

補聴器向け 低消費電力ワイヤレス・チャージャ

特長

- 全機能完備の低消費電力ワイヤレス NiMH チャージャ
- 低い最小入力電圧: 2.2V
- ソリューション全体の体積が小さい
- 1.5V、25mA の 1 セル NiMH リニア・チャージャ
- 温度補償された充電電圧
- 過電圧制限機能を備えた整流器を内蔵
- 亜鉛空気電池の検出
- 逆極性保護
- 熱特性が改善された 6 ピン (2mm×2mm) DFN パッケージ

アプリケーション

- 補聴器
- スマート・カード
- フィットネス機器
- 可動装置あるいは回転装置

概要

LTC®4123 は、低消費電力のワイヤレス・レシーバおよび NiMH バッテリ用の定電流/定電圧リニア・チャージャです。外付けのプログラミング抵抗により、最大 25mA の充電電流が設定されます。温度補償された充電電圧機能により、NiMH バッテリが保護され、過充電を防止できます。

LTC4123 を使用したワイヤレス充電により、製品を筐体内に密閉した状態で充電することが可能になり、スペースに制約のある環境でかさばるコネクタをなくすることができます。また、LTC4123 は、可動装置や回転装置で使用される NiMH バッテリを充電することもできます。

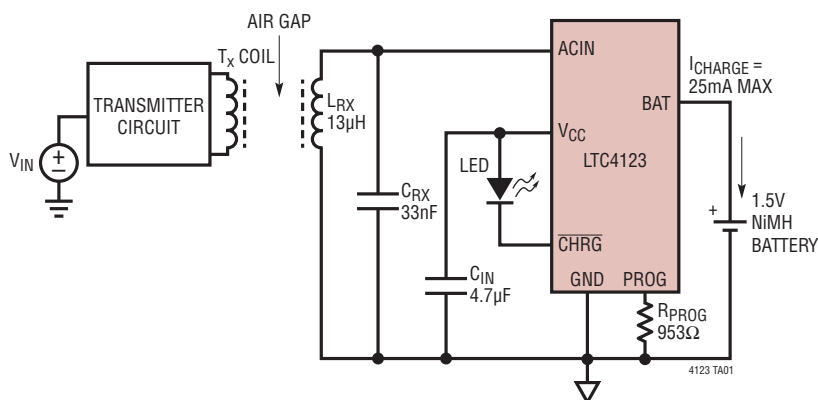
LTC4123 は、亜鉛空気電池ならびに逆極性で挿入されたバッテリの充電を防止します。LTC4123 は、温度が高すぎるか低すぎると充電を中断します。内蔵のタイマにより、時間に基づいて充電を終了することができます。

LTC4123 は 2mm×2mm DFN パッケージで外付け部品点数が少ないので、補聴器アプリケーションまたは小型ソリューション・サイズが必須のその他の低消費電力携帯機器に最適です。

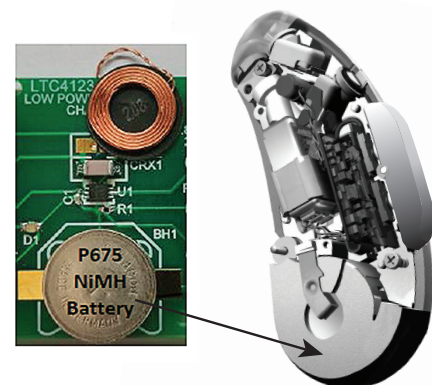
LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology および Linear のロゴは、リニアテクノロジー社の登録商標です。その他全ての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

標準的応用例

25mA の NiMH バッテリ・チャージャ



補聴器向けのワイヤレス充電ソリューション一式



LTC4123

絶対最大定格

(Note 1, 3)

入力電源電圧

V_{CC} $-0.3V \sim 5.5V$

$ACIN$ $-10V \sim V_{CC} + 1V$

入力電源電流

$I(ACIN)$ 200mA

BAT $-2V \sim 2V$

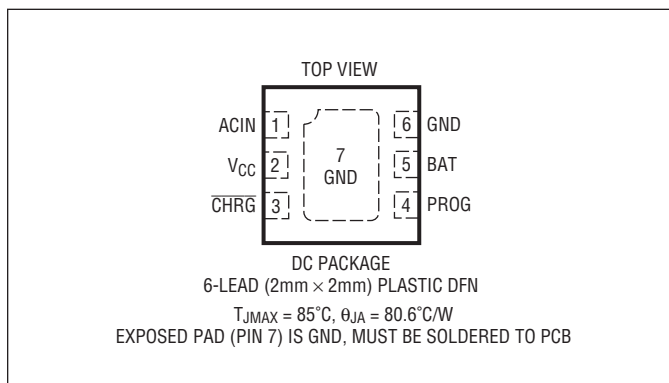
PROG、 $\overline{CHRG}$ $-0.3V \sim V_{CC} + 0.3V$

動作接合部温度範囲

(Note 2) $-20^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$

保存温度範囲 $-65 \sim 150^{\circ}C$

ピン配置



発注情報

無鉛仕上げ	テープ・アンド・リール	製品マーキング*	パッケージ	温度範囲
LTC4123EDC#PBF	LTC4123EDC#TRPBF	LGSY	6-Lead (2mm×2mm) Plastic DFN	$-20^{\circ}C$ to $85^{\circ}C$

更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。

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

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

一部のパッケージは、#TRMPBF 接尾部を付けることにより、指定の販売経路を通じて500個入りのリールで供給可能です。

電気的特性

●は規定動作接合部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。注記がない限り、 $V_{ACIN} = 0V$ 、 $V_{CC} = 5V$ (Note 2, 3, 4)。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
V _{CC}	Input Supply Operating Range		●	2.2		5	V
I _{VCC}	Input Quiescent Operating Current	Charging Terminated. I _{BAT} and I _{PROG} = 0A	●		125	200	μA
V _{UVLO}	Input Supply Undervoltage Lockout Threshold	V _{CC} Rising		1.88	1.95	2.02	V
	Hysteresis				40		mV
V _{BAT}	Battery Charge Voltage	T _A = 25°C		1.4955	1.5075	1.5195	V
		T _A = −10°C (Note 4)		1.580	1.595	1.610	V
		T _A = 75°C (Note 4)		1.3675	1.3825	1.3975	V
I _{BAT(LEAK)}	Battery Pin Discharge Current	Charger Terminated or V _{CC} < V _{UVLO} , V _{BAT} = 2V				100	nA
V _{PROG}	PROG Pin Servo Voltage				0.25		V
h _{PROG}	Ratio of BAT Current to PROG Current				96		mA/mA
I _{CHG}	Constant-Current Mode Charge Current	R _{PROG} = 23.7kΩ	●	0.73	1	1.27	mA
		R _{PROG} = 953Ω	●	22	25	28	mA
V _{UVCL}	Undervoltage Current Limit	R _{PROG} = 4.99kΩ			2.2		V
T _{CHG}	Charge Termination Period			4.8	6	7.2	Hours

4123f

電気的特性

●は規定動作接合部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。注記がない限り、 $V_{ACIN} = 0\text{V}$ 、 $V_{CC} = 5\text{V}$ (Note 2、3、4)。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
--------	-----------	------------	-----	-----	-----	-------

熱検出

	Cold Temperature Fault Threshold	Die Temperature Falling		-5		$^\circ\text{C}$
	Hysteresis			5		$^\circ\text{C}$
	Hot Temperature Fault Threshold	Die Temperature Rising		70		$^\circ\text{C}$
	Hysteresis			5		$^\circ\text{C}$

亜鉛空気電池の検出

V_{Zn-AIR}	Zinc-Air Fault Threshold Voltage	V_{BAT} Rising		1.60	1.65	V
	Hysteresis			40		mV
T_{Zn-AIR}	Zinc-Air Detection Period			80		s
	Charge Voltage Limit	During Zinc-Air Battery Detection		1.8		V
	Zinc-Air Detection Charge Current	$R_{PROG} = 23.7\text{k}\Omega$		1		mA

