

## デュアル150mA 正電圧/負電圧、低ノイズ、 低損失リニア・レギュレータ

### 特長

- 低ノイズ: 20 $\mu$ V<sub>RMS</sub> (正電圧)、30 $\mu$ V<sub>RMS</sub> (負電圧)
- 低消費電流: 30 $\mu$ A/チャンネル
- 広い入力電圧範囲:  $\pm 2.3V \sim \pm 20V$
- 出力電流:  $\pm 150mA$
- 低シャットダウン電流: 合計で3 $\mu$ A未満 (標準)
- 低損失電圧: 300mV/チャンネル
- 固定出力電圧:  $\pm 3.3V$ 、 $\pm 5V$ 、 $\pm 12V$ 、 $\pm 15V$
- 調整可能な出力電圧:  $\pm 1.22V \sim \pm 20V$
- 保護ダイオード不要
- 2.2 $\mu$ Fの出力コンデンサで安定
- セラミック、タンタルまたはアルミ・コンデンサで安定
- 逆出力電圧時でも起動
- 電流制限および熱制限
- 高さの低い14ピン4mm $\times$ 3mm $\times$ 0.75mm DFNパッケージ

### アプリケーション

- バッテリ駆動計測器
- バイポーラ電源
- 低ノイズ電源

### 概要

LT<sup>®</sup>3032は、デュアル、低ノイズ、正電圧/負電圧、低損失電圧リニア・レギュレータです。各レギュレータは標準300mVの損失電圧で最大150mAを供給します。各レギュレータは低消費電流 (動作時30 $\mu$ A、シャットダウン時3 $\mu$ A未満) で、ドロップアウト時にも十分に制御されているので、バッテリー駆動の回路に最適です。

LT3032の他の特長として、低出力ノイズがあります。各レギュレータに外付け10nFバイパス・コンデンサを追加すると、出力ノイズは10Hz $\sim$ 100kHzの帯域幅にわたって20 $\mu$ V<sub>RMS</sub>/30 $\mu$ V<sub>RMS</sub>に減少します。LT3032は最小2.2 $\mu$ Fの出力コンデンサで安定し、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。

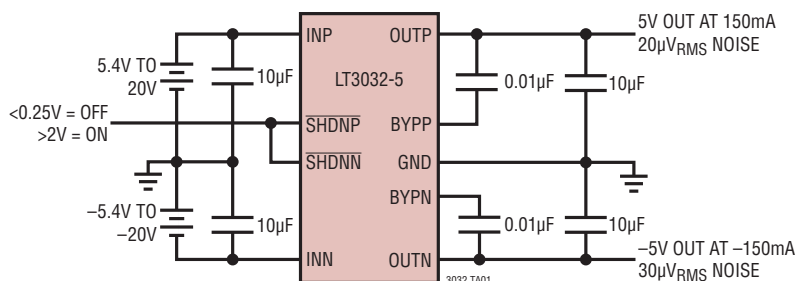
これらのレギュレータは出力電圧を調整可能なデバイス (出力電圧範囲は $\pm 1.22V$ のリファレンス電圧まで) として、または $\pm 3.3V$ 、 $\pm 5V$ 、 $\pm 12V$ 、 $\pm 15V$ の固定出力電圧のデバイスとして提供され、逆出力保護、電流制限、熱制限などの保護回路を内蔵しています。

LT3032はレギュレータごとに露出裏面パッドを備えた、独自の高さの低い14ピン4mm $\times$ 3mm $\times$ 0.75mm DFNパッケージで供給されているので、最適な熱性能が得られます。

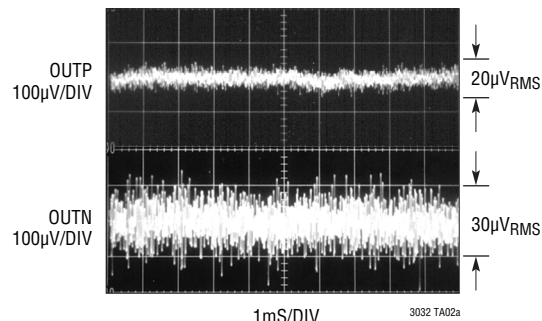
LT、LT、LTC、LTM、Linear TechnologyおよびLinearのロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。ThinSOTはリニアテクノロジー社の商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

### 標準的応用例

低ノイズの150mA両極性電源



10Hz $\sim$ 100kHz出力ノイズ



# LT3032シリーズ

## 絶対最大定格

(Note 1)

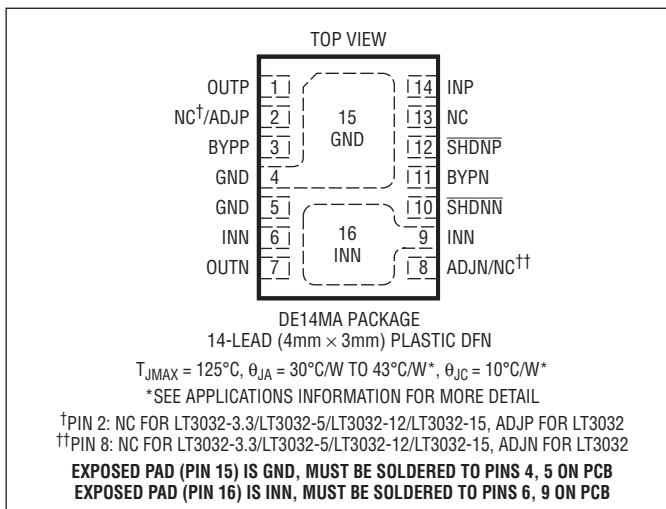
INPピンの電圧 .....	±20V
INNピンの電圧 .....	±20V
OUTPピンの電圧 .....	±20V
OUTNピンの電圧 (Note 3) .....	±20V
INPピンからOUTPピンへの電圧差 .....	±20V
OUTNピンからINNピンへの電圧差 (Note 3) .....	−0.5V、20V
ADJPピンの電圧 .....	±7V
ADJNピンの電圧 (INNピンを基準、Note 3) .....	−0.5V、20V
BYPPピンの電圧 .....	±0.5V
BYPNピンの電圧 (INNピンを基準) .....	±20V
SHDNPピンの電圧 .....	±20V
SHDNNピンの電圧 (INNピンを基準、Note 3) .....	−0.5V、35V
SHDNNピンの電圧 (GNDピンを基準) .....	−20V、15V
出力短絡時間 .....	無期限
動作接合部温度範囲 (Note 2)	

E、Iグレード .....

MPグレード .....

保存温度範囲 .....

## ピン配置



## 発注情報

無鉛仕上げ	テープアンドリール	製品マーキング*	パッケージ	温度範囲
LT3032EDE#PBF	LT3032EDE#TRPBF	3032	14-Lead (4mm × 3mm) Plastic DFN	−40°C to 125°C
LT3032IDE#PBF	LT3032IDE#TRPBF	3032	14-Lead (4mm × 3mm) Plastic DFN	−40°C to 125°C
LT3032MPDE#PBF	LT3032MPDE#TRPBF	3032	14-Lead (4mm × 3mm) Plastic DFN	−55°C to 125°C
LT3032EDE-3.3#PBF	LT3032EDE-3.3#TRPBF	03233	14-Lead (4mm × 3mm) Plastic DFN	−40°C to 125°C
LT3032IDE-3.3#PBF	LT3032IDE-3.3#TRPBF	03233	14-Lead (4mm × 3mm) Plastic DFN	−40°C to 125°C
LT3032MPDE-3.3#PBF	LT3032MPDE-3.3#TRPBF	03233	14-Lead (4mm × 3mm) Plastic DFN	−55°C to 125°C
LT3032EDE-5#PBF	LT3032EDE-5#TRPBF	30325	14-Lead (4mm × 3mm) Plastic DFN	−40°C to 125°C
LT3032IDE-5#PBF	LT3032IDE-5#TRPBF	30325	14-Lead (4mm × 3mm) Plastic DFN	−40°C to 125°C
LT3032MPDE-5#PBF	LT3032MPDE-5#TRPBF	30325	14-Lead (4mm × 3mm) Plastic DFN	−55°C to 125°C
LT3032EDE-12#PBF	LT3032EDE-12#TRPBF	30322	14-Lead (4mm × 3mm) Plastic DFN	−40°C to 125°C
LT3032IDE-12#PBF	LT3032IDE-12#TRPBF	30322	14-Lead (4mm × 3mm) Plastic DFN	−40°C to 125°C
LT3032MPDE-12#PBF	LT3032MPDE-12#TRPBF	30322	14-Lead (4mm × 3mm) Plastic DFN	−55°C to 125°C

## 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
LT3032EDE-15#PBF	LT3032EDE-15#TRPBF	03215	14-Lead (4mm × 3mm) Plastic DFN	–40°C to 125°C
LT3032IDE-15#PBF	LT3032IDE-15#TRPBF	03215	14-Lead (4mm × 3mm) Plastic DFN	–40°C to 125°C
LT3032MPDE-15#PBF	LT3032MPDE-15#TRPBF	03215	14-Lead (4mm × 3mm) Plastic DFN	–55°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。

非標準の鉛仕上げの製品の詳細については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

無鉛仕上げの製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。

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

電気的特性 ●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外はT<sub>A</sub> = 25°Cでの値。

PARAMETER		CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Minimum INP Operating Voltage		LT3032 I <sub>LOAD</sub> = 150mA	●		1.8	2.3	V
Minimum INN Operating Voltage		LT3032 I <sub>LOAD</sub> = –150mA	●	–2.3	–1.6		V
Regulated Output Voltage (Notes 4, 10)	LT3032-3.3	V <sub>INP</sub> = 3.8V, I <sub>LOAD</sub> = 1mA		3.250	3.300	3.350	V
		4.3V ≤ V <sub>INP</sub> ≤ 20V, 1mA ≤ I <sub>LOAD</sub> ≤ 150mA	●	3.200	3.300	3.400	V
	LT3032-3.3	V <sub>INN</sub> = –3.8V, I <sub>LOAD</sub> = –1mA		–3.250	–3.300	–3.350	V
		–4.3V ≥ V <sub>INN</sub> ≥ –20V, –1mA ≥ I <sub>LOAD</sub> ≥ –150mA	●	–3.200	–3.300	–3.400	V
	LT3032-5	V <sub>INP</sub> = 5.5V, I <sub>LOAD</sub> = 1mA		4.925	5.00	5.075	V
		6V ≤ V <sub>INP</sub> ≤ 20V, 1mA ≤ I <sub>LOAD</sub> ≤ 150mA	●	4.850	5.00	5.150	V
	LT3032-5	V <sub>INN</sub> = –5.5V, I <sub>LOAD</sub> = –1mA		–5.075	–5.00	–4.925	V
		–6V ≥ V <sub>INN</sub> ≥ –20V, –1mA ≥ I <sub>LOAD</sub> ≥ –150mA	●	–5.150	–5.00	–4.850	V
	LT3032-12	V <sub>INP</sub> = 12.5V, I <sub>LOAD</sub> = 1mA		11.82	12.00	12.18	V
		13V ≤ V <sub>INP</sub> ≤ 20V, 1mA ≤ I <sub>LOAD</sub> ≤ 150mA	●	11.64	12.00	12.36	V
	LT3032-12	V <sub>INN</sub> = –12.5V, I <sub>LOAD</sub> = –1mA		–12.18	–12.00	–11.82	V
		–13V ≥ V <sub>INN</sub> ≥ –20V, –1mA ≥ I <sub>LOAD</sub> ≥ –150mA	●	–12.36	–12.00	–11.64	V
	LT3032-15	V <sub>INP</sub> = 15.5V, I <sub>LOAD</sub> = 1mA		14.775	15.00	15.225	V
		16V ≤ V <sub>INP</sub> ≤ 20V, 1mA ≤ I <sub>LOAD</sub> ≤ 150mA	●	14.550	15.00	15.450	V
	LT3032-15	V <sub>INN</sub> = –15.5V, I <sub>LOAD</sub> = –1mA		–15.225	–15.00	–14.775	V
		–16V ≥ V <sub>INN</sub> ≥ –20V, –1mA ≥ I <sub>LOAD</sub> ≥ –150mA	●	–15.450	–15.00	–14.550	V
ADJP Pin Voltage (Notes 4, 5)	LT3032	V <sub>INP</sub> = 2V, I <sub>LOAD</sub> = 1mA		1.202	1.22	1.238	V
		2.3V ≤ V <sub>INP</sub> ≤ 20V, 1mA ≤ I <sub>LOAD</sub> ≤ 150mA	●	1.184	1.22	1.256	V
ADJN Pin Voltage (Notes 4, 5, 10)	LT3032	V <sub>INN</sub> = –2V, I <sub>LOAD</sub> = –1mA		–1.238	–1.22	–1.202	V
		–2.3V ≤ V <sub>INN</sub> ≤ –20V, –1mA ≤ I <sub>LOAD</sub> ≤ –150mA	●	–1.256	–1.22	–1.184	V
Line Regulation (Note 5)	LT3032-3.3	OUTP ΔV <sub>INP</sub> = 3.8V to 20V, I <sub>LOAD</sub> = 1mA	●		1	6	mV
		OUTN ΔV <sub>INN</sub> = –3.8V to –20V, I <sub>LOAD</sub> = –1mA	●		9	30	mV
	LT3032-5	OUTP ΔV <sub>INP</sub> = 5.5V to 20V, I <sub>LOAD</sub> = 1mA	●		1	6	mV
		OUTN ΔV <sub>INN</sub> = –5.5V to –20V, I <sub>LOAD</sub> = –1mA	●		15	50	mV
	LT3032-12	OUTP ΔV <sub>INP</sub> = 12.5V to 20V, I <sub>LOAD</sub> = 1mA	●		1.5	15	mV
		OUTN ΔV <sub>INN</sub> = –12.5V to –20V, I <sub>LOAD</sub> = –1mA	●		13	75	mV
	LT3032-15	OUTP ΔV <sub>INP</sub> = 15.5V to 20V, I <sub>LOAD</sub> = 1mA	●		2	20	mV
		OUTN ΔV <sub>INN</sub> = –15.5V to –20V, I <sub>LOAD</sub> = –1mA	●		10	75	mV
	LT3032	ADJP ΔV <sub>INP</sub> = 2V to 20V, I <sub>LOAD</sub> = 1mA	●		1	6	mV
		ADJN ΔV <sub>INN</sub> = –2V to –20V, I <sub>LOAD</sub> = –1mA	●		1	12	mV

