

ゲートドライバカプラー

パワーデバイス ゲート負バイアス電源使用時の注意事項

概要

本資料はお客様が TLP5752H などの汎用ゲートドライバカプラーや TLP5214A などのスマートゲートドライバカプラーをお使い頂く際に注意すべき、パワーデバイスのゲート回路を設計する上でのヒントをまとめた資料です。

IGBT やパワーMOSFET などのパワーデバイスのゲート回路は、高電圧大電流をスイッチングする際発生するノイズによる誤動作を防止するため、ゲート入力信号オフ時に負バイアスの電源でゲート電圧をマイナスに引く例があります。

本資料では、ゲート負バイアス電源使用時の注意事項やヒントを述べます。

これは参考資料です。本資料での最終機器設計はしないでください。

目次

概要	1
目次	2
1. ゲート負バイアス電源使用時の応用回路例	3
2. ゲート電源設計時の注意事項	4
3. ゲート負バイアス電源使用時の動作波形例	4
4. UVLO/AMC 回路併用時の注意事項	6
5. DESAT 回路の注意事項	8
変更履歴	9
記載内容の留意点	10
使用上のご注意およびお願い事項	10
製品取り扱い上のお願い	11

図目次

図 1.1 TLP5752H IGBT ゲートドライブ応用回路例	3
図 1.2 TLP5214A IGBT ゲートドライブ応用回路例	3
図 3.1 IGBT ダブルパルス試験 TLP5214A ゲートドライブ回路	4
図 3.2 IGBT ダブルパルス試験 動作波形例	5
図 4.1 TLP5752H ゲート正バイアス電源使用時の UVLO モニター位置	6
図 4.2 TLP5752H ゲート負バイアス電源併用時の UVLO モニター位置	6
図 4.3 TLP5214A ゲート負バイアス電源併用時の UVLO モニター位置	7
図 4.4 TLP5214A AMC 機能 非使用時の端子短絡箇所	8
図 5.1 TLP5214A 入力ゲート信号オフ時の電流経路	8

表目次

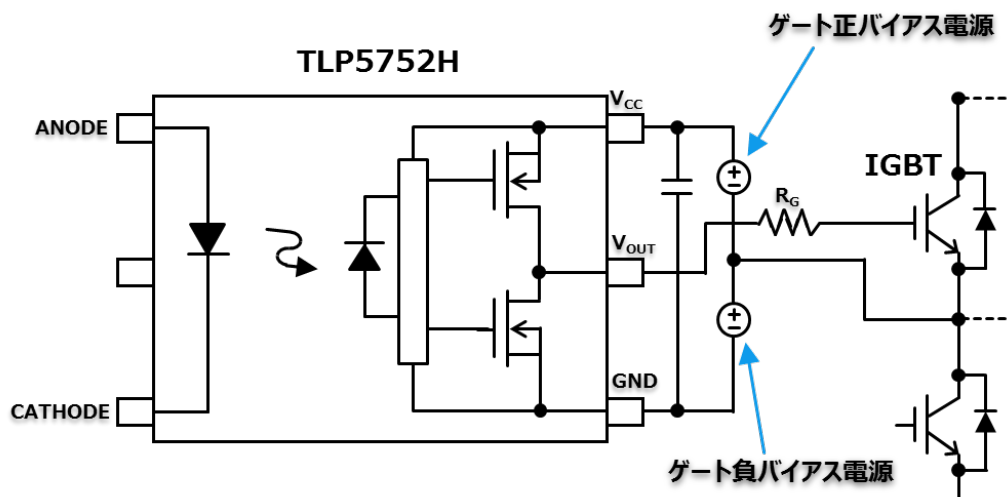
表 2.1 TLP5752HとTLP5214A の供給電流比較表	4
表 4.1 TLP5752H ゲート負バイアス電源使用時の UVLO スレッショルド電圧	7
表 4.2 TLP5214A ゲート負バイアス電源使用時の UVLO スレッショルド電圧	7