逆極性の検出

V_{REVPOL}	Reverse Polarity Threshold Voltage	V_{BAT} Falling		-50		mV
	Hysteresis			40		mV

ACの整流

$V_{CC(HIGH)}$	V_{CC} High Voltage Limit	V_{CC} Rising		5		V
$V_{CC(LOW)}$	V_{CC} Low Voltage Limit	V_{CC} Falling		3		V
	ACIN to V_{CC} Voltage Drop	$I_{VCC} = -20\text{mA}$, Charger Terminated		0.65		V

ステータス・ピン (CHRG)

I_{CHRG}	$\overline{\text{CHRG}}$ Pin Pull-Down Current	$V_{CHRG} = 450\text{mV}$		250	340	430	μA
	$\overline{\text{CHRG}}$ Leakage Current	$\overline{\text{CHRG}} = 5\text{V}$				1	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。また、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おそれがある。

Note 2: LTC4123は T_J が T_A とほぼ等しくなるような条件でテストされる。LTC4123Eは $0^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の接合部温度範囲で仕様を満たすことが保証されている。 $-20^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の動作接合部温度での仕様は、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。これらの仕様と合致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。接合部温度 (T_J ($^\circ\text{C}$)) は、周囲温度 (T_A ($^\circ\text{C}$)) および電力損失 (P_D (W)) から次式に従って計算される。

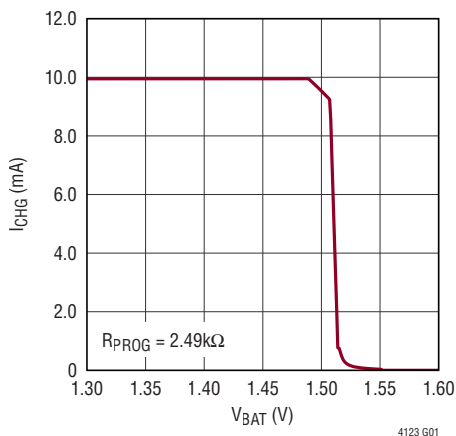
$$T_J = T_A + (P_D \cdot \theta_{JA}), \text{ここで、}\theta_{JA} \text{ (単位: } ^\circ\text{C/W) はパッケージの熱インピーダンス。}$$

Note 3: 注記がない限り、ピンに流れ込む電流は全て正で、全ての電圧はGNDを基準にしている。

Note 4: これらのパラメータは設計によって保証されており、全数テストは行われない。全温度範囲でのバッテリー・チャージャ電圧のばらつきは、「標準的性能特性」の曲線で示すように、 $\pm 15\text{mV}$ の幅で保証される。

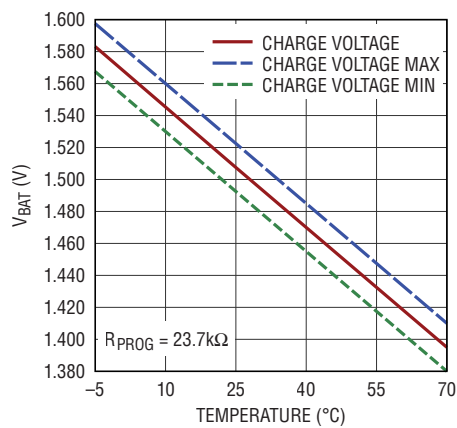
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

バッテリー充電電流と
バッテリー充電電圧



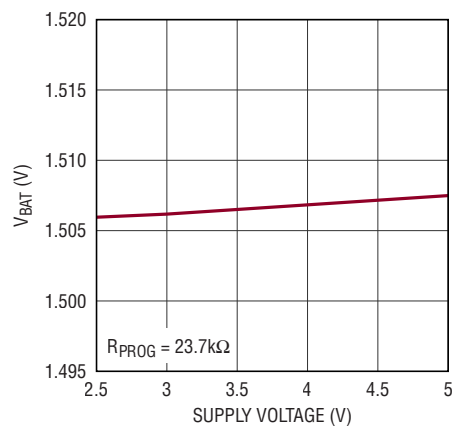
4123 G01

バッテリー充電電圧と温度



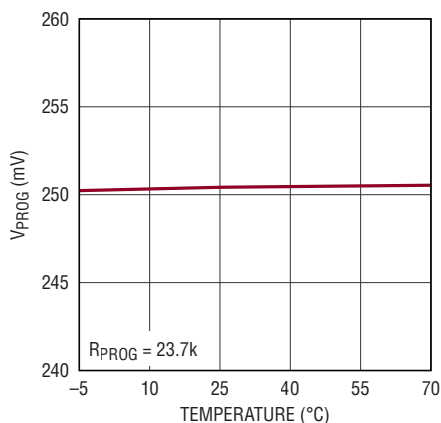
4123 G02

バッテリー充電電圧と電源電圧



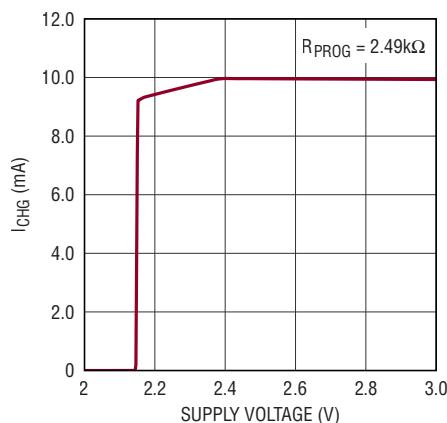
4123 G03

PROG ピンの電圧と温度
(定電流モード)



