

フローティング・グラウンドと調整可能なデッド・タイムを備えた 150Vハーフ・ブリッジ・ドライバ

特長

- ▶ 独自のシンメトリックなフローティング・ゲート・ドライバ・アーキテクチャ
- ▶ 高いノイズ耐性により $\pm 10V$ のグラウンド差に対応可能
- ▶ ICの電源電圧 V_{CC} から独立した最大140Vの入力電圧
- ▶ 5V~14Vの V_{CC} 動作電圧
- ▶ 4V~14Vのゲート・ドライバ電圧
- ▶ 0.8 Ω プルダウン、1.5 Ω プルアップによる高速ターンオン/オフ
- ▶ 適応型シュートスルー保護
- ▶ 調整可能なデッド・タイム
- ▶ TTL/CMOS互換入力
- ▶ V_{CC} のUVLO/OVLOおよびフローティング電源のUVLO
- ▶ デュアルNチャンネルMOSFETを駆動
- ▶ オープンドレイン故障インジケータ (V_{CC} のUVLO/OVLO、ゲート・ドライバのUVLO、サーマル・シャットダウン)
- ▶ 熱強化型12ピンMSOPを採用
- ▶ オートモーティブ向けのAEC-Q100に適合

アプリケーション

- オートモーティブ用および工業用電源システム
- 電気通信用電源システム
- ハーフ・ブリッジおよびフル・ブリッジ・コンバータ

概要

LTC[®]7066は、ハーフ・ブリッジ構成の2つのNチャンネルMOSFETを、最大140Vの電源電圧で駆動します。ハイサイド・ドライバとローサイド・ドライバが、それぞれ異なるグラウンド・リファレンスを使用してMOSFETを駆動できるので、ノイズとトランジェントに対して優れた耐性を備えています。

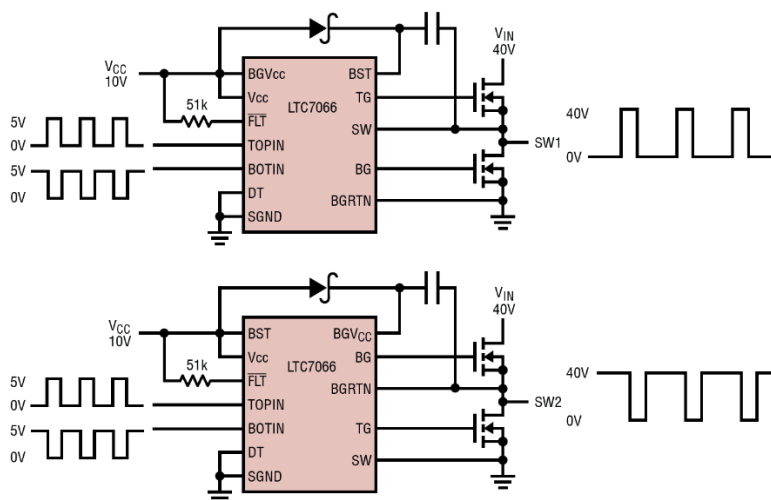
0.8 Ω プルダウンと1.5 Ω プルアップによる強力なMOSFETドライバを内蔵しているため、大きなゲート容量の高電圧MOSFETを使用できます。また、UVLO、TTL/CMOS互換入力、調整可能なターンオン/オフ遅延、シュートスルー保護などの機能が追加されています。

この製品ファミリの類似ドライバについては、次の表を参照してください。

PARAMETER	LTC7060	LTC7061	LTC7062	LTC7066
Input Signal	Three-State PWM	CMOS/TTL Logic	CMOS/TTL Logic	CMOS/TTL Logic
Shoot-Through Protection	Yes	Yes	No	Yes
Absolute Max Voltage	115V	115V	115V	150V
V_{CC} Falling UVLO	5.3V	4.3V	4.3V	4.3V

本紙記載の登録商標および商標は、全て各社の所有に属します。

標準的応用例



7066 TA01

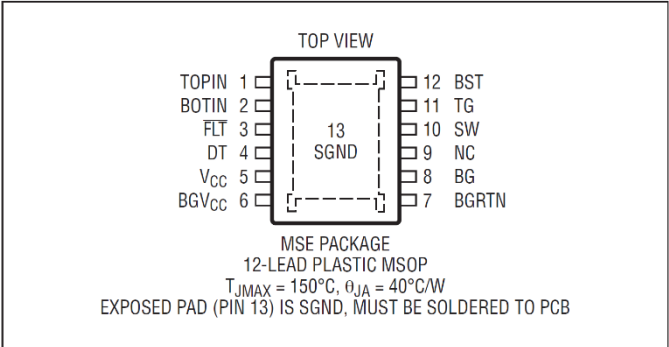
絶対最大定格

(Note 1)

V _{CC} 電源電圧	.....	-0.3V~15V
上側ドライバ電圧 (BST)	.....	-0.3V~150V
下側ドライバ電圧 (BGV _{CC})	.....	-0.3V~150V
SW、BGRTN	.....	-10V~150V
(BST-SW)	.....	-0.3V~15V
(BGV _{CC} -BGRTN)	.....	-0.3V~15V
FLT	.....	-0.3V~15V
DT、BOTIN、TOPIN	.....	-0.3V~6V
ドライバ出力TG (SW基準)	.....	-0.3V~15V
ドライバ出力BG (BGRTN基準)	.....	-0.3V~15V
動作ジャンクション温度範囲		
(Note 2、3)	.....	-40°C~+150°C
保存温度範囲	.....	-65°C~+150°C

注：特に指定のない限り、すべての電圧はSGNDを基準としています。

ピン配置



発注情報

鉛フリー仕上げ	テープ&リール	製品マーキング*	パッケージ	温度範囲
LTC7066RMSE#PBF	LTC7066RMSE#TRPBF	LTC7066	プラスチック製12ピンMSOP	-40°C~+150°C
オートモーティブ製品**				
LTC7066RMSE#WPBF	LTC7066RMSE#WTRPBF	LTC7066	プラスチック製12ピンMSOP	-40°C~+150°C

更に広い動作温度範囲で仕様規定されたデバイスについては、弊社または弊社代理店までお問い合わせください。*温度グレードは出荷容器のラベルに表示されています。

鉛フリー製品のマーキングについての詳細は<http://www.adi.com/leadfree/>を参照してください。

テープ&リール仕様の詳細については、<http://www.adi.com/tapeand reel/>を参照してください。

テープ&リールの仕様。一部のパッケージは指定された販売チャンネルを通じて500個単位のリールで供給され、製品番号末尾に「#TRMPBF」という記号が付いています。

****** このデバイスの各バージョンは、オートモーティブ・アプリケーションの品質と信頼性の条件に対応するよう管理された製造工程により提供されています。これらのモデルは「#W」という記号を付けて指定されます。オートモーティブ・アプリケーション向けには、上記のオートモーティブ・グレード製品のみを提供しています。特定の製品のオーダー情報や、これらのモデルの具体的な自動車信頼性レポートについては、アナログ・デバイセズの販売代理店にご相談ください。

