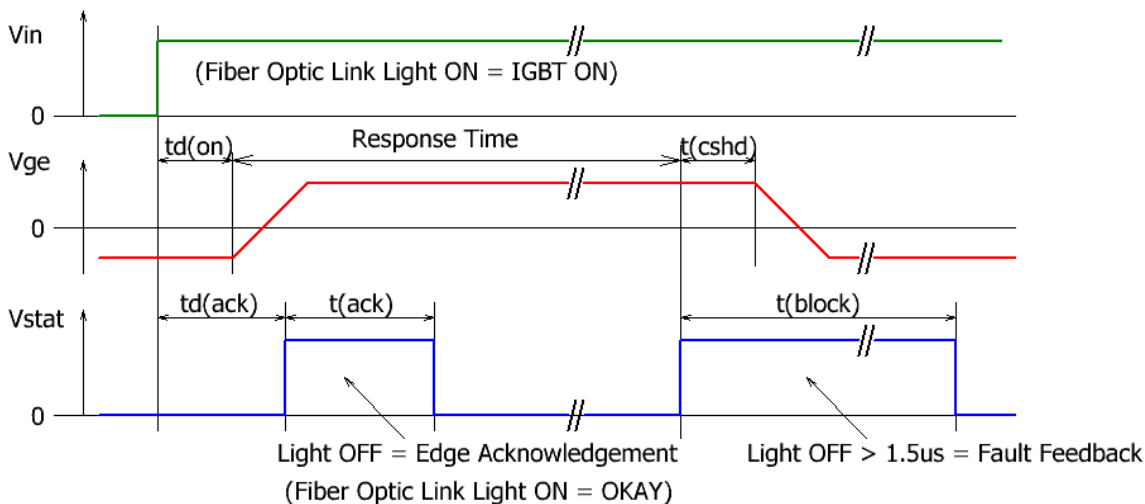


図 12 短絡状態時のドライバの動作とフィードバック

ゲートモニタリングに異常が発生した場合、異常状態はフィルタ遅延の後、状態フィードバック端子に転送され (タイミングに関する情報は対応するデータ シート /3/ を参照してください)、ゲートモニタリングの異常が解消されるまでアクティブのままになります。

ドライバが「オフ状態」から「オン状態」に変わり、1 つ以上の並列接続されたドライバのゲートエミッタ電圧がオンにならない場合、ドライバの応答 (V_{ge2} が切り替わらない) は図 13 のようになります。異常状態は

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

フィルタ遅延の後、状態フィードバック端子に伝達されます。ドライバはフィルタ遅延の $t_{(cshd)}$ 後に IGBT を停止し、異常状態が解消されます。ライトは時間 $t_{(block)}$ の間「オフ」になります。

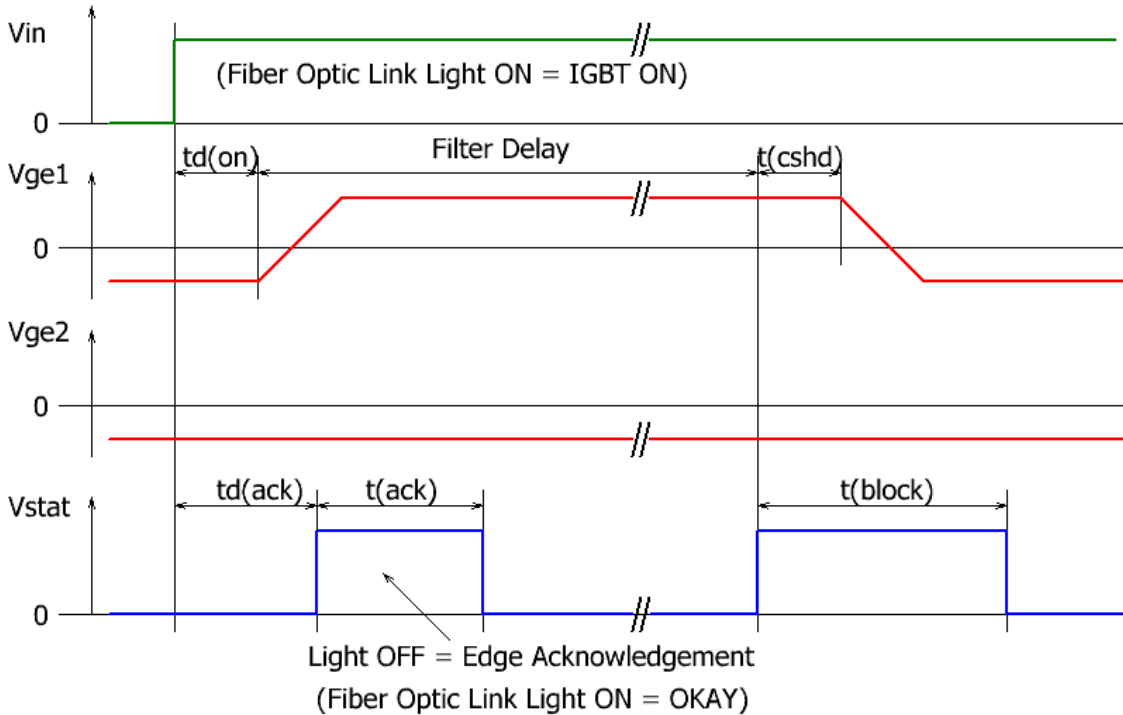


図 13 ターンオン時にゲートモニタリング異常が発生した場合のドライバの動作とフィードバック

ドライバが「オン状態」から「オフ状態」に変わり、1 つ以上の並列接続されたドライバのゲートエミッタ電圧がオフにならない場合、問題が解消されるまで状態フィードバック端子に異常が適用されます。

マスター ドライバで二次側供給低電圧異常が発生した場合、低電圧状態が続く限り異常状態はアクティブで、ドライバはロックされたままになります。Viso-Vee で供給低電圧が発生した場合のドライバの応答は図 14 に示すとおりです。

