

# PowerPump™セル・balancing・テクノロジー搭載、 PowerLAN™マスタ・ゲートウェイ・バッテリー管理コントローラ

## 特 長

- 3～16個の直列セルからなるバッテリー・システムの管理用に設計されたbq78PL116
  - LCDおよび電子ペーパー・ディスプレイ (EPD) をサポート
  - 11A、26A、または110Aの動作電流を設定可能
- 直列セル数が4個を超えるシステムでは、外部にbq76PL102デュアル・セル・モニタが必要
- SmartSafety機能：
  - 保護：最適なセル管理
  - 診断：セルの問題検知を強化
  - フェイルセーフ：事象の前兆を検出
- すべての重要なセル特性に対する変化率検出：
  - インピーダンス
  - セル温度
- PowerPumpテクノロジーにより、あらゆる動作条件においてセル間で効率的に電荷を転送し、実行時間およびセル寿命を延長
  - ユーザ設定可能なPowerPumpセル・balancing・モードを搭載
- 高分解能の18ビット・デルタ・シグマ・クーロン・カウンタにより、精密な電荷フロー測定と容量測定が可能
- 複数の独立した $\Delta\Sigma$  ADC：セル毎に1つの電圧用、さらに温度、電流、安全用
- パック電流および個々のセル電圧を同時に同期して測定
- 超低消費電力
  - 400 $\mu$ A未満 (アクティブ)、185 $\mu$ A未満 (スタンバイ)、85 $\mu$ A未満 (出荷)、1 $\mu$ A未満 (低電圧シャットダウン)
- 最大4個のセンサによる正確で高度なセル/MOSFET温度監視
- パック保護回路のフェイルセーフ動作：最大3個のパワーMOSFET、および1個の2次安全出力 (ヒューズ)

- 完全にプログラミング可能な電圧、電流、バランス、および温度保護機能
- 補助MOSFET制御用の外部入力
- SMBus経由でスマート・バッテリー・システム1.1に準拠

## アプリケーション

- 携帯型医療機器および試験機器
- 移動用機器 (Eバイク)
- 無停電電源 (UPS) およびハンドヘルド・ツール

## 概 要

bq78PL116マスタ・ゲートウェイ・バッテリー・コントローラは、多数のセルを含む直列セル・ストリング用に設計された、Liイオン電池に対する包括的な制御、監視、安全性ソリューションの一部を構成します。

bq78PL116をbq76PL102 PowerLAN™デュアル・セル・モニタと組み合わせることで、3～16個の直列セル構造に対して、バッテリー・システムの制御、通信、および安全性に関する機能を完備できます。このPowerLANシステムは、セル毎に1つのA/Dコンバータを使用して、電圧および電流の同時/同期測定を実現します。これにより、システムに起因するノイズが測定から除去されるため、大きく変動する負荷状況など、あらゆる動作条件で、セル・インピーダンスの精密で連続的なリアルタイム計算が可能になります。

PowerPumpテクノロジーは、セル間で電荷を転送することにより、電圧と容量のバランスを取ります。balancingは、充電、放電、休止のすべてのバッテリー・モードで可能です。高効率の電荷転送回路により、エネルギー損失をほとんどゼロにしながら、セル間に真のリアルタイム・バランスを提供し、実行時間の延長とサイクル寿命の向上をもたらします。

温度は、最大4個の外部センサおよび1個の内蔵センサによって検知されます。これにより、各セルで個別に正確な温度監視が

PowerLAN, PowerPump, bqWizardは、テキサス・インスツルメンツの商標です。すべて商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

この資料は、Texas Instruments Incorporated (TI) が英文で記述した資料を、皆様のご理解の一助として頂くために日本テキサス・インスツルメンツ (日本TI) が英文から和文へ翻訳して作成したものです。資料によっては正規英語版資料の更新に対応していないものがあります。日本TIによる和文資料は、あくまでもTI正規英語版をご理解頂くための補助的参考資料としてご使用下さい。製品のご検討およびご採用にあたりましては必ず正規英語版の最新資料をご確認下さい。TIおよび日本TIは、正規英語版にて更新の情報を提供しているにもかかわらず、更新以前の情報に基づいて発生した問題や障害等につきましては如何なる責任も負いません。

可能です。さらに、ファームウェアによって、容量、インピーダンス、OCVへの温度による影響をセル毎に補償することで、優れた充電/放電およびバランス制御を実現できます。

