

この製品のデータシートに間違いがありましたので、お詫びして訂正いたします。
この正誤表は、2021年6月3日現在、アナログ・デバイセズ株式会社で確認した誤りを記したものです。
なお、英語のデータシート改版時に、これらの誤りが訂正される場合があります。

正誤表作成年月日：2021年6月3日

製品名：LTC7061

対象となるデータシートのリビジョン(Rev)：Rev.0

訂正箇所：10 ページ、右の段一番下

【誤】

「TOTIN」

【正】

「TOPIN」

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・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
- 高ノイズ耐性により、±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100V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
- 0.8Ωのプルダウン、1.5Ωの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
- AEC-Q100 オートモーティブ認定を申請中

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®7061は、ハーフ・ブリッジ構成の2つのNチャンネルMOSFETを最大100Vの電源電圧を使用して駆動します。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・レファレンスを使用してMOSFETを駆動できるため、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。

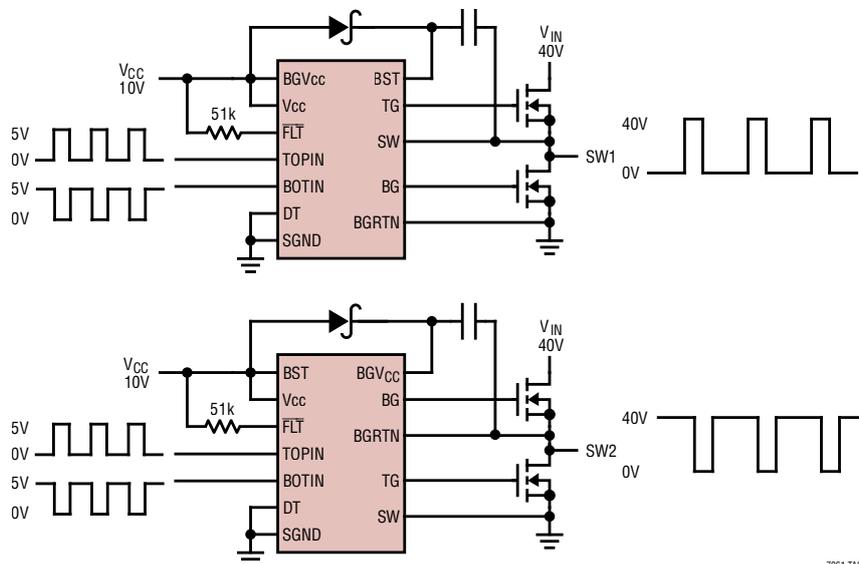
0.8Ωのプルダウンと1.5Ωのプルアップによる強力なMOSFETドライバにより、大きなゲート容量の高電圧MOSFETを使用できるようになります。UVLO、TTL/CMOS 互換入力、調整可能なターンオン/オフ遅延、シュートスルー保護などの機能が追加されています。

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	LTC7063
Input Signal	Three-State PWM	CMOS/TTL Logic	CMOS/TTL Logic	Three-State PWM
Shoot-Through Protection	Yes	Yes	No	Yes
Absolute Max Voltage	115V	115V	115V	155V
V _{CC} Falling UVLO	5.3V	4.3V	4.3V	5.3V

全ての登録商標および商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

標準的応用例



7061 TA01

LTC7061

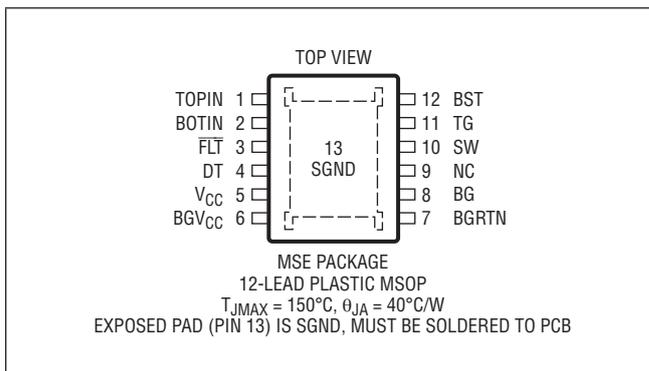
絶対最大定格

(Note 1)

