

デュアル800mA/400mA 1.2MHz/2.2MHz、同期整流式 昇圧DC/DCコンバータ

特長

- デュアル同期整流式昇圧DC/DCコンバータ
- 1セルのアルカリ/NiMHで3.3V(200mA/100mA)を供給、または2セルで3.3V(400mA/200mA)を供給
- V_{IN} 起動電圧: 700mV
- 起動後の V_{IN} 範囲: 0.5V~5V
- V_{OUT} 範囲: 1.6V~5.25V
- シャットダウン時の出力切断
- $V_{IN} > V_{OUT}$ で動作
- 1.2MHzまたは2.2MHzで動作
- 最大94%の効率
- Burst Mode[®]動作時の消費電流: 12 μ A
- 突入電流制限とソフトスタート
- 同期整流器を内蔵
- ロジック制御されるシャットダウン(< 2 μ A)
- 高速 V_{OUT} 放電(LTC3527-1)
- 16ピン0.75mm×3mm×3mm QFNパッケージ

アプリケーション

- MP3/パーソナル・メディア・プレーヤ
- ノイズキャンセル/Bluetoothヘッドセット
- ワイヤレス・マウス
- 携帯型医療機器

概要

LTC[®]3527/LTC3527-1はデュアルの高効率昇圧DC/DCコンバータで、省スペースの16ピン3mm×3mm QFNパッケージで供給されます。起動電圧が700mVで、起動後は500mVまで下がっても動作しますので、バッテリー寿命が最大化されます。 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンと PGOOD ピンにより、コンバータのシーケンスを制御したり、同時に起動することができます。

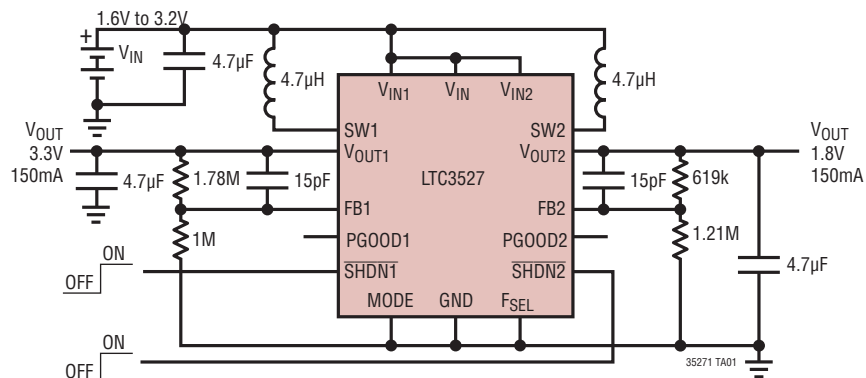
LTC3527/LTC3527-1は起動時の突入電流を制限します。選択可能な1.2MHzまたは2.2MHzの動作により、最高の効率または最小のフットプリントのソリューションを選択することができます。電流モードPWM設計は内部で補償されているので、外付け部品数を低減します。MODEピンによりBurst Mode動作または固定周波数動作を選択可能です。アンチリング制御により、不連続モード時のEMIを低減します。このデバイスはサーマル・シャットダウン機能も備えています。

真の出力切断により、シャットダウン時に出力を完全にオープンにすることができます。LTC3527-1は、 V_{OUT1} または V_{OUT2} を、それぞれの $\overline{\text{SHDN}}$ が“L”になるとアクティブに放電します。シャットダウン時の消費電流は2 μ A以下です。

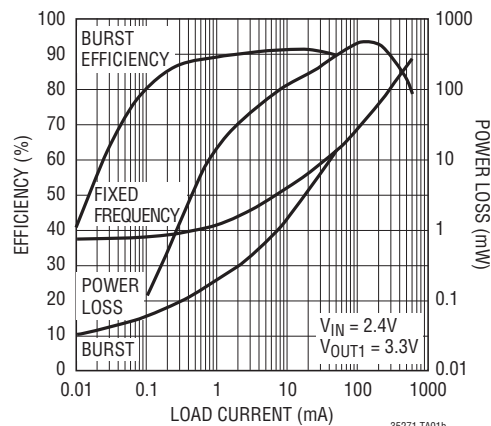
LT、LTC、LTM、Linear TechnologyおよびLinearのロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。ThinSOTはリニアテクノロジー社の商標です。他の全ての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

標準的応用例

2セル・アルカリ電池から3.3V/1.8Vの同期整流式昇圧コンバータ



1.2MHzの効率と電力損失



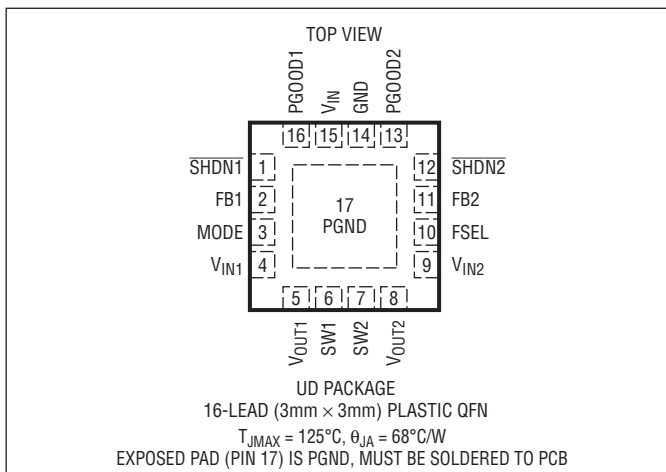
LTC3527/LTC3527-1

絶対最大定格

(Note 1, 2)

V_{IN} 、 V_{IN1} 、 V_{IN2} の電圧	$-0.3V \sim 6V$
SW1、SW2の電圧 (DC)	$-0.3V \sim 6V$
(パルス $<100ns$)	$-0.3V \sim 7V$
SHDN1、SHDN2、FB1、FB2の電圧	$-0.3V \sim 6V$
V_{OUT1} 、 V_{OUT2}	$-0.3V \sim 6V$
MODE、FSEL、PGOOD1、PGOOD2	$-0.3V \sim 6V$
動作温度 (Note 2, 5)	$-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$
接合部温度	$125^{\circ}C$
保存温度範囲	$-65^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$

ピン配置



発注情報

鉛フリー仕様	テープアンドリール	製品マーキング	パッケージ	温度範囲
LTC3527EUD#PBF	LTC3527EUD#TRPBF	LDDK	16-Lead (3mm x 3mm) Plastic QFN	$-40^{\circ}C$ to $85^{\circ}C$
LTC3527EUD-1#PBF	LTC3527EUD-1#TRPBF	LCXP	16-Lead (3mm x 3mm) Plastic QFN	$-40^{\circ}C$ to $85^{\circ}C$
鉛ベース仕様	テープアンドリール	製品マーキング	パッケージ	温度範囲
LTC3527EUD	LTC3527EUD#TR	LDDK	16-Lead (3mm x 3mm) Plastic QFN	$-40^{\circ}C$ to $85^{\circ}C$
LTC3527EUD-1	LTC3527EUD-1#TR	LCXP	16-Lead (3mm x 3mm) Plastic QFN	$-40^{\circ}C$ to $85^{\circ}C$

さら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。

鉛フリー仕様の製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。

テープアンドリールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandree/> をご覧ください。

電気的特性

●は $-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ の全動作温度範囲の規格値を意味する。注記がない限り、 $V_{IN} = V_{IN1} = V_{IN2} = 1.2V$ 、 $V_{OUT1} = V_{OUT2} = 3.3V$ 、 $T_A = 25^{\circ}C$ 。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Minimum Start-Up Voltage	$I_{LOAD} = 1mA$		0.7	0.88	V
Output Voltage Adjust Range	V_{OUT1} V_{OUT1} V_{OUT2} V_{OUT2}	● 1.7 1.6 ● 1.7 1.6		5.25 5.25 5.25 5.25	V V V V
Line Regulation	$V_{IN} = 1V$ to $5V$		0.005		%/V
Feedback Voltage FB1, FB2		● 1.176	1.20	1.224	V
Feedback Input Current FB1, FB2	$V_{FB1,2} = 1.20V$		1	50	nA
Quiescent Current: Shutdown	$V_{SHDN1} = V_{SHDN2} = 0V$, Not Including Switch Leakage, $V_{OUT1} = V_{OUT2} = 0V$		0.1	2	μA
Quiescent Current: Burst Mode Operation	Measured on V_{OUT} , $V_{FB1} = V_{FB2} = 1.5V$		12		μA
Quiescent Current: Active	$V_{FB1} = V_{FB2} > 1.2V$ (Note 3)		500	900	μA
NMOS Switch Leakage Current (LTC3527)	$V_{SW1,2} = 5V$, $SHDN1,2 = 0V$		0.1	10	μA

35271fc

電気的特性

●は -40°C ～ 85°C の全動作温度範囲の規格値を意味する。注記がない限り、 $V_{\text{IN}} = V_{\text{IN1}} = V_{\text{IN2}} = 1.2\text{V}$ 、 $V_{\text{OUT1}} = V_{\text{OUT2}} = 3.3\text{V}$ 、 $T_{\text{A}} = 25^{\circ}\text{C}$ 。

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
PMOS Switch Leakage Current (LTC3527)	$V_{\text{SW1,2}} = 5\text{V}$, $V_{\text{OUT1,2}} = 0\text{V}$, $\overline{\text{SHDN1,2}} = 0\text{V}$			0.1	10	μA
NMOS and PMOS Combined Switch Leakage Current (LTC3527-1)	$V_{\text{SW1,2}} = 5\text{V}$, $V_{\text{OUT1,2}} = 0\text{V}$, $\overline{\text{SHDN1,2}} = 0\text{V}$ (Note 6)			0.2	20	μA
NMOS Switch On-Resistance, SW1				0.30		Ω
NMOS Switch On-Resistance, SW2				0.50		Ω
PMOS Switch On-Resistance, SW1				0.40		Ω
PMOS Switch On-Resistance, SW2				0.60		Ω
NMOS Current Limit, SW1		●	800			mA
NMOS Current Limit, SW2		●	400			mA
Current Limit Delay to Output Time	(Note 4)			60		ns
Maximum Duty Cycle	$V_{\text{FB1,2}} = 1\text{V}$	●	85	90		%
Minimum Duty Cycle	$V_{\text{FB1,2}} = 1.3\text{V}$	●			0	%
Switching Frequency	$V_{\text{FSEL}} = 0\text{V}$	●	0.9	1.2	1.5	MHz
Switching Frequency	$V_{\text{FSEL}} = 3.3\text{V}$	●	1.8	2.2	2.8	MHz
$\overline{\text{SHDN1,2}}$ Input High Voltage			0.88			V
$\overline{\text{SHDN1,2}}$ Input Low Voltage					0.35	V
$\overline{\text{SHDN1,2}}$ Input Current	$V_{\overline{\text{SHDN1,2}}} = 3.3\text{V}$			1	2	μA
PGOOD1, PGOOD2 Threshold	Referenced to the Feedback Voltage		-6	-9	-14	%
PGOOD1, PGOOD2 Low Voltage	$I_{\text{PGOOD1,2}} = 1\text{mA}$			0.1	0.2	V
PGOOD1, PGOOD2 Leakage Current	$V_{\text{PGOOD1,2}} = 5.25\text{V}$			0.01	1	μA
MODE Input High Voltage			1			V
MODE Input Low Voltage					0.35	V
MODE Input Current	$V_{\text{MODE}} = 3.3\text{V}$			1	2	μA
FSEL Input High Voltage			0.88			V
FSEL Input Low Voltage					0.35	V
FSEL Input Current	$V_{\text{FSEL}} = 3.3\text{V}$			1	2	μA
Soft-Start Time				0.5		ms

