

## SCALE™-2 2SC0435T

### 説明及びアプリケーションマニュアル (暫定版)

デュアルチャンネル、高電力で低価格の IGBT ドライバ

#### 概要

新しい低価格の SCALE™-2 デュアルドライバ コア 2SC0435T は、かつてない小型化を実現し、幅広い分野に適用できる製品です。ドライバは高い信頼度が要求されるユニバーサルなアプリケーションのために設計されました。2SC0435T は、最大 1700 V までの標準の高電力 IGBT モジュールのすべてを駆動します。並列処理機能が組み込まれているため、高い定格電力をカバーするインバータを簡単に設計することができます。マルチレベルのトポロジもサポートされています。

2SC0435T は、基板上の実装面積が 57.2 mm x 51.6 mm、最大挿入高さが 20.5 mm であり、産業用アプリケーションで利用可能な電力範囲を実現する製品の中では最もコンパクトなドライバ コアです。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 2SC0435T ドライバコア

## 説明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イス回路.....	8
一次側インターフェイスの説明.....	8
一般事項.....	8
VCC 端子.....	9
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イス回路.....	12
二次側インターフェイスの概要.....	12
一般事項.....	12
DC/DC 出力 (VIS0x)、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).....	14
ゲート ターンオン (GHx) 及びターンオフ (GLx) 端子.....	15
<b>2SC0435T SCALE-2 ドライバの動作の詳細.....</b>	<b>15</b>
電源及び電氣的絶縁.....	15
電源モニタリング.....	16
V <sub>CE</sub> モニタリング / 短絡保護.....	16
センス ダイオード付きのデサチュレーション保護.....	17
2SC0435T の並列接続.....	17
3 レベルまたはマルチレベルのトポロジ.....	17
2SC0435T の追加アプリケーション サポート.....	18

---

## 説明及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

参考文献.....	18
情報源: <b>SCALE-2</b> ドライバ データ シート .....	18
特殊な用途: オーダーメイド <b>SCALE-2</b> ドライバ.....	19
技術サポート.....	19
品質.....	19
免責条項.....	19
注文情報.....	20
その他の製品に関する情報.....	20
<b>Power Integrations</b> のセールス オフィス .....	21

説明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

2SC0435T は、Power Integrations の最新の SCALE-2 チップセット /1/ を搭載したドライバ コアです。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実装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 /2/ をさらに発展させたものです。

2SC0435T は中電力のデュアル チャンネル IGBT および MOSFET 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誇ります。2SC0435T は、絶縁型 DC/DC コンバータ、短絡保護回路、高度なアクティブ クランプ (AAC)、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。