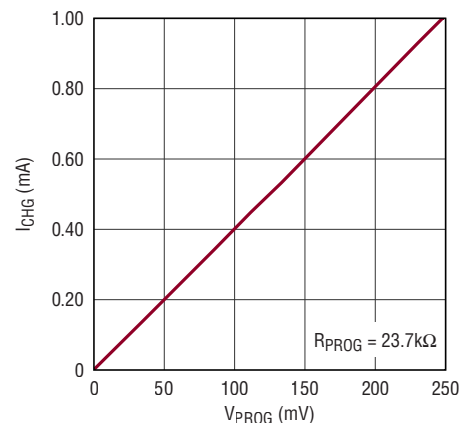
4123 G04

低電圧電流制限:
充電電流と電源電圧



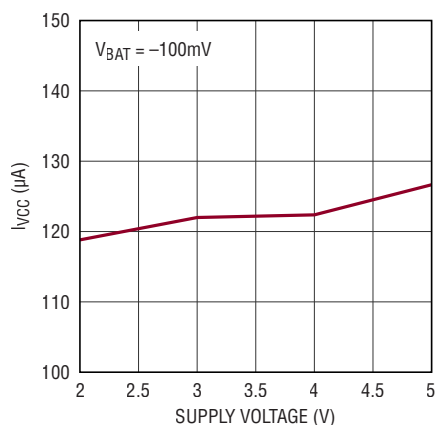
4123 G05

充電電流と PROG ピンの電圧



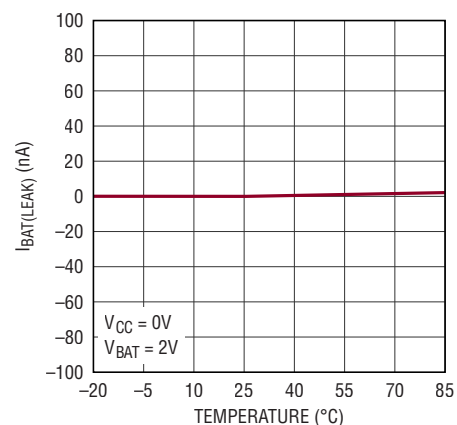
4123 G06

入力静止電流と電源電圧



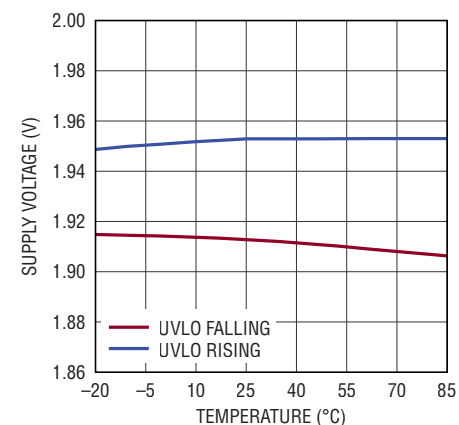
4123 G07

バッテリーの漏れ電流と温度

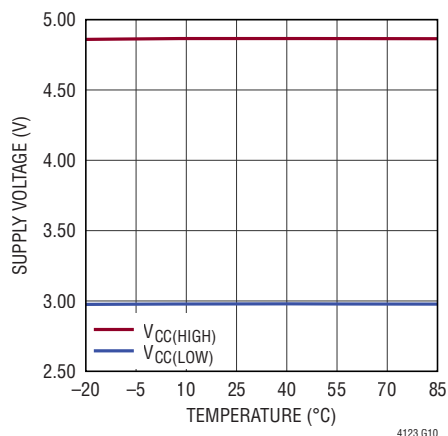


4123 G08

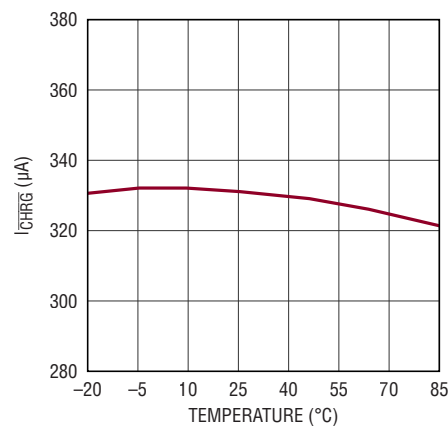
UVLO のしきい値と温度
(立ち上がりおよび立ち下がり)



4123 G09

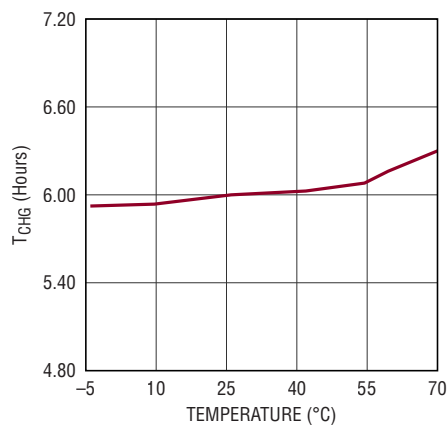
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。 V_{CC} の“H”および“L”のしきい値と温度

4123 G10

 $\overline{\text{CHRG}}$ のプルダウン電流と温度

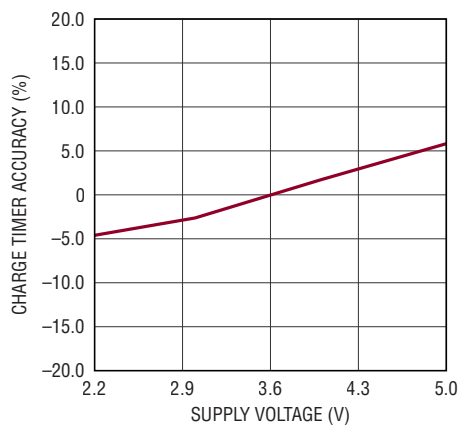
4123 G11

充電終了時間と温度



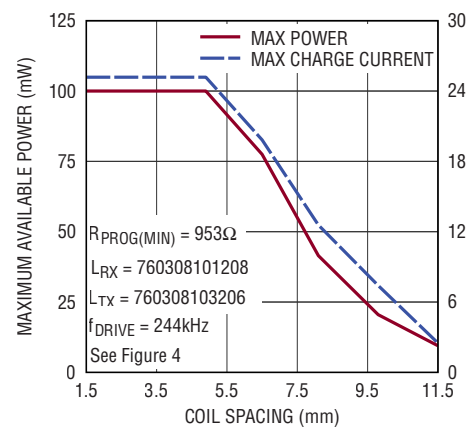
4123 G12

充電タイマの精度と電源電圧



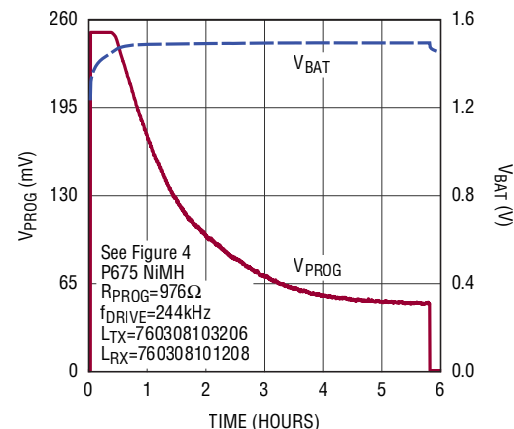
4123 G13

供給可能な最大のワイヤレス電力とコイルの間隔



4123 G14

標準的なワイヤレス充電サイクル



4123 G15

ピン機能

ACIN (ピン 1) : AC 入力電圧。(受電インダクタを含む) 外付けの LC タンク回路をこのピンに接続します。このピンを使用しない場合は、グラウンドに短絡します。

V_{CC} (ピン 2) : DC 入力電圧範囲は 2.2V ~ 5V です。内部ダイオードが ACIN ピン (アノード) とこのピン (カソード) の間に接続されています。ACIN ピンに AC 電圧が存在する場合、このピンの電圧は整流後の AC 電圧です。このピンとグラウンドの間に 4.7μF のコンデンサを接続します。ACIN ピンを使用しない場合 (グラウンドに短絡している場合) は、このピンを DC 電圧源に接続してデバイスに電力を供給し、バッテリーを充電します。

CHRG (ピン 3) : オープンドレインの充電状態出力。CHRG には、バッテリー・チャージャの状態を示すため、プルアップ抵抗あるいは LED が必要です。このピンで可能な状態は 4 種類あり、それは電源オン/充電中 (低速点滅)、電源なし/充電なし (高インピーダンス)、充電完了 (プルダウン)、および充電サイクル開始時での亜鉛空気電池/逆極性の検出/範囲外のバッテリー温度/UVCL (高速で点滅) です。電力を節約するため、このピンには 300μA のプルダウン電流源が実装されています。

PROG (ピン 4) : 充電電流の設定ピン。PROG とグラウンドの間に接続された 1% 精度の抵抗 (R_{PROG}) により、充電電流が設定されます。定電流充電モードでは、このピンの電圧は 0.25V に安定化されます。このピンの電圧と次式により、定電流の充電電流が設定されます。

$$I_{CHG} = \frac{96 \cdot V_{PROG}}{R_{PROG}} = \frac{24V}{R_{PROG}}$$

BAT (ピン 5) : バッテリー接続ピン。このピンには NiMH バッテリーを接続します。25°C のとき、バッテリー電圧は 1.5075V に安定化されます。この充電電圧は、温度係数 -2.5mV/°C により温度補償されます。

GND (ピン 6、露出パッド・ピン 7) : グラウンド。グラウンド・ピンを、適切な電氣的動作のため、適切な PCB の銅箔グラウンド・プレーンに接続します。定格の熱性能を得るため、露出パッドは PCB のグラウンドに半田付けする必要があります。

