

最大電力点追従制御 (MPPT) 機能を備えた高電圧、大電流の昇降圧 バッテリー充電コントローラ

特長

- 入力電圧範囲: 6V ~ 80V
- V_{BAT} の電圧範囲: 1.3V ~ 80V
- 1本のインダクタで、 V_{BAT} より高い、低い、または等しい入力電圧が可能
- 太陽電池式充電向けの自動 MPPT
- 自動的な温度補償
- ソフトウェアまたはファームウェアの開発が不要
- 太陽電池パネルまたは DC 電源による動作
- 入力電流と出力電流のモニタ・ピン
- 4つの帰還ループを内蔵
- 同期可能な固定周波数: 100kHz ~ 400kHz
- 64ピン (7mm×11mm×0.75mm) QFN パッケージ

アプリケーション

- 太陽電池式バッテリー・チャージャ
- 多様な種類の鉛蓄電池充電
- リチウムイオン・バッテリー・チャージャ
- バッテリー装着型の産業用機器または軍用携帯機器

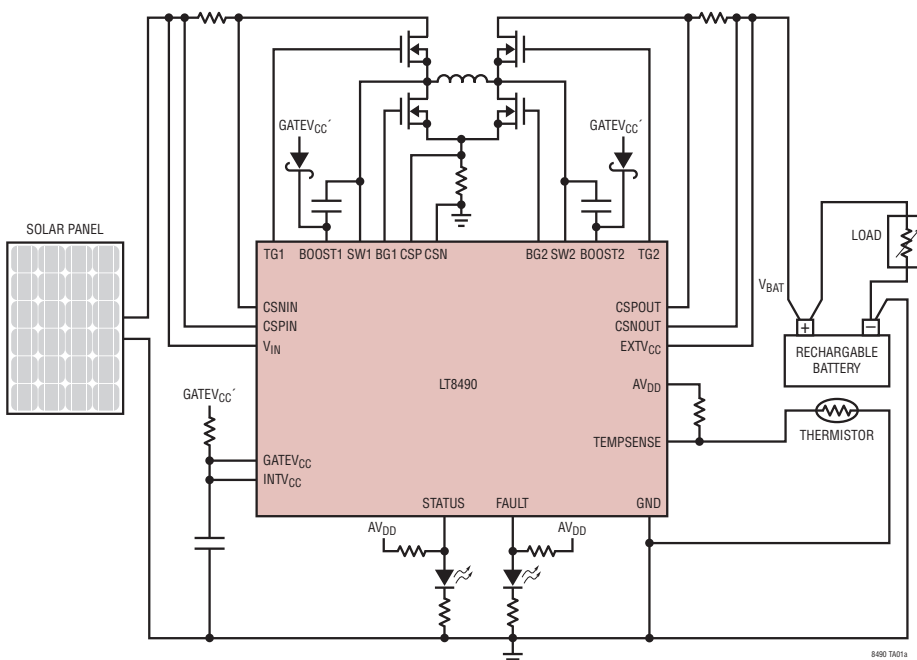
概要

LT[®]8490 は、密閉型鉛 (SLA) 蓄電池、浸水鉛蓄電池、ゲル電池、リチウムイオン電池など、大半の種類のバッテリーで使用される定電流/定電圧 (CCCV) 充電プロファイルを実装した昇降圧スイッチング・レギュレータ・バッテリー・チャージャです。このデバイスは出力電圧より高い、低い、または等しい入力電圧で動作し、太陽電池パネルまたは DC 電源を電源にすることができます。内蔵のロジック回路により、太陽電池アプリケーション向けの自動最大電力制御 (MPPT) 機能を実現します。LT8490 は、バッテリーに熱的に結合した外付けのサーミスタを検出することにより、温度を自動的に補償できます。チャージャの情報を含んでいる STATUS ピンおよび FAULT ピンの信号を使用して、LED インジケータ・ランプを駆動できます。LT8490 は高さの低い (0.75mm) 7mm×11mm の 64 ピン QFN パッケージで供給されます。

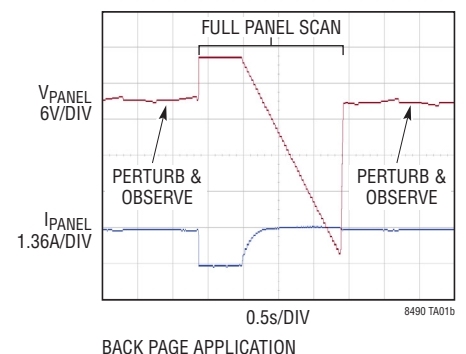
LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology および Linear のロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。Hot Swap はリニアテクノロジー社の商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

標準的応用例

太陽電池式バッテリー・チャージャの簡略回路図



最大電力点追従制御



LT8490

絶対最大定格

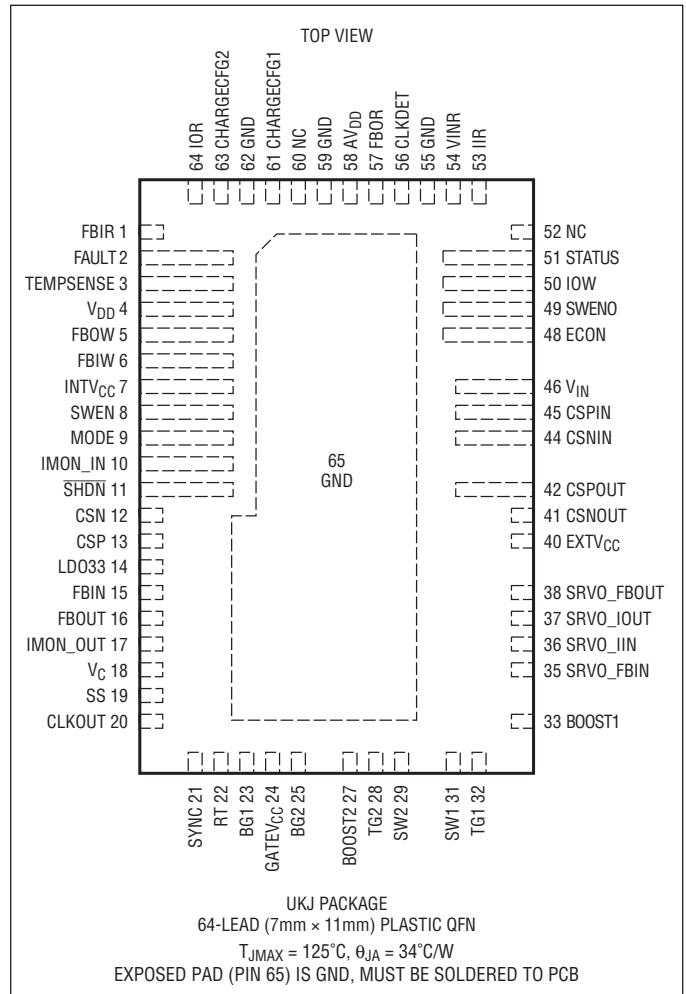
(Note 1)

$V_{CSP} - V_{CSN}$, $V_{CSPIN} - V_{CSNIN}$, $V_{CSPOUT} - V_{CSNOUT}$	-0.3V ~ 0.3V
SS, CLKOUT, CSP, CSN の電圧	-0.3V ~ 3V
V_C の電圧 (Note 2)	-0.3V ~ 2.2V
LD033, V_{DD} , AV_{DD} の電圧	-0.3V ~ 5V
RT, FBOUT の電圧	-0.3V ~ 5V
IMON_IN, IMON_OUT の電圧	-0.3V ~ 5V
SYNC の電圧	-0.3V ~ 5.5V
INTV _{CC} , GATEV _{CC} の電圧	-0.3V ~ 7V
$V_{BOOST1} - V_{SW1}$, $V_{BOOST2} - V_{SW2}$	-0.3V ~ 7V
SWEN, MODE の電圧	-0.3V ~ 7V
SRVO_FBIN, SRVO_FBOU の電圧	-0.3V ~ 30V
SRVO_IIN, SRVO_IOUT の電圧	-0.3V ~ 30V
FBIN, SHDN の電圧	-0.3V ~ 30V
CSNIN, CSPIN, CSPOUT, CSNOUT の電圧	-0.3V ~ 80V
V_{IN} , EXT _{CC} の電圧	-0.3V ~ 80V
SW1, SW2 の電圧	81V (Note 5)
BOOST1, BOOST2 の電圧	-0.3V ~ 87V
BG1, BG2, TG1, TG2	(Note 4)
IOW, ECON, CLKDET の電圧	-0.3V ~ $V_{DD} + 0.5V$
SWENO, STATUS の電圧	-0.3V ~ $V_{DD} + 0.5V$
FBOW, FBIW, FAULT の電圧	-0.3V ~ $V_{DD} + 0.5V$
VINR, FBOR, IIR, IOR の電圧	-0.3V ~ $V_{DD} + 0.5V$
TEMPSENSE の電圧	-0.3V ~ $V_{DD} + 0.5V$
CHARGECFG2, CHARGECFG1 の電圧	-0.3V ~ $V_{DD} + 0.5V$

動作接合部温度範囲

LT8490E (Note 1, 3)	-40°C ~ 125°C
LT8490I (Note 1, 3)	-40°C ~ 125°C
保存温度範囲	-65°C ~ 150°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
LT8490EUKJ#PBF	LT8490EUKJ#TRPBF	LT8490UKJ	64-Lead (7mm x 11mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
LT8490IUKJ#PBF	LT8490IUKJ#TRPBF	LT8490UKJ	64-Lead (7mm x 11mm) Plastic QFN	-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。

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。

電気的特性 ● は全動作温度範囲で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、 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $V_{DD} = AV_{DD} = 3.3\text{V}$ 、 $\overline{\text{SHDN}} = 3\text{V}$ 。(Note 3)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
電源およびレギュレータ						
V_{IN} Operating Voltage Range (Note 7)		●	6		80	V
V_{IN} Quiescent Current	Not Switching, $V_{EXTVCC} = 0$, $V_{DD} = AV_{DD} = \text{Float}$			2.65	4.2	mA
V_{IN} Quiescent Current in Shutdown	$V_{\overline{\text{SHDN}}} = 0\text{V}$			0	1	μA
V_{DD} Quiescent Current	$I_{AVDD} + I_{VD}$, $V_{DD} = AV_{DD} = 3.3\text{V}$	●	2.5	4	6.5	mA
$EXTV_{CC}$ Switchover Voltage	$I_{INTVCC} = 20\text{mA}$, V_{EXTVCC} Rising	●	6.15	6.4	6.6	V
$EXTV_{CC}$ Switchover Hysteresis				0.18		V
LDO33 Pin Voltage	5mA from LDO33 Pin	●	3.23	3.295	3.35	V
LDO33 Pin Load Regulation	$I_{LDO33} = 0.1\text{mA}$ to 5mA			-0.25	-1	%
LDO33 Pin Current Limit		●	12	17.25	22	mA
LDO33 Pin Undervoltage Lockout	LDO33 Falling		2.96	3.04	3.12	V
LDO33 Pin Undervoltage Lockout Hysteresis				35		mV
スイッチング・レギュレータの制御						
$\overline{\text{SHDN}}$ Input Voltage High	$\overline{\text{SHDN}}$ Rising to Enable the Device	●	1.184	1.234	1.284	V
$\overline{\text{SHDN}}$ Input Voltage High Hysteresis				50		mV
$\overline{\text{SHDN}}$ Input Voltage Low	Device Disabled, Low Quiescent Current	●			0.35	V
$\overline{\text{SHDN}}$ Pin Bias Current	$V_{\overline{\text{SHDN}}} = 3\text{V}$ $V_{\overline{\text{SHDN}}} = 12\text{V}$			0 11	1 22	μA μA
SWEN Rising Threshold Voltage		●	1.156	1.206	1.256	V
SWEN Threshold Voltage Hysteresis				22		mV
MODE Pin Thresholds	Discontinuous Mode Forced Continuous Mode	● ●	 0.4		2.3	V V
IMON_OUT Rising threshold for CCM Operation	MODE = 0V	●	168	195	224	mV
IMON_OUT Falling threshold for DCM	MODE = 0V	●	95	122	150	mV
電圧レギュレーション						
Regulation Voltage for FBOU	$V_C = 1.2\text{V}$, $EXTV_{CC} = 0\text{V}$	●	1.193	1.207	1.222	V
Regulation Voltage for FBIN	$V_C = 1.2\text{V}$, $EXTV_{CC} = 0\text{V}$	●	1.184	1.205	1.226	V
FBOU Pin Bias Current	Current Out of Pin			15		nA
FBIN Pin Bias Current	Current Out of Pin			10		nA
電流レギュレーション						
Regulation Voltage for IMON_IN and IMON_OUT	$V_C = 1.2\text{V}$, $EXTV_{CC} = 0\text{V}$	●	1.187	1.208	1.229	V
IMON_IN Output Current	$V_{CSPIN} - V_{CSNIN} = 50\text{mV}$, $V_{CSPIN} = 5.025\text{V}$	●	54	57	60	μA
	$V_{CSPIN} - V_{CSNIN} = 50\text{mV}$, $V_{CSPIN} = 5.025\text{V}$	●	53	57	61	μA
	$V_{CSPIN} - V_{CSNIN} = 0\text{mV}$, $V_{CSPIN} = 5\text{V}$	●	2.5	7	11.5	μA
IMON_IN Overvoltage Threshold		●	1.55	1.61	1.67	V
IMON_OUT Output Current	$V_{CSPOUT} - V_{CSNOUT} = 50\text{mV}$, $V_{CSPOUT} = 5.025\text{V}$	●	47.5	50	52.5	μA
	$V_{CSPOUT} - V_{CSNOUT} = 50\text{mV}$, $V_{CSPOUT} = 5.025\text{V}$	●	47	50	54.25	μA
	$V_{CSPOUT} - V_{CSNOUT} = 5\text{mV}$, $V_{CSPOUT} = 5.0025\text{V}$	●	3.25	5	6.75	μA
	$V_{CSPOUT} - V_{CSNOUT} = 5\text{mV}$, $V_{CSPOUT} = 5.0025\text{V}$	●	2.75	5	8	μA
IMON_OUT Overvoltage Threshold		●	1.55	1.61	1.67	V

LT8490

電気的特性 ● は全動作温度範囲で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、 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $V_{DD} = AV_{DD} = 3.3\text{V}$ 、 $\text{SHDN} = 3\text{V}$ 。(Note 3)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
スイッチング・レギュレータの発振器 (OSC1)						
Switch Frequency Range	Syncing or Free Running		100		400	kHz
Switching Frequency, f_{osc}	$R_T = 365\text{k}$	●	102	120	142	kHz
	$R_T = 215\text{k}$	●	170	202	235	kHz
	$R_T = 124\text{k}$	●	310	350	400	kHz
SYNC High Level for Synchronization		●	1.3			V
SYNC Low Level for Synchronization		●			0.5	V
SYNC Clock Pulse Duty Cycle	$V_{SYNC} = 0\text{V}$ to 2V		20		80	%
Recommended Min SYNC Ratio, f_{SYNC}/f_{osc}				3/4		
CLKOUT Output Voltage HIGH	1mA Out of CLKOUT Pin		2.3	2.45	2.55	V
CLKOUT Output Voltage LOW	1mA into CLKOUT Pin			25	100	mV
CLKOUT Duty Cycle	$T_J = -40^\circ\text{C}$			22.7		%
	$T_J = 25^\circ\text{C}$			44.1		%
	$T_J = 125^\circ\text{C}$			77		%
充電制御						
STATUS, FBOW, FBIW, SWENO, IOW, ECON Output Low Voltage	$I_{OL} = 5\text{mA}$	●		0.22	0.5	V
STATUS, FBOW, FBIW, SWENO, IOW, ECON Output High Voltage	$I_{OH} = -5\text{mA}$	●	2.7	3.0		V
FAULT Output Voltage Low	$I_{OL} = 0.5\text{mA}$	●		0.1	0.25	V
FAULT Output Voltage High	$I_{OH} = -0.1\text{mA}$	●	1.7	2.2		V
Power Supply Mode Detection Threshold (Note 6)	VINR Pin Falling	●	155	174		mV
Power Supply Mode Detection Threshold Hysteresis (Note 6)	VINR Pin			29		mV
Minimum VINR Voltage for Start-Up (Note 6)	Not in Power Supply Mode	●	380	395	410	mV
	Low Power Mode Enabled Low Power Mode Disabled	●	213	225	237	mV
High Charging Current Threshold on IOR (Note 6)	IOR Rising → ECON Rising	●	168	195	224	mV
Low Charging Current Threshold on IOR (Note 6)	IOR Falling → ECON Falling	●	95	122	150	mV
Minimum CHARGECFG1 % of AV_{DD} to Disable Stage 3 (Note 6)	Temperature Compensation Enabled	●	94	95	96	%
Maximum CHARGECFG1 % of AV_{DD} to Disable Stage 3 (Note 6)	Temperature Compensation Disabled	●	4	5	6	%
Minimum CHARGECFG2 % of AV_{DD} to Disable Time Limits (Note 6)	Wide Valid Temperature Range	●	94	95	96	%
Maximum CHARGECFG2 % of AV_{DD} to Disable Time Limits (Note 6)	Narrow Valid Temperature Range	●	4	5	6	%
Minimum TEMPSENSE % of AV_{DD} to Detect Battery Disconnected (Note 6)		●	94.5	96	97.5	%
$V_{CSPOUT} - V_{CSNOUT}$ Threshold for C/5 Detection (Note 6)	V_{CSXOUT} Common Mode = 5.0V , R_{TOTAL} from IMON_OUT to Ground = $24.3\text{k}\Omega$		9	10	11	mV
$V_{CSPOUT} - V_{CSNOUT}$ Threshold for C/10 Detection (Note 6)	V_{CSXOUT} Common Mode = 5.0V , IOR Falling, R_{TOTAL} from IMON_OUT to Ground = $24.3\text{k}\Omega$		4.25	5	5.75	mV
FBIW, FBOW PWM Frequency (OSC2)				31.25		kHz
FBIW, FBOW PWM Resolution				8		Bits
STATUS UART Bit Rate		●	2160	2400	2640	Baud
Internal A/D Resolution				10		Bits

8490f

電気的特性

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恐れがある。

Note 2: V_C ピンには電圧を強制的に印加してはならない。

Note 3: LT8490E は、 $0^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ の接合部温度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。LT8490I は $-40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ の全接合部温度範囲で保証されている。

Note 4: これらのピンには電圧源も電流源も印加してはならない。接続するのは容量性負荷のみにする必要がある。そうしないと永続的な損傷が生じる恐れがある。

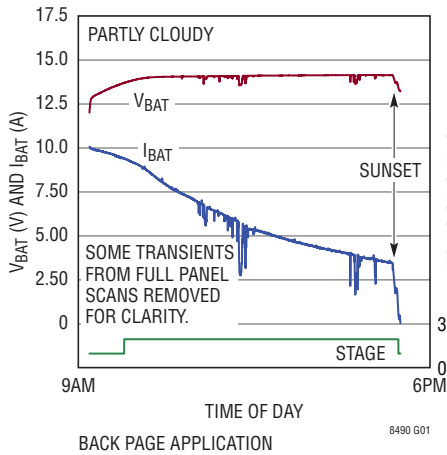
Note 5: SW1 ピンと SW2 ピンの負電圧は、アプリケーションでは外付けの NMOS デバイス (M2 および M3) のボディ・ダイオードまたは並列のショットキ・ダイオード (存在する場合) によって制限される。SW1 ピンおよび SW2 ピンは、ダイオード 1 個分の順方向電圧降下だけグラウンドより低いこれらの負電圧に耐えられる。これは設計によって保証されている。

Note 6: これらのしきい値は内部の A/D コンバータによって測定される。A/D コンバータのリファレンス電圧は AV_{DD} である。 AV_{DD} 、 V_{DD} および追加の 2.8mA 負荷は LD033 によって安定化され、 AV_{DD} リファレンスを発生してこれらの測定に備える。しきい値電圧の絶対値は AV_{DD} の電圧の対応する変化に応じてシフトする。

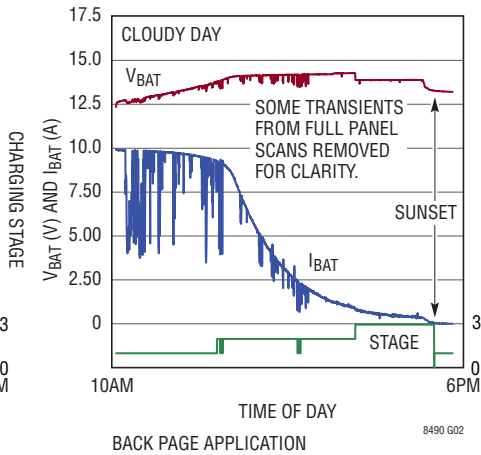
Note 7: 低消費電力モードをイネーブルしている場合は、太陽電池による起動に必要な最小 10V の V_{IN} が必要。