外部MOSFET制御入力により、MOSFETの状態に関して、ユーザ定義可能な直接ハードウェア制御が適用されます。スマート制御によって、MOSFETボディ・ダイオードに過大な電流が流れるのを防ぎます。補助入力を使用することで、大きなマルチセル・アレイでの安全性と制御を強化できます。

bq78PL116はユーザが完全に設定可能であり、フラッシュ・メモリ内のパラメータ・テーブルを使用して、各種のセル種別、動作条件、安全性制御、およびデータ通知ニーズに対応できます。設定は、付属のbqWizard™グラフィカル・ユーザ・インターフェイス (GUI) を使用して簡単に行えます。デバイスは完全にプログラミング済みであり、アルゴリズムやファームウェアの開発は必要としません。

bq78PL116では、LED1/SEG1~LED5/SEG5、PSH/BP/TP、およびFIELDピンの機能により、LED、LCD、および電子ペーパー・ディスプレイ (EPD) をサポートします。ユーザは、使用するディスプレイのタイプに応じてbq78PL116を設定できます。



## 静電気放電対策

これらのデバイスは、限定的なESD (静電破壊) 保護機能を内蔵しています。保存時または取り扱い時に、MOSゲートに対する静電破壊を防止するために、リード線どうしを短絡しておくか、デバイスを導電性のフォームに入れる必要があります。