ブロック図

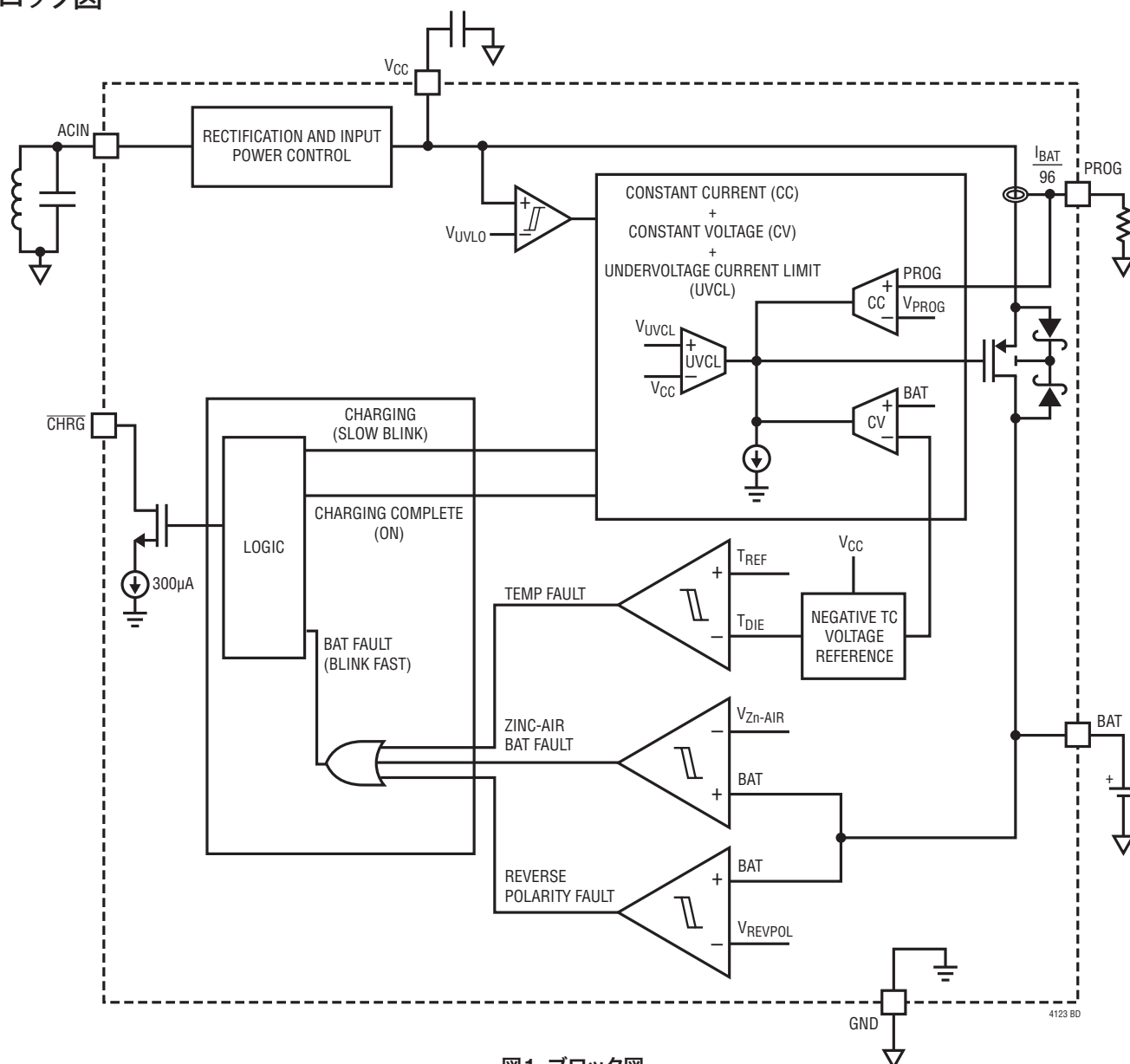


図1. ブロック図

動作

LTC4123は、1セルのNiMHバッテリーを無線で充電する目的で設計された低消費電力のバッテリー・チャージャです。このチャージャは、充電電流を最大25mAまでプログラム可能な定電流/定電圧の充電アルゴリズムを採用しています。最終的な充電電圧は、最適な充電状態に到達し、かつバッテリーの過充電を防止するために温度補償されます。また、LTC4123は、充電電圧の精度として $-5^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ の範囲で $\pm 15\text{mV}$ 以内を保証します(「標準的性能特性」を参照)。

ACINピンに接続された外付けの共振LCタンク回路により、デバイスは、送電コイルによって発生した交番磁界から無線で電力供給を受けることができます。ワイヤレス電力伝送システム一式は、(送電コイルの付いた)送電回路と(受電コイルの付いた)受電回路で構成されます。整流および入力電力制御回路(図1)は、ACINピンでのAC電圧を整流して、V_{CC}での整流後の電圧をV_{CC}(HIGH)(標準5V)より低い電圧に安定化します。

動作

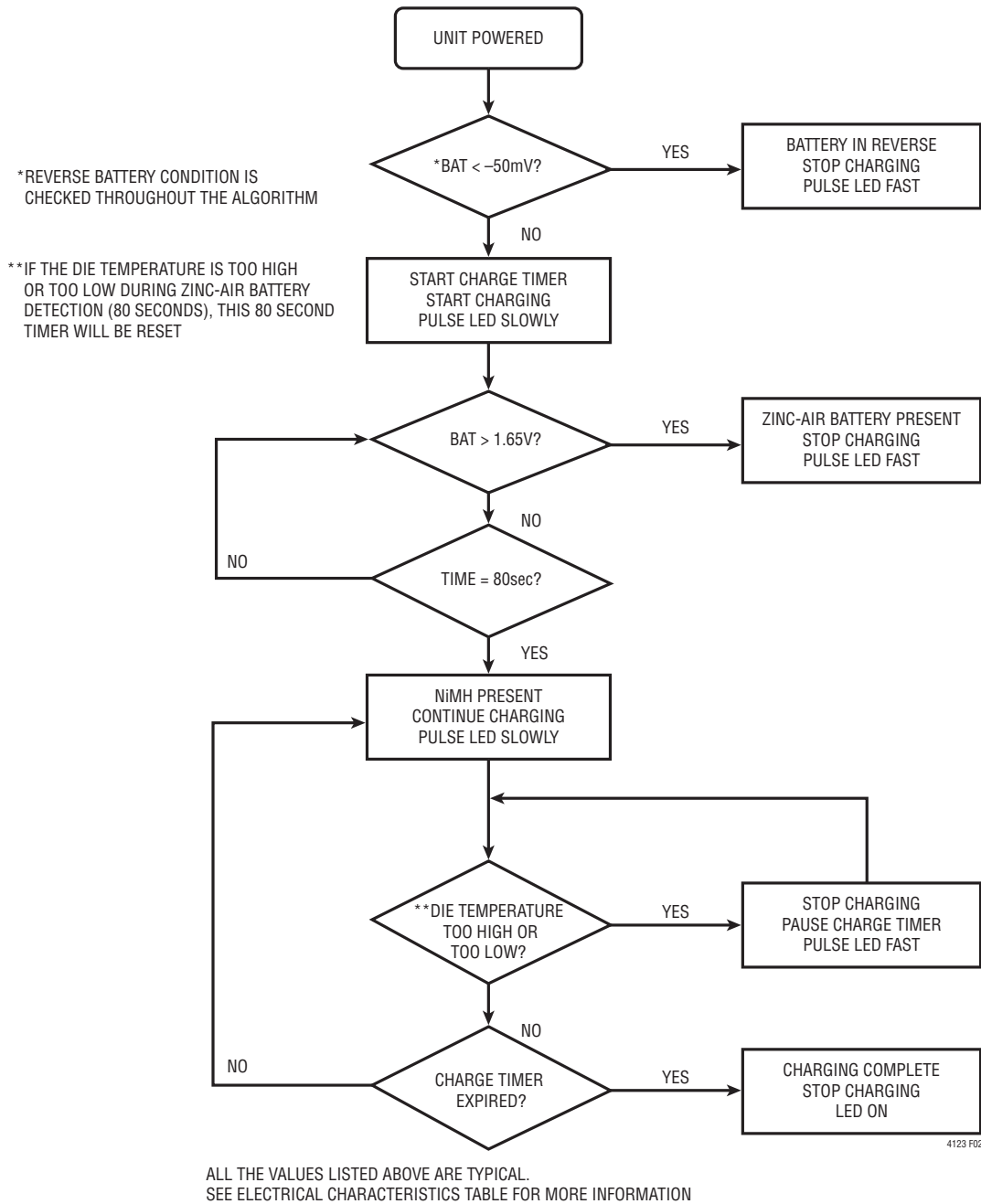


図2. 充電アルゴリズム

動作

$\overline{\text{CHRG}}$ ピンにLEDを接続して、充電サイクルおよび全てのフォルト状態のステータスを示すことができます。ダイ温度が70°Cより高くなるか-5°Cより低くなった場合、内部の熱制限回路は充電を停止して6時間の充電タイマを中断します。

