

ローバッテリー切断機能付き リチウムイオン/ポリマー・バッテリー向け シャント・バッテリー・チャージャ・システム

特長

- チャージャとバッテリー・パック保護機能を1個のICに搭載
- 低動作電流: 550nA
- 電流がゼロに近い(< 0.1nA) ローバッテリー切断機能により、バッテリーの過放電を防止
- ピンで選択可能なローバッテリー切断レベル:
2.7Vまたは3.2V
- フロート電圧精度: 全温度範囲で1%
- 内部シャント電流: 最大50mA
- ピンで選択可能なフロート電圧: 4.0V、4.1V、4.2V
- パルスを使った超低消費電力のNTCサンプリングによるフロート電圧調整により、リチウムイオン/ポリマー・バッテリーを保護
- 間欠、連続、および低電力の充電源に最適
- ハイバッテリーの状態出力
- 熱特性が改善された高さの低い(0.75mm)8ピン(2mm×3mm)DFNおよびMSOPパッケージ

アプリケーション

- 小容量リチウムイオン/ポリマー・バッテリーのバックアップ
- 薄膜バッテリー
- エネルギー捕集/環境発電(エナジーハーベスト)
- バックアップ付きソーラー駆動システム
- メモリ・バックアップ
- 組込み車載機器

概要

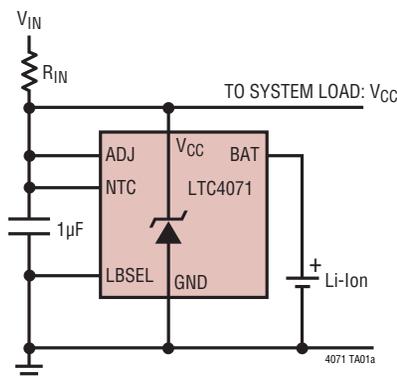
LTC[®]4071は、非常に低電流で間欠的または連続的な充電源からリチウムイオン/ポリマー・バッテリーを容易に充電できます。電流がゼロに近いローバッテリー・ラッチ切断により、最小容量のバッテリーでも、深放電したり回復不能な損傷をうけることがないように保護します。動作電流が550nA~50mAなので、以前は利用不可能であった電力源から充電が可能です。動作電流が少ないLTC4071は、環境発電(エナジーハーベスト)アプリケーションの小容量リチウムイオン・バッテリーや薄膜バッテリーを充電するのに適しています。LTC4071は独自のアーキテクチャにより、1本の外付け抵抗しか必要とせず、極めてシンプルなバッテリー・チャージャ・ソリューションを実現できます。

フロート電圧はピンで選択可能で、精度は±1%です。熱に対するバッテリー調整のための内部回路は、NTCサーミスタの温度が40°Cを超えるとバッテリー・フロート電圧を自動的に下げることにより、バッテリーの動作寿命を延ばし、信頼性を高めます。また、2つのローバッテリー切断レベルの1つをピンで選択可能で、ハイバッテリーの状態出力を備えています。

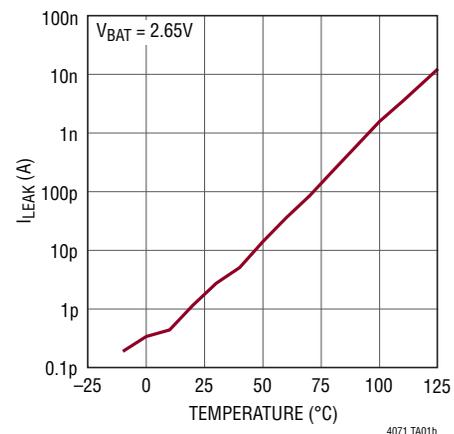
LTC4071は熱特性が改善された高さの低い(0.75mm)小型の(2mm×3mm)8ピンDFNおよび8ピンMSOPパッケージで供給されます。

LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology、LinearのロゴおよびBurst Mode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



バッテリー切断時のI_{LEAK}と温度



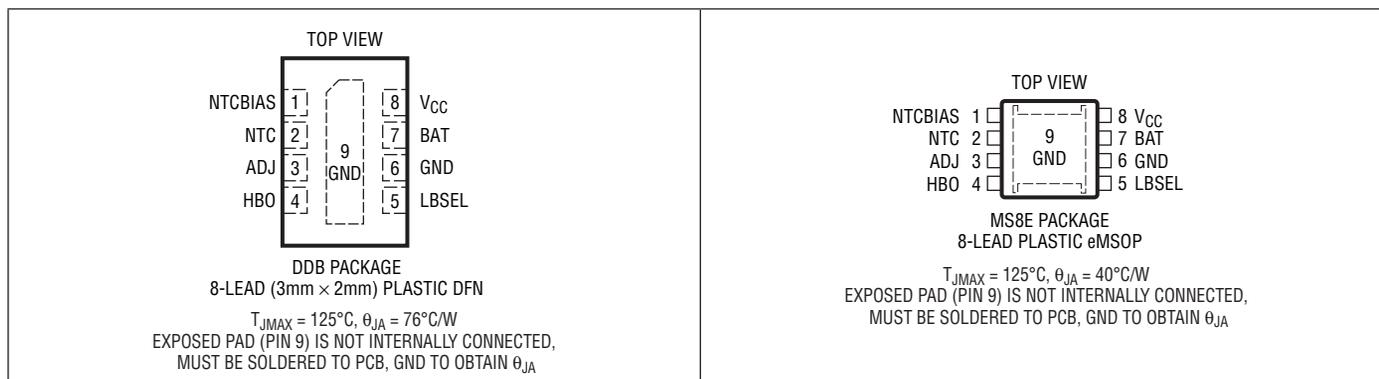
LTC4071

絶対最大定格 (Note 1, 2)

I_{CC} 、 I_{BAT} $\pm 60\text{mA}$ (連続)
 I_{BAT} 400mA (1パルス < 10ms)
 I_{CC} -400mA (1パルス < 10ms)
 ADJ、NTC、NTCBIAS、HBOの電圧 $-0.3\text{V} \sim (V_{CC} + 0.3\text{V})$

LBSELの電圧 $-0.3\text{V} \sim 6\text{V}$
 動作接合部温度範囲 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$
 保存温度範囲 $-65^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$
 ピーク・リフロー温度 260°C

ピン配置



発注情報

鉛フリー仕様	テープアンドリール	製品マーキング*	パッケージ	温度範囲
LTC4071EDDB#PBF	LTC4071EDDB#TRPBF	LFXF	8-Lead (3mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC4071IDDB#PBF	LTC4071IDDB#TRPBF	LFXF	8-Lead (3mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC4071EMS8E#PBF	LTC4071EMS8E#TRPBF	LTFXG	8-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LTC4071IMS8E#PBF	LTC4071IMS8E#TRPBF	LTFXG	8-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C

さらに広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。*温度グレードは出荷時のコンテナのラベルで識別されます。

非標準の鉛ベース仕様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。

鉛フリー仕様の製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/>をご覧ください。

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

電気的特性

●は全動作接合部温度範囲での規格値を意味する。注記がない限り、 $V_{NTC} = V_{ADJ} = V_{CC}$ 、 $V_{LBSEL} = \text{GND}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

ピンに流れ込む電流は正電流、ピンから流れ出る電流は負電流。注記がない限り、全ての電圧はGNDを基準にしている。(Note 2)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{FLOAT}	Programmable Float Voltage $10\mu\text{A} \leq I_{CC} \leq 25\text{mA}$	$V_{ADJ} = 0\text{V}$, $0^\circ\text{C} < \text{Temp} < 125^\circ\text{C}$	3.96	4.0	4.04	V
		$V_{ADJ} = 0\text{V}$	3.88	4.0	4.04	V
		$V_{ADJ} = \text{Float}$, $0^\circ\text{C} < \text{Temp} < 125^\circ\text{C}$	4.06	4.1	4.14	V
		$V_{ADJ} = \text{Float}$	3.98	4.1	4.14	V
I_{CCMAX}	Maximum Shunt Current	$V_{CC} > V_{FLOAT}$	50			mA
				550	1200	nA
I_{CCQ}	V_{CC} Operating Current	V_{HBO} Low, ADJ = V_{CC}				nA

4071fc

電气的特性

●は全動作接合部温度範囲での規格値を意味する。注記がない限り、 $V_{NTC} = V_{ADJ} = V_{CC}$ 、 $V_{LSELE} = GND$ 、 $T_A = 25^{\circ}C$ 。
ピンに流れ込む電流は正電流、ピンから流れ出る電流は負電流。注記がない限り、全ての電圧はGNDを基準にしている。(Note 2)

