

### 特長

- 直列に接続された最大4本の12V鉛蓄電池のバランスを1つのICで調整
- 全てNFET設計
- 大型の直列バッテリー・パックのバランスを調整するため積み重ね可能
- 単独動作により、外部マイクロプロセッサまたは制御回路不要
- バランス調整電流を外付けのPTCサーミスタによって制限
- 連続モードおよびタイマ・モード
- プログラム可能なUVおよび0Vフォルトしきい値
- プログラム可能な終了時刻および終端電圧
- 熱特性が改善された38ピンTSSOPパッケージ

### アプリケーション

- 通信機器のバックアップ・システム
- 家庭用のバッテリー駆動バックアップ・システム
- 産業用電気自動車
- エネルギー貯蔵システム (ESS)
- 医療機器

### 概要

LTC<sup>®</sup>3305は、直列に接続された最大4本の鉛蓄電池のバランスを調整します。電圧モニタ回路、ゲート駆動回路、およびフォルト検出回路をすべて内蔵しています。LTC3305は単独動作に合わせて設計されているので、外部制御回路は一切必要ありません。

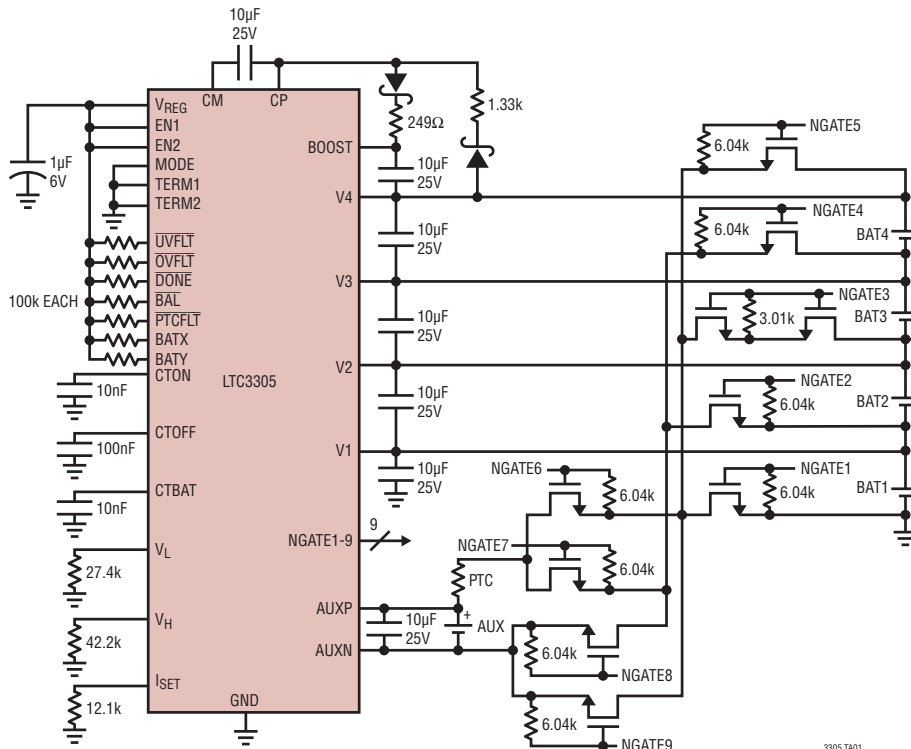
LTC3305は、補助バッテリーまたは代替蓄電池を採用して、スタック内にある個々のバッテリーとの間で電荷を転送します。モード・ピンにより、タイマ・モードと連続モードの2つの動作モードが可能です。タイマ・モードでは、バランス調整動作が完了すると、LTC3305は設定時間の間低消費電力状態になり、その後、バッテリーのバランスを定期的に再調整します。連続モードでは、バッテリーのバランスが調整されて設定終端電圧になった後でも、バランス調整動作は継続されます。

LTC3305は熱特性が改善された38ピンTSSOPパッケージで供給されます。

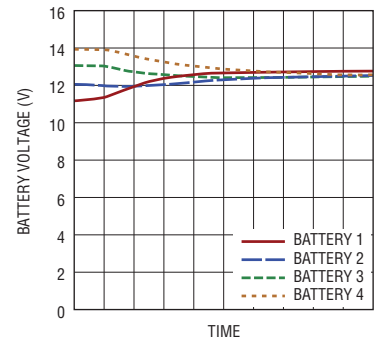
LT、LT、LTC、LTM、Linear TechnologyおよびLinearのロゴは、リニアテクノロジー社の登録商標です。その他の商標の所有権は、いずれもそれぞれの所有者に帰属します。

### 標準的応用例

高低のバッテリー電圧フォルトがプログラムされている4バッテリー・バランス



時間が経過するとバッテリー電圧は収束する。オーバータイム



3305 TA01a

3305 TA01

3305f

# LTC3305

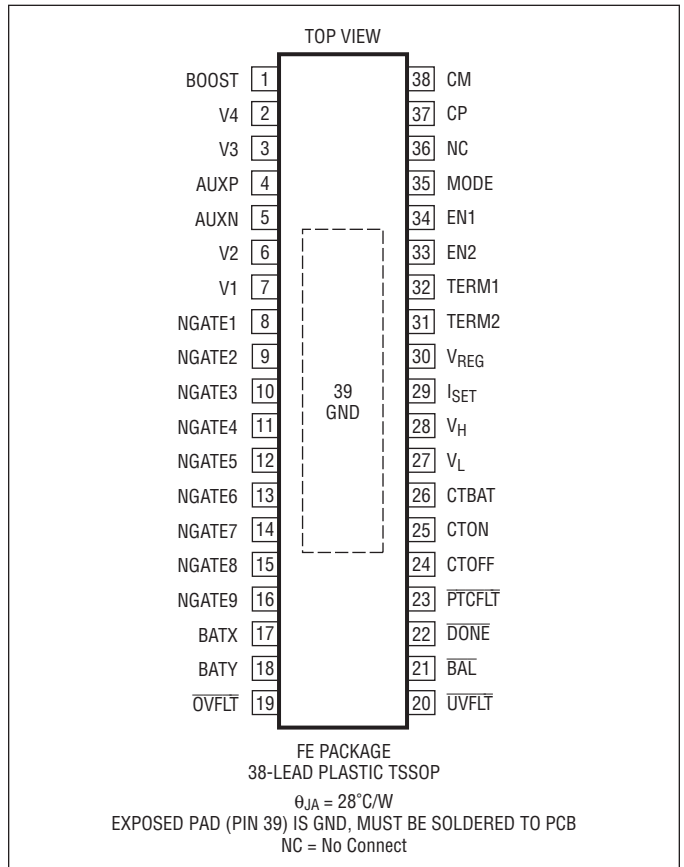
## 絶対最大定格

### (Note 1)

スタック電圧 (V4 ~ GND) .....	68V
バッテリー電圧、V4からV3、V3からV2、V2からV1、 V1からGND .....	-0.3V ~ 20V
補助セル電圧、AUXPからAUXN .....	-0.3V ~ 20V
V <sub>REG</sub> 電圧 .....	-0.3V ~ 6V
V <sub>H</sub> 、V <sub>L</sub> 電圧 .....	-0.3V ~ (6Vまたは(V <sub>REG</sub> +0.3V)の低い方)
UVFLT、OVFLT、PTCFLT、BAL、DONE、BATX、 BATY 電圧 .....	-0.3V ~ 6V
EN1、EN2、MODE、TERM1、TERM2 電圧 .....	-0.3V ~ (6Vまたは(V <sub>REG</sub> + 0.3V)の低い方)
NGATE1、NGATE2、NGATE3、NGATE4、NGATE8、NGATE9 電圧 .....	-0.3V ~ (68Vまたは(V4 + 0.3V)の低い方)
NGATE5、NGATE6、NGATE7 電圧 .....	(-0.3VまたはBOOST-68Vの大きい方) ~ (BOOST + 0.3V) *
UVFLT、OVFLT、PTCFLT、BAL、DONE、BATX、 BATY 電流 .....	10mA
I <sub>SET</sub> 電流 .....	1mA
CP、CM 電流 .....	50mA
動作接合部温度範囲 (Note 2、3) .....	-40°C ~ 125°C
保存温度範囲 .....	-65°C ~ 150°C
リード温度 (半田付け、10秒) .....	300°C

\*BOOST電圧はLTC3305によって発生し、V4より標準で8.45V高い。

## ピン配置



## 発注情報

鉛フリー仕様	テープアンドリール	製品マーキング*	パッケージ	温度範囲
LTC3305EFE#PBF	LTC3305EFE#TRPBF	LTC3305 FE	38-Lead Plastic TSSOP	-40°C ~ 125°C
LTC3305IFE#PBF	LTC3305IFE#TRPBF	LTC3305 FE	38-Lead Plastic TSSOP	-40°C ~ 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。に訂正してください。\* 温度等級は出荷時のコンテナのラベルで識別されます。

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

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

## 電氣的特性

● は規定動作接合部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。

(Note 2)  $V_1 = 13.2\text{V}$ ,  $V_2 = 26.4\text{V}$ ,  $V_3 = 39.6\text{V}$ ,  $V_4 = 52.8\text{V}$ ,  $\text{AUXP} - \text{AUXN} = 13.2\text{V}$ ,  $R_{\text{ISET}} = 12.1\text{k}\Omega$

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
$V_{\text{BAT}}$	Individual Battery Voltage		●	4	16	V	
$V_4$	Voltage at the Top of the Battery Stack		●	12	64	V	
$V_{\text{REG}}$	Regulator Output Voltage	$I_{\text{VREG}} = 200\mu\text{A}$	●	2.4	2.5	2.6	V
$V_{\text{REG,UV}}$	Regulator Undervoltage Threshold	Regulator Voltage Falling	●	1.7	2.1	V	
	Hysteresis			125		mV	
	Maximum Guaranteed Load Current	$V_{\text{REG}} > V_{\text{REG,UV}}$	●	3		mA	
	Regulator Short Circuit Current Limit	$V_{\text{REG}} = 0\text{V}$		8	15	22	mA
	Shutdown Current	Measured at $V_4$ , $\text{BOOST-V4} = 0\text{V}$ Measured at $V_3$ , $V_2$ , $V_1$ , $\text{AUXP}$ , $\text{BOOST}$	●	16	33 0	50 1	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
	Supply Current While Balancing Battery 1 (Notes 4, 5)	Measured at $V_4$ Measured at $V_3$ Measured at $V_2$ Measured at $V_1$			900 0 0 150	1350 1 1 225	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
	Supply Current While Balancing Battery 2 (Notes 4, 5)	Measured at $V_4$ Measured at $V_3$ Measured at $V_2$ Measured at $V_1$			900 0 150 -70	1350 1 225 -45	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
	Supply Current While Balancing Battery 3 (Notes 4, 5)	Measured at $V_4$ Measured at $V_3$ Measured at $V_2$ Measured at $V_1$			900 150 -70 0	1350 225 1 1	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
	Supply Current While Balancing Battery 4 (Notes 4, 5)	Measured at $V_4$ Measured at $V_3$ Measured at $V_2$ Measured at $V_1$			900 1050 -70 -45 0 0	1350 1575 1 1	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
	Supply Current While Balancing any Battery	Measured at $\text{AUXP}$ Measured at $\text{AUXN}$			165 -195 -130	245	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
	Supply Current in OFF State (MODE = 0)	Measured at $V_4$ , $\text{BOOST-V4} = 0\text{V}$ Measured at $V_3$ , $V_2$ , $V_1$ , $\text{AUXP}$ , $\text{BOOST}$			100 0	150 1	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
	Boost Pin Current While Balancing any Battery (Notes 4, 5)				220	330	$\mu\text{A}$
$V_{\text{ISET}}$	$I_{\text{SET}}$ Servo Voltage	$50\mu\text{A} < I_{\text{SET}} < 150\mu\text{A}$	●	1.18	1.2	1.22	V
$I_{\text{VH}}, I_{\text{VL}}$	Current Out of $V_{\text{H}}$ and $V_{\text{L}}$ Pins	$I_{\text{ISET}} = 100\mu\text{A}$	●	31.3	33.3	35.3	$\mu\text{A}$
$I_{\text{NGATE}}$	Current For External NMOS Turn On (Note 5)	$\text{NGATE3}$ Current, $I_{\text{ISET}} = 100\mu\text{A}$ All Other $\text{NGATE}$ Currents, $I_{\text{ISET}} = 100\mu\text{A}$	●	2.0	2.2	2.4	mA
	Leakage Current in Shutdown	$\text{EN1} = \text{EN2} = 0$	●	1.0	1.1	1.2	mA
	Current Programmable Range	$\text{NGATE3}$ Current All Other $\text{NGATE}$ Currents	●	-2	2		$\mu\text{A}$
$V_{\text{BAT,UV}}$	Undervoltage Falling Battery Threshold (Note 6)	$V_{\text{L}} = 0.4\text{V}$ $V_{\text{L}} = 1.6\text{V}$	●	1	3		mA
	Undervoltage Hysteresis		●	0.5	1.5		mA
	Undervoltage Falling Programmable Range		●	3.9	4	4.1	V
$V_{\text{BAT,OV}}$	Overvoltage Rising Battery Threshold (Note 6)	$V_{\text{H}} = 0.4\text{V}$ $V_{\text{H}} = 1.6\text{V}$	●	15.6	16	16.4	V
	Overvoltage Hysteresis		●	4	16		V
	Overvoltage Rising Programmable Range		●	4	16		V
					150		mV

## 電気的特性

● は規定動作接合部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。  
 (Note 2)  $V_1 = 13.2\text{V}$ ,  $V_2 = 26.4\text{V}$ ,  $V_3 = 39.6\text{V}$ ,  $V_4 = 52.8\text{V}$ ,  $\text{AUXP} - \text{AUXN} = 13.2\text{V}$ ,  $R_{\text{ISET}} = 12.1\text{k}\Omega$