# LT3032シリーズ

電気的特性 ●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。

PARAMETER		CONDITIONS			MIN	TYP	MAX	UNITS	
Load Regulation (Notes 5, 13)	LT3032-3.3	OUTP	$V_{INP} = 4.3V$ , $\Delta I_{LOAD} = 1mA$ to 150mA			-5		mV	
	LT3032-3.3	OUTN	$V_{INN} = -4.3V$ , $\Delta I_{LOAD} = -1mA$ to -150mA			10		mV	
	LT3032-5	OUTP	$V_{INP} = 6V$ , $\Delta I_{LOAD} = 1mA$ to 150mA			-9		mV	
	LT3032-5	OUTN	$V_{INN} = -6V$ , $\Delta I_{LOAD} = -1mA$ to -150mA			15		mV	
	LT3032-12	OUTP	$V_{INP} = 13V$ , $\Delta I_{LOAD} = 1mA$ to 150mA			-20		mV	
	LT3032-12	OUTN	$V_{INN} = -13V$ , $\Delta I_{LOAD} = -1mA$ to -150mA			20		mV	
	LT3032-15	OUTP	$V_{INP} = 16V$ , $\Delta I_{LOAD} = 1mA$ to 150mA			-25		mV	
	LT3032-15	OUTN	$V_{INN} = -16V$ , $\Delta I_{LOAD} = -1mA$ to -150mA			27		mV	
	LT3032	ADJP	$V_{INP} = 2.3V$ , $\Delta I_{LOAD} = 1mA$ to 150mA $V_{INP} = 2.3V$ , $\Delta I_{LOAD} = 1mA$ to 150mA	●		-1.5 -7 -15		mV mV	
	LT3032	ADJN	$V_{INN} = -2.3V$ , $\Delta I_{LOAD} = -1mA$ to -150mA $V_{INN} = -2.3V$ , $\Delta I_{LOAD} = -1mA$ to -150mA	●		1.5 7 15		mV mV	
Dropout Voltage $V_{INP} = V_{OUTP(NOMINAL)}$ (Notes 6, 7)		$I_{LOAD} = 1mA$		●		0.09	0.20	V	
		$I_{LOAD} = 10mA$		●		0.15	0.27	V	
		$I_{LOAD} = 50mA$				0.21		V	
		$I_{LOAD} = 150mA$				0.27		V	
Dropout Voltage $V_{INN} = V_{OUTN(NOMINAL)}$ (Notes 6, 7)		$I_{LOAD} = -1mA$		●		0.10	0.20	V	
		$I_{LOAD} = -10mA$		●		0.15	0.27	V	
		$I_{LOAD} = -50mA$				0.21		V	
		$I_{LOAD} = -150mA$				0.30		V	
GND Pin Current $V_{INP} = V_{OUTP(NOMINAL)}$ , $V_{INN} = 0V$ (Notes 6, 8, 9)		$I_{LOAD} = 0mA$ (LT3032, LT3032-3.3, LT3032-5)		●		-25	-65	$\mu A$	
		$I_{LOAD} = 0mA$ (LT3032-12, LT3032-15)		●		-50	-120	$\mu A$	
		$I_{LOAD} = 1mA$ (LT3032, LT3032-3.3, LT3032-5)		●		-70	-120	$\mu A$	
		$I_{LOAD} = 1mA$ (LT3032-12, LT3032-15)		●		-80	180	$\mu A$	
		$I_{LOAD} = 10mA$		●		-350	-500	$\mu A$	
		$I_{LOAD} = 50mA$		●		-1.3	-1.8	mA	
		$I_{LOAD} = 150mA$		●		-4	-7	mA	
GND Pin Current $V_{INN} = V_{OUTN(NOMINAL)}$ , $V_{INP} = 0V$ (Notes 6, 8, 9, 10)		$I_{LOAD} = 0mA$ (LT3032, LT3032-3.3, LT3032-5)		●		30	70	$\mu A$	
		$I_{LOAD} = 0mA$ (LT3032-12, LT3032-15)		●		50	130	$\mu A$	
		$I_{LOAD} = -1mA$ (LT3032, LT3032-3.3, LT3032-5)		●		85	180	$\mu A$	
		$I_{LOAD} = -1mA$ (LT3032-12, LT3032-15)		●		90	180	$\mu A$	
		$I_{LOAD} = -10mA$		●		300	600	$\mu A$	
		$I_{LOAD} = -50mA$		●		0.75	1.5	mA	
		$I_{LOAD} = -150mA$		●		2	5	mA	
ADJP Pin Bias Current	LT3032	(Notes 5, 9)				30	100	nA	
ADJN Pin Bias Current	LT3032	(Notes 5, 9)				-30	-100	nA	
Shutdown Threshold		SHDNP	$V_{OUTP} = \text{Off to On}$	●	0.25	0.7	2	V	
		SHDNP	$V_{OUTP} = \text{On to Off}$	●		0.6		V	
		SHDNN	$V_{OUTN} = \text{Off to On (Positive)}$	●		1.4	2	V	
		SHDNN	$V_{OUTN} = \text{Off to On (Negative)}$	●		-1.9		V	
		SHDNN	$V_{OUTN} = \text{On to Off (Positive)}$	●		1.4		V	
		SHDNN	$V_{OUTN} = \text{On to Off (Negative)}$	●		-1.9	-0.25	V	
SHDNP Pin Current (Note 9)		$V_{SHDNP} = 0V$				-1	1	$\mu A$	
		$V_{SHDNP} = 20V$					1	4	$\mu A$
SHDNN Pin Current (Note 9)		$V_{SHDNN} = 0V$				-1	1	$\mu A$	
		$V_{SHDNN} = 15V$					6	15	$\mu A$
		$V_{SHDNN} = -15V$					-3	-9	$\mu A$

3032fe

## 電気的特性 ●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Quiescent Current in Shutdown	$V_{\text{INP}} = 6\text{V}$ , $V_{\text{SHDNP}} = 0\text{V}$ , $V_{\text{INN}} = 0\text{V}$ $V_{\text{INN}} = -6\text{V}$ , $V_{\text{SHDNN}} = 0\text{V}$ , $V_{\text{INP}} = 0\text{V}$ (LT3032, LT3032-3.3, LT3032-5) $V_{\text{INN}} = V_{\text{OUT(NOMINAL)}} - 1\text{V}$ , $V_{\text{SHDNN}} = 0\text{V}$ , $V_{\text{INP}} = 0\text{V}$ (LT3032-12/ LT3032-15)	●●●		0.1 -3 10	8 -10 20	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
Output Voltage Noise (10Hz to 100kHz)	$C_{\text{OUTP}} = 10\mu\text{F}$ , $C_{\text{BYPP}} 0.01\mu\text{F}$ , $I_{\text{LOAD}} = 150\text{mA}$ $C_{\text{OUTN}} = 10\mu\text{F}$ , $C_{\text{BYPN}} 0.01\mu\text{F}$ , $I_{\text{LOAD}} = -150\text{mA}$			20 30		$\mu\text{V}_{\text{RMS}}$ $\mu\text{V}_{\text{RMS}}$
Ripple Rejection $V_{\text{RIPPLE}} = 0.5\text{V}_{\text{P-P}}$ , $f_{\text{RIPPLE}} = 120\text{Hz}$	$V_{\text{INP}}$ to $V_{\text{OUTP}} = 1.5\text{V}$ (Average), $I_{\text{LOAD}} = 100\text{mA}$ $V_{\text{INN}}$ to $V_{\text{OUTN}} = -1.5\text{V}$ (Average), $I_{\text{LOAD}} = -100\text{mA}$		50 46	68 54		dB dB
Current Limit (Note 12)	$V_{\text{INP}} = 7\text{V}$ , $V_{\text{OUTP}} = 0\text{V}$ $V_{\text{INN}} = -7\text{V}$ , $V_{\text{OUTN}} = 0\text{V}$ $V_{\text{INP}} = 2.3\text{V}$ or $V_{\text{OUTP(NOMINAL)}} + 1\text{V}$ , $\Delta V_{\text{OUTP}} = -0.1\text{V}$ $V_{\text{INN}} = -2.3\text{V}$ or $V_{\text{OUTP(NOMINAL)}} - 1\text{V}$ , $\Delta V_{\text{OUTN}} = 0.1\text{V}$	●●●	170 170	400 350		mA mA mA mA
INP Reverse Leakage Current	$V_{\text{INP}} = -20\text{V}$ , $V_{\text{OUTP}} = 0\text{V}$	●			-1	mA
INN Reverse Leakage Current	$V_{\text{INN}} = 20\text{V}$ , $V_{\text{OUTN}}$ , $V_{\text{ADJN}}$ , $V_{\text{SHDNN}} = \text{Open Circuit}$	●			1	mA
Reverse Output Current (Notes 5, 11)	LT3032-3.3 $V_{\text{OUTP}} = 3.3\text{V}$ , $V_{\text{INP}} < 3.3\text{V}$ LT3032-5 $V_{\text{OUTP}} = 5\text{V}$ , $V_{\text{INP}} < 5\text{V}$ LT3032-12 $V_{\text{OUTP}} = 12\text{V}$ , $V_{\text{INP}} < 12\text{V}$ LT3032-15 $V_{\text{OUTP}} = 15\text{V}$ , $V_{\text{INP}} < 15\text{V}$ LT3032 $V_{\text{OUTP}} = V_{\text{ADJP}} = 1.22\text{V}$ , $V_{\text{INP}} < 1.22\text{V}$			10 10 25 25 5	20 20 50 50 10	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$

**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:** LT3032は $T_A$ 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。LT3032Eは $T_A = 25^\circ\text{C}$ で100%テストされる。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の全動作接合部温度範囲でのLT3032Eの性能は設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの関連で確認されている。LT3032I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動作することが保証されている。

**Note 3:** INNピンと、OUTN、ADJN、およびSHDNNの各ピンの間には内部に寄生ダイオードが存在する。これらのピンは、フォールト状態ではINNピンより0.5V以上下にすることはできず、動作中はINNピンよりも正の電圧に維持しなければならない。

**Note 4:** 動作条件は最大接合部温度によって制限される。仕様は入力電圧と出力電流の全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ときは、出力電流範囲を制限しなければならない。最大出力電流で動作しているときは、入力電圧範囲を制限しなければならない。

**Note 5:** LT3032はADJPピンがOUTPピンに接続され、ADJNピンがOUTNピンに接続されたこれらの条件でテストされ、仕様が規定されている。

**Note 6:** 最小入力電圧の条件を満たすため、OUTP/OUTNから対応するADJP/ADJNピンに接続した外部抵抗分割器(2個の250k抵抗)を使って $\pm 2.44\text{V}$ の出力電圧を与えるこれらの条件でLT3032はテストされ、仕様が規定されている。外部抵抗分割器により5 $\mu\text{A}$  DCの負荷が出力に追加される。LT3032-12/LT3032-15では内部抵抗分割器を流れる電流が大きいので、軽負荷/無負荷時にGNDピンを流れる電流が大きくなります。

**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、入力から出力への最小電圧差である。ドロップアウトでは、出力電圧は次の値に等しい。

$$V_{\text{INP/INN}} - V_{\text{DROPOUT}}$$

もっと低い出力電圧では、出力電圧/負荷の条件によっては損失電圧は最小入力電圧の仕様によって制限される。「標準的性能特性」の「最小INN電圧と最小INP電圧」の曲線を参照。パッケージ・ピンのケルビン検出による製造時テストの限界のため、50mAおよび150mAでの「最大損失電圧」の仕様をLTCは保証することはできない。「出力負荷電流と温度」の関数としての「損失電圧」の曲線については、「標準的性能特性」を参照。

**Note 8:** GNDピンの電流は $V_{\text{INP}} = V_{\text{OUTP(NOMINAL)}}$ または $V_{\text{INN}} = V_{\text{OUTN(NOMINAL)}}$ および電流源負荷でテストされる。つまり、デバイスがドロップアウト領域で動作している間にテストされる。これは、ワーストケースのGNDピンの電流である。高い入力電圧では、GNDピンの電流はわずかに減少する。

**Note 9:** 正電流はピンへ流れ込む。負電流はピンから流れ出す。

**Note 10:** INNからOUTNの入力から出力の電圧差が $-7\text{V}$ より大きい場合、レギュレーションを維持するため $-50\mu\text{A}$ の負荷が必要である。

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

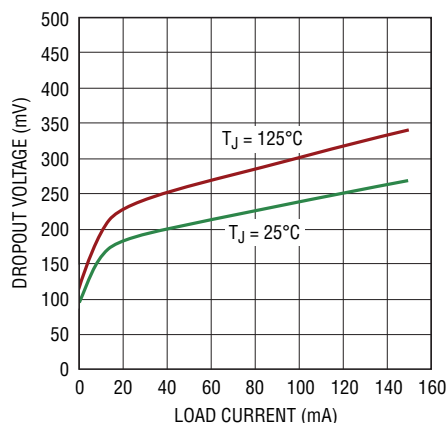
**Note 12:** 正電圧側の電流制限は、 $V_{\text{INP}} = 2.3\text{V}$  または  $V_{\text{INP}} = V_{\text{OUTP(NOMINAL)}} + 1\text{V}$  のうち、より正側の方でテストされる。負電圧側の電流制限は $V_{\text{INN}} = -2.3\text{V}$ あるいは  $V_{\text{INN}} = V_{\text{OUTN(NOMINAL)}} - 1\text{V}$  のうち、より負側の方でテストされる。

**Note 13:** パッケージ・ピンのケルビン検出による製造時テストの限界のため、LT3032の固定電圧バージョンでの「負荷レギュレーション」の仕様をLTCは保証することはできない。「温度」の関数としての「負荷レギュレーション」の曲線については、「標準的性能特性」を参照。

