

SCALE™-2 2SC0535T

概要及びアプリケーションマニュアル (暫定版)

3,300V 耐圧 IGBT 向けデュアルチャンネル低コストドライバコア

概要

2SC0535T デュアルチャンネル SCALE™-2 ドライバ コアは、幅広いアプリケーションに対応し、低コストで他に例のないコンパクトな設計に対応しています。この製品は、高い信頼性が要求される産業用及び輸送分野に対して設計されています。2SC0535T は、3300V までのすべての標準的な高耐圧 IGBT モジュールを駆動します。並列接続機能が組み込まれているので、より高い定格電力に変換するためのインバータ設計を簡単に行うことができます。2SC0535T はまた、高度な絶縁が必要とされる 1700 V の IGBT を含むマルチレベル トポロジも容易にサポートします。

2SC0535T は、該当するアプリケーションにおいて最も小型のドライバ コアであり、面積がわずか 76.5 x 59.2mm、外形が 26 mm です。挿入面積が限られていても、効率的にその領域を利用することができます。



図 1 2SC0535T ドライバコア

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

目次

概要.....	1
目次.....	2
ドライバの概要.....	4
機械的寸法.....	5
ピン名称.....	7
一次側コネクタに推奨されるインターフェース回路.....	8
一次側インターフェースの説明.....	8
一般事項.....	8
VCC 端子.....	8
VDC 端子.....	9
MOD (モード選択).....	9
INA、INB (チャンネル ドライバ入力、PWM など).....	10
SO1, SO2 (ステータス出力).....	10
TB (ブロッキング時間 T_b を調整するための入力).....	11
二次側コネクタに推奨されるインターフェース回路.....	12
二次側インターフェースの説明.....	12
一般事項.....	12
DC/DC 出力 (VISOx)、エミッタ (VEx) 及び COMx ターミナル.....	13
リファレンス ターミナル (REFx).....	13
コレクタ センス (VCEx).....	13
アクティブ クランプ (ACLx).....	16
ゲート ターンオン (GHx) 及びターンオフ (GLx) 端子.....	17
2SC0535T SCALE-2 ドライバの動作の詳細.....	17
電源及び電氣的絶縁.....	17
電源モニタリング.....	17
VCE モニタリング/短絡保護.....	18
センス ダイオード付きのデサチュレーション保護.....	18
2SC0535T の並列接続.....	18
3 レベルまたはマルチレベルのトポロジ.....	19
参考文献.....	19
情報源: SCALE-2 ドライバデータ シート.....	20
特殊な用途: オーダーメイド SCALE-2 ドライバ.....	20
技術サポート.....	20
品質.....	20

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

免責条項.....	20
注文情報.....	21
その他の製品に関する情報.....	21
メーカー.....	21
Power Integrations の世界各国のハイパワー カスタマー サポート担当	22

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

ドライバの概要

2SC0535T は、Power Integrations の最新の SCALE-2 チップセットを搭載したドライバ コアです/1/。SCALE-2 チップセットは、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内蔵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™-1 技術をさらに発展させたものです/2/。

2SC0535T は、中～高電力で、最大 3300V のデュアル チャンネル IGBT アプリケーションに対応しています。このドライバは 100kHz までのスイッチングに対応しており、このクラスで最高の効率を実現します。2SC0535T は、絶縁型 DC/DC コンバータ、短絡保護回路、アドバンスド アクティブ クランプ、及び供給電圧モニタリングのすべてを備えた、デュアルチャンネルの IGBT ドライバコアで構成されます。

