

リチウムイオン/リチウムポリマー・ 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

特長

- 低動作電流: 450nA
- 温度とシャント電流の全範囲にわたり1%のフロート電圧精度を達成
- 内部シャント電流: 最大50mA (外付けPFET使用時は500mA)
- 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/リチウムポリマー・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
- ローバッテリーとハイバッテリーの状態出力
- シンプルな低電圧時負荷切断アプリケーション
- 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

- 低電力リチウムイオン/リチウムポリマー・バッテリーのバックアップ
- バックアップ付きのソーラー駆動システム
- メモリ・バックアップ
- 組み込み車載
- 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)

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

概要

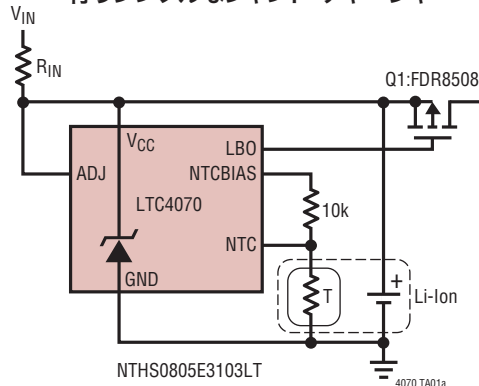
LTC®4070は、非常に低電流で間欠的または連続的な充電源からリチウムイオン/リチウムポリマー・バッテリーを容易に充電できます。動作電流が450nA~50mAなので、以前は利用不可能であった電力源からの充電が可能です。外付けパス・デバイスを追加することにより、シャント電流を500mAまで増やすことができます。スタックセルの高電圧バッテリー・パックは、本質的にシャント充電によってバランスが取られています。LTC4070は動作電流が少ないので、充電源が間欠的または非常に低電力な可能性がある環境発電(エナジーハーベスト)アプリケーションの薄膜バッテリーを充電するのに適しています。LTC4070は独自のアーキテクチャにより、1本の外付け抵抗だけしか必要としない、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。

ピンで選択可能なフロート電圧は、動作温度とシャント電流の全範囲にわたって1%の精度を維持します。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、バッテリーの動作時間を延ばし、信頼性を向上させます。また、LTC4070はローバッテリーとハイバッテリーの状態出力も備えています。バッテリー・パック保護機能が必要なアプリケーションに関しては、LTC4071を参照ください。

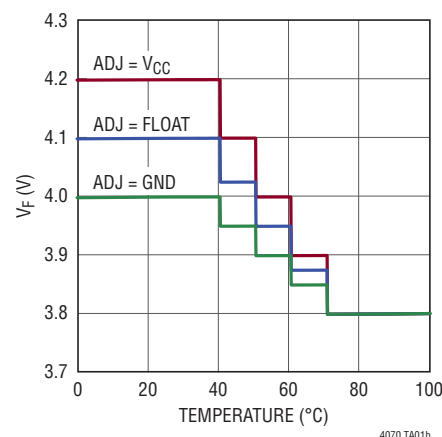
このデバイスは熱特性が改善された高さの低い(0.75mm)小型の(2mm×3mm) 8ピンDFNおよび8ピンMSOPパッケージで供給されます。

標準的応用例

低電圧時負荷切断とNTCによるフロート電圧調整を行うシンプルなシャント・チャージャ



NTCによる過温度バッテリーのフロート電圧調整



LTC4070

絶対最大定格 (Note 1, 2)

I_{CC}	$\pm 60\text{mA}$	最大接合部温度.....	125°C
ADJ、NTC、NTCBIAS、DRV、LBO、HBOの 電圧.....	$-0.3\text{V} \sim V_{CC} + 0.3\text{V}$	保存温度範囲.....	$-65^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$
動作接合部温度範囲.....	$-40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$	ピーク・リフロー温度	260°C

ピン配置

<p>TOP VIEW</p> <p>DDB PACKAGE 8-LEAD (3mm × 2mm) PLASTIC DFN $T_{JMAX} = 125^{\circ}\text{C}$, $\theta_{JA} = 76^{\circ}\text{C/W}$ EXPOSED PAD (PIN 9) IS NOT INTERNALLY CONNECTED, MUST BE SOLDERED TO PCB, GND TO OBTAIN θ_{JA}</p>	<p>TOP VIEW</p> <p>MS8E PACKAGE 8-LEAD PLASTIC MSOP $T_{JMAX} = 125^{\circ}\text{C}$, $\theta_{JA} = 40^{\circ}\text{C/W}$ EXPOSED PAD (PIN 9) IS NOT INTERNALLY CONNECTED, MUST BE SOLDERED TO PCB, GND TO OBTAIN θ_{JA}</p>
---	---

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
LTC4070EDDB#PBF	LTC4070EDDB#TRPBF	LFPD	8-Lead (3mm ¥ 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC4070IDDB#PBF	LTC4070IDDB#TRPBF	LFPD	8-Lead (3mm ¥ 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC4070EMS8E#PBF	LTC4070EMS8E#TRPBF	LTFMT	8-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LTC4070IMS8E#PBF	LTC4070IMS8E#TRPBF	LTFMT	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/tapeandree/> 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、 $V_{NTC} = V_{CC}$ 、 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。ピンに流れ込む電流は全て正。
ピンから流れ出る電流は全て負。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 $10\mu\text{A} \leq I_{CC} \leq 50\text{mA}$	$V_{ADJ} = 0\text{V}$	● 3.96	4.0	4.04	V
		$V_{ADJ} = \text{Float}$	● 4.06	4.1	4.14	V
		$V_{ADJ} = V_{CC}$	● 4.16	4.2	4.24	V
I_{CCMAX}	Maximum Shunt Current	$V_{CC} > V_{FLOAT}$	● 50			mA
I_{CCQ}	V_{CC} Operating Current	V_{HBO} Low	●	450	1040	nA
I_{CCQLB}	Low Bat V_{CC} Operating Current	$V_{CC} = 3.1\text{V}$		300		nA