# LT3032シリーズ

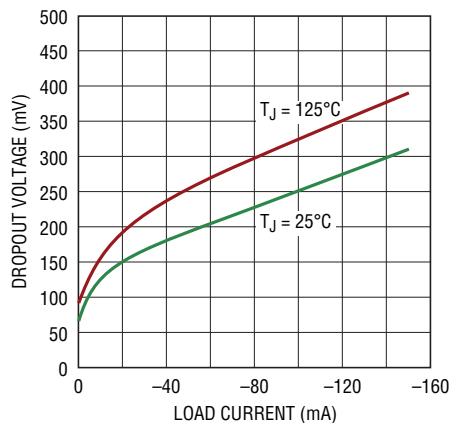
## 標準的性能特性

INPからOUTPへの標準損失電圧



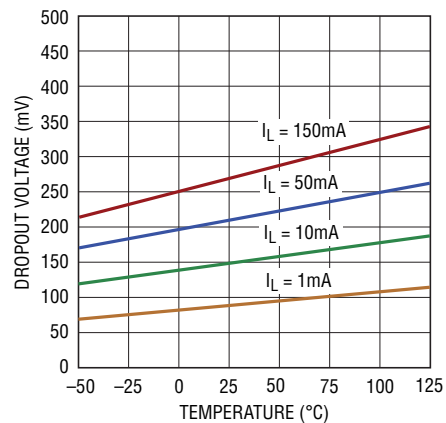
3032 G01

INNからOUTNへの標準損失電圧



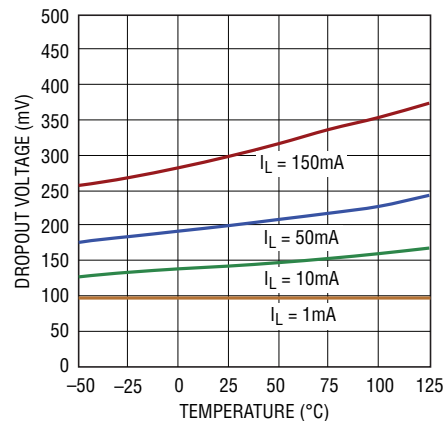
3032 G02

INPからOUTPへの損失電圧



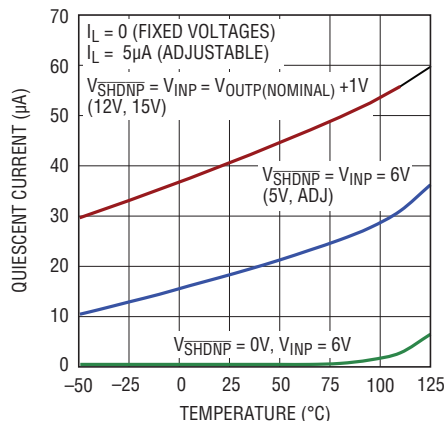
3032 G03

INNからOUTNへの損失電圧



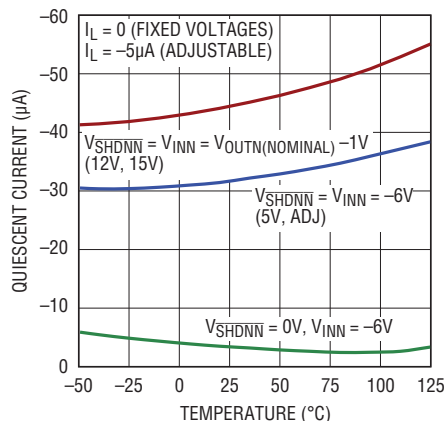
3032 G04

INPの消費電流



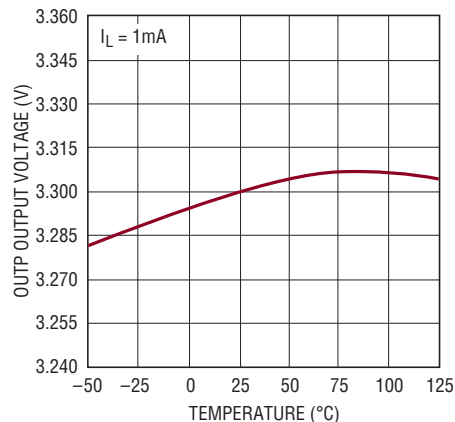
3032 G05

INNの消費電流



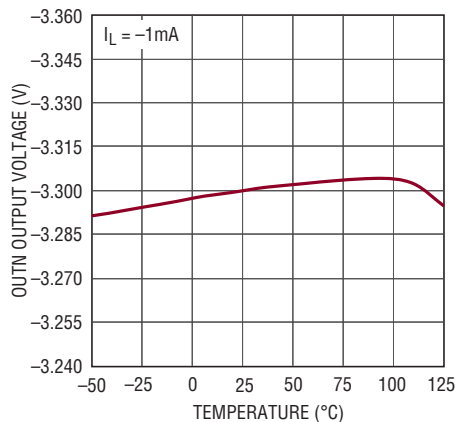
3032 G06

LT3032-3.3のOUTPの出力電圧



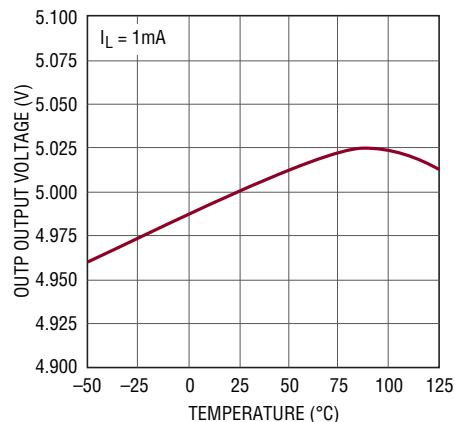
3032 G70

LT3032-3.3のOUTNの出力電圧



3032 G71

LT3032-5のOUTPの出力電圧



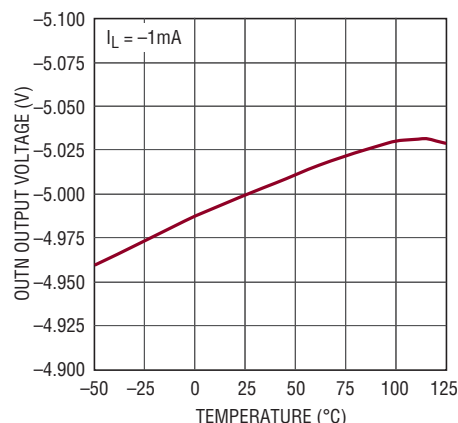
3032 G52

3032fe



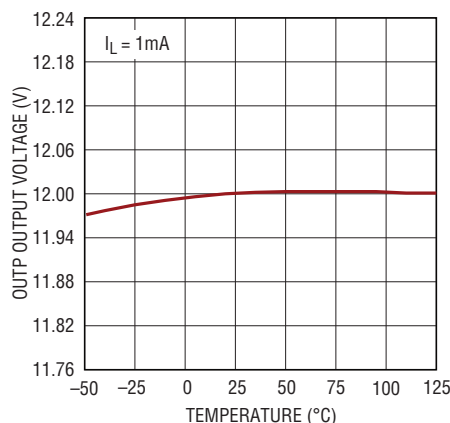
## 標準的性能特性

LT3032-5のOUTNの出力電圧



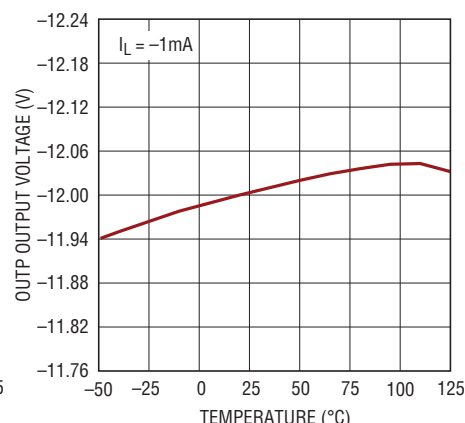
3032 G53

LT3032-12のOUTPの出力電圧



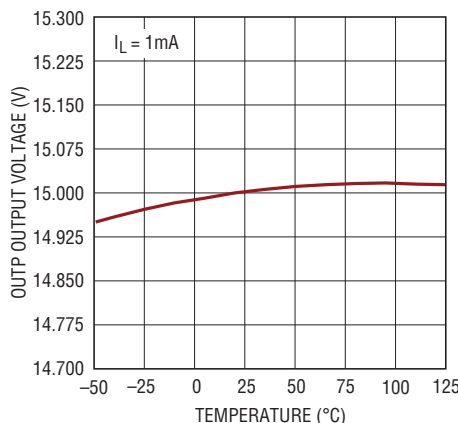
3032 G58

LT3032-12のOUTNの出力電圧



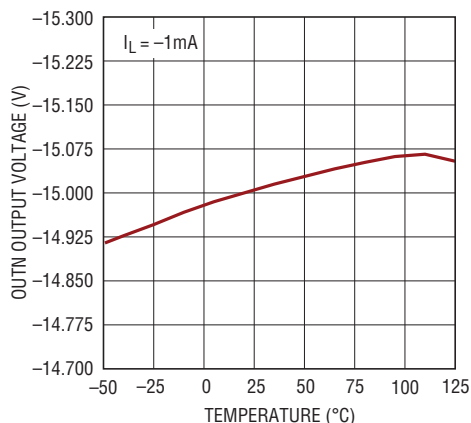
3032 G59

LT3032-15のOUTPの出力電圧



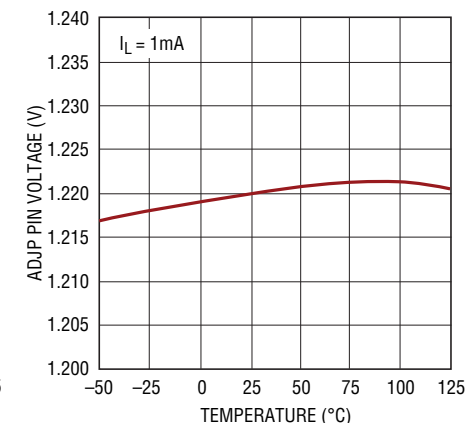
3032 G60

LT3032-15のOUTNの出力電圧



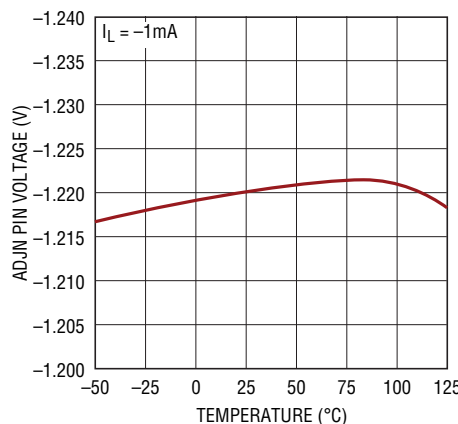
3032 G61

LT3032のADJPピンの電圧



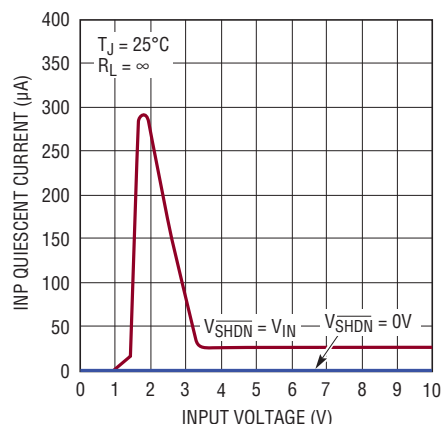
3032 G07

LT3032のADJNピンの電圧



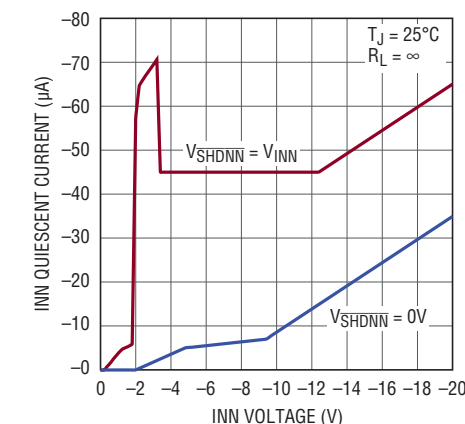
3032 G08

LT3032-3.3のINPの消費電流



3032 G72

LT3032-3.3のINNの消費電流

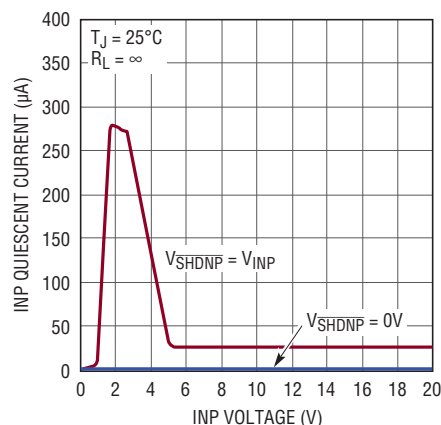


3032 G73

# LT3032シリーズ

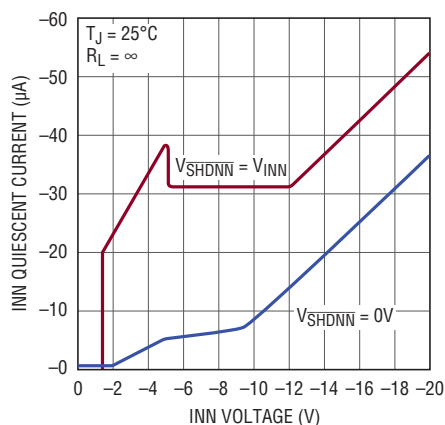
## 標準的性能特性

LT3032-5のINPの消費電流



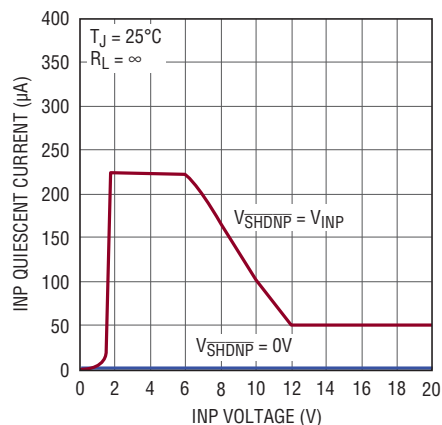
3032 G54

LT3032-5のINNの消費電流