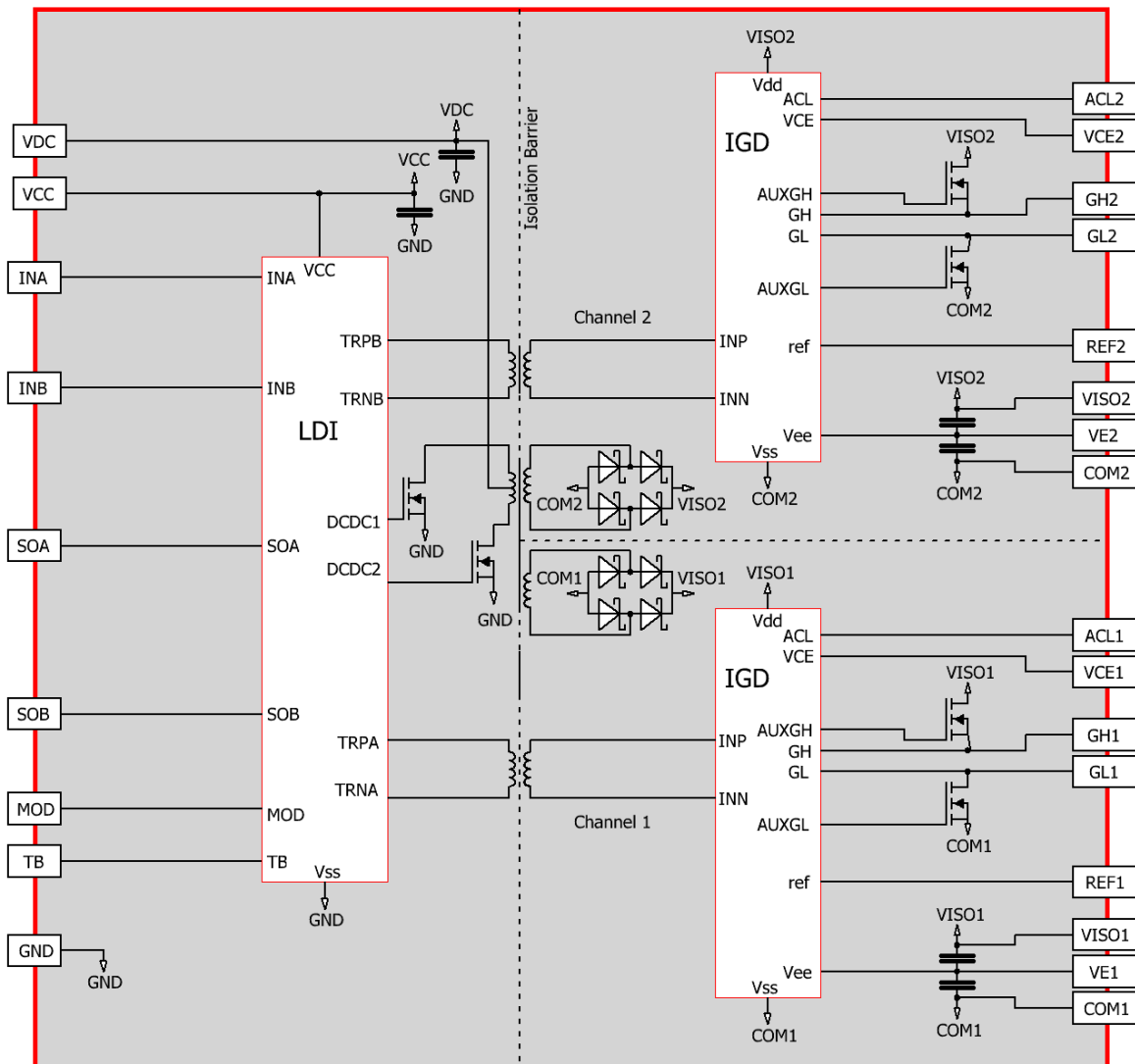


図 2 ドライバコア 2SC0435T のブロック図

説明及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

機械的寸法

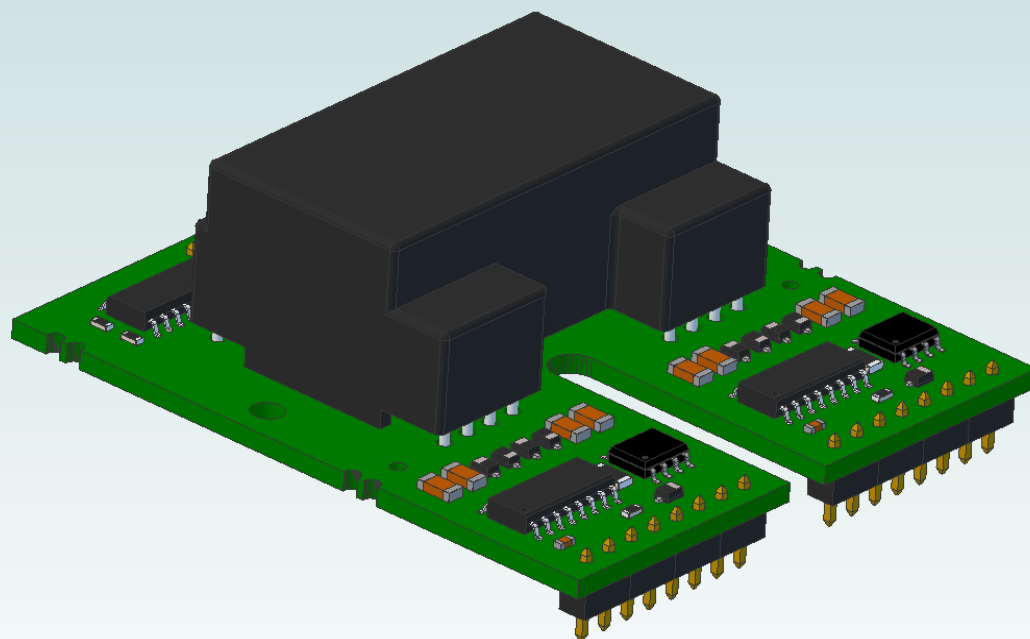


図 3 2SC0435T2A0-17 のインタラクティブ 3D 図面

## 説明及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

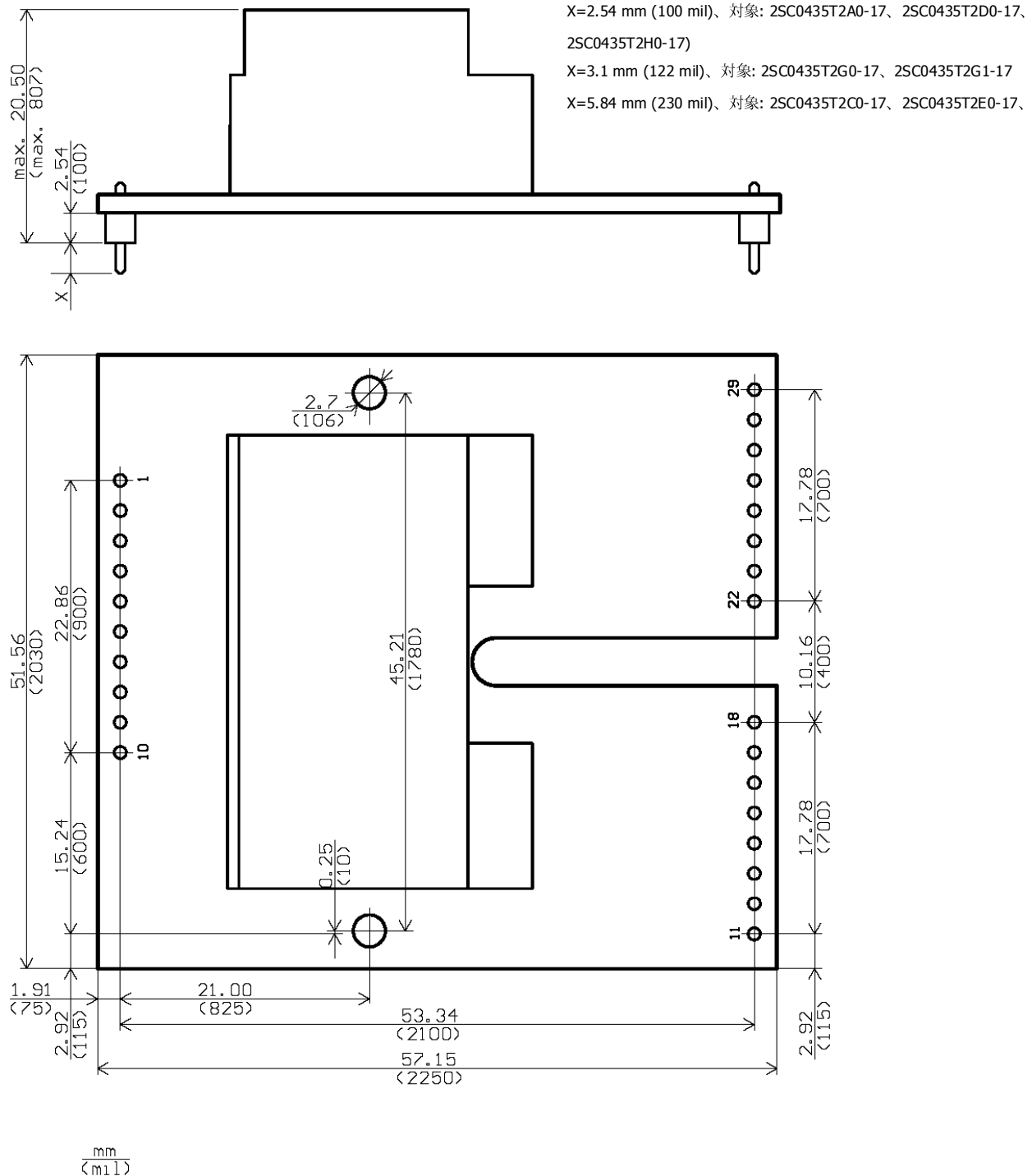


図 4 2SC0435T の構造図

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 57.2mm x 51.6mm です。ドライバの高さは、ピン本体の底面から実装後の PCB の最上部までを計測した場合、最大で 20.5mm です。

推奨される半田パッドの直径:  $\varnothing$  2 mm (79 mil)

推奨されるドリル穴の直径:  $\varnothing$  1 mm (39 mil)

## 説明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
<b>一次側</b>	
1 VDC	DC/DC コンバータ供給
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; 一時側に対して 15V 電源
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
<b>二次側</b>	
11 ACL1	アクティブなクランプ 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
12 VCE1	V <sub>CE</sub> センス チャンネル 1; 抵抗回路を通して IGBT コレクタに接続
