

高精度の電流制限機能と 診断機能を備えた 500mAリニア・レギュレータ

特長

- 出力電流: 500mA
- ドロップアウト電圧: 350mV
- 入力電圧範囲: 1.8V ~ 45V
- プログラム可能な高精度電流制限: $\pm 10\%$
- 出力電流モニタ: I_{OUT} の 1/500
- プログラム可能な最小出力電流 (I_{OUT}) モニタ
- 温度モニタ: 10mV/°C
- FAULT インジケータ: 電流制限、熱制限、または
最小出力電流
- 低ノイズ: 25 μ V_{RMS} (10Hz ~ 100kHz)
- 可変出力 ($V_{REF} = V_{OUT(MIN)} = 0.6V$)
- 出力の許容誤差: 全負荷、入力、温度範囲で $\pm 2\%$
- 低ESRの出力セラミック・コンデンサ (3.3 μ F以上) で安定
- シャットダウン電流: <1 μ A
- バッテリ逆接続保護および熱制限保護
- 4mm×3mmの16ピンDFNパッケージおよびMSOPパッケージ

アプリケーション

- 保護回路付きのアンテナ電源
- 自動車用テレマティックス
- 産業用アプリケーション(トラック、フォークリフトなど)
- 高信頼性アプリケーション
- ノイズの影響を受けやすいRF電源またはDSP電源

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。

概要

LT[®]3055シリーズは、マイクロパワー、低ノイズ、低ドロップアウト電圧(LDO)のリニア・レギュレータです。このデバイスは350mVのドロップアウト電圧で500mAの出力電流を供給します。10nFのバイパス・コンデンサを接続することにより、出力ノイズは10Hz ~ 100kHzの帯域幅で25 μ V_{RMS}まで減少し、リファレンスはソフトスタートで起動します。LT3055は入力電圧定格が±45Vで、高精度の電流制限機能と診断機能を兼ね備えているので、堅牢で信頼性の高いアプリケーションに最適です。

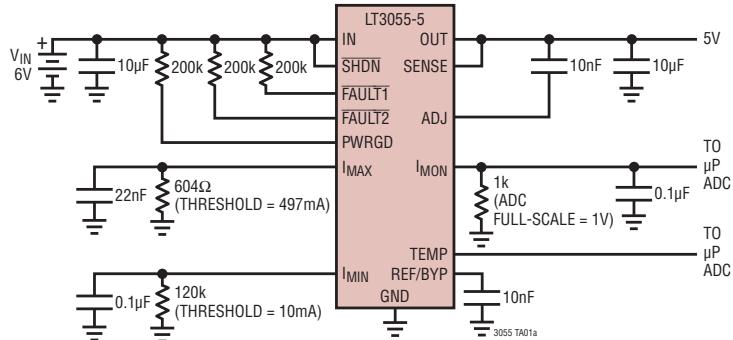
LT3055の電流制限値は、1本の抵抗により、広い入力電圧範囲および温度範囲にわたって±10%の精度で設定されます。LT3055の最小出力電流モニタは別の抵抗で設定され、開回路状態を検出するのに役立ちます。電流モニタ機能により、出力電流の1/500に相当する電流が流れ出します。LT3055が電流制限状態である場合(FAULT2)、最小出力電流より小さい電流で動作している場合(FAULT1)、または熱制限状態である場合(FAULT1とFAULT2の両方)、該当のロジック・フォルト・ピンは“L”にアサートされます。PWRGDは、出力のレギュレーション状態を示します。TEMPピンは、ダイ温度の平均値を示します。

LT3055は、低ESRのセラミック・コンデンサを使用して安定性とトランジエント応答を最適化しますが、最小でも3.3 μ Fが必要です。電流制限、熱制限、バッテリ逆接続保護、逆電流保護、逆出力保護の各保護回路を内蔵しています。

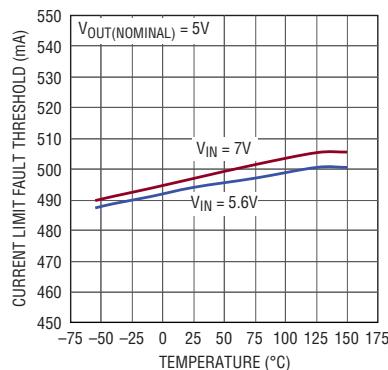
LT3055は、3.3Vおよび5Vの固定出力電圧デバイス、および出力電圧範囲が0.6V ~ 40Vの可変出力電圧デバイスとして供給されます。

標準的応用例

497mAの高精度の電流制限機能を備えた5V電源、 I_{MIN} は10mA



高精度の電流制限、 $R_{IMAX} = 604\Omega$



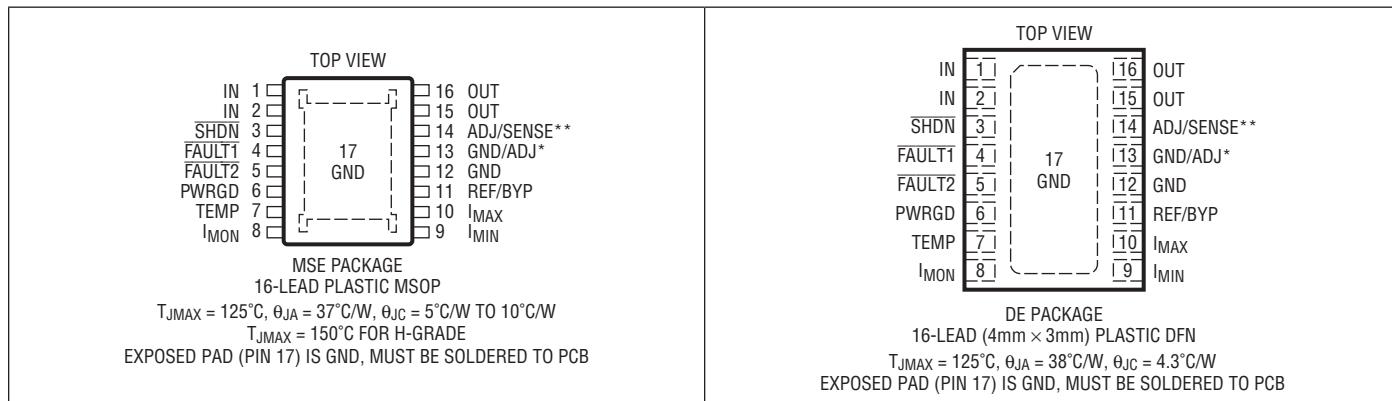
3055 TA01b

LT3055シリーズ

絶対最大定格 (Note 1)

IN ピンの電圧.....	±50V	TEMP ピンの電圧.....	-0.3V、7V
OUT ピンの電圧	+40V、-50V	REF/BYP ピンの電圧	1V
入力-出力間の電圧差	+50V、-40V	出力短絡時間	無期限
ADJ ピンの電圧.....	±50V	動作接合部温度範囲 (Note 2, 3)	
SENSE ピンの電圧	±50V	E グレードおよびI グレード	-40°C ~ 125°C
SHDN ピンの電圧.....	±50V	MP グレード	-55°C ~ 150°C
FAULT1、FAULT2、PWRGD ピンの電圧	-0.3V、50V	H グレード	-40°C ~ 150°C
I _{MON} ピンの電圧.....	-0.3V、7V	保存温度範囲.....	-65°C ~ 150°C
I _{MIN} ピンの電圧.....	-0.3V、7V	リード温度: (半田付け、10秒)	
I _{MAX} ピンの電圧.....	-0.3V、7V	MSOP パッケージのみ	300°C

ピン配置



*LT3055 のピン13はGND; LT3055-3.3とLT3055-5のピン13はADJ。

**LT3055 のピン14はADJ; LT3055-3.3とLT3055-5のピン14はSENSE。

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
LT3055EMSE#PBF	LT3055EMSE#TRPBF	3055	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3055IMSE#PBF	LT3055IMSE#TRPBF	3055	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3055MPMSE#PBF	LT3055MPMSE#TRPBF	3055	16-Lead Plastic MSOP	-55°C to 150°C
LT3055HMSE#PBF	LT3055HMSE#TRPBF	3055	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 150°C
LT3055EMSE-3.3#PBF	LT3055EMSE-3.3#TRPBF	305533	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3055IMSE-3.3#PBF	LT3055IMSE-3.3#TRPBF	305533	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3055MPMSE-3.3#PBF	LT3055MPMSE-3.3#TRPBF	305533	16-Lead Plastic MSOP	-55°C to 150°C
LT3055HMSE-3.3#PBF	LT3055HMSE-3.3#TRPBF	305533	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 150°C
LT3055EMSE-5#PBF	LT3055EMSE-5#TRPBF	30555	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3055IMSE-5#PBF	LT3055IMSE-5#TRPBF	30555	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3055MPMSE-5#PBF	LT3055MPMSE-5#TRPBF	30555	16-Lead Plastic MSOP	-55°C to 150°C
LT3055HMSE-5#PBF	LT3055HMSE-5#TRPBF	30555	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 150°C
LT3055EDE#PBF	LT3055EDE#TRPBF	3055	16-Lead (4mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3055IDE#PBF	LT3055IDE#TRPBF	3055	16-Lead (4mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3055EDE-3.3#PBF	LT3055EDE-3.3#TRPBF	05533	16-Lead (4mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3055IDE-3.3#PBF	LT3055IDE-3.3#TRPBF	05533	16-Lead (4mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3055EDE-5#PBF	LT3055EDE-5#TRPBF	30555	16-Lead (4mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3055IDE-5#PBF	LT3055IDE-5#TRPBF	30555	16-Lead (4mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°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/tapeandreel/> をご覧ください。

LT3055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 2)。

パラメータ	条件	MIN	TYP	MAX	UNITS
Minimum Input Voltage (Note 3, 11)	$I_{LOAD} = 500\text{mA}$	●	1.8	2.2	V
Regulated Output Voltage (Note 4)	LT3055-3.3: $V_{IN} = 3.9\text{V}$, $I_{LOAD} = 1\text{mA}$ $3.9\text{V} < V_{IN} < 45\text{V}$, $1\text{mA} < I_{LOAD} < 500\text{mA}$	●	3.267	3.3	3.333
	●	3.234	3.3	3.336	V
ADJ Pin Voltage (Note 3, 4)	LT3055: $V_{IN} = 2.2\text{V}$, $I_{LOAD} = 1\text{mA}$ $2.2\text{V} < V_{IN} < 45\text{V}$, $10\text{mA} < I_{LOAD} < 500\text{mA}$	●	4.95	5	5.05
	●	4.9	5	5.1	V
Line Regulation (Note 3)	LT3055: $\Delta V_{IN} = 2.2\text{V}$ to 45V , $I_{LOAD} = 1\text{mA}$	●	0.25	3	mV
	LT3055-3.3: $\Delta V_{IN} = 3.9\text{V}$ to 45V , $I_{LOAD} = 1\text{mA}$	●	1.4	19.5	mV
	LT3055-5: $\Delta V_{IN} = 5.6\text{V}$ to 45V , $I_{LOAD} = 1\text{mA}$	●	2	30	mV
Load Regulation (Note 3)	LT3055: $V_{IN} = 2.2\text{V}$, $I_{LOAD} = 1\text{mA}$ to 500mA	●	0.5	4	mV
	LT3055-3.3: $V_{IN} = 4.3\text{V}$, $I_{LOAD} = 1\text{mA}$ to 500mA	●	3.5	22	mV
	LT3055-5: $V_{IN} = 6\text{V}$, $I_{LOAD} = 1\text{mA}$ to 500mA	●	5.25	33	mV
Dropout Voltage, $V_{IN} = V_{OUT(NOMINAL)}$ (Notes 5, 6)	$I_{LOAD} = 10\text{mA}$	●	140	175	mV
		●		260	mV
	$I_{LOAD} = 50\text{mA}$	●	200	250	mV
		●		370	mV
$I_{LOAD} = 100\text{mA}$		●	225	275	mV
		●		410	mV
$I_{LOAD} = 500\text{mA}$		●	350	400	mV
		●		590	mV
GND Pin Current, $V_{IN} = V_{OUT(NOMINAL)} + 0.6\text{V}$ (Notes 6, 7)	$I_{LOAD} = 0\text{mA}$	●	65	130	μA
	$I_{LOAD} = 1\text{mA}$	●	100	200	μA
	$I_{LOAD} = 10\text{mA}$	●	270	550	μA
	$I_{LOAD} = 100\text{mA}$	●	1.8	4.5	mA
	$I_{LOAD} = 500\text{mA}$	●	11	25	mA
Quiescent Current in Shutdown	$V_{IN} = 45\text{V}$, $V_{SHDN} = 0\text{V}$		0.2	1	μA
ADJ Pin Bias Current (Notes 3,12)	$V_{IN} = 12\text{V}$	●	16	60	nA
Output Voltage Noise	$C_{OUT} = 10\mu\text{F}$, $I_{LOAD} = 500\text{mA}$, $V_{OUT} = 600\text{mV}$, $BW = 10\text{Hz}$ to 100kHz		90		μVRMS
	$C_{OUT} = 10\mu\text{F}$, $C_{BYP} = 10\text{nF}$, $I_{LOAD} = 500\text{mA}$, $V_{OUT} = 600\text{mV}$, $BW = 10\text{Hz}$ to 100kHz		25		μVRMS
Shutdown Threshold	$V_{OUT} = \text{Off}$ to On $V_{OUT} = \text{On}$ to Off	● ●	1.3 0.9	1.42 1.1	V
SHDN Pin Current (Note 13)	$V_{SHDN} = 0\text{V}$, $V_{IN} = 45\text{V}$	●		1	μA
	$V_{SHDN} = 45\text{V}$, $V_{IN} = 45\text{V}$	●	0.5	3	μA
Ripple Rejection	$V_{IN}-V_{OUT} = 2\text{V}$, $V_{RIPPLE} = 0.5\text{V}_{P-P}$, $f_{RIPPLE} = 120\text{Hz}$, $I_{LOAD} = 500\text{mA}$ LT3055, $V_{OUT} = 0.6\text{V}$ LT3055-3.3 LT3055-5		70 55 51	85 70 66	dB
					dB
					dB
Input Reverse Leakage Current	$V_{IN} = -45\text{V}$, $V_{OUT} = 0$	●		300	μA
Reverse Output Current (Note 14)	$V_{OUT} = 1.2\text{V}$, $V_{IN} = 0$		0	10	μA
Internal Current Limit (Note 3)	$V_{IN} = 2.2\text{V}$, $V_{OUT} = 0$, $V_{IMAX} = 0$ $V_{IN} = 2.2\text{V}$, $\Delta V_{OUT} = -5\%$	●	900		mA
		●	520		mA
External Programmed Current Limit, $V_{OUT} = 5\text{V}$ (Notes 6, 8)	$5.6\text{V} < V_{IN} < 10\text{V}$, $V_{OUT} = 5\text{V}$, $R_{IMAX} = 1.5\text{k}\Omega$, FAULT2 Pin Threshold (I_{FAULT})	●	180	200	220
	$5.6\text{V} < V_{IN} < 7\text{V}$, $V_{OUT} = 5\text{V}$, $R_{IMAX} = 604\Omega$, FAULT2 Pin Threshold (I_{FAULT})	●	445	495	545

