19-3329; Rev 3; 3/10

EVALUATION KIT AVAILABLE

True Shutdown付、高効率LCDブースト

概要

MAX8570はLCDステップアップコンバータファミリで、nチャネルスイッチとpチャネル出力絶縁スイッチを内蔵しています。これらのコンバータは2.7V～5.5Vの電源電圧で動作し、出力側で最大28Vを供給します。

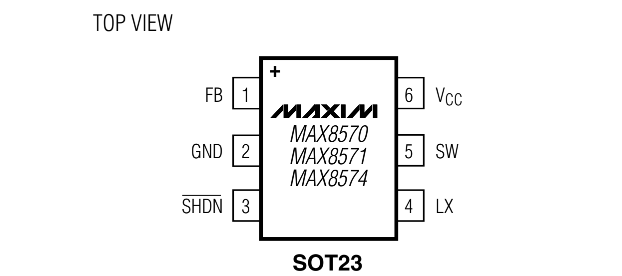
独自の制御方式によって、広範囲の負荷状態にわたって最大効率が実現されます。MOSFETスイッチを内蔵しているため外付け部品点数が削減され、高スイッチング周波数(最高800kHz)によって表面実装部品が小型化されます。3つの電流制限値オプションが利用可能です。MAX8570およびMAX8572は110mAの電流制限値を使用し、低電流アプリケーションでリップルと部品サイズを削減します。ハイパワー要件の場合は、MAX8574およびMAX8575は500mAの電流制限値を使用し、20Vで最大20mAを供給します。MAX8571およびMAX8573は、リップルとパワーとを満足させる250mAの電流制限値を使用しています。内蔵安全機能によって、内蔵スイッチと下流部品が障害状態から保護されます。

その他の機能には低自己消費電流やTrue Shutdown™モードがあり、節電されます。MAX8570/MAX8571/MAX8574ではユーザは出力電圧を3V～28Vに設定可能で、MAX8572/MAX8573/MAX8575は15Vの出力にプリセットされています。これらのステップアップコンバータは低電流要件の小型LCDパネルに最適ですが、他のアプリケーションでも使用することができます。設計時間を短縮するMAX8571の評価キットも提供されます。

アプリケーション

LCDバイアス発生器
ポリマーLED (OLED)
携帯電話またはコードレス電話
パームトップコンピュータ
パーソナルディジタルアシスタント(PDA)
オーガナイザ
ハンディ端末

ピン配置



ピン配置はデータシートの最後に記載されています。

True ShutdownはMaxim Integrated Products, Inc.の商標です。

特長

- ♦ 出力電圧：15Vまたは可変(最大28V)
- ♦ 安全機能によって出力障害から保護
- ♦ 単一リチウムイオン(Li+)バッテリから20mA (20V)
- ♦ True Shutdown
- ♦ 効率：87%
- ♦ スイッチング周波数：最大800kHz
- ♦ 小型6ピンSOT23およびµDFN (MAX8570のみ)の各パッケージ

型番

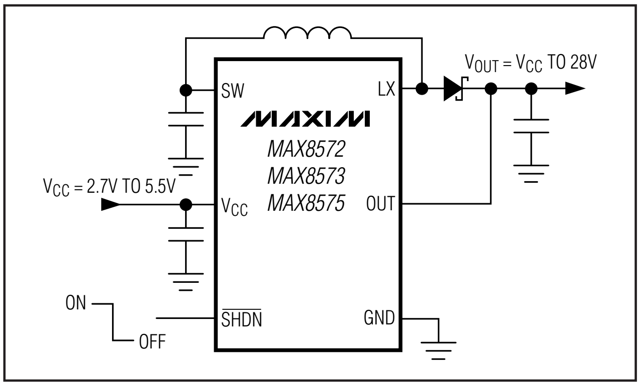
PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	TOP MARK
MAX8570ELT+T	-40°C to +85°C	6L µDFN	ACW
MAX8570EUT+T	-40°C to +85°C	6 SOT23	ABTJ
MAX8571EUT+T	-40°C to +85°C	6 SOT23	ABTK
MAX8572EUT+T	-40°C to +85°C	6 SOT23	ABTL
MAX8573EUT+T	-40°C to +85°C	6 SOT23	ABTM
MAX8574EUT+T	-40°C to +85°C	6 SOT23	ABTN

*+は鉛(Pb)フリー/RoHS準拠パッケージを表します。
T = テープ&リール

選択ガイド

PART	CURRENT LIMIT	OUTPUT VOLTAGE
MAX8570	110mA	Adjustable
MAX8571	250mA	Adjustable
MAX8572	110mA	15V
MAX8573	250mA	15V
MAX8574	500mA	Adjustable
MAX8575	500mA	15V

標準動作回路



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V_{CC}, $\overline{SHDN}$ to GND ....-0.3V to +6V
SW to GND ....-0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
FB to GND (MAX8570/MAX8571/
MAX8574)....................-0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
OUT to GND (MAX8572/MAX8573/MAX8575) ....-0.3V to +30V
LX to GND ....-0.3V to +30V
I_{LX}, I_{CC} 600mA

Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
µDFN (derate 4.5mW/°C above +70°C)....................357.8mW
SOT23-6 (derate 8.7mW/°C above +70°C)...............695.7mW
Operating Temperature Range ....-40°C to +85°C
Junction Temperature ....+150°C
Storage Temperature Range ....-65°C to +150°C
Lead Temperature (soldering, 10s) ....+300°C
Soldering Temperature (reflow) ....+260°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = $V_{\overline{SHDN}}$ = 3.6V, SW open, V_{FB} = 1.3V (MAX8570/MAX8571/MAX8574) or V_{OUT} = 16V (MAX8572/MAX8573/MAX8575), T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{CC} Input Voltage Range			2.70		5.50	V
V_{CC} Undervoltage Lockout	V_{CC} rising, 50mV typical hysteresis		2.33	2.5	2.65	V
V_{CC} Supply Current				25	35	µA
V_{CC} Shutdown Current	$\overline{SHDN}$ = GND, V_{CC} = 5.5V	T_A = +25°C		0.05	1	µA
		T_A = -40°C to +85°C		0.05		
Line Regulation	Circuit of Figure 3, V_{OUT} = 15V, I_{LOAD} = 5mA, V_{CC} = 2.7V to 5.5V			0.1		%/V
Load Regulation	Circuit of Figure 3, V_{OUT} = 15V, I_{LOAD} = 0 to 5mA			0.1		%/mA
FB Regulation Voltage	T_A = 0°C to +85°C		1.216	1.226	1.236	V
	T_A = -40°C to +85°C		1.2137		1.2383	
FB Input Bias Current			-50	-4	+50	nA
OUT Regulation Voltage	T_A = 0°C to +85°C		14.85	15	15.15	V
	T_A = -40°C to +85°C		14.813		15.187	
OUT Input Bias Current	V_{OUT} = 15V			2.4	4.4	µA
LX Voltage Range					28	V
LX Switch Current Limit (Note 2)	MAX8571/MAX8573		0.217	0.241	0.267	A
	MAX8570/MAX8572		0.088	0.101	0.108	
	MAX8574/MAX8575		0.425	0.484	0.540	
LX On-Resistance	MAX8571/MAX8573/MAX8574/MAX8575, I_{LX} = 100mA			0.9	1.5	Ω
	MAX8570/MAX8572, I_{LX} = 50mA			1.5	2.4	
LX Leakage Current	V_{LX} = 28V	T_A = +25°C		0.01	2	µA
		T_A = -40°C to +85°C		0.05		
Maximum LX On-Time			8	11	14	µs
Minimum LX Off-Time	V_{FB} > 1V or V_{OUT} > 12.2V		0.8	1	1.2	µs
	V_{FB} = 0.25V or V_{OUT} = 3.4V		4.0	5	6.0	
Current-Limit Propagation Delay				55		ns
$\overline{SHDN}$ Low Level (V_{IL})	2.7V ≤ V_{CC} ≤ 5.5V				0.7	V
$\overline{SHDN}$ High Level (V_{IH})	4.2V ≤ V_{CC} ≤ 5.5V		1.5			V
	2.7V ≤ V_{CC} < 4.2V		1.4			
$\overline{SHDN}$ Leakage Current			-1		+1	µA

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = $V_{\overline{SHDN}}$ = 3.6V, SW open, V_{FB} = 1.3V (MAX8570/MAX8571/MAX8574) or V_{OUT} = 16V (MAX8572/MAX8573/MAX8575), T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
SW PMOS Current Limit	V_{CC} = 3.6V, V_{SW} = 0V, V_{FB} = 0V, I_{CC} (peak)		0.45	0.75	1.10	A
	V_{CC} = 3.6V, V_{SW} = 0V, V_{FB} = 0V, I_{CC} (average)		0.15	0.30	0.60	
SW PMOS On-Resistance	V_{CC} = 2.7V, V_{FB} = 0V, I_{SW} = 100mA			1.5	2.5	Ω
SW PMOS Leakage Current	SW = GND, V_{CC} = 5.5V, V_{FB} = 0V	T_A = +25°C		0.01	1	µA
		T_A = -40°C to +85°C		0.02		
SW Soft-Start Time	V_{CC} = 2.7V, C_{SW} = 4.7µF			0.2	1	ms

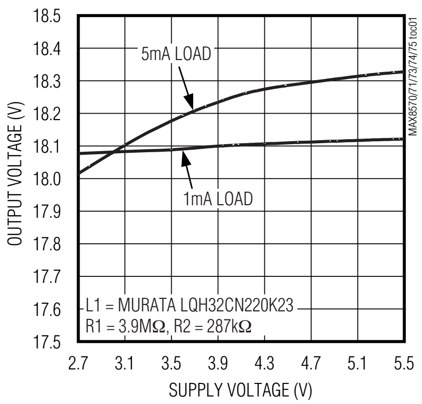
Note 1: Parameters are production tested at T_A = +25°C. Limits over temperature are guaranteed by design.

Note 2: Specified currents are measured at DC. Actual LX current limits are slightly higher in circuit due to current-limit comparator delay. Actual currents (with 2µH) are 110mA (MAX8570/MAX8572), 250mA (MAX8571/MAX8573), and 500mA (MAX8574/MAX8575).

