

### 特長

- 単一正電源から安定化された負電圧を発生
- 3V 電源から安定化された -5V を供給
- 出力がレギュレーション中であることを示す REG ピン
- 低出力リップル: 5mV (TYP)
- 電源電流: 600μA (TYP)
- シャットダウン・モードでは電源電流が 5μA に減少
- 最大 15mA の出力電流
- 可変または固定出力電圧
- 3 または 4 個の外付けコンデンサのみ
- SO-8 パッケージで供給

### アプリケーション

- GaAs FET バイアス発生器
- 負電源発生器
- バッテリー電源機器
- 単一電源アプリケーション

LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology および Linear のロゴ はリアテクノロジー社の登録商標です。その他全ての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

### 概要

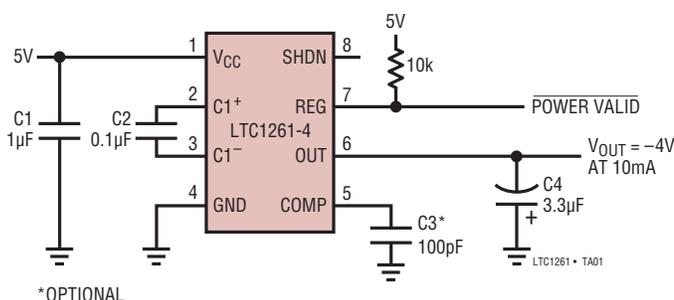
LTC<sup>®</sup>1261 は、単一正電源から安定化された負電圧を供給するように設計されたスイッチト・キャパシタ電圧インバータです。LTC1261CS は単一 3V ~ 8V 電源で動作し、-1.25V から -8V の可変出力電圧を供給します。内蔵抵抗列により、LTC1261CS は外付け部品なしで、-3.5V、-4V、-4.5V、または -5V の出力電圧に構成することができます。LTC1261CS8 は 5V 以上の電源を使用するアプリケーションまたは低出力電圧を必要とするアプリケーション用に最適化されています。1 個の 0.1μF の外付けコンデンサしか必要なく、8 ピンの SO パッケージで可変出力電圧または固定出力電圧オプションを提供します。LTC1261CS には、入力電圧に応じて、1 個または 2 個の 0.1μF の外付けコンデンサが必要です。両方のバージョンとも、追加の外部入力および出力バイパス・コンデンサが必要になります。ADJ/COMP にオプションの補償コンデンサを使用し、出力電圧のリップルを低減することができます。

LTC1261 の各バージョンは、5% の出力レギュレーションを保証しながら最大 12mA の出力電流を供給します。LTC1261 には、出力が設定された電圧値の 5% 以内のときに“L”になるオープンドレインの REG 出力を備えています。出力リップルは標準で最低 5mV です。静止電流は通常動作時には標準で 600μA、シャットダウン時には標準で 5μA になります。

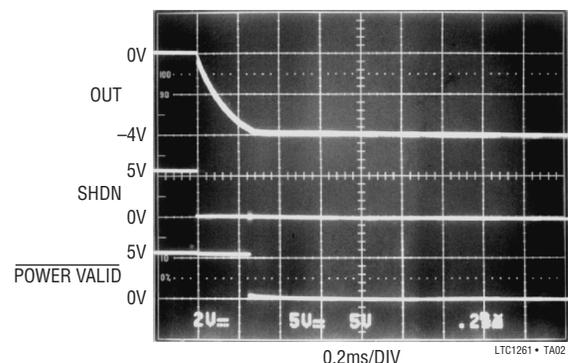
LTC1261 は 14 ピン・ナロー・ボディ SO パッケージおよび 8 ピン SO パッケージで供給されます。

### 標準的応用例

Power Valid を使用した -4V 発生器



Power Valid を使用した -4V 発生器の波形



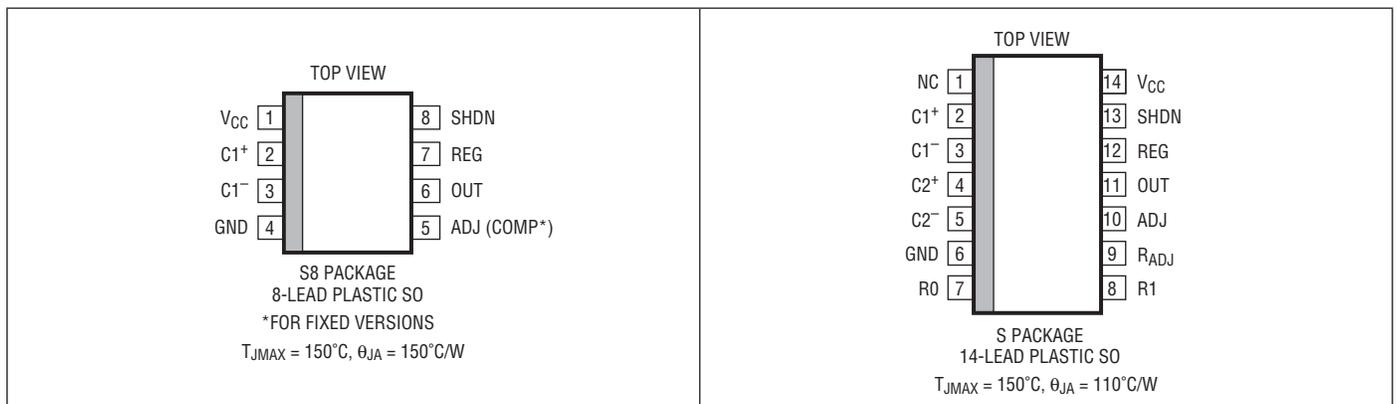
# LTC1261

## 絶対最大定格 (Note 1)

電源電圧 (Note 2) .....	9V
出力電圧 (Note 5) .....	0.3V ~ -9V
全電圧、 $V_{CC}$ ~ $V_{OUT}$ (Note 2) .....	12V
入力電圧	
SHDNピン .....	-0.3V ~ ( $V_{CC}$ + 0.3V)
REGピン .....	-0.3V ~ 12V
ADJ、 $R_0$ 、 $R_1$ 、 $R_{ADJ}$ .....	( $V_{OUT}$ - 0.3V) ~ ( $V_{CC}$ + 0.3V)

出力短絡時間 .....	無期限
コマーシャル温度範囲 (Note 7) .....	0°C ~ 70°C
インダストリアル温度範囲 (Note 7) .....	-40°C ~ 85°C
保存温度範囲 .....	-65°C ~ 150°C
リード温度 (半田付け、10秒) .....	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
LTC1261CS8#PBF	LTC1261CS8#TRPBF	1261	8-Lead Plastic SO	0°C to 70°C
LTC1261IS8#PBF	LTC1261IS8#TRPBF	1261	8-Lead Plastic SO	-40°C to 85°C
LTC1261CS8-4#PBF	LTC1261CS8-4#TRPBF	12614	8-Lead Plastic SO	0°C to 70°C
LTC1261CS8-4.5#PBF	LTC1261CS8-4.5#TRPBF	126145	8-Lead Plastic SO	0°C to 70°C
LTC1261CS#PBF	LTC1261CS#TRPBF	LTC1261CS	14-Lead Plastic SO	0°C to 70°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。

非標準の鉛仕上げ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** ●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{CC} = 3\text{V} \sim 6.5\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$			$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$ (Note 7)			UNITS	
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX		
$V_{REF}$	Reference Voltage		●	1.20	1.24	1.28	1.20	1.24	1.28	V
$I_S$	Supply Current	No Load, SHDN Floating, Doubler Mode No Load, SHDN Floating, Tripler Mode No Load, $V_{SHDN} = V_{CC}$	● ● ●		600 900 5	1000 1500 20		600 900 5	1500 2000 20	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
$f_{OSC}$	Internal Oscillator Frequency				550			550		kHz
$P_{EFF}$	Power Efficiency				65			65		%
$V_{OL}$	REG Output Low Voltage	$I_{REG} = 1\text{mA}$	●		0.1	0.8		0.1	0.8	V
$I_{REG}$	REG Sink Current	$V_{REG} = 0.8\text{V}$ , $V_{CC} = 3.3\text{V}$ $V_{REG} = 0.8\text{V}$ , $V_{CC} = 5.0\text{V}$	● ●	5 8	8 15		5 8	8 15		$\text{mA}$ $\text{mA}$
$I_{ADJ}$	Adjust Pin Current	$V_{ADJ} = 1.24\text{V}$	●		0.01	1		0.01	1	$\mu\text{A}$
$V_{IH}$	SHDN Input High Voltage		●		2			2		V
$V_{IL}$	SHDN Input Low Voltage		●			0.8			0.8	V
$I_{IN}$	SHDN Input Current	$V_{SHDN} = V_{CC}$	●		5	20		5	25	$\mu\text{A}$
$t_{ON}$	Turn-On Time	$I_{OUT} = 15\text{mA}$			500			500		$\mu\text{s}$

