

昇圧型と反転型の チャージポンプを備えた 低ノイズの双極性電源

特長

- 昇圧型チャージポンプは $2 \cdot V_{IN_P}$ を生成 (V_{IN_P} の範囲: 4.5V ~ 16V)
- 反転型チャージポンプは $-V_{IN_N}$ を生成 (V_{IN_N} の範囲: 4.5V ~ 32V)
- 最大電流50mAの低ノイズ正電圧LDOポスト・レギュレータ
- 最大電流50mAの低ノイズ負電圧LDOポスト・レギュレータ
- 両方のLDOレギュレータをオンにした状態で Burst Mode[®]動作時に流れる静止電流: 135 μ A
- プログラム可能な発振器周波数: 50kHz ~ 500kHz
- セラミック・コンデンサで安定
- 短絡保護/過熱保護
- 高さの低い3mm \times 5mmの18ピンDFNパッケージおよび熱特性が改善された20ピンTSSOPパッケージ

アプリケーション

- 低ノイズの双極性/反転型電源
- 産業用/計測用の低ノイズ・バイアス・ジェネレータ

LT, LT, LTC, LTM, Linear Technology, LinearのロゴおよびBurst Mode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。その他全ての商標の所有者は、それぞれの所有者に帰属します。

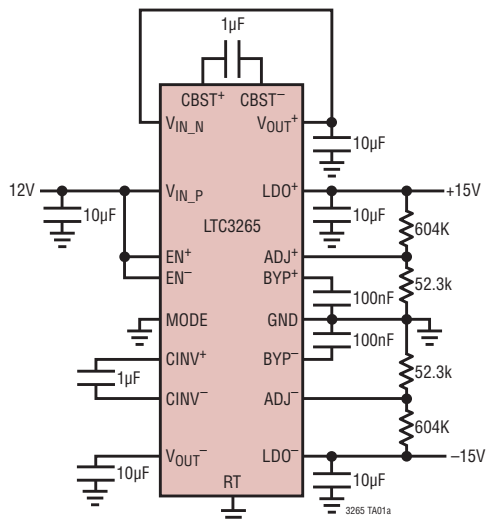
概要

LTC[®]3265は双極性出力の低ノイズ電源で、昇圧型チャージポンプ、反転型チャージポンプ、および正と負の2つの低ノイズLDOポスト・レギュレータを内蔵しています。昇圧型チャージポンプは正のLDOポスト・レギュレータに電力を供給するのに対して、反転型チャージポンプは負のLDOポスト・レギュレータに電力を供給します。各LDOは最大50mAの出力電流を供給できます。LDOの出力電圧は、外付けの抵抗分割器を使用して調整することができます。

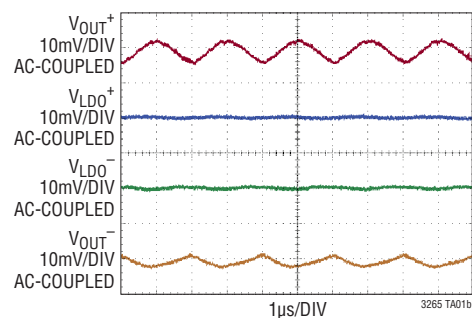
チャージポンプは、低静止電流のBurst Mode動作または低ノイズの固定周波数モードを使用します。Burst Mode動作時に、昇圧型チャージポンプはその出力(V_{OUT^+})を $0.94 \cdot 2 \cdot V_{IN_P}$ に安定化しますが、反転型チャージポンプはその出力(V_{OUT^-})を $-0.94 \cdot V_{IN_N}$ に安定化します。Burst Mode動作では、両方のLDOをオンにした状態で、LTC3265に流れる静止電流はわずか135 μ Aです。固定周波数モードでは、昇圧型チャージポンプと反転型チャージポンプはそれぞれ $2 \cdot V_{IN_P}$ および $-V_{IN_N}$ に等しい出力電圧を生成し、固定の500kHzで動作するか、外付け抵抗を使用した場合は50kHz ~ 500kHzの範囲の設定値で動作します。LTC3265は、高さの低い3mm \times 5mm \times 0.75mmの18ピンDFNパッケージおよび熱特性が改善された20ピンTSSOPパッケージで供給されます。

標準的応用例

12V単電源入力から低ノイズの $\pm 15V$ 出力を生成



LDOでの V_{OUT^+} リップルの除去



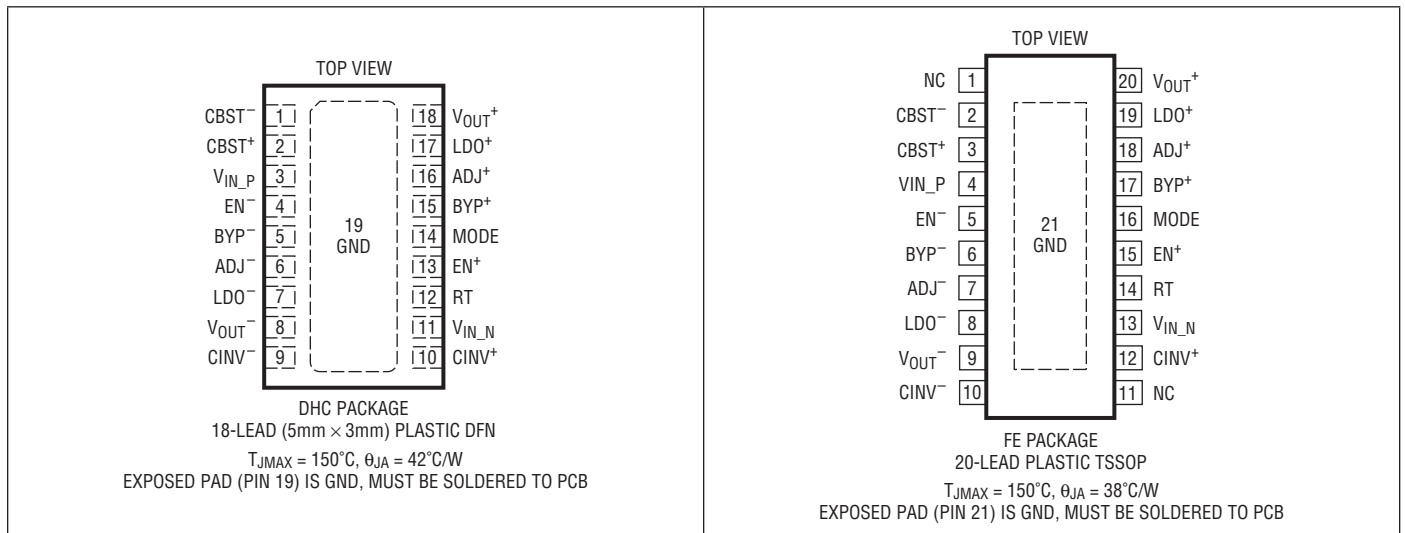
$V_{IN_P} = 12V$, $V_{IN_N} = V_{OUT^+}$
 $V_{LDO^+} = 15V$
 $V_{LDO^-} = -15V$
 $f_{OSC} = 500kHz$
 $I_{LDO^+} = 20mA$
 $I_{LDO^-} = -20mA$

LTC3265

絶対最大定格 (Note 1, 3)

V_{IN_P} , EN^+ , EN^- , $MODE$	-0.3V ~ 18V	BYP^-	-2.5V ~ 0.3V
V_{OUT}^+ , V_{IN_N}	-0.3V ~ 36V	LDO ⁺ の短絡時間	無期限
LDO ⁺	-16V ~ 36V	動作接合部温度範囲	
V_{OUT}^- , LDO ⁻	-36V ~ 0.3V	(Note 2)	-55°C ~ 150°C
RT, ADJ^+	-0.3V ~ 6V	保存温度範囲	-65°C ~ 150°C
BYP^+	-0.3V ~ 2.5V	リード温度(半田付け, 10秒)	
ADJ^-	-6V ~ 0.3V	FEパッケージのみ	300°C

ピン配置



発注情報

無鉛仕上げ	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
LTC3265EDHC#PBF	LTC3265EDHC#TRPBF	3265	18-Lead (5mm×3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC3265IDHC#PBF	LTC3265IDHC#TRPBF	3265	18-Lead (5mm×3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC3265HDHC#PBF	LTC3265HDHC#TRPBF	3265	18-Lead (5mm×3mm) Plastic DFN	-40°C to 150°C
LTC3265MPDHC#PBF	LTC3265MPDHC#TRPBF	3265	18-Lead (5mm×3mm) Plastic DFN	-55°C to 150°C
LTC3265EFE#PBF	LTC3265EFE#TRPBF	LTC3265	20-Lead Plastic TSSOP	-40°C to 125°C
LTC3265IFE#PBF	LTC3265IFE#TRPBF	LTC3265	20-Lead Plastic TSSOP	-40°C to 125°C
LTC3265HFE#PBF	LTC3265HFE#TRPBF	LTC3265	20-Lead Plastic TSSOP	-40°C to 150°C
LTC3265MPFE#PBF	LTC3265MPFE#TRPBF	LTC3265	20-Lead Plastic TSSOP	-55°C to 150°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。

*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。非標準の鉛ベース仕様の製品の詳細については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

無鉛仕上げ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

●は規定動作接合部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)。 $V_{IN_P} = V_{IN_N} = EN^+ = EN^- = 10\text{V}$ 、 $MODE = 0\text{V}$ 、 $R_T = 200\text{k}\Omega$