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

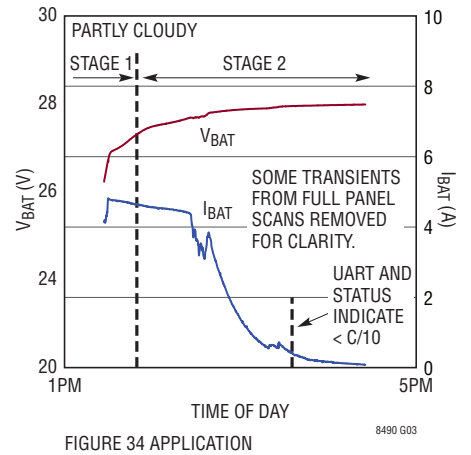
太陽電池で充電中の鉛蓄電池「A」



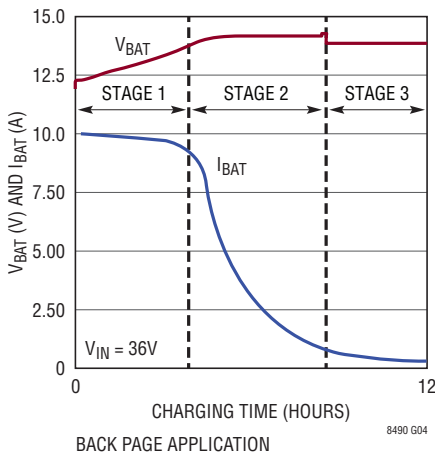
太陽電池で充電中の鉛蓄電池「B」



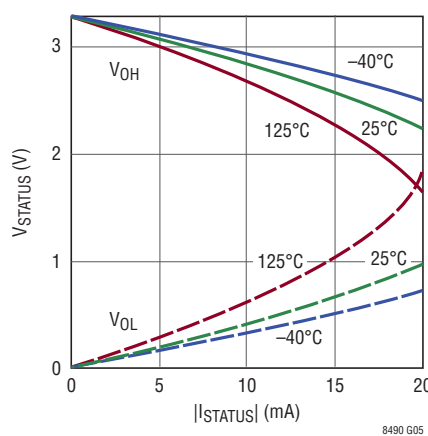
太陽電池で充電中の
リチウムイオン・バッテリー



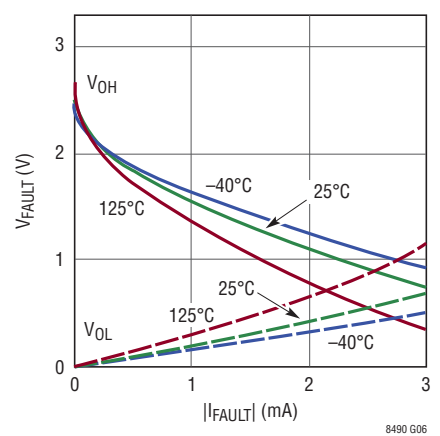
電源モードで充電中の
鉛蓄電池「B」



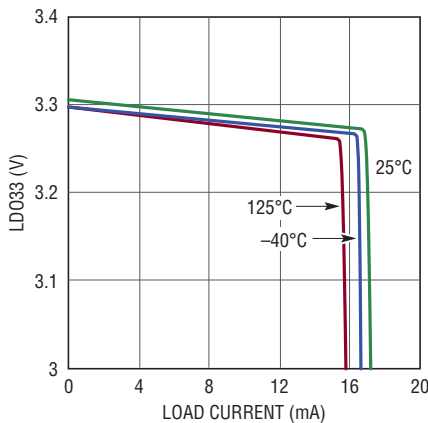
STATUSの V_{OH} および V_{OL}
($V_{DD} = AV_{DD} = 3.3V$)



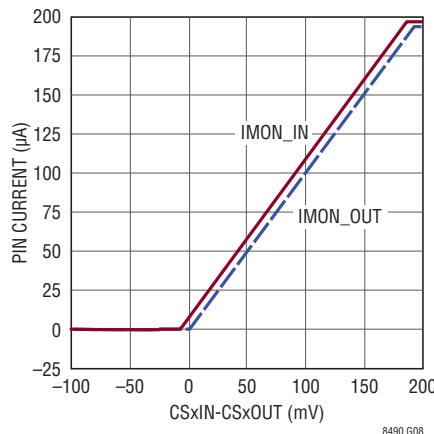
FAULTの V_{OH} および V_{OL}
($V_{DD} = AV_{DD} = 3.3V$)



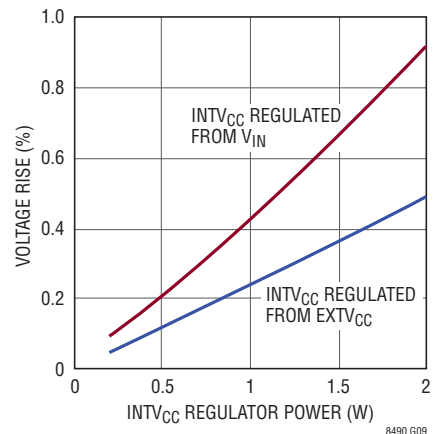
LD033の負荷レギュレーション
(AV_{DD} および V_{DD} には接続せず)



IMONピンの出力電流



FBOUT、FBIN、IMONIN、
IMONOUTの電圧上昇と電力



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

最大電力点追従制御

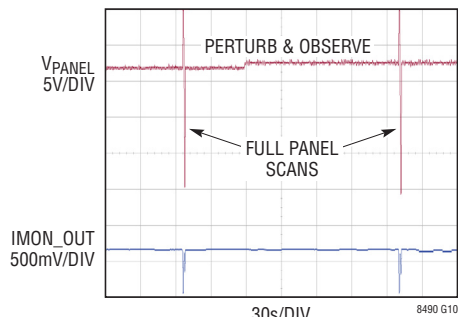


FIGURE 34 APPLICATION

摂動観測法

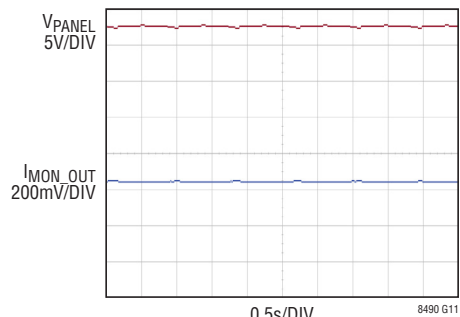


FIGURE 34 APPLICATION

摂動観測法

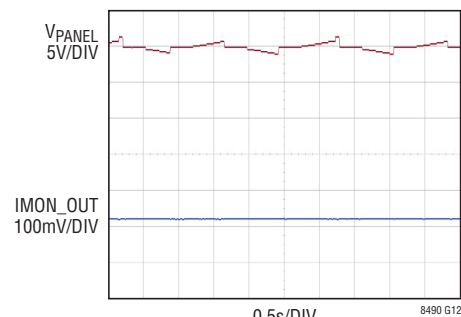


FIGURE 34 APPLICATION

摂動観測法による
最大電力点追従制御

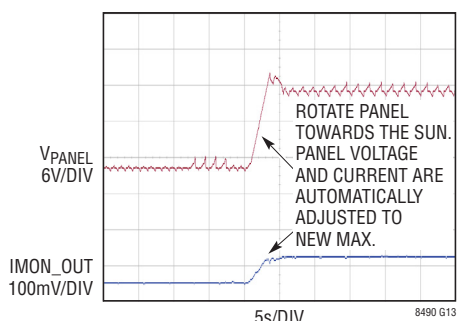


FIGURE 34 APPLICATION

全パネル・スキャン時の1回の
電力ピーク

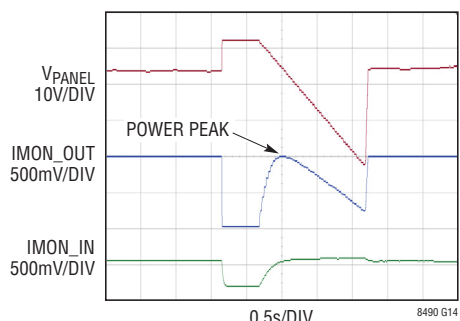


FIGURE 34 APPLICATION

全パネル・スキャン—2重の
電力ピークによる部分的な遮り

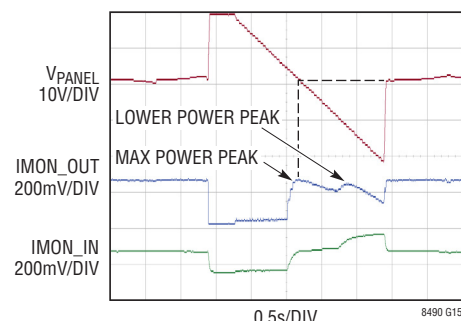


FIGURE 34 APPLICATION

低消費電力モードでの
パネル電圧

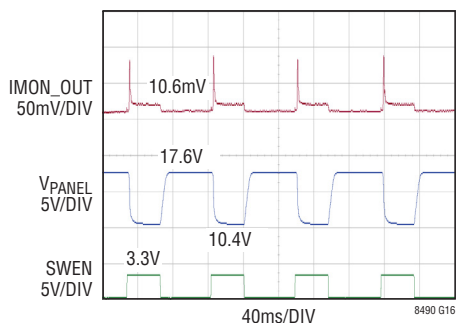


FIGURE 34 APPLICATION

低消費電力モードでの
パネル電圧

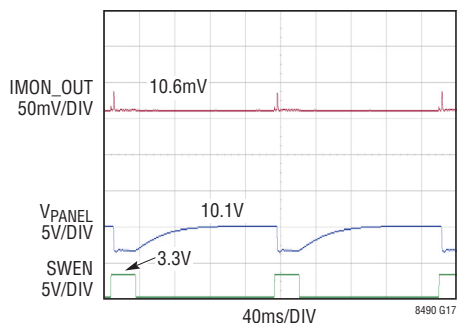


FIGURE 34 APPLICATION

ピン機能

FBIR (ピン1) : A/D コンバータの入力ピン。FBIN ピンに接続して、入力帰還電圧を測定します。

FAULT (ピン2) : フォルト・ピン。このピンはアクティブ“H”のデジタル出力を生成します。このピンをLEDに接続して使用すると、フォルトの発生を視覚的に表示します。

TEMPSENSE (ピン3) : A/D コンバータの入力ピン。バッテリーの温度を検出する場合はサーミスタ分割器回路網に接続し、使用しない場合は抵抗分割器に接続します。このピンは温度補償と温度制限実行のため、頻繁にモニタされます。

V_{DD} (ピン4) : 制御ロジックの電源ピン。このピンはLDO33とAV_{DD}に接続します。

FBOW (ピン5) : PWM デジタル出力ピン。RCR 回路網を介してFBOUTに接続し、バッテリー電圧を温度補償します。

FBIW (ピン6) : PWM デジタル出力ピン。RCR 回路網を介してFBINに接続し、太陽電池パネルの電圧をMPPTに合わせて調整します。

INTV_{CC} (ピン7) : 内蔵6.35Vレギュレータの出力ピン。GATEV_{CC}ピンに接続します。INTV_{CC}は、EXTV_{CC}の電圧が6.4Vより高い場合はEXTV_{CC}から電力を供給されますが、それ以外の場合、INTV_{CC}はV_{IN}から電力を供給されます。このピンは最小4.7μFのセラミック・コンデンサでグラウンドにバイパスします。その他の詳細については、「スイッチング構成 – MODEピン」を参照してください。

SWEN (ピン8) : スイッチのイネーブル・ピン。SWENOピンに接続します。

MODE (ピン9) : モード・ピン。このピンに印加した電圧により、スイッチング・レギュレータの動作モードが設定されます。このピンをINTV_{CC}に接続すると、不連続電流モードが動作状態になります。このピンをグラウンドに接続すると、バッテリーの充電電流が少ない場合は不連続電流モードで動作し、バッテリーの充電電流が多い場合は連続電流モードで動作します。このピンはフロート状態にしないでください。その他の詳細については、「スイッチング構成 – MODEピン」を参照してください。

IMON_IN (ピン10) : 入力電流モニタ・ピン。このピンの電流出力は入力電流に比例します。詳細については「アプリケーション情報」のセクションを参照してください。

SHDN (ピン11) : シャットダウン・ピン。このピンはUVLO (低電圧ロックアウト) 回路と組み合わせ、デバイスをイネーブル/ディスエーブルするのに使用します。このピンはフロート状態にしないでください。

CSN (ピン12) : インダクタ電流検出および逆電流検出アンプの(–)入力。

CSP (ピン13) : インダクタ電流検出および逆電流検出アンプの(+)入力。V_Cピンの電圧およびCSPピンとCSNピン間の組み込みオフセットによって、電流コンパレータの作動しきい値が設定されます。

LD033 (ピン14) : 3.3Vレギュレータの出力。この電源はV_{DD}ピンおよびAV_{DD}ピンに電力を供給します。このピンは最小4.7μFのセラミック・コンデンサでグラウンドにバイパスします。

FBIN (ピン15) : 入力電圧帰還ピン。このピンは入力エラーアンプの入力に接続されています。

FBOUT (ピン16) : 出力電圧帰還ピン。このピンは、出力に外付けした抵抗分割器にエラーアンプの入力を接続します。

IMON_OUT (ピン17) : 出力電流モニタ・ピン。このピンの電流出力は平均出力電流に比例します。詳細については「アプリケーション情報」のセクションを参照してください。

V_C (ピン18) : エラーアンプの出力ピン。このピンには外付けの補償回路網を接続します。

SS (ピン19) : ソフトスタート・ピン。このピンとグラウンドの間に100nFの容量を配置します。起動すると、このピンは内部抵抗によって2.5Vまで充電されます。

CLKOUT (ピン20) : スwitchング・レギュレータのクロック出力ピン。CLKOUTの信号は、スイッチング・レギュレータの発振器(ブロック図のOSC1)またはSYNCピンと同じ周波数で切り替わりますが、約180°位相がずれます。CLKOUTのデューティ・サイクルはスイッチング・レギュレータの接合部温度に対して直線的に変化するので、CLKOUTはスイッチング・レギュレータの温度モニタとしても使用できます。このピンはRCフィルタを介してCLKDETに接続します。CLKOUTピンは200pFまでの容量性負荷を駆動できます。

SYNC (ピン21) : スwitchング周波数を外部クロックに同期させるには、単にこのピンをクロックで駆動します。クロックの“H”電圧レベルは1.3Vを超える必要があります、“L”電圧レベルは0.5V未満である必要があります。このピンを0.5V未満にすると、内部自走クロック(ブロック図のOSC1)に戻ります。

ピン機能

RT (ピン22) : タイミング抵抗ピン。SYNCがクロックによって駆動されない場合、スイッチング・レギュレータの周波数(OSC1)を調整します。このピンとグラウンドの間に抵抗を接続して、OSC1の自走周波数を設定します。このピンはフロート状態にしないでください。

BG1、BG2 (ピン23/ピン25) : 下側ゲート駆動ピン。下側のNチャネルMOSFETのゲートをグラウンドとGATEV_{CC}の範囲の電圧で駆動します。

GATEV_{CC} (ピン24) : ゲート・ドライバの電源。INTV_{CC}ピンに接続する必要があります。他の電源からは電力を供給しないでください。短距離でグラウンドにバイパスします。

BOOST1、BOOST2 (ピン33/ピン27) : 昇圧されたフローティング・ドライバ電源。ブートストラップ・コンデンサの(+)端子をここに接続します。BOOST1ピンの振幅は、GATEV_{CC}よりダイオードの順方向電圧だけ低い電圧からV_{IN} + GATEV_{CC}までの電圧です。BOOST2ピンの振幅は、GATEV_{CC}よりダイオードの順方向電圧だけ低い電圧からV_{BAT} + GATEV_{CC}までの電圧です。

TG1、TG2 (ピン32/ピン28) : 上側ゲート駆動ピン。スイッチ・ノード電圧にGATEV_{CC}を重ね合せた電圧に等しい電圧振幅で、上側のNチャネルMOSFETを駆動します。

SW1、SW2 (ピン31/ピン29) : スイッチ・ノード。ブートストラップ・コンデンサの(-)端子をここに接続します。

SRVO_FBIN (ピン35) : オープン・ドレインのロジック出力。入力電圧帰還ループが作動すると、このピンはグラウンド電位になります。このピンはLT8490の大半のアプリケーションでは使用されず、フロート状態にしてもかまいません。

SRVO_IIN (ピン36) : オープン・ドレインのロジック出力。入力電流帰還ループが作動すると、このピンはグラウンド電位になります。このピンはLT8490の大半のアプリケーションでは使用されず、フロート状態にしてもかまいません。

SRVO_IOUT (ピン37) : オープン・ドレインのロジック出力。出力電流帰還ループが作動すると、このピンはグラウンド電位になります。このピンはLT8490の大半のアプリケーションでは使用されず、フロート状態にしてもかまいません。

SRVO_FBOU (ピン38) : オープン・ドレインのロジック出力。出力電圧帰還ループが作動すると、このピンはグラウンド電位になります。このピンはLT8490の大半のアプリケーションでは使用されず、フロート状態にしてもかまいません。

EXTV_{CC} (ピン40) : 外部V_{CC}の入力。EXTV_{CC}が6.4V(標準)を超えると、INTV_{CC}はこのピンから給電されます。EXTV_{CC}が6.22V(標準)より低いと、INTV_{CC}はV_{IN}から給電されます。その他の詳細については、「スイッチング構成 – MODEピン」を参照してください。

CSNOUT (ピン41) : 出力電流検出アンプの(-)入力。

CSPOUT (ピン42) : 出力電流検出アンプの(+)入力。このピンとCSNOUTピンによって検出抵抗両端の電圧を測定し、出力電流信号を発生させます。

CSNIN (ピン44) : 入力電流検出アンプの(-)入力。このピンとCSPINピンによって検出抵抗両端の電圧を測定し、瞬間的な入力電流信号を発生させます。

CSPIN (ピン45) : 入力電流検出アンプの(+)入力。

V_{IN} (ピン46) : 主入力電源ピン。デバイス近くのグラウンド・プレーンにバイパスする必要があります。

ECON (ピン48) : デジタル出力ピン。平均充電電流が既定のしきい値より低くなったときにEXTV_{CC}をバッテリーから切り離す目的で使用するオプションの制御出力信号。

SWENO (ピン49) : デジタル出力ピン。SWENに接続します。スイッチング・レギュレータをイネーブルします。このピンとグラウンドの間に200kΩのプルダウン抵抗が必要です。

IOW (ピン50) : デジタル出力ピン。抵抗を介してIMON_OUTに接続します。このピンをロジック“L”と高インピーダンスの間で切り替えることによってR_{IMON_OUT}の合計値が変化し、これによって出力電流制限値が変更されます。

STATUS (ピン51) : デジタル出力ピン。LEDに接続して使用すると、この信号によって充電アルゴリズムの進行が視覚的に表示されます。さらに、STATUSは3.5秒(標準)おきに2つのUARTバイト(8ビット、パリティなし、1ストップ・ビット、2400ボー)を送信し、ステータス情報とフォルト情報を示します。

IIR (ピン53) : A/Dコンバータの入力ピン。IMON_INに接続して入力電流を読み取ります。MPPTを管理するために使用されます。

VINR (ピン54) : A/Dコンバータの入力ピン。VINの抵抗分割器に接続して入力電圧を測定します。MPPTおよび起動を管理するために使用されます。

ピン機能

CLKDET (ピン 56) : A/D コンバータの入力ピン。RC フィルタを介して CLKOUT に接続し、CLKOUT のデューティ・サイクルを検出します。起動を管理するために使用されます。

FBOR (ピン 57) : A/D コンバータの入力ピン。FBOUT ピンに接続してチャージャの出力電圧を読み取ります。充電アルゴリズムを管理するために使用されます。

AV_{DD} (ピン 58) : A/D コンバータの正のリファレンス・ピン。このピンは V_{DD} および LDO33 に接続します。

CHARGECFG1 (ピン 61) : A/D コンバータの入力ピン。フロート電圧、温度補償を設定してステージ 3 の充電をイネーブルするために使用されます。

CHARGECFG2 (ピン 63) : A/D コンバータの入力ピン。制限時間と有効なバッテリー温度範囲を設定するために使用されます。

IOR (ピン 64) : A/D コンバータの入力ピン。IMON_OUT ピンに接続してチャージャの出力電流を読み取ります。充電アルゴリズムを管理するために使用されます。