13 REF1	V <sub>CE</sub> 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
14 COM1	二次側グラウンド チャンネル 1
15 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
16 VIS01	DC/DC 出力チャンネル 1
17 GH1	ゲートハイチャンネル 1; ターンオン抵抗を通してゲートをハイにプルアップ
18 GL1	ゲートローチャンネル 1; ターンオフ抵抗を通してゲートをローにプルダウン
19 Free	
20 Free	
21 Free	
22 ACL2	アクティブなクランプ 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
23 VCE2	V <sub>CE</sub> センス チャンネル 2; 抵抗回路を通して IGBT コレクタに接続
24 REF2	V <sub>CE</sub> 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
25 COM2	二次側グラウンド チャンネル 2
26 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
27 VIS02	DC/DC 出力チャンネル 2
28 GH2	ゲートハイチャンネル 2; ターンオン抵抗を通してゲートをハイにプルアップ
29 GL2	ゲートローチャンネル 2; ターンオフ抵抗を通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。

## 説明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イス回路

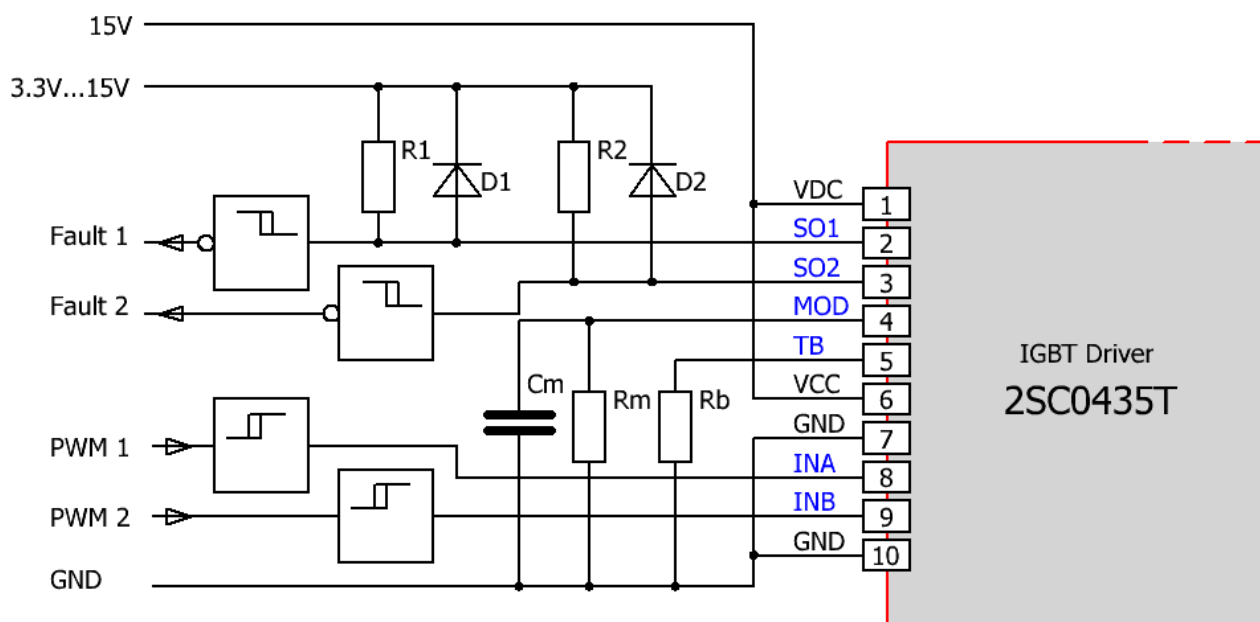


図 5 2SC0435T の推奨ユーザー インターフェイス (一次側)