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
昇圧型チャージポンプ							
V_{IN_P}	V_{IN_P} Input Voltage Range		●	4.5	16	V	
V_{UVLO}	V_{IN_P} Undervoltage Lockout Threshold	V_{IN_P} Rising V_{IN_P} Falling	● ●	3.8 3.6	4	V V	
I_{VIN_P}	V_{IN_P} Quiescent Current	Shutdown, $EN^+ = EN^- = 0\text{V}$ $MODE = V_{IN_P}$, $EN^- = 0\text{V}$, $I_{VOUT^+} = I_{LDO^+} = 0\text{mA}$ $MODE = V_{IN_P}$, $I_{VOUT^-} = I_{LDO^+} = I_{LDO^-} = 0\text{mA}$ $MODE = 0\text{V}$, $I_{VOUT^+} = 0\text{mA}$		3 85 110 3	6 170 220 6	μA μA μA mA	
V_{RT}	RT Regulation Voltage			1.200		V	
V_{OUT^+}	V_{OUT^+} Regulation Voltage	$MODE = 10\text{V}$ $MODE = 0\text{V}$		$2 \cdot 0.94 \cdot V_{IN_P}$ $2 \cdot V_{IN_P}$		V V	
f_{OSC}	Oscillator Frequency	$RT = \text{GND}$		450	500	550	kHz
R_{OUTBST}	Boost Charge Pump Output Impedance	$MODE = 0\text{V}$, $RT = \text{GND}$		32		Ω	
$I_{VOUT^+(SC)}$	Max I_{VOUT^+} Short-Circuit Current	$V_{OUT^+} = \text{GND}$	●	100	220	300	mA
$V_{MODE(H)}$	MODE Threshold Rising		●	1.1	2	V	
$V_{MODE(L)}$	MODE Threshold Falling		●	0.4	1.0	V	
I_{MODE}	MODE Pin Internal Pull-Down Current	$V_{IN_P} = MODE = 16\text{V}$		0.7		μA	
反転型チャージポンプ							
V_{IN_N}	V_{IN_N} Input Voltage Range		●	4.5	32	V	
I_{VIN_N}	V_{IN_N} Quiescent Current	Shutdown, $EN^- = 0\text{V}$ $MODE = V_{IN_P}$, $I_{VOUT^-} = I_{LDO^-} = 0\text{mA}$ $MODE = 0\text{V}$, $I_{VOUT^-} = 0\text{mA}$		1 25 3	3 50 5	μA μA mA	
V_{OUT^-}	V_{OUT^-} Regulation Voltage	$MODE = 10\text{V}$ $MODE = 0\text{V}$		$-0.94 \cdot V_{IN_N}$ $-V_{IN_N}$		V V	
R_{OUTINV}	Inverting Charge Pump Output Impedance	$MODE = 0\text{V}$, $RT = \text{GND}$		32		Ω	
$I_{VOUT^-(SC)}$	Max I_{VOUT^-} Short-Circuit Current	$V_{OUT^-} = \text{GND}$, $ I_{VOUT^-} $	●	100	160	250	mA
正電圧レギュレータ							
	LDO ⁺ Output Voltage Range		●	1.2	32	V	
V_{ADJ^+}	ADJ ⁺ Reference Voltage	$I_{LDO^+} = 1\text{mA}$	●	1.176	1.200	1.224	V
I_{ADJ^+}	ADJ ⁺ Input Current	$V_{ADJ^+} = 1.2\text{V}$		-50	50	nA	
$I_{LDO^+(SC)}$	LDO ⁺ Short-Circuit Current		●	50	100	mA	
	Line Regulation			0.04		mV/V	
	Load Regulation			0.03		mV/mA	
$V_{DROPOUT^+}$	LDO ⁺ Dropout Voltage	$I_{LDO^+} = 50\text{mA}$		400	800	mV	
	Output Voltage Noise	$C_{BYP^+} = 100\text{nF}$		100		μVRMS	
$V_{EN^+(H)}$	EN ⁺ Threshold Rising		●	1.1	2	V	
$V_{EN^+(L)}$	EN ⁺ Threshold Falling		●	0.4	1.0	V	
I_{EN^+}	EN ⁺ Pin Internal Pull-Down Current	$V_{IN_P} = EN^+ = 16\text{V}$		0.7		μA	
負電圧レギュレータ							
	LDO ⁻ Output Voltage Range		●	-32	-1.2	V	
V_{ADJ^-}	ADJ ⁻ Reference Voltage	$I_{LDO^-} = -1\text{mA}$	●	-1.224	-1.200	-1.176	V
I_{ADJ^-}	ADJ ⁻ Input Current	$V_{ADJ^-} = -1.2\text{V}$		-50	50	nA	
$I_{LDO^-(SC)}$	LDO ⁻ Short-Circuit Current	$ I_{LDO^-} $	●	50	100	mA	

LTC3265

電気的特性

●は規定動作接合部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)。

$V_{IN_P} = V_{IN_N} = EN^+ = EN^- = 10\text{V}$, $MODE = 0\text{V}$, $R_T = 200\text{k}\Omega$

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
	Line Regulation			0.002		mV/V
	Load Regulation			0.02		mV/mA
$V_{DROPOUT}^-$	LDO ⁻ Dropout Voltage	$I_{LDO}^- = -50\text{mA}$		200	500	mV
	Output Voltage Noise	$C_{BYP}^- = 100\text{nF}$		100		μVRMS
$V_{EN}^- (\text{H})$	EN ⁻ Threshold Rising		●	1.1	2	V
$V_{EN}^- (\text{L})$	EN ⁻ Threshold Falling		●	0.4	1.0	V
I_{EN}^-	EN ⁻ Pin Internal Pull-Down Current	$V_{IN_P} = V_{IN_N} = EN^- = 16\text{V}$		0.7		μA

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おそれがある。

Note 2: LTC3265 は T_J が T_A にほぼ等しいパルス負荷条件でテストされる。LTC3265E は、 $0^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の接合部温度で仕様に適合することが保証されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作接合部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。LTC3265I は $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作接合部温度範囲で保証され、LTC3265H は $-40^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ の動作接合部温度範囲で保証され、LTC3265MP は $-55^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ の動作接合部温度範囲で保証されている。接合部温度が高いと動作寿命が短くなる。 125°C を超える接合部温度では動作寿命はディ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インピーダンス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。

接合部温度 (T_J ($^\circ\text{C}$)) は周囲温度 (T_A ($^\circ\text{C}$)) および電力損失 (P_D (W)) から次式に従って計算される。

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

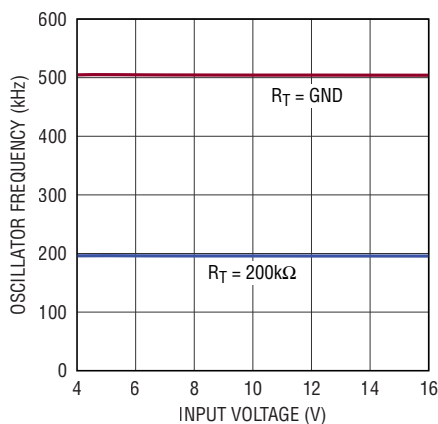
ここで、 θ_{JA} はパッケージの熱インピーダンスである。

Note 3: このデバイスは短時間の過負荷状態の間デバイスを保護するための過熱保護機能を備えている。過熱保護機能がアクティブなとき接合部温度は 150°C を超える。規定された最大動作接合部温度を超える動作が継続するとデバイスの劣化または故障が生じる恐れがある。

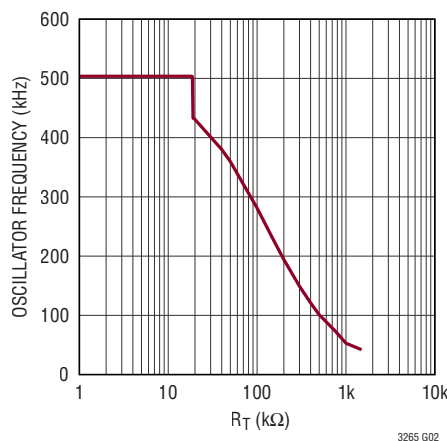
標準的性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $C_{BST} = C_{INV} = 1\mu\text{F}$ 、 $C_{IN_P} = C_{IN_N} = C_{OUT}^+ = C_{OUT}^- = C_{LDO}^+ = C_{LDO}^- = 10\mu\text{F}$ 。

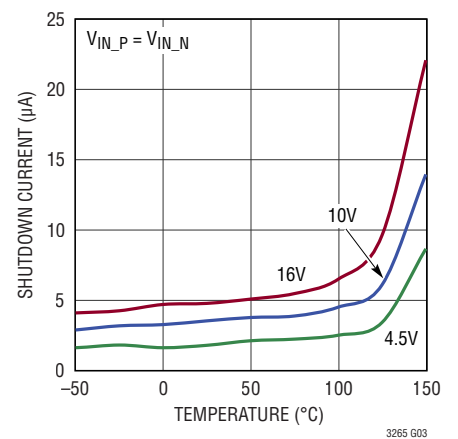
発振器周波数と電源電圧



発振器周波数と R_T



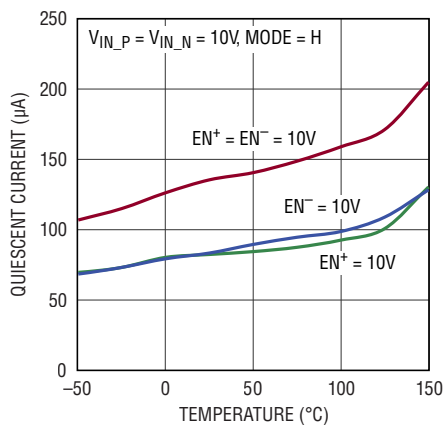
シャットダウン電流と温度



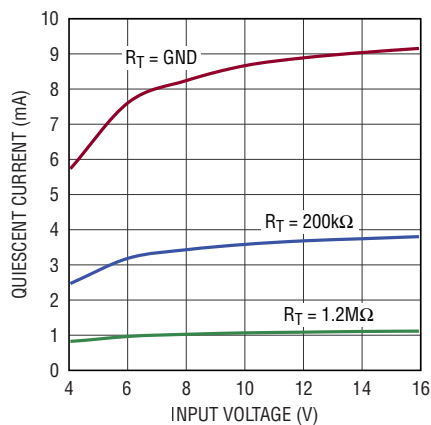
標準的性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $C_{BST} = C_{INV} = 1\mu\text{F}$ 、 $C_{IN_P} = C_{IN_N} = C_{OUT^+} = C_{OUT^-} = C_{LDO^+} = C_{LDO^-} = 10\mu\text{F}$ 。

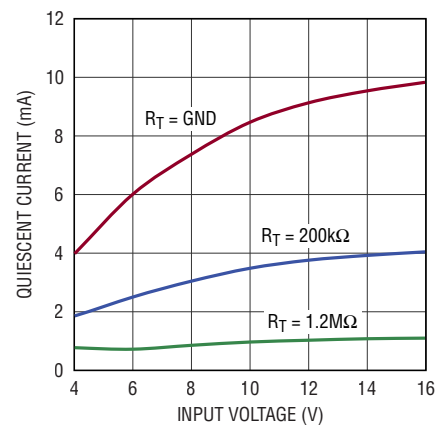
静止電流と温度 (Burst Mode 動作)



