

## 特長

- 最小入力電圧: 0.9V
- ドロップアウト電圧: 150mV(標準)
- 出力電流: 100mA
- 調整可能な出力電圧( $V_{REF} = V_{OUT(MIN)} = 200mV$ )
- 固定出力電圧: 1.2V、1.5V、1.8V
- 低ESRのセラミック出力コンデンサで安定(最小2.2 $\mu$ F)
- 1mA~100mA で0.2%のロード・レギュレーション
- 消費電流: 120 $\mu$ A(標準)
- シャットダウン時の消費電流: 3 $\mu$ A(標準)
- 電流制限保護
- 逆バッテリー保護
- 逆電流なし
- ヒステリシス付き熱制限機能
- 8ピンDFN(3mm×3mm)パッケージとMSOP パッケージ

## アプリケーション

- 低電流レギュレータ
- バッテリ駆動システム
- 携帯電話
- ページャ
- 無線モデム


## 概要

LT<sup>®</sup>3020は、最小0.9Vの入力電源で動作するVLDO<sup>™</sup> (very low dropout voltage)リニア・レギュレータです。このデバイスは標準150mVのドロップアウト電圧で100mAの出力電流を供給します。LT3020は低入力電圧から低出力電圧を供給するアプリケーションに最適で、スイッチング・レギュレータに匹敵する電氣的効率を達成します。

このレギュレータは2.2 $\mu$ Fという小さい低ESRセラミック出力コンデンサを使用して安定性と過渡応答を最適化します。他にも、標準0%のライン・レギュレーションと標準0.2%のロード・レギュレーションを特長としています。シャットダウン時には、消費電流が標準で3 $\mu$ Aまで低減されます。

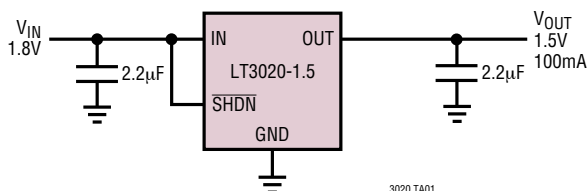
内部保護回路は逆バッテリー保護、電流制限、ヒステリシス付き熱制限、逆電流保護などを行います。LT3020は最小で200mVリファレンスまでの出力範囲をもつ可変出力電圧デバイスとして使用できます。また、1.2V、1.5V、1.8Vの固定出力電圧バージョンもあります。

LT3020レギュレータは、露出パッドを備えた高さの低い(0.75mm)8ピン(3mm×3mm)DFNパッケージと8ピンMSOPパッケージで供給されます。

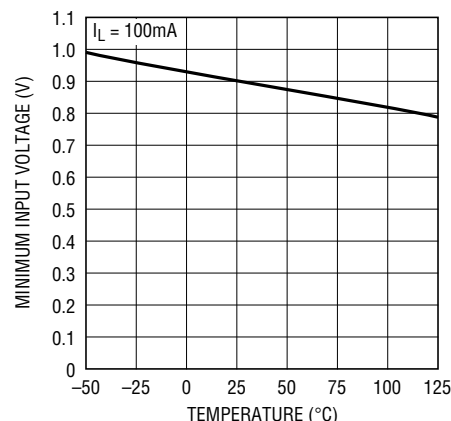
、LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。  
VLDOはリニアテクノロジー社の商標です。  
他の全ての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

## 標準的応用例

1.8Vから1.5V、100mA VLDOレギュレータ



最小入力電圧



# LT3020/LT3020-1.2/ LT3020-1.5/LT3020-1.8

## 絶対最大定格 (Note 1)

INピンの電圧 ..... $\pm 10V$   
 OUTピンの電圧 ..... $\pm 10V$   
 入力から出力への電圧差 ..... $\pm 10V$   
 ADJピンの電圧 ..... $\pm 10V$   
 SHDNピンの電圧 ..... $\pm 10V$   
 出力短絡時間 .....無期限

動作接合部温度範囲

(Note 2, 3)..... $-40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$

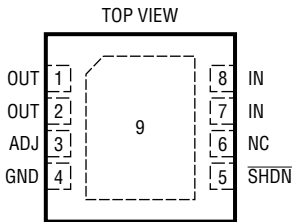
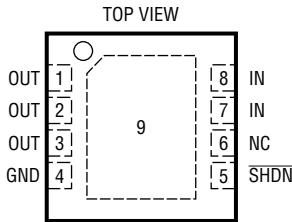
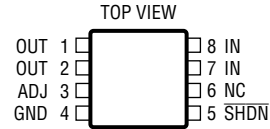
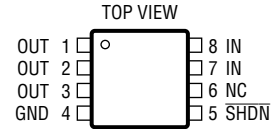
保存温度範囲

DD..... $-65^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$

MS8..... $-65^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$

リード温度 (半田付け、10秒)..... $300^{\circ}\text{C}$

## パッケージ/発注情報

 <p>DD PACKAGE 8-LEAD (3mm x 3mm) PLASTIC DFN <math>T_{JMAX} = 125^{\circ}\text{C}</math>, <math>\theta_{JA} = 35^{\circ}\text{C/W}</math>, <math>\theta_{JC} = 3^{\circ}\text{C/W}</math> EXPOSED PAD IS GND (PIN 9) CONNECT TO PIN 4 *SEE THE APPLICATIONS INFORMATION SECTION</p>	ORDER PART NUMBER	 <p>DD PACKAGE 8-LEAD (3mm x 3mm) PLASTIC DFN <math>T_{JMAX} = 125^{\circ}\text{C}</math>, <math>\theta_{JA} = 35^{\circ}\text{C/W}</math>, <math>\theta_{JC} = 3^{\circ}\text{C/W}</math> EXPOSED PAD IS GND (PIN 9) CONNECT TO PIN 4 *SEE THE APPLICATIONS INFORMATION SECTION</p>	ORDER PART NUMBER
	LT3020EDD LT3020IDD		LT3020EDD-1.2 LT3020EDD-1.5 LT3020EDD-1.8 LT3020IDD-1.2 LT3020IDD-1.5 LT3020IDD-1.8
	DD PART MARKING		DD PART MARKING
	LAEX LBYH		LBKC LBKD LBKF LBYJ LBYK LBYM
 <p>MS8 PACKAGE 8-LEAD PLASTIC MSOP <math>T_{JMAX} = 150^{\circ}\text{C}</math>, <math>\theta_{JA} = 125^{\circ}\text{C/W}</math>, <math>\theta_{JC} = 40^{\circ}\text{C/W}</math> SEE THE APPLICATIONS INFORMATION SECTION</p>	ORDER PART NUMBER	 <p>MS8 PACKAGE 8-LEAD PLASTIC MSOP <math>T_{JMAX} = 150^{\circ}\text{C}</math>, <math>\theta_{JA} = 125^{\circ}\text{C/W}</math>, <math>\theta_{JC} = 40^{\circ}\text{C/W}</math> SEE THE APPLICATIONS INFORMATION SECTION</p>	ORDER PART NUMBER
	LT3020EMS8 LT3020IMS8		LT3020EMS8-1.2 LT3020EMS8-1.5 LT3020EMS8-1.8 LT3020IMS8-1.2 LT3020IMS8-1.5 LT3020IMS8-1.8
	MS8 PART MARKING		MS8 PART MARKING
	LTAGL LTBYN		LTBKG LTBKH LTBKJ LTBYP LTBYQ LTBYR

**Order Options** Tape and Reel: Add #TR

Lead Free: Add #PBF Lead Free Tape and Reel: Add #TRPBF

Lead Free Part Marking: <http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/>