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。長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える可能性がある。

Note 2: LTC3527E/LTC3527E-1は 0°C ～ 85°C の温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。 -40°C ～ 85°C の動作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。

Note 3: 電源電流は出力にブートストラップされるので、 V_{OUT} ピンに流れ込む電流が測定される。電流は $(V_{\text{OUT}}/V_{\text{IN}}) \cdot (1/\text{効率})$ だけ入力電源に反射する。全てのスイッチはオフ。

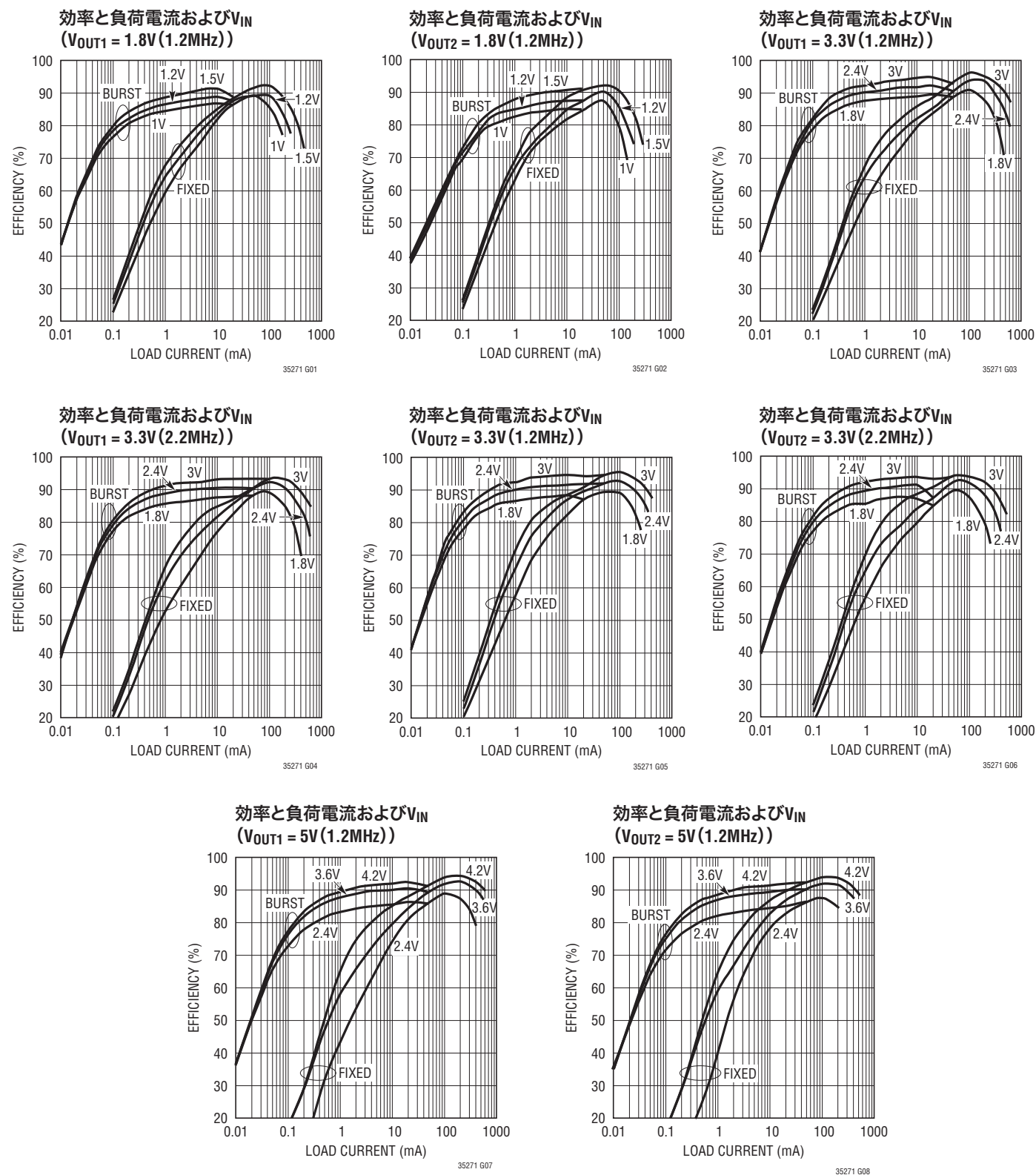
Note 4: 仕様は設計によって保証されており、製造時に全数テストはおこなわれない。

Note 5: LTC3527/LTC3527-1には短時間の過負荷状態のあいだデバイスを保護するための過熱シャットダウン機能が備わっている。過熱シャットダウン機能がアクティブなとき接合部温度は 125°C を超える。規定された最高接合部温度を超えた動作が継続すると、デバイスの信頼性を損なうおそれがある。

Note 6: LTC3527-1では、 $\overline{\text{SHDN1}} = \overline{\text{SHDN2}} = 0\text{V}$ のときに V_{OUT1} と V_{OUT2} が能動的にグラウンドに引き下げられるので、NMOSスイッチとPMOSスイッチのリーク電流は並行してテストされる。

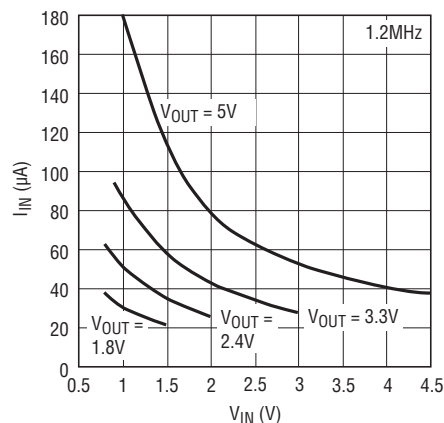
LTC3527/LTC3527-1

標準的性能特性（注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ ）

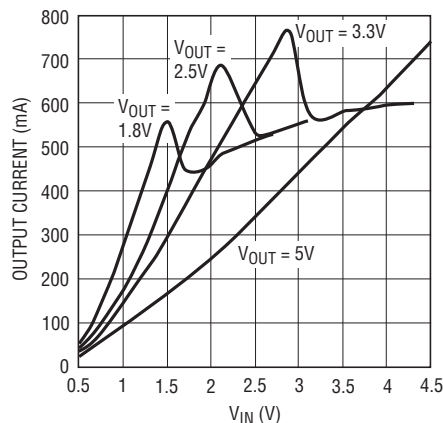


標準的性能特性 (注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$)

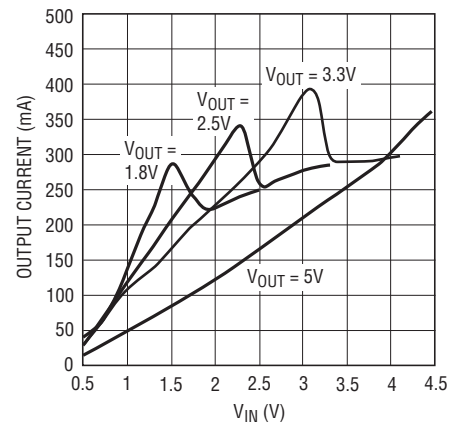
無負荷時入力電流と V_{IN}



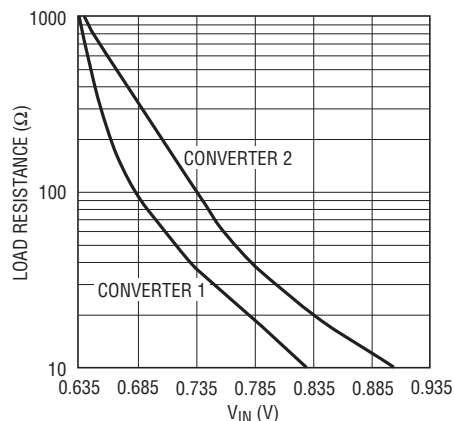
最大出力電流と V_{IN}
(コンバータ1)



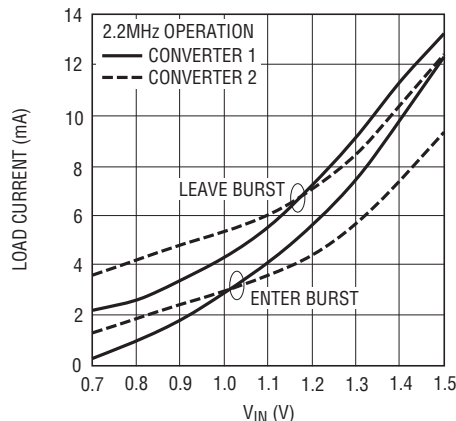
最大出力電流と V_{IN}
(コンバータ2)



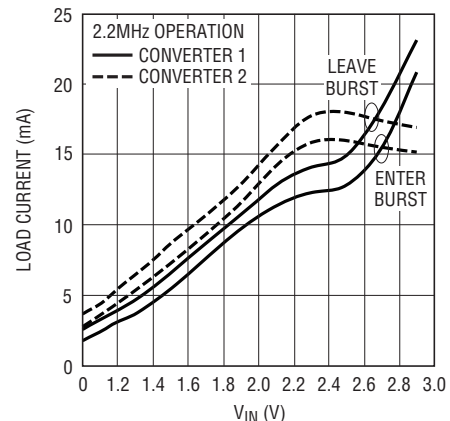
起動時最小負荷抵抗と V_{IN}



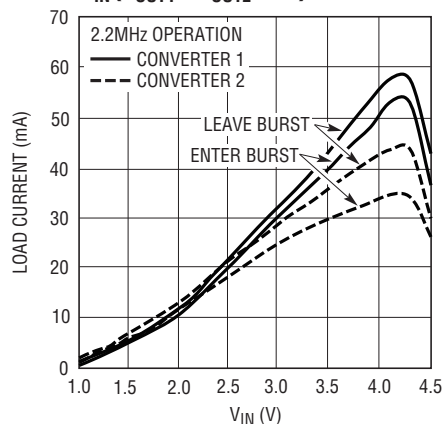
Burst Modeスレッシュホールド電流と
 V_{IN} ($V_{OUT1} = V_{OUT2} = 1.8\text{V}$)