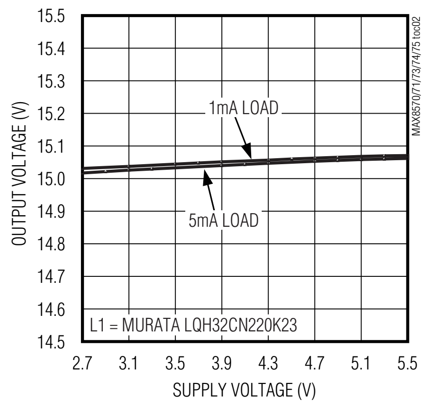
標準動作特性

(MAX8571, V_{CC} = 3.6V, V_{OUT} = 18V, Circuit of Figure 2, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

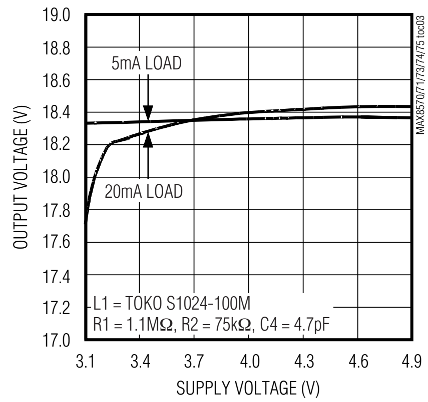
OUTPUT VOLTAGE vs. SUPPLY VOLTAGE (MAX8571)



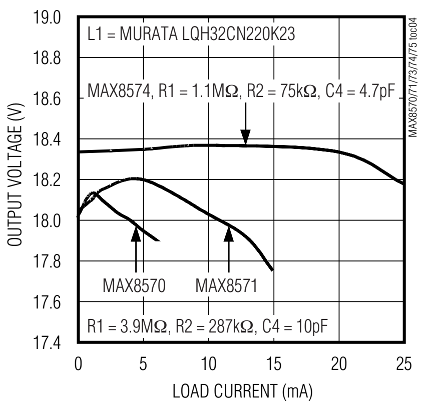
OUTPUT VOLTAGE vs. SUPPLY VOLTAGE (FIGURE 3, MAX8573)



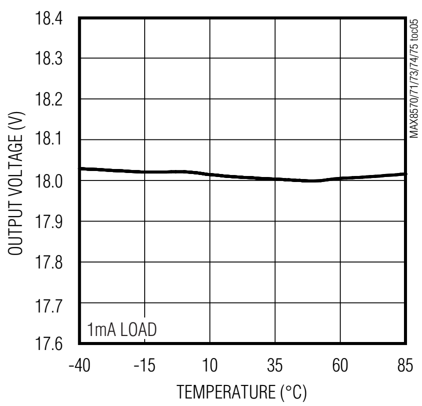
OUTPUT VOLTAGE vs. SUPPLY VOLTAGE (MAX8574)



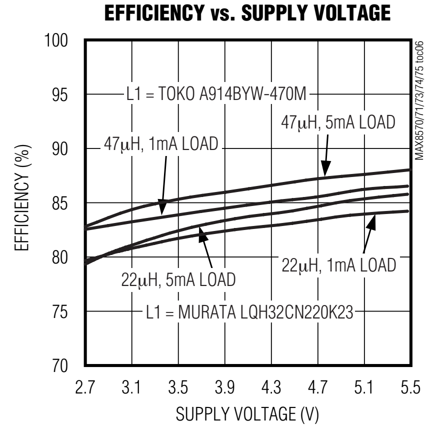
OUTPUT VOLTAGE vs. LOAD CURRENT



OUTPUT VOLTAGE vs. TEMPERATURE



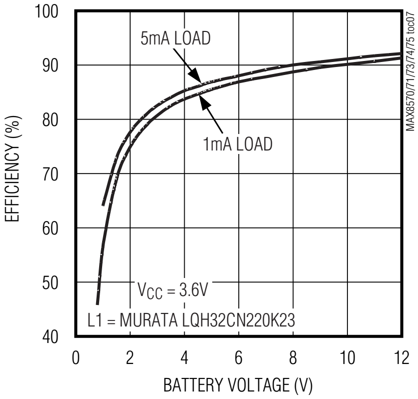
EFFICIENCY vs. SUPPLY VOLTAGE



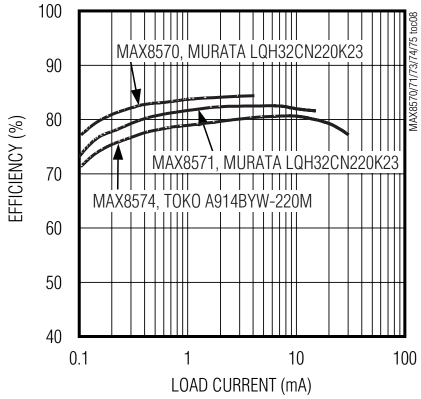
標準動作特性(続き)

(MAX8571, V_{CC} = 3.6V, V_{OUT} = 18V, Circuit of Figure 2, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