1. ゲート負バイアス電源使用時の応用回路例

まず汎用ゲートドライバカプラーとスマートゲートドライバカプラーのパワーデバイスゲート駆動回路例を示します。

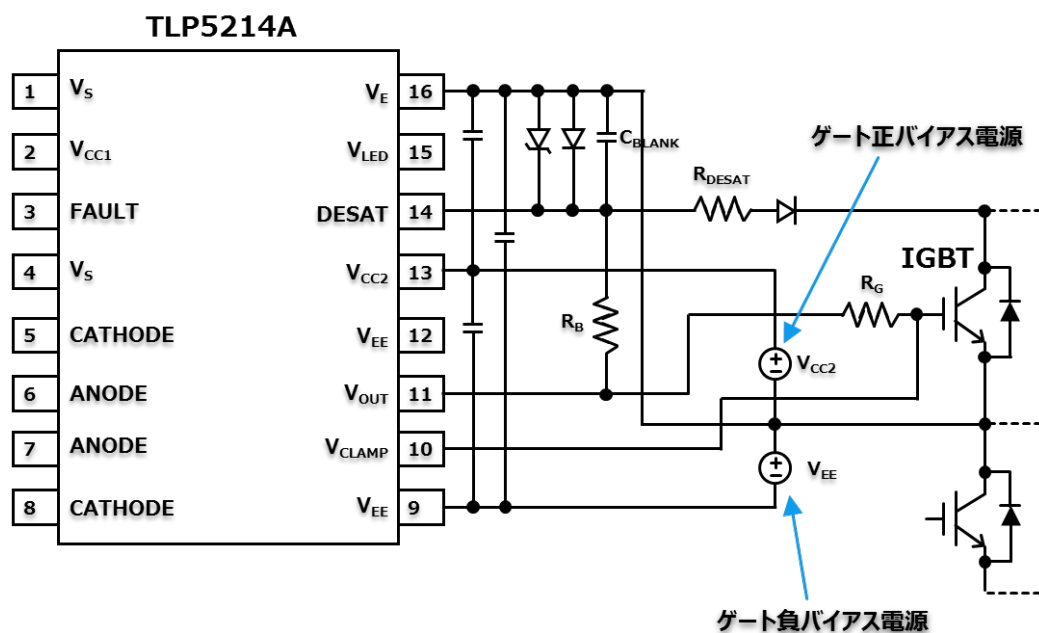
これらの回路例では、IGBT のゲートを TLP5752H あるいは TLP5214A でドライブしています。負バイアス電源は IGBT のエミッターと GND または V_{EE} 端子の間に接続します。電源電圧の設定時には正バイアス電源(V_{CC} または V_{CC2})と負バイアス電源の合計電圧がドライバカプラーやスマートゲートドライバカプラーの最大定格を超えないよう注意してください。

なお V_{CC} または V_{CC2} の設計時には、UVLO(低電源電圧保護)機能や後段のパワーデバイスのゲート耐電圧にも留意してください。



(ゲート出力側回路は一部配線を省略。またゲート信号入力回路は省略)

図 1.1 TLP5752H IGBT ゲートドライブ応用回路例



(ゲート出力側回路は DESAT 回路使用。また一部配線は省略。ゲート信号入力回路は省略)

図 1.2 TLP5214A IGBT ゲートドライブ応用回路例

2. ゲート電源設計時の注意事項

通常のインバータ回路では IGBT や MOSFET などのパワーデバイスが 6 個、また例えば近年のマルチレベルインバータ回路ではさらに多くのパワーデバイスが使われます。その際、特にハイサイド側パワーデバイスのゲート電源は、他のパワーデバイスのゲート回路との GND 分離が必要となり、絶縁トランスやブートストラップコンデンサによるフローティング電源が使われています。

絶縁電源の小型化が必要な場合、あるいは十分なブートストラップコンデンサ容量が確保できない場合、パワーデバイスのゲート充放電電流以外に以下のパラメーターにも留意が必要です。

汎用ゲートドライバカプラー : 供給電流 I_{CC}

スマートゲートドライバカプラー : 供給電流 I_{CC} 、ブランキングコンデンサ充電電流とそれを補完するブースト電流、FAULT フィードバック用 LED 電流

表 2.1 TLP5752H と TLP5214A の供給電流比較表

型名	項目	記号	標準	最大
TLP5752H	“H”レベル供給電流	I_{CCH}	1.8mA	3.0mA
	“L”レベル供給電流	I_{CCL}	1.7mA	3.0mA
TLP5214A	“H”レベル供給電流	I_{CC2H}	2.4mA	3.8mA
	“L”レベル供給電流	I_{CC2L}	2.3mA	3.8mA