より広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社へお問い合わせください。

3020fc

## 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 $T_J=25^{\circ}\text{C}$ での値。

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Minimum Input Voltage (Note 14)	$I_{\text{LOAD}} = 100\text{mA}$ , $T_J > 0^{\circ}\text{C}$			0.9	1.05	V
	$I_{\text{LOAD}} = 100\text{mA}$ , $T_J < 0^{\circ}\text{C}$			0.9	1.10	V
ADJ Pin Voltage (Notes 4, 5)	$V_{\text{IN}} = 1.5\text{V}$ , $I_{\text{LOAD}} = 1\text{mA}$		196	200	204	mV
	$1.15\text{V} < V_{\text{IN}} < 10\text{V}$ , $1\text{mA} < I_{\text{LOAD}} < 100\text{mA}$	●	193	200	206	mV
Regulated Output Voltage (Note 4)	LT3020-1.2 $V_{\text{IN}} = 1.5\text{V}$ , $I_{\text{LOAD}} = 1\text{mA}$		1.176	1.200	1.224	V
	$1.5\text{V} < V_{\text{IN}} < 10\text{V}$ , $1\text{mA} < I_{\text{LOAD}} < 100\text{mA}$	●	1.157	1.200	1.236	V
	LT3020-1.5 $V_{\text{IN}} = 1.8\text{V}$ , $I_{\text{LOAD}} = 1\text{mA}$		1.470	1.500	1.530	V
	$1.8\text{V} < V_{\text{IN}} < 10\text{V}$ , $1\text{mA} < I_{\text{LOAD}} < 100\text{mA}$	●	1.447	1.500	1.545	V
	LT3020-1.8 $V_{\text{IN}} = 2.1\text{V}$ , $I_{\text{LOAD}} = 1\text{mA}$		1.764	1.800	1.836	V
	$2.1\text{V} < V_{\text{IN}} < 10\text{V}$ , $1\text{mA} < I_{\text{LOAD}} < 100\text{mA}$	●	1.737	1.800	1.854	V
Line Regulation (Note 6)	$\Delta V_{\text{IN}} = 1.15\text{V}$ to $10\text{V}$ , $I_{\text{LOAD}} = 1\text{mA}$	●	-1.75	0	1.75	mV
	LT3020-1.2 $\Delta V_{\text{IN}} = 1.5\text{V}$ to $10\text{V}$ , $I_{\text{LOAD}} = 1\text{mA}$	●	-10.5	0	10.5	mV
	LT3020-1.5 $\Delta V_{\text{IN}} = 1.8\text{V}$ to $10\text{V}$ , $I_{\text{LOAD}} = 1\text{mA}$	●	-13	0	13	mV
	LT3020-1.8 $\Delta V_{\text{IN}} = 2.1\text{V}$ to $10\text{V}$ , $I_{\text{LOAD}} = 1\text{mA}$	●	-15.8	0	15.8	mV
Load Regulation (Note 6)	$V_{\text{IN}} = 1.15\text{V}$ , $\Delta I_{\text{LOAD}} = 1\text{mA}$ to $100\text{mA}$		-1	0.4	1	mV
	LT3020-1.2 $V_{\text{IN}} = 1.5\text{V}$ , $\Delta I_{\text{LOAD}} = 1\text{mA}$ to $100\text{mA}$		-6	1	6	mV
	LT3020-1.5 $V_{\text{IN}} = 1.8\text{V}$ , $\Delta I_{\text{LOAD}} = 1\text{mA}$ to $100\text{mA}$		-7.5	1.5	7.5	mV
	LT3020-1.8 $V_{\text{IN}} = 2.1\text{V}$ , $\Delta I_{\text{LOAD}} = 1\text{mA}$ to $100\text{mA}$		-9	2	9	mV
Dropout Voltage (Notes 7, 12)	$I_{\text{LOAD}} = 10\text{mA}$			85	115	mV
	$I_{\text{LOAD}} = 10\text{mA}$	●			180	mV
	$I_{\text{LOAD}} = 100\text{mA}$			150	180	mV
GND Pin Current $V_{\text{IN}} = V_{\text{OUT(NOMINAL)}}$ (Notes 8, 12)	$I_{\text{LOAD}} = 0\text{mA}$	●		120	250	$\mu\text{A}$
	$I_{\text{LOAD}} = 1\text{mA}$			570		$\mu\text{A}$
	$I_{\text{LOAD}} = 10\text{mA}$			920		$\mu\text{A}$
	$I_{\text{LOAD}} = 100\text{mA}$	●		2.25	3.5	mA
Output Voltage Noise	$C_{\text{OUT}} = 2.2\mu\text{F}$ , $I_{\text{LOAD}} = 100\text{mA}$ , $\text{BW} = 10\text{Hz}$ to $100\text{kHz}$ , $V_{\text{OUT}} = 1.2\text{V}$			245		$\mu\text{V}_{\text{RMS}}$
ADJ Pin Bias Current	$V_{\text{ADJ}} = 0.2\text{V}$ , $\text{RIPPLE} = 1.2\text{V}$ (Notes 6, 9)			20	50	nA
Shutdown Threshold	$V_{\text{OUT}} = \text{Off to On}$	●		0.61	0.9	V
	$V_{\text{OUT}} = \text{On to Off}$	●	0.25	0.61		V
SHDN Pin Current (Note 10)	$V_{\text{SHDN}} = 0\text{V}$ , $V_{\text{IN}} = 10\text{V}$	●			$\pm 1$	$\mu\text{A}$
	$V_{\text{SHDN}} = 10\text{V}$ , $V_{\text{IN}} = 10\text{V}$	●		3	9.5	$\mu\text{A}$
Quiescent Current in Shutdown	$V_{\text{IN}} = 6\text{V}$ , $V_{\text{SHDN}} = 0\text{V}$			3	9	$\mu\text{A}$
Ripple Rejection (Note 6)	$V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}} = 1\text{V}$ , $V_{\text{RIPPLE}} = 0.5\text{V}_{\text{P-P}}$ , $f_{\text{RIPPLE}} = 120\text{Hz}$ , $I_{\text{LOAD}} = 100\text{mA}$			64		dB
	LT3020-1.2 $V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}} = 1\text{V}$ , $V_{\text{RIPPLE}} = 0.5\text{V}_{\text{P-P}}$ , $f_{\text{RIPPLE}} = 120\text{Hz}$ , $I_{\text{LOAD}} = 100\text{mA}$			60		dB
	LT3020-1.5 $V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}} = 1\text{V}$ , $V_{\text{RIPPLE}} = 0.5\text{V}_{\text{P-P}}$ , $f_{\text{RIPPLE}} = 120\text{Hz}$ , $I_{\text{LOAD}} = 100\text{mA}$			58		dB
	LT3020-1.8 $V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}} = 1\text{V}$ , $V_{\text{RIPPLE}} = 0.5\text{V}_{\text{P-P}}$ , $f_{\text{RIPPLE}} = 120\text{Hz}$ , $I_{\text{LOAD}} = 100\text{mA}$			56		dB
Current Limit (Note 12)	$V_{\text{IN}} = 10\text{V}$ , $V_{\text{OUT}} = 0\text{V}$			360		mA
	$V_{\text{IN}} = V_{\text{OUT(NOMINAL)}} + 0.5\text{V}$ , $\Delta V_{\text{OUT}} = -5\%$	●	110	310		mA
Input Reverse Leakage Current	$V_{\text{IN}} = -10\text{V}$ , $V_{\text{OUT}} = 0\text{V}$			1	10	$\mu\text{A}$
Reverse Output Current (Notes 11, 13)	$V_{\text{OUT}} = 1.2\text{V}$ , $V_{\text{IN}} = 0\text{V}$			3	5	$\mu\text{A}$
	LT3020-1.2 $V_{\text{OUT}} = 1.2\text{V}$ , $V_{\text{IN}} = 0\text{V}$			10	15	$\mu\text{A}$
	LT3020-1.5 $V_{\text{OUT}} = 1.5\text{V}$ , $V_{\text{IN}} = 0\text{V}$			10	15	$\mu\text{A}$
	LT3020-1.8 $V_{\text{OUT}} = 1.8\text{V}$ , $V_{\text{IN}} = 0\text{V}$			10	15	$\mu\text{A}$

# LT3020/LT3020-1.2/ LT3020-1.5/LT3020-1.8

## 電気的特性

**Note 1:** 絶対最大定格はそれを超えるとデバイスの寿命に影響を及ぼす値。

**Note 2:** LT3020レギュレータは $T_J$ が $T_A$ にほぼ等しいなどのパルス負荷条件のもとでテストされ、仕様が規定されている。LT3020Eは製造時に $T_A = 25^\circ\text{C}$ で100%テストされる。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の性能は設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。LT3020Iは $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の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:** このデバイスには短時間の過負荷状態の間デバイスを保護するための過熱保護機能が備わっている。過熱保護機能がアクティブなとき接合部温度は $125^\circ\text{C}$ を超える。規定された最高動作接合部温度を超えた動作が継続すると、デバイスの信頼性を損なうおそれがある。

**Note 4:** 最大接合部温度により動作条件が制限される。安定化された出力電圧の仕様は、入力電圧と出力電流の全ての可能な組合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:** LT3020は1Vの入力電源では標準で100mAの出力電流を供給する。100mAの出力電流に対する保証最小入力電圧は1.10Vである。

**Note 6:** LT3020は外部抵抗分割器(20kと30.1k)で $V_{OUT}$ を0.5Vに設定したこれらの条件でテストされ、仕様が規定されている。外部抵抗分割器により10 $\mu\text{A}$ の出力負荷電流が追加される。ライン・レギュレーションとロード・レギュレーションの仕様は、0.5Vの出力電圧ではなく、0.2Vのリファレンス電圧の変化を基準にしている。固定出力電圧のデバイスの仕様は出力電圧を基準にしている。

**Note 7:** ドロップアウト電圧は、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( $V_{IN} - V_{DROPOUT}$ )に等しくなる。

**Note 8:** GNDピンの電流は $V_{IN} = V_{OUT}$ (公称)および電流源負荷でテストされる。デバイスはドロップアウト領域で動作している間にテストされる。この条件では、ワーストケースのGNDピン電流が強制される。高い入力電圧では、GNDピンの電流は減少する。