電気的特性

●は、仕様規定された動作温度範囲にわたり適用される仕様であることを示します。それ以外の仕様は、T_A = 25°Cでの値です (Note 2)。特に指定のない限り、V_{CC} = V_{BGVCC} = V_{BST} = 10V、V_{BGRTN} = V_{SW} = 0V。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Supply and V _{CC} Supply						
V _{IN}	Input Supply Operating Range				140	V
V _{CC}	IC Supply Operating Range		5		14	V
I _{VCC}	V _{CC} Supply Current	V _{TOPIN} = V _{BOTIN} = 0V, R _{DT} = 100kΩ		0.3		mA
V _{UVLO_VCC}	V _{CC} Undervoltage Lockout Threshold	V _{CC} Falling		4.3		V
		Hysteresis		0.2		V
V _{OVLO_VCC}	V _{CC} OVLO Threshold	V _{CC} Rising		14.6		V
		Hysteresis		0.8		V

電氣的特性

●は、仕様規定された動作温度範囲にわたり適用される仕様であることを示します。それ以外の仕様は、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値です (Note 2)。特に指定のない限り、 $V_{CC} = V_{BGVCC} = V_{BST} = 10\text{V}$ 、 $V_{BGRTN} = V_{SW} = 0\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
TG Gate Driver Supply (BST-SW)							
V _{BST-SW}	TG Driver Supply Voltage Range (With Respect to SW)			4		14	V
I _{BST}	Total BST Current (Note 4)	TG = Low			8.9		μA
		TG = High			146		μA
V _{UVLO_BST}	Undervoltage Lockout Threshold	BST Falling, With Respect to SW			3.4		V
		Hysteresis			0.3		V
BG Gate Driver Supply (BGV _{CC} -BGRTN)							
V _{BGVCC-BGRTN}	BG Driver Supply Voltage Range (With Respect to BGRTN)			4		14	V
I _{BGVCC}	Total BGV _{CC} Current (Note 4)	BG = Low			8.9		μA
		BG = High			146		μA
V _{UVLO_BGVCC}	Undervoltage Lockout Threshold	BGV _{CC} Falling, With Respect to BGRTN			3.4		V
		Hysteresis			0.3		V
Input Signal (TOPIN, BOTIN)							
V _{IH(TOPIN)}	TG Turn-On Input Threshold	TOPIN Rising				1.75	V
V _{IL(TOPIN)}	TG Turn-Off Input Threshold	TOPIN Falling		0.5			V
V _{IH(BOTIN)}	BG Turn-On Input Threshold	BOTIN Rising				1.75	V
V _{IL(BOTIN)}	BG Turn-Off Input Threshold	BOTIN Falling		0.5			V
R _{DOWN_TOPIN}	TOPIN Internal Pull-Down Resistor				1000		kΩ
R _{DOWN_BOTIN}	BOTIN Internal Pull-Down Resistor				1000		kΩ
Dead Time and FAULT (DT, FLT)							
t _{PLH(BG)} / t _{PLH(TG)}	BG/TG Low to TG/BG High Propagation Delay (Dead Time)	R _{DT} = 0Ω			31		ns
		R _{DT} = 24.9kΩ			43		ns
		R _{DT} = 64.9kΩ			62		ns
		R _{DT} = 100kΩ			76		ns
		R _{DT} = Open			250		ns
R _{FLTb}	FLT Pin Pull-down Resistor				60		Ω
t _{FLTb}	FLT Pin Delay	Low to High			100		μs
Gate Driver Output (TG)							
V _{OH(TG)}	TG High Output Voltage	I _{TG} = -100mA, V _{OH(TG)} = V _{BST} - V _{TG}			150		mV
V _{OL(TG)}	TG Low Output Voltage	I _{TG} = 100mA, V _{OL(TG)} = V _{TG} - V _{SW}			80		mV
R _{TG_UP}	TG Pull-Up Resistance	V _{BST-SW} = 10V			1.5		Ω
R _{TG_DOWN}	TG Pull-Down Resistance	V _{BST-SW} = 10V			0.8		Ω
Gate Driver Output (BG)							
V _{OH(BG)}	BG High Output Voltage	I _{BG} = -100mA, V _{OH(BG)} = V _{BGVCC} - V _{BG}			150		mV
V _{OL(BG)}	BG Low Output Voltage	I _{BG} = 100mA, V _{OL(BG)} = V _{BG} - V _{BGRTN}			80		mV
R _{BG_UP}	BG Pull-Up Resistance	V _{BGVCC-BGRTN} = 10V			1.5		Ω
R _{BG_DOWN}	BG Pull-Down Resistance	V _{BGVCC-BGRTN} = 10V			0.8		Ω

電気的特性

●は、仕様規定された動作温度範囲にわたり適用される仕様であることを示します。それ以外の仕様は、 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ での値です (Note 2)。特に指定のない限り、 $V_{CC} = V_{BGVCC} = V_{BST} = 10\text{V}$ 、 $V_{BGRTN} = V_{SW} = 0\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Switching Time						
$t_{PDH(TG)}$	TOPIN High to TG High Propagation Delay			20		ns
$t_{PDH(BG)}$	BOTIN High to BG High Propagation Delay			21		ns
$t_{PDL(TG)}$	TOPIN Low to TG Low Propagation Delay			20		ns
$t_{PDL(BG)}$	BOTIN Low to BG Low Propagation Delay			21		ns
$t_r(BG)$	BG Output Rise Time	10% to 90%, $C_{LOAD} = 3\text{nF}$		18		ns
$t_f(BG)$	BG Output Fall Time	10% to 90%, $C_{LOAD} = 3\text{nF}$		14		ns
$t_r(TG)$	TG Output Rise Time	10% to 90%, $C_{LOAD} = 3\text{nF}$		18		ns
$t_f(TG)$	TG Output Fall Time	10% to 90%, $C_{LOAD} = 3\text{nF}$		14		ns

Note 1 : 上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えるとデバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。デバイスを長期間にわたり絶対最大定格状態に置くと、デバイスの信頼性と寿命に影響を与えることがあります。

Note 2 : LTC7066Rは $-40^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ の動作ジャンクション温度範囲で仕様規定されています。ジャンクション温度が高いと動作寿命が低下します。寿命の低下は、 125°C を超えるジャンクション温度で始まります。ここに示した仕様を満たす最大周囲温度は、特定の動作条件の他、基板レイアウト、パッケージの定格熱抵抗、その他の環境要因などの組み合わせによって決まります。

Note 3 : T_J は、次式を使って周囲温度 T_A と消費電力 P_D から計算します。

$$\text{LFCSPパッケージの場合、} T_J = T_A + (P_D \cdot 51^{\circ}\text{C/W})$$
$$\text{MSOPパッケージの場合、} T_J = T_A + (P_D \cdot 40^{\circ}\text{C/W})$$

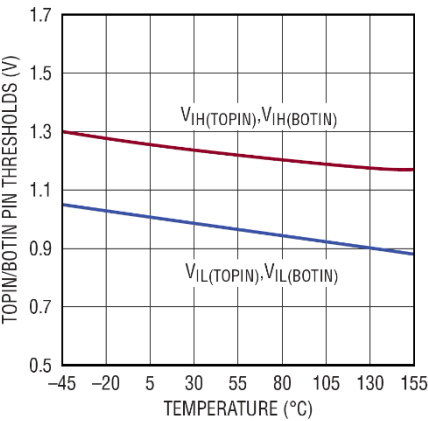
Note 4 : 総電流には、 BGV_{CC}/BST から $BGRTN/SW$ へ流れる電流と、 $SGND$ へ流れる電流が含まれます。動作時の電源電流は、スイッチング周波数で供給されるゲート電荷によって増加します。