3055fa

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 2)

パラメータ	条件		MIN	TYP	MAX	UNITS
FAULT, PWRGD Pins Logic Low Voltage	Pull-Up Current = 50 μA	●	0.14	0.25		V
FAULT, PWRGD Pins Leakage Current	$V_{\text{FAULT}1}, V_{\text{FAULT}2}, V_{\text{PWRGD}} = 5\text{V}$		0.01	1		μA
I_{MIN} Threshold Accuracy (Notes 6, 9)	$5.6\text{V} < V_{\text{IN}} < 15\text{V}, V_{\text{OUT}} = 5\text{V}, R_{\text{IMIN}} = 1.2\text{M}\Omega$ $5.6\text{V} < V_{\text{IN}} < 15\text{V}, V_{\text{OUT}} = 5\text{V}, R_{\text{IMIN}} = 120\text{k}\Omega$	● ●	0.9 9	1 10	1.1 11	mA
PWRGD Trip Point	% of Nominal Output Voltage, Output Rising	●	86	90	94	%
PWRGD Trip Point Hysteresis	% of Nominal Output Voltage			1		%
Current Monitor Ratio (Notes 6, 10), Ratio = $I_{\text{OUT}}/I_{\text{MON}}$	$I_{\text{LOAD}} = 10\text{mA}, 250\text{mA}, 500\text{mA}$	●	450	500	550	mA/mA
TEMP Voltage (Note 16)	$T_J = 25^\circ\text{C}$ $T_J = 125^\circ\text{C}$			0.25 1.25		V
TEMP Error (Note 16)		●	-0.08		0.08	V

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下に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える恐れがある。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より下げるることはできない。INからOUT間で測定された総電圧差は+50V、-40Vを超えてはならない。OUTがGNDおよびINより高い電圧に引き上げられる場合、OUTからIN間で測定される総電圧差は40Vを超えてはならない。

Note 2: LT3055は T_J が T_A にはほぼ等しくなるようなパルス負荷条件でテストされ、仕様が規定されている。LT3055Eは $T_A = 25^\circ\text{C}$ で全数テストされ、 $0^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の温度での性能が保証されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ 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保証されている。LT3055I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。LTC3055MP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ている。LT3055Hは 150°C の動作接合部温度で全数テストされている。

Note 3: LT3055の可変出力電圧バージョンはADJピンをOUTピンに接続した状態でテストされ、仕様が規定されている。

Note 4: 最大接合部温度は動作条件を制限する。安定化出力電圧の仕様は、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。最大入力電圧で動作している場合は、出力電流範囲を制限する。最大出力電流で動作している場合は、入力電圧範囲を制限する。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 $V_{\text{IN}}-V_{\text{OUT}}$ 」を参照。

Note 5: ドロップアウト電圧とは、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出力間の最小電圧差のことである。ドロップアウト時には、出力電圧は($V_{\text{IN}} - V_{\text{DROPOUT}}$)に等しくなる。一定の出力電圧では、最小入力電圧の要件によってドロップアウト電圧が制限される。

Note 6: 最小入力電圧の要件を満たすため、LT3055の可変出力電圧バージョンは、 V_{OUT} を5Vに設定する外付け抵抗分割器(下側60k、上側440k)を使用した状態でテストされ、仕様が規定されている。外付け抵抗分割器によって出力に10 μA 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: GNDピンの電流は $V_{\text{IN}} = V_{\text{OUT(NOMINAL)}} + 0.6\text{V}$ 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。固定出力電圧のバージョンでは、内部抵抗分割器によってGNDピンの電流に約10 μA が追加される。「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 8: 電流制限は I_{MAX} ピンからGNDに接続される外付け抵抗の値に反比例して変化する。 I_{MAX} ピンの抵抗値の設定方法の詳細は、「動作」のセクションを参照。電流制限の設定が不要な場合は、 I_{MAX} ピンをGNDに接続すると、内部保護回路が仕様どおりの短絡保護を実現する。

Note 9: 出力電流が、 I_{MIN} ピンからGNDに接続された外付け抵抗によって規定される I_{MIN} のしきい値より低くなると、 I_{MIN} フォルト状態がアサートされる。 I_{MIN} ピンの抵抗値の設定方法の詳細は、「動作」のセクションを参照。 I_{MIN} フォルト状態が不要な場合は、 I_{MIN} ピンをフロート状態(未接続)のままにする。

Note 10: 電流モニタの比は、 I_{MON} ピンを $V_{\text{OUT}} - 0.5\text{V}$ に固定し、 $V_{\text{OUT}} + 0.6\text{V} < V_{\text{IN}} < V_{\text{OUT}} + 10\text{V}$ ($I_{\text{OUT}} = 10\text{mA}$ の場合)、 $V_{\text{OUT}} + 0.6\text{V} < V_{\text{IN}} < V_{\text{OUT}} + 4\text{V}$ ($I_{\text{OUT}} = 250\text{mA}$ の場合)、 $V_{\text{OUT}} + 0.6\text{V} < V_{\text{IN}} < V_{\text{OUT}} + 2\text{V}$ ($I_{\text{OUT}} = 500\text{mA}$ の場合)に制限された入力範囲でテストされる。入力電圧範囲の条件を設定し、テスト目的でデバイス内の電力損失を最大1Wに制限する。電流モニタの比は、電流制限時、または I_{MON} 電圧が $V_{\text{OUT}} - 0.5\text{V}$ を超えたときに多少変化する。詳細は「動作」のセクションを参照。電流モニタ機能が不要な場合は、 I_{MON} ピンをGNDに接続する。

Note 11: 最小入力電圧の要件を満たすため、電流制限は $V_{\text{IN}} = V_{\text{OUT(NOMINAL)}} + 1\text{V}$ または $V_{\text{IN}} = 2.2\text{V}$ のどちらか高い方でテストされる。

Note 12: ADJピンのバイアス電流はADJピンから流れ出す。

Note 13: SHDNピンの電流はSHDNピンに流れ込む。

Note 14: 逆出力電流は、INピンをグランドに接続し、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。

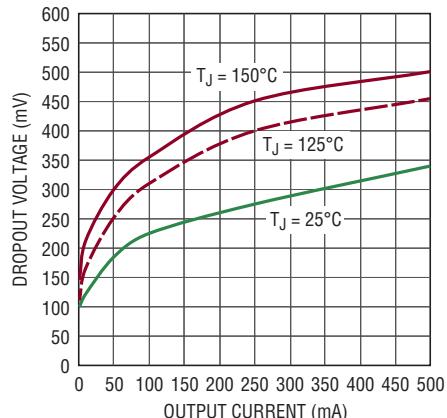
Note 15: 内部電流制限フォールドバックがあるため、500mAの出力電流は入力電圧の全範囲に適用されるわけではない。

Note 16: TEMP出力電圧は、静止電力を消費しているときのダイの平均温度を表す。バス・デバイスの電力損失とダイ上の温度勾配があるため、TEMP出力電圧を測定しても、絶対最大接合部温度を超えないことが保証されるわけではない。

LT3055シリーズ

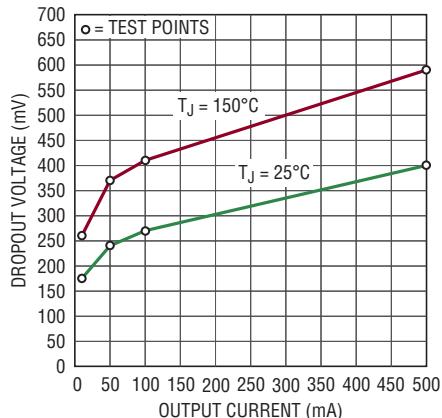
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 。