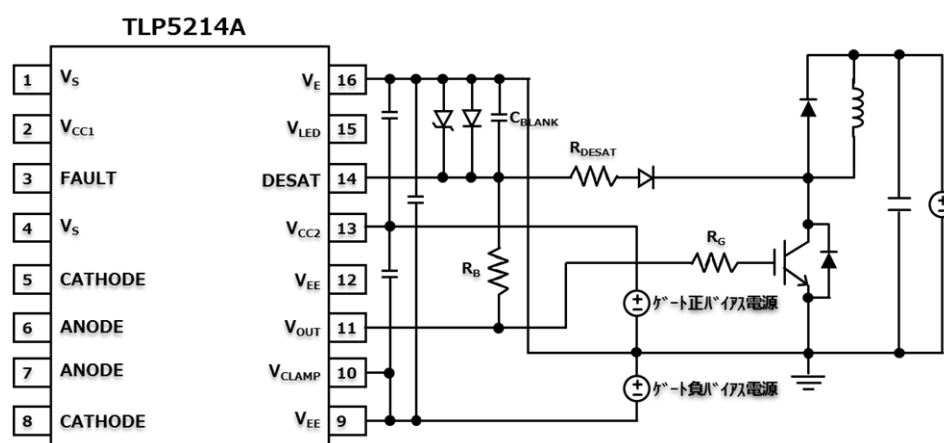
供給電流自体にはあまり大きな違いはないのですが、特にスマートゲートドライバカプラーでは保護機能発動時、供給電流以外に FAULT フィードバック用 LED 電流が約 10mA、ブランキングコンデンサブースト電流(ただしゲートローレベル変化後)が約 9mA*流れる可能性があります。

その際の消費電力は約 480mW まで上昇しますので、速やかにシステムの停止あるいは次のゲート入力信号で保護機能をリセットしてください。なおブランキングコンデンサ用のブースト電流については、5 項の中で紹介致します。

*: $V_{CC2} \sim V_{EE} = 30V$, $V_{EE} = -10V$, $R_B = 1k\Omega$

3. ゲート負バイアス電源使用時の動作波形例

TLP5214A で IGBT をスイッチングさせたときの波形例を以下に示します。



試験回路 (クランプ回路は V_{EE} と接続、また出力バッファ回路とゲート信号入力回路は省略)