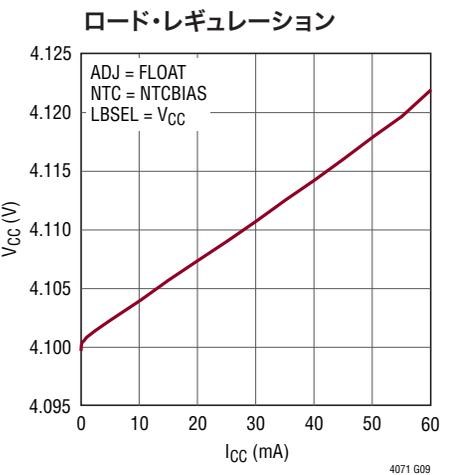
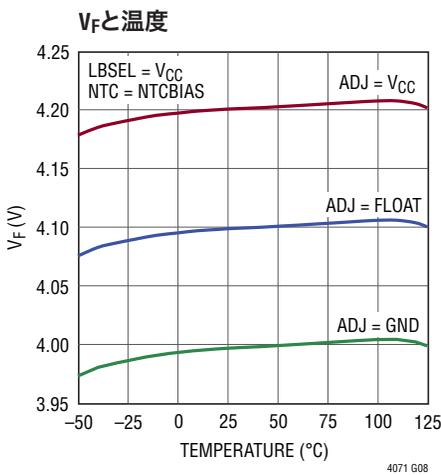
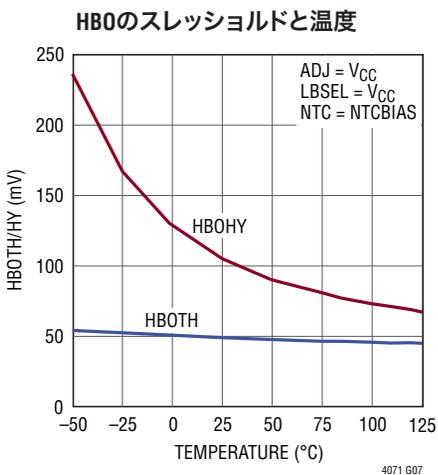
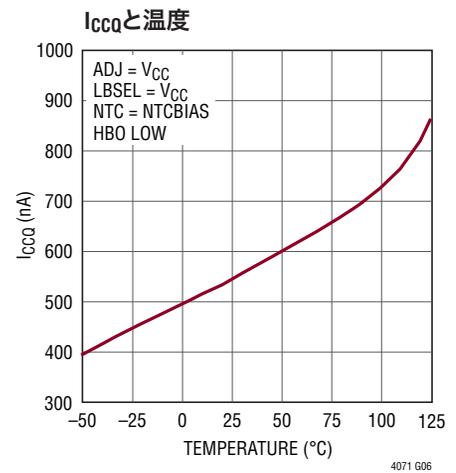
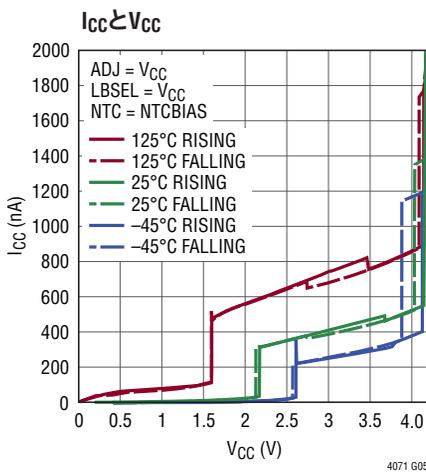
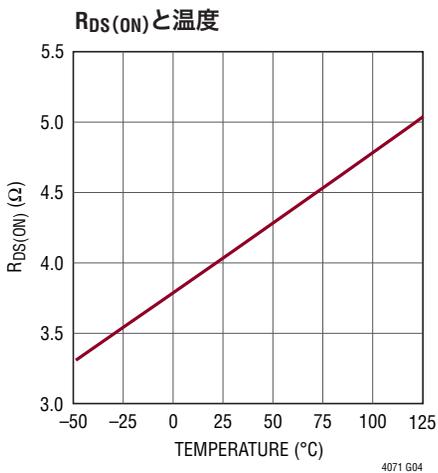
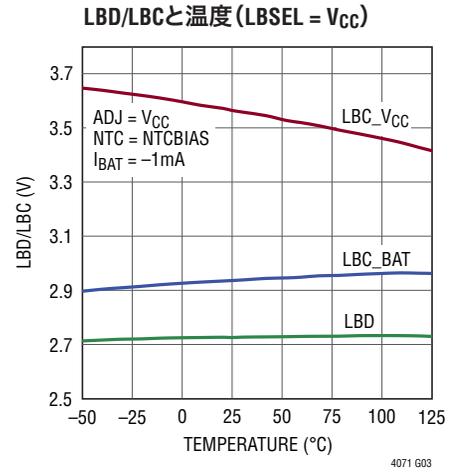
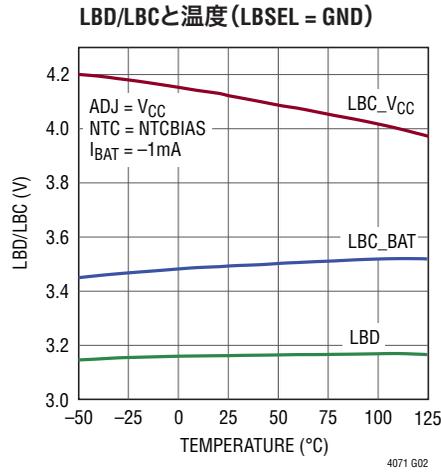
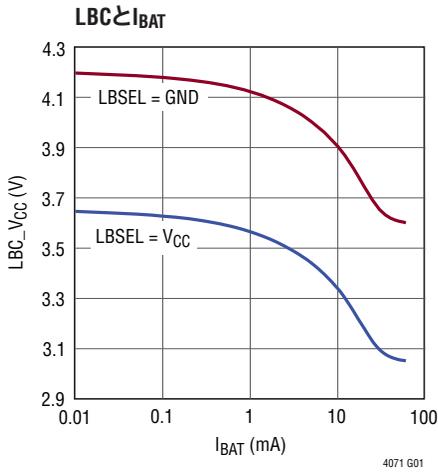
SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
ローバッテリー切断							
I_{LEAK}	Battery Disconnect Leakage Current	$V_{CC} < V_{BAT} = 2.65V$	●	0.01 0.01	25	nA nA	
R_{DSON}	Resistance of $V_{CC} - BAT$ Switch	$I_{BAT} = -1mA$, V_{HBO} High		4	6	Ω	
V_{LBD}	Low Battery Disconnect	V_{BAT} Falling, $I_{BAT} = -1mA$, $LSELE = V_{CC}$, $0^{\circ}C < Temp < 125^{\circ}C$		2.60	2.70	2.79	V
		V_{BAT} Falling, $I_{BAT} = -1mA$, $LSELE = V_{CC}$	●	2.52	2.70	2.79	V
		V_{BAT} Falling, $I_{BAT} = -1mA$, $LSELE = GND$, $0^{\circ}C < Temp < 125^{\circ}C$		3.05	3.20	3.28	V
		V_{BAT} Falling, $I_{BAT} = -1mA$, $LSELE = GND$	●	2.95	3.20	3.28	V
V_{LBC_BAT}	Low Battery Connect	V_{BAT} Rising, $I_{BAT} = -1mA$, $LSELE = V_{CC}$		2.97		V	
		V_{BAT} Rising, $I_{BAT} = -1mA$, $LSELE = GND$		3.53		V	
V_{LBC_VCC}	Low Battery Connect	V_{CC} Rising, $LSELE = V_{CC}$		3.6		V	
		V_{CC} Rising, $LSELE = GND$		4.19		V	
ハイバッテリー状態							
V_{HBTH}	HBO Threshold ($V_{FLOAT} - V_{CC}$)	V_{CC} Rising	●	15	40	75	mV
V_{HBHY}	Hysteresis			100		mV	
状態出力: HBO							
V_{OL}	CMOS Output Low	$I_{SINK} = 1mA$, $V_{CC} = 3.7V$			0.5	V	
V_{OH}	CMOS Output High	$I_{SOURCE} = -0.5mA$, $I_{CC} = 1.5mA$		$V_{CC} - 0.6$		V	
選択入力: ADJ, LSELE							
V_{ADJ_IL}	ADJ V_{IL}	Input Logic Low Level	●		0.3	V	
V_{ADJ_IH}	ADJ V_{IH}	Input Logic High Level	●	$V_{CC} - 0.3$		V	
$I_{ADJ(Z)}$	Allowable ADJ Leakage Current in Floating State		●		± 3	μA	
V_{LSELE_IL}	LSELE V_{IL}	Input Logic Low Level	●		250	mV	
V_{LSELE_IH}	LSELE V_{IH}	Input Logic High Level	●	1.4		V	
I_{LSELE}	LSELE Leakage Current	$0 \leq LSELE \leq V_{CC}$	●	-5	0	5	nA
NTC							
I_{NTC}	NTC Leakage Current	$0V \leq NTC \leq V_{CC}$	●	-5	0	5	nA
$I_{NTCBIAS}$	Average NTCBIAS Sink Current	Pulsed Duty Cycle $< 0.002\%$		30	50	μA	
NTC_{TH1}	NTC Comparator Falling Thresholds	V_{NTC} as Percentage of $V_{NTCBIAS}$ Amplitude		35.5	36.5	38	%
NTC_{TH2}				28.0	29.0	30.5	%
NTC_{TH3}				21.8	22.8	23.8	%
NTC_{TH4}				16.8	17.8	18.8	%
NTC_{HY}	Hysteresis			30		mV	
$\Delta V_{FLOAT(NTC)}$	Delta Float Voltage per NTC Comparator Step	NTC Falling Below One of the NTC_{TH} Thresholds ADJ = 0V ADJ = Floating ADJ = V_{CC}		-57 -82 -107	-50 -75 -100	-43 -68 -93	mV mV mV