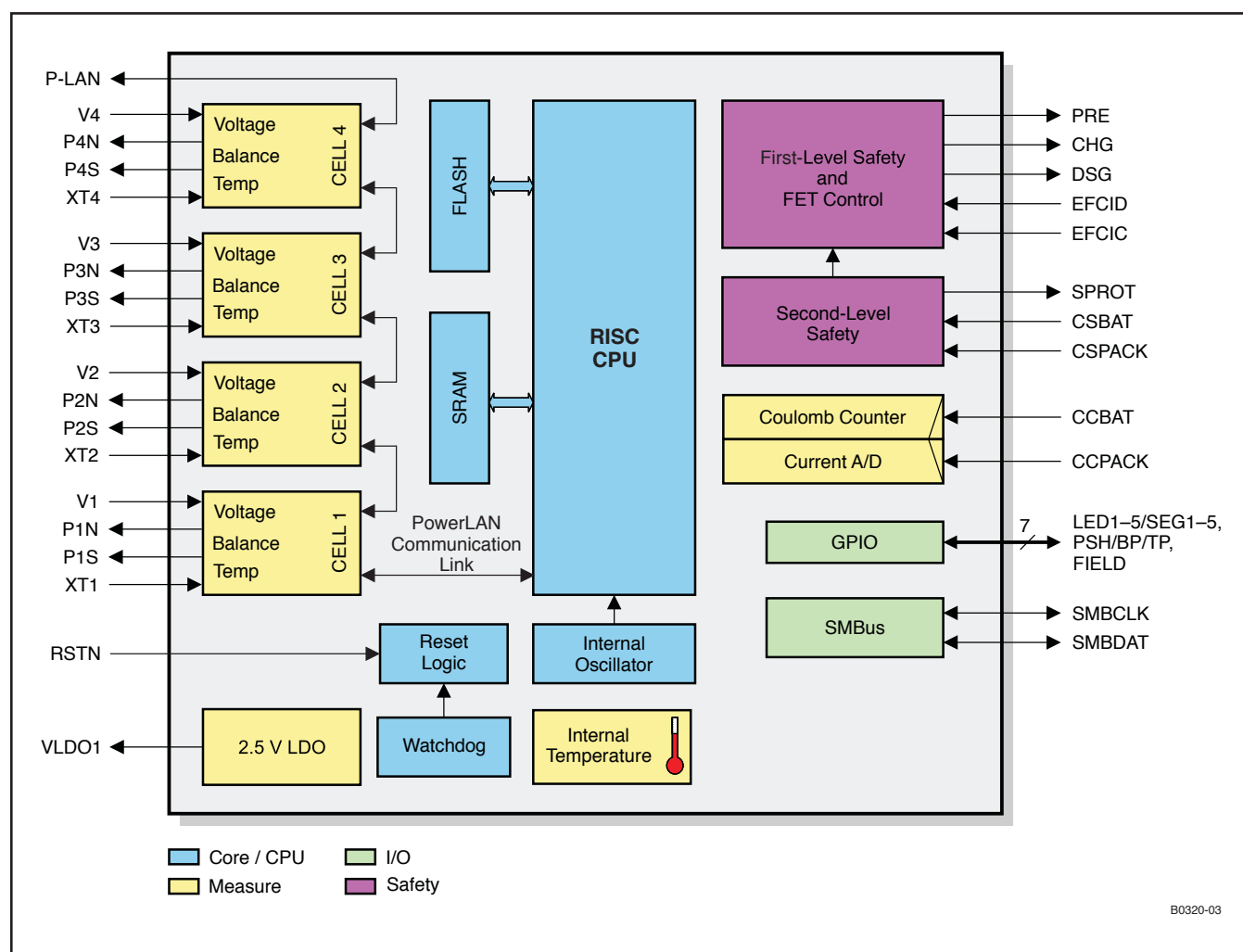


図 1. bq78PL116の内部ブロック図

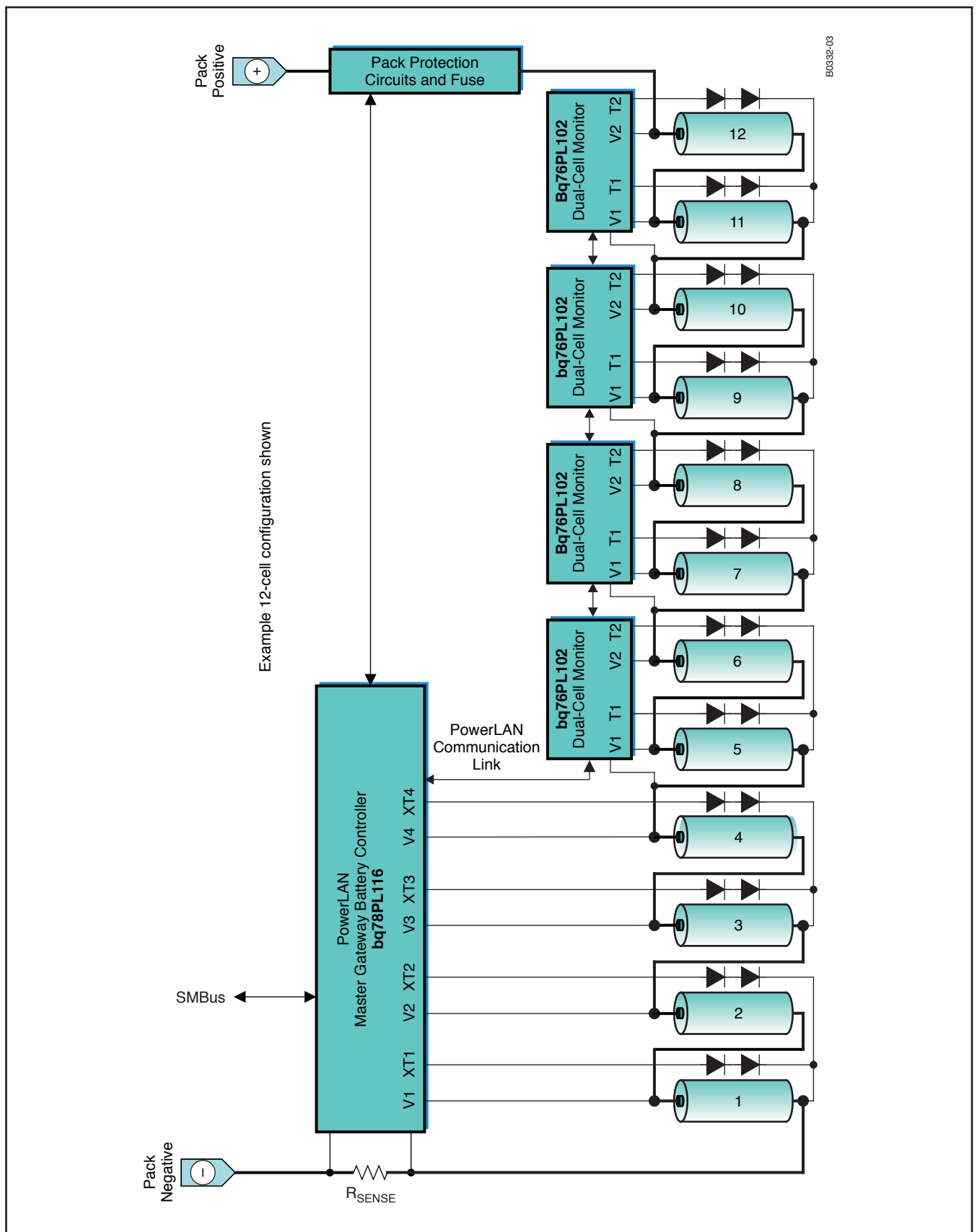


図 2. bq78PL116のシステム実装例(12セル)