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、 $V_{NTC} = V_{CC}$ 、 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。ピンに流れ込む電流は全て正。ピンから流れ出る電流は全て負。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
High Battery Status							
V_{HBTH}	HBO Threshold ($V_{FLOAT} - V_{CC}$)	V_{CC} Rising	●	15	40	60	mV
V_{HBHY}	Hysteresis				100		mV
Low Battery Status							
V_{LBTH}	LBO Threshold	V_{CC} Falling	●	3.08	3.2	3.34	V
V_{LBHY}	Hysteresis			220	290	350	mV
Status Outputs HBO/LBO							
V_{OL}	CMOS Output Low	$I_{SINK} = 1\text{mA}$, $V_{CC} = 3.7\text{V}$	●			0.5	V
V_{OH}	CMOS Output High	V_{LBO} : $V_{CC} = 3.1\text{V}$, $I_{SOURCE} = -100\mu\text{A}$ V_{HBO} : $I_{CC} = 1.5\text{mA}$, $I_{SOURCE} = -500\mu\text{A}$	●	$V_{CC} - 0.6$			V
3-State Selection Input: ADJ							
V_{ADJ}	ADJ Input Level	Input Logic Low Level	●			0.3	V
		Input Logic High Level	●	$V_{CC} - 0.3$			V
$I_{ADJ(Z)}$	Allowable ADJ Leakage Current in Floating State		●			± 3	μA
NTC							
I_{NTC}	NTC Leakage Current	$0\text{V} < \text{NTC} < V_{CC}$		-50	0	50	nA
$I_{NTCBIAS}$	Average NTCBIAS Sink Current	Pulsed Duty Cycle $< 0.002\%$			30		pA
$\Delta V_{FLOAT(NTC)}$	Delta Float Voltage per NTC Comparator Step	$I_{CC} = 1\text{mA}$, NTC Falling Below One of the NTC_{TH} Thresholds ADJ = 0V ADJ = Float ADJ = V_{CC}			-50 -75 -100		mV mV mV
NTC_{TH1}	NTC Comparator Falling Thresholds	V_{NTC} as % of $V_{NTCBIAS}$ Amplitude		35.5	36.5	37.5	%
NTC_{TH2}				28.0	29.0	30.0	%
NTC_{TH3}				21.8	22.8	23.8	%
NTC_{TH4}				16.8	17.8	18.8	%
NTC_{HY}	Hysteresis				30		mV
Drive Output							
$I_{DRV(SOURCE)}$	DRV Output Source Current	$V_{CC} = 3.1\text{V}$, $V_{DRV} = 0\text{V}$			-1		mA
$I_{DRV(SINK)}$	DRV Output Sink Current	$I_{CC} = 1\text{mA}$, $R_{DRV} = 475\text{k}$ (Note 3)			3		μA

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。

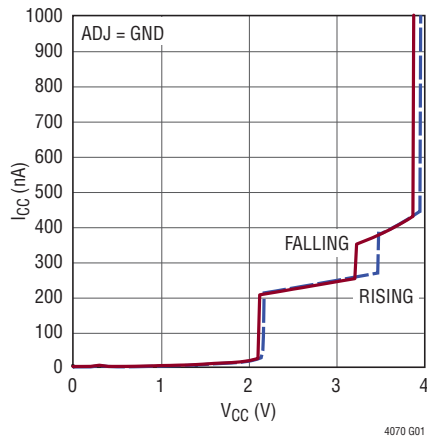
Note 2: LTC4070は、 T_J が T_A にほぼ等しいパルス負荷条件でテストされている。LTC4070Eは $0^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ の温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。 $-40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ の動作接合部温度範囲での仕様は、設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。LTC4070Iは $-40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ の全動作接合部温度範囲で動作することが保証されている。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抵抗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。

Note 3: $I_{DRV(SINK)}$ 電流は、475kの抵抗 R_{DRV} を介してDRVピンを V_{CC} まで引き上げることによってテストされる。低インピーダンスでDRVピンを V_{CC} まで引き上げると、レギュレータはディスエーブルされる。

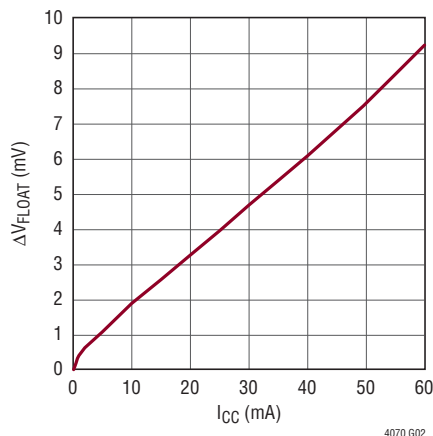
LTC4070

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

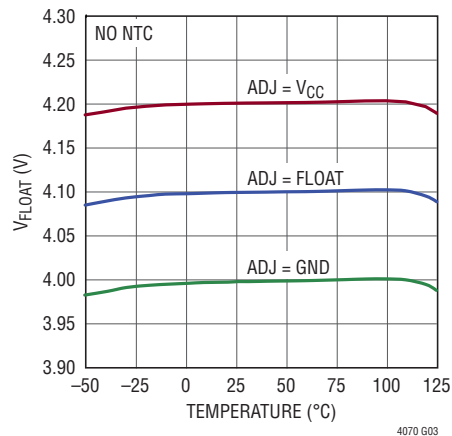
バッテリー放電時の I_{CC} と V_{CC}



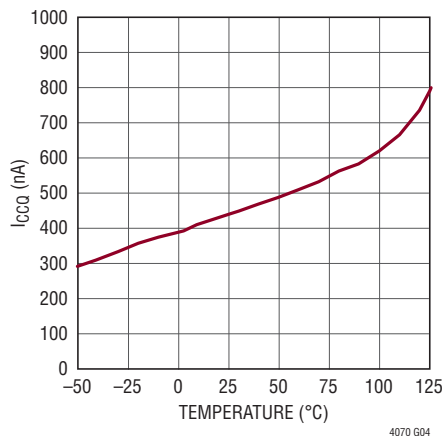
ロード・レギュレーション時の
 ΔV_{FLOAT} と I_{CC}



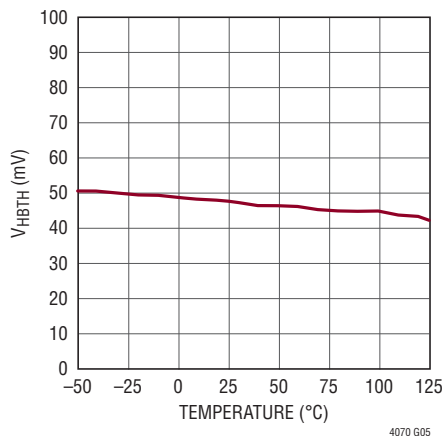
V_{FLOAT} と温度、 $I_{CC} = 1\text{mA}$



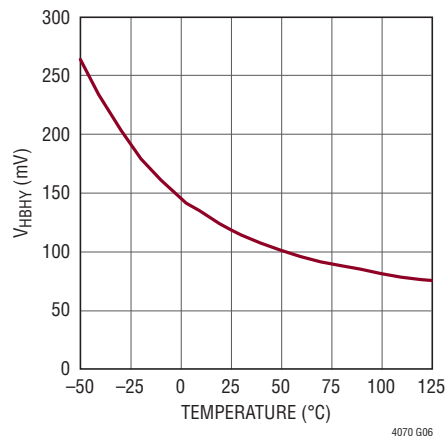
I_{CCQ} と温度 (ADJ = V_{CC})