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の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: LTC4071は T_J が T_A にほぼ等しいパルス負荷条件でテストされる。LTC4071Eは $0^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ の接合部温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。 $-40^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$ の動作接合部温度範囲での仕様は設計、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。LTC4071は $-40^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$ の全動作接合部温度範囲で保証されている。これらの仕様と調和する最大周囲温度は、基板レイアウト、パッケージの定格熱インピーダンスおよび他の環境要因と関連した特定の動作条件によって決まることに注意。

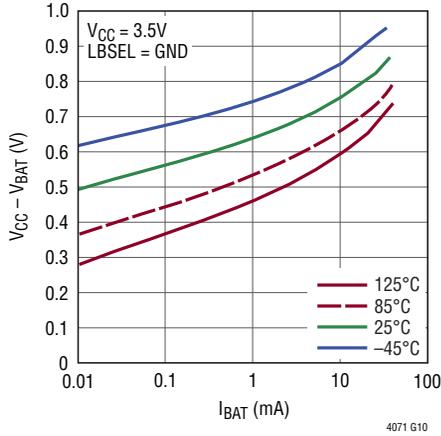
LTC4071

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



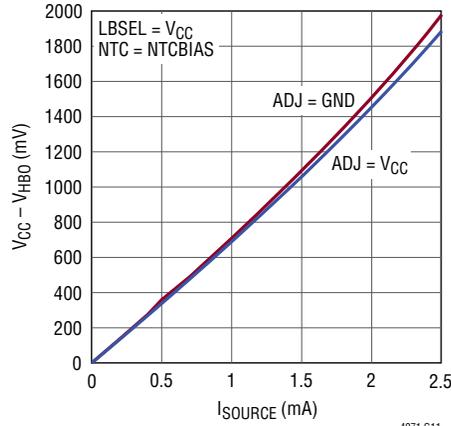
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

MP1のボディ・ダイオード



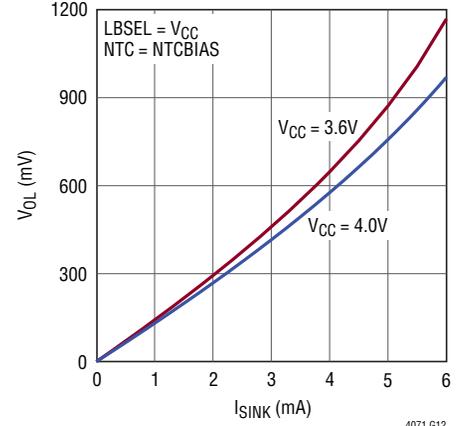
4071 G10

HBOの V_{OH}



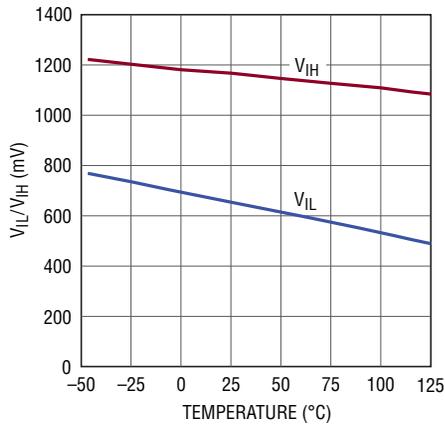
4071 G11

HBOの V_{OL}



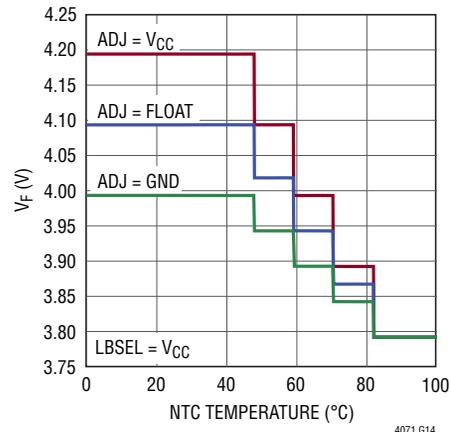
4071 G12

LBSELの V_{IL}/V_{IH} と温度



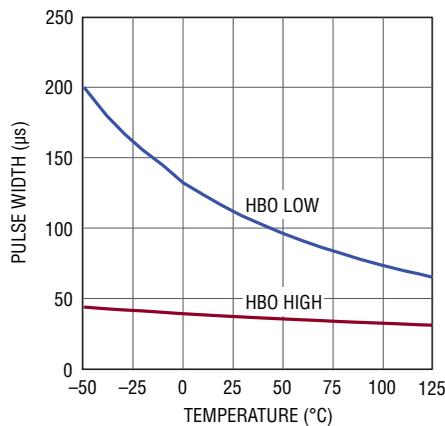
4071 G13

V_F とNTCの温度



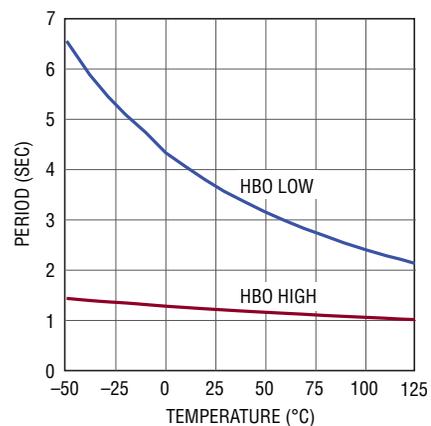
4071 G14

NTCBIASのパルス幅と温度



4071 G15

NTCBIASの周期と温度



4071 G16

ピン機能

NTCBIAS (ピン1) : NTCのバイアス・ピン。NTCBIASからNTCに抵抗を接続し、NTCからGNDにサーミスタを接続します。使用しない場合は、NTCBIASをフロートさせます。このピンの寄生容量を最小限に抑えます。

NTC (ピン2) : 負温度係数 (NTC) サーミスタ・モニタ回路への入力。NTCピンは負の温度係数をもつサーミスタに接続します。このサーミスタは通常、バッテリーと一緒に実装され、バッテリーの温度を測定します。バッテリー温度が高すぎると、フロート電圧が低下します。NTCBIASからNTCに低ドリフトのバイアス抵抗を接続し、NTCからGNDにサーミスタを接続します。使用しない場合は、NTCをV_{CC}に接続します。このピンの寄生容量を最小限に抑えます。

ADJ (ピン3) : フロート電圧の調整ピン。ADJをGNDに接続すると4.0Vのフロート電圧が設定されます。ADJをオープンにすると4.1Vのフロート電圧が設定されます。ADJをV_{CC}に接続すると4.2Vのフロート電圧が設定されます。フロート電圧はNTCサーミスタによっても調整されます。

HBO (ピン4) : ハイバッテリーのモニタ出力 (アクティブ“H”)。HBOはCMOS出力で、バッテリーがほとんど満充電状態になっていてV_{CC}から電流がシャントされていることを知らせます。V_{CC}が実効フロート電圧V_{FLOAT_EFF}のV_{HBTH}以内に上昇すると、このピンは“H”にドライブされます。このスレッシュホールドの絶対値はADJとNTCに依存し、このどちらもフロート電圧に影響を与えます。V_{CC}が実効フロート電圧を(V_{HBTH}+V_{HBHY})以上下回ると、HBOは“L”にドライブされます。実効フロート電圧については表1を参照してください。

LBSEL (ピン5) : ローバッテリー切断選択ピン。LBSELをGNDに接続すると3.2Vのローバッテリー切断レベルが選択され、LBSELをV_{CC}に接続すると2.7Vのローバッテリー切断レベルが選択されます。フロートさせてはなりません。

GND (ピン6、露出パッド・ピン9) : グランド。パッケージの露出したパッドは内部で電氣的に接続されていませんが、最大限の熱伝導を確保するため、PCBグランドに接続する必要があります。