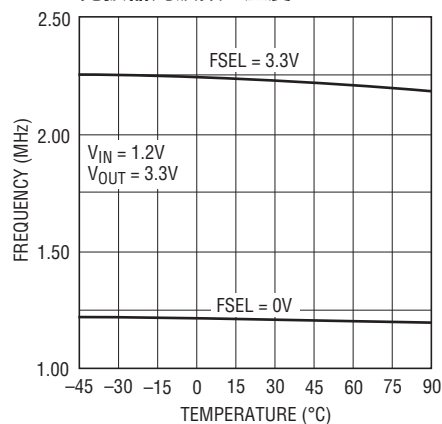
Burst Modeスレッシュホールド電流と
 V_{IN} ($V_{OUT1} = V_{OUT2} = 3.3\text{V}$)



Burst Modeスレッシュホールド電流と
 V_{IN} ($V_{OUT1} = V_{OUT2} = 5\text{V}$)



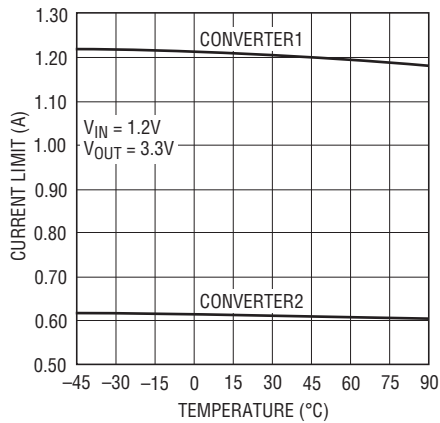
発振器周波数と温度



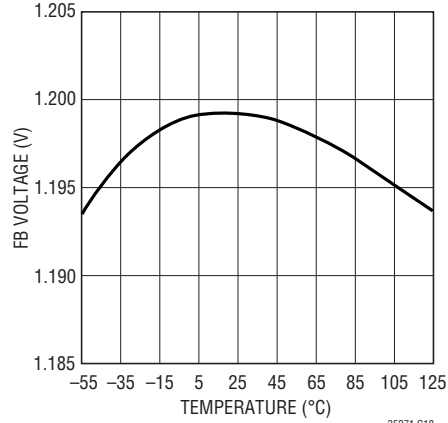
LTC3527/LTC3527-1

標準的性能特性 (注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$)

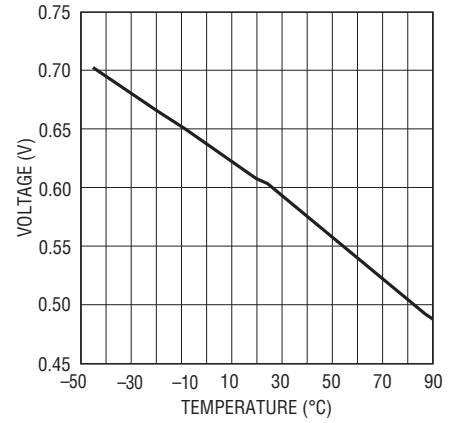
電流制限と温度



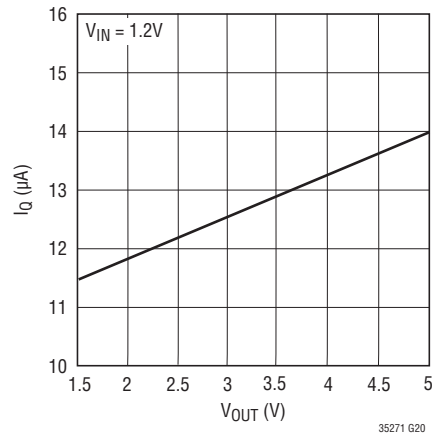
帰還電圧と温度



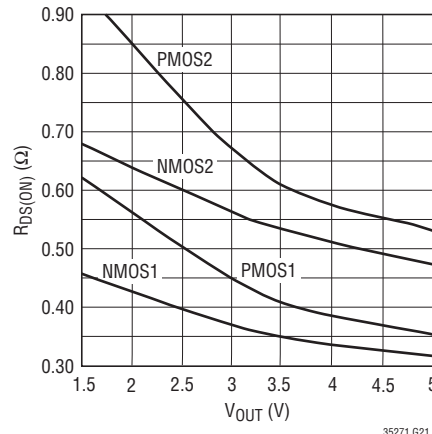
起動電圧と温度



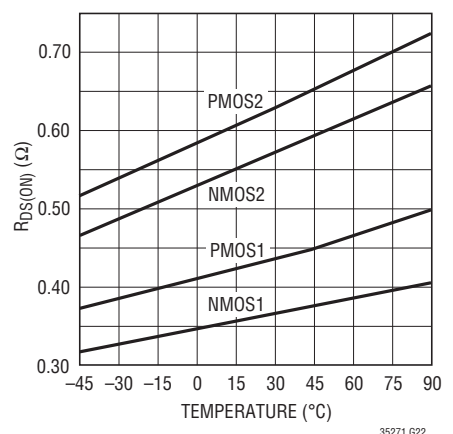
Burst Mode消費電流と V_{OUT}



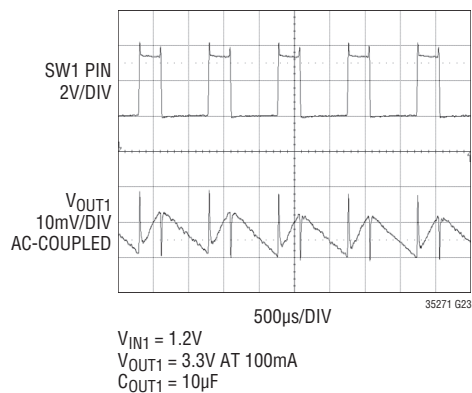
$R_{DS(ON)}$ (NMOSおよびPMOS) と V_{OUT}



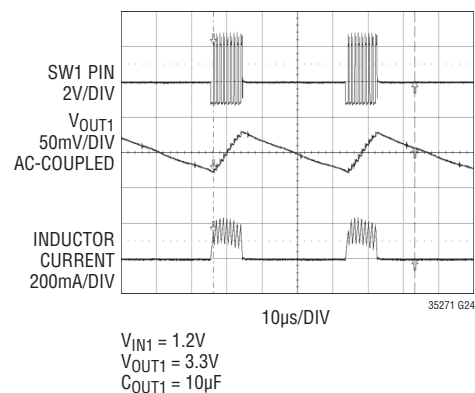
$R_{DS(ON)}$ (NMOSおよびPMOS) の変化と温度



固定周波数のスイッチング波形と V_{OUT} リップル

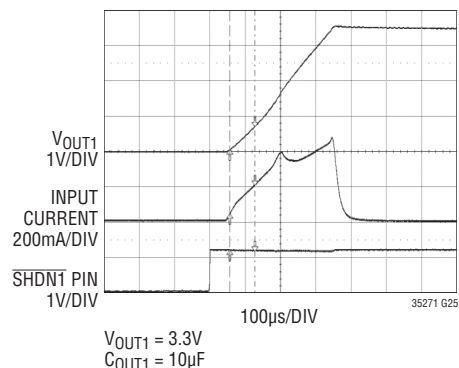


Burst Modeの波形

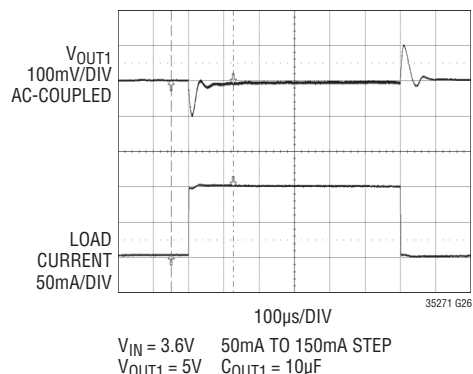


標準的性能特性 (注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$)

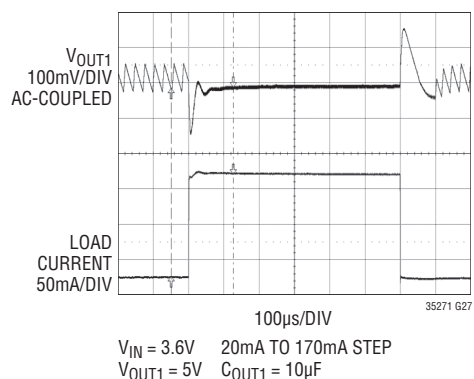
起動時の V_{OUT} と I_{IN}



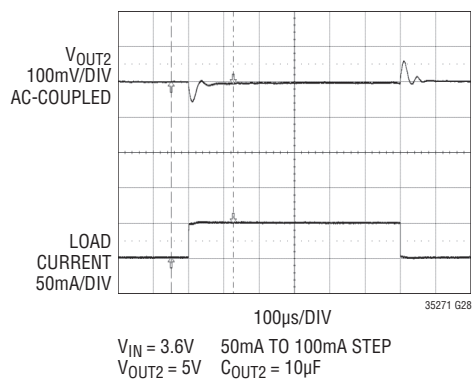
V_{OUT1} の負荷ステップ応答
(1.2MHzの固定周波数)



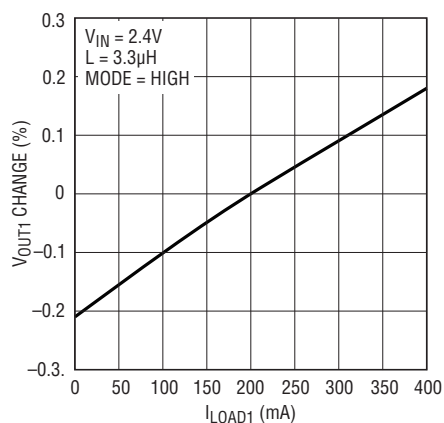
V_{OUT1} の負荷ステップ応答
(1.2MHzのBurst Mode動作)