V _{CC} 電源電圧	.....-0.3V~15V
上側ドライバ電圧 (BST)	.....-0.3V~115V
下側ドライバ電圧 (BGV _{CC})	.....-0.3V~115V
SW, BGR _{TN}	.....-10V~100V
(BST-SW)	.....-0.3V~15V
(BGV _{CC} -BGR _{TN})	.....-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 (BGR _{TN} 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	部品マーキング*	パッケージ・タイプ	温度範囲
LTC7061EMSE#PBF	LTC7061EMSE#TRPBF	LTC7061	プラスチック製 12ピン MSOP	-40°C to 125°C
オートモーティブ製品**				
LTC7061IMSE#WPBF	LTC7061IMSE#WTRPBF	LTC7061	プラスチック製 12ピン MSOP	-40°C to 125°C
LTC3311HV#TRPBF	LTC3311HV#WTRPBF	LTC7061	プラスチック製 12ピン MSOP	-40°C to 150°C
LTC3311HV#TRMPBF	LTC3311HV#WTRMPBF	LTC7061	プラスチック製 12ピン MSOP	-40°C to 150°C

更に広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店に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示されています。

テープ&リール仕様。一部のパッケージは、指定販売チャンネルを通じ500個入りのリールで購入できます。末尾に#TRMPBFという記号が付きます。

** 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により提供されています。これらのモデルは「#W」というサフィックスで指定されます。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。特定製品のオーダー情報とこれらのモデルに特有のオートモーティブ信頼性レポートについては、最寄りのアナログ・デバイスまでお問い合わせください。

電気的特性

● は仕様規定されている全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外の場合、仕様は T_A = 25°C (Note 2)。特に指定のない限り、V_{CC} = V_{BGVCC} = V_{BST} = 10V、V_{BGR_{TN}} = V_{SW} = 0V。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Supply and V_{CC} Supply						
V _{IN}	Input Supply Operating Range				100	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

Rev. 0

電氣的特性

● は仕様規定されている全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外の場合、仕様は $T_A = 25^\circ\text{C}$ (Note 2)。特に指定のない限り、 $V_{CC} = V_{BGVCC} = V_{BST} = 10\text{V}$ 、 $V_{BGRN} = V_{SW} = 0\text{V}$ 。

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 (BGVCC-BGRN)						
$V_{BGVCC-BGRN}$	BG Driver Supply Voltage Range (With Respect to BGRN)		4		14	V
I_{BGVCC}	Total BGVCC Current (Note 4)	BG = Low		8.9		μA
		BG = High		146		μA
V_{UVLO_BGVCC}	Undervoltage Lockout Threshold	BGVCC Falling, With Respect to BGRN		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		k Ω
R_{DOWN_BOTIN}	BOTIN Internal Pull-Down Resistor			1000		k Ω
Dead-Time and FAULT (DT, FLT)						
$t_{PLH(BG)} / t_{PLH(TG)}$	BG/TG Low to TG/BG High Propagation Delay (Dead-Time)	$R_{DT} = 0\Omega$		31		ns
		$R_{DT} = 24.9\text{k}\Omega$		43		ns
		$R_{DT} = 64.9\text{k}\Omega$		62		ns
		$R_{DT} = 100\text{k}\Omega$		76		ns
		$R_{DT} = \text{Open}$		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	$I_{TG} = -100\text{mA}$, $V_{OH(TG)} = V_{BST} - V_{TG}$		150		mV
$V_{OL(TG)}$	TG Low Output Voltage	$I_{TG} = 100\text{mA}$, $V_{OL(TG)} = V_{TG} - V_{SW}$		80		mV
R_{TG_UP}	TG Pull-Up Resistance	$V_{BST-SW} = 10\text{V}$		1.5		Ω
R_{TG_DOWN}	TG Pull-Down Resistance	$V_{BST-SW} = 10\text{V}$		0.8		Ω
Gate Driver Output (BG)						
$V_{OH(BG)}$	BG High Output Voltage	$I_{BG} = -100\text{mA}$, $V_{OH(BG)} = V_{BGVCC} - V_{BG}$		150		mV
$V_{OL(BG)}$	BG Low Output Voltage	$I_{BG} = 100\text{mA}$, $V_{OL(BG)} = V_{BG} - V_{BGRN}$		80		mV
R_{BG_UP}	BG Pull-Up Resistance	$V_{BGVCC-BGRN} = 10\text{V}$		1.5		Ω
R_{BG_DOWN}	BG Pull-Down Resistance	$V_{BGVCC-BGRN} = 10\text{V}$		0.8		Ω

電気的特性

●は仕様規定されている全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外の場合、仕様は $T_A = 25^\circ\text{C}$ (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。デバイスを長時間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: LTC7061Eは、 $0^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ のジャンクション温度で性能仕様を満たすよう設計されています。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作ジャンクション温度範囲における仕様は、設計、特性評価、および統計的プロセス制御との相関付けによって確保されています。LTC7061Iは $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ 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。LTC7061Jは $-40^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ のジャンクション温度範囲で仕様規定されています。LTC7061Hは $-40^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ の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、特定の動作条件と共に基板レイアウト、パッケージの定格熱抵抗、および他の環境要因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。