製品	セル構成 <sup>(1)</sup>	パッケージ	パッケージ・コード	温度範囲	発注型番	数量、出荷形態
bq78PL116	3～16直列セル	QFN-48, 7-mm × 7-mm	RGZ	-40°C ～ 85°C	bq78PL116RGZ T	250、テープ・リール
					bq78PL116RGZ R	2500、テープ・リール

表 1. 製品情報

(1) 直列セル数が4個を超える構成の場合は、bq76PL102を追加で使用する必要があります。

## 製品オプション

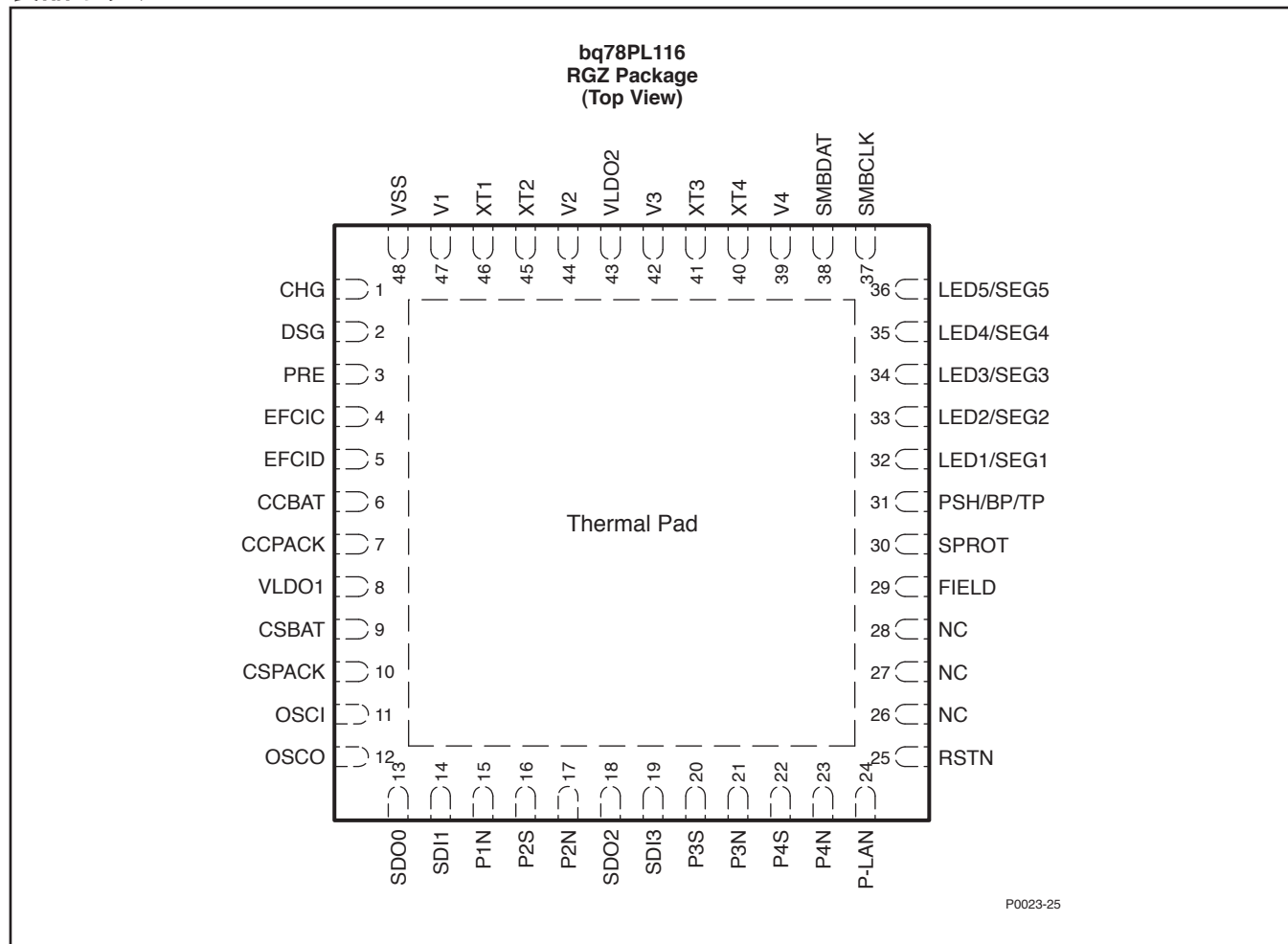


図 3. bq78PL116のピン配置

## bq78PL116端子機能

名前	番号	タイプ <sup>(1)</sup>	説明
CCBAT	6	IA	クーロン・カウンタ入力(センス抵抗)、バッテリー負端子に接続
CCPACK	7	IA	クーロン・カウンタ入力(センス抵抗)、パック負端子に接続
CHG	1	O	充電MOSFET制御(アクティブ・ハイ、LowでMOSFETが開)
CSBAT	9	IA	電流センス入力(安全性)、バッテリー負端子に接続
CSPACK	10	IA	電流センス入力(安全性)、パック負端子に接続
DSG	2	O	放電MOSFET制御(アクティブ・ハイ、LowでMOSFETが開)
EFCIC	4	I	外部充電MOSFET制御入力
EFCID	5	I	外部放電MOSFET制御入力

(1) タイプ: I = 入力、IA = アナログ入力、IO = 入力/出力、O = 出力、P = 電源

## bq78PL116端子機能

名前	番号	タイプ <sup>(1)</sup>	説明
FIELD	29	O	EPDフィールド・セグメント
LED1/SEG1	32	O	LED1 - オープン・ドレイン、アクティブ・ロー、LCDおよびEPDセグメント1
LED2/SEG2	33	O	LED2 - オープン・ドレイン、アクティブ・ロー、LCDおよびEPDセグメント2
LED3/SEG3	34	O	LED3 - オープン・ドレイン、アクティブ・ロー、LCDおよびEPDセグメント3
LED4/SEG4	35	O	LED4 - オープン・ドレイン、アクティブ・ロー、LCDおよびEPDセグメント4
LED5/SEG5	36	O	LED5 - オープン・ドレイン、アクティブ・ロー、LCDおよびEPDセグメント5
N/C	26, 27	IO	VSSとの間に1MΩ抵抗を接続