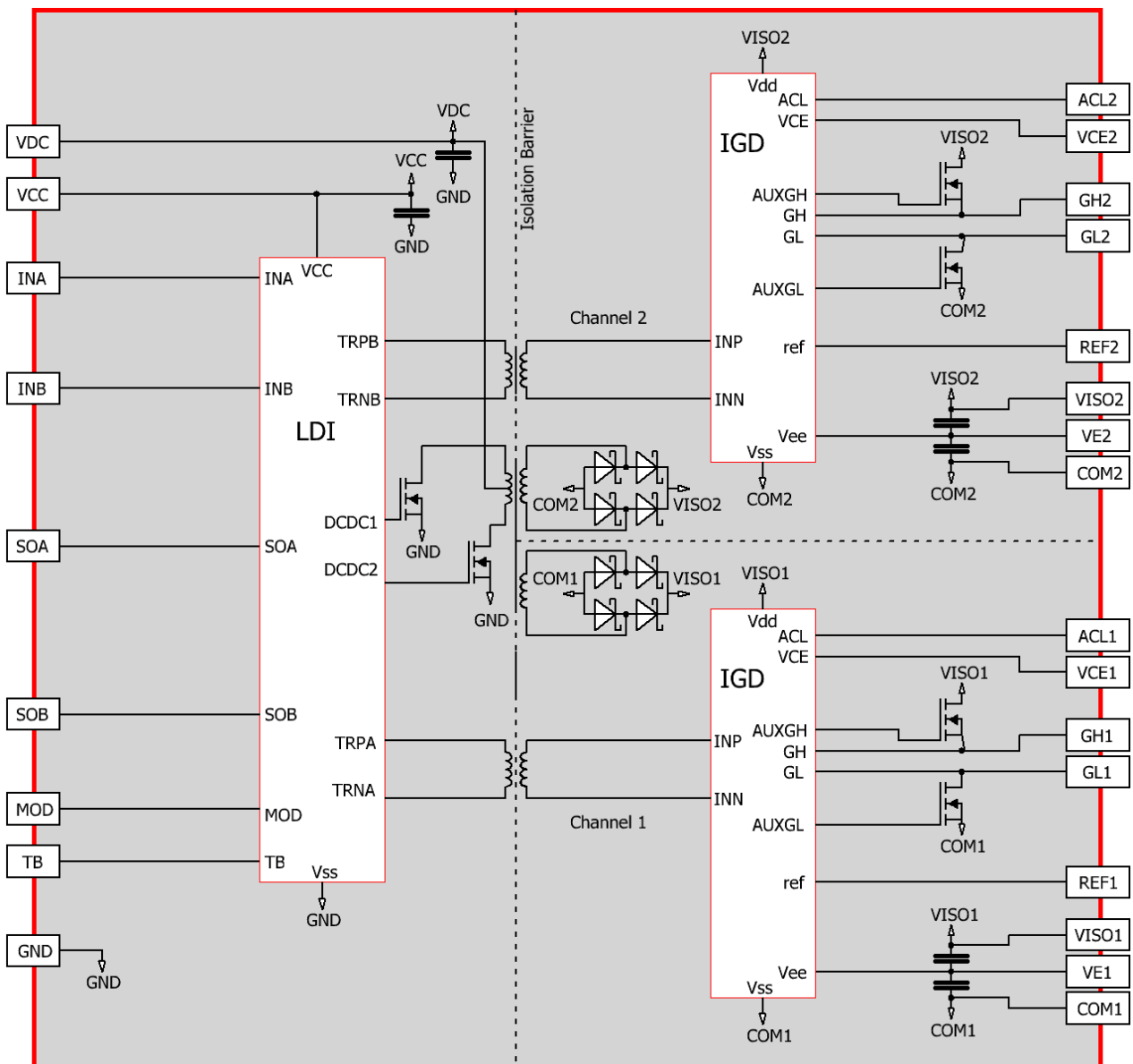


図 2 ドライバコア 2SC0535T のブロック図

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

機械的寸法

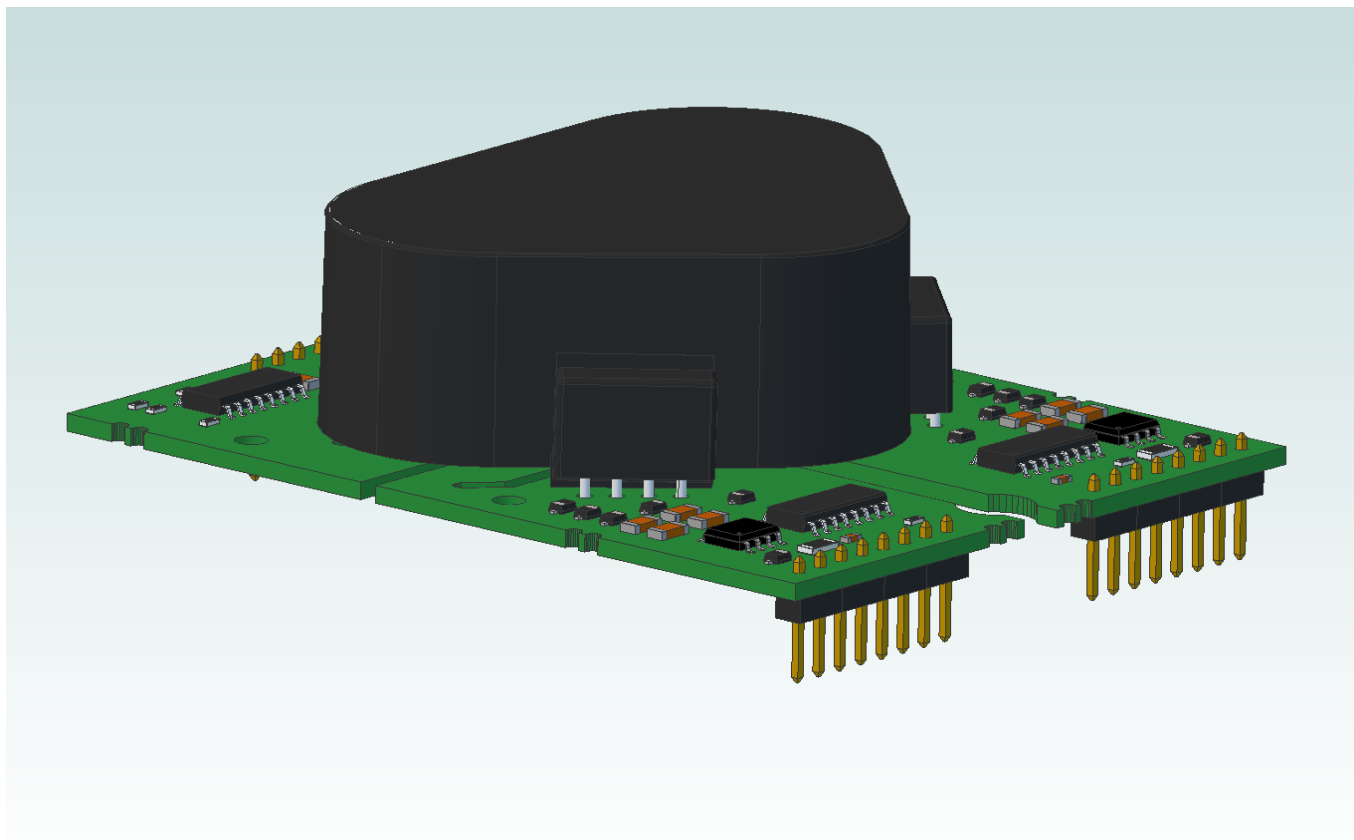


図 3 2SC0535T2Ax-33 のインタラクティブ 3D 図面

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

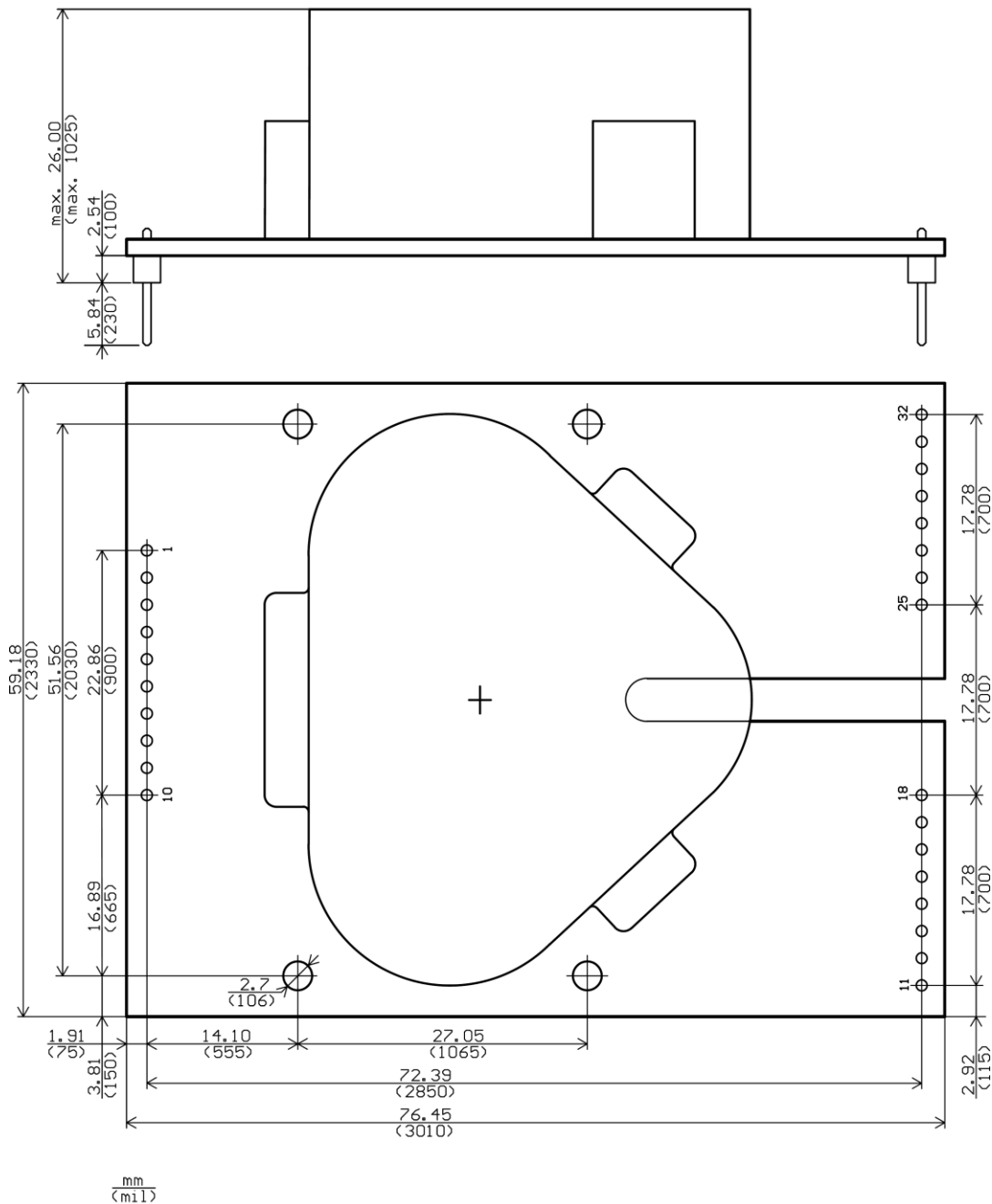


図 4 2SC0535T2Ax-33 の構造図

一次側及び二次側のピン グリッドは 2.54 mm (100 mil) で、ピンの断面積は 0.64 mm x 0.64 mm です。ボードの外形寸法は 59.2mm x 76.5mm です。ドライバの高さは、ピン本体の底面から実装後の PCB の最上部までで、最大 26 mm です。

機械的固定点は空間距離及び沿面距離をカウントする絶縁部に配置されていることに注意してください。したがって、これらを減らさないようにするために、絶縁固定材 (スクリュー、スペーサー ボルト) を使用する必要があります。

推奨半田パッドの直径: \varnothing 2 mm (79 mil)

推奨ドリル穴の直径: \varnothing 1 mm (39 mil)

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

ピン名称

ピン番号及び名称	機能
一次側	
1 VDC	DC/DC コンバータ用電源供給
2 SO1	ステータス出力チャンネル 1; 通常は高インピーダンス、障害時には低インピーダンスにプルダウン
3 SO2	ステータス出力チャンネル 2; 通常は高インピーダンス、障害時には低インピーダンスにプルダウン
4 MOD	モード選択 (ダイレクト/ハーフブリッジ モード)
5 TB	ブロッキング時間を設定
6 VCC	電源電圧; 一次側に対して 15V 電源供給
7 GND	グラウンド
8 INA	信号入力 A; GND に対する非反転入力