**Note 9:** ADJピンのバイアス電流はADJピンから流れ出す。

**Note 10:** SHDNピンの電流はSHDNピンに流れ込む。

**Note 11:** 逆出力電流は、INをグラウンドに接続し、OUT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。固定電圧のデバイスでは、これに出力の抵抗分割器の電流が含まれる。

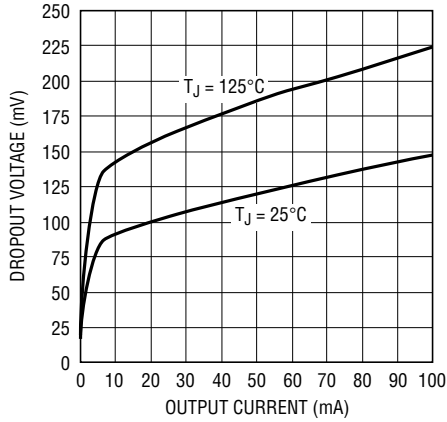
**Note 12:** LT3020は外部抵抗分割器(20kと100k)で $V_{OUT}$ を1.2Vに設定したこれらの条件でテストされ、仕様が規定されている。外部抵抗分割器により10 $\mu\text{A}$ の負荷電流が追加される。

**Note 13:** (定格出力)  $< V_{OUT} < V_{IN}$ の場合、この領域では無負荷リカバリ回路がアクティブになり、出力電圧をその公称値に戻そうと試みるので、逆電流が高くなる。

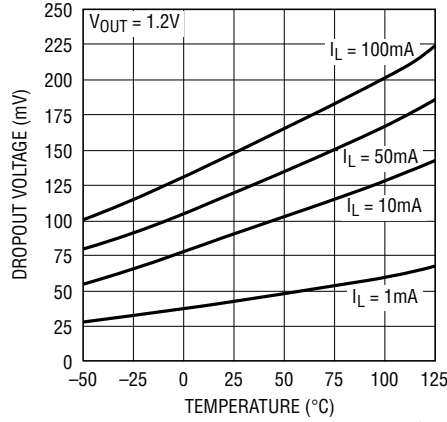
**Note 14:** 最小入力電圧は、出力電圧を安定化し、最大100mAの定格電流を供給する制御回路に必要な最小電圧である。この仕様は $V_{OUT} = 0.5\text{V}$ でテストされる。もっと高い出力電圧では、安定化に必要な最小入力電圧は安定化出力電圧 $V_{OUT}$ にドロップアウト電圧を加えた電圧に等しくなる。

