

フロート状態の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

- 独自の対称フローティング・ゲート・ドライバ構造
- 高いノイズ耐性、入出力グラウンド間の±10Vのグラウンド電位差を許容
- ICの電源電圧V_{CC}に依存しない最大100Vの入力電圧
- V_{CC}動作電圧:6V~14V
- ゲート・ドライバ電圧:4V~14V
- 0.8Ωのプルダウン、1.5Ωのプルアップにより、高速ターンオン/ターンオフを実現
- 適応型シュートスルー保護
- プログラマブルなデッド・タイム
- イネーブル・ピン付きのスリーステートPWM入力
- V_{CC}のUVLO/OVLOと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
- オープンドレインのフォルト・インジケータ
- 熱特性が改善された12ピンMSOPで供給可能
- AEC-Q100 車載認定進行中

アプリケーション

- 自動車用および産業用電源システム
- 通信機器用電源システム
- ハーフ・ブリッジおよびフル・ブリッジ・コンバータ

概要

LTC®7060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。ハイサイドとローサイドの両方のドライバが、別々のグラウンド・リファレンスを使用してMOSFETを駆動できるため、優れたノイズ耐性と過渡耐圧を実現します。

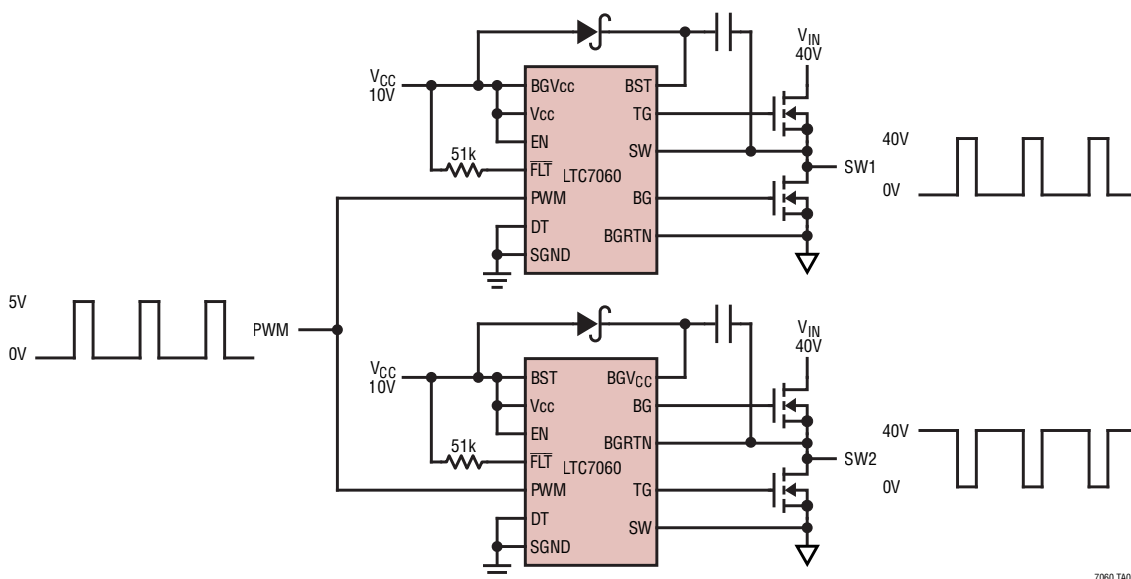
強力な0.8ΩプルダウンMOSFETドライバと1.5ΩプルアップMOSFETドライバにより、ゲート容量の大きな高電圧MOSFETを使用できます。その他の特長としては、UVLO、スリーステートPWM入力、調整可能なターンオン/オフ遅延、シュートスルー保護があります。

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



7060 TA01

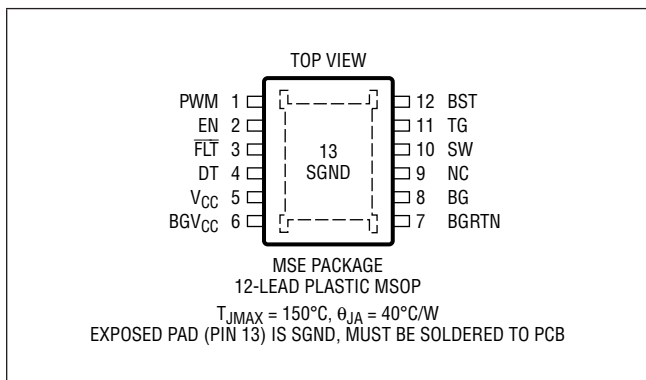
絶対最大定格

(Note 1)

V _{CC} 電源電圧	.....-0.3V~15V
上側ドライバ電圧 (BST)	.....-0.3V~115V
下側ドライバ電圧 (BGV _{CC})	.....-0.3V~115V
SW、BGRTN	.....-10V~100V
(BST-SW)	.....-0.3V~15V
(BGV _{CC} -BGRTN)	.....-0.3V~15V
EN、FLT	.....-0.3V~15V
DT、PWM	.....-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

注記: 注記がない限り、全ての電圧は SGND を基準にしている。

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
LTC7060EMSE#PBF	LTC7060EMSE#TRPBF	LTC7060	12-Lead Plastic MSSOP	-40°C to 125°C
LTC7060IMSE#PBF	LTC7060IMSE#TRPBF	LTC7060	12-Lead Plastic MSSOP	-40°C to 125°C
LTC7060JMSE#PBF	LTC7060JMSE#TRPBF	LTC7060	12-Lead Plastic MSSOP	-40°C to 150°C
LTC7060HMSE#PBF	LTC7060HMSE#TRPBF	LTC7060	12-Lead Plastic MSSOP	-40°C to 150°C

オートモーティブ製品**

LTC7060EMSE#WPBF	LTC7060EMSE#WTRPBF	LTC7060	12-Lead Plastic MSSOP	-40°C to 125°C
LTC7060IMSE#WPBF	LTC7060IMSE#WTRPBF	LTC7060	12-Lead Plastic MSSOP	-40°C to 125°C
LTC7060JMSE#WPBF	LTC7060JMSE#WTRPBF	LTC7060	12-Lead Plastic MSSOP	-40°C to 150°C
LTC7060HMSE#WPBF	LTC7060HMSE#WTRPBF	LTC7060	12-Lead Plastic MSSOP	-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時のコンテナのラベルで識別されます。

テープ&リールの仕様。一部のパッケージは、#TRMPBF接尾部の付いた指定の販売経路を通じて500個入りのリールで供給可能です。

** このデバイス・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ため、管理の行き届いた製造工程により供給されます。これらのモデルは#W接尾部により指定されます。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