9 INB	信号入力 B; GND に対する非反転入力
10 GND	グラウンド
二次側	
11 GL1	ゲートローチャンネル 1; ターンオフ抵抗を介してゲートをローにプルダウン
12 GH1	ゲートハイチャンネル 1; ターンオン抵抗を介してゲートをハイにプルアップ
13 COM1	二次側グラウンド チャンネル 1
14 VE1	エミッタ チャンネル 1; 電源スイッチの (補助) エミッタに接続
15 VISO1	DC/DC 出力チャンネル 1
16 REF1	V_{CE} 検出スレッシュホールド チャンネル 1 を設定; VE1 への抵抗
17 VCE1	V_{CE} センス チャンネル 1; インピーダンス回路を通して IGBT コレクターに接続
18 ACL1	アクティブクランプ フィードバック チャンネル 1; 使用しない場合はオープンのままにする
19 Free	
20 Free	
21 Free	
22 Free	
23 Free	
24 Free	
25 ACL2	アクティブクランプ フィードバック チャンネル 2; 使用しない場合はオープンのままにする
26 VCE2	V_{CE} センス チャンネル 2; インピーダンス回路を通して IGBT コレクターに接続
27 REF2	V_{CE} 検出スレッシュホールド チャンネル 2 を設定; VE2 への抵抗
28 VISO2	DC/DC 出力チャンネル 2
29 VE2	エミッタ チャンネル 2; 電源スイッチの (補助) エミッタに接続
30 COM2	二次側グラウンド チャンネル 2
31 GH2	ゲートハイチャンネル 2; ターンオン抵抗を介してゲートをハイにプルアップ
32 GL2	ゲートローチャンネル 2; ターンオフ抵抗を介してゲートをローにプルダウン

注: 「フリー」に指定されたピンは存在しません。

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

一次側コネクタに推奨されるインターフェース回路

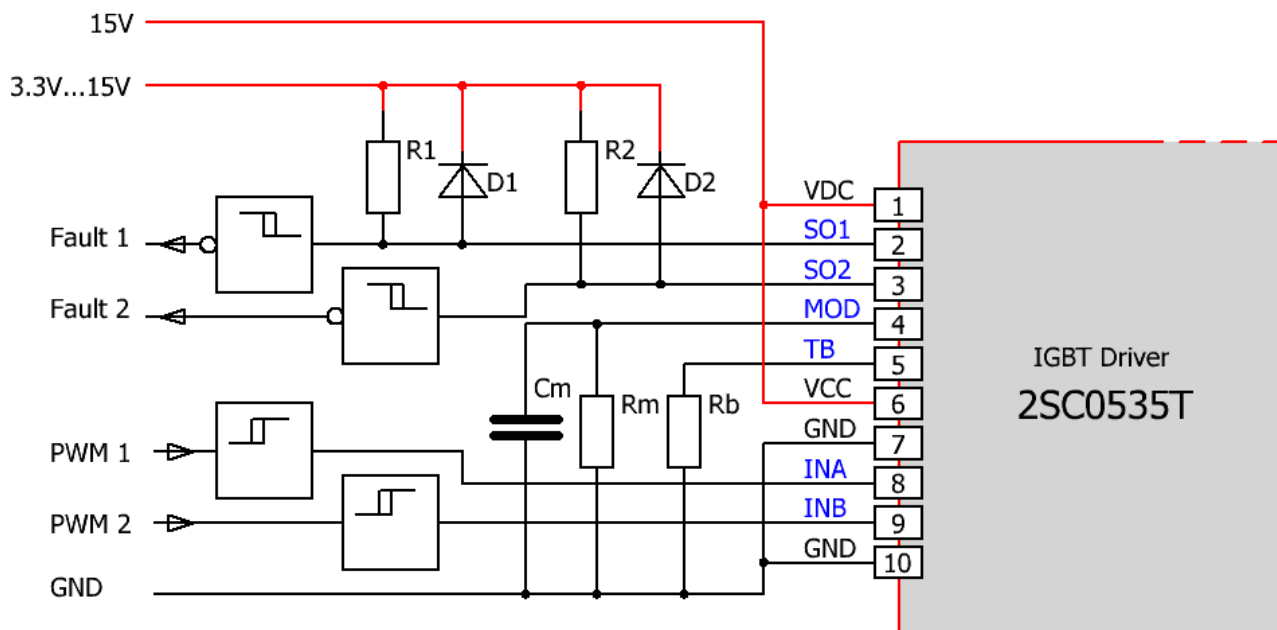


図 5 2SC0535T の推奨ユーザー インターフェイス (一次側)