## 標準的性能特性

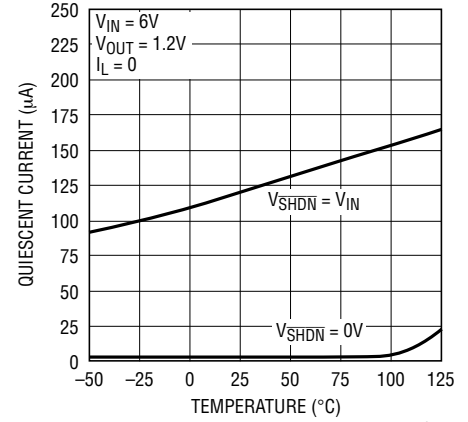
標準ドロップアウト電圧



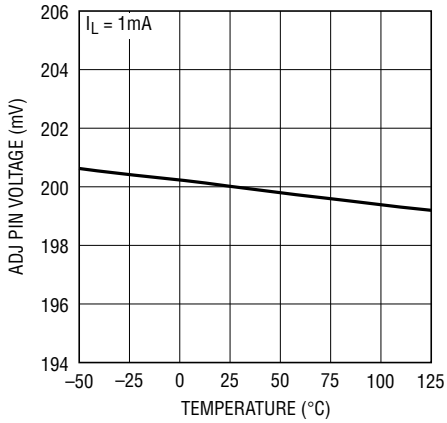
ドロップアウト電圧



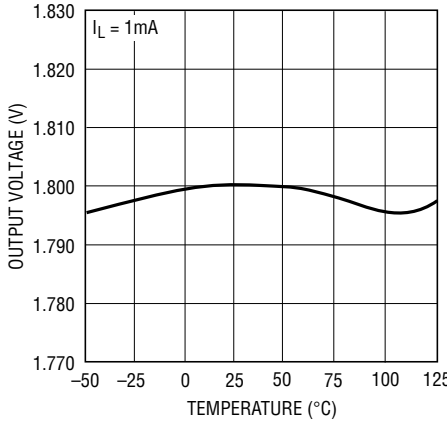
消費電流



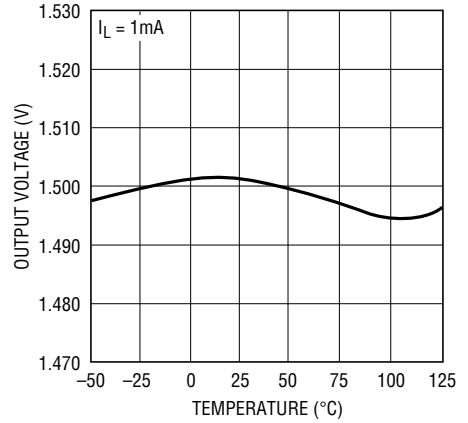
ADJピンの電圧



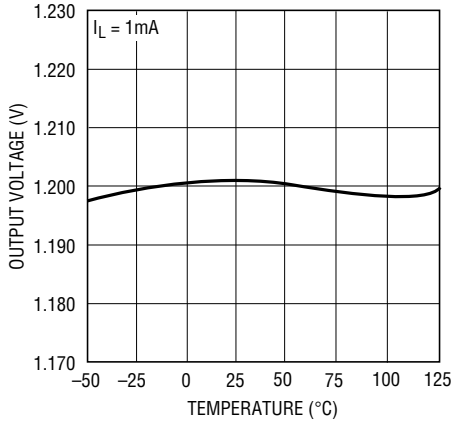
出力電圧



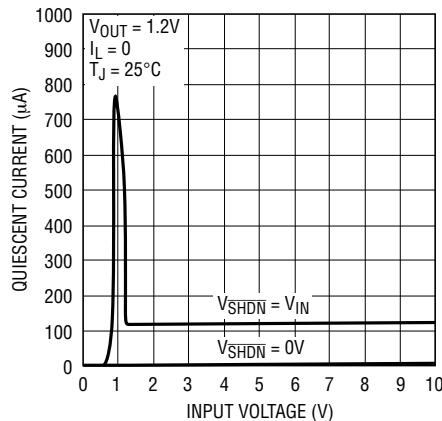
出力電圧



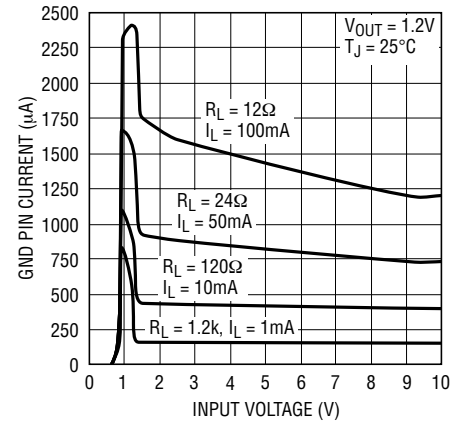
出力電圧



消費電流



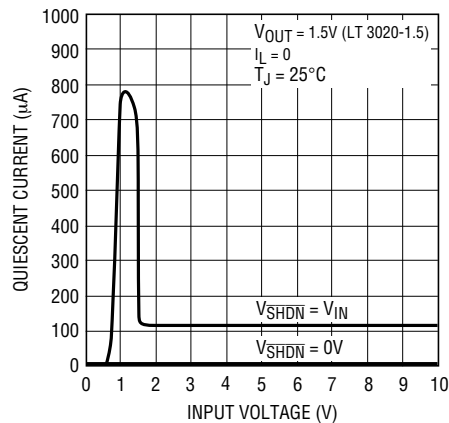
GNDピンの電流



# LT3020/LT3020-1.2/ LT3020-1.5/LT3020-1.8

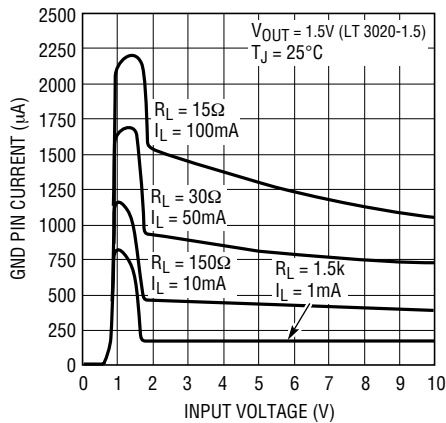
## 標準的性能特性

消費電流



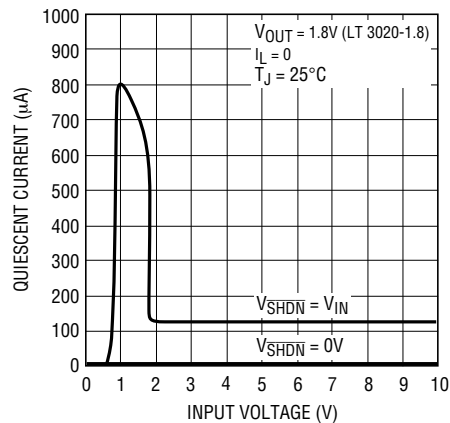
3020 G27

GNDピンの電流



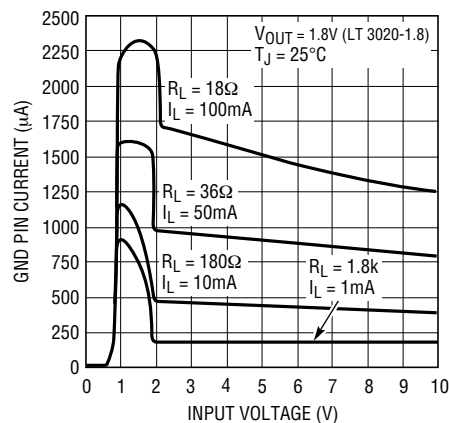
3020 G28

消費電流



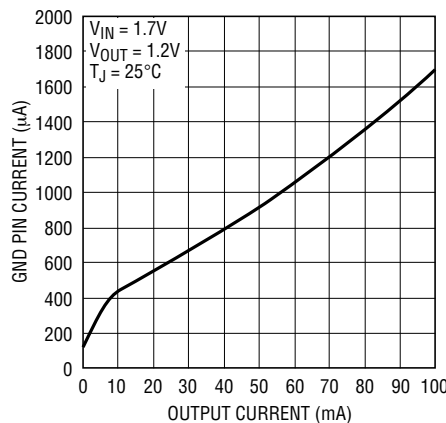
3020 G25

GNDピンの電流



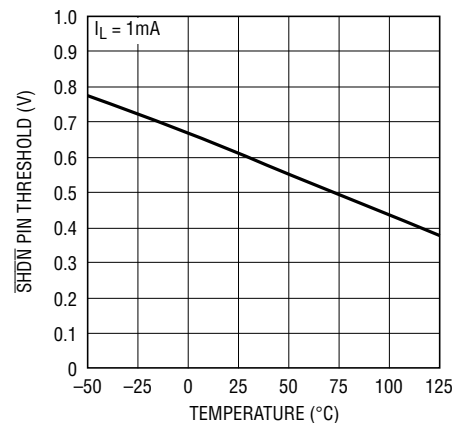
3020 G26

GNDピンの電流とILOAD



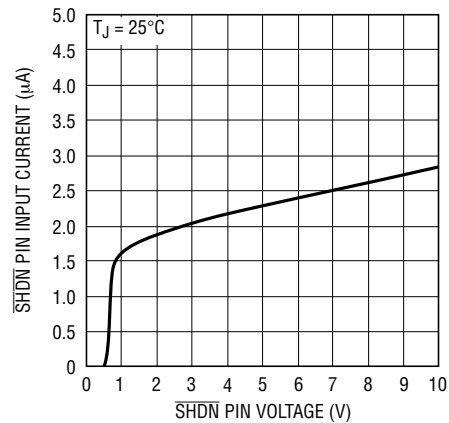
3020 G07

SHDNピンのスレッシュホールド



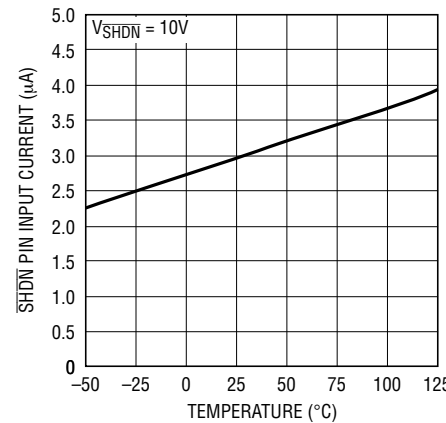
3020 G08

SHDNピンの入力電流



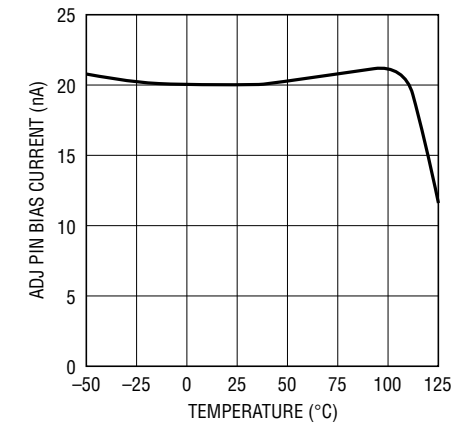
3020 G09

SHDNピンの入力電流(μA)



3020 G10

ADJピンのバイアス電流

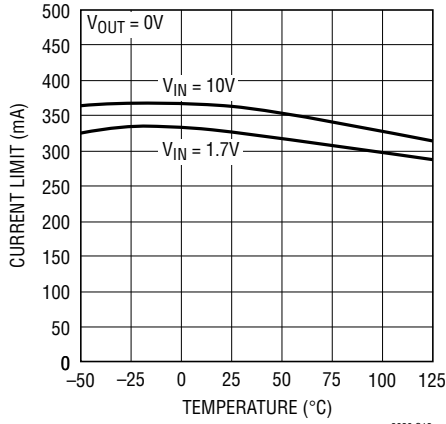


3020 G11

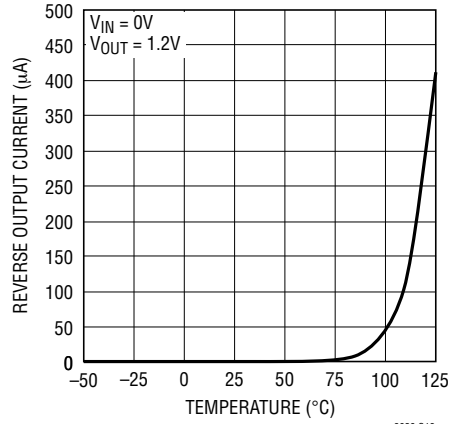
3020fc

## 標準的性能特性

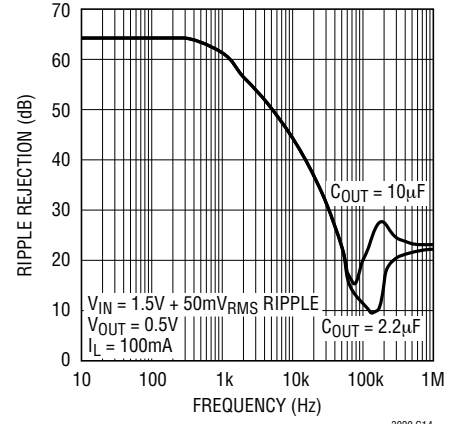
電流制限



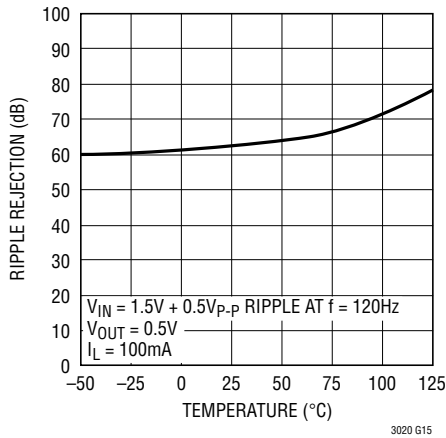
逆出力電流



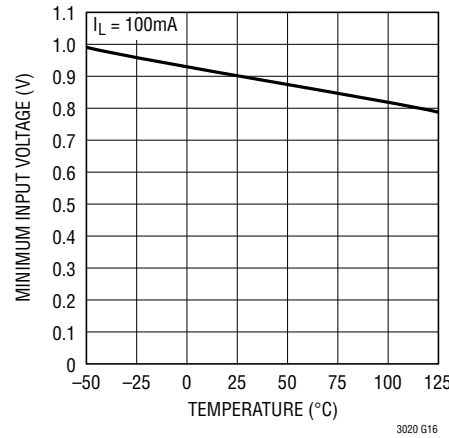
入力リップル除去



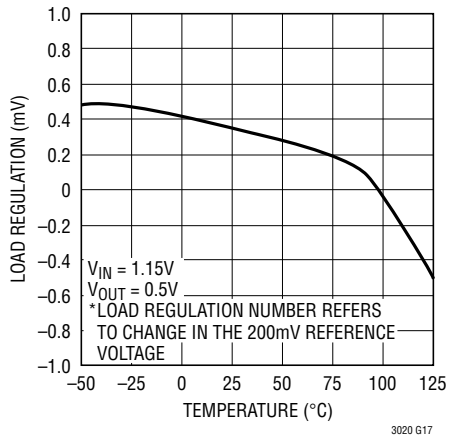
入力リップル除去



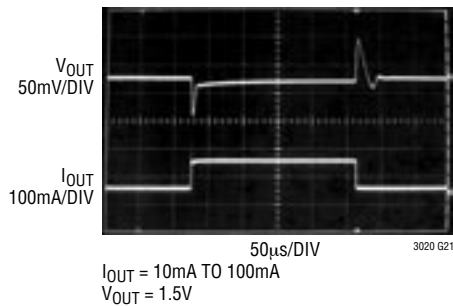
最小入力電圧



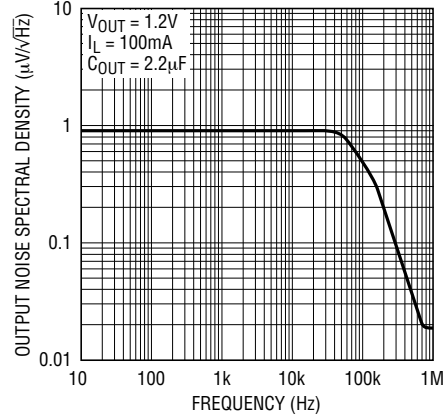
負荷レギュレーション  
 $\Delta I_L = 1\text{mA} \sim 100\text{mA}$