測定条件

・ $V_{CC}=750V$, $I_C=540A$, $T_a=25^\circ C$, リアクトル:200 μH

図 3.1 IGBT ダブルパルス試験 TLP5214A ゲートドライブ回路

スイッチング動作波形例

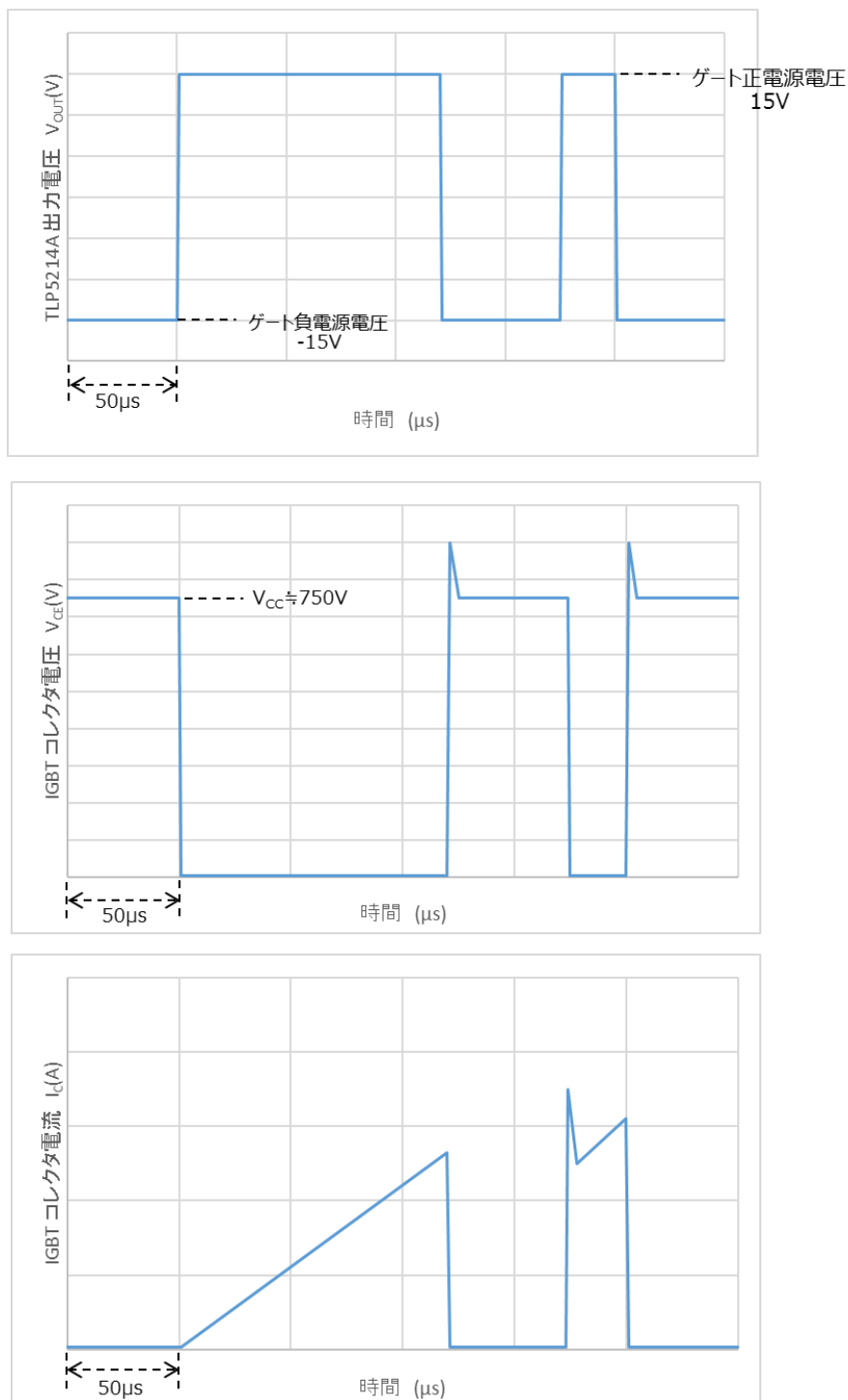


図 3.2 IGBT ダブルパルス試験 動作波形例

4. UVLO/AMC 回路併用時の注意事項

UVLO 機能の概要

UVLOとは Under Voltage Lock Out の略名でゲート低電圧動作防止機能のことです。動作中に電源電圧が低下し、UVLO スレッシュホールド電圧を下回った際にゲート出力を停止してパワーデバイスの非飽和動作を防止します。電源電圧が上昇し UVLO 解除電圧を上回ると UVLO は解除され動作を再開します。

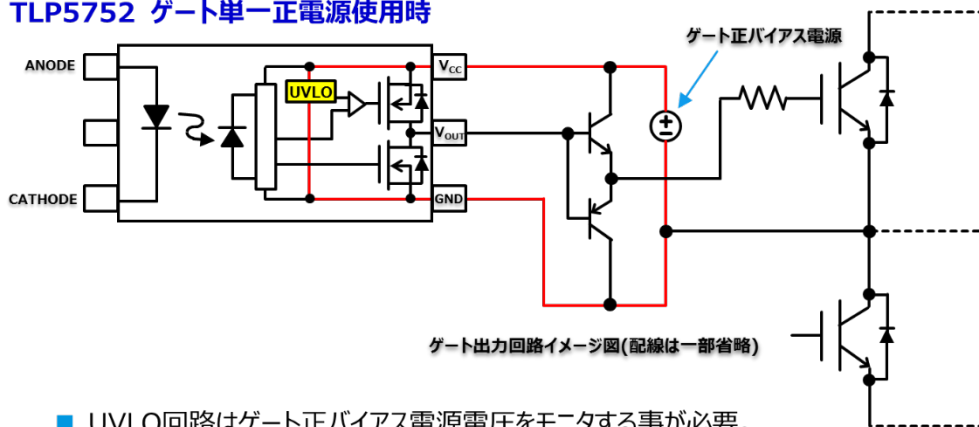
IGBT などのパワーデバイスを動作させる場合、ゲート電圧が低下すると導通損失が大きくなり、過熱や素子破壊が生じる恐れがあります。それを抑える目的で TLP5752H と TLP5214A には UVLO 機能が取り込まれています。

ゲート負バイアス電源使用時の注意事項

TLP5752H など東芝の汎用ゲートドライバカプラーは UVLO の基準電位が V_{EE} (GND)端子ですので、負バイアスを使用した場合、負バイアス電圧分スレッシュホールド電圧が低下します。ゲート正バイアス電源に UVLO 機能が必要な場合は、ゲート負バイアス電源の影響を受けないスマートゲートドライバカプラーを選んでください。