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

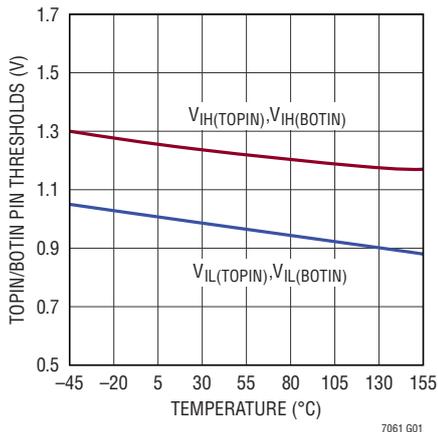
Note 4: 総電流には、 BGV_{CC}/BST から $BGRTN/SW$ へ流れる電流と、 $SGND$ へ流れる電流が含まれます。動作時の電源電流は、スイッチング周波数で供給されるゲート電荷のために高くなります。

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

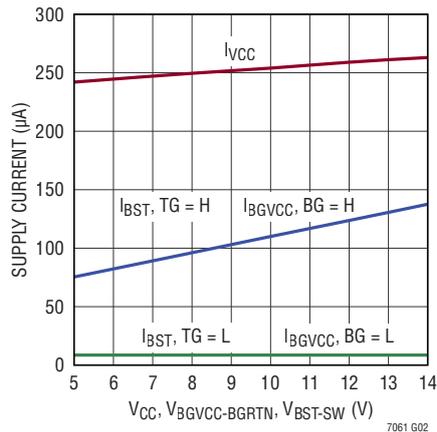
代表的な性能特性

特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

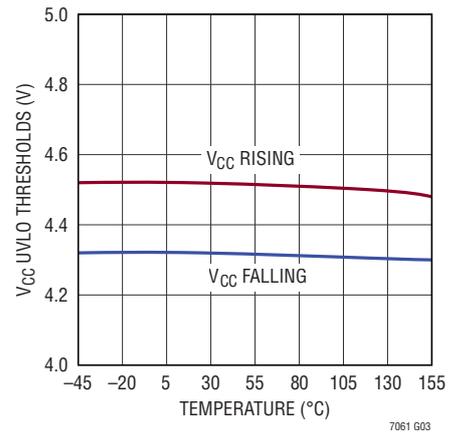
TOPIN/BOTIN ピンの閾値の温度特性



静止電源電流と電源電圧の関係



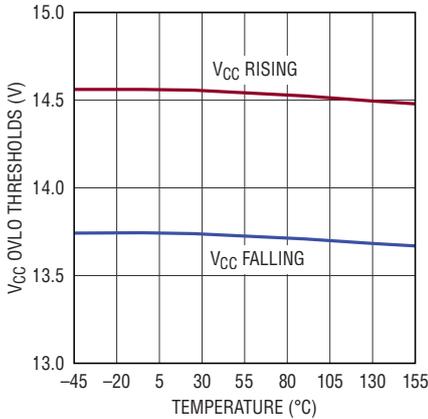
V_{CC} の低電圧ロックアウト閾値の温度特性



代表的な性能特性

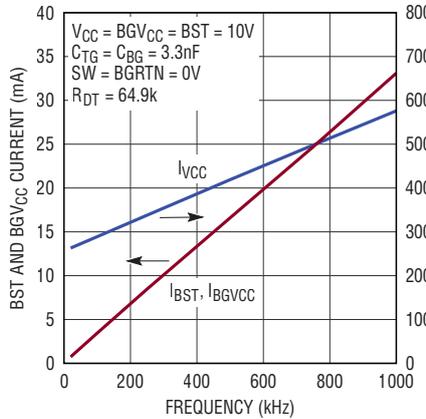
特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