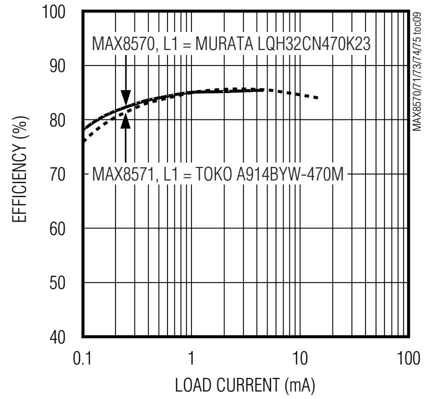
EFFICIENCY vs. BATTERY VOLTAGE (FIGURE 4)



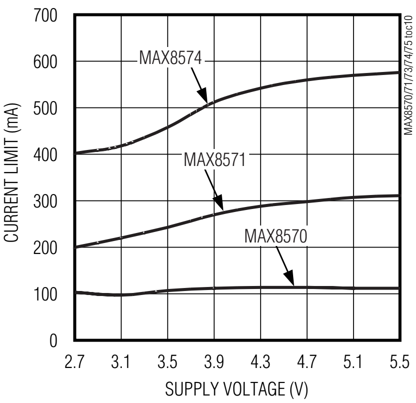
EFFICIENCY vs. LOAD CURRENT WITH 22µH INDUCTOR



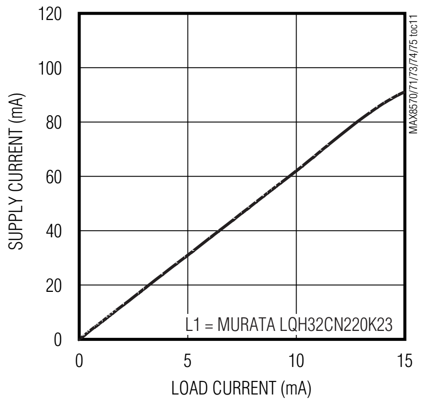
EFFICIENCY vs. LOAD CURRENT WITH 47µH INDUCTOR



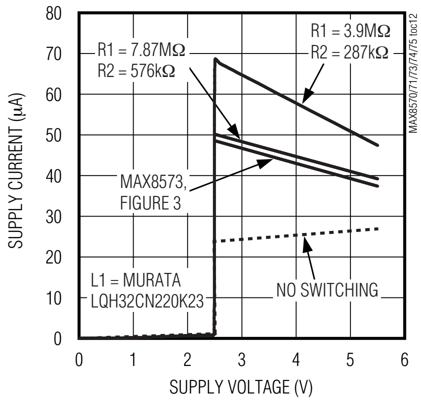
PEAK INDUCTOR CURRENT LIMIT vs. SUPPLY VOLTAGE



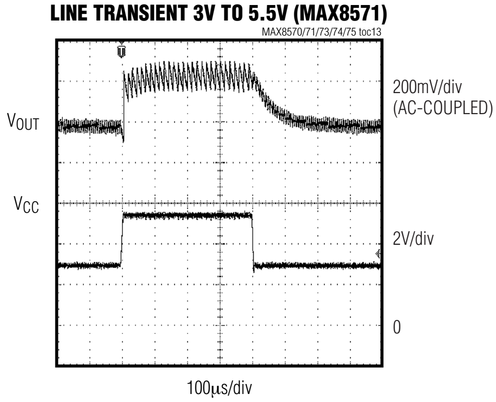
SUPPLY CURRENT vs. LOAD CURRENT



NO-LOAD CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE

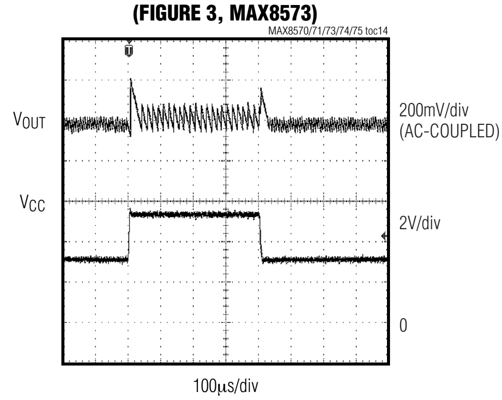


LINE TRANSIENT 3V TO 5.5V (MAX8571)



3.6kΩ LOAD, R1 = 3.9MΩ, R2 = 287kΩ

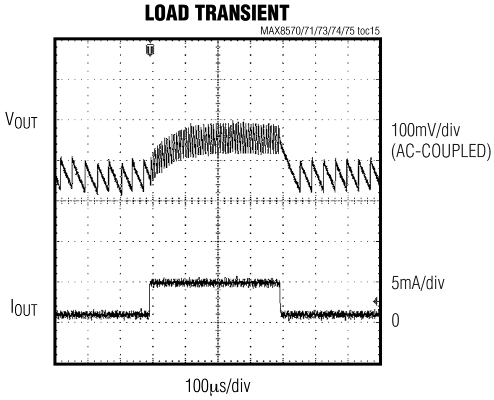
LINE TRANSIENT 3V TO 5.5V (FIGURE 3, MAX8573)