TLP5214A は UVLO の基準電位が V_E 端子のため、負バイアス電源から独立してゲート正電源が保護出来ます。

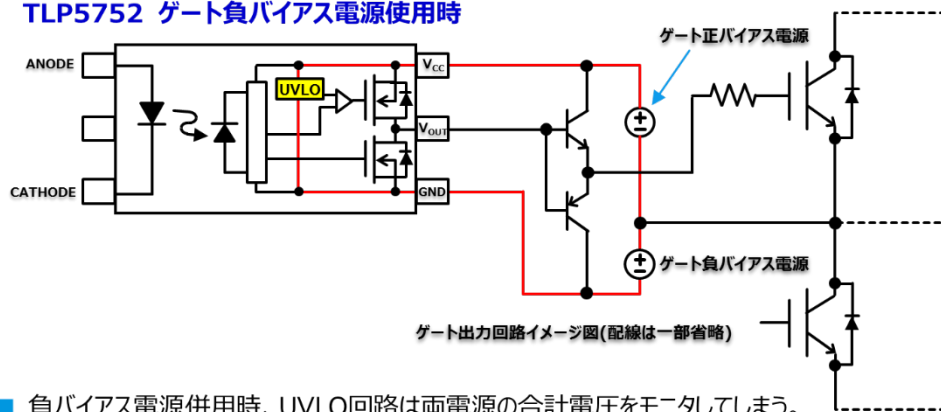
TLP5752 ゲート単一正電源使用時



- UVLO回路はゲート正バイアス電源電圧をモニタする事が必要。
- 正バイアス電源のみの場合、UVLO回路は電源の両端を正しくモニタしている。

図 4.1 TLP5752H ゲート正バイアス電源使用時の UVLO モニター位置

TLP5752 ゲート負バイアス電源使用時



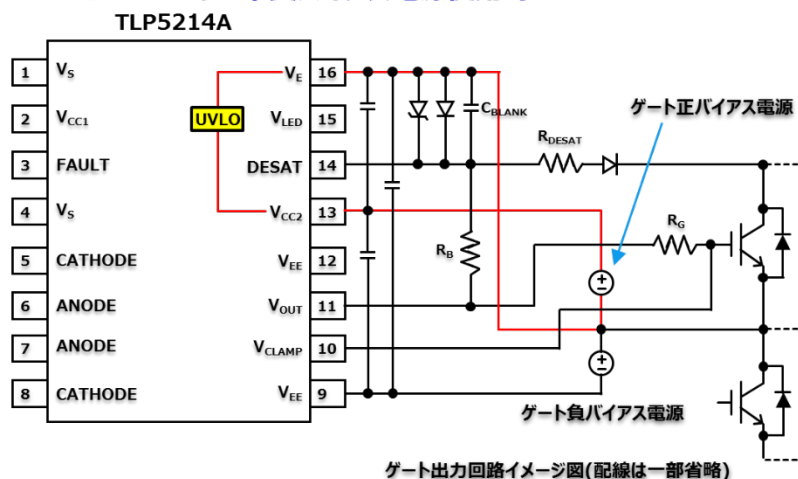
- 負バイアス電源併用時、UVLO回路は両電源の合計電圧をモニタしてしまう。
- その結果、UVLOしきい値電圧約12Vから負バイアス電圧が差引かれUVLOしきい値電圧は低下。正バイアス電源に異常が発生し電圧が低下してもしきい値電圧に届かず、IGBTが非飽和状態で動作を続け過熱してしまう可能性がある。

図 4.2 TLP5752H ゲート負バイアス電源併用時の UVLO モニター位置

表 4.1 TLP5752H ゲート負バイアス電源使用時の UVLO スレッショルド電圧

条件	項目	記号	最小	最大
正電源のみ	UVLO スレッシュホールド	V_{UVLO}^{+}	12.1V	13.5V
負電源(例-10V)併用			2.1V (12.1V-10V)	3.5V (13.5V-10V)

