

# 45V $V_{IN}$ 、マイクロパワー 低ノイズの100mA低損失 リニア・レギュレータ

## 特長

- 入力電圧範囲: 1.6V ~ 45V
- 出力電流: 100mA
- 消費電流: 40 $\mu$ A
- 損失電圧: 300mV
- 低ノイズ: 30 $\mu$ V<sub>RMS</sub> (10Hz ~ 100kHz)
- 調整可能な出力電圧:  $V_{REF} = 600$ mV
- 固定出力電圧: 1.2V、1.5V、1.8V、2.5V、3.3V、5V
- 出力の許容誤差: 入力、負荷、温度の全範囲で  $\pm 2\%$
- 1個のコンデンサにより、リファレンスをソフトスタートし、出力ノイズを低減
- シャットダウン電流: <1 $\mu$ A
- 逆バッテリー保護
- 電流制限フォールドバックによる保護
- 熱制限による保護
- 8ピン 2mm $\times$ 2mm $\times$ 0.75mm DFN および 8ピン ThinSOT™ パッケージ

## アプリケーション

- バッテリー駆動システム
- 車載電源
- 産業用電源
- アビオニクス電源
- 携帯型計測器

## 概要

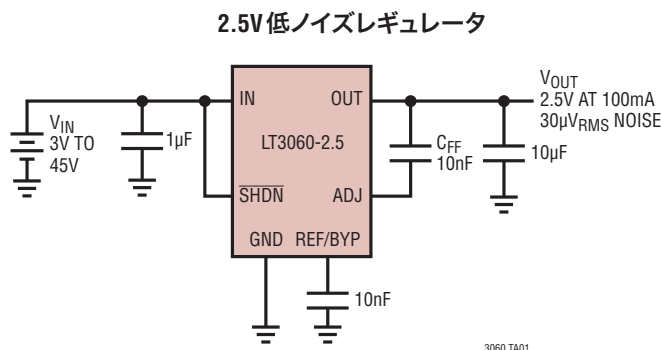
LT®3060シリーズは1.6V ~ 45Vの入力電源範囲で動作するマイクロパワーの低損失電圧 (LDO) リニア・レギュレータで、300mVの標準損失電圧で100mAの出力電流を供給します。1個の外付けコンデンサにより、リファレンスの低ノイズ性能と出力ソフトスタート機能をプログラム可能です。LT3060の消費電流はわずか40 $\mu$ Aで、最小2.2 $\mu$ Fの出力コンデンサによって高速過渡応答が得られます。シャットダウン時には消費電流は1 $\mu$ Aを下回り、リファレンス・ソフトスタート・コンデンサはリセットされます。

LT3060レギュレータは、低ESRのセラミック出力コンデンサで安定性と過渡応答を最適化します。他のレギュレータのようにESRを追加する必要はありません。

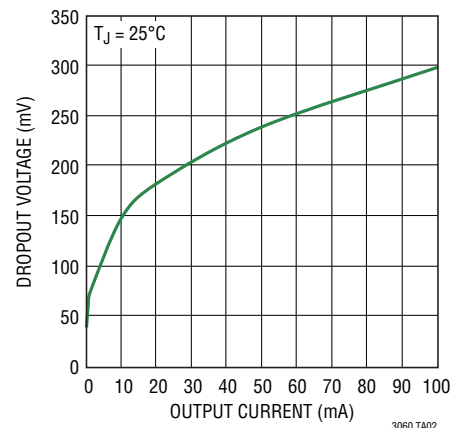
内部保護回路には、逆バッテリー保護、逆出力保護、逆電流保護、フォールドバック付き電流制限、サーマル・シャットダウンなどの機能があります。LT3060シリーズには、1.2V、1.5V、1.8V、2.5V、3.3V、および5Vの固定出力電圧バージョンと、出力電圧を600mVのリファレンス電圧から44.5Vまで調整可能な可変電圧バージョンがあります。LT3060シリーズのレギュレータは、熱特性が改善された8ピンTSOT-23パッケージと、8ピン (2mm $\times$ 2mm $\times$ 0.75mm) DFNパッケージで供給されます。

LT、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。その他のすべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

## 標準的応用例



損失電圧

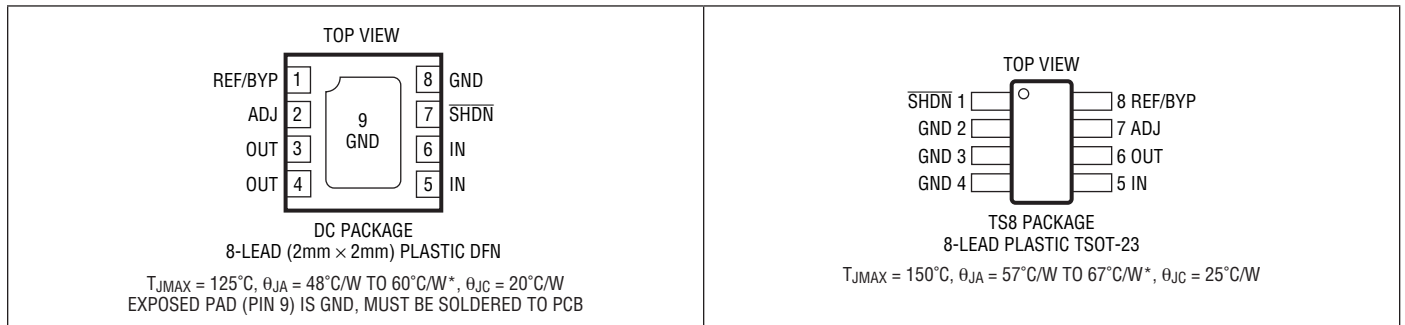


# LT3060シリーズ

## 絶対最大定格 (Note 1)

INピンの電圧.....	±50V	出力短絡時間.....	無期限
OUTピンの電圧.....	±50V	動作接合部温度範囲 (Note 3、5、13)	
入力-出力間の電圧差 (Note 2).....	±50V	E、Iグレード.....	-40°C ~ 125°C
ADJピンの電圧.....	±50V	MPグレード.....	-55°C ~ 150°C
SHDNピンの電圧.....	±50V	Hグレード.....	-40°C ~ 150°C
REF/BYPピンの電圧.....	-0.3V、1V	保存温度範囲.....	-65°C ~ 150°C
		リード温度 (TS8 半田付け、10秒).....	300°C

## ピン配置



\* 「アプリケーション情報」のセクションを参照

## 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
LT3060EDC#PBF	LT3060EDC#TRPBF	LDTD	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060IDC#PBF	LT3060IDC#TRPBF	LDTD	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060EDC-1.2#PBF	LT3060EDC-1.2#TRPBF	LFVT	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060IDC-1.2#PBF	LT3060IDC-1.2#TRPBF	LFVT	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060EDC-1.5#PBF	LT3060EDC-1.5#TRPBF	LFVV	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060IDC-1.5#PBF	LT3060IDC-1.5#TRPBF	LFVV	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060EDC-1.8#PBF	LT3060EDC-1.8#TRPBF	LFVW	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060IDC-1.8#PBF	LT3060IDC-1.8#TRPBF	LFVW	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060EDC-2.5#PBF	LT3060EDC-2.5#TRPBF	LFVX	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060IDC-2.5#PBF	LT3060IDC-2.5#TRPBF	LFVX	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060EDC-3.3#PBF	LT3060EDC-3.3#TRPBF	LFVY	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060IDC-3.3#PBF	LT3060IDC-3.3#TRPBF	LFVY	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060EDC-5#PBF	LT3060EDC-5#TRPBF	LFVZ	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060IDC-5#PBF	LT3060IDC-5#TRPBF	LFVZ	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060ETS8#PBF	LT3060ETS8#TRPBF	LTDTF	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060ITS8#PBF	LT3060ITS8#TRPBF	LTDTF	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C

3060fb

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
LT3060MPTS8#PBF	LT3060MPTS8#TRPBF	LTDTF	8-Lead Plastic ThinSOT	-55°C to 150°C
LT3060HTS8#PBF	LT3060HTS8#TRPBF	LTDTF	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 150°C
LT3060ETS8-1.2#PBF	LT3060ETS8-1.2#TRPBF	LTFWB	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060ITS8-1.2#PBF	LT3060ITS8-1.2#TRPBF	LTFWB	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060MPTS8-1.2#PBF	LT3060MPTS8-1.2#TRPBF	LTFWB	8-Lead Plastic ThinSOT	-55°C to 150°C
LT3060HTS8-1.2#PBF	LT3060HTS8-1.2#TRPBF	LTFWB	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 150°C
LT3060ETS8-1.5#PBF	LT3060ETS8-1.5#TRPBF	LTFWC	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060ITS8-1.5#PBF	LT3060ITS8-1.5#TRPBF	LTFWC	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060MPTS8-1.5#PBF	LT3060MPTS8-1.5#TRPBF	LTFWC	8-Lead Plastic ThinSOT	-55°C to 150°C
LT3060HTS8-1.5#PBF	LT3060HTS8-1.5#TRPBF	LTFWC	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 150°C
LT3060ETS8-1.8#PBF	LT3060ETS8-1.8#TRPBF	LTFWD	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060ITS8-1.8#PBF	LT3060ITS8-1.8#TRPBF	LTFWD	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060MPTS8-1.8#PBF	LT3060MPTS8-1.8#TRPBF	LTFWD	8-Lead Plastic ThinSOT	-55°C to 150°C
LT3060HTS8-1.8#PBF	LT3060HTS8-1.8#TRPBF	LTFWD	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 150°C
LT3060ETS8-2.5#PBF	LT3060ETS8-2.5#TRPBF	LTFWF	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060ITS8-2.5#PBF	LT3060ITS8-2.5#TRPBF	LTFWF	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060MPTS8-2.5#PBF	LT3060MPTS8-2.5#TRPBF	LTFWF	8-Lead Plastic ThinSOT	-55°C to 150°C
LT3060HTS8-2.5#PBF	LT3060HTS8-2.5#TRPBF	LTFWF	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 150°C
LT3060ETS8-3.3#PBF	LT3060ETS8-3.3#TRPBF	LTFWG	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060ITS8-3.3#PBF	LT3060ITS8-3.3#TRPBF	LTFWG	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060MPTS8-3.3#PBF	LT3060MPTS8-3.3#TRPBF	LTFWG	8-Lead Plastic ThinSOT	-55°C to 150°C
LT3060HTS8-3.3#PBF	LT3060HTS8-3.3#TRPBF	LTFWG	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 150°C
LT3060ETS8-5#PBF	LT3060ETS8-5#TRPBF	LTFWH	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060ITS8-5#PBF	LT3060ITS8-5#TRPBF	LTFWH	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060MPTS8-5#PBF	LT3060MPTS8-5#TRPBF	LTFWH	8-Lead Plastic ThinSOT	-55°C to 150°C
LT3060HTS8-5#PBF	LT3060HTS8-5#TRPBF	LTFWH	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 150°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
LT3060EDC	LT3060EDC#TR	LDTD	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060IDC	LT3060IDC#TR	LDTD	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060EDC-1.2	LT3060EDC-1.2#TR	LFVT	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060IDC-1.2	LT3060IDC-1.2#TR	LFVT	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060EDC-1.5	LT3060EDC-1.5#TR	LFVV	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060IDC-1.5	LT3060IDC-1.5#TR	LFVV	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060EDC-1.8	LT3060EDC-1.8#TR	LFVW	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060IDC-1.8	LT3060IDC-1.8#TR	LFVW	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060EDC-2.5	LT3060EDC-2.5#TR	LFVX	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060IDC-2.5	LT3060IDC-2.5#TR	LFVX	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060EDC-3.3	LT3060EDC-3.3#TR	LFVY	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060IDC-3.3	LT3060IDC-3.3#TR	LFVY	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C

# LT3060シリーズ

## 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
LT3060EDC-5	LT3060EDC-5#TR	LFVZ	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060IDC-5	LT3060IDC-5#TR	LFVZ	8-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3060ETS8	LT3060ETS8#TR	LTDTF	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060ITS8	LT3060ITS8#TR	LTDTF	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060MPTS8	LT3060MPTS8#TR	LTDTF	8-Lead Plastic ThinSOT	-55°C to 150°C
LT3060HTS8	LT3060HTS8#TR	LTDTF	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 150°C
LT3060ETS8-1.2	LT3060ETS8-1.2#TR	LTFWB	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060ITS8-1.2	LT3060ITS8-1.2#TR	LTFWB	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060MPTS8-1.2	LT3060MPTS8-1.2#TR	LTFWB	8-Lead Plastic ThinSOT	-55°C to 150°C
LT3060HTS8-1.2	LT3060HTS8-1.2#TR	LTFWB	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 150°C
LT3060ETS8-1.5	LT3060ETS8-1.5#TR	LTFWC	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060ITS8-1.5	LT3060ITS8-1.5#TR	LTFWC	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060MPTS8-1.5	LT3060MPTS8-1.5#TR	LTFWC	8-Lead Plastic ThinSOT	-55°C to 150°C
LT3060HTS8-1.5	LT3060HTS8-1.5#TR	LTFWC	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 150°C
LT3060ETS8-1.8	LT3060ETS8-1.8#TR	LTFWD	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060ITS8-1.8	LT3060ITS8-1.8#TR	LTFWD	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060MPTS8-1.8	LT3060MPTS8-1.8#TR	LTFWD	8-Lead Plastic ThinSOT	-55°C to 150°C
LT3060HTS8-1.8	LT3060HTS8-1.8#TR	LTFWD	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 150°C
LT3060ETS8-2.5	LT3060ETS8-2.5#TR	LTFWF	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060ITS8-2.5	LT3060ITS8-2.5#TR	LTFWF	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060MPTS8-2.5	LT3060MPTS8-2.5#TR	LTFWF	8-Lead Plastic ThinSOT	-55°C to 150°C
LT3060HTS8-2.5	LT3060HTS8-2.5#TR	LTFWF	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 150°C
LT3060ETS8-3.3	LT3060ETS8-3.3#TR	LTFWG	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060ITS8-3.3	LT3060ITS8-3.3#TR	LTFWG	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060MPTS8-3.3	LT3060MPTS8-3.3#TR	LTFWG	8-Lead Plastic ThinSOT	-55°C to 150°C
LT3060HTS8-3.3	LT3060HTS8-3.3#TR	LTFWG	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 150°C
LT3060ETS8-5	LT3060ETS8-5#TR	LTFWH	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060ITS8-5	LT3060ITS8-5#TR	LTFWH	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°C to 125°C
LT3060MPTS8-5	LT3060MPTS8-5#TR	LTFWH	8-Lead Plastic ThinSOT	-55°C to 150°C
LT3060HTS8-5	LT3060HTS8-5#TR	LTFWH	8-Lead Plastic ThinSOT	-40°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。