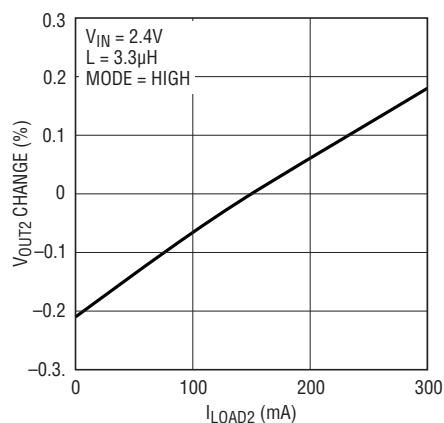
V_{OUT2} の負荷ステップ応答
(2.2MHzの固定周波数)



$V_{OUT1} = 5\text{V}$ の
ロード・レギュレーション



$V_{OUT2} = 3.3\text{V}$ の
ロード・レギュレーション



ピン機能

SHDN1 (ピン1):昇圧コンバータ1のロジック制御のシャットダウン入力。このピンには4MΩのプルダウンが備わっています。

- $\overline{\text{SHDN1}}$ = “H”: 通常の自走動作。1.2MHz/2.2MHzの標準動作周波数。
- $\overline{\text{SHDN1}}$ = “L”: シャットダウン、消費電流は<2μA。

注記: 消費電流を2μA以下にするには両方のコンバータをシャットダウンする必要があります。

FB1 (ピン2):昇圧コンバータ1の g_m 誤差アンプへの帰還入力。抵抗分割器のタップをこのピンに接続します。出力電圧は1.6V~5.25Vの範囲で次のように調節できます。

$$V_{\text{OUT1}} = 1.20V \cdot \left[1 + \frac{R1}{R2} \right] \quad (\text{ブロック図を参照})$$

MODE (ピン3):両方の昇圧コンバータのロジック制御モードの入力。

- MODE = “H”: 固定周波数動作
- MODE = “L”: 自動Burst Mode動作

全動作条件で固定周波数を保証するには、MODEピンを1V以上にする必要があります。

V_{OUT1} (ピン5):昇圧コンバータ1の出力電圧センス入力および内部同期整流器MOSFETのドレイン。ドライバのバイアスはV_{OUT1}から得られます。V_{OUT1}から出力フィルタ・コンデンサまでのPCBトレースをできるだけ短くし、幅をできるだけ広くします。

SW1 (ピン6):昇圧コンバータ1のスイッチ・ピン。インダクタをSW1とV_{IN1}の間に接続します。これらのPCBトレースをできるだけ短くし、幅をできるだけ広くしてEMIと電圧のオーバーシュートを減らします。インダクタ電流がゼロになるか、 $\overline{\text{SHDN1}}$ が“L”に引き下げられると、内部の100Ωアンチリング・スイッチがSW1からV_{IN1}に接続されてEMIを最小限に抑えます。

SW2 (ピン7):昇圧コンバータ2のスイッチ・ピン。インダクタをSW2とV_{IN2}の間に接続します。これらのPCBトレースをできるだけ短くし、幅をできるだけ広くしてEMIと電圧のオーバーシュートを減らします。インダクタ電流がゼロになるか、 $\overline{\text{SHDN2}}$ が“L”に引き下げられると、内部の100Ωアンチリング・スイッチがSW2からV_{IN2}に接続されてEMIを最小限に抑えます。

V_{OUT2} (ピン8):昇圧コンバータ2の出力電圧センス入力および内部同期整流器MOSFETのドレイン。ドライバのバイアスはV_{OUT2}から得られます。V_{OUT2}から出力フィルタ・コンデンサまでのPCBトレースをできるだけ短くし、幅をできるだけ広くします。

FSEL (ピン10):ロジック制御の周波数選択入力。

- FSEL = “H”: 2.2MHz動作
- FSEL = “L”: 1.2MHz動作

FB2 (ピン11):昇圧コンバータ2の g_m 誤差アンプへの帰還入力。抵抗分割器のタップをこのピンに接続します。出力電圧は1.6V~5.25Vの範囲で次のように調節できます。

$$V_{\text{OUT2}} = 1.20V \cdot \left[1 + \frac{R3}{R4} \right] \quad (\text{ブロック図を参照})$$

SHDN2 (ピン12):昇圧コンバータ2のロジック制御のシャットダウン入力。このピンには4MΩのプルダウンが備わっています。

- $\overline{\text{SHDN2}}$ = “H”: 通常の自走動作。1.2MHz/2.2MHzの標準動作周波数。
- $\overline{\text{SHDN2}}$ = “L”: シャットダウン、消費電流は<2μA。

注記: 消費電流を2μA以下にするには両方のコンバータをシャットダウンする必要があります。

PGOOD2 (ピン13):昇圧コンバータ2のパワーグッド・コンパレータの出力。このオープン・ドレイン出力は、V_{FB} がレギュレーション電圧より9%低くなると“L”になります。

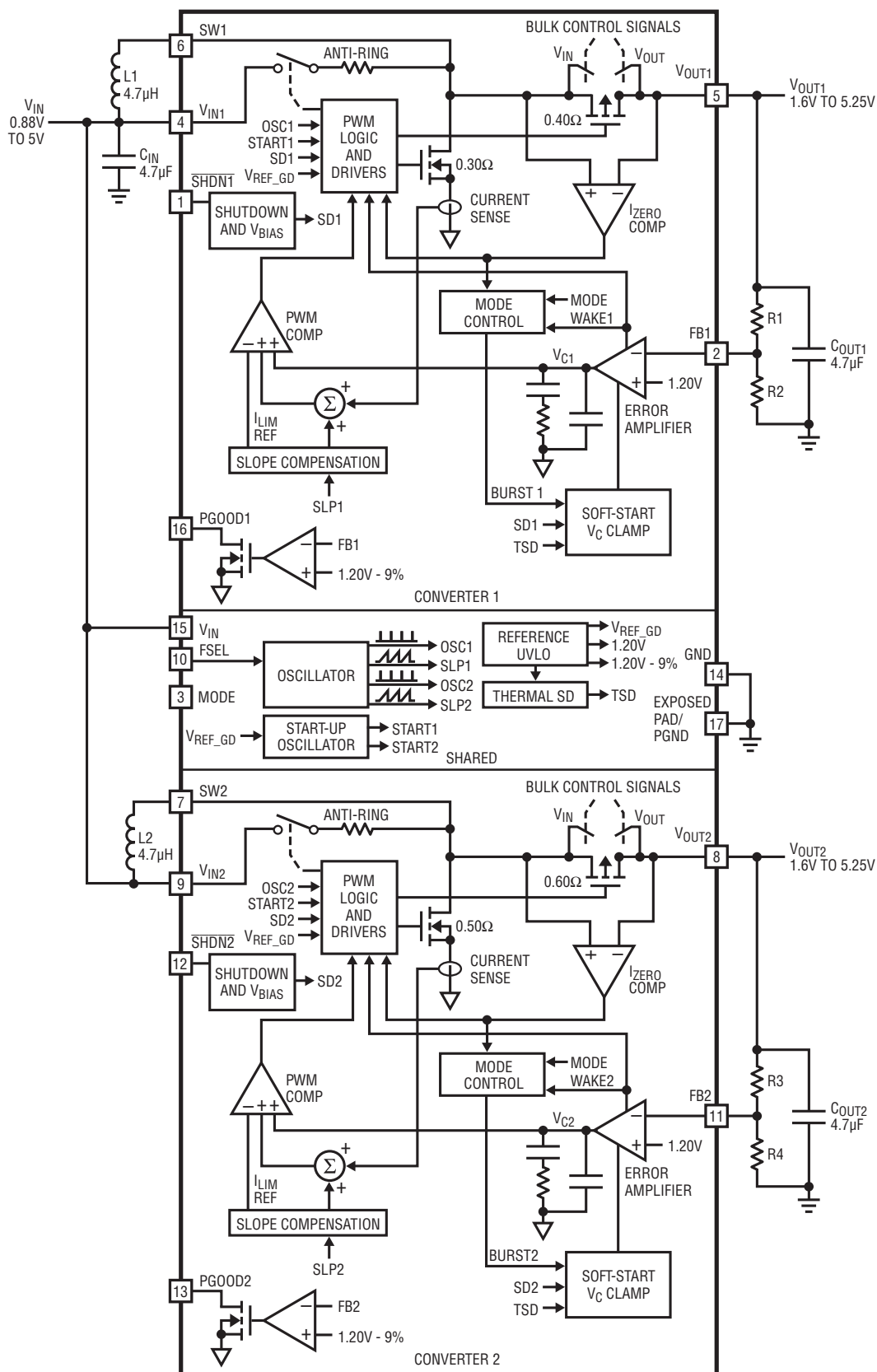
GND (ピン14):信号グランド。このピンはLTC3527/LTC3527-1の内部回路の基準グランドとして使われます。

V_{IN}, V_{IN1}, V_{IN2} (ピン15、4、9):バッテリー入力電圧。詳細は「動作」のセクションを参照してください。

PGOOD1 (ピン16):昇圧コンバータ1のパワーグッド・コンパレータの出力。このオープン・ドレイン出力は、V_{FB} がレギュレーション電圧より9%低くなると“L”になります。

PGND (ピン17 (露出パッド)):バックプレーン。露出パッドはPGNDで、PCBのグランド・プレーンに半田付けする必要があります。これは、V_{OUT1}とV_{OUT2}のパワー・グランド接続として、また熱をパッケージから外部に放散する手段として役立ちます。

ブロック図



LTC3527/LTC3527-1

動作 (ブロック図を参照)

LTC3527/LTC3527-1はデュアルの1.2MHz/2.2MHz同期整流式昇圧コンバータで、16ピン3mm×3mm QFNパッケージで供給されます。これらのデバイスは880mV以下の入力電圧でも起動および動作が可能で、固定周波数の電流モードPWM制御機能を備えており、ラインと負荷のレギュレーションが非常に優れています。適応型スロープ補償付き電流モード・アーキテクチャは過渡負荷応答が優れており、最小の出力フィルタ機能しか必要としません。内部のソフトスタートとループ補償により設計過程が簡素化され、外部部品点数が最少に抑えられます。各コンバータには個別に入力電源ピンが備わっており、他方から独立に動作しますが、同じ発振器を共有しているので同位相でスイッチングを行います。**異なった入力電源電圧を使う場合、3番目のV_{IN}ピンは2個の電源のうち電圧が高い方に接続する必要がありますが、各V_{OUT}は最も高いV_{IN}より高くなければなりません。**全てのV_{IN}ピンにバイパス・コンデンサを推奨します。

LTC3527/LTC3527-1はR_{DS(ON)}が低くゲート電荷が低い内部NチャネルMOSFETスイッチとPチャネルMOSFETの同期整流器を備えているので、広い負荷電流範囲で高い効率を維持します。MODEピンが“L”のとき、自動Burst Mode動作は非常に軽い負荷で高効率を維持し、消費電流をわずか12μAに減らします。MODEが“H”だと、固定周波数PWMスイッチングにより出力の電圧リップルが下がります。ブロック図を参照すると動作をよく理解できます。