両方のグラウンド ピンは、寄生インダクタンスを小さくして接続しなければなりません。共通のグラウンド面またはワイドトラックを強く推奨します。グラウンド ピン間距離は最小にする必要があります。

一次側インターフェースの説明

一般事項

ドライバ 2SC0535T の一次側インターフェースはとてもシンプルで使いやすく設計されています。

ドライバの一次側には 10 ピンのインターフェース コネクタがあり、次のターミナルが備えられています:

- 2 x 電源ターミナル
- 2 x ドライブ信号入力
- 2 x ステータス出力 (異常のリターン)
- 1 x モード選択入力 (ハーフブリッジ/ダイレクトモード)
- 1 x ブロッキング時間の設定入力

すべての入力は ESD 保護されています。さらに、すべてのデジタル入力にはシュミットトリガの特性があります。

VCC 端子

一次側に 15 V の電圧を供給するために、ドライバのインターフェース コネクタには VCC ターミナルがあります。

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

VDC 端子

ドライバには、二次側の DC-DC コンバータに電源を供給する VDC 端子がインターフェース コネクタ上にあります。

VDC には 15V を供給する必要があります。VCC 及び VDC ターミナルを、共通の 15V 電源に接続することを推奨します。この場合、ドライバで起動時の突入電流が制限されるため、VDC の電圧ソースに外付けで電流制限をする必要はありません。

MOD (モード選択)

MOD 入力では、GND に接続する抵抗により動作モードを選択することができます。

ダイレクト モード

MOD 入力を GND に接続すると、ダイレクト モードが選択されます。このモードでは、2 つのチャンネル間に相互依存関係はありません。入力 INA は直接チャンネル 1 に影響を及ぼし、INB はチャンネル 2 に影響を及ぼします。入力 (INA または INB) が高レベルの場合、対応する IGBT は常にターンオンになります。ハーフブリッジ回路の場合、制御回路によりデッドタイムを作り、IGBT がそれぞれのドライブ信号を受け取る場合にのみ、このモードが選択されます。

注意: ハーフブリッジの両方のスイッチのタイミングの同期またはオーバーラップにより、DC リンクは短絡します。

ハーフブリッジ モード

MOD 入力を $72\text{ k}\Omega < R_m < 181\text{ k}\Omega$ の抵抗を経由して GND に接続する場合は、ハーフブリッジ モードを選択します。このモードでは、入力 INA と INB には次の機能があります。すなわち、INA はドライブ信号が入力されると、INB はイネーブル入力として動作します (図 6 を参照)。INA の立ち上がり及び立ち下がりエッジのそれぞれのデッドタイム間のバラつきを低減するため R_m と並列にコンデンサ $C_m=22\text{ nF}$ を配置することを推奨します。

入力 INB が低レベルの場合、両方のチャンネルがブロックされます。高レベルになると、両方のチャンネルが有効になり、入力 INA の信号に従います。INA が低レベルから高レベルに変化すると、チャンネル 2 はただちにオフになり、チャンネル 1 はデッドタイム T_d の後でオンになります。

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

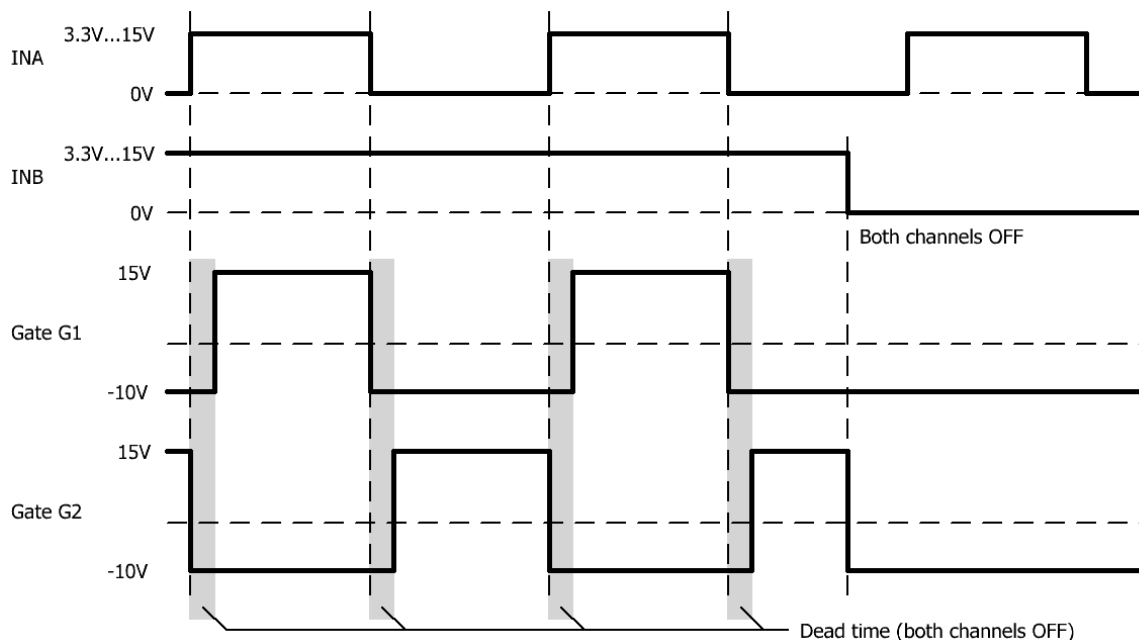


図6 ハーフブリッジモードの信号

デッドタイム T_d の値は、次の公式に従い、抵抗 R_m の値によって決定されます (標準値):

$$R_m [k\Omega] = 31.5 \cdot T_d [\mu s] + 52.7 \text{ ただし、} 0.6 \mu s < T_d < 4.1 \mu s \text{ かつ } 72 k\Omega < R_m < 181 k\Omega \text{ の場合}$$

デッドタイムはサンプルごとにバラつきがあるため、注意してください。公差は約 $\pm 20\%$ が想定されます。さらに高い精度が必要な場合、Power Integrations はダイレクト モードの使用及び外部でのデッドタイムの設定を推奨します (アプリケーション ノート AN-1101 /4/ を参照)。