**ダブル・モード。注記がない限り、 $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$ 、 $C_1 = 0.1\mu\text{F}$ 、 $C_2 = (\text{Note 4})$ 、 $C_{OUT} = 3.3\mu\text{F}$**

$\Delta V_{OUT}$	Output Regulation (Note 2)	$-1.24\text{V} \geq V_{OUT} \geq -4\text{V}$ , $0 \leq I_{OUT} \leq 8\text{mA}$ $-1.24\text{V} \geq V_{OUT} \geq -4\text{V}$ , $0 \leq I_{OUT} \leq 7\text{mA}$ $-4\text{V} \geq V_{OUT} \geq -5\text{V}$ , $0 \leq I_{OUT} \leq 8\text{mA}$ (Note 6)	● ● ●		1 2	5		1 2	5	% % %
$I_{SC}$	Output Short-Circuit Current	$V_{OUT} = 0\text{V}$	●		60	125		60	125	$\text{mA}$
$V_{RIP}$	Output Ripple Voltage	$I_{OUT} = 5\text{mA}$ , $V_{OUT} = -4\text{V}$			5			5		$\text{mV}$

**LTC1261CSのみ。トリプル・モード。注記がない限り、 $V_{CC} = 2.7\text{V}$ 、 $C_1 = C_2 = 0.1\mu\text{F}$  (Note 4)、 $C_{OUT} = 3.3\mu\text{F}$**

$\Delta V_{OUT}$	Output Regulation	$-1.24\text{V} \geq V_{OUT} \geq -4\text{V}$ , $0 \leq I_{OUT} \leq 5\text{mA}$	●		1	5		1	5	%
$I_{SC}$	Output Short-Circuit Current	$V_{OUT} = 0\text{V}$	●		60	125		60	125	$\text{mA}$
$V_{RIP}$	Output Ripple Voltage	$I_{OUT} = 5\text{mA}$ , $V_{OUT} = -4\text{V}$			5			5		$\text{mV}$

**LTC1261CSのみ。トリプル・モード。注記がない限り、 $V_{CC} = 3.3\text{V} \pm 10\%$ 、 $C_1 = C_2 = 0.1\mu\text{F}$  (Note 4)、 $C_{OUT} = 3.3\mu\text{F}$**

$\Delta V_{OUT}$	Output Regulation (Note 2)	$-1.24\text{V} \geq V_{OUT} \geq -4.5\text{V}$ , $0 \leq I_{OUT} \leq 6\text{mA}$ $-4.5\text{V} \geq V_{OUT} \geq -5\text{V}$ , $0 \leq I_{OUT} \leq 3.5\text{mA}$	● ●		1 2	5 5		1 2	5 5	% %
$I_{SC}$	Output Short-Circuit Current	$V_{OUT} = 0\text{V}$	●		35	75		35	75	$\text{mA}$
$V_{RIP}$	Output Ripple Voltage	$I_{OUT} = 5\text{mA}$ , $V_{OUT} = -4\text{V}$			5			5		$\text{mV}$

**LTC1261CSのみ。トリプル・モード。注記がない限り、 $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$ 、 $C_1 = C_2 = 0.1\mu\text{F}$  (Note 4)、 $C_{OUT} = 3.3\mu\text{F}$**

$\Delta V_{OUT}$	Output Regulation	$-1.24\text{V} \geq V_{OUT} \geq -4\text{V}$ , $0 \leq I_{OUT} \leq 12\text{mA}$ $-4\text{V} \geq V_{OUT} \geq -5\text{V}$ , $0 \leq I_{OUT} \leq 10\text{mA}$	● ●		1 2	5 5		1 2	5 5	% %
$I_{SC}$	Output Short-Circuit Current	$V_{OUT} = 0\text{V}$	●		35	75		35	75	$\text{mA}$
$V_{RIP}$	Output Ripple Voltage	$I_{OUT} = 5\text{mA}$ , $V_{OUT} = -4\text{V}$			5			5		$\text{mV}$

**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:** デバイスのピンに流れ込む電流はすべて正。デバイスのピンから流れ出す電流は全て負。注記がない限り、すべての電圧はグラウンドを基準にしている。

**Note 3:** すべての標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。

**Note 4:**  $C_1 = C_2 = 0.1\mu\text{F}$ はこの仕様がトリプル・モードに適用されることを意味する。このモードでは $C_1^+$ と $C_1^-$ の間に $C_1$ を接続し、 $C_2^+$ と $C_2^-$ の間に $C_2$ を接続した状態で $V_{CC} - V_{OUT} = 3\text{V}_{CC}$ となる(LTC1261CSのみ)。LTC1261CS8はトリプル・モードの接続は不可)。 $C_2 = 0$ は、 $V_{CC} - V_{OUT} = 2\text{V}_{CC}$ となるダブル・モードを意味する。これは、LTC1261CSでは、 $C_1^-$ と $C_2^+$ をフロート状態とし、

$C_1$ を $C_1^+$ と $C_2^-$ の間に接続することを意味する。ダブル・モードのLTC1261CS8では、 $C_1$ を $C_1^+$ と $C_1^-$ の間に接続し、 $C_2$ ピンは存在しない。

**Note 5:** 出力を $-7\text{V}$ より低い電圧に設定すると、 $5\text{V}$ 電源で絶対最大定格を超える。 $5\text{V}$ より高い電圧の電源を使う場合、出力電圧は、 $V_{CC} - 12\text{V}$ を超える値に設定してはならない。

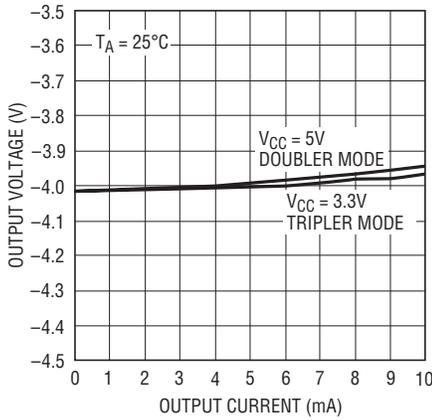
**Note 6:** 出力電圧が $-4.5\text{V}$ より低い場合、LTC1261はデューティサイクルが50%に達し、重負荷時や低入力電圧時に安定化状態を維持できなくなる恐れがある。出力が $-4.5\text{V}$ より低くなると、安定化せずに入力に追従する。

**Note 7:** LTC1261CSは $0^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$ の温度範囲で仕様に適合することが保証されている。また、インダストリアル温度範囲で仕様に適合するように設計され、特性が評価されており、仕様に適合すると予想されるが、 $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の温度範囲ではテストされない。LTC1261IS8は $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の温度範囲で仕様に適合することが保証されている。

# LTC1261

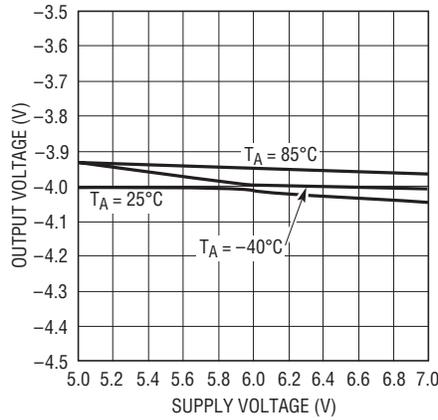
## 標準的性能特性 (テスト回路参照)