両方のグラウンド ピンは、低寄生インダクタンスで接続され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 ピンを接続する距離は最小にする必要があります。

### 一次側インターフェイスの説明

#### 一般事項

ドライバ 2SC0435T の一次側インターフェイスは非常にシンプルで簡単に使用できます。

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

- 2 個の電源ターミナル
- 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)
- モード選択入力 (ハーフブリッジ/ダイレクトモード) 1 個
- ブロッキング時間を設定する 1 x 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。



---

## 説明及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

---

### VCC 端子

---

ドライバはインターフェイス コネクタ上に VCC 端子一つを備え、一次側回路に 15 V 電源を供給します。

---

### 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 1 つの VDC 端子がインターフェイス 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電流制限を使用する必要はありません。

---

### MOD (モード選択)

---

MOD 入力では、抵抗を 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 に接続する場合は、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 トポロジーでは、各 IGBT がそれぞれのドライブ信号を受け取る際に制御回路でデッド タイムが発生する場合にのみ選択します。

**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 入力を抵抗  $72k < R_m < 181k$  にて GND に接続すると、ハーフブリッジ モードが選択されます。このモードでは、入力 INA と INB には次の機能があります。INA はドライブ信号入力、INB はイネーブル入力として動作します (図 6)。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偏差を低減するため  $R_m$  と並列でコンデンサ  $C_m = 22nF$  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。

---

## 説明及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

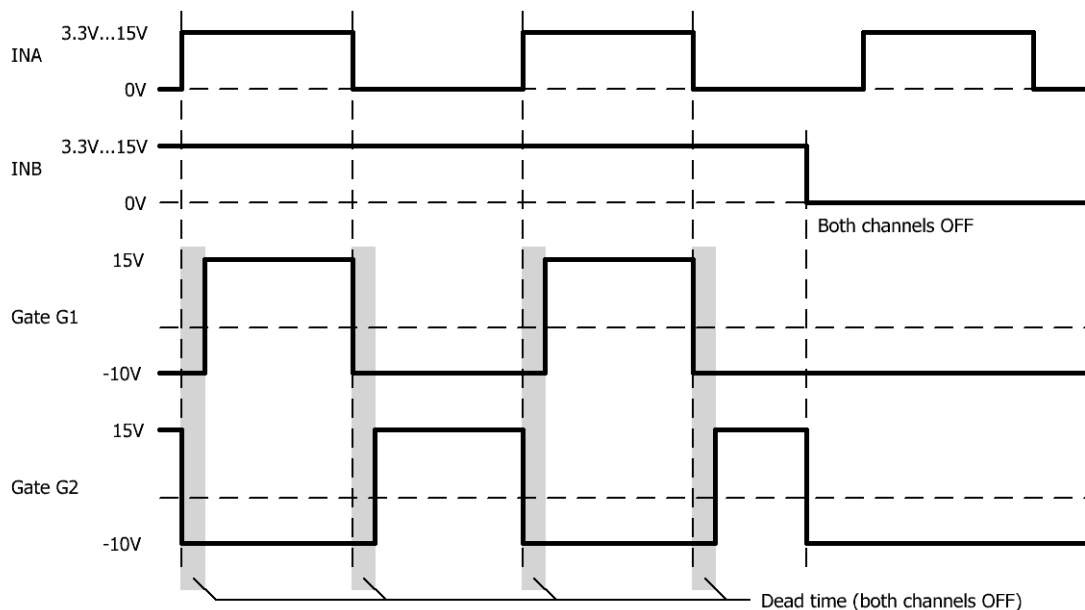


図 6 ハーフブリッジ モードの信号

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):

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

デッドタイムはサンプルごとに異なる場合があることに注意してください。許容誤差は約  $\pm 20\%$  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 モードの使用と、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、オープンドレイン タイプのトランジスタです。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 $\mu$ 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。障害 (一次側供給低電圧、二次側供給低電圧、IGBT の短絡、あるいは過電流など) が検出されると、対応するステータス出力 SOx が低 (GND に接続) となります。

## 説明及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

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のみ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。

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評価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

- 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  $T_b$  の経過後に、 $SOx$  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 (タイミングについて詳しくは「TB (ブロッキング時間  $T_b$  を調整するための入力)TB (ブロッキング時間  $T_b$  を調整するための入力)」を参照)。
- 一次側の電源低電圧は、両方の  $SOx$  出力に同時に示されます。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できます (図 5)。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。

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

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) に設定することもできます。端子 TB は、フローティング状態のまま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。