標準的な充電サイクル(図2参照)では、デバイスに電源を投入すると、6時間の充電タイマが始動します。充電サイクルの最初めに、LTC4123は、バッテリーが逆方向に接続されているかどうか、または亜鉛空気電池がBATピンに接続されているかどうかを判別します。上記のフォルト条件のいずれかに該当する場合、BATピンは高インピーダンス状態になり、充電は直ちに停止します。 $\overline{\text{CHRG}}$ に接続されているLEDは、高速(標準6Hz)で点滅します。バッテリーが正しい極性で挿入されたNiMHバッテリーである場合、デバイスは定電流モードの設定電流レベルで充電し続け、 $\overline{\text{CHRG}}$ のLEDは低速(標準0.8Hz)で点滅します。

BATピンの電圧が最終的な充電電圧に近づくと、LTC4123は定電圧モードに入って充電電流は減少し始めます。充電電流は減少し続け、BATピンの電圧は適正な充電電圧に維持されます。充電終了タイマの期限が切れると、充電電流は流れなくなり、BATピンは高インピーダンス状態になります。充電サイクルが終了すると、 $\overline{\text{CHRG}}$ ピンのLEDは点滅を停止して、プルダウン状態になります。新しい充電サイクルを開始するには、ACINまたはV_{CC}の入力電圧を遮断してから入れ直してください。

入力電圧の制限

内部低電圧ロックアウト(UVLO)回路は、V_{CC}で入力電圧をモニタし、V_{CC}がV_{UVLO}(標準1.95V)より高くなるまでLTC4123をディスエーブルします。UVLO回路には約40mVのヒステリシスが組み込まれています。低電圧状態のとき、バッテリーの最大消費電流はI_{BAT(LEAK)}(標準100nA)です。

また、LTC4123は、入力電源電圧がV_{UVCL}(標準2.2V)より高くなるまで、設定電流で充電しないようにする低電圧電流制限(UVCL)回路を内蔵しています。UVCLが特に役立つのは、供給可能なワイヤレス電力が制限されている場合です。UVCL回路がない場合、受電コイルと送電コイルの間の磁気結合が小さいと、チャージャが満充電電流を供給しようとした場合に、UVLOが容易に作動する可能性があります。UVLOは充電電流を0にするので、電源電圧がUVLOしきい値より高くなり、チャージャが再度オンに切り替わることが可能になります。この振動性の動作により、充電が断続的になります。UVCL回路は、この望ましくない動作を防止します。

バッテリーのフォルト状態

LTC4123は、充電サイクルの最初に亜鉛空気電池の存在を検出します。最初に、LTC4123は満充電電流で電池を充電します。また、BATピンの電圧が充電タイマの始動からT_{Zn-AIR}(標準80秒)以内にV_{Zn-AIR}(標準1.65V)を超えると、LTC4123は、接続している電池が亜鉛空気電池であると判別し、充電は直ちに停止されます。それ以外の条件では、充電サイクルが正常に続行されます。亜鉛空気電池の充電抵抗はNiMHバッテリーより高いので、亜鉛空気電池の電圧は大幅に上昇します。 $\overline{\text{CHRG}}$ に接続されているLEDは、高速で点滅して、フォルト状態を示します。

LTC4123が充電サイクル開始時(電源を最初に投入してから標準で3秒後)にUVCLモードになっている場合は、満充電電流を供給して亜鉛空気電池検出を行なうことができません。この場合は、 $\overline{\text{CHRG}}$ でバッテリー・フォルトが表示されます(高速で点滅)。受電コイルと送電コイルの間の電磁結合を調整して、充電サイクルを再開します。

バッテリーを逆向きに挿入するか、またはダイ温度が70°Cより高くなるか-5°Cより低くなると、 $\overline{\text{CHRG}}$ に接続されているLEDは高速で点滅します。チャージャが動作している場合、 $\overline{\text{CHRG}}$ ピンの4つの異なる可能な状態を表1にまとめます。

表1. $\overline{\text{CHRG}}$ ピンの状態のまとめ

CHRGの点滅周波数	充電の状態
オン(プルダウン)	充電完了
低速で点滅(0.8Hz)	充電中
高速で点滅(6Hz)	フォルト: 充電なし、充電サイクル開始時の温度フォルト/バッテリー逆接続/亜鉛空気電池の存在/UVCL
オフ(高インピーダンス)	電源なし/充電なし

ワイヤレス電力なしの動作

LTC4123では、ACINピンを介して電力を無線で受け取る代わりに、DC電圧源をV_{CC}ピンに接続することによって電源を投入することができます。入力電源電圧をV_{CC}に接続する場合は、ACINピンを接地してください。

アプリケーション情報

ワイヤレス電力伝送

ワイヤレス電力伝送システムでは、電力は交番磁界を使用して送電します。送電コイルにAC電流が流れると、磁界が発生します。受電コイルをこの磁界に置くと、受電コイル内でAC電流が誘導されます。受電コイルで誘導されるAC電流は、トランスミッタに流れるAC電流と、送電コイルと受電コイルの間の電磁結合の関数です。LTC4123の内部ダイオードは、ACINピンのAC電圧を整流します。

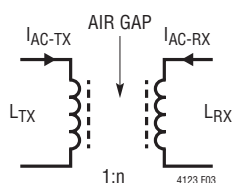


図3. ワイヤレス電力伝送システム

送電コイルのAC電流周波数と同じ周波数に調整されているLCタンク回路をACINピンに接続すれば、空隙を介した送電の範囲を共振を利用して改善することができます。

レシーバおよび単一トランジスタのトランスミッタ

図4に示す単一トランジスタのトランスミッタは、AC電流を送電コイル (L_{TX}) に流し込む目的で使用できるDC/ACコンバータの例です。

NMOS (M1) は、発振器 LTC6990 で生成したデューティ・サイクル 50% の方形波によって駆動されます。サイクルの前半に、M1 はオンになり、 L_{TX} を流れる電流は直線的に増加します。サイクルの後半に、M1 はオフになり、 L_{TX} を流れる電流は C_{TX} と L_{TX} によって形成される LC タンク回路を循環します。 L_{TX} を流れる電流を図5に示します。