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

●は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は  $T_A = 25^\circ\text{C}$  での値。(Note 3)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS	
Minimum Input Voltage (Notes 4, 12)	$I_{LOAD} = 100\text{mA}$	●		1.6	2.1	V	
Regulated Output Voltage (Note 5)	LT3060-1.2: $V_{IN} = 2.1\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA}$ $2.1\text{V} < V_{IN} < 45\text{V}, 1\text{mA} < I_{LOAD} < 100\text{mA}$ (E-, I-Grades) $2.1\text{V} < V_{IN} < 45\text{V}, 1\text{mA} < I_{LOAD} < 100\text{mA}$ (MP-, H-Grades)	● ● ●	1.188 1.176 1.170	1.2 1.2 1.2	1.212 1.224 1.224	V V V	
	LT3060-1.5: $V_{IN} = 2.1\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA}$ $2.1\text{V} < V_{IN} < 45\text{V}, 1\text{mA} < I_{LOAD} < 100\text{mA}$ (E-, I-Grades) $2.1\text{V} < V_{IN} < 45\text{V}, 1\text{mA} < I_{LOAD} < 100\text{mA}$ (MP-, H-Grades)	● ● ●	1.485 1.470 1.463	1.5 1.5 1.5	1.515 1.530 1.530	V V V	
	LT3060-1.8: $V_{IN} = 2.35\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA}$ $2.35\text{V} < V_{IN} < 45\text{V}, 1\text{mA} < I_{LOAD} < 100\text{mA}$ (E-, I-Grades) $2.35\text{V} < V_{IN} < 45\text{V}, 1\text{mA} < I_{LOAD} < 100\text{mA}$ (MP-, H-Grades)	● ● ●	1.782 1.764 1.755	1.8 1.8 1.8	1.818 1.836 1.836	V V V	
	LT3060-2.5: $V_{IN} = 3.05\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA}$ $3.05\text{V} < V_{IN} < 45\text{V}, 1\text{mA} < I_{LOAD} < 100\text{mA}$ (E-, I-Grades) $3.05\text{V} < V_{IN} < 45\text{V}, 1\text{mA} < I_{LOAD} < 100\text{mA}$ (MP-, H-Grades)	● ● ●	2.475 2.450 2.438	2.5 2.5 2.5	2.525 2.550 2.550	V V V	
	LT3060-3.3: $V_{IN} = 3.85\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA}$ $3.85\text{V} < V_{IN} < 45\text{V}, 1\text{mA} < I_{LOAD} < 100\text{mA}$ (E-, I-Grades) $3.85\text{V} < V_{IN} < 45\text{V}, 1\text{mA} < I_{LOAD} < 100\text{mA}$ (MP-, H-Grades)	● ● ●	3.267 3.234 3.218	3.3 3.3 3.3	3.333 3.366 3.366	V V V	
	LT3060-5: $V_{IN} = 5.55\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA}$ $5.55\text{V} < V_{IN} < 45\text{V}, 1\text{mA} < I_{LOAD} < 100\text{mA}$ (E-, I-Grades) $5.55\text{V} < V_{IN} < 45\text{V}, 1\text{mA} < I_{LOAD} < 100\text{mA}$ (MP-, H-Grades)	● ● ●	4.950 4.900 4.875	5 5 5	5.050 5.100 5.100	V V V	
	ADJ Pin Voltage (Notes 4, 5)	LT3060: $V_{IN} = 2.1\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA}$ $2.1\text{V} < V_{IN} < 45\text{V}, 1\text{mA} < I_{LOAD} < 100\text{mA}$ (E-, I-Grades) $2.1\text{V} < V_{IN} < 45\text{V}, 1\text{mA} < I_{LOAD} < 100\text{mA}$ (MP-, H-Grades)	● ● ●	594 588 585	600 600 600	606 612 612	mV mV mV
Line Regulation		LT3060-1.2: $\Delta V_{IN} = 2.1\text{V to } 45\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA}$ $\Delta V_{IN} = 2.1\text{V to } 45\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA}$ (E-, I-Grades) (MP-, H-Grades)	●		0.9	3.5 7	mV
		LT3060-1.5: $\Delta V_{IN} = 2.1\text{V to } 45\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA}$ $\Delta V_{IN} = 2.1\text{V to } 45\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA}$ (E-, I-Grades) (MP-, H-Grades)	●		1	4.2 8	mV
	LT3060-1.8: $\Delta V_{IN} = 2.35\text{V to } 45\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA}$ $\Delta V_{IN} = 2.35\text{V to } 45\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA}$ (E-, I-Grades) (MP-, H-Grades)	●		1.1	4.5 12	mV	
	LT3060-2.5: $\Delta V_{IN} = 3.05\text{V to } 45\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA}$ $\Delta V_{IN} = 3.05\text{V to } 45\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA}$ (E-, I-Grades) (MP-, H-Grades)	●		1.2	5.4 15	mV	
	LT3060-3.3: $\Delta V_{IN} = 3.85\text{V to } 45\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA}$ $\Delta V_{IN} = 3.85\text{V to } 45\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA}$ (E-, I-Grades) (MP-, H-Grades)	●		1.3	7 19	mV	
	LT3060-5: $\Delta V_{IN} = 5.55\text{V to } 45\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA}$ $\Delta V_{IN} = 5.55\text{V to } 45\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA}$ (E-, I-Grades) (MP-, H-Grades)	●		1.5	8.5 25	mV	
	LT3060: (Note 4) $\Delta V_{IN} = 2.1\text{V to } 45\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA}$ $\Delta V_{IN} = 2.1\text{V to } 45\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA}$ (E-, I-Grades) (MP-, H-Grades)	●		0.6	3.5 4	mV	
Load Regulation (Note 15)	LT3060-1.2: $V_{IN} = 2.1\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA to } 100\text{mA}$ $V_{IN} = 2.1\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA to } 100\text{mA}$ (E-, I-Grades) (MP-, H-Grades)	● ●		2.4	10 18	mV mV	
	LT3060-1.5: $V_{IN} = 2.1\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA to } 100\text{mA}$ $V_{IN} = 2.1\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA to } 100\text{mA}$ (E-, I-Grades) (MP-, H-Grades)	● ●		2.5	12 22	mV mV	
	LT3060-1.8: $V_{IN} = 2.35\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA to } 100\text{mA}$ $V_{IN} = 2.35\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA to } 100\text{mA}$ (E-, I-Grades) (MP-, H-Grades)	● ●		2.6	14 27	mV mV	
	LT3060-2.5: $V_{IN} = 3.05\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA to } 100\text{mA}$ $V_{IN} = 3.05\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA to } 100\text{mA}$ (E-, I-Grades) (MP-, H-Grades)	● ●		2.8	19 37	mV mV	
	LT3060-3.3: $V_{IN} = 3.85\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA to } 100\text{mA}$ $V_{IN} = 3.85\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA to } 100\text{mA}$ (E-, I-Grades) (MP-, H-Grades)	● ●		3.1	24 49	mV mV	
	LT3060-5: $V_{IN} = 5.55\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA to } 100\text{mA}$ $V_{IN} = 5.55\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA to } 100\text{mA}$ (E-, I-Grades) (MP-, H-Grades)	● ●		3.7	35 75	mV mV	
	LT3060: (Note 4) $V_{IN} = 2.1\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA to } 100\text{mA}$ $V_{IN} = 2.1\text{V}, I_{LOAD} = 1\text{mA to } 100\text{mA}$ (E-, I-Grades) (MP-, H-Grades)	● ●		0.2	4 9	mV mV	

# LT3060シリーズ

## 電気的特性

● は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は  $T_A = 25^\circ\text{C}$  での値。(Note 3)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Dropout Voltage $V_{IN} = V_{OUT(NOMINAL)}$ (Notes 6, 7)	$I_{LOAD} = 1\text{mA}$ $I_{LOAD} = 1\text{mA}$	●		75	110 180	mV mV
	$I_{LOAD} = 10\text{mA}$ $I_{LOAD} = 10\text{mA}$	●		150	200 300	mV mV
	$I_{LOAD} = 50\text{mA}$ (Note 14) $I_{LOAD} = 50\text{mA}$ (Note 14)	●		240	280 410	mV mV
	$I_{LOAD} = 100\text{mA}$ (Note 14) $I_{LOAD} = 100\text{mA}$ (Note 14)	●		300	350 510	mV mV
GND Pin Current $V_{IN} = V_{OUT(NOMINAL)} + 0.55\text{V}$ (Notes 6, 8)	$I_{LOAD} = 0\mu\text{A}$	●		40	80	$\mu\text{A}$
	$I_{LOAD} = 1\text{mA}$	●		60	100	$\mu\text{A}$
	$I_{LOAD} = 10\text{mA}$	●		160	350	$\mu\text{A}$
	$I_{LOAD} = 50\text{mA}$	●		0.8	1.8	$\text{mA}$
	$I_{LOAD} = 100\text{mA}$	●		2	4	$\text{mA}$
Quiescent Current in Shutdown	$V_{IN} = 45\text{V}$ , $V_{SHDN} = 0\text{V}$			0.3	1	$\mu\text{A}$
ADJ Pin Bias Current (Note 9)	$V_{IN} = 2.1\text{V}$	●		15	60	$\text{nA}$
Output Voltage Noise	$C_{OUT} = 10\mu\text{F}$ , $I_{LOAD} = 100\text{mA}$ , $C_{BYP} = 0.01\mu\text{F}$ $V_{OUT} = 600\text{mV}$ , $\text{BW} = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$			30		$\mu\text{V}_{RMS}$
Shutdown Threshold	$V_{OUT} = \text{Off to On}$	●		0.8	1.5	V
	$V_{OUT} = \text{On to Off}$	●	0.3	0.7		V
SHDN Pin Current (Note 10)	$V_{SHDN} = 0\text{V}$	●			1	$\mu\text{A}$
	$V_{SHDN} = 45\text{V}$	●		0.9	3	$\mu\text{A}$
Ripple Rejection $V_{RIPPLE} = 0.5\text{V}_{P-P}$ , $f_{RIPPLE} = 120\text{Hz}$ , $I_{LOAD} = 100\text{mA}$	LT3060-1.2: $V_{IN} = 2.7\text{V}$ (Avg)		64	79		$\text{dB}$
	LT3060-1.5: $V_{IN} = 3\text{V}$ (Avg)		62	77		$\text{dB}$
	LT3060-1.8: $V_{IN} = 3.3\text{V}$ (Avg)		60	75		$\text{dB}$
	LT3060-2.5: $V_{IN} = 4\text{V}$ (Avg)		58	73		$\text{dB}$
	LT3060-3.3: $V_{IN} = 4.8\text{V}$ (Avg)		55	70		$\text{dB}$
	LT3060-5: $V_{IN} = 6.5\text{V}$ (Avg)		52	67		$\text{dB}$
LT3060: $V_{IN} = 2.1\text{V}$ (Avg) (Note 4)		70	85		$\text{dB}$	
Current Limit	$V_{IN} = 7\text{V}$ , $V_{OUT} = 0$			200		$\text{mA}$
	$V_{IN} = V_{OUT(NOMINAL)} + 1\text{V}$ (Notes 6, 12), $\Delta V_{OUT} = -5\%$	●	110			$\text{mA}$
Input Reverse Leakage Current	$V_{IN} = -45\text{V}$ , $V_{OUT} = 0$	●			300	$\mu\text{A}$
Reverse Output Current (Note 11)	LT3060-1.2: $V_{OUT} = 1.2\text{V}$ , $V_{IN} = 0\text{V}$			5	10	$\mu\text{A}$
	LT3060-1.5: $V_{OUT} = 1.5\text{V}$ , $V_{IN} = 0\text{V}$			5	10	$\mu\text{A}$
	LT3060-1.8: $V_{OUT} = 1.8\text{V}$ , $V_{IN} = 0\text{V}$			5	10	$\mu\text{A}$
	LT3060-2.5: $V_{OUT} = 2.5\text{V}$ , $V_{IN} = 0\text{V}$			5	10	$\mu\text{A}$
	LT3060-3.3: $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ , $V_{IN} = 0\text{V}$			5	10	$\mu\text{A}$
	LT3060-5: $V_{OUT} = 5\text{V}$ , $V_{IN} = 0\text{V}$			5	10	$\mu\text{A}$
	LT3060: $V_{OUT} = 1.2\text{V}$ , $V_{IN} = 0\text{V}$			0.2	10	$\mu\text{A}$

## 電气的特性

**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:** 入力-出力間の電圧差の絶対最大定格は、INピンの定格電圧とOUTピンの定格電圧のすべての組み合わせで達成可能なわけではない。INピンが50Vのとき、OUTピンを0Vより下げることができない。INからOUT間で測定された総電圧は±50Vを超えてはならない。

**Note 3:** LT3060レギュレータは $T_J$ が $T_A$ にほぼ等しいパルス負荷条件でテストされ、仕様が規定されている。LT3060Eレギュレータは $T_A = 25^\circ\text{C}$ で全数テストされる。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の温度での性能は設計、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。LT3060Iレギュレータは $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の全動作接合部温度範囲で保証されている。LT3060MPレギュレータは $-55^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ の動作接合部温度範囲で全数テストされる。LT3060Hレギュレータは $150^\circ\text{C}$ の動作接合部温度で全数テストされる。高い接合部温度は動作寿命に悪影響を及ぼす。接合部温度が $125^\circ\text{C}$ を超えると、動作寿命が短くなる。

**Note 4:** LT3060の可変出力電圧バージョンはADJピンがOUTピンに接続された状態でテストされ、仕様が規定されている。

**Note 5:** 動作条件は最大接合部温度によって制限されている。安定化された出力電圧の仕様は、入力電圧と出力電流のすべての可能な組み合わせに対して適用されるわけではない。最大の入力-出力間電圧差で動作させるときは出力電流範囲を制限すること。また、最大出力電流で動作させるときは入力-出力間の電圧差を制限すること。電流制限フォールドバック機能は、入力-出力間の電圧差に応じて最大出力電流を制限する。「標準的性能特性」のセクションの「電流制限と $V_{IN} - V_{OUT}$ 」を参照。