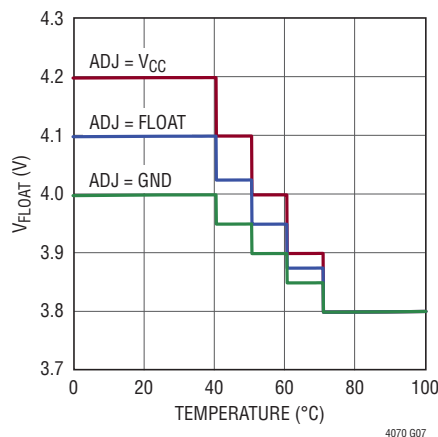
V_{CC} 上昇時の V_{HBTH} と温度
(ADJ = V_{CC})



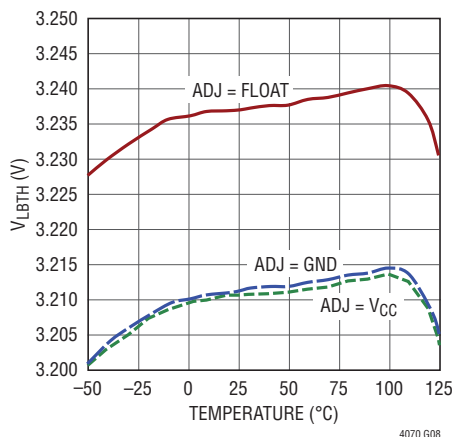
V_{HBHY} と温度 (ADJ = V_{CC})



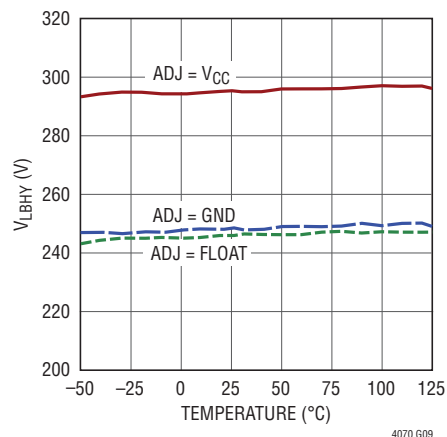
V_{FLOAT} とNTCサーミスタの温度、
 $I_{CC} = 1\text{mA}$



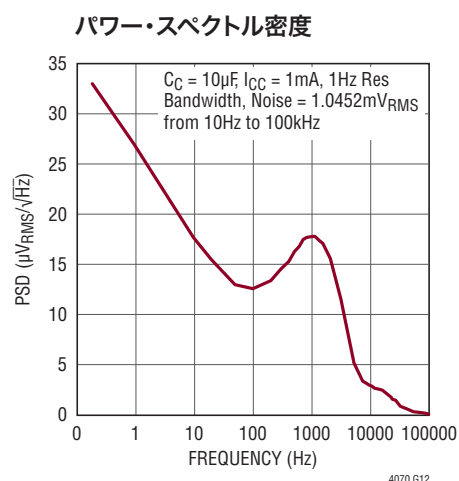
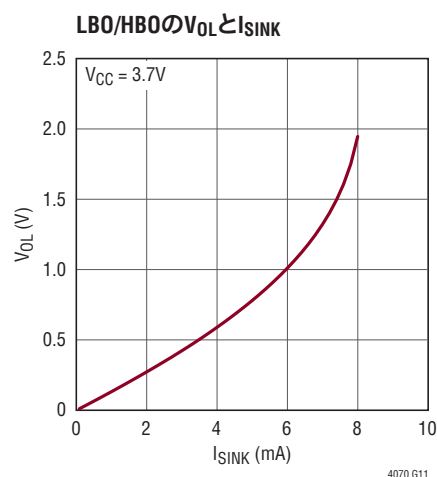
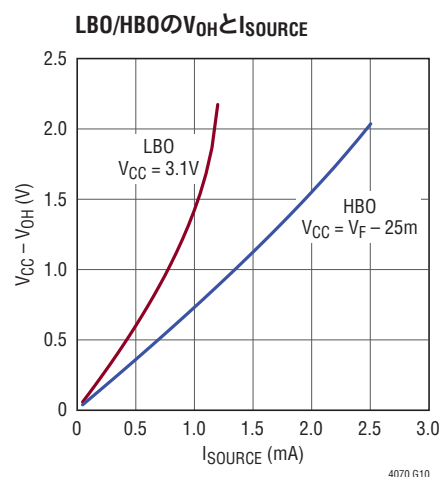
V_{CC} 下降時の V_{LBTH} と温度



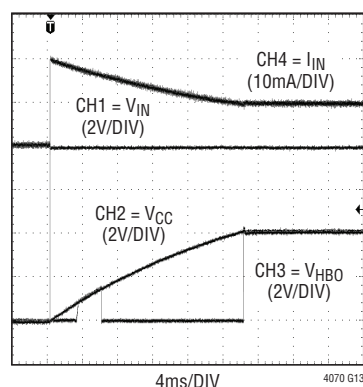
V_{LBHY} と温度



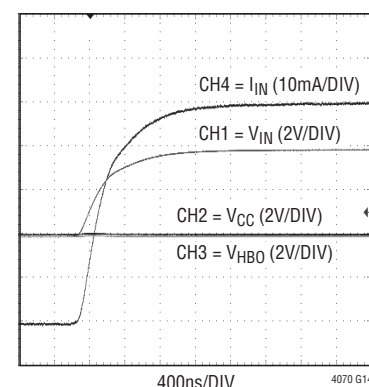
4070fb

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

活性挿入時の過渡電圧、
 $C_C = 330\mu\text{F}$ 、 $R_{IN} = 81\Omega$



800mAHrバッテリー使用時の
ステップ応答、 $R_{IN} = 81\Omega$



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、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を切り離すと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。

ピン機能

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、バッテリーがほぼ満充電状態になっていてバッテリー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の V_{HBTH} の範囲内まで上昇すると、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。