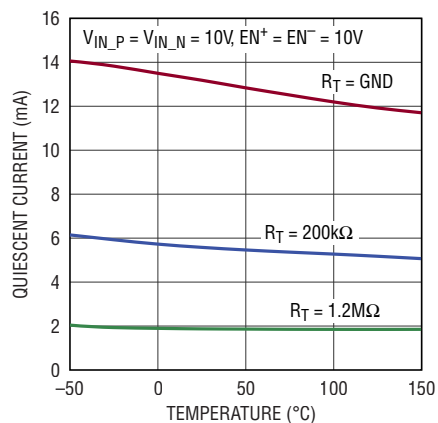
昇圧型チャージ・ポンプの静止電流と電源電圧 (固定周波数モード)



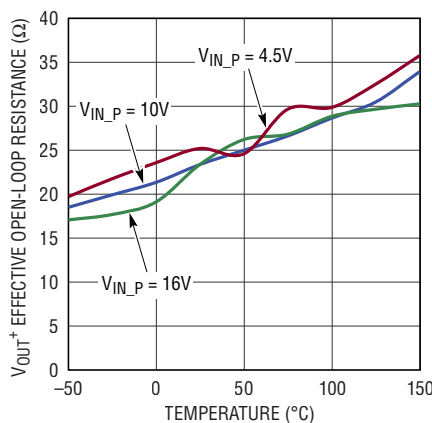
反転型チャージポンプの静止電流と電源電圧 (固定周波数モード)



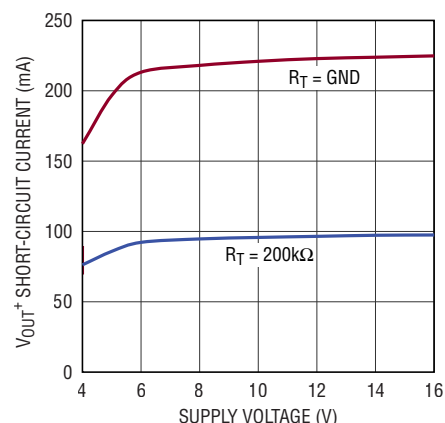
静止電流と温度 (固定周波数モード)



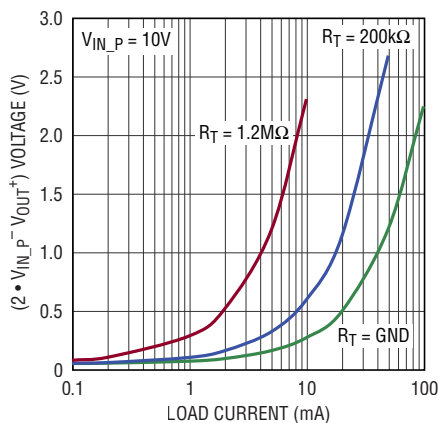
V_{OUT^+} の実効開ループ抵抗と温度



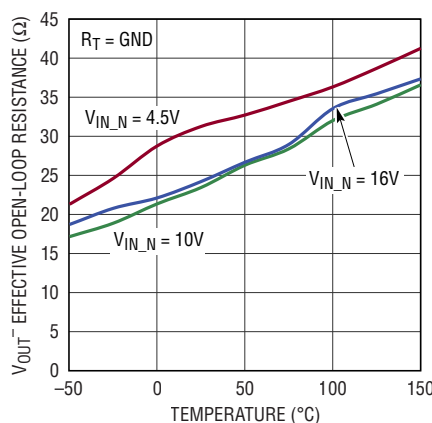
V_{OUT^+} の短絡電流と電源電圧



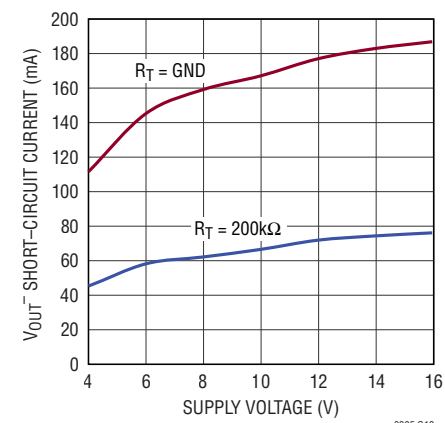
V_{OUT^+} の電圧損失と出力電流 (固定周波モード)



V_{OUT^-} の実効開ループ抵抗と温度



V_{OUT^-} の短絡電流と電源電圧

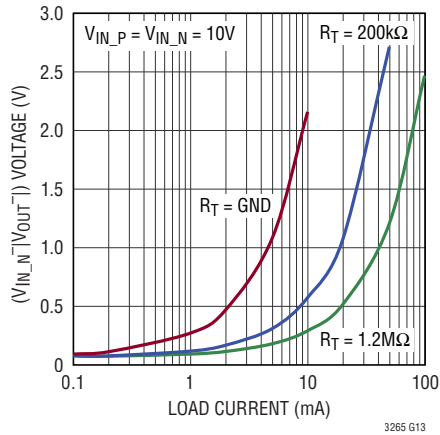


LTC3265

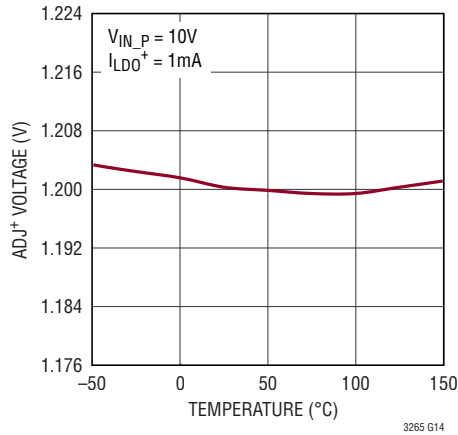
標準的性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $C_{BST} = C_{INV} = 1\mu\text{F}$ 、 $C_{IN_P} = C_{IN_N} = C_{OUT^+} = C_{OUT^-} = C_{LDO^+} = C_{LDO^-} = 10\mu\text{F}$ 。

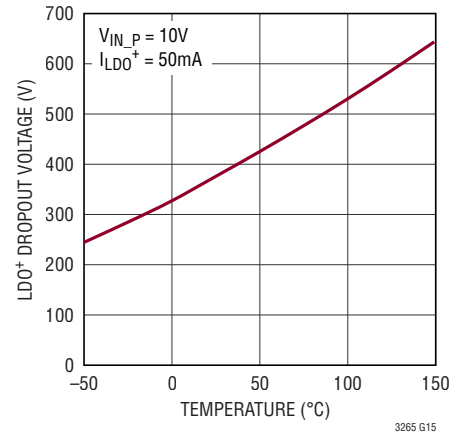
V_{OUT^-} の電圧損失と出力電流
(固定周波モード)