標準ドロップアウト電圧



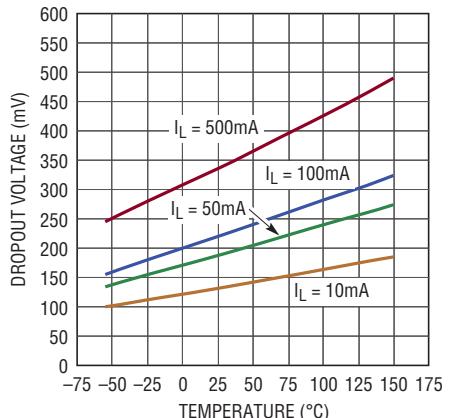
3055 G01

保証されたドロップアウト電圧



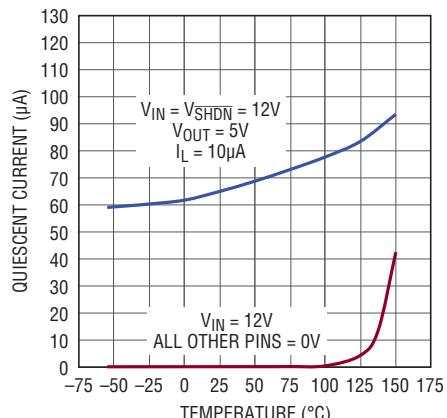
3055 G02

ドロップアウト電圧



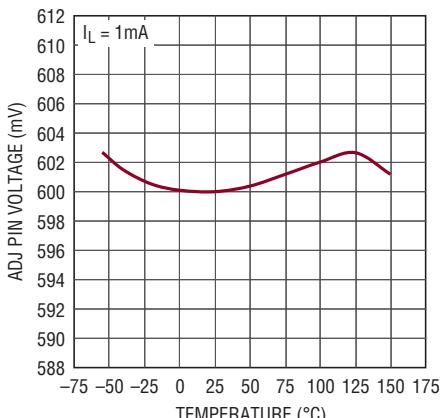
3055 G03

静止電流



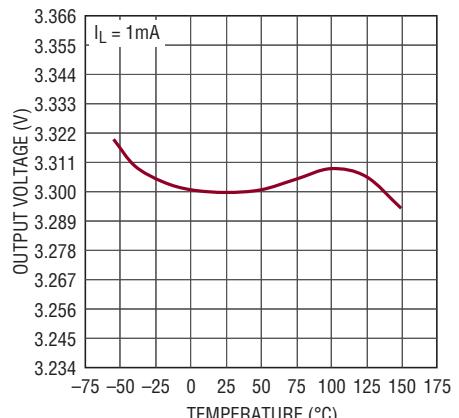
3055 G04

ADJピンの電圧



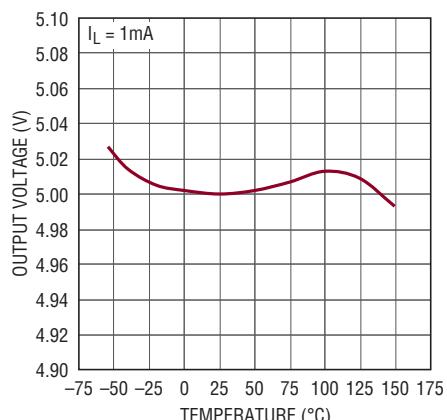
3055 G05

出力電圧 - LT3055-3.3



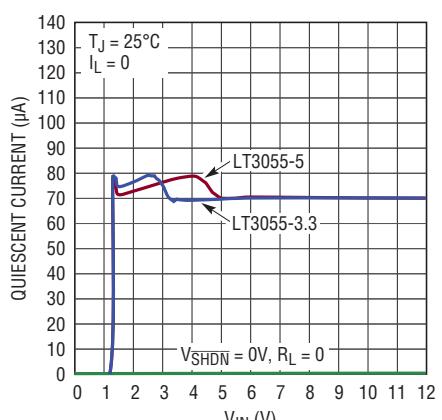
3055 G06

出力電圧 - LT3055-5



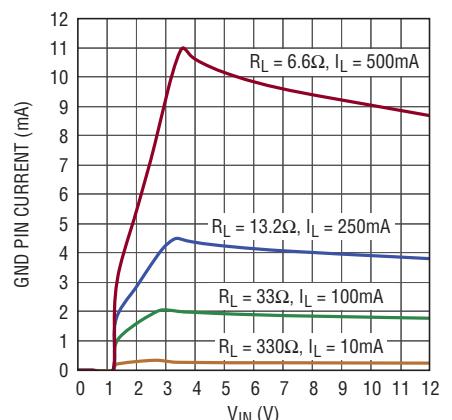
3055 G07

静止電流



3055 G08

GNDピンの電流、LT3055-3.3

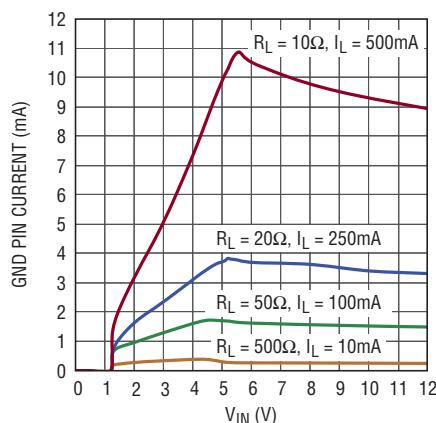


3055 G09

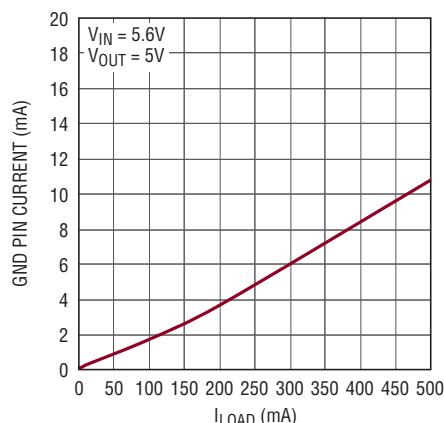
標準的性能特性

注記がない限り、 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 。

GNDピンの電流、LT3055-5

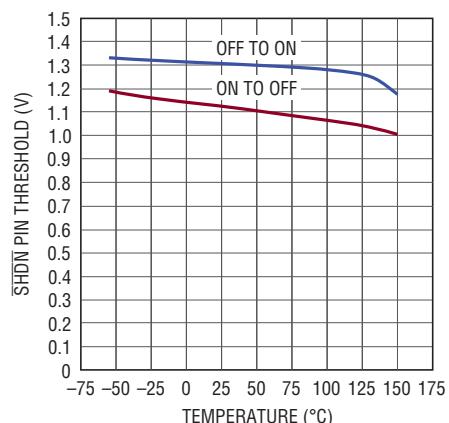


3055 G10

GNDピンの電流とI_{LOAD}

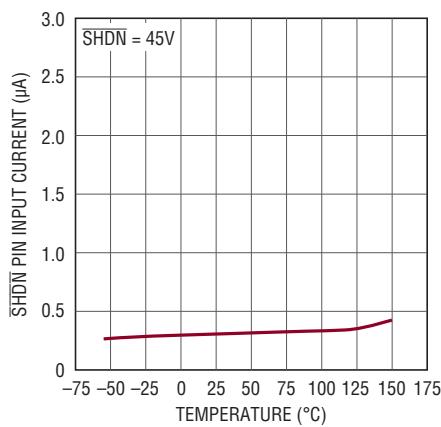
3055 G11

SHDNピンのしきい値



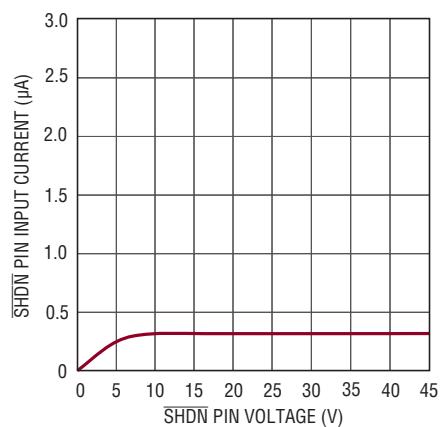
3055 G12

SHDNピンの入力電流



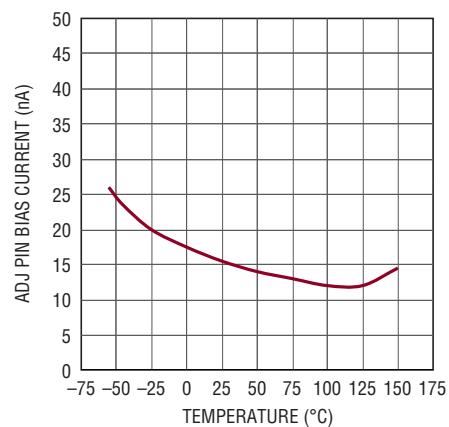
3055 G13

SHDNピンの入力電流



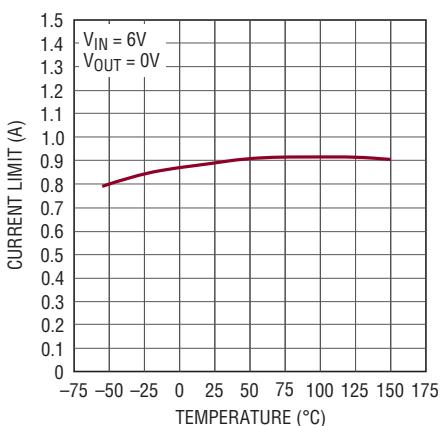
3055 G14

ADJピンのバイアス電流



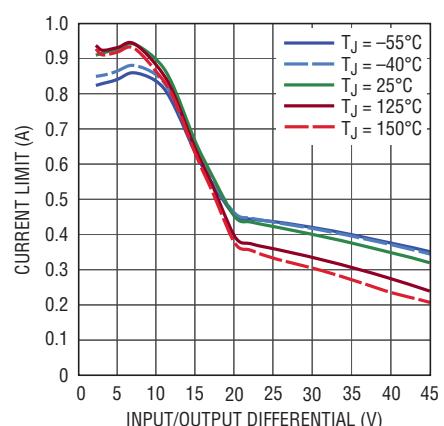
3055 G15

内部電流制限



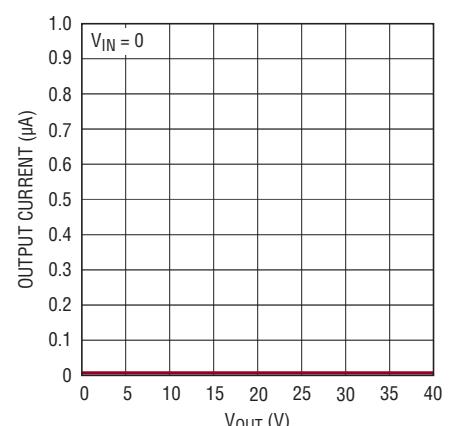
3055 G16

内部電流制限



3055 G17

逆出力電流

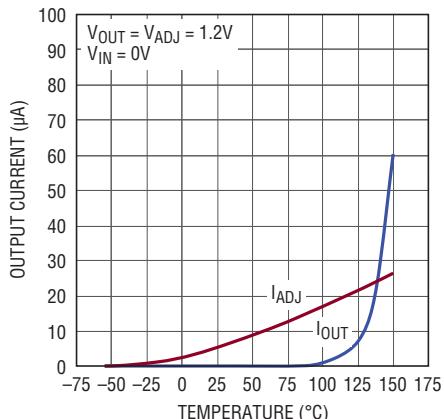


3055 G18

LT3055シリーズ

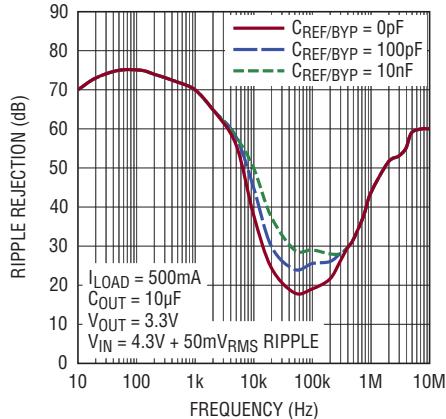
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 。