●は規定動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ の値 (Note 2)。注記がない限り、 $V_{CC} = V_{BGVCC} = V_{BST} = 10\text{V}$ 、 $V_{BGRTN} = V_{SW} = 0\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
入力電源と V_{CC} 電源							
V_{IN}	Input Supply Operating Range				100	V	
V_{CC}	IC Supply Operating Range		6		14	V	
I_{VCC}	V_{CC} Supply Current	$V_{EN} = V_{PWM} = 0\text{V}$, $R_{DT} = 100\text{k}\Omega$		0.4		mA	
V_{UVLO_VCC}	V_{CC} Undervoltage Lockout Threshold	V_{CC} Falling	5	5.3	5.6	V	
		Hysteresis		0.3		V	
V_{OVLO_VCC}	V_{CC} OVLO Threshold	V_{CC} Rising		14.6		V	
		Hysteresis		0.8		V	
BGゲート・ドライバ電源 (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		μA	
		BG = High		100		μA	
V_{UVLO_BGVCC}	Undervoltage Lockout Threshold	BGV_{CC} Falling, With Respect to $BGRTN$		3.4		V	
		Hysteresis		0.3		V	
TGゲート・ドライバ電源 (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		μA	
		TG = High		100		μA	
V_{UVLO_BST}	Undervoltage Lockout Threshold	BST Falling, With Respect to SW		3.4		V	
		Hysteresis		0.3		V	
入力信号 (PWM、EN)							
$V_{IH(TG)}$	TG Turn-On Input Threshold	PWM Rising	●	2.6	3.1	3.6	V
$V_{IL(TG)}$	TG Turn-Off Input Threshold	PWM Falling	●	2.45	2.95	3.45	V
$V_{IH(BG)}$	BG Turn-On Input Threshold	PWM Falling	●	0.5	1	1.5	V
$V_{IL(BG)}$	BG Turn-Off Input Threshold	PWM Rising	●	0.75	1.25	1.75	V
V_{PWM_TRI}	PWM Input Three-State Float Voltage			1.9	2.1	2.3	V
R_{UP_PWM}	PWM Internal Pull-Up Resistor	To Internal 4.5V Supply		48		$\text{k}\Omega$	
R_{DOWN_PWM}	PWM Internal Pull-Down Resistor			42		$\text{k}\Omega$	
V_{ENR}	EN Pin Rising Threshold	EN Rising	●	1.1	1.2	1.3	V
V_{ENF}	EN Pin Falling Threshold	EN Falling		1.1		V	
R_{EN}	EN Pin Internal Pull-Down Resistor			2		$\text{M}\Omega$	
デッド・タイムとフォルト (DT、$\overline{\text{FLT}}$)							
$t_{PLH(BG)} / t_{PLH(TG)}$	BG/TG Low to TG/BG High Propagation Delay (Dead-Time)	$R_{DT} = 0\Omega$		32		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}	Open Drain Pull-Down Resistance			60		Ω	
t_{FLTb}	$\overline{\text{FLT}}$ Pin Release Delay	Low to High		100		μs	

電気的特性

●は規定動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ の値 (Note 2)。注記がない限り、 $V_{CC} = V_{BGVCC} = V_{BST} = 10\text{V}$ 、 $V_{BGRTN} = V_{SW} = 0\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
ローサイドのゲート・ドライバ出力 (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	$I_{BG} = 100\text{mA}$, $V_{OL(BG)} = V_{BG} - V_{BGRTN}$		80		mV
$R_{UP(BG)}$	BG Pull-Up Resistance	$V_{BGVCC} - V_{BGRTN} = 10\text{V}$		1.5		Ω
$R_{DOWN(BG)}$	BG Pull-Down Resistance	$V_{BGVCC} - V_{BGRTN} = 10\text{V}$		0.8		Ω
ハイサイドのゲート・ドライバ出力 (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
$R_{UP(TG)}$	TG Pull-Up Resistance	$V_{BST} - V_{SW} = 10\text{V}$		1.5		Ω
$R_{DOWN(TG)}$	TG Pull-Down Resistance	$V_{BST} - V_{SW} = 10\text{V}$		0.8		Ω
スイッチング時間						
$t_{PHL(BG)}$	PWM High to BG Low Propagation Delay			17		ns
$t_{PHL(TG)}$	PWM Low to TG Low Propagation Delay			17		ns
$t_r(BG)$	BG Output Rise Time	$C_{LOAD} = 3.3\text{nF}$ (Note 5)		18		ns
$t_f(BG)$	BG Output Fall Time	$C_{LOAD} = 3.3\text{nF}$ (Note 5)		13		ns
$t_r(TG)$	TG Output Rise Time	$C_{LOAD} = 3.3\text{nF}$ (Note 5)		18		ns
$t_f(TG)$	TG Output Fall Time	$C_{LOAD} = 3.3\text{nF}$ (Note 5)		13		ns
$t_{PH(EN)}$	EN High to TG/BG High Propagation Delay			30		ns
$t_{PL(EN)}$	EN Low to TG/BG Low Propagation Delay			36		ns

Note 1: 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。また、長期にわたって絶対最大定格に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える恐れがある。

Note 2: LTC7060E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に適合することが確認されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作ジャンクション温度範囲での仕様は、設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。LTC7060I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の動作が確認されている。LTC7060J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の動作が確認されている。LTC7060H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の動作が確認されている。ジャンクション温度が高いと動作寿命が短くなる。 125°C を超えるジャンクション温度では動作寿命はデレーティングされる。これ

らの仕様を満たす最大周囲温度は、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と関連した特定の動作条件によって決まることに注意。

Note 3: T_J は周囲温度 T_A および消費電力 P_D から次式に従って計算される。

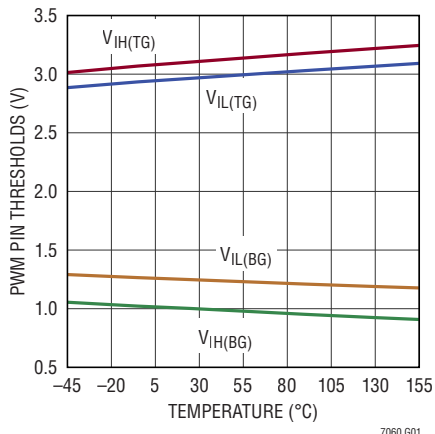
LFCSP パッケージの場合: $T_J = T_A + (P_D \cdot 51^\circ\text{C/W})$ 、
MSOP パッケージの場合: $T_J = T_A + (P_D \cdot 40^\circ\text{C/W})$ 。

Note 4: 全電流には BGV_{CC}/BST から $BGRTN/SW$ への電流と $SGND$ への電流の両方が含まれる。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する。

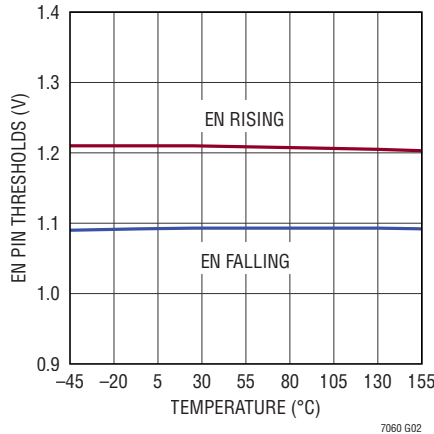
Note 5: 立上がり時間と立下がり時間は 10% と 90% のレベルを使用して測定されている。