PGOOD信号が独立に各コンバータに与えられており、これをSHDNピンと一緒に使って、出力のシーケンスを制御することができます。

LTC3527-1は瞬時オフ機能を備えており、V_{OUT1}またはV_{OUT2}を、それぞれのSHDNピンが“L”になると放電します。

周波数選択機能により1.2MHzのスイッチング(FSEL = “L”)または2.2MHzのスイッチング(FSEL = “H”)が可能です。

低電圧での起動

LTC3527/LTC3527-1は、0.7V(標準)の入力電圧で起動するように設計されている独立した起動発振器を備えています。2つのコンバータは一緒に起動させるか、または、SHDN1とSHDN2を適切に制御して昇圧1と昇圧2をどちらの順でも起動させることができます。起動時にも、通常モードでも、各コンバータにソフトスタートと突入電流制限が独立に与えられます。

V_{IN}、V_{OUT1}、またはV_{OUT2}が1.4V(標準)を超えるとデバイスは通常の動作モードに移行します。V_{OUT1}またはV_{OUT2}の高い方がV_{IN}を0.24Vだけ超えるとデバイスはV_{IN}ではなく高い方のV_{OUT}から自己給電します。この時点で内部回路はV_{IN}入力電圧に依存しなくなるため、大容量入力コンデンサは不要です。入力電圧はわずか0.5Vまで下がることができます。

1セル動作では、アプリケーションを制限する要素は、低い電圧で出力に十分なエネルギーを供給する電源の有無と、標準で90%にクランプされる最大デューティ・サイクルです。低い入力電圧では、放電したセルの高くなった直列抵抗による小さな電圧降下が重要になり、コンバータの電力供給能力を大きく制限することに注意してください。値が大きくESRの低い入力コンデンサは、これをわずかな程度に減らすのに役立ちます。

低ノイズ固定周波数動作

ソフトスタート:LTC3527/LTC3527-1には各コンバータに対して独立にソフトスタート動作を行う内部回路が備わっています。ソフトスタート回路は、ピーク・インダクタ電流をゼロからコンバータ1の場合は900mA(標準)のピーク値まで、コンバータ2の場合は500mA(標準)のピーク値まで約0.5msかけてゆっくりランブさせますので、重い負荷での起動が可能になります。両方のコンバータのソフトスタート回路は、サーマル・シャットダウンが起きると、またはシャットダウン・コマンドによりリセットされず。

発振器:内部発振器がスイッチング周波数を、FSELピンが0.35Vより下だと1.2MHzに、FSELピンが0.88Vより上だと2.2MHzに設定します。

シャットダウン:各コンバータは、それぞれのSHDNピンを0.35Vより下に引き下げるにより独立にシャットダウンされ、それぞれのSHDNピンを0.88Vより上に引き上げるによりイネーブルされます。SHDNピンは、絶対最大定格より下に制限されているかぎり、V_{IN}またはV_{OUT}より上にドライブすることに注意してください。

誤差アンプ:各トランスコンダクタンス誤差アンプの非反転入力は内部で1.20Vリファレンスに接続されています。反転入力、コンバータ1ではFB1に、コンバータ2ではFB2に接続されています。大信号過渡応答を改善するため、クランプにより、

動作

誤差アンプの最小と最大の出力電圧が制限されます。パワー・コンバータの制御ループの補償は内部で与えられています。 V_{OUT1} (V_{OUT2}) からグラウンドに接続された外部抵抗分圧器は、FB1 (FB2) を介してそれぞれの出力電圧を1.6V～5.25Vにプログラムします。

$$V_{OUT1} = 1.20V \cdot \left[1 + \frac{R1}{R2} \right]$$

$$V_{OUT2} = 1.20V \cdot \left[1 + \frac{R3}{R4} \right] \quad (\text{ブロック図を参照})$$

電流センス: 無損失電流検出により、各NチャネルMOSFETスイッチのピーク電流信号が電圧に変換され、対応する内部スロープ補償に加算されます。この加算された信号がそれぞれの誤差アンプ出力と比較され、各コンバータのPWMのための個別のピーク電流制御コマンドを出力します。

電流制限: 電流制限コンパレータはそのスレッシュホールドに達するとNチャネルMOSFETスイッチをオフします。各電流制限コンパレータの出力までの遅延時間は標準60nsです。ピーク・スイッチ電流は入力電圧や出力電圧とは無関係に、コンバータ1では約900mAに、コンバータ2では500mAに制限されます。 V_{OUT1} または V_{OUT2} が1Vより下に下がると、対応する電流制限が1/2に切り下げられます。

ゼロ電流コンパレータ: ゼロ電流コンパレータは出力へのインダクタ電流をモニタし、電流が約30mAに下がると同期式整流器をオフします。これにより、インダクタ電流の極性が反転するのを防止し、軽負荷での効率を改善します。

同期整流器: 突入電流を制御し、 V_{OUT1} または V_{OUT2} が V_{IN} に近いときインダクタ電流が暴走しないようにするため、PチャネルMOSFET同期整流器はそれぞれ $V_{OUT} > (V_{IN} + 0.24V)$ のときだけイネーブルされます。

アンチリングング制御: アンチリングング制御回路は、不連続電流モード動作で、インダクタの両端に抵抗を接続してSW1 (SW2) ピンの高周波リングングを防ぎます。インダクタと C_{SW} (SW1ピンまたはSW2ピンの容量) で形成される共振回路のリングングはエネルギーが低いとはいえ、EMI放射を生じることがあります。

出力切断: LTC3527/LTC3527-1は内蔵PチャネルMOSFET整流器のボディ・ダイオードに電流が流れないようにして真の出力切断ができるように設計されています。これにより、 V_{OUT1} と V_{OUT2} をシャットダウンの間ゼロボルトにすることができ、入力ソースから電流は流れません。また、ターンオン時に突入電流を制限することができるので、入力電源から見たサージ電流を最小に抑えます。出力切断の利点を得るには、SW1 (SW2) ピンと V_{OUT1} (V_{OUT2}) の間に外付けのショットキー・ダイオードを接続してはならないことに注意してください。出力切断機能により、 V_{IN} のバッテリーへ逆電流が流れることなく、 V_{OUT1} または V_{OUT2} を高く引き上げることができます。

サーマル・シャットダウン: デバイスはダイの温度が160°Cを超えるとサーマル・シャットダウン状態になります。すべてのスイッチがオフしてソフトスタート・コンデンサが放電します。デバイスはダイの温度が約15°C低下すると再度イネーブルされます。

Burst Mode動作

Burst Mode動作の効率の利点を実現するには、 V_{OUT1} と V_{OUT2} の両方がイネーブルされている場合は、それら両方が軽負荷電流状態でなければなりません。一方のコンバータがシャットダウンしていれば、Burst Mode動作は他方のコンバータでイネーブルされます。MODEピンが“L”のとき、LTC3527/LTC3527-1は軽負荷では自動的にBurst Mode動作に移行し、負荷が重くなると固定周波数のPWMモードに戻ります。「標準的性能特性」を参照して、出力負荷の「Burst Modeスレッシュホールド電流と V_{IN} 」を参照してください。Burst Mode動作に入る負荷電流は、インダクタの値を調整することにより、変更することができます。インダクタの値を上げると、Burst Mode動作に入る負荷電流が下がります。

Burst Mode動作では、LTC3527/LTC3527-1はピーク電流モード制御の同じ誤差アンプとループ補償を使って依然1.2MHz (FSEL = 0) または2.2MHz (FSEL = 1) の固定周波数でスイッチングします。この制御方法では、モード間の切替えのとき出力過渡が除去されます。Burst Mode動作時、公称安定化電圧値に達するまでエネルギーが出力に供給され、それからLTC3527/LTC3527-1はスリープ・モードに移行します。スリープ・モードでは出力はオフし、LTC3527/LTC3527-1は V_{OUT1} と V_{OUT2} の高い方からわずか12μAの消費電流しか消費しま

LTC3527/LTC3527-1

動作

せん。出力電圧がわずかに垂下すると、スイッチングが再度開始されます。このため、スイッチング損失と消費電流損失が最小に抑えられ、非常に軽い負荷での効率が最大化されます。ピーク-ピーク間で標準1%のBurst Modeの出力電圧リップルは、出力容量を増やすか(10μF以上)、または小さなコンデンサ(15pF)をV_{OUT1}(V_{OUT2})とFB1(FB2)の間に接続して減らすことができます。

どちらかの負荷電流が増加するにつれ、LTC3527/LTC3527-1は自動的にBurst Mode動作から出ます。出力コンデンサの値を大きくすると、この移行が軽い負荷で起きることに注意してください。LTC3527/LTC3527-1がBurst Mode動作から出て通常動作に戻ると、両方の出力負荷がバースト・スレッシュホールド電流より下に下がるまでそこに留まります。

Burst Mode動作は起動時とソフトスタートの間、どちらのチャネルもシャットダウンしていなければ、V_{OUT1}とV_{OUT2}の両方がV_{IN}より少なくとも0.24V大きくなるまで禁止されます。

MODEピンが“H”のとき、LTC3527/LTC3527-1は1.2MHz(FSEL = “L”)または2.2MHz(FSEL = “H”)の連続PWM固定周波数動作を行います。非常に軽い負荷では、LTC3527/LTC3527-1はパルス・スキップ動作を行います。

1セルから5Vへの昇圧アプリケーション

1セル(アルカリ、NiCdまたはNiMH)から5Vに昇圧するアプリケーションではインダクタ電流のスルーレートが高いので、2.2MHzアプリケーション(FSEL = “H”)で入力電圧が1.5Vより低いときにはLTC3527/LTC3527-1はBurst Mode動作にならないことがあります。1.2MHzのBurst Mode動作を必要とする1セルから5Vへのアプリケーションには、(FSEL = “L”)を推奨します。異なる入出力電圧に対するBurst Modeのスレッシュホールドについては、「標準的性能特性」を参照してください。

