

# デュアル100mA 低ドロップアウト、低ノイズ マイクロパワー・レギュレータ

## 特長

- 低ノイズ: 20 $\mu$ V<sub>RMS</sub> (10Hz~100kHz)
- 低消費電流: 20 $\mu$ A/チャンネル
- 広い入力電圧範囲: 1.8V~20V
- 出力電流: 100mA/チャンネル
- 非常に低いシャットダウン電流: <0.1 $\mu$ A
- 低ドロップアウト電圧: 300mV/100mA
- 可変出力電圧: 1.22V~20V
- 1 $\mu$ Fの出力コンデンサで安定
- アルミニウム、タンタルまたはセラミック・コンデンサで安定
- 逆バッテリー保護
- 逆電流なし
- 保護ダイオードが不要
- 過電流保護および過熱保護機能
- 熱特性が改善された10ピンMSOPおよびDFNパッケージ

## アプリケーション


- 携帯電話
- ページャ
- バッテリー駆動システム
- 周波数シンセサイザ
- ワイヤレス・モデム

## 概要

LT<sup>®</sup>3023は、デュアル、マイクロパワー、低ノイズ、低ドロップアウト・レギュレータです。外付けの0.01 $\mu$ Fバイパス・コンデンサを追加すると、出力ノイズは10Hz~100kHzの帯域幅で20 $\mu$ V<sub>RMS</sub>まで低減されます。バッテリー駆動システム向けに設計されており、消費電流が20 $\mu$ A/チャンネルと低く、この用途に最適です。シャットダウン時には、消費電流が0.1 $\mu$ A以下に低減されます。シャットダウン制御はチャンネルごとに独立して行われるので、柔軟なパワー・マネジメントが可能です。また、1.8V~20Vの入力電圧範囲で動作可能で、300mVのドロップアウト電圧で各チャンネルから100mAの出力電流を供給できます。消費電流はドロップアウト状態でも十分に制御されます。

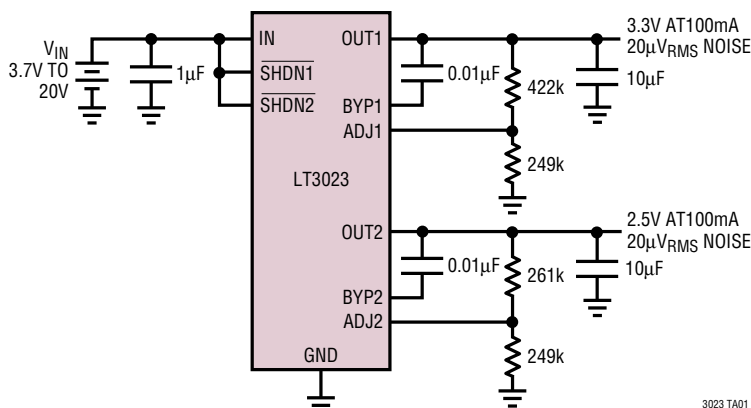
LT3023レギュレータは1 $\mu$ Fという低い出力容量で安定します。他のレギュレータが必要とする直列抵抗なしで、小型セラミック・コンデンサを使用できます。

内部保護回路は逆バッテリー保護、電流制限、熱制限、逆電流保護などを行います。LT3023レギュレータは、1.22Vのリファレンス電圧による可変出力電圧を装備し、熱特性が改善された10ピンMSOPおよびDFNパッケージで供給されます。

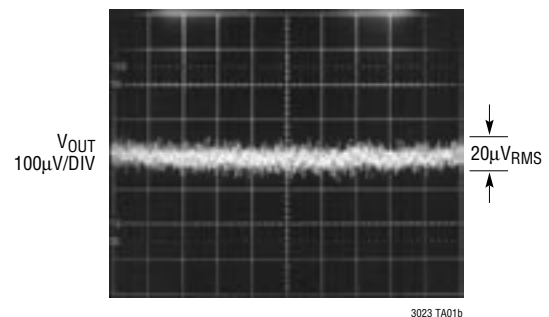
、LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。

## 標準的応用例

3.3V/2.5V低ノイズ・レギュレータ



10Hz~100kHz出力ノイズ



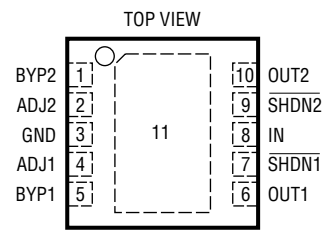
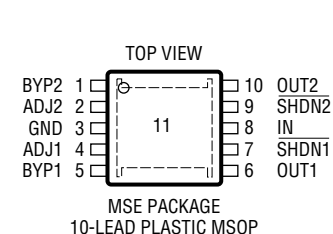
# LT3023

## 絶対最大定格 (Note 1)

INピン電圧.....	±20V
OUT1、OUT2ピンの電圧.....	±20V
入力から出力への電圧差.....	±20V
ADJ1、ADJ2ピンの電圧.....	±7V
BYP1、BYP2ピンの電圧.....	±0.6V
SHDN1、SHDN2ピンの電圧.....	±20V

出力短絡時間.....	無期限
動作接合部温度範囲 (Note 2).....	-40°C~125°C
保存温度範囲.....	-65°C~150°C
リード温度 (半田付け、10秒).....	300°C

## パッケージ/発注情報

 <p>DD PACKAGE 10-LEAD (3mm × 3mm) PLASTIC DFN EXPOSED PAD (PIN 11) IS GND MUST BE SOLDERED TO PCB <math>T_{JMAX} = 125^{\circ}C</math>, <math>\theta_{JA} = 40^{\circ}C/W</math>, <math>\theta_{JC} = 10^{\circ}C/W</math></p>	ORDER PART NUMBER	 <p>MSE PACKAGE 10-LEAD PLASTIC MSOP EXPOSED PAD (PIN 11) IS GND MUST BE SOLDERED TO PCB <math>T_{JMAX} = 150^{\circ}C</math>, <math>\theta_{JA} = 40^{\circ}C/W</math>, <math>\theta_{JC} = 10^{\circ}C/W</math></p>	ORDER PART NUMBER
	LT3023EDD		LT3023EMSE
	DD PART MARKING		MSE PART MARKING
	LAJA		LTAHZ

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。

## 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 $T_A=25^{\circ}C$ での値。(Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Minimum Input Voltage (Notes 3, 11)	$I_{LOAD} = 100mA$	●	1.8	2.3	V
ADJ1, ADJ2 Pin Voltage (Note 3, 4)	$V_{IN} = 2V$ , $I_{LOAD} = 1mA$ $2.3V < V_{IN} < 20V$ , $1mA < I_{LOAD} < 100mA$	●	1.205	1.235	V
Line Regulation (Note 3)	$\Delta V_{IN} = 2V$ to $20V$ , $I_{LOAD} = 1mA$	●	1	10	mV
Load Regulation (Note 3)	$V_{IN} = 2.3V$ , $\Delta I_{LOAD} = 1mA$ to $100mA$ $V_{IN} = 2.3V$ , $\Delta I_{LOAD} = 1mA$ to $100mA$	●	1	12	mV
Dropout Voltage $V_{IN} = V_{OUT(NOMINAL)}$ (Notes 5, 6, 11)	$I_{LOAD} = 1mA$	●	0.10	0.15	V
	$I_{LOAD} = 1mA$	●		0.19	V
	$I_{LOAD} = 10mA$	●	0.17	0.22	V
	$I_{LOAD} = 10mA$	●		0.29	V
	$I_{LOAD} = 50mA$	●	0.24	0.28	V
	$I_{LOAD} = 50mA$	●		0.38	V
	$I_{LOAD} = 100mA$	●	0.30	0.35	V
	$I_{LOAD} = 100mA$	●		0.45	V