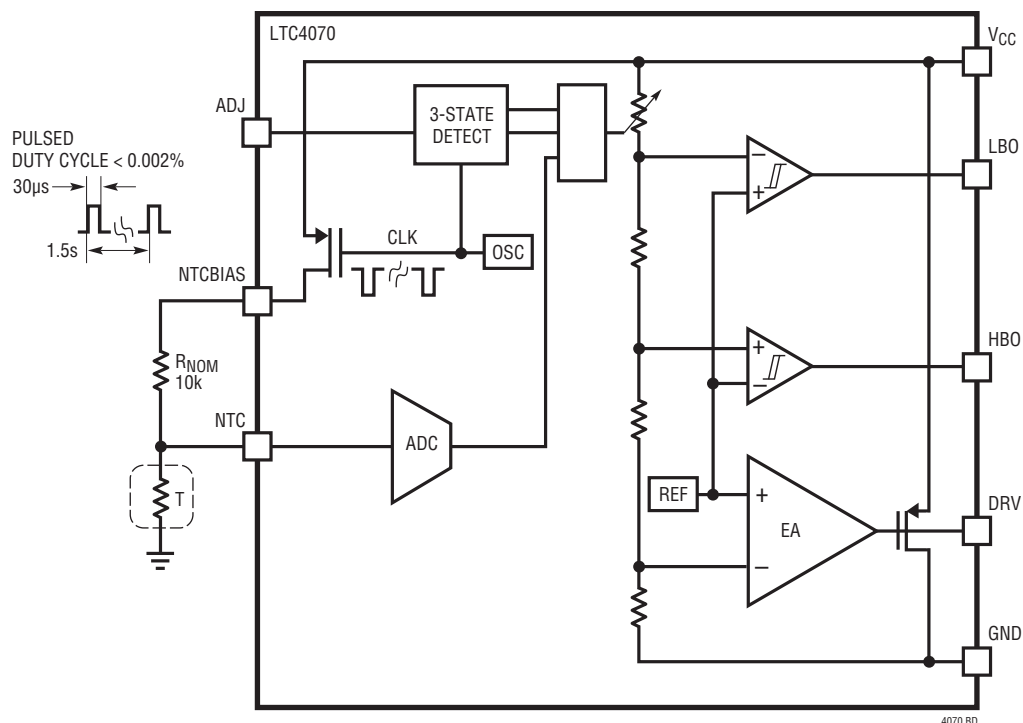
GND (ピン5、露出パッド・ピン9) : グランド。パッケージの露出したパッドは定格熱性能を得るためにPCBのグランドに接続する必要があります。

LBO (ピン6) : ローバッテリーのモニタ出力(アクティブ“H”)。LBOはCMOS出力で、バッテリーが3.2V以下に放電されているか、または3.5Vを上回っていることを知らせます。このピンは $V_{CC} < V_{LBTH}$ のとき“H”にドライブされ、 $V_{CC} > (V_{LBTH} + V_{LBHY})$ のとき“L”にドライブされます。

DRV (ピン7) : 外部ドライブ出力。外付けPFETのゲートに接続して、50mAより大きな充電電流を必要とするアプリケーションのシャント電流を増やします。このピンの容量とリーク電流を最小限に抑えます。使用しない場合は、DRVをフロートさせます。

V_{CC} (ピン8) : 入力電源ピン。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。バッテリーが接続されていない場合は、最小0.1μFのコンデンサ C_{IN} でGNDにデカップリングします。

ブロック図



動作

LTC4070は、バッテリー電圧が設定されたレベルを超えないようにすることにより、シンプルで信頼性が高く高性能のバッテリー保護および充電のソリューションを提供します。このデバイスのシャント・アーキテクチャは、入力電源とバッテリーの間に1本の抵抗を接続するだけで、広範囲のバッテリー・アプリケーションに対応できます。入力電源が取り外されていてバッテリー電圧がハイバッテリーの出力スレッショルドより低いときは、LTC4070がバッテリーから消費する電流はわずか450nAです。

バッテリー電圧が設定されたフロート電圧より低い場合、充電レートは入力電圧、バッテリー電圧、および入力抵抗によって次のように決定されます。

$$I_{CHG} = \frac{(V_{IN} - V_{BAT})}{R_{IN}}$$

バッテリー電圧がフロート電圧に近づくと、LTC4070はバッテリーから電流をシャントするので、充電電流が減少します。LTC4070は、全温度範囲で、±1%のフロート電圧精度で最大50mAをシャントすることができます。シャント電流によって最大充電電流が制限されますが、50mAの内部電流は外付けPチャネルMOSFETを追加することによって増やすことができます。

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がフロート状態だと4.1Vに、ADJを V_{CC} に接続すると4.2Vに設定されます。ADJピンの状態は約1.5秒に1度サンプリングされます。LTC4070は、サンプリングされているとき、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、3490のB_{25/85}の値をもつVishay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。

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。Vishay NTHS0402E3103LT

のように3490のB_{25/85}の値をもつ10k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上昇すると、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°C 40°C ≤ T < 50°C 50°C ≤ T < 60°C 60°C ≤ T < 70°C 70°C ≤ T	$V_{NTC} > 36.5\%$ $29.0\% < V_{NTC} \leq 36.5\%$ $22.8\% < V_{NTC} \leq 29.0\%$ $17.8\% < V_{NTC} \leq 22.8\%$ $V_{NTC} \leq 17.8\%$	4.000V 3.950V 3.900V 3.850V 3.800V
Float	75mV	T < 40°C 40°C ≤ T < 50°C 50°C ≤ T < 60°C 60°C ≤ T < 70°C 70°C ≤ T	$V_{NTC} > 36.5\%$ $29.0\% < V_{NTC} \leq 36.5\%$ $22.8\% < V_{NTC} \leq 29.0\%$ $17.8\% < V_{NTC} \leq 22.8\%$ $V_{NTC} \leq 17.8\%$	4.100V 4.025V 3.950V 3.875V 3.800V
V_{CC}	100mV	T < 40°C 40°C ≤ T < 50°C 50°C ≤ T < 60°C 60°C ≤ T < 70°C 70°C ≤ T	$V_{NTC} > 36.5\%$ $29.0\% < V_{NTC} \leq 36.5\%$ $22.8\% < V_{NTC} \leq 29.0\%$ $17.8\% < V_{NTC} \leq 22.8\%$ $V_{NTC} \leq 17.8\%$	4.200V 4.100V 4.000V 3.900V 3.800V

ADJピンのすべての設定で、最小フロート電圧の設定値は $3.8V = V_{FLOAT} - 4 \cdot \Delta V_{FLOAT}(NTC) = V_{FLOAT_MIN}$ になります。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、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} の範囲内まで上昇すると、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。LTC4070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、LTC4070の入力消費電流は450nA (標準) 以下に減少します。節電するためにNTCBIASのサンプリング・クロックが低速になり、DRVピンが V_{CC} にプルアップされます。