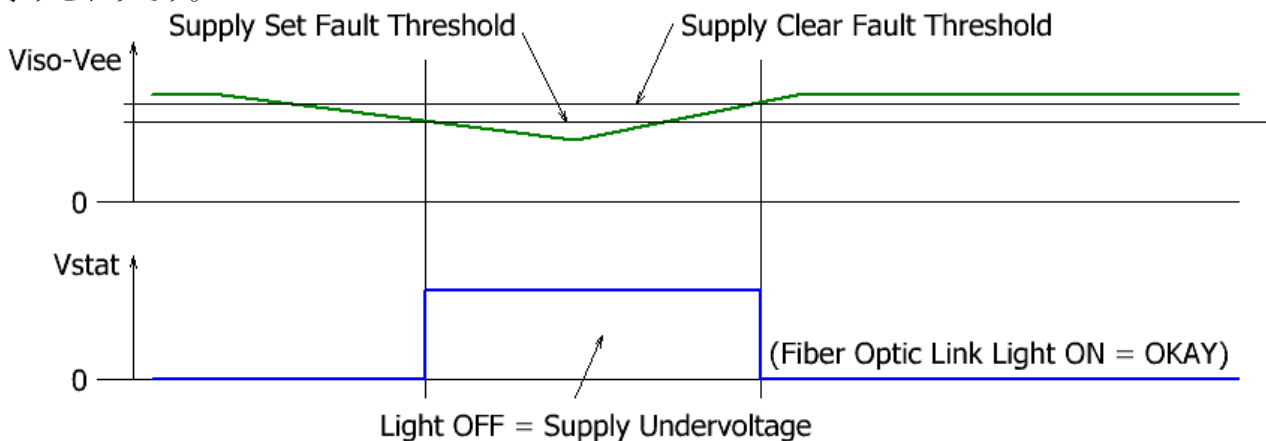


図 14 マスター ドライバで供給低電圧が発生した場合のフィードバック

注意: 起動時にも供給低電圧状態が解消されるまで状態フィードバックは異常状態を示します。

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

推奨される光ファイバ インターフェイス回路 (1SP0340V)

図 15 に、光ファイバリンクの推奨回路を示します。

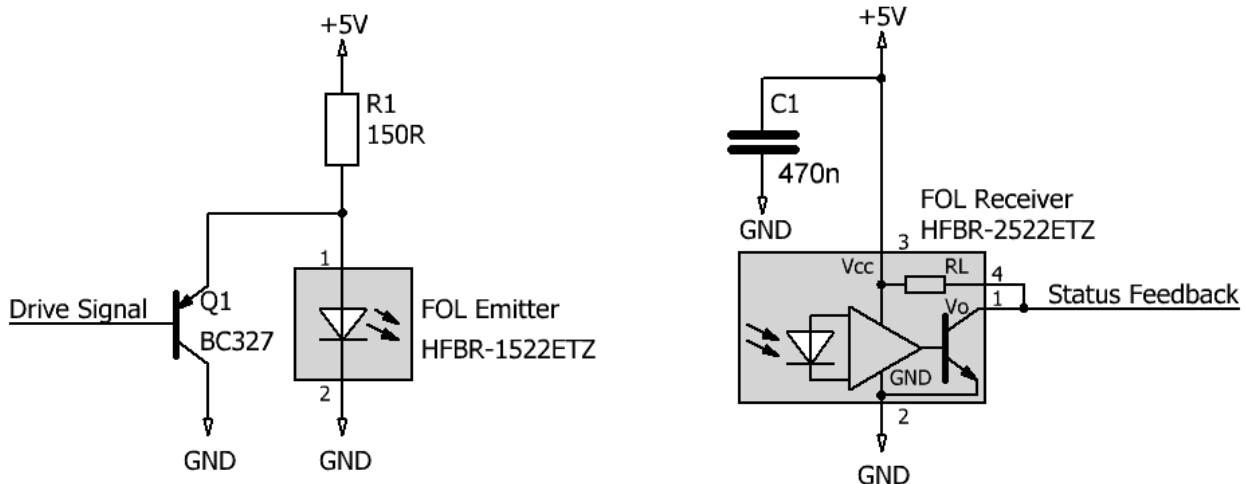


図 15 「多目的」光ファイバリンクの推奨回路 (1SP0340V)

並列接続インターフェイス X2 及び X3 の説明

並列接続インターフェイス X2 及び X3 は 1SP0340V (マスター) 及び 1SP0340D (スレーブ) で利用できます。次のように接続できます。

- マスターから 1 つまたは 2 つのスレーブ。
- スレーブからマスターまたは別のスレーブ。

X2 及び X3 のコネクタは両方とも並列接続です。このインターフェイスでは次の信号が利用可能です:

- 電圧をマスターからスレーブに供給。
- 駆動信号をマスターからスレーブへ伝送。ドライバはすべての並列接続された IGBT モジュールが同時にスイッチ オン/オフするように設定されています。
- ゲートモニタリング信号をスレーブからマスターへ伝送。

推奨されるケーブルについては、「推奨ケーブル及び PCB コネクタ」(10 ページ)をお読みください。

並列接続インターフェイスの磁場 (インダクティブ結合) 及び電場 (容量性カップリング) の高周波数変化に対する耐性はラボで広範にわたって試験されています。過酷な環境においても推奨される並列接続ケーブルを使ったドライバの動作が妨げられることはありませんでした。それでも、並列接続ケーブルは磁場及び電場カップリングの少ない場所に設置することを推奨します。なお、ツイスト ケーブル ペアのフラット リボンケーブルの使用やケーブルをシールドすることによってインダクティブ結合に対する耐性を上げることができます。

並列接続ケーブルは高電位となっていることにご注意ください。推奨ケーブルの定格電圧は 300V です。したがって、適切に絶縁することが必要です。

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

LED 状態インジケータ

確認しやすいようにマスター及びスレーブのドライバには緑色の状態 LED が搭載されています。これらは電源コネクタ X1 の付近に配置されており、通常動作中に点灯しています。LED の消灯は、そのドライバに電圧が供給されていない、供給電圧が低すぎる (マスター及びスレーブ)、ゲート モニタリング機能で異常状態が検出された (マスター) のいずれかを意味します。さらに、IGBT で短絡が発生した場合、マスターの LED は異常状態を解除するための遅延の間オフになります (タイミングについてはデータ シート /3/ を参照)。