GND (露出パッド 65 およびピン 55、59、62) : グランド。このピンは、近くのグランド・プレーンに直接接続します。

NC (ピン 52、60) : 接続されていません。

ブロック図

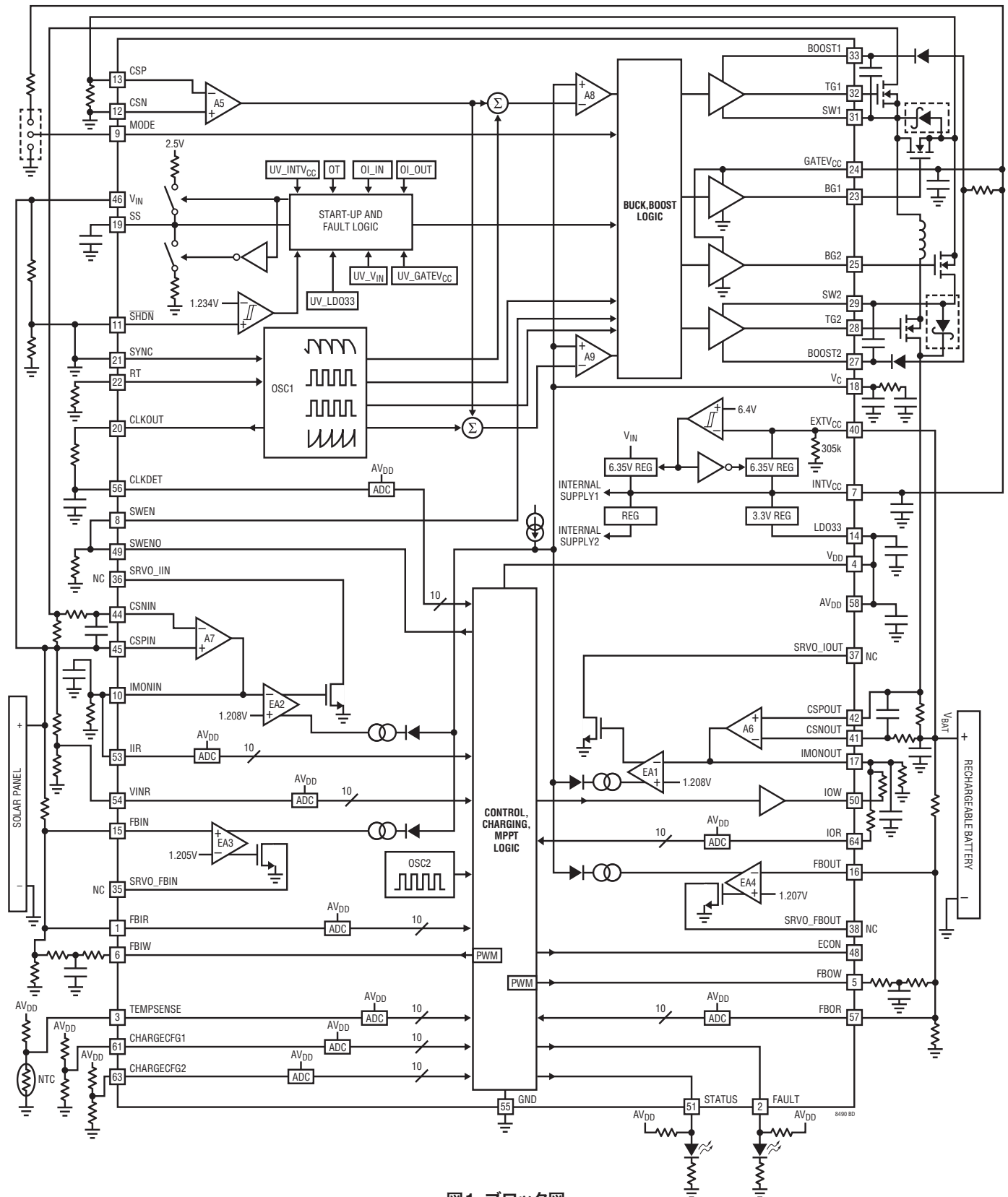


図1. ブロック図

動作

概要

LT8490は、自動最大電力点追従制御(MPPT)機能と温度補償機能を備えた強力で使いやすいバッテリー充電コントローラです。LT8490はLT8705昇降圧コントローラを基本にしており、これにバッテリー充電機能とMPPT制御機能が追加されています。LT8490のスイッチング・レギュレータ部分の詳細については、LT8705のデータシートを参照してください。システム設計を簡略化するため、このデータシートにはいくつかの参考アプリケーションを記載しています。多くのバッテリー充電アプリケーションは、いずれかの参考アプリケーションをほとんどまたはまったく変更する必要なく使用して実現できます。各種の充電パラメータの構成はハードウェア内で実装されます。ソフトウェアやファームウェアの開発は不要です。

LT8490には、4種類の異なるレギュレーション形態(出力電流、入力電流、入力電圧、および出力電圧: 図1に示すようにそれぞれEA1~EA4)があります。どのレギュレーション形態でも、要求されたインダクタ電流を V_C ピンの最小電圧によって制限することが必要です。太陽電池パネルを電源にした場合、MPPT機能は、パネルの最大電力点を探し出して追跡するのに、入力電圧レギュレーションを使用します。入力電流レギュレーションは入力電源から流れる最大電流を制限するために使用されます。出力電流レギュレーションはバッテリーの充電電流を制限し、出力電圧レギュレーションはバッテリーの最大充電電圧を設定するために使用されます。

LT8490は、CHARGECONFIG2ピンに適切な抵抗分割器を接続することでイネーブルできるユーザが設定可能なタイマを内蔵しています。タイマが設定されていて期限に達すると、LT8490は充電を停止し、このことをSTATUSピンとFAULTピンを通じて通信します。充電サイクルの自動再開オプションについては、「チャージャの自動再起動とフォルトからの回復」のセクションで後述します。

LT8490にはTEMPSENSEピンも組み込まれています。このピンは、バッテリー・パックに熱結合したNTC抵抗分割器回路網に接続できます。TEMPSENSEピンを接続すると、温度補償された充電を実現できます。また、バッテリーが安全温

度制限値の外側にある場合、充電をディスエーブルするために使用することもできます。NTC抵抗があると、バッテリーが接続されているかどうかをチャージャに通知することもできます。

また、LT8490には、STATUSピンとFAULTピンにより、充電状態とフォルトのインジケータ機能もあります。これらのピンの動作については、「STATUSおよびFAULTインジケータ」のセクションで説明します。

バッテリー充電アルゴリズム

LT8490はCCCV充電アルゴリズムを実装しています。理想的な充電プロファイルを図2に示します。ここでは、一定の温度と適度な入力電力を想定しています。パネルのバッテリー温度と照度の状態が変化するのに応じて、バッテリーで観測される実際の電流および電圧も変化します。

起動後、LT8490はバッテリー電圧と充電電流を頻繁に測定して、該当する充電ステージを決定します。

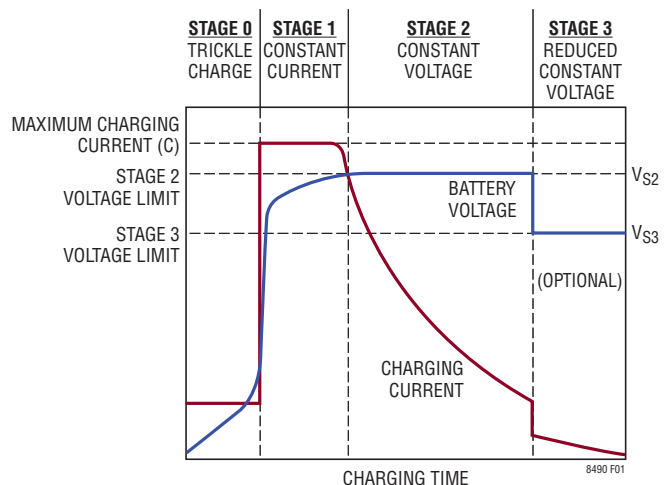


図2. 標準的なバッテリー充電サイクル

動作

ステージ0：ステージ0（減少した定電流/細流充電）では、LT8490はハードウェアで設定可能な減少した定電流でバッテリーを充電します。この細流充電ステージに該当するバッテリー電圧の範囲は、ステージ2電圧制限値（ V_{S2} ）の35%～70%（標準）です。

ステージ1：ステージ1（最大限の定電流）では、LT8490は、ステージ0の場合以上の、ハードウェアで設定可能な定電流でバッテリーに充電します。この定電流ステージに該当するバッテリー電圧の範囲は、ステージ2電圧制限値の70%～98%（標準）です。この充電ステージは、多くの場合、バルク充電と呼ばれます。この充電ステージは、本書ではこれ以降ステージ1と呼びます。

ステージ2：ステージ2（定電圧）では、LT8490はハードウェアで設定可能な定電圧でバッテリーを充電します。この定電圧ステージに該当するバッテリー電圧は、ステージ2電圧制限値の98%（標準）より高い電圧です。この充電ステージは、リチウムイオン電池の場合はフロート充電、鉛蓄電池の場合は吸収充電と呼ばれることがよくあります。混乱を避けるため、この充電ステージは、本書ではこれ以降ステージ2と呼びます。

オプションのステージ3をイネーブルした場合は、充電電流がC/10より少なくなると、LT8490はステージ2からステージ3に移ります。ステージ2が終了するその他の条件は、時間制限がチャージャに対して有効になるかどうかで異なります。ステージ2の終了に関する詳細については、「充電の時間制限」のセクションを参照してください。

ステージ3（オプション）：ステージ3は、CHARGECFG1ピンによって設定されるので、オプションです。ステージ3では、LT8490はハードウェアで設定可能な低い定電圧でバッテリーを充電します。この充電ステージは、多くの場合、鉛蓄電池充電でのフロート充電と呼ばれます。この充電ステージは、本書ではこれ以降ステージ3と呼びます。

ステージ3の間に、充電電流がC/5より多くなるか、バッテリー電圧がステージ3電圧制限値（ V_{S3} ）の96%（標準）より低くなると、充電は自動的に再開します。さらに、オプションの制限時間をイネーブルすることにより、ステージ3の充電を終了させることができます。ステージ3の終了に関する詳細については、「充電の時間制限」のセクションを参照してください。

表1. LT8490の充電ステージの説明

ステージ	名称	方法	持続時間
0	細流充電	最大限の充電電流の数分の1に設定された定電流	バッテリー電圧が V_{S0} （ステージ2電圧制限値の70%）より高くなるまで オプションの最大制限時間
1	定電流	最大限の定充電電流	バッテリー電圧が V_{S1} （ステージ2電圧制限値の98%）より高くなるまで ステージ1+ステージ2でのオプションの最大制限時間
2	定電圧	定電圧	充電電流がC/10より少なくなるまでか オプションの無期限充電 ステージ1+ステージ2でのオプションの最大制限時間
3 （オプション）	低い定電圧	ステージ2の定電圧の数分の1に設定された定電圧	バッテリー電圧が V_{S3} （ステージ3電圧制限値 - 設定可能）の96%より低くなるまでか、 充電電流がC/5より多くなるまで オプションの最大制限時間 ステージ1+ステージ2での制限時間と同じ持続時間

最大電力点追従制御

太陽電池パネルを電源にすると、LT8490は摂動観測アルゴリズムを使用して最大電力点を特定します。このアルゴリズムは、パネル照度の変化が低速から中速の場合は正確なMPPTを実現します。また、パネルの照度が不均一の場合に、誤った最大電力点で長期間安定状態になるのを避けるため、パネルは定期的に走査されます。

フォルト状態

LT8490は、STATUSピンとFAULTピンにより、フォルト状態の存在を示すことができます。これらのフォルトには、バッテリーの低電圧、バッテリーの過熱、バッテリー温度の低下、タイマの期限切れがあります。フォルト発生後、LT8490は充電を中止し、フォルト状態が解消された時点で充電サイクルを継続するか再開します。詳細については、「チャージャの自動再起動とフォルトからの回復」のセクションを参照してください。

アプリケーション情報

入力電圧の検出および調整回路網

図3に示す受動部品回路網は、入力電源電圧を適切に測定して調整する必要があります。この回路網は、電源が太陽電池パネルでもDC電圧源でも必要です。

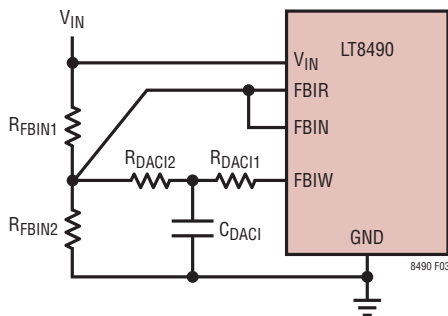


図3. 入力帰還抵抗回路網

部品を選ぶには、最大パネル開放電圧 (V_{OCMAX}) ならびに目的の最大DC入力電源電圧 (V_{DCMAX}) を知っておく必要があります (詳細については、「DC電源動作時の充電」のセクションを参照してください)。 V_{OCMAX} になるのは通常は低温であり、パネル・メーカのデータシートに規定されています。以下の式を使用して、部品の適切な値を決定します。

$$R_{FBIN1} = 100k \cdot \left[\frac{1 + \left(\frac{4.470V}{V_{MAX} - 6V} \right)}{1 + \left(\frac{5.593}{V_{MAX} - 6V} \right)} \right] \Omega$$

$$R_{DAC12} = 2.75 \cdot \left(\frac{R_{FBIN1}}{V_{MAX} - 6V} \right) \Omega$$

$$R_{FBIN2} = \frac{1}{\left(\frac{1}{100k - R_{FBIN1}} \right) - \left(\frac{1}{R_{DAC12}} \right)} \Omega$$

$$R_{DAC11} = 0.2 \cdot R_{DAC12} \Omega$$

$$C_{DAC1} = \frac{1}{1000 \cdot R_{DAC11}} F$$

ここで、 V_{MAX} は V_{OCMAX} と V_{DCMAX} の大きい方の値にある程度の余裕を持たせた値です。これらの抵抗は許容誤差が1%以下のものにしてください。

標準の抵抗値のきめ細かさが原因で、計算結果を単純に最も近い標準値に丸めると不必要な誤差が生じる場合があります。計算結果とより厳密に一致するように、複数の抵抗を直列に使用することを検討してください。そうしない場合は、標準の抵抗値を使用して、以下の式で最終結果を確認してください。

$$V_{X2} = 1.205 \cdot \left[\frac{R_{FBIN1}}{R_{DAC11} + R_{DAC12}} + \left(\frac{R_{FBIN1}}{R_{FBIN2}} \right) + 1 \right]$$

V_{X2} は、選択した抵抗を使用した場合の実際の V_{MAX} を示します。この結果がアプリケーションにとって目的の V_{MAX} 以上になることを確認してください。

$$V_{X1} = V_{X2} - 3.3 \cdot \left(\frac{R_{FBIN1}}{R_{DAC1} + R_{DAC2}} \right)$$

V_{X1} はできるだけ6Vに近づけます。最良の標準抵抗値を決定するまで計算の繰り返しが必要な場合があります。

最大入力電圧が20V、40V、60V、および80Vの標準値部品の優れた組み合わせを表2に示します。反復計算が必要だったのは、全体的に最善の結果が得られる値を選択するためです。

表2. 入力帰還回路網とパネル電圧

V_{MAX} (V)	R_{FBIN1} (k Ω)	R_{FBIN2} (k Ω)	R_{DAC11} (k Ω)	R_{DAC12} (k Ω)	C_{DAC1} (nF)
20	95.3	8.45	3.4	19.1	270
40	107	4.87	1.69	8.66	560
60	105	3.24	1.05	5.36	1000
80	133	3.09	1.05	4.87	1000

「DC電源動作時の充電」で後述するように、 V_{MAX} を独断で80Vに設定すると、LT8490の動作がすべての条件、特に低入力電圧時に最善にならない可能性があります。必要な電圧範囲については、アプリケーションごとに適切な検討を必ず行うようにしてください。

太陽電池動作時の充電

VINRの抵抗分割器回路網：LT8490の電源として、太陽電池パネルまたは直流電源を使用できます。「DC電源動作時の充電」で後述するように、DC電源を電源にする場合は、VINRピンを“L”にしておく必要があります。そうしない場合は、図4に示すようにVINRを抵抗分割器回路網に接続する必要があります。

アプリケーション情報

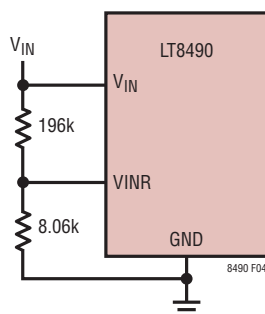


図4. VINRの抵抗分割器回路

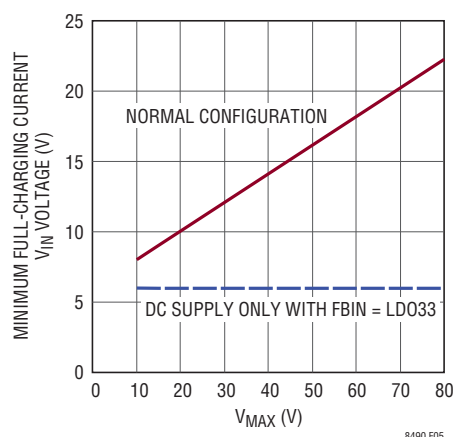
LT8490は、この分割器回路網を使用して(最大電力点計算の一環として)パネル電圧の絶対値を測定し、入力電圧がチャージャを動作させるのに適切か確認します。これらの抵抗は許容誤差が1%以下のものにしてください。

タイマ終了がディスエーブルされる場合：太陽電池パネルを電源にすると、タイマ終了オプション(詳細については「充電の時間制限」のセクションを参照)は自動的にディスエーブルされます。この理由は、パネル照度の状態が変化した場合、充電サイクル全体にわたって最大充電電流を保証することができないからです。さらに、採光が不十分なためにチャージャの電源がすべて失われると、タイマはリセットすることがあります。このため、タイマ終了機能を使用すると、太陽電池を電源とするアプリケーションでは潜在的な信頼性が低下します。

C/10の検出：太陽電池パネルを電源にした場合は、バッテリーが満充電状態に近づいているか、太陽電池パネルの採光が不十分なために、充電電流がC/10より少なくなることがあります。十分なパネル電力が供給されている場合、LT8490は、バッテリーが満充電状態に近づいていることが原因で充電電流がC/10より少なくなったかどうかを判別できます。この場合、チャージャはステージ2から該当する次のステージに移ります。充電電流がC/10より少なくなった理由が不十分なパネル電力であるとLT8490が判別できる場合、チャージャはステージ2で動作し続けます。

最小パネル電圧要件：チャージャが動作するには、最小パネル電圧である6Vが必要です。ただし、その他のさまざまな場合には、さらに高いパネル電圧が必要です。

1. 低消費電力モードをイネーブルした場合：低消費電力モードでは、非常に弱い採光条件で太陽電池パネルからの付加電力を回復できます。低消費電力モードをイネーブルした場合は、チャージャがバッテリーを充電しようとする前に、パネル電圧が最初から10V (VINRピンを介して測定した場合の標準値)を超えている必要があります。詳細については、「オプションの低消費電力モード」のセクションを参照してください。
2. 低消費電力モードをディスエーブルした場合：低消費電力モードをディスエーブルした場合、チャージャは、パネル電圧が6Vより高い限りバッテリーを充電しようとします。ただし、十分なパネル電流が検出されないと、LT8490は一時的に充電を停止します。チャージャはパネル電流が十分かどうかを30秒間隔(標準)で確認します。あるいは、LT8490がパネル電圧の大幅な上昇を検出したか、バッテリー電圧の大幅な低下を検出したかを直ちに確認します。
3. 低入力電圧の影響：最小入力電圧(それより低いと最大充電電流が減少する可能性がある電圧)を図5に示します。この制限値は、「入力電圧の検出および調整回路網」のセクションで前述したように、入力 V_{MAX} の関数です。FBINの電圧がそのレギュレーション電圧である1.205V(標準)に近づくにつれて、最大充電電流は減少することがあります。(1)チャージャの電源を低電圧のDC電源にしない限り、または(2)はるかに高電圧のパネルに合わせて設定されたチャージャと低電圧のパネルを組み合わせて使用しない限り、このことは通常は重要な問題ではありません。 V_{IN} が図5の「Normal Configuration」(通常構成)線より低いほど、充電電流が減少する可能性が高くなります。

図5. 満充電電流時の最小 V_{IN} 電圧

アプリケーション情報

V_{IN} の電源をDC電圧電源にする場合は、図5の「Normal Configuration」線より V_{IN} を高く維持してください。この線より低い V_{IN} で動作させると、最大充電電流が減少して V_{S2} および V_{S3} 充電電圧が低下する場合があります。 V_{IN} が太陽電池パネルから供給されることがない場合は、FBINをFBIRから切り離して(図3参照)、LDO33ピンに再接続できます。これにより、充電電流なしの場合や電圧低下なしの場合、チャージャは最小6Vの V_{IN} で動作できます。

太陽電池パネル電源を使用する場合は、最大開放電圧(V_{OC})が(前の「入力電圧の検出および調整回路網」のセクションで説明した) V_{MAX} に近いパネルを選択してください。最大電力点電圧は、標準では図5の電圧制限値より十分に高いので、電流制限が問題になることはほとんどありません。 V_{MAX} より著しく低い電圧、特に最大電力点電圧が標準で図5の「Normal Configuration」線より低い電圧で動作する太陽電池パネルは使用しないようにしてください。

DC電源動作時の充電

電源モードの選択：DC電圧源を電源にした場合は、VINRピンを174mV(標準)より低くして電源モードを動作させる必要があります。これにより、不必要な太陽電池パネル機能がデイスエーブルされるので、LT8490はDC電圧源により正常に動作できます。太陽電池パネルをアプリケーションの電源にしない場合は、VINRを接地することができます。太陽電池パネルだけをアプリケーションの電源にする場合は、図4に示すようにVINRを接続してください。それ以外の場合は、DC電源が検出されたらVINRピンの電圧を低下させる方法について、「オプションのDC電源検出回路」のセクションを参照してください。

最小入力電圧要件：電源モードをイネーブルした場合、LT8490は最小6Vの入力で動作します。ただし、入力電圧検出回路網を選択するとき使用する V_{MAX} によっては、充電電流機能が制限されるようになる場合があります(以前の「入力電圧の検出および調整回路網」のセクションを参照)。必要な最小入力電源電圧(それより低いと充電電流が出力電流制限の最大値より少なくなる可能性がある電圧)を図5に示します。LT8490の電源をDC電源だけにした場合は、(1) FBINをFBIRから切り離し、(2) FBINピンをLDO33に直接接続することにより、図5に示す最小入力電圧を6Vに低減できます。