Note 5 : 立上がり時間と立下がり時間は、10%と90%のレベルで測定しています。

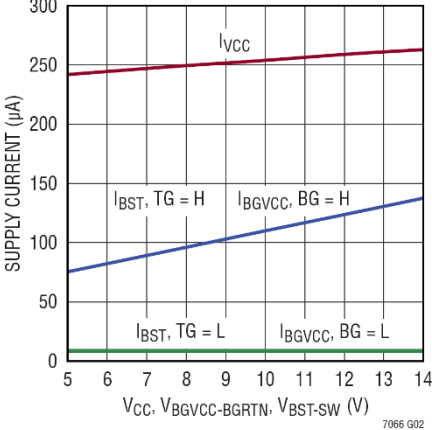
代表的な性能特性

特に指定のない限り、 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。

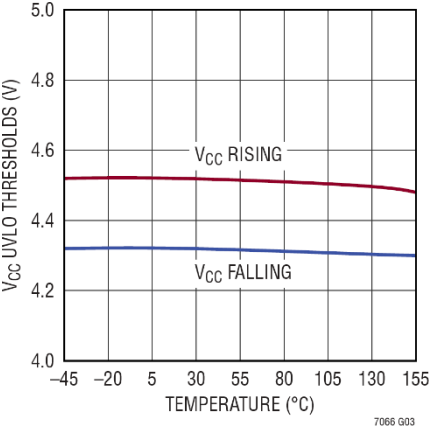
TOPIN/BOTINピンの閾値と温度の関係



静止電源電流と電源電圧の関係



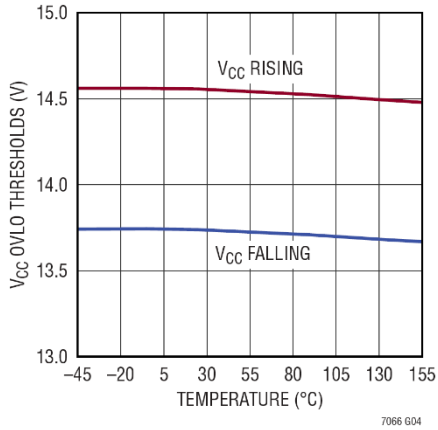
V_{CC} の低電圧ロックアウト閾値と温度の関係



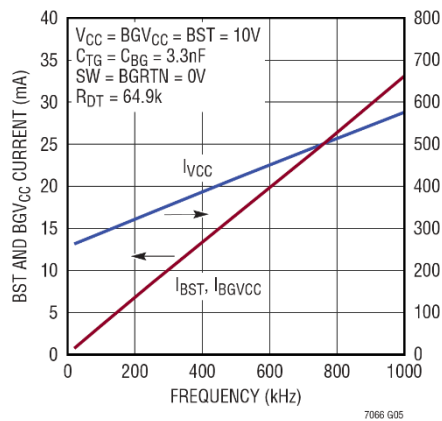
代表的な性能特性

特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$

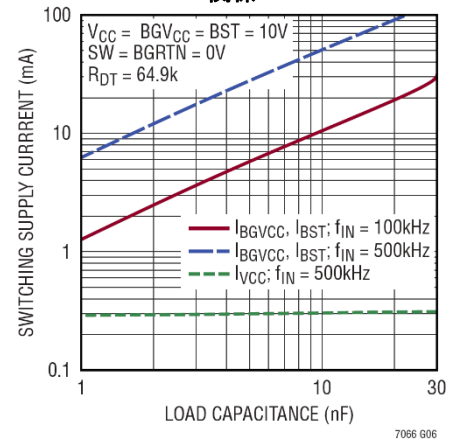
V_{CC}の過電圧ロックアウト閾値と温度の関係



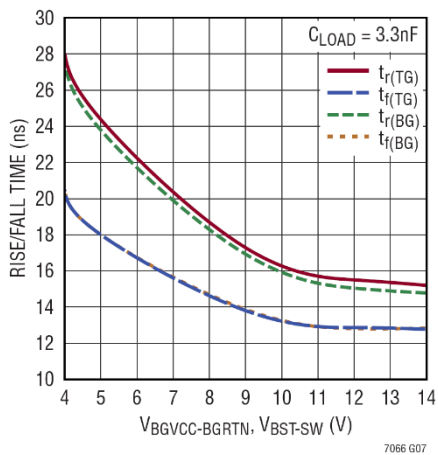
電源電流と入力周波数の関係



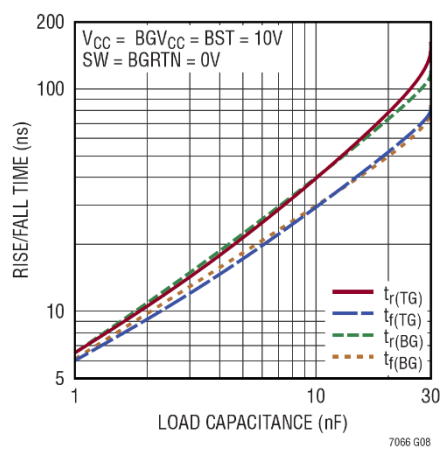
スイッチング電源電流と負荷容量の関係



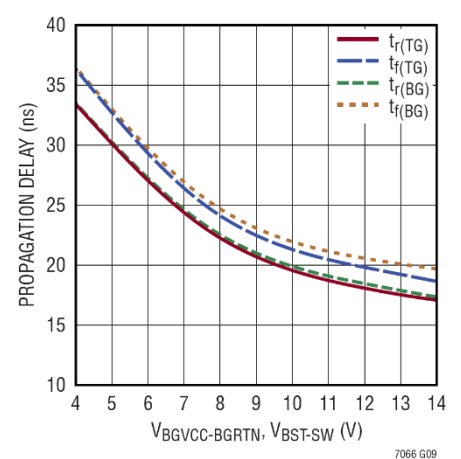
立上がり時間および立下がり時間とフローティング電源電圧の関係



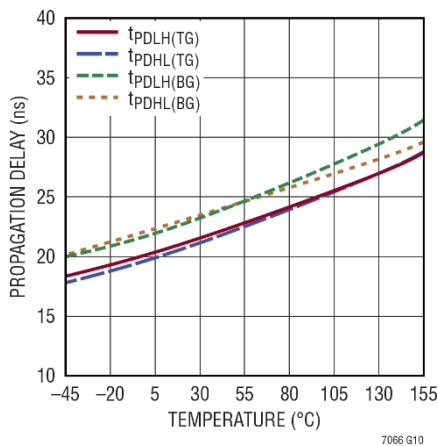
立上がり時間および立下がり時間と負荷容量の関係



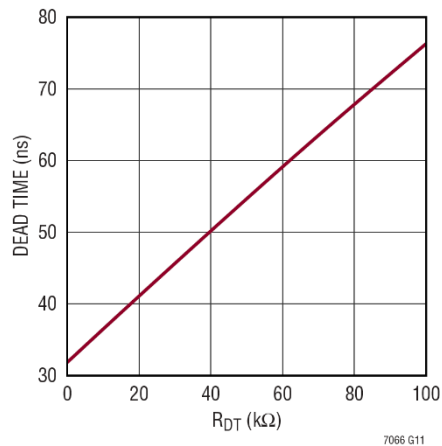
伝搬遅延とフローティング電源電圧の関係



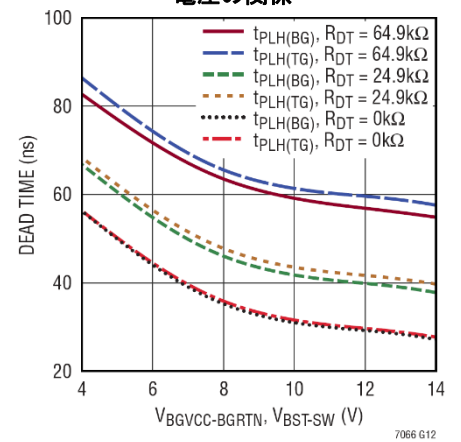
伝搬遅延と温度の関係



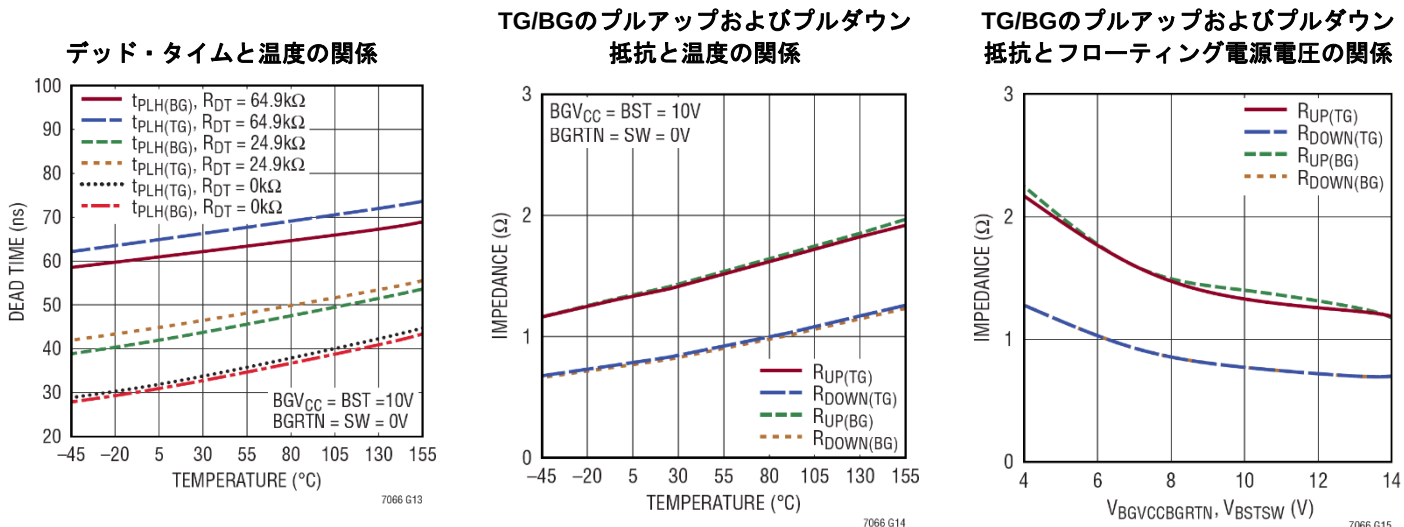
デッド・タイムとR_{DT}の関係



デッド・タイムとフローティング電源電圧の関係



代表的な性能特性

特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 