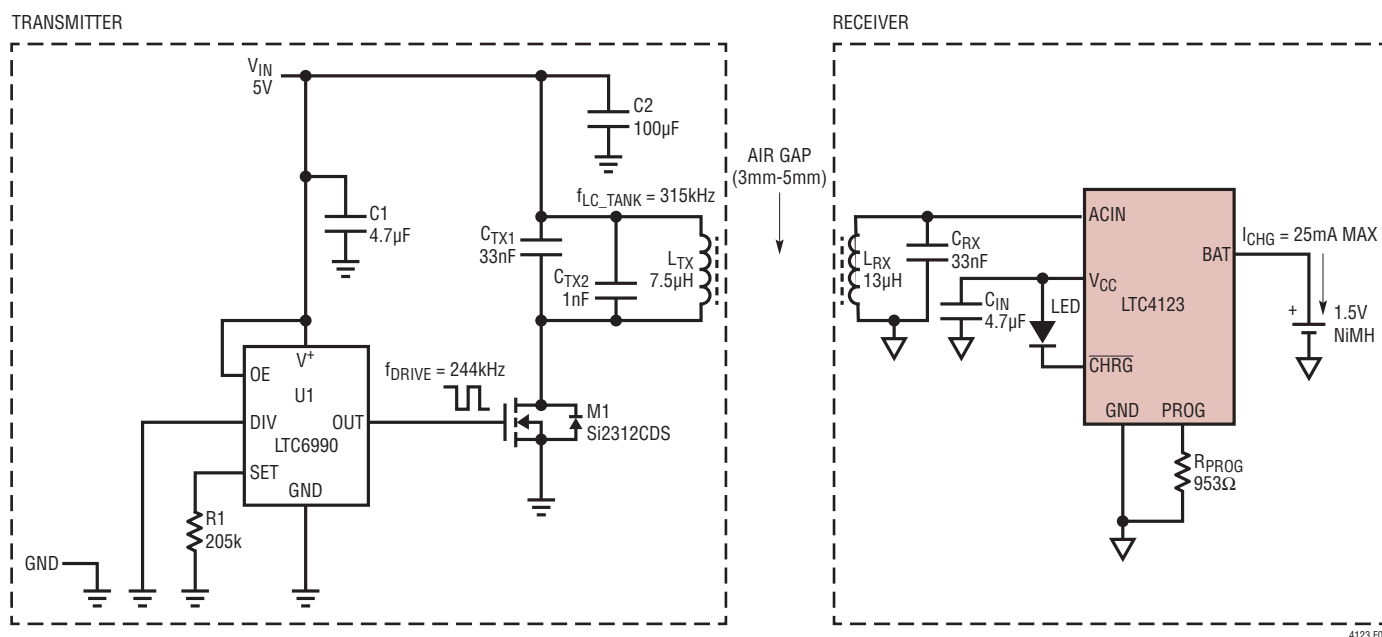


図4. DC/ACコンバータ、送電/受電コイル、調整済みのLTC4123共振レシーバ

アプリケーション情報

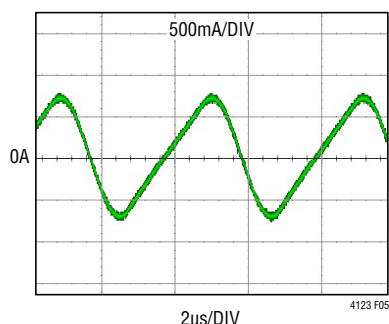


図5. トランスミッタ内の送電コイル(L_{TX})に流れる電流

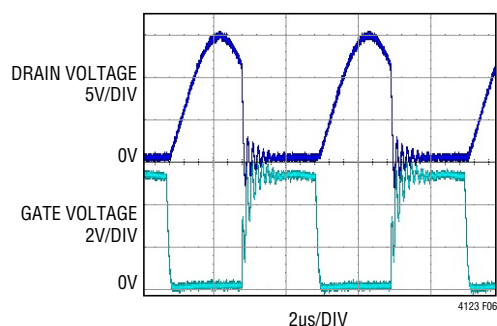


図6. NMOS (M1)のドレインおよびゲートの電圧、 $f_{TX_TANK} = f_{DRIVE}$ の場合

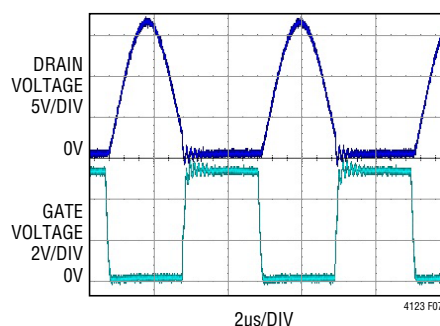


図7. NMOS (M1)のドレインおよびゲートの電圧、 $f_{TX_TANK} = 1.29 \cdot f_{DRIVE}$ の場合

LCタンク回路の送信周波数を駆動周波数の1.29倍に設定すると、M1でのスイッチング損失はゼロ電圧スイッチング(ZVS)により大幅に減少します。さまざまな f_{TX_TANK} 周波数でのZVSの状態を図6および図7に示します。

$$f_{TX_TANK} = 1.29 \cdot f_{DRIVE}$$

f_{DRIVE} は、LTC6990の抵抗 R_{SET} により設定されます。

f_{TX_TANK} は次式により設定されます。

$$f_{TX_TANK} = \frac{1}{2 \cdot \pi \sqrt{L_{TX} \cdot C_{TX}}}$$

M1のドレインに現われる送電コイル L_{TX} のピーク電圧は、次のとおりです。

$$V_{TX_PEAK} = 1.038 \cdot \pi \cdot V_{IN}$$

また、 L_{TX} を流れるピーク電流は次のとおりです。

$$I_{TX_PEAK} = \frac{0.36 \cdot V_{IN}}{f_{TX_TANK} \cdot L_{TX}}$$

更に、 L_{TX} を流れるRMS電流は次のとおりです。

$$I_{TX_RMS} = 0.66 \cdot I_{TX_PEAK}$$

レシーバのLCタンク回路(L_{RX} および C_{RX})は、送信側LCタンク回路の駆動周波数と同じ周波数に調整されます。

$$f_{RX_TANK} = f_{DRIVE}$$

ここで、 f_{RX_TANK} は次式で与えられます。

$$f_{RX_TANK} = \frac{1}{2 \cdot \pi \sqrt{L_{RX} \cdot C_{RX}}}$$

注記： f_{DRIVE} は容易に調整できるので、使用する部品点数を最小限に抑えて(つまり、 C_{RX} にして) f_{RX_TANK} を選択してから、 f_{DRIVE} を調整して一致させる方法が最善です。

送信コイルのAC電流量を増加する方法は、電源電圧(V_{IN})の増加、駆動周波数(f_{DRIVE})の低減、または送電コイルのインダクタンス(L_{TX})の低減です。伝送された電力の量は送電コイルのAC電流に比例するので、 V_{IN} 、 f_{DRIVE} 、および L_{TX} を変化させて、受電コイルへの電力伝送量を調整することができます。

アプリケーション情報

また、電力伝送全体の効率は、トランスミッタ回路およびレシーバ回路で使用される部品のQ値にも依存します。送電/受電コイルおよびコンデンサには、低抵抗の部品を選択してください。

伝送電力レベルの選択

前のセクションで説明したように、いくつかのパラメータを使用して、図4に示すトランスミッタの伝送電力を調整することができます。該当するパラメータは、電源電圧(V_{IN})、駆動周波数(f_{DRIVE})、および送電コイルのインダクタンス(L_{TX})です。伝送電力は、最悪の結合条件時(例えば、送信距離が最大で位置ずれが最悪の場合)に目的の出力電力を受信できるよう、できるだけ低く設定します。伝送電力の増加により、LTC4123 ベースのレシーバに伝送できる電力が増加しますが、送電コイルの定格電流を超えないように注意する必要があります。更に、LTC4123は、過剰な受電電力を分岐する機能を備えていますが、これによってLTC4123の温度は上昇し始めます。LTC4123のダイ温度はバッテリーの温度とほぼ等しいとみなせるので、ダイ温度の上昇を最小限に抑えて、正確な充電電圧を維持することが重要です。

送電インダクタの定格電流を使用して上限を設定し、最悪の結合条件のときに充電電流が悪い影響を受けるまで、伝送電力は減少方向に調整します。充電電流はPROGピンの電圧を使用して容易にモニタできます。

伝送電力レベルが決定したら、満充電バッテリーまたはバッテリー・シミュレータを使用した最高の結合条件で送電コイルと受電コイルを配置します。このシナリオでは、LTC4123は過剰な電力を分岐します。赤外線センサを使用してLTC4123の温度を測定するか、またはバッテリー充電電圧の負の温度係数を温度の表示として使用します。最高の結合条件下で測定された充電電圧は、最悪の結合条件下で測定された充電電圧の10～15mV以内になります(バッテリー電流を同じとした場合)。

単トランジスタのトランスミッタとLTC4123レシーバ設計例

図4の例は、共振結合の単トランジスタ・トランスミッタおよびLTC4123チャージャの設計回路を示します。この設計回路を完成するために必要な手順を以下に説明します。

1. LTC4123の充電電流を設定します。この例では、必要な充電電流は25mAです。

$$R_{PROG} = \frac{24V}{25mA} = 960\Omega$$

960Ωは標準の1%精度の値ではないので、目標値の1%以内の充電電流を得るために、1%精度の953Ω抵抗を選択しています。

2. レシーバ共振周波数を決定して、レシーバのLCタンク回路の部品の値を設定します。

部品点数が少なくなる共振周波数を選択するのが最善の方法です。この例では、レシーバの共振周波数として244kHzを選択しています。244kHzでは、選択した受電コイル(13μH)の場合に必要なタンク容量(C_{RX})は33nFです。33nFはコンデンサの標準値なので、タンク容量に必要な部品は1個で済みます。タンク容量の計算式を次に示します。

$$C_{RX} = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot f_{RX-TANK}^2 \cdot L_{RX}} = 32.7nF = 33nF$$