INA、INB (チャンネル ドライバ入力、PWM など)

INA 及び INB は基本的にドライブ入力ですが、その機能は MOD 入力 (上記を参照) によって異なります。これらは、3.3 V ~ 15 V 間の全ロジックレベル範囲の信号を安全に認識します。どちらの入力端子もシュミット トリガの特性を持っています (ドライバ データ シート /3/ を参照してください)。入力の移行は、INA または INB の入力信号のエッジでトリガされます。

SO1, SO2 (ステータス出力)

出力 SOx は、トランジスタのオープンドレインです。障害が検出されない場合、出力はハイインピーダンスになります。500 μ A の内蔵電流源をオープンにすると、SOx 出力の電圧は約 4V にプルアップされます。異常状態 (一次側の供給低電圧、二次側の供給低電圧、IGBT の短絡または過電流) が検出されると、それに対応するステータス出力 SOx はローになります (GND に接続済み)。

ダイオード D_1 及び D_2 はショットキー ダイオードとし、3.3 V ロジックを使用する場合は使用しなければなりません。5V...15V ロジックの場合は

省略することができます。

障害時の最大 SOx 電流は、ドライバ データ シート /3/ に指定された値を超えてはなりません。

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

両方の SOx 出力を同時に接続して、共通の異常信号 (一相) を送信できます。ただし、迅速で正確な診断を実行するには、ステータス信号を個別に検出することを推奨します。

ステータス情報が処理されるしくみ

- a) 二次側での異常 (IGBT モジュールの短絡または電源の低電圧の検出) は、対応する SOx 出力に直ちに転送されます。ブロッキング時間 T_b が経過した後、SOx 出力は自動的にリセットされ、ハイインピーダンス状態に戻ります (タイミング情報については「TB (ブロッキング時間 T_b を調整するための入力)」を参照)。
- b) 一次側の電源低電圧は、両方の SOx に同時に出力されます。一次側の低電圧が解消されると、両方の SOx 出力は自動的にリセットされ、ハイインピーダンス状態に戻ります。

TB (ブロッキング時間 T_b を調整するための入力)

端子 TB では、抵抗 R_b を GND に接続することによってブロッキング時間を設定することができます (図 5 を参照)。次の方程式は、必要なブロッキング時間 T_b (標準値) を設定するためにピン TB と GND の間で接続される R_b の値を計算します。

$$R_b[k\Omega] = 1.0 \cdot T_b[ms] + 51 \quad \text{ただし、} \quad 20ms < T_b < 130ms \text{ かつ } 71k\Omega < R_b < 181k\Omega$$

また、ブロッキング時間は $R_b=0\Omega$ を選択することによって最小 $9\mu s$ (標準値) に設定することもできます。端子 TB は、フローティングの状態にしないでください。

注: また、TB に安定した電圧を供給することも可能です。次に示す方程式は、望ましいブロッキング時間 T_b (標準値) をプログラムするための、TB と GND 間の電圧 V_b の計算に使用できます。

$$V_b[V] = 0.02 \cdot T_b[ms] + 1.02 \quad \text{ただし、} \quad 20ms < T_b < 130ms \text{ かつ } 1.42 < V_b < 3.62V$$

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

二次側コネクタに推奨されるインターフェース回路

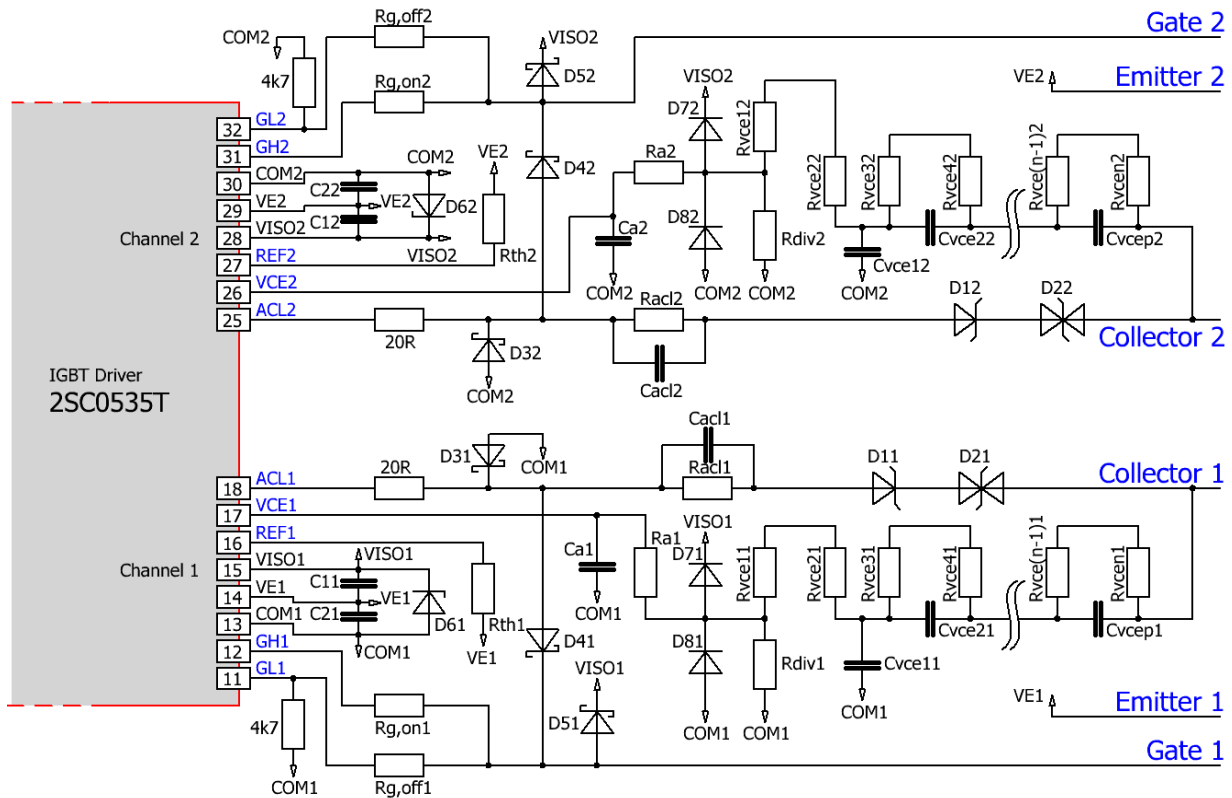


図 7 推奨される 2SC0535T (二次側) のユーザー インターフェース

二次側インターフェースの説明

一般事項

各ドライバの二次側 (ドライブ チャンネル) は次の端子を持つ 8 ピン インターフェース コネクタを備えています (x はドライブ チャンネル 1 または 2 の番号を示します)。