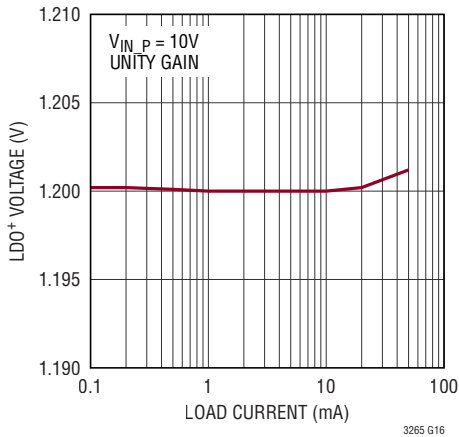
ADJ+ピンの電圧と温度



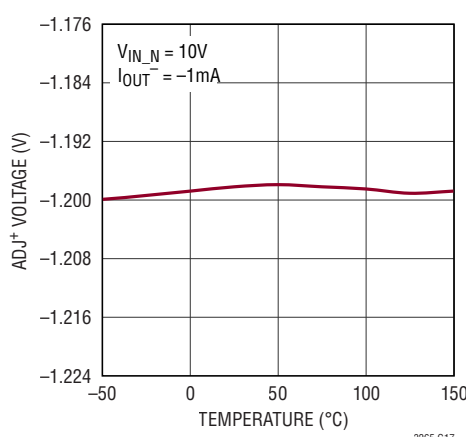
LDO+のドロップアウト電圧と温度



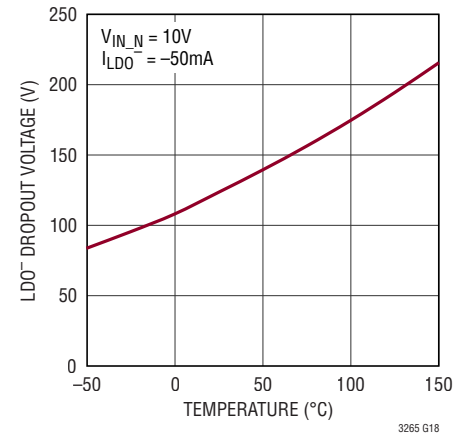
LDO+の負荷レギュレーション



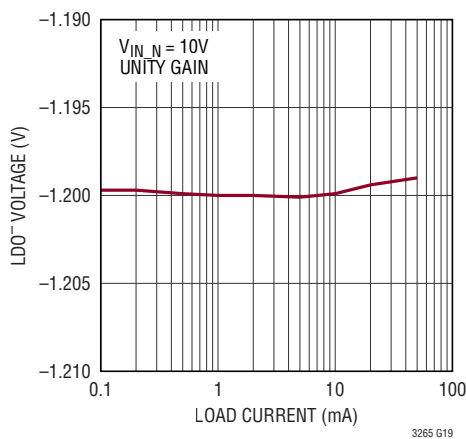
ADJ-ピンの電圧と温度



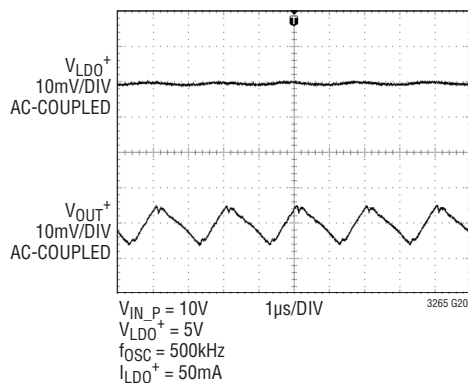
LDO-のドロップアウト電圧と温度



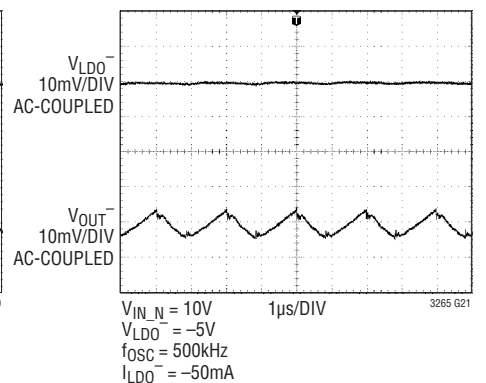
LDO-の負荷レギュレーション



LDO+での V_{OUT^+} リップルの除去



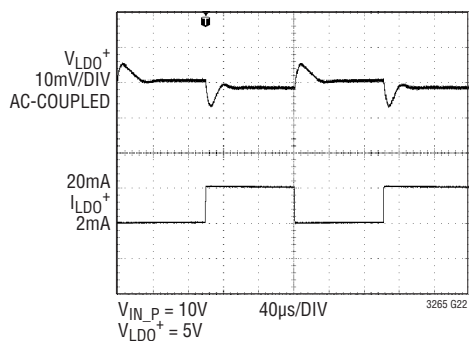
LDO-での V_{OUT^-} リップルの除去



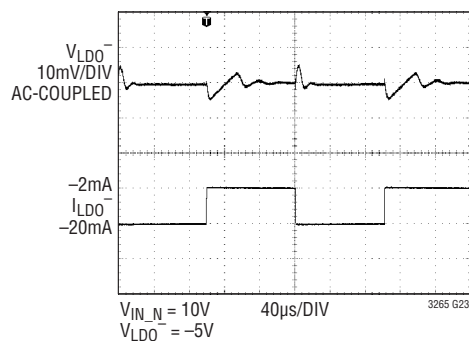
標準的性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $C_{BST} = C_{INV} = 1\mu\text{F}$ 、 $C_{IN_P} = C_{IN_N} = C_{OUT^+} = C_{OUT^-} = C_{LDO^+} = C_{LDO^-} = 10\mu\text{F}$ 。

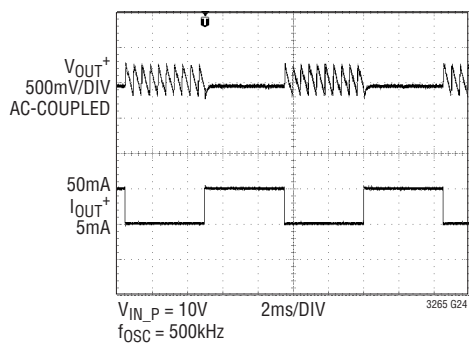
LDO⁺の負荷トランジェント



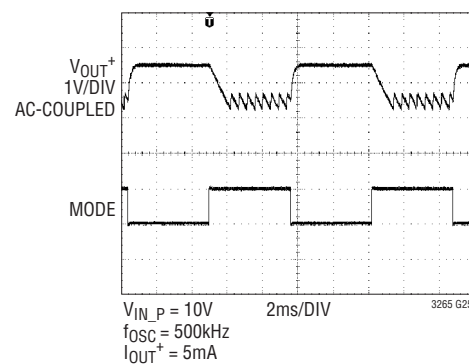
LDO⁻の負荷トランジェント



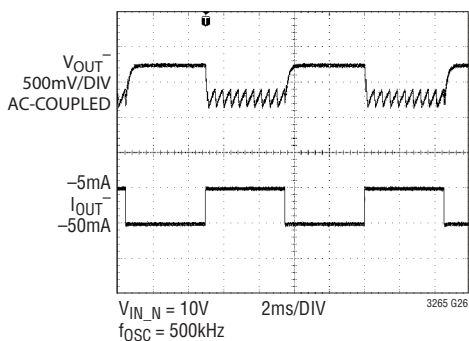
V_{OUT}⁺のトランジェント
(Burst Mode 動作、MODE = H)



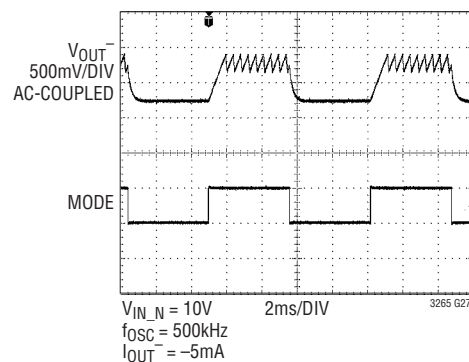
V_{OUT}⁺のトランジェント
(MODE = “L”から“H”)



V_{OUT}⁻のトランジェント
(Burst Mode 動作、MODE = H)



V_{OUT}⁻のトランジェント
(MODE = “L”から“H”)



ピン機能 (DFN/TSSOP)

CBST⁻ (ピン1/ピン2) : 昇圧型チャージポンプのフライング・コンデンサの負接続。

NC (ピン1、11、TSSOPのみ) : 接続なし。これらのピンはLTC3265のダイに接続されていません。これらのピンはフロート状態のままにしておくか、接地してください。

CBST⁺ (ピン2/ピン3) : 昇圧型チャージポンプのフライング・コンデンサの正接続。

V_{IN_P} (ピン3/ピン4) : 昇圧型チャージポンプの入力電圧。V_{IN_P}は低インピーダンスのセラミック・コンデンサを使ってバイパスする必要があります。

EN⁻ (ピン4/ピン5) : ロジック入力。EN⁻ピンの電圧をロジック“H”にすると、反転型チャージポンプおよび正電圧LDOレギュレータがイネーブルされます。このピンはフロート状態にしないでください。

BYP⁻ (ピン5/ピン6) : LDO⁻のリファレンス・バイパス・ピン。BYP⁻とGNDの間にコンデンサを接続すると、LDO⁻の出力ノイズが減少します。使用しない場合は、フロートのままにします。

ADJ⁻ (ピン6/ピン7) : 負電圧低ドロップアウト・レギュレータの帰還入力。制御ループが構成されると、このピンは-1.2Vの固定電圧にサーボ制御されます。

LDO⁻ (ピン7/ピン8) : 負電圧低ドロップアウト (LDO⁻)リニア・レギュレータの出力。安定性を確保するため、このピンとグラウンドの間には2μF以上の容量を持つ低ESR (等価直列抵抗)のコンデンサが必要です。

V_{OUT⁻} (ピン8/ピン9) : 反転型チャージポンプの出力電圧。定周波数モード (MODE = “L”)では、このピンは-V_{IN_N}に駆動されます。Burst Mode動作 (MODE = “H”)では、ヒステリシス制御を備えた内部バースト・コンパレータにより、このピンの電圧は-0.9・V_{IN_N}に安定化されます。

CIN⁻ (ピン9/ピン10) : 反転型チャージポンプのフライング・コンデンサの正接続。

CIN⁺ (ピン10/ピン12) : 反転型チャージポンプのフライング・コンデンサの負接続。

V_{IN_N} (ピン11/ピン13) : 反転型チャージポンプの入力電圧。V_{OUT⁻}ピンでの所望の出力電圧に応じて、このピンをV_{IN_P}ピンまたはV_{OUT⁺}ピンに接続します。V_{IN_N}をV_{OUT⁺}に接続すると、V_{OUT⁻}での出力は-V_{OUT⁺}または-2・V_{IN_P}になります。この構成は、LDO⁺ピンおよびLDO⁻ピンでの対称な出力に適しています。V_{IN_N}をV_{IN_P}に接続すると、V_{OUT⁻}での出力は-V_{IN_P}になります。この構成は、LDO⁺ピンおよびLDO⁻ピンでの非対称な出力に適しています。詳細については「アプリケーション情報」を参照してください。V_{IN_N}は低インピーダンスのセラミック・コンデンサを使ってバイパスする必要があります。

RT (ピン12/ピン14) : スイッチング周波数を設定するための入力接続。EN⁺またはEN⁻ピンをロジック“H”に駆動すると、RTピンは固定の1.2Vにサーボ制御されます。RTとGNDの間に抵抗を接続すると、チャージポンプのスイッチング周波数が設定されます。RTピンをGNDに接続すると、スイッチング周波数はデフォルトで固定の500kHzになります。

EN⁺ (ピン13/ピン15) : ロジック入力。EN⁺ピンの電圧をロジック“H”にすると、昇圧型チャージポンプと正電圧LDOレギュレータがイネーブルされます。このピンはフロート状態にしないでください。

MODE (ピン14/ピン16) : ロジック入力。MODEピンは、チャージポンプの動作モードを決定します。MODEピンをロジック“H”にすると、チャージポンプを強制的にBurst Modeで動作させます。昇圧型チャージポンプは、ヒステリシス制御でV_{OUT⁺}ピンの電圧を0.94・2・V_{IN_P}に安定化します。反転型チャージポンプは、V_{OUT⁻}ピンの電圧を(-0.94・V_{IN_N})に安定化します。MODEピンの電圧をロジック“L”にすると、チャージポンプは、スイッチング周波数が一定の開ループ・モードで動作することを強制されます。このモードでは、昇圧型チャージポンプは入力を2倍にして2・V_{IN_P}にし、反転型チャージポンプは入力を反転して(-V_{IN_N})にします。両方のモードのスイッチング周波数は、RTピンとGNDの間に接続した外付け抵抗によって決まります。Burst Mode動作では、このスイッチング周波数は、デバイスが低静止電流のスリープ状態に入る前のバースト・サイクルの周波数を表します。このピンはフロート状態にしないでください。

ピン機能 (DFN/TSSOP)

BYP⁺ (ピン15/ピン17) : LDO⁺のリファレンス・バイパス・ピン。BYP⁺とGNDの間にコンデンサを接続すると、LDO⁺の出力ノイズが減少します。使用しない場合は、フロートのままにします。

ADJ⁺ (ピン16/ピン18) : 正電圧低ドロップアウト (LDO⁺)レギュレータの帰還入力。制御ループが構成されると、このピンは1.2Vの固定電圧にサーボ制御されます。