代表的な性能特性 特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

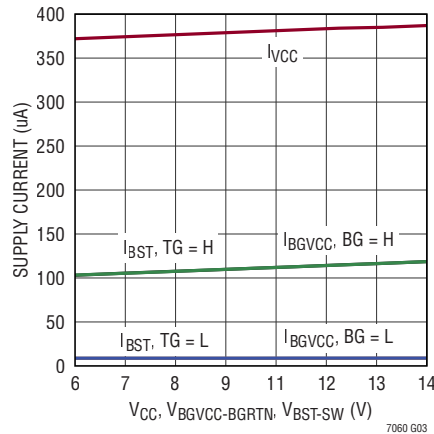
PWMピンの閾値と温度



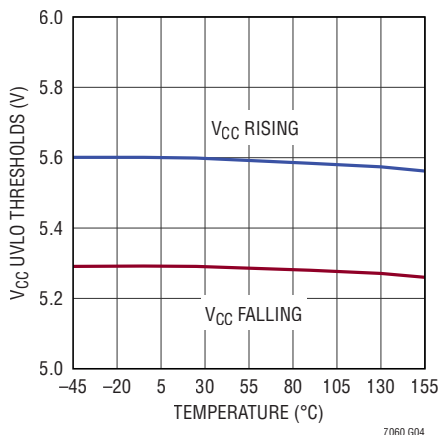
ENピンの閾値と温度



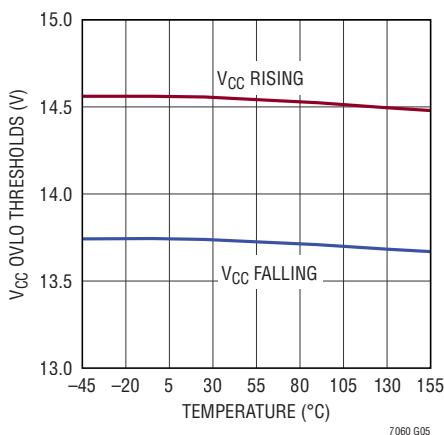
静止時の電源電流と電源電圧



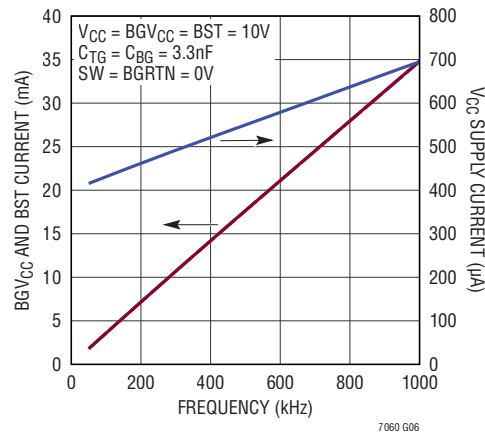
V_{CC} の低電圧ロックアウト閾値と温度



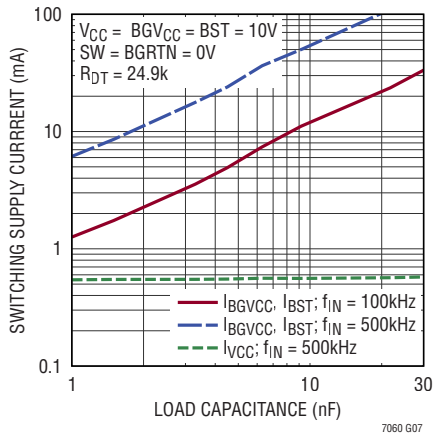
V_{CC} の過電圧ロックアウト閾値と温度



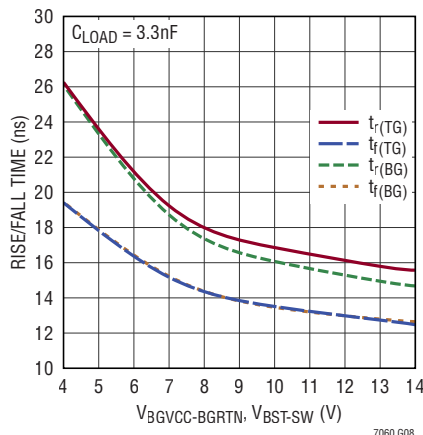
電源電流と入力周波数



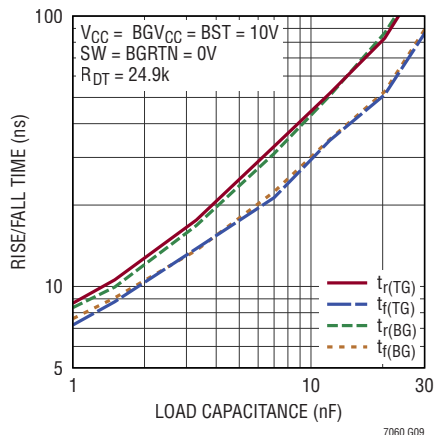
スイッチング電源電流と負荷容量



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

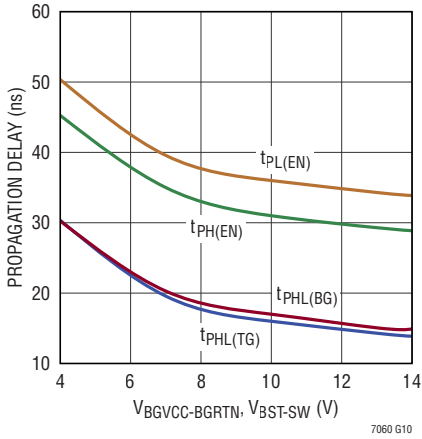


立上がり時間および立下がり時間と負荷容量

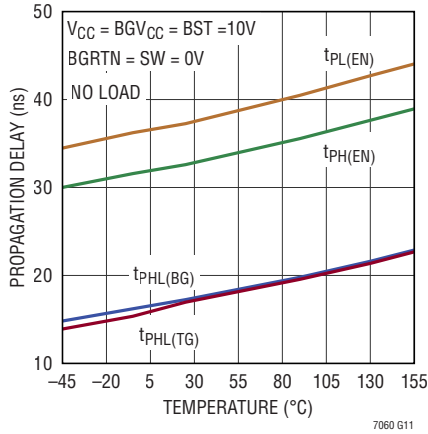


代表的な性能特性 特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

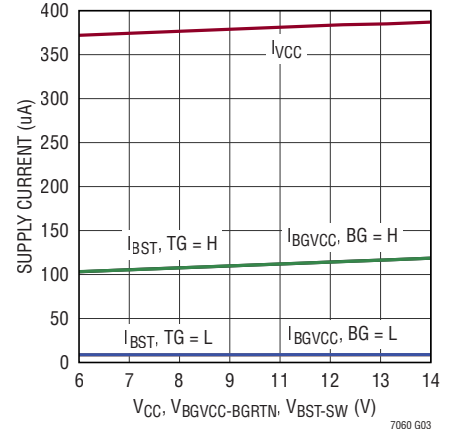
伝搬遅延とフローティング
電源電圧



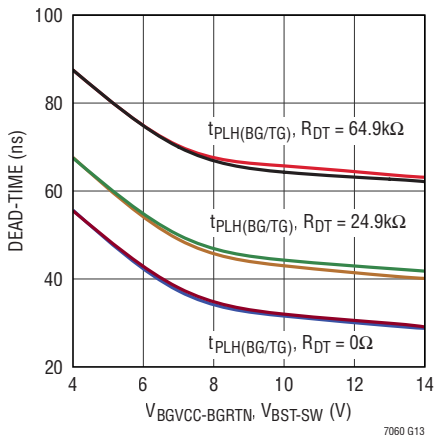
伝搬遅延と温度



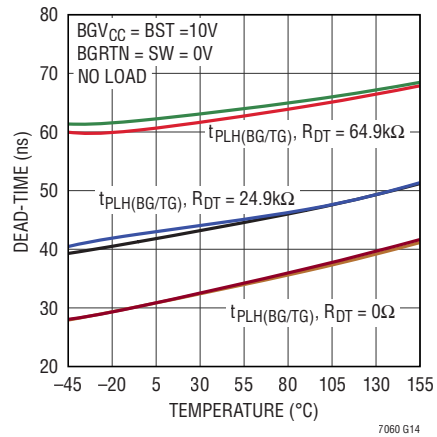
デッド・タイムと R_{DT}



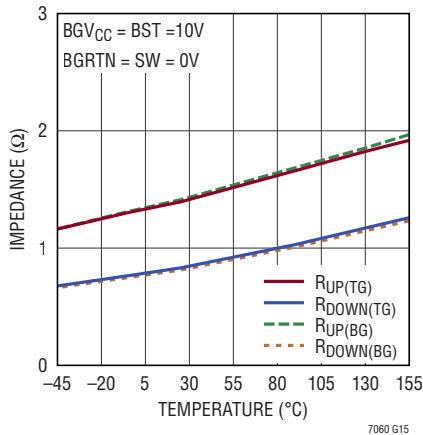
デッド・タイムとフローティング
電源電圧



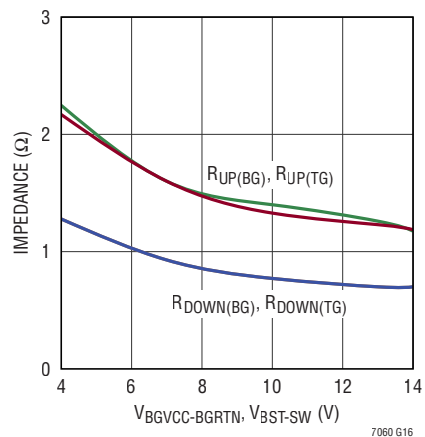
デッド・タイムと温度



TG/BGのプルアップおよび
プルダウン抵抗と温度



TG/BGのプルアップおよび
プルダウン抵抗とフローティング
電源電圧



ピン機能

V_{CC}: V_{CC} 電源。SGND ピンを基準にしたデバイスのバイアス電源。内部の 4.5V 電源は V_{CC} 電源から生成され、内部回路の大半にバイアスを供給します。値が 0.1μF 以上のバイパス・コンデンサをこのピンと SGND 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 の間に外付けコンデンサを接続し、デバイスの近くに配置してください。

BGRTN: 下側 MOSFET ドライバの帰還先。下側のゲート・ドライバは、BGV_{CC} と BGRTN ピン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} まで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、デバイスの近くに配置してください。

SW: 上側 MOSFET ドライバの帰還先。上側のゲート・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 までの電圧範囲で駆動します。