## 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。(Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
GND Pin Current (Per Channel) $V_{IN} = V_{OUT(NOMINAL)}$ (Notes 5, 7)	$I_{LOAD} = 0\text{mA}$	●		20	45	$\mu\text{A}$
	$I_{LOAD} = 1\text{mA}$	●		55	100	$\mu\text{A}$
	$I_{LOAD} = 10\text{mA}$	●		230	400	$\mu\text{A}$
	$I_{LOAD} = 50\text{mA}$	●		1	2	$\text{mA}$
	$I_{LOAD} = 100\text{mA}$	●		2.2	4	$\text{mA}$
Output Voltage Noise	$C_{OUT} = 10\mu\text{F}$ , $C_{BYP} = 0.01\mu\text{F}$ , $I_{LOAD} = 100\text{mA}$ , $\text{BW} = 10\text{Hz to } 100\text{kHz}$			20		$\mu\text{VRMS}$
ADJ1/ADJ2 Pin Bias Current	(Notes 3, 8)			30	100	$\text{nA}$
Shutdown Threshold	$V_{OUT} = \text{Off to On}$	●		0.8	1.4	$\text{V}$
	$V_{OUT} = \text{On to Off}$	●	0.25	0.65		$\text{V}$
SHDN1/SHDN2 Pin Current (Note 9)	$V_{SHDN} = 0\text{V}$	●		0	0.5	$\mu\text{A}$
	$V_{SHDN} = 20\text{V}$	●		1	3	$\mu\text{A}$
Quiescent Current in Shutdown	$V_{IN} = 6\text{V}$ , $V_{SHDN} = 0\text{V}$ (Both SHDN Pins)			0.01	0.1	$\mu\text{A}$
Ripple Rejection (Note 3)	$V_{IN} = 2.72\text{V (Avg)}$ , $V_{RIPPLE} = 0.5\text{V}_{P-P}$ , $f_{RIPPLE} = 120\text{Hz}$ , $I_{LOAD} = 50\text{mA}$		55	65		$\text{dB}$
Current Limit	$V_{IN} = 7\text{V}$ , $V_{OUT} = 0\text{V}$			200		$\text{mA}$
	$V_{IN} = 2.3\text{V}$ , $\Delta V_{OUT} = -5\%$	●	110			$\text{mA}$
Input Reverse Leakage Current	$V_{IN} = -20\text{V}$ , $V_{OUT} = 0\text{V}$	●			1	$\text{mA}$
Reverse Output Current (Notes 3,10)	$V_{OUT} = 1.22\text{V}$ , $V_{IN} < 1.22\text{V}$			5	10	$\mu\text{A}$

**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:** LT3023レギュレータは $T_J$ が $T_A$ にほぼ等しいパルス負荷条件のもとでテストされ、仕様が規定されている。LT3023は製造時に $25^{\circ}\text{C}$ で100%テストされている。 $-40^{\circ}\text{C}$ ~ $125^{\circ}\text{C}$ 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。

**Note 3:** LT3023はADJ1/ADJ2ピンが対応するOUT1/OUT2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 4:** 動作条件は最大接合部温度によって制限される。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:** 最小入力電圧の条件を満たすため、LT3023は2.44Vの出力電圧で外部抵抗分割器(2個の250k抵抗)を使っ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5 $\mu\text{A}$  DCの負荷が出力に追加される。

**Note 6:** 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 7:** GNDピンの電流は $V_{IN} = 2.44\text{V}$ で電流源負荷を使ってテストされる。つまり、デバイスがドロップアウト領域つまり最小規定入力電圧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。さらに高い入力電圧では、GNDピンの電流はわずかに減少する。

**Note 8:** ADJ1ピンとADJ2ピンのバイアス電流はピンに流れ込む。

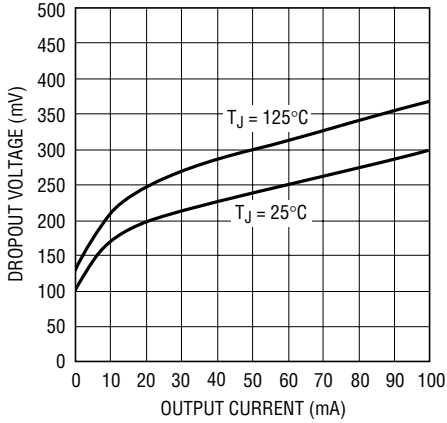
**Note 9:** SHDN1ピンとSHDN2ピンの電流はピンに流れ込む。

**Note 10:** 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 11:** LT3023の場合、ドロップアウト電圧は、出力電圧/負荷の条件によって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「最小入力電圧」の曲線を参照。