LTC4070

動作

たとえば、NTCサーミスタがフロート電圧を100mVだけ低下させる必要がある場合 ($ADJ = V_{CC}$ および $0.29 \cdot V_{NTCBIAS} < V_{NTC} < 0.36 \cdot V_{NTCBIAS}$)、HBOの上昇時スレッシュホールドは、 V_{CC} が $V_{FLOAT} - \Delta V_{FLOAT}(NTC) - V_{HBTH} = 4.2V - 100mV - 40mV = 4.06V$ を上回ったときに検出されます。この場合のHBOの下降時スレッシュホールドは、 V_{CC} が $V_{FLOAT} - \Delta V_{FLOAT}(NTC) - V_{HBTH} - V_{HBHY} = 4.2V - 100mV - 40mV - 100mV = 3.96V$ を下回ったときに検出されます。

ローバッテリーの状態出力 (LBO)

バッテリー電圧が3.2Vを下回ると、LBOピンが“H”になります。あるいは、バッテリー電圧が約3.5Vを超えると、LBOピンは“L”になります。

ローバッテリー状態が継続しているときは、NTCピンとADJピンはサンプリングされず(機能がデイスエーブルされ)、LTC4070の総消費電流は300nA(標準)を下回ります。

アプリケーション情報

充電に関する一般的な検討事項

LTC4070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。LTC4070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数ナノアンペアまで減少し、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、チャージャを通常使用される充電電圧より100mV低い電圧で動作させます。

LTC4070の最もシンプルなアプリケーションを図1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する1本の外付け抵抗だけです。ACアダプタ電圧 (V_{WALL}) が12Vで最小バッテリー電圧 (V_{BAT_MIN}) が3Vと仮定すると、最大充電電流は次式のように算出されます。

$$I_{MAX_CHARGE} = \frac{(V_{WALL} - V_{BAT_MIN})}{R_{IN}} \\ = \frac{(12V - 3V)}{162\Omega} = 55.5mA$$

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。

$$P_{DISS} = \frac{(V_{WALL} - V_{BAT_MIN})^2}{R_{IN}} = \frac{(12V - 3V)^2}{162\Omega} = 0.5W$$

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。上昇時の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、LTC4070の消費電流はわずか450nAで、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、LTC4070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} に安定化します。LTC4070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、LTC4070はバッテリーからすべての電流を(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。

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

この時点で、入力抵抗の電力損失は388mWです。

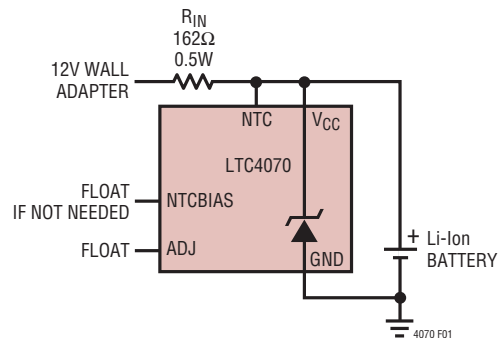


図1. 1セル・バッテリー・チャージャ

アプリケーション情報

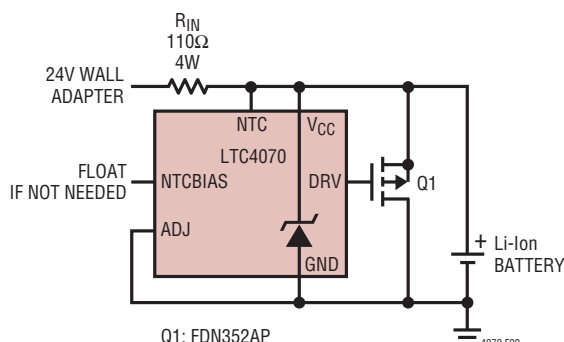


図2. 追加電流ドライブを使用した1セル・チャージャ

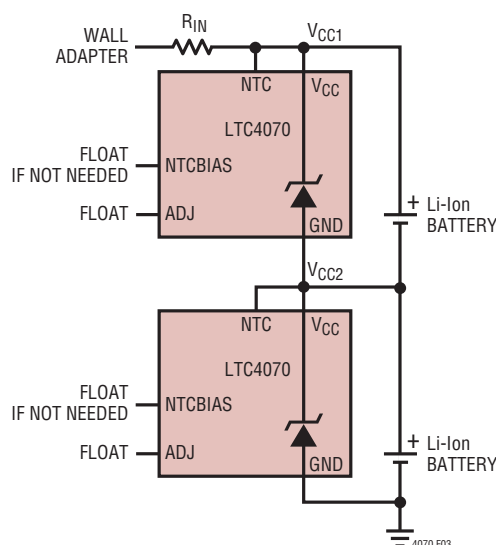


図3. 2セル・バッテリー・チャージャ

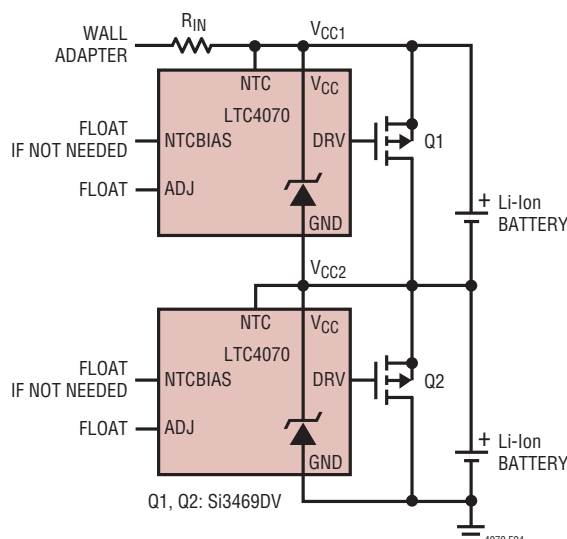


図4. 追加電流ドライブを使用した2セル・バッテリー・チャージャ

外付けPチャネルMOSFET(Q1)を使用して充電電流とシャント電流を増加させることができる充電回路を図2に示します。この場合、ACアダプタの電圧(V_{WALL})が24Vで最小バッテリー電圧(V_{BAT})が3Vだと、 $R_{IN} = 110\Omega$ を選択することによって初期充電電流が191mAに設定されます。この抵抗は4W以上の電力を消費するので、電力定格を考慮に入れて抵抗を選択してください。バッテリー電圧がフロート電圧に達すると、LTC4070と外付けPチャネルMOSFETはACアダプタからの電流をシャントし始めます。最終的に、LTC4070と外付けPチャネルMOSFETはすべての利用可能な電流(182mA)をシャントするので、バッテリーに電流が流れなくなります。外付けMOSFETを選択する際には、最大のシャント電流および電力を考慮に入れてください。

LTC4070は図3と図4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LTC4070デバイスを使用して、(追加電流ドライブを使うか、または使わないで)2個のバッテリーを直列に充電しています。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、そのまま下側のデバイスのVCCピンに接続されています。上側のデバイスの状態出力ピンを監視する際には注意が必要です。それは、これらの信号がグラウンド基準ではないからです。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