DT: SGND ピンを基準にしたデッド・タイムのプログラム・ピン。このピンと SGND の間に 1 個の抵抗を接続することにより、BG/TG のローから TG/BG のハイに切り替わるまでの伝搬遅延が設定されます。詳細については動作のセクションを参照してください。

PWM: SGND ピンを基準にしたスリーステートのゲート・ドライバ入力信号。TG/BG の状態はこのピンの電圧によって決まります。このピンをフロート状態にすると、内部の抵抗分圧器により、BG と TG の両方がオフする高インピーダンス・モードが起動します。このピンのパターン容量は最小限に抑えてください。

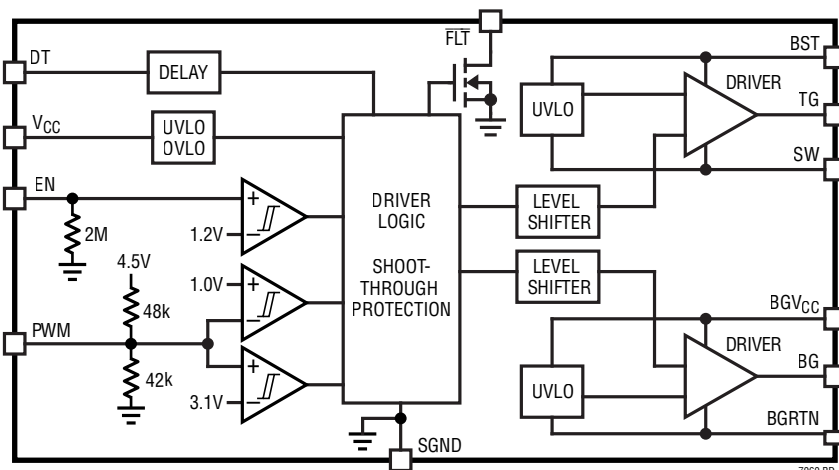
EN: SGND ピンを基準にしたイネーブル制御入力ピン。このピンの電圧が 1.2V より高くなると、ゲート・ドライバがイネーブルされます。このピンがロジック・ローである場合、TG ピンと BG ピンは、どちらもロー状態です。

FLT: SGND ピンを基準にしたオープンドレインのフォルト出力ピン。V_{CC} の UVLO/OVLO 状態およびフローティング電源の UVLO 状態の間 SGND 電位に低下するオープンドレイン出力。プルダウン抵抗の代表値は 60Ω です。

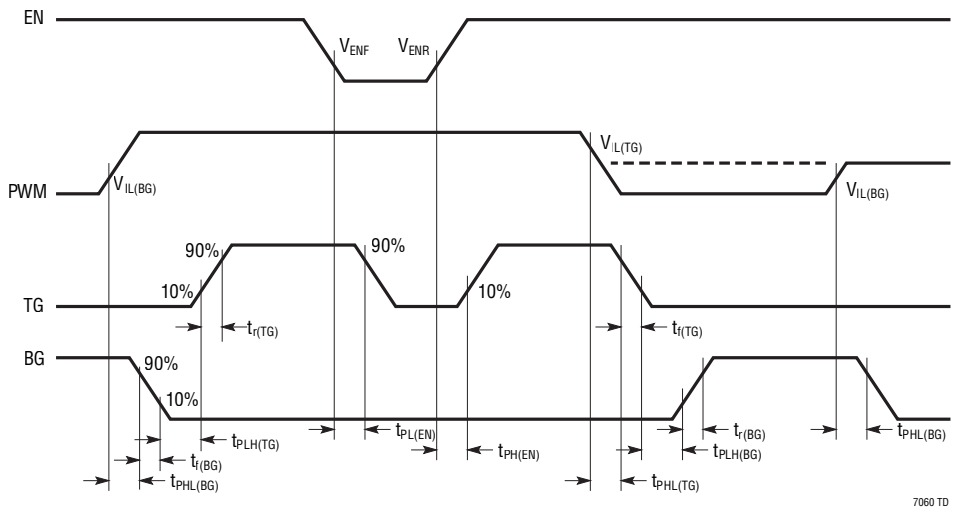
NC: 内部接続なし。このピンは常にフロート状態に維持します。このピンは意図的に飛ばして、隣接する高電圧ピンと分離します。

SGND: デバイスのグラウンド。電気的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する必要があります。

ブロック図



タイミング図



7060 TD

動作

概要

LTC7060は、グラウンドを基準にした低電圧のデジタルPWM信号を受信して、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。ローサイドMOSFETのゲートはハイまたはローに駆動され、BGV_{CC}とBGR_{TN}の間でPWMピンの状態に応じて振動します。同様に、ハイサイドMOSFETのゲートは、ローサイドMOSFETと補いあって駆動され、BSTとSWの間で振動します。

ローサイドとハイサイドのドライバは、どちらもフローティング・ゲート・ドライバです。独自のダブル・フローティング構造により、ゲート・ドライバ出力は堅牢になり、グラウンド・ノイズの影響を受けにくくなります。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。

関係を図1に示します。PWMの電圧が閾値V_{IH}(TG)より高くなると、TGは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、PWMの電圧がV_{IL}(TG)より低くなるまでオンのままです。同様に、PWMの電圧が閾値V_{IH}(BG)より低くなると、BGは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、PWMの電圧が閾値V_{IL}(BG)より高くなるまでハイのままです。

対応するV_{IH}とV_{IL}の電圧レベル間のヒステリシスにより、スイッチ遷移時のノイズに起因す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、ノイズがPWMピンに結合しないように注意する必要があります。

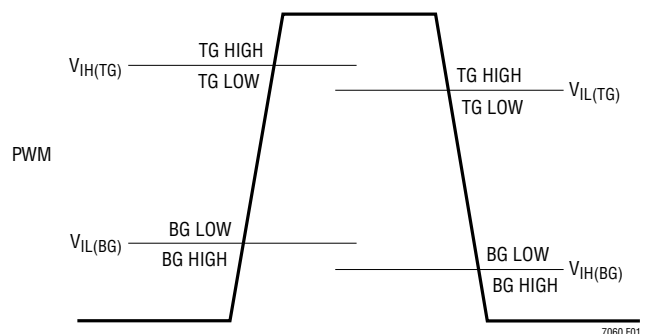
閾値は、BGとTGの両方がローになる領域を考慮して設定されています。PWMピンを駆動する信号が高インピーダンス