ピン機能

V_{CC} : V_{CC}電源。ICのバイアス電源はSGNDピンを基準にしています。内蔵4.5V電源はV_{CC}から生成され、内部回路の大半にバイアスを供給します。0.1μF以上のバイパス・コンデンサを、このピンとSGNDピンの間に接続してください。

BGV_{CC} : 下側MOSFETドライバの電源。下側MOSFETのゲート・ドライバはこのピンとBGRTNピンの間でバイアスされます。このピンとBGRTNピンの間に外付けコンデンサを接続し、ICの近くに配置してください。

BGRTN : 下側MOSFETドライバのリターン。上側ゲート・ドライバはBGV_{CC}とBGRTNの間でバイアスされます。BGRTNは、ノイズ耐性を高めるために下側MOSFETのソース・ピンにケルビン接続してください。BGRTNピンとSGNDの間の電圧差は-10V~150Vの範囲になります。

BG : 下側MOSFETのゲート・ドライバ出力。このピンは、NチャンネルMOSFETのゲートをBGRTNからBGV_{CC}の電圧範囲で駆動します。

BST : 上側MOSFETドライバの電源。上側MOSFETのゲート・ドライバは、このピンとSWピンの間でバイアスされます。このピンとSWピンの間に外付けコンデンサを接続し、ICの近くに配置してください。

SW : 上側MOSFETドライバのリターン。上側ゲート・ドライバはBSTとSWの間でバイアスされます。SWを上側MOSFETのソース・ピンにケルビン接続して、ノイズ耐性を高めます。SWピンとSGNDの間の電圧差は-10V~150Vの範囲になります。

TG : 上側MOSFETのゲート・ドライバ出力。このピンは、NチャンネルMOSFETのゲートを、SWからBSTの電圧範囲で駆動します。

DT : SGNDピンを基準にしたデッド・タイム調整ピン。このピンとSGNDの間に抵抗を1つ接続し、BG/TGローからTG/BGハイまでの伝搬遅延を設定します。詳細については、動作のセクションを参照してください。

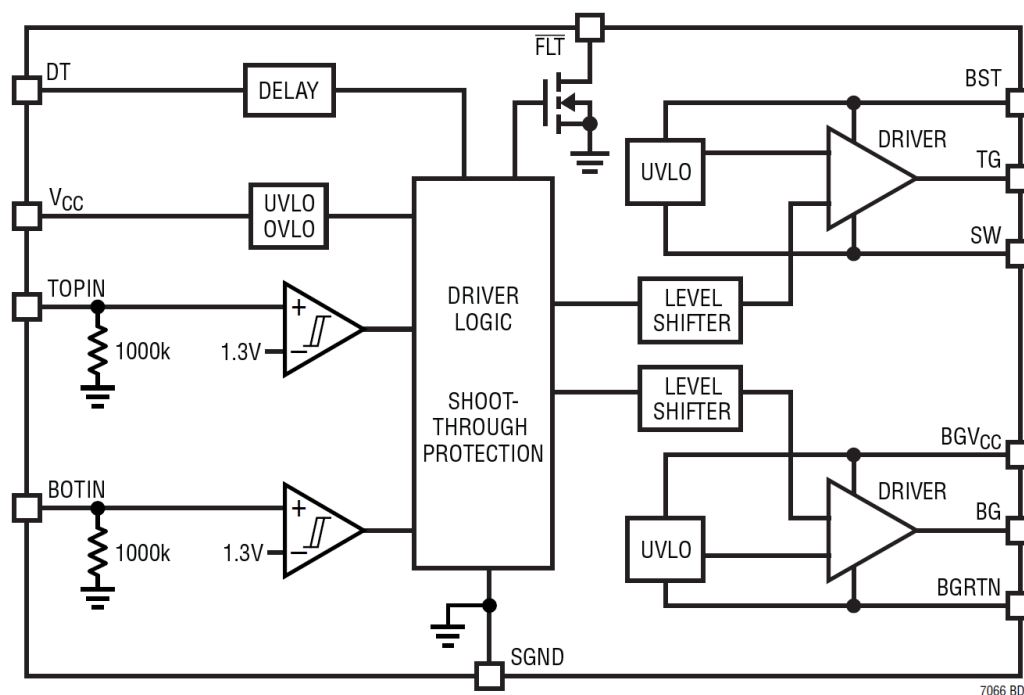
TOPIN : 上側ドライバのロジック入力。TOPINがバイアスされていないかフローティングの場合、TGはローに維持されます。