逆出力電流



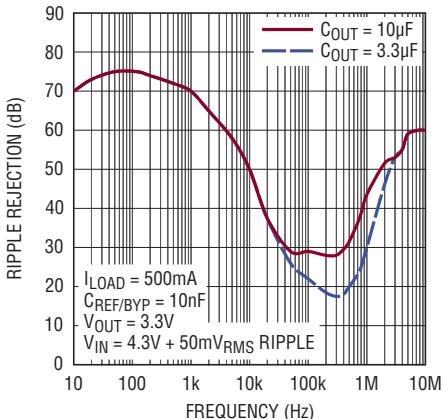
3055 G19

入力リップル除去比



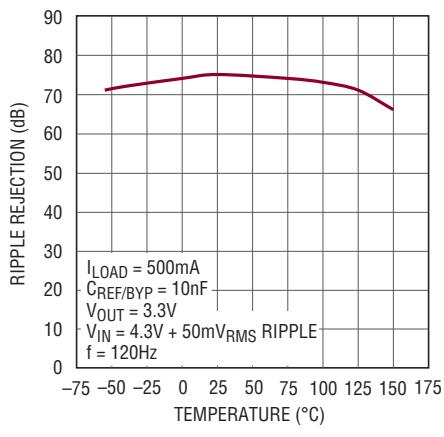
3055 G20

入力リップル除去比



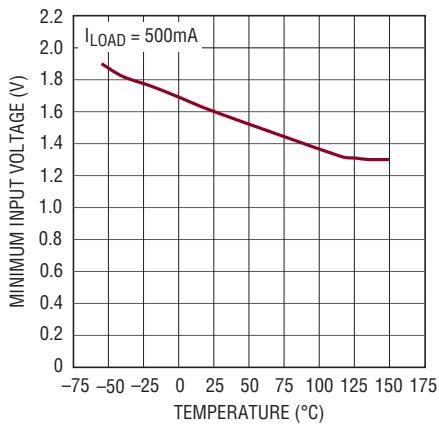
3055 G21

入力リップル除去比



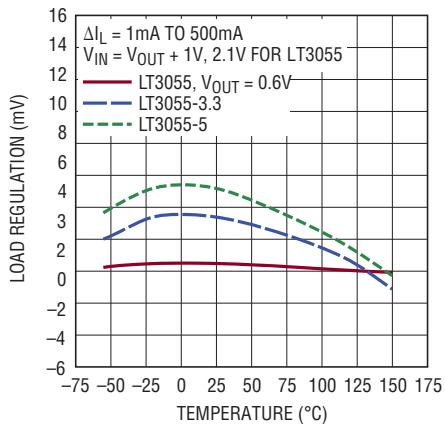
3055 G22

最小入力電圧



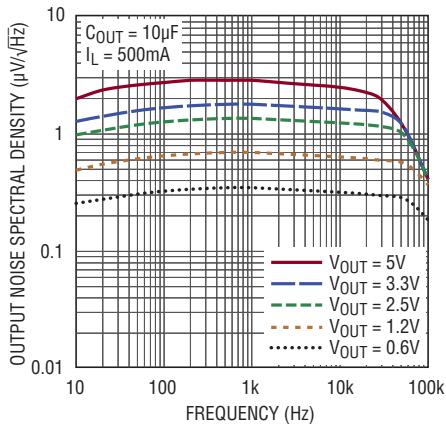
3055 G23

負荷レギュレーション



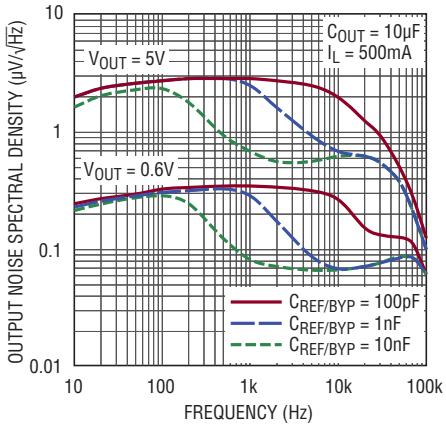
3055 G24

出力ノイズ・スペクトラム密度と $C_{\text{REF/BYP}} = 0$, $C_{\text{FF}} = 0$



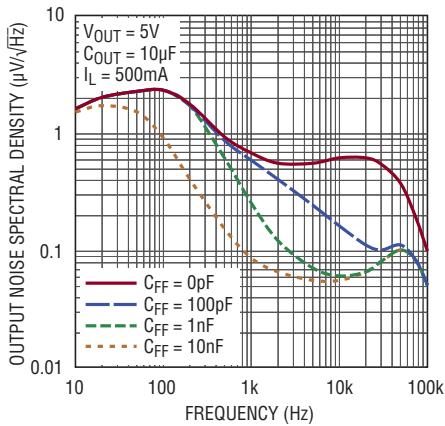
3055 G25

出力ノイズ・スペクトラム密度と $C_{\text{REF/BYP}}, C_{\text{FF}} = 0$

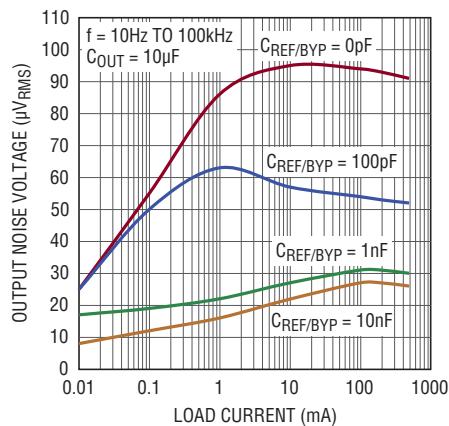
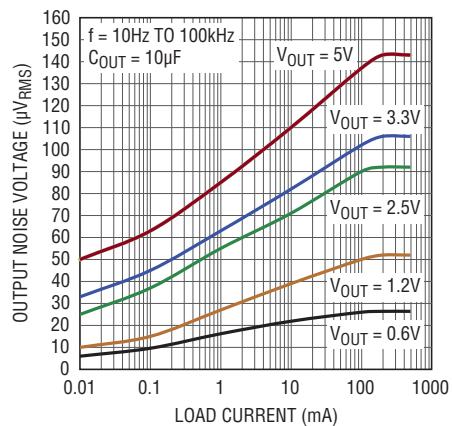
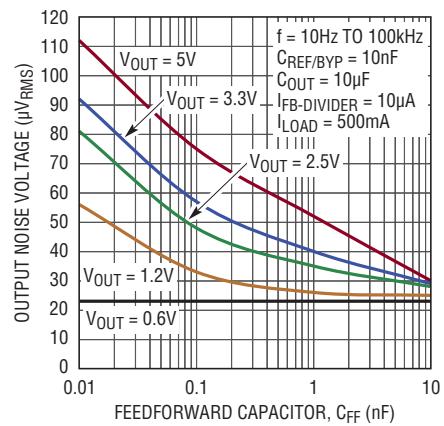
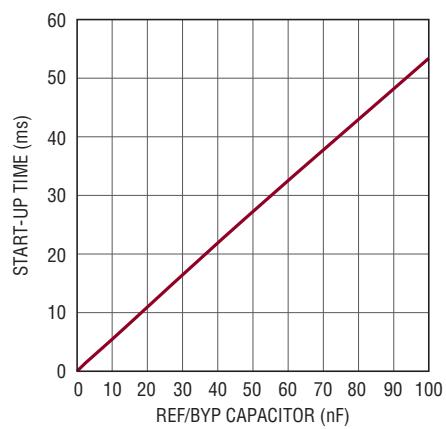
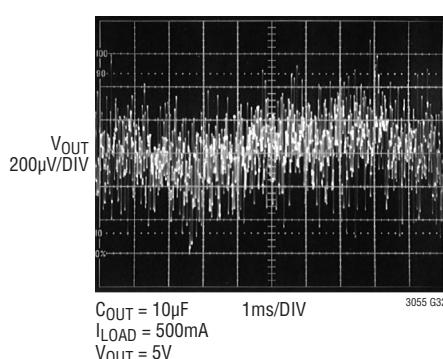
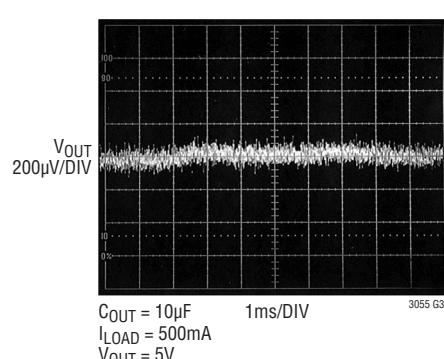
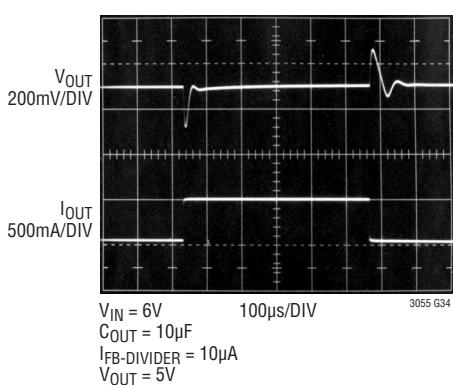
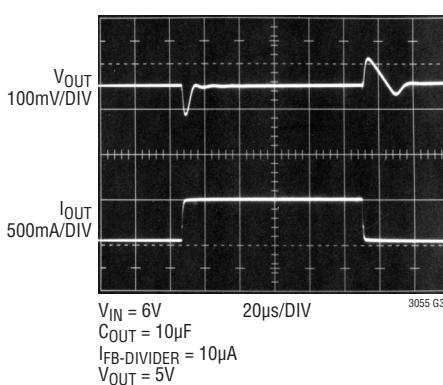


3055 G26

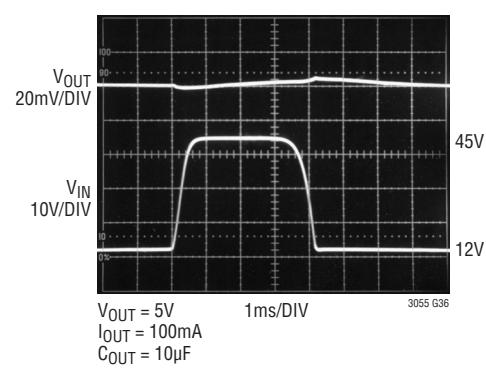
出力ノイズ・スペクトラム密度と $C_{\text{FF}}, C_{\text{REF/BYP}} = 10\text{nF}$



3055 G27

標準的性能特性 注記がない限り、 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 。RMS出力ノイズと
 $C_{\text{REF/BYP}} = 0.6\text{V}$, $C_{\text{FF}} = 0$ RMS出力ノイズと負荷電流、
 $C_{\text{REF/BYP}} = 10\text{nF}$, $C_{\text{FF}} = 0$ RMS出力ノイズとフィードフォワード・コンデンサ(C_{FF})スタートアップ時間と
REF/BYPコンデンサ10Hz～100kHzの出力ノイズ
 $C_{\text{REF/BYP}} = 10\text{nF}$, $C_{\text{FF}} = 0$ 10Hz～100kHzの出力ノイズ
 $C_{\text{REF/BYP}} = 10\text{nF}$, $C_{\text{FF}} = 10\text{nF}$ 5Vトランジェント応答
 $C_{\text{FF}} = 0$, $I_{\text{OUT}} = 50\text{mA} \sim 500\text{mA}$ 5Vトランジェント応答
 $C_{\text{FF}} = 10\text{nF}$, $I_{\text{OUT}} = 50\text{mA} \sim 500\text{mA}$ 

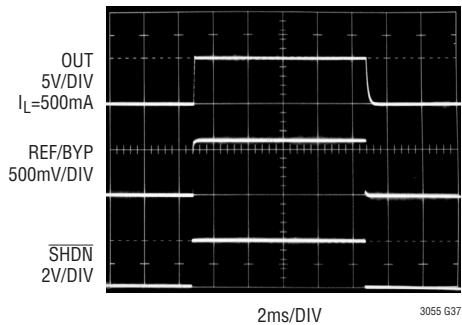
トランジェント応答(負荷ダンプ)



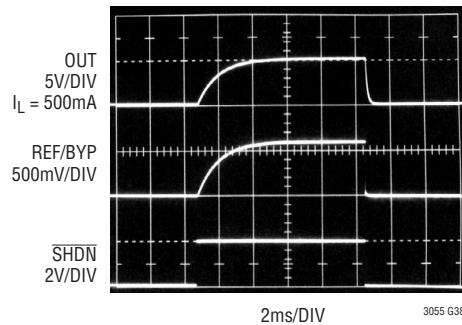
LT3055シリーズ

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

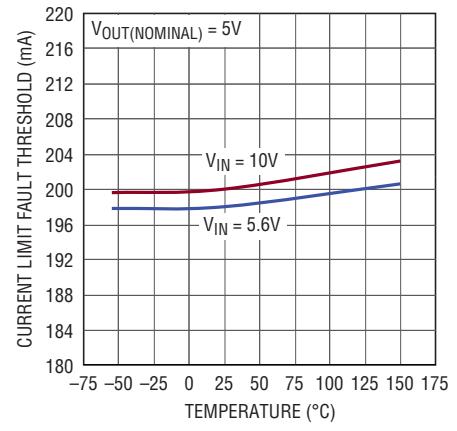
**SHDNトランジエント応答
 $C_{REF/BYP} = 0$**



**SHDNトランジエント応答
 $C_{REF/BYP} = 10\text{nF}$**

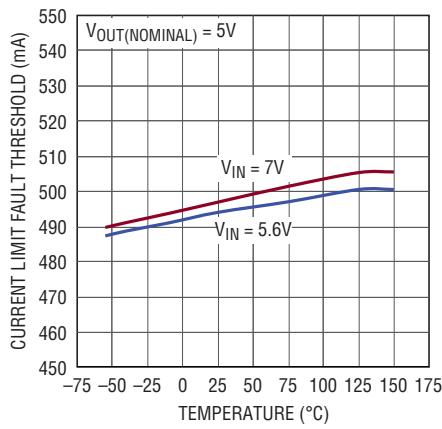


**高精度電流制限、
 $R_{IMAX} = 1.5\text{k}$**



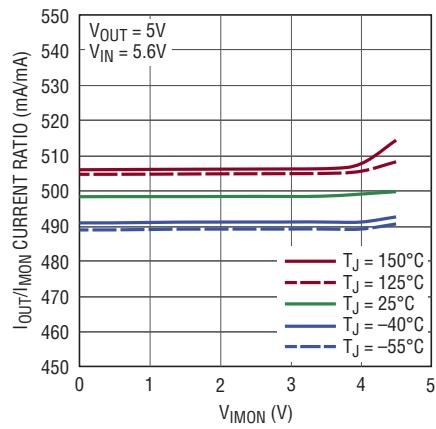
3055 G39

**高精度電流制限、
 $R_{IMAX} = 604\Omega$**



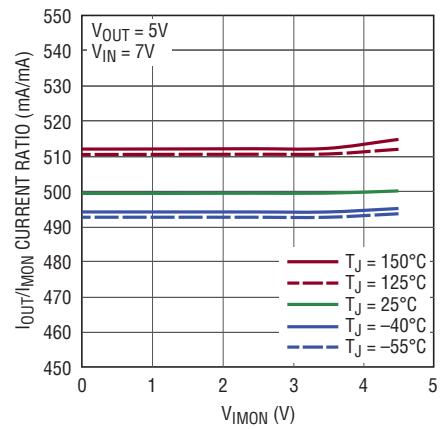
3055 G40

I_{OUT}/I_{MON} の比、 $I_{OUT} = 500\text{mA}$



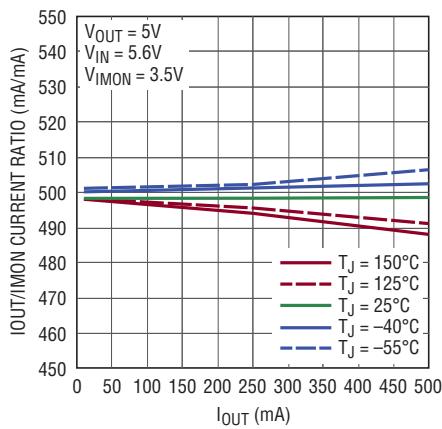
3055 G41

I_{OUT}/I_{MON} の比、 $I_{OUT} = 500\text{mA}$



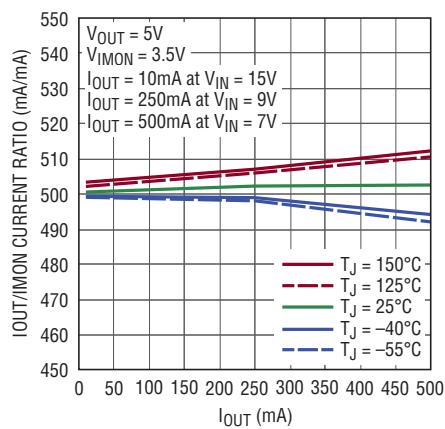
3055 G41

I_{OUT}/I_{MON} の電流比



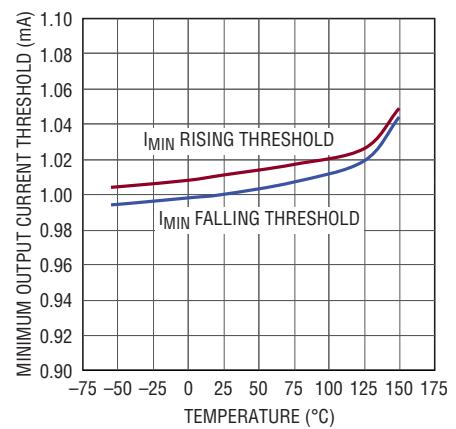
3055 G43

I_{OUT}/I_{MON} の電流比



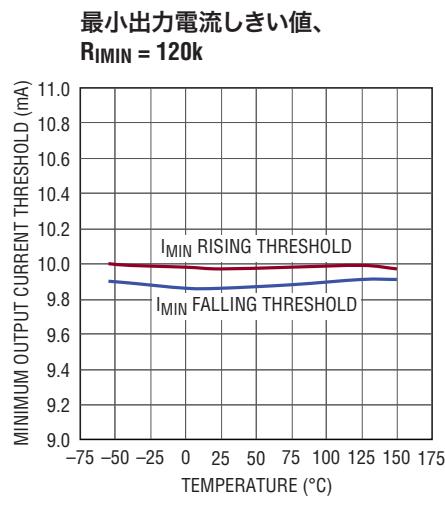
3055 G44

**最小出力電流しきい値、
 $R_{IMIN} = 1.2\text{M}$**

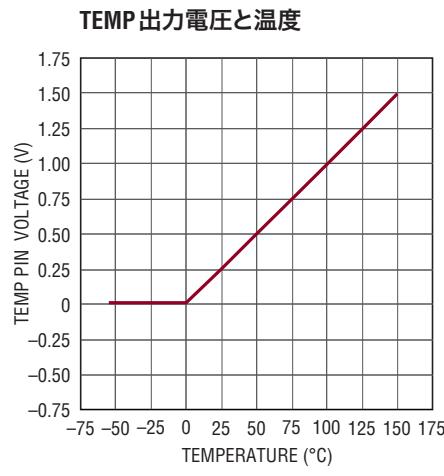


3055 G45

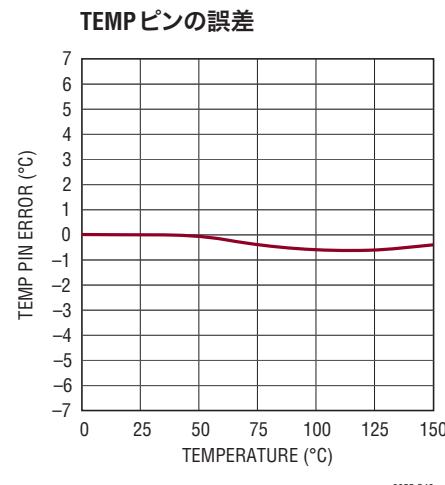
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 。



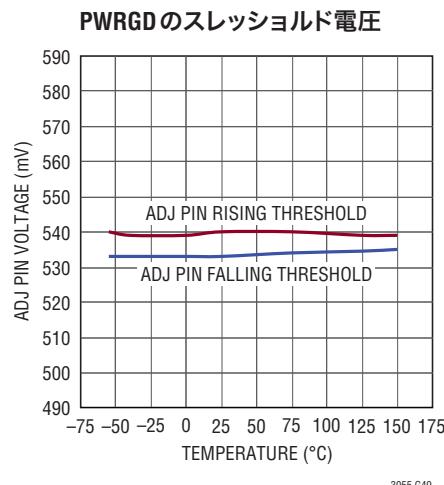
3055 G46



3055 G47



3055 G48



3055 G49

LT3055シリーズ

ピン機能

IN(ピン1、2)：入力。これらのピンはデバイスに電力を供給します。LT3055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、バッテリの出力インピーダンスは周波数とともに上昇するので、バッテリ電源回路にバイパス・コンデンサを追加することを推奨します。1 μ F～10 μ Fのバイパス・コンデンサで十分です。詳細については、「アプリケーション情報」のセクションの「入力容量と安定性」を参照してください。