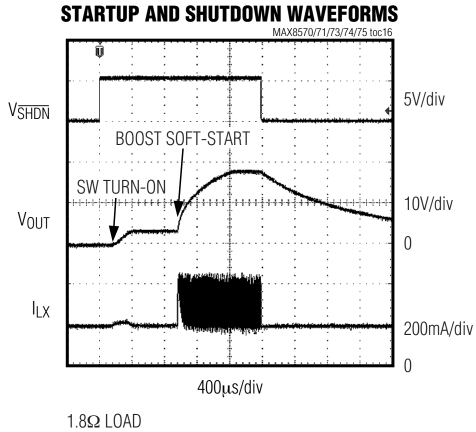


3kΩ LOAD

標準動作特性(続き)

(MAX8571, V_{CC} = 3.6V, V_{OUT} = 18V, Circuit of Figure 2, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)





端子説明

端子			名称	機能
MAX8570 (μDFN)	MAX8570/ MAX8571/ MAX8574 (SOT23)	MAX8572/ MAX8573/ MAX8575 (SOT23)		
3	1	—	FB	出力電圧設定用のフィードバック。正出力電圧を設定するには、出力とGNDの間にある抵抗分圧器の中点にFBを接続します。
—	—	1	OUT	出力。出力電圧は15Vにプリセットされています。1μFのセラミックコンデンサをOUTとGNDの間に接続します。シャットダウンでは、7.5MΩの内蔵抵抗でOUTがGNDにプルされます。
2	2	2	GND	グランド
1	3	3	$\overline{\text{SHDN}}$	シャットダウン入力。$\overline{\text{SHDN}}$をロジックローにすると、この製品は低電力シャットダウンモードに移行します。通常動作にするには、$\overline{\text{SHDN}}$をハイにプルするか、またはV_{CC}に接続します。
6	4	4	LX	インダクタスイッチング接続
5	5	5	SW	絶縁スイッチ出力。シャットダウン時に出力を入力から絶縁するために使用されるpチャネルMOSFETのドレインに内部接続されています。4.7μFのセラミックコンデンサをSWとGNDの間に接続します。True Shutdownが不要の場合は、SWをオープンのままにして入力電源をインダクタに接続します。
4	6	6	V_{CC}	入力電圧電源。2.7V～5.5Vの入力電源をV_{CC}に接続します。1μFのセラミックコンデンサをV_{CC}とGNDの間に接続します。