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
	PTC Fault Threshold	BAT-AUXP  Falling	0.8	1	1.2	V	
	Hysteresis			100		mV	
$V_{\text{TERMINATE}}$	BAT-AUXP  for Which Balancing Is Terminated	TERM2 = 0, TERM1 = 0	●	5.0	12.5	20.0	mV
		TERM2 = 0, TERM1 = 1	●	17.5	25	32.5	mV
		TERM2 = 1, TERM1 = 0	●	40	50	60	mV
		TERM2 = 1, TERM1 = 1	●	85	100	115	mV
	Minimum (BOOST-V4) Voltage for Operation		●	6.7	6.95	7.2	V
	Hysteresis			180		mV	
	Maximum (BOOST-V4) Voltage Regulated		●	8.45	8.75	V	
	Hysteresis			200		mV	
$R_{\text{NMOS}}$	Charge Pump NMOS Switch ON Resistance	Measured at 10mA		20		$\Omega$	
$R_{\text{PMOS}}$	Charge Pump PMOS Switch ON Resistance	Measured at 10mA		55		$\Omega$	
$t_{\text{BAT}}$	Maximum Time a Single Battery Stays Connected to the Auxiliary Battery	CTBAT = 10nF		4.5	5	5.5	sec
$t_{\text{ON}}$	Maximum Stack Balancing Termination Time	MODE = 0, CTON = 10nF		0.43	0.48	0.53	hrs
$t_{\text{OFF}}$	Off Time After Stack Balance Termination	MODE = 0, $\overline{\text{DONE}} = 0$ , CTOFF = 10nF		0.43	0.48	0.53	hrs
$V_{\text{IH}}$	Digital Input High Voltage	EN1, EN2, MODE, TERM1, TERM2 Pins	●	1.2		V	
$V_{\text{IL}}$	Digital Input Low Voltage	EN1, EN2, MODE, TERM1, TERM2 Pins	●		0.4	V	
$I_{\text{IH}}, I_{\text{IL}}$	Leakage Current	EN1, EN2, MODE, TERM1, TERM2 Pins; 2.5V at Pin	●	-1	1	$\mu\text{A}$	
$V_{\text{OL}}$	Output Low Voltage	BATX, BATY, $\overline{\text{BAL}}$ , $\overline{\text{DONE}}$ , UVFLT, OVFLT, PTCFLT Pins; 3mA Into Pin	●	27.5	150	mV	
$I_{\text{OH}}$	Output High Leakage Current	BATX, BATY, $\overline{\text{BAL}}$ , $\overline{\text{DONE}}$ , UVFLT, OVFLT, PTCFLT Pins; 6V at Pin			1	$\mu\text{A}$	
	Thermal Shutdown Threshold (Note 7)	Rising Temperature		155		$^\circ\text{C}$	
	Thermal Shutdown Hysteresis			10		$^\circ\text{C}$	

**Note 1:** 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的の損傷を与える可能性がある。長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える恐れがある。

**Note 2:** LTC3305 は  $T_J$  が  $T_A$  にほぼ等しいパルス負荷条件でテストされる。LTC3305E は  $0^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$  の接合部温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$  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。LTC3305I は  $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$  の動作接合部温度範囲で保証されている。これらの仕様を満たす最大周囲温度は、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。 $T_J = T_A + (P_D \cdot \theta_{JA})$ 、ここで、 $\theta_{JA}$  (単位:  $^\circ\text{C}/\text{W}$ ) はパッケージの熱インピーダンス。

**Note 3:** 規定された最高動作接合部温度を超える動作が継続すると、デバイスの劣化または故障が生じる恐れがある。

**Note 4:** NGATE ピンの電流はこの数値に含まれない。

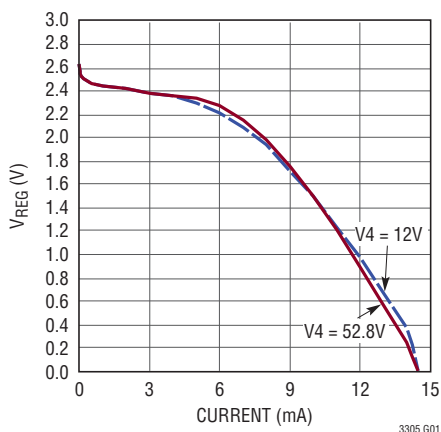
**Note 5:** NGATE5, NGATE6, NGATE7 ピンの電流は BOOST ピンから流れる他の全ての NGATE ピンの電流は V4 ピンから流れる。NGATE ピンの電流は、V4 と BOOST に流れる電流に加わる。

**Note 6:**  $V_{\text{IH}}$  ピンと  $V_{\text{L}}$  ピンにプログラムされた電圧は利得を得て、各バッテリーの低電圧しきい値と過電圧しきい値を設定する。

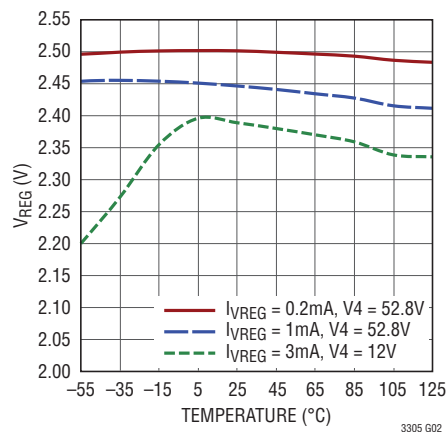
**Note 7:** このデバイスは短時間の過負荷状態の間デバイスを保護するための過熱保護機能を備えている。この過熱保護機能が動作しているときは、最高接合部温度を超える場合がある。規定された最高動作接合部温度を超えた状態で使用を続けると、デバイスの劣化または故障が生じるおそれがある。

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

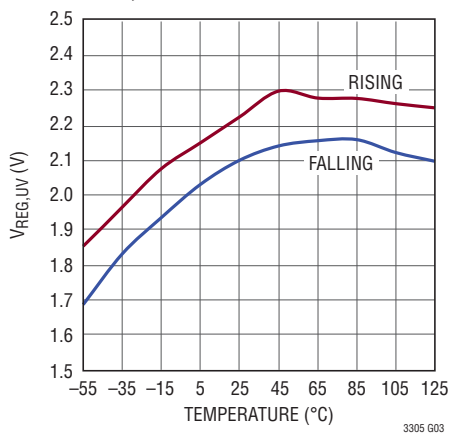
V<sub>REG</sub> 入力および  
負荷レギュレーション



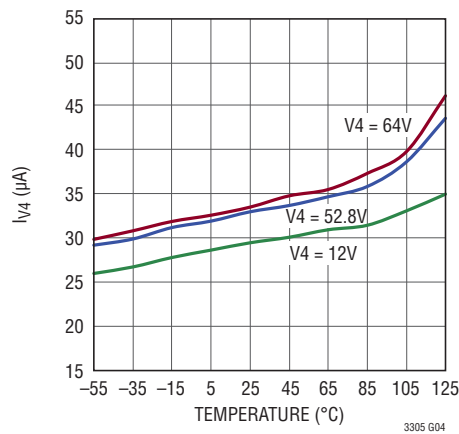
V<sub>REG</sub> と温度



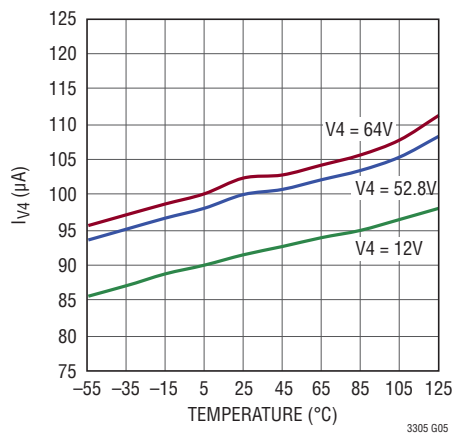
V<sub>REG,UV</sub> と温度



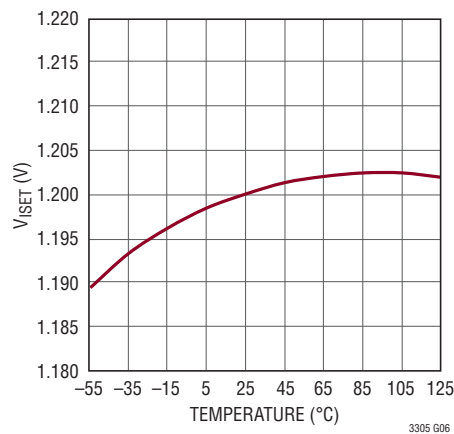
シャットダウン電流と温度



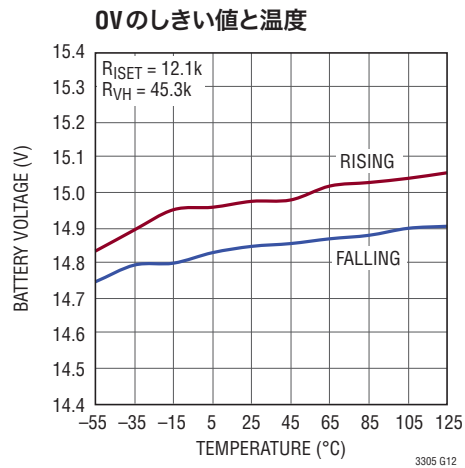
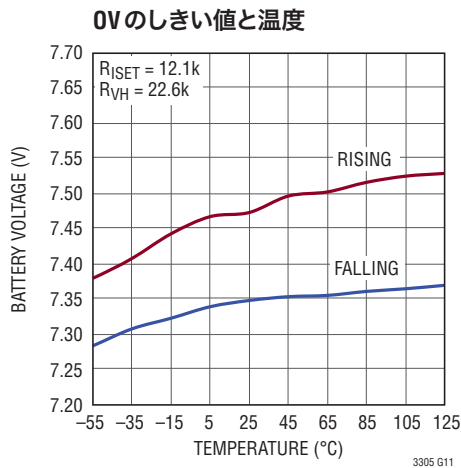
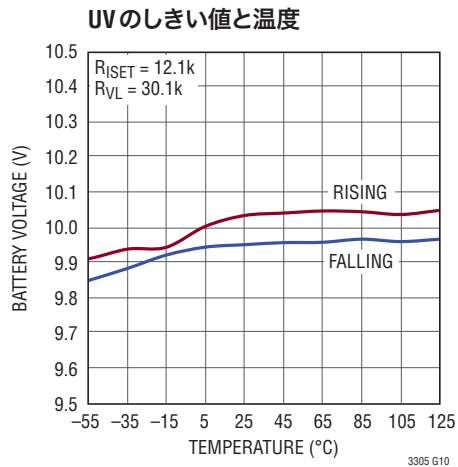
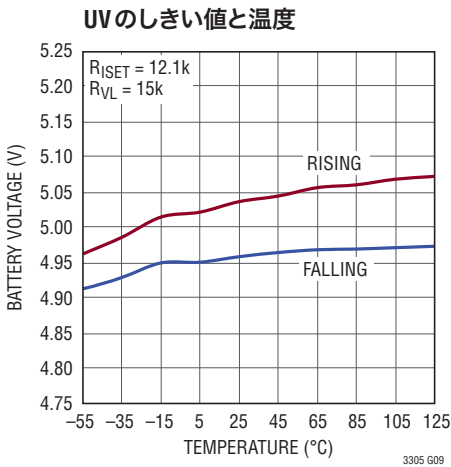
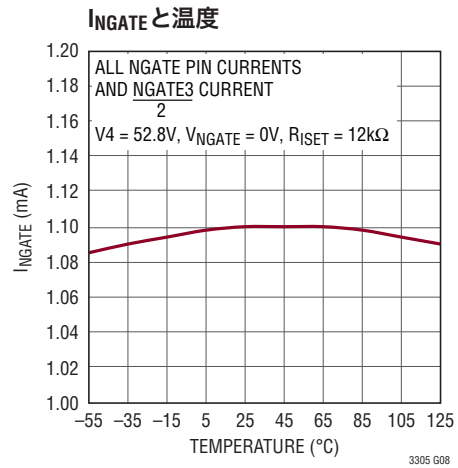
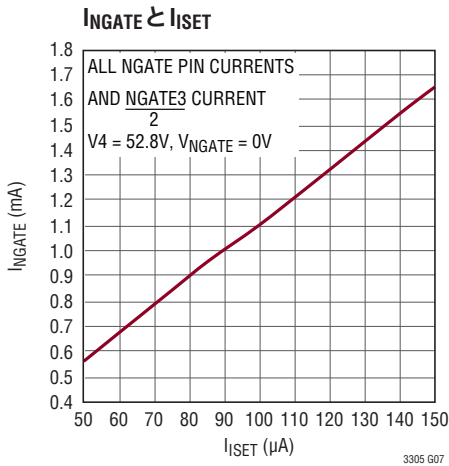
オフステート電流と温度



V<sub>ISSET</sub> と温度

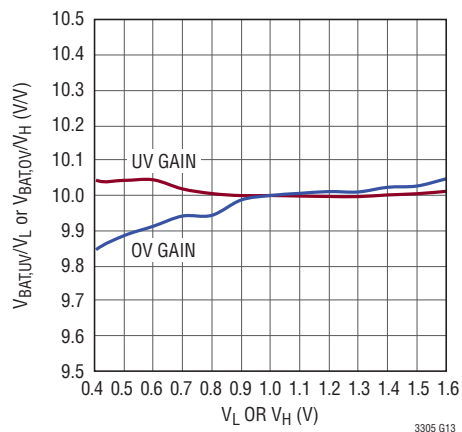


## 標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。



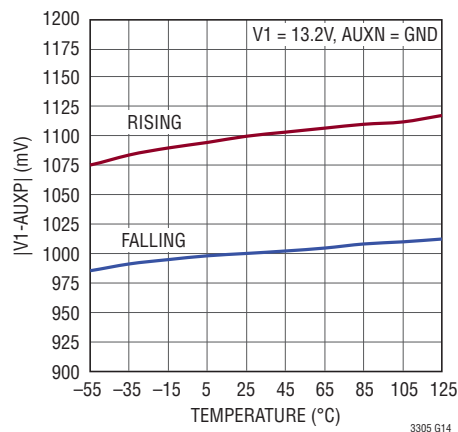
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