LT3055は、グランドとOUTピンを基準にしたINピンへの逆電圧に耐えるように設計されています。バッテリを逆に差し込んだ逆入力の状態では、LT3055はダイオードが入力に直列に接続されているかのように動作します。レギュレータに逆電流が流れ込むことはなく、負荷に逆電圧が加わることもありません。LT3055はそれ自体と負荷を保護します。

SHDN(ピン3)：シャットダウン。SHDNピンを“L”にすると、LT3055は低消費電力状態になり出力をオフします。SHDNピンは、ロジックか、プルアップ抵抗付きオープン・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(通常は数マイクロアンペア)とSHDNピン電流(標準で2 μ A未満)を供給します。使用しない場合、SHDNピンはINに接続してください。SHDNピンが接続されていないと、LT3055は動作しません。

FAULT1(ピン4)、FAULT2(ピン5)：フォルト・インジケータ・ピン。FAULT1とFAULT2はオープン・コレクタ・ロジック・ピンです。出力電流が最小電流しきい値より低くなると、FAULT1が“L”にアサートされます。出力電流が電流制限しきい値を超えると、FAULT2が“L”にアサートされます。LT3055がサーマル・シャットダウンになると、FAULT1とFAULT2の両方が“L”にアサートされます。FAULT1ピンとFAULT2ピンは50 μ Aをシンクできます。内部プルアップ抵抗はないため、外付けプルアップ抵抗を使用する必要があります。

PWRGD(ピン6)：パワーグッド・ピン。PWRGDピンは、出力が公称出力値の90%より小さくなると、アクティブに“L”に引き下げられるオープン・コレクタ出力です。PWRGDピンは50 μ Aをシンクできます。内部プルアップ抵抗はないため、外付けプルアップ抵抗を使用する必要があります。

TEMP(ピン7)：温度出力。TEMPピンは、平均接合部温度に比例した電圧を出力します。このピンの電圧は25°Cで250mV、勾配は10mV/°Cです。TEMPピンの出力インピーダンスは約1500 Ω です。TEMPピンは、バイパス・コンデンサなしで、100pF～1nFのバイパス・コンデンサで安定します。TEMPピンの電源電圧変動除去比を向上させるために、100pFのコンデンサを推奨します。使用しない場合、TEMPピンは未接続のままになります。

I_{MON}(ピン8)：出力電流モニタ。このピンは、パワーPNP電流の1/500を出力するPNP電流ミラーのコレクタです。I_{MON}ピンには、小容量(最小22nF)のデカップリング・コンデンサが必要です。I_{MON}ピンを外部帰還ネットワーク(電流分担、ケーブル電圧降下補償など)内で使用するアプリケーションでは、より小さい値のバイパス・コンデンサを使用して、外部帰還ネットワークの安定性を確保できます。使用しない場合、I_{MON}ピンはGNDに接続してください。

I_{MIN}(ピン9)：最小出力電流の設定ピン。このピンは、パワーPNP負荷電流の1/2000を出力するPNP電流ミラーのコレクタです。このピンは最小出力電流フォルト・コンパレータの入力でもあります。I_{MIN}とGNDの間に抵抗を接続することによって、最小出力電流フォルトしきい値が設定されます。I_{MIN}ピンの抵抗値の設定方法の詳細は、「動作」のセクションを参照してください。I_{MIN}のPSRRを改善するには、小容量の外付けデカップリング・コンデンサ(最小10nF)を接続する必要があります。最小出力電流の設定が不要な場合は、I_{MIN}ピンをフロート状態(未接続)のままになります。

I_{MAX}(ピン10)：高精度電流制限の設定ピン。このピンは、出力パワーPNPの1/500のサイズの電流ミラーPNPのコレクタです。このピンは電流制限アンプの入力でもあります。I_{MAX}ピンとGNDの間に抵抗を接続することによって、電流制限しきい値が設定されます。I_{MAX}ピンの抵抗値の設定方法の詳細は、「動作」のセクションを参照してください。I_{MAX}ピンには、グランドへの22nFデカップリング・コンデンサを接続する必要があります。使用しない場合、I_{MAX}ピンはGNDに接続してください。

ピン機能

REF/BYP (ピン11) : バイパス/ソフトスタート。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、LT3055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25 μ Vrmsまで低減します。ソフトスタート時間はBYP/SSピンのコンデンサの値に正比例します。LT3055がシャットダウン状態になると、内部素子によってBYP/SS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。REF/BYPピンはエラーアンプへのリファレンス入力なので、このポイントの浮遊容量を最小限に抑える必要があります。外部信号をREF/BYPピンに結合して望ましくない出力過渡やリップルを生じる可能性がある浮遊容量には、特に注意する必要があります。REF/BYPの容量には最小100pFの値を推奨します。

GND (LT3055 : ピン12、ピン13、露出パッドのピン17) : グランド。DFNおよびMSOPパッケージの露出パッドはGNDに電気的に接続されています。適正な電気的性能および熱性能を確保するため、ピン17をPCBグランドに半田付けしてピン12、13に直接接続します。出力電圧を設定する抵抗分割器の下側はGND(ピン12)に直接接続して、ロード・レギュレーション性能を最適にします。

GND (LT3055-3.3、LT3055-5 : ピン12、露出パッドのピン17) : グランド。DFNおよびMSOPパッケージの露出パッドはGNDに電気的に接続されています。適正な電気的性能および熱性能を確保するため、ピン17をPCBグランドに半田付けしてピン12に直接接続します。出力電圧を設定する抵抗分割器の下側はGND(ピン12)に直接接続して、ロード・レギュレーション性能を最適にします。

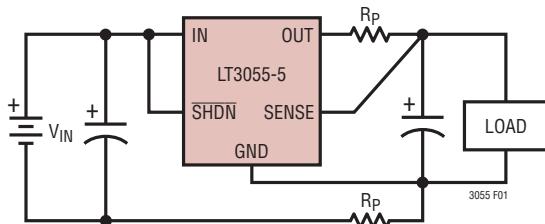


図1. ケルビンセンス接続

ADJ (LT3055 : ピン14) : 調整。このピンはエラーアンプの反転端子です。標準16nA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」のグラフを参照)。ADJピンの電圧はグランドを基準にして600mVです。

ADJからOUTにコンデンサを接続すると、出力ノイズが低減し、600mVを超える出力電圧でのトランジエント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。

ADJ (LT3055-3.3、LT3055-5 : ピン13) : 調整。このピンはエラーアンプの反転端子です。標準16nA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」のグラフ参照)。ADJピンの電圧はグランドを基準にして600mVです。

ADJからOUTにコンデンサを接続すると、出力ノイズが低減し、600mVを超える出力電圧でのトランジエント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。

SENSE (LT3055-3.3、LT3055-5 : ピン14) : 検出ピン。このピンは内蔵抵抗分割器ネットワークの上端です。SENSEは、最適負荷レギュレーションおよびトランジエント性能を得るために、ケルビン検出として負荷に直接接続します。このピンを直接負荷に接続せずに output ピンに接続すると、PCBのトレースの寄生抵抗を流れる電流に起因する負荷レギュレーション誤差を生じることがあります。

OUT (ピン15、16) : 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、ESRが1Ω未満の最小3.3 μ Fのセラミック出力コンデンサで発振を防ぐ必要があります。出力電圧が1.2Vより小さい場合は、最小4.7 μ Fのセラミック出力コンデンサが必要です。過渡負荷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。出力容量と逆出力特性の詳細は、「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～40Vです。

LT3055シリーズ

ブロック図

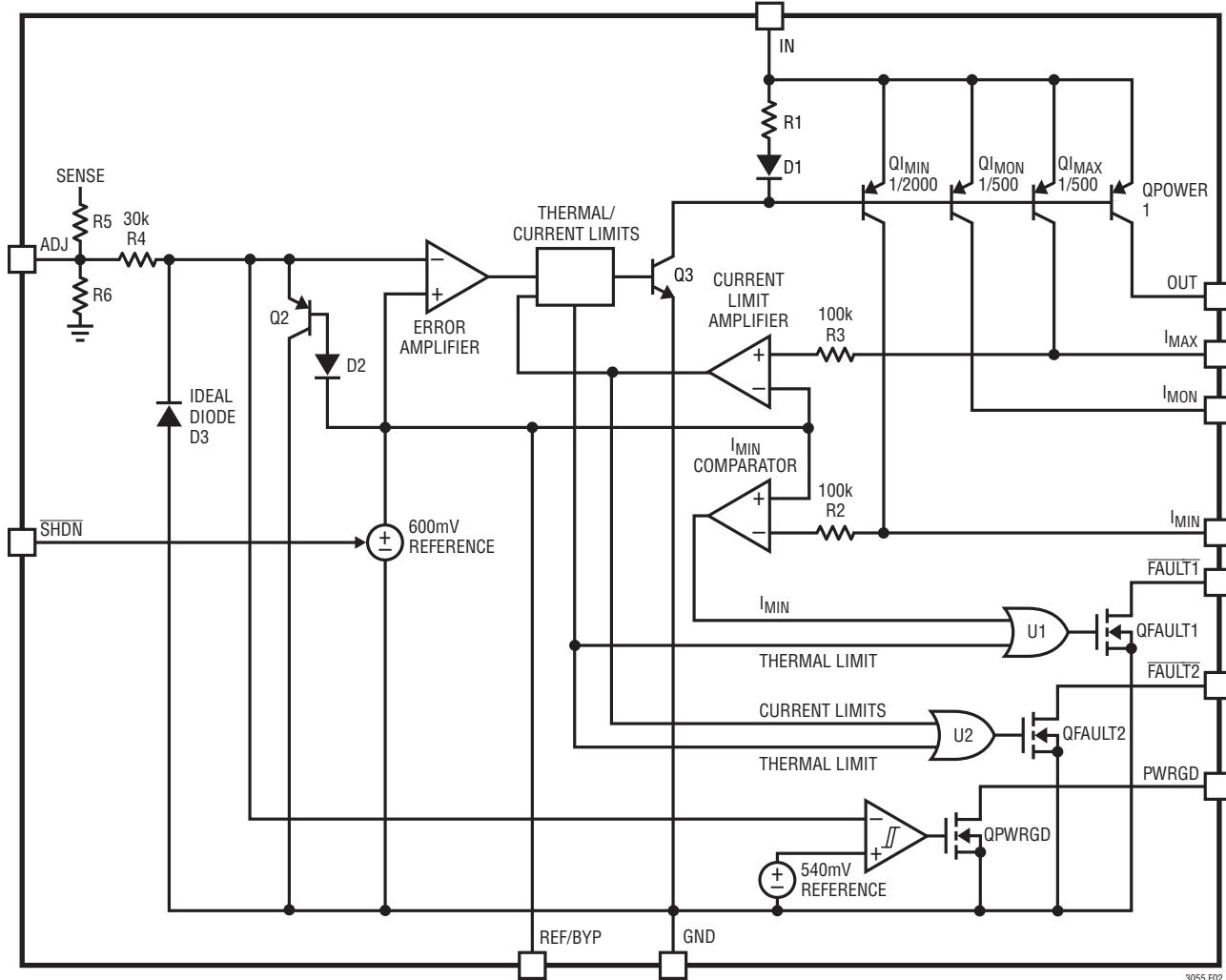


图 2

動作

I_{MON}ピンの動作(電流モニタ)

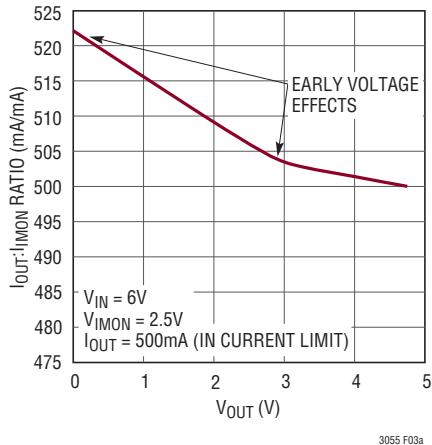
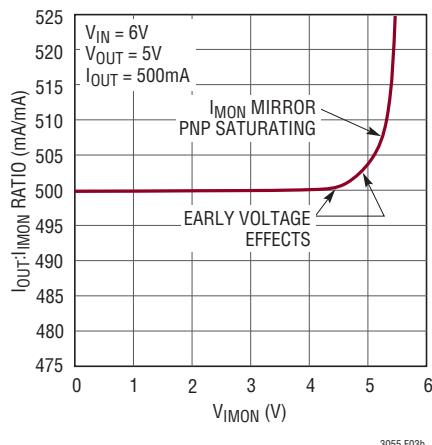
IMON ピンは、LT3055 の出力 PNP を 1:500 の比率でミラーする PNP のコレクタです（「ブロック図」を参照）。出力電圧側で IMON ミラー PNP のコレクタのレギュレーションを行うことによってアーリー電圧変動を補償する、追加回路が存在します。この回路は V_{IMON} が ($V_{OUT} - 500\text{mV}$) 以下のときにアクティ

ブになります。アーリー電圧補償回路がアクティブになる範囲を求めるには、次の簡単な式で出力電流を計算します。

$$I_{OUT} = 500 \cdot \frac{V_{IMON}}{R_{IMON}}$$

V_{IMON} が($V_{OUT} - 500\text{mV}$)より大きい場合は、 I_{MON} ミラーPNPのコレクタは $V_{IMON} + V_{DSAT}$ (500mAで500mV)になります。 V_{IMON} が大きくなるにつれて、アーリー電圧効果によって I_{MON} に対する I_{OUT} の比は大きくなります。

動作

図3a. $I_{OUT}:I_{MON}$ の比と V_{OUT} 図3b. $I_{OUT}:I_{MON}$ の比と V_{IMON}

また、 $V_{IN} - V_{IMON}$ が 1V より小さい場合、 I_{MON} ミラー PNP は高負荷で飽和し、 I_{MON} に対する I_{OUT} の比は急速に増大します。 I_{MON} ミラー比は、LT3055 内の電力損失の影響を受けて、1W当たり約 0.5% 増加します。