V_{CC} の過電圧ロックアウト閾値の温度特性



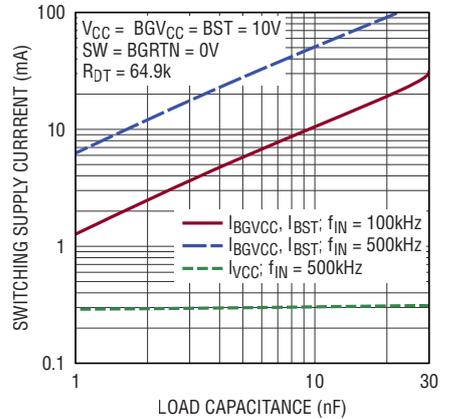
7061 G04

電源電流と入力周波数の関係



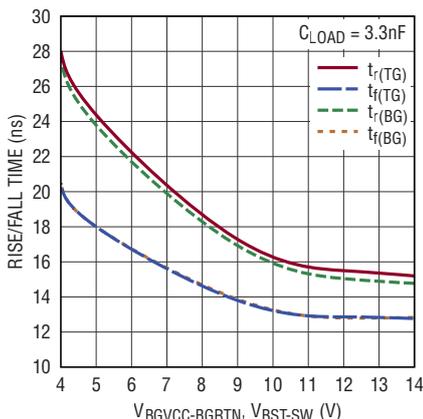
7061 G05

スイッチング電源電流と負荷容量の関係



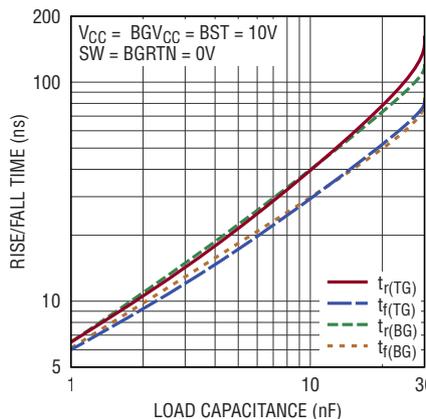
7061 G06

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

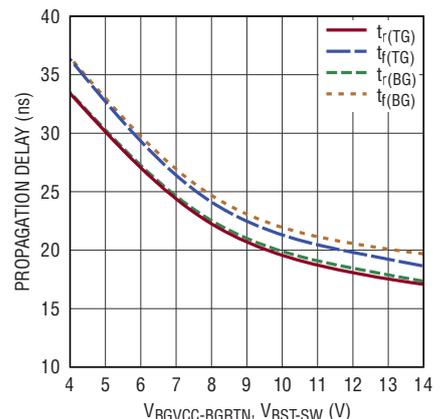


7061 G07

立上がり時間および立下がり時間と負荷容量の関係

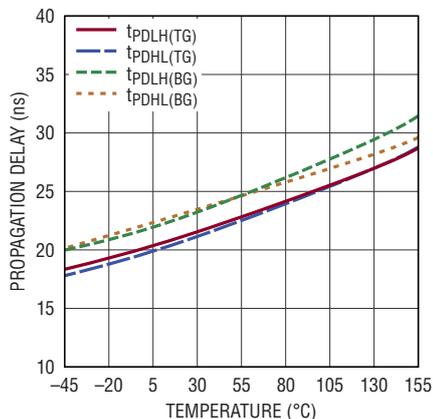


伝搬遅延とフローティング電源電圧の関係



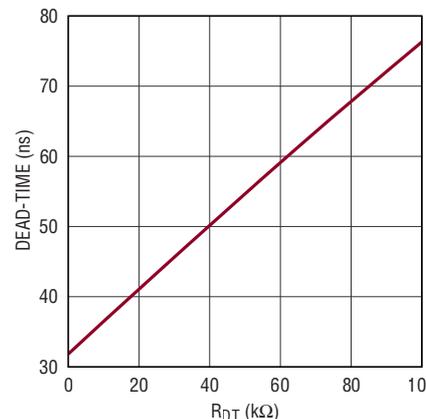
7061 G09

伝搬遅延の温度特性



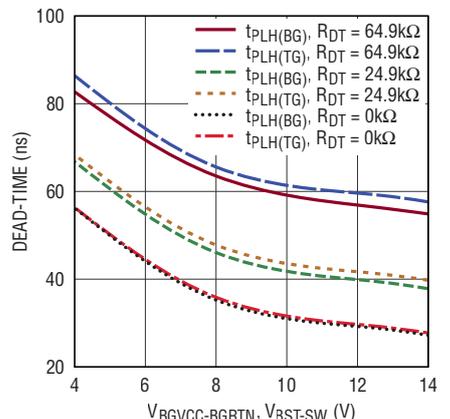
7061 G10

デッド・タイムとRDTの関係



7061 G11

デッド・タイムとフローティング電源電圧の関係

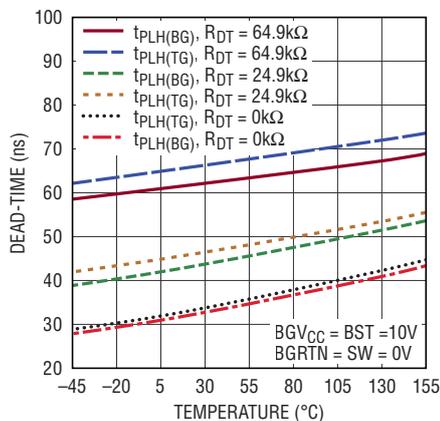


7061 G12

代表的な性能特性

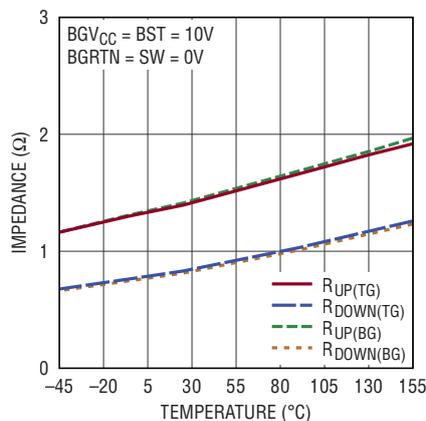