UVとOVのプログラミング利得



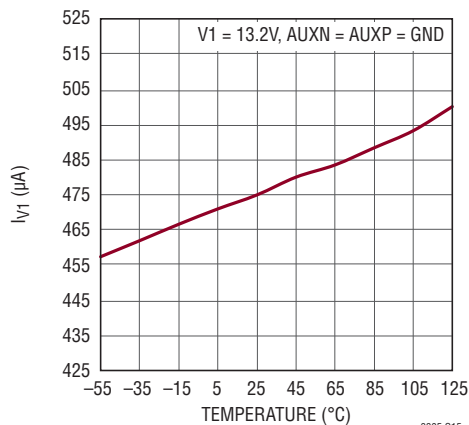
3305 G13

PTCフォルトのしきい値と温度



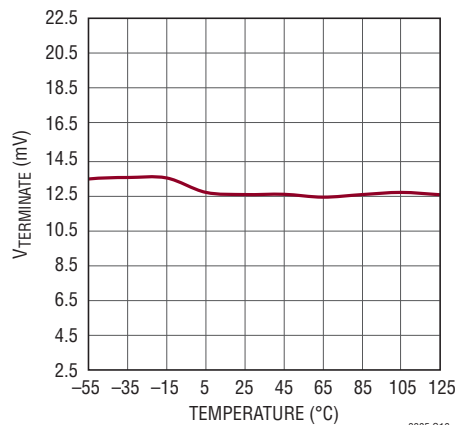
3305 G14

PTCフォルト状態の最大バッテリー電流



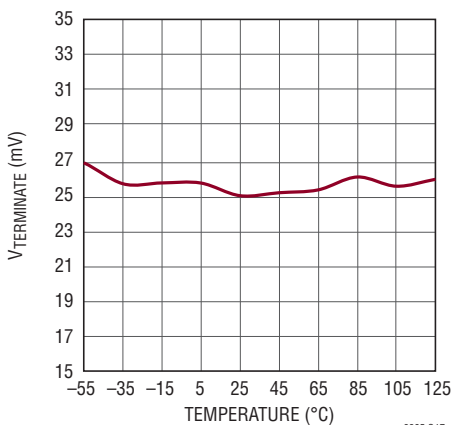
3305 G15

12.5mV 終了しきい値と温度



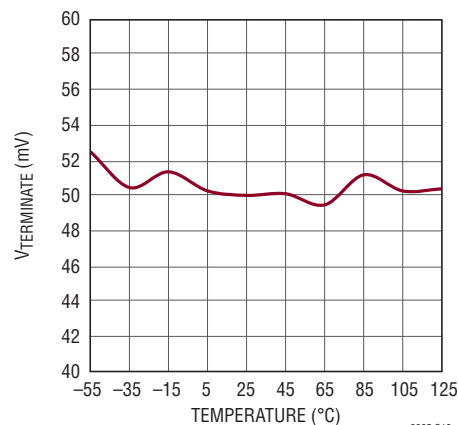
3305 G16

25mV 終了しきい値と温度



3305 G17

50mV 終了しきい値と温度

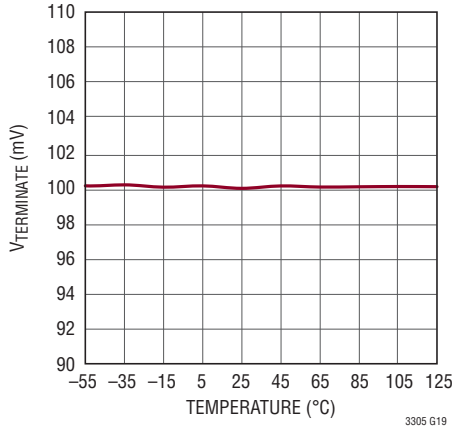


3305 G18

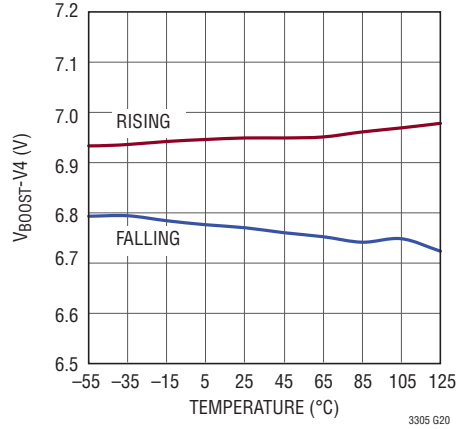
# LTC3305

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

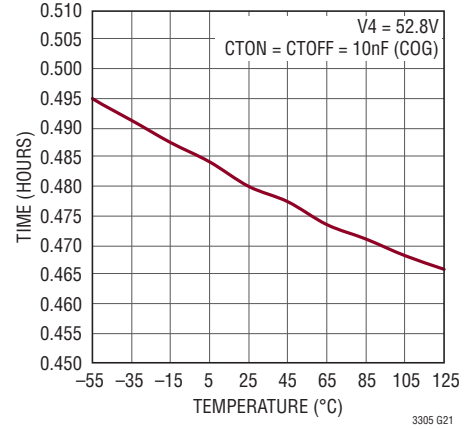
100mV 終了しきい値と温度



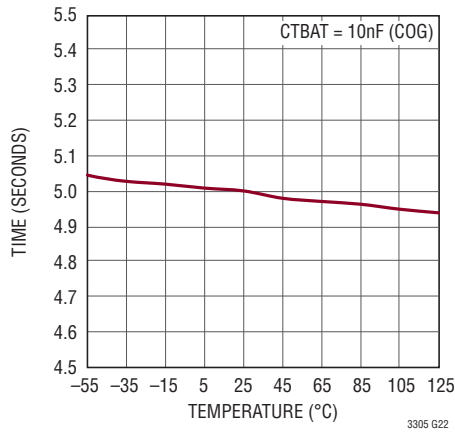
最小昇圧電圧と温度



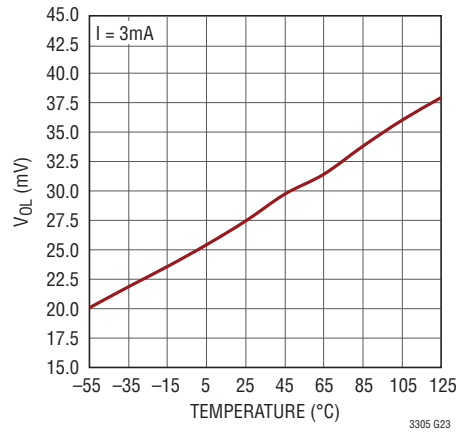
$t_{ON}$ 、 $t_{OFF}$ と温度



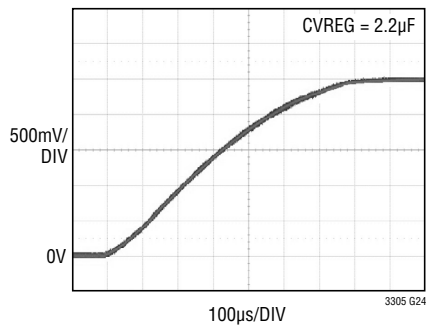
$t_{BAT}$ と温度



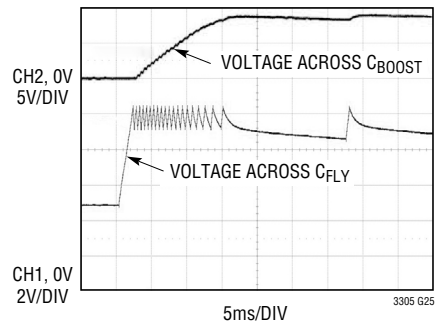
$V_{OL}$ と温度



$V_{REG}$  スタートアップ



昇圧チャージポンプの  
スタートアップ





## ピン機能

**BOOST (ピン1)** : チャージポンプの出力。10 $\mu$ Fコンデンサを使ってV4へデカップリングします。

**V4 (ピン2)** : バッテリ4の正端子をこのピンに接続します。バッテリー4はV4とV3の間に接続されます。10 $\mu$ Fコンデンサを使ってV3へデカップリングします。

**V3 (ピン3)** : バッテリ3の正端子をこのピンに接続します。バッテリー3はV3とV2の間に接続されます。10 $\mu$ Fコンデンサを使ってV2へデカップリングします。

**AUXP (ピン4)** : 補助セルの正端子をこのピンに接続します。10 $\mu$ Fコンデンサを使ってAUXNへデカップリングします。

**AUXN (ピン5)** : 補助セルの負端子をこのピンに接続します。

**V2 (ピン6)** : バッテリ2の正端子をこのピンに接続します。バッテリー2はV2とV1の間に接続されます。10 $\mu$ Fコンデンサを使ってV1へデカップリングします。

**V1 (ピン7)** : バッテリ1の正端子をこのピンに接続します。バッテリー1はV1とGNDの間に接続されます。10 $\mu$ Fコンデンサを使ってGNDへデカップリングします。

**NGATE1 (ピン8)** : NMOS1ゲート外付けNMOSスイッチのゲート端子に接続します。

**NGATE2 (ピン9)** : NMOS2ゲート外付けNMOSスイッチのゲート端子に接続します。

**NGATE3 (ピン10)** : NMOS3ゲート外付けNMOSスイッチのゲート端子に接続します。

**NGATE4 (ピン11)** : NMOS4ゲート外付けNMOSスイッチのゲート端子に接続します。

**NGATE5 (ピン12)** : NMOS5ゲート外付けNMOSスイッチのゲート端子に接続します。

**NGATE6 (ピン13)** : NMOS6ゲート外付けNMOSスイッチのゲート端子に接続します。

**NGATE7 (ピン14)** : NMOS7ゲート外付けNMOSスイッチのゲート端子に接続します。

**NGATE8 (ピン15)** : NMOS8ゲート外付けNMOSスイッチのゲート端子に接続します。

**NGATE9 (ピン16)** : NMOS9ゲート外付けNMOSスイッチのゲート端子に接続します。

**BATX (ピン17)** : BATYとともにこのピンは、スタック内のどのバッテリーに対して現在バランス調整が行われており、フォルト出力がどれに対応しているかを示します。オープンドレイン出力。

**BATY (ピン18)** : BATXとともにこのピンは、スタック内のどのバッテリーに対して現在バランス調整が行われており、フォルト出力がどれに対応しているかを示します。オープンドレイン出力。

**OVFLT (ピン19)** : 過電圧フォルトこのピンは、バッテリーに過電圧フォルト状態が検出されると、“L”になります。オープンドレイン出力。

**UVFLT (ピン20)** : 低電圧フォルト。このピンは、バッテリーに低電圧フォルト状態が検出されると、“L”になります。オープンドレイン出力。

**BAL (ピン21)** : バランス調整インジケータこのピンは、バランス調整動作が行われている間“L”になり、デバイスがディスエーブルされているか、またはデバイスがスリープ状態のとき高インピーダンスになります。オープンドレイン出力。

**DONE (ピン22)** : 完了インジケータこのピンは、スタック内の全てのバッテリーがバランス調整されると“L”になります。このピンはシャットダウン時には高インピーダンス状態になります。オープンドレイン出力。

**PTCFLT (ピン23)** : PTCフォルトこのピンは、PTCサーミスタ両端の電圧が1Vを超えると“L”になります。それ以外のときは高インピーダンス状態になります。オープンドレイン出力。

**CTOFF (ピン24)** : このピンからGNDへ接続したコンデンサにより、タイマ・モードのリトライ時間がプログラムされます。MODE = 1の場合は、GNDに接続します。

**CTON (ピン25)** : このピンからGNDへ接続したコンデンサにより、タイマ・モードでのバランス調整動作の最大時間がプログラムされます。MODE = 1の場合は、GNDに接続します。

**CTBAT (ピン26)** : このピンからGNDへ接続したコンデンサにより、バランス調整動作中にスタック内の個別のバッテリーが補助セルへ接続される最大時間がプログラムされます。

**VL (ピン27)** : 低電圧フォルトのしきい値。このピンからGNDへ接続した抵抗により、直列接続したスタック内の各バッテリーの低電圧フォルトのしきい値がプログラムされます。ISETピンと一緒に動作します。

**VH (ピン28)** : 高電圧フォルトのしきい値。このピンからGNDへ接続した抵抗により、直列接続したスタック内の各バッテリーの高電圧フォルトのしきい値がプログラムされます。ISETピンと一緒に動作します。

## ピン機能

**ISET (ピン29)** : 1.2V ヘサーボ制御する基準電流ピン。このピンからGNDへ接続した抵抗により、外付けNMOSスイッチのゲート充電電流がプログラムされます。基準電流は低電圧しきい値と過電圧しきい値をプログラムするのにも使われます。

**VREG (ピン30)** : 安定化された低電圧出力。内部で発生させた2.5Vの電圧が常時このピンに与えられています。このピンの電圧は、最大5.5Vまでのもっと高い外部電圧によってオーバードライブすることができます。このピンの電流シンク能力は限定されており、外部から印加されたもっと高い電圧をプルダウンすることはできません。全てのロジック入力ピンはこのピンを基準にする必要があります。1 $\mu$ Fコンデンサを使ってGNDヘデカップリングします。

**TERM2 (ピン31)** : 終了しきい値の選択。このピンはTERM1とともに使われて、バランス調整がなされたとみなされる、バッテリーと補助セルの間の電圧差を設定します。高入力インピーダンス・ピンなので、フロートさせないでください。

**TERM1 (ピン32)** : 終了しきい値の選択。このピンはTERM2とともに使われて、バランス調整がなされたとみなされる、バッテリーと補助セルの間の電圧差を設定します。高入力インピーダンス・ピンなので、フロートさせないでください。

**EN2 (ピン33)** : イネーブル入力。EN1ピンとEN2ピンの状態は、スタック内のバッテリーの個数を表示するのに使われます。両方のピンがGNDの電位るとき、デバイスはシャットダウン状態です。高入力インピーダンス・ピンなので、フロートさせないでください。

**EN1 (ピン34)** : イネーブル入力。EN1ピンとEN2ピンの状態は、スタック内のバッテリーの個数を表示するのに使われます。両方のピンがGNDの電位るとき、デバイスはシャットダウン状態です。高入力インピーダンス・ピンなので、フロートさせないでください。