**Note 6:** 最小入力電圧の要件を満たすため、LT3060の可変出力電圧バージョンは、出力電圧を2.5Vに設定する外付け抵抗分圧器（下側115k、上側365k）を使用した状態でテストされ、仕様が規定されている。外付け抵抗分圧器によって出力に5 $\mu\text{A}$ のDC負荷が追加される。この外部電流はGNDピンの電流に算入されない。

**Note 7:** 損失電圧は、規定出力電流でレギュレーションを維持するのに必要な入力-出力間の最小電圧差である。ドロップアウト時には、出力電圧は $(V_{IN} - V_{DROPOUT})$ に等しくなる。LT3060、LT3060-1.2、LT3060-1.5、およびLT3060-1.8の場合、一定の出力電圧および負荷条件下では、最小入力仕様によって損失電圧が制限される。「標準的性能特性」のセクションの「最小入力電圧」のグラフを参照。

**Note 8:** GNDピンの電流は $V_{IN} = V_{OUT(NOMINAL)} + 0.55\text{V}$ および電流源負荷でテストされる。ドロップアウト時には、GNDピンの電流は増加する。「標準的性能特性」のセクションのGNDピンの電流のグラフを参照。

**Note 9:** ADJピンのバイアス電流はADJピンから流れ出す。

**Note 10:** SHDNピンの電流はSHDNピンに流れ込む。

**Note 11:** 逆出力電流は、INピンをグラウンドに接続し、OUTピンを定格出力電圧に強制した状態でテストされる。この電流はOUTピンに流れ込み、GNDピンから流れ出す。

**Note 12:** 最小入力電圧の要件を満たすため、電流制限は $V_{IN} = V_{OUT(NOMINAL)} + 1\text{V}$ または $V_{IN} = 2.1\text{V}$ のどちらか高い方でテストされる。

**Note 13:** このデバイスには短時間の過負荷状態の間デバイスを保護する過温度保護機能が備わっている。過温度保護回路がアクティブなとき、接合部温度は $125^\circ\text{C}$  (LT3060E、LT3060I) または $150^\circ\text{C}$  (LT3060MP、LT3060H) を超える。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おそれがある。

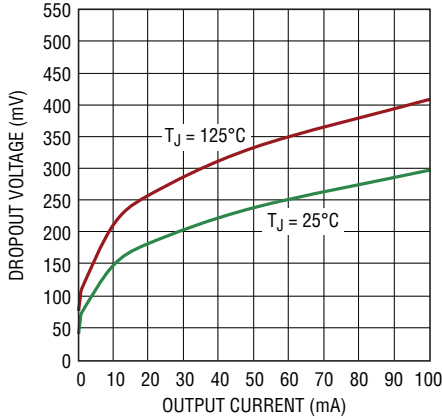
**Note 14:** 損失電圧仕様はDFNパッケージに対して保証されている。製造テスト上の制限のため、TS8パッケージについては高出力電流時の損失電圧仕様を保証することができない。

**Note 15:** ロード・レギュレーション仕様はDFNパッケージの固定電圧オプションに対して保証されている。製造テスト上の制限のため、TS8パッケージの固定電圧オプションについてはロード・レギュレーション仕様を保証することができない。TS8パッケージは、ADJピンをOUTピンに接続した状態でLT3060の可変出力電圧バージョンと同様にテストされる。

# LT3060シリーズ

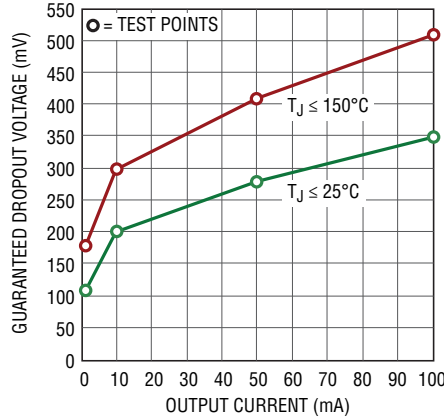
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