出力電圧と出力電流



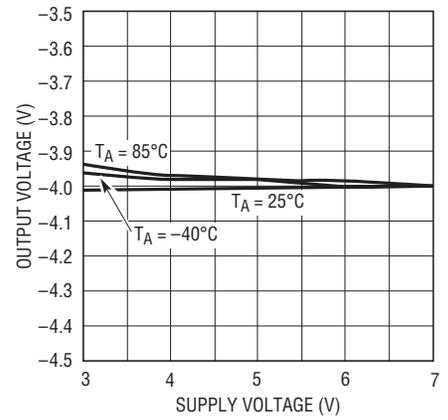
LTC1261 • TP01

出力電圧(ダブル・モード)と電源電圧



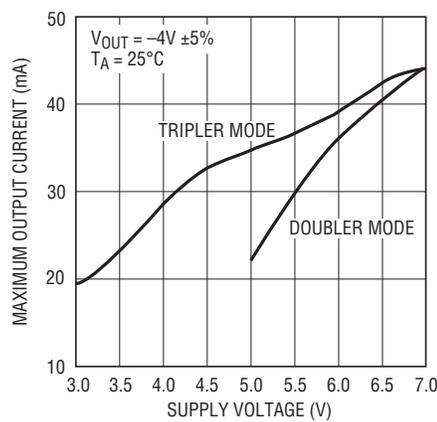
LTC1261 • TP02

出力電圧(トリプラ・モード)と電源電圧



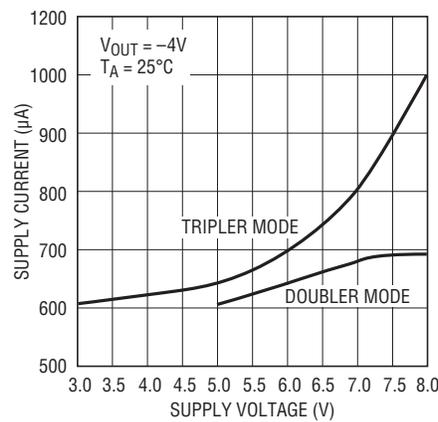
LTC1261 • TP03

最大出力電流と電源電圧



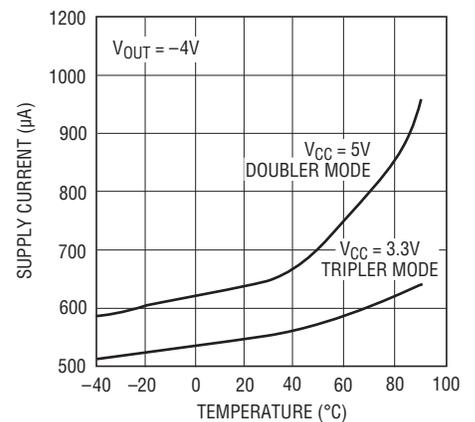
LTC1261 • TP04

電源電流と電源電圧



LTC1261 • TP05

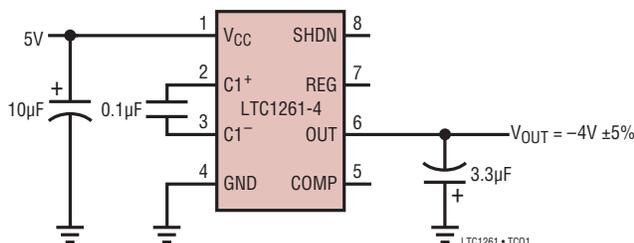
電源電流と温度



LTC1261 • TP06

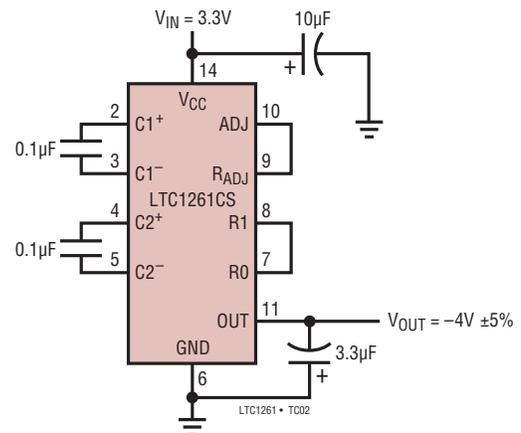
## テスト回路

ダブル・モード



LTC1261 • TC01

トリプラ・モード



LTC1261 • TC02

## ピン機能 (CS/CS8)

**NC (ピン1/NA) :** 内部では接続されていません。

**C1<sup>+</sup> (ピン2/ピン2) :** C1の正入力。C1<sup>+</sup>とC1<sup>-</sup>間に0.1 $\mu$ Fのコンデンサを接続します。LTC1261CSがダブル・モードのときには、0.1 $\mu$ FのコンデンサをC1<sup>+</sup>からC2<sup>-</sup>に接続します。

**C1<sup>-</sup> (ピン3/ピン3) :** C1の負入力。C1<sup>+</sup>からC1<sup>-</sup>に0.1 $\mu$ Fのコンデンサを接続します。LTC1261CSがダブル・モード専用の場合、C1<sup>-</sup>をフロートにしなければなりません。

**C2<sup>+</sup> (ピン4/NA) :** C2の正入力。トリプラ・モードでは、C2<sup>+</sup>からC2<sup>-</sup>に0.1 $\mu$ Fのコンデンサを接続します。このピンはLTC1261CSでは、トリプラ・モードでのみ使用されます。ダブル・モードでは、フロートにしておかなければなりません。

**C2<sup>-</sup> (ピン5/NA) :** C2の負入力。トリプラ・モードでは、C2<sup>+</sup>からC2<sup>-</sup>に0.1 $\mu$ Fのコンデンサを接続します。ダブル・モードでは、C1<sup>+</sup>からC2<sup>-</sup>に0.1 $\mu$ Fのコンデンサを接続します。

**GND (ピン6/ピン4) :** グランド。低インピーダンス・グラウンドに接続します。グラウンド・プレーンを使用すれば、レギュレーション・エラーが小さくなります。

**RO (ピン7/NA) :** 内部抵抗列の第1タップ。内部抵抗列のピン接続対出力電圧に関する情報については、アプリケーション情報セクションの表2を参照してください。

**R1 (ピン8/NA) :** 内部抵抗列の第2タップ。

**R<sub>ADJ</sub> (ピン9/NA) :** 内部抵抗列出力。内部抵抗分圧器を使用するには、このピンをADJに接続します。内部抵抗列のピン接続対出力電圧に関する情報については、アプリケーション情報セクションの表2を参照してください。

**ADJ (固定出力バージョンではCOMP) (ピン10/ピン5) :** 出力可変/補償。可変電圧デバイスでは、このピンを使用して出力電圧を設定します。出力を安定化させるためには出力電圧は抵抗分圧器で分割してこのピンに帰還させなければなりません。抵抗分圧器は外付けしてもよく、また必要な出力電圧を供給できれば内部分圧器列を使用することができます。アジャスト・

ピンのバイアス電流に起因する誤差を小さくするために、抵抗列は出力から標準で10 $\mu$ A以上を流します。固定出力デバイスの場合、このピンにはパッケージ内部で内部抵抗列が接続されているため、必要があればこのピンを使用して出力電圧をトリムすることができます。また、オプションで帰還補償ピンとしても使用でき、可変電圧デバイスおよび固定出力電圧デバイスの両方でのリップルを低減できます。補償と出力リップルの詳細については、アプリケーション情報セクションを参照してください。

**OUT (ピン11/ピン6) :** 負電圧出力。このピンは1 $\mu$ F以上のコンデンサでグラウンドにバイパスしなければなりません。出力リップルを規定値に抑えるには、最低3.3 $\mu$ Fにしなければなりません。出力コンデンサの容量が出力リップルに大きく影響します。詳細については、アプリケーション情報セクションを参照してください。

**REG (ピン12/ピン7) :** このピンは、出力電圧が設定された電圧の5%以内のときに“L”になるオープンドレイン出力です。5V電源で8mAをグラウンドにシンクします。外部回路でプルアップを行わないと、REGは“H”になりません。REGの電圧がV<sub>CC</sub>を超える可能性があります。グラウンドから12Vの電圧にプルアップしても損傷を受けません。

**SHDN (ピン13/ピン8) :** シャットダウン。このピンがグラウンド・レベルのとき、LTC1261は通常どおり動作します。SHDNがフロートになっている場合は、内部5 $\mu$ Aプルダウンによって“L”に保持します。SHDNを“H”にプルアップすると、LTC1261はシャットダウン・モードに入ります。シャットダウン時には、チャージポンプが停止し、出力は0Vになり静止電流は標準5 $\mu$ Aに減少します。

**V<sub>CC</sub> (ピン14/ピン1) :** 電源。3Vから6.5Vまで入力電圧が必要です。出力電圧と動作モードの特定の組合せには、入力電圧に対して別の制約が課される場合があります。V<sub>CC</sub>はチップの近くに最低0.1 $\mu$ Fのコンデンサを取り付けて、グラウンドにバイパスしなければなりません。詳細については、アプリケーション情報セクションを参照してください。

## アプリケーション情報

### 動作モード

LTC1261はチャージャ・ポンプを使用して、元の入力電圧より高いまたは低い値に安定化可能な、負の出力電圧を発生させることができます。LTC1261には、正電源電圧と同じまたは小さい負出力を供給可能な「ダブル」反転モードと、元の正電圧より大きいまたは小さい負出力電圧を供給可能な「トリプラー」反転モードの2種類の動作モードがあります。トリプラーは多様性に優れ、入力範囲も広がっていますが、4個の外付けコンデンサと14ピン・パッケージが必要です。ダブルはSO-8パッケージで供給され、わずか3個の外付けコンデンサしか必要ありません。