**MODE (ピン35)** : モード選択。“H”に保つと、連続動作モードが選択されます。“L”に保つと、タイマ・モードが選択されます。高入力インピーダンス・ピンなので、フロートさせないでください。

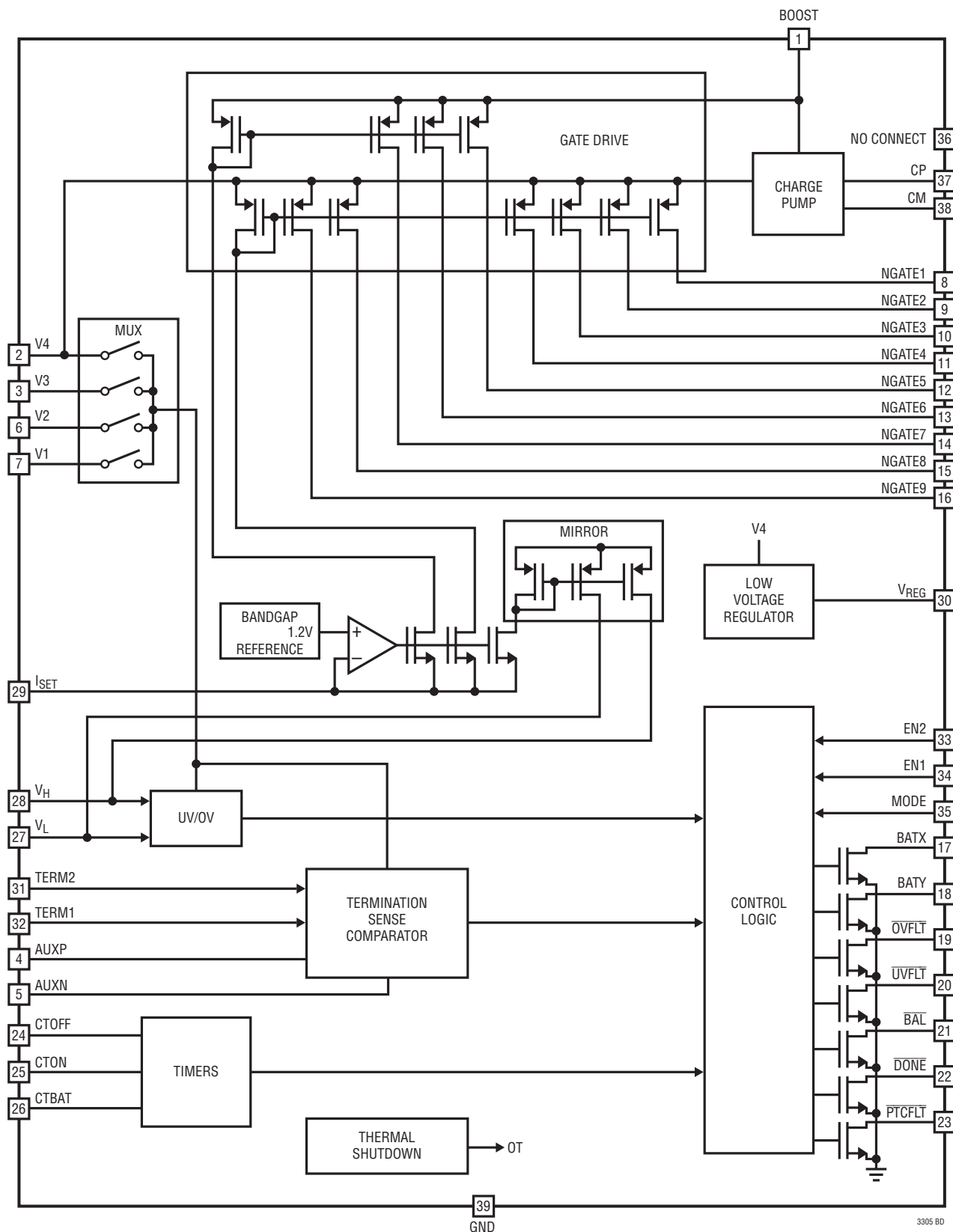
**非接続 (ピン36)** : このピンは内部で接続されていません。このピンは、他の全ての回路ノードから電氣的に絶縁されたパッドに半田付けします。

**CP (ピン37)** : チャージポンプのフライング・コンデンサの正端子。このピンからCMに、チャージポンプ動作のための10 $\mu$ Fコンデンサを接続します。

**CM (ピン38)** : チャージポンプのフライング・コンデンサの負端子。このピンからCPに、チャージポンプ動作のための10 $\mu$ Fコンデンサを接続します。

**GND (ピン39)** : 露出パッドはグラウンドで、電氣的接触と定格の熱性能を得るために、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



3305 BD

## 動作

LTC3305は補助セルまたは代替蓄電セルを蓄電器として使用して、バッテリーのバランス調整を行います。外付けのNMOSスイッチは予めプログラムされた順序で制御され、スタック内の各バッテリーを補助セルへ接続します。補助セルがバッテリーに接続されると、補助セルから、または補助セルへ向かって電荷が転送されます。

LTC3305は、MODEピンを介してプログラムすることができる2つのモードのどちらかで動作することができます。

### タイマ・モード (MODE = 0)

バランス調整動作は、C<sub>BOOST</sub>コンデンサが少なくとも6.95Vまで充電されると開始されます。BALピンが“L”になり、デバイスがイネーブルされてバッテリー・スタックをバランス調整していることを表示します。

終了電圧V<sub>TERMINATE</sub>は、その値に達するとバッテリーのバランス調整がなされたときのみ補助セルと補助セルに接続されたバッテリーの間の電圧差です。V<sub>TERMINATE</sub>は、表1に示されている予め設定された4つの電圧のどれかへ、TERM1ピンとTERM2ピンによってプログラムされます。

表1. 終了電圧

TERM1	TERM2	V <sub>TERMINATE</sub>
0	0	±12.5mV
1	0	±25mV
0	1	±50mV
1	1	±100mV

バランス調整動作は補助セルの負端子がBAT1（スタックの最下位のバッテリー）の負端子に接続された状態で開始されます。図1を参照すると、BAT1の負端子を補助セルの負端子に接続するボトム・スイッチのN1とN9が最初にオンします。外付けのNMOSスイッチをオンするため、外付けNMOSのゲートに接続されたNGATEピンの電流ソースがオンし、ゲート・ソース電圧が外付け抵抗の両端に生じます。

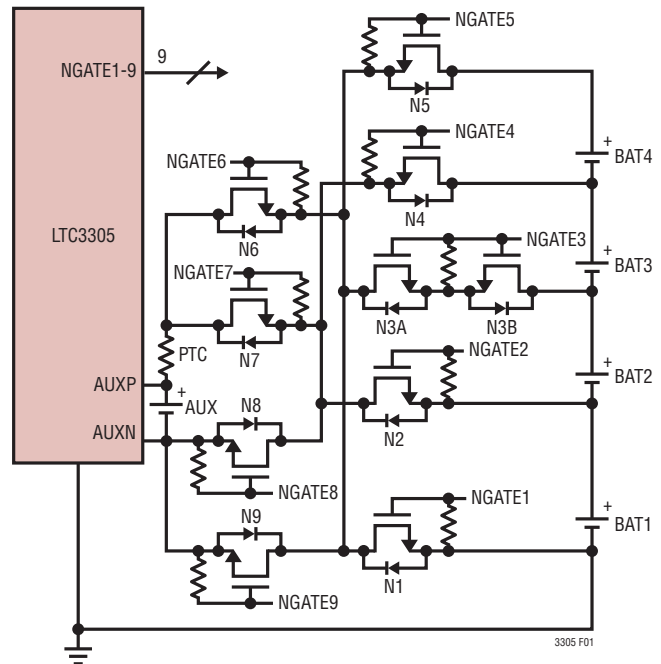


図1. 4個のバッテリーのバランス調整アプリケーションの外付けスイッチの構成方法

内部で設定されている35msの遅延の後、補助セル両端の電圧とBAT1の電圧が終了検出コンパレータによって比較されます。

補助セルとBAT1の間の電圧差が選択された終了電圧より小さいと、バッテリーは補助セルを基準にしてバランス調整されたときとみなされ、対応するNGATEピンの電流をオフすることによりボトム・スイッチをオフします。スタック内の次のバッテリーが補助セルに接続されます。

## 動作

補助セルとBAT1の間の電圧差が選択された終了電圧より大きいと、PTCサーミスタを介してBAT1の正端子を補助バッテリーの正端子に接続するトップNMOSスイッチのN2とN7がオンします。内部で設定された35msの2番目の遅延の後、終了検出コンパレータが補助セル両端の電圧とバッテリーの電圧のモニタを開始します。バッテリーは、電圧差が $V_{\text{TERMINATE}}$ まで減少するか、または $t_{\text{BAT}}$ タイムアウトが生じるまで接続されたままです( $t_{\text{BAT}}$ はバッテリーが補助セルに接続されたまま留まる最大時間であり、CTBATピンのコンデンサによってプログラムされます)。このタイムは補助セルが別のバッテリーに接続されるたびにリセットされます。

この時点で全てのスイッチがオフし、スタック内の次のバッテリーが補助セルに接続されます。スイッチがオフした後、内部の40msの遅延によりブレークビフォアメーク時間が与えられ、その後、ボトム・スイッチを介してスタック内の次のバッテリーの負端子が補助セルの負端子へ接続されます。異なるバッテリー・スタック構成の各バッテリーを接続するのに使用されるトップとボトムのスイッチを表2に示します。ボトム・スイッチだけがオンしているとき、トップ・スイッチのボディダイオードを通る、補助セルとバッテリーの間の導通経路があります。補助セルとバッテリーの電圧差がダイオード2個の電圧降下より大きいと、この導通経路を通して電流が流れます。この電流はPTC抵抗によって制限されます。

表2. トップ・スイッチとボトム・スイッチの構成方法

EN1, EN2	BATTERY BEING BALANCED	TOP SWITCHES	BOTTOM SWITCHES
1,1 (4 Bat App)	Battery 1	N2, N7	N1, N9
	Battery 2	N3, N6	N2, N8
	Battery 3	N4, N7	N3, N9
	Battery 4	N5, N6	N4, N8
1,0 (3 Bat App)	Battery 1	N2, N7	N1, N8
	Battery 2	N4, N6	N2, N9
	Battery 3	N5, N7	N4, N8
0,1 (2 Bat App)	Battery 1	N7	N9
	Battery 2	N5	N8

このようにして、スタック内の各バッテリーは補助セルに接続され、スタック内のバッテリーはバランス調整されます。

バランス調整されるバッテリーと補助セルの間の電圧差が1Vより大きいと、内部クランプ回路がLTC3305を保護します。差が13.2Vのとき、クランプには475 $\mu$ Aの電流が流れます。ワーストケースのシナリオでは、補助セルとバッテリーの間に16Vの差が現れる可能性があります。このシナリオでは、600 $\mu$ Aの電流が内部クランプに流れます。

トップとボトムの両方のスイッチがオンしている状態では、バランス調整されるバッテリーと補助セルの電圧差が1Vより大きいと、PTCFLTピンが“L”になります。バランス調整動作中に電圧差が1V未満になると、PTCFLTピンは高インピーダンス状態に戻ります。

表3に示されているように、BATXピンとBATYピンはスタック内のどのバッテリーが現在補助セルに接続されているかを表示します。シャットダウン時、BATXピンとBATYピンは高インピーダンス状態になり、BALピンも高インピーダンス状態になります。

表3. BATXピンとBATYピンの状態

STATE OF OPERATION	BATX	BATY
Battery 1 Connected	High Z	High Z
Battery 2 Connected	High Z	0
Battery 3 Connected	0	0
Battery 4 Connected	0	High Z

スタック内の全てのバッテリーがバランス調整されると、DONEピンが“L”になり、BALピンが高インピーダンス状態になり、デバイスは低消費電力のOFF状態になります。

終了検出コンパレータが、ボトム・スイッチだけを使って各バッテリーを補助セルに接続する連続する5サイクルにわたって $V_{\text{TERMINATE}}$ を検出すると、4個のバッテリーで構成されるスタックはバランス調整されたとみなされます。

## 動作

タイマ・モードでは、バランス調整動作は、CTONピンのコンデンサによってプログラムされる最大時間 $t_{ON}$ の間継続します。 $t_{ON}$ が経過すると、バッテリーがバランス調整されていなくても、LTC3305は固定時間 $t_{OFF}$ の間低消費電力のオフ状態になります。 $t_{OFF}$ 時間はCTOFFピンのコンデンサによってプログラムされます。 $t_{OFF}$ 時間が経過すると、デバイスはON状態になり、通常動作が再開されます。OFF状態では、 $\overline{BAL}$ ピンは高インピーダンス状態になります。 $\overline{BAL}$ ピンは、デバイスがシャットダウンしても高インピーダンス状態になります。

### 連続モード (MODE = 1)

連続動作モードでは、デバイスはタイマ・モードと大体同じように動作しますが、以下の相違があります。

- ON状態やOFF状態がありません。連続モードではCTONピンとCTOFFピンをGNDに接続する必要があります。スタックがバランス調整されていてもバランス調整動作が継続します。デバイスをシャットダウンしたときだけ、バランス調整動作が終了します。連続モードでは $\overline{BAL}$ ピンは常に“L”になります。
- タイマ・モードでは、ボトムプレートだけが接続された状態でバッテリーが補助セルにバランス調整されたことを終了コンパレータが検出すると、そのバッテリーのバランス調整動作が終了します。連続モードではこれと相違します。連続モードではトップ・スイッチがオンし、 $t_{BAT}$ のタイムアウトによってだけバッテリーのバランス調整動作が終了します。 $t_{BAT}$ がタイムアウトするまで補助セルはバッテリーに接続されたままなので、スタック内の次のバッテリーにそれが接続される前にその電圧が変化する可能性があります。その結果、スタックがバランス調整され、 $\overline{DONE}$ ピンが“L”になったとき、スタック内の個々のバッテリー両端の電圧どうしはプログラムされた $V_{TERMINATE}$ より大きく異なる可能性があります。補助セルの容量がバッテリーよりはるかに小さいワーストケースの場合、バランス調整されたとき、個々のバッテリーの電圧どうしはプログラムされた $V_{TERMINATE}$ の最大2倍だけ相違することがあります。

### チャージポンプの動作

LTC3305は、バッテリーを補助セルに接続するスイッチとして外付けNMOSデバイスを使います。LTC3305はチャージポンプを備えており、外付けNMOSスイッチをオンするのに必要な高い電圧を発生します。

図2に示すように、2個の外付けコンデンサ $C_{FLY}$ と $C_{BOOST}$ 、2個のダイオードD1とD2、および抵抗R1とR2がチャージポンプの動作に必要です。LTC3305がイネーブルされると、チャージポンプはオンします。 $C_{FLY}$ は、外付けダイオードD1、抵抗R1、およびGNDへ接続されている内部NMOSスイッチN1を通る電流 $I_{CHG}$ によって最初充電されます。 $C_{FLY}$ が10.5Vまで充電されると、内部コンパレータが内部NMOSスイッチをオフに切り替え、スイッチP1をオンします。 $C_{FLY}$ は、ダイオードD2、抵抗R2、および内部PMOSスイッチP1を介して $C_{BOOST}$ に接続されます。電流 $I_{DISCHG}$ によって電荷が $C_{FLY}$ から $C_{BOOST}$ へ転送されます。 $C_{FLY}$ が9.5Vまで放電すると $C_{BOOST}$ から切断され、再度10.5Vまで充電されてから再度 $C_{BOOST}$ に接続されます。このようにして、 $C_{BOOST}$ 両端の電圧が上昇します。

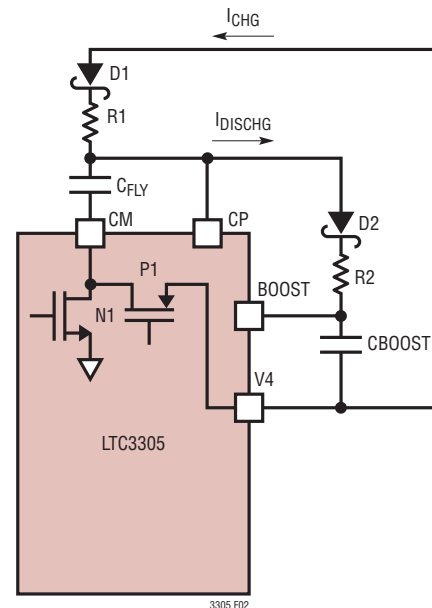


図2. チャージポンプの動作

## 動作

$C_{BOOST}$  コンデンサの両端の電圧が6.95Vになると、バランス調整が開始されます。 $C_{BOOST}$  が8.45Vまで充電されると、チャージポンプ動作がデイスエーブルされ、 $C_{FLY}$  は $C_{BOOST}$  に接続されたままになります。 $C_{BOOST}$  が8.25Vまで放電するとチャージポンプ動作が再開されます。