標準損失電圧



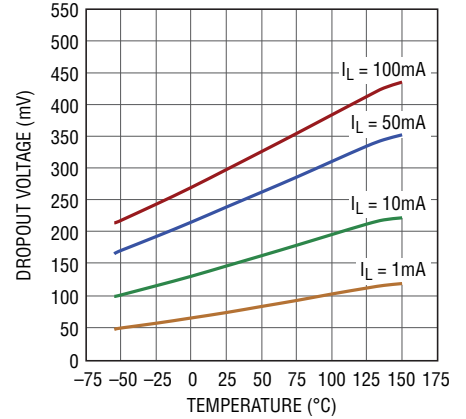
3060 G01

保証された損失電圧



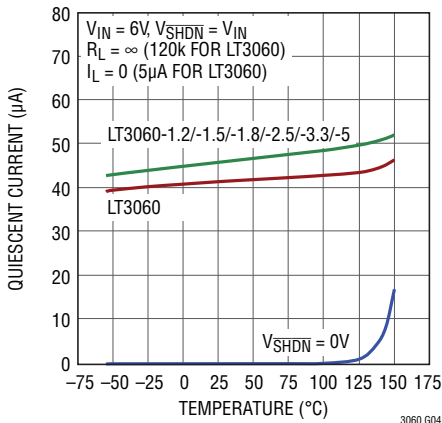
3060 G02

損失電圧



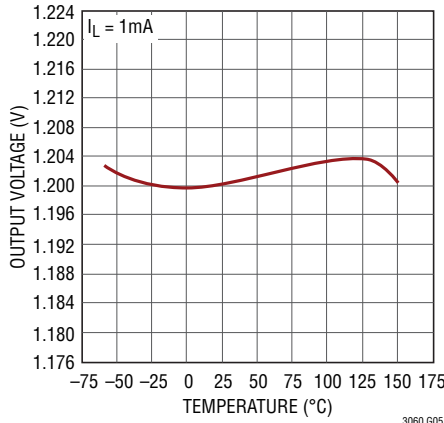
3060 G03

消費電流



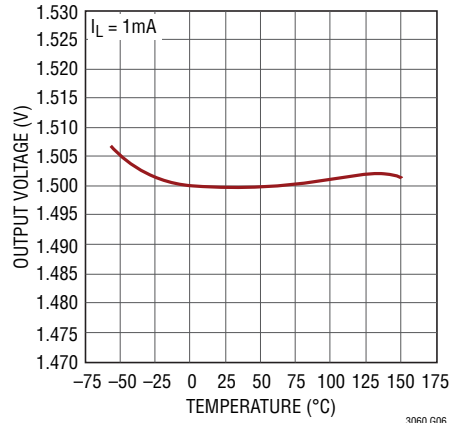
3060 G04

LT3060-1.2の出力電圧



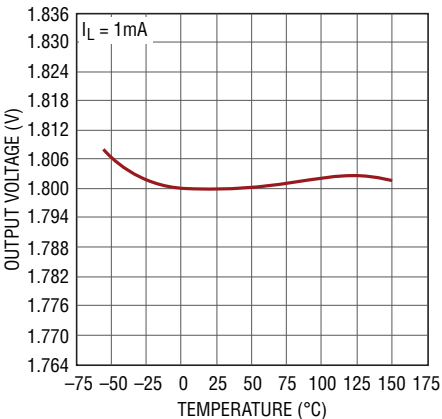
3060 G05

LT3060-1.5の出力電圧



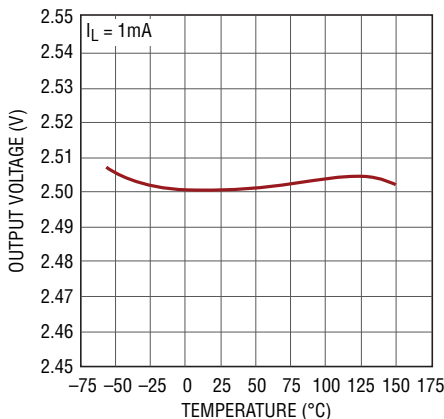
3060 G06

LT3060-1.8の出力電圧



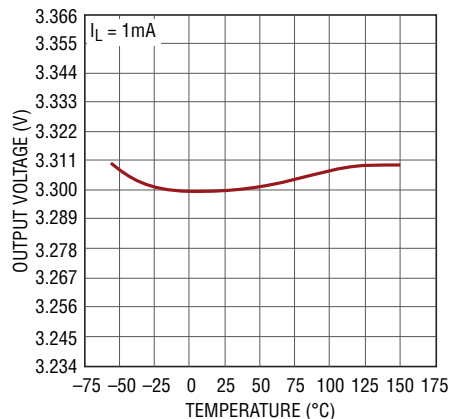
3060 G07

LT3060-2.5の出力電圧



3060 G08

LT3060-3.3の出力電圧



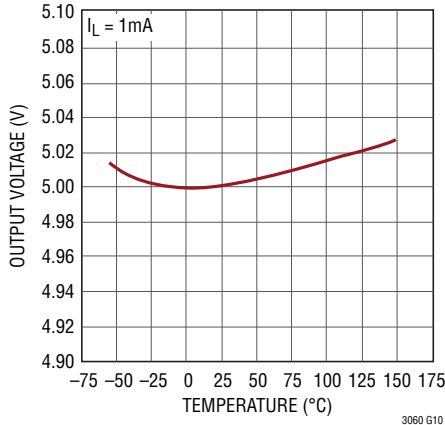
3060 G09

3060fb

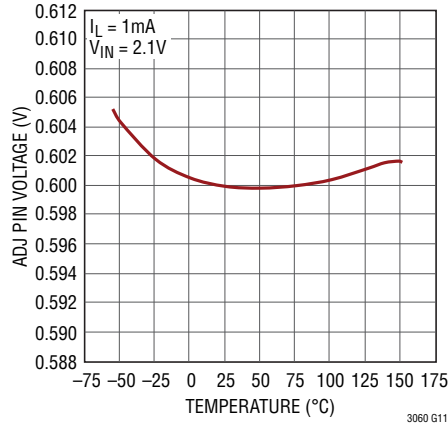


## 標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

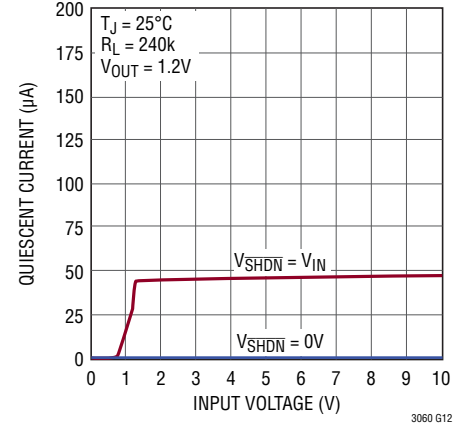
### LT3060-5の出力電圧



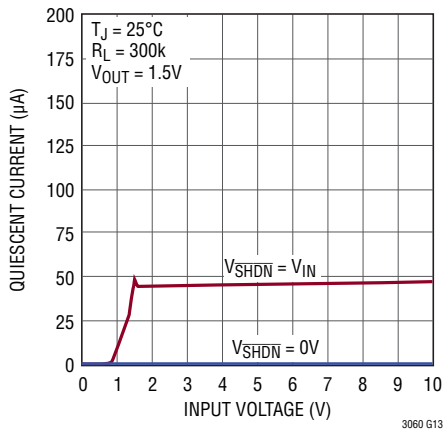
### LT3060のADJピン電圧



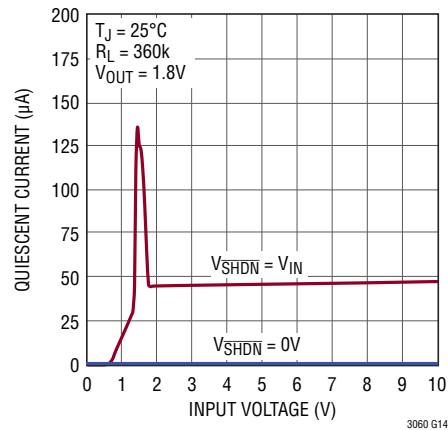
### LT3060-1.2の消費電流



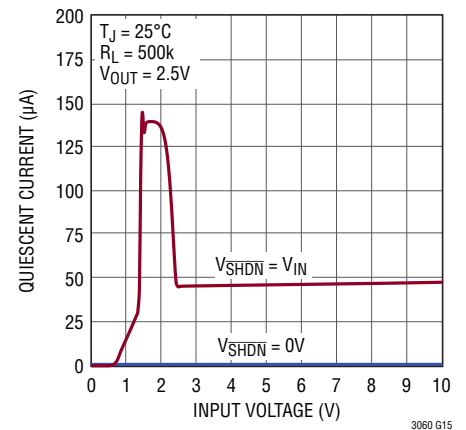
### LT3060-1.5の消費電流



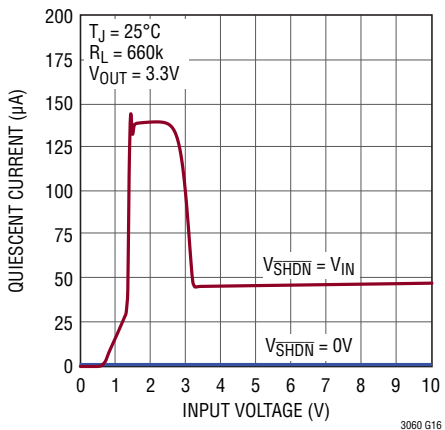
### LT3060-1.8の消費電流



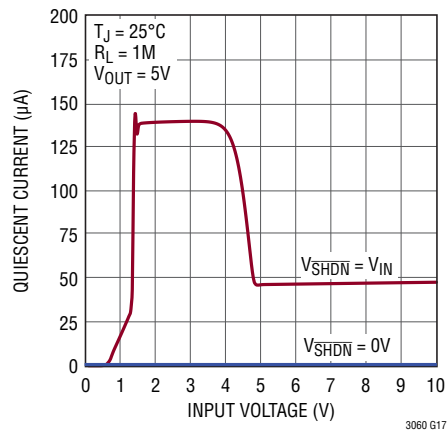
### LT3060-2.5の消費電流



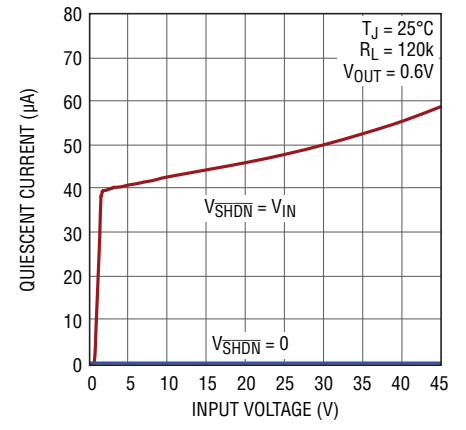
### LT3060-3.3の消費電流



### LT3060-5の消費電流



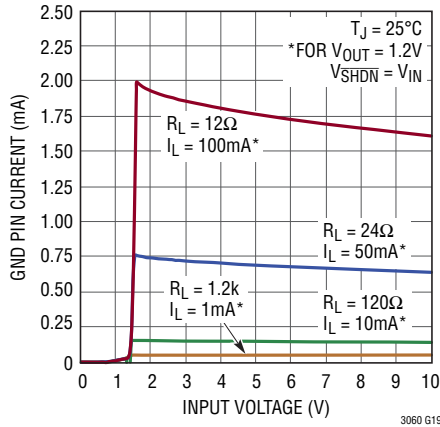
### LT3060の消費電流



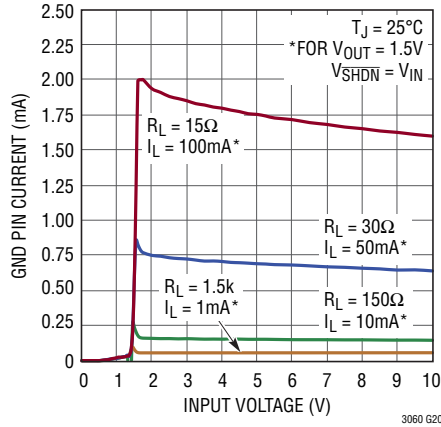
# LT3060シリーズ

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

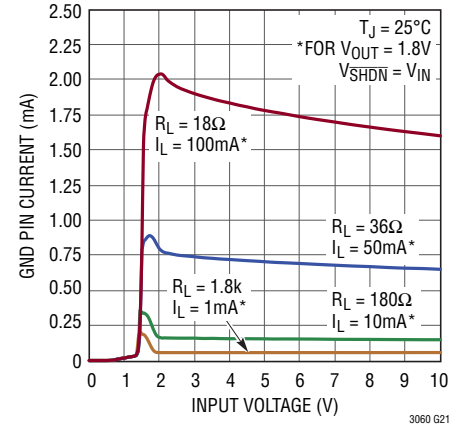
LT3060-1.2のGNDピン電流



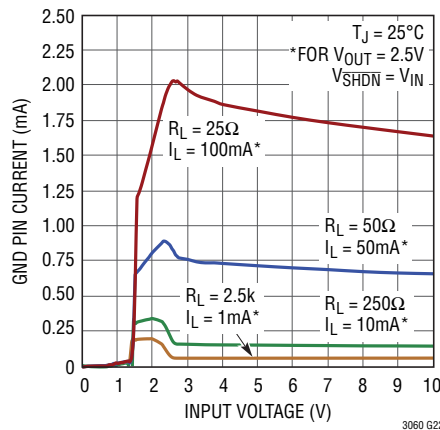
LT3060-1.5のGNDピン電流



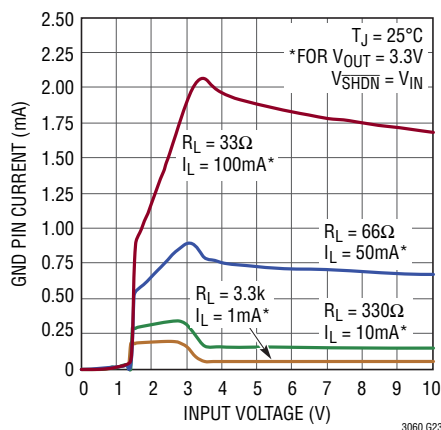
LT3060-1.8のGNDピン電流



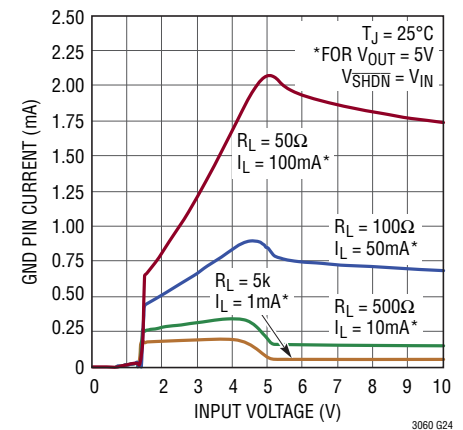
LT3060-2.5のGNDピン電流



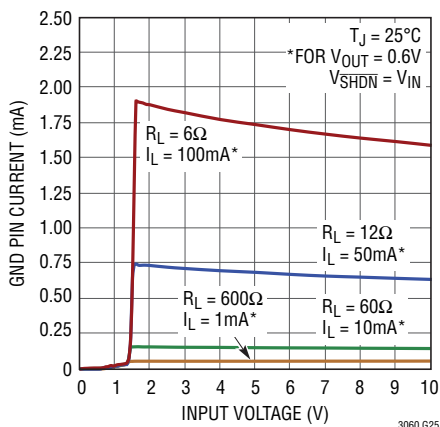
LT3060-3.3のGNDピン電流



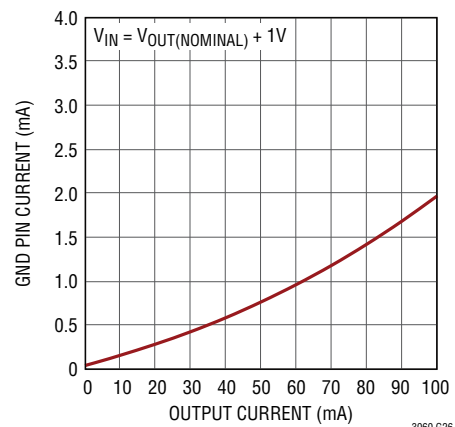
LT3060-5のGNDピン電流



LT3060のGNDピン電流

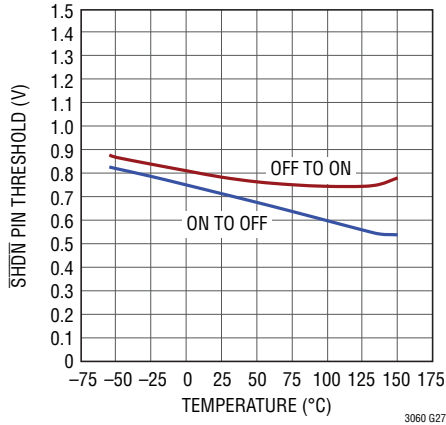


GNDピン電流と $I_{LOAD}$

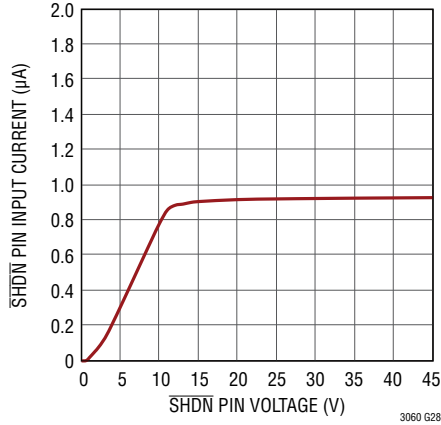


## 標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

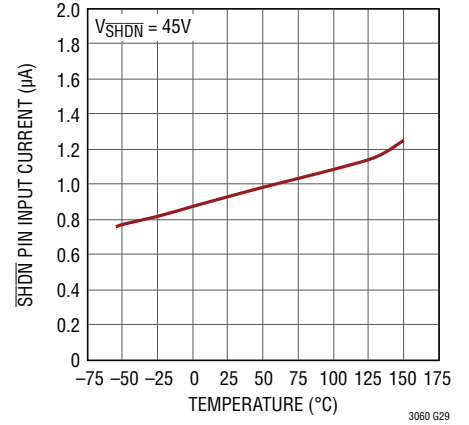
SHDN ピンのスレッシュホールド



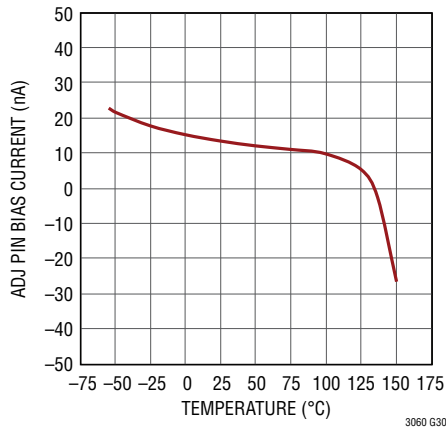
SHDN ピンの入力電流



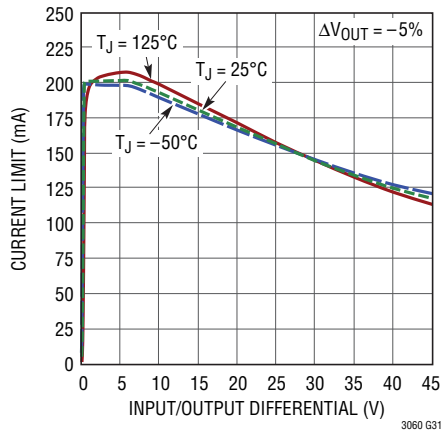
SHDN ピンの入力電流



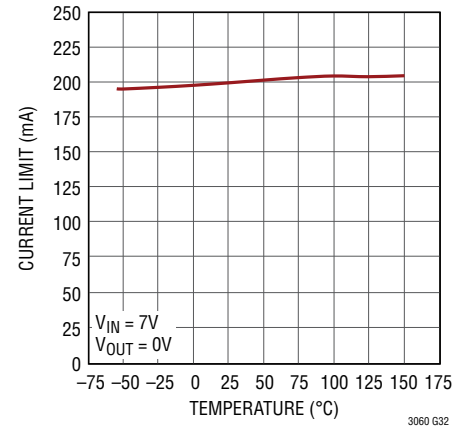
ADJピンのバイアス電流



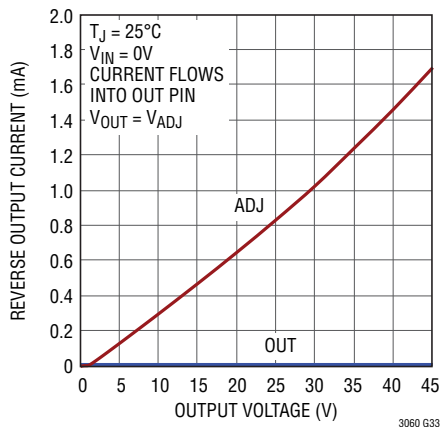
電流制限と  $V_{IN}-V_{OUT}$



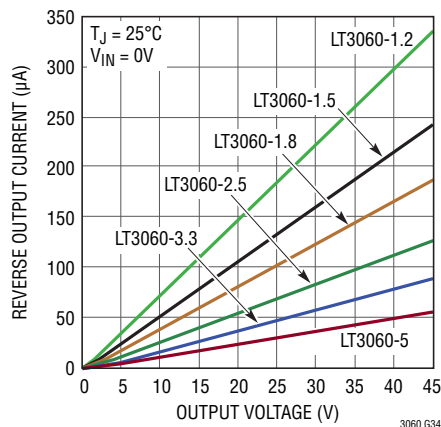
電流制限と温度



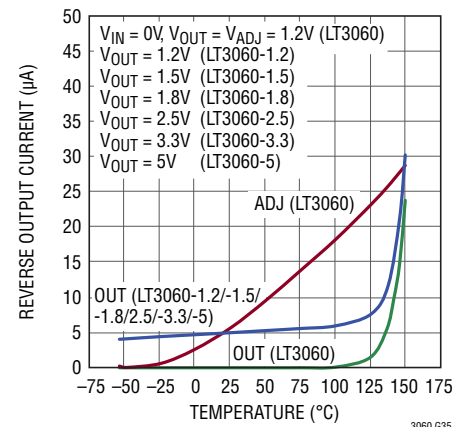
LT3060の逆出力電流



LT3060-1.2/-1.5/-1.8/-2.5/-3.3/-5の逆出力電流



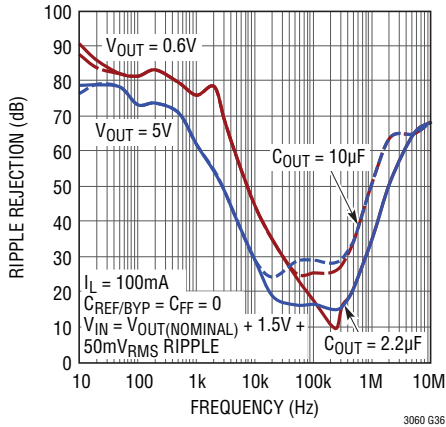
逆出力電流



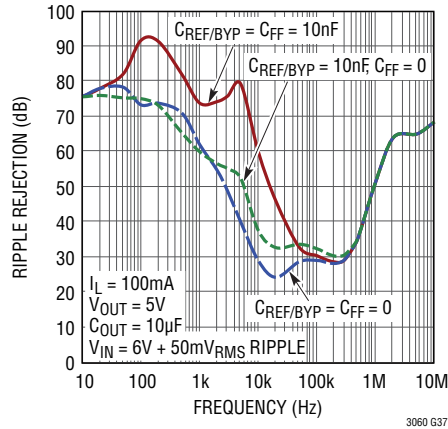
# LT3060シリーズ

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