アプリケーション情報

V_{IN}>V_{OUT}での動作

LTC3527/LTC3527-1は入力電圧が望みの出力電圧の片方または両方より高くても出力電圧レギュレーションを維持します。この動作モードをサポートするには、すべてのV_{IN}が共通であることが必要だということに注意してください。このモードでは効率が下がり、LTC3527/LTC3527-1内の電力消費が増えますので、許容接合部温度を維持するため、最大出力電流能力が制限されます。V_{IN}>V_{OUT}で動作するときの電力は次のように定義されます。

$$P_{OUT} = I_{OUT} [(V_{IN} + 1.5) - V_{OUT}]$$

接合部温度を125°Cより下に維持するには、次式に従う必要があります。

$$(P_{OUT1} + P_{OUT2}) 68^{\circ}\text{C/W} = 125 - T_A$$

ここで、T_Aは周囲温度です。

短絡保護

LTC3527/LTC3527-1の出力切断機能は、内部で設定された最大電流リミットを維持しながら、出力の短絡を許容します。コンバータは過度の過負荷や短絡から保護するための電流制限フォールドバックやサーマル・シャットダウンなどの機能も内蔵しています。短絡状態で電力損失を減らすため、V_{OUT}が1Vより下のとき、ピーク・スイッチ電流制限がコンバータ1では500mA(標準)に、コンバータ2では350mA(標準)に下げられます。

ショットキー・ダイオード

必要ではありませんが、SW1(SW2)からV_{OUT1}(V_{OUT2})にショットキー・ダイオードを追加すると、効率が約2%改善されます。これにより、出力切断と短絡保護機能が無効になることに注意してください。

アプリケーション情報

PCBレイアウトのガイドライン

LTC3527/LTC3527-1は高速で動作するので、ボードのレイアウトに細心の注意が必要です。不注意なレイアウトは性能の低下を招きます。推奨部品配置を図1に示します。グラウンド・ピンの銅面積を大きくするとダイの温度を下げるのに役立ちます。別個のグラウンド・プレーンを備えた多層基板が理想ですが、必須だというわけではありません。

部品の選択

インダクタの選択

LTC3527/LTC3527-1のスイッチング周波数は1.2MHz/2.2MHzと高速なので、これらには小型表面実装インダクタを利用することができます。3.3μH～4.7μHのインダクタの値はほとんどの1.2MHzアプリケーションに適しています。1.5μH～2.2μHのインダクタの値はほとんどの2.2MHzアプリケーションに適しています。インダクタンスの値を大きくすると、インダクタ・リップル電流が減るので、出力電流能力をわずかに増やすことができ、Burst Modeスレッシュホールドが下がります。インダクタンスを10μHより大きくしても、サイズが大きくなるだけで、出力電流能力はほとんど改善されません。

最小インダクタンス値は次式で与えられます。

$$L > \frac{V_{IN(MIN)} \cdot (V_{OUT(MAX)} - V_{IN(MIN)})}{f \cdot \text{Ripple} \cdot V_{OUT(MAX)}}$$

ここで、

リップル = 許容インダクタ電流リップル (アンペア、ピーク-ピーク間)

$V_{IN(MIN)}$ = 最小入力電圧

$V_{OUT(MAX)}$ = 最大出力電圧

f = 発振器周波数 (MHz)

インダクタ電流リップルは一般に最大インダクタ電流の20%～40%に設定されます。高周波用フェライト・コアのインダクタ素材は、安価な鉄粉タイプに比べて、周波数に依存した電力損失を減らして効率を上げます。インダクタは、 I^2R 電力損失を減らすために、ESR (巻線の直列抵抗) が低く、また飽和せずにピーク・インダクタ電流を流すことができなければなりません。モールド型チョークコイルやチップ・インダクタは、LTC3527/LTC3527-1で見られる900mA (500mA) のピーク・インダクタ電流に対応するのに十分なコアを一般に持っていません。放射ノイズを最小に抑えるには、シールドされたインダクタを使います。推奨部品とメーカーについては、表1を参照してください。

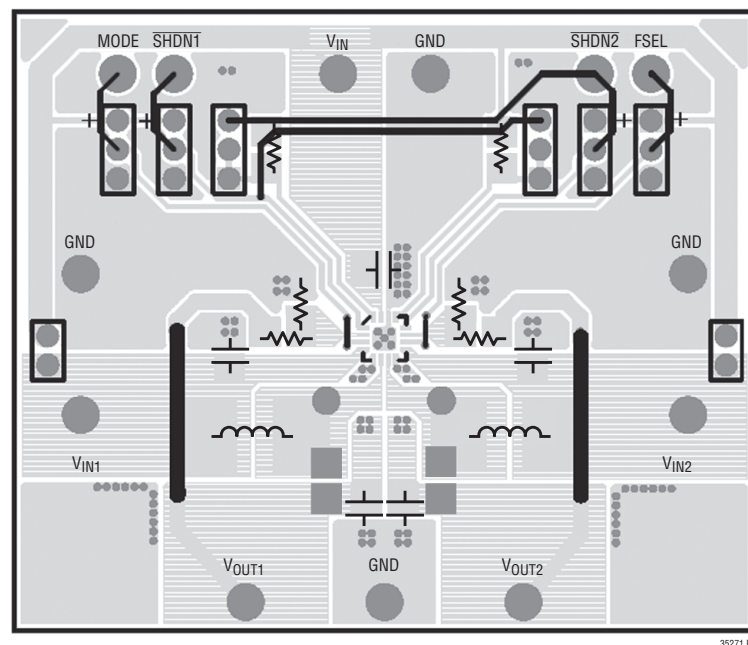


図1. 2層基板の推奨部品配置

アプリケーション情報

表1. 推奨インダクタ

VENDOR	PART/STYLE	L (μ H)	MAXIMUM CURRENT (mA)	DCR (Ω)	DIMENSIONS L x W x H (mm)
Coilcraft www.coilcraft.com	MSS5131	2.2-10	1900-870	0.023-0.083	5.1 x 5.1 x 1
	MSS4020	3.3-10	1100-540	0.085-0.210	4 x 4 x 2
	ME3220	1-10	3000-780	0.05-0.90	3.2 x 2.5 x 2
Coiltronics www.cooperet.com	SD10	1-10	1930-760	0.045-0.289	5.2 x 5.2 x 1
	SD12	1.2-10	2450-818	0.037-0.284	5.2 x 5.2 x 1.2
FDK www.fdk.com	MIP3226D	1.5-6.8	1400-1000	0.07-0.12	3.2 x 2.6 x 1
	MIPF2520D	1.5-4.7	1500-1000	0.07-0.11	2.5 x 2 x 1
Murata www.murata.com	LQH43C	1-10	1080-650	0.08-0.24	4.5 x 3.2 x 2.6
	LQH32C	1-4.7	800-650	0.09-0.15	3.2 x 2.5 x 2
Sumida www.sumida.com	CDRH3D16	4.7-15	900-450	0.11-0.29	3.8 x 3.8 x 1.8
	CDRH2D14	4.7-12	680-420	0.12-0.32	3.2 x 3.2 x 1.5
TDK www.global.tdk.co.jp	VL3010A	1.5-10	1200-490	0.068-0.58	2.6 x 2.8 x 1
	VL5012A	2.2-10	1500-800	0.090-0.30	4.5 x 4.7 x 1.2
Taiyo Yuden www.t-yuden.com	NR3010	4.7-15	750-400	0.19-0.74	3 x 3 x 1
	NR3015	4.7-15	1000-560	0.12-0.36	3 x 3 x 1.5

出力コンデンサと入力コンデンサの選択

出力電圧リップルを最小限に抑えるため、低ESR（等価直列抵抗）のコンデンサを使います。多層セラミック・コンデンサはESRが非常に小さく、実装面積の小さいものが入手できるので最適です。ほとんどのアプリケーションでは4.7 μ F～10 μ Fの出力コンデンサで十分です。最大22 μ Fまでの大きな値を使って、低い出力電圧リップルと改善された過渡応答を得ることもできます。X5RとX7Rの誘電体は広い電圧範囲と温度範囲にわたって容量を維持するので、素材として適しています。Y5Vタイプは使わないでください。

LTC3527/LTC3527-1の内部ループ補償は4.7 μ F以上の出力コンデンサの値で安定するように設計されています。セラミック・コンデンサを推奨しますが、低ESRのタンタル・コンデンサも使うことができます。

負荷過渡が大きな、要求の厳しいアプリケーションでは、大きなタンタル・コンデンサに並列に小さなセラミック・コンデンサを使うことができます。過渡応答を改善する別の方法として、

帰還分割器の上側の抵抗の両端に(V_{OUT1}(V_{OUT2})からFB1(FB2)に)小さなフィードフォワード・コンデンサを追加します。15pFの標準値で一般に十分です。

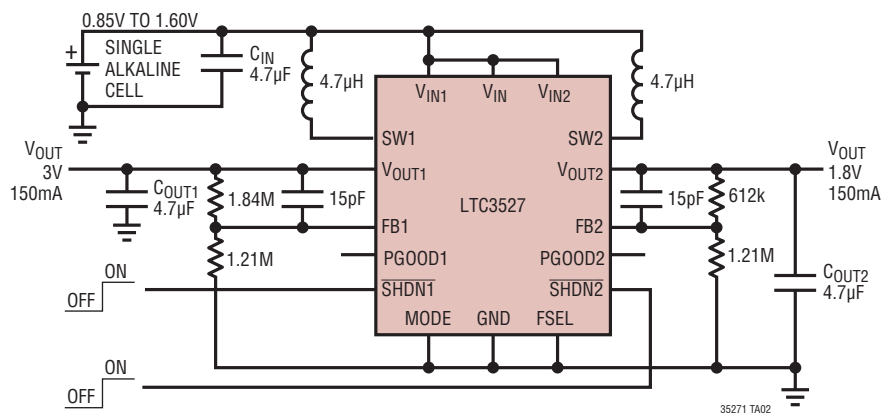
低ESR入力コンデンサは入力スイッチング・ノイズを減らし、バッテリーから流れるピーク電流を減らします。セラミック・コンデンサは入力デカップリング用に最適で、デバイスにできるだけ近づけて配置します。ほとんどのアプリケーションには2.2 μ Fの入力コンデンサで十分ですが、制約なしにもっと大きな値を使うこともできます。セラミック・コンデンサのメーカーを数社表2に示します。セラミック製品の選択の詳細についてはメーカーへ直接お問い合わせください。

表2. コンデンサ・メーカーに関する情報

SUPPLIER	PHONE	WEBSITE
AVX	(803) 448-9411	www.avxcorp.com
Murata	(714) 852-2001	www.murata.com
Taiyo-Yuden	(408) 573-4150	www.t-yuden.com
TDK	(847) 803-6100	www.component.tdk.com