### 低電圧フォルトと過電圧フォルトの検出

低電圧と過電圧のしきい値は、 $V_L$  ピンと $V_H$  ピンの抵抗とともに、 $I_{SET}$  ピンに抵抗を使ってプログラムすることができます。 $V_L$  ピンまたは $V_H$  ピンの電圧が、その電圧の10倍にスタック内の各バッテリーに対応するフォルトしきい値をプログラムします。内部アンプが $V_L$  ピンと $V_H$  ピンの電圧に正確に利得を与え、しきい値電圧をバッテリーの適切な同相レベルへシフトさせます。 $V_L$  ピンと $V_H$  ピンのプログラム範囲は0.4V～1.6Vです。この範囲から外れるプログラム電圧に対しては、内部の低電圧コンパレータと過電圧コンパレータが正しくトリップしないことがあります。内部クランプが、しきい値が20Vより大きな値にプログラムされないようにします。

低電圧または過電圧のフォルト状態が検出されると、対応する $\overline{UVFLT}$  ピンまたは $\overline{OVFLT}$  ピンがGNDに引き下げられます。この間、バランス調整動作は中断されません。バランス調整動作中に低電圧また過電圧の状態が解消すると、対応するフォルト・ピンは高インピーダンス状態に戻ります。

低電圧フォルトと過電圧フォルトの検出が不要であれば、 $V_L$  ピンと $V_H$  ピンをGNDに接続する必要があります。 $\overline{UVFLT}$  ピンと $\overline{OVFLT}$  ピンはGNDに接続するかフロート状態にすることができます。

### 低電圧レギュレータ

LTC3305は常時オン・レギュレータを備えており、 $V_{REG}$  ピンから2.5Vを供給します。 $V_{REG}$  ピンは最大5.5Vまで外部から駆動することができます。 $V_{REG}$  ピンは電流をシンクすることはできず、外部から印加された電圧をプルダウンしません。このレギュレータは最大3mAの電流をソースできます。レギュレータから引き出される電流が3mAを超えると、 $V_{REG}$  電圧はその低電圧しきい値を下回り、LTC3305をデイスエーブルしてバ

ランス調整動作を終了します。レギュレータが低電圧状態から回復するとバランス調整動作が再開します。短絡状態では、 $V_{REG}$  電流は15mAに制限されます。 $V_{REG}$  ピンは少なくとも1 $\mu$ FのコンデンサをGNDに接続してデカップリングします。

### サーマル・シャットダウン

LTC3305は過熱検出回路を備えており、内部シリコン接合部温度が155°Cを超えると、バランス調整動作をシャットダウンします。温度が145°Cまで下がるとLTC3305はバランス調整動作を再開します。サーマル・シャットダウン中、低電圧レギュレータには給電されません。

### 2個または3個のバッテリーで構成される バッテリー・スタックのバランス調整

LTC3305は2個または3個のバッテリーで構成されるバッテリー・スタックをバランス調整するように構成することもできます。イネーブル・ピンの状態により、LTC3305は正しいスイッチ・シーケンシングを選択します。2個のバッテリーで構成されるスタックの場合、 $EN1 = 0$ および $EN2 = 1$ として、LTC3305をイネーブルする必要があります。3個のバッテリーで構成されるスタックの場合、 $EN1 = 1$ および $EN2 = 0$ として、LTC3305をイネーブルする必要があります。2個のバッテリーおよび3個のバッテリーのアプリケーションの場合の外付けNMOSスイッチの構成をそれぞれ図3と図4に示します。NGATE6を使わない場合、それをBOOSTピンに接続する必要があります。他の全ての使用しないNGATEピンは、図3と図4に示すように、V4に接続する必要があります。

2個のバッテリーで構成されるスタックは、補助セルとバッテリーがボトム・スイッチだけを使って接続されているとき、終了検出コンパレータが補助セルとバッテリーの間の電圧差が連続する3サイクルにわたって $V_{TERMINATE}$ より小さいことを検出すると、バランス調整されたとみなされます。

3個のバッテリーで構成されるスタックの場合、スタックがバランス調整されたとみなすには、連続した4サイクルが必要です。

## 動作

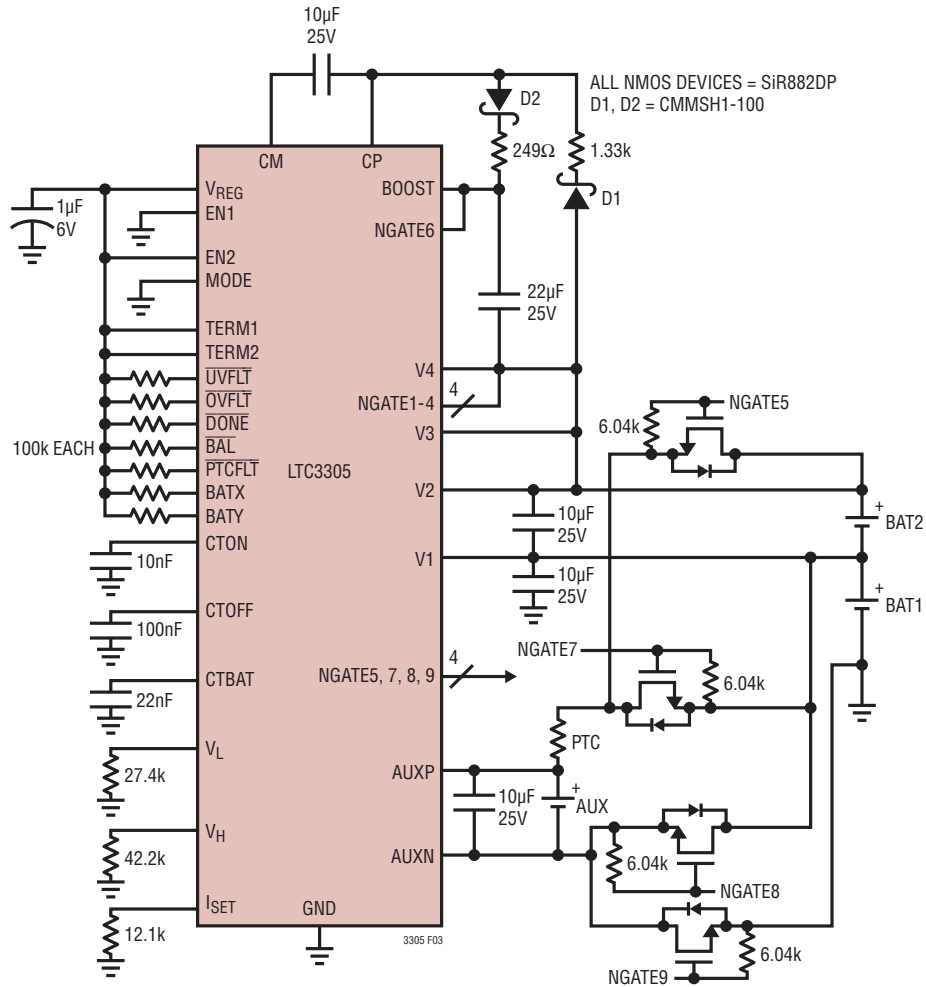


図3. 外付けスイッチの構成方法を示す2個のバッテリーのアプリケーション



動作

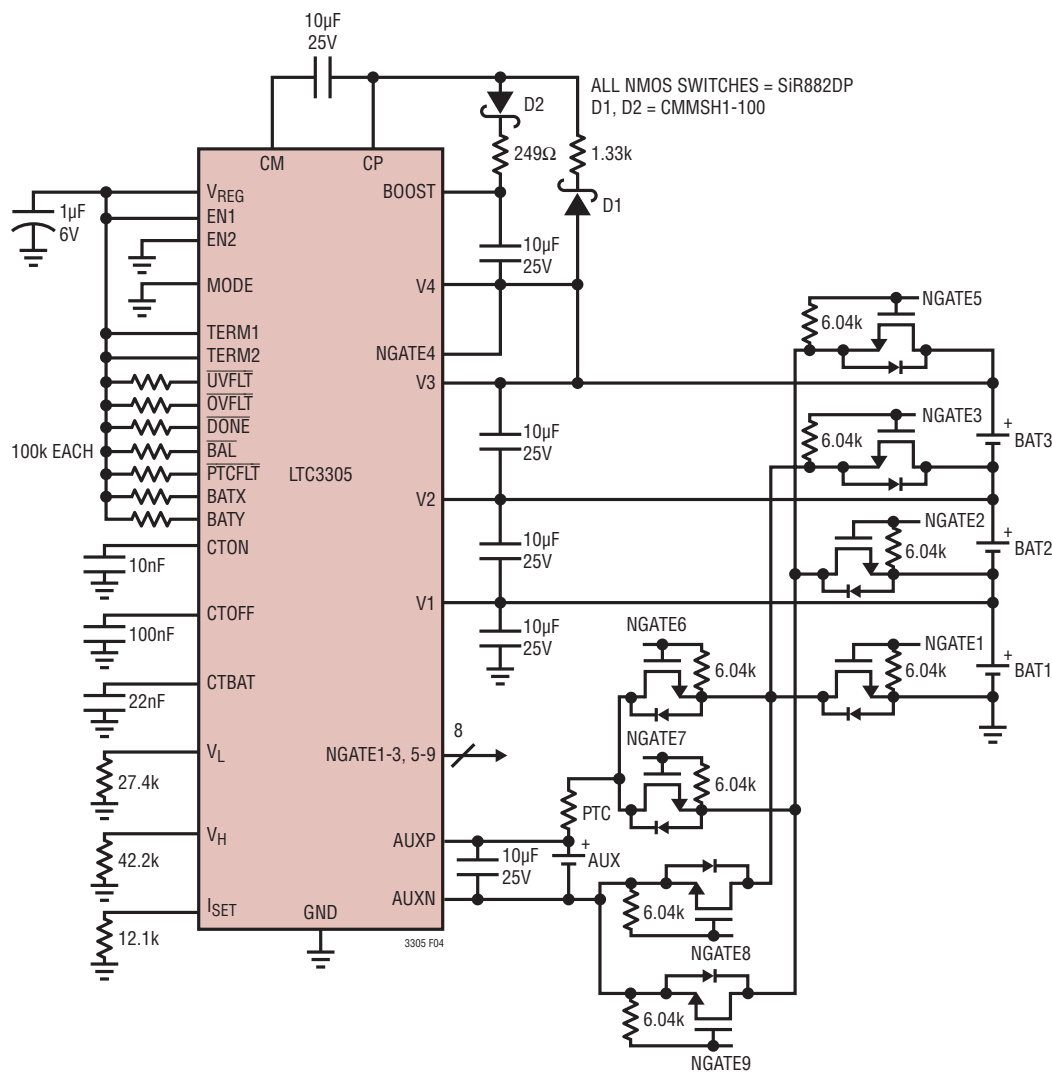


図4. 外付けスイッチの構成方法を示す3個のバッテリーのアプリケーション

## アプリケーション情報

## PTCサーミスタの選択

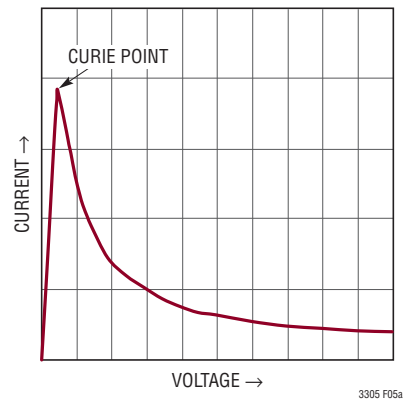
PTCサーミスタは正温度係数をもった抵抗の一種で、特定のしきい値を超える電流を制限することによりデバイスを保護するのに役立ちます。PTCデバイスは補助セルとバッテリーの間で電荷を転送するピーク電流を制限します。PTC両端の電圧が小さいとき、PTC内部で失われる電力は小さく、PTC抵抗値は一定に保たれます。PTC両端の電圧が増加するにともなって、PTC内部での電力損失が増加し、PTCの温度が上昇します。温度がキュリー温度に達すると、電圧のさらなる上昇はPTCの抵抗値を急激に増加させ、デバイスを流れる電流を制限してPTC内部の電力損失を制限します。この様子を図5aのPTC電流/電圧特性に示します。このようにして、PTCは外付けNMOSスイッチがSOA領域の外で動作しないように保護します。

図5aのPTC電流/電圧特性に見られるように、PTCの両端の電圧が小さいかまたは高いとき、それを流れる電流は小さくなります。小さい電圧の場合これはOKです。バッテリーと補助セルはバランス状態に近いからです。高い電圧の場合これはバランス調整を遅らせます。高い電圧でバランス調整電流を増やすには、図5bに示すように、PTCデバイスに並列にパワー抵抗器を接続することができます。さらに、複数のPTC抵抗を並列に接続して全ての電圧で電流を増やすことができます。

PTCデバイスはセラミックとポリヒューズの2つのタイプで製造されます。このアプリケーションにはセラミックPTCデバイスだけを使います。ポリヒューズのトリップ・サイクル寿命は非常に限られており、バランス調整のアプリケーションには適していません。

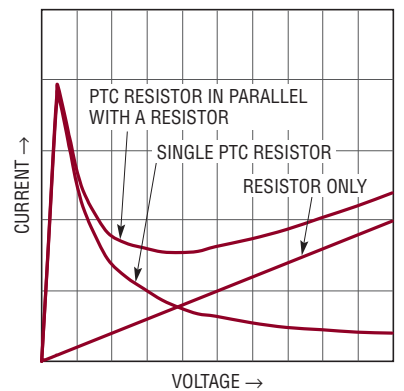
外付けNMOSスイッチの電力損失がそれらの定格SOA電力損失値を決して超えないようにPTCを選択する必要があります。推奨PTCサーミスタに関しては、表4を参照してください。

PTCの電流/電圧特性



(a)

高電圧時の電流の増加



(b)

図5.PTC動作の様子

表4. 推奨セラミックPTCサーミスタ

製品番号	メーカー	電圧	抵抗(Ω)
PTGL7SARR47M1B51B0	Murata	16V	0.47
PTGLASARR27M1B51B0	Murata	16V	0.27
PTGLESARR15M1B51B0	Murata	16V	0.15
PTGL12AR1R2H2B51B0	Murata	30V	1.2
2381 663 51121	Vishay	30V	0.7
2381 663 51321	Vishay	30V	0.5
2381 664 52021	Vishay	30V	0.3

## アプリケーション情報

### 補助セルの選択

補助セルは電流をソースし、シンクすることができなければならず、スタック内のどの個別バッテリーの最大電圧にも耐える必要があります。補助セルのESRはPTCサーミスタに比べて小さくなければなりません。補助セルのESR両端に生じる電圧降下は、終了コンパレータの入力のところにオフセット電圧として現れます。