BAT (ピン7) : バッテリー・ピン。外部電源が接続されると、V_{CC}からこのピンを介してバッテリー充電電流がソースされます。他の電源が利用できないときは、バッテリーがこのピンからV_{CC}に電流を供給します。外部電源が接続されていない場合に、BATの電圧がV_{LBD}を下回ると、このピンはV_{CC}からバッテリーを切り離し、負荷によってバッテリーが放電するのを防ぎます。

V_{CC} (ピン8) : 入力電源ピン。システム負荷をこのピンに接続します。入力電源電圧はADJピンの状態に応じて4.0V、4.1V、または4.2Vに安定化されます (詳細についてはADJピンの説明を参照)。このピンは、精度の制限範囲内の電圧レギュレーションを維持するため、最大50mAをシンクすることができます。少なくとも0.1μFのコンデンサC_{IN}を使ってGNDにデカップリングします。大きなピーク負荷電流を処理するためには、大きなデカップリング・コンデンサを使用してください。

動作

太陽電池を使用しているときなど、入力電源が電力を供給していないときにGNDに短絡される可能性がある場合には、 R_{IN} と直列にダイオードを接続して入力が入力がバッテリーの負荷にならないようにします。詳細については、「アプリケーション情報」のセクションの光起電力チャージャの例を参照してください。

調整可能なフロート電圧 (V_{FLOAT})

ADJピンに接続された内部スリーステート・デコーダにより、4.0V、4.1V、または4.2Vの3つの設定可能なフロート電圧が与えられます。フロート電圧は、ADJをGNDに接続すると4.0Vに、ADJをフロート（未接続）状態にすると4.1Vに、ADJを V_{CC} に接続すると4.2Vに設定されます。ADJピン（およびNTCピン）の状態は、HBOが“H”のときに約1.2秒に1度約36 μ sの間サンプリングされ、HBOが“L”のときにはサンプリング・レートは同じデューティ・サイクルで約3.6秒に1度に低下します。 V_{CC} が V_{LBD} を下回ると、サンプリングは停止します。LTC4071は、サンプリングするとき、ADJピンに比較的低インピーダンスの電圧を与えます。この手法により、基板の低レベルのリーク電流が設定されたフロート電圧を低落させるのを防ぎます。

NTCによるフロート電圧調整 ($\Delta V_{FLOAT}(NTC)$)

NTCピンの電圧は、NTCBIASピンに接続された内部抵抗分割器と比較されます。この分割器には、Vishayの「曲線2」のサーミスタの抵抗-温度変換表の、40°C、50°C、60°C、および70°Cの温度に相当するタップ点があります。「曲線2」のサーミスタは3490のB25/85の値によっても指定されています。

バッテリー温度が高すぎることでNTCサーミスタによって知らされると、バッテリー温度調整機能によってフロート電圧が V_{FLOAT_EFF} まで下げられます。10kの「曲線2」のサーミスタと10kのNTCBIAS抵抗の場合、温度が40°Cを超えて10°C上昇するごとに、フロート電圧がADJによって決まる一定の値 $\Delta V_{FLOAT}(NTC)$ だけ低下します。ADJがGNDに接続されていると、フロート電圧は温度が10°C上昇するたびに50mVだけ低下します。ADJがフロート状態の場合、75mVステップになります。そして、ADJが V_{CC} に接続されていると、100mVステップになります。 V_{FLOAT_EFF} の設定範囲については表1を参照してください。

表1. NTCによるフロート電圧調整

ADJ	$\Delta V_{FLOAT}(NTC)$	温度	V_{NTC} (NTCBIASのパーセント値)	V_{FLOAT_EFF}
GND	50mV	$T < 40^\circ\text{C}$	$V_{NTC} > 36.5$	4.000
		$40^\circ\text{C} \leq T < 50^\circ\text{C}$	$29.0 < V_{NTC} \leq 36.5$	3.950
		$50^\circ\text{C} \leq T < 60^\circ\text{C}$	$22.8 < V_{NTC} \leq 29.0$	3.900
		$60^\circ\text{C} \leq T < 70^\circ\text{C}$	$17.8 < V_{NTC} \leq 22.8$	3.850
		$70^\circ\text{C} < T$	$V_{NTC} \leq 17.8$	3.800
フロート状態	75mV	$T < 40^\circ\text{C}$	$V_{NTC} > 36.5$	4.100
		$40^\circ\text{C} \leq T < 50^\circ\text{C}$	$29.0 < V_{NTC} \leq 36.5$	4.025
		$50^\circ\text{C} \leq T < 60^\circ\text{C}$	$22.8 < V_{NTC} \leq 29.0$	3.950
		$60^\circ\text{C} \leq T < 70^\circ\text{C}$	$17.8 < V_{NTC} \leq 22.8$	3.875
		$70^\circ\text{C} < T$	$V_{NTC} \leq 17.8$	3.800
V_{CC}	100mV	$T < 40^\circ\text{C}$	$V_{NTC} > 36.5$	4.200
		$40^\circ\text{C} \leq T < 50^\circ\text{C}$	$29.0 < V_{NTC} \leq 36.5$	4.100
		$50^\circ\text{C} \leq T < 60^\circ\text{C}$	$22.8 < V_{NTC} \leq 29.0$	4.000
		$60^\circ\text{C} \leq T < 70^\circ\text{C}$	$17.8 < V_{NTC} \leq 22.8$	3.900
		$70^\circ\text{C} < T$	$V_{NTC} \leq 17.8$	3.800

ADJピンのすべての設定で、最小フロート電圧の設定値は次のようになります。

$$3.8\text{V} = V_{FLOAT_MIN} = V_{FLOAT} - 4 \cdot \Delta V_{FLOAT}(NTC)$$

この電圧は、NTCサーミスタの温度が70°Cより高いか、またはNTCピンが接地された場合に発生します。

NTCBIAS抵抗とNTC抵抗の電力を節約するため、NTCBIASピンは、ADJピンの状態がサンプリングされるのと同時に、低デューティ・サイクルでサンプリングされます。

ハイバッテリーの状態出力 (HBO)

V_{CC} が V_{LBC_VCC} を上回っているとして、 V_{CC} が、NTCによるフロート電圧の調整値を含む、設定されたフロート電圧 V_{FLOAT_EFF} の V_{HBTH} 以内に上昇すると、HBOピンが“H”になります。

V_{CC} がフロート電圧を $V_{HBTH} + V_{HBHY}$ 以上下回ると、HBOピンが“L”になってバッテリーが満充電状態ではないこと知らせます。LTC4071がバッテリーを保護するための電流のシャントを行わないときは、LTC4071への入力消費電流は550nA（標準）以下に減少し、NTCBIASのサンプリング・クロックが低速になって電力を節約します。

たとえば、NTCサーミスタがフロート電圧を100mV下げることがを要求する場合 ($ADJ = V_{CC}$ および $0.29 \cdot V_{NTCBIAS} < V_{NTC} < 0.36 \cdot V_{NTCBIAS}$)、 V_{CC} が以下に示す値を上回ったときに、HBOの上昇時スレッシュホールドが検出されます。

$$\begin{aligned} V_{FLOAT} - \Delta V_{FLOAT}(NTC) - V_{HBTH} \\ = 4.2\text{V} - 100\text{mV} - 40\text{mV} = 3.96\text{V} \end{aligned}$$

動作

ローバッテリー切断/接続: LBD/LBC

ローバッテリー切断 (V_{LBD}) およびローバッテリー接続 (V_{LBC}) の電圧レベルはLBSELピンによって設定されます。「ブロック図」に示すように、BATの電圧が V_{LBD} を下回ったときにMP1をオフすることによってバッテリーが V_{CC} から切り離されます。この切断機能により、リチウムイオン・バッテリーが深い放電によって永続的損傷を受けるのを防ぎます。リチウムイオン・バッテリーの電圧が特定のレベルを下回ると、バッテリー・セルは永続的損傷を受ける恐れがあります。 V_{CC} からバッテリーを切り離すことにより、 V_{CC} の負荷とLTC4071の消費電流によってバッテリーがさらに放電されるのを防ぎます。

バッテリーを切り離すと、 V_{CC} の電圧はグラウンドに向かって低下します。入力電源が再び接続されると、バッテリーはMP1の内部ボディー・ダイオードを介して充電されます。MP1を確実にオンさせるには、入力電源電圧を V_{LBC_VCC} より高くします。 V_{CC} の電圧が V_{LBC_VCC} に達すると、MP1がオンして V_{CC} とBATを接続します。バッテリーが切り離されているとき、BATピンの電圧はMP1のボディー・ダイオードを介して間接的に検出されます。したがって、 V_{LBC} は充電電流と接合部温度に応じて変化します。詳細については「標準的性能特性」のセクションを参照してください。