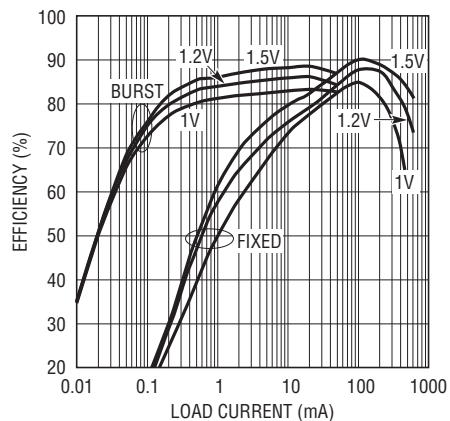
標準的応用例

1.2MHz、1セルから $V_{OUT1} = 3V$ 、 $V_{OUT2} = 1.8V$



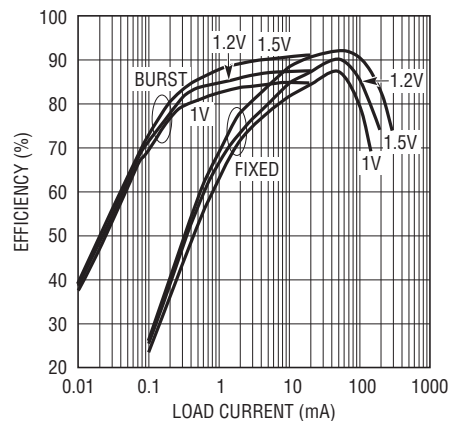
L: SUMIDA CDRH3D164R7
 C_{IN} , C_{OUT} : TAIYO YUDEN X5R JMK212BJ475MD

昇圧コンバータ1の効率



35271 TA02b

昇圧コンバータ2の効率

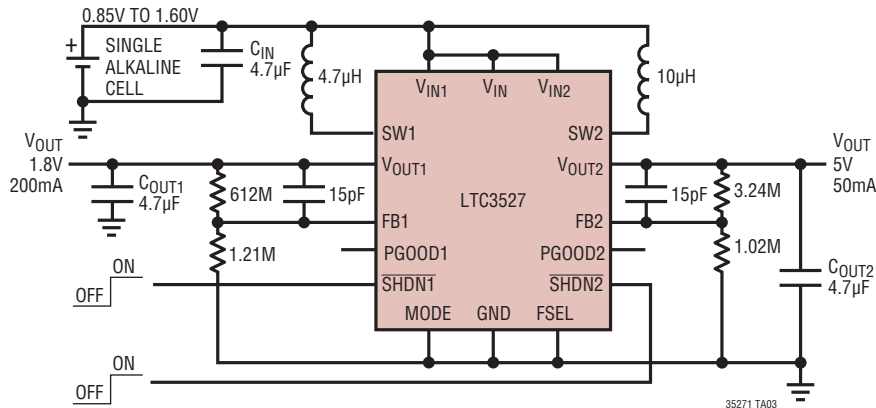


35271 TA02c

LTC3527/LTC3527-1

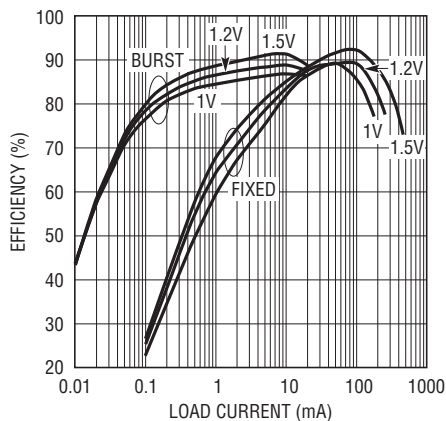
標準的応用例

1.2MHz、1セルから $V_{OUT1} = 1.8V$ 、 $V_{OUT2} = 5V$



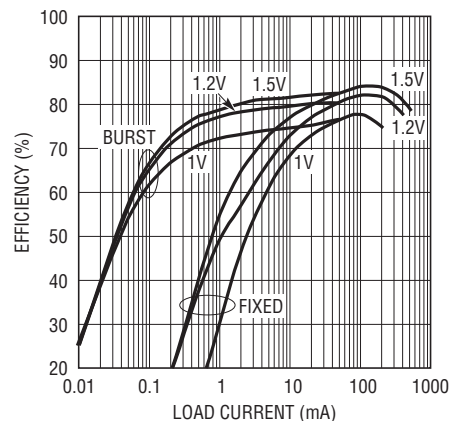
L: SUMIDA CDRH3D164R7
C_{IN}, C_{OUT}: TAIYO YUDEN X5R JMK212BJ475MD

昇圧コンバータ1の効率



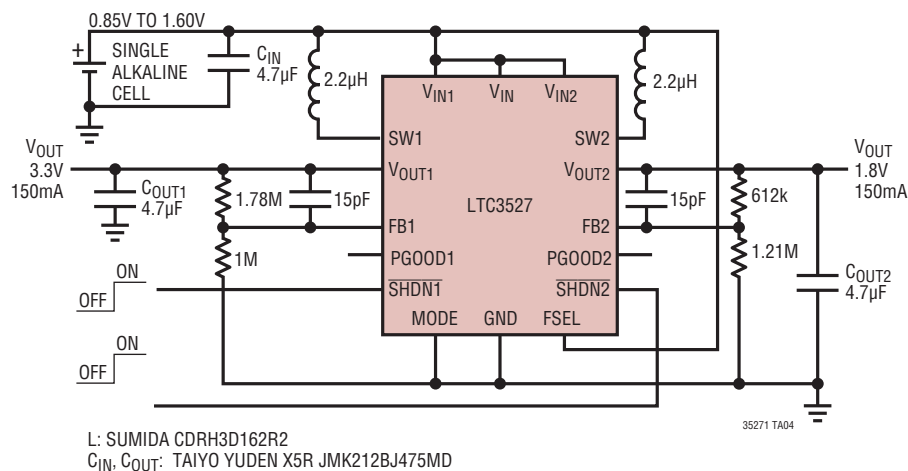
35271 TA03b

昇圧コンバータ2の効率

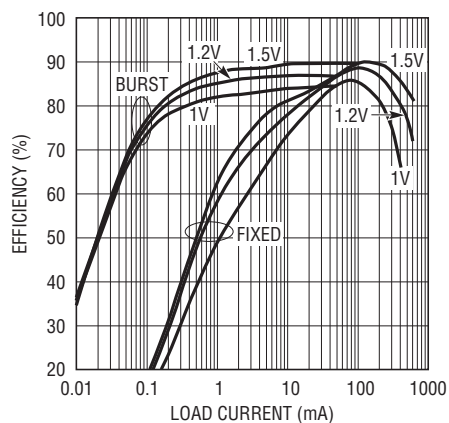


35271 TA03c

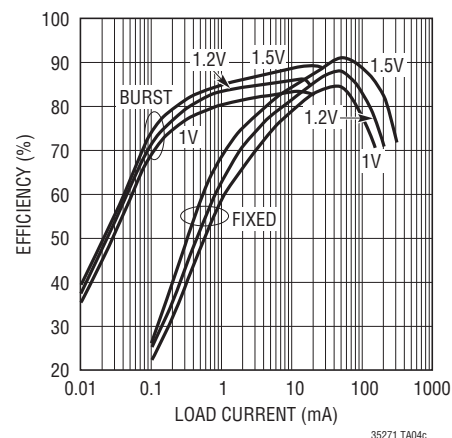
標準的応用例

2.2MHz、1セルから $V_{OUT1} = 3.3V$ 、 $V_{OUT2} = 1.8V$ 

昇圧コンバータ1の効率

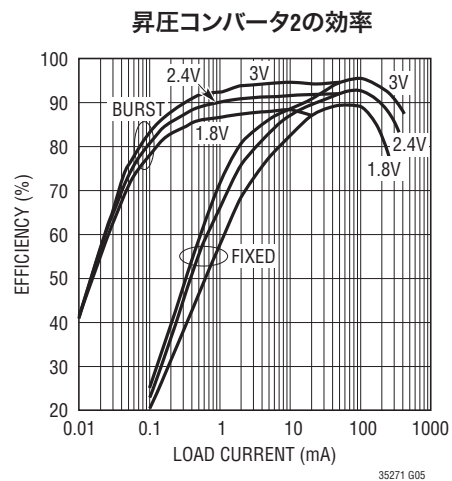
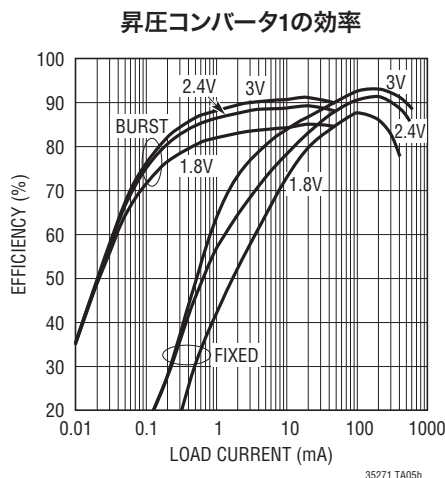
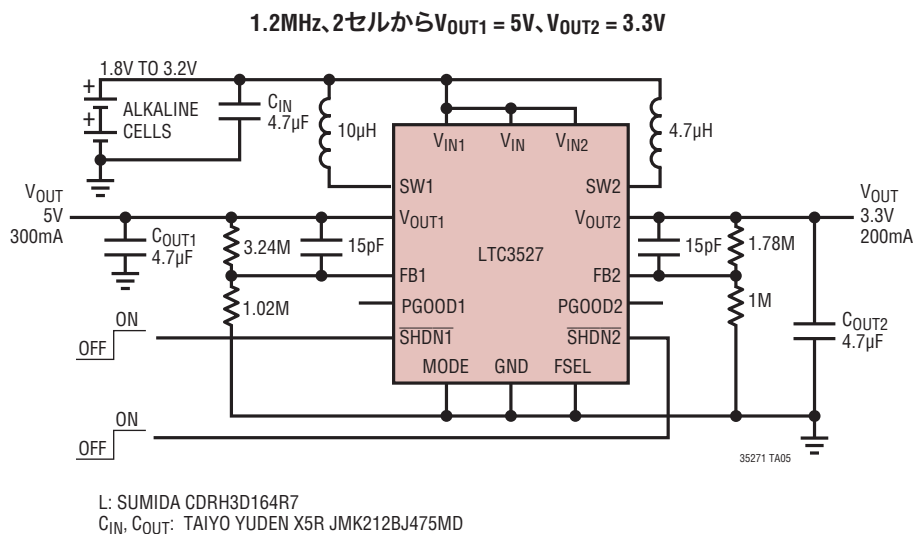