C_{RX} には、最小電圧定格が25Vで精度が5%(または1%)の33nFコンデンサを選択します。高い電圧定格は、通常、高いQ値に対応し、それは望ましいことです。ただし、電圧定格が高いほど、通常はパッケージ・サイズも大きくなります。

3. 単トランジスタ・トランスミッタの駆動周波数(f_{DRIVE})を設定します。

f_{DRIVE} はレシーバの共振周波数と同じ値に設定します。

$$R_{SET} = \frac{1MHz}{N_{DIV}} \cdot \frac{50k\Omega}{244kHz} = 205k\Omega$$

ここで、LTC6990のDIVピンは接地しているので、 $N_{DIV} = 1$ です。1%精度の205kΩ(標準値)抵抗を選択します。LTC6990発振器に関する詳細は、データシートを参照してください。

アプリケーション情報

4. 単トランジスタ・トランスミッタのLCタンク回路の部品の値を設定します。 f_{drive} が244kHzである場合、送電側のLCタンク周波数($f_{\text{TX-TANK}}$)は次のとおりです。

$$f_{\text{TX-TANK}} = 1.29 \cdot 244\text{kHz} = 315\text{kHz}$$

この例で使用した送電コイル(L_{TX})は7.5μHです。送電側のタンク容量(C_{TX})は次式で計算できます。

$$C_{\text{TX}} = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot f_{\text{TX-TANK}}^2 \cdot L_{\text{TX}}} = 34\text{nF}$$

34nFはコンデンサの標準値ではないので、33nFのコンデンサと1nFのコンデンサを並列に使用して、 C_{TX} の計算値との差が1%以内になるようにします。 C_{TX} コンデンサの推奨の定格は50Vで許容誤差は5%(または1%)です。

5. 送電コイルを流れるAC電流が定格電流範囲内に十分入っているかどうかを確認します。

この例では、基本的なトランジスタのトランスミッタの電源電圧は5Vです。送電コイル(L_{TX})を流れるAC電流のピーク値は、次のように計算できます。

$$I_{\text{TX-PEAK}} = \frac{0.36 \cdot V_{\text{IN}}}{f_{\text{TX-TANK}} \cdot L_{\text{TX}}} = \frac{0.36 \cdot 5\text{V}}{315\text{kHz} \cdot 7.5\mu\text{H}} = 0.76\text{A}$$

また、 $I_{\text{TX-RMS}} = 0.66 \cdot 0.76 = 0.5\text{A}$ です。

送電コイルの定格電流は1.55Aです(詳細については、Würthの760308103206データシートを参照)。 $I_{\text{TX-RMS}}$ の計算値は定格電流より十分に低い値です。

選択した伝送電力レベルでは、LTC4123が過剰に発熱しないことを確認してください。詳細については、「伝送電力レベルの選択」のセクションを参照してください。

表2. LTC4123レシーバの推奨部品

品目	部品の概要	メーカー/製品番号
C _{IN}	コンデンサ、チップ、X5R、4.7μF、±10%、10V、0402	Samsung Electro-Mechanics America Inc. CL05A475KP5NRNC
L _{RX}	13μH、10mm、受電コイル	Würth 760308101208
C _{RX1}	コンデンサ、チップ、C0G、33nF、±5%、50V、0805または	TDK C2012C0G1H333J125AA
	コンデンサ、チップ、C0G、33nF、±1%、50V、1206	村田製作所 GCM3195C1H333FA16D
D1	LED、630nm、赤、0603、SMD	ローム SML-311UTT86
R _{PROG}	抵抗、チップ、953Ω、±1%、1/16W、0402	VISHAY CRCW0402953RFKED

表3. 単トランジスタ・トランスミッタの推奨部品

品目	部品の概要	メーカー/製品番号
C1	コンデンサ、チップ、X5R、4.7μF、±20%、6.3V、0402	TDK C1005X5R0J475M
C2	コンデンサ、チップ、X5R、100μF、±20%、6.3V、1206	村田製作所 GRM31CR60J107ME39L
L _{TX}	7.5μH、28mm×15mm、送電コイル	Würth 760308103206
C _{TX1}	コンデンサ、チップ、C0G、33nF、±5%、50V、0805	TDK C2012C0G1H333J125AA
C _{TX2}	コンデンサ、チップ、C0G、1nF、±5%、50V、0603	TDK C1608C0G1H102J080AA
D1	LED、赤、SMT、0603	LITEON LTST-C193KRKT-5A
M1	MOSFET、Nチャネル20V、6A、SOT-23-3	Vishay Si2312CDS-T1-GE3
R _{SET}	抵抗、チップ、205kΩ、±1%、1/16W、0402	Vishay CRCW0402205KFKED
U1	IC、TimerBlox: 電圧制御シリコン発振器、2mm×3mm DFN	リニアテクノロジ LTC6990IDCB

アプリケーション情報

トランスミッタおよびレシーバの部品選択

前のセクションで説明した設計例でLTC4123から最適な性能を確実に引き出すには、表2および表3に示す部品をそれぞれレシーバおよびトランスミッタに使用することを推奨します。良好なQ値を持つ受電コイルおよび送電コイルを選択して、送電全体の効率を向上させます。フェライトを使用して送電コイルと受電コイルの間の電磁結合を改善し、それ以外の送電回路と受電回路をAC磁界から遮蔽します。C0Gセラミックスなど、低ESRで低熱係数のコンデンサを受電と送電のLCタンク回路で使用します。

CHRG ステータス・インジケータの部品選択

CHRGに接続しているLEDの電源は、300 μ Aのプルダウン電流源によって供給されます。順方向電圧降下の小さい高効率のLEDを選択します。いくつかの推奨部品を表4に示します。

表4. 推奨のLED

メーカー/製品番号	部品の概要
SML-311UTT86	ローム、LED、630nm、赤、0603、SMD
LTST-C193KRKT-5A	Lite-On Inc.、LED、赤、SMT、0603

安定性に関する検討事項

LTC4123には、定電流(CC)、定電圧(CV)、および低電圧電流制限(UVCL)という3つの制御ループがあります。定電流モードでは、PROGピンが帰還ループ内にあります。PROGピンの容量によって追加のポールが形成されます。したがって、このピンの容量を最小限に抑える必要があります。PROGピンに追加の容量がない場合、最大23.7k Ω の設定抵抗でLTC4123チャージャは安定します。ただし、PROGピンに容量を追加すると、許容できる最小の充電電流は制限されます。

UVCLモードでは、V_{CC}ピンが帰還ループ内にあります。電源からV_{CC}ピンまでの直列抵抗とV_{CC}ピンのデカップリング・コンデンサも、余計なポールを形成します。V_{CC}ピンの直列抵抗は大きく変動する可能性があり、ACINピンに接続しているLCタンク回路に依存します。LTC4123は、電源とV_{CC}ピンの間に1 μ F～10 μ Fのデカップリング・コンデンサまたは最大100 Ω ～10k Ω の等価直列抵抗(あるいはその両方)を接続することにより、動作が内部で補償されます。

亜鉛空気電池の検出

亜鉛空気電池の検出時には、設定された最大の充電電流が、チャージャの電源投入後最大80(T_{Zn-AIR})秒間電池に流れ込みます。設定された最大の充電電流が必要なのは、亜鉛空気電池の検出を正常に実行するためです。

入力電源の最初の投入時に、設定された充電電流をチャージャが供給できない場合、チャージャはフォルト・モードを示し、CHRGのLEDは高速で点滅します。例えば、送電コイルと受電コイル間の位置ずれにより、充電サイクルの初めに設定充電電流が減少する場合があります。充電サイクルを再開するには、レシーバを移動してトランスミッタの磁界から離し、もう一度試みる必要があります。

低温時には、満充電状態のNiMHバッテリーで複数の充電サイクルが開始された場合、LTC4123はその電池を亜鉛空気電池として検出し、フォルトを示す可能性があります(高速で点滅)。この理由は、満充電状態のNiMHバッテリーの内部インピーダンスが低温ではきわめて高いからです。