使用する補助セルは、鉛蓄電池、スタックに構成したスーパーキャパシタ、または低漏れ電流の高電圧コンデンサにすることができます。スーパーキャパシタのスタックを使用するとき、各スーパーキャパシタ両端の電圧はその定格動作電圧を超えてはなりません。

図6aは4個のバッテリーで構成されたバッテリー・スタックを示しており、各バッテリーは公称容量が50Ahですが、10%の容量のミスマッチがあります。バランス調整しないと、スタックの容量はスタック内の最も弱いバッテリーによって決まり、45Ahに制限されます。

図6bでは、バッテリー・スタックのバランス調整に、スーパーキャパシタ・スタックのような容量の小さな補助セルが使用されています。バランス調整すると、10%のミスマッチにもかかわらず、スタックの容量を50Ahの公称容量に近づけることができます。

図6cでは、補助セルはスタック内のバッテリーと同じ容量です。図6cの各バッテリーの公称容量はわずか40Ahですが、補助セルがバッテリー・スタックの容量を補うので、スタック

の容量は50Ahに近づきます。容量の大きい補助セルを使用すると、スタックの容量を補います。容量の小さいバッテリーをスタックに使うことができ、システムのコストを下げるのに役立ちます。

### 補助セルのプリチャージ

スタックに構成したスーパーキャパシタまたは1個の高電圧コンデンサを補助セルとして使用するとき、補助セルを0Vの電圧で最初放電することができます。スタート時、PTC抵抗の両端には大きな電圧が存在し、そのためPTCの抵抗値が増加します。このため電流が制限され、したがって、補助セルとそれが接続されているバッテリーの間の電荷の転送が制限されます。補助セルは、スタック内の各バッテリーに順に接続される間、不確定な時間で非常にゆっくり充電されます。PTCデバイスが低抵抗デバイスとして動作するポイントまで補助セルが充電されると、バランス調整過程が加速されます。

もっと時間的に効率的なソリューションは、スタック内のバッテリーの平均電圧まで補助セルをプリチャージすることです。高電圧降圧レギュレータを使って補助セルをV4/4ボルトまでプリチャージする回路を図7aに示します。NMOSデバイスのN2AとN2Bは、AUXNがN10を介してGNDに接続されているとき、BATTERY1から補助セルへの寄生充電経路を除去します。図7bと図7cは完全なプリチャージとバランス調整動作を示すオシロスコープの写真です。

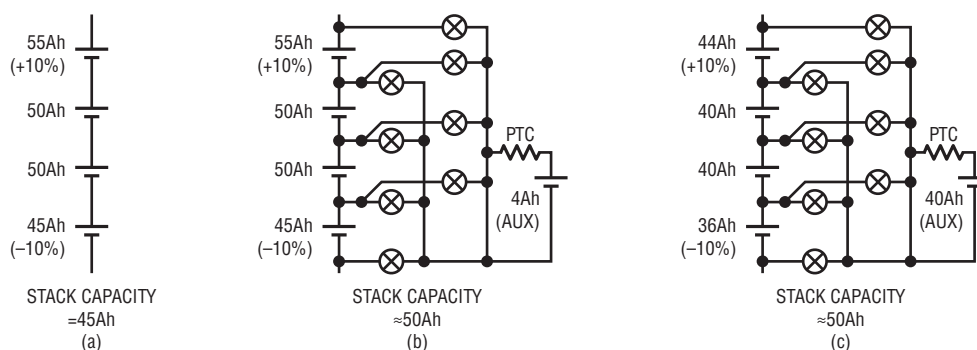
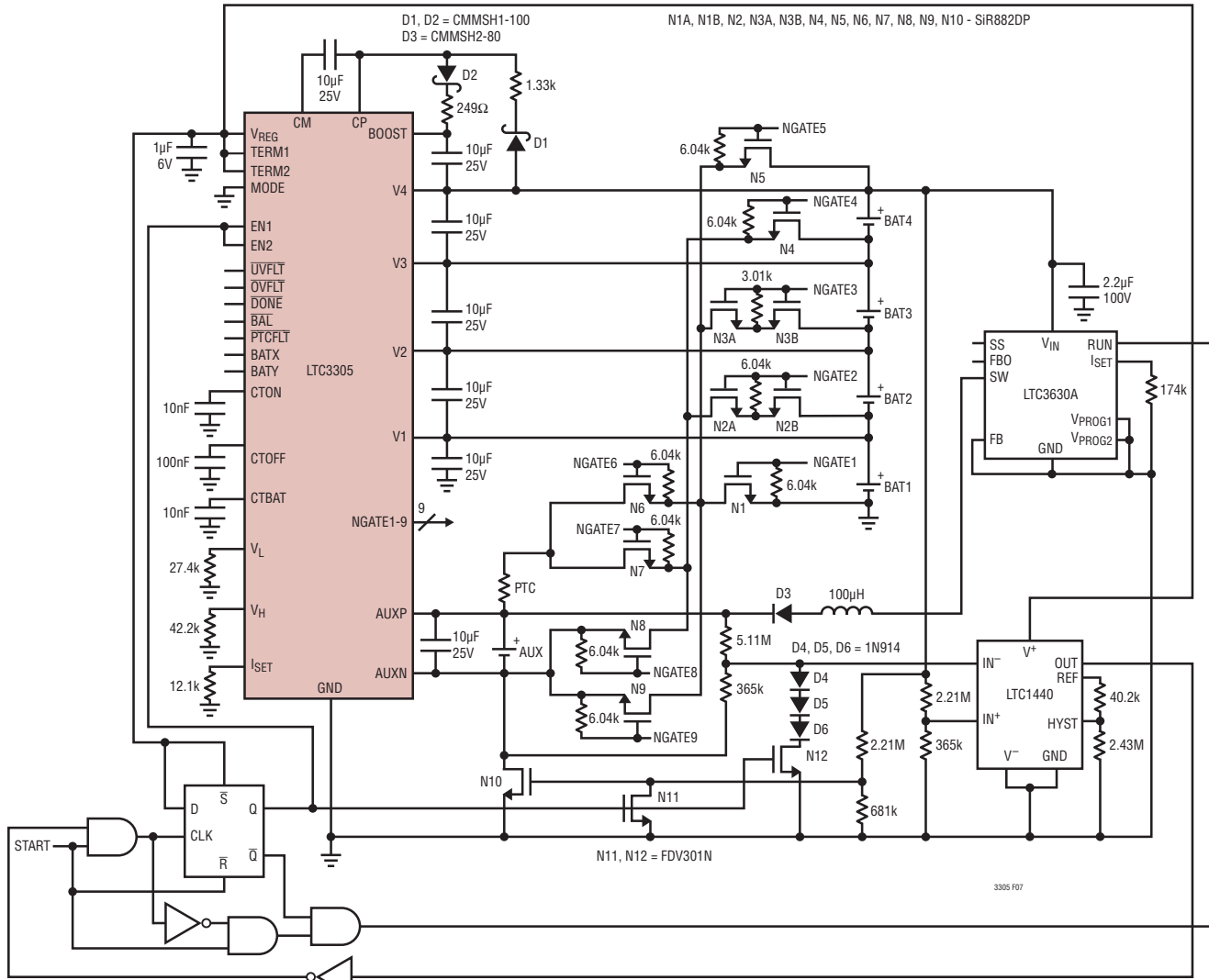
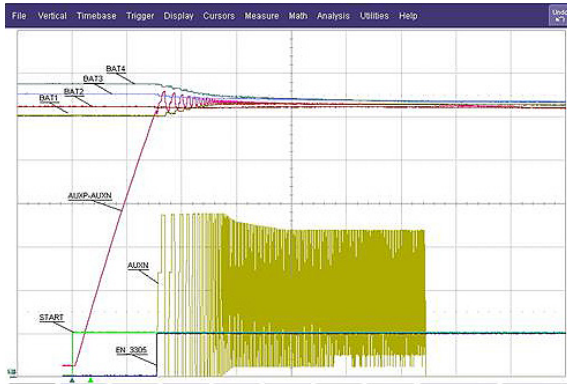


図6. 補助セルを使ったスタックの容量の増加

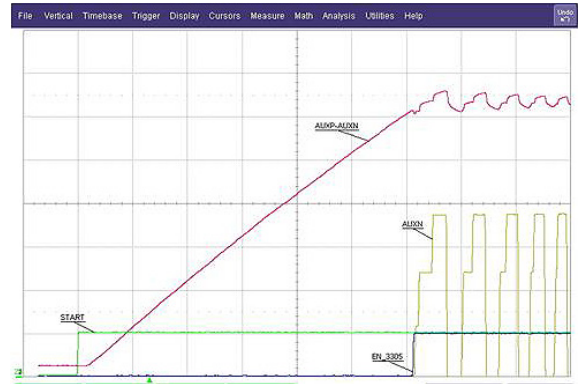


(a)



BAT1, BAT2, BAT3, BAT4, AUXP-AUXN = 2V/DIV  
 AUXN = 10V/DIV; START, EN\_3305 = 5V/DIV  
 TIME = 20s/DIV

(b)



AUXP-AUXN = 2V/DIV  
 AUXN = 10V/DIV; START, EN\_3305 = 5V/DIV  
 TIME = 5s/DIV

(c)

図7. LTC3630AとLTC1440を使った補助セルのプリチャージ

## アプリケーション情報

### 外付けNMOSスイッチの選択

外付けNMOSスイッチはバッテリー・スタック電圧に等しい逆電圧に耐える能力が必要です。それらはPTCサーミスタのトリップ・ポイントまでのDC電流を流す能力も必要です。NMOS内部の最大電力損失により、その安全動作領域の外でNMOSが動作することがないようにします。推奨NMOSスイッチに関しては、表5を参照してください。

表5. 推奨NMOSスイッチ

製品番号	メーカー	I <sub>DS</sub> (MAX)	V <sub>DC</sub> (MAX)
SiR882DP	Vishay	60A	100V
SiS892DN	Vishay	25A	100V
IPD70N10S3-12	Infineon	70A	100V
IPB35N10S3L-26	Infineon	35A	100V
RJK1051DPB	Renesas	60A	100V
RJK1054DPB	Renesas	92A	100V

### NMOSのターンオンのプログラミング

NMOSスイッチは、ゲートからソースへ接続した外付け抵抗両端に電圧を発生させてオンします。抵抗を流れる電流はNGATEピンから供給され、I<sub>SET</sub>ピンの電流によってプログラムされます。NGATEピンの電流を供給する内部電流源は、ブロック図に示すように、V4電源およびBOOST電源で動作します。BOOSTピンの電圧はV4より8.45V高い電圧に安定化されます。ゲートのターンオン電圧は7.5Vより高く設定しないことを推奨します。NGATE3ピンに接続されたゲート・ターンオン抵抗を通して流れる電流は次のように与えられます。

$$I_{\text{NGATE3}} = \frac{26.4\text{V}}{R_{\text{ISET}}}$$

他のNGATEピンを通して流れる電流は次のように与えられます。

$$I_{\text{NGATE}} = \frac{13.2\text{V}}{R_{\text{ISET}}}$$

NGATE3電流のプログラムされた範囲は1mA～3mAです。他の全てのNGATE電流のプログラムされた範囲は500μA～1.5mAです。

NGATE電流は最初NMOSデバイスのゲート・コンデンサを充電し、それをオンします。外付けのゲート-ソース抵抗は、NMOSデバイスに対し一定のゲート-ソース電圧を維持します。もっと高い電流をプログラムすると、NMOSデバイスのターンオン時間が減少します。大きなゲート-ソース電圧をプログラムすると、NMOSデバイスのオン抵抗が減少します。オフしている間、ゲート・コンデンサはゲート-ソース抵抗を通して放電します。

### 低電圧と過電圧のしきい値のプログラミング

ブロック図を見ると、I<sub>SET</sub>ピンの電圧は1.2Vにサーボ制御されています。このピンからGNDに接続した外付け抵抗R<sub>ISET</sub>によって電流がプログラムされ、この電流は分割されてV<sub>L</sub>ピンとV<sub>H</sub>ピンにミラー反射されます。I<sub>SET</sub>ピンの電流のプログラムされた範囲は50μA～150μAです。

I<sub>SET</sub>ピンの電流は次式で与えられます。

$$I_{\text{ISET}} = \frac{1.2\text{V}}{R_{\text{ISET}}}$$

V<sub>L</sub>ピンとV<sub>H</sub>ピンから流れ出す電流は次のように与えられます。

$$I_{\text{VL}} = I_{\text{VH}} = \frac{I_{\text{ISET}}}{3}$$

V<sub>L</sub>ピンからGNDに接続された外付け抵抗R<sub>VL</sub>とV<sub>H</sub>ピンからGNDに接続された外付け抵抗R<sub>VH</sub>によって、各バッテリーの低電圧と過電圧のしきい値がプログラムされます。バッテリーの低電圧しきい値は次のように与えられます。

$$V_{\text{BAT,UV}} = 4\text{V} \cdot \frac{R_{\text{VL}}}{R_{\text{ISET}}}$$

バッテリーの過電圧しきい値は次のように与えられます。

$$V_{\text{BAT,OV}} = 4\text{V} \cdot \frac{R_{\text{VH}}}{R_{\text{ISET}}}$$

### t<sub>BAT</sub>パラメータのプログラミング

t<sub>BAT</sub>パラメータはCT<sub>BAT</sub>ピンからGNDに接続されたコンデンサを使ってプログラムされます。t<sub>BAT</sub>は次のように与えられます。

$$t_{\text{BAT}} = 5\text{sec} \cdot \frac{C_{\text{TBAT}}}{10\text{nF}}$$

COGタイプのコンデンサは温度特性が優れているので推奨します。

## アプリケーション情報

### t<sub>ON</sub>とt<sub>OFF</sub>パラメータのプログラミング

t<sub>ON</sub>パラメータはCTONピンからGNDに接続されたコンデンサによってプログラムされます。t<sub>ON</sub>は次のように与えられます。

$$t_{ON} = 0.48\text{hrs} \cdot \frac{C_{TON}}{10\text{nF}}$$

t<sub>OFF</sub>パラメータはCTOFFピンからGNDに接続されたコンデンサによってプログラムされます。t<sub>OFF</sub>は次のように与えられます。

$$t_{OFF} = 0.48\text{hrs} \cdot \frac{C_{TOFF}}{10\text{nF}}$$

COGタイプのコンデンサは温度特性が優れているので推奨します。

連続動作モード(MODE = 1)では、CTONピンとCTOFFピンは使用しないので、GNDに接続します。

### チャージポンプの部品の選択

図2を参照して、R1、R2およびC<sub>FLY</sub>の推奨値は、全てのアプリケーションでそれぞれ249Ω、1.33kおよび10μFです。V4が32Vを下回らないアプリケーションでは、C<sub>BOOST</sub>に10μFのコンデンサを推奨します。V4の電圧がもっと低くなることもあるアプリケーションでは、C<sub>BOOST</sub>の推奨値は22μFです。D1とD2には、ブレイクダウン電圧が最大V4電圧より大きいショットキダイオードを推奨します。