入力電流制限：DC電源を使用する場合は、入力電流制限を考慮する必要があります。これについては「入力電流制限」のセクションで後述します。

現場でのバッテリー充電

バッテリーが負荷に電力を供給している間は、LT8490を使用してバッテリーを充電することができます。負荷は図6に示すようにバッテリー端子に直接接続します。一部の負荷には変化する性質があるので、充電時間が予測できない場合があります。この予測不能の性質により、充電時間の制限値は無効にすることを推奨します(「チャージャの構成 – CHARGECFG2ピン」のセクション参照)。

バッテリーに接続された負荷が消費する電力の方がチャージャによって得られる電力より多い場合があるので、LT8490がバッテリーを充電している間に、バッテリーが放電する可能性があります。この状況になった場合で、バッテリー電圧がステージ2電圧制限値の31%(標準)より低くなると、低電圧フォルトが動作状態になり、バッテリー電圧がステージ2電圧制限値の35%(標準)より高くなるまでチャージャは停止します。バッテリーが許容できないほどの低電圧まで消耗した場合に負荷を自動的に無効にすることを検討してください。

図6の矢印は、現場でのバッテリー充電アプリケーションでチャージャからバッテリーを取り外す場合の適切な切り離し箇所を示します。この切り離し箇所を規定している理由は、LT8490は、バッテリーが存在しない状態の負荷に電力を直接供給するようには設計されていないからです。

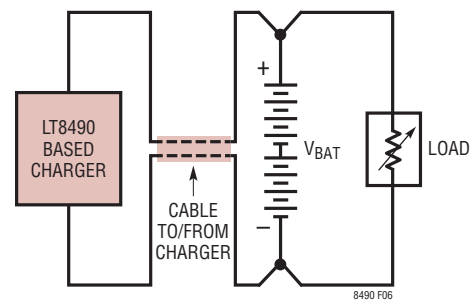


図6. LT8490アプリケーションでのバッテリーへの負荷接続

アプリケーション情報

ステージ電圧制限値

ステージ2の電圧制限値(V_{S2})は、バッテリー充電電圧の最大値です。ステージ0、1、および3の電圧制限値は、表3および図11に示すように、すべてステージ2の制限値と関係があります。温度補償充電をイネーブルした場合、図13に示すように V_{S2} は温度に応じて変化します。そのため、他のステージの制限値も温度に応じて変化します。これらは V_{S2} の比例定数だからです。

表3. 標準的な充電ステージ電圧しきい値

ステージの遷移	V_{BAT} の 立ち上がり または立ち下がり	標準的な V_{BAT}/V_{S2}	標準的な V_{BAT}/V_{S3}
V_{BAT} の低電圧フォルト→ ステージ0	立ち上がり	35%	–
ステージ0→ステージ1	立ち上がり	70%	–
ステージ1→ステージ2	立ち上がり	98%	–
ステージ3→ステージ0	立ち下がり	–	96%
ステージ2→ステージ1	立ち下がり	95%	–
ステージ1→ステージ0	立ち下がり	66%	–
ステージ0→ V_{BAT} の 低電圧フォルト	立ち下がり	31%	–

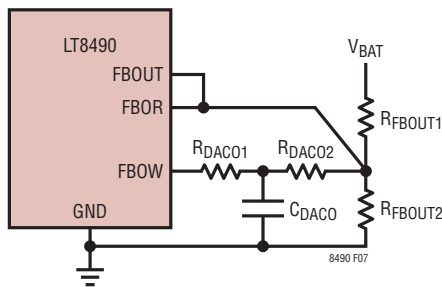


図7. 出力帰還抵抗回路網

ステージ2電圧制限値の設定: 図7に示す抵抗回路網の使用目的は、ステージ2電圧制限値の設定です。バッテリー・メカは、通常、公称のバッテリー電圧より高いステージ2電圧制限値を要求します。たとえば、自動車用アプリケーションで 사용되는12Vの鉛蓄電池の一般的なステージ2充電電圧制限値は14.2Vです。温度補償充電を使用する場合は(「温度測定、補償、およびフォルト」のセクションを参照)、以下の式の V_{S2} に値25°Cを使用します。

R_{FBOUT2} に選択されることが多いのは、4.99kΩ～49.9kΩの範囲の値です。 R_{FBOUT2} に高い値を選ぶと、バッテリーから帰還回路網に流れる電流の量が減少します。

$$R_{FBOUT1} = R_{FBOUT2} \cdot \left[V_{S2} \cdot \left(\frac{1.241}{1.211} - 0.128 \right) - 1 \right] \Omega$$

$$R_{DAC02} = \frac{R_{FBOUT1} \cdot R_{FBOUT2} \cdot 0.833}{\left(R_{FBOUT2} \cdot V_{S2} \cdot \frac{1.241}{1.211} \right) - R_{FBOUT2} - R_{FBOUT1}} \Omega$$

$$R_{DAC01} = 0.2 \cdot R_{DAC02} \Omega$$

$$C_{DAC0} = \frac{1}{500 \cdot R_{DAC01}} F$$

充電電圧の精度を高めるため、出力帰還抵抗回路網には許容誤差が0.1%の抵抗を使用することを推奨します。

標準の抵抗値のきめ細かさが原因で、計算結果を単純に最も近い標準値に丸めると不必要な誤差が生じる場合があります。計算結果と一致するように、複数の抵抗を直列に使用することを検討してください。そうしない場合は、標準の抵抗値を使用して、以下の式で最終結果を確認してください。

$$V_{X3} = \left(\frac{R_{FBOUT1}}{R_{DAC01} + R_{DAC02}} \right) \cdot (X - 1.89)$$

where

$$X = 1.211 \cdot \left[1 + \left(\frac{R_{DAC01} + R_{DAC02}}{R_{FBOUT2}} \right) + \left(\frac{R_{DAC01} + R_{DAC02}}{R_{FBOUT1}} \right) \right]$$

V_{X3} は、選択した抵抗を使用した場合の25°Cでの実際の V_{S2} の電圧を示します。

$$N1 = \frac{X - 1.89}{X - 3.3}$$

$N1$ はできるだけ1.22に近づけるようにしてください。

$$N2 = 1 - \frac{1.89}{X}$$

$N2$ はできるだけ0.805に近づけるようにしてください。最良の標準抵抗値を決定するまで計算の繰り返しが必要な場合があります。

アプリケーション情報

公称のバッテリー電圧である12V、24V、36V、48V、および60Vを充電するための標準値部品の優れた組み合わせを表4に示します。反復計算が必要だったのは、全体的に最善の結果が得られる値を選択するためです。

表4. 標準値の出力帰還回路網と出力レギュレーション電圧

バッテリー電圧	V _{S2} の目標値 (V)	R _{FBOUT1} (kΩ)	R _{FBOUT2} (kΩ)	R _{DAC01} (kΩ)	R _{DAC02} (kΩ)	C _{DAC0} (nF)
12	14.2	274	23.2	26.1	124	82
24	28.4	487	20	28	107	68
36	42.6	787	21	22.6	121	100
48	56.8	1000	20	22.6	115	100
60	71.0	866	13.7	13.3	80.6	150

ステージ3電圧制限値の設定：ステージ3の充電がイネーブルになると、バッテリー電圧はV_{S2}の85%～99%の範囲に維持されます。この比率は調整可能であり、「チャージャの構成 – CHARGECFG1ピン」のセクションで説明します。

バッテリーの低電圧制限：起動時に、LT8490はバッテリー電圧がステージ2電圧制限値の35%（標準）より高いかどうかを確認します。バッテリー電圧がこの値より低い場合、充電は開始されず、バッテリー低電圧フォルトがFAULTピンに示されます。バッテリー電圧がステージ2電圧制限値の35%（標準）より高くなると、充電が始まります。その後、バッテリー電圧がステージ2電圧制限値の31%（標準）より低くなると、充電は再び停止し、FAULTピンとSTATUSピンにフォルトが示されます。

充電電流の制限

充電電流の最大値は出力電流制限回路により設定されます。出力電流はR_{SENSE2}によって検出され、比例電流に変換されてIMON_OUTピンから流れ出します（図8を参照）。

IMON_OUTの電圧が1.208V（標準）より高くなると、V_CはEA1によって減少するので、出力電流が制限されます。I_{OW}は、充電状態に応じてグランド電位になるかフロートのままになります。こうすると、R_{IOW}とR_{IMON_OUT}を適切に選択することにより、ステージ0の電流制限値（I_{OUT(MAXS0)}）を残りのステージの電流制限値（I_{OUT(MAX)}）とは別個に設定できます。以下の式を使用して充電電流の制限値を設定します。

$$R_{SENSE2} = \frac{0.0497}{I_{OUT(MAX)}} \Omega$$

$$R_{IMON_OUT} = \frac{1208}{I_{OUT(MAXS0)} \cdot R_{SENSE2}} \Omega$$

$$R_{IOW} = \frac{24.3k \cdot R_{IMON_OUT}}{R_{IMON_OUT} - 24.3k} \Omega$$

$$R_{IOR} = 3.01k\Omega$$

$$C_{IMON_OUT} = \text{read below}$$

ここで、I_{OUT(MAX)}はアンプの最大充電電流、I_{OUT(MAXS0)}はステージ0の最大細流充電電流であり、I_{OUT(MAXS0)}の値はI_{OUT(MAX)}以下です。I_{OUT(MAX)} = I_{OUT(MAXS0)}の場合は、R_{IOW}を取り除いてI_{OW}ピンをフロート状態にしても問題ありません。I_{OUT(MAXS0)}は少なくともI_{OUT(MAX)}の20%にする必要があります。

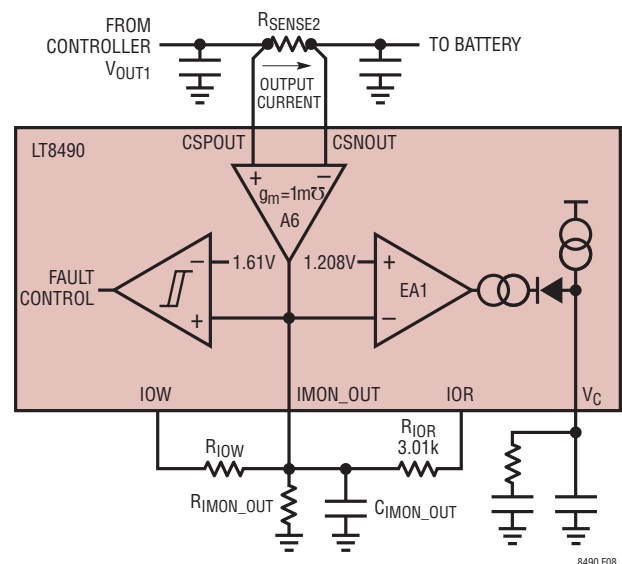


図8. 出力電流レギュレーション・ループ

アプリケーション情報

C_{IMON_OUT}はIMON_OUTのリップルを低減して、定電流の充電電流制御ループを安定化します。C_{IMON_OUT}を小さくすると安定性が向上し、インダクタ電流のオーバーシュートが最小限に抑えられます。このオーバーシュートは、放電済みのバッテリーをチャージャから取り外してすぐに再接続すると発生することがあります。ただし、こうするとIMON_OUTのリップルが増加するという弊害があり、それによってA/Dコンバータ測定時のノイズ発生量が増える可能性があります。適度な安定性を維持するため、IMON_OUTで発生した高周波数ポルをV_Cピンでの低周波数ポルと十分に分離する必要があります。C_{IMON_OUT}コンデンサは、4.7nF～22nFの範囲内にすればほとんどのアプリケーションで適切です。

入力電流の制限

太陽電池パネル電源：太陽電池パネルは本質的に電流が制限されているので、最低の入力電圧では最大の充電電力を供給できないことがあります。LT8490は、そのMPPTアルゴリズムを使用してパネル電圧を最低でも6V掃引し、最大電力点を検出します。システムの充電能力を最大限に高めるため、入力電流の制限値は、パネル電流供給能力の最大値より高く(少なくとも20%～30%の余裕を持たせて)設定するようにしてください。

さらに、LT8490は、入力電流を制限するのと同じ(図9に示す)回路を使用して入力電流を測定することに注意してください。入力電流は、IIRピンの電圧をA/D変換することによって測定しますが、この電圧はIMON_INに接続され、入力電流に比例します。デジタル化された入力電流は、太陽電池パネルの最大電力点を特定するために使用されます。入力電流制限値を高い値に設定すると、入力電流のデジタル化測定値の分解能が低下します。これは最大電力点計算の精度に影響する場合があるので、入力電流の制限値は必要以上に過剰なほど高く設定しないようにしてください。

DC電源：バッテリーを最大電流で充電する場合は電力も最大になるので、低電圧電源の場合は高電圧電源より多くの電流を供給する必要があります。これを確認するには、若干の効率損失を除き、出力電力を入力電力と等しくします。

$$V_{IN} \cdot I_{IN} \cdot \eta = V_{BAT} \cdot I_{BAT}$$

または、

$$I_{IN(MAX)} = \frac{V_{BAT} \cdot I_{BAT(MAX)}}{V_{IN(MIN)} \cdot \eta}$$

ここで効率因子 η の標準値は0.95と0.99の間にあります。

DC電源を電源にする場合は、(1)電源電圧が6Vを通過して上昇または下降するときに過負荷状態になる電源、または(2)チャージャの部品が許容できる電流より多くの入力電流を供給できる電源に対して適切な入力電流制限を推奨します。

入力電流制限値の設定：入力電流は図9に示すようにR_{SENSE1}で検出されます。R_{SENSE1}を流れる電流は、次の式に従ってIMON_INピンの電圧に変換されます。

$$V_{IMON_IN} = \left[\left(\frac{I_{IN} \cdot R_{SENSE1}}{1000} + 7\mu A \right) \cdot R_{IMON_IN} \right] V$$

IMON_INの電圧が1.208V(標準)を超えるとV_Cの電圧が低下し、これによって入力電流が制限されます。R_{IMON_IN}は21k Ω (誤差 $\pm 1\%$ 以下)になるようにします。この情報を使用すると、R_{SENSE1}の適切な値は次の式を使用して計算できます。

$$R_{SENSE1} = \frac{1000 \cdot \left(\frac{1.208V}{21k\Omega} - 7\mu A \right)}{I_{IN(MAX)}} = \frac{0.0505}{I_{IN(MAX)}} \Omega$$

ここでI_{IN(MAX)}はアンプの最大入力電流制限値です。R_{SENSE1}の値を25m Ω より大きくするのは推奨しません。

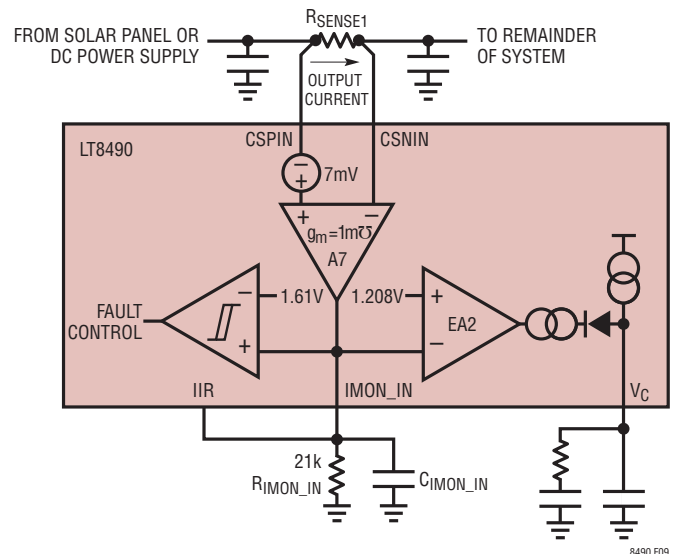


図9. 入力電流レギュレーション・ループ

アプリケーション情報

C_{IMON_IN}はIMON_INのリップルを低減して、入力電流制限値の制御ループを安定化します。C_{IMON_IN}を小さくすると安定性が向上し、インダクタ電流のオーバーシュートが最小限に抑えられます。ただし、こうするとIMON_INのリップルが増加するという弊害があり、それによってA/Dコンバータ測定時のノイズ発生量が増える可能性があります。適度な安定性を維持するため、IMON_INで発生した高周波数ポルをV_Cピンでの低周波数ポルと十分に分離する必要があります。ほとんどのアプリケーションでは、4.7nF～22nFのC_{IMON_IN}コンデンサが適切です。

入力および出力の電流検出フィルタリング

図10に示すC_{SX}とR_{SX}による電流検出フィルタリングを行うと、平均電流レベルが低いとき、入力電流および出力電流の測定精度を向上できます。アンプA7およびA8(図8および図9)が増幅できるのは正のR_{SENSE}電圧だけです。R_{SENSE}の平均電圧は常に正ですが、平均電流レベルが低いときの電圧リップルにはフィルタによって平均される負の成分が含まれる場合があります。R_{S1}、R_{S2}およびC_{S1}、C_{S2}の推奨値は10Ωおよび470nFです。

基板レイアウトによっては、LT8490のピンに達する場合がある同相ノイズを低減するために、C_{C1}およびC_{C2}が必要な場合があります。電圧定格が適切であれば、ほとんどの場合は100nFのセラミック・コンデンサで良好に動作します。最適な性能を得るため、フィルタ部品(C_{SX}、R_{SX}、C_{CX})はすべてLT8490の近くに配置してください。

最後に、CSNOUTおよびCSNINの入力バイアス電流により、R_{S1}およびR_{S2}の両端に小さな電圧降下(標準では10Ω当たり約0.25mV)が生じることに注意してください。これは最大電流制限値が約0.5%低下することを表わし、その原因は、通常R_{SENSE}両端に生じる約50mVです。また、C/10しきい値(通常はCSPOUTとCSNOUTの間に5mVが測定された場合)も、R_{S2}両端の0.25mVの電圧降下によってC/10.5に減少します。

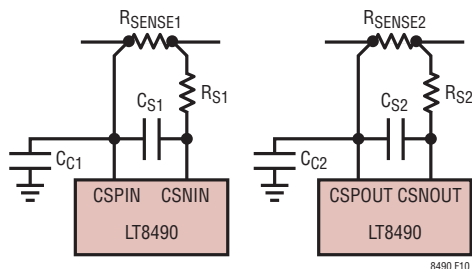


図10. 推奨の電流検出フィルタ

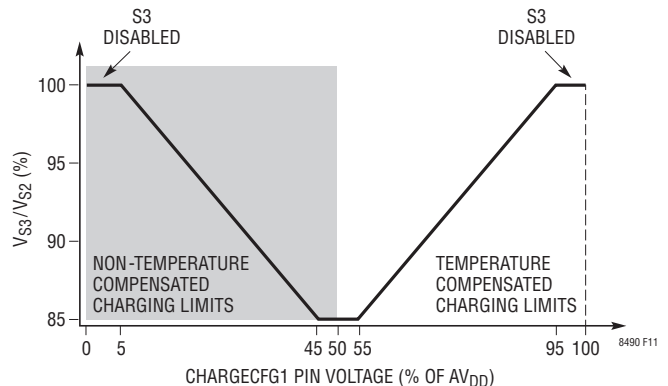


図11. CHARGECONFIG1ピンの設定

チャージャの構成 – CHARGECONFIG1ピン

CHARGECONFIG1ピンは、図11に示すような多機能ピンです。このピンは、合計値が100kΩ以上の抵抗分割器をAV_{DD}ピンに接続して設定します(例については「標準的応用例」のセクションを参照)。CHARGECONFIG1の電圧により、AV_{DD}のパーセント値として、以下に説明する選択が行われます。分割器の比は、図11の変曲点(たとえば、5%、45%、50%、55%、または95%)のうちのいずれかに直接設定しないようにしてください。

温度補償電圧制限のイネーブル/ディスエーブル: CHARGECONFIG1ピンの電圧を電圧範囲の上半分(>50%)に設定すると、バッテリー電圧の温度補償がイネーブルされますが、下半分(<50%)の範囲を使用すると、バッテリー・バックにサーミスタを結合した場合でも、温度補償はディスエーブルされます。詳細については次のセクションで説明します。

ステージ3のディスエーブル: CHARGECONFIG1ピンの電圧をAV_{DD}と同じ電圧または0Vに設定すると、ステージ3はディスエーブルされます。CHARGECONFIG1ピンをこのように設定すると、充電アルゴリズムはステージ3に移らなくなります。ステージ3は鉛蓄電池の充電に使用するのが一般的ですが、リチウムイオン電池の充電には通常は使用しません。

ステージ3のイネーブル: CHARGECONFIG1ピンの電圧をAV_{DD}の電圧の5%～95%の範囲内に設定すると、ステージ3の充電がイネーブルになり、ステージ3の電圧制限値(V_{S3})が以下の式に従ってステージ2の電圧制限値(V_{S2})のパーセント値として設定されます。

アプリケーション情報

温度補償充電とステージ3を両方イネーブルする場合は、次式を使用します。

$$\text{CHARGECONFIG1}\% = \left[\left(2.67 \cdot \left(\frac{V_{S3}}{V_{S2}} - 0.85 \right) \right) + 0.55 \right] \cdot 100\%$$