LTC4070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)。

LTC4070は、抵抗値の比を使用してバッテリー温度を測定します。LTC4070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VCC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。

アプリケーション情報

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 NTHSO402E3103LT のサーミスタの場合、 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。NTCピンの電圧と NTCBIAS の電圧の比は次のようになります。

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

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。

LTC4070 には、高い方の B_{25/85} の値をもつ NTCサーミスタを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は大きいので、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}) を高い方の B_{25/85} の値をもつサーミスタと直列に接続して下に示す比を、内部抵抗分割器のタップ点 (NTC_{TH1} ~ NTC_{TH4}) までずらしします。

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

3950 の B_{25/85} の値をもつ 70°C での値が 100k の NTCS0402E3104HT のサーミスタ ($R_{NOM} = 100k$ を使用) の場合は、 $R_{FIX} = 3.92k\Omega$ を選択してください。温度のトリップ点は、サーミスタの R/T 値に、NTC_{TH1} = 36.5%、NTC_{TH2} = 29.0%、NTC_{TH3} = 22.8%、および NTC_{TH4} = 17.8% の比率に相当する R_{FIX} を加算した値を探すことによって検出されます。 $R_{FIX} = 3.92k$ 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「曲線 1」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。

LTC4070 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 1 の 12V の AC アダプタを使用した標準的な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 (R_{IN}) 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するとき、LTC4070 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合部温度は周囲温度より約 8°C 上昇します。 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 上昇します。

シャント電流を増加させるための外付け PFET の使用

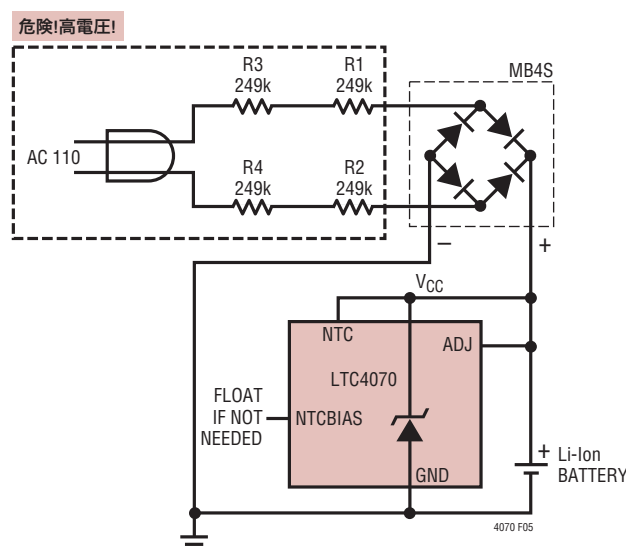
最大シャント電流を増加させるのに推奨するデバイスのリストを表に示します。DRV ピンのノードの容量を小さくする必要がありますので、ゲート電荷が小さくスレッシュホールドが高い PFET デバイスのみを使用することを推奨します。また、 $I_{DRV(SINK)}$ 電流が標準で 3μA なので、PCB レイアウトに注意して DRV ピンのリーク電流を最小限に抑えることも推奨します。

個々のアプリケーションで外付け PFET を選択する際には、最大連続電力損失と熱抵抗について、デバイスのメーカーのデータシートを参照してください。

表 2. 推奨する外付けシャント PFET

デバイス	メーカー	Q _{GS}	V _{TH(MIN)}	R _{DS(ON)}
FDN352AP	Fairchild	0.50nC	-0.8V	0.33
Si3467DV	Vishay	1.7nC	-1.0V	0.073
Si3469DV	Vishay	3.8nC	-1.0V	0.041
DMP2130LDM	Diodes Inc.	2.0nC	-0.6V	0.094
DMP3015LSS	Diodes Inc.	7.2nC	-1.0V	0.014

標準的応用例



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)

図5のシンプルな回路図に示すように、LTC4070を使用して、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規格のリーク電流に準拠する値になっています。ここで、LTC4070は、利用可能な充電電流を104 μ AだけにしてUL規格を満たしながら、ACラインからバッテリーを完全に充電します。

LTC4070の光起電力(PV)のアプリケーションを図6に示します。このアプリケーションでは、もともと低消費電流のLTC4070の電流をさらに低減するためにトランジスタQ1が追加されていて、PVセルがバッテリーを充電していないときにバッテリーの放電を極めて小さくします。バッテリー寿命の長いアプリケーションでは、Q1のベース電圧が低下したときにQ1はLTC4070からバッテリーを絶縁します。通常動作時には、PVセルがQ1の V_{BE} および V_{BC} のダイオードを介して電流を供給しま

す。バッテリーの充電中は、PV電流の大部分がバッテリーに流れます。 V_{CC} が設定されたフロート電圧(この場合、ADJがフロート状態で4.1V)に達すると、LTC4070はQ1からベース-コレクタ間接合部の電流をシャントし、実質的にバッテリー充電電流をゼロまで低減してQ1を飽和させます。サーミスタの温度が上昇してフロート電圧が低下した場合には、LTC4070はさらに多くの電流をシャントし、バッテリー電圧が低下するまでQ1は逆方向にアクティブになって動作するように強制されます。いったん均衡状態に達すると、 V_{BAT} と V_{CC} の差はシャント電流の大きさにもよりますが、数mV以下になります。

直列入力抵抗(R_{IN})を追加して、高電流の太陽電池からの電流を制限してください。太陽電池は一般に電流が制限されているので、小さな太陽電池には抵抗は不要です。高電流のPVセルの場合、PVセルの開放電圧および短絡電流、 V_{BC} および V_{BE} のダイオードの温度係数、最大コレクタ電流、そしてQ1の動作接合部温度を考慮に入れて R_{IN} を選択してください。絶縁トランジスタを使用することによって放電電流が数ナノアンペアまで低減されるので、他のアプリケーションにも適用することができます。

また、図6のPVアプリケーション回路では、5%精度の10kの「曲線2」のタイプのNTCサーミスタNTHS0402E3103LTを用いたLTC4070を使用しています。ここで、 R_{NOM} は10k、上昇時の温度トリップ点は40°C、50°C、60°C、および70°Cです。