N/C	28	O	接続なし
OSCI	11	I	外部発振回路入力(接続なし、内部発振回路を使用)
OSCO	12	O	外部発振回路出力(接続なし、内部発振回路を使用)
P1N	15	O	電荷バランス・ゲート駆動、セル1ノース
P2N	17	O	電荷バランス・ゲート駆動、セル2ノース
P2S	16	O	電荷バランス・ゲート駆動、セル2サウス
P3N	21	O	電荷バランス・ゲート駆動、セル3ノース
P3S	20	O	電荷バランス・ゲート駆動、セル3サウス
P4N	23	O	電荷バランス・ゲート駆動、セル4ノース
P4S	22	O	電荷バランス・ゲート駆動、セル4サウス
P-LAN	24	IO	外部bq76PL102ノードへのPowerLAN I/O
PRE	3	O	プリチャージMOSFET制御(アクティブ・ハイ)
PSH/BP/TP	31	IO	LEDディスプレイ、LCDバック・プレーン、EPDトップ・プレーン、およびチャージ・ポンプ用のプッシュボタン検出
RSTN	25	I	デバイス・リセット、アクティブ・ロー
SDI1	14	I	コンデンサを通してSDO0に接続
SDI3	19	I	内部PowerLAN接続 - 0.01μFのコンデンサを通してSDO2に接続
SDO0	13	O	VLDO1との間に100kΩのプルアップ抵抗が必要
SDO2	18	O	内部PowerLAN接続 - 0.01μFのコンデンサを通してSDI3に接続
SMBCLK	37	IO	SMBusクロック信号
SMBDAT	38	IO	SMBusデータ信号
SPROT	30	O	2次保護出力、アクティブ・ハイ(ヒューズ)
V1	47	IA	セル1正入力
V2	44	IA	セル2正入力
V3	42	IA	セル3正入力
V4	39	IA	セル4正入力
VLDO1	8	P	内部LDO-1出力、10μFのコンデンサを通してVSSへバイパス
VLDO2	43	P	内部LDO-2出力、10μFのコンデンサを通してV2へバイパス
VSS	48	IA	セル1負入力
XT1	46	IA	外部温度センサ1入力
XT2	45	IA	外部温度センサ2入力
XT3	41	IA	外部温度センサ3入力
XT4	40	IA	外部温度センサ4入力
—	—	P	サーマル・パッド。VSSに接続。

(1) タイプ: I = 入力、IA = アナログ入力、IO = 入力/出力、O = 出力、P = 電源

## 絶対最大定格<sup>(1)</sup>

動作温度範囲内(特に記述のない限り)