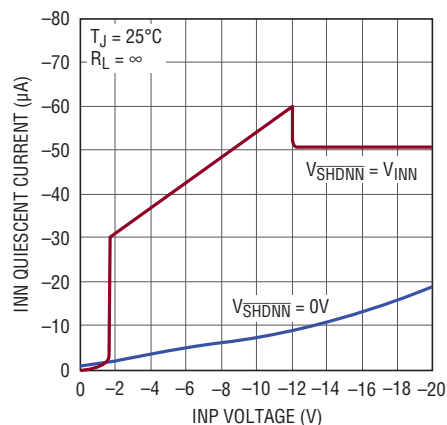
3032 G55

LT3032-12 INPの消費電流



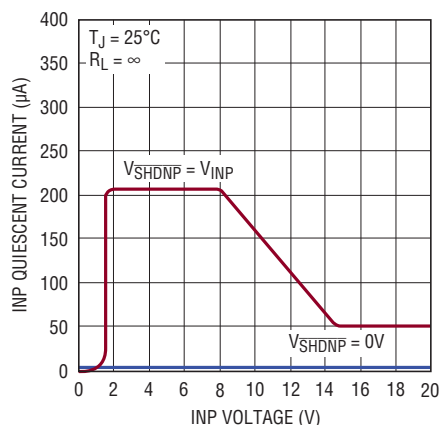
3032 G62

LT3032-12 INNの消費電流



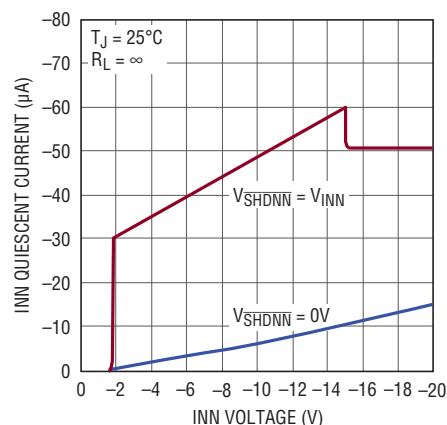
3032 G63

LT3032-15 INPの消費電流



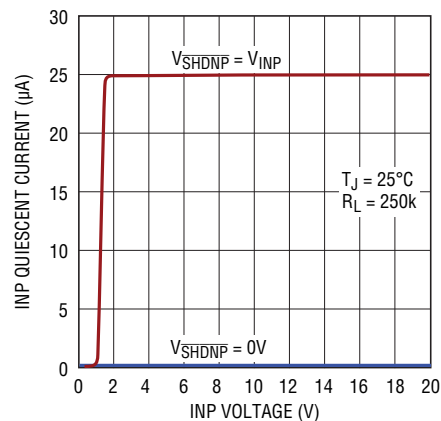
3032 G64

LT3032-15 INNの消費電流



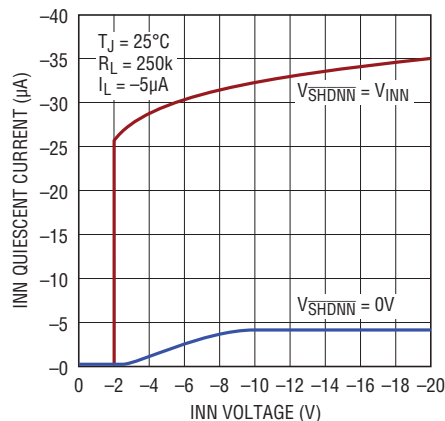
3032 G65

LT3032のINPの消費電流



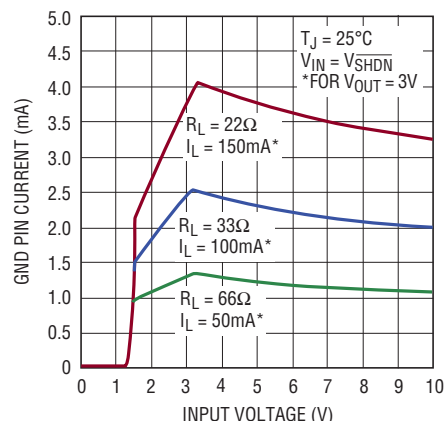
3032 G09

LT3032のINNの消費電流



3032 G10

LT3032-3.3の正側のGNDピンの電流

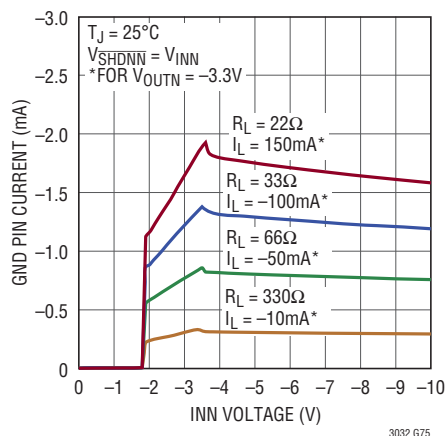


3032 G74

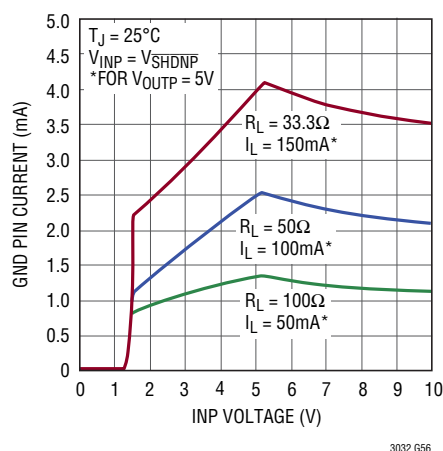


## 標準的性能特性

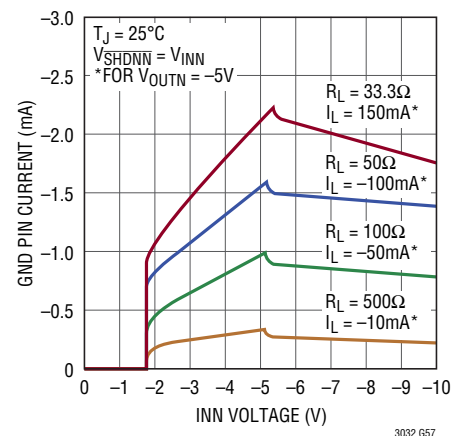
LT3032-3.3の負側のGNDピンの電流



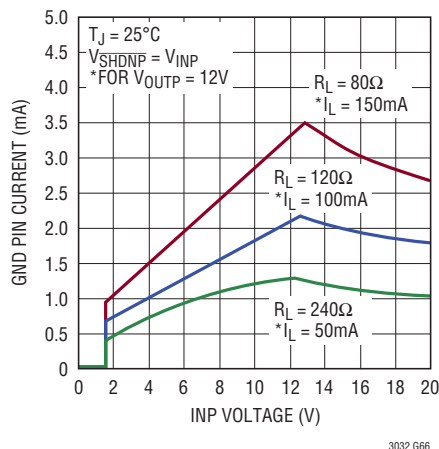
LT3032-5の正側のGNDピンの電流



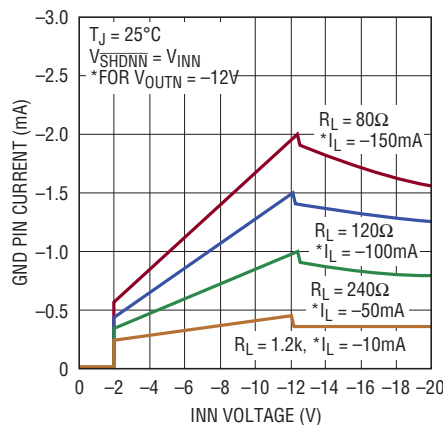
LT3032-5の負側のGNDピンの電流



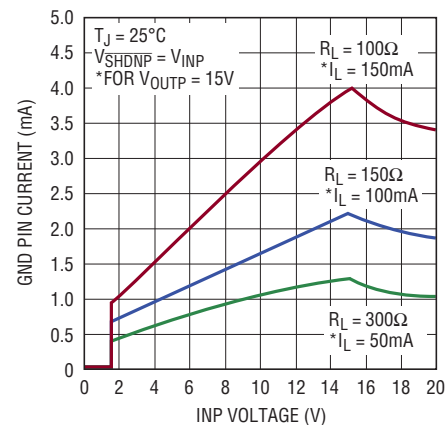
LT3032-12の正側のGNDピンの電流



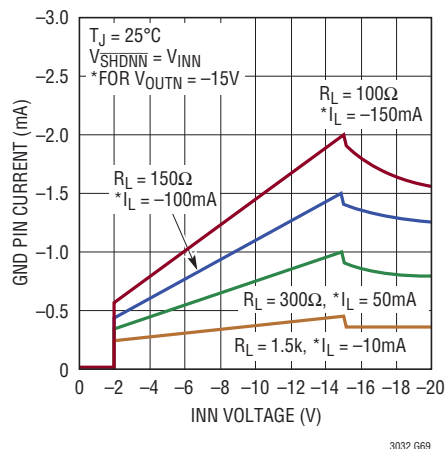
LT3032-12の負側のGNDピンの電流



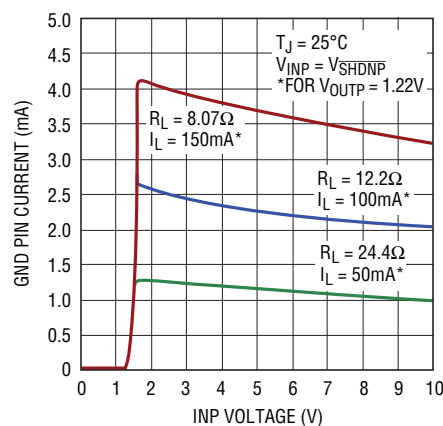
LT3032-15の正側のGNDピンの電流



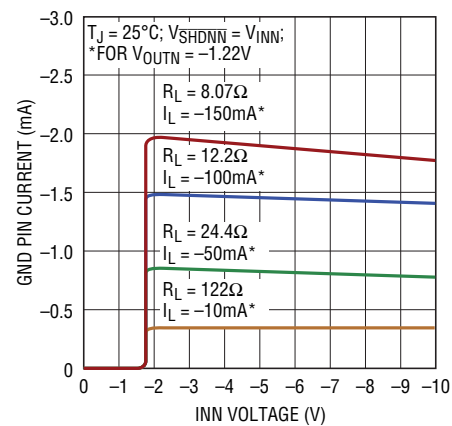
LT3032-15の負側のGNDピンの電流



LT3032の正側のGNDピンの電流

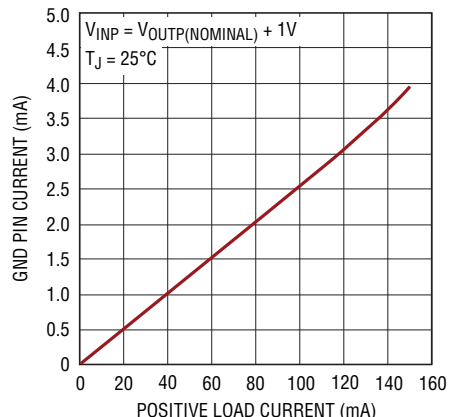


LT3032の負側のGNDピンの電流



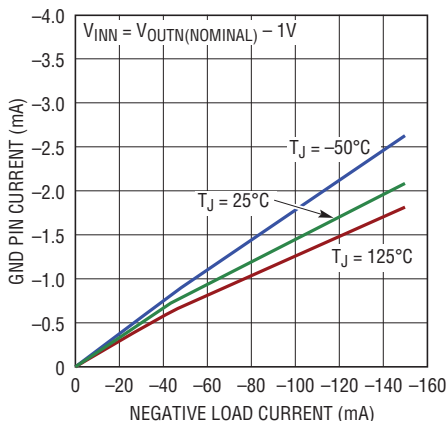
## 標準的性能特性

正側のGNDピンの電流と $I_{LOAD}$



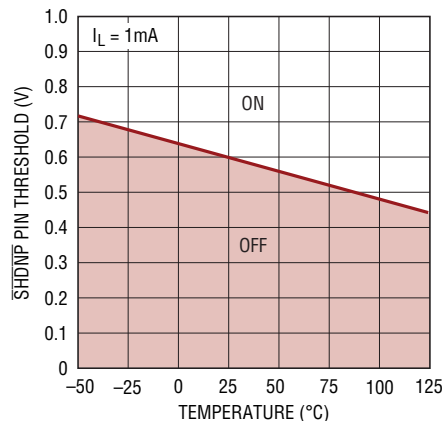
3032 G13

負側のGNDピンの電流と $I_{LOAD}$



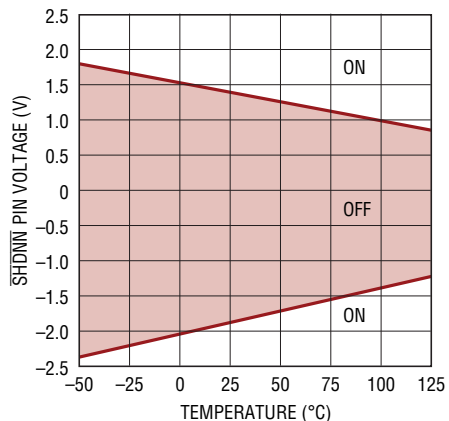
3032 G14

SHDNPピンのスレッシュヨルド



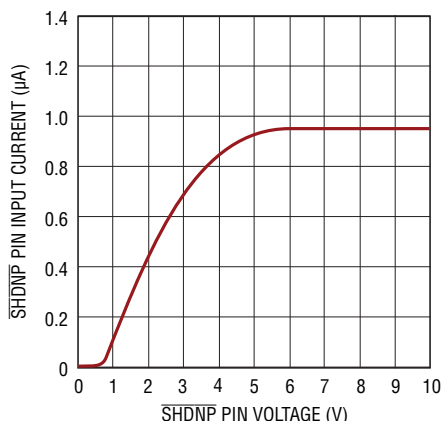
3032 G15

SHDNNピンのスレッシュヨルド



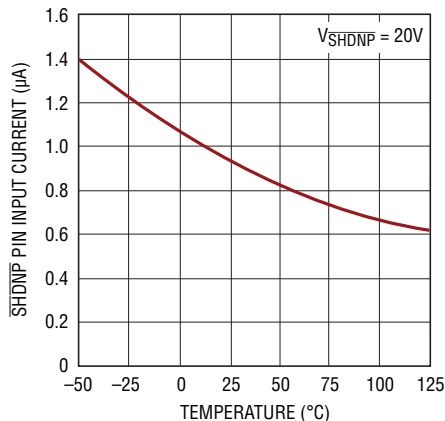
3032 G16

SHDNPピンの入力電流



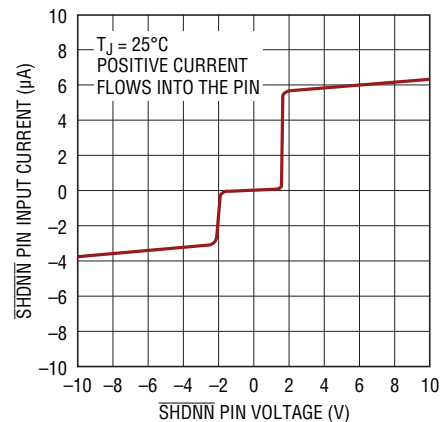