BOTIN : 下側ドライバのロジック入力。BOTINがバイアスされていないかフローティングの場合、BGはローに維持されます。

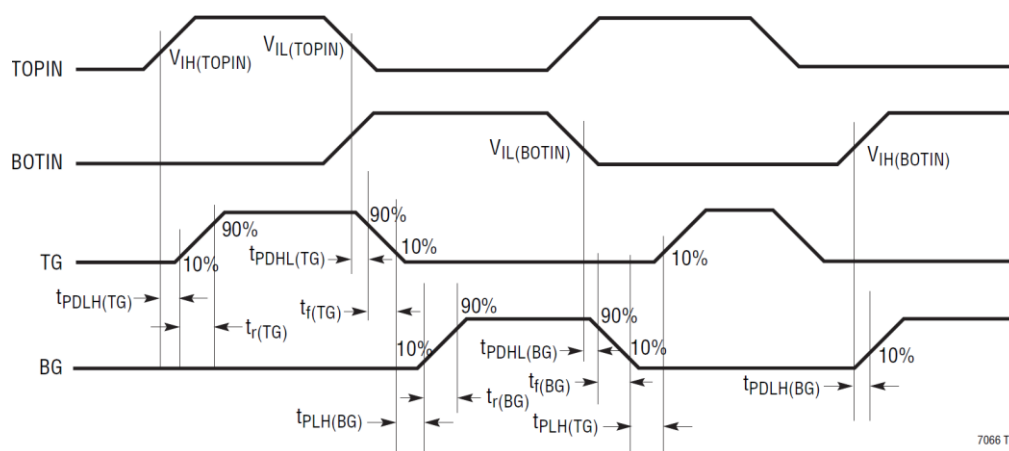
FLT : SGNDピンを基準にしたオープンドレイン故障出力ピン。V_{CC}がUVLO/OVLO状態、およびフローティング電源がUVLO状態の間、オープンドレイン出力はSGNDまで低下します。プルダウン抵抗は60Ω（代表値）です。

SGND : チップのグラウンド。電気的な接触と定格の熱性能を確保するため、露出パッドはPCBのグラウンドにハンダ付けしてください。

ブロック図



タイミング図



動作

概要

LTC7066は、グラウンドを基準にした低電圧デジタル信号入力を2個搭載し、ハーフ・ブリッジ構成の2つのNチャンネル・パワーMOSFETを駆動します。出力BGは、BOTINピンに応じてハイまたはローに駆動され、振幅はBGV_{CC}からBGRTNの範囲になります。同様に、出力TGの振幅はBSTからSWの範囲です。各チャンネルは、それぞれの入力ピン（TOPINとBOTIN）で制御できるため、出力のオン／オフ状態を独立に制御可能ですが、TGおよびBGの出力を同時にハイにすることはできません。

LTC7066は、ノイズとトランジェント耐性に優れた堅牢な駆動が可能で、スイッチ・ノード（SW、BGRTN）の負のグラウンド差には大きな許容誤差（-10V）を持ちます。シンメトリックな設計により、ハーフ・ブリッジ出力は入力ロジックの反転出力、または非反転出力にすることができます。

V_{CC}電源

V_{CC}はLTC7066の内部回路の電源です。内部の4.5V電源はV_{CC}から生成され、SGNDを基準にする内部回路の大半にバイアスを供給します。SGNDとBGRTNの電位が等しい場合は、V_{CC}ピンをBGV_{CC}ピンに接続することも可能です。V_{CC}はV_{IN}とは無関係です。

入力段（TOPIN、BOTIN）

LTC7066は、遷移閾値が固定されたロジック入力を2個搭載しています。TOPINの電圧が閾値V_{IH(TOPIN)}より高くなると、TGがBSTまでプルアップされてハイサイドMOSFETをオンします。このMOSFETは、TOPINがV_{IL(TOPIN)}より低くなるまでオンを維持します。同様に、BOTINがV_{IH(BOTIN)}より高くなると、BGがBGV_{CC}までプルアップされてローサイドMOSFETをオンします。BGは、BOTINが閾値V_{IL(BOTIN)}より低くなるまでハイを維持します。

それぞれのV_{IH}およびV_{IL}の電圧レベル間のヒステリシスにより、スイッチング遷移時のノイズによる誤トリガがなくなります。ただし、特に高周波数や高電圧のアプリケーションでは、ノイズが入力ピン（TOPIN、BOTIN）に結合しないよう注意する必要があります。

TOPIN/BOTINピンとSGNDの間には1000k Ω の内部プルダウン抵抗があり、TOPIN/BOTINピンがフローティングの場合、入力が駆動されていないときにTG/BGのデフォルト状態をローに維持するようになっています。

スイッチング・レギュレータ・アプリケーションでは、PWM制御ICでTOPINとBOTINの両方の入力ピンを使用して、不連続導通モード（DCM）で動作させることも可能です。

出力段

LTC7066の出力段の簡略図を図1に示します。TGとBGはシンメトリックに設計されており、どちらもフローティング・ゲート・ドライバ出力を備えています。プルアップ・デバイスは、R_{DS(ON)}が1.5 Ω （代表値）のPMOSで、プルダウン・デバイスはR_{DS(ON)}が0.8 Ω （代表値）のNMOSです。ドライバ電源の電圧範囲が4V～14Vと幅広いいため、ロジック・レベルのMOSFETや閾値の高いMOSFETなど、様々なパワーMOSFETを駆動できます。ただし、LTC7066は閾値の高いMOSFET用に最適化されています（例えば、BST-SW = 10VおよびBGV_{CC}-BGRTN = 10V）。ドライバ出力のプルアップ抵抗とプルダウン抵抗は、ドライバの電源電圧が低くなるほど大きくなります。

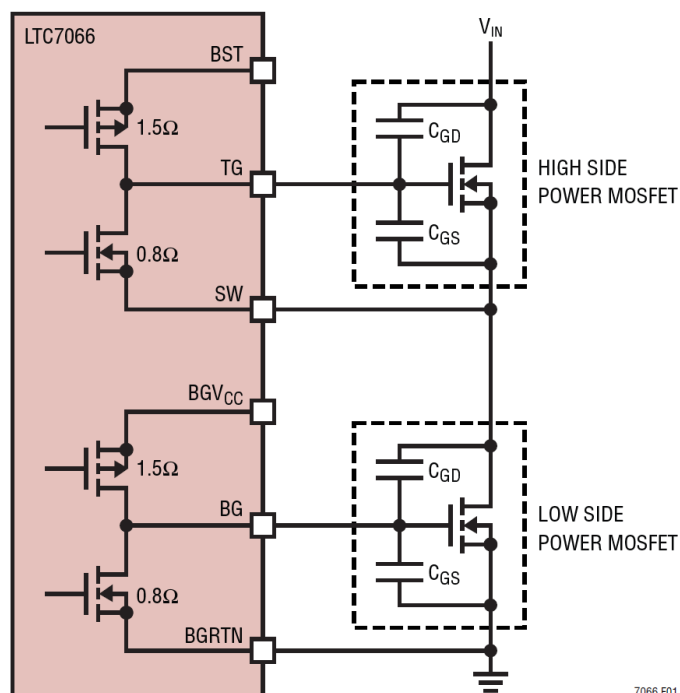


図1. ハーフ・ブリッジに構成された出力段の簡略図

動作

一般に、パワーMOSFETはコンバータの電力損失の大部分を占めるため、オンとオフを高速化して遷移時間と電力損失を最小限に抑えることが重要です。LTC7066の1.5Ωのプルアップ抵抗と0.8Ωのプルダウン抵抗（いずれも代表値）は、ドライバ電源が10Vのとき、3Aのピーク・プルアップ電流と6Aのピーク・プルダウン電流に相当します。BGとTGは、どちらも3.3nFの負荷を18nsの立上がり時間で駆動する能力を備えており、MOSFETの高速ターンオンを実行できます。