V_{CC}電源

V_{CC}は、LTC7060の内部回路の電源です。内部の4.5V電源はV_{CC}電源から生成され、SGNDを基準にしている内部回路の大半にバイアスを供給します。SGNDとBGR_{TN}の電位が等しい場合は、V_{CC}ピンをBGV_{CC}ピンに接続してかまいません。V_{CC}はV_{IN}とは無関係です。

入力段(PWM, EN)

LTC7060は、遷移閾値が固定のスリーステートPWM入力を採用しています。LTC7060の遷移閾値と3つの入力状態との



7060 F01

図1. スリーステートPWMの動作

動作

ス状態になる場合は、内部の抵抗分圧器がPWMピンの電圧をこの領域に設定します。

また、PWM駆動信号によって高インピーダンス状態にならない場合は、ENピンを使用してBGとTGを両方ともローに維持することもできます。ENピンをローに駆動すると、TGとBGの両方がオフのままになり、ENピンをハイに駆動すると、PWM入力に基づいてTGとBGのスイッチングがイネーブされます。ENピンとSGNDの間には $2M\Omega$ の内部プルダウン抵抗があり、ENピンの入力駆動されていない場合、ENのデフォルトの状態をローに維持します。

スイッチング・レギュレータのアプリケーションでは、コントローラICがスリーステートのPWMピンとENピンの両方を使用して、不連続導通モード(DCM)を実行できます。

出力段

簡略化したLTC7060の出力段を図2に示します。BGとTGのデザインは対称であり、両方ともフローティング・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 1.5Ω (代表値)のPMOSであり、プルダウン・デバイスは、 $R_{DS(ON)}$ が 0.8Ω (代表値)のNMOSです。電源電圧範囲が $4V\sim 14V$ と広いドライバ電源は、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、LTC7060は比較的閾値の高いMOSFETに合わせて最適化されています(例えば、 $BST-SW = 10V$ および $BGV_{CC}-BGRN = 10V$)。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可能性があります。

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、オンとオフを迅速化し、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。LTC7060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により、MOSFETの迅速なターンオン遷移を実行できます。

更に、ドライバ出力での強力なプルダウンにより、相互導通電流が流れるのを防ぎます。例えば、図2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パワーMOSFETが導通して、 V_{IN} からグラウンドへMOSFETを介して大量の相互導通電流が流れ、そのためにかなりの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。

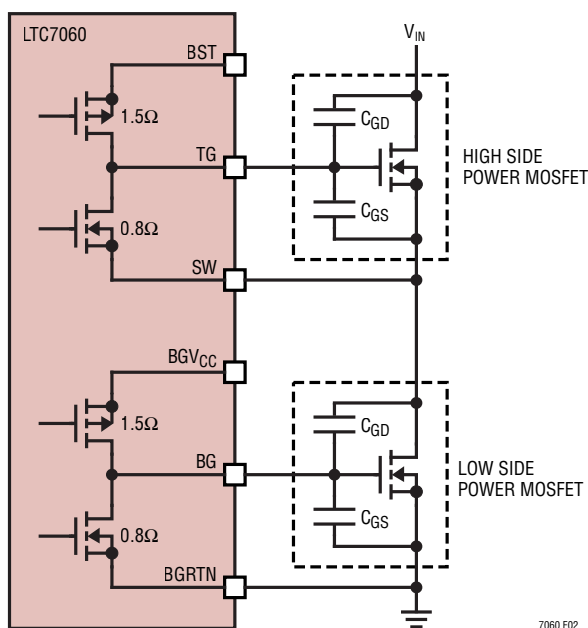


図2. ハーフ・ブリッジ構成での簡略化された出力段

保護回路

LTC7060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全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、LTC7060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 $180^{\circ}C$ に達すると、LTC7060はサーマル・シャットダウン・モードに移行し、BGの電圧はBGRNの電圧まで低下し、同様に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 $165^{\circ}C$ 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。LTC7060は、 $150^{\circ}C$ より低い温度で動作することが確認されています。

動作

LTC7060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両方とも内蔵しています。V_{CC}が5.3Vより低くなるか、14.6Vより高くなると、BGピンとTGピンの電圧は、それぞれBGR_{TN}の電圧とSWの電圧まで低下して、2つの外付けMOSFETは両方ともオフになります。V_{CC}の電源電圧が十分な値ではあるが過電圧閾値より低い場合は、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、付加的な低電圧ロックアウト回路が組み込まれています。BGV_{CC}からBGR_{TN}までのフローティング電圧が3.3Vより低くなると、BGの電圧はBGR_{TN}の電圧まで低下します。同様に、BSTからSWまでのフローティング電圧が3.3Vより低くなると、TGの電圧はSWの電圧まで低下します。

通常動作と低電圧／過電圧のロジックの表を表1に示します。

表1. 通常動作と低電圧／過電圧のロジック

PWM	EN	V _{CC} の UVLO または OVLO	(BST-SW)の UVLO	(BGV _{CC} - BGR _{TN})の UVLO	TG	BG
X	L	X	X	X	L	L
X	X	Y	X	X	L	L
L	H	N	X	N	L	H
L	H	N	X	Y	L	L
H	H	N	N	X	H	L
H	H	N	Y	X	L	L
HIGH-Z	H	X	X	X	L	L

注記: 「X」は「ドント・ケア」を意味する。

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。LTC7060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をオンすることはできません。逆の場合も同様です。この機能では、スイッチング遷移時にMOSFET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します。

プログラマブルなデッド・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確保するため、LTC7060はDTピンを備えており、このピンを使用して、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)をプログラムすることができます。DTピンとSGNDの間に抵抗(R_{DT})を外付けすることにより、BGのローからTGのハイへの伝搬遅延と、TGのローからBGの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3を参照してください。R_{DT}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。

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

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250ns前後です。

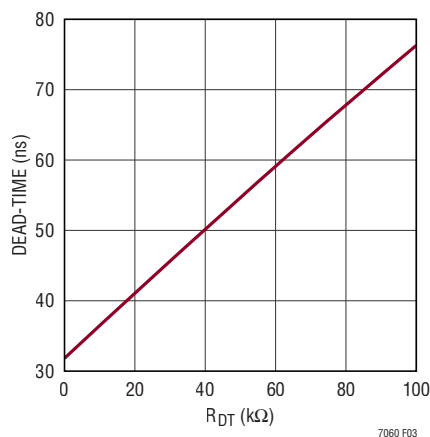


図3. デッド・タイムとR_{DT}

フォルト・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: 51k)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。

- V_{CC}がUVLO閾値より低いか、OVLO閾値より高い。
- (BGV_{CC}-BGR_{TN})間の電圧がUVLO閾値より小さい。
- (BST-SW)間の電圧がUVLO閾値より小さい。
- ジャンクション温度が約180°Cに達している。

全てのフォルトが解消されると、組込みの100μsの遅延時間経過後に、FLTピンは外付け抵抗によって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}-BGR_{TN}間、BST-SW間)

BGV_{CC}-BGR_{TN}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BGR_{TN}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がオンすると、ドライバは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が導通して、オンします。

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はゲート容量の10倍以上にして、外付けMOSFETを完全にオンにする必要があります。ゲート電荷は、5nC~数百nCの範囲内の値になる可能性があり、使用される外付け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LTC7060で駆動する場合は、それに応じてC_Bの容量を増やす必要があります。