ローバッテリー選択: LBSEL

ローバッテリーの放電カットオフ電圧レベルはLBSELピンによって設定されます。

LBSELピンにより、バッテリーの動作時間と最大寿命のトレードオフを行うことができます。バッテリー切断スレッシュホールドを低くすると、バッテリーを切り離す前に十分放電させることによって動作時間を最大限に延ばすことができます。逆に、ローバッテリー切断スレッシュホールドを上げることにより、バッテリーを切り離した後大きな容量が残り、バッテリーの寿命が長くなります。動作時間を最大にするには、バッテリーが $V_{CC} = 2.7V$ で切り離されるようにLBSELを V_{CC} に接続します。寿命を延ばすには、バッテリーが $V_{CC} = 3.2V$ で切り離されるようにLBSELをGNDに接続します。大きなピーク電流が生じることが予測される場合、低い切断スレッシュホールドを一時的に選択することができます。これにより、バッテリーの直列抵抗に対して負荷が作用して V_{CC} を一時的に低下させるときに、バッテリーを早く切断しすぎないようにします。

アプリケーション情報

充電に関する一般的な検討事項

LTC4071は、従来のチャージャとは異なる充電手法を採用しています。ほとんどのリチウムイオン・バッテリー・チャージャは一定時間後に充電を終了します。LTC4071は特に充電終了機能を備えてはいません。リチウムイオン・バッテリーの充電電流を長時間測定すると、非常に小さなレベルまで減少し、シャント充電制御回路が充電を実質的に終了させることが分ります。バッテリーの寿命を延ばすには、4.0Vまたは4.1Vのフロート電圧を選択します。

バッテリー切断機能では、V_{CC}の負荷に電力を供給するときにバッテリーを充電する入力電源のコンプライアンス電圧の選択にある程度の注意が必要です。内部スイッチのボディ・ダイオードを介してバッテリーを充電しているときには、V_{CC}がV_{LBC_VCC}を超えるまで、内部バッテリー切断スイッチはオフ状態のままです。電源のコンプライアンス電圧がV_{LBC_VCC}より高くない場合には、バッテリーがV_{CC}に再び接続されることはなく、システム負荷がバッテリー電力で動作することはできません。NTCBIASピンはV_{CC}がV_{LBC_VCC}を上回ると“H”のパルスを間欠的に発生し、V_{CC}がV_{LBD}を下回るとパルスの発生を停止するので、NTCBIASピンをモニタすることにより、バッテリーが接続されていることを検出することができます。

LTC4071の最もシンプルなアプリケーションを図2に示します。このアプリケーションに必要なのは、充電/シャント電流を設定

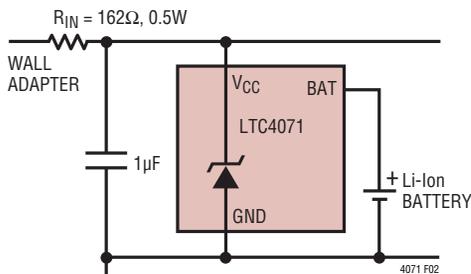


図2. 1セル・バッテリー・チャージャ

する1本の外付け抵抗だけです。ACアダプタの電圧(V_{WALL})を12Vと仮定して、以下のように最大充電電流を算出します。

$$I_{\text{MAX_CHARGE}} = \frac{(V_{\text{WALL}} - V_{\text{BAT_MIN}})}{R_{\text{IN}}} = \frac{(12\text{V} - 3.2\text{V})}{162\Omega} = 54\text{mA}$$

入力抵抗の選択には注意が必要です。最大充電電流でのR_{IN}の電力損失は次式で与えられます。

$$P_{\text{DISS}} = \frac{(V_{\text{WALL}} - V_{\text{BAT_MIN}})^2}{R_{\text{IN}}} = \frac{(12\text{V} - 3.2\text{V})^2}{162\Omega} = 0.48\text{W}$$

充電電流はバッテリー電圧が上昇するに従って減少します。バッテリー電圧が設定されたフロート電圧より40mV低いと、LTC4071の消費電流はわずか550mAで、余分な入力電流のすべてがバッテリーに流れます。バッテリー電圧がフロート電圧に達すると、LTC4071はACアダプタから電流をシャントしてバッテリー電圧をV_{FLOAT} = V_{CC}に安定化します。LTC4071がより多くのシャント電流をシンクするほど、バッテリーの充電電流が減少します。最終的に、LTC4071はR_{IN}を介して流れるすべての電流を(最大シャント電流まで)シャントします。NTCによる調節を行わないこの場合の最大シャント電流は、入力抵抗によって決まり、次式のように算出されます。

$$I_{\text{SHUNT_MAX}} = \frac{(V_{\text{WALL}} - V_{\text{FLOAT}})}{R_{\text{IN}}} = \frac{(12\text{V} - 4.1\text{V})}{162\Omega} = 49\text{mA}$$

この時点で、入力抵抗の電力損失は388mWです。

LTC4071は図3に示すように、直列に接続されたバッテリー・スタックを安定化するのも使用することができます。ここでは、2個のLTC4071デバイスが2つのバッテリーを直列に充電するのに使用されています。1本の抵抗が最大充電電流/シャント電流を設定しています。上側のデバイスのGNDピンは、そのまま

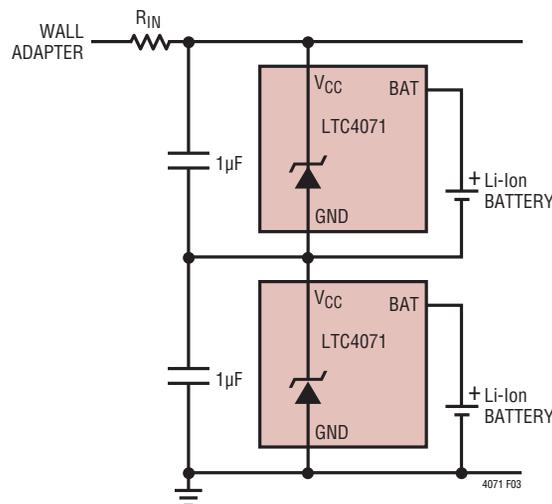


図3. 2セル・バッテリー・チャージャ

アプリケーション情報

下側のデバイスのV_{CC}ピンに接続されています。上側のデバイスのHBO状態出力ピンを監視する際には、この信号がグランド基準ではないので注意が必要です。同様に、上側のデバイスの制御入力では、上側のデバイスのADJとLBSELをローカルのGNDピンまたはV_{CC}ピンに接続します。また、両方のバッテリー・セルを充電するため、ACアダプタは十分な電圧定格を必要とします。

NTC保護

LTC4071は、バッテリーと熱的に結合した負温度係数サーミスタを使用してバッテリー温度を測定します。NTCサーミスタには、抵抗-温度変換表で規定される温度特性があります。内部のNTC回路は、温度が40°Cを超えて10°C上昇するごとにフロート電圧を低下させることにより、バッテリーを過度の熱から保護します(3490のB_{25/85}の値をもつVishayのサーミスタを想定)。

LTC4071は、抵抗値の比を使ってバッテリー温度を測定します。LTC4071には、NTCBIASからGNDに接続された4つのタップ点(NTC_{TH1}~NTC_{TH4})をもつ固定抵抗分圧器が内蔵されています。これらのタップ点の電圧は、バッテリー温度を測定するためにNTCピンの電圧と定期的に比較されます。節電するため、約1.5秒ごとにNTCBIASピンをV_{CC}にバイアスすることによって、バッテリー温度が定期的に測定されます。

NTCピンの電圧は、NTCサーミスタの値R_{NTC}とバイアス抵抗R_{NOM}の比によって決まります。R_{NOM}は25°Cでのサーミスタの値と等しいものを選択してください。3490のB_{25/85}の値をもつVishayのNTHS0402N02N1002Fサーミスタでは、R_{NOM}は10kです。R_{NOM}はNTCBIASからNTCに接続する必要があります。NTCBIASにV_{CC}までのパルスを加えたときのNTCピンの電圧とNTCBIASの電圧の比は次のとおりです。

$$\frac{R_{NTC}}{(R_{NTC} + R_{NOM})}$$

サーミスタの温度が上昇すると抵抗値が小さくなるので、R_{NOM}とサーミスタで形成される抵抗分割器によりNTCピンの電圧が低下します。

B_{25/85}の値が異なるNTCサーミスタをLTC4071に使用することもできます。ただし、サーミスタの負温度係数が大きくなるので、温度のトリップ点がずれます。この差を補正するため、抵抗R_{FIX}をサーミスタと直列に接続して次の比を、内部抵抗分割器のタップ点(NTC_{TH1}~NTC_{TH4})までずらします。

$$\frac{R_{FIX} + R_{NTC}}{(R_{FIX} + R_{NTC} + R_{NOM})}$$

3950のB_{25/85}の値をもつ70°Cでの値が100kのNTHS0402N01N1003Fなどのサーミスタ(R_{NOM} = 100kを使用)の場合は、R_{FIX} = 3.92kを選択してください。温度のトリップ点は、NTC_{TH1} = 36.5%、NTC_{TH2} = 29%、NTC_{TH3} = 22.8%、およびNTC_{TH4} = 17.8%の比率に相当する「曲線1」のサーミスタのR/T値とR_{FIX}を探ることによって見いだされます。R_{FIX} = 3.92kを選択すると、39.9°C、49.4°C、59.2°C、および69.6°Cのトリップ点になります。