		RANGE	単位
T <sub>A</sub>	Operating free-air temperature (ambient)	−40 ~ 85	°C
T <sub>stg</sub>	Storage temperature	−65 ~ 150	°C
V <sub>4</sub>	Voltage range with respect to V <sub>3</sub>	−0.5 ~ 5.0	V
V <sub>3</sub>	Voltage range with respect to V <sub>2</sub>	−0.5 ~ 5.0	V
V <sub>2</sub>	Voltage range with respect to V <sub>1</sub>	−0.5 ~ 5.0	V
V <sub>1</sub>	Voltage range with respect to VSS	−0.5 ~ 5.0	V
EFCIC, EFCID	Voltage range with respect to VSS	−0.5 ~ 5.0	V
LED1/SEG1—LED5/SEG5	Voltage on I/O pin with respect to VSS	−0.5 ~ 5.0	V
SMBCLK, SMBDAT	Voltage range with respect to VSS	−0.5 ~ 6.0	V
VLDO1	Voltage with respect to VSS	3.0	V
VLDO2	Voltage range with respect to V <sub>2</sub>	3.0	V
RSTN	Voltage range with respect to VSS	−0.5 ~ VLDO1 + 0.5	V
FIELD, SPROT, PSH/BP/TP	Voltage range with respect to VSS	−0.5 ~ VLDO1 + 0.5	V
CCBAT, CCPACK, CSBAT, CSPACK	Voltage range with respect to VSS	−0.5 ~ VLDO1 + 0.5	V
CHG, DSG, PRE	Voltage range with respect to VSS	−0.5 ~ VLDO1 + 0.5	V
OSCI, OSCO	Voltage with respect to VSS	−0.5 ~ VLDO1 + 0.5	V
XT1, XT2	Voltage with respect to VSS	−0.5 ~ VLDO1 + 0.5	V
SDO0	Voltage range with respect to VSS	−0.5 ~ VLDO1 + 0.5	V
XT3, XT4	Voltage range with respect to V <sub>2</sub>	−0.5 ~ VLDO2 + 0.5	V
SDO2, SDI3, P-LAN	Voltage range with respect to V <sub>2</sub>	−0.5 ~ VLDO2 + 0.5	V
SDO0, SDI1	Voltage range with respect to VSS	−0.5 ~ V <sub>1</sub> + 0.5	V
P1N, P2S, P2N	Voltage range with respect to VSS	−0.5 ~ V <sub>1</sub> + 0.5	V
P3S, P3N, P4S, P4N	Voltage range with respect to V <sub>2</sub>	−0.5 ~ V <sub>3</sub> + 0.5	V
PRE, CHG, DSG, SPROT, FIELD, PSH/BP/TP	Current source/sink	20	mA
LED1/SEG1—LED5/SEG5	Current source/sink	20	mA
VLDO1, VLDO2	Current source/sink	20	mA
ESD tolerance	JEDEC, JESD22-A114 human-body model, R = 1500 Ω, C = 100 pF	2	kV
Lead temperature, soldering	Total time < 3 seconds	300	°C

(1) 絶対最大定格以上のストレスは、製品に恒久的・致命的なダメージを与えることがあります。これはストレスの定格のみについて示してあり、このデータシートの「推奨動作条件」に示された値を越える状態での本製品の機能動作は含まれていません。絶対最大定格の状態に長時間置くと、本製品の信頼性に影響を与えることがあります。

## 推奨動作条件

動作温度範囲内(特に記述のない限り)

		MIN	NOM	MAX	単位			
V <sub>SUP</sub>	Supply voltage—V1, V2, V3, V4	All cell voltages equal, four-cell operation	2.5	3.6	4.5	V		
		All cell voltages equal, three-cell operation (V3 = V4)	2.8	3.6	4.5			
V <sub>Startup</sub>	Minimum startup voltage—V1, V2, V3, V4	All cell voltages equal			2.9	V		
V <sub>IN</sub>	Input cell voltage range—V(n+1) – V(n), n = 1, 2, 3, 4				0	4.5	V	
C <sub>VLDO1</sub>	VLDO 1 capacitor—VLDO1				2.2	10	47	μF
C <sub>VLDO2</sub>	VLDO 2 capacitor—VLDO2				2.2	10	47	μF
C <sub>Vn</sub>	Cell-voltage capacitor—Vn				1			μF

## 電気的特性

$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$  (特に記述のない限り)