オープン状態の検出(I_{MIN} ピン)

I_{MIN} ピンは、LT3055 の出力 PNP を 1:2000 の比率でミラーする PNP のコレクタです(「ブロック図」を参照)。 I_{MIN} ピンの電圧が 0.6V より低いと、 I_{MIN} フォルト・コンパレータによって $\overline{FAULT1}$ ピンがアサートされます。この低出力電流フォルト・スレッショルド電圧(I_{OPEN})は、 I_{MIN} から GND に抵抗を接続することにより、以下のように設定されます。

$$R_{IMIN} = 2000 \cdot \frac{0.6V}{I_{OPEN}}$$

オープン状態検出機能が不要な場合には、 I_{MIN} ピンをフロート状態(未接続)にしておく必要があります。 I_{MIN} ピンの電源電圧変動除去比を改善し、 $\overline{FAULT1}$ ピンのグリッチを防ぐために、 I_{MIN} から GND に小容量のデカップリング・コンデンサ(最小 10nF)を接続する必要があります。詳細については「標準的性能特性」のセクションを参照してください。

I_{MAX} ピンの動作

I_{MAX} ピンは、LT3055 の出力 PNP を 1:500 の比率でミラーする PNP のコレクタです(「ブロック図」を参照)。 I_{MAX} ピンは高精度電流制限アンプの入力でもあります。出力負荷が I_{MAX} ピンの電圧を 0.6V まで上昇させるポイントまで大きくなると、電流制限アンプが、出力電圧に関係なく、 I_{MAX} ピンが 0.6V で安定化するように出力のレギュレーションを制御します。電流制限しきい値(I_{LIMIT})は、 I_{MAX} から GND に抵抗(R_{IMAX})を接続することにより、次のように設定されます。

$$R_{IMAX} = 500 \cdot \frac{0.6V}{I_{LIMIT}}$$

IN-OUT 間の電圧差が 10V を超える場合、フォールドバック電流制限によって内部電流レベルの制限値が小さくなり、外部設定可能な電流制限よりも優先される可能性があります。「標準的性能特性」のセクションの「内部電流制限と $V_{IN}-V_{OUT}$ 」のグラフを参照してください。

I_{MAX} ピンには 22nF デカップリング・コンデンサを接続する必要があります。外部設定可能な電流制限が不要な場合には、 I_{MAX} ピンを GND に接続する必要があります。 I_{MAX} のしきい値は、LT3055 内の電力損失の影響を受けて、1W当たり約 0.5% 増加します。

\overline{FAULT} ピンの動作

$\overline{FAULT1}$ および $\overline{FAULT2}$ ピンはオープン・ドレインの高電圧 NMOS デジタル出力です。 $\overline{FAULT1}$ ピンは低電流フォルト(オープン状態)の間アサートされます。 $\overline{FAULT2}$ ピンは(内部または外部で設定された)電流制限フォルトの間アサートされます。サーマル・シャットダウンの間は $\overline{FAULT1}$ と $\overline{FAULT2}$ の両方がアサートされます。 \overline{FAULT} ピンには内部プルアップ抵抗はないため、プルアップ抵抗を外付けする必要があります。 \overline{FAULT} ピンは最大 50 μ A のプルダウン電流をシンクします。使用される入力電圧に関係なく、オフ状態のロジックは 45V まで上がることがあります。

LT3055シリーズ

動作

表1. **FAULT**ピンの真理値表

状態	FAULT1	FAULT2
Open Circuit	Low	High
Current Limit	High	Low
Thermal Shutdown	Low	Low

I_{MIN} の容量、BYPの容量、およびOUTの容量によっては、起動時に**FAULT**ピンがアサートされることがあります。起動時には**FAULT**信号をマスキングすることを考慮する必要があります。シャットダウン時と、OUTピンがINピンより高い電圧に引き上げられたときは、**FAULT**ピンの回路は非アクティブ(アサートされない)になります。

PWRGDピンの動作

PWRGDピンは、オープン・ドレインの高電圧NMOSデジタル出力です。出力が公称値の90%を超えて上昇すると、PWRGDピンはデアサートされ、高インピーダンスになります。出力が

25μs以上にわたって公称値の89%より低くなると、PWRGDピンは“L”にアサートされます。PWRGDコンパレータは1%のヒステリシスと25μsのデグリッ칭を持ちます。PWRGDコンパレータは、REF/BYPピンにコンデンサを追加したときはソフトスタートで起動しない、専用リファレンスを備えています。

図5に示されているように、フィードフォワード・コンデンサCFFを使用すると、起動過渡時にADJピンが人為的に引き上げられて、PWRGDフラグが誤って早くアサートされることがあります。この問題を防ぐため、フィードフォワード・コンデンサよりもかなり大きなREF/BYPコンデンサを使って、REF/BYPの時定数により抵抗分割器ネットワークの時定数が支配されるようにします。

ドロップアウト状態の動作

ドロップアウト状態の動作では、50mAより小さい出力電流では電流ミラー機能の精度がある程度低下します。

アプリケーション情報

LT3055は、マイクロパワー、低ノイズおよび低ドロップアウト電圧の500mAリニア・レギュレータで、マイクロパワー・シャットダウン、プログラム可能な電流制限、診断などの機能を備えています。このデバイスは350mVの標準的ドロップアウト電圧で最大500mAを供給し、2.2V～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、低ノイズのリファレンス性能と出力ソフトスタート機能を実現することができます。例えば、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 $\pm 25\mu V_{RMS}$ 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。

LT3055の静止電流はわずか65μAですが、最小3.3μFの低ESRセラミック出力コンデンサで高速トランジエント応答を実現

します。シャットダウン時には、静止電流が1μAより小さくなり、リファレンスのソフトスタート・コンデンサがリセットされます。

LT3055は、低ESRのセラミック出力コンデンサで安定性とトランジエント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。LT3055は、標準で0.1%の入力レギュレーションと0.1%の負荷レギュレーションを提供します。内部保護回路には、バッテリ逆接続保護、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。

このように堅固な保護機能により、バッテリ駆動システム、自動車用システム、および産業用システムでの使用に最適です。

入力がグランドに引き下げられたときにバックアップ・バッテリによって出力を保つバッテリ・バックアップのアプリケーションでは、LT3055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。

アプリケーション情報

可変動作

可変動作のLT3055の出力電圧範囲は0.6V～40Vです。出力電圧は、図4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。デバイスは出力をサーボ制御し、ADJピン電圧を(グランドを基準にして)0.6Vに維持します。R1の電流は $0.6V/R1$ の値に等しくなり、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等しくなります。

ADJピンのバイアス電流(25°C で16nA)は、ADJピンからR1を介してGNDに流れます。図4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62kより大きくならないようにして最小 $10\mu\text{A}$ 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で、分割器の電流は0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」のグラフを「標準的性能特性」のセクションに示します。

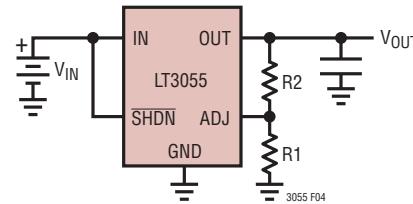
LT3055は、ADJピンをOUTピンに接続して $V_{\text{OUT}} = 0.6\text{V}$ にした状態でテストされ、仕様が規定されています。 0.6V を超える出力電圧における仕様は、望みの出力電圧と 0.6V の比($V_{\text{OUT}}/0.6\text{V}$)に比例します。例えば、出力電流が 1mA から 500mA まで変動した場合の負荷レギュレーションは、 $V_{\text{OUT}} = 0.6\text{V}$ では標準で 0.5mV です。 $V_{\text{OUT}} = 12\text{V}$ では、負荷レギュレーションは次のようにになります。

$$\frac{12\text{V}}{0.6\text{V}} \cdot (0.5\text{mV}) = 10\text{mV}$$

抵抗分割器を流れる電流を $10\mu\text{A}$ にした場合、いくつか的一般的な出力電圧に対する1%精度の抵抗分割器の値を表2に示します。

表2. 出力電圧と抵抗分割器の値

$V_{\text{OUT}}(\text{V})$	R1(k Ω)	R2(k Ω)
1.2	60.4	60.4
1.5	59	88.7
1.8	59	118
2.5	60.4	191
3	59	237
3.3	61.9	280
5	59	432



$$V_{\text{OUT}} = 0.6V \left(1 + \frac{R2}{R1} \right) - (I_{\text{ADJ}} \cdot R2)$$

$$V_{\text{ADJ}} = 0.6V$$

$$I_{\text{ADJ}} = 16\text{nA AT } 25^{\circ}\text{C}$$

$$\text{OUTPUT RANGE} = 0.6\text{V TO } 40\text{V}$$

図4. 可変動作

バイパス容量と出力電圧ノイズ

LT3055レギュレータでは、REF/BYPピンからGNDにバイパス・コンデンサ($C_{\text{REF/BYP}}$)を追加することにより、全負荷での動作時の $10\text{Hz} \sim 100\text{kHz}$ の帯域幅にわたる出力電圧ノイズが低減されます。高品質で低リーケ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。 $C_{\text{REF/BYP}}$ 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 $25\mu\text{VRMS}$ まで減少します。 $C_{\text{REF/BYP}}$ を使用する場合、帰還抵抗分割器を使って出力電圧を高くすると、それに比例して出力電圧ノイズが増大します。

出力電圧が高い場合に出力電圧ノイズを小さくするには、 V_{OUT} からADJピンにフィードフォワード・コンデンサ(C_{FF})を挿入します。高品質で低リーケ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_{FF} と $C_{\text{REF/BYP}}$ の両方に 10nF を使用すると、 $10\mu\text{A}$ の帰還抵抗分割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 $25\mu\text{VRMS}$ まで減少します。帰還抵抗分割器の電流が2倍になった場合、同等のノイズ特性を達成するには C_{FF} も2倍にする必要があります。

回路レイアウトとテストに関して注意を払わないと、大きな値の出力電圧ノイズが発生することがあります。近くのトレースからのクロストークにより、不要なノイズがLT3055の出力に誘導されます。電源のリップル除去も考慮する必要があります。LT3055レギュレータの電源リップル除去能力は無限ではないので、入力ノイズの一部は出力に達します。

LT3055シリーズ

アプリケーション情報

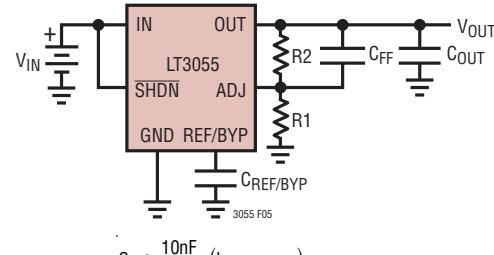
V_{OUT}からADJピンにフィードフォワード・コンデンサ(C_{FF})を使用すると、0.6Vより高い出力電圧でトランジエント応答が改善されるという利点があります。フィードフォワード・コンデンサを使用しない場合、出力電圧が0.6Vより高くなるとセトリング時間が長くなります。選択した出力電圧に関係なく、0.6Vの出力電圧特性と同等のトランジエント応答を達成するには、図5の式を使用してC_{FF}の最小値を求めます(図6と「標準的性能特性」のセクションの「トランジエント応答」を参照)。

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。レギュレータのスタートアップ時間はバイパス・コンデンサの容量に正比例します(「標準的性能特性」のセクションの「スタートアップ時間とREF/BYP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。

スタートアップ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。スタートアップ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、帰還抵抗分割器の電流に反比例するので、10μAの帰還抵抗分割器によつて出力電圧が5Vに設定された場合、10nFのフィードフォワード・コンデンサと10μFの出力コンデンサを使用すると15msまで長くなります。

出力容量と過渡応答

LT3055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、安定性に影響を与えます。発振を防止するため、ESRが1Ω以下の最小3.3μFの出力コンデンサを使用してください。フィードフォワード・コンデンサを使用して出力電圧を24Vより高い電圧に設定する場合は、最小10μFの出力コンデンサを使用してください。LT3055はマイクロパワー・デバイスであり、出力負荷トランジエント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、負荷電流の大きな変化に対してピーク変動が減り、トランジエント応答が改善されます。LT3055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。負荷電流トランジエント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。



$$C_{FF} \geq \frac{10\text{nF}}{10\mu\text{A}} \cdot (I_{FB_DIVIDER})$$

$$I_{FB_DIVIDER} = \frac{V_{OUT}}{R_1 + R_2}$$

図5. 高速トランジエント応答のためのフィードフォワード・コンデンサ

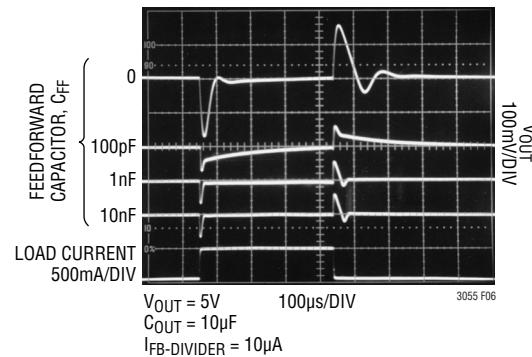


図6. トランジエント応答とフィードフォワード・コンデンサ

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。最も広く使われている誘電体は、Z5U、Y5V、X5RおよびX7RのEIA温度特性コードによって規定されています。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7と図8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 10μF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1μF～2μF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さらに安定した特性が得られるので、これらは出力コンデンサとして使用するの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います。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