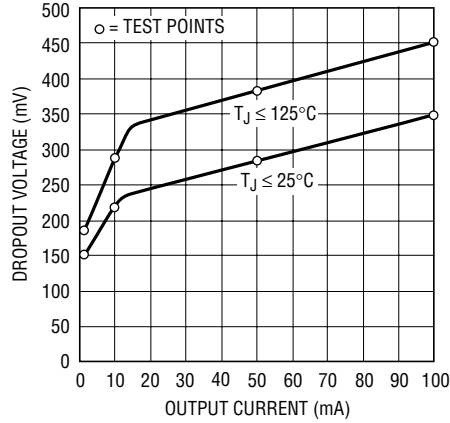
## 標準的性能特性

標準ドロップアウト電圧



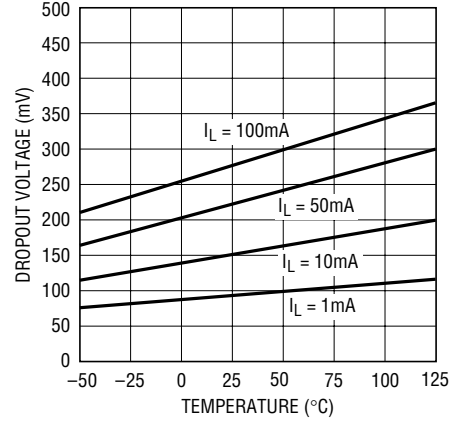
3023 G01

保証されたドロップアウト電圧



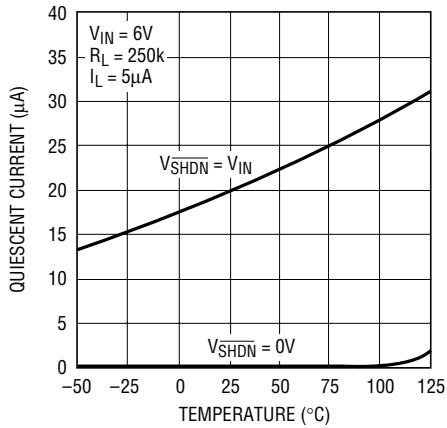
3023 G02

ドロップアウト電圧



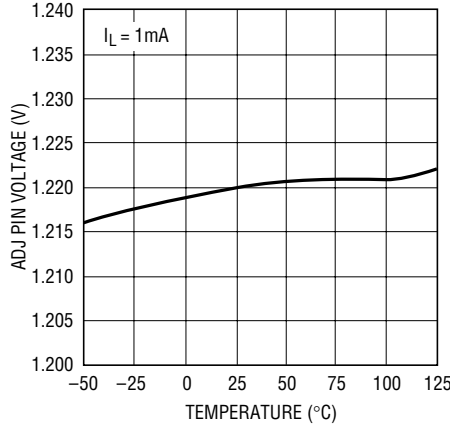
3023 G03

消費電流



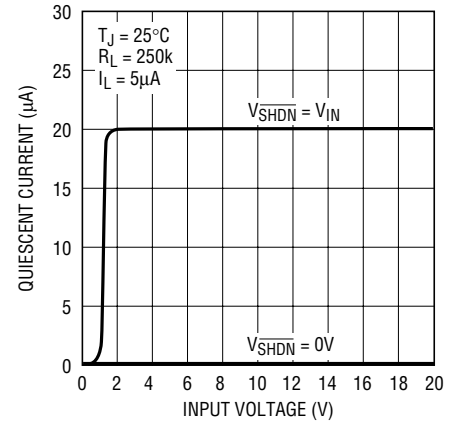
3023 G03

ADJ1ピンまたはADJ2ピンの電圧



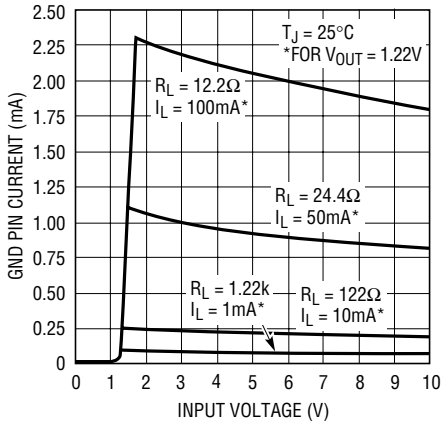
3023 G05

消費電流



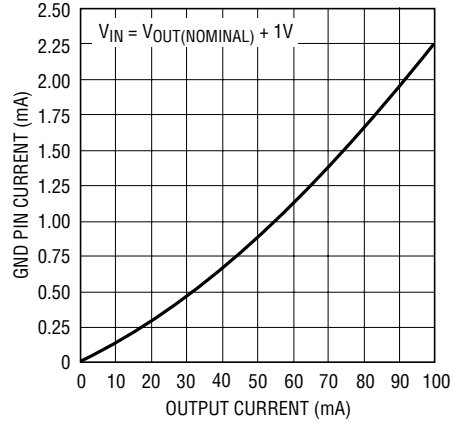
3023 G06

GNDピン電流



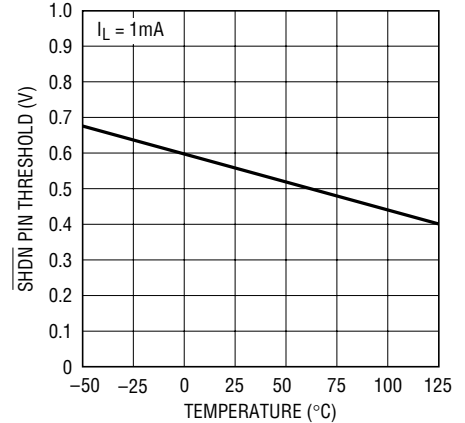
3023 G07

GNDピン電流とILOAD



3023 G08

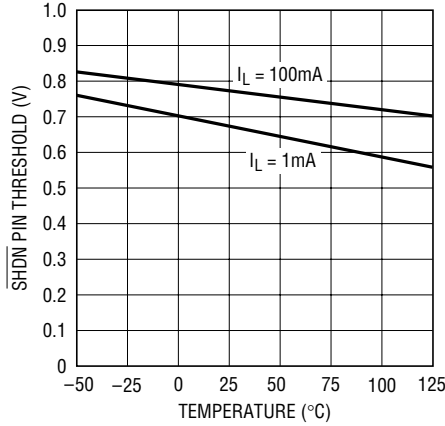
SHDN1ピンまたはSHDN2ピンのスレッシュホールド(オンからオフ)



3023 G09

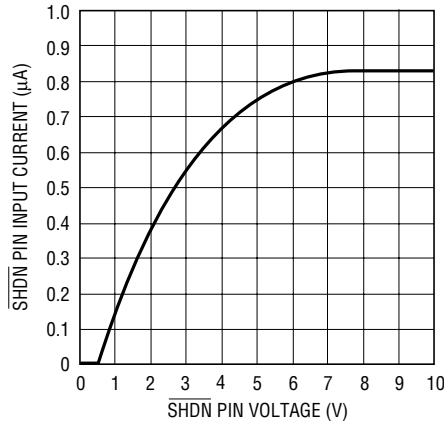
標準的性能特性

SHDN1ピンまたはSHDN2ピンのスレッシュホールド(オフからオン)