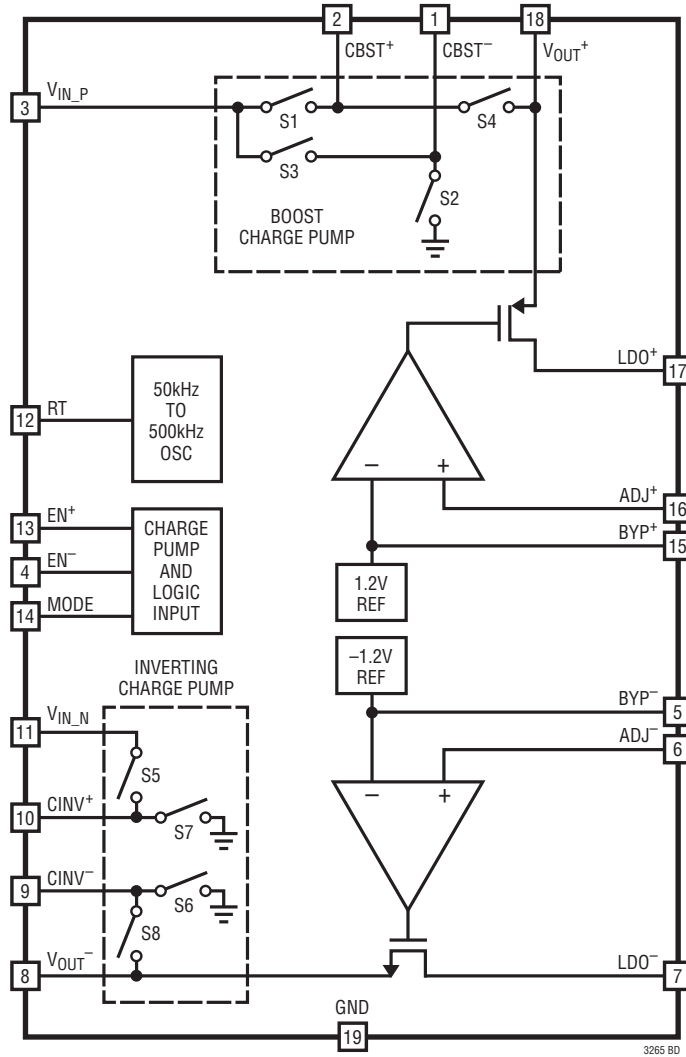
LDO⁺ (ピン17/ピン19) : 正電圧低ドロップアウト (LDO⁺)出力。安定性を確保するため、このピンとグラウンドの間には2 μ F以上の容量を持つ低ESRのコンデンサが必要です。

V_{out}⁺ (ピン18/ピン20) : 昇圧型チャージポンプの出力電圧。固定周波モード (MODE = “L”)では、このピンは $2 \cdot V_{IN_P}$ に駆動されます。Burst Mode動作 (MODE = “H”)では、ヒステリシス制御を備えた内部バースト・コンパレータにより、このピンの電圧は $0.94 \cdot 2 \cdot V_{IN_P}$ に安定化されます。

GND (露出パッド・ピン19/露出パッド・ピン21) : グラウンド。パッケージの露出パッドはグラウンドになっており、正常な機能と定格の熱性能を確保するため、プリント回路基板のグラウンド・プレーンに半田付けする必要があります。

ブロック図

注記：ピン番号はDFNパッケージに従います。対応するTSSOPのピン番号については、「ピン機能」のセクションを参照してください。



動作 (ブロック図を参照)

LTC3265は、高電圧、低ノイズのデュアル出力レギュレータです。昇圧型チャージポンプ、反転型チャージポンプ、および2つのLDOレギュレータを内蔵し、正の単一入力電源から両極性の低ノイズ電源レールを発生します。昇圧型チャージポンプの場合は4.5V～16V、反転型チャージポンプの場合は4.5V～32Vという広い入力電源範囲をサポートします。

シャットダウン・モード

シャットダウン・モードでは、内部バイアス回路を除くすべての回路がオフになります。両方のイネーブル入力(EN⁺およびEN⁻)にロジック“L”を入力すると、LTC3265はシャットダウン状態になります。シャットダウン時にV_{IN_P}電源からLTC3265に流れる電流は、わずか3μA(標準)です。V_{IN_N}ピンをV_{IN_P}に接続した場合、シャットダウン時に1μA(標準)の追加電流が流れます。V_{IN_N}ピンをV_{OUT⁺}に接続した場合、シャットダウン時に追加電流は流れません。

昇圧型チャージポンプの固定周波数動作

MODEピンにロジック“L”を入力すると、LTC3265の昇圧型チャージポンプは低ノイズの固定周波数動作になります。昇圧型チャージポンプと発振器回路はEN⁺ピンを使用してイネーブルします。クロック・サイクルの最初は、スイッチS1およびS2が閉じています。CBST⁺ピンとCBST⁻ピンの間に接続されている外付けのフライング・コンデンサは入力電源電圧V_{IN_P}まで充電されます。クロック・サイクルの第2段階では、スイッチS1およびS2は開きますが、S3およびS4は閉じます。この構成では、フライング・コンデンサのCBST⁻側がV_{IN_P}に接続されるので、電荷はCBST⁺ピンを介してV_{OUT⁺}に供給されます。定常状態では、V_{OUT⁺}ピンの電圧は、V_{OUT⁺}から流れる負荷電流に起因する電圧降下分を2・V_{IN_P}から減じた電圧で安定化します。

昇圧型チャージポンプのBurst Mode動作

MODEピンにロジック“H”を入力すると、LTC3265の昇圧型チャージポンプは低消費電力のBurst Mode動作になります。Burst Mode動作では、V_{OUT⁺}ピンの電圧が昇圧型チャージポンプによって0.94・2・V_{IN_P}(標準)まで充電されます。デバイスはその後内部発振器を停止してスイッチング損失を減少させ、低電流状態に移行します。この状態はスリープ状態と呼ばれ、その状態での消費電流は、V_{IN_P}ピンからの約85μAに過ぎません。出力電圧が低下してバースト・コンパレータのヒステリシスの範囲を超えると、デバイスは起動して昇圧型チャージポンプ・サイクルを開始します。このサイクルはV_{OUT⁺}

出力電圧が $-0.94 \cdot 2 \cdot V_{IN_P}$ (標準)を超えるまで続きます。このモードでは動作電流が少なく済みますが、その代わりに出力リップルが大きくなるので、軽負荷動作に最適です。

反転型チャージポンプの固定周波数動作

MODEピンにロジック“L”を入力すると、LTC3265の反転型チャージポンプは低ノイズの固定周波数動作になります。反転型チャージポンプと発振器回路はEN⁻ピンを使用してイネーブルします。クロック・サイクルの最初は、スイッチS5およびS6が閉じています。CIN⁺ピンとCIN⁻ピンの間に接続されている外付けのフライング・コンデンサはV_{IN_N}ピンの電圧まで充電されます。V_{OUT⁻}ピンでの所望の出力電圧に応じて、V_{IN_N}ピンをV_{IN_P}ピンまたはV_{OUT⁺}ピンに接続します。クロック・サイクルの第2段階では、スイッチS5およびS6は開きますが、S7およびS8は閉じます。この構成では、フライング・コンデンサのCIN⁺側が接地されるので、電荷はCIN⁻ピンを介してV_{OUT⁻}に供給されます。定常状態では、V_{OUT⁻}ピンの電圧は、V_{OUT⁻}から流れる負荷電流に起因する電圧降下分を-V_{IN_N}から減じた電圧で安定化します。

反転型チャージポンプのBurst Mode動作

MODEピンにロジック“H”を入力すると、LTC3265の反転型チャージポンプは低消費電力のBurst Mode動作になります。Burst Modeでは、V_{OUT⁻}ピンの電圧がチャージポンプによって $-0.94 \cdot V_{IN_N}$ (標準)まで充電されます。デバイスはその後内部発振器を停止してスイッチング損失を減少させ、低電流状態に移行します。この状態はスリープ状態と呼ばれ、その状態での消費電流は、V_{IN_N}ピンからの約25μAに過ぎません。V_{OUT⁻}出力電圧が低下してバースト・コンパレータのヒステリ

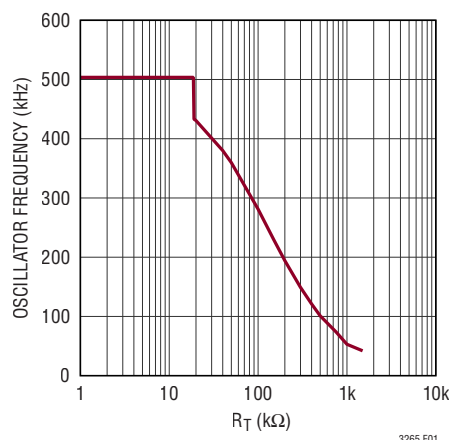


図1. 発振器周波数とR_T

動作 (ブロック図を参照)

シスの範囲を超えると、デバイスは起動してチャージポンプ・サイクルを開始します。このサイクルは出力電圧が $-0.94 \cdot V_{IN}$ (標準) を超えるまで続きます。このモードでは動作電流が少なく済みますが、その代わりに出力リップルが大きくなるので、軽負荷動作に最適です。

チャージポンプ周波数のプログラミング

電荷転送周波数は、RTピンの外付け抵抗を使用して 50kHz ~ 500kHz の範囲に調整できます。周波数が低い場合はチャージポンプの実効開ループ出力抵抗 (R_{OL}) が大きくなるので、平均出力電流を小さくすることができます。図1を使用すると、必要な発振器周波数を実現するのに適した R_T の値を求めることができます。RTピンを接地すると、デバイスは 500kHz の固定周波数で動作します。

チャージポンプの R_{OL} は、周波数が高いと小さくなります。Burst Mode 動作では、RTピンを GND に接続することを推奨します。こうするとチャージポンプの R_{OL} が最小になり、出力がバーストしきい値まで急速に充電され、低電流スリープ状態の期間が最適化されます。

チャージポンプのソフトスタート

LTC3265 は、起動時の過剰な電流を防ぐため、ソフトスタート回路を内蔵しています。ソフトスタートは、 V_{OUT}^+ ピンおよび V_{OUT}^- ピンの出力蓄電コンデンサで使用できる電流量を緩やかに上昇させる内部回路によって実現されます。ソフトスタート回路は、強制的シャットダウンまたはサーマル・シャットダウンが発生するとリセットされます。