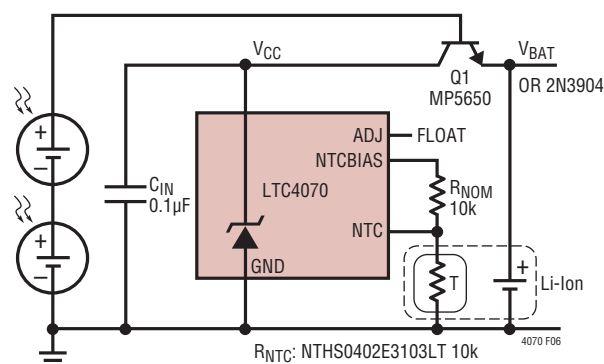


図6. 非充電時のリーク電流が極めて小さい光起電力チャージャ

標準的応用例

LTC4070の状態ピンには、LEDとともに使用して充電状態を視覚的に知らせるのに十分なドライブ能力があります。図7のアプリケーションについて考えてみます。ここで、赤色LED D1がLBOピンに接続されており、バッテリー電圧が V_{LBTH} より低いときにオフします。 V_{CC} が V_{LBTH} を下回るまでLED D1がバッテリーを放電することに注意してください。緑色LED D2がHBOピンに接続されており、バッテリーの充電時にオンします。バッテリー電圧がNTCによって調整された V_{FLOAT_EFF} を含むフロート電圧の V_{HBTH} の範囲内まで上昇すると、D2がオフしてバッテリーが充電状態ではないことを知らせます。オプションとして、D2のカソードとバッテリーの間にリーク電流の少ないダイオードD3を追加します。このダイオードは、入力電源が接続されていないときにD2がバッテリーを放電するのを阻止します。

このアプリケーションでは、 $R_{IN} = 205\Omega$ は、ダイオードD3の電圧降下を1.1Vと想定して、最大入力電圧が15VでNTCによ

て調整された最小フロート電圧が3.8Vのときに生じる50mAの最大シャント電流に対応する大きさです。オプションのD3がない場合には、 R_{IN} は226 Ω まで増加します。

3セルNiMHバッテリーを1セル・リチウムイオン・バッテリーに置き換えたアプリケーションを図8に示します。このシンプルなアプリケーションでは、NiMH充電ソリューションを充電終了またはセル・バランスングの手法を必要とすることなく置き換えています。NiMH充電は終了機能を使用しないで行うことができますが、このアルゴリズムでは充電レートがC/10に制限されます。LTC4070のアプリケーションでは、過充電を気にすることなくリチウムイオン・バッテリーを高速充電することができます。

図9に示す、12VのACアダプタからの205mAでの充電では、外付けPFETトランジスタを使用して最大シャント電流を増加させています。バッテリー電圧が3.6Vの場合、バッテリーは約205mAの最大充電電流を受け取ります。バッテリー温度が40°Cより低いと、フロート電圧が4.1Vまで上昇する（ADJ = フロート状態）結果、Q1とLTC4070がバッテリーから192mAをシャントします。表1に示したように、バッテリー温度が上昇すると、シャント電流が増加してバッテリー温度が10°C上昇するごとにフロート電圧を75mV低い値に安定化します。200mAの最大シャント電流では、バッテリー温度が70°Cを超えると、最小フロート電圧は3.8Vに保たれます。

この例は、HBOピンの状態を監視するLED（D1）の別の使用法を示しています。このLEDは、オンすることによってバッテリーが満充電されていることを視覚的に知らせ、バッテリーが望みのフロート電圧の40mVの範囲内まで上昇すると、約1.5mAをシャントします。電源が接続されていない場合、 V_{CC} がフロート電圧より $V_{HBTH} + V_{HBHY}$ 以上低下するまで、LED D1はバッテリーを放電します。この構成でHBOピンにLEDを使用する場合には、図に示されている抵抗（ R_{LED} ）でLED電流を制限することが重要です。そうしないと、LEDがオンするときに生じる R_{IN} の電流ステップが、 V_{CC} をHBOヒステリシスより低くする可能性があります。この状況を阻止するには、次の関係を満たすように R_{IN} と R_{LED} の比を選択する必要があります。

$$\frac{R_{IN}}{R_{LED}} (V_{CC} - V_{LED}) < V_{HBHY} - 50\text{mV}$$

ここで、 V_{LED} はLEDの順方向電圧降下であり、HBOヒステリシスから50mVのマージンが差し引かれています。この例では1.1Vの V_{LED} の値を想定しています。与えられた電流レベルでの順方向電圧降下についてはLEDのデータシートを参照してください。