- 1 x DC/DC 出力ターミナル VISOx
- 1 x DC/DC 出力ターミナル COMx
- 1 x エミッタ端子 VEx
- 1 x リファレンス ターミナル REFx (過電流保護、短絡保護用)
- 1 x コレクタ センス端子 VCEx
- 1 x アクティブ クランプ端子 ACLx
- 1 x ターンオン ゲート端子 GHx
- 1 x ターンオフ ゲート端子 GLx

すべての入力は ESD 保護されています。

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

DC/DC 出力 (VISOx)、エミッタ (VEx) 及び COMx ターミナル

このドライバの DC/DC コンバータの二次側には、ブロッキング コンデンサが搭載されています (値に関しては、データシート /3/ を参照)。

VISOx 及び VEx ターミナル間に 9.4 μ F のコンデンサを外付けし (図 7 の C_{1x})、IGBT モジュールを最大 4.7 μ C のゲート電荷で駆動させることを推奨します。

ゲート電荷が大きい IGBT の場合は、4.7 μ C を超えるたびに 1 μ C ゲート電荷ごとに、以下の最小ブロッキング コンデンサ値が追加で必要になります。

- VISOx と VEx の間で 1 μ C ごとに 4 μ F (図 7 の C_{1x})。あるいは、
- VEx と COMx の間で 1 μ C ごとに 2 μ F (図 7 の C_{2x})

ドライバにすでに組み込まれているものを含め、VISOx と VEx の間では VEx と COMx の間の 2 倍の全体容量値を使用することを推奨します。

ブロッキング コンデンサは最小インダクタンスでドライバのターミナル ピンになるべく近くなるように接続する必要があります。20 V 以上の絶縁耐力を持つセラミック コンデンサを推奨します。

容量 C_{1x} (C_{2x} に対して) が 200 μ F (100 μ F に対して) を超える場合は、Power Integrations のサポート サービスにお問い合わせください。

VISOx と VEx の間、または VEx と COMx の間に一定の負荷電流は流せません。一定の負荷電流は、必要に応じて VISOx と COMx との間に流せます。

公差 2% の 27V ツェナー ダイオード (NXP の BZX384-B27 など) を、VISOx と COMx (図 7 の D6x) との間に使用する必要があります。PCB 番号が CT-271-3 以降のバージョンの 2SC0535T には、ドライバ コア にツェナー ダイオードが搭載され、ツェナー ダイオードを外付けする必要がなくなります。

リファレンス ターミナル (REFx)

リファレンス ターミナル REFx は、REFx と VEx の間に配置された抵抗により、短絡保護や過電流保護用の スレッシュホールド設定が可能です。ピン REFx には、定電流 150 μ A が供給されます。

コレクタ センス (VCEx)

IGBT の過電流または短絡を検出するには、コレクタ センスは 図 7 に示す回路を使用して IGBT コレクタに接続する必要があります。

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

一般情報と推奨事項:

- 約 0.6 ~ 0.8mA の電流がそれらを最大 DC リンク電圧で流れるようにするためには、抵抗値

$$R_{totx} = \sum_{i=1}^n R_{vceix} = R_{vce1x} + \dots + R_{vce nx}$$

を測定することを推奨します。この電流は 0.8mA を超えない

ようにする必要があります。抵抗の直列接続を推奨します。用途に応じた最小の沿面距離及び空間距離を考慮する必要があり、使用する抵抗の最大の電圧、電力、及び温度の定格を超えないようにする必要があります。推奨寸法は以下の通りです。

- 抵抗 R_{vceix} ($i \geq 1$) はすべて同じ値にする必要があります。
- R_{divx} では、定常スレッシュホールド検出レベル V_{CEthx} を必要に応じて増やすことができます (R_{totx} の抵抗分圧器)。定常検出レベル V_{CEthx} を決定するため、 R_{divx} は以下のように計算できます。

$$R_{divx} [k\Omega] = R_{totx} [k\Omega] \cdot \frac{V_{thx} [V] + |V_{GLx} [V]|}{V_{CEthx} [V] - V_{thx} [V]} \quad (V_{CEthx} > V_{thx})$$

$|V_{GLx}|$ は、ドライバ出力のゲートエミッタのターンオフ電圧の絶対値です。これはドライバロードに依存し、ドライバデータシート「リファレンス ターミナル (REFx)」。

- 推奨されている総容量範囲は $C_{totx} = \frac{1}{\sum_{k=1}^p \frac{1}{C_{vcekx}}} = 1pF \dots 4pF$ です。

- $k \geq 2$ の容量 C_{vcekx} はすべて同じ値にする必要があります。
- 容量 C_{vce1x} は、以下の式を満足するよう選択する必要があります。使用する容量の最大電圧定格を超えてはなりません。推奨寸法は以下の通りです。 $\frac{C_{vce1x}}{C_{totx}} = (0.7 \dots 0.9) \cdot \frac{R_{totx}}{R_{vce1x} + R_{vce2x}}$
- ダイオード D_{7x} 及び D_{8x} には漏れ電流が極めて小さい、40V 以上のブロッキング電圧が必要です (例えば、BAS416)。ショットキー ダイオードの使用は絶対に避けてください。
- R_{ax} 及び C_{ax} は、応答時間の設定に使用されます。

最大 2200V までの DC リンク電圧を備えた 3300V IGBT の推奨値

- $R_{vce1x} = R_{vce2x} = \dots = R_{vce14x} = 220k\Omega$ (500mW, 400V_{peak}, 1%)
- $R_{divx} = 1.5M\Omega$ (0603, 1%)
- $C_{vce1x} = 15pF$ (C0G, 5%, 1000V)
- $C_{vce2x} = C_{vce3x} = \dots = C_{vce7x} = 22pF$ (C0G, 630V, 5%)
- $C_{ax} = 33pF$ (C0G, 50V, 5%)
- $R_{thx} = 68k\Omega$ (0603, 1%)
- R_{ax} = 次の表 1 を参照 (0603, 1%)

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

このセットアップでは、チャンネルごとに 14 個の抵抗 R_{vceix} 及び 7 個のコンデンサ C_{vcekx} を使用し、約 50V の定常デサチュレーション検出スレッシュホールドになります。

V_{DC}	$R_a=68k\Omega$	$R_a=91k\Omega$	$R_a=120k\Omega$
2,200V	5.3 μ s	7.0 μ s	9.0 μ s
1,500V	5.3 μ s	7.0 μ s	9.0 μ s
1,100V	5.4 μ s	7.0 μ s	9.1 μ s
700V	7.6 μ s	8.1 μ s	9.3 μ s
600V	17.0 μ s	14.4 μ s	13.7 μ s