1SP0340V SCALE-2 ドライバの動作の詳細 (マスター)

概要

1SP0340V シリーズのプラグアンドプレイ シングルチャンネル ドライバは、高電力高電圧の IGBT モジュール用に設計されています。1SP0340V SCALE-2 ドライバには、短絡保護のためのダイナミック V_{CE} モニタリング、供給低電圧停止、状態フィードバックなどの一般的な保護機能が搭載されています。1SP0340V ドライバにはゲート モニタリング機能も搭載されています。また、並列接続インターフェイスにより、1SP0340D スレーブ ドライバを使用して最大 4 つの IGBT モジュールを並列接続できます (図 4)。

1SP0340V SCALE-2 ドライバの特徴: 小型、IGBT モジュールに直接マウント可能、ダイナミック アドバンスド アクティブ クランプ機能 DA^2C 、非常に短い伝搬遅延。アクティブ クランプとは IGBT をターンオフ時の過電圧から保護するためのアクティブ機構のことです。これは特に、DC リンク電圧及びコレクタ電流が高い時、短絡が発生した場合に IGBT をオフにする際に関係する機構です。

電源及び電氣的絶縁

他の SCALE-2 プラグアンドプレイ ドライバとは対照的に、1SP0340 ファミリのドライバは、ドライバ カードと電源 (DC/DC コンバータ) が 2 つの個別のユニットで構成されたモジュラー タイプです。

このモジュラー コンセプトにより、特定の IGBT モジュールに一致するように開発されたあらゆるドライバユニットを任意の絶縁仕様の要求に使用できます。特定のアプリケーションに対しては、個別の電源ユニットのみを選択または調整する必要があります。このコンセプトに基づき、4.5kV の電圧クラスの IGBT 用ドライバを 2 レベル、3 レベル、及びマルチレベルのインバータ トポロジに実装できます。

電源ユニットは、IGBT 付近に取り付ける個別のモジュールとして設計されています (図 1)。DC/DC コンバータは安定した +15V の供給電圧を必要とします。自動リセット温度ヒューズは、不適切な極性や IGBT、及びドライバの欠陥などから電源、配線、ドライバ PCB を保護します。

対応する DC/DC コンバータについては、個別のデータ シート /5/ を参照してください。

電源ケーブルは高電位となっていることにご注意ください。推奨ケーブルの定格電圧は 300V です。したがって、適切に絶縁することが必要です。

ドライバの空間距離及び沿面距離は IEC 60077-1 に従って設計されています。

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

電源モニタリング

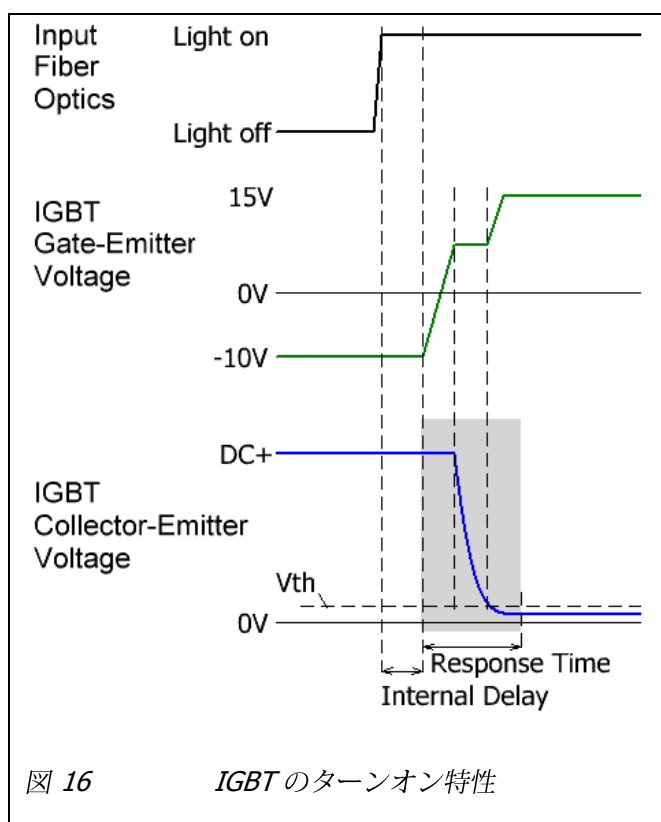
ドライバには内蔵低電圧モニタリング回路が搭載されています。

電源供給の低電圧状態が発生すると、IGBT (及び並列接続された IGBT を使用している場合はすべての並列接続された IGBT) に負のゲート電圧が送られてオフ状態になり (ドライバがブロックされる)、光ファイバフィードバックに異常状態が伝送されます。

低電源電圧状態においても、本ドライバは IGBT ゲートからエミッタへの低インピーダンス パスを提供します。

ハーフブリッジ構成においては、低供給電圧時に IGBT ドライバを使用した IGBT を動作させないことを推奨します。 V_{CE} の急な上昇によりこれらの IGBT が部分的にオンになってしまう場合があります。

V_{CE} モニタリング/短絡保護



1SP0340V ゲート ドライバにはダイナミック V_{CE} モニタリング回路が搭載されています。IGBT コレクタ - エミッタ電圧は抵抗回路によって計測されます。

ターンオン時、応答時間の後 (図 16) V_{CE} をチェックして短絡を検知します。電圧が設定されたスレッシュホールド V_{th} よりも高い場合、ドライバは IGBT の短絡を検出し、即座に光ファイバ状態フィードバックに信号を送ります。さらなる遅延の後、対応する IGBT がオフになります。遅延の後、異常フィードバックは自動的にリセットされ異常状態が解除されます。異常状態が解消した後、光ファイバ入力に次の正のエッジが入力されるとすぐに IGBT はオンに戻ります。