アプリケーション情報

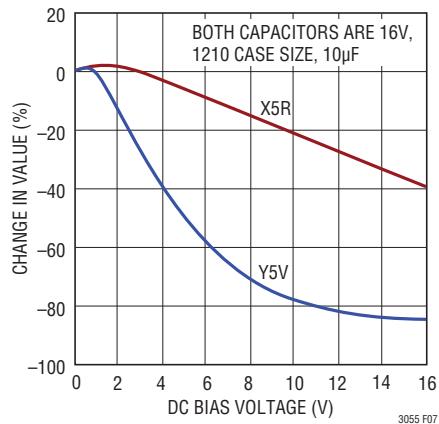


図7. セラミック・コンデンサのDCバイアス特性

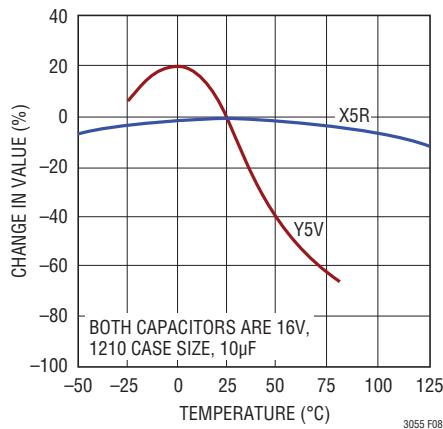


図8. セラミック・コンデンサの温度特性

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・サイズが大きいほど良くなる傾向がありますが、動作電圧で期待する容量が保てるか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の原因ではありません。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9の波形が生じます。これに似た振動によって誘起される現象は、出力電圧ノイズの増加と誤認されることがあります。

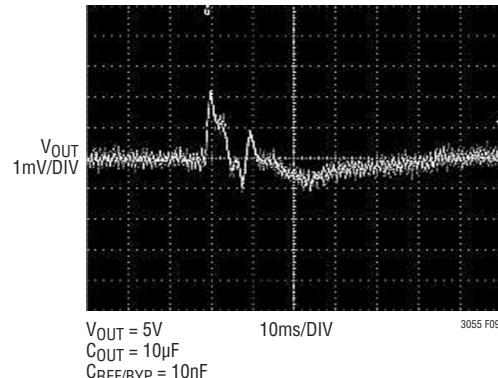


図9. セラミック・コンデンサを軽くたたくことにより生じるノイズ

安定性と入力容量

入力に長いリード線を使わないアプリケーションには、低ESRのセラミック入力バイパス・コンデンサを使うことができます。ただし、長い入力ワイヤと低ESRのセラミック入力コンデンサを使ってLT3055回路のINピンとGNDピンに電源を接続するアプリケーションは、電圧スパイクやアプリケーション固有の基板の発振を生じやすく、信頼性が懸念されます。

多くのバッテリ駆動アプリケーションで見られる入力ワイヤのインダクタンスは、低ESRのセラミック入力コンデンサと組み合わされると、Qの高いLC共振タンク回路を形成します。場合によっては、この共振周波数が出力電流に依存するLDOの帯域幅とぶつかり、正常な動作に干渉することがあります。この場合、簡単な回路の修正/解決策が必要になります。この現象はLT3055の不安定さを示すものではなく、セラミック入力バイパス・コンデンサを使うアプリケーションに共通の問題です。

ワイヤの自己インダクタンス(つまり、ワイヤ単独のインダクタンス)はその長さに正比例します。ワイヤの直径はワイヤの自己インダクタンスの主要因ではありません。例えば、単独の2-AWGワイヤ(直径 = 0.26インチ)の自己インダクタンスは、30-AWGワイヤ(直径 = 0.01インチ)の自己インダクタンスの約1/2です。1フィートの30-AWGワイヤの自己インダクタンスは約465nHです。

ワイヤの自己インダクタンスを減らすには2つの方法があります。1つの方法は、LT3055に向かう電流を2つの並列に置かれた導体に分割することです。この場合、ワイヤが互いに遠く離れているほど自己インダクタンスが減少し、数インチ離すと最大50%減ります。ワイヤの分割は2個の等しいインダクタを並列に接続することに相当しますが、それらを近接させる

LT3055シリーズ

アプリケーション情報

と、ワイヤの相互インダクタンスが自己インダクタンスに加わります。全体のインダクタンスを減らす2番目の(最も効果的な)方法は、電流の往路と復路の両方の導体(入力のワイヤとGNDのワイヤ)を非常に近づけて配置することです。往路と復路の電流の導体に、0.02インチ離した2本の30-AWGワイヤを使用すると、1本の独立したワイヤを使用した場合に比べて全体の自己インダクタンスは約1/5に減少します。

近くに設置したバッテリでLT3055に電力を供給する場合は、 $10\mu F$ の入力コンデンサで十分に安定性を確保できます。しかし、遠く離れた電源からLT3055に電力を供給する場合は、より大きな値の入力コンデンサを使用する必要があります。およそそのガイドラインとしては、(最小値の $10\mu F$ に)ワイヤ長8インチ当たり $1\mu F$ を追加します。アプリケーションの安定化に必要な最小入力容量も、電源の出力インピーダンスに応じて変化します。LT3055の出力に追加のコンデンサを接続することも効果的です。ただし、このためには、追加のLT3055入力バイパスに比べて1桁大きい容量のコンデンサが必要です。また、電源とLT3055の間に直列抵抗を接続することもアプリケーションの安定化に役立ちます。 $0.1\Omega \sim 0.5\Omega$ 程度の小さな抵抗で十分です。このインピーダンスは、ドロップアウト電圧を犠牲にしてLCタンク回路を減衰させます。より良い代替手段は、LT3055の入力に、セラミック・コンデンサの代わりに高ESRのタンタル・コンデンサまたは電解コンデンサを使用することです。

デバイスの並列接続

複数のLT3055を並列接続することにより、さらに高い出力電流を得ることができます。個々のOUTピンと個々のINピンをそれぞれ相互接続します。外付けのNPNまたはNMOS電流ミラーとLT3055のI_{MON}ピンを組み合わせて、簡単なアンプを作成できます。このアンプは、各LT3055からのI_{MON}電流が等しくなるように、スレーブLT3055の帰還抵抗分割器に(または帰還抵抗分割器から)電流を注入します。

図10では、安価な2N3904 NPNデバイスを使ってこの回路を実装しています。高精度の1k抵抗により、全負荷で1Vのエミッタ減衰を実現し、電流ミラーの適切なマッチングを保証します。スレーブLT3055の帰還抵抗は複数のセクションに分割され、スレーブの2N3904に十分なヘッドルームを確保します。スレーブ・デバイスのI_{MON}ピンに追加された1nFコンデンサにより、帰還ループの周波数補償を行います。

この回路アーキテクチャは、電流ミラーの拡大とスレーブのLT3055デバイスの追加により、必要な数だけのLT3055に拡張できます。

複数のデバイスをPCボード上に分散配置すると、熱も分散されます。入力から出力への差が大きい場合、直列入力抵抗により熱をさらに分散することができます。

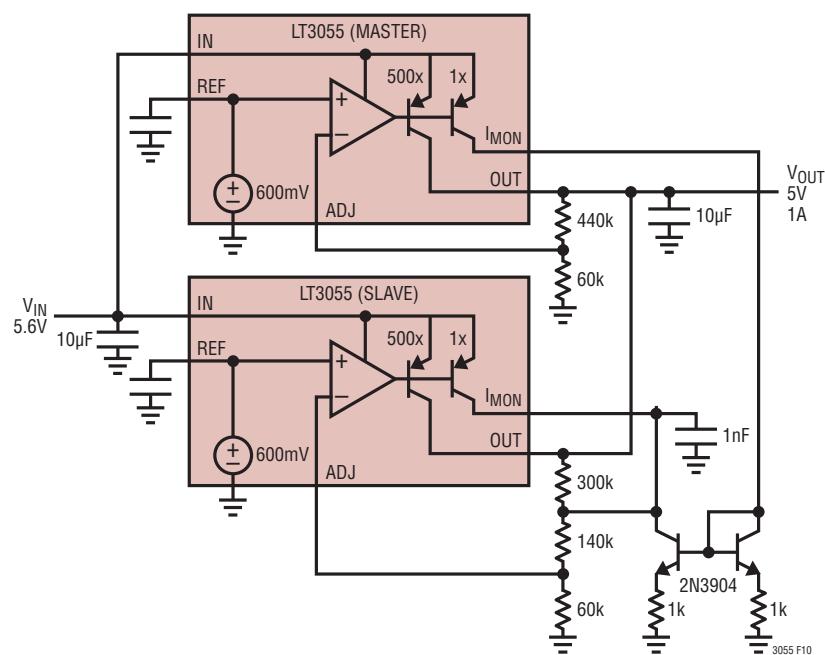


図10. 並列接続デバイス

3055fa

アプリケーション情報

過負荷からの回復

多くのICパワー・レギュレータと同様、LT3055は安全動作領域保護機能を備えています。安全領域保護機能により、入力-出力間の電圧差が増加するにつれて電流制限値が減少し、入出力間電圧のすべての値についてパワー・トランジスタを安全動作領域内に保ちます。LT3055は、デバイスのブレークダウンまでの入力-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とき、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、出力の短絡状態を解除しても出力電圧が回復しないという問題が発生する可能性があります。LT1083/LT1084/LT1085ファミリやLT1764Aなどのレギュレータもこの現象を生じるので、LT3055に固有の問題ではありません。この問題は、出力負荷が重い場合に、入力電圧が高く、出力電圧が低いと発生します。このような状況が発生しやすいのは、短絡状態が解消した直後か、入力電圧が既に投入された状態の後にシャットダウン・ピンが“H”に引き上げられた場合です。このような負荷の負荷曲線は出力電流曲線と2点で交わります。この状況になった場合、レギュレータには2つの安定した出力動作点が存在することになります。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0V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

LT3055の電力処理能力は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)の最大定格接合部温度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は、次の2つの要素で構成されます。

1. 出力電流と入力-出力間電圧差の積:

$$I_{\text{OUT}} \cdot (V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}})$$

2. GNDピン電流と入力電圧の積:

$$I_{\text{GND}} \cdot V_{\text{IN}}$$

GNDピンの電流は「標準的性能特性」のセクションの「GNDピンの電流」のグラフ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。

LT3055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。通常の継続的な動作では、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ないようしてください。LT3055の近くに置かれている他の熱源を含め、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ます。

LT3055のDFNパッケージとMSEパッケージの下側には、リードフレームからダイ・アタッチまでの露出した金属部分があります。これらのパッケージでは、ダイの接合部からプリント回路基板の金属部分に熱を直接伝達し、最大動作接合部温度を制御できます。デュアル・インラインのピン配置により、PCBの上面(部品側)にあるパッケージの端を超えて金属部分を伸ばすことができます。この金属部分はPCBのGNDに接続します。LT3055にINピンとOUTピンが複数あることも、熱をPCBに拡散するのに役立ちます。

表面実装デバイスの場合は、PC基板とその銅トレースの熱分散能力を利用して放熱を実現します。パワー・デバイスが発生する熱を分散するのに、銅ボード硬化材とメッキ・スルーホールを利用することもできます。

一定のボード・サイズの銅箔面積に対する熱抵抗を表3と表4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オンスの外部トレース・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。熱抵抗の詳細と熱に関する情報の利用については、JEDEC標準規格のJESD51、特にJESD51-12を参照してください。

表3. MSOPパッケージで測定された熱抵抗

銅箔面積		基板面積	熱抵抗 (接合部-周囲間)
上面	裏面		
2500 sq mm	2500 sq mm	2500 sq mm	35°C/W
1000 sq mm	2500 sq mm	2500 sq mm	36°C/W
225 sq mm	2500 sq mm	2500 sq mm	37°C/W
100 sq mm	2500 sq mm	2500 sq mm	39°C/W

LT3055シリーズ

アプリケーション情報

表4. DFNパッケージで測定された熱抵抗

銅箔面積 上面	基板面積	熱抵抗 (接合部-周囲間)
2500 sq mm	2500 sq mm	36°C/W
1000 sq mm	2500 sq mm	37°C/W
225 sq mm	2500 sq mm	38°C/W
100 sq mm	2500 sq mm	40°C/W

接合部温度の計算

例：出力電圧が5V、入力電圧範囲が12V±5%、最大出力電流範囲が75mA、最大周囲温度が85°Cの場合、最大接合部温度は何°Cになるでしょうか。

デバイスの電力損失は次のようにになります。

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

ここで、

$$I_{OUT(MAX)} = 75\text{mA}$$

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

$$I_{GND} (I_{OUT} = 75\text{mA}, V_{IN} = 12\text{V 時}) = 3.5\text{mA}$$

したがって、次のようにになります。

$$P = 75\text{mA} \cdot (12.6\text{V} - 5\text{V}) + 3.5\text{mA} \cdot 12.6\text{V} = 0.614\text{W}$$

DFNパッケージを使う場合、熱抵抗は銅箔面積に応じて36°C/W～40°C/Wの範囲になります。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。

$$0.614\text{W} \cdot 40\text{°C/W} = 24.6\text{°C}$$

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温度上昇分との和になります。これは次のとおりです。

$$T_{JMAX} = 85\text{°C} + 24.6\text{°C} = 110\text{°C}$$

保護機能

LT3055はいくつかの保護機能を内蔵しているので、バッテリ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、LT3055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。

電流制限による保護と熱過負荷保護は、デバイスの出力の電流過負荷状態に対してデバイスを保護します。通常動作では、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ないようにしてください。

LT3055のINピンは50Vの逆電圧に耐えます。デバイスに流れる電流は1μA未満(標準で25nA未満)に制限され、OUTに負電圧は出力されません。LT3055は、逆向きに差し込まれたバッテリに対してデバイスと負荷の両方を保護します。

LT3055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。入力が開放状態のままか、または接地されている場合、出力はグランドより50V下がることができます。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できません。ただし、出力電圧を設定する帰還抵抗分割器に電流が流れますが、抵抗分割器によって制限されます。電流は、分割器の下側の抵抗とADJピンの内部クランプから、分割器の上側の抵抗を通って、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給電される場合、出力は電流制限能力に等しい電流をソースし、LT3055は熱制限によって自己を保護します。この場合、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。