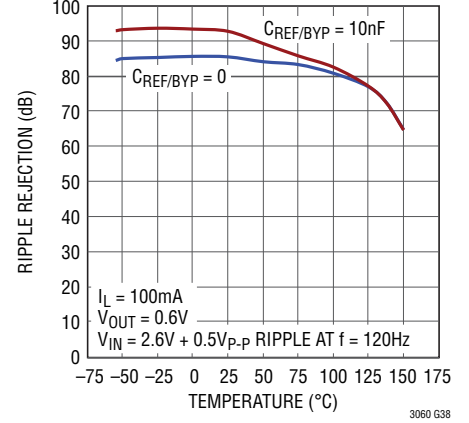
入力リップル除去比



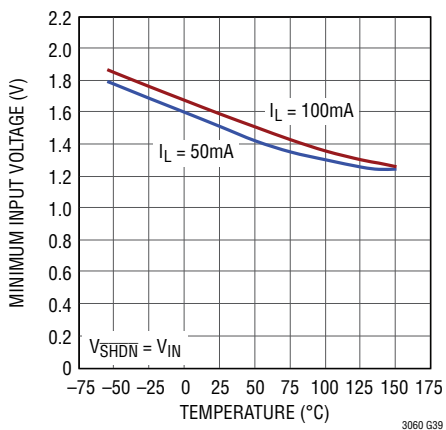
LT3060-5の入力リップル除去比



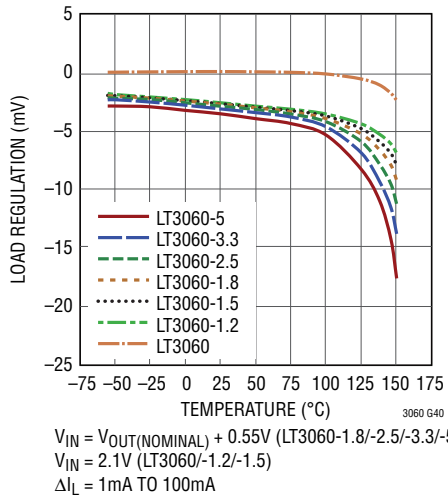
リップル除去比と温度



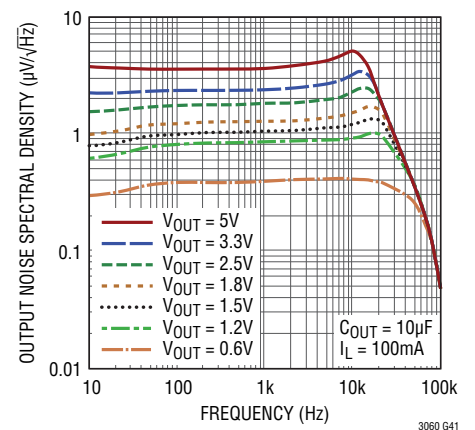
最小入力電圧



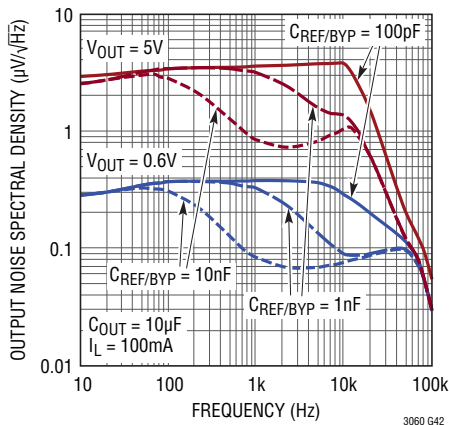
ロードレギュレーション



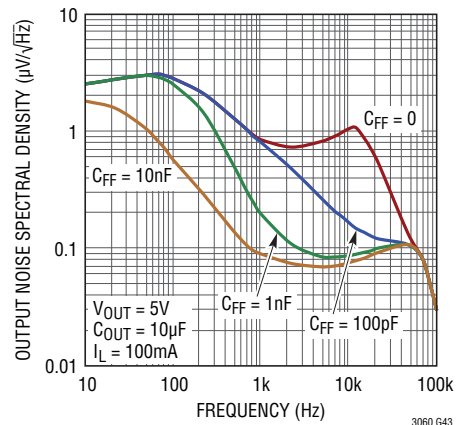
出力ノイズのスペクトル密度 (CREF/BYP = 0, CFF = 0)



出力ノイズのスペクトル密度と CREF/BYP (CFF = 0)

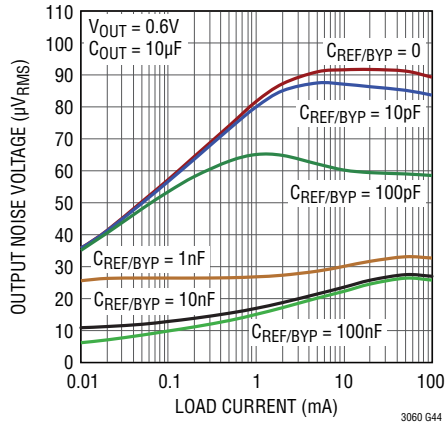


出力ノイズのスペクトル密度と CFF (CREF/BYP = 10nF)

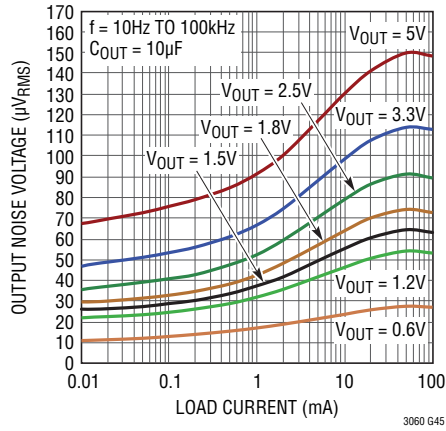


標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

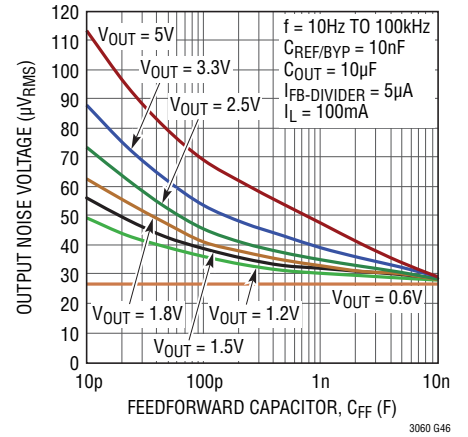
RMS 出カノイズ、負荷電流、 $C_{\text{REF/BYP}}$  の関係 ( $C_{\text{FF}} = 0$ )



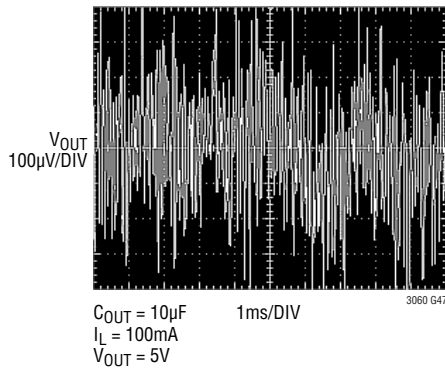
RMS 出カノイズと負荷電流 ( $C_{\text{REF/BYP}} = 10\text{nF}$ ,  $C_{\text{FF}} = 0$ )



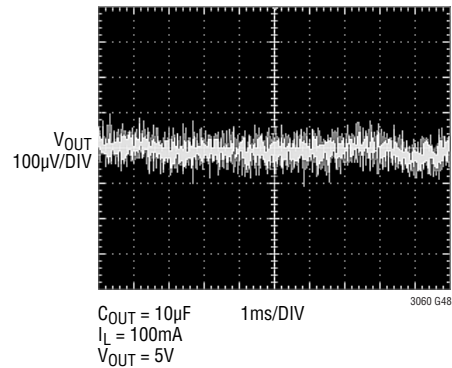
RMS 出カノイズとフィードフォワード・コンデンサ ( $C_{\text{FF}}$ )



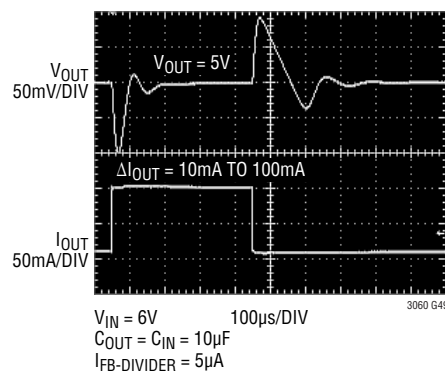
LT3060-5 の 10Hz ~ 100kHz の出カノイズ ( $C_{\text{REF/BYP}} = 10\text{nF}$ ,  $C_{\text{FF}} = 0$ )



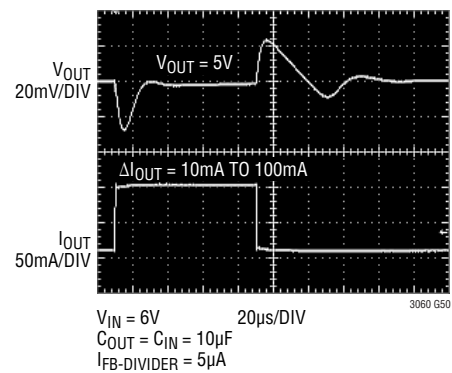
LT3060-5 の 10Hz ~ 100kHz の出カノイズ ( $C_{\text{REF/BYP}} = 10\text{nF}$ ,  $C_{\text{FF}} = 10\text{nF}$ )



LT3060-5 の過渡応答 ( $C_{\text{FF}} = 0$ )



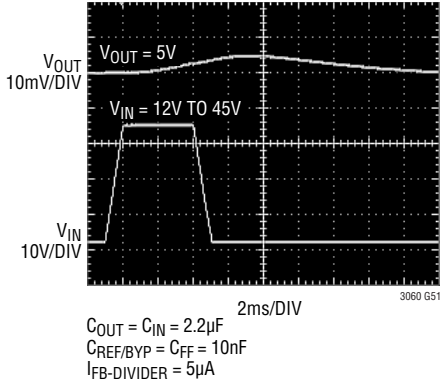
LT3060-5 の過渡応答 ( $C_{\text{FF}} = 10\text{nF}$ )



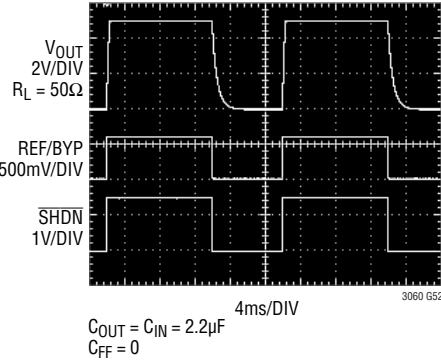
# LT3060シリーズ

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

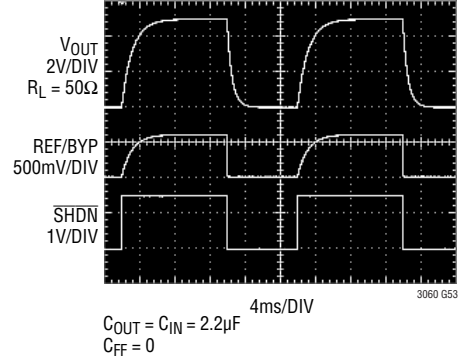
LT3060-5 の過渡応答(負荷遮断)



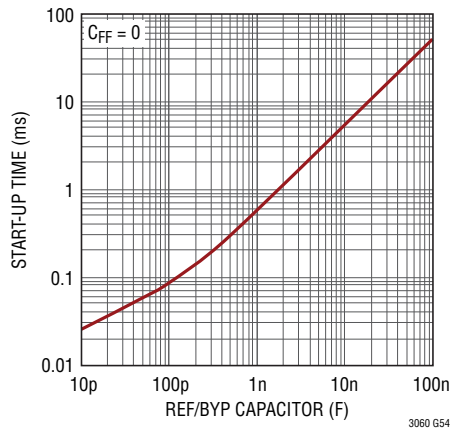
SHDN の過渡応答 ( $C_{REF/BYP} = 0$ )



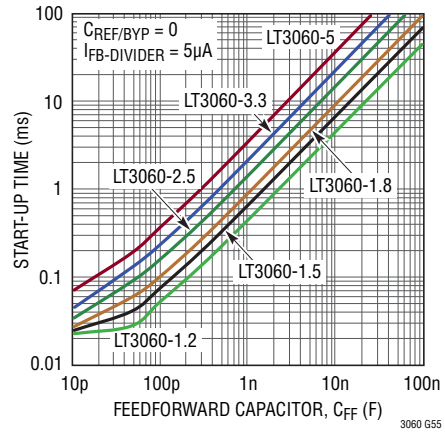
SHDN の過渡応答 ( $C_{REF/BYP} = 10\text{nF}$ )



起動時間と  
REF/BYPのコンデンサ



起動時間と  $C_{FF}$



## ピン機能 (DC8/TS8)

**REF/BYP (ピン1/ピン8) :** リファレンス/バイパス。このピンからGNDに1個のコンデンサを接続することにより、LT3060のリファレンス・ノイズをバイパスしてリファレンスをソフトスタートします。通常、10nFのバイパス・コンデンサにより、10Hz～100kHzの帯域幅で出力電圧ノイズを $30\mu\text{V}_{\text{RMS}}$ まで低減します。ソフトスタート時間はREF/BYPのコンデンサの値に正比例します。LT3060がシャットダウン状態になると、内部素子によってREF/BYPがアクティブに“L”に引き下げられてソフトスタートがリセットされます。低ノイズ動作もソフトスタート動作も不要な場合には、このピンをフロート状態(未接続)のままにする必要があります。このピンをアクティブな回路でドライブしないでください。

**ADJ (ピン2/ピン7) :** 調整。このピンはエラーアンプの反転端子です。標準15nAのバイアス電流がこのピンから流れ出します(「標準的性能特性」のセクションの「ADJピンのバイアス電流と温度」の曲線を参照)。ADJピンの電圧はグラウンドを基準にして600mVです。

ADJからOUTにコンデンサを接続すると600mVより高い出力電圧で出力ノイズが減少し、過渡応答が改善されます。フィードフォワード・コンデンサの値の計算については、「アプリケーション情報」のセクションを参照してください。固定電圧バージョンのLT3060では、低ノイズと高速過渡応答が必要ない場合、このピンをフロート状態(未接続)のままにしておく必要があります。