過渡応答

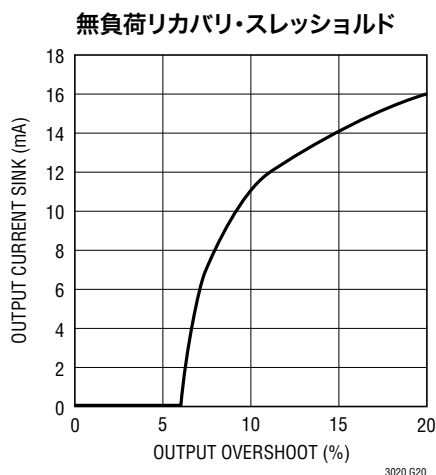
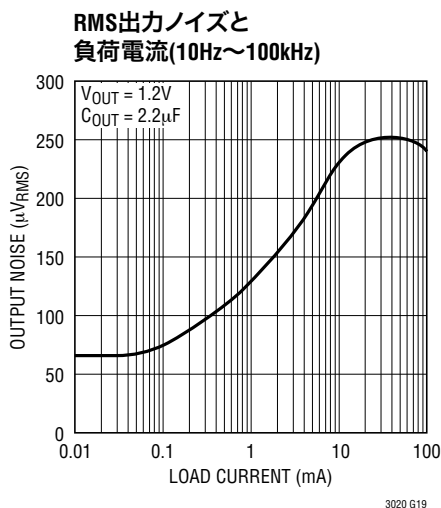


出力ノイズ・スペクトル密度



# LT3020/LT3020-1.2/ LT3020-1.5/LT3020-1.8

## 標準的性能特性



## ピン機能

**OUT(ピン1,2):**これらのピンは負荷に電力を供給します。最小2.2μFの出力コンデンサを使って発振を防ぎます。大きな負荷過渡をとまうアプリケーションには、ピーク電圧過渡を制限するため大きなコンデンサが必要です。出力容量と逆出力特性の詳細については、「アプリケーション情報」のセクションを参照してください。

**OUT(ピン3、固定電圧デバイスのみ):**このピンは内部抵抗分割器の検出ポイントです。最良の結果を得るため、このピンは他のOUTピン(1,2)に直接接続します。

**ADJ(ピン3、調節可能なデバイスのみ):**このピンは誤差アンプの反転端子です。その20nAの標準入力バイアス電流はピンから流れ出します(「標準的性能特性」の「ADJピンのバイアス電流と温度」を参照)。ADJピンのリファレンス電圧は200mVです(グラウンドを基準)。

**GND(ピン4):**グラウンド。

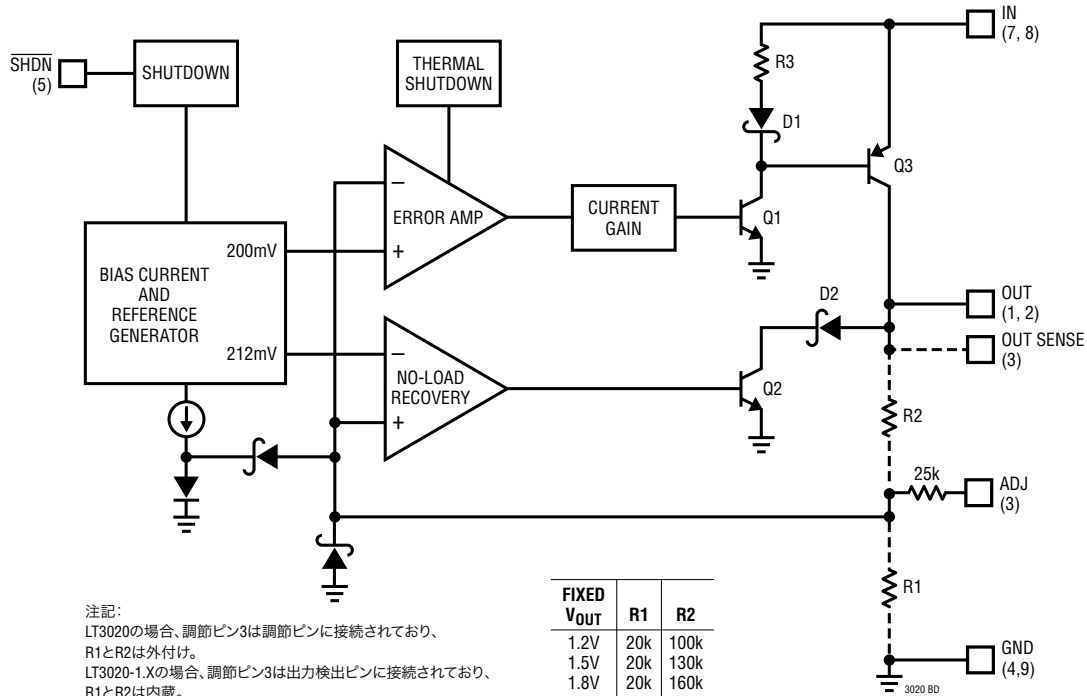
**$\overline{SHDN}$ (ピン5):** $\overline{SHDN}$ ピンはLT3020を低電力状態にします。 $\overline{SHDN}$ ピンを“L”に引き下げると出力がオフします。 $\overline{SHDN}$ ピンをロジックでドライブするか、プルアップ抵抗付きのオープン・コレクタ/オープン・ドレインのデバイスでドライブします。プル

アップ抵抗は、オープン・コレクタ/オープン・ドレインのロジックへのプルアップ電流(通常数マイクロアンペア)と $\overline{SHDN}$ ピン電流(標準2.3μA)を供給します。使用しない場合、 $\overline{SHDN}$ ピンを $V_{IN}$ に接続します。 $\overline{SHDN}$ ピンが接続されていないと、LT3020は機能しません。

**IN(ピン7,8):**これらのピンはデバイスに電力を供給します。LT3020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にバイパス・コンデンサが必要です。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しますので、バッテリー駆動の回路にはバイパス・コンデンサを接続します。2.2μF~10μFのバイパス・コンデンサで十分です。LT3020は、グラウンドとOUTピンに対してINピンに逆電圧が加わっても耐えます。逆入力の場合(これはバッテリーを逆に差し込むと起きます)、LT3020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振る舞います。逆電流がLT3020に流れ込むことはなく、負荷には逆電圧は現れません。デバイスは自己と負荷を保護します。

**GND(ピン9、DD8パッケージのみ):**グラウンド。ピン9(露出パッド)はPCBに半田付けします。最高の性能を実現するため、直接ピン4に接続します。

## ブロック図



## アプリケーション情報

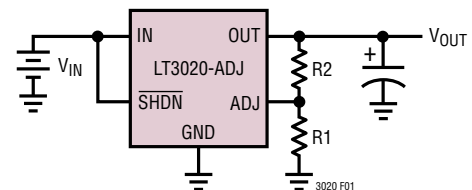
LT3020は超低ドロップアウト・リニア・レギュレータで、0.9Vの入力電源で動作可能です。デバイスは100mAの出力電流を供給し、ドロップアウト電圧は標準150mVです。消費電流は標準120μAで、シャットダウン時には3μAに減少します。LT3020はいくつかの保護機能を内蔵していますので、バッテリー駆動の回路に使用するのに最適です。デバイスは逆入力電圧と逆出力電圧の両方に対して自己を保護します。入力がグランドに引き下げられたときバックアップ・バッテリーによって出力を保つことができるバッテリー・バックアップのアプリケーションでは、LT3020は出力に直列にダイオードが接続されているかのように振る舞って逆電流が流れるのを防ぎます。さらに、レギュレータの負荷が負電源に戻される両電源のアプリケーションでは、起動や通常動作に影響を与えることなく、出力をグランドより最大10V下に引き下げることができます。