3032 G17

SHDNPピンの入力電流



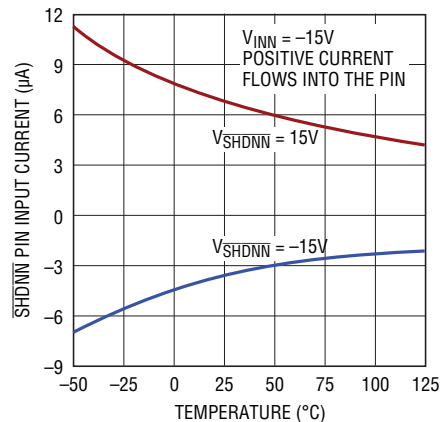
3032 G18

SHDNNピンの入力電流



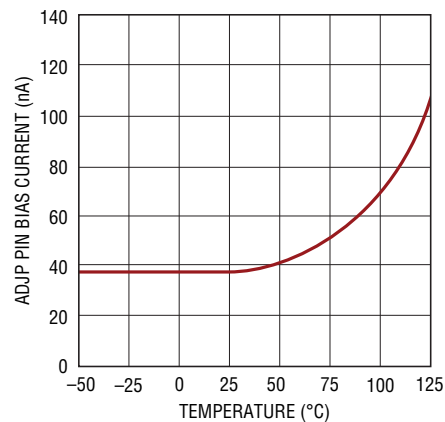
3032 G19

SHDNNピンの入力電流



3032 G20

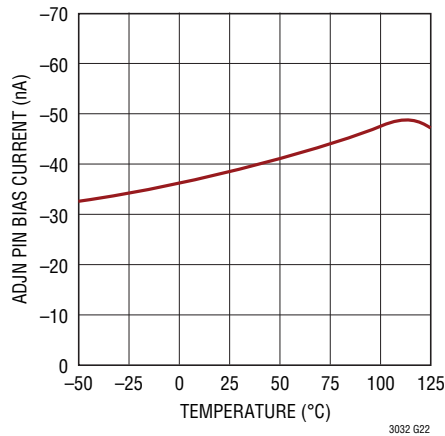
ADJPピンのバイアス電流



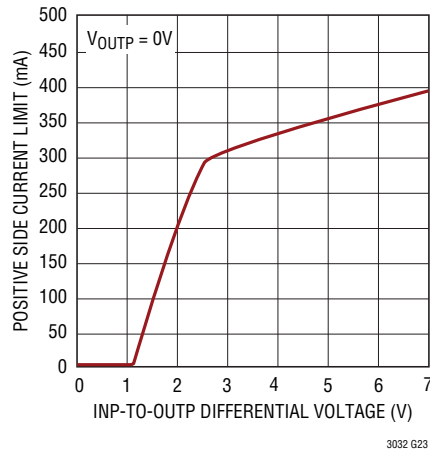
3032 G21

## 標準的性能特性

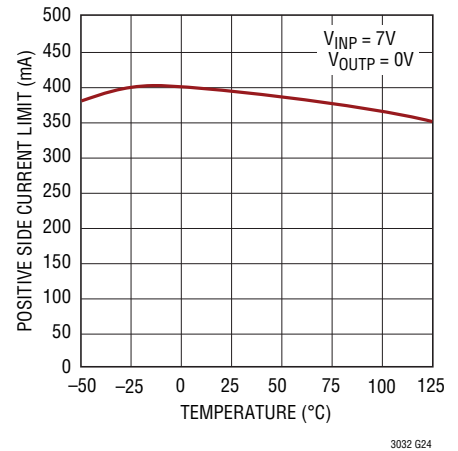
ADJNピンのバイアス電流



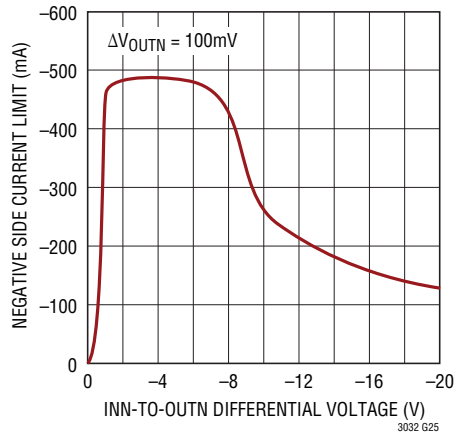
正電圧側の電流制限



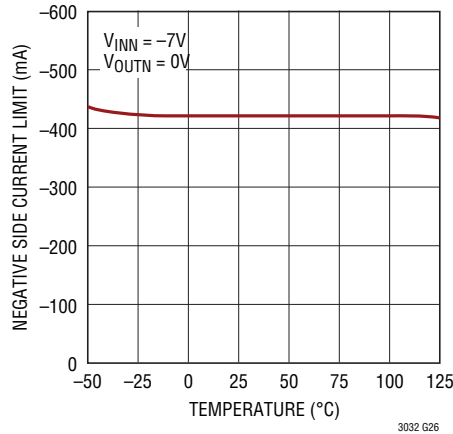
正電圧側の電流制限



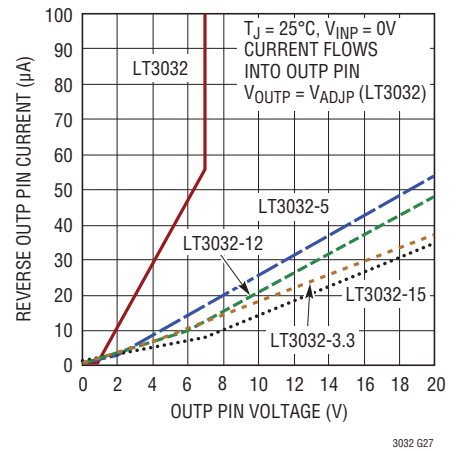
負電圧側の電流制限



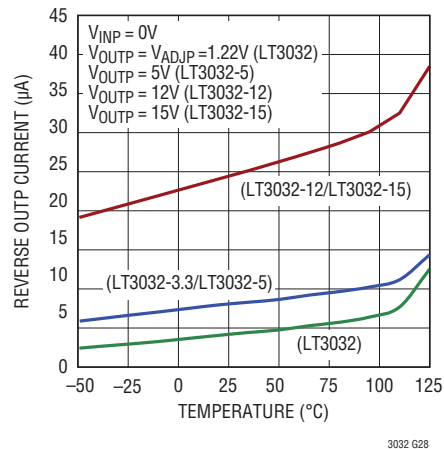
負電圧側の電流制限



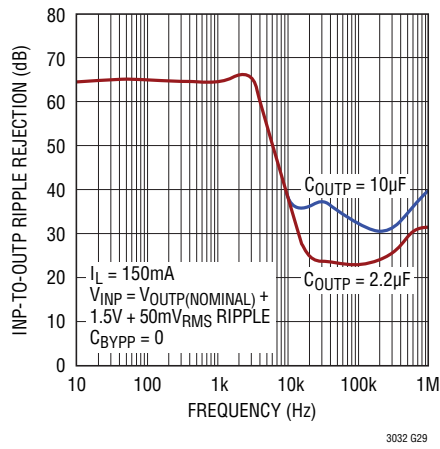
OUTPピンの逆電流



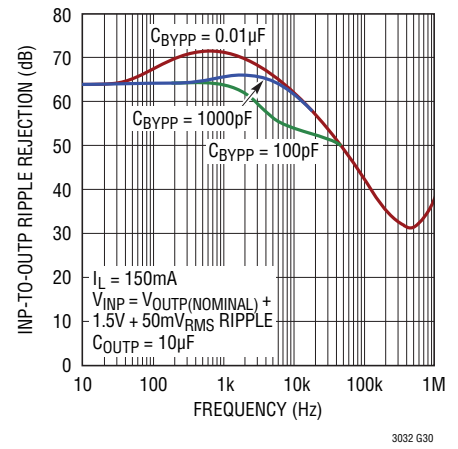
OUTPピンの逆電流



INPからOUTPへのリップル除去



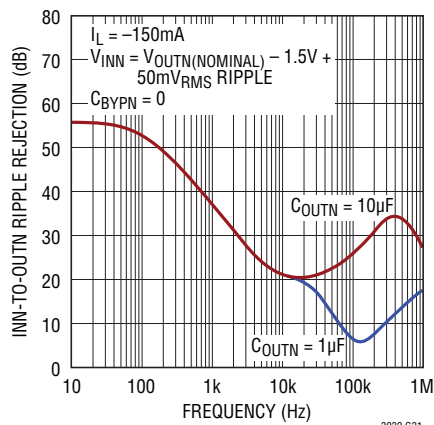
INPからOUTPへのリップル除去



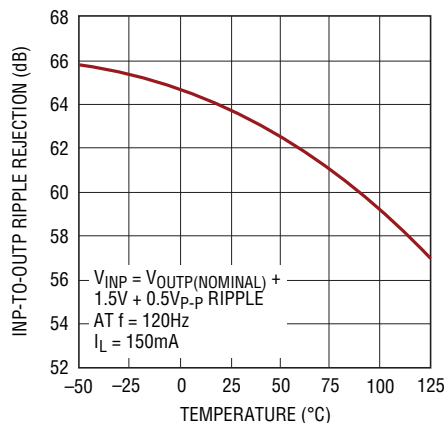
# LT3032シリーズ

## 標準的性能特性

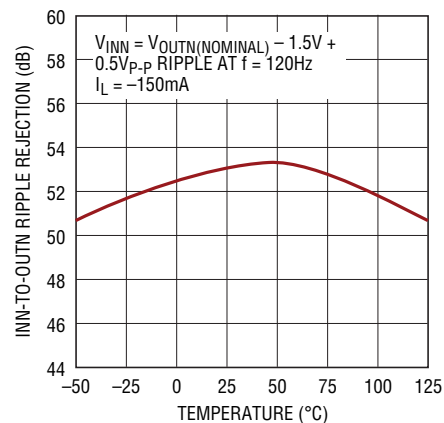
INNからOUTNへのリップル除去



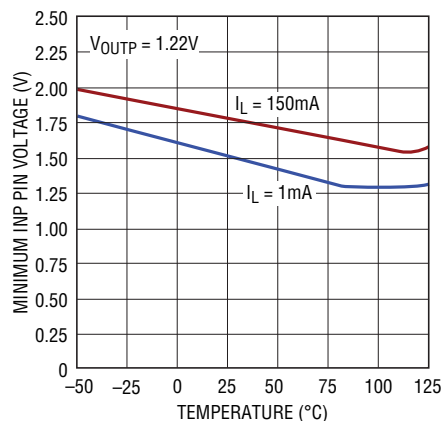
INPからOUTPへのリップル除去



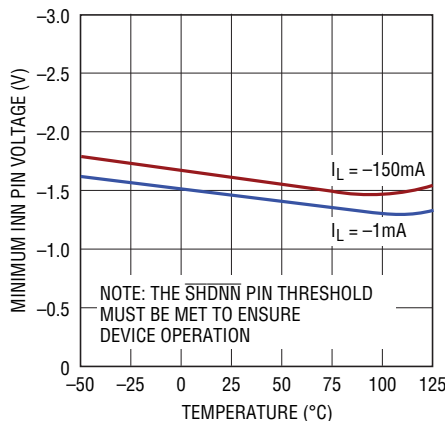
INNからOUTNへのリップル除去



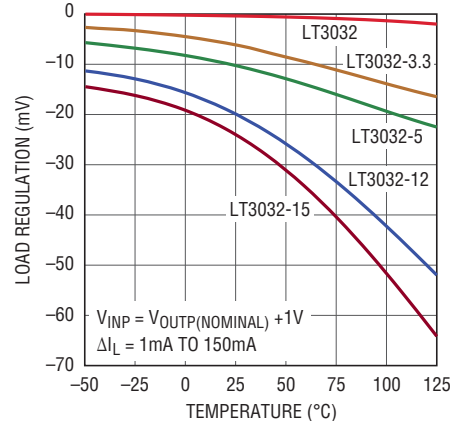
LT3032のINPピンの最小電圧



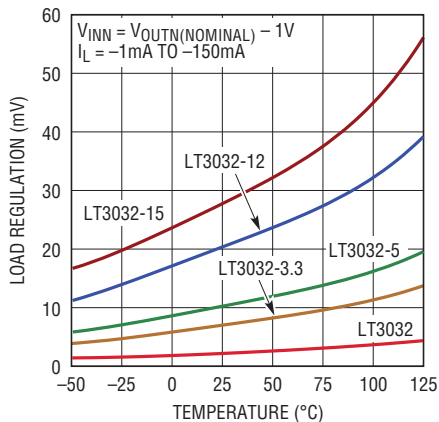
LT3032のINNピンの最小電圧



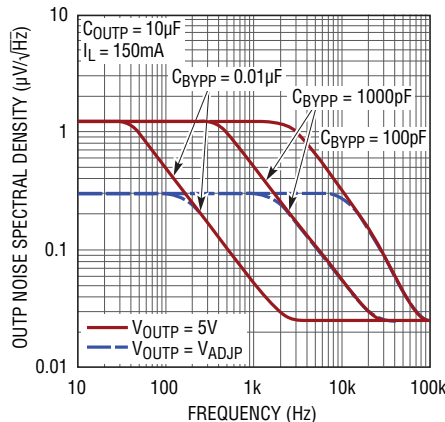
正電圧負荷レギュレーション



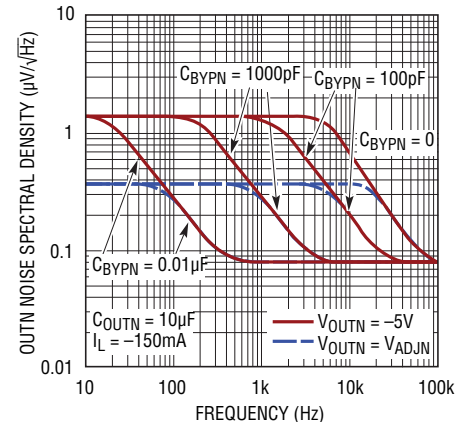
負電圧負荷レギュレーション



OUTPのノイズ・スペクトル密度

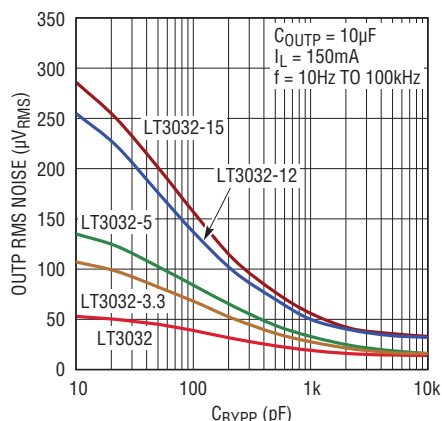


OUTNのノイズ・スペクトル密度



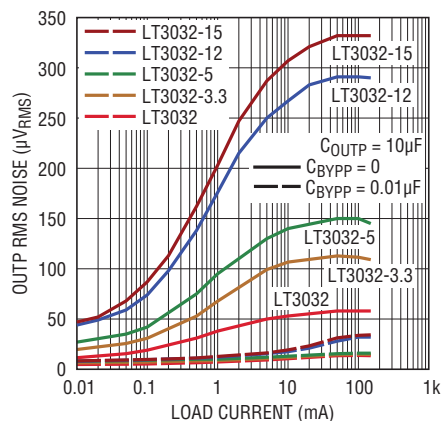
## 標準的性能特性

OUTPのRMSノイズと  
バイパス・コンデンサ



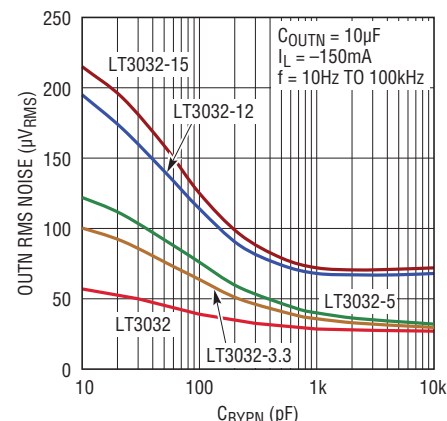
3032 G40

OUTPのRMSノイズと  
負荷電流 (10Hz~100kHz)