部品を追加しない別の手法を使用することができます。代わりに、R_{NOM}を小さくして、与えられたサーミスタのR/T特性に対するNTC_{TH}スレッシュホールドを調節します。たとえば、R_{NOM} = 88.7k (同じ100kのサーミスタを使用)の場合には、温度のトリップ点は41.0°C、49.8°C、58.5°C、および67.3°Cになります。

LTC4071のNTC機能を利用する場合、NTCによる調整によってフロート電圧V_{FLOAT_EFF}が低下するにつれて、最大シャント電流が増加する点を考慮することが重要です。図2の12VのACアダプタを使った1セル・バッテリー・チャージャのアプリケーションを見直すと、NTCによる調整によって生じる最小フロート電圧(V_{FLOAT_MIN} = 3.8V)で最大シャント電流が50mAを超えないように、入力抵抗を165Ωまで大きくする必要があります。

熱に関する検討事項

シャント電流が最大るとき、LTC4071は最大205mWを消費する可能性があります。最大シャント電流で動作させる場合には、デバイスの絶対最大接合部温度を超えないように、パッケージの放熱を考慮する必要があります。θ_{JA}が40°C/WのMSOPパッケージでは、50mAの最大シャント電流のときの接

アプリケーション情報

合部温度は周囲温度より約8°C高くなります。 θ_{JA} が76°C/WのDFNパッケージでは、50mAの最大シャント電流のときの接合部温度は周囲温度より約16°C高くなります。接合部温度 T_J は、周囲温度 T_A 、電力損失 P_D (単位:W)から次のように計算されます。ここで、 θ_{JA} はパッケージの熱インピーダンス(単位:°C/W)です。

$$T_J = T_A + (P_D \times \theta_{JA})$$

図4に示すアプリケーションでは、薄膜バッテリーの高ESRに起因する大きなパルス負荷でローバッテリー切断機能がトリガされるのを防ぐ様子を示しています。

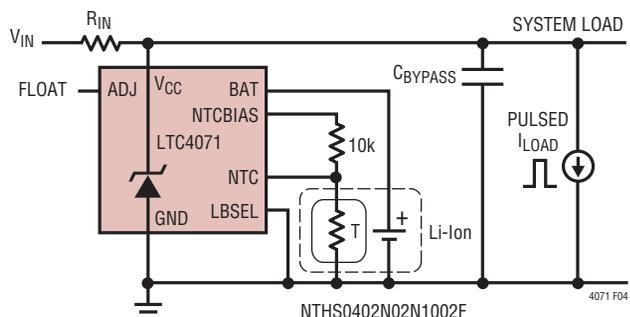


図4. 大きな負荷過渡に対するデカップリング・コンデンサの追加

いくつかの薄膜バッテリーとそれらの容量および等価直列抵抗を表2に示します。ESRにより、負荷電流の振幅とESRの積に相当する垂下が V_{BAT} と V_{CC} に生じます。バッテリー自体に十分な容量があっても、この垂下によってローバッテリー切断がトリガされる可能性があります。 V_{CC} にバイパス・コンデンサを追加することにより、低デューティ・サイクルの大きな負荷過渡が V_{CC} をプルダウンするのを防ぎます。

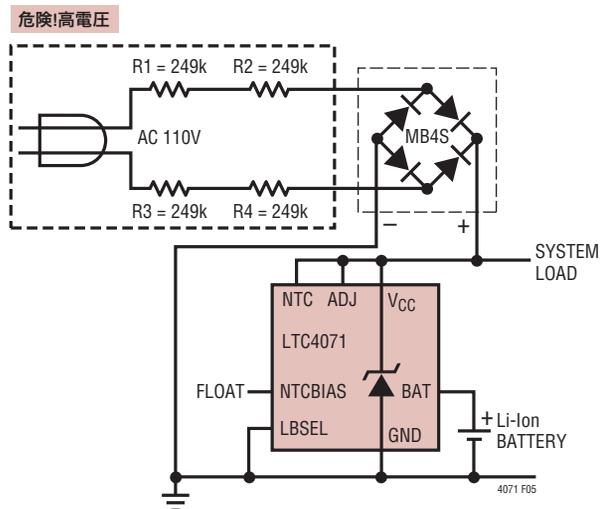
表2. 低容量のリチウムイオン・バッテリーおよび薄膜バッテリー

メーカー	製品番号	容量	抵抗	V_{MIN}
CYMBET	CBC012	12 μ Ah	5k to 10k	3.0V
CYMBET	CBC050	50 μ Ah	1500 Ω to 3k	3.0V
GS NanoTech	N/A	500 μ Ah	40 Ω	3.0V
APS-Autec	LIR2025	20mAh	0.75 Ω	3.0V
APS-Autec	LIR1025	6mAh	30 Ω	2.75V
IPS	MEC225-1P	0.13mAh	210 Ω to 260 Ω	2.1V
IPS	MEC220-4P	0.4mAh	100 Ω to 120 Ω	2.1V
IPS	MEC201-10P	1.0mAh	34 Ω to 45 Ω	2.1V
IPS	MEC202-25P	2.5mAh	15 Ω to 20 Ω	2.1V
GM Battery	GMB031009	8mAh	10 Ω to 20 Ω	2.75V

たとえば、0.1%のデューティ・サイクル、長さが5msで20mAの負荷パルスと、等価直列抵抗が35 Ω で容量が1.0mAhのIPS MEC201-10P 固体薄膜バッテリーを想定すると、負荷がオン状態のときの V_{CC} の電圧降下は最大0.7Vになる可能性があります。ただし、負荷パルスが終了するとバッテリー電圧が回復し、バッテリーの容量により0.1%・20mA = 20 μ Aの負荷に相当する約50時間使用することができます。負荷パルスがローバッテリー切断をトリップしないように、 V_{CC} からGNDにデカップリング・コンデンサを追加します。このコンデンサの容量は、負荷過渡の振幅およびパルス幅のほかLBDスレッシュホールドからの必要なマージンの大きさに基づいて計算することができます。3.8Vの充電状態の1.0mAhバッテリーでは、LBSELをGNDに接続したときのLBDからのマージンは600mVです。パルス幅が5msで20mAの方形波負荷パルスでは、 V_{CC} をLBDより上に保つのに必要なデカップリング・コンデンサの最小容量は次のように算出されます。

$$C_{BYPASS} = \frac{20mA \cdot 5ms}{600mV} = 166.6\mu F$$

低リークのバイパス・コンデンサを選択するように注意してください。



ACラインに接続された回路には危険かつ致命的な電圧が生じる! 作業を進める前に、ACラインに接続された回路の組み立て、テストおよび使用時には注意が必要であることを警告する。これらの回路での作業や接続を行うときには最大の注意を必要とする。ACラインに接続された回路で行う全てのテストは、ACラインと回路の間に絶縁トランスを接続して行う必要がある。ACラインに接続された回路の使用や組み立ての際、回路にテスト装置を接続するときにはこの予防措置を遵守して電気ショックを防止する必要がある。

図5. ACラインによる4.2V充電(リーク電流はUL規格に準拠)

アプリケーション情報

図5のシンプルな回路図に示すように、LTC4071を使って、バッテリーをACラインからブリッジ整流器によって4.2Vのフロート電圧まで充電することができます。この例では、249kの4本の入力抵抗は、1本の抵抗が短絡した場合でもUL規格の許容するリーク電流になる値になっています。ここで、LTC4071は、利用可能な充電電流を104 μ AにしてUL規格を満たしながら、ACラインからバッテリーを満充電します。