### ダブル・モード

ダブル・モードでは、LTC1261は電源電圧までの負出力電圧を生成し、 $V_{CC}$ と最大 $2 \times V_S$ のOUT間の出力電圧を発生します。ダブル・モードでは、LTC1261は1個のフライング・コンデンサを使用して入力電源電圧を反転し、スイッチ・サイクルの間で出力電圧を出力バイパス・コンデンサに蓄積します。LTC1261CS8は常にダブル・モードに構成されており、1組のフライング・コンデンサ・ピンしかありません(図1a)。LTC1261CSは、 $C1^+$ と $C2^-$ ピンの間に1個のフライング・コンデンサを接続すれば、ダブル・モードに構成することができます。 $C1^-$ と $C2^+$ はフロートさせておかなければなりません(図1b)。

### トリプラー・モード

LTC1261CSはトリプラー・モードで使用すると、電源電圧の2倍までの負出力電圧を発生させることができます。つまり、 $V_{CC}$ ピンとOUTピン間の全電圧は最大 $3 \times V_S$ にすることができます。たとえば、トリプラー・モードを使用すれば、単一3.3V正電源から-5Vを生成することができます。トリプラー・モードでは、2個の外付けフライング・コンデンサが必要です。1個のコンデンサは $C1^+$ と $C1^-$ の間に接続し、もう1つのコンデンサは $C2^+$ と $C2^-$ 間に接続します(図1c)。このモードではかなり高い電圧を発生させることができるため、全入力-出力電圧が12Vを超えないよう注意しなければなりません。そうしないと、LTC1261が損傷するおそれがあります。ほとんどのアプリケーションでは、出力電圧がレギュレーション・ループによってチェックされますが、トリプラー・モードでは電源電圧が4Vを超えると、またダブル・モードでは電源電圧が6Vを超え

ると損傷する可能性があります。入力電圧が上昇すると許容出力電圧が低下し、8.5V電源では最終的に-4Vに達します。この問題を防止するために、高い入力電源電圧を使用するときは、可能ならばダブル・モードを使用してください。

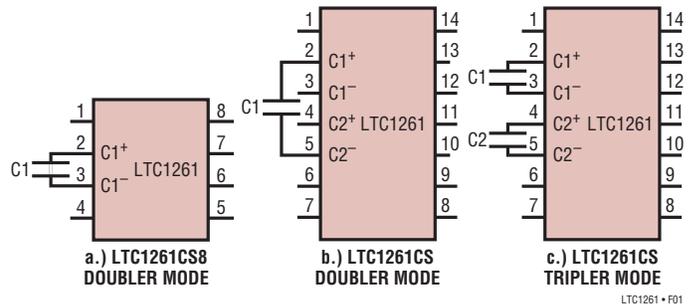


図1. フライング・コンデンサの接続

### 動作原理

LLTC1261のブロック図を図2に示します。LTC1261の心臓部は、点線の枠で示すチャージポンプ・コアです。チャージポンプは $V_{CC}$ とグランド間に接続されたフライング・コンデンサを最初に充電して、負の出力電圧を発生します。次に、フライング・コンデンサの各トップを重ね合わせて、スタックのトップをグランドに接続します。これにより、スタックのボトムが負電圧になります。フライング・コンデンサの電荷は出力バイパス・コンデンサに送られ、出力電圧が負になるまで充電し続けます。このプロセスは内部クロックによってドライブされます。

図2にトリプラー・モードに構成したチャージポンプを示します。クロックを“L”にすると、 $C1$ と $C2$ は $S1, S3, S5$ 、および $S7$ によって $V_{CC}$ まで充電されます。クロックの次の立上りエッジでは、 $S1, S3, S5$ 、および $S7$ が開き、 $S2, S4$ 、および $S6$ が閉じて、 $C1$ と $C2$ は互いのトップがスタック状になります。 $S2$ は $C1^+$ をグランドに接続します。 $S4$ は $C1^-$ を $C2^+$ に接続し、また $C2^-$ は $S6$ によって出力に接続されます。 $C1$ と $C2$ に充電された電荷は $C_{OUT}$ に転送され、それを負電圧に設定します。ダブル・モードは、 $C1^+$ と $C2^-$ の間に1個のフライング・コンデンサ( $C1$ )が接続されることを除いて同様に動作します。ダブル・モードでは、 $S3, S4$ 、および $S5$ は何も意味のあることは行いません。 $C1$ は最初に $S1$ と $S7$ によって充電され、次に $S2$ と $S6$ によって出力に接続されます。

## アプリケーション情報

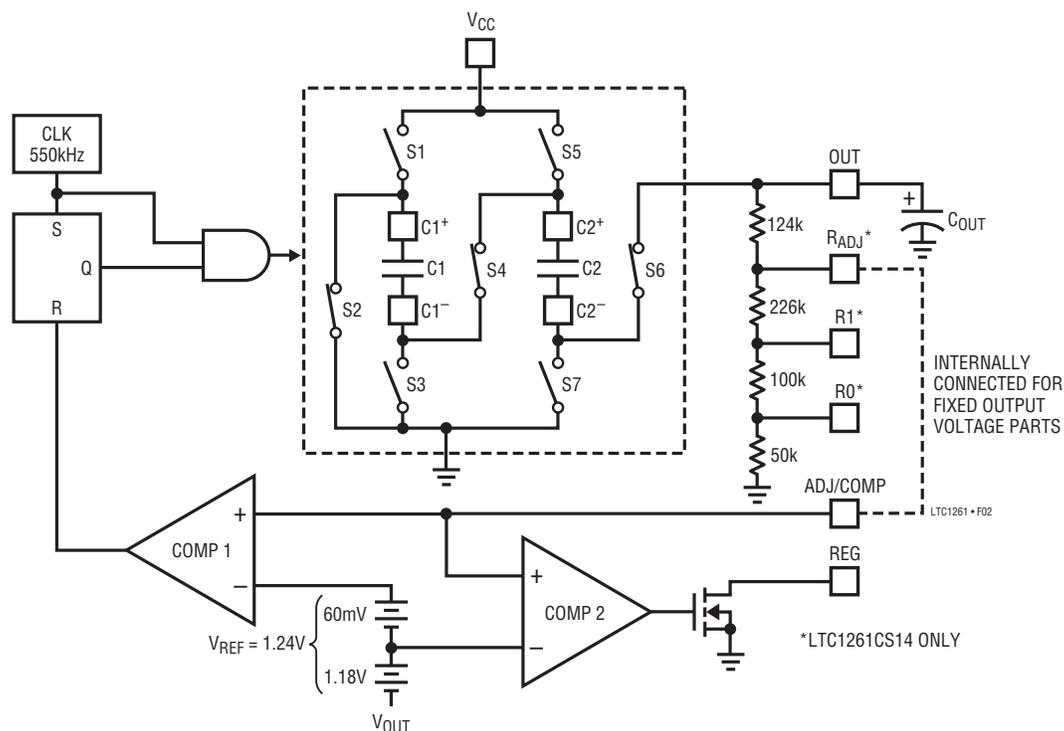


図2. ブロック図

出力電圧はCOMP1によってモニタされ、COMP1がADJ(固定出力デバイスではCOMP)で出力分圧の反復を内部基準と比較します。サイクルの初めにはクロックが“L”であり、ANDゲートの出力を“L”にして、フライング・コンデンサを充電します。クロックの次の立上りエッジでRSラッチがセットされ、チャージポンプが電荷をフライング・コンデンサから出力コンデンサに転送するように設定します。出力が設定点より低い限り、COMP1は“L”を保持し、ラッチはセットされたままです。チャージポンプは、クロック信号の完全な50%デューティ・サイクルで動作し、ANDゲートを通過します。出力が設定電圧に達し、分圧信号がOUTを基準とする内部1.24V基準を超えるとCOMP1がトリップします。これがRSラッチをリセットし、クロック・パルスを短縮し、出力コンデンサに転送される電荷が低下して、出力電圧が安定化されます。出力が設定点を超えると、COMP1が“H”を保持し、RSラッチを禁止してチャージポンプをディスエーブルします。

COMP2もADJの分圧信号をモニタしますが、これは主基準電圧より5%低い1.18Vリファレンスに接続されています。分圧された出力が、出力が設定値の5%以内であることを示すこの低い基準電圧を超えると、COMP2が“H”になってREG出力トランジスタをターンオンします。このトランジスタは3.3V  $V_{CC}$ では5mA、5V  $V_{CC}$ では8mAをシンク可能なオープン・ドレインNチャンネル・デバイスです。このドレインは“オフ”状態(分圧出力がVREFより5%以上低い)のときは、損傷することなく、 $V_{CC}$ より高くプルアップでき、グランドより最大12V高くすることができます。REG出力は出力電圧が、設定点の電圧より5%だけ低い(すなわち、-5Vの設定点に対しては $V_{OUT} > -4.75V$ )かどうかを示すだけであることを注意してください。出力電圧が設定点の電圧より高くなれば(すなわち、出力を-5Vに設定したときは-6V)、REG出力は“L”に保持されます。