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。LTC7060はC_Bを充電せず、C_Bを常に放電します。BG/TGが高い場合、BGV_{CC}/BSTからBGR_{TN}/SWおよびSGNDへ流れる全電流は代表値で100μAです。また、BG/TGがローの場合、BGV_{CC}/BSTから流れる全電流は代表値で8μA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LTC7060を動作させることはできません。パッケージのジャンクション温度は次式により計算できます。

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

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温度の間の熱抵抗

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(次式)。

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

ここで、

P_{DC} = 自己消費電力による損失

P_{AC} = 入力周波数がf_{IN}のときの内部スイッチング損失

P_{QG} = ゲート電荷が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

LTC7060の自己消費電流はごくわずかです。V_{CC} = 10VでのDC電力損失はわずか(10V)(0.4mA) = 4mW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。自己消費電流と無負荷での内部スイッチング電流の合計を**代表的な性能特性**の「電源電流と入力周波数」のグラフに示します。

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

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

代表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})に接続しています。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、ドライバ出力によって認識されるパワーMOSFETのゲート容量は、スイッチング中の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およびTGでの同一のMOSFETの場合は、次のようになります。

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

アプリケーション情報

バイパス処理と接地

LTC7060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、過剰なリングングやアンダーシュート/オーバーシュートが生じる恐れがあります。

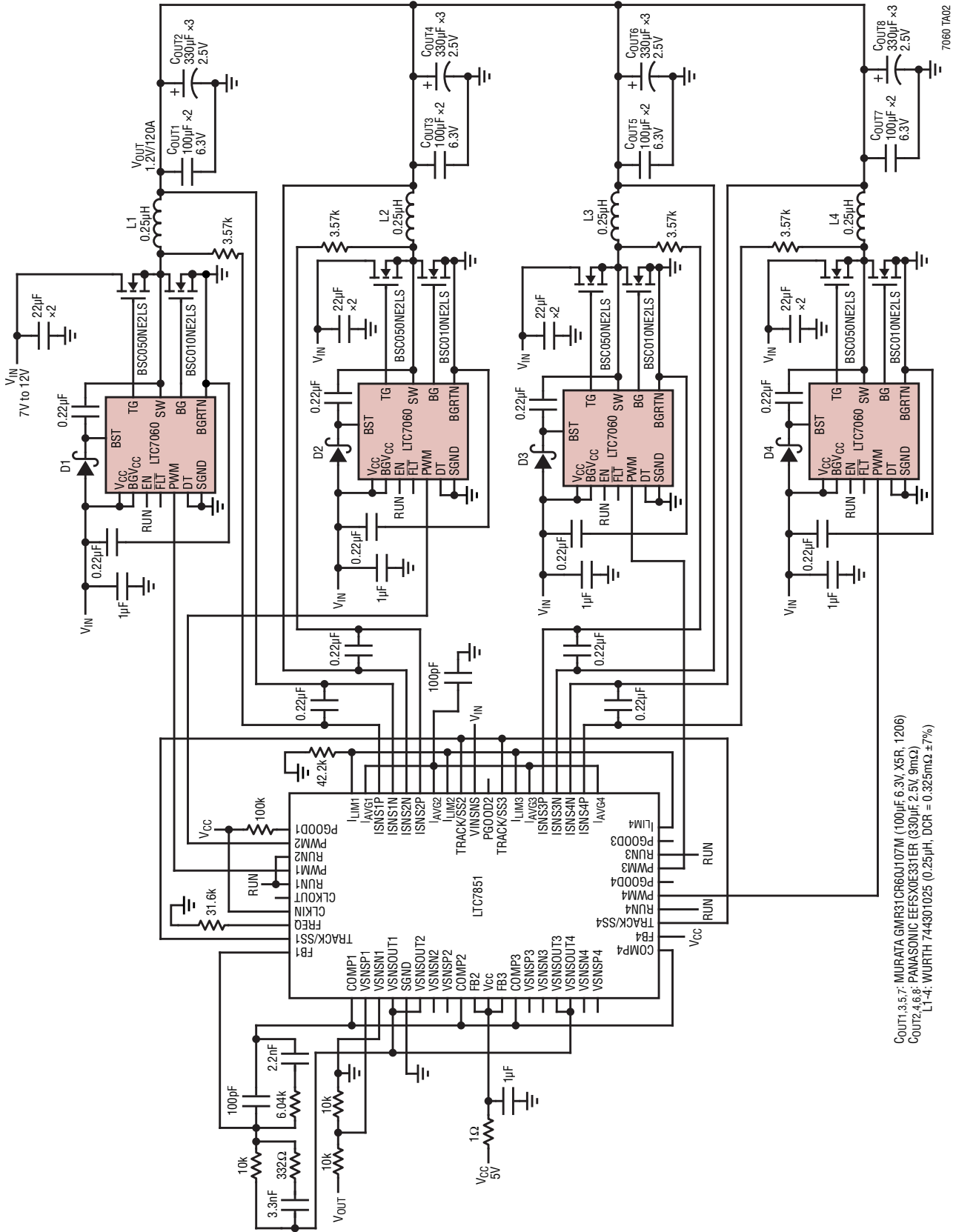
最適な性能を得るため、LTC7060を以下のように構成します。

- 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。LTC7060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計画します。大量の負荷スイッチング電流の流入元と流出先を把握します。入力ピンと出力パワー段のグラウンド帰還経路は別々にしておきます。
- TGピンを上側MOSFETのゲートに、また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、また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。
- LTC7060パッケージの裏面にある露出パッドを基板にハンダ処理するようにしてください。露出した裏面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に対して規定されている値よりはるかに大きくなります。

標準的応用例

LTC7851 を使用する MOSFET と LTC7060 を組み合わせた 4 相 1.2V/120A コンバータ、 $f_{sw} = 400\text{kHz}$