チャージポンプの短絡保護/過熱保護

LTC3265 のチャージポンプには短絡電流制限回路ならびに過熱保護回路が内蔵されています。短絡状態にある間、デバイスは V_{OUT}^+ ピンおよび V_{OUT}^- ピンからの出力電流を自動的にそれぞれ 220mA および 160mA に制限します。接合部温度が約 175°C を超えると、サーマル・シャットダウン回路により、出力への電流供給がデイスエーブルされます。接合部温度が低下して約 165°C に戻ると、出力への電流供給が再開されます。過熱保護が作動しているとき、接合部温度は規定の動作温度範囲を超えています。過熱保護が想定しているのは、瞬時的な過負荷状態が通常動作の範囲外で発生した場合です。規定された最大動作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恐れがあります。

正の低損失リニア・レギュレータ (LDO⁺)

正の低損失レギュレータ (LDO⁺) は、最大 50mA の負荷をサポートします。LDO⁺ は V_{OUT}^+ ピン (昇圧型チャージポンプの出力) から給電し、LDO⁺、ADJ⁺ および GND ピン間に接続した抵抗分割器によって設定した電圧まで LDO⁺ の出力ピンを駆動します。安定性を確保するには、動作温度範囲および動作電圧範囲全体にわたって 2μF 以上の容量を維持する低 ESR のセラミック・コンデンサで LDO⁺ の出力をグラウンドへバイパスする必要があります。

昇圧型チャージポンプおよび LDO⁺ のイネーブルまたはデイスエーブルは、EN⁺ ロジック入力ピンを介して行います。内部回路は、 V_{OUT}^+ ピンの蓄電コンデンサに十分な電圧が蓄積されるまで、LDO⁺ 出力のイネーブルを遅延します。LDO⁺ をイネーブルすると、ソフトスタート回路により、75μs の期間にわたってレギュレーション・ポイントが 0 から最終値まで徐々に上昇し、 V_{OUT}^+ ピンでの突入電流が減少します。

LDO⁺ レギュレータのアプリケーション回路を図2に示します。LDO⁺ の出力電圧 V_{LDO}^+ は、R1 および R2 の値を次式に従って適切に選択すれば設定できます。

$$V_{LDO}^+ = 1.2V \cdot \left(\frac{R1}{R2} + 1 \right)$$

BYP⁺ ピンとグラウンドの間に 100nF のコンデンサを任意で接続できます。このコンデンサは、LTC3265 の 1.2V 内部リファレンスのバイパス・コンデンサであり、LDO⁺ のノイズ性能を向上する役割を果たします。この機能を使用しない場合は、BYP⁺ ピンをフロートのままにしてください。

オプションの帰還コンデンサ (C_{OPT}) を追加して、トランジェント応答を改善することができます。ほとんどのアプリケーションでは 10pF の値が推奨されますが、2pF ~ 22pF のサイズのコンデンサを使用して実験することで、トランジェント応答をさらに改善することができます。

動作

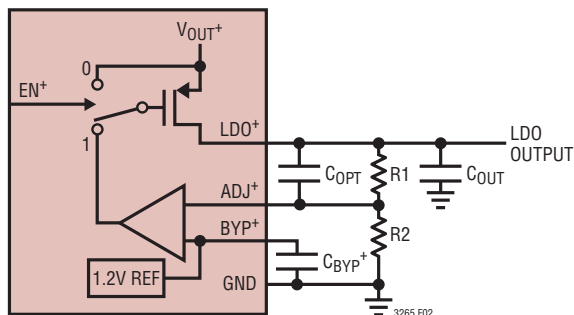


図2. 正のLDOアプリケーション回路

負の低損失リニア・レギュレータ (LDO⁻)

負の低損失レギュレータ (LDO⁻) は、最大50mAの負荷をサポートします。LDO⁻はV_{OUT⁻}ピン (反転型チャージポンプの出力) から給電し、LDO⁻、ADJ⁻およびGNDピン間に接続した抵抗分割器によって設定した電圧までLDO⁻の出力ピンを駆動します。安定性を確保するには、動作温度範囲および動作電圧範囲全体にわたって2μF以上の容量を維持する低ESRのセラミック・コンデンサでLDO⁻の出力をグラウンドへバイパスする必要があります。

LDO⁻のイネーブルまたはディスエーブルは、EN⁻ロジック入力ピンを介して行います。最初、EN⁻ロジック入力ピンが“L”のとき、チャージポンプ回路はディスエーブルされており、V_{OUT⁻}ピンはGND電位になっています。EN⁻が“H”に切り替わると、V_{OUT⁻}ピンはチャージポンプ回路によって負電圧に駆動されます。チャージポンプ内のソフトスタート回路もLDO⁻に対するソフトスタート機能を実現し、過剰な突入電流を防止します。

LDOレギュレータのアプリケーション回路を図3に示します。LDO⁻の出力電圧V_{LDO⁻}は、R1およびR2の値を次式に従って適切に選択すれば設定できます。

$$V_{LDO^-} = -1.2V \cdot \left(\frac{R1}{R2} + 1 \right)$$

BYP⁻ピンとグラウンドの間に100nFのコンデンサを任意で接続できます。このコンデンサは、LTC3265の-1.2V内部リファレンスのバイパス・コンデンサであり、LDO⁻のノイズ性能を向上する役割を果たします。この機能を使用しない場合は、BYP⁻ピンをフロートのままにしてください。

オプションの帰還コンデンサ (C_{OPT}) を追加して、トランジエント応答を改善することができます。ほとんどのアプリケーションでは10pFの値が推奨されますが、2pF～22pFのサイズのコンデンサを使用して実験することで、トランジエント応答をさらに改善することができます。

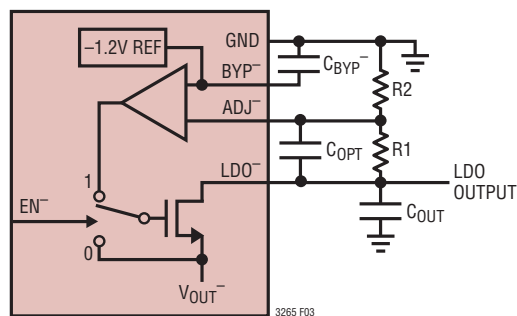


図3. 負のLDOアプリケーション回路

アプリケーション情報

実効開ループ出力抵抗

チャージポンプの実効開ループ出力抵抗(R_{OL})は、チャージポンプの能力を表す非常に重要なパラメータです。このパラメータの値は、発振器の周波数(f_{OSC})、フライング・コンデンサ(C_{FLY})の値、非重複時間、内部スイッチの抵抗(R_S)、外付けコンデンサのESRなど、多くの要因に依存します。

温度の関数としての標準的な昇圧型チャージポンプの R_{OL} の値を図4に示します。

温度の関数としての標準的な反転型チャージポンプの R_{OL} の値を図5に示します。

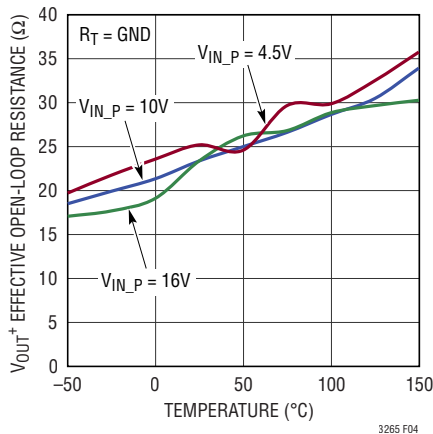


図4. 標準的な R_{OL} と温度(昇圧型チャージポンプ)

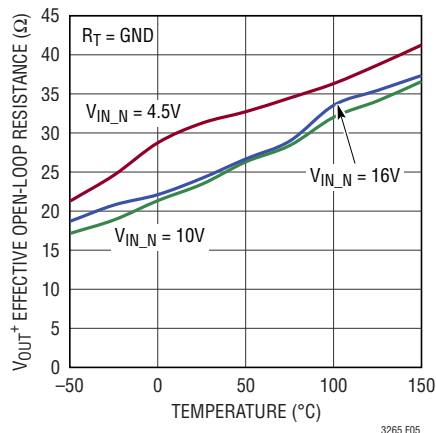


図5. 標準的な R_{OL} と温度(反転型チャージポンプ)

入力/出力コンデンサの選択

LTC3265と一緒に使用されるコンデンサの種類と容量によって、レギュレータ制御ループの安定性、出力リップル、チャージポンプの能力、最小ターンオン時間など、いくつかの重要なパラメータが決まります。ノイズとリップルを低減するには、チャージポンプとLDOの出力に低ESRのセラミック・コンデンサを使用することを推奨します。すべてのコンデンサが動作温度範囲およびバイアス電圧範囲全体にわたって $2\mu\text{F}$ 以上を保持する必要があります。タンタル・コンデンサおよびアルミ・コンデンサは、セラミック・コンデンサと並列に使用して全体の容量を増やすことができますが、ESRが高いため単独では使用しないでください。固定周波数モードでは、与えられた負荷電流に対する出力リップルの大きさが C_{OUT+} と C_{OUT-} の値によって直接制限されます。 C_{OUT+} と C_{OUT-} のサイズを大きくすると出力リップルは減少しますが、代わりに最小ターンオン時間は長くなります。 V_{OUT+} ピンでのピーク・トゥ・ピークの出力リップルは、次式で概算されます。

$$V_{\text{RIPPLE(P-P)}} \approx \frac{I_{\text{OUT}+}}{C_{\text{OUT}+}} \left[\frac{1}{f_{\text{OSC}}} - t_{\text{ON}} \right]$$

ここで、 f_{OSC} は発振器周波数、 C_{OUT+} は出力コンデンサの値、 t_{ON} は発振器のオン時間(標準で $1\mu\text{s}$)です。 V_{OUT-} ピンでの出力リップルは、対応する I_{OUT-} および C_{OUT-} の値を使用して計算できます。