## アプリケーション情報

## 出力リップル

LT1261の出力リップルの要因は、クロック間での出力コンデンサにおける電圧降下とレギュレーション・ループの周波数応答の2つです。電圧降下は簡単に計算できます。550kHzの標準クロック周波数を使用した場合、出力コンデンサの電荷は1.8μs毎に1回リフレッシュされます。負荷電流が15mAで、出力コンデンサが3.3μFの場合、出力での電圧降下は次のようになります。

$$I_{LOAD} \cdot \left( \frac{\Delta t}{C_{OUT}} \right) = 15\text{mA} \cdot \left( \frac{1.8\mu\text{s}}{3.3\mu\text{F}} \right) = 8.2\text{mV}$$

出力に重い負荷が接続された場合、特に出力コンデンサの容量が小さい場合には、大きなリップル成分が現れる可能性があります。絶対最小出力リップルが要求される場合は、10μF以上の出力コンデンサを使用しなければなりません。

出力リップルのもう1つの主な要因は、レギュレーション・ループの周波数応答です。LTC1261は、サイクル毎に出力コンデンサに転送される電荷量を制限して出力電圧を安定化します。出力電圧は、OUTピンとグランド間に接続される内部または外部抵抗分圧器を通してADJピン(固定出力バージョンの場合はCOMPピン)で感知されます。フライング・コンデンサが最初に出力に接続されると、出力電圧が急激に変化し始めます。出力電圧が設定点を超えるとすぐに、COMP1がトリップしてチャージポンプの状態を切り替え、電荷の転送を停止させます。コンデンサとスイッチのRC時定数は非常に短いため、出力に即応できるようにするには、ADJピンは広いACバンド幅をもっていなければなりません。ADJピンに外部寄生容量があると、バンド幅が狭くなり、コンパレータがクロック・パルスの終了時までに対応できなくなる可能性があります。これが発生すると、コンパレータはいくつかのパルスを通り越させ、過補正を行って、出力が設定点以下に低下するまでチャージポンプをディスエーブルします。これらの条件では出力は安定化されたままですが、コンパレータが適正値を“追求”するため、出力リップルが増加します。

これが発生しないようにするには、外付けコンデンサをADJ(または固定出力部品のCOMP)からグランドに接続して、外部寄生に対する補償を行って、レギュレーション・ループ・バンド幅を拡大します(図3)。内部リファレンスがグランドではなくOUTを基準にして生成されること思い出すまでは、逆のことを想像しがちです。

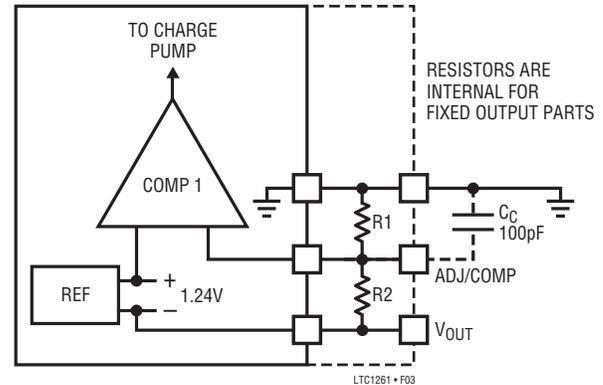


図3. レギュレータ・ループの補償

帰還ループは実際には、グランドをその“出力”とみなすため、補償コンデンサは、抵抗分圧器の“最上部”抵抗の両端に、ADJ(またはCOMP)からグランドに接続しなければなりません。同じ理由から、ADJ(またはCOMP)とVOUT間の容量が増えないようにしてください。この容量が増えると帰還ループが低速になり、出力リップルが増加します。ADJまたはCOMPからグランドに100pFのコンデンサを接続すると、ループはほとんどの条件で適切に補償されます。

## 出力フィルタリング

非常に低い出力リップル(5mV以下)が要求される場合は、出力フィルタを追加する必要があります。LTC1261は550kHzの高いスイッチング周波数を使用しているため、出力リップルを効果的にフィルタするために、出力にかなり低い値のRCまたはLCネットワークを使用することができます。10Ωの直列出力抵抗と3.3μFのコンデンサを使用すれば、出力リップルを3mV以下に抑制することができます(図4参照)。これより大きな容量のフィルタ・コンデンサを使用するか、またはLC出力フィルタを使用すれば、出力リップルをさらに低減することができます。

## アプリケーション情報

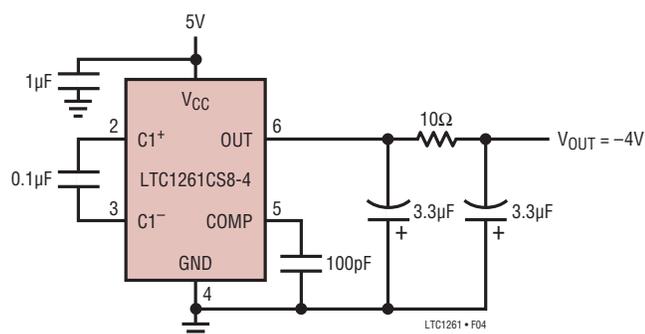


図4. リップルを3mV以下に抑制する出力フィルタ

## コンデンサの選択

## コンデンサ・サイズの決定

LTC1261の性能は接続されるコンデンサの影響を受けます。LTC1261ではV<sub>CC</sub>ピンとOUTピンの両方に、グラウンドへのバイパス・コンデンサが必要です。入力コンデンサは、LTC1261の電源電流の大部分を供給し、フライング・コンデンサも充電します。このコンデンサは可能な限りパッケージの近くに取り付け、容量はフライング・コンデンサの最低5倍以上なければなりません。一般にセラミック・コンデンサで十分な性能を実現できます。タンタル・コンデンサは、並列に最低0.1µFのセラミック・コンデンサを接続しない限り、入力バイパスとしては使用しないでください。チャージ・ポンプ・コンデンサは、ピーク電流がLTC1261の内部スイッチで制限されるため、それほど重要ではありません。ほとんどのアプリケーションでは、フライング・コンデンサとして0.1µFを使用します。都合のよいことには、セラミック・コンデンサは最も一般的なタイプの0.1µFコンデンサであり、この例では十分機能します。通常、最も簡単な解決方法は、入力バイパス・コンデンサとフライング・コンデンサの両方に、同じタイプのコンデンサを使用することです。

最大負荷電流が適切に規定されており、かつ出力リップルが厳密か、あるいは入力ピーク電流を最小限に抑える必要があるアプリケーションでは、アプリケーションに合わせて、フライング・コンデンサの容量を調整することができます。フライング・コンデンサの容量を小さくすると、各クロック・サイクルで転送される電荷量が低下します。これによって、最大出力電流も

制限されますが、各クロック・サイクルにおける出力での電圧ステップのサイズも短縮されます。コンデンサ容量を小さくすると、V<sub>CC</sub>から流れ出す電流パルスも小さくなり、それによってピーク電流が制限され、入力電源に対する要求も軽減されます。表1にフライング・コンデンサ対最大負荷容量の推奨値を示します。

表1. T<sub>A</sub> = 25°C、V<sub>OUT</sub> = -4Vの時の標準最大負荷(mA)とフライング・コンデンサ容量

フライング・コンデンサ容量(µF)	最大負荷(mA) V <sub>CC</sub> =5V、ダブル・モード	最大負荷(mA) V <sub>CC</sub> =3.3V、トリプル・モード
0.1	22	20
0.047	16	15
0.033	8	11
0.022	4	5
0.01	1	3

出力コンデンサには次の2つの機能があります。まず、チャージ・ポンプ・サイクルの半分で、負荷に出力電流を供給し、容量値によっては出力リップル電圧を設定するのに役立ちます。出力リップルに敏感でないアプリケーションでは、出力バイパス・コンデンサ容量を最小1µFにまで小さくすることができます。0.1µFのフライング・コンデンサで規定出力リップルを達成するには、出力コンデンサは最小3.3µFでなければなりません。これより容量が大きい場合は、ターンオン時間は長くなりますが、さらにリップルを低減することができます。

## 出力コンデンサのESR

検討すべきもう1つの要素が出力コンデンサの等価直列抵抗(ESR)です。出力コンデンサのESRが大きすぎると、レギュレーション・ループが誤動作し、充電サイクルが早めに終了するため、出力が強制的に低く保持される可能性があります。チャージポンプが切り替わって出力を再充電すると、フライング・コンデンサから出力コンデンサに短い電流サージが流れます。この電流サージは全負荷条件では、100mAときわめて高くなる可能性があります。標準的な3.3µFタンタル・コンデンサは1Ωまたは2ΩのESRをもっています。つまり、100mA×2Ω = 200mVです。出力が設定点から200mVの範囲内にある場合は、この余分な200mVサージが帰還コンパレータをトリップして、充