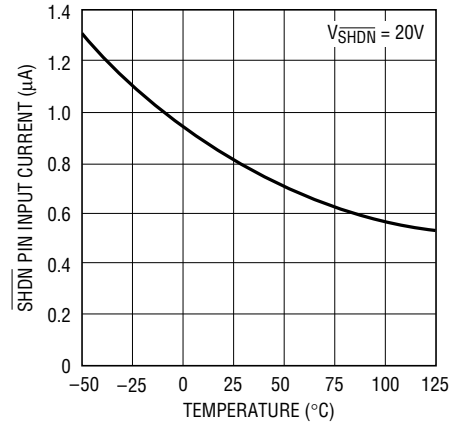
3023 G10

SHDN1ピンまたはSHDN2ピンの入力電流



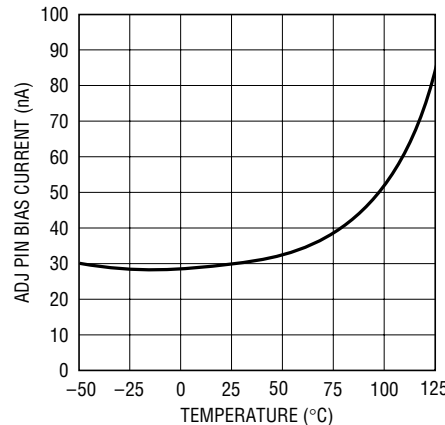
3023 G11

SHDN1ピンまたはSHDN2ピンの入力電流



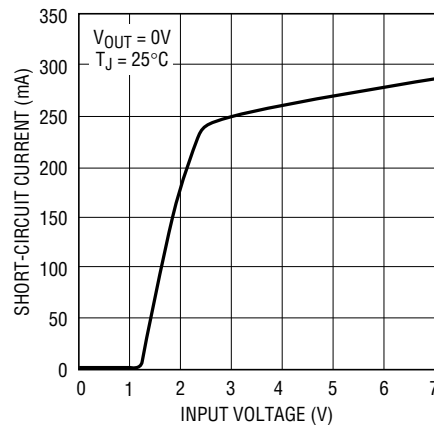
3023 G12

ADJ1ピンまたはADJ2ピンのバイアス電流



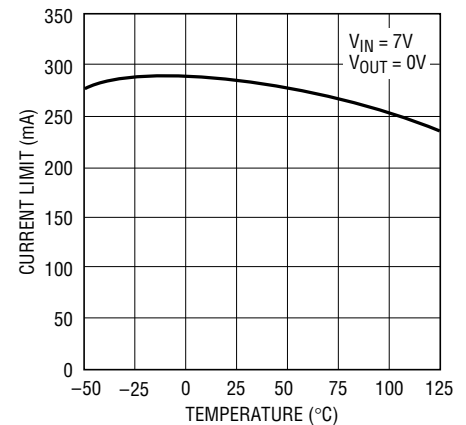
3023 G13

電流制限



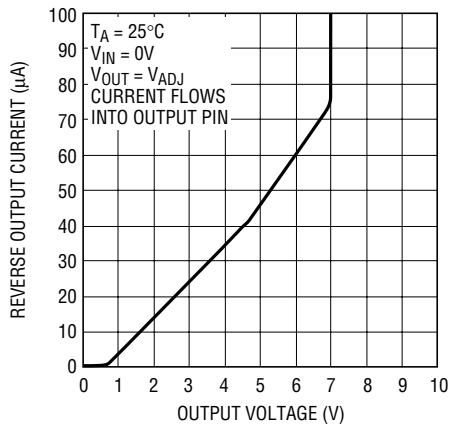
3023 G14

電流制限



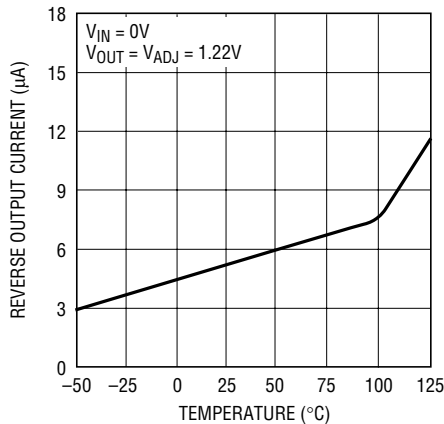
3023 G15

逆出力電流



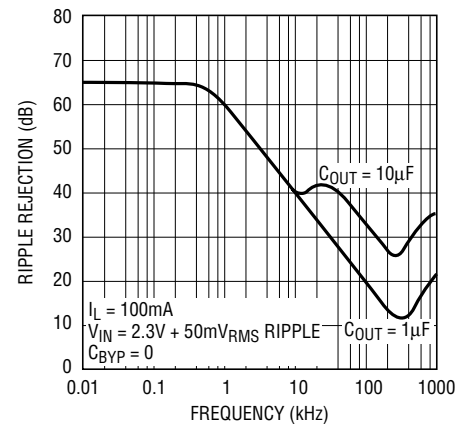
3023 G16

逆出力電流



3023 G17

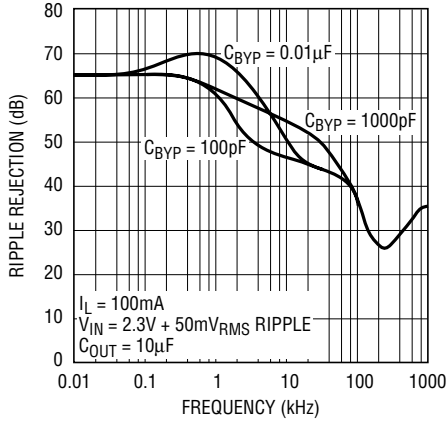
入力リップル除去



LTXXXX GXX

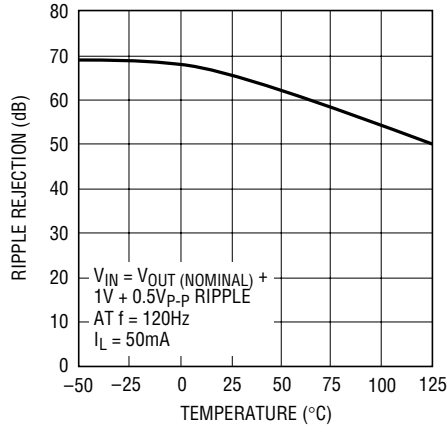
## 標準的性能特性

入力リップル除去



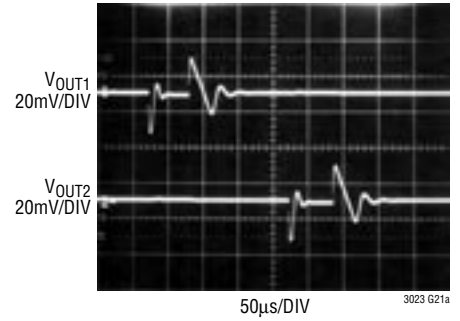
3023 G19

入力リップル除去



3023 G20

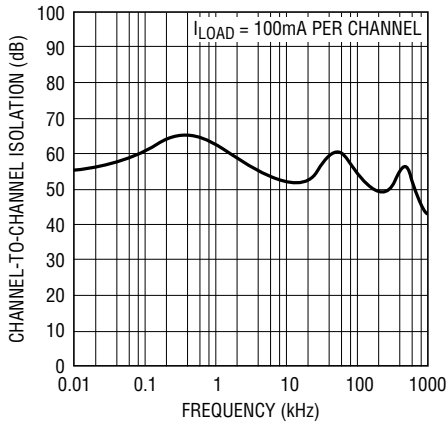
チャンネル間の絶縁



3023 G21a

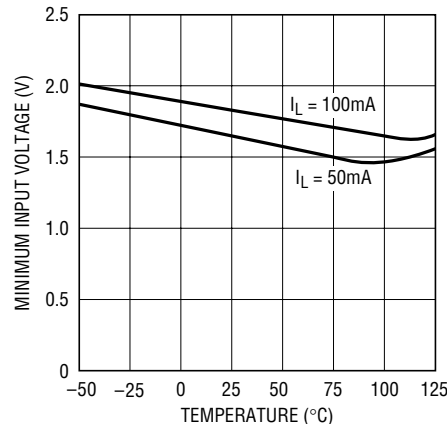
$C_{OUT1}, C_{OUT2} = 10\mu\text{F}$   
 $C_{BYP1}, C_{BYP2} = 0.01\mu\text{F}$   
 $\Delta I_{L1} = 10\text{mA to } 100\text{mA}$   
 $\Delta I_{L2} = 10\text{mA to } 100\text{mA}$   
 $V_{IN} = 6\text{V}, V_{OUT1} = V_{OUT2} = 5\text{V}$

チャンネル間の絶縁



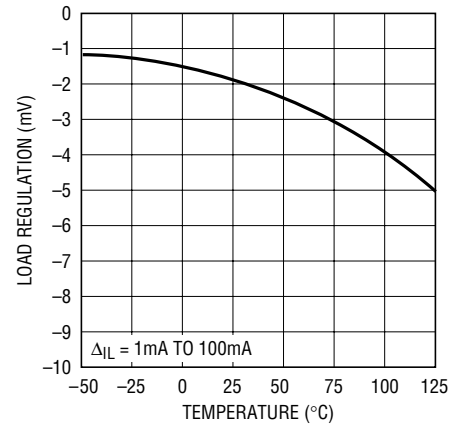
3023 G21b

最小入力電圧



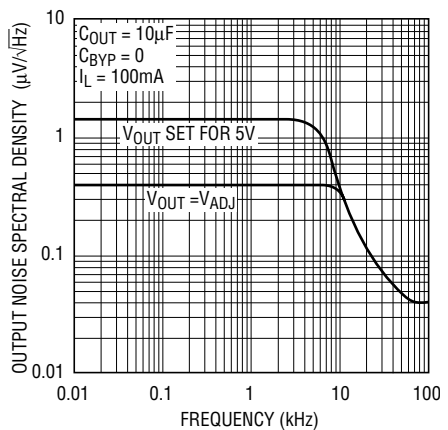
3023 G22

ロード・レギュレーション



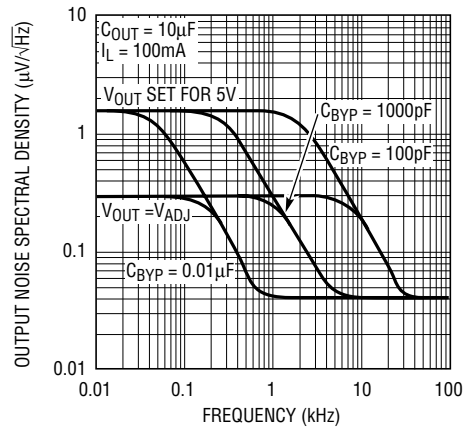
3023 G23

出力ノイズ・スペクトル密度



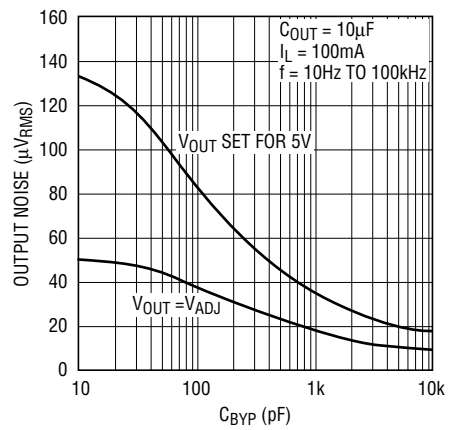
3023 G24

出力ノイズ・スペクトル密度



3023 G25

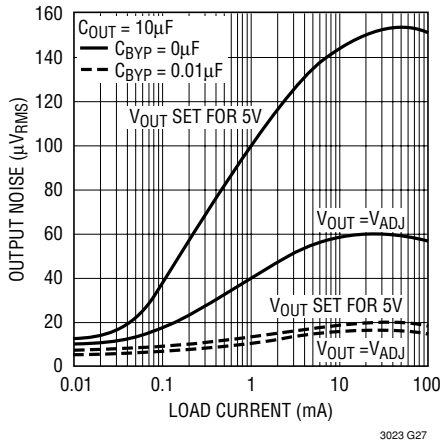
RMS出力ノイズと  
バイパス・コンデンサ



3023 G26

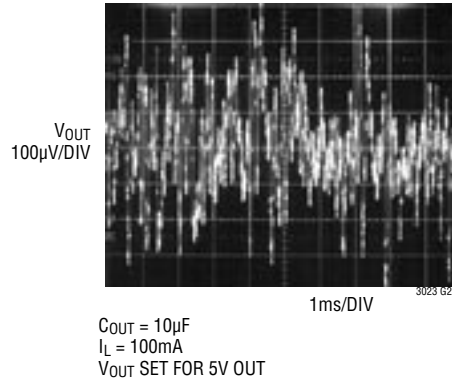
標準的性能特性

RMS出力ノイズと  
負荷電流(10Hz~100kHz)

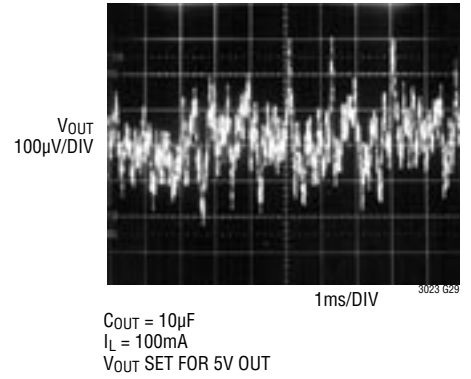


3023 G27

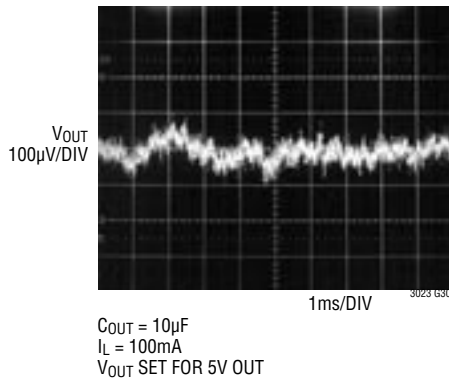
10Hz~100kHz出力ノイズ  
( $C_{\text{BYP}} = 0$ )