特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

デッド・タイムの温度特性



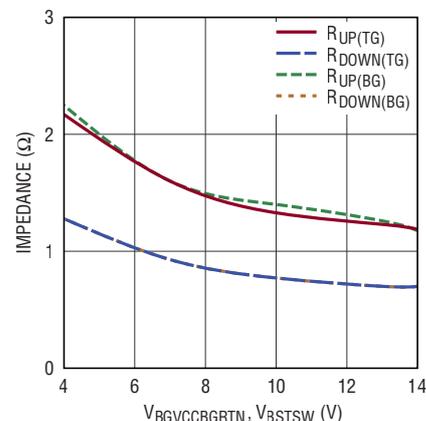
7061 G13

TG/BGのプルアップ抵抗およびプルダウン抵抗の温度特性



7061 G14

TG/BGのプルアップ抵抗およびプルダウン抵抗とフローティング電源電圧の関係



7061 G15

ピン機能

V_{CC}: V_{CC} 電源。SGNDピンを基準としたICのバイアス電源。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。0.1 μF 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。下側ゲート・ドライバはBGV_{CC}とBGRTNの間でバイアスされます。BGRTNを下側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。BGRTNピンとSGNDの間の電圧差は-10V~100V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~100V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。

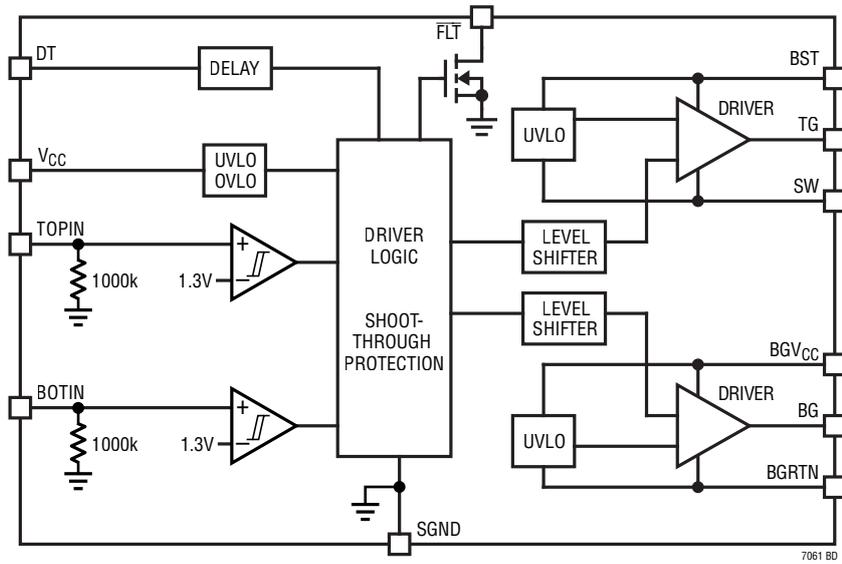
TOPIN: 上側ドライバのロジック入力。TOPINがバイアスされていないかフローティングの場合、TGはローに維持されます。