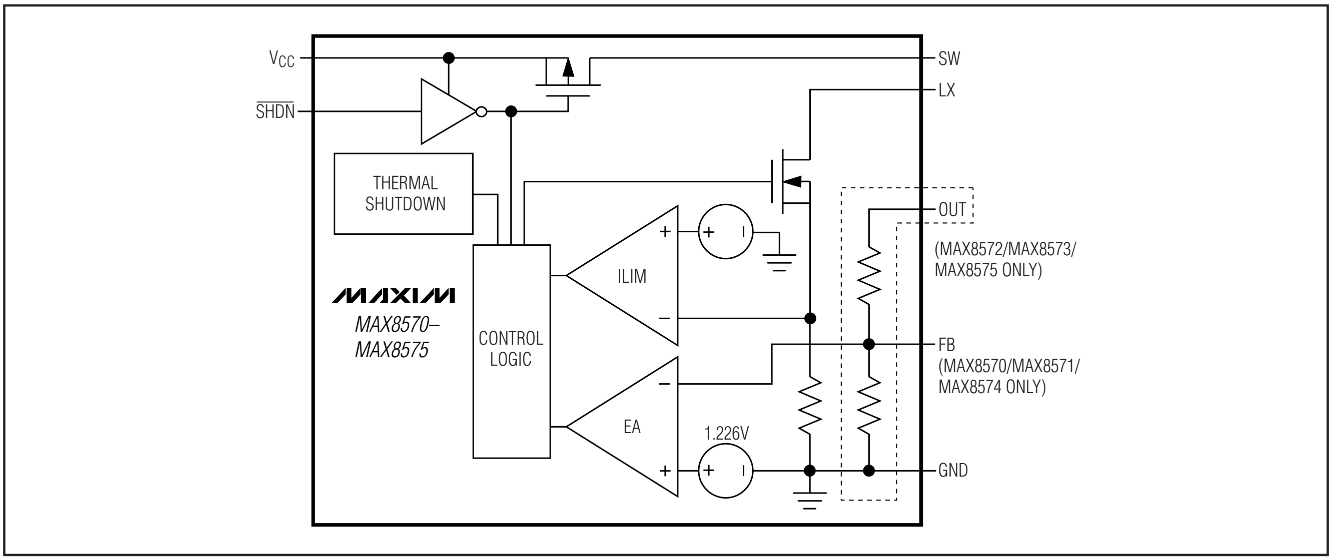


図1. ファンクションダイアグラム

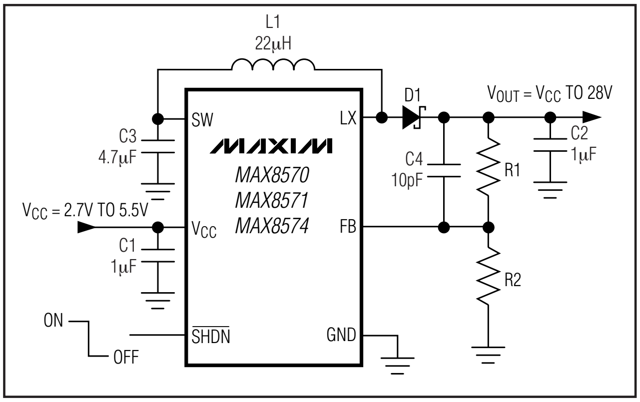


図2. 可変出力電圧、標準アプリケーション回路

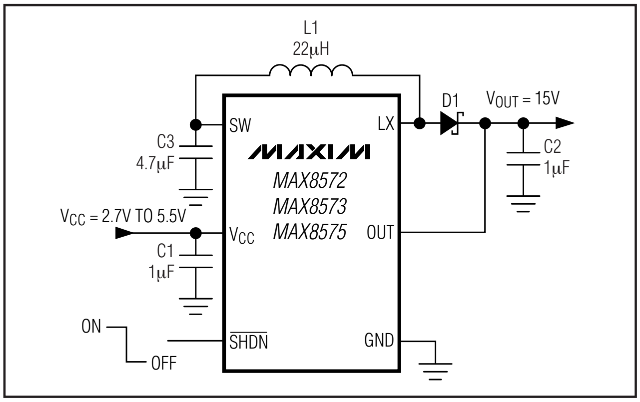


図3. 15Vのプリセット出力電圧、標準アプリケーション回路

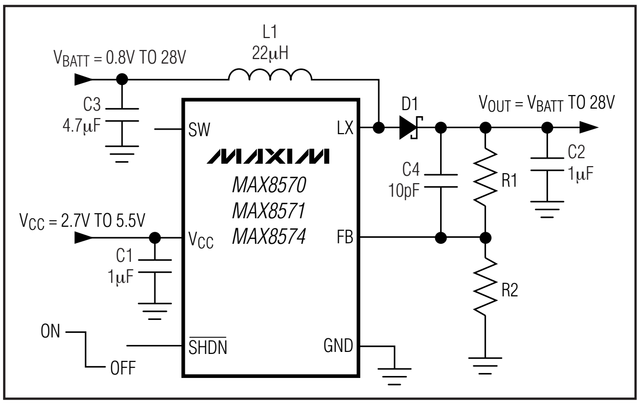


図4. インダクタに独立した入力電源を使用

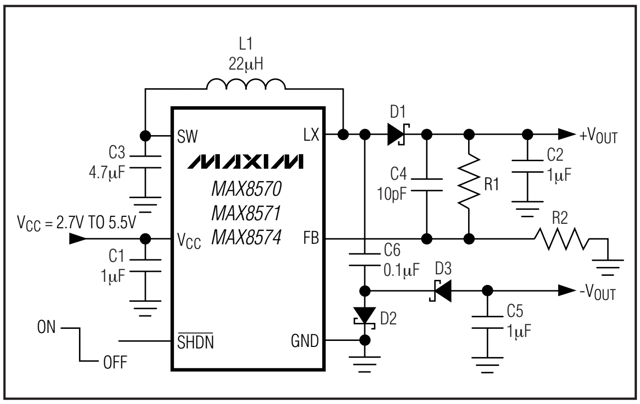


図5. LCDバイアス用負出力電圧

詳細

MAX8570は小型ステップアップDC-DCコンバータファミリで、2.7V～5.5Vの電源で動作します。これらのICはわずか25µAの電流を消費するのみで、低オン抵抗のMOSFETスイッチを内蔵しています。True Shutdown機能によって、バッテリが負荷から切断され、消費電流が0.05µA (typ)に低減します。これらのDC-DCコンバータは、15Vの固定出力または最大28Vまでの可変出力です。110mA、250mA、および500mAの3つの電流制限値オプションが利用可能です。1ページの「選択ガイド」を参照してください。

制御方式

MAX8570ファミリは、不連続モードで動作する最低オフタイム電流制限制御方式を備えています。コンバータの動作時に、内蔵pチャネルMOSFETスイッチはV_{CC}をSWに接続し、インダクタに電源供給します。コンバータがシャットダウンされると、このスイッチは入力電源をインダクタから切断します(図1参照)。

出力電圧をブーストするために、nチャネルMOSFETスイッチがターンオンされ、インダクタの電流がランプアップします。この電流が電流制限値に達すると、スイッチがターンオフされ、インダクタ電流がD1に流れ、出力に電源供給します。スイッチング周波数は負荷および入力電圧に応じて変動し、最高800kHzにすることができます。

出力電圧の設定

MAX8570、MAX8571、およびMAX8574の出力電圧は、抵抗分圧器を使用して、V_{CC}～28Vで調整可能です(図2参照)。10kΩ～600kΩのR2を選択して、R1を以下の式で算出します。

$$R1 = R2\left(\frac{V_{OUT}}{V_{FB}} - 1\right)$$

ここでは、V_{FB}= 1.226Vで、V_{OUT}の範囲をV_{CC}～28Vにすることができます。精度を最高にするには、フィードバック抵抗を流れるバイアス電流を2µA以上にします。