TLP5214A ゲート負バイアス電源使用時



- V_E 端子を備えておりゲート負バイアス電源を併用しても正しく動作出来る。

図 4.3 TLP5214A ゲート負バイアス電源併用時の UVLO モニター位置

表 4.2 TLP5214A ゲート負バイアス電源使用時の UVLO スレッショルド電圧

条件	項目	記号	最小	最大
正電源のみ	UVLO スレッシュホルド	V _{UVLO} ⁺	10.5V	13.5V
負電源(例-10V)併用				

なお TLP5214A の UVLO 機能はゲート正バイアス電源のみに機能し、負バイアス電源には適用されません。ゲート負バイアス電源に UVLO 機能が必要な場合は、パワーデバイスブリッドライバーカプラー新製品 TLP5231 をお選びください。

AMC 機能の概要

AMCとは Active Miller Clamp の略名でゲート誤動作防止機能を意味します。インバータ回路でパワーデバイスをスイッチングさせる際、ハイサイドパワーデバイスとローサイドパワーデバイスをつなぐ中点の電位が急峻に上昇し dV/dt が発生します。このとき、ローサイドパワーデバイスの寄生容量を介して変位電流がゲート抵抗 R_G に流れると、ゲート電圧が上昇しパワーデバイスの誤ターンオンが発生、上下アーム短絡が引き起こされます。

AMC はパワーデバイスのゲートとエミッターまたはソースを短絡する機能で、変位電流がゲート抵抗 R_G に流れるのを防止して誤ターンオンを防ぎます。東芝の汎用ゲートドライバカプラーには本機能は内蔵されていませんが、スマートゲートドライバカプラー TLP5214A または TLP5214 には入っています。

AMC については「スマートゲートドライバーカプラーTLP5214 アプリケーションノート —導入編—」の 4 章に詳しく述べてあります。詳細はそちらをご覧ください。

ゲート負バイアス電源との併用について

一般的に寄生容量起因の誤動作はゲート負バイアス電源を使う事でも防止可能です。AMC が必要無い場合は V_{CLAMP} 端子と V_{EE} 端子を短絡して機能を停止してください。

なお AMC の基準電位は V_{EE} 端子となっていますので、ゲート負バイアス電源と併用することも可能です。ゲート抵抗 R_G の調整や配線インピーダンスの低減が難しい場合にご検討ください。

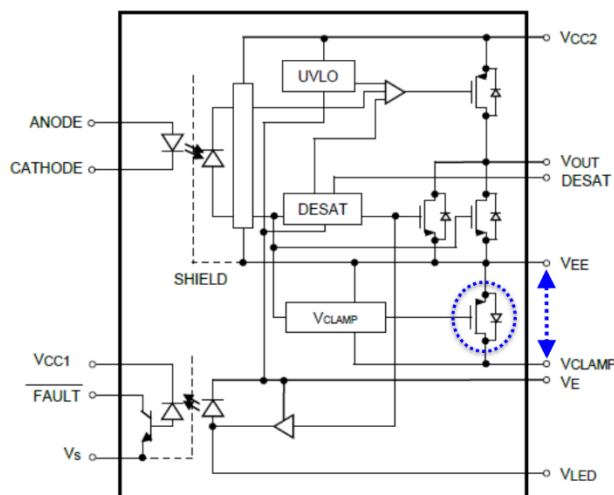


図 4.4 TLP5214A AMC 機能 非使用時の端子短絡箇所

5. DESAT 回路の注意事項

DESAT 回路は「スマートゲートドライバカプラー-TLP5214/TLP5214A アプリケーションノート 一応用編」または「スマートゲートドライバカプラー-DESAT 検出回路設計のヒント」で詳しく述べています。詳細はそちらをご覧ください。

ゲート負バイアス電源使用時の注意事項

入力ゲート信号がオフのとき、負バイアス電源と R_B 、SBD を併用している場合、オフ時間の間、下図に示す経路で電流が流れ続けます。流れる電流は負バイアス電源と R_B に依存しますので、ブランキングコンデンサー充電電流を R_B 経由の電流で補完する場合、入力ゲート信号オフ時にゲート回路を流れる電流にも留意頂くようお願いします。

(例: $V_{EE} = -10V$, $R_B = 1k\Omega$ の場合、約 9mA の電流が流れます。)