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。

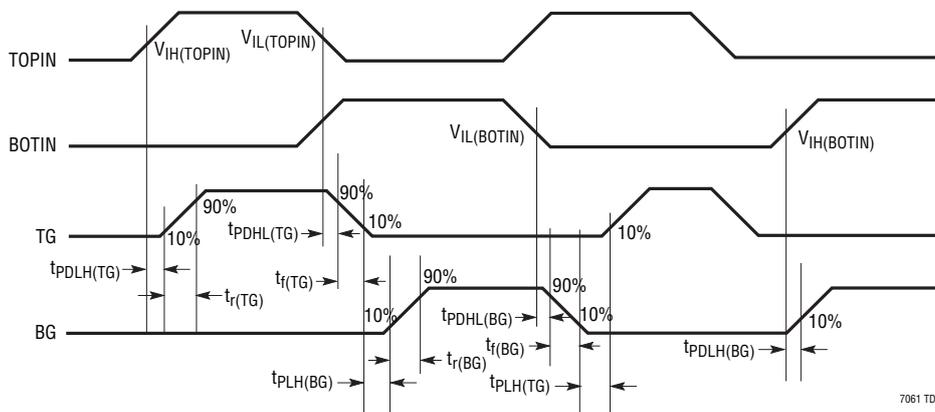
FLT: SGNDピンを基準にしたオープンドレイン故障出力ピン。 V_{CC} がUVLO/OVLOの状態、およびフローティング電源がUVLO状態の間、オープンドレイン出力はSGNDまで低下します。標準的なプルダウン抵抗は60 Ω です。

SGND: チップのグラウンド。電気的な接触と定格の熱性能を得るため、露出パッドはPCBのグラウンドにハンダ処理してください。

ブロック図



タイミング図



動作

概要

LTC7061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。

LTC7061は、ノイズとトランジェントに対する耐性に優れ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は大きな許容値(-10V)を持っています。対称的な設計により、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LTC7061の内部回路の電源です。内蔵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)

LTC7061は、遷移閾値が固定のロジック入力を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}の電圧レベル間にヒステリシスがあるため、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、高電圧のアプリケーションでは、入力ピン(TOPIN、BOTIN)に結合するノイズに注意する必要があります。

TOPIN/BOTINピンがフローティングの場合、TOPIN/BOTINピンとSGNDの間に1000k Ω の内部プルダウン抵抗があり、入力駆動されていないときにTG/BGのデフォルトの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・レギュレータの用途では、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

LTC7061の出力段の簡略図を図1に示します。TGとBGは対称に設計されており、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、LTC7061は閾値の高いMOSFET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る場合があります。

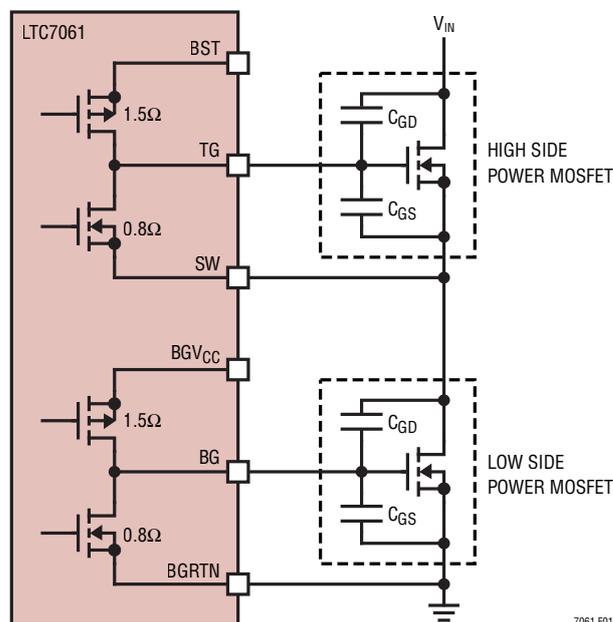


図1. ハーフ・ブリッジに構成された出力段の簡略図

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、それによっ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。LTC7061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の立ち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 V_{IN} 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 C_{GD} 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MOSFETが導通し、MOSFETを介して V_{IN} 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

LTC7061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、LTC7061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、LTC7061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。LTC7061は、150°Cより低い温度における動作が確保されています。

LTC7061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、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持っています。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静止電流の消費量が瞬間的に増加したとき、およびBG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の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。LTC7061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ョートスルー保護を実現するため、LTC7061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(R_{DT})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。 R_{DT} が100k Ω 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。

$$\text{デッド・タイム} = R_{DT} \cdot 0.44\text{ns/k}\Omega + 32\text{ns}$$

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

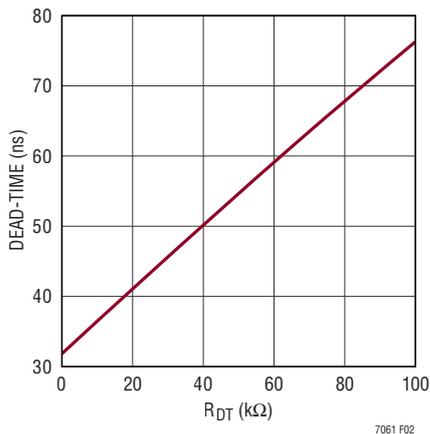


図2. デッド・タイムと R_{DT} の関係

入力ロジックと出力ロジックの関係

LTC7061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 t_{dt} 、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 t_{dt} 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。通常動作用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を示し、説明します。