温度補償充電をディスエーブルしてステージ3をイネーブルする場合は、次式を使用します。

$$\text{CHARGECONFIG1}\% = \left[2.72 - \left(2.67 \cdot \left(\frac{V_{S3}}{V_{S2}} \right) \right) \right] \cdot 100\%$$

ここで、 V_{S3}/V_{S2} は0.86～0.99の範囲内にする必要があります。

たとえば、 V_{S3} を V_{S2} の93%に設定して温度補償充電をイネーブルするには、CHARGECONFIG1の電圧を AV_{DD} の76%にする抵抗分割器を選択します。最高の精度を得るには、許容誤差が1%以下の抵抗を使用してください。

温度測定、温度補償、および温度フォルト

LT8490は、バッテリー・パックに熱的に結合したNTC(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できます。温度モニタ機能をイネーブルするには、10kΩ、 $B = 3380$ のNTCサーミスタをTEMPSENSEピンとグラウンドの間に接続し、(図12に示すように)11.5kΩの(許容誤差1%以内の)抵抗を AV_{DD} とTEMPSENSEの間に接続します。バッテリー温度モニタが必要ない場合は、サーミスタの代わりに10kΩの抵抗を使用してください。こうすると、バッテリーが常に25°CであるとLT8490に示すことになります。

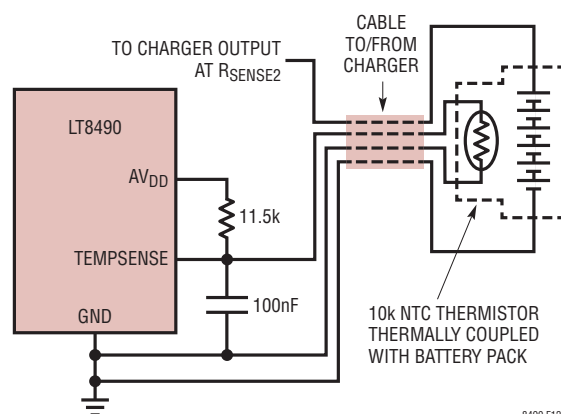


図12. バッテリー温度検出回路

LT8490はTEMPSENSEピンの電圧をモニタしてバッテリー温度を割り出し、さらにサーミスタが接続されているかどうかを検出します。TEMPSENSEの電圧が AV_{DD} の96%(標準)より高い場合は、サーミスタが取り外されていることを示します。3つのチャージャ機能はTEMPSENSEの情報に依存しています。

1. 無効なバッテリー温度フォルト: CHARGECONFIG2ピンで設定した有効範囲(-20°C～50°Cまたは0°C～50°C)の外側にバッテリー温度がある場合は、温度フォルトが発生します。温度が-15°C～45°Cまたは5°C～45°C(5°Cのヒステリシス)の範囲内に戻るまで、温度フォルト状態は維持されます。温度フォルト時には充電が停止し、STATUSピンとFAULTピンの波形は、表6に示すパターンに従います。CHARGECONFIG2ピンによってタイマ期限切れがイネーブルになると、温度フォルトの間はタイマの計数が中断され、フォルト状態が終了したら再開されます。
2. バッテリー電圧の温度補償: バッテリーの種類によっては、バッテリー温度に応じて電圧制限値を調整すると、充電が最適化されます。特に鉛蓄電池は、温度変化に伴って理想的な充電電圧が大きく変化します。CHARGECONFIG1ピンによって温度補償をイネーブルすると、バッテリー充電電圧および関連するすべての電圧しきい値はバッテリー温度により自動的に調整されます。TEMPSENSEピンの電圧が変化するにつれて、FBOWピンからのPWM信号のデューティ・サイクルは、LT8490の電圧制限値が図13に示す曲線に従うように変化します。

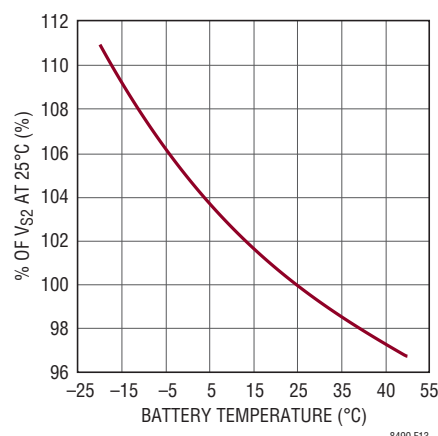


図13. 温度補償をイネーブルした場合のステージ2電圧制限値と温度

アプリケーション情報

3. バッテリーの取り外し検出: LT8490では、TEMPSENSEピンの電圧をモニタすることにより、バッテリーおよびサーミスタがチャージャから取り外されたかどうかを検出します。バッテリーへの接続が切断されると、図12の矢印で示すようにサーミスタへの接続も切断されるので、TEMPSENSEの電圧は11.5kΩの抵抗を介してAV_{DD}の電圧まで上昇します。バッテリーが存在しない時間の間、LT8490は充電を停止します。バッテリー(に加えて一体型のサーミスタまたは抵抗)がTEMPSENSEピンを介して検出されると、チャージャはステージ0で充電を自動的に再開します。

チャージャの構成 – CHARGECONFIG2ピン

CHARGECONFIG2ピンは、図14に示すような多機能ピンです。このピンは、合計値が100kΩ以上の抵抗分割器をAV_{DD}ピンに接続して設定します(例については「標準的応用例」のセクションを参照)。CHARGECONFIG2の電圧により、AV_{DD}のパーセント値として、以下に説明する選択が行われます。分割器の比は、図14の変曲点(たとえば、5%、10%、45%、50%、55%、90%、または95%)のうちのいずれかに直接設定しないようにしてください。

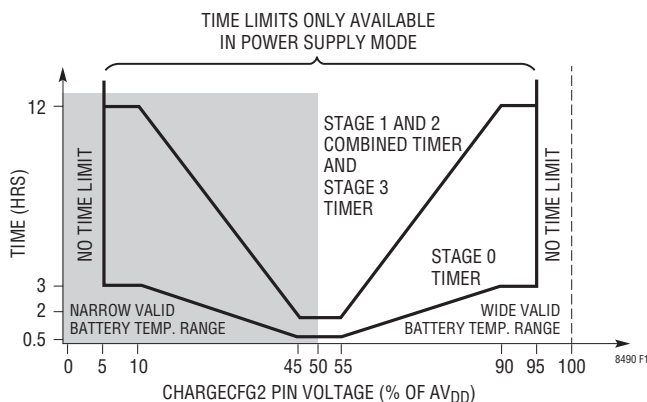


図14. CHARGECONFIG2ピンの電圧設定

充電時間制限のイネーブル/ディスエーブル: LT8490が充電時間制限をサポートするのは、電源モードをイネーブルしている場合だけです(「DC電源動作時の充電」セクションを参照)。電源モードがディスエーブルされている場合、CHARGECONFIG2による有限の時間制限設定は時間制限とみなされません。このセクションでは、CHARGECONFIG2ピンを使用して制限時間を設定する方法について説明します。時間制限の動作の詳細については、「充電の時間制限」のセクションを参照してください。

CHARGECONFIG2ピンの電圧をAV_{DD}の5%から95%の間に設定すると、制限時間の設定値をステージ0の場合は0.5時間から3時間の間、ステージ1と2の組み合わせの場合は2時間から12時間の間、さらにステージ3の場合は2時間から12時間の間にすることができます。ステージ0の制限時間は、常にステージ1+ステージ2の制限時間の1/4であり、ステージ3の制限時間は、常にステージ1+ステージ2の制限時間と同じ長さです。ステージ1+ステージ2の制限時間として12時間を選ぶ場合は、比が7.5%または92.5%に非常に近い分割器を選びます。ステージ1+ステージ2の制限時間として2時間を選ぶ場合は、比が47.5%または52.5%に非常に近い分割器を選びます。中間の制限時間の場合は、以下のいずれかの式を使用してください。

広い有効バッテリー温度範囲(−20°C〜50°C)での使用を目的とする場合:

$$\text{CHARGECONFIG2}\% = 3.5\% \cdot (T_{S1S2} - 2) + 55\%$$

ここで T_{S1S2} は、ステージ1+ステージ2の目的の制限時間で、その範囲は2.1時間〜11.9時間の間です。

狭い有効バッテリー温度範囲(0°C〜50°C)での使用を目的とする場合:

$$\text{CHARGECONFIG2}\% = 45\% - 3.5\% \cdot (T_{S1S2} - 2)$$

ここで T_{S1S2} は、ステージ1+ステージ2の目的の制限時間で、その範囲は2.1時間〜11.9時間の間です。

アプリケーション情報

CHARGECFG2の%値を4%（つまりグラウンド）より低く設定するか、またはAV_{DD}の電圧の96%より高く設定（つまりAV_{DD}に接続）すると、フォルト条件の代わりに充電を無期限に実行できます。

有効なバッテリー温度範囲の選択：CHARGECFG2ピンの電圧を電圧範囲の上半分(>50%)に設定すると、広い方の有効バッテリー温度範囲(-20°C～50°C)が選択されますが、電圧範囲の下半分(<50%)を使用した場合は、狭い方の有効バッテリー温度範囲(0°C～50°C)が選択されます。一般に、鉛蓄電池は使用範囲が広いのに対して、リチウムイオン電池は使用範囲が狭くなります。無効なバッテリー温度フォルトの詳細については、「温度測定、温度補償、および温度フォルト」のセクションを参照してください。

充電の時間制限

充電の時間制限は、CHARGECFG2ピンを適切に構成することにより、電源モードでのみイネーブルできます（「チャージャの構成 – CHARGECFG2ピン」セクションを参照）。バッテリーに負荷があるときに充電の時間制限を使用するのは推奨しません。満充電を実現するのに必要な時間の長さを予測できないからです。

時間制限をイネーブルした場合、該当のタイマはステージ0、1、および3の開始時に始動します。LT8490が各ステージで動作中にタイマが期限に到達するか、タイマが期限に達した後にはLT8490が充電ステージに戻ると、充電は直ちに停止します。表5に示すように、タイマの期限切れは、期限切れしたタイマおよびチャージャの構成に応じてフォルトまたは充電完了とみなされます。いずれの場合も、「STATUSおよびFAULTインジケータ」のセクションで説明するように、充電が停止すると、フォルトまたは充電完了の状態がSTATUSピンおよびFAULTピンに示されます。

表5. チャージャの状態とタイマ期限切れ時の結果

タイマの期限が切れたときの充電ステージ	ステージ3はイネーブル状態か	使用したタイマ	タイマ期限切れ時の結果
0	–	ステージ0	フォルト
1	–	ステージ1+ステージ2	フォルト
2	–	ステージ1+ステージ2	フォルト
3	はい	ステージ3	充電完了

ステージ2の終了（時間制限をイネーブル状態）：ステージ2のタイマ期限が切れると、フォルトが発生して即座に充電が停止し、STATUSピンとFAULTピンにフォルトが示されます。タイマの期限が切れる前にステージ2の出力電流がC/10より低くなり、かつステージ3がデイスエーブルされている場合、充電は停止し、STATUSピンに充電完了が示されます。

ステージ2の終了（時間制限をデイスエーブル状態）：時間制限をデイスエーブルしている場合、ステージ2を終了できるのは、ステージ3をイネーブルしている場合に限りです。充電電流がC/10より少なくなると、充電はステージ3に移ります。ステージ3もデイスエーブルしている場合は、充電するのに十分なほどバッテリー電圧が低下してステージ1に戻らない限り、チャージャは無期限にステージ2で動作します。無期限のステージ2充電時に、STATUSピンは、（表6および7に示すように）ステージ2の電流がC/10より少ないか、またはC/5より多いかを示します。

ステージ3の終了条件：ステージ3をイネーブルしていて、時間制限をデイスエーブルしている場合は、バッテリー電圧がV_{SS}の96%より低くなるか、充電電流がC/5より多くならない限り、LT8490はステージ3のまま推移し、低い定電圧を無期限に強制されるので、チャージャはステージ0に戻ります。ステージ3をイネーブルしていて、時間制限をイネーブルしている場合は、ステージ3でのタイマ期限切れによって充電が停止し、（表6および7に示すように）STATUSピンを介して充電完了状態が通知されます。

アプリケーション情報

リチウムイオン・バッテリーの充電

LT8490はリチウムイオン電池を充電するのに適しています。CHARGECFG1ピンとCHARGECFG2ピンをグランドに接続すると、LT8490はリチウムイオン電池の充電に対応する標準的な構成(有効なバッテリー温度の範囲: $0^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 、ステージ3ディスエーブル状態、温度補償なし、時間制限なし)になります。この構成での標準的なリチウムイオン充電サイクルを図15に示します。

タイマ終了を選択しなかった場合、LT8490は目的のステージ2電圧制限値までリチウムイオン電池スタックを充電し、その制限値を無期限に維持します。充電電流が $C/10$ より少ない場合、表6に示すように、STATUSピンは“H”になります。

注記: リチウムイオン電池を太陽光発電で充電し、時間制限を設定しない場合は、ステージ2電圧制限値がリチウムイオン電池の最大セル電圧の95%を超えないようにすることを推奨します。この構成では無期限に充電できるので、このガイドラインに従えばバッテリーの寿命が急速に短くなることはありません。

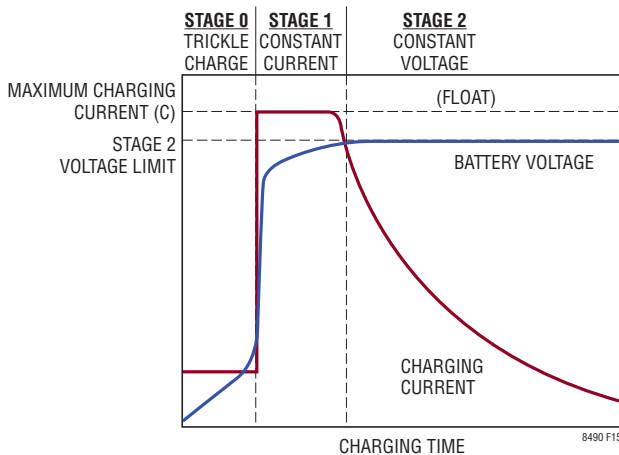


図15. リチウムイオン・バッテリーの充電サイクル

鉛蓄電池の充電

LT8490を鉛蓄電池の充電に使用してもかまいません。CHARGECFG1ピンの電圧を AV_{DD} の87.6%に設定し、CHARGECFG2ピンの電圧を AV_{DD} と等しくすると、LT8490は鉛蓄電池の標準的な充電向けに設定されます(有効なバッテリー温度の範囲: $-20^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{S3}/V_{S2} = 97.2\%$ に設定してステージ3をイネーブル、温度補償された電圧制限値、時間制限なし)。標準的な鉛蓄電池充電サイクルを図16に示します。

時間制限をディスエーブルしていた場合、LT8490は目的のステージ3電圧制限値まで鉛蓄電池スタックを充電し、(1) バッテリー電圧がステージ3電圧制限値(V_{S3})の96%より低くなるか (2) 充電電流が $C/5$ より多くなると充電サイクルを再開します。

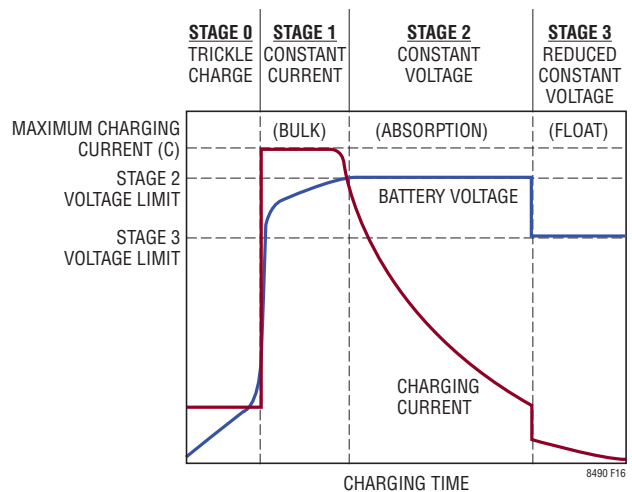


図16. 鉛蓄電池の充電サイクル

アプリケーション情報

STATUSおよびFAULTインジケータ

LT8490は2つの出力(STATUSピンとFAULTピン)によりチャージャの状態を知らせます。これらのピンを使用してLEDを駆動し、ユーザへのフィードバックに利用できます。さらに、STATUSピンは、周辺機器へステータス情報を送信するUART出力の役割を兼ねています。これらのピンのLED動作とチャージャの状態との関係を表6で説明します。

LT8490が動作している間、STATUSピンは、図17に示すように3.5秒(標準)間隔で切り替わります。図17に示す3つのパルスは、チャージャがステージ3で動作していることを表わします。STATUSピンとFAULTピンをプルアップするとLEDはオンになり、グランド電位にするとLEDはオフになります。

表6. STATUSおよびFAULTのLEDインジケータ

チャージャの状態	LEDパルス数/3.5秒、 1パルス当たりの オン時間概算値		詳細の参照先 セクション
	状態	FAULT	
ステージ0	1、10ms	オフ	バッテリー充電 アルゴリズム
ステージ1	1、250ms	オフ	バッテリー充電 アルゴリズム
ステージ2および (ステージ3が イネーブル状態 または時間制限が イネーブル状態 またはI _{OUT} が C/5を超えて増加)	2、250ms	オフ	「バッテリー充電 アルゴリズム」 および 「チャージャの 構成」セクション
ステージ2と ステージ3が ディスエーブル 状態および 時間制限が ディスエーブル 状態およびI _{OUT} が C/10未満に減少	オン	オフ	「バッテリー充電 アルゴリズム」 および 「チャージャの 構成」セクション
ステージ3	3、250ms	オフ	バッテリー充電 アルゴリズム
充電完了	オン	オフ	充電の時間制限
バッテリー存在の 検出フォルト	1、10ms	1、250ms	温度測定、 温度補償、および 温度フォルト
無効な バッテリー温度 フォルト	1、10ms	2、250ms	温度測定、 温度補償、および 温度フォルト
タイマ期限切れ フォルト	1、10ms	3、250ms	充電の時間制限
バッテリー低電圧 フォルト	1、10ms	4、250ms	ステージ電圧 制限値

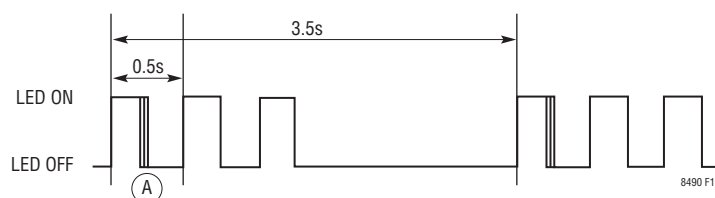


図17. ステージ3でのSTATUSピンの波形例

アプリケーション情報

STATUSピンとFAULTピンによるLEDの駆動

LT8490のSTATUSピンおよびFAULTピンを使用して、LEDインジケータを駆動できます。これら2つのピンによってLEDを駆動するための最も簡単な構成を図18に示します。

STATUSピンは最大2.5mAを駆動してLEDに流し込むことができます。STATUSピンを3.3V近くまで駆動した場合のLED電流が2.5mA以下に制限されるように R_{DSA} を選択します。STATUSピンをグランド付近の電位に駆動した場合に流れる電流がLED電流と等しくなり、 R_{DSB} 両端子間の電圧が約3.3Vになるように R_{DSB} を選択します。STATUSを“H”にすると、図18の D_S には約2.5mAが流れます。STATUSを“L”にすると、 R_{DSB} には約2.5mAが流れます。

FAULTピンのプルアップは、STATUSピンと比較すると弱いプルアップです(「標準的性能特性」のセクションを参照)。LED電流は、FAULTピンのドライバによって標準で1mA未満に自己制限されています。図18の R_{DFB} は標準で3.32k Ω なので、これによってFAULTのLED電流が増加します。図18に示すように構成した場合、 D_F のLED電流は1.5mA未満に制限する必要があります。

より大電流のLEDを駆動する場合は、図19の回路を使用できます。 D_F のLED電流は、この場合はINTV_{CC}レギュレータによって供給されることに注意してください。LED電流が大きすぎるとINTV_{CC}レギュレータが過負荷になるか、LT8490の内部が過熱状態になる可能性があります。この回路を使用す

る場合、7.5mAは妥当な初期値です。基板を慎重に評価すれば、より大きな電流が可能です。トランジスタQ2のコレクタ/エミッタ間ブレークダウン電圧は、INTV_{CC}の電圧より大きいことが必要です。MMBT3646のブレークダウン電圧は15Vなので、このアプリケーションによく適しています。

D_S のLED電流は、この場合は V_{IN} から供給されます。LT8490内部での電力損失が増加するので、 D_S の電流はINTV_{CC}から流さないでください。トランジスタQ1のコレクタ/エミッタ間ブレークダウン電圧は、 V_{IN} の電圧より大きいことが必要です。MMBT5550Lのブレークダウン電圧は140Vなので、ほとんどのアプリケーションに適しています。