### デカップリング・コンデンサの選択

少なくとも10μFのデカップリング・コンデンサを各バッテリーの両端、BOOSTピンからV4、およびAUXPピンからAUXNピンに配置する必要があります。これらのコンデンサはできるだけLTC3305に近づけて配置する必要があります。コンデンサは各バッテリー両端の最大電圧に耐える能力が必要です。X5RまたはX7Rのタイプの誘電体を使ったコンデンサを使用します。

### 熱に関する検討事項とデバイス内部の電力損失の制限

過度の電力損失はLTC3305のサーマル・シャットダウンを引き起こします。電力損失の発生源と、どのように電力損失を減らせるかを理解することが重要です。LTC3305デバイス内部の電力損失に影響を与える要素の中でユーザーが制御できる可能性のある2つの要素があります。低電圧レギュレータの負荷およびNGATEピン電流を供給する電流源で失われる電力です。

低電圧リニア・レギュレータは2.5Vの出力を与えます。レギュレータが供給する電流もV4からV<sub>REG</sub>に接続された内部スイッチ内の電力損失を生じ、そのため、ダイ温度が上昇します。図8では、外部のスイッチング・レギュレータが、V<sub>REG</sub>ピンをバックドライブする3.3Vレールを発生し、外部のマイクロプロセッサおよび他の低電圧回路に給電します。V<sub>REG</sub>ピンにはデバイス内部の負荷はないので、低電圧レギュレータのデバイス内部の電力損失はありません。

図8では、外付け抵抗のR1、R2、R3、R4、およびR5は、NGATEピンの電流を供給する内蔵電流源に直列です。これらの抵抗は内蔵電流源両端の電圧を下げるので、デバイス内部の電力損失を減らします。一例として、NGATE1の電流源はV4ピンから電流を供給します。この電流源がオンすると、その両端の電圧はV4-V<sub>NGATE1</sub>となります。V4 = 52.8V、プログラムされたI<sub>NGATE</sub> = 506μAおよびV<sub>NGATE1</sub> = 6.12Vの標準的アプリケーションでは、電流源で失われるデバイス内部の電力は23mWです。図8では、抵抗R1はその両端が約30.5Vで動作します。電流源で失われるデバイス内部の電力は約8mWに減少します。同様に、抵抗R2、R3、R4、およびR5は対応する電流源で失われるデバイス内部の電力を減らします。これらの抵抗を選択するとき、全ての動作条件で、内部電流源をその両端で少なくとも6Vにバイアスすることを推奨します。内蔵電流源による電力損失は、NGATEピンを流れるゲート電流をもっと低くプログラムすることにより、さらに減らすことができます。

### 5個以上のバッテリーで構成されたバッテリー・スタックのバランス調整

5個以上のバッテリーを調整する場合、複数のLTC3305デバイスをスタックに構成することができます。このシナリオでは、各LTC3305を連続モードで動作させ、4個構成の各サブスタックの中の少なくとも1個を2個のLTC3305に割り当てることを推奨します。各LTC3305はバランス調整動作のために1個の補助セルを必要とします。一緒に接続した3個のLTC3305デバイスを使ってバランス調整される8個のバッテリーで構成されるスタックを図9に示します。2個のLTC3305デバイスを使ってバランス調整される6個のバッテリーで構成されるスタックを図10に示します。n個のバッテリーのバッテリー・スタックをバランス調整する場合、最小限必要なLTC3305デバイスの数は、[(n-1)/3]を最も近い整数に切り上げた数になります。この計算では、各LTC3305は4個のバッテリー構成で使用され、少なくとも1個のバッテリーが2個のLTC3305デバイスに割り当てられると仮定しています。

## アプリケーション情報

複数のLTC3305デバイスをスタック構成にすると、ロジック出力ピンをレベルシフトし、グラウンド基準にする必要があるかもしれません。図9では、レベルシフトするのにオプティカル・アイソレータが使用されています。

8個のバッテリーで構成される1個のスタックを、2個のLTC3305デバイスと2個の補助セルを使ってバランス調整するアプリケーションを図11に示します。BAT1、BAT2、BAT3、およびBAT4は、下位のLTC3305を使って互いにバランス調整され、他方、BAT5、BAT6、BAT7、およびBAT8は、上位のLTC3305を使って互いにバランス調整されます。

### PCBに関する検討事項

動作中にLTC3305が大量の電力損失を生じてダイ温度が上昇し、デバイスがサーマル・シャットダウンする可能性があります。LTC3305の露出パッドをPCBに十分半田付けして適切なヒートシンクを与える必要があります。露出パッドはLTC3305に電氣的GNDも与えます。

LTC3305の未接続ピンはPCBのパッドに半田付けし、他のどんな回路ノードからも電氣的に絶縁する必要があります。

AUXPピンを補助ソースの正端子に接続するトレースは補助ソースの正端子にできるだけ近づく必要があります。そうしないと、トレースのインピーダンスが補助セルのESRに加わり、内部の終了コンパレータのオフセットとして現れます。

V1、V2、V3およびV4のトレースは、バッテリーの端子に直接ケルビン接続する必要があります。高いバランス調整電流が流れる共通トレースを共有してはなりません。これらのトレースのどんな電圧降下も、終了コンパレータの入力にオフセット電圧として現れます。