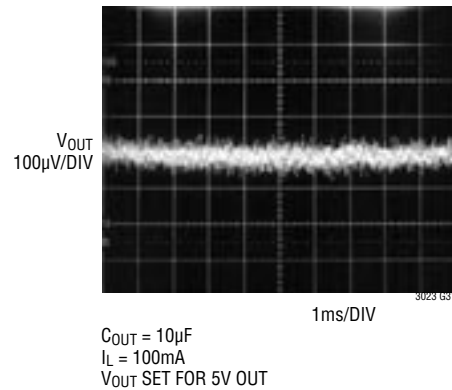
10Hz~100kHz出力ノイズ  
( $C_{\text{BYP}} = 100\text{pF}$ )



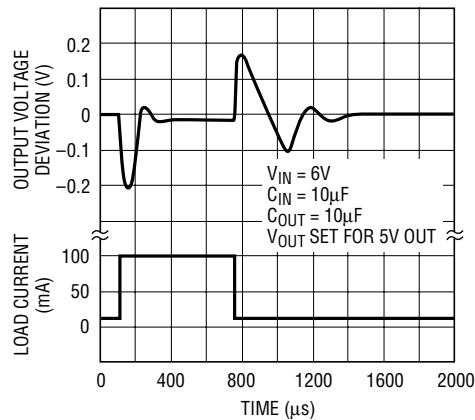
10Hz~100kHz出力ノイズ  
( $C_{\text{BYP}} = 1000\text{pF}$ )



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

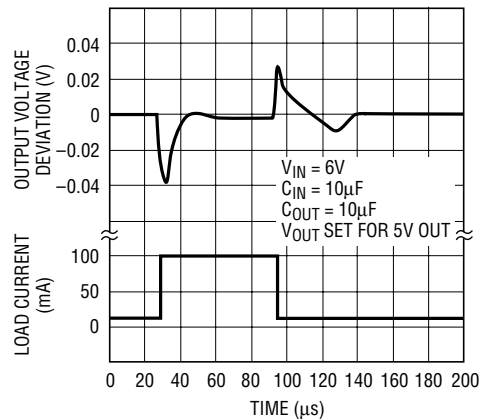


過渡応答  
( $C_{\text{BYP}} = 0$ )



3023 G32

過渡応答  
( $C_{\text{BYP}} = 0.01\mu\text{F}$ )



3023 G33



## ピン機能

**GND (ピン3):** グランド。

**ADJ1/ADJ2 (ピン4/2):** 調節ピン。これらは誤差アンプの入力です。これらのピンは内部で $\pm 7V$ にクランプされています。それらのバイアス電流は $30nA$ で、ピンに流れ込みます(「標準的性能特性」セクションの「ADJ1/ADJ2ピンのバイアス電流と温度」を参照)。ADJ1ピンとADJ2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 $1.22V \sim 20V$ です。

**BYP1/BYP2 (ピン5/1):** バイパス。BYP1/BYP2ピンは、LT3023レギュレータのリファレンスをバイパスしてレギュレータの低ノイズ性能を達成するのに使われます。BYP1/BYP2ピンは内部でグランドから $\pm 0.6V$ ( $V_{BE}$ の電圧差)にクランプされます。対応する出力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 $10Hz \sim 100kHz$ の帯域幅で標準 $20\mu V_{RMS}$ 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かなければなりません。

**OUT1/OUT2 (ピン6/10):** 出力。これらの出力は電力を負荷に供給します。発振を防ぐには最小 $1\mu F$ 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。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。

**SHDN1/SHDN2 (ピン7/9):** シャットダウン。 $\overline{SHDN1}/\overline{SHDN2}$ ピンはLT3023レギュレータの対応するチャネルを低電力シャットダウン状態にするのに使われます。ピンが"L"に引き下げられると、出力がオフになります。 $\overline{SHDN1}/\overline{SHDN2}$ 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・ゲートのプルアップ電流(通常数マイクロアンペア)と $\overline{SHDN1}/\overline{SHDN2}$ ピン電流(標準 $1\mu A$ )を供給するのに必要です。使用しない場合、ピンは $V_{IN}$ に接続する必要があります。 $\overline{SHDN1}/\overline{SHDN2}$ ピンが接続されていないと、デバイスは機能しません。

**IN (ピン8):** 入力。電力はINピンを通してデバイスに供給されます。デバイスが主入力フィルタ・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・コンデンサを接続することを推奨します。 $1\mu F \sim 10\mu F$ のバイパス・コンデンサで十分です。LT3023レギュレータは、グランドとOUTピンに対してINピンに逆電圧が加わっても耐えるように設計されています。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)、デバイス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。逆電流がレギュレータに流れ込むことはなく、逆電圧が負荷に加わることはありません。デバイスは自己と負荷の両方を保護します。

**露出パッド (ピン11):** グランド。このピンはPCBのグランドに半田付けし、電氣的にグランドに接続する必要があります。



## アプリケーション情報

LT3023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100mA低ドロップアウト・レギュレータです。このデバイスは300mVのドロップアウト電圧で1チャンネル当り100mAを供給できます。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20μV<sub>RMS</sub>に下げることができます。さらに、リファレンス・バイパス・コンデンサはレギュレータの過渡応答を改善し、過渡負荷状態のセトリング時間を短くします。動作時の消費電流は低く(1チャンネル当り20μA)、シャットダウン時には1μA未満になります。低消費電流に加えて、LT3023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、バッテリー駆動のシステムに最適です。デバイスは逆入力電圧と逆出力電圧の両方に対して保護されています。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、LT3023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、出力をグランドより最大20V下に引き下げることができ、それでもデバイスを起動して動作させることができます。

### 可変動作

LT3023の出力電圧範囲は1.22V～20Vです。出力電圧は、図1に示されているように、2個の外部抵抗の比によって設定されます。デバイスは出力をサーボ制御して、対応するADJ1/ADJ2ピンの電圧をグランドを基準にして1.22Vに保ちます。したがって、R1の電流は1.22V/R1に等しく、R2の電流はR1の電流にADJ1/ADJ2ピンのバイアス電流を加えたものです。ADJ1/ADJ2ピンのバイアス電流(25°Cで30nA)はR2を通過してADJ1/ADJ2ピンに流れ込みます。出力電圧は図1の式を使って計算することができます。R1の値が250kを超えないようにして、ADJ1/ADJ2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。「ADJ1/ADJ2ピンの電圧と温度」および「ADJ1/ADJ2ピンのバイアス電流と温度」の曲線が「標準的性能特性」に示されています。

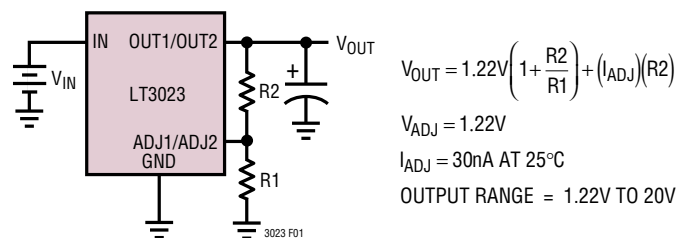


図1. 調節可能な動作

$$V_{OUT} = 1.22V \left( 1 + \frac{R2}{R1} \right) + (I_{ADJ})(R2)$$

$$V_{ADJ} = 1.22V$$

$$I_{ADJ} = 30nA \text{ AT } 25^{\circ}C$$

$$OUTPUT \text{ RANGE} = 1.22V \text{ TO } 20V$$

デバイスは、出力電圧が1.22VになるようにADJ1/ADJ2ピンを対応するOUT1/OUT2ピンに接続した状態でテストされ、仕様が規定されています。1.22Vを超える出力電圧の場合の仕様は、1.22Vに対する望みの出力電圧の比( $V_{OUT}/1.22V$ )に比例します。たとえば、1mAから100mAへの出力電流の変化に対するロード・レギュレーションは $V_{OUT} = 1.22V$ では標準で-1mVです。 $V_{OUT} = 12V$ ではロード・レギュレーションは次のとおりです。

$$(12V/1.22V)(-1mV) = -9.8mV$$

### バイパス・コンデンサと低ノイズ性能

電圧ノイズを下げるため、バイパス・コンデンサを $V_{OUT}$ から対応するBYP1/BYP2ピンに追加してLT3023レギュレータを使うことができます。質の良い低リークのコンデンサを推奨します。このコンデンサはレギュレータのリファレンスをバイパスし、低周波数ノイズ・ポールを与えます。このバイパス・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・コンデンサを追加した場合、出力電圧ノイズを最小20μV<sub>RMS</sub>まで下げます。バイパス・コンデンサの使用には過渡応答の改善という別の利点があります。バイパス・コンデンサと10μFの出力コンデンサが無いと、10mAから100mAへの負荷ステップはその最終値の1%以内に100μsより短い時間でセトリングします。0.01μFのバイパス・コンデンサを追加すると、10mAから100mAへの負荷ステップに対して出力は1%以内に留まります(「標準的性能特性」のセクションの「過渡応答」を参照)。ただし、レギュレータの起動時間はバイパス・コンデンサのサイズに反比例し、0.01μFのバイパス・コンデンサと10μFの出力コンデンサでは15msになります。