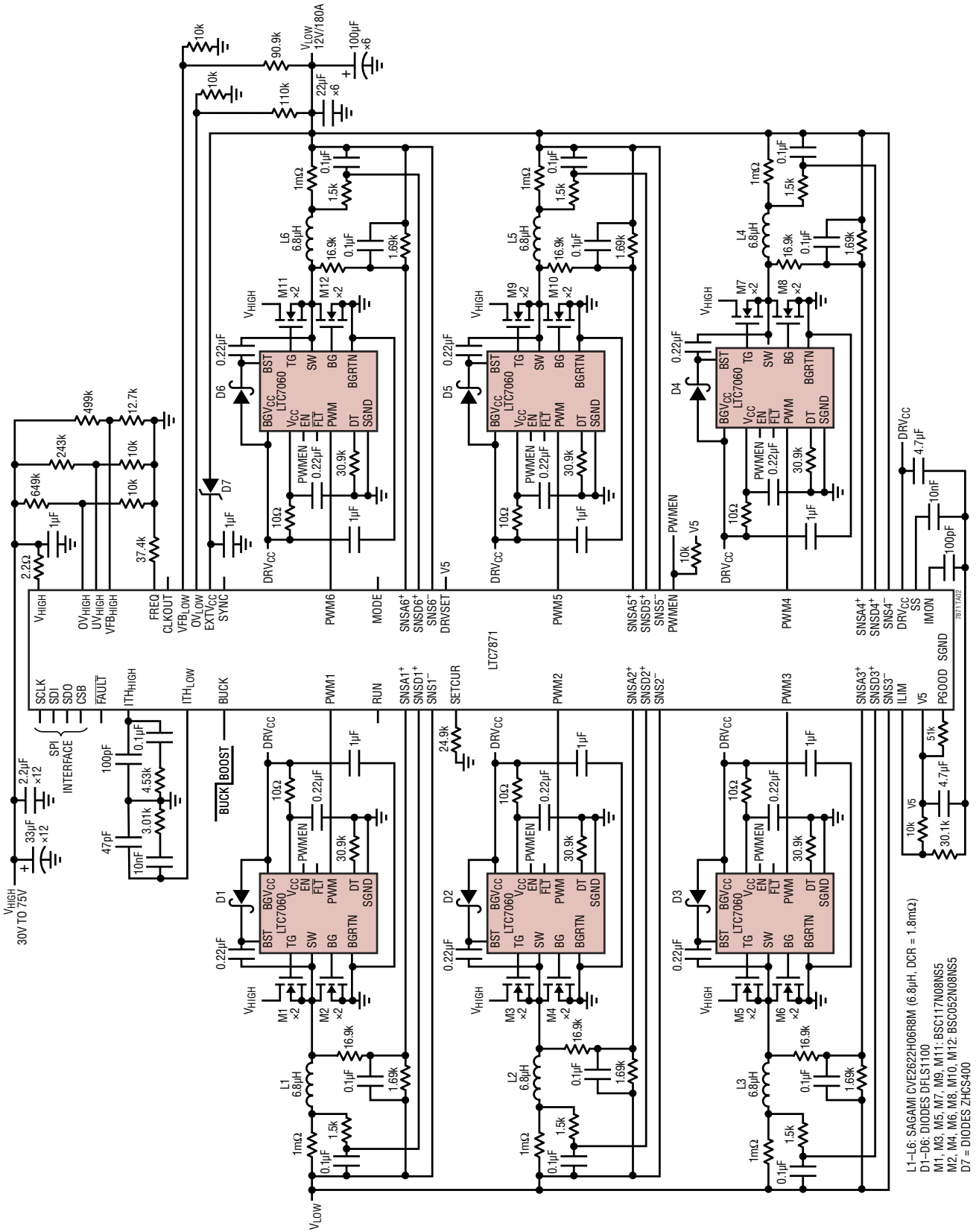


C_{OUT1,3,5,7}: MURATA GRM31CR60J107M (100µF 6.3V X5R, 1206)
 C_{OUT2,4,6,8}: PANASONIC EEF5X0E331ER (330µF 2.5V 9mΩ)
 L1-4: WURTH 744301025 (0.25µH, DCR = 0.325mΩ ±7%)

7060 TA02

標準的応用例

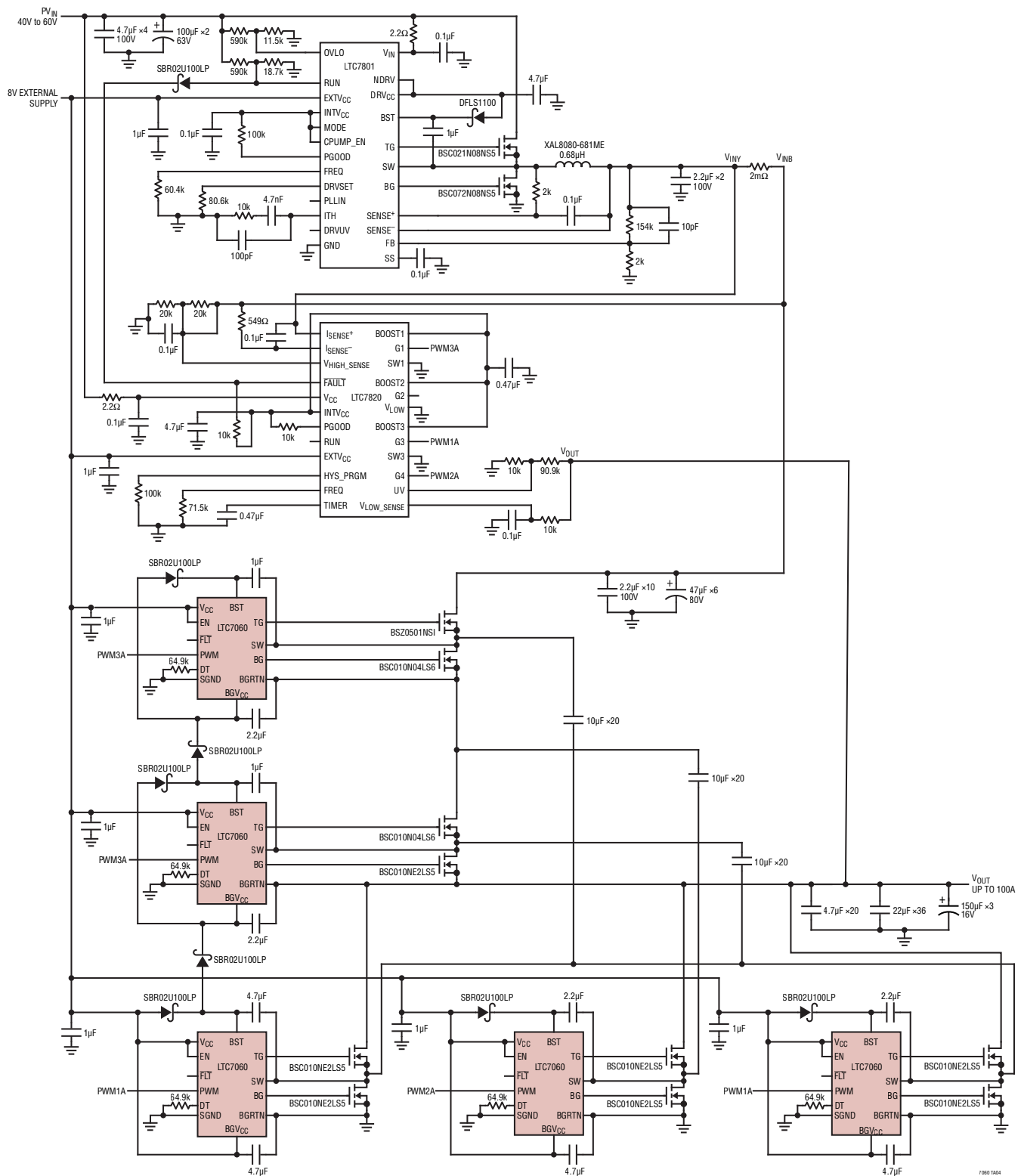
高効率の6相、12V、180A電源



- L1-L6: SAGAMI CVE2622H06R8M (6.8μH, DCR = 1.8mΩ)
- D1-D6: DIODES DFLS1100
- M1, M3, M5, M7, M9, M11: BSC117N08NS5
- M2, M4, M6, M8, M10, M12: BSC052N08NS5
- D7 = DIODES ZHCS400