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

## 説明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イス回路

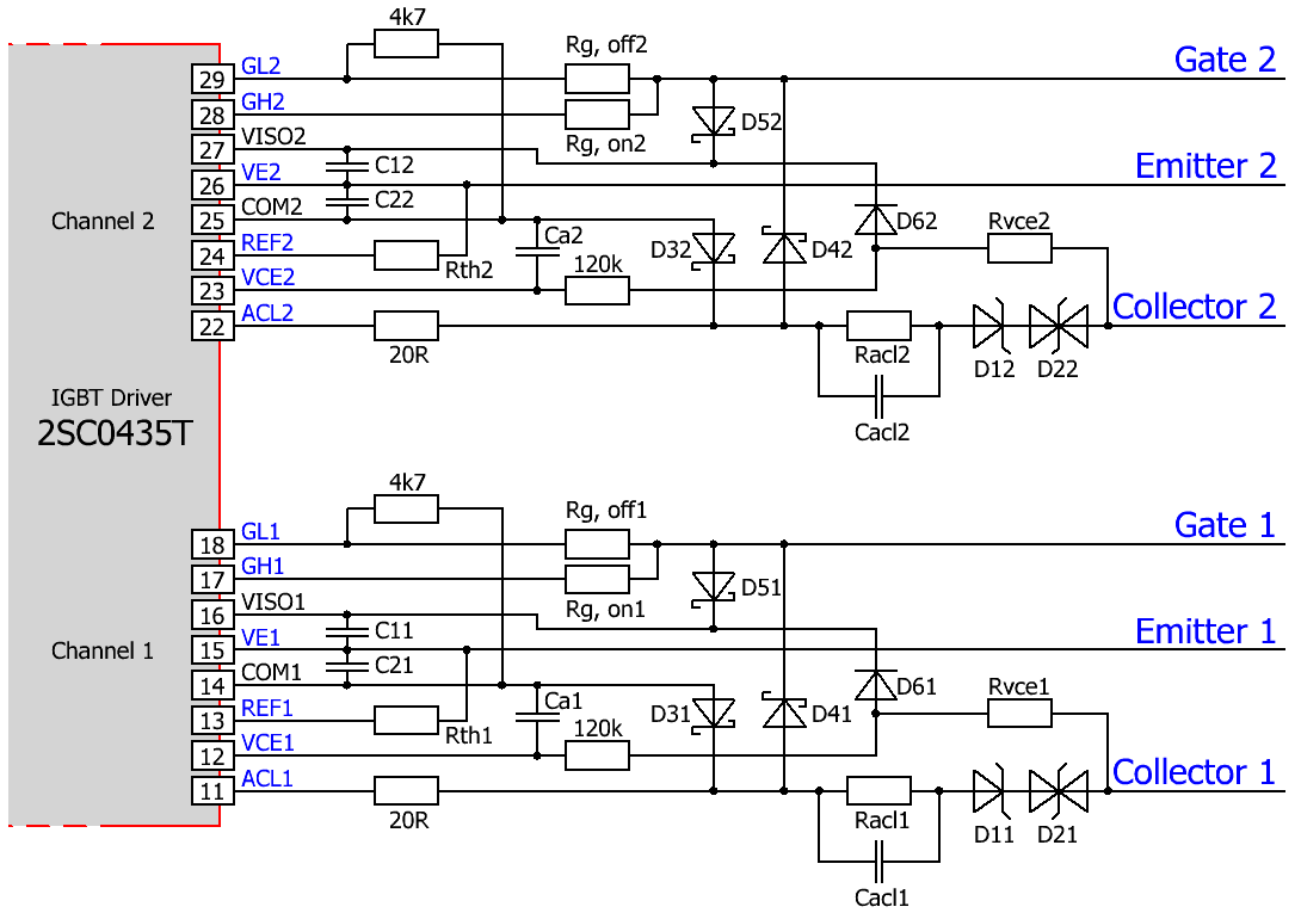


図 7 アドバンスド アクティブ クランプ機能を備えた 2SC0435T の推奨ユーザー インターフェイス (二次側)

## 二次側インターフェイスの概要

## 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 インターフェイス 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)。

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

---

## 説明及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

- ターンオン ゲート端子 GHx 1 個
- ターンオフ ゲート端子 GLx 1 個

すべての入出力は ESD 保護されています。

---

### 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)。

ゲート電荷量が  $3\mu\text{C}$  以下のパワー半導体は、二次側にコンデンサを追加せずに駆動することができます。IGBT または MOSFET のゲート電荷量がこれよりも大きい場合は、 $3\mu\text{C}$  からゲート電荷量が  $1\mu\text{C}$  増えるごとに、最小  $3\mu\text{F}$  の外部ブロッキング容量を供給することを推奨します。ブロッキング コンデンサは、VISOx と VEx (図 7 の  $C_{1x}$ ) 及び VEx と COMx (図 7 の  $C_{2x}$ ) の間に配置する必要があります。コンデンサは、インダクタンスが最小となる範囲で、ドライバの端子ピンにできるだけ近づけて接続しなければなりません。 $C_{1x}$  と  $C_{2x}$  には同じ容量値を使用することを推奨します。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。

コンデンサ  $C_{1x}$  または  $C_{2x}$  が  $150\mu\text{F}$  を超える場合は、Power Integrations のサポート サービスにご相談ください。

VISOx と VEx、または VEx と COMx の間に一定の負荷をかけて接続してはなりません。一定負荷は、必要に応じて VISOx と COMx の間に接続することができます。

---

### 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とともに、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 で  $150\mu\text{A}$  の定電流が可能です。