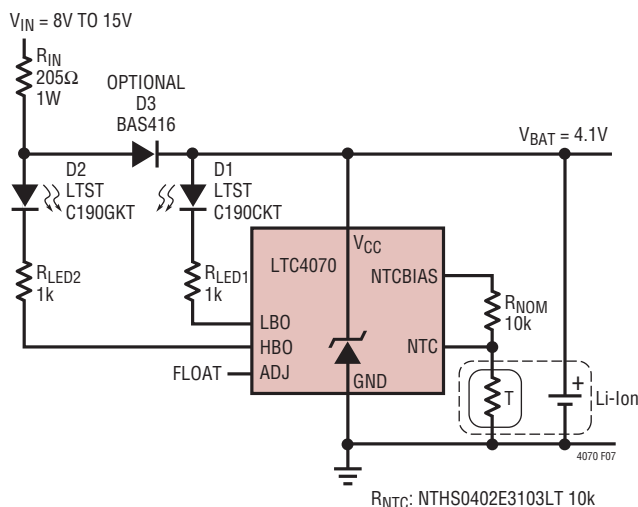


図7. LEDによる状態表示とNTCによるフロート電圧調整を行う1セル・チャージャ

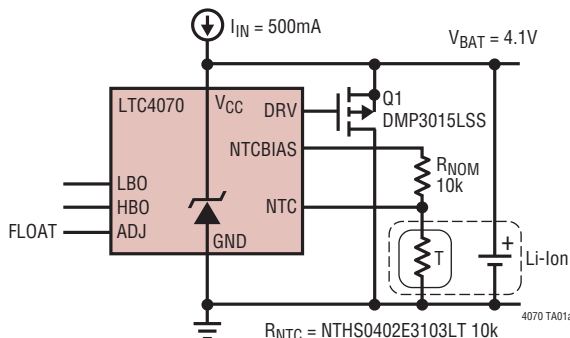
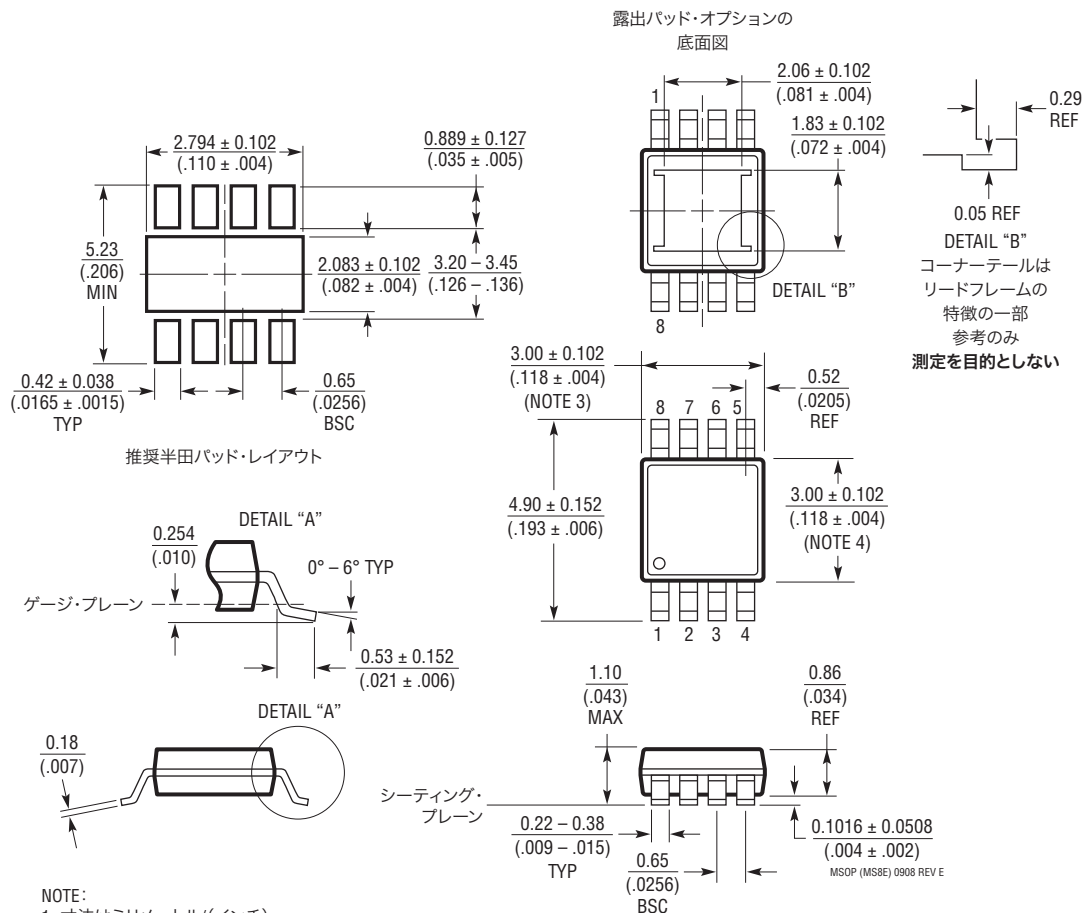


図8. 3セルNiMHバッテリーから1セル・リチウムイオン・バッテリーへの置き換え

パッケージ

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 E)



NOTE:

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(成形後のリードの底面)は最大0.102mm (0.004")であること

改訂履歴

Rev	日付	概要	ページ番号
A	4/10	図6でQ1の製品番号を変更	12
B	9/10	「概要」セクションの更新	1
		「発注情報」セクションの温度範囲を更新	2
		Note 2を更新	3
		「NTCによるフロート電圧調整 ($\Delta V_{\text{FLOAT(NTC)}}$)」セクションの文章更新	7
		「NTC保護」セクションの文章更新	9、10
		「関連製品」を更新	16

標準的応用例

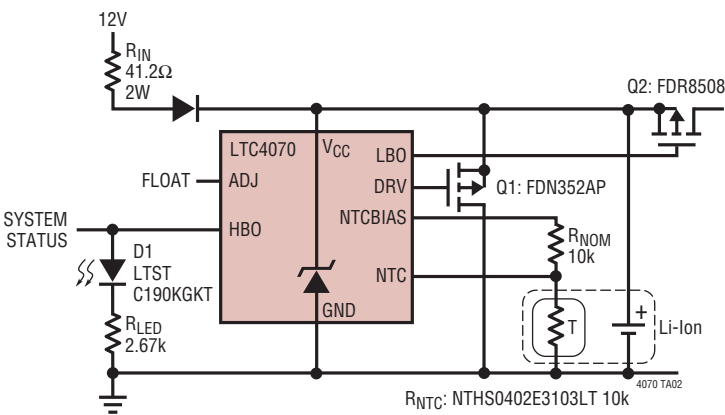


図9. ローバッテリー時に負荷を自動的に切断する、
12VのACアダプタからの205mAでの充電

関連製品

製品番号	説明	注釈
シャント・レギュレータ		
LT1389	ナノパワー高精度シャント電圧リファレンス	動作電流: 800nA、初期電圧精度: 0.05%、低ドリフト: 10ppm/°C
LT1634	マイクロパワー高精度シャント・リファレンス	動作電流: 10μA、初期電圧精度: 0.05%、低ドリフト: 10ppm/°C
スイッチング・レギュレータ		
LTC3588-1	3mm×3mm DFNおよび MSOPパッケージの 圧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
LTC3620	2mm×2mm DFNパッケージの超低消費電力 15mA降圧スイッチング・レギュレータ	高効率: 最大95%、最大電流出力: 15mA、外部設定可能な初期値50kHzの 内部周波数クランプにより可聴ノイズを最小に抑制、消費電流: 18μA、 入力電圧範囲: 2.9V~5.5V、低バッテリー検出
LTC3642	3mm×3mm DFN およびMSEパッケージの 高効率、高電圧50mA同期整流式降圧 コンバータ	広い入力電圧範囲: 4.5V~45V、60Vの入力過渡電圧に対する耐性あり、 ハイサイドおよびローサイド・パワースイッチ内蔵、補償が不要、出力電流: 50mA、 低損失動作: 100%デューティ・サイクル、低消費電流: 12μA
バッテリー・チャージャ		
LTC1734L	ThinSOTパッケージの リチウムイオン・バッテリー用リニア・チャージャ	LTC1734の低電流バージョン、50mA ≤ ICHRG ≤ 180mA
LTC4054L	ThinSOT パッケージのリチウムイオン・ バッテリー用スタンドアロン・リニア・チャージャ	LTC4054の低電流バージョン、10mA ≤ ICHRG ≤ 150mA、 過熱を防ぐサーマル・レギュレーション、C/10充電終了、パス・トランジスタ内蔵
LTC4065L	2mm×2mm DFNパッケージのリチウムイオン・ バッテリー用スタンドアロン250mAチャージャ	LTC4065の低電流バージョン、15mA ≤ ICHRG ≤ 250mA、 ±0.6%精度の4.2Vフロート電圧、高い充電電流精度: 5%
LTC4071	ローバッテリー切断機能付きリチウムイオン/ ポリマー・バッテリー用シャント・バッテリー・ チャージャ・システム	チャージャとバッテリー・バック保護機能を1個のICに搭載、低動作電流: 550nA、 内部シャント電流: 50mA、ピンで選択可能なフロート電圧: 4.0V、4.1V、4.2V、 8ピン2mm×3mm DFNおよびMSOPパッケージ