### DC特性

パラメータ	テスト条件	MIN	TYP	MAX	単位
$I_{DD}$ Operating-mode current (at V2)	Active mode, cells = 3.6 V		400		$\mu\text{A}$
$I_{STBY}$ Standby-mode current (at V2)	SMBCLK = SMBDAT = VSS, $I_{BAT} = 0$ , cells = 3.6 V		185		$\mu\text{A}$
$I_{SHIP}$ Ship-mode current (at V2)	SMBCLK = SMBDAT = VSS, $I_{BAT} = 0$ , cells = 3.6 V		85		$\mu\text{A}$
$I_{ECUV}$ Extreme cell undervoltage shutdown current	All cells < 2.7 V and any cell < ECUV set point			1	$\mu\text{A}$
$V_{OL}$ SPROT, LEDEN, PSH/BP/TP(bq78PL116), FIELD(bq78PL116)	$I_{OL} < 4 \text{ mA}$	0		0.5	V
$V_{OH}^{(1)}$ SPROT, LEDEN, PSH/BP/TP(bq78PL116), FIELD(bq78PL116)	$I_{OH} < -4 \text{ mA}$	$V_{LDO1} - 0.1$			V
$V_{IL}$ SPROT, LEDEN, PSH/BP/TP(bq78PL116), FIELD(bq78PL116)			0.25 $V_{LDO1}$		V
$V_{IH}$ SPROT, LEDEN, PSH/BP/TP(bq78PL116), FIELD(bq78PL116)		0.75 $V_{LDO1}$			V

(1) SMBusピンには適用されません。

### 電圧測定特性

$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$  (特に記述のない限り)

パラメータ	テスト条件	MIN	TYP	MAX	単位
Measurement range		2.75		4.5	V
Resolution			<1		mV
Accuracy <sup>(1)</sup>	25°C		±3	±7	mV
	0°C ~ 60°C		±10		
Measurement temperature coefficient		160	180	200	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$

(1) 電圧測定は出荷時校正

### 電流センス特性

パラメータ	テスト条件	MIN	TYP	MAX	単位
Measurement range	Hardware gain = 9	-0.112		0.1	V
Measurement range (SENSE1)	10-m $\Omega$ sense resistor <sup>(1)</sup>	-11.2		10	A
Measurement range (SENSE2)	3-m $\Omega$ sense resistor (hardware gain = 13)	-25.8		25.8	A
Measurement range (SENSE3)	1-m $\Omega$ sense resistor <sup>(2)</sup>	-112		100	A
Input offset	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$		±50		$\mu\text{V}$
Offset drift	$T_A = 0^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$		0.5		$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
Resolution	Hardware gain = 9		10		$\mu\text{V}$
Full-scale error <sup>(3)</sup>	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	±0.1%			
Full-scale error drift	$T_A = 0^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$	50			PPM/ $^{\circ}\text{C}$

(1) デフォルト設定

(2) ±32,768mAを超える測定範囲では、SBDData IPScale係数を使用する必要があります。

(3) 校正後。精度は、システム校正、およびセンス抵抗の温度係数に依存します。

## クーロン・カウンタ特性<sup>(1)(2)</sup>

パラメータ	テスト条件	MIN	TYP	MAX	単位
Resolution			5		nVh
Integral nonlinearity			0.008%		
Snap-to-zero (deadband)			±100 <sup>(3)</sup>		μV

- (1) 電流センス部と入力とを共有します (CCBAT、CCPACK)。  
(2) 校正後。精度は、システム校正および温度に依存します。  
(3) 10mΩのセンス抵抗で±10mAに対応します。

## 電流センス(安全性)特性<sup>(1)</sup>

動作温度範囲内(特に記述のない限り)

パラメータ	テスト条件	MIN	TYP	MAX	単位
Measurement range		−0.312		0.312	V
Minimum threshold setting			25	42	mV
Accuracy <sup>(1)</sup>	Short-circuit detection	−20		20	mV
	Overcurrent detection, charge and discharge	−4		4	
Resolution	Short-circuit detection		10		mV
	Overcurrent detection, charge and discharge		1.25		
Duration	Short-circuit detection	0.1		3.2	ms
	Overcurrent detection, charge and discharge	0.9		106	

- (1) 校正後。精度は、システム校正、およびセンス抵抗の温度係数に依存します。

## 内部温度センサ特性<sup>(1)</sup>

動作温度範囲内(特に記述のない限り)

パラメータ	テスト条件	MIN	TYP	MAX	単位
Measurement range		−30		85	°C
Resolution			0.1		°C
Accuracy <sup>(1)</sup>	0° ~ 85°		±2		°C