MAX8572、MAX8573、およびMAX8575は、15Vの固定出力を備えています。これらの製品を使用する際には、OUTを出力に直接接続します(図3参照)。

シャットダウン($\overline{\text{SHDN}}$)

シャットダウンに入るには、$\overline{\text{SHDN}}$をローにします。シャットダウン時には、消費電流は0.05µA (typ)に低減し、出力は入力から切断され、LXはハイインピーダンス状態になります。出力の容量と負荷によって、V_{OUT}が減衰するレートが決まります。$\overline{\text{SHDN}}$は、入力および出力電圧に関係なく、6Vという高い電圧までプルすることができます。

標準的なステップアップコンバータ回路によって、出力はインダクタと出力整流器を通じて入力に接続され、コンバータがシャットダウンされると出力電圧をV_{CC}からダイオード1個分の電圧降下を維持し、出力は入力から電力を供給されます。MAX8570ファミリはTrue Shutdownモードを備え、シャットダウン時に内蔵pチャネルMOS-FETスイッチで出力を入力から切断します。このため、シャットダウン時には入力からの電力供給が停止します。

ソフトスタート

MAX8570ファミリは、2種類のソフトスタートメカニズムを採用しています。True Shutdown機能が用いられると(SWは図2および図3のように接続)、内蔵ハイサイドpチャネルスイッチのゲートは徐々にターンオンされて突入電流を排除します。これには、約200µsを要します。SWが完全にターンオンされると、内蔵nチャネルスイッチが入力のブーストを開始し、出力電圧を供給します。V_{FB}が0.5Vを下回ると(True Shutdownの使用の有無とは無関係)、突入電流を制御するために内蔵nチャネルスイッチの最低オフタイムが1µsから5µsに増大します。

インダクタの独立電源

ICとインダクタに別々の電源を使用することができます。これによって、バッテリや最低0.8Vの低い電圧や、コンバータの動作範囲のV_{CC}以上の電圧電源からの電力を使用することができます。独立したインダクタ電源を使用する際には、SWは未接続状態にして、電源はインダクタに直接接続します(図4参照)。この構成では、シャットダウン時に出力はもはや入力から切断されていないことに注意してください。シャットダウンでは、出力電圧は、インダクタ電源電圧からダイオード1個分降下します。

保護機能

MAX8570ファミリは、アプリケーションエラーに対して特に耐性を持たせるための保護機能を備えています(表1参照)。アプリケーションに出力コンデンサがない場合は、MAX8570ファミリは内蔵スイッチが損傷しないように保護します。上部フィードバック抵抗や外付けダイオードが切断されている場合は、コンバータはスイッチングを停止し、出力はグランドに対し抵抗性負荷がかけられます。同様に、外付けダイオードの極性が逆の場合は、コンバータはスイッチングを停止します。下部フィードバック抵抗がない場合は、出力はインダクタ電源電圧または1.226V (いずれか大きいほう)よりもダイオード1個分の降下にとどまります。実際には、MAX8570ファミリはほとんどの障害状態に対応して、自らだけでなく、下流の回路も保護します。

表1. 保護機能

共通アプリケーション障害	競合ステップアップコンバータの場合の結果	MAX8570ファミリの場合の結果
OUTとFBの間の抵抗が欠落または切断	出力コンデンサの破壊および/または下流部品が損傷するまで、OUT電圧が上昇します。	コンバータはスイッチングを停止します。
出力の上限値が欠落およびFBがオープン	出力コンデンサの破壊および/または下流部品が損傷するまで、OUT電圧が上昇します。	FB電圧がトリップポイントを超える前に、LXが1～2回ブーストすることができます。1サイクルのエネルギーが50V以上に立上がるほどのOUTの容量性負荷および外部負荷が小さいまれな場合では、内蔵MOSFETが35V～70Vで(非破壊的に)クランプします。
FBがGNDに短絡	出力コンデンサの破壊および/または下流部品が損傷するまで、OUT電圧が上昇します。	コンバータはスイッチングを停止し、OUTはGNDに対し抵抗性負荷がかけられます。
ダイオードが欠落または切断。ダイオード逆極性	インダクタエネルギーによって、LXノードがハイになり、場合によっては内蔵スイッチが損傷します。	OUTはGNDに抵抗負荷がかけられ、コンバータはスイッチングを停止します。
FBノードがオープン	予測不可。場合によっては許容設計範囲を超えて出力電圧をブースト。	FBノードがレギュレーションポイントを超えると、コンバータはスイッチングを停止し、OUTはGNDに抵抗負荷がかけられます。
OUTがグランドに短絡	電流がインダクタやダイオードを通じてランプアップし、通常、デバイスのいずれかを破壊。	電流がpMOS電流制限値に達すると、真のオフスイッチが短絡を検出し、開いて、ソフトスタートを再起動します。これによってインダクタとダイオードが保護されます。

設計手順

インダクタの選択

通常、インダクタンス値が小さくなると、任意の直列抵抗や飽和電流の物理サイズも小さくなります。インダクタンス値が大きい回路は、出力も大きくなります。インダクタの飽和電流定格値は、ピークスイッチング電流を上回る必要があります。推奨するインダクタンス値の範囲は、10μH～100μHです。