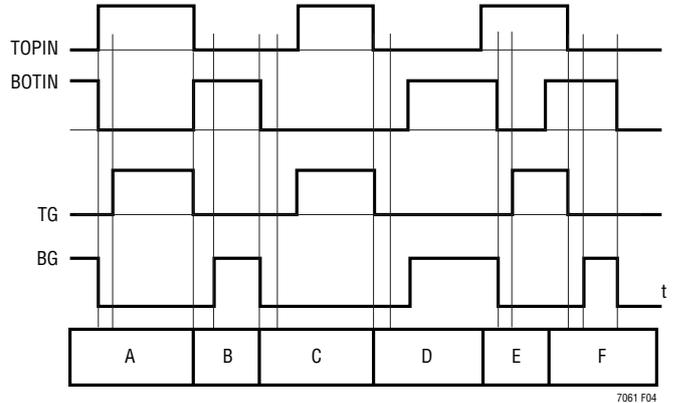


図3. LTC7061の入力ロジックと出力ロジックの関係

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 t_{dt} 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 t_{dt} 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 t_{dt} より長い場合、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 t_{dt} より長い場合、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 t_{dt} 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 t_{dt} 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

故障フラグ

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。これには、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: 51kΩ)が必要です。以下のいずれかの条件を満たすと、FLTピンの電圧は直ちにSGNDまで低下します。

a. V_{CC}がUVLO閾値より低いかOVLO閾値より高い。

b. (BGV_{CC}-BGRTN)間の電圧がUVLO閾値より低い。

c. (BST-SW)間の電圧がUVLO閾値より低い。

d. ジャンクション温度がほぼ180°Cに達する。

すべての故障条件が解消されると、デバイスが持つ100μsの遅延時間経過後に、外付け抵抗によってFLTピンは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のデータシートで規定されています。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、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0.1μFにすれば十分です。ただし、複数のMOSFETを並列接続してLTC7061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。LTC7061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、BGV_{CC}/BSTからBGRTN/SWおよびSGNDへ流れる総電流は146μA(代表値)です。また、BG/TGがローの場合、BGV_{CC}/BSTから流れる総電流は9μA(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LTC7061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-周囲間の熱抵抗

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

LTC7061の静止電流はとてつねにわずかで、V_{CC} = 10VでのDC電力損失はわずか(10V)(0.3mA) = 3mWです。

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。無負荷時の静止電流および内部スイッチング電

アプリケーション情報

流の合計を**代表的な性能特性**の「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 で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は異なり、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

LTC7061 では、スイッチングが高速 (ナノ秒の単位) で AC 電流が大量 (アンペアの単位) のため、 V_{CC} 、 V_{BST-SW} 、 $V_{BGVCC-BGRTN}$ の各電源に対してバイパス処理を適切に行うことが必要です。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、LTC7061 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 ピンの間に、できるだけ近づけて取り付けます。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。LTC7061 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ることに注意してください。