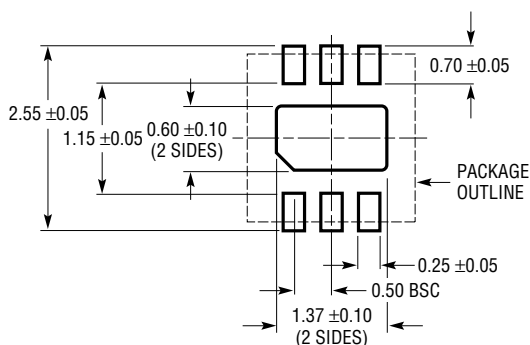
基板レイアウトに関する検討事項

V_{CC}のバイパス・コンデンサは、V_{CC}ピンにできるだけ近づけて接続します。バイパス・コンデンサのグランド帰路からLCタンク回路のグランド帰路までのトレース接続はできるだけ短くして、ACノイズを最小限に抑えて局所化するようにします。PROGピン上の寄生容量を最小限に抑えるため、PROGピンからプログラミング抵抗までのトレース接続は、できるだけ短くします。この抵抗のグランド帰路は、できるだけ短いトレース長で露出パッドを介してGNDに接続します。

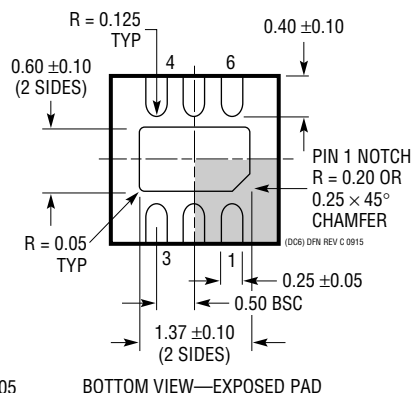
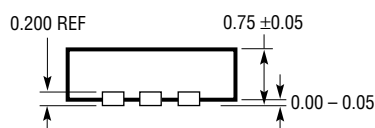
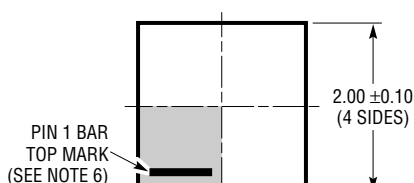
パッケージ

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/product/LTC4123#packaging> を参照してください。

DC6 Package 6-Lead Plastic DFN (2mm × 2mm) (Reference LTC DWG # 05-08-1703 Rev C)



RECOMMENDED SOLDER PAD PITCH AND DIMENSIONS

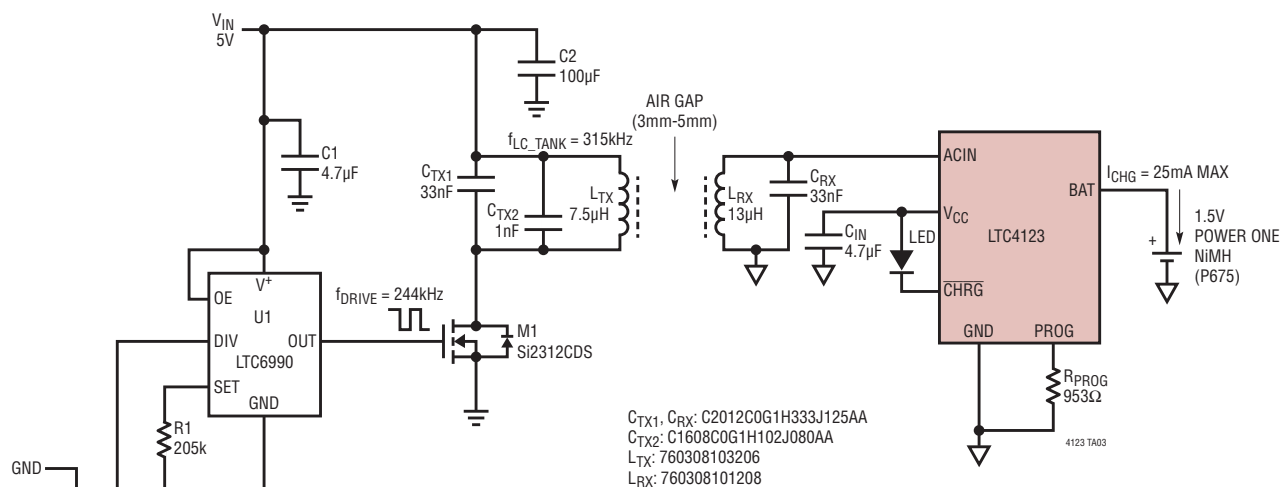


注記:

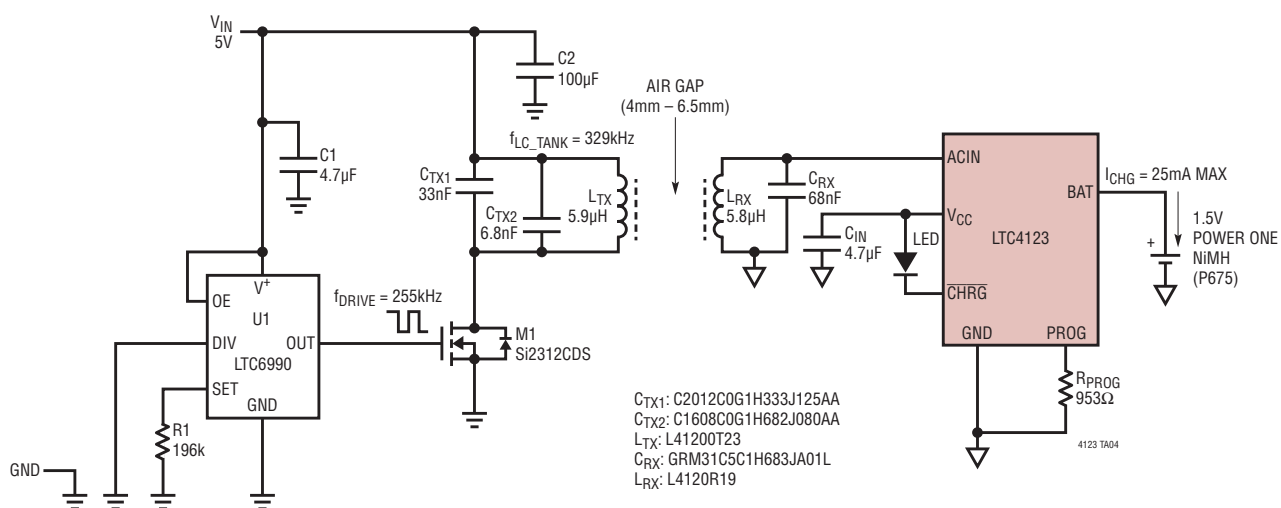
1. 図はJEDECのパッケージ外形MO-229のバリエーション(WCCD-2)になる予定
2. 図は実寸とは異なる
3. 全ての寸法はミリメートル
4. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない
モールドのバリは(もしあれば)各サイドで0.15mmを超えないこと
5. 露出パッドは半田メッキとする
6. 灰色の部分はパッケージの上面と底面のピン1の位置の参考に過ぎない

標準的応用例

244kHzで調整された25mA、p675ワイヤレスNiMHリニア・チャージャ



255kHzで調整された25mA、p675ワイヤレスNiMHリニア・チャージャ



関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC4120	ワイヤレス・パワー・レシーバ/ 400mA 降圧バッテリー・チャージャ	1〜2セルのワイヤレス・リチウムイオン・チャージャ、充電電流400mA、動的整合化制御、広い入力電圧範囲:12.5V〜40V、16ピン3mm×3mm QFN パッケージ。
LTC4125	5W AutoResonant ワイヤレス・パワー・ トランスミッタ	モノリシック AutoResonant フル・ブリッジ・ドライバ。電力伝送によりレシーバの負荷を自動的に調整、異物検出、広い動作スイッチング周波数範囲:50kHz〜250kHz、入力電圧範囲:3V〜5.5V、20ピン4mm×5mm QFN パッケージ
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・バッテリー向け 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)、50mAの内部シャント電流、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。