## アプリケーション情報

### 出力容量と過渡応答

LT3023レギュレータは広い範囲の出力コンデンサで安定するように設計されています。出力コンデンサのESRが(特に小さなコンデンサの場合)安定性に影響を与えます。発振を防ぐために、ESRが $3\Omega$ 以下の最小 $1\mu\text{F}$ の出力コンデンサを推奨します。LT3023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。LT3023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。低ノイズ動作のためリファレンスをバイパスするのに使うコンデンサを大きくすると、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・コンデンサの場合、 $2.2\mu\text{F}$ の出力コンデンサを推奨します。 $330\text{pF}$ 以上のバイパス・コンデンサの場合、 $3.3\mu\text{F}$ の出力コンデンサを推奨します。図2の網掛け領域はLT3023レギュレータが安定な領域を定めています。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。

セラミック・コンデンサを使用する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。

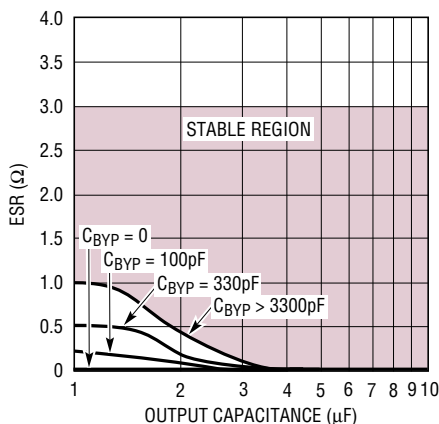


図2. 安定性

最も広く使われている誘電体はZ5U、Y5V、X5R、X7Rなどです。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、大きな電圧係数と温度係数を示します。5Vのレギュレータに使用する場合、 $10\mu\text{F}$ のY5Vコンデンサは動作温度範囲でわずか $1\mu\text{F}$ ~ $2\mu\text{F}$ の実効値を示す可能性があります。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性が優れており、X5Rタイプは安価で、大きな値のものが入手可能です。

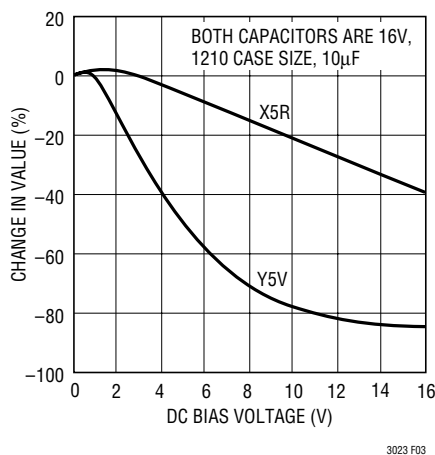


図3. セラミック・コンデンサのDCバイアス特性

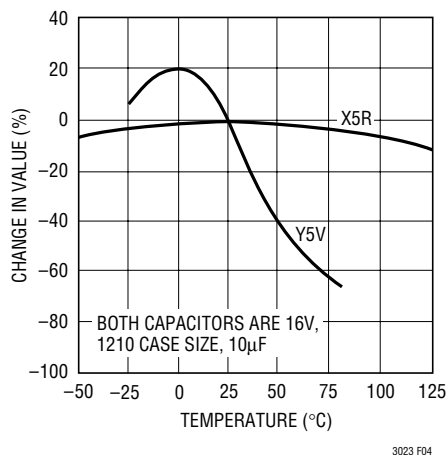


図4. セラミック・コンデンサの温度特性

## アプリケーション情報

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は、特にノイズのバイパスにセラミック・コンデンサが使われるとき、感知されるほど大きいノイズを生じることがあります。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5のトレースを生じました。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。

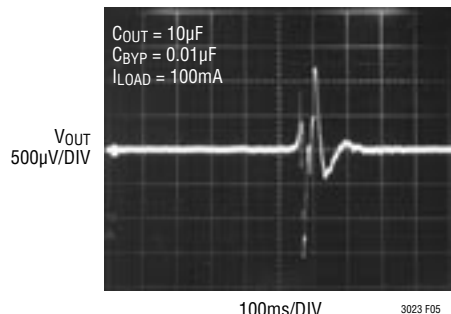


図5. セラミック・コンデンサを軽く叩くことによって生じるノイズ

### 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°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(各チャンネル当たり)以下のような2つの成分があります。

1. 入力/出力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  $(I_{GND})(V_{IN})$ 。

グラウンド・ピンの電流は「標準的性能特性」のセクションの「GNDピン電流」の曲線を調べて求めることができます。電力消費は上記の2つの成分の和に等しくなります。熱解析のとき、両方のチャンネルの電力消費を検討する必要があります。

LT3023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熱制限機能を備えています。連続通常状態では、125°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。

表面実装デバイスの場合、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。

いくつかの異なったボード寸法と銅面積に対する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オンス銅の3/32" FR-4基板で行いました。

表1. MSEパッケージ、10ピンMSOP

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>	40°C/W
1000mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	45°C/W
225mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	50°C/W
100mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	62°C/W

\*デバイスはトップサイドに実装。

表2. DDパッケージ、10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>	40°C/W
1000mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	45°C/W
225mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	50°C/W
100mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	62°C/W

\*デバイスはトップサイドに実装。

ダイの裏面の露出パッドで測定した、接合部からケースまでの熱抵抗( $\theta_{JC}$ )は10°C/Wです。

## アプリケーション情報

### 接合部温度の計算

例:1番目のチャンネルの出力電圧が3.3V、2番目のチャンネルの出力電圧が2.5V、入力電圧範囲が4V~6V、1番目のチャンネルの出力電流範囲が0mA~100mA、2番目のチャンネルの出力電流範囲が0mA~50mAのとき、50°Cの最大周囲温度で最大接合部温度は何度になるでしょう。

デバイスの各チャンネルが消費する電力は次のようになります。

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

ここで(1番目のチャンネルでは)、

$$\begin{aligned} I_{OUT(MAX)} &= 100\text{mA} \\ V_{IN(MAX)} &= 6\text{V} \\ I_{GND} (I_{OUT} = 100\text{mA}, V_{IN} = 6\text{Vのとき}) &= 2\text{mA} \end{aligned}$$

したがって、次のようになります。

$$P1 = 100\text{mA}(6\text{V} - 3.3\text{V}) + 2\text{mA}(6\text{V}) = 0.28\text{W}$$

さらに(2番目のチャンネルでは)、

$$\begin{aligned} I_{OUT(MAX)} &= 50\text{mA} \\ V_{IN(MAX)} &= 6\text{V} \\ I_{GND} (I_{OUT} = 50\text{mA}, V_{IN} = 6\text{Vのとき}) &= 1\text{mA} \end{aligned}$$

したがって、次のようになります。

$$P2 = 50\text{mA}(6\text{V} - 2.5\text{V}) + 1\text{mA}(6\text{V}) = 0.18\text{W}$$

熱抵抗は銅面積に従って40°C/W~60°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。

$$(0.28\text{W} + 0.18\text{W})(60^\circ\text{C}/\text{W}) = 27.8^\circ\text{C}$$

したがって、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。

$$T_{JMAX} = 50^\circ\text{C} + 27.8^\circ\text{C} = 77.8^\circ\text{C}$$

### 保護機能

LT3023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、このシリーズの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保護されています。

電流制限保護と熱過負荷保護により、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することが意図されています。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。