**OUT (ピン3、4/ピン6) :** 出力。これらのピンは負荷に電力を供給します。安定させるには、最小2.2 $\mu\text{F}$ のセラミック出力コンデンサを使って発振を防ぐ必要があります。負荷過渡が大きいアプリケーションでは、ピーク過渡電圧を制限するために大きな出力コンデンサが必要です。過渡応答と逆出力特性の詳細については「アプリケーション情報」のセクションを参照してください。許容出力電圧範囲は600mV～44.5Vです。

**IN (ピン5、6/ピン5) :** 入力。これらのピンはデバイスに電力を供給します。LT3060が主入力フィルタ・コンデンサから6インチ以上離れている場合は、INにローカルのバイパス・コンデンサが必要です。一般に、バッテリーの出力インピーダンスは周波数とともに増加するので、バッテリー駆動の回路にはバイパス・コンデンサを追加することを推奨します。

通常は1 $\mu\text{F}$ ～10 $\mu\text{F}$ の範囲の入力バイパス・コンデンサで十分です。LT3060は、グラウンドとOUTピンに対するINピンの逆電圧に耐えるように設計されています。バッテリーを逆に差し込んだ場合などの逆入力状態では、LT3060はその入力に大きな抵抗が直列に接続されているかのように動作します。LT3060に流れ込む逆電流は制限され、負荷に逆電圧が加わることもありません。デバイスは自己と負荷を保護します。

**SHDN (ピン7/ピン1) :** シャットダウン。SHDNピンを“L”にすると、LT3060は低消費電力状態になり出力をオフします。SHDNピンは、ロジックまたはプルアップ抵抗付きのオープンコレクタ/オープンドレインでドライブします。この抵抗は、オープンコレクタ/オープンドレイン・ロジックのプルアップ電流(通常数マイクロアンペア)とSHDNピン電流(標準で3 $\mu\text{A}$ 以下)を供給します。SHDNピンを使用しない場合は、VINに接続します。SHDNピンが接続されていないと、LT3060は動作しません。SHDNピンは、INピンに接続されていない限りGNDより低い電圧にドライブすることはできません。INに電力が供給されている間にSHDNピンがGNDより低い電圧にドライブされると、出力がオンすることがあります。SHDNピンのロジックは負電源電圧を基準にすることはできません。

**GND (ピン8、露出パッド・ピン9/ピン2、3、4) :** グラウンド。可変出力電圧バージョンのLT3060で最適なレギュレーションを実現するには、出力電圧を設定する外付け抵抗分圧器の下側をGNDに直接接続します。DFNパッケージでは、露出パッドのピン9をピン8とPC基板のグラウンドに直接接続します。このように露出パッドをPC基板のグラウンドに接続すれば、熱性能が向上します。熱に関する検討事項と接合部温度の計算については、「アプリケーション情報」のセクションを参照してください。

# LT3060シリーズ

## アプリケーション情報

LT3060シリーズは、マイクロパワー、低ノイズ、低損失電圧の100mA リニア・レギュレータで、シャットダウン機能を備えています。このデバイスは300mVの標準損失電圧で最大100mAを供給し、1.6V～45Vの入力電圧範囲で動作します。

1個の外付けコンデンサにより、リファレンスの低ノイズ性能と出力ソフトスタート機能をプログラム可能です。たとえば、REF/BYPピンからGNDに10nFのコンデンサを接続すると、10Hz～100kHzの帯域幅にわたって出力ノイズが30μV<sub>RMS</sub>まで減少します。また、このコンデンサはリファレンスをソフトスタートして、ターンオン時の出力電圧のオーバーシュートを防止します。

LT3060の消費電流は可変出力電圧バージョンでわずか40μA、固定電圧バージョンでも45μAであり、最小2.2μFの低ESRセラミック出力コンデンサを使用して高速過渡応答を実現できます。シャットダウン時には消費電流は1μAを下回り、リファレンス・ソフトスタート・コンデンサはリセットされます。

LT3060レギュレータは、低ESRのセラミック出力コンデンサで安定性と過渡応答を最適化します。このシリーズのレギュレータでは、他のレギュレータのようにESRを追加する必要はありません。LT3060の可変出力電圧バージョンは、標準で0.1%のライン・レギュレーションと0.03%のロード・レギュレーションを提供します。固定電圧バージョンでは、出力に直列な標準20mΩの抵抗によってロード・レギュレーションがわずかに増加します。ロード・レギュレーションのグラフは「標準的性能特性」のセクションに記載されています。

内部保護回路には、逆バッテリー保護、逆出力保護、逆電流保護、フォールドバック付き電流制限、サーマル・シャットダウンなどの機能があります。

このように万全な保護機能により、バッテリー駆動システムでの使用に最適です。バックアップ・バッテリーによって出力が保たれ、入力グラウンドに引き下げられるバッテリー・バックアップのアプリケーションでは、LT3060は、出力に直列にダイオードが接続されているかのように動作して、逆電流が流れないようにします。さらに、レギュレータの負荷が負電源に戻される両電源のアプリケーションでは、出力をグラウンドより最大45V下げることができ、デバイスはこの状態でも正常に起動して動作します。

## 可変動作

LT3060の可変出力電圧バージョンの出力電圧範囲は0.6V～44.5Vです。出力電圧は、図1に示すように、2本の外付け抵抗の比によって設定されます。このデバイスは出力をサーボ制御して、ADJピンの電圧をグラウンドを基準にして0.6Vに保ちます。その結果、R1の電流は0.6V/R1に等しい値になり、R2の電流はR1の電流からADJピンのバイアス電流を差し引いた値になります。25°Cで15nAのADJピンのバイアス電流は、ADJピンからR1を介してGNDに流れます。図1の式を使って出力電圧を計算します。ADJピンのバイアス電流によって生じる出力電圧の誤差を最小限に抑えるため、R1の値が124kより大きくならないようにして最小5μAの負荷電流を確保します。シャットダウン状態では出力がオフし、分圧器の電流がゼロになることに注意してください。「ADJピンの電圧と温度」および「ADJピンのバイアス電流と温度」の曲線が「標準的性能特性」のセクションに示されています。

可変出力電圧バージョンのデバイスは、ADJピンをOUTピンに接続してV<sub>OUT</sub> = 0.6Vの状態でもテストされ、仕様が規定されています。0.6Vより高い出力電圧での仕様は、望みの出力電圧と0.6Vの比(V<sub>OUT</sub>/0.6V)に比例します。たとえば、1mAから100mAへの出力電流の変化に対するロード・レギュレーションは、V<sub>OUT</sub> = 0.6Vで0.2mV(標準)になります。V<sub>OUT</sub> = 12Vでのロード・レギュレーションは次のようになります。

$$\frac{12V}{0.6V} \cdot (0.2mV) = 4mV$$

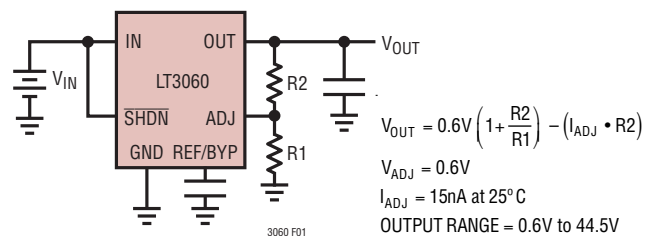


図1. 可変動作



## アプリケーション情報

いくつかの一般的な出力電圧に対する、抵抗分圧器の電流が約5μAの場合の、1%抵抗を使った分圧器の値を表1に示します。

表1. 出力電圧および抵抗分圧器の値

V <sub>OUT</sub> (V)	R1 (kΩ)	R2 (kΩ)
1.2	118	118
1.5	121	182
1.8	124	249
2.5	115	365
3	124	499
3.3	124	562
5	115	845

### バイパス容量、出力電圧ノイズおよび過渡応答

LT3060レギュレータでは、REF/BYPピンからGNDにリファレンス・バイパス・コンデンサ(C<sub>REF/BYP</sub>)を追加することにより、全負荷での動作時の10Hz～100kHzの帯域幅にわたる出力電圧ノイズが小さくなります。高品質で低リークのコンデンサを推奨します。このコンデンサはレギュレータの内部リファレンスをバイパスして、低周波数のノイズ・ポールを形成します。C<sub>REF/BYP</sub>に10nFを使用すると、出力電圧が0.6Vに設定されたときの出力電圧ノイズがわずか30μV<sub>RMS</sub>まで減少します。C<sub>REF/BYP</sub>だけを使用する場合、帰還抵抗分圧器を使って出力電圧を高くすると、それに応じて出力電圧ノイズが増大します。

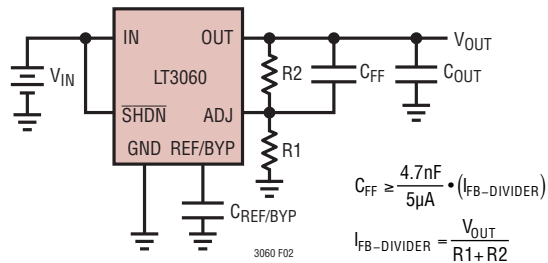


図2. 高速過渡応答のためのフィードフォワード・コンデンサ

より高い出力電圧で出力電圧ノイズを減少させるには、V<sub>OUT</sub>からADJピンにフィードフォワード・コンデンサ(C<sub>FF</sub>)を追加します。高品質で低リークのコンデンサを推奨します。このコンデンサはレギュレータのエラーアンプをバイパスして、低周波数のノイズ・ポールを形成します。C<sub>FF</sub>とC<sub>REF/BYP</sub>の両方に10nFを使用すると、電流が5μAの帰還抵抗分圧器によって出力電圧が5Vに設定されたときの出力電圧ノイズが30μV<sub>RMS</sub>まで減少します。帰還抵抗分圧器の電流が2倍になった場合、同等のノイズ特性を達成するにはC<sub>FF</sub>も2倍にする必要があります。

回路のレイアウトとテストに関して注意を払わないと、多くの場合さらに大きな出力電圧ノイズが測定されます。近くのトレースからのクロストークによって、望ましくないノイズがLT3060の出力に誘起されます。電源のリップル除去も考慮する必要があります。LT3060レギュレータの電源除去能力は無限ではないので、入力ノイズの小部分が出力に達します。

V<sub>OUT</sub>からADJピンにフィードフォワード・コンデンサ(C<sub>FF</sub>)を使用すると、0.6Vより高い出力電圧での過渡応答が改善されるという利点があります。フィードフォワード・コンデンサを使用しない場合、出力電圧が0.6Vより高くなるとセトリング時間が長くなります。図2の式を使って、選択された出力電圧に関係なく、0.6Vの出力電圧特性と同等の過渡応答を達成するためのC<sub>FF</sub>の最小値を決定します(図3と「標準的性能特性」のセクションの過渡応答を参照)。

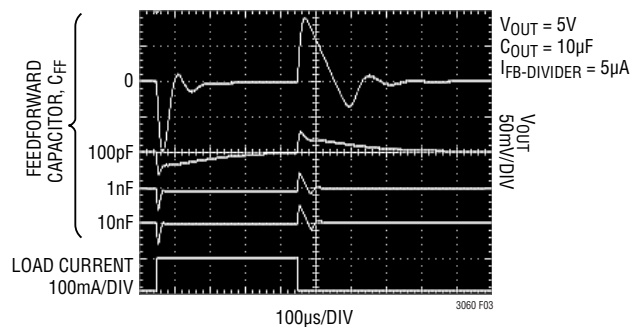


図3. 過渡応答とフィードフォワード・コンデンサ

## アプリケーション情報

リファレンス・バイパス・コンデンサが接続されていると、起動時に内部リファレンスがソフトスタートします。レギュレータの起動時間はバイパス・コンデンサの容量に正比例し、バイパス・コンデンサが10nFのとき6msまで長くなります(「標準的性能特性」のセクションの「起動時間とREF/BYPのコンデンサ」を参照)。シャットダウン時には、リファレンス・バイパス・コンデンサがアクティブに“L”に引き下げられて内部リファレンスがリセットされます。

起動時間はフィードフォワード・コンデンサの接続によっても影響されます。起動時間はフィードフォワード・コンデンサの容量と出力電圧に正比例し、帰還抵抗分圧器の電流に反比例するので、電流が5 $\mu$ Aの帰還抵抗分圧器によって5Vに設定される出力電圧の場合、4.7nFのフィードフォワード・コンデンサと10 $\mu$ Fの出力コンデンサを使用すると15msまで長くなります。

### 出力容量

LT3060レギュレータは広範な出力コンデンサで安定します。出力コンデンサのESRは、特に小容量のコンデンサの場合、安定性に悪影響を与えます。発振を防ぐため、ESRが3 $\Omega$ 以下の最小2.2 $\mu$ Fの出力コンデンサを使用してください。出力電圧を24Vより高い電圧に設定するのにフィードフォワード・コンデンサが使用されている場合、最小4.7 $\mu$ Fの出力コンデンサを使用してください。LT3060はマイクロパワー・デバイスであり、出力負荷過渡応答は出力容量に応じて変化します。

出力容量の値を大きくすると、ピーク偏差が減少し、負荷電流の変動が大きい場合でも過渡応答が改善されます。LT3060によって電力を供給される個々の部品のデカップリングに使用されるバイパス・コンデンサにより、出力コンデンサの実効値が増加します。負荷電流過渡が大きなアプリケーションでは、多くの場合、バルクのタンタル・コンデンサと低ESRのセラミック・コンデンサを並列接続することによって最適に減衰された応答が得られます。

セラミック・コンデンサを使用する際には、特に注意が必要です。セラミック・コンデンサは様々な誘電体を使用して製造されており、それぞれ温度や印加される電圧によって動作が異なります。最も一般的な誘電体は、Z5U、Y5V、X5R、X7RのEIA温度特性コードで規定されています。Z5UとY5Vの誘電体は小型のパッケージで高C-V積を低コストで実現していますが、図4と図5に示すように、電圧係数と温度係数が大きくなります。5Vのレギュレータに使用する場合、16V 10 $\mu$ FのY5Vコンデンサは、印加されたDCバイアス電圧と動作温度範囲で1 $\mu$ F～2 $\mu$ Fの小さな実効値になる可能性があります。X5RとX7Rの誘電体を使用すると、はるかに安定した特性になり、これらは出力コンデンサとしての使用により適しています。

X7Rタイプはより広い温度範囲にわたって動作し、温度安定性が優れており、X5Rタイプは安価で大きな値のものが入手可能です。X5RやX7Rのコンデンサを使用する場合でも注意する必要があります。X5RとX7Rのコードは動作温度範囲と