### 可変動作

LT3020の出力電圧範囲は0.2V～9.5Vです。図1に示されているように、出力電圧は2個の外部抵抗の比によって設定されます。デバイスは出力を安定化して、グランドを基準にしたADJピンの電圧を200mVに維持します。したがって、R1の電流は200mV/R1に等しく、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電流です。ADJピンの20nAのバイア

ス電流はピンから流れ出します。図1の式を使って出力電圧を計算します。R1の値が20kだと、抵抗分割器の電流は10μAに設定されます。シャットダウン時には出力がオフし、分割器の電流はゼロになることに注意してください。「ADJピンの電圧と温度」および「ADJピンのバイアス電流と温度」の曲線が「標準的性能特性」のセクションに示されています。

200mVを超える出力電圧の場合の仕様は、望みの出力電圧と200mVの比( $V_{OUT}/200mV$ )に比例します。



$$V_{OUT} = 200mV \left( 1 + \frac{R2}{R1} \right) - I_{ADJ} (R2)$$

$$V_{ADJ} = 200mV$$

$$I_{ADJ} = 20nA \text{ AT } 25^{\circ}C$$

$$\text{出力範囲} = 0.2V \sim 9.5V$$

図1. 調節可能な動作

# LT3020/LT3020-1.2/ LT3020-1.5/LT3020-1.8

## アプリケーション情報

たとえば、0mAから100mAへの出力電流の変化に対するロード・レギュレーションは $V_{ADJ} = 200\text{mV}$ では標準0.4mVです。 $V_{OUT} = 1.5\text{V}$ では、ロード・レギュレーションは次のとおりです。

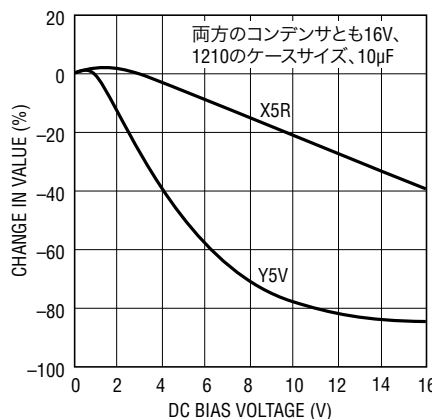
$$(1.5\text{V}/200\text{mV}) \cdot (0.4\text{mV}) = 3\text{mV}$$

### 出力容量と過渡応答

LT3020のデザインは広い範囲の出力コンデンサで安定ですが、低ESRのセラミック・コンデンサに最適化されています。出力コンデンサのESRが(特に値の小さなコンデンサの場合)安定性に影響を与えます。発振を防ぐため、ESRが $0.3\Omega$ 以下の最低 $2.2\mu\text{F}$ の出力コンデンサを使います。LT3020は低電圧デバイスで、出力負荷過渡応答は出力容量の関数です。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。出力コンデンサの値が $20\mu\text{F}$ を超える場合、分圧器の上側の抵抗(図1の $R_2$ )の両端に値が $300\text{pF}$ の小さなフィードフォワード・コンデンサが必要です。

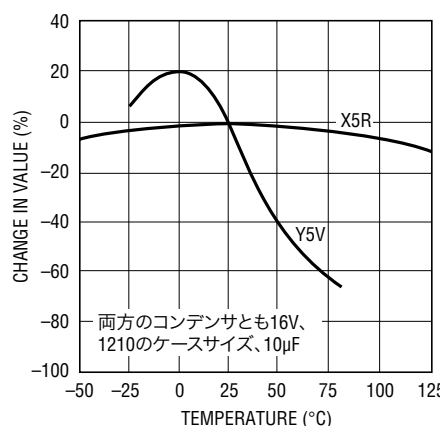
セラミック・コンデンサの使用には特に配慮が必要です。セラミック・コンデンサは様々な誘電体を使って製造されており、それぞれ温度や加えられる電圧によって振舞いが異なります。最も広く使われている誘電体はZ5U、Y5V、X5RおよびX7Rです。Z5UとY5Vの誘電体は高いC-V積を与え、小型のパッケージで供給され安価ですが、大きな電圧係数と温度係数を示します。X5RとX7Rの誘電体を使うと特性が非常に安定し、出力コンデンサとして使うのに適していますが、いくらかコストが上がります。X5RとX7Rの誘電体は両方とも優れた電圧係数の特性を示します。X7Rタイプは広い温度範囲にわたって動作し、温度安定性が優れていますが、X5Rタイプはもっと安価で、大きな値のものが入手可能です。Y5VとX5Rの誘電体の間の電圧係数と温度係数の比較を図2と図3に示します。

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、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・コンデンサの場合、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。その結果生じる電圧によりかなりのノイズが発生することがあります。セラミック・コンデンサを鉛筆で軽く叩くと、それに反応して図4のトレースを生じました。



3020 F02

図2. セラミック・コンデンサのDCバイアス特性



3020 F03

図3. セラミック・コンデンサの温度特性

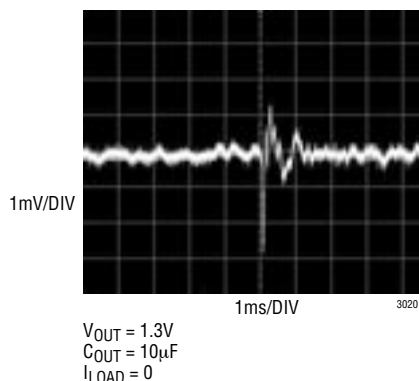


図4. セラミック・コンデンサを軽く叩くことによって生じるノイズ

3020fc

## アプリケーション情報

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。

### 無負荷/軽負荷リカバリ

生じる可能性のある過渡負荷ステップは、出力電流がその最大レベルからゼロ電流または非常に小さな負荷電流に変化する場合です。レギュレータが供給する電流量を新しいレベルまで下げるまで、出力電圧はオーバーシュートして応答します。レギュレータのループ応答時間と出力容量の大きさがオーバーシュートの大きさを制御します。レギュレータがその出力電流を減少させた後は、( $V_{OUT}$ を設定する)抵抗分割器を流れる電流が出力コンデンサをオーバーシュートしたレベルから放電するのに残された唯一の電流です。出力電圧が回復するのに要する時間は、分圧器の電流が数マイクロアンペアで出力容量が数マイクロファラッドの場合、簡単に数ミリ秒に伸びます。

この問題を取り除くため、LT3020は無負荷または軽負荷のリカバリ回路を内蔵しています。この回路は電圧で制御される電流シンクで、出力コンデンサを短時間で放電してからオフすることにより、軽負荷の過渡応答時間を大きく改善します。この電流シンクは出力電圧が公称出力電圧を6%超えるとオンします。電流シンクのレベルはスレッシュホールドを超えるオーバードライブに比例し、最大約15mAです。「無負荷リカバリ・スレッシュホールド」に関しては、「標準的性能特性」の曲線を参照してください。

外部回路が出力を無負荷リカバリ回路のスレッシュホールドより上に強制すると、電流シンクがオンし、出力電圧を公称値に戻そうと試みます。外部回路が出力の強制を止めるまで電流シンクはオンしたままです。ただし、外部回路が出力電圧を入力電圧より上に引き上げるか、入力出力より下に下がると、LT3020は電流シンクをオフして、バイアス電流/リファレンス発生回路をシャットダウンします。

### 熱に関する検討事項

LT3020の電力処理能力はその125°Cの最大定格接合部温度によって制限されています。デバイスが消費する電力は2つの成分からなっています。

1. 入力から出力への電圧差と出力電流の積、つまり  $(I_{OUT})(V_{IN}-V_{OUT})$ 、および

2. GNDピンの電流と入力電圧の積、つまり  $(I_{GND})(V_{IN})$ 。

GNDピンの電流は「標準的性能特性」の「GNDピン電流」の曲線を調べて求めます。電力消費は上記の2つの成分の和に等しくなります。

LT3020レギュレータは過負荷状態でデバイスを保護するように設計された(ヒステリシスをもった)熱制限機能を内蔵しています。通常の連続状態では、125°Cの最大接合部温度定格を超えないようにします。LT3020の近くに実装されている他の熱源も含めて、接合部から周囲への熱抵抗の全てのソースを注意深く検討します。

LT3020のDDパッケージの下側は、ダイが接着されているリードフレームから出ているメタル(4mm<sup>2</sup>)が露出しています。これにより、熱がダイの接合部からプリント回路基板のメタルに直接移動できるので、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のトップサイド(部品側)のパッケージの端を超えてメタルを伸ばすことができます。このメタルをPCB上でGNDに接続します。LT3020の複数のINピンとOUTピンは熱をPCBに拡散するのに役立ちます。

LT3020のMS8パッケージのピン4はリードフレームに溶接されています。これによっても、熱がダイの接合部からプリント回路基板のメタルに直接移動できるので、熱抵抗が減少します。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。

いくつかの異なったボード寸法と銅面積に対する2つの異なったパッケージの熱抵抗を以下の表に示します。測定は、静止空気中で、1オンス銅の3/32" FR-4基板で行いました。