デバイスの入力には20Vの逆電圧に耐えます。デバイスに流れ込む電流は1mA以下(標準で100μA以下)に制限され、出力には負電圧は現われません。デバイスは自己と負荷の両方を保護します。これにより、逆方向に差し込まれるおそれのあるバッテリーに対して保護されます。

LT3023の出力はデバイスに損傷を与えることなしにグラウンドより下に引き下げることができます。入力開放状態に置かれているか、または接地されていると、出力はグラウンドより20V下に引き下げることができます。出力は開放回路のように振る舞いますので、ピンから電流は流れ出しません。入力が電圧源によって駆動されると、出力はデバイスの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、SHDN1/SHDN2ピンをグラウンドに接続すると、デバイスがオフして、出力は短絡電流の供給を停止します。

ADJ1ピンとADJ2ピンは、デバイスに損傷を与えることなしに、最大7Vだけグラウ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、ADJ1ピンとADJ2ピンはグラウ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、グラウ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。

出力が高い電圧に引き上げられるとADJ1ピンとADJ2ピンをその7Vのクランプ電圧より上に引き上げる抵抗分割器にADJ1/ADJ2ピンが接続されている状況では、ADJ1/ADJ2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安定化された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。抵抗分割器の上側の抵抗は、ADJ1/ADJ2ピンが7VのときADJ1/ADJ2ピンに流れこむ電流が5mA以下に制限されるように選択する必要があります。出力とADJ1/ADJ2ピンの間の13Vの電圧差をADJ1/ADJ2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。



## アプリケーション情報

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。出力に戻る電流は図6に示されている曲線に従います。

LT3023のINピンがOUT1ピンまたはOUT2ピンより下に強制されるか、OUT1/OUT2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、デバイスの入力放電した(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。出力が入力より上に引き上げられているとき、SHDN1/SHDN2ピンの状態は逆出力電流には影響を与えません。

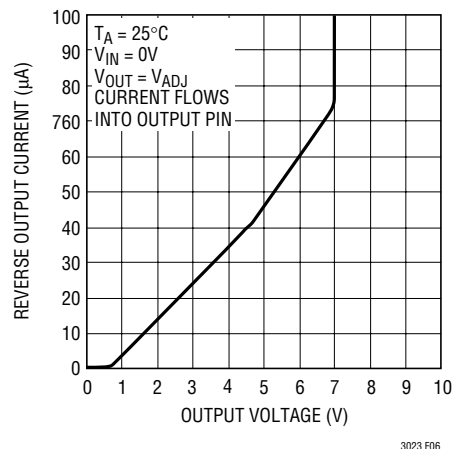
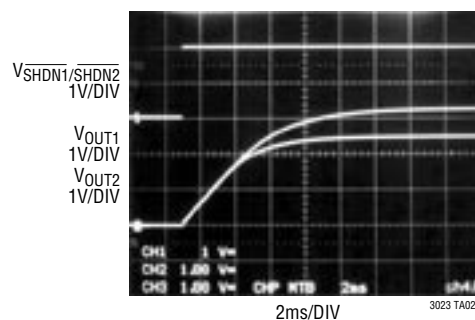
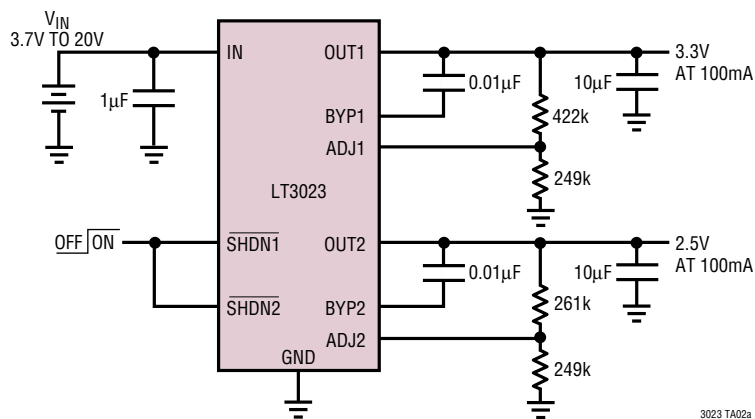