出力リップルの大きさが C_{OUT} の値によって制御されるのと同様に、入力ピン(V_{IN_P} および V_{IN_N})に現れるリップルの大きさは C_{IN} の値によって制御されます。入力で要求されるバイパス容量の大きさは、 V_{IN_P} および V_{IN_N} を駆動する電源インピーダンスに依存します。最良の結果を得るには、 $2\mu\text{F}$ 以上の低ESR容量で V_{IN_P} および V_{IN_N} をバイパスすることを推奨します。タンタルやアルミなどの高ESRコンデンサの入力ノイズは、低ESRのセラミック・コンデンサより高くなります。したがって、主なバイパス容量としてはセラミック・コンデンサを使用し、必要に応じてタンタル・コンデンサまたはアルミ・コンデンサと併用することを推奨します。

アプリケーション情報

フライング・コンデンサの選択

フライング・コンデンサ (C_{BST} および C_{INV}) は、チャージポンプの強度を制御します。チャージポンプの最大定格出力電流が要求されるアプリケーションでは、フライング・コンデンサとして $1\mu\text{F}$ 以上のセラミック・コンデンサを推奨します。

非常に軽負荷のアプリケーションでは、フライング・コンデンサの容量を低減してスペースやコストを節減することができます。例えば、負荷電流が最大で 20mA の場合は、 $0.2\mu\text{F}$ のコンデンサで十分な場合があります。フライング・コンデンサの容量が小さいと、実効開ループ抵抗 (R_{OL}) が大きくなるので、チャージポンプが供給できる最大負荷電流が制限されます。

セラミック・コンデンサ

異なる複数の材料で製造されたセラミック・コンデンサは、高温および高電圧では異なる割合で容量が低下します。たとえば、X5R または X7R の材料で製造されたセラミック・コンデンサは -40°C ~ 85°C の範囲で容量のほとんどを維持できますが、Z5U 型または Y5V 型のコンデンサは同じ範囲でかなりの容量を失います。Z5U および Y5V のコンデンサは電圧係数も劣ることがあり、その場合には定格電圧が印加されると容量が 60% 以上低下します。したがって、異なるコンデンサを比較するときは、規定の容量値を検討するより、与えられたケース寸法に対して得られる容量を比較する方が多くの場合適切です。コンデンサ・メーカーのデータ・シートを参照して、全ての温度範囲および電圧範囲で目的の容量が確保できるようにしてください。セラミック・コンデンサのメーカーとその Web サイトの一覧を表 1 に示します。

表 1

AVX	www.avx.com
Kemet	www.kemet.com
Murata	www.murata.com
Taiyo Yuden	www.t-yuden.com
Vishay	www.vishay.com
TDK	www.component.tdk.com
Würth Elektronik	www.we-online.com

レイアウトに関する検討事項

LTC3265 によって高いスイッチング周波数と大きなトランジェント電流が生じるので、最適な性能を引き出すには基板のレイアウトに注意が必要です。真のグランド・プレーンを使用し、すべての外付けコンデンサとの結線を短くすれば、性能が向上し、あらゆる条件で適切なレギュレーションが保証されます。LTC3265 のレイアウトの一例を図 6 に示します。

フライング・コンデンサのノード C_{BST}^+ 、 C_{BST}^- 、 C_{INV}^+ 、および C_{INV}^- は、高周波数で大電流をスイッチングします。これらのノードへの配線は、LDO の帰還ピン (ADJ^+ および ADJ^-) や内部リファレンスのバイパス・ピン (BYP^+ および BYP^-) など、影響を受けやすいピンには近づけないでください。

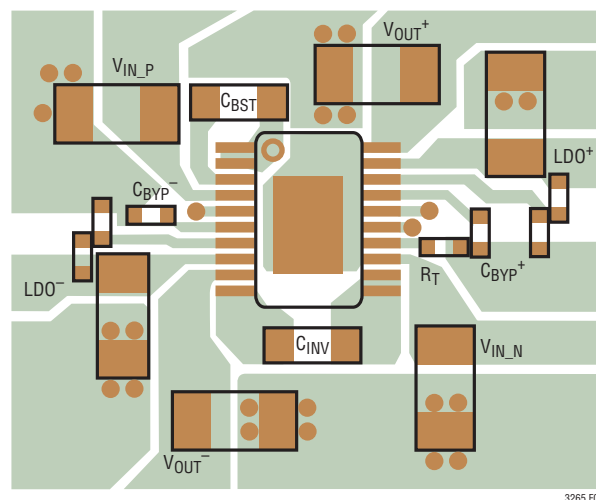


図 6. 推奨レイアウト

熱管理

入力電圧が高く出力電流が最大の場合は、LTC3265 での電力損失がかなり大きくなる場合があります。接合部温度が高くなって約 175°C を超えると、サーマル・シャットダウン回路により、出力は自動的に不動作状態になります。最大接合部温度を下げるため、プリント回路基板のグランド・プレーンへの熱的な接続を良好にすることを推奨します。2層のプリント回路基板でパッケージの露出パッドをデバイスの下のグランド・プレーンに接続すると、パッケージおよびプリント回路基板の熱抵抗を大幅に下げることができます。

アプリケーション情報

高温での電力のディレーティング

大電力アプリケーションで過熱状態を防止するには、図7を使用して、周囲温度と電力損失の最大値の組み合わせを確認してください。

LTC3265で消費される電力は、与えられた周囲温度に対して、示されている線より下の領域に常に入っていることが必要です。LTC3265で消費される電力には以下の4つの構成要素があります。

昇圧型チャージポンプで消費される電力(次式)

$$P_{\text{BOOST}} = (2 \cdot V_{\text{IN}_P} - V_{\text{OUT}^+}) \cdot (I_{\text{OUT}^+} + I_{\text{LDO}^+})$$

正のLDOで消費される電力(次式)

$$P_{\text{LDO}^+} = (V_{\text{OUT}^+} - V_{\text{LDO}^+}) \cdot I_{\text{LDO}^+}$$

負のLDOで消費される電力(次式)

$$P_{\text{LDO}^-} = (|V_{\text{OUT}^-}| - |V_{\text{LDO}^-}|) \cdot I_{\text{LDO}^-}$$

反転型チャージポンプで消費される電力(次式)

$$P_{\text{INV}} = (V_{\text{IN}_N} - |V_{\text{OUT}^-}|) \cdot (I_{\text{OUT}^-} + I_{\text{LDO}^-})$$

ここで、 I_{OUT^+} は V_{OUT^+} ピンから直接流れる可能性のある追加電流を示し、 I_{OUT^-} は V_{OUT^-} ピンから流れる可能性のある追加電流を示します。LDO⁺の電流は、 V_{OUT^+} を介して昇圧型チャージポンプから供給されるので、昇圧型チャージポンプの電力損失に含まれています。LDO⁻の電流は、 V_{OUT^-} を介して反転型チャージポンプから供給されるので、反転型チャージポンプの電力損失に含まれています。

LTC3265の全電力損失は次式で求められます。

$$P_D = P_{\text{BOOST}} + P_{\text{LDO}^+} + P_{\text{LDO}^-} + P_{\text{INV}}$$

図7のディレーティング曲線では、20ピンTSSOPパッケージの熱抵抗 θ_{JA} を最大で $38^\circ\text{C}/\text{W}$ と仮定しています。これは、2オンスの銅トレースと、LTC3265の露出パッドからグラウンド・プレーンへの6個のビアを含む4層PCBを使用して実現できます。

連続動作を行う場合は、図7に示す $T_J \leq 150^\circ\text{C}$ に対応する領域でLTC3265を動作させることを推奨します。 150°C を超える動作は、デバイスの性能と寿命を低下させる可能性があるため、避けてください。高温(通常は約 175°C)時に、デバイスはサーマル・シャットダウン状態になり、全ての出力がディセーブルされます。デバイスが再び十分低い温度(通常は約 165°C)まで冷却されると、出力が再びイネーブルされ、デバイスが通常動作を再開します。

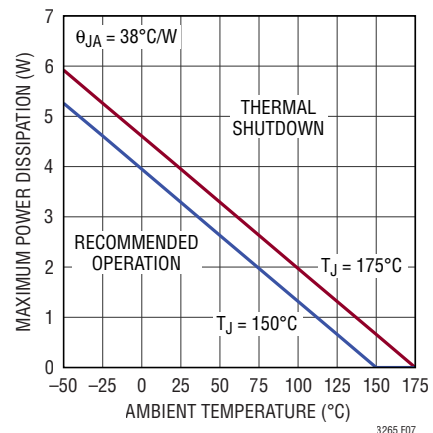
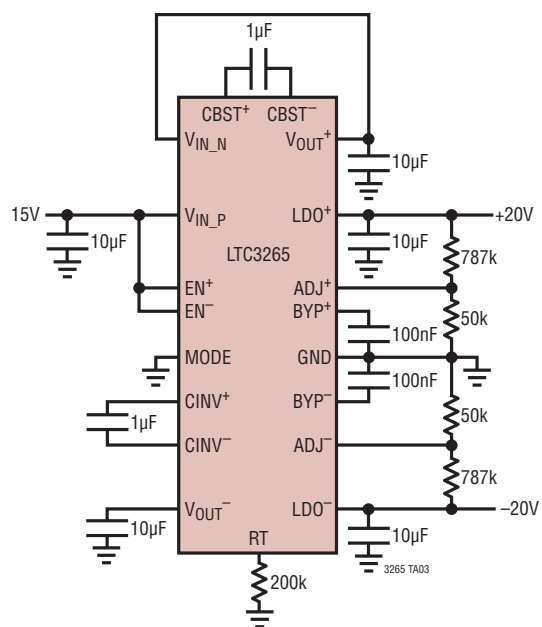