更に、ドライバ出力での強力なプルダウンにより、相互導通電流を防止します。例えば、図1に示すハーフ・ブリッジ構成では、BGがローサイド・パワーMOSFETをオフにしてTGがハイサイド・パワーMOSFETをオンにすると、SWピンの電圧は極めて急速にVINまで上昇します。この高周波の正電圧トランジェントは、ローサイド・パワーMOSFETのCGDの容量を通じてBGピンと結合します。BGピンの電圧が十分に低く保持されていないと、BGピンの電圧がローサイド・パワーMOSFETの閾値電圧より高くなり、瞬間的にオンに戻る可能性があります。その結果、ハイサイドとローサイドの両方のMOSFETが導通し、MOSFETを介してVINからグラウンドへ大量の相互導通電流が流れ、これにより、大きな電力損失が発生して、場合によってはMOSFETを損傷させる可能性があります。この理由から、BGピンとTGピンのPCBパターンを短くして、寄生インダクタンスを最小限に抑えることを推奨します。

保護回路

LTC7066を使用するときは、絶対最大定格のセクションで規定されているすべての定格を超えないように注意する必要があります。付加的な防護策として、LTC7066は過熱シャットダウン機能を内蔵しています。ジャンクション温度が約180°Cに達すると、LTC7066はサーマル・シャットダウン・モードに入り、BGの電圧はBGRTNの電圧まで低下し、TGの電圧はSWの電圧まで低下します。ジャンクション温度が165°Cより低くなると、通常動作が再開します。過熱レベルの出荷テストは実施していません。LTC7066は、150°Cより低い温度で動作することが確認されています。

LTC7066は、V_{CC}電源をモニタする低電圧ロックアウト検出器と過電圧ロックアウト検出器を内蔵しています。V_{CC}が4.3Vより低くなるか、14.6Vより高くなると、出力ピンのBGはBGRTNまで、TGはSWまで低下し、外付けのMOSFETは両方ともオフになります。V_{CC}が電源電圧として十分な値になり、かつ過電圧閾値より低くなると、通常動作が再開されます。

各フローティング・ドライバ電源には、追加の低電圧ロックアウト回路が内蔵されています。BGV_{CC}とBGRTNの間のフローティング電圧が3.3Vより低くなると、BGはBGRTNまで低下します。同様に、BSTとSWの間のフローティング電圧が3.3Vより低くなると、TGはSWまで低下します。

V_{CC}、BST-SW間、およびBGV_{CC}-BGRTN間の保護機能は、いずれもヒステリシスを備えています。電源からのグラウンド・ノイズがある場合、このヒステリシスがチャタリングを防止します。また、デバイスがスイッチングを開始して自己消費電流が瞬間的に増加したときの小さなバイアス電圧降下のほか、BGの最初のターンオン時にブートストラップ回路がブートストラップ・コンデンサを充電することでV_{CC}電圧が降下したときに生じる小さなバイアス電圧降下も、このヒステリシスによって許容できます。

通常動作と低電圧／過電圧のロジック表を表1に示します。

表1. 通常動作と低電圧／過電圧のロジック

TOPIN	BOTIN	V _{CC} UVLO or OVLO	(BST-SW) UVLO	(BGV _{CC} - BGRTN) UVLO	THERMAL SHUTDOWN	TG	BG	FLT B
X	X	X	X	X	Yes	L	L	L
X	X	Yes	X	X	No	L	L	L
X	H	No	Yes	N	No	L	H	L
H	X	No	No	Yes	No	H	L	L
L	H	No	No	No	No	L	H	H
H	L	No	No	No	No	H	L	H
High-Z	High-Z	No	No	No	No	L	L	H

注：「X」は「ドント・ケア」、「H」は「ハイ」、「L」は「ロー」。

適応型シュートスルー保護

内蔵の適応型シュートスルー保護回路は、外付けMOSFETをモニタして、MOSFETが同時に導通しないようにします。LTC7066では、上側MOSFETのゲート・ソース間電圧が十分に低くなるまで、下側MOSFETをオンにすることはできません。逆の場合も同様です。この機能は、スイッチング遷移時に2つのMOSFET間を流れる可能性のあるシュートスルー電流をなくすことによって、効率と信頼性を向上させます。

動作

調整可能なデッド・タイム

高電圧ハーフ・ブリッジ構成のアプリケーションやスイッチド・キャパシタ・コンバータのアプリケーションで堅牢なシュートスルー保護を実現するため、LTC7066には、BG/TGのローからTG/BGのハイへの遷移時に伝搬遅延（デッド・タイム）を調整できるDTピンが搭載されています。DTピンとSGNDの間に外部抵抗（RDT）を接続することにより、BGローからTGハイへの伝搬遅延と、TGローからBGハイへの伝搬遅延の両方を設定します。これらの関係については、図2を参照してください。RDTが100kΩより小さい場合、デッド・タイムは次式により概算できます。

$$\text{Dead Time} = R_{DT} \cdot 0.44\text{ns/k}\Omega + 32\text{ns}$$

DTピンをSGNDに短絡した場合、デッド・タイムは32nsです。DTピンをフローティング状態にした場合、デッド・タイムは約250nsです。

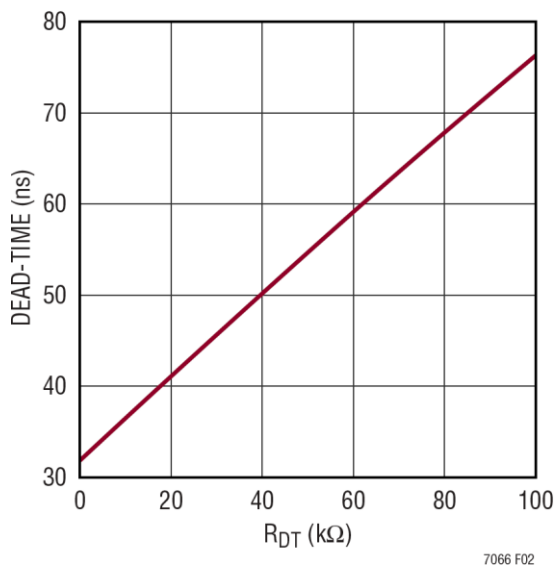


図2.デッド・タイムとRDTの関係

入力ロジックと出力ロジックの関係

LTC7066の出力信号のデッド・タイムは、常に、ドライバの最小デッド・タイムtdt、または入力信号が持つデッド・タイムより長く設定されます。TOPINがハイの間にBOTINがハイになった場合、TOPINはBOTINの立上がりエッジをミュートします。BGは、TOPINがローになった後tdt経ってからハイになります。逆の場合も同様です。コントローラからのタイミングが間違っている場合に、この機能によって相互導通をなくすと共に、出力が他の入力によって妨害されるのを防ぎます。通常動作にプログラムされたデッド・タイムの設定値には影響しません。図3に、ドライバのデッド・タイム・ロジックについての様々な動作条件と説明を示します。