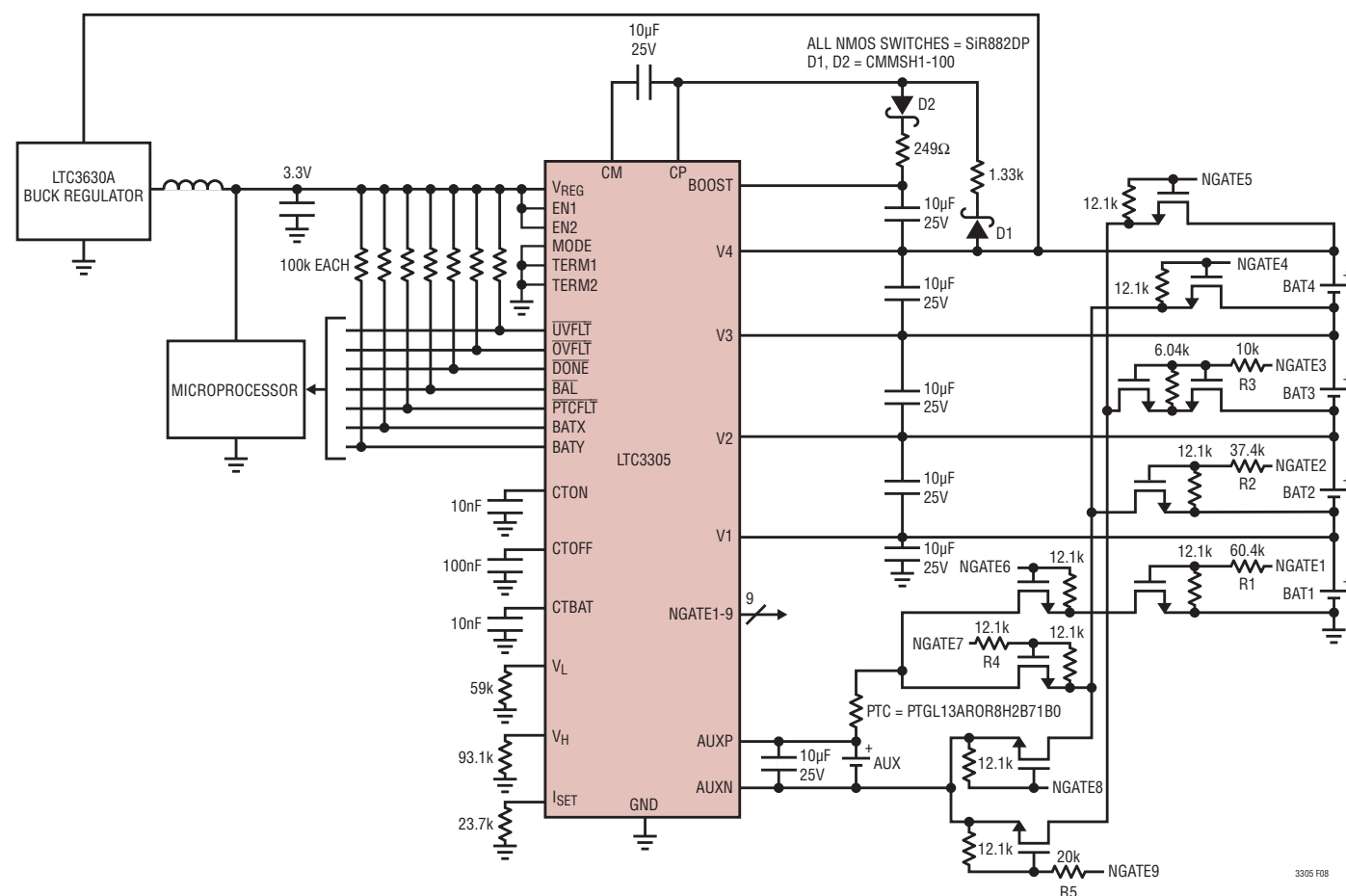


図8. 電力損失を制限する外付け抵抗を使った4バッテリー・アプリケーション

## アプリケーション情報

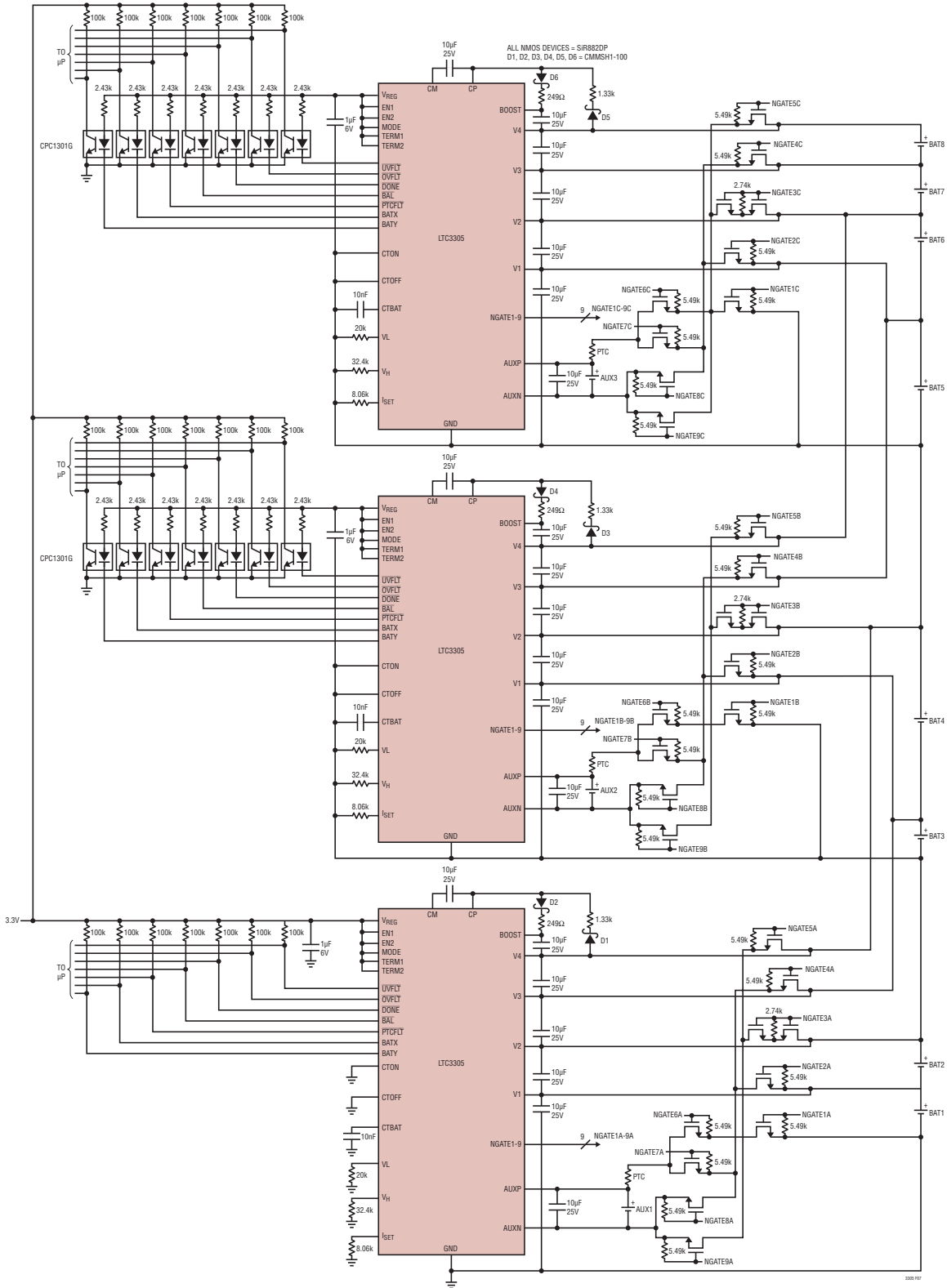


図9. 8個の鉛蓄電池をバランス調整するように接続した3個のLTC3305デバイス



アプリケーション情報

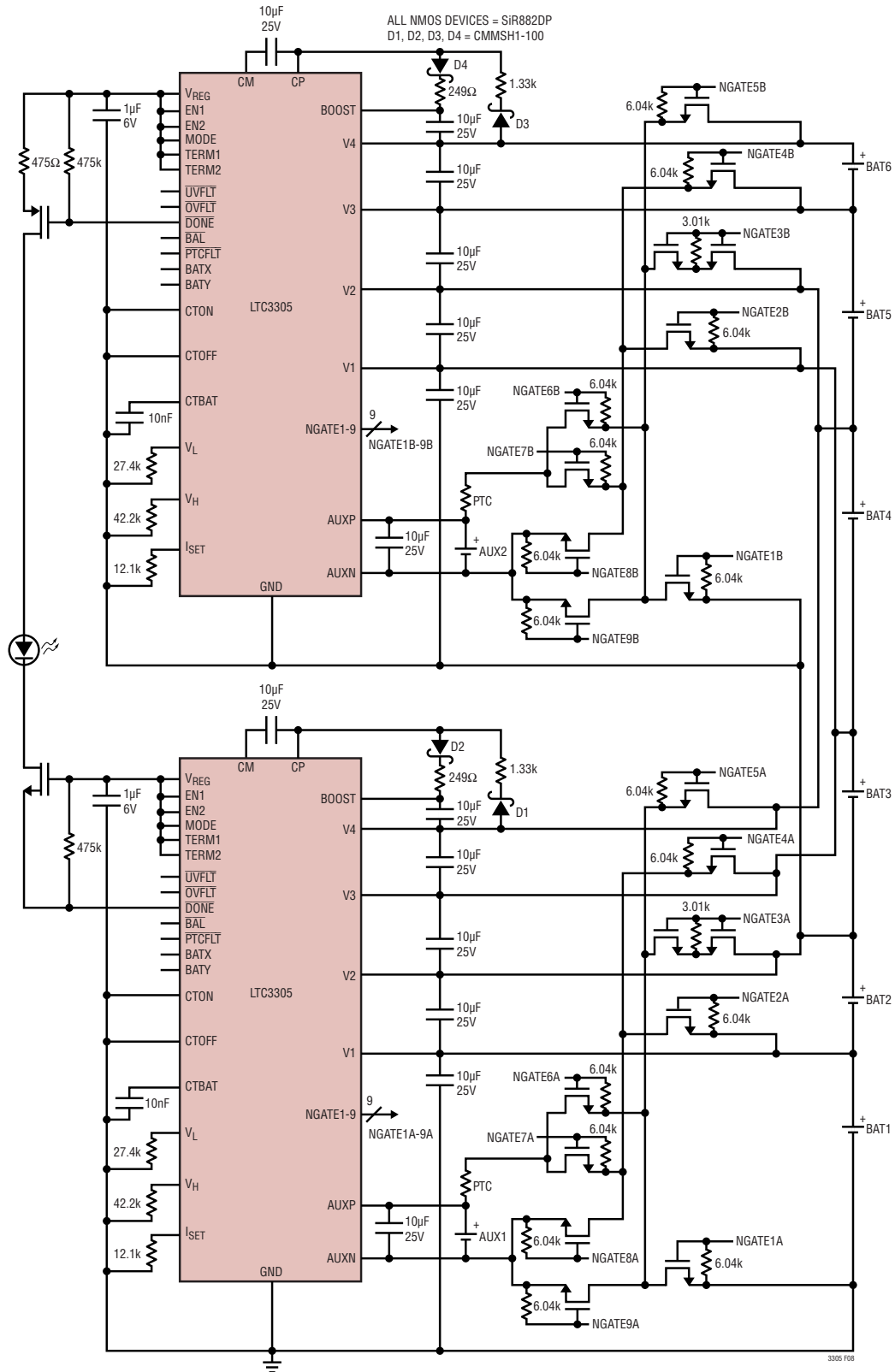


図10. 6個の鉛蓄電池をバランス調整するように接続した、AND接続したDONEインジケータ付きの2個のLTC3305デバイス

## アプリケーション情報

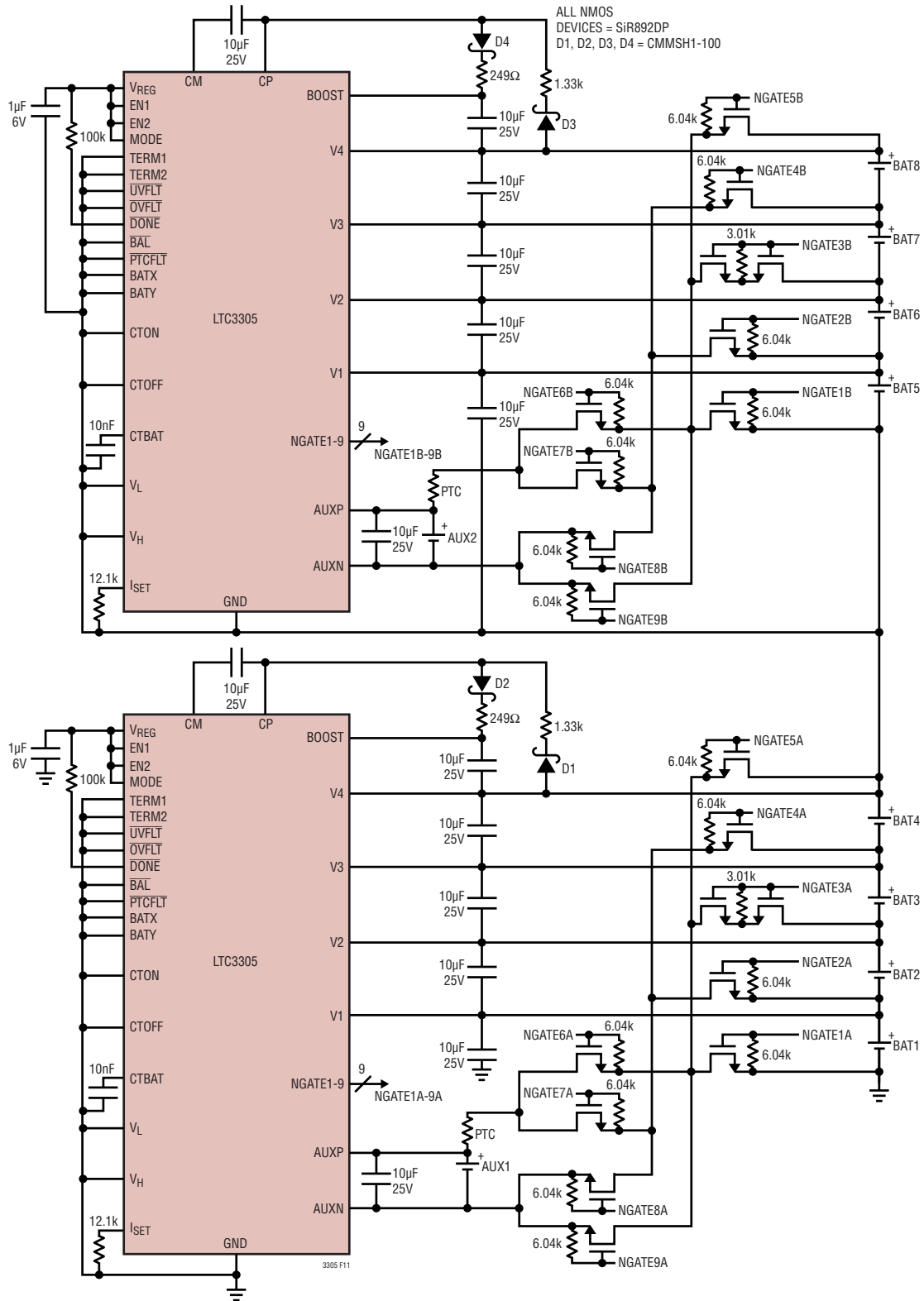
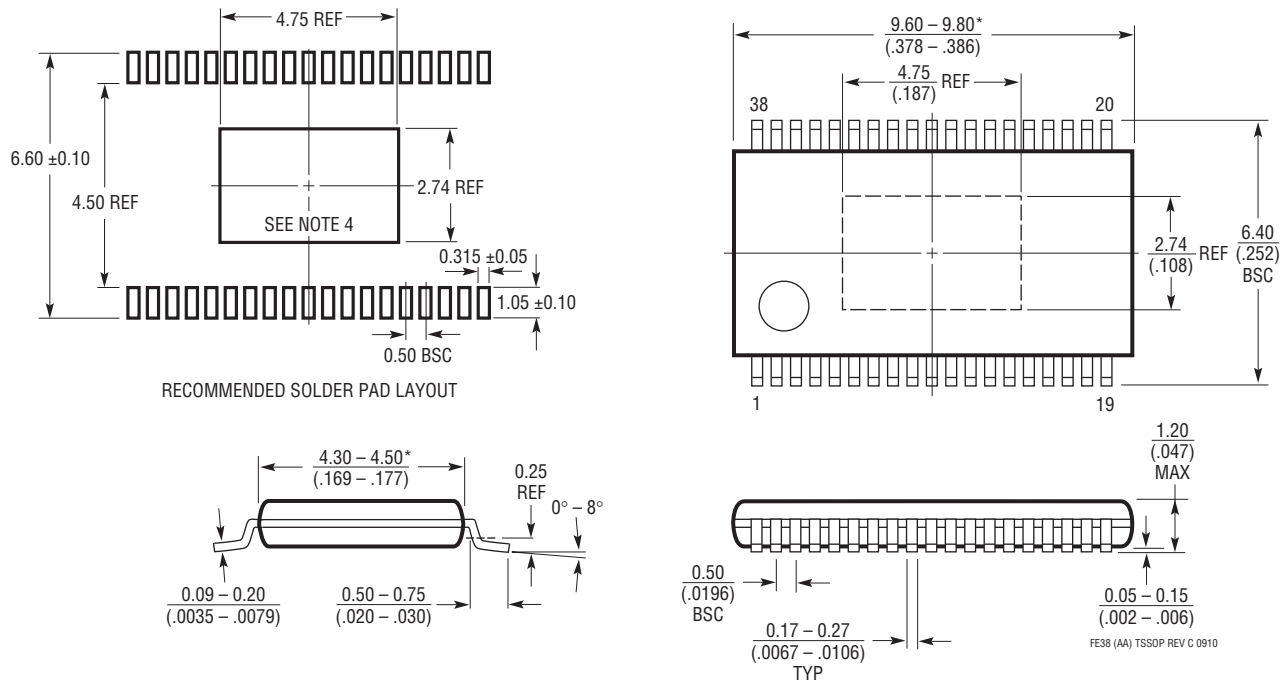


図 11. 2個のLTC3305デバイスを使った8個のバッテリーのバランス

## 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。

**FE Package**  
**38-Lead Plastic TSSOP (4.4mm)**  
 (Reference LTC DWG # 05-08-1772 Rev C)  
**Exposed Pad Variation AA**



注記:

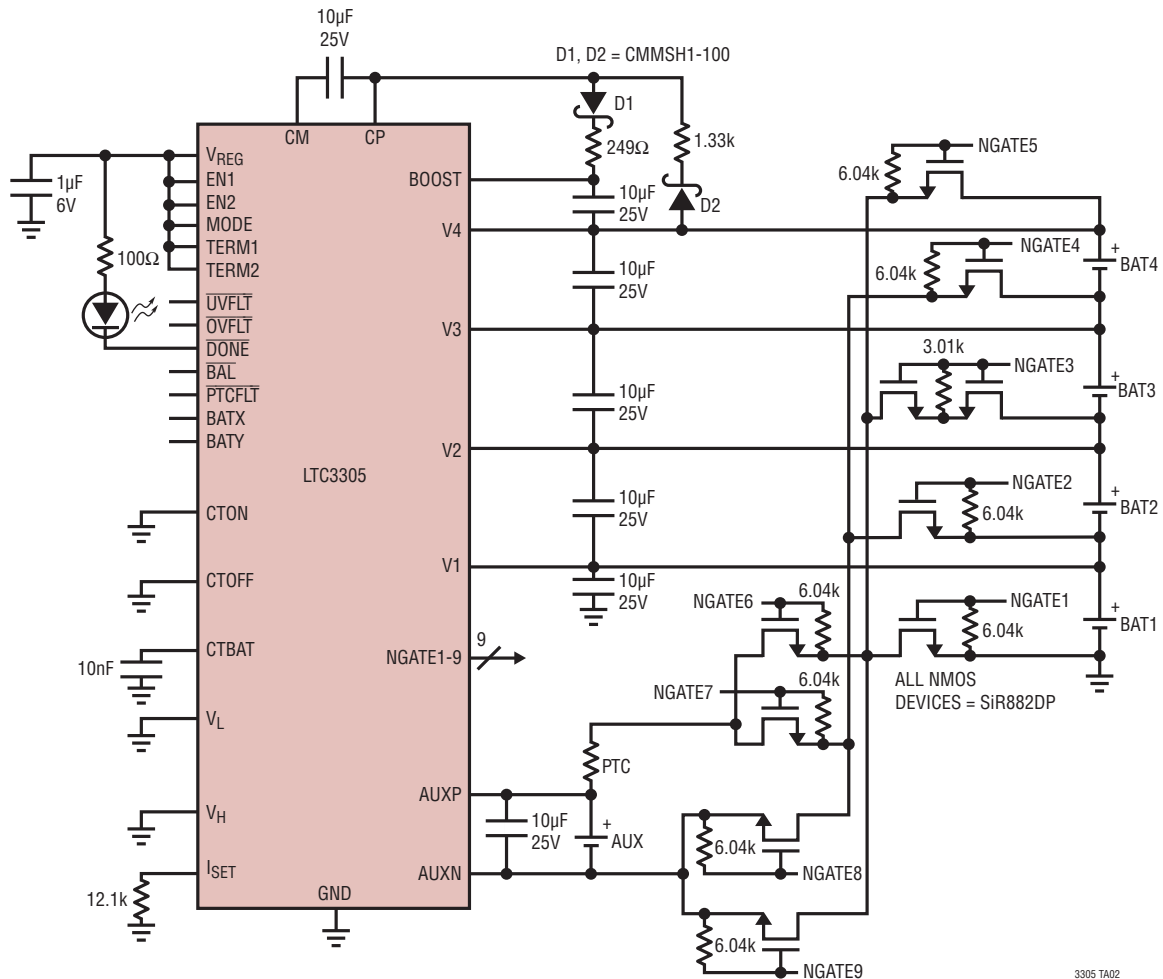
- 標準寸法: ミリメートル
- 寸法は  $\frac{\text{ミリメートル}}{\text{(インチ)}}$
- 図は実寸とは異なる

4. 露出パッド接着のための推奨最小 PCB メタルサイズ

\* 寸法にはモールドのバリを含まない  
 モールドのバリは各サイドで  $0.150\text{mm}$  ( $0.006^*$ ) を超えないこと

## 標準的応用例

状態表示にLEDを使用した最少部品数のアプリケーション



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC3300-1 LTC3300-2	高効率の双方向マルチセル・バッテリー・バランス	デバイスあたり最大6本のリチウムイオン電池のバランスを調整 大きなバッテリー・スタックのバランス調整のためにスタック接続可能
LT8584	遠隔測定インタフェースを備えた2.5A モノリシック・アクティブ・セル・バランス	6A/50Vのパワー・スイッチを内蔵。大きなバッテリー・スタックの バランス調整のためにスタック接続可能
LTC4020	55V 昇降圧マルチケミストリ・バッテリー・チャージャ	4本の鉛蓄電池を55Vまで充電可能
LTC4000	バッテリー充電およびパワー・マネージメント用の 高電圧高電流コントローラ	DC/DC コンバータとの組み合わせにより高性能バッテリー・チャージャを 完成
LTC3630A	高効率、65V、500mA同期整流式降圧コンバータ	低電圧レールを効率的に生成。最高の効率を得るための同期動作
LTC2946	広範囲のI <sup>2</sup> C電力、電荷、およびエネルギー・モニタ	最大100Vのバッテリー・スタックの電流、電圧、電力、電荷および エネルギーを測定