表 1 抵抗 R_{ax} 及び DC リンク電圧 V_{DC} の機能としての標準的な応答時間

表 1 には表示可能な値のみが示されています。応答時間は特定のレイアウト及び使用される IGBT モジュールによって異なります。したがって、最終設計における短絡時間を計測することを推奨します。

低速な IGBT モジュールでは、ターンオン時に誤った V_{CE} デサチュレーション異常が報告される場合があることに注意してください。したがって、最悪の条件の場合 (最大 DC リンク電圧、最大コレクタ電流、及び IGBT ジャンクションの最高温度) におけるセットアップをテストすることを推奨します。詳細については、AN-1101 /4/ も参照してください。

最大 1,200V までの DC リンク電圧を備えた 1,700V IGBT の推奨値

- $R_{vce1x}=R_{vce2x}=\dots=R_{vce6x}=300k\Omega$ (500mW, 400V_{peak}, 1%)
- R_{divx} =未搭載
- C_{vcekx} =未搭載
- D_{8x} =未搭載
- $R_{thx}=68k\Omega$ (0603, 1%)
- $R_{ax}=120k\Omega$ (0603, 1%)
- C_{ax} =以下の表 2 を参照 (0603, 5%)

このセットアップでは、チャンネルごとに 6 個の抵抗 R_{vceix} を使用し、約 10.2V の定常デサチュレーション検出スレッシュホールドになります。

C_{ax} [pF]	応答時間 [μ s]
0	1.5
15	4.9
22	6.5
33	8.9
47	12.2

表 2 コンデンサ C_{ax} に応じた標準応答時間

表 2 には表示可能な値のみが示されています。応答時間は特定のレイアウト及び使用される IGBT モジュールによって異なります。したがって、最終設計における短絡時間を計測することを推奨します。

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

低速な IGBT モジュールでは、ターンオン時に誤った V_{CE} デサチュレーション異常が報告される場合があるので注意してください。したがって、最悪の条件の場合 (最大 DC リンク電圧、最大コレクタ電流、及び IGBT ジャンクションの最高温度) におけるセットアップをテストすることを推奨します。詳細については、AN-1101 /4/ も参照してください。

応答時間は、DC リンク電圧の値が小さくなると増大します。

この機能の動作の詳細については、「VCE モニタリング/短絡保護」 (18 ページ) を参照してください。

アクティブ クランプ (ACLx)

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ュホールドを超えるとすぐにパワー半導体を一部ターンオンさせる技術です。その後パワー半導体のリニアな動作を行います。

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 過渡電圧サプレッサ デバイス (TVS) を経由し、IGBT ゲートに対し一つのフィードバック パスを持っています。2SC0535T は Power Integrations のアドバンスト アクティブ クランプをサポートし、フィードバックはピン ACLx のドライバの二次側にも提供されます。20Ω抵抗の右側の電圧 (図 7 を参照) が 1.3 V を超えると、アクティブ クランプの効果が上がり、TVS での損失を抑えるためターンオフ MOSFET が次第にオフになります。20Ω抵抗 (図 7 を参照) の右側の電圧が 20 V (COMx で測定) に近づくと、ターンオフ MOSFET は完全にオフになります。

図 7 に示した回路を使用することを推奨します。アプリケーションに以下のパラメータを適用する必要があります。

- TVS D_{1x} , D_{2x} : 以下を使用することを推奨します。
 - 最大 1200V の DC リンク電圧を備えた 1700V IGBT: 5 つの単方向 220V TVS 及び 1 つの双方向 220V TVS。Diotec 製の 5 つの単方向 TVS P6SMB220A 及び 1 つの双方向 TVS P6SMB220CA、あるいは Vishay 製の 5 つの単方向 TVS SMBJ188A-E3 及び 1 つの双方向 TVS SMBJ188CA-E3 を使用することで良好なクランプ結果が得られます。
 - 最大 2,200V の DC リンク電圧を備えた 3,300V IGBT: 7 つの単方向 300V TVS 及び 1 つの双方向 350V TVS。Diotec 製の 7 つの単方向 TVS P6SMB300A 及び 1 つの双方向 TVS P6SMB350CA を使用することで良好なクランプ結果が得られます。

IGBT モジュールが回復動作を進める場合、逆並列ダイオードを電源オンにする間に TVS チェーンを通るマイナス電流を避けるために、チャンネルごとに少なくとも 1 つの双方向 TVS (D_{2x}) (1700V IGBT では $\geq 220V$ 及び 3300V IGBT では $\geq 300V$) が使用される必要があります。このような電流により (アプリケーションによっては)、ドライバの二次電圧 V_{ISOx} が V_{Ex} (15 V) 以下に低下することがあります。

チェーン中の TVS の数を変更することができることに注意してください。アクティブ クランプの効率は、ブレークダウン電圧の合計が同じ値のままであれば、チェーン内で使用される TVS の数を増やすことで改善することができます。また、アクティブ クランプの効率は使用される TVS のタイプ (例えばメーカー) に大きく依存することに注意してください。

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

- R_{adix} 及び C_{adix} : これらのパラメータによって、TVS と IGBT の損失及びアクティブ クランプを最適化することができます。アプリケーションでの測定結果を用いて値を決定することを推奨します。標準値は、 $R_{\text{adix}}=0\cdots 150\Omega$ 及び $R_{\text{adix}}*C_{\text{adix}}=100\text{ns}\cdots 500\text{ns}$ です。アクティブ クランプの効果性を向上するには、 $R_{\text{adix}}=0\Omega$ が推奨されます (通常推奨されています)。
- D_{3x} 、 D_{4x} 及び D_{5x} : ブロッキング電圧が 35 V 以上のショットキー ダイオードの使用を推奨します (アプリケーションにより 1 A 以上)。

アドバンストアクティブクランプを使用する場合は、20 Ω 抵抗とダイオード D_{3x} 、 D_{4x} 及び D_{5x} を削除しないように注意してください。アドバンスト アクティブ クランプを使用しない場合は、20 Ω 抵抗とダイオード D_{3x} 及び D_{4x} を削除することができます。ACLx ピンはオープンにしておく必要があります。

ゲート ターンオン (GHx) 及びターンオフ (GLx) 端子

これらの端子は、ターンオン (GHx) 及びターンオフ (GLx) ゲート抵抗を経由してパワー半導体のゲートに接続されます。GHx と GLx のピンは、ダイオードを追加せずにターンオン及びターンオフ抵抗を個別に設定するための別々の端子として利用できます。使用するゲート抵抗のリミット値については、ドライバデータシート /3/ を参照してください。

ドライバに電源が供給されない場合でも、IGBT ゲートからエミッタ/ソースに対し低インピーダンスにするため、GLx と COMx の間に 4.7k Ω の抵抗 (他の値も可能) を使用する場合があります。GLx とエミッタターミナル VEx との間に、一定負荷 (抵抗など) は禁止されています。