## アプリケーション情報

電サイクルを終了させます。パルスは瞬時に消え、コンパレータは正常な状態に戻りますが、チャージポンプはRSラッチによって、次のクロック・エッジまでは応答できなくなります。そのため、このような条件では、チャージポンプが非常に高い周波数で発振することはできません。また、帰還ループは出力の平均値ではなく、スパイクの先端を基準にして安定化するため、出力誤差が生じます(図5)。その結果、出力電圧は、あたかも出力と直列に  $CESR \times (IPK/IAVE) \Omega$  の抵抗を接続したかのごとく動作します。この影響を回避するには、大容量出力コンデンサと並列に  $0.1\mu\text{F}$  のセラミック・コンデンサを接続しなければなりません。セラミック・コンデンサは、高周波スパイクを「吸収」して、帰還ループが誤動作しないようにします。他方、より容量が大きい低速なタンタルまたはアルミ出力コンデンサは、チャージ・サイクル間に負荷に電流を供給します。

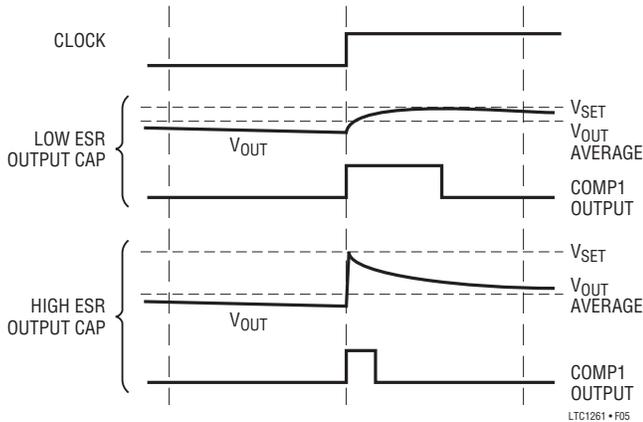


図5. 低 ESR コンデンサ使用時と  
高 ESR コンデンサ使用時の出力リップル

フライング・コンデンサの ESR では同じ状況が発生することはありません。事実、ピーク電流を抑え、スパイクの振幅を小さくして状況を改善できることも実際にはよくあります。必ずしもフライング・コンデンサの ESR を大きくすればよいものではありませんが、RC の時定数がクロック周期の  $1/2$  (コンデンサが最大デューティ・サイクルで電荷を共有しなければならない時間) に近づくと、LTC1261 の出力電流容量が低下し始めます。 $0.1\mu\text{F}$  のフライング・コンデンサを使用した場合、最大全直列抵抗は次のようになります。

$$\frac{1}{2} \left( \frac{t_{\text{CLK}}}{C_{\text{FLY}}} \right) = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{550\text{kHz}} \right) / 0.1\mu\text{F} = 9.1\Omega$$

この抵抗の大半はすでに、LTC1261 の内部スイッチによって供給されています (特にトリプル・モードで)。フライング・コンデンサの ESR が  $1\Omega$  または  $2\Omega$  以上になると、最大負荷時のレギュレーションに影響し始めます。

## 抵抗の選択

LTC1261 の固定出力バージョンでは抵抗の選択は簡単です。つまり、抵抗は必要ありません。可変電圧デバイスに適切な抵抗を選択するのもそれほど難しくはありません。抵抗分圧器を使用して出力の信号を分圧し、ADJ ピンが  $V_{\text{OUT}}$  を基準にして  $1.24\text{V}$  になるようにします (図6)。LTC1261 ではグランドを基準とする負のリファレンスではなく、 $V_{\text{OUT}}$  を基準とする正のリファレンスを使用しています (図2 に接続を示します)。抵抗を接続するときは、このことを忘れないでください。最初の出力が期待したものでない場合は、この2本の抵抗を入れ替えてみてください。

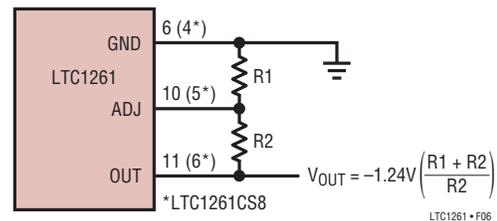


図6. 外付け抵抗の接続

14ピンの可変電圧デバイスはビルトイン抵抗列を内蔵しており、 $R_0$ 、 $R_1$ 、および  $R_{\text{ADJ}}$  ピンにオプションの異なるピン・ストラッピングを使用すれば、出力電圧の組合せを提供できます (表2)。内部抵抗は概算で  $124\text{k}$ 、 $226\text{k}$ 、 $100\text{k}$ 、および  $50\text{k}$  (図2参照)、 $-3.5\text{V}$ 、 $-4\text{V}$ 、 $-4.5\text{V}$ 、そして  $-5\text{V}$  の出力が得られます。精密な分圧比を実現するために、慎重に抵抗をマッチングさせますが、絶対値はデバイスごとに大きく異なります。出力電圧の精度が重要でない場合を除いては、1本の外付け抵抗と内部抵抗の1つを使用して分圧器を構成するのは、あまり得策とはいえません。

## アプリケーション情報

表 2. 内部抵抗分割器を使用したときの出力電圧

ピン接続	出力電圧
ADJ ~ R <sub>ADJ</sub>	-5V
ADJ ~ R <sub>ADJ</sub> , R <sub>0</sub> ~ GND	-4.5V
ADJ ~ R <sub>ADJ</sub> , R <sub>1</sub> ~ R <sub>0</sub>	-4V
ADJ ~ R <sub>ADJ</sub> , R <sub>1</sub> ~ GND	-3.5V
ADJ ~ R <sub>1</sub>	-1.77V
ADJ ~ R <sub>0</sub>	-1.38V
ADJ ~ GND	-1.24V

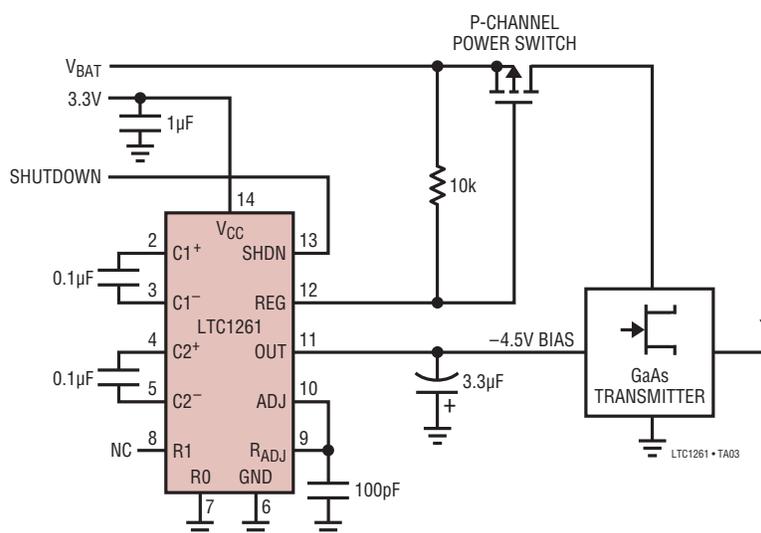
さらに、ADJピンをR<sub>0</sub>またはR<sub>1</sub>に接続し、内部抵抗のどれかを短絡すれば、いくつかの半端な出力電圧も利用できます。組合せの1つが希望の出力電圧であれば、必ずそれを使用してください。

内部抵抗値は可変電圧デバイス用のものであり、LTC1261の固定出力バージョンでも同じです。必要なら、COMPピンからOUTまたはグランドに外付け抵抗を接続して分圧比を変えれば、出力電圧をトリムすることができます。可変電圧デバイスの場合と同様に、内部抵抗の絶対値はユニット間で大幅に異なる可能性があります。その結果、トリミングによって出力電圧が変化すれば、出力電圧の精度が低下します。利用可能な固定電圧とは別の高精度出力電圧が必要なときは、LTC1261の可変電圧バージョンを使用し、高精度の外付け抵抗を使用するのが得策です。内部リファレンスは工場での1.24Vの3.5%以内にトリムされています。1%の外付け抵抗を使用すれば、ワーストケース条件でも出力は標準値の5.5%以内に収まります。