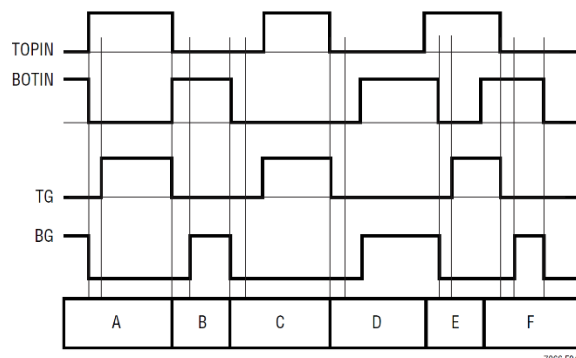


図3. LTC7066の入力ロジックと出力ロジックの関係

条件A： TOPINがハイ、BOTINがローに遷移。BOTINによってBGが直ちにローになり、TGはtdt後にハイになります。

条件B： TOPINがロー、BOTINがハイに遷移。TOPINによってTGが直ちにローになり、BGはtdt後にハイになります。

条件C： TOPIN立上りのデッド・タイム、およびBOTIN立下りのデッド・タイムはtdtより長いため、TOPINがハイになるとすぐにTGがハイになります。

条件D： TOPIN立下りのデッド・タイム、およびBOTIN立上りのデッド・タイムはtdtより長いため、BOTINがハイになるとすぐにBGがハイになります。

条件E： BOTINがまだハイのときにTOPINがハイに遷移。BOTINはTOPINの立上がりエッジをミュートします。TGは、BOTINがローになった後tdt経ってからハイになります。

条件F： TOPINがまだハイのときにBOTINがハイに遷移。TOPINはBOTINの立上がりエッジをミュートします。BGは、TOPINがローになった後tdt経ってからハイになります。

注：TGはSWを、BGはBGRTNを基準としています。

動作

フォルト・フラグ

$\overline{\text{FLT}}$ ピンは内部NチャンネルMOSFETのオープンドレインに接続されています。このピンには、 V_{CC} やその他のバイアス電圧（最大15V）などの電源に接続したプルアップ抵抗（例：51k Ω ）が必要です。以下のいずれかの条件を満たすと、 $\overline{\text{FLT}}$ ピンの電圧は直ちにSGNDまで低下します。

- V_{CC} がUVLO閾値より低いかOVLO閾値より高い。
 - (BGV $_{CC}$ -BGRTN)間の電圧がUVLO閾値より低い。
 - (BST-SW)間の電圧がUVLO閾値より低い。
 - ジャンクション温度がほぼ180°Cに達している。
- すべてのフォルト条件が解消されると、デバイスが持つ100 μ sの遅延時間経過後に、外付け抵抗によって $\overline{\text{FLT}}$ ピンがプルアップされます。

アプリケーション情報

ブートストラップ電源 (BGV $_{CC}$ -BGRTN間、BST-SW間)

BGV $_{CC}$ -BGRTN間の電源およびBST-SW間の電源のいずれか一方または両方をブートストラップ電源にすることができます。BGV $_{CC}$ とBGRTNの間、またはBSTとSWの間に接続された外付けの昇圧コンデンサ C_B は、それぞれのMOSFETドライバのゲート・ドライバ電圧を供給します。外付けMOSFETをオンにするときは、ドライバがMOSFETのゲート・ソース間に C_B の電圧を印加します。これによってMOSFETが導通し、オンになります。

外付けMOSFETをオンにするための電荷はゲート電荷 Q_G と呼ばれ、通常は外付けMOSFETのデータシートに仕様が規定されています。昇圧コンデンサ C_B は、外付けMOSFETを完全にオンにするために、ゲート容量の10倍以上にする必要があります。ゲート電荷は、5nC～数百nCの範囲の値になる可能性があり、使用する外付けMOSFETのゲート駆動レベルおよびタイプに影響されます。ほとんどのアプリケーションでは、 C_B のコンデンサ値を0.1 μ Fにすれば十分です。ただし、複数のMOSFETを並列接続してLTC7066で駆動する場合は、それに応じて C_B の容量を増やし、次式の関係性を維持する必要があります。

$$C_B > \frac{10 \cdot \text{External MOSFET } Q_G}{1V}$$

C_B を充電状態に保つには、外部電源（通常はショットキー・ダイオードを介して接続した V_{CC} ）が必要です。LTC7066は C_B を充電せず、常に C_B を放電します。BG/TGがハイの場合にBGV $_{CC}$ /BSTからBGRTN/SWおよびSGNDへ流れる総電流は146 μ A（代表値）で、BG/TGがローの場合にBGV $_{CC}$ /BSTから流れる総電流は9 μ A（代表値）です。

消費電力

正常な動作と長期信頼性を確保するため、最大温度定格を超えてLTC7066を動作させてはなりません。パッケージのジャンクション温度は次のように計算します。

$$T_J = T_A + (P_D)(\theta_{JA})$$

ここで、

T_J = ジャンクション温度

T_A = 周囲温度

P_D = 消費電力

θ_{JA} = ジャンクションと周囲の間の熱抵抗

消費電力は、スタンバイ、スイッチング、および容量性負荷の電力損失を合計したものです。

$$P_D = P_{DC} + P_{AC} + P_{QG}$$

ここで、

P_{DC} = 静止消費電力

P_{AC} = 入力周波数 f_{IN} での内部スイッチング損失

P_{QG} = ゲート電荷 Q_G の外付けMOSFETを周波数 f_{IN} でオン/オフすることによる損失

LTC7066の静止電流はごくわずかで、 $V_{CC} = 10V$ でのDC電力損失は(10V)(0.3mA) = 3mWに過ぎません。

特定のスイッチング周波数では内部の電力損失が増加しますが、その原因は、内部ノードの容量を充放電するために必要なAC電流と、内部ロジックのゲートを流れる相互導通電流です。