ただし、電源電圧低下時には、ドライバとのハーフブリッジ内でパワー半導体を使用することは推奨されません。 V_{CE} の急な上昇により一部の IGBT がオンする場合があります。

2SC0535T SCALE-2 ドライバの動作の詳細

電源及び電氣的絶縁

本ドライバにはゲート ドライバ回路に電気絶縁された電源を提供するための DC/DC コンバータが搭載されています。すべてのトランス (DC/DC 及び信号トランス) は、一次側といずれかの二次側の間に EN 50178、保護クラス II と EN 50124 に準拠する安全のための絶縁機能に対応しています。

本ドライバは安定した供給電圧を必要とします。

電源モニタリング

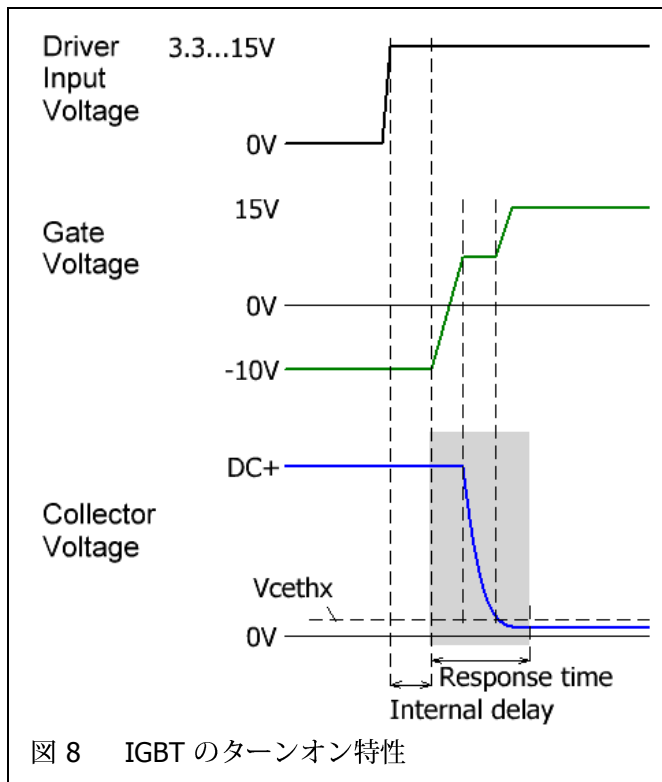
ドライバの一次側、及び両方の二次側ドライバ チャンネルには、内蔵低電圧モニタリング回路が搭載されています。

一次側で電源の低電圧が発生すると、パワー半導体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)、障害が解消するまで、障害状態が出力 SO1 及び SO2 の両方に伝送されます。

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

二次側で電源供給の低電圧が発生すると、対応するパワー半導体に負のゲート電圧が送られてオフ状態になり (チャンネルがブロックされる)、障害状態が対応する SOx 出力に伝送されます。ブロッキング時間の後、SOx 出力は自動的にリセットされ、高インピーダンス状態に戻ります。

VCE モニタリング/短絡保護



2SC0535T ドライバの各チャンネルには V_{CE} モニタリング回路が搭載されています。推奨される外部回路を図 7 に示します。 R_{vceix} 及び R_{divx} とともに抵抗 R_{thx} を使用して、定常ターンオフスレッシュホールドを規定することができます。1700V IGBT の場合は約 10.2V、3300V IGBT の場合は約 50V のスレッシュホールドレベルを選択することを推奨します。この場合、ドライバは短絡に対する IGBT の安全な保護を行いますが、過電流は保護しません。過電流保護のタイミングの優先度は低いため、ホストコントローラ内で設定することを推奨します。

応答時間の間、 V_{CE} 監視回路は停止となります。応答時間とは、パワー半導体のターンオンから、コレクタ電圧が測定されるまでに経過した時間のことです (図 8 を参照)。

両方の IGBT コレクタエミッター電圧は、個別に計測されます。ターンオン時、応答時間の後、 V_{CE} をチェックして短絡と過電流を検知します。応答時間の最後で V_{CE} の計測値がプログラムさ

れたスレッシュホールド V_{cethx} よりも高い場合、ドライバが短絡または過電流を検知します。次に、ドライバは対応するパワー半導体をオフにします。障害状態は、影響を受けるチャンネルの対応する SOx 出力に直ちに転送されます。パワー半導体はオフの状態 (非電導) のままとなり、ブロッキング時間 T_b がアクティブな間は、ピン SOx の障害が表示されます。

ブロッキング時間 T_b は、各チャンネルに対して個別に適用されます。応答時間範囲外に V_{CE} が V_{CE} モニタリング回路のスレッシュホールドを超えると直ちに、 T_b が開始されます。

センス ダイオード付きのデサチュレーション保護

2SC0535T でセンス ダイオードによるデサチュレーション保護が必要な場合は、アプリケーション ノート AN-1101 /4/ を参照してください。電圧クラスが 1700V 以上の IGBT モジュールでは、センス ダイオード付きのデサチュレーション保護を推奨しません。

2SC0535T の並列接続

2SC0535T ドライバの並列接続が必要な場合は、アプリケーション ノート AN-0904 /5/。

概要及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

3 レベルまたはマルチレベルのトポロジ

2SC0535T 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。

参考文献

- /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/ 「Data sheets SCALE™-2 driver core 2SC0535T (SCALE™-2 ドライバ コア 2SC0535T データ シート)」、Power Integrations
 - /4/ アプリケーション ノート AN-1101: Application with SCALE™-2 Gate Driver Cores, Power Integrations
 - /5/ アプリケーション ノート AN-0904: 『SCALE™-2 ゲート ドライバ コアの直接並列接続』、Power Integrations
 - /6/ アプリケーション ノート AN-0901: 『SCALE™-2 IGBT ドライバによりマルチレベル コンバータ トポロジを制御するための方法』、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、ドキュメントは www.power.com/igbt-driver/go/papers にあります。

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、社内のすべての業務で最先端のプロセスを保証しており、ISO9001:2008 規格に認定されています。

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充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)

注文情報

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。

型式指定

概要

2SC0535T2A0-33
2SC0535T2A1-33

デュアルチャンネル SCALE-2 ドライバ コア (新設計には非推奨)
デュアルチャンネル SCALE-2 ドライバ コア (鉛フリー)

製品のホームページ: www.power.com/igbt-driver/go/2SC0535T

ドライバの命名体系については www.power.com/igbt-driver/go/nomenclature を参照してください。

その他の製品に関する情報

その他のドライバ コア:

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

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

次をクリック: www.power.com

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

© 2011…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.
2.1 版 2016-11-15

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

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

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

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

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

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

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

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

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