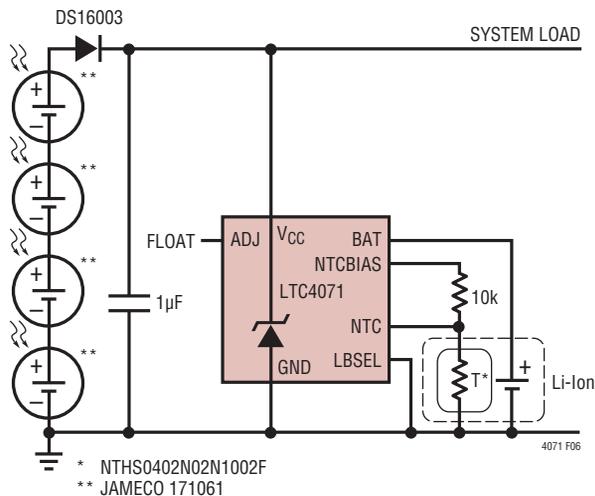


図6. シンプルな光起電力チャージャ

LTC4071のシンプルな光起電力(PV)のアプリケーションを図6に示します。V_{CC}電圧が低いとき、PV電流はV_{CC}とバッテリーの両方のシステムに流れます。V_{CC}が設定されたフロート電圧(フロート状態で4.1V)に達すると、LTC4071は負荷によって使用されない余分な電流をシャントし、V_{CC}を4.1Vに制限してバッテリー充電電流を実質的にゼロまで低減します。PVセルが電流の供給を停止すると、バッテリーがLTC4071を介してV_{CC}で負荷をサポートします。PVセルと直列にダイオードを追加して、PVセルの逆リーク電流によるバッテリーの流出を防ぎます。V_{CC}がV_{LBD}(LBSELをGNDに接続した状態で3.2V)を下回るポイントまでバッテリーが放電すると、LTC4071はバッテリーから負荷を切り離して、バッテリーが過放電にならないようにします。

一般に、太陽電池は本質的に電流が制限されていますが、高電流の太陽電池では、この回路はLTC4071と直列接続された抵抗R_{IN}を必要とする場合があります。LTC4071が50mA以上のシャントを必要としない値のR_{IN}を選択します。

図7のシンプルな回路図は、圧電発電機で生成されたエネルギーを整流および安定化して3.3V固定の電圧を負荷に供給するLTC3588-1とともに、リチウムイオン・バッテリーの充電と保護を行うLTC4071を使った圧電エネルギーハーベスト・アプリケーションを示しています。

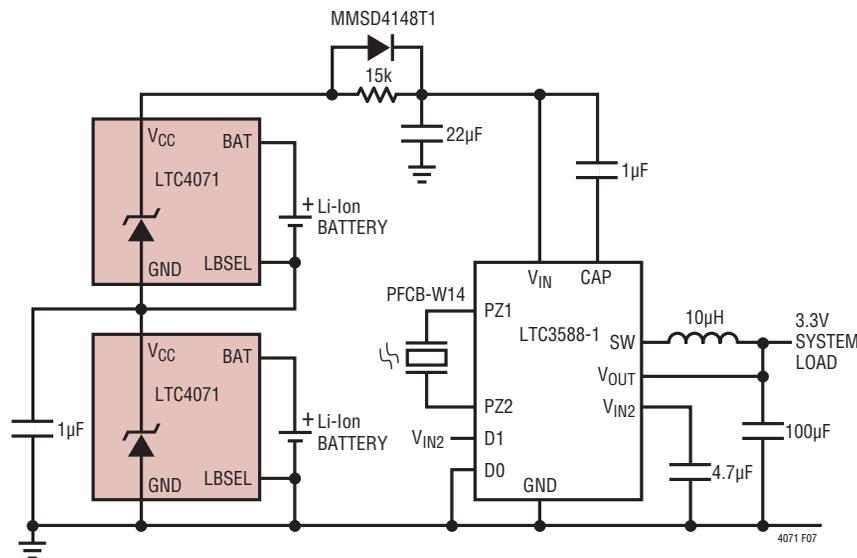


図7. バッテリー・バックアップ付き圧電エネルギーハーベスタ

アプリケーション情報

このシステムには2つの動作モードがあります。1つは負荷が無視できるほどで、圧電発電機から捕集されたエネルギーによってバッテリーが充電される充電モードです。もう1つは、捕集されるエネルギーが負荷に給電するのに十分でなく、負荷がバッテリーから電流を引き出している放電モードです。

このアプリケーションでは、2個のリチウムイオン・バッテリーのスタックに余剰電荷を蓄積することにより、他の方法で圧電発電機から得られる電流よりも大きな電流を負荷に間欠的に流すことができます。各リチウムイオン・バッテリーは、LTC4071のシャント・レギュレータによって過充電および過放電から保護されています。2個のLTC4071は(両方のADJピンをフロート状態にして)LTC3588-1の V_{IN} を8.2Vに安定化し、バッテリーがそれぞれのフロート電圧に達すると、負荷によって使用されない余剰電流をシャントします。負荷が圧電発電機から得られるよりも大きな電流を必要とする場合、 V_{IN} の電圧が垂下し、2個のリチウムイオン・バッテリーから電流が供給されて降圧スイッチング・レギュレータに電力が供給されます。バッテリーが V_{LBD} を下回るまで放電するだけの電流を負荷が引き出すと、LTC4071はバッテリーを切り離し、 V_{IN} が低落して圧電発電機が電流の供給を再開します。

図8のアプリケーションは「出荷モード」の実現方法を示しています。このモードでは、バッテリーがLTC4071と一緒に実装されてデバイス全体がラッチオフしており、バッテリーは満充電されていますがLTC4071はオフしています。バッテリーとLTC4071と一緒に実装すると、通常使用のために起動されるまで長期間保管することができます。

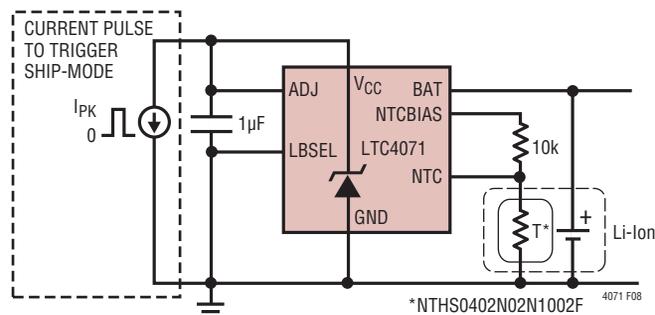


図8. 長期間保管するためのLTC4071の出荷モード・アプリケーション

出荷モードは、 V_{CC} がLBDスレッショルドを下回るようにLTC4071を介して十分な電流を引き出すことによってトリガされます。電流パルスの振幅は400mA以下として10ms以下の長さになります。必要なピーク電流 I_{PK} は、バッテリーの等価直列抵抗 $BESR$ と $BAT-V_{CC}$ 間のFETの $R_{DS(ON)}$ との和、バッテリー電圧 V_{BAT} 、および選択された切断電圧 V_{LBD} に次のように依存します。

$$I_{PK} = \frac{V_{BAT} - V_{LBD}}{R_{DS(ON)} + BESR}$$

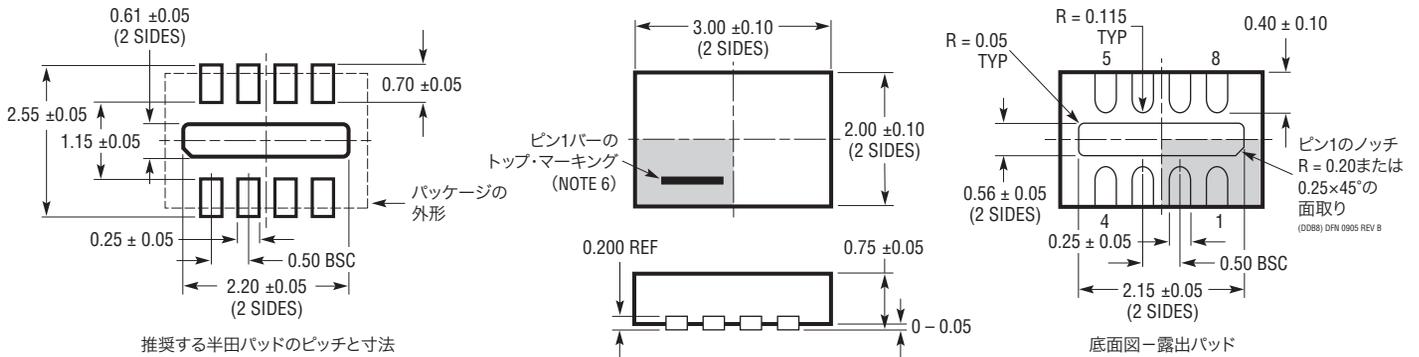
V_{CC} がGND電位でありNTCBIASパルスが生じていないことをチェックするだけで、出荷モードがトリガされていることをテストすることができます。

LTC4071とバッテリーを再起動するには、通常通り電力を供給するか、または V_{CC} と BAT を短時間短絡してオンさせる必要があります。

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。

DDBパッケージ
8ピン・プラスチックDFN (3mm×2mm)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1702 Rev B)