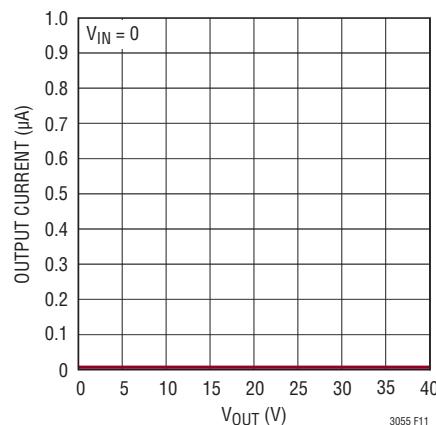
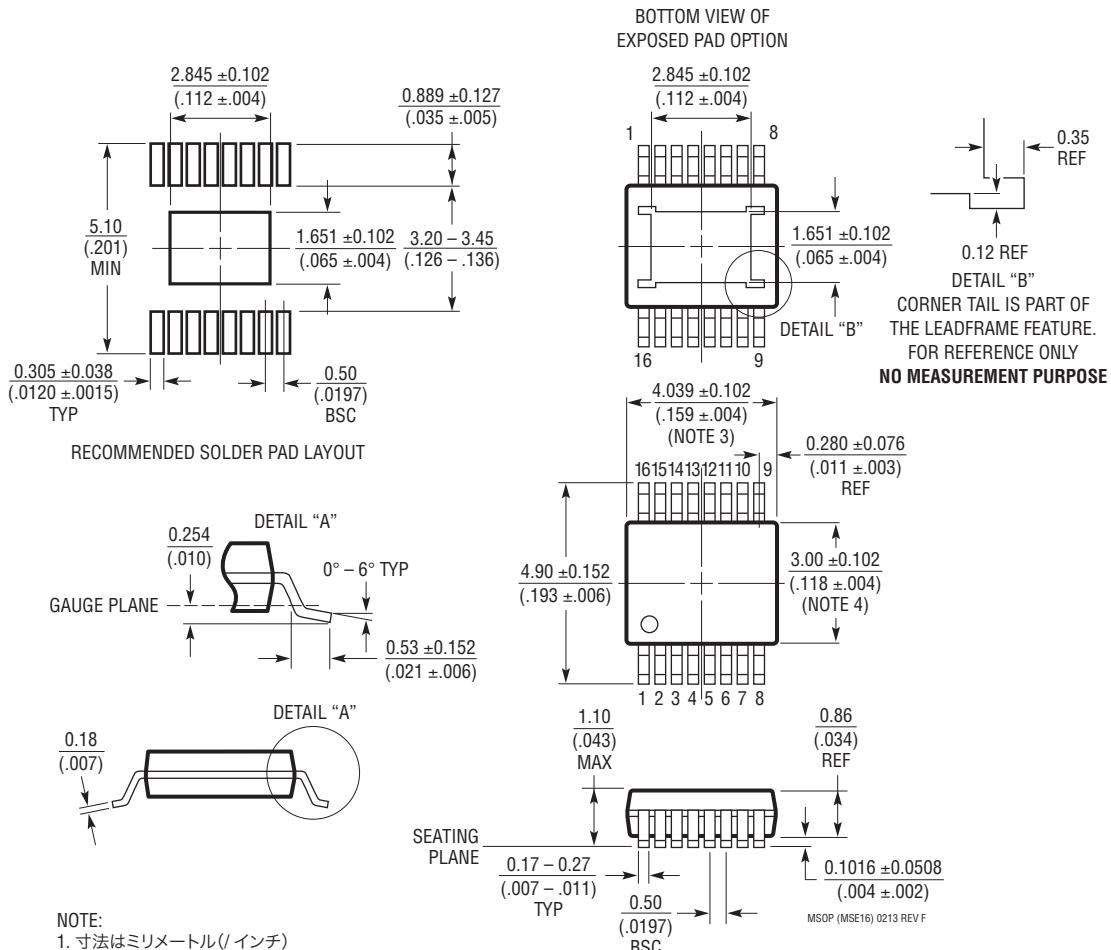


図11. 逆出力電流

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。

**MSE Package
16-Lead Plastic MSOP, Exposed Die Pad
(Reference LTC DWG # 05-08-1667 Rev F)**



NOTE:

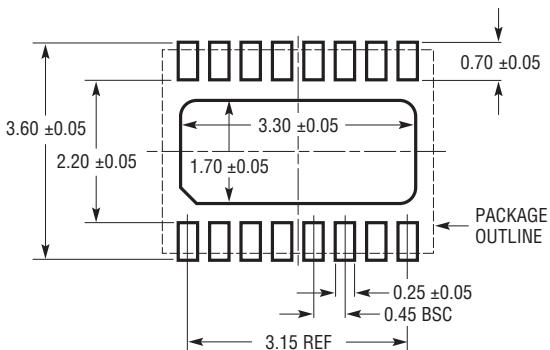
- 寸法はミリメートル(/インチ)
- 図は実寸とは異なる
- 寸法にはモールドのバリ、突出部、またはゲートのバリを含まない
モールドのバリ、突出部、またはゲートのバリは各サイドで 0.152mm(0.006")を超えないこと
- 寸法にはリード間のバリまたは突出部を含まない
リード間のバリまたは突出部は各サイドで 0.152mm(0.006")を超えないこと
- リードの平坦度(成形後のリードの底面)は最大 0.102mm(0.004")であること
- 露出パッドの寸法には、モールドのバリを含まない。
E-PAD 上のモールドのバリは、各サイドで 0.254mm(.010")を超えないこと。

LT3055シリーズ

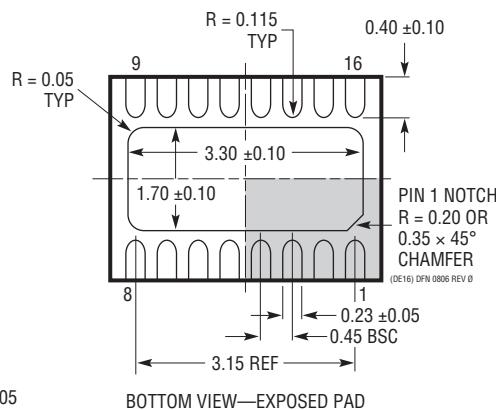
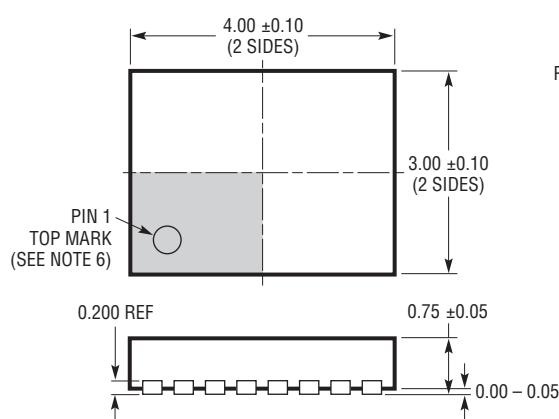
パッケージ

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。

**DE Package
16-Lead Plastic DFN (4mm × 3mm)
(Reference LTC DWG # 05-08-1732 Rev Ø)**



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



NOTE:

1. 図は JEDEC パッケージ・アウトライン MO-229 のバージョンのバリエーション (WGEd-3) 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. 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

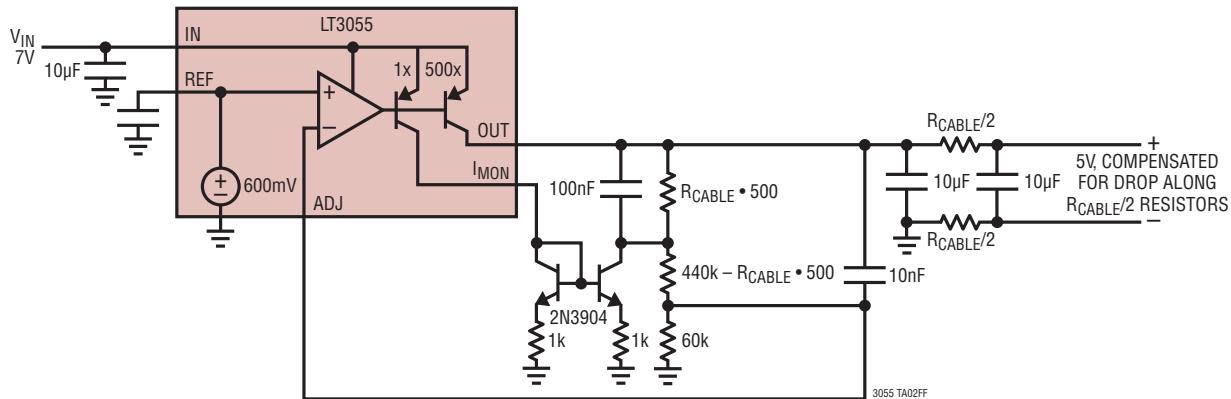
改訂履歴

REV	日付	概要	ページ番号
A	07/14	V _{IN} 最小値を1.8Vに修正。 3.3Vと5Vオプションを、関連スペック、標準的性能特性、ピン機能に追加。 絶対最大定格にSENSEピン電圧のスペックを追加。 新しい固定電圧オプションに合わせてピン配置を修正。 Note 7を修正。 「PWRGDピンの動作」セクションを修正。	1 全体 2 2 5 16

LT3055シリーズ

標準的応用例

ケーブル電圧降下補償器



関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1761	100mA、低ノイズLDO	ドロップアウト電圧:300mV、低ノイズ:20 μV_{RMS} 、 V_{IN} :1.8V~20V、ThinSOT™パッケージ
LT1762	150mA、低ノイズLDO	ドロップアウト電圧:300mV、低ノイズ:20 μV_{RMS} 、 V_{IN} :1.8V~20V、MS8パッケージ
LT1763	500mA、低ノイズLDO	ドロップアウト電圧:300mV、低ノイズ:20 μV_{RMS} 、 V_{IN} :1.8V~20V、SO-8パッケージ
LT1962	300mA、低ノイズLDO	ドロップアウト電圧:270mV、低ノイズ:20 μV_{RMS} 、 V_{IN} :1.8V~20V、MS8パッケージ
LT1964	200mA、低ノイズ、負電圧LDO	ドロップアウト電圧:340mV、低ノイズ:30 μV_{RMS} 、 V_{IN} :-1.8V~-20V、ThinSOTパッケージ
LT1965	1.1A、低ノイズ、 低ドロップアウト・リニア・ レギュレータ	ドロップアウト電圧:290mV、低ノイズ:40 μV_{RMS} 、 V_{IN} :1.8V~20V、 V_{OUT} :1.2V~19.5V、セラミック・コンデンサで安定、TO-220、DDPak、 MSOPおよび3mm×3mm DFNパッケージ
LT3008	20mA、45V、 3 μA I_Q マイクロパワーLDO	ドロップアウト電圧:300mV、Low I_Q = 3 μA 、 V_{IN} :2.0V~45V、 V_{OUT} :0.6V~39.5V、ThinSOTおよび2mm×2mm DFN-6パッケージ
LT3009	20mA、3 μA I_Q マイクロパワーLDO	ドロップアウト電圧:280mV、Low I_Q = 3 μA 、 V_{IN} :1.6V~20V、 MSOPおよび3mm×3mm DFNパッケージ
LT3010	50mA、高電圧、マイクロパワー LDO	V_{IN} :3V~80V、 V_{OUT} :1.275V~60V、 V_{DO} = 0.3V、 I_Q = 30 μA 、 I_{SD} < 1 μA 、 低ノイズ:<100 μV_{RMS} -P、1 μF の出力コンデンサで安定、露出パッド付きMS8パッケージ
LT3011	50mA、高電圧、 PWREGD付きマイクロパワーLDO	V_{IN} :3V~80V、 V_{OUT} :1.275V~60V、 V_{DO} = 0.3V、 I_Q = 46 μA 、 I_{SD} < 1 μA 、 低ノイズ:<100 μV_{RMS} 、パワーグッド、1 μF の出力コンデンサで安定、 3mm×3mm DFN-10および露出パッド付きMS12Eパッケージ
LT3012	250mA、4V~80V、低損失マイクロ パワー・リニア・レギュレータ	V_{IN} :4V~80V、 V_{OUT} :1.24V~60V、 V_{DO} = 0.4V、 I_Q = 40 μA 、 I_{SD} < 1 μA 、 TSSOP-16Eおよび4mm×3mm DFN-12パッケージ
LT3013	250mA、4V~80V、PWREGD付き 低損失マイクロパワー・リニア・ レギュレータ	V_{IN} :4V~80V、 V_{OUT} :1.24V~60V、 V_{DO} = 0.4V、 I_Q = 65 μA 、 I_{SD} < 1 μA 、 パワーグッド機能、TSSOP-16Eおよび4mm×3mm DFN-12パッケージ
LT3014/ LT3014HV	20mA、3V~80V、低損失マイクロ パワー・リニア・レギュレータ	V_{IN} :3V~80V (LT3014HVでは100Vの過渡電圧(2ms))、 V_{OUT} :1.22V~60V、 V_{DO} = 0.35V、 I_Q = 7 μA 、 I_{SD} < 1 μA 、ThinSOTおよび3mm×3mm DFN-8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	ドロップアウト電圧:300mV(2電源動作)、低ノイズ:40 μV_{RMS} 、 V_{IN} :1.2V~36V、 V_{OUT} :0V~35.7V、電流ベースのリファレンス、抵抗1個で V_{OUT} 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はバラスト抵抗を内蔵
LT3050	診断機能と高精度電流制限機能を 備えた100mA LDO	ドロップアウト電圧:340mV、低ノイズ:20 μV_{RMS} 、 V_{IN} :1.8V~45V、 DFNおよびMSOPパッケージ
LT3060	ソフトスタート機能付き 100mA低ノイズLDO	ドロップアウト電圧:300mV、低ノイズ:20 μV_{RMS} 、 V_{IN} :1.8V~45V、 DFNパッケージ

3055fa

26

リニアテクノロジー株式会社

〒102-0094 東京都千代田区紀尾井町3-6紀尾井町パークビル8F
TEL 03-5226-7291 • FAX 03-5226-0268 • www.linear-tech.co.jp/LT3055

LT 0714 REV A • PRINTED IN JAPAN

 LINEAR
TECHNOLOGY
© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2013