図19に示す抵抗を適切に設定するには、以下の式を使用します。

$$R_{E1} \equiv \frac{2.6}{I_D} \Omega$$

$$R_{C1} \equiv \left(\frac{I_{INTVCC} - V_F}{I_D} \right) \Omega$$

$$R_{B1} = \frac{50}{I_D} \Omega$$

ここで、INTV_{CC}は標準で6.35V、 V_F はLEDの順方向電圧(たいていの場合、約1.7V)、 I_D はLEDを流れる所望のバイアス電流です。

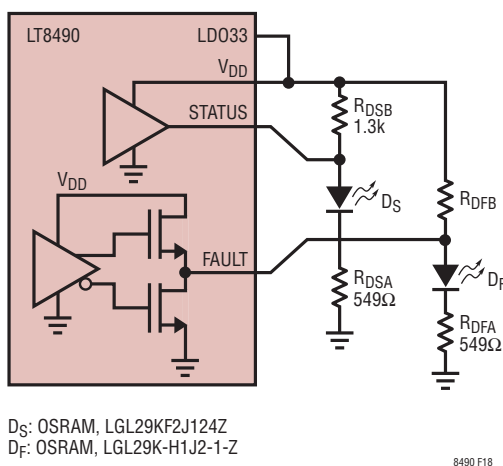


図18. デフォルトのSTATUS/FAULT LED インジケータ

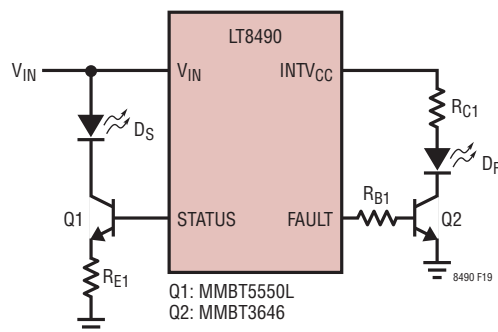


図19. STATUS/FAULT LEDの大電流駆動

アプリケーション情報

STATUSピンのUART

STATUSピンにはUART通信機能(送信のみ)もあります。この機能はLT8490の遠隔モニタリングを考慮に入れています。STATUSピンからは、表6に示す各初期パルスの直後に同期バイト(0x55)が送出され、その後にステータス・バイトが続きます。UARTデータはLSBを先頭に送信されます。図17のラベル(A)の領域を拡大したものを図20に示します。

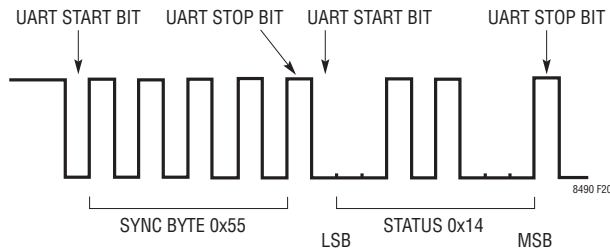


図20. 図17のラベル(A)を拡大したUART送信波形

図20に示すステータス・バイトには、現在の充電ステージに関する情報だけでなくフォルト情報もあります。各UARTバイトのデータ形式は、8つのデータ・ビット、パリティなし、1つのストップ・ビットです。ボーレートは2400ボー \pm 10%で、データを適正に受信するには、同期バイトを使用してボーレートの自動検出を必要とする場合があります。図21では、ステータス・バイトに存在する各ビットを定義しています。ステータス・バイトのMSBには必ず0が入ります。MSBが1のステータス・バイトは無視されます。

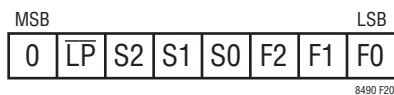


図21. ステータス・バイトの復号

LP: 低消費電力モードの場合は「0」(「低消費電力モード」のセクションを参照)

S2/S1/S0: ステージの説明(表7参照)

F2/F1/F0: フォルトの説明(表8参照)

表7. ステージの説明

ステージ	条件	S2	S1	S0
ステージ0	–	0	0	0
ステージ1	–	0	0	1
ステージ2	ステージ3はイネーブル状態	0	1	0
	タイマおよびステージ3はデイスエーブル状態、充電電流はC/5を超えて増加			
	タイマおよびステージ3はデイスエーブル状態、充電電流はC/10未満に減少	1	0	0
ステージ3	–	0	1	1
充電完了	–	1	0	1

表8. フォルトの説明

フォルト情報	F2	F1	F0
フォルトは存在しない	0	0	0
バッテリー取り外し済み (サーミスタ取り外し済み)	0	0	1
無効なバッテリー温度	0	1	0
タイマ・フォルト	0	1	1
バッテリー低電圧	1	0	0

複数のフォルトが存在する場合は、表8の最上位に記載されているフォルトがSTATUSピンとFAULTピンを介して報告されます。

アプリケーション情報

チャージャの自動再起動とフォルトからの回復

LT8490は多くの機能を使用し、良好な動作状態が戻るまでチャージャを停止する場合がありますことを確認します。LT8490が充電を停止する典型的な原因のほかに、充電を自動的に再開する条件を表9にまとめています。自動再起動では、無効のバッテリー温度フォルトから再開する場合を除き、タイマはすべてリセットされます。

表9. 自動再起動の条件

充電が停止する原因	再起動の要件	再起動または充電の再開
充電完了	ステージ3はディスエーブル状態で V_{BAT} が V_{S2} の95%未満に低下する	再起動
	ステージ3はイネーブル状態で V_{BAT} が V_{S3} の96%未満に低下する	再起動
バッテリー低電圧フォルト	V_{BAT} が V_{S2} の35%まで上昇する	再起動
ステージ0のタイムアウト	V_{BAT} が V_{S2} の70%まで上昇するか、停止後1時間ごと(以下を参照)	再起動
ステージ1のタイムアウト	V_{BAT} が5%上昇するか、 V_{BAT} が V_{S2} の98%まで上昇するか、停止後1時間ごと(以下を参照)	再起動
ステージ2のタイムアウト	V_{BAT} が V_{S2} の66%未満に低下するか、停止後1時間ごと(以下を参照)	再起動
無効なバッテリー温度:	バッテリー温度が5°Cのヒステリシスを考慮して有効な温度範囲内に戻る	再開
バッテリー切断フォルト	サーミスタの再接続	再起動

チャージャは、ステージ0、ステージ1、またはステージ2のタイムアウト・フォルトによって停止した後、1時間(標準)ごとに再起動しようとします。以下のいずれかの方法でチャージャを構成すると、チャージャが1時間ごとに自動的に再起動するのを防止できます。

1. ステージ3をディスエーブルして狭いバッテリー温度範囲を選択し、温度補償されたバッテリー電圧を選択しない。
2. 電源モードでは動作させない。
3. タイマ・リミットをディスエーブルする。

SHDN ピンの接続

LT8490が起動するには \overline{SHDN} ピンが1.234V (標準)になることが必要です。正常な起動動作を確保するには V_{IN} を5V以上にする必要も必要です。したがって、 V_{IN} と \overline{SHDN} ピンの間に抵抗分割器を使用して、このしきい値を設定します。 \overline{SHDN} ピンは、図22に示すように接続します(1%以上の抵抗許容誤差精度が必要です)。

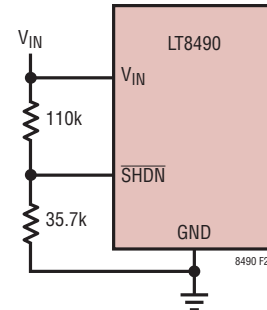


図22. SHDN ピンの抵抗分割器

アプリケーション情報

スイッチングの構成 – MODEピン

LT8490は、2つのスイッチング動作モードをMODEピンの状態によって制御します。MODEピンを2.3Vより高い電圧(つまり、 V_{DD} または $INTV_{CC}$)に接続すると、デバイスは不連続導通モード(DCM)に設定され、バッテリーに流れるのは正の電流だけになります。この動作モードの詳細については、LT8705のデータシートを参照してください。

MODEピンを0.4Vより低い電圧(つまりグランド)に接続すると、構成は以下のように変更されます。

1. CCM/DCMモードの自動的な切り替え：インダクタ電流のリップルが非常に大きいと、LT8490はDCMのまま大電流で動作することになる可能性があります。この場合、(図23で強調表示されている)M4スイッチは、このデバイスのボディ・ダイオードを流れるバッテリー充電電流によって高温になる可能性があります。

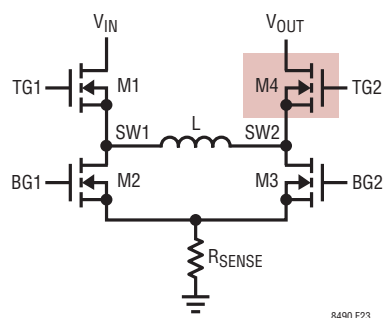


図23. スイッチの簡略図

MODEピンを“L”に接続すると、連続導通しきい値モード(CCTM)が作動するので、M4の発熱を低減できます。このモードでは、IMON_OUTピンによって平均充電電流がモニタされます。LT8490は従来のDCMで動作しますが、バッテリーの充電電流は少なくなり(したがってIMON_OUTの電圧は標準で122mV未満になります)。充電電流が増加するにつれて、IMON_OUTの電圧は最終的に約195mVより高くなるので、M4をオンにして発熱を低減するCCM動作に移行するようLT8490に通知します。平均充電電流は正になりますが、このモードでは各スイッチング・サイクル内で若干の負電流が許容されます。この動作が望ましくない場合は、DCM動作を使用してください。

2. EXTV_{CC}レギュレータの自動的な切り離し：LT8705データシートに詳細を説明しているように、INTV_{CC}ピンの電圧は、可能性がある2つの入力ピンのいずれか(V_{IN} またはEXTV_{CC})を電源として6.35Vに安定化されます。EXTV_{CC}ピンはバッテリーに接続されることが多いので、INTV_{CC}を低電圧電源から安定化することが可能になり、LT8490内部での電力損失と発熱を最小限に抑えることができます。ただし、バッテリーの放電を防止するには充電電流が少ない場合は、EXTV_{CC}をバッテリーから切断する必要があります。

MODEが“L”の場合、LT8490のINTV_{CC}レギュレータは、充電電流が少なくなると、入力電源としてEXTV_{CC}ではなく V_{IN} を使用するよう自動的に強制されます。充電電流はIMON_OUTピンでモニタします。IMON_OUTの電圧が122mV(標準)より低くなると、INTV_{CC}レギュレータは入力電源として V_{IN} を使用します。IMON_OUTの電圧が約195mVより高くなると、EXTV_{CC}も6.4V(標準)より高くなった場合、INTV_{CC}はEXTV_{CC}を電源として安定化されます。「オプションのEXTV_{CC}切断回路」のセクションで説明する外部回路を使用すれば、MODEを“H”に接続したときに、この同じ機能を実現できます。

最後に、LT8490の内部には、EXTV_{CC}とグランドの間に305k Ω (標準)の抵抗が接続されています。EXTV_{CC}を切断しない限り、この抵抗にはバッテリーから電流が流れます。充電電流が少なくなるか、充電が停止したときにEXTV_{CC}を自動的に切断する方法については、「オプションのEXTV_{CC}切断回路」のセクションを参照してください。

アプリケーション情報

オプションの低消費電力モード

最大電力点を確実に測定するには太陽電池パネルからの電流が不十分な場合、LT8490は低消費電力モードで自動的に動作を開始することがあります。電源モードでDC電源から動作する場合、低消費電力モードは自動的にディスエーブルされます。それ以外の場合、低消費電力モード機能はデフォルトでイネーブルされ、LT8490は、ほかのモードでは充電を停止するような非常に低い軽負荷状態のバッテリーを充電できます。なお、低消費電力モードもこのセクションで後述する方法によりディスエーブルすることができます。

低消費電力モードでは、LT8490は充電を一瞬停止して、パネル電圧が上昇できるようにします。パネルが入力コンデンサを十分に充電すると、LT8490は入力コンデンサからバッテリーへエネルギーを転送する一方で、パネル電圧を低下させます。「標準的性能特性」セクションの「低消費電力モードでのパネル電圧」のグラフに示すように、この動作が急速に繰り返され、バッテリーに電荷が供給されます。

低消費電力モードでの最小入力容量：電荷転送サイクルごとに最低限のエネルギーを入力コンデンサからバッテリーへ転送する必要があります。そうでない場合、バッテリーは充電されずに放電される可能性があります。チャージャが最小入力電圧の10V付近で動作している場合に必要な最小入力容量を図24に示します。照度の増大によってパネル電圧が上昇するにつれて、より多くのエネルギーが入力コンデンサに蓄積され、対応するエネルギー増加分がバッテリーに供給されます。低入力容量で動作する場合は、太陽電池パネルの電圧を注意深く調べて、安定性が十分かどうかと、リップルが最小に抑えられているかどうかを確認してください。

最小入力電圧：低消費電力モードをイネーブルしている場合は、チャージャがバッテリーを充電しようとする前に、パネル電圧が最初から10V (VINRピンを介して測定した場合の標準値)を超えている必要があります。バッテリーに十分な電荷が供給されない場合、チャージャは入力電圧がさらに高くなるまで一時的に待機してから入力電荷をバッテリーに転送することがあります。

低消費電力モードの終了：十分な入力電流が検出されると、チャージャは低消費電力モードを自動的に終了して、通常の充電を再開します。チャージャは、有効な電力点を測定して低消費電力モードを終了するため、標準では最大入力電流制限値の2.5%～3%を超える入力電流が必要です。最大電力点を探索する場合、パネル電圧は最小で6Vに調整できます。

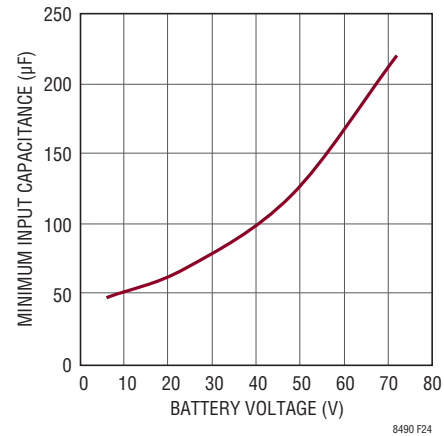


図24. 低消費電力モードに必要な最小の入力コンデンサ

低消費電力モードのディスエーブル：最小入力容量、または最小起動電圧の10Vがアプリケーションに適していない場合は、図25に示すような抵抗 $R_{NLP} = 3.01k\Omega$ を組み込むことにより、低消費電力モードをディスエーブルすることができます。低消費電力モードをディスエーブルした場合、パネルで6V以上が検出されると、LT8490はバッテリーを充電しようとしています。入力電流が少なすぎる場合(標準では最大入力電流制限値の1.5%未満)は、充電が一時的に停止します。LT8490は、パネル電圧の大幅な上昇を測定した場合、または30秒間隔でバッテリーを充電しようとしています。十分なパネル電流が流れているとLT8490が判定すると、通常の充電動作が自動的に再開されます。

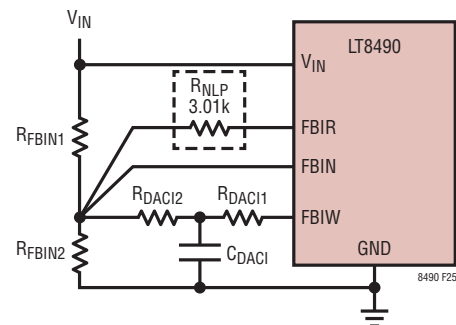


図25. 抵抗 R_{NLP} による低消費電力モードのディスエーブル

アプリケーション情報

オプションの出力帰還抵抗切断回路

LT8490はバッテリー電圧を測定して安定化するため、バッテリーに接続された抵抗帰還回路網を使用します。図26に示すように、これらの抵抗をバッテリーから切り離さない限り、バッテリーが充電されていない場合でも、抵抗にはバッテリーから電流が流れます。小容量のバッテリーを使用する場合、これは好ましくないことがあります。

必要な場合は、図27に示す回路を使用することにより、充電が停止したら抵抗をバッテリーから自動的に切り離すことができます。この回路はLT8490からのSWENO信号によって制御され、充電が行われると抵抗帰還回路網を接続します。充電が停止すると回路網は切断され、バッテリーから流れる電流は無視できるほどになります。

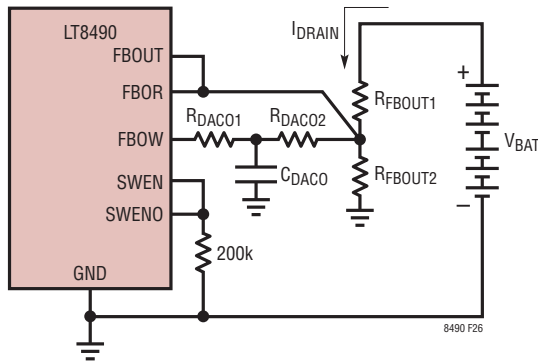


図26. 非充電時のバッテリーの放電

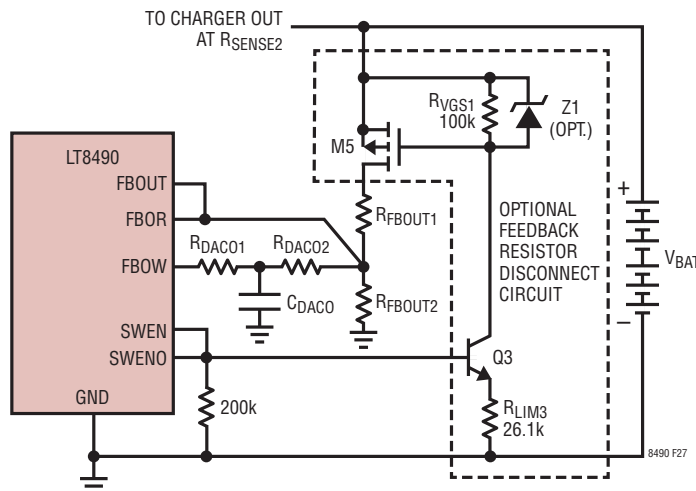


図27. オプションの帰還抵抗切断回路

M5の選択: このPMOSのドレイン/ソース間ブレイクダウン電圧は、 V_{BAT} の最大値より大きい必要があります。ZVP3310Fの定格は100Vなので、ほとんどのアプリケーションに適しています。

Q3の選択: このNPNのコレクタ/エミッタ間ブレイクダウン電圧は、 V_{BAT} の最大値より大きい必要があります。MMBT5550Lはブレイクダウン定格が140Vなので、これもほとんどのアプリケーションに適しています。

R_{LIM3} の選択: V_{GSon} を使用して、 R_{VGS1} を100k Ω に設定します。

$$R_{LIM3} = \left[\left(\frac{R_{VGS1}}{V_{GSon}} \right) \cdot 2.6V \right] \Omega$$

ここで V_{GSon} は、M5をオンするために必要な目的のゲート/ソース間電圧です。M5の選択が不適切だった場合には、オン抵抗が大きくなり、このデバイスのドレイン/ソース端子間の電圧降下が顕著になる可能性があります。この電圧降下を調べて、アプリケーションがこの誤差を許容できるかどうか判断してください。

Z1の選択: バッテリーの活線挿入時にトランジェントが発生する可能性があるため、過剰なゲート/ソース間電圧からデバイスM5を保護するため、このツェナー・ダイオードを推奨します。デバイスZ1を使用する場合は、 $V_{GSon} < V_{Z1breakdown} < V_{GSmax}$ となるように逆方向ブレイクダウン電圧を選択してください。ここで V_{GSmax} は、デバイス・メカによって規定されるゲート/ソース間電圧の最大定格です。BZT52C13の逆方向ブレイクダウン電圧は13Vなので、図27に示す R_{LIM3} の値に適しています。

代替回路: バッテリー電圧が低い場合(<20V)、図27のQ3は飽和する可能性があります。これを回避するには、図28に示すように、 R_{LIM3} を取り除き、 R_{LIM4} をQ3のベースに追加して、Q3のエミッタを直接グランドに接続することを検討してください。オプションの帰還抵抗切断回路を任意の低バッテリー電圧で使用するのには、必要なM5のゲート/ソース間電圧によって制限されます。