---

### コレクタ センス (VCEx)

IGBT または MOSFET の過電流あるいは短絡を検出するため、コレクタ センスを図 7 に示す回路を使用して IGBT コレクタまたは MOSFET ドレインに接続しなければなりません。

- $R_{vce}$  を約  $0.6 \sim 1 \text{ mA}$  の電流が流れるように、 $R_{vce}$  の抵抗値の設定することを推奨します (例:  $V_{\text{DC-LINK}} = 1200 \text{ V}$  の場合は  $1.2 \sim 1.8 \text{ M}\Omega$ )。  $R_{vce}$  を通る電流は  $1 \text{ mA}$  を超えてはなりません。直列接続された抵抗のほか、高電圧抵抗も使用することができます。いずれの場合も、アプリケーションに関連する最小沿面距離を考慮しなければなりません。
- ダイオード  $D_{6x}$  は、漏れ電流を十分に低くして、ブロッキング電圧を  $40 \text{ V}$  よりも大きくする必要があります (たとえば 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。

この機能の動作及び応答時間については、VCE モニタリング / 短絡保護 ページの「16」を参照してください。

---

## 説明及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

---

### 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 (ドレイン - ソース) 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部分的にオンにする技術です。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。2SC0435T 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) 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) 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<sub>1x</sub>、D<sub>2x</sub>。以下を使用することを推奨します。
  - 430V までの DC リンク電圧に対しては、600V IGBT に 6 個の 80V TVS にて対応。Semikron 製の 5 つの単方向 TVS P6SMBJ70A 及び 1 つの双方向 TVS P6SMBJ70CA、あるいは Vishay 製の 5 つの単方向 TVS SMBJ70A-E3 及び 1 つの双方向 TVS SMBJ70CA-E3 を使用することで良好なクランプ結果が得られます。
  - 800V までの DC リンク電圧に対しては、1,200V IGBT に 6 個の 150V TVS にて対応。Vishay 製の 5 つの単方向 TVS SMBJ130A-E3 及び 1 つの双方向 TVS SMBJ130CA-E3、あるいは ST 製の 5 つの単方向 TVS SMBJ130A-TR 及び Diotec 製の 1 つの双方向 TVS P6SMBJ130CA を使用することで良好なクランプ結果が得られます。
  - 1,200V までの DC リンク電圧に対しては、1,700V IGBT に 6 個の 220V TVS にて対応。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。

順方向の回復動作が原因で IGBT モジュールの逆並列ダイオードのターンオン中に TVS チェーン内を負電流が流れるのを回避するため、チャンネル当たり少なくとも 1 つの双方向 TVS (D<sub>2x</sub>) を使用しなければなりません。このような電流は (アプリケーションによっては)、ドライバの二次電圧 VISOx から VEx (15 V) に対し低電圧を引き起こすことがあります。

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、スレッシュホールド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。

## 説明及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

- $R_{\text{aclx}}$  及び  $C_{\text{aclx}}$ : 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 クランプの有効性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、 $R_{\text{aclx}}=0\text{...}150\Omega$  及び  $R_{\text{aclx}}*C_{\text{aclx}}=100\text{ns...}500\text{ns}$  です。アクティブ クランプの効果性を向上するには、 $R_{\text{aclx}}=0\Omega$  が推奨されます。
- $D_{3x}$ 、 $D_{4x}$  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)。

AAC を使用する場合は、 $20\Omega$  抵抗とダイオード  $D_{3x}$ 、 $D_{4x}$  及び  $D_{5x}$  を省略してはなりません。AAC を使用しない場合は、 $20\Omega$  抵抗とダイオード  $D_{3x}$  及び  $D_{4x}$  は省略できます。

アプリケーション ノート AN-1302 /7/ には、スイッチングなしのオフ状態で DC リンク電圧をより高い値に上げることができるダイナミック アドバンスド アクティブクランプ ( $DA^2C$ ) に関する情報が記載されています。

### ゲート ターンオン ( $GHx$ ) 及びターンオフ ( $GLx$ ) 端子

これらの端子によって、ターンオン ( $GHx$ ) 及びターンオフ ( $GLx$ ) ゲート抵抗を經由してパワー半導体のゲートに接続することができます。 $GHx$  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/MOSFET 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  $4.7k\Omega$  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。 $V_{\text{CE}}$  の急な上昇により一部の IGBT がオンする場合があります。

### 2SC0435T 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 ドライバ回路に電氣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) には、一次側といずれかの二次側の間に EN 50178、保護クラス II に準拠する安全のための絶縁機能が搭載されています。