LTC1261は内部で標準以外の固定出力電圧に設定することができます。詳細については、弊社にお問い合わせください。

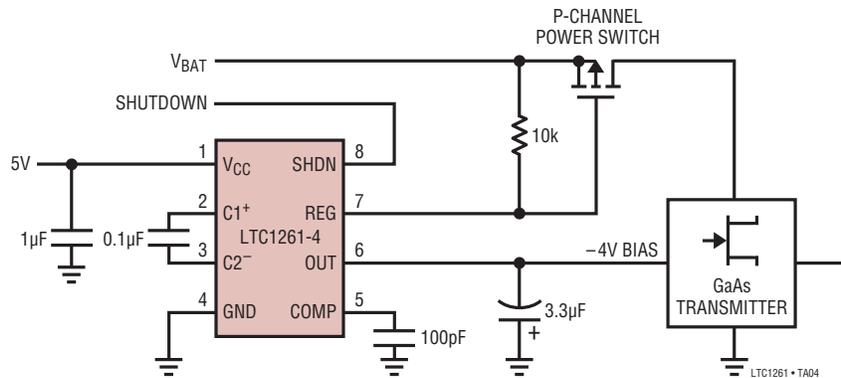
## 標準的応用例

3.3V入力、-4.5V出力のGaAs FETバイアス発生器

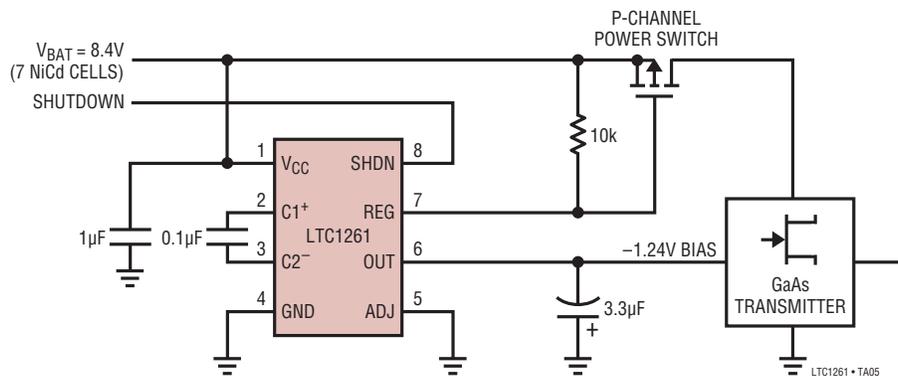


## 標準的応用例

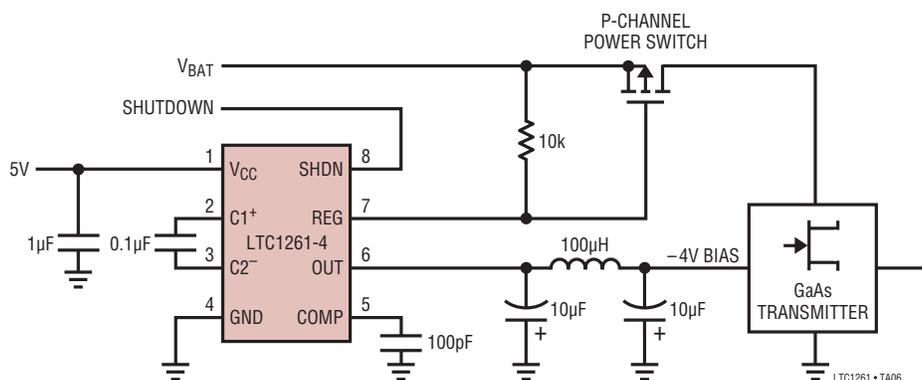
### 5V 入力、-4V 出力の GaAs FET バイアス発生器



### 7セルから-1.24V 出力の GaAs FET バイアス発生器

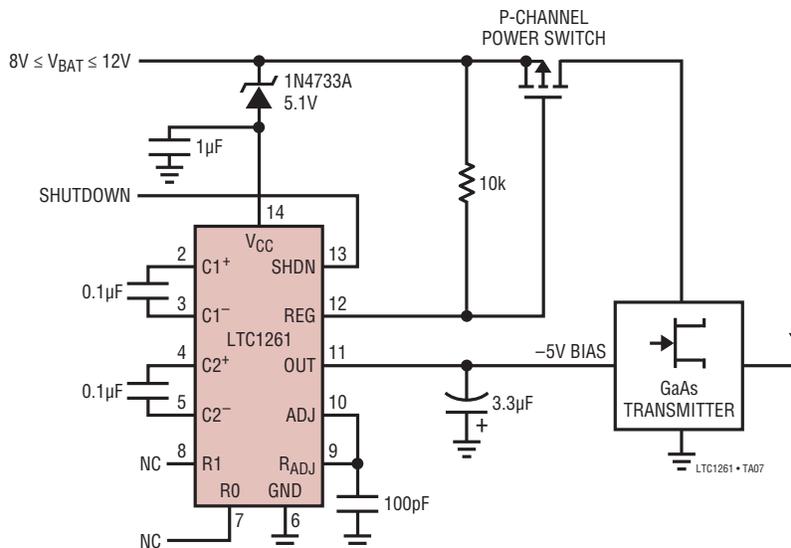


### リップル1mV、5V 入力、-4V 出力の GaAs FET バイアス発生器

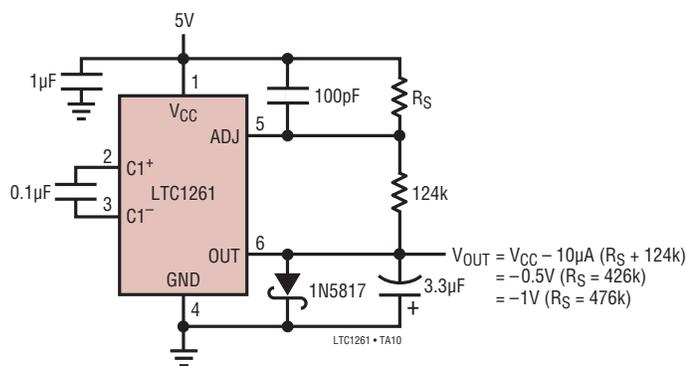


標準的応用例

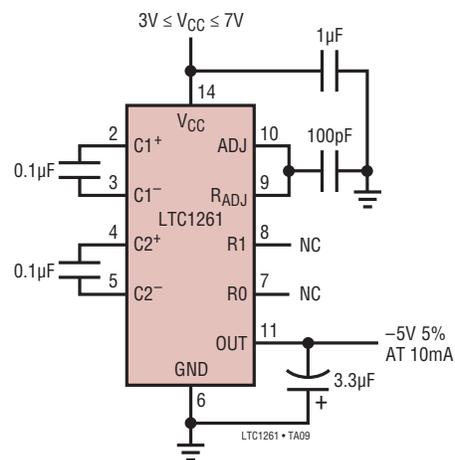
高電源電圧、-5V出力のGaAs FETバイアス発生器



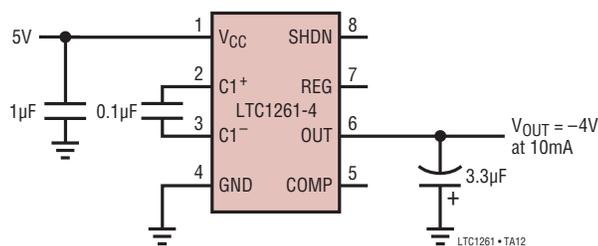
低出力電圧発生器



-5V電源電圧発生器



最少デバイス数の-4V発生器

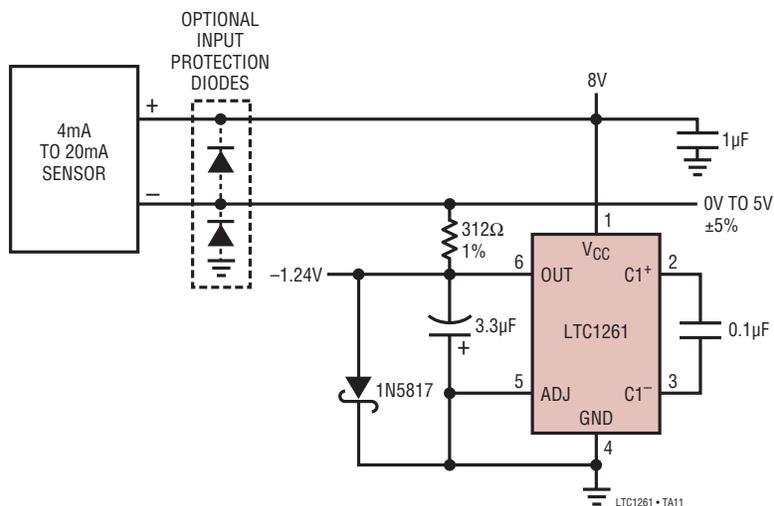


## 標準的応用例

この回路はLTC1261CS8を使用して20mAで-1.24Vの出力を発生します。この出力には312Ωの抵抗が接続され、電流/電圧変換を実行します。312Ωの抵抗に4mAの電流が流れると1.24Vが発生し、出力の正味電圧は0Vになります。312Ωの抵抗に20mAの電流が流れると抵抗の両端に6.24Vが発生し、出力の正味電圧は5Vになります。4mA～20mAのソースが8V以上の動作電圧を必要とする場合は、別電源から電