ダイナミック V_{CE} モニタリング回路は V_{CE} 曲線を最適な形にすることができます。

応答時間は DC リンクの電圧に応じて変化します。最大 DC リンク電圧の約 50% ~ 100% で応答時間を一定に保持し、DC リンク電圧が低い時に増加します。タイミングについては対応するドライバデータシートを参照してください /3/。

注: DESAT 機能は短絡検出のためのものであり、過電流保護機能には対応していません。ただし、過電流検出は時間的優先度が低いため外付け回路によって簡単に対応できます。

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

ゲート モニタリング

本ドライバにはゲート モニタリング機能が搭載されています。すべてのゲート電圧の平均値 $V_{GE,mean}$ (マスター及びすべてのスレーブ) はフィルタされ、ターンオン及びターンオフ時に参照値と比較されます (値については対応するデータ シートを参照 /3/)。指定された値が適合しない場合 (ターンオン応答時 $V_{GE,mean} < V_{GE,on,min}$ 、ターンオフ時 $V_{GE,mean} > V_{GE,off,max}$)、ドライバはすべての並列接続された IGBT をオフにし、状態出力に異常を送信します。

1 つ以上の並列接続されたドライバが参照値 (駆動信号入力) に従ってスイッチングしていない場合、ゲートモニタリング機能によりコンバータの動作を回避できます。

ゲート モニタリング機能は並列接続インターフェイス (使用中の並列接続ケーブル) を介して未接続のスレーブには適用されない点に注意してください。この場合、対応するスレーブはスイッチされませんが、ゲートモニタリング異常は発生しません。

1SP0340D ドライバの動作の詳細 (スレーブ)

概要

1SP0340D シリーズのプラグアンドプレイ シングルチャンネル ドライバ (スレーブ) は高電力高電圧の IGBT モジュール用に設計されています。本ドライバは、IGBT モジュールの並列接続が必要な場合、1SP0340V SCALE-2 ドライバ (マスター) と併用してのみ使用できます。1SP0340D スレーブと 1SP0340V マスター ドライバ (図 3) は並列接続インターフェイスによって接続します。

本ドライバには供給低電圧停止、ゲート モニタリング機能などの保護機能が搭載されています。 V_{CE} モニタリング機能はマスター ドライバですでに内蔵されているため 1SP0340D ドライバには搭載されていません。

1SP0340D ドライバの特徴:小型、IGBT モジュールに直接マウント可能、ダイナミック アドバンスド アクティブ クランプ機能 DA^2C 、非常に短い伝搬遅延。並列接続インターフェイスによりスレーブ ドライバはマスター ドライバと完全に同期されます。また、電源は並列接続インターフェイスから供給されるため個別に用意する必要はありません。

電源及び電氣的絶縁

1SP0340D の電源は並列接続インターフェイス X2 または X3 を介してマスター ドライバから供給されます。絶縁は外部 DC/DC コンバータによって実現されます。

ただし、 $200V_{peak}$ の絶縁はスレーブで実現されます。これにより、スイッチング動作が完全に対称でない場合に、並列接続されたドライバ間に生じる動的な電圧の違いに耐えることができます。

信号絶縁はプレーナートランスによって実現しています。

完全に対称ではないスイッチング動作時にマスターとの間を行き来するダイナミックな均等化電流を制限するためコアレス コモン モード コイルが電源コンダクタに取り付けられています。使用可能な最大値については

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

対応するデータシートを参照してください /3/。結果として並列接続インターフェイスを介して流れる均等化電流を計測することを推奨します。

必要に応じて並列接続ケーブルを介してフェライト コアを導入することにより均等化電流のピーク値及び RMS 値を抑えることができます。

空間距離及び沿面距離は IEC 60077-1 に従って設計されています。

電源モニタリング

スレーブ ドライバには内蔵低電圧モニタリング回路が搭載されています。

供給低電圧が生じると、即座に対応する IGBT に負のゲート電圧が送られオフ状態が維持されます (チャンネルがブロックされる)。対応する IGBT だけが即座にオフにされます (すべての並列接続された IGBT ではありません)。ただし、すべてのドライバに実装されているゲート モニタリング機能により、並列接続されている他のすべての IGBT も一定の遅延の後オフにされます (タイミングについては対応するデータ シート (/3/) を参照)。

供給電圧の遮断が発生した場合、どのドライバが (マスターまたはスレーブ) 最初に供給低電圧を検出するかは分かりません。スレーブ ドライバの内部で供給低電圧が検出された際に並列接続された IGBT モジュールの非同期的なターンオフが発生することを防ぐため、DC/DC コンバータ (ISO5125I) のプライマリ供給電圧に供給電圧モニタリングを追加することをお勧めします。推奨されるスレッシュホールド制限値は 13V です。DC/DC コンバータのメイン供給電圧がこの制限値を下回ると、すぐにマスター ドライバをオフにする必要があります。その後、すべての並列接続された IGBT モジュールは同時にスイッチ オフされます。

低電源電圧状態においても、本ドライバは IGBT ゲートからエミッタへの低インピーダンス パスを提供します。

ハーフブリッジ構成においては、低供給電圧時に IGBT ドライバを用いて IGBT を動作させないことを推奨します。V_{CE} の急な上昇によりこれらの IGBT が部分的にオンになってしまう場合があります。

V_{CE} モニタリング/短絡保護

V_{CE} モニタリング回路は、マスター ドライバですでに内蔵されているためスレーブ ドライバには搭載されていません。

ゲート モニタリング

「ゲート モニタリング」 (18 ページ) を参照してください。

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

1SP0340V/1SP0340D を使う際の一般的な考慮事項

1SP0340 ドライバを使用した IGBT モジュールの並列接続

1SP0340 ドライバを使用して並列接続された IGBT モジュールを駆動する場合、IGBT モジュールのすべての並列接続の場合と同様に、動作の対称性を確保する必要があります。並列接続された IGBT モジュールの対称性の高い動作は、適切に設計されたコンバータを使用することによって実現できることがハーフブリッジ トポロジの計測で示されています。特に次の点を考慮する必要があります：