電流制限値の選択

アプリケーションに必要なピークLX電流制限値($I_{LX(MAX)}$)は、次の式から算出されます。

$$I_{LX(MAX)} \geq 1.25 \times \frac{P_{OUT(MAX)}}{V_{BATT(MIN)}} + \sqrt{\left(1.25 \times \frac{P_{OUT(MAX)}}{V_{BATT(MIN)}}\right)^2 + 3\mu s \times \frac{P_{OUT(MAX)}}{L}}$$

ここでは、$P_{OUT(MAX)}$は負荷に必要な最大出力電力であり、$V_{BATT(MIN)}$はインダクタに電源供給するのに用いられる最小電源電圧です(別電源がインダクタに使用されない場合は、これはV_{CC}になります)。ICの電流制限値は、この算出値を上回る必要があります。適切な電流制限値をもつICの選択については、1ページの「選択ガイド」を参照してください。

ダイオードの選択

最高800kHzの高スイッチング周波数には、高速整流器が必要です。ショットキダイオードが、その低い順方向電圧降下から推奨されます。高効率を維持するには、ダイオードの平均電流定格値は、ピークスイッチング電流を上回る必要があります。出力電圧を上回る逆方向ブレークダウン電圧を選択します。

コンデンサ

X7RまたはX5R温度特性を持つ小型セラミック表面実装コンデンサが、その小型サイズ、低コスト、低等価直列抵抗(ESR)、および低等価直列インダクタンス(ESL)によって推奨されます。セラミック以外のコンデンサが使用される場合は、出力リップル電圧とピークトゥピーク負荷過渡電圧を低減させるために低ESRを備えていることが重要です。

ほとんどのアプリケーションの場合は、出力コンデンサおよびV_{CC}バイパスコンデンサ用に1μFのセラミックコンデンサを使用します。SWまたはインダクタ電源の場合は、4.7μF以上のセラミックコンデンサが推奨されます。

MAX8570/MAX8571/MAX8574の場合は、出力とFBの間に接続されたフィードフォワードコンデンサ(図2および図4のC4)によって、広範囲のバッテリ電圧にわたって安定性が向上します。MAX8571および

MAX8574には、10pFのコンデンサが推奨されます。MAX8570には、10pF～47pFのコンデンサが推奨されます。C4を増大させるとラインおよび負荷レギュレーションが悪化するので注意してください。

アプリケーション情報

LCDバイアス用の負出力電圧

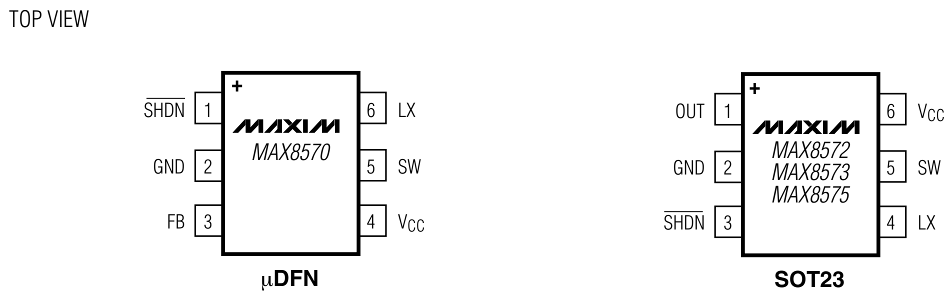
図5に示されるようにダイオード/コンデンサチャージポンプを追加すると、負出力電圧を生成することができます。この構成では、負出力の電圧は、正出力に比べてフォワードダイオード1個分低くなります。正出力に負荷がほとんどないか全くない場合は、負出力はその公称電圧からずれます。このずれを防ぐために、場合によっては数百マイクロアンペアで正出力に事前に負荷をかける必要があります。これを行うには、R1およびR2の標準値以下の値を選択します。

プリント基板レイアウト

グランドのバウンスとノイズを最低限に抑えるには、プリント基板を綿密にレイアウトすることが重要です。入力および出力コンデンサのグランドパッドとGND端子は、できる限り近接させます。LXとの接続はできる限り短くします。フィードバック抵抗はFB端子にできる限り近接して配置し、フィードバック配線はLXなどのノイズの多い領域から離して配置します。レイアウト例については、MAX8571EVKITを参照してください。

True Shutdown付、高効率LCDブースト

ピン配置(続き)



チップ情報

PROCESS: BiCMOS

パッケージ

最新のパッケージ情報とランドパターンは、**japan.maxim-ic.com/packages**をご参照ください。

パッケージタイプ	パッケージコード	ドキュメントNo.
6L µDFN	L622+1	**21-0164**
6 SOT23	U6SN+1	**21-0058**

改訂履歴

版数	改訂日	説明	改訂ページ
2	8/09	μDFNパッケージを追加	1, 2, 5, 9, 10
3	3/10	はんだ用温度を追加、測定単位のエラーを訂正、および参照する図番を更新	2, 5, 9

マキシム·ジャパン株式会社　〒141-0032　東京都品川区大崎1-6-4 大崎ニューシティ 4号館 20F　TEL: 03-6893-6600