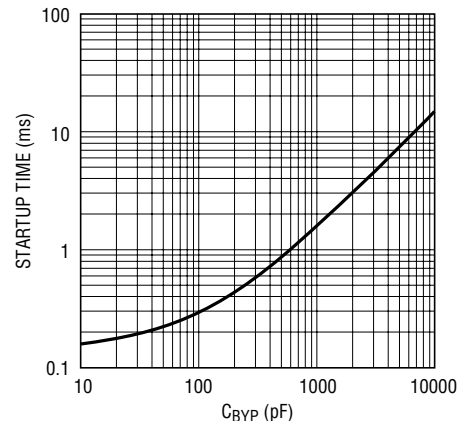
図6. 逆出力電流

## 標準的応用例

ノイズ・バイパスにより起動を遅くし、出力トラッキングを可能にする



起動時間

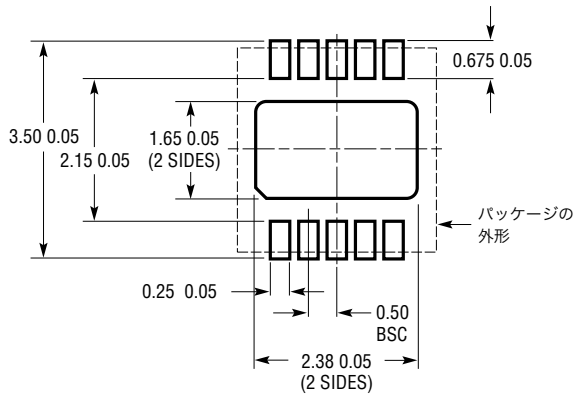


3023 TA02c

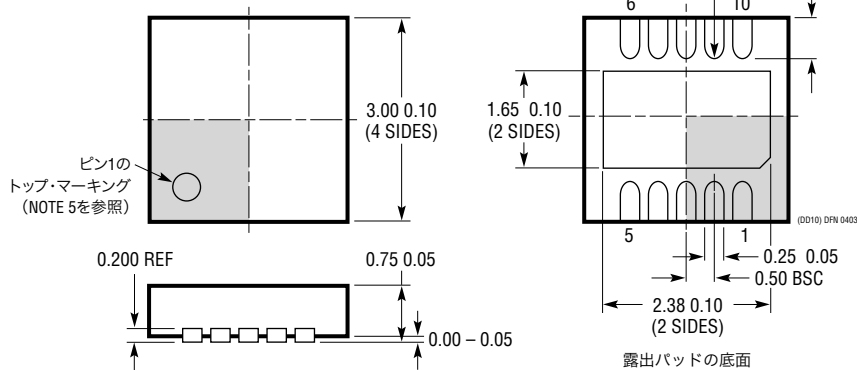
sn3023 3023fs

## パッケージ寸法

**DD パッケージ**  
**10 ピン・プラスチック DFN (3mm × 3mm)**  
 (Reference LTC DWG # 05-08-1699)



推奨する半田パッドのピッチと寸法

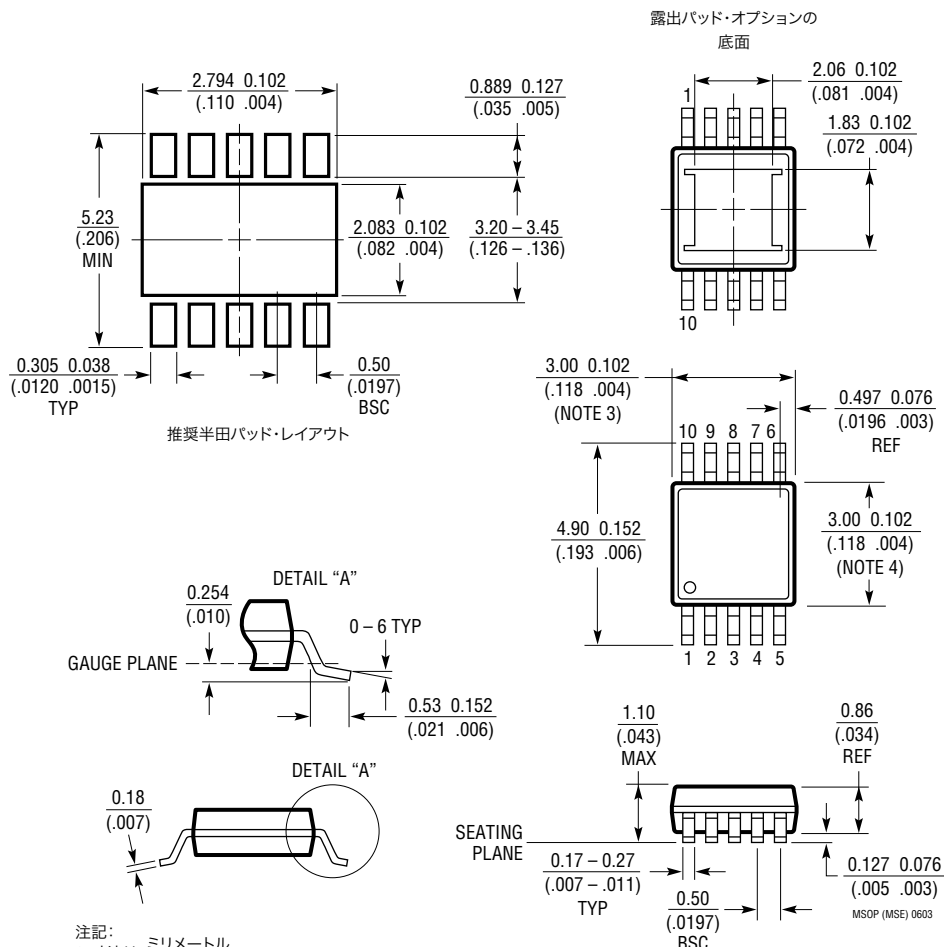


注記:

1. 図はJEDECパッケージ・アウトラインMQ-229のバリエーション (WEED-2) になる予定。  
バリエーションの指定の現状についてはLTCのWebサイトのデータシートを参照
2. すべての寸法はミリメートル
3. 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
4. 露出パッドは半田メッキとする
5. 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

MSE パッケージ  
10ピン・プラスチック MSOP  
(Reference LTC DWG # 05-08-1663)



注記:

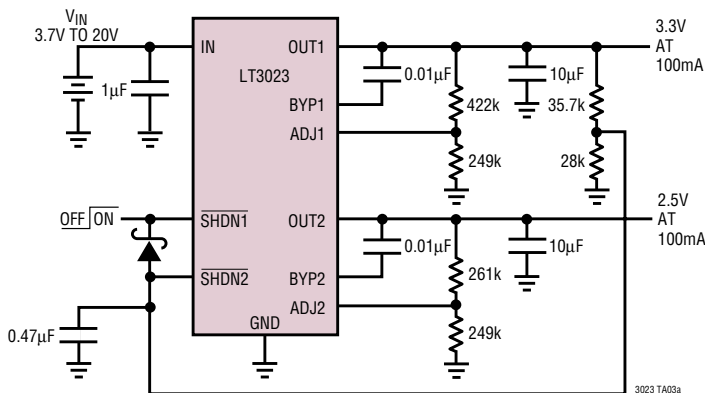
1. 寸法は ミリメートル (インチ)
2. 図は実寸とは異なる
3. 寸法にはモールドのバリ、突出部、またはゲートのバリを含まない。  
モールドのバリ、突出部、またはゲートのバリは、各サイドで0.152mm (0.006")を超えないこと
4. 寸法には、リード間のバリまたは突出部を含まない。リード間のバリまたは突出部は、各サイドで0.152mm (0.006")を超えないこと
5. リードの平坦度 (整形後のリードの底面) は最大0.102mm (.004") であること



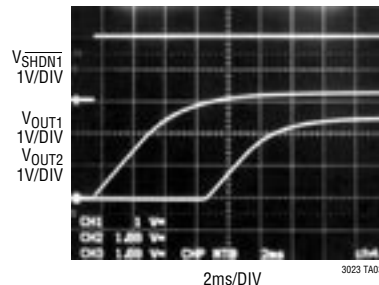
# LT3023

## 標準的応用例

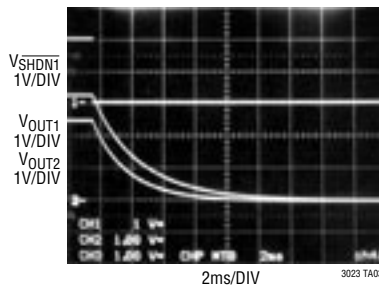
### 起動シーケンシング



ターンオン波形



ターンオフ波形



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1129	700mA、マイクロパワーLDO	$V_{IN}$ : 4.2V~30V、 $V_{OUT(MIN)}$ : 3.75V、 $I_Q$ : 50µA、 $I_{SD}$ : 16µA、DD、SOT-223、S8、TO220、TSSOP20の各パッケージ
LT1175	500mA、マイクロパワー負電圧LDO	保証された電圧許容誤差とライン/ロードレギュレーション、 $V_{IN}$ : -20V~-4.3V、 $V_{OUT(MIN)}$ : -3.8V、 $I_Q$ : 45µA、 $I_{SD}$ : 10µA、DD、SOT-223、S8の各パッケージ
LT1185	3A、負電圧LDO	精密なプログラム可能な電流制限、リモート検出、 $V_{IN}$ : -35V~-4.2V、 $V_{OUT(MIN)}$ : -2.40V、 $I_Q$ : 2.5mA、 $I_{SD}$ : <1µA、TO220-5パッケージ
LT1761	100mA、低ノイズ、マイクロパワーLDO	低ノイズ < 20µVRMS、1µFのセラミック・コンデンサで安定、 $V_{IN}$ : 1.8V~20V、 $V_{OUT(MIN)}$ : 1.22V、 $I_Q$ : 20µA、 $I_{SD}$ : <1µA、ThinSOTパッケージ
LT1762	150mA、低ノイズ、マイクロパワーLDO	低ノイズ < 20µVRMS、 $V_{IN}$ : 1.8V~20V、 $V_{OUT(MIN)}$ : 1.22V、 $I_Q$ : 25µA、 $I_{SD}$ : <1µA、MS8パッケージ
LT1763	500mA、低ノイズ、マイクロパワーLDO	低ノイズ < 20µVRMS、 $V_{IN}$ : 1.8V~20V、 $V_{OUT(MIN)}$ : 1.22V、 $I_Q$ : 30µA、 $I_{SD}$ : <1µA、S8パッケージ
LT1764/LT1764A	3A、低ノイズ、高速過渡応答LDO	低ノイズ < 40µVRMS、セラミック・コンデンサで安定なAバージョン、 $V_{IN}$ : 2.7V~20V、 $V_{OUT(MIN)}$ : 1.21V、 $I_Q$ : 1mA、 $I_{SD}$ : <1µA、DD、TO220パッケージ
LTC1844	150mA、非常に低いドロップアウトのLDO	低ノイズ < 30µVRMS、1µFのセラミック・コンデンサで安定、 $V_{IN}$ : 1.6V~6.5V、 $V_{OUT(MIN)}$ : 1.25V、 $I_Q$ : 40µA、 $I_{SD}$ : <1µA、ThinSOTパッケージ
LT1962	300mA、低ノイズ、マイクロパワーLDO	低ノイズ < 20µVRMS、 $V_{IN}$ : 1.8V~20V、 $V_{OUT(MIN)}$ : 1.22V、 $I_Q$ : 30µA、 $I_{SD}$ : <1µA、MS8パッケージ
LT1963/LT1963A	1.5A、低ノイズ、高速過渡応答LDO	低ノイズ < 40µVRMS、セラミック・コンデンサで安定なAバージョン、 $V_{IN}$ : 2.1V~20V、 $V_{OUT(MIN)}$ : 1.21V、 $I_Q$ : 1mA、 $I_{SD}$ : <1µA、DD、TO220、SOT-223、S8パッケージ
LT1964	200mA、低ノイズ、マイクロパワー、負電圧LDO	低ノイズ < 30µVRMS、セラミック・コンデンサで安定、 $V_{IN}$ : -0.9V~-20V、 $V_{OUT(MIN)}$ : -1.21V、 $I_Q$ : 30µA、 $I_{SD}$ : 3µA、ThinSOTパッケージ
LTC3407	デュアル600mA、1.5MHz同期整流式降圧	$V_{IN}$ : 2.5V~5.5V、 $V_{OUT(MIN)}$ : 0.6V、 $I_Q$ : 40µA、 $I_{SD}$ : <1µA、MSEパッケージのDC/DCコンバータ

sn3023 3023fs