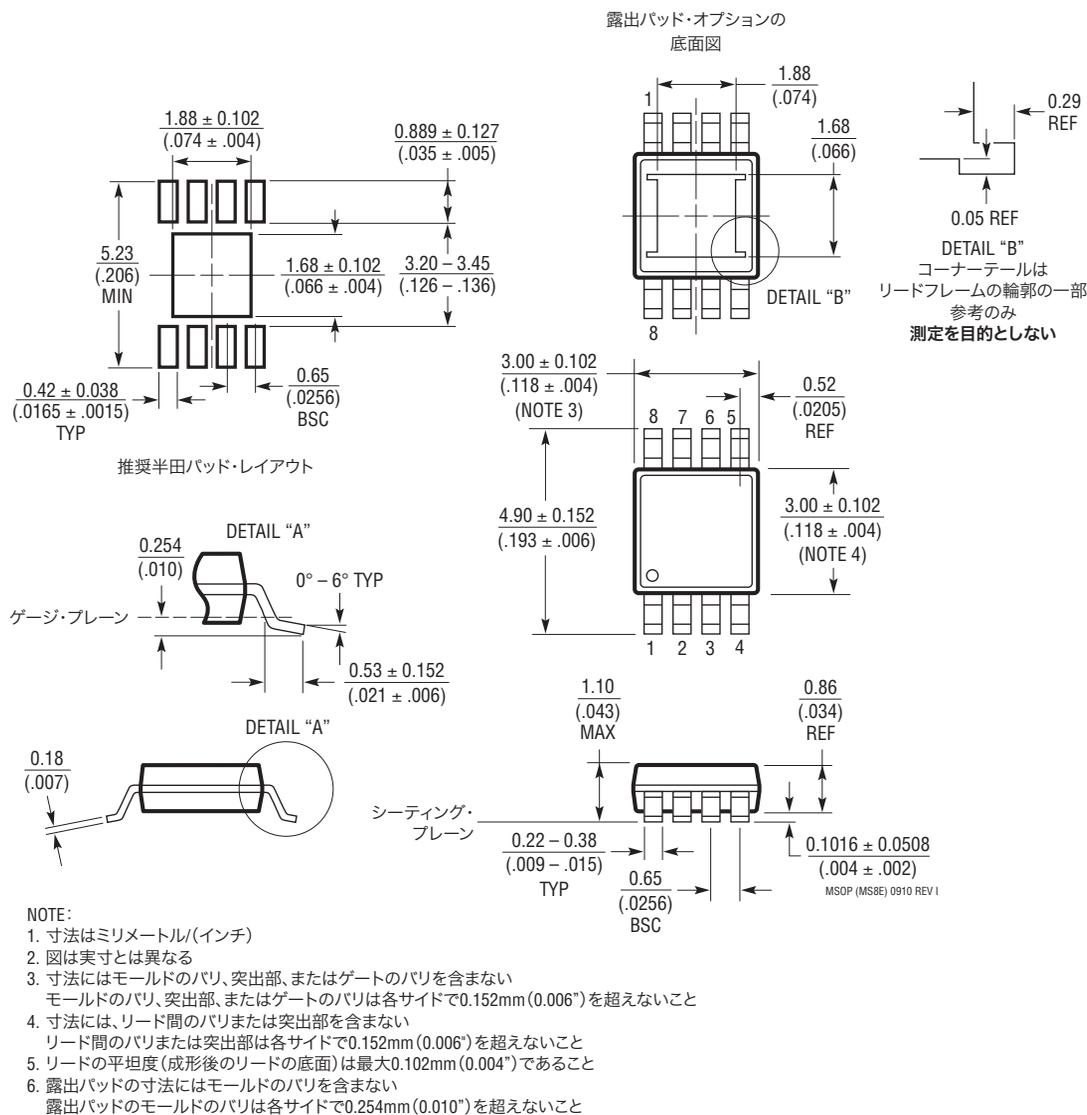
NOTE:

1. 図面はJEDECのパッケージ外形M0-229バリエーション(WECD-1)に適合
2. 図は実寸とは異なる
3. すべての寸法はミリメートル
4. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない
モールドのバリは(もしあれば)各サイドで0.15mmを超えないこと
5. 露出パッドは半田メッキとする
6. 網掛けの部分はパッケージの上面と底面のピン1の位置の参考に過ぎない

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。

MS8Eパッケージ 8ピン・プラスチックMSOP、露出ダイ・パッド (Reference LTC DWG # 05-08-1662 Rev I)

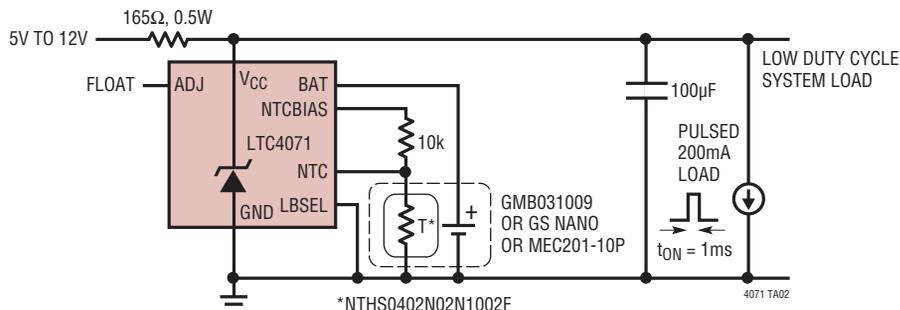


改訂履歴

REV	日付	概要	ページ番号
A	10/10	「電気的特性」セクションのV _{LBD} の仕様を差し替え	3
B	4/11	Vishay のサーミスタの製品番号を更新	11、12、13、 14、18
C	10/11	Note 2 中の “=” を “≈” に置き換え IPSのメーカー製品番号を更新 応用例を更新 標準的応用例回路の MEC201-10P の メーカー製品番号を更新	3 12 12 18

標準的応用例

大きな負荷パルスをサポートする100μFバイパス・コンデンサを使用した標準的なアプリケーション



関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC3105	250mVの起動電圧、最大電力点制御機能搭載の400mA昇圧コンバータ	200mVの低い入力電圧で動作可能な高効率昇圧DC/DCコンバータ、250mVでの起動能力と最大電力点制御(MPPC)により光起電力電池、熱電発電機(TEG)、燃料電池などの低電圧で高インピーダンスの代替電力源から直接動作可能、ユーザーがプログラム可能なMPPCの設定値によって電力源から最大限のエネルギーを抽出、Burst Mode [®] 動作および独自のピーク電流自己調整機能によってあらゆる動作条件でコンバータの効率と出力電圧リップルを最適化
LTC3108/ LTC3108-1	超低電圧昇圧コンバータおよびパワーマネージャ	熱電発電機(TEG)、サーモパイル、小型太陽電池などの超低入力電圧源から余剰エネルギーを取り込んで管理するのに最適な高集積DC/DCコンバータ、わずか20mVの低入力電圧源で動作する昇圧トポロジー、LTC3108は独自の固定出力電圧を選択可能であることを除けばLTC3108-1と機能的に同等
LTC3388	20V高効率ナノパワー降圧レギュレータ	ハイサイド・パワー・スイッチと同期パワー・スイッチを内蔵した高効率降圧DC/DCコンバータ、無負荷での標準DC消費電流はわずか720nA、負荷電流:50mA、高精度の低電圧ロックアウト(UVLO)機能により入力電圧が2.3Vを下回るとコンバータをディスエーブルして低消費電流状態を維持、10ピンMSEおよび3mm×3mm DFNパッケージ
LTC3588-1	3mm×3mm DFNおよびMSOPパッケージの圧電環境発電(エナジーハーベスト)電源	ヒステリシスを備えた高効率降圧DC/DCコンバータを内蔵、入力消費電流:950nA(出力安定時、無負荷)、入力消費電流:520nA(UVLOモード)、入力動作範囲:2.6V~19.2V、低損失の全波ブリッジ整流器を内蔵、出力電流:最大100mA、選択可能な出力電圧:1.8V、2.5V、3.3V、3.6V
LTC4054L	ThinSOT [™] パッケージのスタンドアロン・リニア・リチウムイオン・バッテリー・チャージャ	LTC4054の低電流バージョン、10mA ≤ I _{CHG} ≤ 150mA、サーマル・レギュレーションにより過熱防止、C/10充電終了、パス・トランジスタ内蔵
LTC4065L	2mm×2mm DFNパッケージのスタンドアロン250mAリチウムイオン・バッテリー・チャージャ	LTC4065の低電流バージョン、15mA ≤ I _{CHG} ≤ 250mA、±0.6%精度の4.2Vフロート電圧、5%の高精度な充電電流
LTC4070	リチウムイオン/ポリマー・バッテリー向けのシャント・バッテリー・チャージャ・システム	低動作電流:450nA、内部シャント電流:最大50mA(外付けPFETにより500mAまで可能)