表1.DDパッケージの測定された熱抵抗

銅面積 トップサイド* バックサイド		ボード面積	熱抵抗 (接合部から周囲)
2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	35°C/W
900mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	40°C/W
225mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	55°C/W
100mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	60°C/W
50mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	70°C/W

# LT3020/LT3020-1.2/ LT3020-1.5/LT3020-1.8

## アプリケーション情報

表2. MS8パッケージの測定された熱抵抗

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>	110°C/W
1000mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	115°C/W
225mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	120°C/W
100mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	130°C/W
50mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	140°C/W

\*デバイスはトップサイドに実装。

### 接合部温度の計算

例:出力電圧が1.8V、入力電圧範囲が2.25V～2.75V、出力電流範囲が1mA～100mA、最大周囲温度が70°Cだとすると、DDパッケージを使った場合の最大接合部温度はいくらになるでしょうか。

デバイスの消費する電力は次式に等しくなります。

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

ここで、

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

$$V_{IN(MAX)} = 2.75\text{V}$$

$$I_{GND}(I_{OUT} = 100\text{mA}, V_{IN} = 2.75\text{V}) = 3\text{mA}$$

したがって、次のようになります。

$$P = 100\text{mA}(2.75\text{V} - 1.8\text{V}) + 3\text{mA}(2.75\text{V}) = 0.103\text{W}$$

熱抵抗は銅面積に従って35°C/W～70°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はおおよそ次のようになります。

$$0.103\text{W}(52.5^\circ\text{C/W}) = 5.4^\circ\text{C}$$

最大接合部温度は、周囲温度を超える接合部温度の最大上昇分と最大周囲温度の和に等しくなります。つまり、次のようになります。

$$T_{JMAX} = 70^\circ\text{C} + 5.4^\circ\text{C} = 75.4^\circ\text{C}$$

### 保護機能

LT3020レギュレータはいくつかの保護機能を備えていますので、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、デバイスは逆入力電圧、逆出力電圧、さらに出力から入力への逆電圧に対しても保護します。

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、接合部温度は125°Cを超えてはいけません。

デバイスのINピンは10Vの逆電圧に耐えます。LT3020は電流を1μA未満に制限し、OUTには負電圧は現れません。デバイスは逆向きに差し込まれたバッテリーに対して自己と負荷の両方を保護します。

OUTがグランドより下に引き下げられてもLT3020は損傷を受けません。INが開放状態か、または接地されていると、OUTはグランドより10V下に引き下げることができます。OUTに接続されているパス・トランジスタから電流は流れません。ただし、出力電圧を設定する抵抗分割器へ電流は流れますが、抵抗分割器によって制限されます。電流は、分圧器の下側の抵抗とADJピンの内部クランプから、分圧器の上側の抵抗を通じて、OUTをグランドより下に引き下げている外部回路に流れます。INが電圧源から給電されている場合、OUTはその電流制限能力に等しい電流をソースし、LT3020は熱制限によって自己を保護します。この場合、 $\overline{\text{SHDN}}$ を接地するとLT3020はオフし、OUTは電流をソースすることを停止します。

ADJピンがグランドより10V上に引き上げられても、10V下に引き下げられてもLT3020は損傷を受けません。INが開放状態に置かれているか、または接地されており、ADJがグランドより上に引き上げられると、ADJは1Vのクランプ(直列に接続された1個のダイオードと1個のショットキー・ダイオード)に直列な25kの抵抗のように振る舞います。ADJはグランドより下に引き下げられると、ショットキー・ダイオードに直列な25kの抵抗のように振る舞います。INが電圧源から給電されており、ADJがその基準電圧より下に引き下げられると、LT3020はその電流制限能力に等しい電流をOUTからソースしようとします。出力電圧は $V_{IN} - V_{DROPOUT}$ に増加し、 $V_{DROPOUT}$ はLT3020がサポートする負荷電流によって定まります。この状態は、出力電圧が安定化されない高い電圧に上昇すると、LT3020によって給電される外部回路を損傷する可能性があります。INが電圧源から給電されており、ADJがその基準電圧より上に引き上げられると、2つの状況が生じる可能性があります。ADJがその基準電圧より上にわずかに引き上げられると、LT3020はパス・トランジスタをオフし、出力電流はソースされず、出力電圧はADJの電圧以下に減少します。ADJがその無負荷リカバリ・スレッシュホールドより上に引き上げられると、無負荷リカバリ回路がオンし、電流をシンクしようとします。

## アプリケーション情報

OUTがアクティブに”L”に引き下げられ、出力電圧はグラウンドよりショットキー・ダイオードの電圧降下だけ上にクランプされます。上に述べた振舞いはLT3020にだけ当てはまることに注意してください。同じ条件で抵抗分割器が接続されていると、追加のV/R電流が生じます。

バックアップ・バッテリーが必要な回路では、いくつかの異なった入力/出力状態が発生する可能性があります。入力がグラウ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。入力が接地されている場合、逆出力電流は1 $\mu$ A未満です。

LT3020のINピンがOUTピンより下に強制されるか、OUTピンがINピンより上に引き上げられると、入力電流は標準で10 $\mu$ A以下に減少します。この状態が生じるのは、LT3020の入力が放電した(低電圧の)バッテリーに接続されており、バックアップ・バッテリーまたは補助レギュレータ回路によって出力が高く保たれている場合です。OUTがINより上に引き上げられていると、 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンの状態は逆出力電流には影響を与えません。

### 入力容量と安定性

LT3020はINピンに接続された2.2 $\mu$ Fの最小容量で安定するように設計されています。ESRが非常に低いセラミック・コンデンサを使うことができます。ただし、電源をLT3020の入力に接続するのに(またLT3020のグラウンドから電源グラウンドまで)長いワイヤーが使われている場合、値の小さな入力コンデンサを使うと、20mA以上の出力負荷電流と組み合わせられて、アプリケーションが不安定になることがあります。これは、ワイヤーのインダクタンスが入力コンデンサとLCタンク回路を形成するため、LT3020が不安定なためではありません。

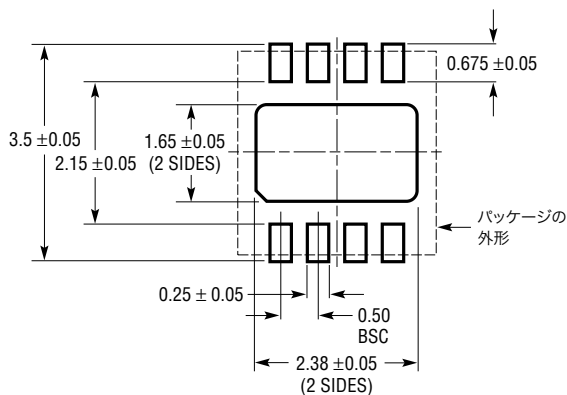
ワイヤーの自己インダクタンス(つまり、孤立したワイヤーのインダクタンス)はその長さに直接比例します。ただし、ワイヤーの直径はその自己インダクタンスに主要な影響は与えません。たとえば、直径が0.26インチの2-AWGの単独のワイヤーの自己インダクタンスは、直径0.01インチの30-AWGワイヤーの自己インダクタンスの約半分です。1フィートの30-AWGワイヤーの自己インダクタンスは465nHです。

ワイヤー全体の自己インダクタンスは2つの方法で減らすことができます。1つの方法は、LT3020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、ワイヤーを互いに遠く離すほど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。ワイヤーを分割すると、基本的には2個の等しいインダクタを並列に接続したことになります。ただし、相互に近づけて配置すると、ワイヤー全体の自己インダクタンスに相互インダクタンスが加わります。全体のインダクタンスを減らす最も効果的な方法は、電流の往路と復路の導体(入力ワイヤーとグラウンドのワイヤー)を非常に近づけて配置することです。0.02インチ離れた2本の30-AWGワイヤーは全体の自己インダクタンスを1本の孤立したワイヤーの約1/5に減らします。

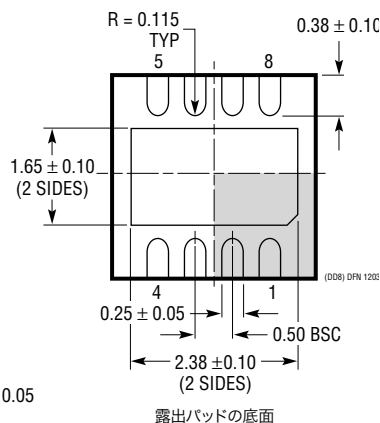
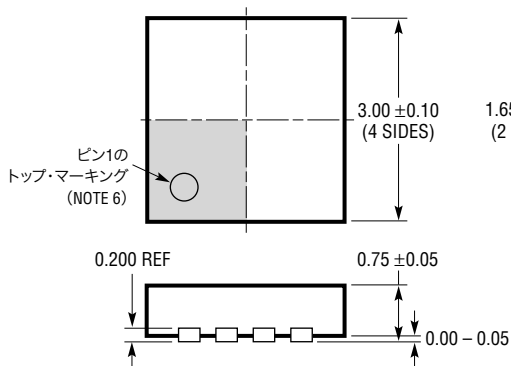
LT3020が同じ回路基板に近接して実装されたバッテリーによって給電される場合、2.2 $\mu$ Fの入力コンデンサで十分安定します。ただし、LT3020が遠く離れた電源から給電される場合、(最小2.2 $\mu$ Fに加えて)ワイヤーの長さ8インチ当り約1 $\mu$ Fのガイドラインに従って大きな値の入力コンデンサを使います。電源の出力インピーダンスは変化する可能性があるため、アプリケーションを安定にする最小入力容量も変化する可能性があります。追加の容量を電源の出力に直接配置することもできますが、この場合、LT3020の近くに追加の容量を配置するのに比べて、1桁大きな容量を必要とします。さらに、直列抵抗を電源とLT3020の入力の間に置いてアプリケーションを安定化することができます。わずか0.1 $\Omega$ ~0.5 $\Omega$ で十分です。