本ドライバは安定した供給電圧を必要とします。



## 説明及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

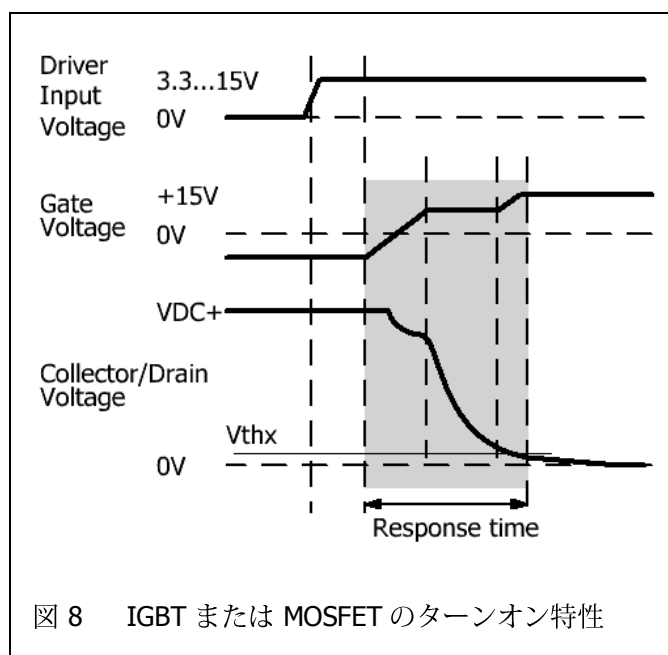
### 電源モニタリング

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。

一次側で電源供給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。

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。

### V<sub>CE</sub> モニタリング / 短絡保護



2SC0435T ドライバの各チャンネルには、V<sub>CE</sub> 監視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。抵抗 (R<sub>thx</sub> in 図 7) は、ターンオフ スレッシュホールドを設定するための基準として使用されます。R<sub>thx</sub> を流れる電流の値は 150  $\mu$ A (標準) です。スレッシュホールドレベルは約 10 V (約 68 k $\Omega$  の R<sub>thx</sub> の値) を選択することを推奨します。この場合、ドライバは、短絡については十分に IGBT を保護しますが、過電流については必ずしもそうではありません。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対応することを推奨します。

2SC0435T の動作を確実にを行うため、応答時間コンデンサ C<sub>ax</sub> はドライバに内蔵せず、外部接続にします。

応答時間の間、V<sub>CE</sub> 監視回路は停止となります。この応答時間は、パワー半導体のターンオンからコレクタ/ドレイン電圧が測定されるまでの時間です (図 8)。

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。ターンオン時の応答時間の後、V<sub>CE</sub> 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<sub>CE</sub> の計測値がプログラムされたスレッシュホールド V<sub>thx</sub> 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 (非導通) のままとなり、ブロッキング時間 T<sub>b</sub> がアクティブな間は、ピン SOx の障害が表示されます。



## 説明及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

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。

必要な応答時間 ( $R_{v_{cex}}=1.8M\Omega$ 、DC リンク電圧  $V_{DC-LINK}>550V$ ) を設定するために、以下の表に基づいて応答時間コンデンサ  $C_{ax}$  を決定することができます。

$C_{ax}$ [pF]	$R_{thx}$ [k $\Omega$ ]/ $V_{thx}$ [V]	応答時間 [ $\mu$ s]
0	43 / 6.45	1.2
15	43 / 6.45	3.2
22	43 / 6.45	4.2
33	43 / 6.45	5.8
47	43 / 6.45	7.8
0	68 / 10.2	1.5
15	68 / 10.2	4.9
22	68 / 10.2	6.5
33	68 / 10.2	8.9
47	68 / 10.2	12.2

表 1 容量  $C_{ax}$  及び抵抗  $R_{thx}$  に関連する標準的な応答時間

ホスト基板の寄生容量が応答時間に影響を及ぼす場合があるため、最終設計で測定することを推奨します。応答時間は、使用されるパワー半導体の最大許容短絡時間よりも小さくなるように定義することが重要です。

応答時間は、DC リンク電圧値が 550V 未満になるか、スレッシュホールド電圧値  $V_{thx}$  がより高くなると増加することに注意してください。応答時間は、スレッシュホールド電圧値が低下すると減少します。

### センス ダイオード付きのデサチュレーション保護

I2SC0435T でセンス ダイオードの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。

### 2SC0435T の並列接続

2SC0435T 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/ を参照してください。

### 3 レベルまたはマルチレベルのトポロジ

2SC0435T 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。

---

## 説明及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

---

### 2SC0435T の追加アプリケーション サポート

---

2SC0435T ドライバを使用する場合の追加アプリケーション サポートについては、アプリケーション ノート AN-1101 /4/ 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 2SC0435T (SCALE™-2 ドライバ コア 2SC0435T データ シート)」、Power Integrations
  - /4 アプリケーション ノート AN-1101: SCALE™-2 及び SCALE™-2+ のゲート ドライバ コアを搭載したアプリケーション、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
  - /7 アプリケーション ノート AN-1302: ダイナミック アドバンスド アクティブクランプ (DA<sup>2</sup>C)、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](http://www.power.com/igbt-driver/go/app-note) に、論文は [www.power.com/igbt-driver/go/papers](http://www.power.com/igbt-driver/go/papers) に用意されています。

#### 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](http://www.power.com)。

## 説明及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

### 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](http://www.power.com/igbt-driver/go/support)

### 品質

高品質を提供する責務は Power Integrations Switzerland GmbH 社の中核を成しています。当社の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よって計算され、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。

## 説明及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

### 注文情報

当社の国際販売条件が適用されます。

型式指定	概要
2SC0435T2A0-17	デュアルチャンネル SCALE-2 ドライバ コア (コネクタ ピン長さ: 2.54 mm)
2SC0435T2C0-17	デュアルチャンネル SCALE-2 ドライバ コア (コネクタ ピン長さ: 5.84 mm)
2SC0435T2D0-17	デュアルチャンネル SCALE-2 ドライバ コア (鉛フリー、コネクタ ピン長さ: 2.54 mm)
2SC0435T2E0-17	デュアルチャンネル SCALE-2 ドライバ コア (鉛フリー、コネクタ ピン長さ: 5.84mm)
2SC0435T2F0-17	デュアルチャンネル SCALE-2 ドライバ コア (コネクタ ピン長さ: 5.84 mm、EMI 機能を強化)
2SC0435T2G0-17	新しい設計には非推奨
2SC0435T2F1-17	デュアルチャンネル SCALE-2 ドライバ コア (鉛フリー、コネクタ ピン長さ: 5.84 mm、EMI 機能を強化)
2SC0435T2G1-17	デュアルチャンネル SCALE-2 ドライバ コア (鉛フリー、コネクタ ピン長さ: 3.1mm、EMI 機能を強化)
2SC0435T2H0-17	デュアルチャンネル SCALE-2 ドライバ コア (鉛フリー、コネクタ ピン長さ: 2.54mm、EMI 機能を強化)