昇圧コンバータ2の効率



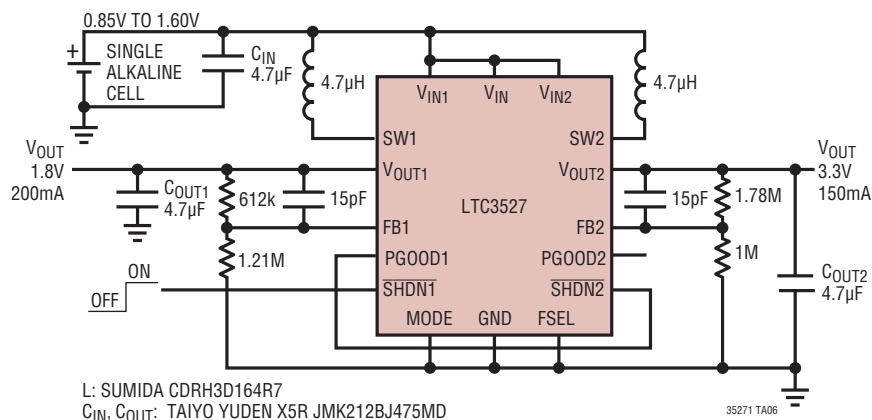
LTC3527/LTC3527-1

標準的応用例

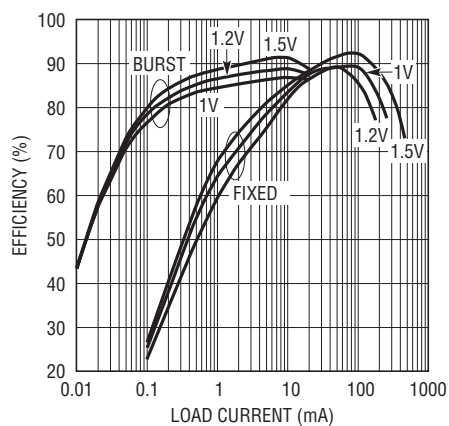


標準的応用例

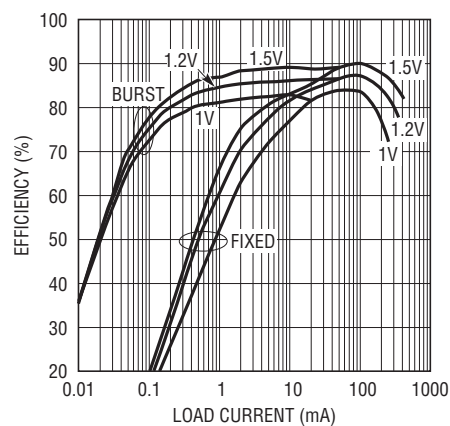
V_{OUT1} から V_{OUT2} にシーケンス制御される起動
1.2MHz、1セルから $V_{OUT1} = 1.8V$ 、 $V_{OUT2} = 3.3V$



昇圧コンバータ1の効率

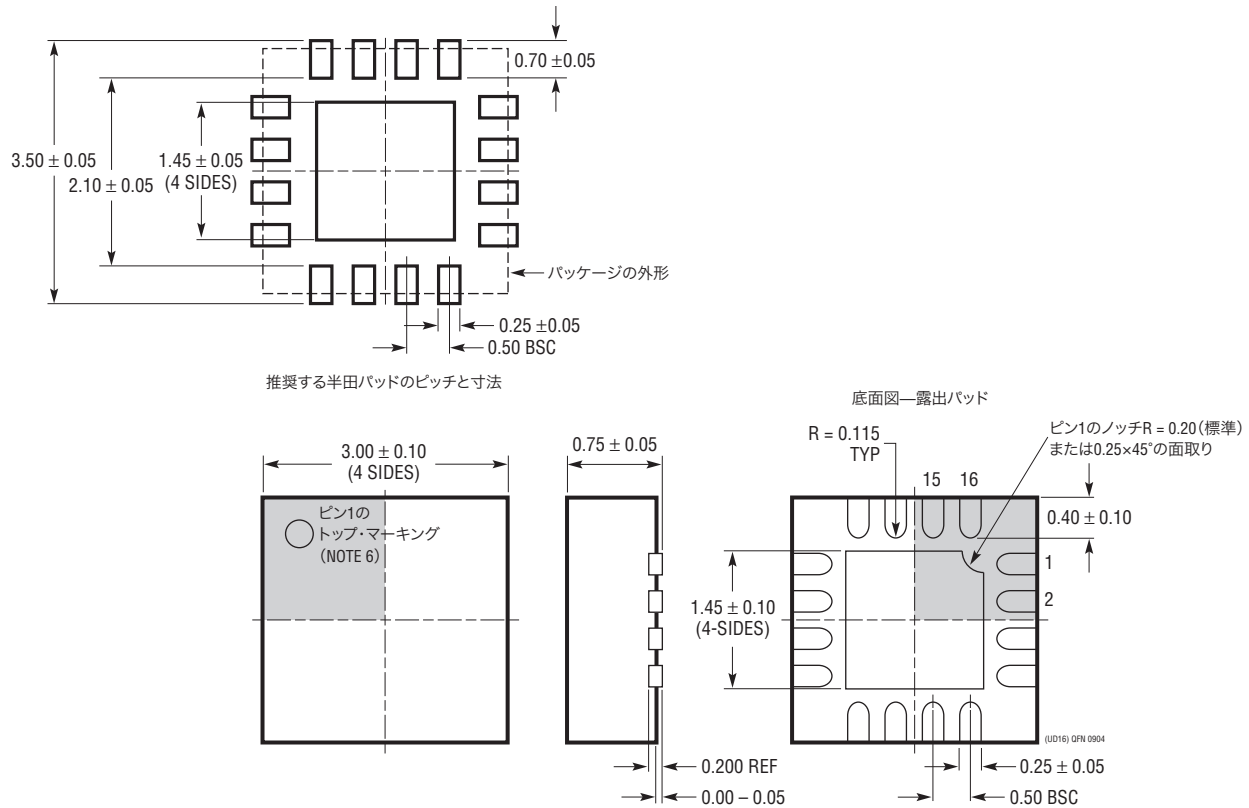


昇圧コンバータ2の効率



パッケージ

UDパッケージ 16ピン・プラスチックQFN (3mm×3mm) (Reference LTC DWG # 05-08-1691)



改訂履歴 (Rev Cよりスタート)

REV	日付	修正内容	頁番号
C	11/09	標準的応用例の変更	1, 15, 16, 17, 18, 19
		「動作」のセクションの変更	12
		「アプリケーション情報」のセクションの変更	14

LTC3527/LTC3527-1

関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC3400/ LTC3400B	600mA I_{SW} 、1.2MHz、同期整流式昇圧DC/DCコンバータ	効率:92%、 V_{IN} :0.85V~5V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 5V、 I_Q = 19 μ A/300 μ A、 I_{SD} < 1 μ A、ThinSOT™パッケージ
LTC3401	1A I_{SW} 、3MHz、同期整流式昇圧DC/DCコンバータ	効率:97%、 V_{IN} :0.5V~5V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 6V、 I_Q = 38 μ A、 I_{SD} < 1 μ A、10ピンMSパッケージ
LTC3421	3A I_{SW} 、3MHz、同期整流式昇圧DC/DCコンバータ、出力切断付き	効率:95%、 V_{IN} :0.5V~4.5V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 5.25V、 I_Q = 12 μ A、 I_{SD} < 1 μ A、QFN-24パッケージ
LTC3422	1.5A I_{SW} 、3MHz、同期整流式昇圧DC/DCコンバータ、出力切断付き	効率:95%、 V_{IN} :0.5V~4.5V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 5.25V、 I_Q = 25 μ A、 I_{SD} < 1 μ A、3mm×3mm DFNパッケージ
LTC3423/ LTC3424	2A I_{SW} 、3MHz、同期整流式昇圧DC/DCコンバータ	効率:97%、 V_{IN} :0.5V~5V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 6V、 I_Q = 38 μ A、 I_{SD} < 1 μ A、10ピンMSパッケージ
LTC3426	2A I_{SW} 、1.2MHz同期整流式昇圧DC/DCコンバータ	効率:92%、 V_{IN} :1.6V~4.3V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 5V、 I_{SD} < 1 μ A、SOT-23パッケージ
LTC3428	500mA I_{SW} 、1.25MHz/2.5MHz、同期整流式昇圧DC/DCコンバータ、出力切断付き	効率:92%、 V_{IN} :1.8V~5V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 5.25V、 I_{SD} < 1 μ A、2mm×2mm DFNパッケージ
LTC3429	600mA I_{SW} 、500kHz、同期整流式昇圧DC/DCコンバータ、出力切断とソフトスタート機能付き	効率:96%、 V_{IN} :0.5V~4.4V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 5V、 I_Q = 20 μ A/300 μ A、 I_{SD} < 1 μ A、ThinSOTパッケージ
LTC3458	1.4A I_{SW} 、1.5MHz、同期整流式昇圧DC/DCコンバータ、出力切断/Burst Mode動作付き	効率:93%、 V_{IN} :1.5V~6V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 7.5V、 I_Q = 15 μ A、 I_{SD} < 1 μ A、DFN-12パッケージ
LTC3458L	1.7A I_{SW} 、1.5MHz、同期整流式昇圧DC/DCコンバータ、出力切断/自動Burst Mode動作付き	効率:94%、 $V_{OUT(MAX)}$ = 6V、 I_Q = 12 μ A、DFN-12パッケージ
LTC3459	70mA I_{SW} 、10Vマイクロパワー同期整流式昇圧コンバータ、出力切断/Burst Mode動作付き	V_{IN} :1.5V~5.5V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 10V、 I_Q = 10 μ A、 I_{SD} < 1 μ A、ThinSOTパッケージ
LTC3525L-3	500mA I_{SW} 、1.2MHz、同期整流式昇圧DC/DCコンバータ、出力切断/自動Burst Mode動作付き	効率:94%、 V_{IN} :0.85V~5V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 5.25V、 I_Q = 7 μ A、 I_{SD} < 1 μ A、SC70パッケージ
LTC3526/ LTC3526B	500mA I_{SW} 、1.2MHz、同期整流式昇圧DC/DCコンバータ、出力切断/自動Burst Mode動作付き (LTC3526)、PWMのみ (LTC3526B)	効率:94%、 V_{IN} :0.85V~5V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 5.25V、 I_Q = 10 μ A/300 μ A、 I_{SD} < 1 μ A、2mm×2mm DFNパッケージ
LTC3528/ LTC3528B	1A、1MHz、同期整流式昇圧DC/DCコンバータ、出力切断/自動Burst Mode動作付き、PWMのみ (LTC3528B)	効率:94%、 V_{IN} :0.85V~5V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 5.25V、 I_Q = 10 μ A/300 μ A、 I_{SD} < 1 μ A、2mm×3mm DFNパッケージ

ThinSOTはリニアテクノロジー社の商標です。