- 動作の対称性を確保するため、コンバータは並列接続された IGBT モジュールに対してできるだけ対称になるように構成する必要があります。並列接続された各 IGBT モジュールの DC リンク浮遊インダクタンスは特に一致している必要があります (図 17 の $Ls1x \approx Ls2x$ 、 $Ls5 \approx Ls6$)。
- すべての並列接続された IGBT モジュール間の接続でインダクタンスを低くすることは大切です (負荷端子の $Ls5$ と $Ls6$ は除く)。これにより、これらのモジュール間で大きな電圧差が生じることを防げます。
- 一般に、コンバータの DC リンク浮遊インダクタンスを抑えることは重要です。
- 出力インダクタンス $Ls5$ 及び $Ls6$ を増加させることにより整流時に生じる電流のダイナミックな不均衡を抑えることができます。
- 一部の電力半導体メーカーは並列接続に使用する IGBT モジュールを選定しています。動作時の電流の不均衡を防ぐため、可能であれば、選定された IGBT モジュールを使用することを強く推奨します。

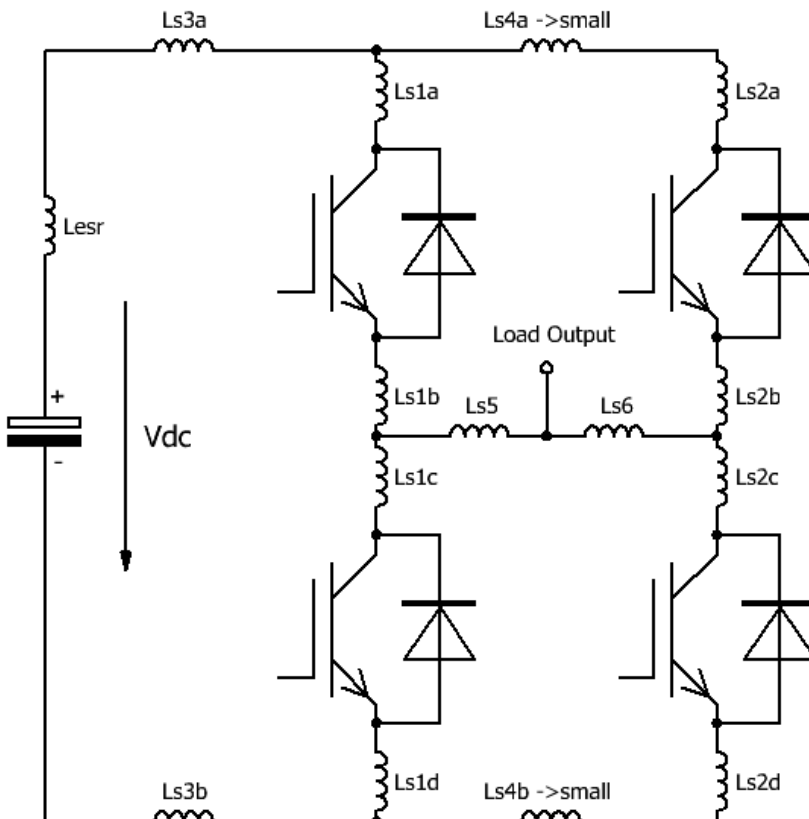


図 17 ハーフブリッジ トポロジと浮遊インダクタンス

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

図 18 に、1SP0340 ドライバで制御した 2 つの 900A/4500V IGBT モジュールのターンオフ過渡及びターンオン過渡 (コレクタ電圧及び電流) の例を示します。

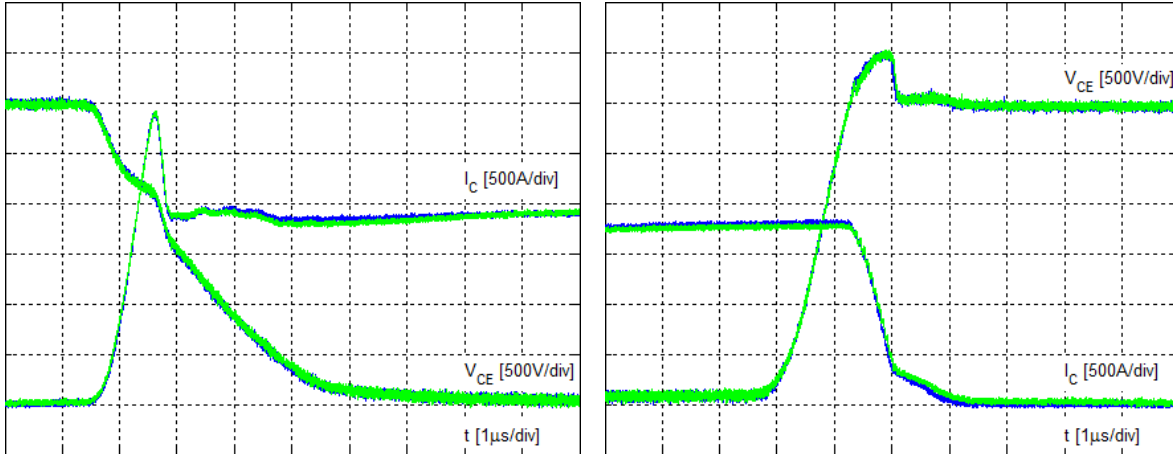


図 18 並列接続された 2 つの 900A/4500V IGBT モジュールのターンオフ (左) 及びターンオン (右) 動作。それぞれ DC リンク電圧 3000V、コレクタ電流 1800A。

IGBT のダイナミック動作

IGBT モジュールのダイナミック動作はタイプとメーカーによって異なります。それに含まれる IGBT とダイオード チップ、特定のモジュール構造、内部ゲート抵抗とインダクタンスの分配による特定の動作に影響されるためです。また、同じメーカーでもモジュール タイプが異なる場合はゲート ドライバの調整が必要となる場合があります。

このため、**Power Integrations** では特定の IGBT モジュールに適応した **SCALE-2** プラグアンドプレイ ドライバを提供しています。これらのドライバを指定された **IGBT モジュール以外に使用してはなりません。**