力を供給しなければなりません。LTC1261には、 $3V \leq V_S \leq 8V$ の範囲の適当な電源から電力を供給することができます。ショットキ・ダイオードは、シャットダウン時またはフォールト状態でLTC1261が外部電源から損傷を受けるのを防止します。LTC1261のリファレンスは3.5%にトリミングされていますが、抵抗によって1%の不確実性が追加されるため、総合出力誤差は4.5%になります。

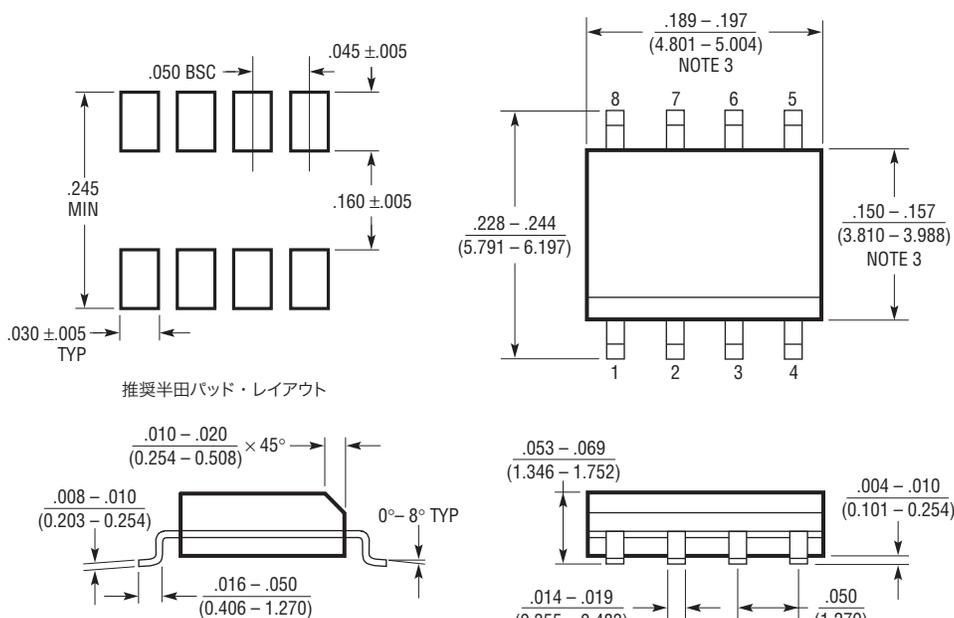
4mA～20mAから0V～5Vへ変換用の-1.24V発生器



## パッケージ

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。

**S8 Package**  
**8-Lead Plastic Small Outline (Narrow .150 Inch)**  
 (Reference LTC DWG # 05-08-1610 Rev G)



推奨半田パッド・レイアウト

- NOTE :
1. 寸法は  $\frac{\text{インチ}}{\text{ミリメートル}}$
  2. 図は実寸とは異なる
  3. これらの寸法にはモールドのバリまたは突出部を含まない  
モールドのバリまたは突出部は  $0.15\text{mm}$  ( $0.006$ ) を超えないこと
  4. ピン1は斜めのエッジかへこみのいずれか

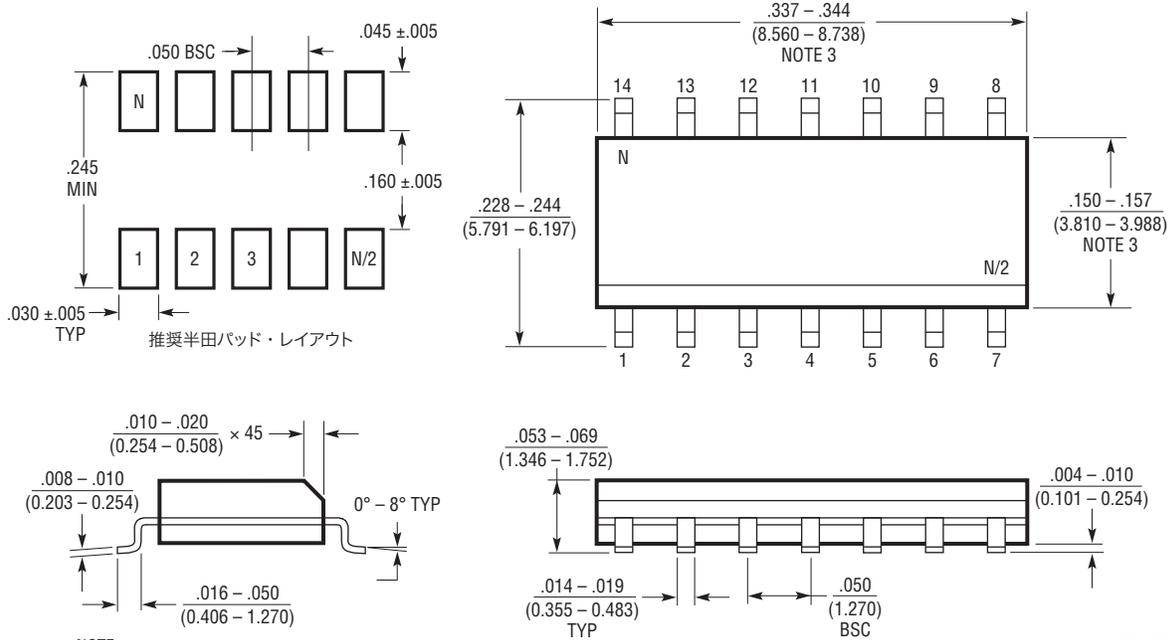
S08 REV G 0212

# LTC1261

## パッケージ

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。

### S Package 14-Lead Plastic Small Outline (Narrow .150 Inch) (Reference LTC DWG # 05-08-1610 Rev G)



- NOTE :
1. 寸法は  $\frac{\text{インチ}}{\text{ミリメートル}}$
  2. 図は実寸とは異なる
  3. これらの寸法にはモールドのバリまたは突出部を含まない  
モールドのバリまたは突出部は、 $0.15\text{mm}$  ( $0.006^\circ$ )を超えないこと
  4. ピン1は斜めのエッジかへこみのいずれか

S14 REV G 0212

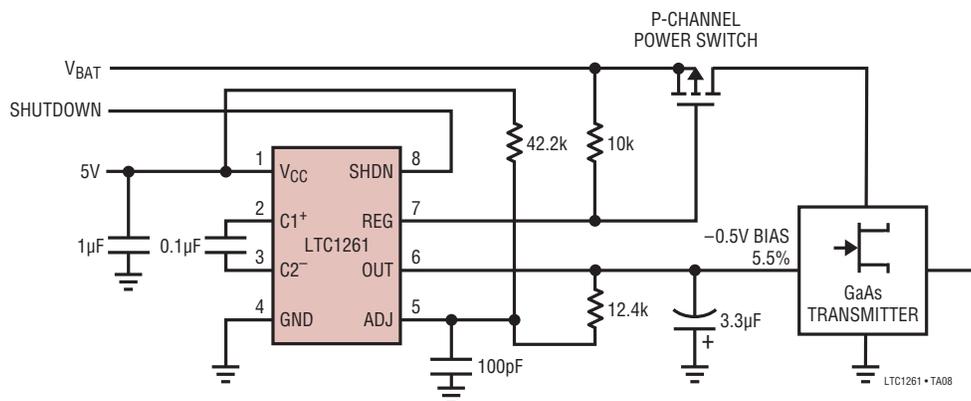
## 改訂履歴 (改訂履歴は Rev B から開始)

Rev	日付	概要	ページ番号
B	2/13	無鉛仕上げの製品番号を更新。 Iグレード・オプションを追加。	2 2,3

# LTC1261

## 標準的応用例

5V 入力、-0.5V 出力の GaAs FET バイアス発生器



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
<a href="#">LTC1550/LTC1551</a>	低ノイズ、スイッチト・キャパシタ安定化電圧インバータ	リップル 1mV、リニア・レギュレータを使用した GaAs FET バイアス
<a href="#">LTC1429</a>	クロック同期のスイッチト・キャパシタ安定化電圧インバータ	GaAs FET バイアス
<a href="#">LT1121</a>	シャットダウン機能付きマイクロパワー低ドロップアウト・レギュレータ	150mA でのドロップアウト電圧: 0.4V、低ノイズ、スイッチト・キャパシタ安定化電圧インバータ