## パッケージ寸法

### DDパッケージ 8ピン・プラスチックDFN (3mm×3mm) (Reference LTC DWG # 05-08-1698)



推奨する半田パッドのピッチと寸法

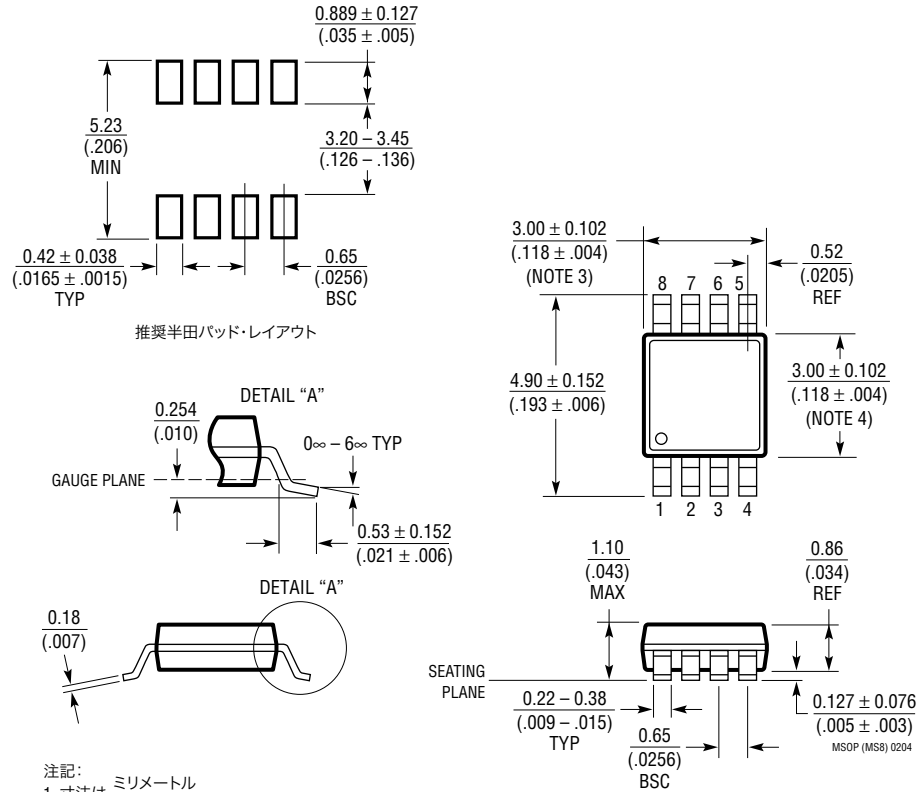


#### 注記:

- 図はJEDECのパッケージ外形MO-229のバリエーション (WEED-1) になる予定
- 図は実寸とは異なる
- すべての寸法はミリメートル
- 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
- 露出パッドは半田メッキとする
- 網掛けの部分はパッケージのトップとボトムのピン1の位置の参考に過ぎない

## パッケージ寸法

**MS8パッケージ**  
**8ピン・プラスチックMSOP**  
(Reference LTC DWG # 05-08-1660)



**注記:**

1. 寸法は ミリメートル (インチ)
2. 図は実寸とは異なる
3. 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
4. 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
5. リードの平坦度 (整形後のリードの底面) は最大0.102mm (.004")であること

# LT3020/LT3020-1.2/ LT3020-1.5/LT3020-1.8

## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1121/ LT1121HV	150mA、マイクロパワーLDO	$V_{IN}: 4.2V \sim 30/36V$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 3.75V$ 、 $V_{DO} = 0.42V$ 、 $I_Q = 30\mu A$ 、 $I_{SD} = 16\mu A$ 、逆バッテリー保護、SOT-223、S8、Zの各パッケージ
LT1129	700mA、マイクロパワーLDO	$V_{IN}: 4.2V \sim 30V$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 3.75V$ 、 $V_{DO} = 0.4V$ 、 $I_Q = 50\mu A$ 、 $I_{SD} = 16\mu A$ 、DD、SOT-223、S8、TO220-5、TSSOP20の各パッケージ
LT1761	100mA、低ノイズ、マイクロパワーLDO	$V_{IN}: 1.8V \sim 20V$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 1.22V$ 、 $V_{DO} = 0.3V$ 、 $I_Q = 20\mu A$ 、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、低ノイズ: $< 20\mu V_{RMS}$ 、 $1\mu F$ のセラミック・コンデンサで安定、ThinSOTパッケージ
LT1762	150mA、低ノイズ、マイクロパワーLDO	$V_{IN}: 1.8V \sim 20V$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 1.22V$ 、 $V_{DO} = 0.3V$ 、 $I_Q = 25\mu A$ 、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、低ノイズ: $< 20\mu V_{RMS}$ 、MS8パッケージ
LT1763	500mA、低ノイズ、マイクロパワーLDO	$V_{IN}: 1.8V \sim 20V$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 1.22V$ 、 $V_{DO} = 0.3V$ 、 $I_Q = 30\mu A$ 、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、低ノイズ: $< 20\mu V_{RMS}$ 、S8パッケージ
LT1764/LT1764A	3A、低ノイズ、高速過渡応答LDO	$V_{IN}: 2.7V \sim 20V$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 1.21V$ 、 $V_{DO} = 0.34V$ 、 $I_Q = 1mA$ 、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、低ノイズ: $< 40\mu V_{RMS}$ 、セラミック・コンデンサで安定なAバージョン、DDとTO220-5のパッケージ
LTC1844	150mA、低ノイズ、マイクロパワーVLDO	$V_{IN}: 1.6V \sim 6.5V$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 1.25V$ 、 $V_{DO} = 0.09V$ 、 $I_Q = 35\mu A$ 、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、低ノイズ: $< 30\mu V_{RMS}$ 、ThinSOTパッケージ
LT1962	300mA、低ノイズ、マイクロパワーLDO	$V_{IN}: 1.8V \sim 20V$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 1.22V$ 、 $V_{DO} = 0.27V$ 、 $I_Q = 30\mu A$ 、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、低ノイズ: $< 20\mu V_{RMS}$ 、MS8パッケージ
LT1963/LT1963A	1.5A、低ノイズ、高速過渡応答LDO	$V_{IN}: 2.1V \sim 20V$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 1.21V$ 、 $V_{DO} = 0.34V$ 、 $I_Q = 1mA$ 、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、低ノイズ: $< 40\mu V_{RMS}$ 、セラミック・コンデンサで安定なAバージョン、DD、TO220-5、SOT223、S8の各パッケージ
LT1964	200mA、低ノイズ、マイクロパワー、負電圧LDO	$V_{IN}: -2.2V \sim -20V$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 1.21V$ 、 $V_{DO} = 0.34V$ 、 $I_Q = 30\mu A$ 、 $I_{SD} = 3\mu A$ 、低ノイズ: $< 30\mu V_{RMS}$ 、セラミック・コンデンサで安定、ThinSOTパッケージ
LT3010	50mA、高電圧、マイクロパワーLDO	$V_{IN}: 3V \sim 80V$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 1.2V$ 、 $V_{DO} = 0.3V$ 、 $I_Q = 30\mu A$ 、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、低ノイズ: $< 100\mu V_{RMS}$ 、 $1\mu F$ の出力コンデンサで安定、露出パッド付きMS8Eパッケージ
LTC3025	300mA、低ノイズ、マイクロパワーLDO	$V_{IN}: 0.9V \sim 5.5V$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 0.4V$ 、 $V_{DO} = 0.05V$ 、 $I_Q = 54\mu A$ 、 $1\mu F$ のセラミック・コンデンサで安定、DFN-6パッケージ
LT3150	低 $V_{IN}$ 、高速過渡応答、VLDOコントローラ	$V_{IN}: 1.1V \sim 10V$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 1.23V$ 、 $V_{DO} =$ 外部MOSFET $R_{DS(ON)}$ によって定まる、1.4MHz昇圧コンバータによってゲート・ドライブを発生、SSOP16パッケージ