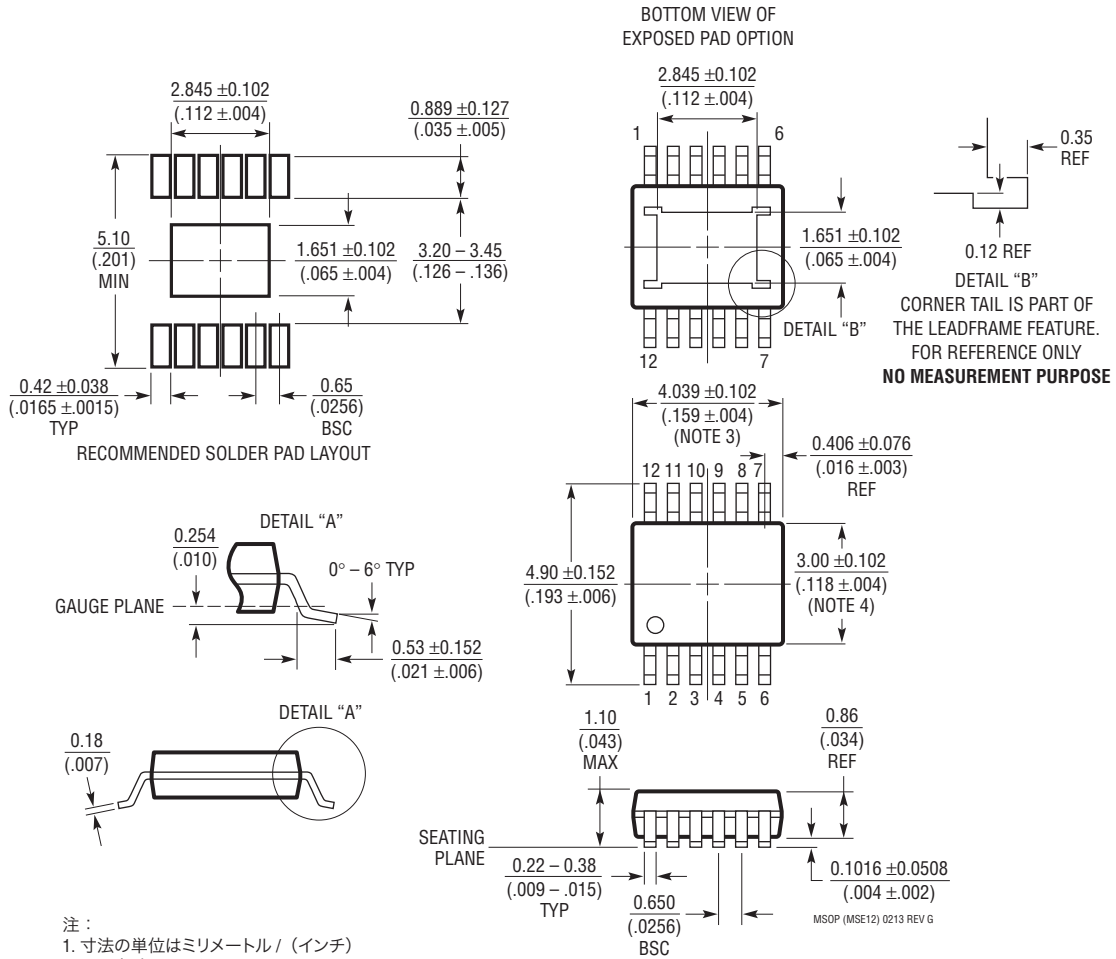
標準的応用例

最大100A、高効率、4対1スイッチド・キャパシタ・コンバータ



7060 TA04

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

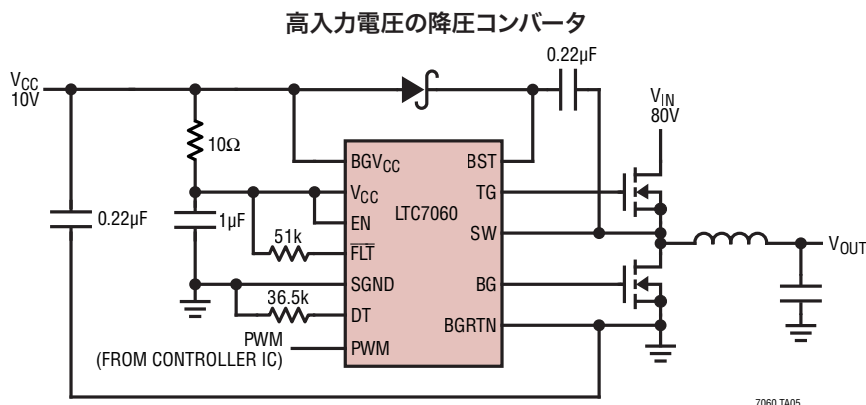


- 注：
1. 寸法の単位はミリメートル / (インチ)
 2. 図は実寸とは異なる
 3. 寸法にはモールドのバリ、突出部、またはゲートのバリを含まない。
モールドのバリ、突出部、ゲートのバリは、各サイドで 0.152mm (0.006 インチ) を超えないこと
 4. 寸法には、リード間のバリまたは突出部を含まない。
リード間のバリと突出部は、各サイドで 0.152mm (.006 インチ) を超えないこと
 5. リードの平坦度 (整形後のリードの底面) は最大 0.102mm (0.004 インチ) であること
 6. 露出パッドの寸法にはモールドのバリを含む。露出パッド上のモールドのバリは、各サイドで 0.254mm (0.010 インチ) を超えないこと

改訂履歴

REV	日付	説明	ページ番号
A	04/20	発注情報を更新。 I _{VCC} の行でR _{DT} を64.9kΩから100kΩに変更。	2 3

標準的応用例



関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC4449	高速同期整流式のNチャンネルMOSFETドライバ	最大38Vの電源電圧、 $4V \leq V_{CC} \leq 6.5V$ 、3.2Aのピーク・プルアップ電流／4.5Aのピーク・プルダウン電流
LTC4442/ LTC4442-1	高速同期整流式の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のピーク・プルアップ電流／5Aのピーク・プルダウン電流
LTC4446	高電圧同期整流式NチャンネルMOSFETドライバ、シュートスルー保護機能なし	最大100Vの電源電圧、 $7.2V \leq V_{CC} \leq 13.5V$ 、2.5Aのピーク・プルアップ電流／3Aのピーク・プルダウン電流
LTC4444/ LTC4444-5	高電圧同期整流式NチャンネルMOSFETドライバ、シュートスルー保護機能あり	最大100Vの電源電圧、 $4.5V/7.2V \leq V_{CC} \leq 13.5V$ 、2.5Aのピーク・プルアップ電流／3Aのピーク・プルダウン電流
LTC3774	1mΩ未満のDCRによる検出機能を備えたデュアル、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と組み合わせて動作、 $4.5V \leq V_{IN} \leq 38V$ 、 $0.6V \leq V_{OUT} \leq 3.5V$
LTC3861	高精度の電流分担機能を備えたデュアル、マルチフェーズ電圧モードの降圧DC/DCコントローラ	パワー・ブロック、DrMOS、または外付けMOSFETと組み合わせて動作、 $3V \leq V_{IN} \leq 24V$
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電圧モードの降圧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と組み合わせて動作、 V_{IN} の範囲は外付け部品に依存、 $3V \leq V_{CC} \leq 5.5V$ 、 $0.6V \leq V_{OUT} \leq V_{CC} - 0.5V$
LTC7820	固定比率、高電力、インダクタ不要の(チャージ・ポンプ)DC/DCコントローラ	$6V \leq V_{IN} \leq 72V$ 、2:1の分圧器、1:2の倍電圧器、1:1の電圧反転器、低ノイズのソフト・スイッチング、4mm×5mm QFN-28
LTC7821	ハイブリッド降圧同期整流式コントローラ	$10V \leq V_{IN} \leq 72V$ 、 $0.9V \leq V_{OUT} \leq 20V$ 、低ノイズのソフト・スイッチング、5mm×5mm QFN-32
LTC7871	6相の同期整流式双方向昇降圧コントローラ	V_{HIGH} : 最大100V、 V_{LOW} : 最大60V、SPIインターフェース、64ピンLQFP
LTC7801	150V低IQ同期整流式降圧DC/DCコントローラ、100%のデューティ・サイクルに対応、ゲート駆動電圧を5V～10Vで調整可能	$4V \leq V_{IN} \leq 140V$ 、150V _{PK} 、 $0.8V \leq V_{OUT} \leq 60V$ 、 $I_Q = 40\mu A$ 、PLL固定周波数: 50kHz～900kHz