アプリケーション情報

無負荷時の静止電流および内部スイッチング電流の合計を代表的な性能特性セクションにある「スイッチング電源電流と入力周波数の関係」のグラフに示します。

ゲート電荷損失の主な要因は、スイッチング時に外付けMOSFETの容量を充放電するために必要な大量のAC電流です。BGとTGの純粋な容量性負荷 C_{LOAD} が等しい場合、スイッチング周波数 f_{IN} での負荷損失は次のようになります。

$$P_{CLOAD} = (C_{LOAD})(f_{IN})[(V_{BST-SW})^2 + (V_{BGVCC-BGRTN})^2]$$

標準的な同期整流式降圧構成では、 V_{CC} を下側MOSFETドライバの電源（ BGV_{CC} ）に接続します。 V_{BST-SW} は $V_{CC}-V_D$ と同じ値です。ここで、 V_D は、 V_{CC} とBSTの間の外付けショットキー・ダイオードの順方向電圧降下です。この電圧降下が V_{CC} と比べて小さい場合、負荷損失は次のように概算できます。

$$P_{CLOAD} \approx 2(C_{LOAD})(f_{IN})(V_{CC})^2$$

純粋な容量性負荷と異なり、ドライバ出力から見たパワーMOSFETのゲート容量は、スイッチング時の V_{GS} の電圧レベルに応じて変化します。MOSFETの容量性負荷の消費電力は、そのゲート電荷 Q_G を使用して計算できます。MOSFETの V_{GS} の値（この場合は V_{CC} ）に対応する Q_G の値は、メーカーの Q_G と V_{GS} の関係を示す曲線から簡単に求めることができます。BGとTGでMOSFETが同一の場合は、次のようになります。

$$P_{QG} \approx 2(Q_G)(f_{IN})(V_{CC})$$

バイパス処理とグラウンディング

LTC7066では、スイッチングが高速（ナノ秒の単位）でAC電流が大きい（アンペアの単位）ので、 V_{CC} 、 V_{BST-SW} 、 $V_{BGVCC-BGRTN}$ の各電源に対して適切にバイパス処理

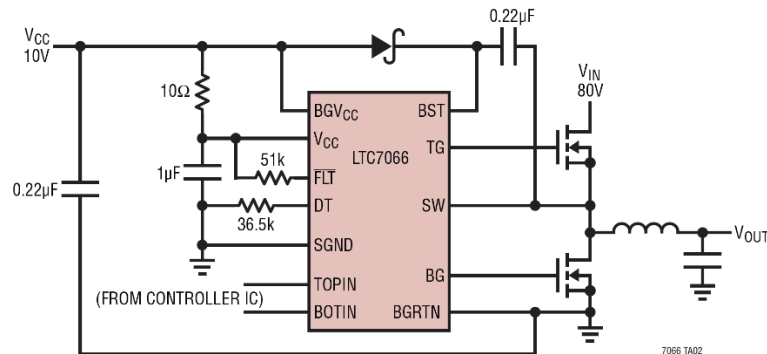
を行う必要があります。部品配置とPCBパターン配線に慎重さを欠くと、過度なリンギングやアンダーシュート／オーバーシュートが生じるおそれがあります。

最適な性能を得るため、LTC7066を以下のように構成します。

- バイパス・コンデンサは、 V_{CC} ピンとSGNDピンの間、 BGV_{CC} ピンとBGRTNピンの間、およびBSTピンとSWピンの間のできるだけデバイスに近い位置に取り付け、リード線はできるだけ短くしてリード線のインダクタンスを低減します。
- 低インダクタンス、低インピーダンスのグラウンド・プレーンを使用して、グラウンドの電圧降下や浮遊容量を低減します。LTC7066が切り替えるピーク電流は5Aを超えるため、グラウンドで大きな電圧降下が生じると信号の完全性が損なわれます。
- 電源／グラウンドの配線は慎重に設計します。大量の負荷スイッチング電流がどこからどこへ流れるのかを把握し、入力ピンと出力パワー段のグラウンドのリターン・パスを別々にしてください。
- TGピンを上側MOSFETのゲートに、SWピンを上側MOSFETのソースに、それぞれケルビン接続します。また、BGピンを下側MOSFETのゲートに、BGRTNピンを下側MOSFETのソースに、それぞれケルビン接続します。ドライバ出力ピンと負荷の間の銅箔パターンは短く広いものにしてください。
- LTC7066のパッケージ裏面にある露出パッドを基板にハンダ付けしてください。裏面の露出パッドと銅箔基板との間で熱的に十分な接触を確保できないと、熱抵抗がパッケージの規定値よりはるかに大きくなります。

標準的応用例

高入力電圧の降圧コンバータ



関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC7060	フローティング・グラウンドとプログラム可能なデッド・タイムを備えた100Vハーフ・ブリッジ・ドライバ	最大100Vの電源電圧、 $6V \leq V_{CC} \leq 14V$ 、 0.8Ω のプルダウンと 1.5Ω のプルアップ、シンメトリックなフローティング・ゲート・ドライバ・アーキテクチャ、 $31ns \sim 76ns$ の範囲で調整可能なデッド・タイム
LTC7062	100Vデュアル・ハイサイドMOSFETゲート・ドライバ	最大100Vの電源電圧、 $5V \leq V_{CC} \leq 14V$ 、 0.8Ω のプルダウンと 1.5Ω のプルアップによる高速ターンオン/オフ、シンメトリックなフローティング・ゲート・ドライバ・アーキテクチャ
LTC7063	フローティング・グラウンドとプログラム可能なデッド・タイムを備えた150Vハーフ・ブリッジ・ドライバ	最大150Vの電源電圧、 $6V \leq V_{CC} \leq 14V$ 、 0.8Ω のプルダウンと 1.5Ω のプルアップ、シンメトリックなフローティング・ゲート・ドライバ・アーキテクチャ、 $31ns \sim 76ns$ の範囲で調整可能なデッド・タイム
LTC4449	高速同期整流式NチャンネルMOSFETドライバ	最大38Vの電源電圧、 $4V \leq V_{CC} \leq 6.5V$ 、適応型シュートスルー保護、DFN-8パッケージ (2mm × 3mm)
LTC4442/ LTC4442-1	高速同期整流式NチャンネルMOSFETドライバ	最大38Vの電源電圧、 $6V \leq V_{CC} \leq 9.5V$ 、2.4Aピークのプルアップ/5Aピークのプルダウン
LTC4444/ LTC4444-5	高速同期NチャンネルMOSFETドライバ、シュートスルー保護	最大100Vの電源電圧、 $4.5V/7.2V \leq V_{CC} \leq 13.5V$ 、3Aピークのプルアップ/0.55Ωピークのプルダウン
LTC7851	高精度の電流分担機能を備えたクワッド出力、マルチフェーズ、降圧電圧モードのDC/DCコントローラ	パワー・ブロック、DrMOS、または外部ドライバおよびMOSFETを組み合わせ動作、 $3V \leq V_{IN} \leq 24V$
LTC3861	高精度の電流分担機能を備えたデュアル出力、マルチフェーズ、降圧電圧モードのDC/DCコントローラ	パワー・ブロック、DrMOS、または外部ゲート・ドライバおよびMOSFETを組み合わせ動作、 $3V \leq V_{IN} \leq 24V$
LTC3774	$1m\Omega$ 以下のDCR検出機能を備えたデュアル出力、マルチフェーズ、電流モードの同期整流式降圧DC/DCコントローラ	DrMOS、パワー・ブロック、または外部ドライバ/MOSFETを組み合わせ動作、 $4.5V \leq V_{IN} \leq 38V$ 、 $0.6V \leq V_{OUT} \leq 3.5V$
LTC7061	フローティング・グラウンドと調整可能なデッド・タイムを備えた100Vハーフ・ブリッジ・ゲート・ドライバ	最大100Vの電源電圧、 $5V \leq V_{CC} \leq 14V$ 、 0.8Ω のプルダウン、 1.5Ω のプルアップ、2個の入力、シンメトリックなフローティング・ゲート・ドライバ・アーキテクチャ、 $31ns \sim 76ns$ の範囲で調整可能なデッド・タイム