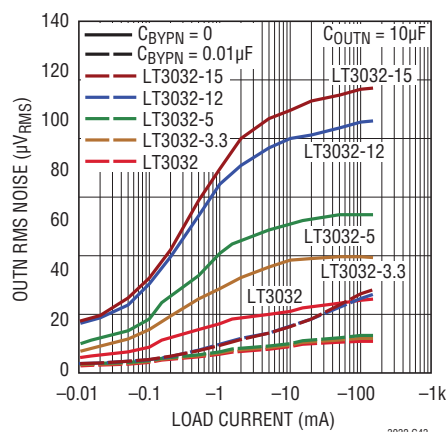
3032 G41

OUTNのRMSノイズと  
バイパス・コンデンサ



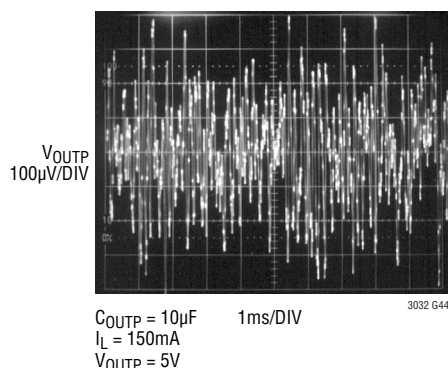
3032 G42

OUTNのRMSノイズと  
負荷電流 (10Hz~100kHz)



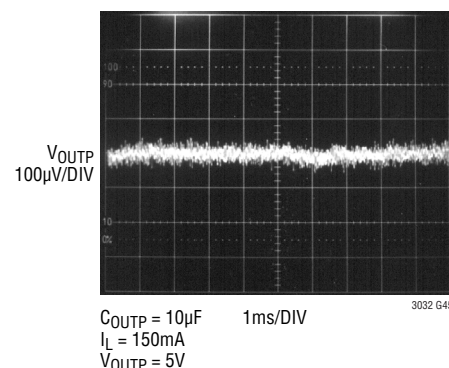
3032 G43

OUTPの10Hz~100kHz出力ノイズ  
( $C_{\text{BYPP}} = 0$ )



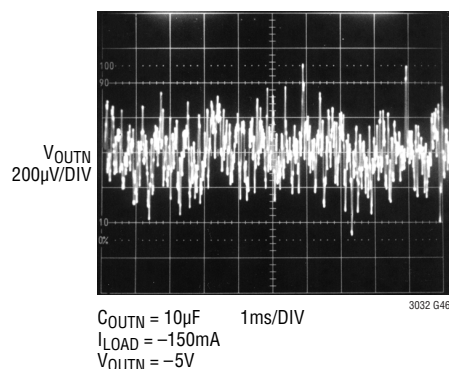
3032 G44

OUTPの10Hz~100kHz出力ノイズ  
( $C_{\text{BYPP}} = 0.01\mu\text{F}$ )



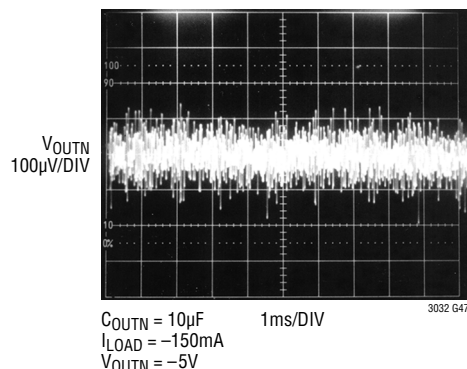
3032 G45

OUTNの10Hz~100kHz出力ノイズ  
( $C_{\text{BYPN}} = 0$ )



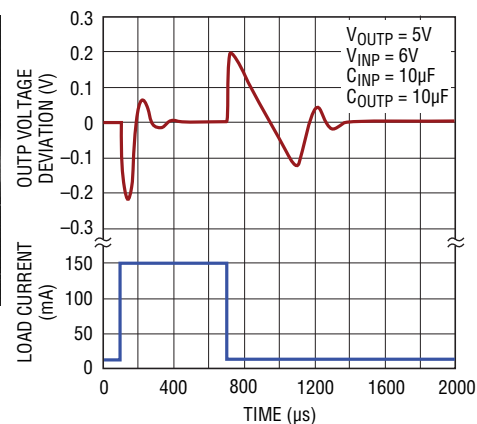
3032 G46

OUTNの10Hz~100kHz出力ノイズ  
( $C_{\text{BYPN}} = 0.01\mu\text{F}$ )



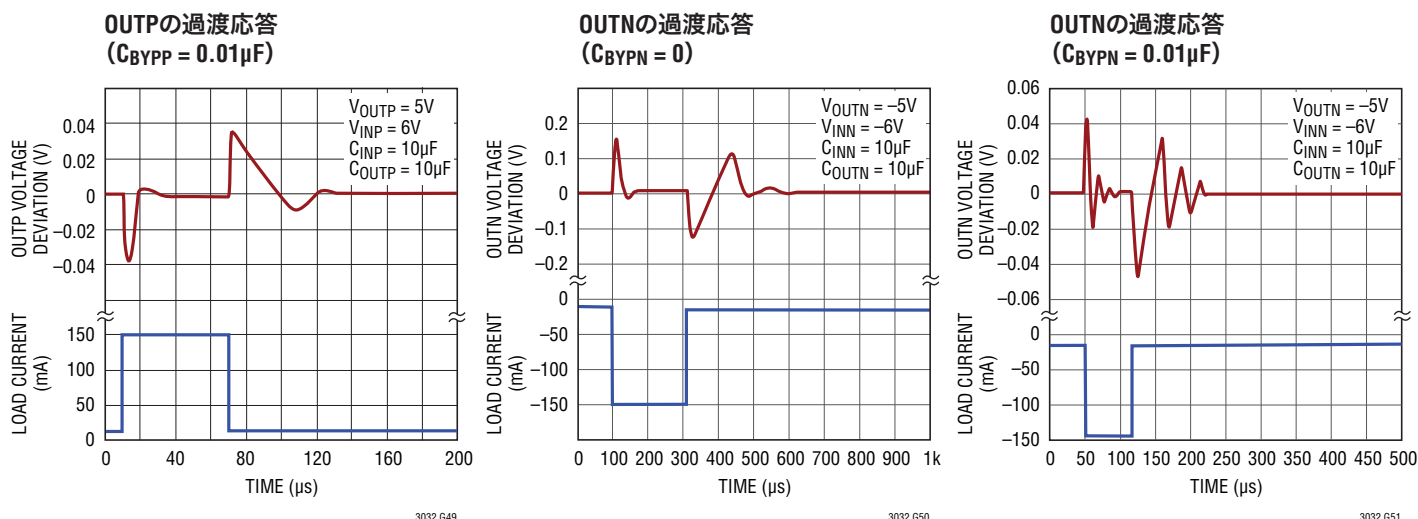
3032 G47

OUTPの過渡応答  
( $C_{\text{BYPP}} = 0$ )



3032 G48

## 標準的性能特性



## ピン機能

**OUTP (ピン1):** 正電圧出力。この出力は電力を正電圧側の負荷に供給します。発振を防ぐために最小2.2μFの出力コンデンサが必要です。大きな過渡負荷をとまなうアプリケーションでピーク過渡電圧を制限するには大きな出力コンデンサが必要です。出力容量、バイパス容量および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。

**ADJP (ピン2、可変出力電圧バージョンのみ):** 正電圧側の調整。これは正電圧側の誤差アンプの入力です。このピンは内部で±7Vにクランプされています。そのバイアス電流は標準30nAで、ピンに流れ込みます（「標準的性能特性」の「ADJPピンのバイアス電流と温度」の曲線を参照）。ADJPピンの電圧はグラウンドを基準にして1.22V、出力電圧の範囲は1.22V～20Vです。

**BYPP (ピン3):** 正電圧側のバイパス。BYPPピンを使って正電圧側のレギュレータのリファレンスをバイパスし、低ノイズ性能を達成します。BYPPピンは内部で±0.6V (V<sub>BE</sub>に相当) にクランプされます。OUTPからこのピンに小さなコンデンサを接続すると、リファレンスをバイパスして出力電圧ノイズを下げます。0.01μFの最大値を使って、出力電圧ノイズを10Hz～100kHzの帯域幅で標準20μV<sub>RMS</sub>に下げることができます。使わない場合、このピンは未接続のままにしておきます。

**GND (ピン4、5、露出パッドのピン15):** グラウンド。DFNの露出バックサイド・パッドの1つ (ピン15) はグラウンドへの電氣的接続です。適切な電氣的および熱的性能を確実に実現するには、ピン15をPCBのグラウンドに半田付けし、直接ピン4とピン5に接続します。最適負荷レギュレーション性能を得るには、正負の出力電圧設定用の抵抗分割器の下端を直接ピン4とピン5に接続します。

**INN (ピン6、9、露出パッドのピン16):** 負入力。DFNパッケージの2番目の露出バックサイド・パッド (ピン16) はINNへの電氣的接続です。適切な電氣的および熱的性能を確実に実現するため、ピン16をPCBの負入力電源に半田付けし、ピン6とピン9に直接接続します。電力はINNピンを介してLT3032の負電圧側に供給されます。それが主入力フィルタ・コンデンサから6インチ以上離れている場合は、このピンにバイパス・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・コンデンサを接続することを推奨します。1μF～10μFのバイパス・コンデンサで十分です。



## ピン機能

**OUTN (ピン7):** 負電圧出力。この出力は負電圧側の負荷に電力を供給します。発振を防ぐためには最小1 $\mu$ Fの出力コンデンサが必要です。大きな過渡負荷をとまなうアプリケーションでピーク過渡電圧を制限するには大きな出力コンデンサが必要です。OUTNとINNの間には寄生ダイオードが存在します。通常動作の間OUTNはINNより負にすることはできず、フォールト状態の間INNより0.5V以上下にすることはできません。出力容量とバイパス・コンデンサの詳細については、「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。

**ADJN (ピン8、可変出力電圧バージョンのみ):** 負電圧側の調整。これは負電圧側の誤差アンプの入力です。ADJNピンのバイアス電流は標準30nAで、ピンから流れ出します。ADJNピンの電圧はグランドを基準にして-1.22V、出力電圧の範囲は-1.22V~-20Vです。ADJNとINNの間には寄生ダイオードが存在します。通常動作の間ADJNピンはINNより負にすることはできず、フォールト状態の間INNより0.5V以上下にすることはできません。

**SHDNN (ピン10):** 負電圧側シャットダウン。 $\overline{\text{SHDNN}}$ ピンは負電圧側を低消費電力のシャットダウン状態にします。 $\overline{\text{SHDNN}}$ ピンはレギュレータ制御のためにグランドを基準にしているので、負電圧側は正ロジックまたは負ロジックのどちらを使ってでもドライブすることができます。 $\overline{\text{SHDNN}}$ ピンがグランドの $\pm 0.8$ V (標準) 以内になると負電圧出力はオフします。 $\overline{\text{SHDNN}}$ ピンを-1.9Vより下または+1.4V (標準) より上にすると負電圧出力がオンします。 $\overline{\text{SHDNN}}$ ピンは5Vロジックでドライブするか、プルアップ抵抗付きのオープン・コレクタ・ロジックでドライブすることができます。プルアップ抵抗はオープンコレクタ・デバイスのプルアップ電流 (通常数マイクロアンペア) を供給するのに必要であり、また、(負ロジックの場合は) ピンからの標準3 $\mu$ Aの $\overline{\text{SHDNN}}$ 電流を供給するため、(正ロジックの場合は) ピンへの6 $\mu$ Aの $\overline{\text{SHDNN}}$ ピン電流を供給するために必要です。使用しない場合、 $\overline{\text{SHDNN}}$ ピンはINNに接続する必要があります。 $\overline{\text{SHDNN}}$ ピンが開放回路だと負電圧出力はシャットダウンします。 $\overline{\text{SHDNN}}$ とINNの間には寄生ダイオードが存在します。通常動作の間 $\overline{\text{SHDNN}}$ ピンはINNより負にすることはできず、フォールト状態の間INNより0.5V以上下にすることはできません。

**BYPN (ピン11):** 負電圧側のバイパス。BYPNピンを使って負電圧側のレギュレータのリファレンスをバイパスし、低ノイズ性能を達成します。OUTNからこのピンに小さなコンデンサを接続すると、リファレンスをバイパスして出力電圧ノイズを下げます。0.01 $\mu$ Fの最大値を使って、出力電圧ノイズを10Hz~100kHzの帯域幅で標準30 $\mu$ V<sub>RMS</sub>に下げることができます。使わない場合、このピンは未接続のままにしておきます。

**SHDNP (ピン12):** 正電圧側のシャットダウン。 $\overline{\text{SHDNP}}$ ピンは正電圧側を低消費電力のシャットダウン状態にします。正電圧出力は、 $\overline{\text{SHDNP}}$ ピンが0.6V (標準) より下になるとオフします。 $\overline{\text{SHDNP}}$ ピンは5Vロジックでドライブするか、プルアップ抵抗付きのオープン・コレクタ・ロジックでドライブすることができます。プルアップ抵抗はオープンコレクタ・デバイスのプルアップ電流 (通常数マイクロアンペア) と $\overline{\text{SHDNP}}$ ピンの電流 (標準1 $\mu$ A) をピンに供給するのに必要です。使用しない場合、 $\overline{\text{SHDNP}}$ ピンはINPに接続する必要があります。 $\overline{\text{SHDNP}}$ ピンが開放回路だと正電圧出力はシャットダウンします。両方の出力を1つのポイントで制御するため、 $\overline{\text{SHDNP}}$ ピンをSHDNNピンに直接接続して、両方のピンを正ロジックで直接ドライブすることができます。

**NC (ピン13、固定出力電圧バージョンではピン2、8):** NC。NCピンは内部回路に接続されてなく、INP、GND、INN、 $\overline{\text{SHDNP}}$ 、 $\overline{\text{SHDNN}}$ 、OUTP、OUTNのどれにでも接続することができます。あるいは、フロートさせるか他のどのポイントにも接続することができます。

**INP (ピン14):** 正入力。電力はINPピンを通してLT3032の正電圧側に供給されます。それが主入力フィルタ・コンデンサから6インチ以上離れている場合は、このピンにバイパス・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・コンデンサを接続することを推奨します。1 $\mu$ F~10 $\mu$ Fのバイパス・コンデンサで十分です。



## アプリケーション情報

LT3032は消費電流とシャットダウン電流がマイクロパワーのデュアル150mA正電圧/負電圧低損失リニア・レギュレータです。300mVの損失電圧で±150mAを供給します。出力電圧ノイズは、0.01μFのリファレンス・バイパス・コンデンサを追加して、10Hz～100kHzの帯域幅で、正電圧側で20μVRMSに、負電圧側で30μVRMSに下げることができます。さらに、リファレンス・バイパス・コンデンサは過渡応答を改善し、過渡負荷状態のセトリング時間を短くします。正電圧側の消費電流は25μA、負電圧側は-30μA (LT3032-12/LT3032-15では、それぞれ45μA)で、シャットダウン時には標準で合計3μA未満に減少します。低消費電流に加えて、LT3032はいくつかの保護機能を備えているので、バッテリー駆動のシステムに最適です。負荷が2つの出力の間で同相である場合、どちらの出力が最初に起動するかは重要ではありません。どちらの出力もグラウンドの反対側に引っ張ることが可能で、レギュレータはそれでも起動して動作します。