次の式を使用して R_{LIM4} を適切に設定してください。

$$R_{LIM4} = 91 \cdot \frac{R_{VGS1}}{V_{BAT}}$$

アプリケーション情報

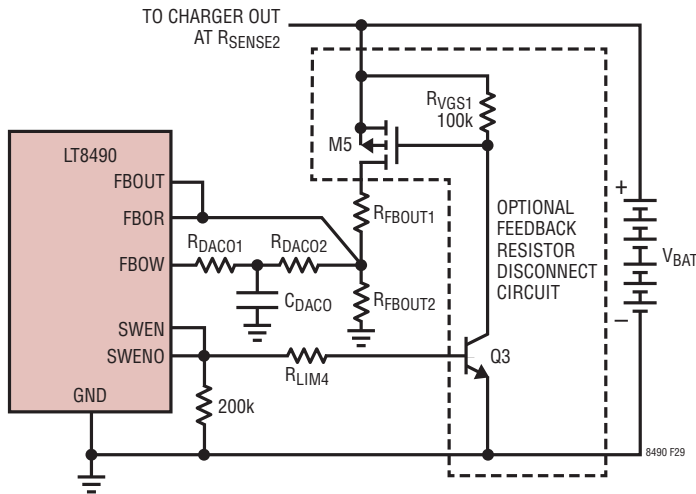


図 28. オプションの低バッテリー電圧時帰還抵抗切断回路

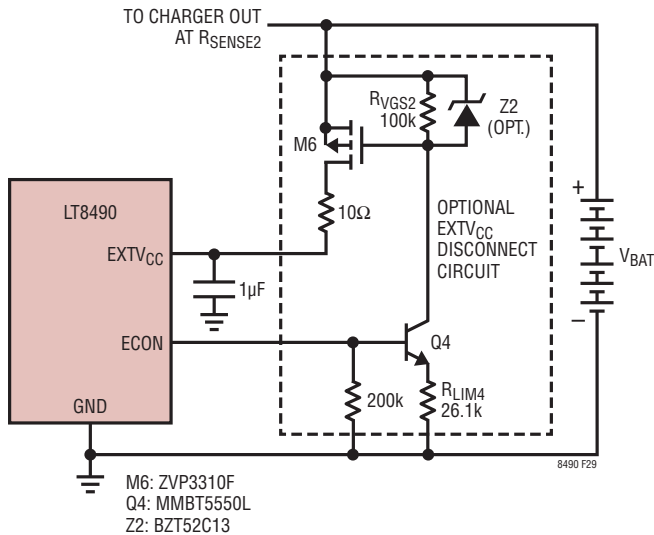


図 29. オプションの EXTV_{CC} 切断回路

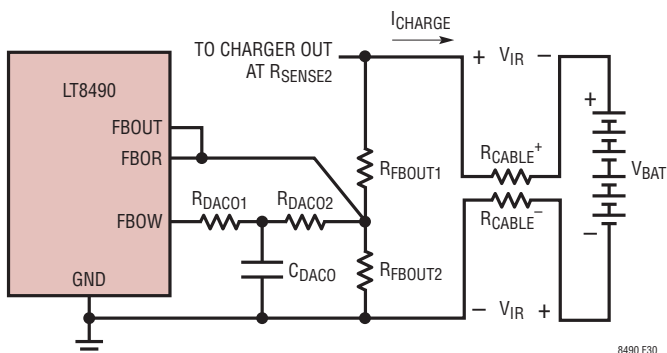


図 30. バッテリー接続時の IR 電圧降下の存在

オプションの EXTV_{CC} 切断回路

EXTV_{CC} をバッテリーに接続して LT8490 での電力損失を低減 (効率を向上) し、発熱を抑えることが望ましい場合は多々あります。ただし、LT8490 は、充電電流が少ないか充電が停止した場合にバッテリーを放電する可能性がある EXTV_{CC} ピンに電流を流し込みます。「スイッチングの構成 – MODE ピン」のセクションで説明したように、MODE ピンを“L”に接続した場合は、充電電流が少なくなると、EXTV_{CC} からは電流がほとんど流れなくなります。ただし、EXTV_{CC} から LT8490 を通ってグランドまでの 305kΩ (標準) の経路は常に存在します。MODE を“H”に接続した場合、または 305kΩ 負荷が望ましくない場合は、図 29 に示すオプション回路により EXTV_{CC} を切り離すことができます。

充電電流が少なくなると、LT8490 は ECON の信号によって EXTV_{CC} をバッテリーから切り離します。充電電流は、IOR ピンの A/D 入力を使用して IMON_OUT ピンの電圧を測定することによりモニタされます。IMON_OUT の電圧が 122mV (標準) より低くなると ECON の信号は“L”になり、EXTV_{CC} はバッテリーから切り離されます。IMON_OUT の電圧が 195mV (標準) より高くなると ECON の信号は“H”になり、EXTV_{CC} はバッテリーに再接続されます。

オプションの EXTV_{CC} 切断回路の部品選択については、前のセクションと同じ推奨事項および式に従ってください。

オプションのバッテリー電圧遠隔検出

LT8490 は、充電中にバッテリー電圧を絶えず測定します。見掛けのバッテリー電圧は LT8490 のグランドから R_{FBOUT1} の上側までの電圧で検出します。充電時には、バッテリー・ケーブルの内部抵抗 (図 30 の R_{CABLE+}/R_{CABLE-}) により、見掛けの電圧は実際のバッテリー電圧より $2 \cdot V_{IR}$ だけ高くなります。

このケーブルでの電圧降下の影響が最も顕著になるのは、低電圧バッテリーを大電流で充電する場合です。たとえば、AWG 14 のワイヤを使用する 4 フィートのバッテリー・ケーブルの電圧降下は、電流が 15A のとき 0.5V を超えることがあります。ただし、バッテリーが満充電に近づくにつれて、電圧降下と同様に充電電流も自動的に減少することに注意してください。

アプリケーション情報

V_{IR} 電圧降下による最も顕著な影響は以下のとおりです。

1. ステージ2で満充電に近づくと、 V_{IR} の誤差により、チャージャの充電電流は本来なら必要な量より早く減少します。これにより、全充電時間が長くなります。
2. ステージ2のC/10で終了するのは、満充電電流時に電圧降下の10%に相当する $C/10 \cdot (R_{CABLE^+} + R_{CABLE^-})$ に等しい減少したバッテリー電圧のときです。
3. STATUSピンは、ステージ1からステージ2への遷移が、ケーブルでの電圧降下がない場合よりも早まることを示します。

繰り返しになりますが、これらの影響はバッテリー電圧が高くなると顕著ではなくなります。通常は充電電流が減少し、ケーブルでの電圧降下がバッテリー電圧の合計に占める割合が小さくなるからです。なるべく太く短いバッテリー・ケーブルを使用することが、これらの影響を減らす最も簡単な方法です。そうしない場合には、図31の遠隔のバッテリー検出回路によってこれらの影響を補正できます。

R_{CABLE^+} の測定誤差は、(+) 端子の検出ケーブルを追加することによって取り除きます。負側のケーブル誤差は、(-) 端子の検出ケーブル、LT1636、Q5、およびR5を使用してバッテリーの正端子で測定した電圧から R_{CABLE^-} の電圧降下を減算することによって取り除きます。 R'_{FBOUT} 、 R''_{FBOUT} 、およびR5は以下のようにして算出します。

$$R''_{FBOUT1} = \frac{0.5 \cdot R_{FBOUT1} \Omega}{V_{S2} - 1.211}$$

$$R'_{FBOUT1} = (R_{FBOUT1} - R''_{FBOUT1}) \Omega$$

$$R5 = R''_{FBOUT1} \Omega$$

ここで、 V_{S2} は室温でのステージ2の電圧制限値であり、 R_{FBOUT1} の解法については、「ステージ電圧制限値」のセクションで以前に説明しています。 R_{DACO1} 、 R_{DACO2} 、 R_{FBOUT2} および C_{DACO} を決定する解法も「ステージ電圧制限値」のセクションで説明しています。

Q5に流れる電流は少ない (<1mA) のので、Q5は、そのコレクタ/エミッタ間ブレークダウン電圧がバッテリー電圧以上の小信号デバイスでかまいません。MMBT3904は定格が40Vの良質なBJTです。代わりに、140V 定格のMMBT5550Lにする方法もあります。

R3は、(+) 側のバッテリー検出ケーブルが外れた場合の安全を見込んだものです。R3はバッテリー電圧検出抵抗 R''_{FBOUT1} をプルアップする代替経路を作り出すことにより、検出ケーブルが外れたような場合にバッテリーが過剰に充電されることを防ぎます。R3の抵抗値は R_{FBOUT1} の1%未満にしてください。R3として100Ωの抵抗を選択すると、たいいていの場合はいまきます。通常動作時には、R3両端の電圧は R_{CABLE^+} 両端の電圧とほぼ同じです。ただし、 R_{CABLE^+} が切断状態になると、R3の両端間には最大で $V_{S2} - V_{BAT}$ に等しい電圧が加わる

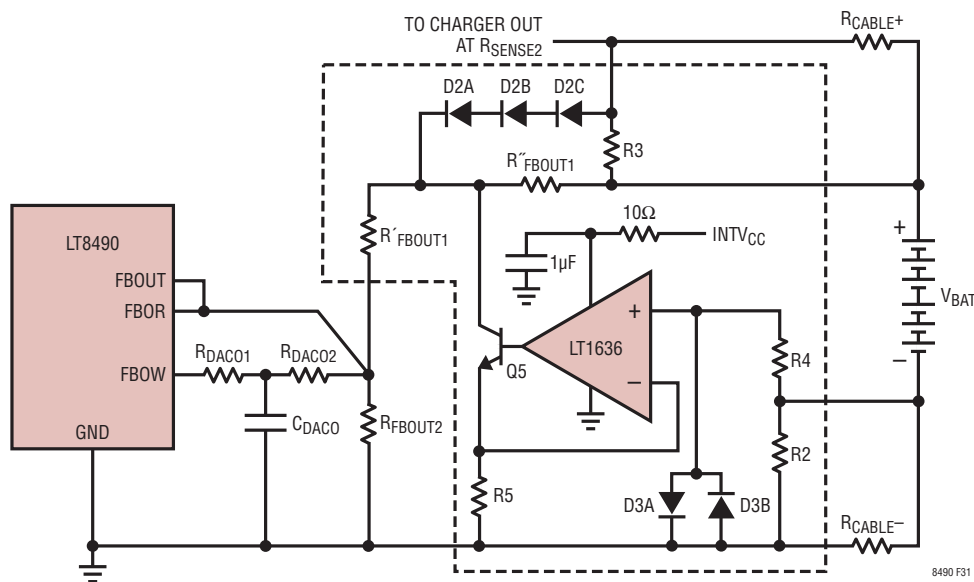


図31. (+) 側と(-) 側のケーブルの V_{IR} 測定誤差の除去

アプリケーション情報

ことがあります。R3を選択するときは、適切な電力定格(多くの場合は1W以上)を持つ抵抗にしてください。

正側の充電ケーブル(RCABLE⁺)が切断状態になっているが、その他は完全な状態が維持されている場合に、D2A～D2Cはチャージャを保護します。これらのダイオードがないと、チャージャの出力に過電圧が加わり、損傷する可能性があります。BAV99ダイオードは適切な選択であり、基板スペースを最小限に抑えるデュアル・ダイオード・パッケージで供給されています。これらのダイオードにより、RCABLE⁺の最大誤差は0.3V～0.5Vに制限されることに注意してください。正側のケーブルの電圧降下の方が(ダイオードの電圧降下より)大きいのが標準的な場合は、直列に接続するダイオードの本数を増やしてください。D2Dは、遠隔の接続検出時にゲート/ソース間電圧を制限することにより、M5デバイスを保護します。

D3A、D3B、およびR4は、バッテリーの(−)端子の検出接続時に発生し得る極端な電圧からLT1636の入力を保護します。デュアル・ダイオードのBAV99はこの場合にも適しています。R4の値には4.99kΩが適しています。

R2は、R_{CABLE} が切断状態になった場合、負側の電圧リファレンスを維持します。R2として100Ωの抵抗を選択すると、たいていの場合はいくまもいります。通常動作時には、R2両端の電圧はR_{CABLE} 両端の電圧とほぼ同じです。ただし、R_{CABLE} が切断状態になると、R2の両端間には最大でV_{S2}-V_{BAT}を超える電圧が加わることがあります。R2は電力定格が適切なもの(多くの場合は1W以上)を選択する必要があります。これは、活線挿入の問題に対処するために、遠隔検出回路の(+)と(-)の配線が最初にバッテリーに接続されるからです(詳細については、「活線挿入に関する検討事項」のセクションを参照)。

最も正確なバッテリー電圧の検出が必要で、かつ充電完了時にバッテリーの放電を無視できるアプリケーションに対して、遠隔検出回路(図31)と帰還抵抗切断回路(図27)を組み合わせる方法を図32に示します。抵抗 R_{VGS1} を(図27に示すように) M5のソースに接続することはできなくなりました。 R_{VGS1} を流れる電流は R_{FBOUT1} にも流れるので、バッテリー電圧の測定値に誤差が生じるからです。図31は、 R_{VGS1} が(+)側のバッテリー電圧検出端子に再接続されたことを示しています。

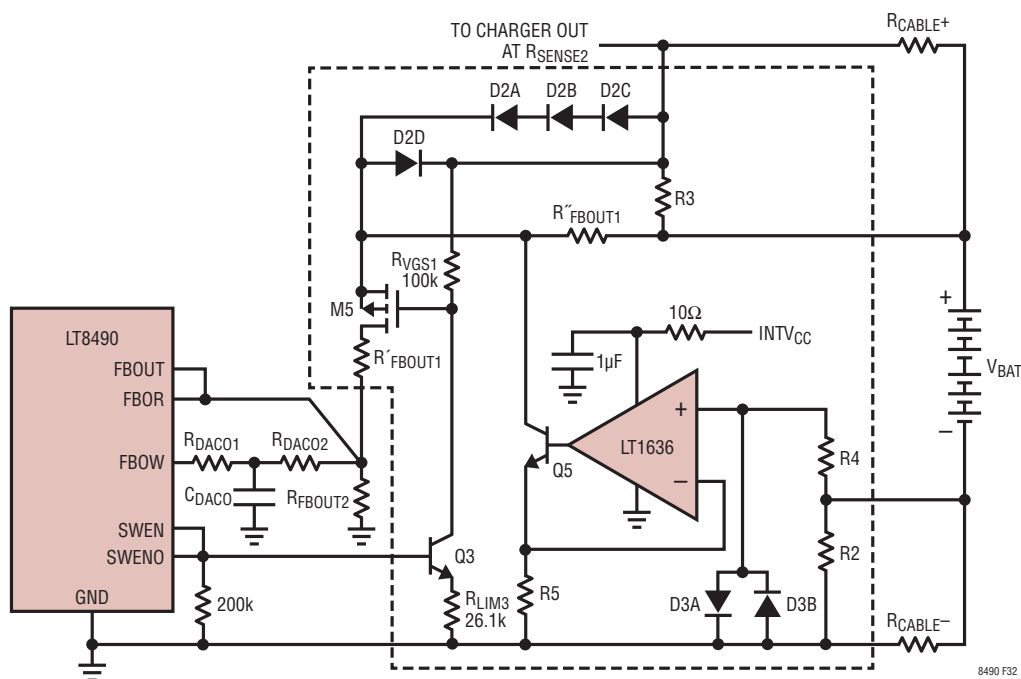


図32. 図27と図30を組み合わせる方法

アプリケーション情報

オプションのDC電源検出回路

チャージャの電源を太陽電池パネルとDC電源の両方から供給できるデュアル入力アプリケーションを構成できます。DC電源を電源にした場合は、VINRピンを“L”にして電源モードを作動させる必要があります。さらに、ブロッキング・ダイオードを組み込んで、電源が互いに逆給電しないようにします。図33に示す回路は、そうした機能を実装する方法を示しています。

図 33 に示すように、DC 電源を接続すると、NPN の Q6 によって VINR の電圧は 174mV (標準) より低くなり、LT8490 の電源モードが作動します。完全に飽和する前に VINR を電源モードしきい値より低い電圧にすることができる NPN を選ぶようにしてください。あるいは、NMOS ゲートに過電圧が加わらないよう十分注意した上で、Q6 を NMOS デバイスに置き換えることもできます。

電流制限の設定値によっては、ダイオードD_{PANEL}およびD_{VDC}に大量の電流が流れて発熱する可能性があります。ショットキ・ダイオードまたはLTC4358、LTC4412、LTC4352などの適切な理想ダイオードの使用を検討して、発熱を最小限に抑えてください。

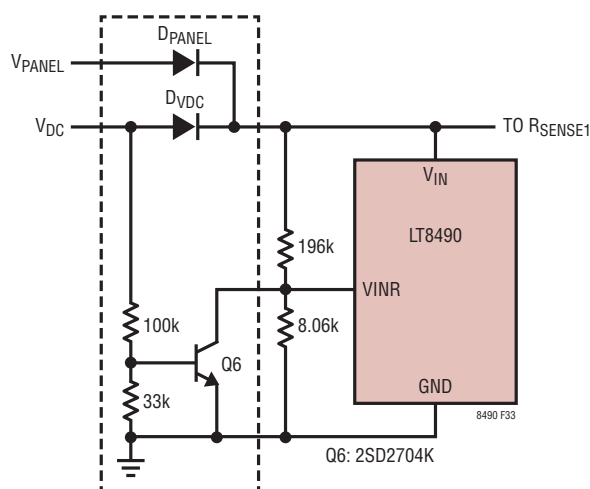


図33. オプションのDC電源検出回路

基板レイアウトに関する検討事項

LT8490のLT8705部分に関連するすべての電力部品および基板配線については、回路基板レイアウトのチェックリストおよび図面が記載されているLT8705の資料を参照してください。

活線挿入に関する検討事項

LT8490チャージャにバッテリーを接続すると、充電が不完全なバッテリー・スタックとチャージャの出力コンデンサの間での電荷等化が原因で大量の突入電流が流れる可能性があります。照光状態のパネルまたは給電状態のDC電源を入力に接続すると、程度は小さいものの同様な影響が生じる場合があります。突入電流の大きさは(1)バッテリー電圧、パネル電圧、または電源電圧、(2)入力コンデンサまたは出力コンデンサのESR、(3)コンデンサの初期電圧、(4)ケーブル・インピーダンスにより異なります。突入電流が過剰になると、コネクタの完全性を損なう火花放電の発生や、あるいはLT8490のピンに過剰な電氣的ストレスが加わる原因となる電圧オーバーシュートの発生につながる可能性があります。

過剰な突入電流を軽減するには、バッテリーまたは電源をチャージャに接続するとき、まず抵抗性の経路を介して接続し、その後速やかに短絡します。これは多ピンのコネクタ内で長さが千鳥状のピンを使用すれば実現できます。また、図31に示すオプション回路を使用し、最初にバッテリーの(+)と(-)の遠隔検出接続点を接続することでも実現できます。この回路では、抵抗R2およびR3によってチャージャの出力コンデンサを充電できます。あるいは、LT1641、LT4256などのようなHot Swap™コントローラの使用を検討し、電流が制限される接続にしてください。

設計例

この設計例では、LT8490は、175W/5.4Aのパネル($V_{MAX} < 53V$)および12Vの浸水鉛蓄電池と組になっています。目的の最大バッテリー充電電流(C)は10Aで、細流充電電流は2.5A(C/4)です。チャージャの設定は以下のとおりです。有効なバッテリー温度範囲は $-20^{\circ}C \sim 50^{\circ}C$ 、充電制限値は温度補償済み、時間制限なし、ステージ3は $V_{S3}/V_{S2} = 97.2\%$ でイネーブル状態です。この例では、抵抗は最も近い標準値に丸められます。高精度化が必要な場合は、複数の抵抗を直列に接続することが必要な場合があります。

アプリケーション情報

- R_{FBOUT2} を $20k\Omega$ に設定し、目的のステージ2 電圧制限値を $14.2V$ に設定した場合、上側の出力帰還抵抗 (R_{FBOUT1}) は次式に従って計算します。

$$\begin{aligned} R_{FBOUT1} &= R_{FBOUT2} \cdot \left[V_{S2} \cdot \left(\frac{1.241}{1.211} - 0.128 \right) - 1 \right] \Omega \\ &= 20k \cdot \left[14.2 \cdot \left(\frac{1.241}{1.211} - 0.128 \right) - 1 \right] \Omega \\ &= 234,684\Omega \end{aligned}$$

最も近い標準値抵抗である $R_{FBOUT1} = 237k\Omega$ を選択します。

- R_{FBOUT1} の計算に続いて、以下の式に従って R_{DACO1} 、 R_{DACO2} 、および C_{DACO} の値を求めます。

$$\begin{aligned} R_{DACO2} &= \frac{R_{FBOUT1} \cdot R_{FBOUT2} \cdot 0.833}{\left(R_{FBOUT2} \cdot V_{S2} \cdot \frac{1.241}{1.211} \right) - R_{FBOUT2} - R_{FBOUT1}} \Omega \\ &= \frac{234,684 \cdot 20k \cdot 0.833}{\left(20k \cdot 14.2 \cdot \frac{1.241}{1.211} \right) - 20k - 234,684} \Omega \\ &= 107,556\Omega \end{aligned}$$

最も近い標準値抵抗である $R_{DACO2} = 107k\Omega$ を選択します。

$$\begin{aligned} R_{DACO1} &= (0.2 \cdot R_{DACO2}) \Omega \\ &= 0.2 \cdot 107,556\Omega \\ &= 21,511\Omega \end{aligned}$$

最も近い標準値抵抗である $R_{DACO1} = 21.5k\Omega$ を選択します。

$$\begin{aligned} C_{DACO} &= \frac{1}{500 \cdot R_{DACO1}} F \\ &= \frac{1}{500 \cdot 21,511} F \\ &= 93nF \end{aligned}$$

- 上で計算した標準値抵抗を使用すると、 V_{X3} 、 N_1 、および N_2 を確認する式により、以下の結果が得られます。

$$\begin{aligned} V_{X3} &= 14.31V \\ N_1 &= 1.22 \\ N_2 &= 0.804 \end{aligned}$$

- 目的の $14.2V$ になるべく近い V_{X3} が得られる抵抗の組み合わせを見つけるため、 R_{FBOUT2} を次に高い標準値まで増やし、上記の計算を繰り返します。