図7. 最大電力損失と周囲温度

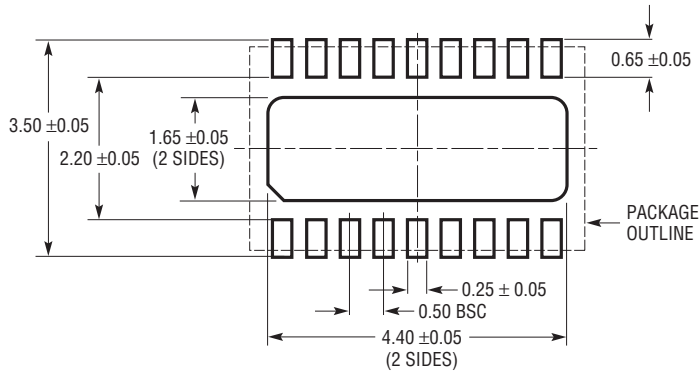
標準的応用例

入力電源がシングルエンド 15V の低消費電力 $\pm 20V$ 電源

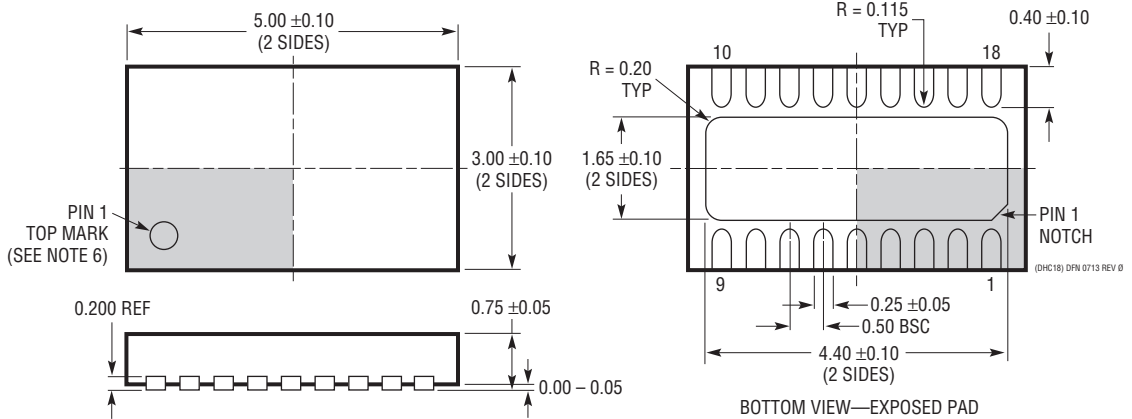
パッケージの寸法

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/designtools/packaging/>を参照してください。

DHC Package
18-Lead Plastic DFN (5mm × 3mm)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1955 Rev 0)



RECOMMENDED SOLDER PAD PITCH AND DIMENSIONS
 APPLY SOLDER MASK TO AREAS THAT ARE NOT SOLDERED



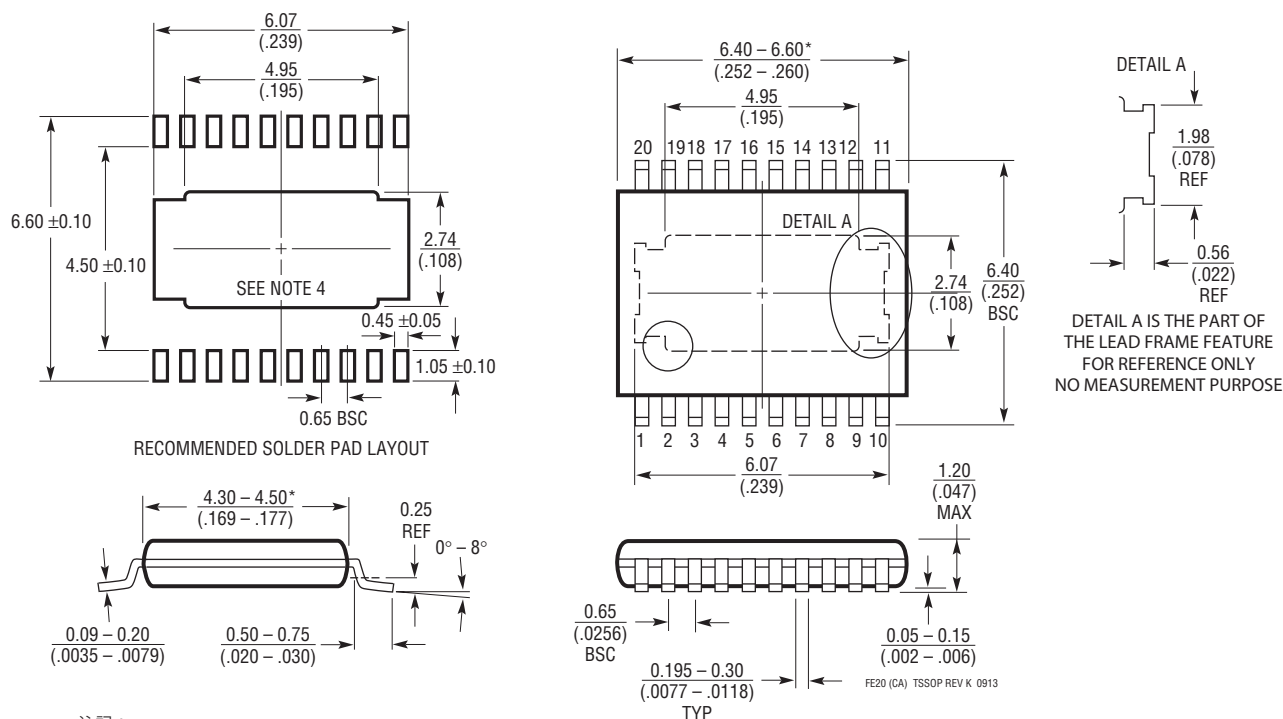
注記:

1. 図は JEDEC パッケージ外形 MO-229 のバージョンのバリエーション (WJED-1) として提案
2. 図は実寸とは異なる
3. 全ての寸法はミリメートル
4. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない
モールドのバリは(もしあれば)各サイドで 0.15mm を超えないこと
5. 露出パッドは半田メッキとする
6. 灰色の部分はパッケージの上面と底面のピン 1 の位置の参考に過ぎない

パッケージの寸法

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/designtools/packaging/> を参照してください。

FE Package 20-Lead Plastic TSSOP (4.4mm) (Reference LTC DWG # 05-08-1663 Rev K) Exposed Pad Variation CA



注記:

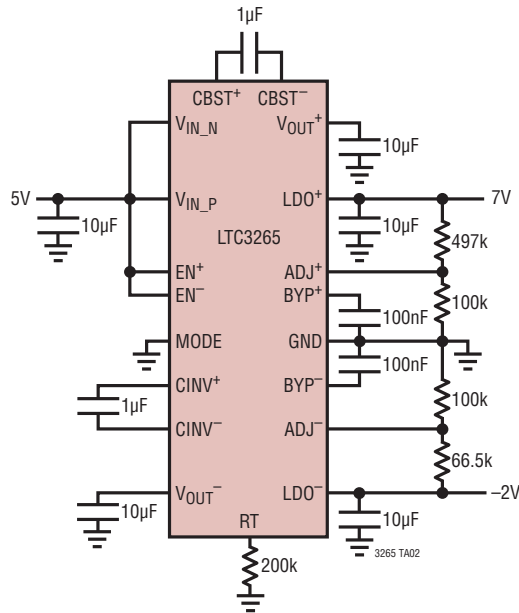
1. 標準寸法: ミリメートル
2. 寸法は $\frac{\text{ミリメートル}}{\text{(インチ)}}$
3. 図は実寸とは異なる

4. 露出パッド接着のための推奨最小 PCB メタルサイズ

* 寸法にはモールドのバリを含まないモールドのバリは各サイドで 0.150mm (0.006") を超えないこと

標準的応用例

入力電源がシングルエンド5Vの低ノイズ+7V/-2V電源(周波数 = 200kHz)



関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC1144	スイッチトキャパシタ広入力範囲シャットダウン機能付き電圧コンバータ	広い入力電圧範囲: 2V ~ 18V、 $I_{SD} < 8\mu A$ 、SO8パッケージ
LTC1514/LTC1515	昇降圧スイッチトキャパシタDC/DCコンバータ	$V_{IN}: 2V \sim 10V$ 、 $V_{OUT}: 3.3V \sim 5V$ 、 $I_Q = 60\mu A$ 、SO8パッケージ
LT [®] 1611	150mA出力、1.4MHzマイクロパワー反転スイッチング・レギュレータ	$V_{IN}: 0.9V \sim 10V$ 、 $V_{OUT} = \pm 34V$ 、ThinSOT™パッケージ
LT1614	250mA出力、600kHzマイクロパワー反転スイッチング・レギュレータ	$V_{IN}: 0.9V \sim 6V$ 、 $V_{OUT} = \pm 30V$ 、 $I_Q = 1mA$ 、MS8、SO8パッケージ
LTC1911	250mA、1.5MHz、インダクタのない降圧DC/DCコンバータ	$V_{IN}: 2.7V \sim 5.5V$ 、 $V_{OUT} = 1.5V/1.8V$ 、 $I_Q = 180\mu A$ 、MS8パッケージ
LTC3250/LTC3250-1.2 LTC3250-1.5	インダクタのない降圧DC/DCコンバータ	$V_{IN}: 3.1V \sim 5.5V$ 、 $V_{OUT} = 1.2V/1.5V$ 、 $I_Q = 35\mu A$ 、ThinSOTパッケージ
LTC3251	500mA、インダクタ不要のスペクトル拡散降圧DC/DCコンバータ	$V_{IN}: 2.7V \sim 5.5V$ 、 $V_{OUT}: 0.9V \sim 1.6V$ 、1.2V、1.5V、 $I_Q = 9\mu A$ 、MS10Eパッケージ
LTC3252	デュアル、250mA、インダクタ不要のスペクトル拡散降圧DC/DCコンバータ	$V_{IN}: 2.7V \sim 5.5V$ 、 $V_{OUT}: 0.9V \sim 1.6V$ 、 $I_Q = 50\mu A$ 、DFN12パッケージ
LT1054/LT1054L	レギュレータ付きスイッチトキャパシタ電圧コンバータ	$V_{IN}: 3.5V \sim 15V/7V$ 、 $I_{OUT} = 100mA/125mA$ 、N8、SO8、SO16パッケージ
LTC3260	低ノイズの2電源反転型チャージポンプ	$V_{IN}: 4.5V \sim 32V$ 、 $I_{LDO}^{\pm} = 50mA$ 、DE14およびMSE16パッケージ
LTC3261	高電圧、低静止電流の反転型チャージポンプ	$V_{IN}: 4.5V \sim 32V$ 、 $I_{OUT} = 100mA$ 、MSE12パッケージ
LTC3200/LTC3200-5	低ノイズ・ダブラー・チャージポンプ	$I_{OUT} = 100mA$ 、固定周波数: 2MHz、MS8およびThinSOT (LTC3200-5) パッケージ