### 出力電圧の設定

LT3032の可変出力電圧バージョンの出力電圧範囲は正電圧側が1.22V～20V、負電圧側が-1.22V～-20Vです。出力電圧は、図1に示されているように、2つの外部抵抗分割器の比によって設定されます。LT3032は出力をサーボ制御して、ADJPピンとADJNピンの電圧をそれぞれ1.22Vと-1.22Vに保ちます。各分割器のボトム抵抗 (R1PまたはR1N) を流れる電流は1.22V/R1に等しく、トップ抵抗 (R2PまたはR2N) を流れる電流は、ボトム抵抗を流れる電流にそれぞれADJP/ADJNピンのバイアス電流を加えた電流に等しくなります。ADJPとADJNのバイアス電流は25°Cで30nAで、ADJPではピンに流れ込み、ADJNではピンから流れ出します。出力電圧は図1に示されている式を使って計算することができます。R1PまたはR1Nの値は250kより小さくして、ADJP/ADJNピンのバイアス電流によって生じる出力電圧の誤差を小さく抑えます。シャットダウン時にはそれぞれの出力がオフし、分割器の電流はゼロになることに注意してください。ADJPピンの電圧、ADJNピンの電圧、ADJPピンのバイアス電流、およびADJNピンのバイアス電流の (全て温度に対する) 曲線が「標準的性能特性」に示されています。

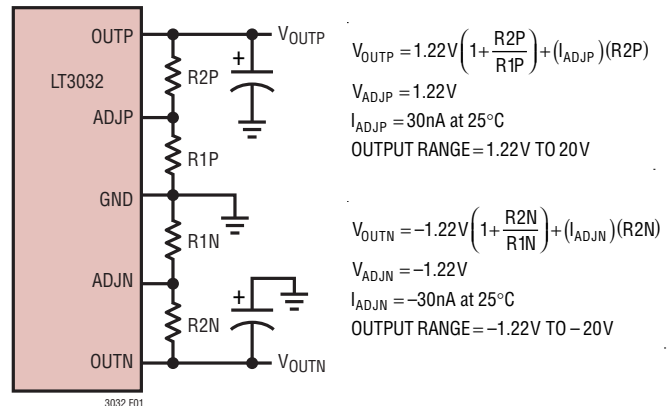


図1. 出力電圧の設定

LT3032は、(注記がない限り) 出力電圧が±1.22VになるようにADJP/ADJNピンをそれぞれOUTP/OUTNピンに接続した状態で、±5μAのDC負荷でテストされ、仕様が規定されています。これより大きな出力電圧の場合の仕様は±1.22Vに対する出力電圧の比 ( $V_{OUT}/\pm 1.22V$ ) に比例します。たとえば、1mAから150mA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  $V_{OUTN} = -1.22V$  では標準-2mVです。  $V_{OUTN} = -12V$  では負荷レギュレーションは次のようになります。

$$(-12V/-1.22V) \cdot (-2mV) = -19.6mV$$

### バイパス・コンデンサと低ノイズ性能

LT3032はリファレンスのOUTP/OUTNから対応するBYPP/BYPNピンへのバイパス・コンデンサなしでも問題のないノイズ性能を与えます。リファレンス・バイパス・コンデンサを追加してLT3032を使用すると、出力電圧ノイズが下がります。質の良い低リークのコンデンサを推奨します。これらのコンデンサはLT3032の正電圧側と負電圧側の内部リファレンスをバイパスし、低周波数のノイズ・ポールを与えます。バイパス・コンデンサによって与えられるノイズ・ポールは、0.01μFのバイパス・コンデンサを使う場合、出力電圧ノイズを正電圧側ではわずか20μVRMSまで、負電圧側では30μVRMSまで下げます。

## アプリケーション情報

BYPPピンとBYPNピンは高インピーダンス・ノードで、これらのピンへの、またはこれらのピンからのリーク電流はリファレンス電圧に影響を与えます。BYPNピンが約 $-60\text{mV}$ で動作する通常動作時、BYPPピンは $25^\circ\text{C}$ で約 $74\text{mV}$ で動作します。これらのピンへの、またはこれらのピンからの $1\mu\text{A}$ 程度のDCリーク電流は内部リファレンスを20%以上外れさせることがあります。

### 出力容量と過渡応答

LT3032は安定性のために出力コンデンサを必要とします。このデバイスはESRの非常に小さなコンデンサ（一般にセラミック、タンタルまたは低ESRの電解コンデンサ）で安定するように設計されています。各出力の発振を防ぐために、ESRが $3\Omega$ 以下の最低 $2.2\mu\text{F}$ の出力コンデンサを推奨します。LT3032はマイクロパワー・デバイスで、出力過渡応答は出力コンデンサの関数です。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、過渡応答が改善されます。LT3032によって電流を供給される個々の部品をデカップリングするのに使われる追加のコンデンサにより、出力コンデンサの実効値が増加します。低ノイズ動作のためにバイパス・コンデンサを使うと、大きな値の出力コンデンサが必要になります。 $100\text{pF}$ のバイパス容量の場合、 $3.3\mu\text{F}$ の出力容量を推奨します。 $330\text{pF}$ 以上のバイパス・コンデンサの場合、 $4.7\mu\text{F}$ の出力コンデンサを推奨します。図2の網掛け領域はLT3032が安定な範囲を定めています。必要な最小ESRは使用されるバイパス容量の大きさによって決まりますが、最大ESRは $3\Omega$ です。これらの要件は正負両方のリニア・レギュレータに当てはまります。

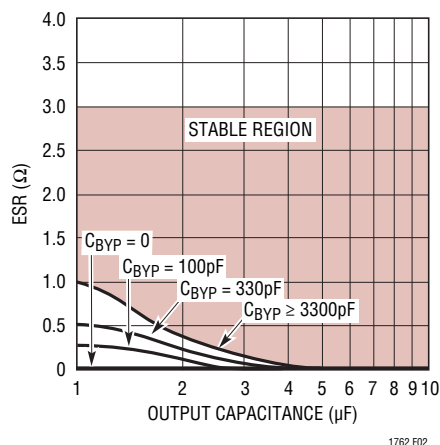


図2. 安定性

セラミック・コンデンサの使用には特に配慮が必要です。セラミック・コンデンサは様々な誘電体を使って製造されており、それぞれ温度や加えら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、X7Rなどの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い容量を実現するには適していますが、図3と図4に示されているように、電圧係数と温度係数が大きくなる傾向があります。16V10μFのY5Vコンデンサは、5Vのレギュレータに使用すると、加えられたこのDCバイアス電圧と動作温度範囲ではわずか $1\mu\text{F}$ ～ $2\mu\text{F}$ の実効値しか示さない可能性があります。X5RとX7Rの誘電体を使うともっと特性が安定し、出力コンデンサとして使うのに適しています。X7Rタイプは全温度範囲にわたって安定しており、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のコンデンサを使うときでも注意が必要です。X5RとX7Rのコードは動作温度範囲およびその範囲における最大容量変化だけを規定しています。X5Rや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とはいえ、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与えられたアプリケーションの実際の条件で検証すべきです。

電圧係数と温度係数だけが問題なのではありません。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。圧電デバイスは機械的応力によりその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的過渡現象によって応力が生じることがあります。セラミック・バイパス・コンデンサを鉛筆で軽く叩くと、図5に示されているノイズが発生しました。これに似た振動によって誘起される現象は、出力ノイズの増加と誤認されることがあります。

## アプリケーション情報

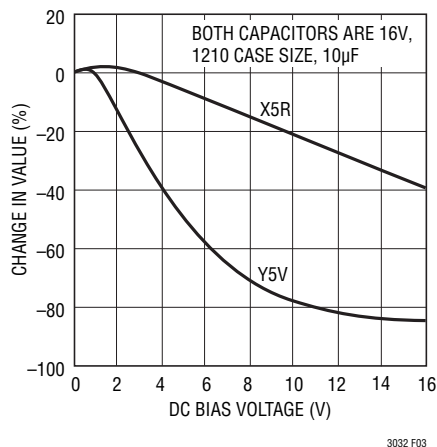


図3. セラミック・コンデンサのDCバイアス特性

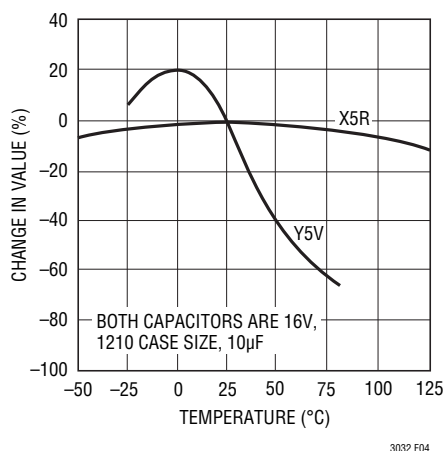


図4. セラミック・コンデンサの温度特性

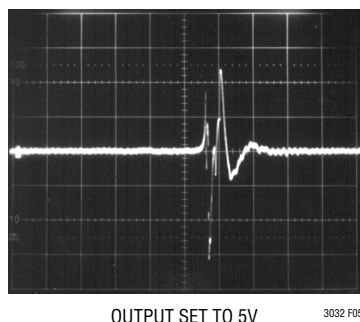


図5. セラミック・コンデンサを軽く叩くことによって生じるノイズ

### 安定性と入力容量

低ESRのセラミック入力バイパス・コンデンサは、入力に長いリード線を使わないアプリケーションには使えます。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電源をLT3032回路のINP/INNピンとGNDピンに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。多くのバッテリー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せられると、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、正常動作に干渉します。その場合、簡単な回路の修正/ソリューションが必要になります。この現象はLT3032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、孤立したワイヤのインダクタンス）はその長さに直接比例します。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。たとえば、単独の2-AWGワイヤ（直径 = 0.26”）の自己インダクタンスは、30-AWGワイヤ（直径 = 0.01”）の自己インダクタンスの約半分です。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。

2つの方法の1つはワイヤの自己インダクタンスを減らします。1つの方法は、LT3032に向かう電流を2つの並列の導体に分割します。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%減少します。ワイヤの分割は基本的に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最も効果的な2番目の方法として、電流の往路と復路の両方の導体（入力のワイヤとグラウンドのワイヤ）を非常に近づけて配置します。往路と復路の電流の導体に使われる、わずか0.02”離れた2本の30-AWGワイヤは、全体の自己インダクタンスを1本の孤立したワイヤの約1/5に減らします。

## アプリケーション情報

アプリケーションでワイヤの変更ができないとき、電源とLT3032の入力の間に直列抵抗を使うことによっても、アプリケーションが安定します。わずか $0.1\Omega \sim 0.5\Omega$  (多くの場合それ以下)でLC共振を減衰させる効果があります。電源と入力間に追加のインピーダンスを許容できない場合、入力コンデンサのESRを増やしてもLC共振が減衰します。ただし、必要なESRは一般に必要な直列インピーダンスより大きくなります。

### 熱に関する検討事項

デバイスの電力処理能力は最大定格接合部温度( $125^{\circ}\text{C}$ )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成分があります。

1. それぞれの側の出力電流とそれぞれの入力/出力の電圧差の積、つまり( $I_{\text{OUT}}$ ) ( $V_{\text{IN}}$  to  $V_{\text{OUT}}$ )、および
2. それぞれの側のGNDピンの電流とその入力電圧の積、つまり( $I_{\text{GND}}$ ) ( $V_{\text{IN}}$ )。

それぞれの側のGNDピンの電流は「標準的性能特性」の「GNDピンの電流」の曲線を調べて求めることができます。電力損失は上記の両チャンネルの成分の和に等しくなります。

LT3032は過負荷状態でレギュレータのそれぞれの側を保護するように設計された熱制限機能を備えています。継続する通常状態では、 $125^{\circ}\text{C}$ の最大定格接合部温度を超えてはいけません。接合部から周囲までの全ての熱抵抗源について注意深く検討することが重要です。近くに実装される他の熱源についても検討する必要があります。

LT3032は表面実装デバイスであり、PCボードとその銅トレースの熱拡散能力を使ってヒートシンクを実現します。パワー・デバイスの発生する熱を拡散するのに、銅ボード硬化材とメッキ・スルーホールを使うこともできます。

**露出パッド (ピン15とピン16) はそれぞれグランド (GND) と負入力 (INN) に電氣的に接続されていることに注意してください。**

一定のボード・サイズの銅面積の関数として熱抵抗を以下の表に示します。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・プレーンを備えた、最終合計基板厚さが1.6mmの4層FR-4基板で行われました。

表3. DEパッケージ、14ピンDFN

銅面積		ボード面積	熱抵抗 (接合部から周囲)
トップサイド*	バックサイド		
2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	32°C/W
1000mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	33°C/W
225mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	38°C/W
100mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	43°C/W

\*デバイスはトップサイドに実装。

熱抵抗の詳細情報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。

PCBの層数、銅重量、基板レイアウトおよびサーマル・ビアが熱抵抗に影響を与えます。この表は1オンス内部銅と2オンス外部銅を使ったベストケースの4層基板の熱抵抗値を示しています。現在の多層PCBは、この表に示されているのと全く同じレベルの性能を達成することができないことがあります。



# LT3032シリーズ

## アプリケーション情報

### 接合部温度の計算

例: 3.3Vの正出力電圧、4V～6Vの正入力電圧、10mA～150mAの出力電流範囲、-3.3Vの負出力電圧、-5V～-6Vの負入力電圧、-100mAの負出力電流、および50°Cの最大周囲温度を仮定すると、トップサイドの銅が1000mm<sup>2</sup>である2500mm<sup>2</sup>の基板の場合の最大接合部温度はいくらになるでしょうか。

それぞれの側の電力損失は以下のとおりです。

$$P_{\text{SIDE}} = (V_{\text{IN(MAX)}} - V_{\text{OUT}}) (I_{\text{OUT(MAX)}}) + (V_{\text{IN(MAX)}} \cdot I_{\text{GND}})$$

ここで、

$$I_{\text{OUTP(MAX)}} = 150\text{mA}$$

$$V_{\text{INP(MAX)}} = 6\text{V}$$

$$I_{\text{GND at (I}_{\text{OUTP}} = 150\text{mA}, V_{\text{INP}} = 6\text{V})} = 3.7\text{mA}$$

$$I_{\text{OUTN(MAX)}} = -100\text{mA}$$

$$V_{\text{INN(MAX)}} = -6\text{V}$$

$$I_{\text{GND at (I}_{\text{OUTN}} = -100\text{mA}, V_{\text{INN}} = -6\text{V})} = -1.5\text{mA}$$