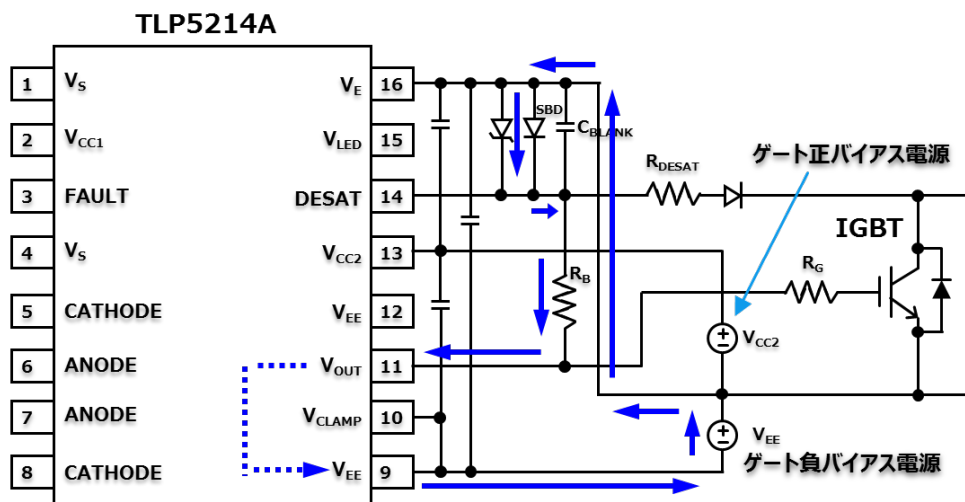


図 5.1 TLP5214A 入力ゲート信号オフ時の電流経路

変更履歴

バージョン情報	日付	対応ページ数	変更内容
Rev. 1.0	2021-1-6	-	初版

記載内容の留意点

1. 応用回路図

ブロック図内の機能ブロック/回路/定数などは、機能を説明するため、1 部省略・簡略化している場合があります。

2. 等価回路

等価回路は、回路を説明するため、一部省略・簡略化している場合があります。

3. 回路定数計算例

本文中の数値は回路を分かりやすく説明するために例として記載しています。記載の数値で動作を保証するものではありません。

使用上のご注意およびお願い事項

- (1) 絶対最大定格は複数の定格の、どの 1 つの値も瞬時たりとも超えてはならない規格です。
複数の定格のいずれに対しても超えることができません。絶対最大定格を超えると破壊、損傷および劣化の原因となり、破裂・燃焼による傷害を負うことがあります。
- (2) 過電流の発生や IC の故障の場合に大電流が流れ続けないように、適切な電源ヒューズを使用してください。
IC は絶対最大定格を超えた使い方、誤った配線、および配線や負荷から誘起される異常パルスノイズなどが原因で破壊することがあり、この結果、IC に大電流が流れ続けることで、発煙・発火に至ることがあります。破壊における大電流の流出入を想定し、影響を最小限にするため、ヒューズの容量や溶断時間、挿入回路位置などの適切な設定が必要となります。

製品取り扱い上のお願い

株式会社東芝およびその子会社ならびに関係会社を以下「当社」といいます。
本資料に掲載されているハードウェア、ソフトウェアおよびシステムを以下「本製品」といいます。

- 本製品に関する情報など、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に 1 切変更を加えたり、削除したりしないでください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体・ストレージ製品は 1 般に誤作動または故障する場合があります。本製品をご使用いただく場合は、本製品の誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任で、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報(本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、半導体信頼性ハンドブックなど)および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任で適用可否を判断してください。
- 本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器(以下“特定用途”という)に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器(ヘルスケア除く)、車載・輸送機器、列車・船舶機器、交通信号機器、燃焼・爆発制御機器、各種安全関連機器、昇降機器、発電関連機器などが含まれますが、本資料に個別に記載する用途は除きます。特定用途に使用された場合には、当社は 1 切の責任を負いません。なお、詳細は当社営業窓口まで、または当社 Web サイトのお問い合わせフォームからお問い合わせください。
- 本製品を分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製などしないでください。
- 本製品を、国内外の法令、規則および命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。
- 本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社および第三者の知的財産権その他の権利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。
- 別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも黙示的にも 1 切の保証(機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。)をしておりません。
- 本製品には GaAs(ガリウムヒ素)が使われているものがあります。その粉末や蒸気等は人体に対し有害ですので、破壊、切断、粉砕や化学的な分解はしないでください。
- 本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発などの目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替および外国貿易法」、「米国輸出管理規則」など、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
- 本製品の RoHS 適合性など、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問い合わせください。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令など、適用ある環境関連法令を十分調査の上、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は 1 切の責任を負いかねます。

東芝デバイス&ストレージ株式会社

<https://toshiba.semicon-storage.com/jp/>