- R_{FBOUT1} 、 R_{DACO1} および R_{DACO2} の調整を含む前述の手順を、以下の標準値帰還抵抗が選ばれるまで繰り返し実行します。

$$R_{FBOUT1} = 274k\Omega$$

$$R_{FBOUT2} = 23.2k\Omega$$

$$R_{DACO1} = 26.1k\Omega$$

$$R_{DACO2} = 124k\Omega$$

$$C_{DACO} = 0.082\mu F$$

ここで、

$$V_{X3} = 14.27V$$

$$N_1 = 1.22$$

$$N_2 = 0.805$$

- 出力帰還回路網が決まったら、 V_{MAX} を使用し、以下の式に従って入力抵抗帰還回路網の値を求めます。

$$\begin{aligned} R_{FBIN1} &= 100k \cdot \left[\frac{1 + \left(\frac{4.47V}{V_{MAX} - 6V} \right)}{1 + \left(\frac{5.593V}{V_{MAX} - 6V} \right)} \right] \Omega \\ &= 100k \cdot \left[\frac{1 + \left(\frac{4.47V}{53V - 6V} \right)}{1 + \left(\frac{5.593V}{53V - 6V} \right)} \right] \Omega \\ &= 97,865\Omega \end{aligned}$$

R_{FBIN1} の最も近い標準値は $97.6k\Omega$ です。

$$\begin{aligned} R_{DACI2} &= 2.75 \cdot \left(\frac{R_{FBIN1}}{V_{MAX} - 6V} \right) \Omega \\ &= 2.75 \cdot \left(\frac{97,865}{53V - 6V} \right) \Omega \\ &= 5,726\Omega \end{aligned}$$

アプリケーション情報

最も近い標準値である $R_{DAC12} = 5.76k\Omega$ を選択します。

$$R_{FBIN2} = \frac{1}{\left(\frac{1}{100k - R_{FBIN1}}\right) - \left(\frac{1}{R_{DAC12}}\right)} \Omega$$

$$= \frac{1}{\left(\frac{1}{100k - 97,865}\right) - \left(\frac{1}{5,726}\right)} \Omega$$

$$= 3,404\Omega$$

最も近い標準値である $R_{FBIN2} = 3.4k\Omega$ を選択します。

$$R_{DAC11} = 0.2 \cdot R_{DAC12} \Omega$$

$$= 0.2 \cdot 5,726\Omega$$

$$= 1,145\Omega$$

最も近い標準値である $R_{DAC1} = 1.1k\Omega$ を選択します。

$$C_{DAC1} = \frac{1}{1000 \cdot R_{DAC1}} F$$

$$= \frac{1}{1000 \cdot 1,145} F$$

$$= 873nF$$

- 出力帰還抵抗と同様に、最終的な入力帰還抵抗は、繰り返し処理により標準値になるよう選択されます。「入力電圧の検出および調整回路網」のセクションでの V_{X1} と V_{X2} の式を使用して、選択した値を検証します。

$$R_{FBIN1} = 93.1k\Omega$$

$$R_{FBIN2} = 3.24k\Omega$$

$$R_{DAC11} = 1.05k\Omega$$

$$R_{DAC12} = 5.49k\Omega$$

$$C_{DAC1} = 1\mu F$$

ここで、

$$V_{X1} = 6V$$

$$V_{X2} = 53V$$

- 最大の充電電流制限値の 10A と細流充電電流制限値の 2.5A は、以下の式を使用して R_{SENSE2} 、 R_{IMON_OUT} 、および R_{IOW} を選択することによって設定します。

$$R_{SENSE2} = \frac{0.0497}{I_{OUT(MAX)}} \Omega = \frac{0.0497}{10} \cong 5m\Omega$$

$$R_{IMON_OUT} = \frac{1208}{I_{OUT(MAXS0)} \cdot R_{SENSE2}} \Omega$$

$$= \frac{1208}{2.5 \cdot 5m} \Omega$$

$$= 96.64k\Omega$$

ここで、最も近い標準値は 97.6k Ω です。

$$R_{IOW} = \frac{24.3k \cdot R_{IMON_OUT}}{R_{IMON_OUT} - 24.3k} \Omega$$

$$= \frac{24.3k \cdot 47.6k}{97.6k - 24.3k} \Omega$$

$$= 32,356\Omega$$

ここで、最も近い標準値もやはり 32.4k Ω です。

アプリケーション情報

- 入力電流制限値は R_{SENSE1} を適切に選択することによって設定されます。この例では、パネルは最大5.4Aを供給できます。30%の余裕を選択すると、次の結果が得られます。

$$R_{SENSE1} = \frac{0.0505}{I_{IN(MAX)}} = \frac{0.0505}{1.3 \cdot 5.4} = 7.2m\Omega$$

- 温度補償された充電制限をイネーブルしてステージ3のレギュレーション電圧をステージ2の97.2%と見込む場合は、次式で $V_{S3}/V_{S2} = 0.972$ を使用します。

$$CHARGECFG1\% = \left[2.67 \cdot \left(\frac{V_{S3}}{V_{S2}} - 0.85 \right) + 0.55 \right] \cdot 100\%$$

$$CHARGECFG1\% = 87.6\%$$

90.9k Ω (CHARGECFG1とグランドの間)と13k Ω (AV_{DD} とCHARGECFG1の間)の標準抵抗値を使用して、CHARGECFG1を設定できます。

- 20°C ~ 50°Cの有効なバッテリー温度範囲に時間制限を設定しないためには、CHARGECFG2を AV_{DD} に接続することが必要です。
- 充電電圧の精度を高めるため、出力帰還抵抗回路網には許容誤差が0.1%の抵抗を使用することを推奨します。
- LT8490のその他の電源部分を完成させるには、LT8705の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

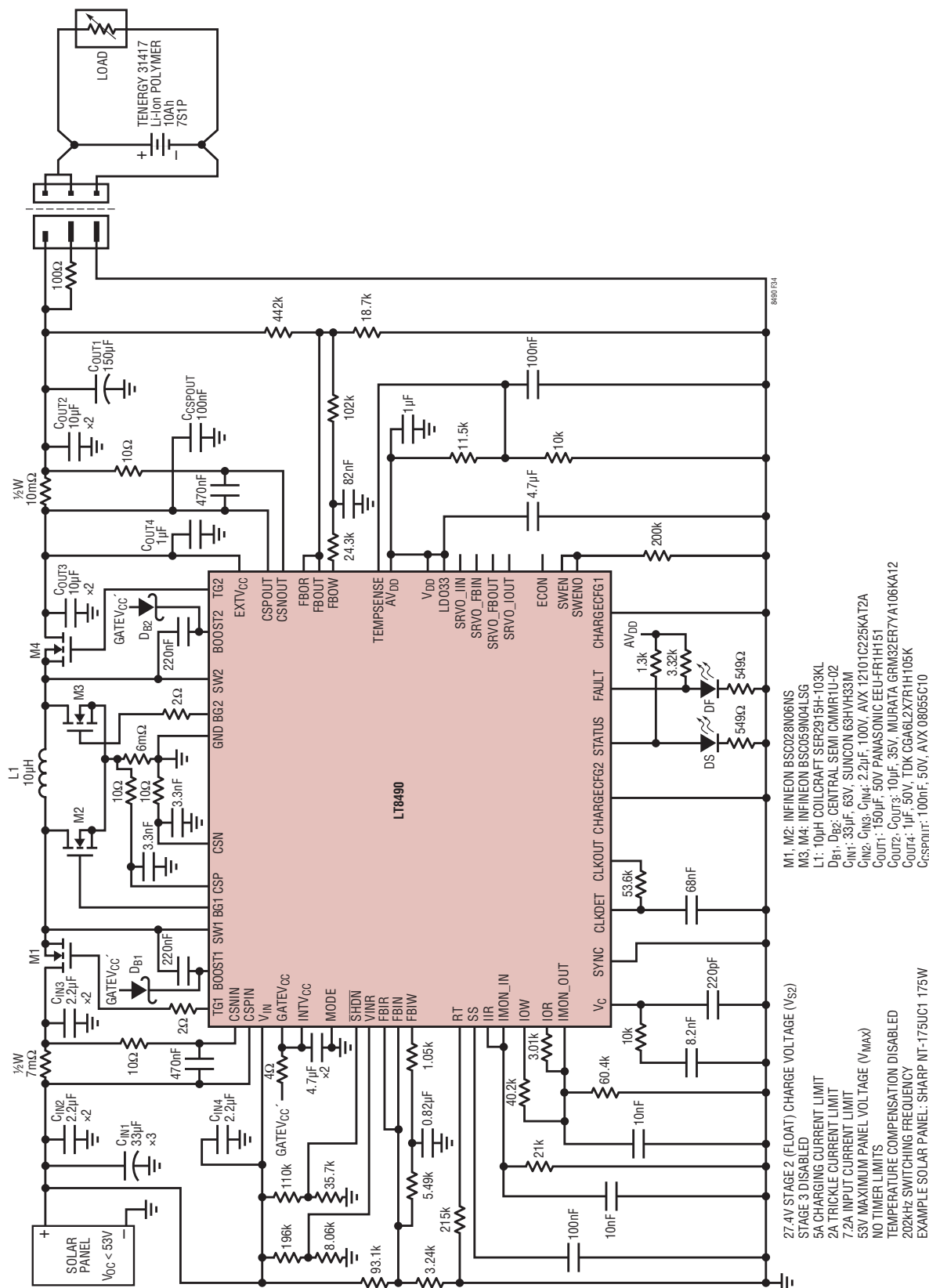
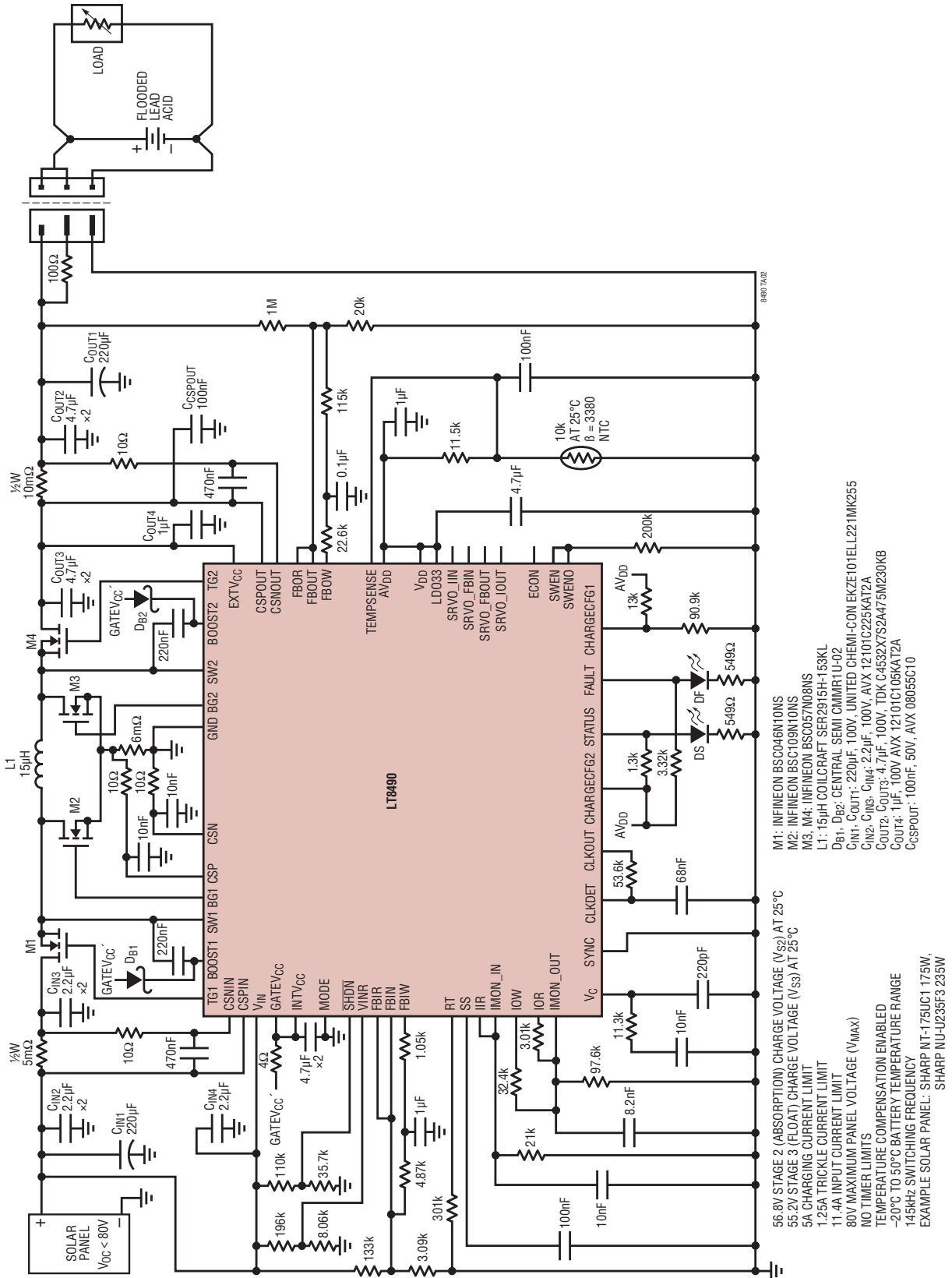


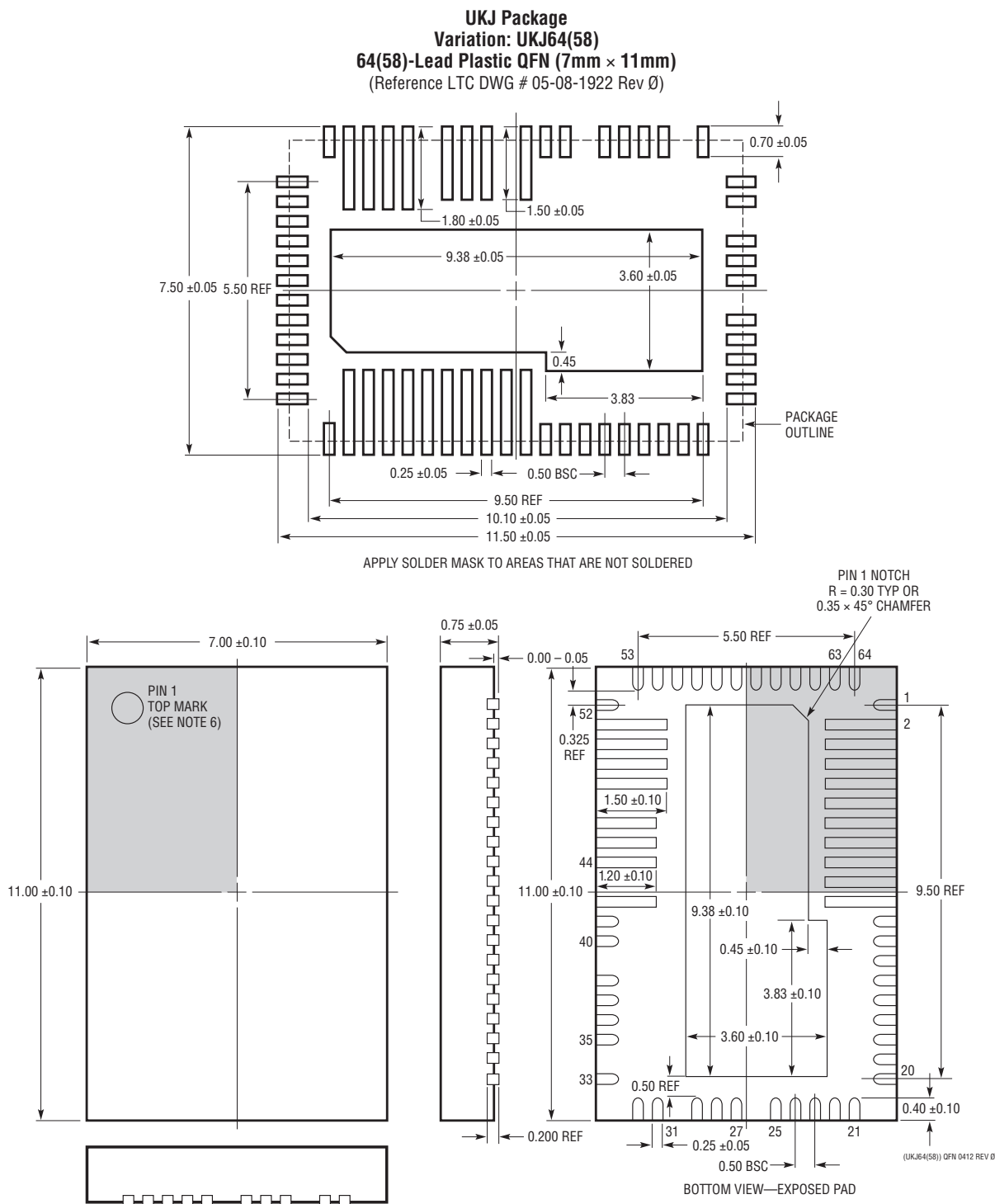
図 34. 27.4V リチウムイオン・ポリマー・バッテリー・チャージャー

56.8Vの鉛蓄電池チャージャー (4本の12Vバッテリーの直列接続)



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/>を参照してください。

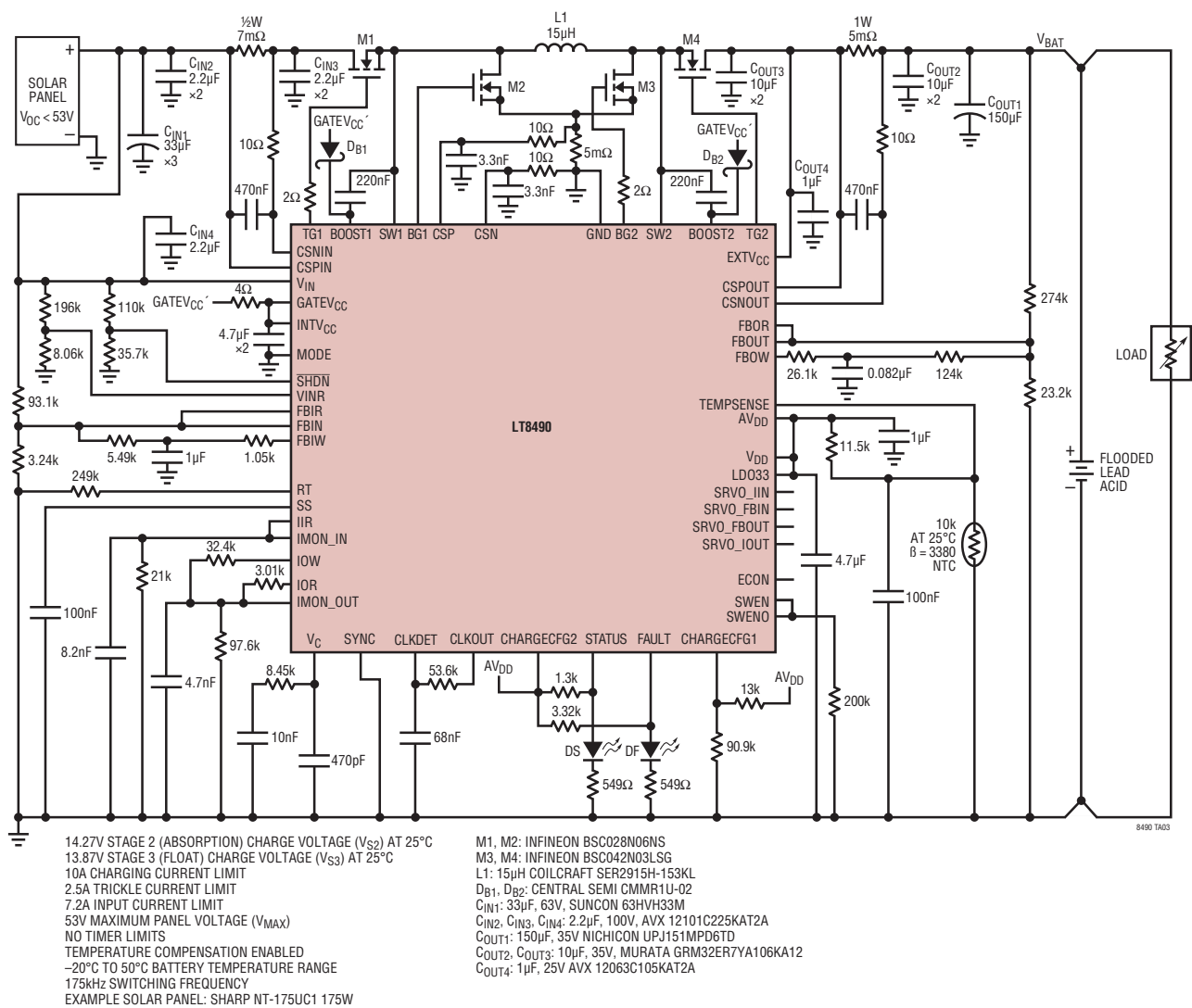


注記:

1. 図はJEDECのパッケージ外形ではない
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めない。
モールドのバリは(もしあれば)各サイドで0.20mm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

14.2Vの浸水鉛蓄電池チャージャ



関連製品

製品番号	説明	注釈
LT3652/ LT3652HV	ソーラーパワー向けパワー・トラッキング2Aバッテリー・チャージャ	入力電圧範囲 = 4.95V ~ 32V (LT3652)、 4.95V ~ 34V (HV)、MPPC
LTC4000-1	最大電力点制御機能を備えた、バッテリー・チャージャ向け高電圧、 大電流コントローラ	入力および出力電圧範囲 = 3V ~ 60V、MPPC
LTC4020	入力/出力電圧が55Vの昇降圧マルチケミストリ・バッテリー充電 コントローラ	リチウムイオン・バッテリーおよび 鉛蓄電池の充電アルゴリズム、MPPC