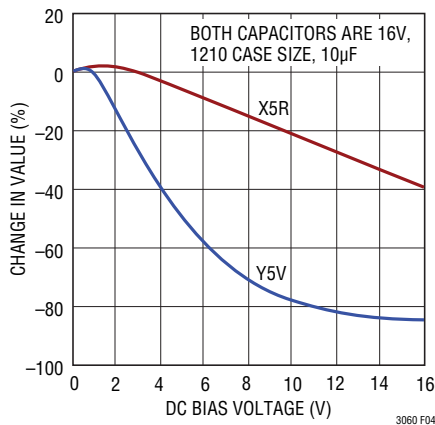


図4. セラミック・コンデンサのDCバイアス特性

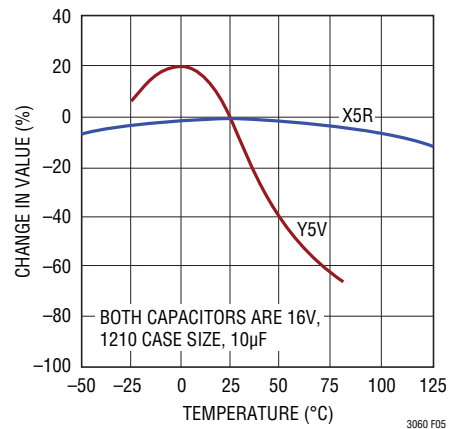


図5. セラミック・コンデンサの温度特性

## アプリケーション情報

全温度範囲での最大容量変化を規定しているだけです。X5RとX7RのコンデンサのDCバイアスによる容量変化はY5VやZ5Uのコンデンサに比べると小さいですが、それでもコンデンサの容量が適切なレベルを下回るほど変化することがあります。コンデンサのDCバイアス特性は部品のケース寸法が大きいほど向上する傾向がありますが、動作電圧での必要な容量を検証する必要があります。

電圧係数と温度係数だけが問題になるわけではありません。セラミック・コンデンサの中には圧電効果を示すものがあります。圧電デバイスは、圧電加速度計やマイクロホンの動作原理と同様、機械的応力によって端子間に電圧を発生します。セラミック・コンデンサでは、システムの振動や熱過渡によって応力が生じます。その結果発生した電圧によってかなりの大きさのノイズが生じます。セラミック・コンデンサを鉛筆で軽くたたくと図6の波形が生じます。同様な振動の発生により、出力電圧ノイズが増加したように見えることがあります。

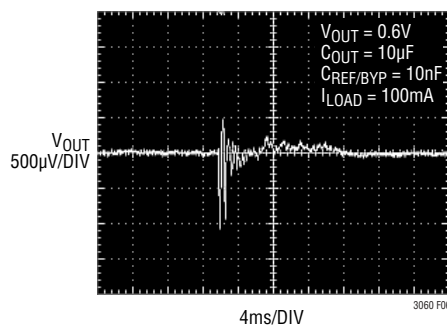


図6. セラミック・コンデンサを軽くたたくことにより生じるノイズ

### 過負荷からの回復

多くのICパワー・レギュレータと同様、LT3060は安全動作領域保護機能を備えています。安全動作領域保護機能により、入力-出力間の電圧が大きくなるにつれて電流制限が減少し、入力-出力間のすべての電圧値に対してパワー・トランジスタを安全動作領域内に保ちます。LT3060は、規定された45Vの最大動作電圧までの入力-出力間のすべての電圧値で、ある程度の出力電流を供給します。

最初に電源が印加される時、入力電圧が上昇して出力が入力に追随するので、レギュレータは非常に重い負荷で起動することができます。起動時に入力電圧が上昇しているときは入力-出力間の電圧差が小さいので、レギュレータは大きな出力

電流を供給することができます。入力電圧が高いと、出力の短絡状態が解消しても出力が回復しないという問題が生じる可能性があります。LT1083/LT1084/LT1085ファミリーやLT1764Aなどのレギュレータもこの現象を生じるので、LT3060に固有の問題ではありません。この問題は、入力電圧が高く出力電圧が低いときに重い出力負荷で生じます。よくある状況は、1)短絡状態が解消した直後、または、2)入力電圧が既にオンになっている状態からシャットダウン・ピンが“H”に引き上げられた場合です。負荷曲線は出力電流曲線と2点で交わり、この2点がレギュレータの安定した出力動作点になります。このように2つの交点があると、出力を回復するには入力電源を一度ゼロにしてから再度立ち上げる必要があります。

### 熱に関する検討事項

このデバイスの電力処理能力は最大定格接合部温度(LT3060E、LT3060Iで125°C、またはLT3060MP、LT3060Hで150°C)によって制限されます。デバイスによって消費される電力には以下の2つの要素があります。

1. 出力電流と入力-出力間の電圧差の積、つまり  $I_{OUT} \cdot (V_{IN} - V_{OUT})$ 、および
2. GNDピンの電流と入力電圧の積、つまり  $I_{GND} \cdot V_{IN}$

GNDピンの電流は「標準的性能特性」のセクションのGNDピン電流の曲線を使って求められます。電力損失は上記の2つの要素の和に等しくなります。

LT3060レギュレータは、過負荷状態でデバイスを保護する熱制限機能を備えています。通常の定常状態において、125°C(Eグレード、Iグレード)または150°C(MPグレード、Hグレード)の最大接合部温度を超えてはなりません。LT3060の近くに実装される他の熱源を含め、接合部から周囲までのすべての熱抵抗源について注意深く検討してください。

DFNパッケージのLT3060の下側にはリードフレームからダイアタッチメントまでの金属露出部分(1mm<sup>2</sup>)があります。このパッケージはダイの接合部からプリント回路基板の金属部分に直接熱を伝達し、最大動作接合部温度を制御できます。また、デュアルインラインのピン配置によって、金属部分をPCBの上面(部品面)のパッケージの端面を超えて延長することができます。この金属部分はPCBのGNDに接続してください。LT3060の複数のINピンとOUTピンもPCBに熱を分散するのに役立ちます。

# LT3060シリーズ

## アプリケーション情報

表面実装デバイスの場合、PC基板とその銅トレースの熱分散能力を利用してヒートシンクを実現します。銅ボード硬化材とメッキ・スルーホールもパワー・デバイスが発生する熱を分散することができます。

さまざまな基板寸法と銅面積に対する熱抵抗を表2と表3に示します。全ての測定は、静止空気中で、1オンスの切れ目のない内部プレーンと2オンスのトップ/ボトムの外側トレース・プレーンを有し、合計基板厚が1.6mmの4層FR-4ボードで行いました。4つの層は電気的に絶縁されており、サーマル・ビアはありません。PC基板の層、銅の重量、基板のレイアウト、およびサーマル・ビアは最終的な熱抵抗値に影響します。熱抵抗および高熱伝導率テスト基板に関する詳細については、JEDEC標準規格のJESD51、特にJESD51-12とJESD51-7を参照してください。熱抵抗を小さくするには、綿密かつ慎重なPC基板レイアウトを行うよう注意を払う必要があります。

表2. DCパッケージ、8ピンDFN

銅面積		基板面積 (mm <sup>2</sup> )	熱抵抗 (接合部-周囲間)
上面* (mm <sup>2</sup> )	裏面 (mm <sup>2</sup> )		
2500	2500	2500	48°C/W
1000	2500	2500	49°C/W
225	2500	2500	50°C/W
100	2500	2500	54°C/W
50	2500	2500	60°C/W

\* デバイスは上面に実装

表3. TS8パッケージ、8ピンTSOT-23

銅面積		基板面積 (mm <sup>2</sup> )	熱抵抗 (接合部-周囲間)
上面* (mm <sup>2</sup> )	裏面 (mm <sup>2</sup> )		
2500	2500	2500	57°C/W
1000	2500	2500	58°C/W
225	2500	2500	59°C/W
100	2500	2500	63°C/W
50	2500	2500	67°C/W

\* デバイスは上面に実装

## 接合部温度の計算

例：出力電圧2.5V、入力電圧範囲12V±5%、出力電流範囲0mA～50mA、最大周囲温度85°Cの場合、最大接合部温度はいくらになるでしょうか？

デバイスの電力損失は次のようになります。

$$I_{OUT(MAX)} \cdot (V_{IN(MAX)} - V_{OUT}) + I_{GND} \cdot V_{IN(MAX)}$$

ここで、

$$I_{OUT(MAX)} = 50\text{mA}$$

$$V_{IN(MAX)} = 12.6\text{V}$$

$$I(I_{OUT} = 50\text{mA}, V_{IN} = 12.6\text{V}) \text{ での } I_{GND} = 0.6\text{mA}$$

したがって、次のようになります。

$$P = 50\text{mA} \cdot (12.6\text{V} - 2.5\text{V}) + 0.6\text{mA} \cdot 12.6\text{V} = 0.513\text{W}$$

DFNパッケージを使用すると、熱抵抗の範囲は銅面積に従って48°C/W～60°C/Wの範囲になります(サーマル・ビアなし)。したがって、周囲温度を超える接合部温度の上昇分はおよそ次のようになります。

$$0.513\text{W} \cdot 54^\circ\text{C/W} = 27.8^\circ\text{C}$$

最大接合部温度は、最大周囲温度と周囲温度を超える接合部の最大上昇温度の和に等しく、次のようになります。

$$T_{JMAX} = 85^\circ\text{C} + 27.8^\circ\text{C} = 112.8^\circ\text{C}$$

## 保護機能

LT3060はいくつかの保護機能を備えているので、バッテリー駆動の回路に使用するのに最適です。電流制限や熱制限など、モノリシック・レギュレータに関連した通常の保護機能を備えているほか、このデバイスは逆入力電圧、逆出力電圧、出力から入力への逆電圧に対しても保護されています。

電流制限保護機能と熱過負荷保護機能が、出力の電流過負荷状態に対してデバイスを保護します。標準のサーマル・シャットダウン温度は165°Cです。通常動作では、125°C (LT3060E、LT3060I) または150°C (LT3060MP、LT3060H) の接合部温度を超えてはなりません。

## アプリケーション情報

LT3060のINピンは最大50Vの逆電圧に耐えます。デバイスに流れる電流は300 $\mu$ A以下(標準で50 $\mu$ A以下)に制限され、OUTに負電圧は出力されません。デバイスは、逆向きに差し込まれたバッテリーに対して自己と負荷の両方を保護します。

$\overline{\text{SHDN}}$ ピンは、INピンに接続されていない限りGNDより低い電圧にドライブすることはできません。INに電力が供給されている間に $\overline{\text{SHDN}}$ ピンがGNDより低い電圧にドライブされると、出力がオンすることがあります。 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンのロジックは負電源電圧を基準にすることはできません。

LT3060は出力がグランドより低い電圧に引き下げられても損傷を受けることはありません。入力がオープン状態のままか、または接地されていると、出力はグランドより50Vだけ下げることができます。出力からパス・トランジスタを介して電流が流出することはありません。ただし、出力電圧を設定する抵抗分圧器へ電流が流れますが、抵抗分圧器によって制限されます。電流は、分圧器の下側の抵抗とADJピンの内部クランプから分圧器の上側の抵抗を通して、OUTをグランドより低い電圧に引き下げている外部回路に流れます。入力が電圧源によって駆動されている場合、出力は電流制限能力に等しい電流をソースし、LT3060は熱制限によって自己を保護します。この場合、 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンをグランドに接続するとデバイスがオフし、出力からのソース電流が停止します。

LT3060は、50V未満であればADJピンをグランドより高くしても低くしても損傷を受けることはありません。可変出力電圧バージョンで入力がオープン状態または接地されている場合のADJピンは、グランドより低い電位にした時は1個のダイオードと直列に接続された大きな抵抗(標準30k)のように動作し、グランドより高い電位にした時は2個のダイオードと直列に接続された抵抗(30k)のように動作します。

バックアップ・バッテリーが必要な回路では、いくつかの異なる入力/出力状態が発生する可能性があります。入力をグランド電位にするか、ある中間の電圧にするか、またはオープン状態のままにすると、出力電圧がそのまま高く保持される可能性があります。出力に逆流する電流は図7および8に示すグラフに従います。

LT3060のINピンをOUTピンより低い電圧に強制するか、またはOUTピンをINピンより高い電圧にすると、入力電流は標準で1 $\mu$ A以下に減少します。この状態が生じるのは、LT3060の入力が放電した(低電圧)バッテリーに接続され、出力がバックアップ・バッテリーまたは補助レギュレータによって保持されている場合です。出力が入力を上回っても、 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンの状態は逆電流に影響を与えません。