IGBT のターンオン/ダイオード電流の整流

ドライバ入力が高くなると (ライト オン)、ゲート ドライバは対応する IGBT をオンにします。ドライバには対応する IGBT モジュールに適したゲート抵抗が含まれています。

ドライバは、パワースタック内のインダクタンスが比較的低い場合に、スイッチング損失を最小限に抑えられるよう最適化されています。最終的なシステム アセンブリの整流動作を確認することを推奨します。

IGBT のターンオフ

IGBT は対応する入力が高くなるとオフになります (ライト オフ)。ゲート抵抗は **Power Integrations** が設定しているので変更しないでください。

IGBT の高速なターンオフにより過電圧が生じる場合があります、これは DC リンク電圧または負荷電流と共に上昇します。ターンオフ過電圧は次のように概算できます:

$$V_{tr} = -L_s * di_c/dt$$

ここで、 V_{tr} はターンオフ過電圧、 i_c はコレクタ電流、 L_s は浮遊インダクタンスです。

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

ターンオフ時の過電圧の制限は、高電力または高電圧の IGBT にとって必須の機能です。この問題を解決するため、SCALE-2 プラグアンドプレイ ドライバには ダイナミック アドバンスト アクティブクランプ機能 DA²C が搭載されています。これについては次に説明します。

ダイナミック アドバンスト アクティブクランプ機能 DA²C

アクティブ クランプはコレクタ - エミッタ電圧が予め設定したスレッシユホールドを超えた時に IGBT を部分的にオンにする技術です。これにより IGBT のリニアな動作が保たれます。アクティブ クランプの基本的な回路については /4/ をご覧ください。

基本的なアクティブ クランプ トポロジでは、IGBT のコレクタから IGBT ゲートへの過渡電圧サプレッサ デバイス (TVS) を介した単一のフィードバック パスをにより実行されます。1SP0340 SCALE-2 ドライバは次の原則に基づく Power Integrations の ダイナミック アドバンスト アクティブクランプ機能 (DA²C) をサポートしています。

- アクティブ クランプが有効になると、アクティブ クランプの効果性を向上し、TVS での損失を抑えるためドライバのターンオフ MOSFET がオフになります。この機能 (アドバンスト アクティブクランプ機能) は主に二次側の ASIC に搭載されています。
- スwitching動作時の最大 DC リンク電圧に耐えられるよう、過渡電圧サプレッサ (TVS) が TVS に直列で追加されています。効率的なアクティブ クランプを確実なものとするため、IGBT がオン状態の間及びターンオフ コマンドの 15 ~ 20us 後まで TVS は短絡状態になります。この遅延の後、TVS が動作、IGBT がオフ状態の時に (例: 緊急停止の後) DC リンク電圧がより高い値に上昇します。この機能と アドバンスト アクティブクランプ機能 を合わせてダイナミック アドバンスト アクティブクランプ機能 (DA²C) と呼びます。Switching動作時よりも高い電圧を適用する時間は、短い期間 (60 秒未満) に限る必要があります。

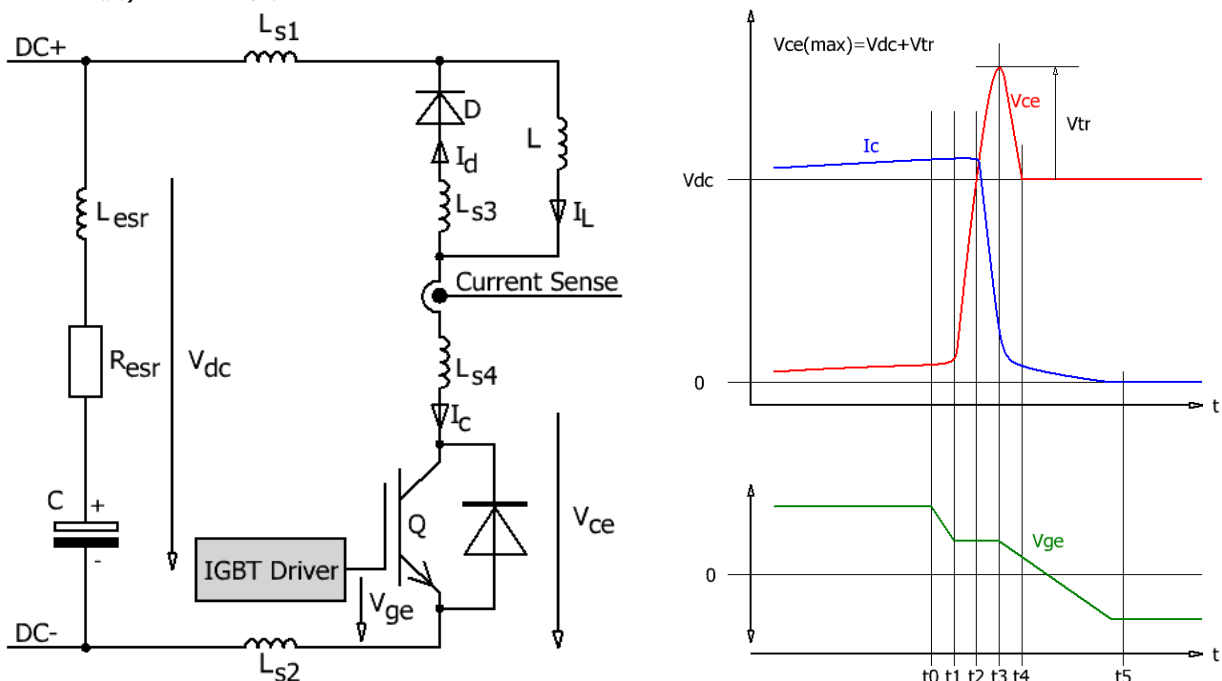


図 19 試験回路 (左) と標準的なスイッチング動作 (右)

図 19 の表記

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

- t0 = ターンオフ動作開始点
- t1 = ターンオフ時間の開始点
- t2 = コレクタ電流立ち下がり時間の開始点
- t3 = エミッタ電圧の最大コレクタ
- t4 = IGBT がブロックしている、テール電流の開始
- t5 = テール電流の終了