製品のホームページ: [www.power.com/igbt-driver/go/2SC0435T](http://www.power.com/igbt-driver/go/2SC0435T)

ドライバの命名体系については [www.power.com/igbt-driver/go/nomenclature](http://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](http://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](http://www.power.com)

## 説明及びアプリケーション マニュアル (暫定版)

### Power Integrations のセールス オフィス

#### 世界本社

5245 Hellyer Avenue  
San Jose, CA 95138, USA  
電話: +1-408-414-9200  
ファックス: +1-408-414-9765  
電子メール: [usasales@power.com](mailto:usasales@power.com)

#### アメリカ西部

5245 Hellyer Avenue  
San Jose, CA 95138, USA  
電話: +1-408-414-8778  
ファックス: +1-408-414-3760  
電子メール: [usasales@power.com](mailto:usasales@power.com)

#### ドイツ (AC-DC/LED 販売)

Lindwurmstrasse 114  
80337 München, Germany  
電話: +49-89-5527-39100  
ファックス: +49-89-1228-5374  
電子メール: [eurosales@power.com](mailto:eurosales@power.com)

#### インド (ムンバイ)

Unit:106-107, Sagar Tech Plaza-B  
Sakinaka, Andheri Kurla Road  
Mumbai, Maharashtra 400072 India  
電話 1: +91-22-4003-3700  
電話 2: +91-22-4003-3600  
電子メール: [indiasales@power.com](mailto:indiasales@power.com)

#### 日本

〒 222-0033  
神奈川県横浜市港北区新横浜  
2-12-11  
光正第 3 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](mailto:japansales@power.com)

#### 台湾

5F, No. 318, Nei Hu Rd., Sec. 1  
Nei Hu Dist.  
Taipei, 114 Taiwan  
電話: +886-2-2659-4570  
ファックス: +886-2-2659-4550  
電子メール: [taiwansales@power.com](mailto:taiwansales@power.com)

#### アメリカ東部

7360 McGinnis Ferry Road  
Suite 225  
Suwanee, GA 30024 USA  
電話: +1-678-957-0724  
ファックス: +1-678-957-0784  
電子メール: [usasales@power.com](mailto:usasales@power.com)

#### 中国 (上海)

Room 2410, Charity Plaza  
No. 88 North Caoxi Road  
Shanghai, 200030 China  
電話: +86-21-6354-6323  
ファックス: +86-21-6354-6325  
電子メール: [chinasales@power.com](mailto:chinasales@power.com)

#### ドイツ (IGBT ドライバ販売)

HellwegForum 1  
59469 Ense, Germany  
電話: +49-2938-64-39990  
電子メール:  
[igbt-driver.sales@power.com](mailto:igbt-driver.sales@power.com)

#### インド (ニューデリー)

#45, Top Floor  
Okhla Industrial Area, Phase - III  
New Dehli, 110020 India  
電話 1: +91-11-4055-2351  
電話 2: +91-11-4055-2353  
電子メール: [indiasales@power.com](mailto:indiasales@power.com)

#### 韓国

RM602, 6FL, 22  
Teheran-ro 87-gil, Gangnam-gu  
Seoul, 06164 Korea  
電話: +82-2-2016-6610  
ファックス: +82-2-2016-6630  
電子メール: [koreasales@power.com](mailto:koreasales@power.com)

#### イギリス

Bulding 5, Suite 21  
The Westbrook Centre  
Milton Road  
Cambridge, CB4 1YG United  
Kingdom  
電話: +44-7823-557-484  
電子メール: [eurosales@power.com](mailto:eurosales@power.com)

#### アメリカ中部

333 Sheridan Road  
Winnetka, IL 60093 USA  
電話: +1-847-721-6293  
電子メール: [usasales@power.com](mailto:usasales@power.com)

#### 中国 (深圳)

17/F, Hivac Building, No 2  
Keji South 8th Road, Nanshan District  
Shenzhen, 518057 China  
電話: +86-755-8672-8689  
ファックス: +86-755-8672-8690  
電子メール: [chinasales@power.com](mailto:chinasales@power.com)

#### インド (バンガロール)

#1, 14th Main Road  
Vasanthangar  
Bangalore, 560052 India  
電話 1: +91-80-4113-8020  
電話 2: +91-80-4113-8028  
ファックス: +91-80-4113-8023  
電子メール: [indiasales@power.com](mailto:indiasales@power.com)

#### イタリア

Via Milanese 20  
20099 Sesto San Giovanni (MI), Italy  
電話: +39-02-4550-8708  
電子メール: [eurosales@power.com](mailto:eurosales@power.com)

#### シンガポール

51 Newton Road  
#19-01/05 Goldhill Plaza  
Singapore, 308900  
電話 1: +65-6358-2160  
電話 2: +65-6358-4480  
ファックス: +65-6358-2015  
電子メール: [singaporesales@power.com](mailto:singaporesales@power.com)