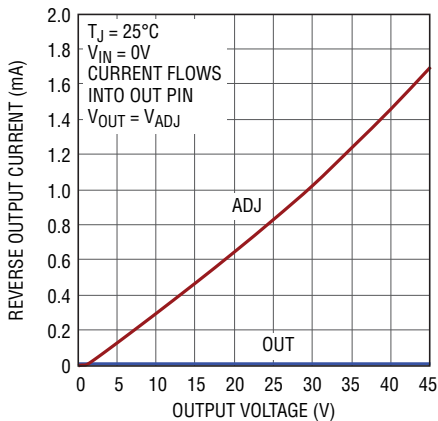


図7. LT3060の逆出力電流

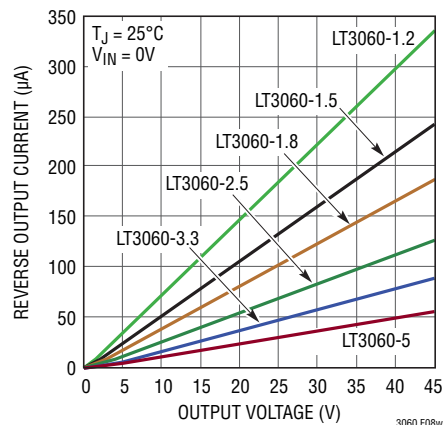
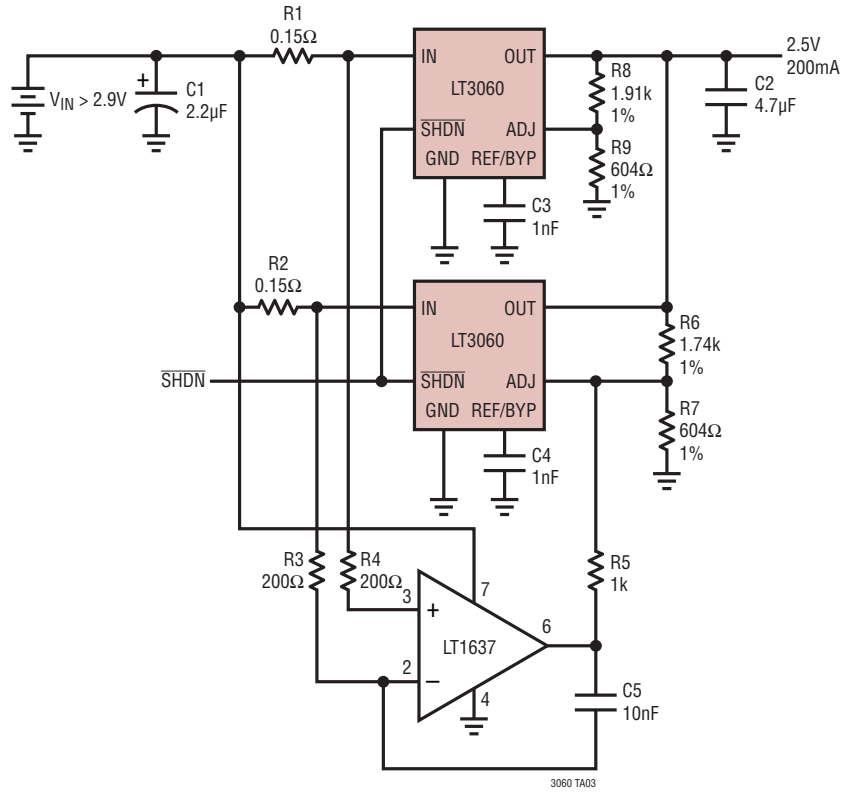


図8. LT3060-1.2/-1.5/-1.8/-2.5/-3.3/-5の逆出力電流

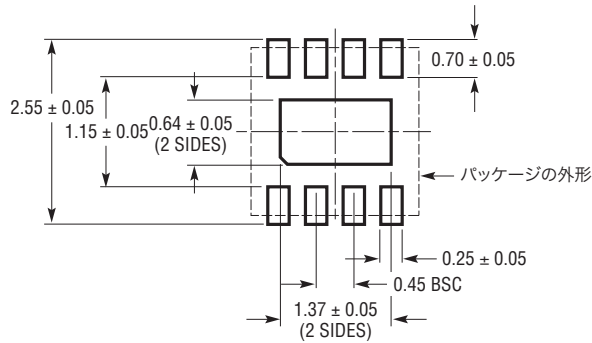
## 標準的応用例

出力電流を増大するためのレギュレータの並列接続

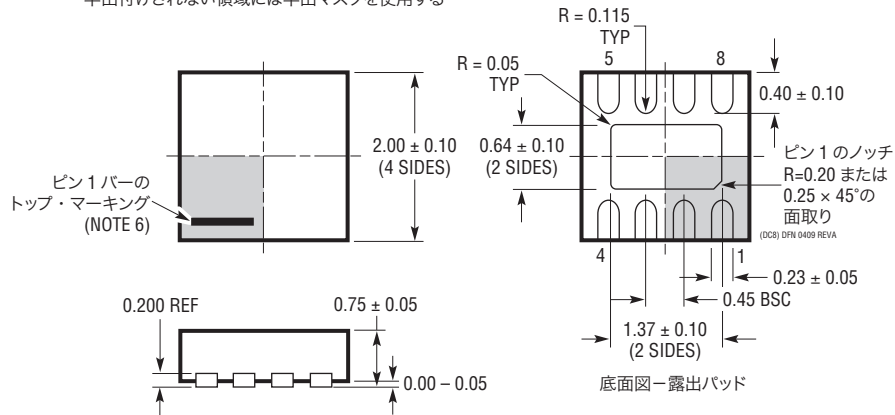


パッケージ

DCパッケージ  
8ピン・プラスチック DFN (2mm×2mm)  
(Reference LTC DWG # 05-08-1719 Rev A)



推奨する半田パッドのピッチと寸法  
半田付けされない領域には半田マスクを使用する



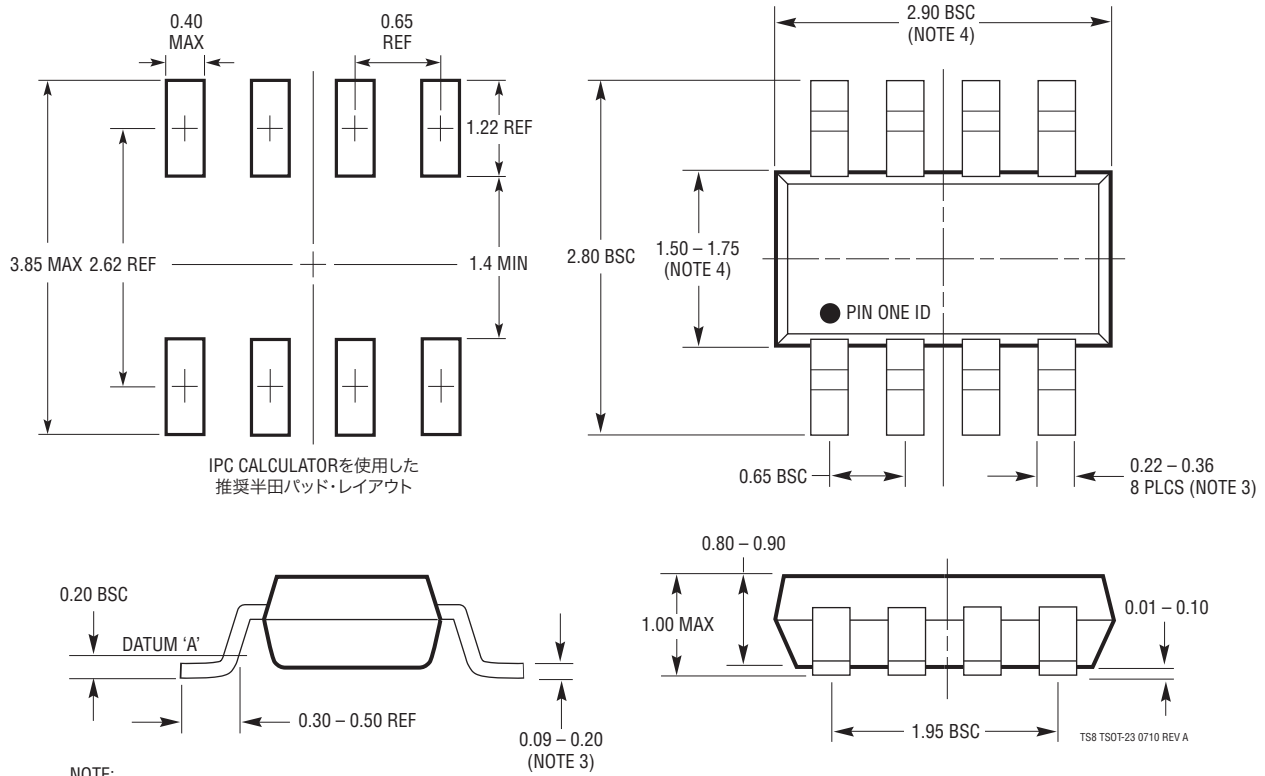
NOTE:

1. 図は JEDEC パッケージ外形とは異なる
2. 図は実寸とは異なる
3. すべ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. 網掛け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

# LT3060シリーズ

## パッケージ

### TS8 パッケージ 8ピン・プラスチックTSOT-23 (Reference LTC DWG # 05-08-1637 Rev A)



**NOTE:**

1. すべての寸法はミリメートル
2. 図は実寸とは異なる
3. 寸法にはメッキを含む
4. 寸法にはモールドのバリや金属のバリを含まない
5. モールドのバリは0.254mmを超えてはならない
6. JEDECパッケージの参照番号はM0-193である



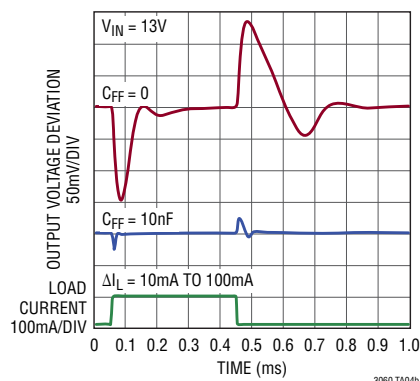
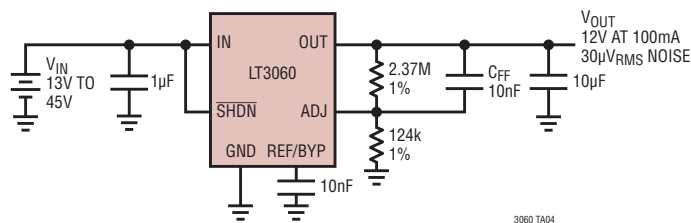
## 改訂履歴

REV	日付	概要	ページ番号
A	07/10	1.2V、1.5V、1.8V、2.5V、3.3V、および5Vの固定電圧オプションを追加	1～26
B	05/11	MPグレードの温度範囲を150°Cまで拡張 「アプリケーション情報」のセクションで、ADJピンのバイアス電流と逆出力電流のテスト条件を更新。	2～7 19、20

# LT3060シリーズ

## 標準的応用例

### 12V低ノイズレギュレータ



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1761	100mA、低ノイズLDO	損失電圧:300mV、低ノイズ:20µVRMS、VIN = 1.8V ~ 20V、ThinSOTパッケージ
LT1762	150mA、低ノイズLDO	損失電圧:270mV、低ノイズ:20µVRMS、VIN = 1.8V ~ 20V、MS8パッケージ
LT1763	500mA、低ノイズLDO	損失電圧:300mV、低ノイズ:20µVRMS、VIN = 1.8V ~ 20V、SO-8およびDFNパッケージ
LT1764/ LT1764A	3A、高速過渡応答、低ノイズLDO	損失電圧:340mV、低ノイズ:40µVRMS、VIN = 2.7V ~ 20V、TO-220パッケージおよびDDパッケージ、LT1764Aバージョンはセラミック・コンデンサでも安定
LT1962	300mA、低ノイズLDO	損失電圧:270mV、低ノイズ:20µVRMS、VIN = 1.8V ~ 20V、MS8パッケージ
LT1963/ LT1963A	1.5A、低ノイズ、高速過渡応答LDO	損失電圧:340mV、低ノイズ:40µVRMS、VIN = 2.5V ~ 20V、LT1963Aバージョンはセラミック・コンデンサで安定、TO-220、DD、SOT-223およびSO-8パッケージ
LT1964	200mA、低ノイズ、負電圧LDO	損失電圧:340mV、低ノイズ:30µVRMS、VIN = -1.8V ~ -20V、ThinSOTおよびDFNパッケージ
LT1965	1.1A、低ノイズ、低損失リニア・レギュレータ	損失電圧:310mV、低ノイズ:40µVRMS、VIN:1.8V ~ 20V、VOUT:1.2V ~ 19.5V、セラミック・コンデンサで安定、TO-220、DD-PAK、MSOPおよび3mm×3mm DFNパッケージ
LT3008	消費電流3µAの20mA、45VマイクロパワーLDO	損失電圧:300mV、低消費電流:3µA、VIN = 2.0V ~ 45V、VOUT:0.6V ~ 39.5V、ThinSOTおよび2mm×2mm DFN-6パッケージ
LT3009	消費電流3µAの20mAマイクロパワーLDO	損失電圧:280mV、低消費電流:3µA、VIN = 1.6V ~ 20V、DFNおよびSC70パッケージ
LT3050	高精度電流制限機能と診断機能を備えた100mA、低ノイズ、リニア・レギュレータ	損失電圧:340mV、低ノイズ:30µVRMS、VIN:1.6V ~ 45V、VOUT:0.6V ~ 44.5V、プログラム可能な高精度電流制限:±5%、プログラム可能な最小IOUT モニタ、出力電流モニタ、フォールト・インジケータ、逆バッテリー保護、逆出力保護、逆電流保護、12ピン3mm×2mm DFNおよびMSOPパッケージ
LT3080/ LT3080-1	1.1A、並列接続可能、低ノイズ、低損失リニア・レギュレータ	損失電圧:350mV(2電源動作)、低ノイズ:40µVRMS、VIN:1.2V ~ 36V、VOUT:0V ~ 35.7V、電流ベースのリファレンスにより1本の抵抗でVOUTを設定、直接並列接続可能(オペアンプ不要)、セラミック・コンデンサで安定、TO-220、SOT-223、MSOPおよび3mm×3mm DFNパッケージ、LT3080-1バージョンはバラスト抵抗を内蔵
LT3082	抵抗1本で調整可能な200mA、並列接続可能、低損失リニア・レギュレータ	出力を並列接続できるため、出力電流の増大または熱分散が可能、広い入力電圧範囲:1.2V ~ 40V、値の低い入力/出力コンデンサが必要:0.22µF、1本の抵抗で出力電圧を設定、SETピン電流の初期精度:1%、低出力ノイズ:40µVRMS(10Hz ~ 100kHz)、逆バッテリー保護、逆電流保護、8ピンSOT-23、3ピンSOT-223、および8ピン3mm×3mm DFNパッケージ
LT3085	500mA、並列接続可能、低ノイズ、低損失リニア・レギュレータ	損失電圧:275mV(2電源動作)、低ノイズ:40µVRMS、VIN:1.2V ~ 36V、VOUT:0V ~ 35.7V、電流ベースのリファレンスにより1本の抵抗でVOUTを設定、直接並列接続可能(オペアンプ不要)、セラミック・コンデンサで安定、MS8Eおよび2mm×3mm DFN-6パッケージ
LT3092	プログラム可能な200mA 2端子電流源	プログラム可能な2端子電流源、最大出力電流:200mA、広い入力電圧範囲:1.2V ~ 40V、抵抗比により出力電流を設定、SETピン電流の初期精度:1%、電流制限およびサーマル・シャットダウン保護、逆電圧保護、逆電流保護、8ピンSOT-23、3ピンSOT-223、および8ピン3mm×3mm DFNパッケージ

3060fb