他の駆動方式と比べて、アクティブ クランプはスイッチング速度を高めて通常動作時の IGBT モジュールのより効果的な利用を可能にし、スイッチング損失を削減できます。過電流のターンオフ時の過電圧もアクティブ クランプによって制御されます。

スイッチング動作時及び IGBT オフ状態の最大 DC リンク電圧の値は、該当する IGBT モジュールのデータシートでご覧頂けます /3/。

図 20 に、1SP0340V ドライバによって制御される 1200A/4500V IGBT モジュールのターンオフ時の動作の例を示します。

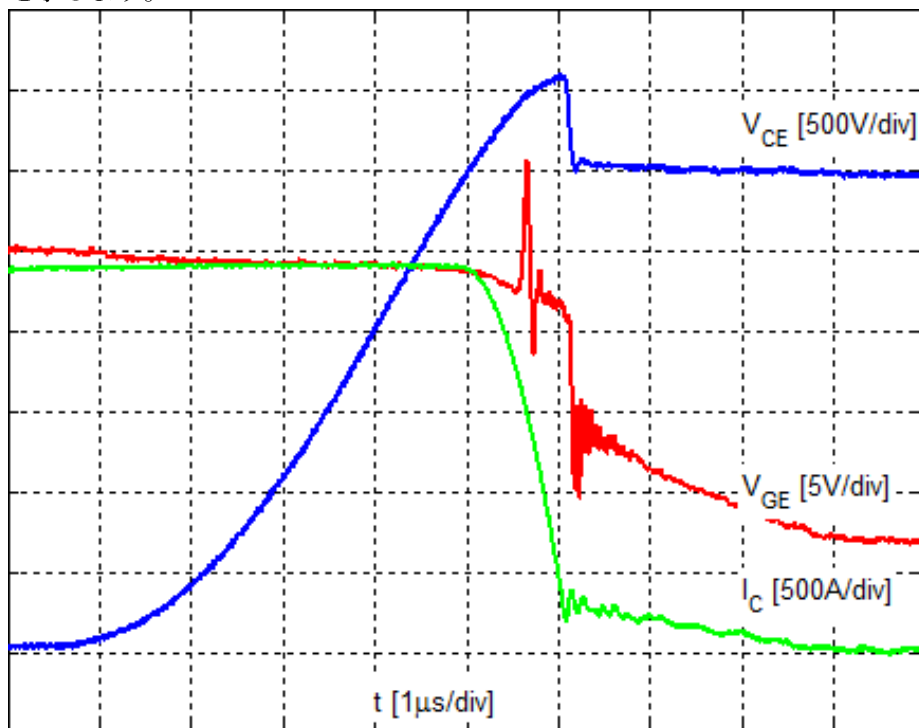


図 20 DC リンク電圧 3000V、コレクタ電流 2400A (定格コレクタ電流の 2 倍) における 1200A/4500V IGBT モジュールのターンオフ動作

低インダクタンス レイアウト

アクティブ クランプ機能があるからといって、パワー スタックのインダクタンスを考慮しないで良いわけではありません。いくつかの理由により、1SP0340 プラグアンドプレイ ドライバでも DC リンク浮遊インダクタンスを 50nH ~ 200nH に抑える必要があります。

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

3 レベル及びマルチレベル トポロジ

1SP0340 ドライバを 3 レベルまたはマルチレベルのトポロジで使用する場合は、アプリケーション ノート AN-0901 /6/ を参照してください。

けん引装置等のアプリケーションにおけるより高度な要求

電源インターフェイス X1 及び並列接続インターフェイス X2 及び X3 は機械的インターロックを提供するため、けん引等の用途に最適です。

ドライバ基板をクーラーにネジ止めすることにより 1SP0340 SCALE-2 ドライバの耐振動性を向上できます (図 21)。ただし、これらの接続は該当する空間距離及び沿面距離の要件に適合するよう電氣的に絶縁する必要があります (例: プラスチック スペース ボルトの使用)。

さらに、インターロック機構付きの光ファイバリンクもご利用いただけます (図 21 を参照)。

空間距離及び沿面距離は IEC 60077-1 に従って設計されています。

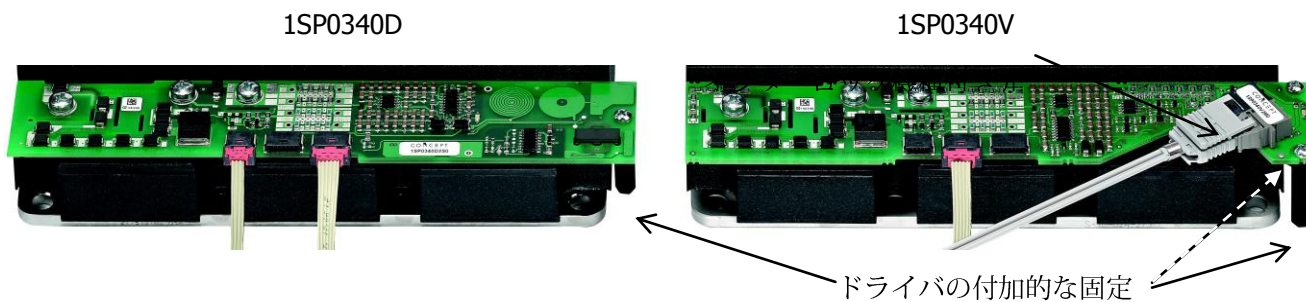


図 21 ドライバと電源ケーブルを固定するための付加的手段及び 1SP0340V に対応するインターロック機構付き光ファイバリンク

資料

- /1/ 論文: Smart Power Chip Tuning (スマートパワーチップのチューニング)、Bodo's Power Systems、2007 年 5 月
 - /2/ 「Description and Application Manual for SCALE™ Drivers (SCALE™ ドライバの概要及びアプリケーション マニュアル)」、Power Integrations
 - /3/ データ シート SCALE-2 プラグアンドプレイ ドライバ 1SP0340x2x0-xxx、Power Integrations
 - /4/ 論文: Advantages of Advanced Active Clamping (Advanced Active Clamping のメリット)、Power Electronics Europe、2009 年 11 月/12 月
 - /5/ データ シート: DC/DC コンバータ ISO5125I-xx、Power Integrations
 - /6/ アプリケーション ノート AN-0901: SCALE-2 IGBT ドライバによるマルチレベル コンバータ トポロジの制御方法、Power Integrations
- 注: アプリケーション ノートはインターネットの www.power.com/igbt-driver/go/app-note に、論文は www.power.com/igbt-driver/go/papers に用意されています。