全電力は次のようになります。

$$P_{\text{TOTAL}} = P_{\text{POSITIVE}} + P_{\text{NEGATIVE}}$$

したがって、次のようになります。

$$P_{\text{POSITIVE}} = 150\text{mA}(6\text{V} - 3.3\text{V}) + 3.7\text{mA}(6\text{V}) = 0.43\text{W}$$

$$P_{\text{NEGATIVE}} = -100\text{mA}(-6\text{V} + 3.3\text{V}) - 1.5\text{mA}(-6\text{V}) = 0.28\text{W}$$

$$P_{\text{TOTAL}} = 0.43\text{W} + 0.28\text{W} = 0.71\text{W}$$

接合部温度は次のようになります。

$$T_J = T_A + P_{\text{TOTAL}} \cdot \theta_{JA} (\text{表から})$$

$$T_J = 50^\circ\text{C} + 0.71\text{W} \cdot 33^\circ\text{C/W} = 73.4^\circ\text{C}$$

この場合、接合部温度は最大定格より低く、信頼性の高い動作が保証されます。

### 保護機能

LT3032レギュレータ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に加えて、LT3032は両チャンネルとも逆入力電圧および逆出力電圧に対して保護されています。

電流制限保護と熱過負荷保護が、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。通常の動作では、接合部温度が125°Cを超えないようにします。

LT3032の正入力には20Vの逆電圧に耐えます。負入力も逆電圧に耐えますが、負入力はOUTNピンおよびSHDNNピンより0.5V ( $V_{\text{BE}}$ に相当) 以上高くしてはいけません。これにより、逆接続されたバッテリーに対して保護されます。

LT3032の出力はデバイスに損傷を与えることなしに反対側の電圧に引っぱることができます。両出力の間で同相である負荷により、一方のレギュレータが他方より前に起動することによって他方の出力が反対の極性に引っぱられることがあります。この状態では、どちらのレギュレータが先に起動するかは関係ありません。両側とも出力が反対の極性に引っぱられても起動して動作することができます。

入力が開放状態かまたは接地されている場合、対応する出力は最大20Vだけ反対の極性に引っぱることができます。出力は開放回路のように振る舞うので、ピンへ電流が流れ込むこともピンから電流が流れ出すこともありません。入力が電圧源によって駆動されると、出力は短絡電流をソースして、熱制限によって自己を保護します。この場合、対応するSHDNP/SHDNNピンをグランドに接続すると、LT3032のそれに対応する側がオフして、その出力からの短絡電流の供給を停止します。

ADJPピンは、デバイスに損傷を与えることなしに、±7Vだけグランドより上または下に引っ張ることができます。入力が開放状態または接地されているとき、ADJPピンはグランドより下に引き下げられると開放回路のように振る舞い、グランドより上に引き上げられるとダイオードに直列に接続された大きな抵抗(標準100k)のように振る舞います。

## アプリケーション情報

出力が高い電圧に引き上げられると、ADJPピンに接続されている抵抗分割器がADJPピンをその7Vのクランプ電圧より上に引き上げる状況では、ADJPピンの入力電流を5mA以下に制限する必要があります。たとえば、1.22Vのリファレンスから1.5Vを供給するために抵抗分割器が使われていて、出力が20Vに強制されるとします。分割器の上側の抵抗は、ADJPピンが7VのときADJPピンに流れ込む電流が5mA以下に制限されるように選択する必要があります。OUTPとADJPの間の13Vの電圧差をADJPピンに流れ込む5mAの最大電流で割ると、上側の抵抗の最小値2.6kが得られます。

正電圧出力にバックアップ・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。入力がグランドに引き下げられるか、どこか中間の電圧に引き下げられるか、または開放状態に置かれるとき、出力電圧がそのまま保たれる可能性があります。OUTPに戻る電流は図6に示されている曲線に従います。

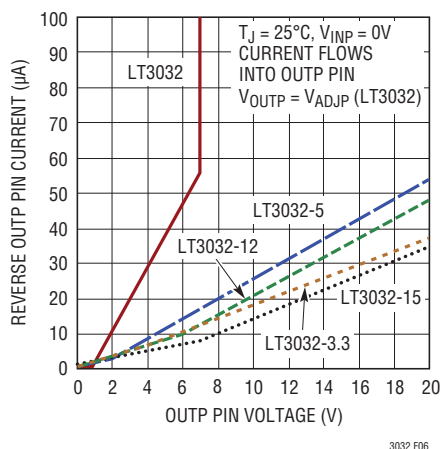


図6. 逆出力電流

INPピンがOUTPピンより下に強制されるか、OUTPピンがINPピンより上に引き上げられると、入力電流は標準で2µA以下に減少します。この状態が生じる可能性があるのは、デバイスが放電した(低電圧の)バッテリーに接続され、出力がバックアップ・バッテリーまたは別のレギュレータ回路によって高く保たれている場合です。OUTPがINPより上に引き上げられていると、SHDNPピンの状態は逆出力電流には影響を与えません。

多くのICパワー・レギュレータと同様、LT3032の負電圧側には安全な動作領域(SOA-Safe Operating Area)の保護が備わっています。INNとOUTNの間の電圧差が-7Vより大きいとき安全動作領域保護が作動します。SOA保護により、INNとOUTNの間の電圧差の関数として電流制限が減少し、入力から出力への順方向電圧の全ての値に対してパワー・トランジスタを安全動作領域内に保ちます。この保護機能は、INNからOUTNへの電圧差の絶対最大定格までの全ての値でいくらかの出力電流を供給するように設計されています。INNからOUTNの電圧差が-7Vより大きい場合、レギュレーションを維持するために50µAの負荷が必要です。シャットダウン時、保護回路は作動したままなので、ゼロ負荷では出力電圧がわずかに上昇します。出力電流をゼロにするには、小さなブリロードが必要です。(「標準的性能特性」の消費電流と入力電圧のグラフを参照)

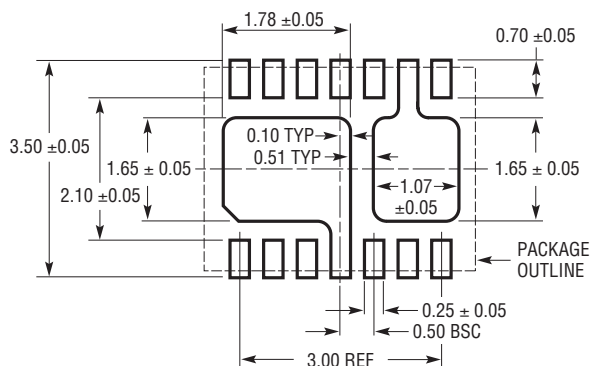
負電圧側の電源が最初にオンすると、入力電圧が上昇するにつれ、OUTNがINNに追従するので、レギュレータは非常に重い負荷に対して起動することができます。起動時にINNの電圧が上昇しているとき、INNとOUTNの間の電圧差が小さいので、負電圧側は大きな出力電流を供給することができます。INN電圧が高いと、出力の短絡状態を取り除いても出力電圧が完全に回復できないという問題が起きる可能性があります。LT1175、LT1964、LT3080など他のレギュレータもこの現象を示すので、LT3032に固有の現象ではありません。

この問題は、INN電圧が高くOUTN電圧が低いとき、重い出力負荷で発生します。よくある状況は、短絡状態が解消した直後、またはINNピンが既にオンした後にSHDNPピンが“H”に引き上げられるときです。このような負荷の負荷曲線は出力電流曲線と2点で交わる可能性があります。これが起きると、LT3032の負電圧側の安定な動作点が2個存在します。このように2つの交点があると、OUTNを回復するために、INN電源を一旦ゼロにして再度立ち上げることが必要になることがあります。

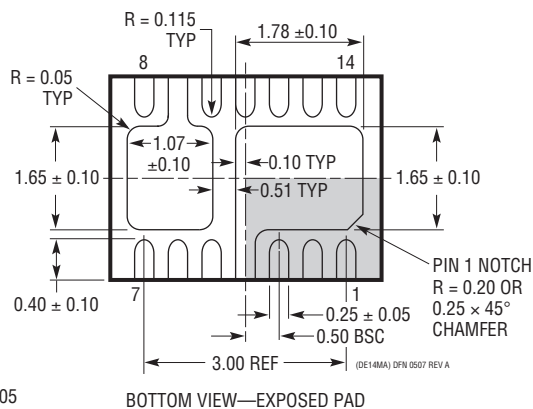
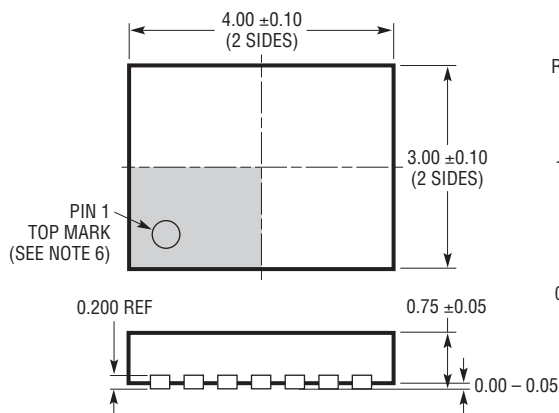
## パッケージ

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

**DE14MA Package**  
**14-Lead Plastic DFN (4mm × 3mm)**  
 (Reference LTC DWG # 05-08-1731 Rev A)



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



### NOTE:

1. 提案された図はJEDECのパッケージ外形ではない
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



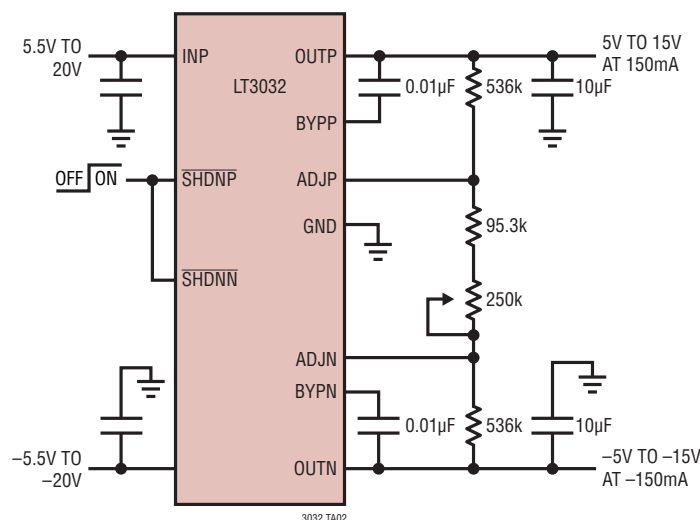
## 改訂履歴 (改訂履歴はRev Aから開始)

REV	日付	概要	ページ番号
A	08/10	±5V固定出力電圧バージョンを追加、全ての適用可能なセクションを更新	1～7、9～14
B	01/11	「絶対最大定格」のOUTNピンとINNピンを入れ替え 「ピン機能」のSHDNNとSHDNPの記述の値を改訂 「アプリケーション情報」の正電圧側の消費電流を25μAに改訂	2 12、13 14
C	09/11	12V、15Vオプションを追加するために更新	1～12、21
D	03/12	「発注情報」と「絶対最大定格」にMPグレードを追加	2、3
E	08/14	±3.3Vオプションを追加	1～8、10～12、 21、24

# LT3032シリーズ

## 標準的応用例

±5V～±15Vのトラッキング電源



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1175	800mA負電圧低損失 マイクロパワー・レギュレータ	$V_{IN}$ : -4.5V～-20V、 $I_Q$ = 45μA、損失電圧: 0.5V、S8、DD-Pak、TO-220およびSOT-223パッケージ
LT1761	100mA、低ノイズLDO	損失電圧: 300mV、低ノイズ: 20μVRMS、 $V_{IN}$ = 1.8V～20V、ThinSOTパッケージ
LT1762	150mA、低ノイズLDO	損失電圧: 300mV、低ノイズ: 20μVRMS、 $V_{IN}$ = 1.8V～20V、MS8パッケージ
LTC1844	150mA、超低損失LDO	損失電圧: 80mV、低ノイズ: <30μVRMS、 $V_{IN}$ = 1.6V～6.5V、1μFの出力コンデンサで安定、ThinSOTパッケージ
LT1962	300mA、低ノイズLDO	損失電圧: 270mV、低ノイズ: 20μVRMS、 $V_{IN}$ = 1.8V～20V、MS8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、 $V_{IN}$ = -1.8V～-20V、ThinSOTおよびDFNパッケージ
LT3023	デュアル100mA、低ノイズ、 マイクロパワーLDO	$V_{IN}$ : 1.8V～20V、 $V_{OUT(MIN)}$ = 1.22V、 $V_{DO}$ = 0.30V、 $I_Q$ = 40μA、 $I_{SD}$ < 1μA、DFNおよびMS10Eパッケージ
LT3024	デュアル100mA/500mA、低ノイズ、 マイクロパワーLDO	$V_{IN}$ : 1.8V～20V、 $V_{OUT(MIN)}$ = 1.22V、 $V_{DO}$ = 0.30V、 $I_Q$ = 60μA、 $I_{SD}$ < 1μA、DFNおよびTSSOP-16Eパッケージ
LT3027	個別の入力を備えたデュアル100mA、 低ノイズ、マイクロパワーLDO	$V_{IN}$ : 1.8V～20V、 $V_{OUT(MIN)}$ = 1.22V、 $V_{DO}$ = 0.30V、 $I_Q$ = 50μA、 $I_{SD}$ < 1μA、DFNおよびMS10Eパッケージ
LT3028	個別の入力を備えたデュアル100mA/500mA、 低ノイズ、マイクロパワーLDO	$V_{IN}$ : 1.8V～20V、 $V_{OUT(MIN)}$ = 1.22V、 $V_{DO}$ = 0.32V、 $I_Q$ = 60μA、 $I_{SD}$ < 1μA、DFNおよびTSSOP-16Eパッケージ
LT3029	低ノイズ、マイクロパワーの デュアル500mA/500mA 低損失リニア・レギュレータ	低ノイズ: 20μVRMS (10Hz～100kHz)、低消費電流: 55μA/チャネル、広い入力電圧範囲: 1.8V～20V (共通または個別の入力電源)、調整可能な出力: 1.215Vリファレンス、シャットダウン時の低消費電流: < 1μA/チャネル、最小3.3μFの出力コンデンサで安定、熱特性が改善された16ピンMSOPおよび16ピン(4mm×3mm) DFNパッケージ
LT3082	並列接続可能、1個の抵抗で調整可能な 200mA低損失リニア・レギュレータ	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個の抵抗で出力電圧を設定、初期設定ピン電流精度: 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

3032fe