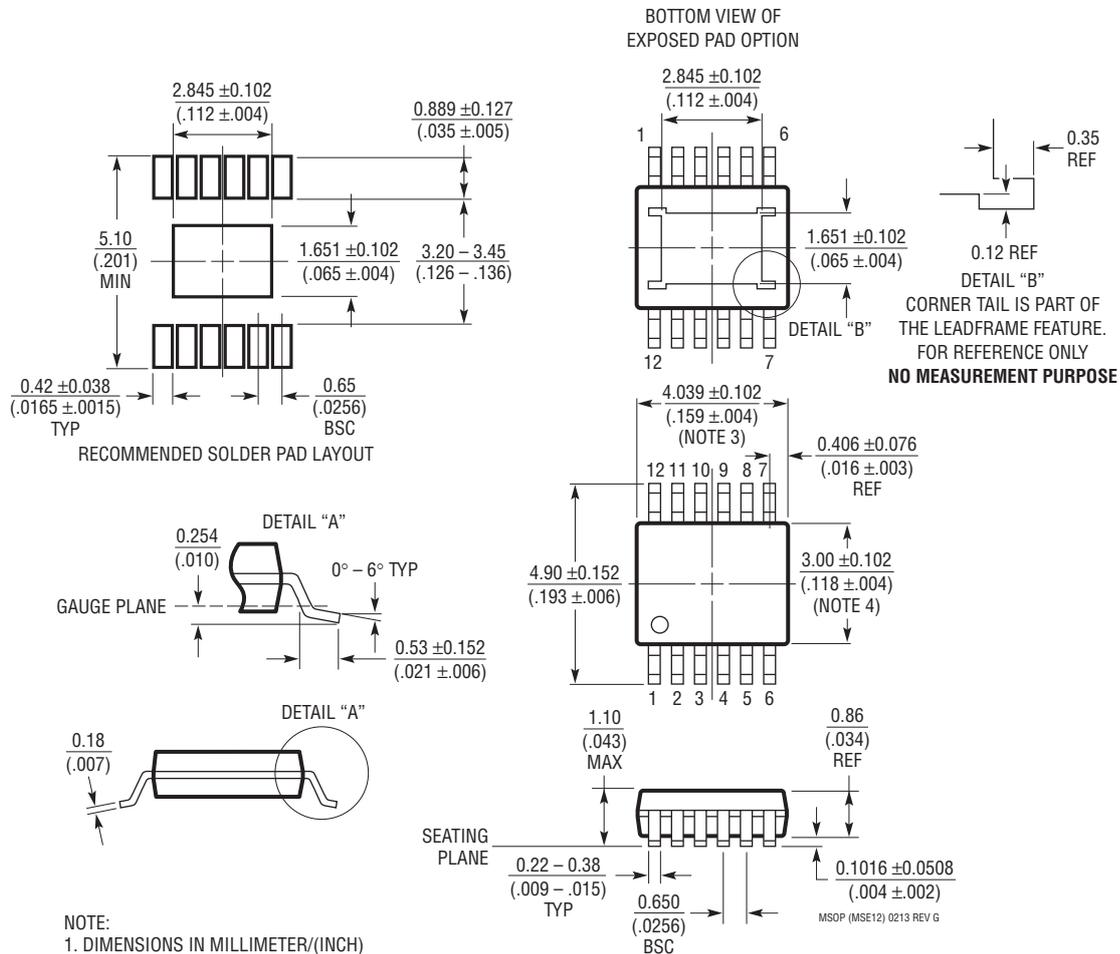
- 電源/グラウンドの配線は慎重に設計します。大量の負荷スイッチング電流がどこから流れ、どこに流れていくかを把握してください。入力ピンと出力パワー段のグラウンドのリターン・パスは別々にしてください。

- 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。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ます。

- LTC7061 のパッケージ裏面にある露出パッドを基板にハンダ処理してください。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。

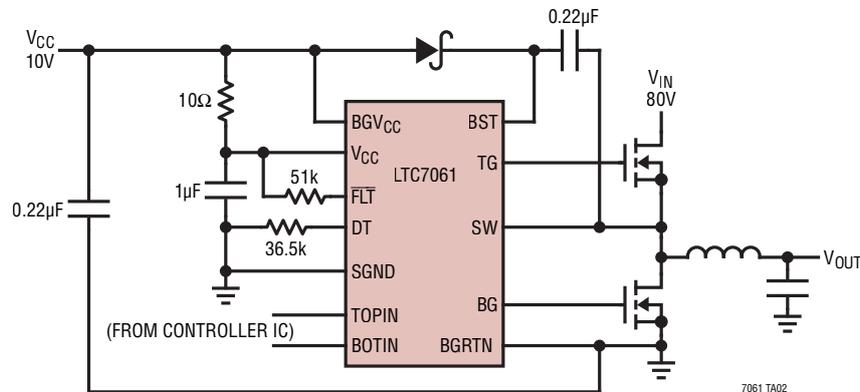
パッケージ

MSE Package
12-Lead Plastic MSOP, Exposed Die Pad
 (Reference LTC DWG # 05-08-1666 Rev G)



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	概要	注釈
LTC7060	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・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、 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、 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	最大150Vの電源電圧、 $6V \leq V_{CC} \leq 14V$ 、 0.8Ω のプルダウン、 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($2mm \times 3mm$)
LTC4442/ LTC4442-1	高速同期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/0.55A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を組み合わせて動作、 $3V \leq V_{IN} \leq 24V$
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を組み合わせて動作、 $3V \leq V_{IN} \leq 24V$
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を組み合わせて動作、 $4.5V \leq V_{IN} \leq 38V$ 、 $0.6V \leq V_{OUT} \leq 3.5V$