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

情報源: SCALE-2 ドライバ データ シート

Power Integrations は、ほとんどすべてのアプリケーションの要件に対応するパワー MOSFET 及び IGBT 用ゲート ドライバを幅広く取り扱っています。ゲート ドライバ回路に関する世界最大のウェブサイトではすべてのデータ シート、アプリケーション ノート、マニュアル、技術情報、サポートをご利用いただけます。
www.power.com

特殊な用途: オーダーメイド SCALE-2 ドライバ

当社のラインアップに含まれていない IGBT ドライバが必要な場合は、Power Integrations または Power Integrations セールス パートナーにお尋ねください。

Power Integrations はパワー MOSFET 及び IGBT 用のインテリジェントなゲート ドライバの開発と製造に関わる 25 年以上の経験を持ち、すでに数多くのオーダーメイド ソリューションを手掛けてきました。

技術サポート

Power Integrations ではお客様のご質問や問題に対する専門的なサポートを提供しています。
www.power.com/igbt-driver/go/support

品質

高品質を提供する責務は Power Integrations Switzerland GmbH の中核を成しています。当社の総合品質管理システムは、ISO9001:2008 標準で公認されている企業のすべての業務で最先端のプロセスを保証します。

免責条項

ここに記載する声明、技術情報及び推奨事項は、この書面の作成時点において最も正確と判断されるものです。技術情報に含まれるすべてのパラメータ、数字、値その他の技術データは、関連の技術標準があればそれに従って計算され、当社の最良の知識として決定されたものです。これらは、仮定または一般的に適用する必要のない動作条件に基づいていることがあります。ここに記載する声明、技術情報及び推奨事項の正確性または完全性に関する表明または保証は、明示的、黙示的に関わらず、除外します。声明、技術情報、推奨事項、伝えられる見解の正確性または十分性に関していかなる責任も負いません。また、そこから生じるいかなる人物による直接的、間接的または結果的な損失や損害についてのいかなる法的責任も明確に放棄されています。

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

品番コード体系表

Power Integrations Switzerland GmbH の引き渡しに関する一般的な利用条件が適用されます。
現在の製品一覧をご覧ください: www.power.com/igbt-driver/go/1SP0340。
ドライバの命名体系については www.power.com/igbt-driver/go/nomenclature をご覧ください。

その他の製品に関する情報

他の高電圧または高電力 **IGBT** モジュールに対応したドライバ

ダイレクトリンク: www.power.com/igbt-driver/go/Plug-and-Play

その他のドライバ、評価システム、製品ドキュメント、アプリケーション サポート

次をクリック: www.power.com/igbt-driver

メーカー

Power Integrations Switzerland GmbH
Johann-Renfer-Strasse 15
2504 Biel-Bienne, Switzerland

電話 +41 32 344 47 47

ファックス +41 32 344 47 40

電子メール igbt-driver.sales@power.com

ウェブサイト www.power.com/igbt-driver

© 2012...2015 Power Integrations Switzerland GmbH.
当社は事前の通告なしで任意の技術的変更を加える権利を有しています。

All rights reserved.
1.0 版 2016-06-02

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

Power Integrations の世界各国のハイパワー カスタマー サポート担当

世界本社

5245 Hellyer Avenue
San Jose, CA 95138 | USA
メイン +1 408 414 9200

カスタマー サービス:

電話 +1 408 414 9665

ファックス +1 408 414 9765

電子メール usasales@power.com

中国 (上海)

Rm 2410, Charity Plaza, No. 88
North Caoxi Road
Shanghai, PRC 200030

電話 +86 21 6354 6323

ファックス +86 21 6354 6325

電子メール

chinasales@power.com

インド (バンガロール)

#1, 14th Main Road
Vasanthanagar
Bangalore 560052 | India

電話 +91 80 4113 8020

ファックス +91 80 4113 8023

電子メール

indiasales@power.com

スイス (ビール)

Johann-Renfer-Strasse 15
2504 Biel-Bienne | Switzerland

電話 +41 32 344 47 47

ファックス +41 32 344 47 40

電子メール

igbt-driver.sales@power.com

中国 (深圳)

17/F, Hivac Building, No 2,
Keji South 8th Road,
Nanshan District
Shenzhen | China, 518057

電話 +86 755 8672 8725

ファックス +86 755 8672 8690

ホットライン +86 400 0755 669

電子メール

chinasales@power.com

日本 (神奈川)

〒222-0033

神奈川県横浜市

港北区新横浜 2-12-11

光正第三ビル電話

+81 45 471 1021

ファックス +81 45 471 3717

電子メール japansales@power.com

ドイツ (エンゼ)

HellwegForum 1
59469 Ense | Germany

電話 +49 2938 643 9990

電子メール

igbt-driver.sales@power.com

英国 (ケンブリッジ)

Westbrook Centre, Block 5, 2nd Floor
Milton Road

Cambridge CB4 1YG

電話 +44 (0) 1223-446483

電子メール eurosales@power.com

韓国 (ソウル)

RM 602, 6FL

Korea City Air Terminal B/D, 159-6
Samsung-Dong, Kangnam-Gu
Seoul 135-728 | Korea

電話 +82 2 2016 6610

ファックス +82 2 2016 6630

電子メール koreasales@power.com

台湾 (台北)

5F, No. 318, Nei Hu Rd., Sec. 1
Nei Hu Dist.

Taipei 11493 | Taiwan R.O.C.

電話 +886 2 2659 4570

ファックス +886 2 2659 4550

電子メール

taiwansales@power.com