- (1) 校正後。精度は、システム校正に依存します。

## LDO電圧特性<sup>(1)</sup>

動作温度範囲内(特に記述のない限り)

パラメータ	テスト条件	MIN	TYP	MAX	単位
V <sub>LDO1</sub> LDO1 operating voltage, referenced to VSS	Load = −200 μA	2.425	2.5	2.575	V
V <sub>LDO2</sub> LDO2 operating voltage, referenced to V2	Load = −2 mA	2.425	2.5	2.575	V

- (1) 校正後。精度は、システム校正に依存します。

## 外部温度センサ特性

動作温度範囲内(特に記述のない限り)

パラメータ	テスト条件	MIN	TYP	MAX	単位
Measurement range		−40		90	°C
Resolution			0.2		°C
Accuracy <sup>(1)</sup>	25°		±2		°C
	0° ~ 85°		±2		
Source current		30	50	70	μA

- (1) 校正後。精度は、システム校正に依存します。



## SMBus特性<sup>(1)</sup>

動作温度範囲内(特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	MIN	TYP	MAX	単位
V <sub>IL</sub>	Input low voltage		0		0.8	V
V <sub>IH</sub>	Input high voltage		2.1		5.5	V
V <sub>OL</sub>	Output low voltage	350-μA sink current	0		0.4	V
C <sub>L</sub>	Capacitance, each I/O pin				10	pF
f <sub>SCL</sub>	SCLK nominal clock frequency	T <sub>A</sub> = 25°C	10	100	100	kHz
R <sub>PU</sub> <sup>(2)</sup>	Pullup resistors for SCLK, SDATA	V <sub>BUS</sub> 5 V nominal	13.3		45.3	kΩ
		V <sub>BUS</sub> 3 V nominal	2.4		6.8	

(1) SMBusのタイミングおよび信号は、通常動作条件下でSMBus 2.0仕様を満足します。すべての信号はバックの負端子を基準に測定されています。

(2) ブルアップは通常、バッテリー・バックの外部に実装され、SMBus要件を満たすように選択されます。

## PowerLAN特性<sup>(1)(2)(3)</sup>

動作温度範囲内(特に記述のない限り)

パラメータ	テスト条件	MIN	TYP	MAX	単位
C <sub>L</sub>	Load capacitance	SDI1, SDI3, SDO0, SDO2, P-LAN		100	pF
V <sub>IH</sub>	Input logic high	SDI1	0.8 VLDO1		V
		SDI3	0.8 VLDO2		
V <sub>OH</sub>	Output logic high	SDO0, SDO2	0.9 VLDO1		V
		P-LAN	0.9 VLDO2		
V <sub>IL</sub>	Input logic low	SDI1	0.2 VLDO1		V
		SDI3	0.2 VLDO2		
V <sub>OL</sub>	Output logic low	SDO0, SDO2	0.1 VLDO1		V
		P-LAN	0.1 VLDO2		
t <sub>r(I)</sub>	Input rise time	SDI1, SDI3		500	ns
t <sub>f(I)</sub>	Input fall time	SDI1, SDI3		500	ns
t <sub>r(O)</sub>	Output rise time	SDO0, SDO2, P-LAN	30	50	ns
t <sub>f(O)</sub>	Output fall time	SDO0, SDO2, P-LAN	30	50	ns

(1) 設計で規定される値であり、入力電圧範囲全体および最大負荷容量に対する値です。

(2) SDIおよびSDOピンは、それぞれ下流および上流のセル回路からAC結合されています。ここに規定される制限は、SDIおよびSDOの立ち上がりおよび立ち下がり仕様内で発生する必要がある電圧遷移です。

(3) PowerLANピン間の結合コンデンサは1000pFです。この値は設計で規定されています。

## PowerPump特性<sup>(1)</sup>

動作温度範囲内（特に記述のない限り）

パラメータ		テスト条件	MIN	TYP	MAX	単位
V <sub>OH</sub>	High drive, P2S	I <sub>OUT</sub> = -10 $\mu$ A	0.9 V <sub>I</sub>			V
V <sub>OL</sub>	Low drive, P2S	I <sub>OUT</sub> = 200 $\mu$ A			0.1 V <sub>I</sub>	V
V <sub>OH</sub>	High drive, P1N, P2N	I <sub>OUT</sub> = -200 $\mu$ A	0.9 V <sub>I</sub>			V
V <sub>OL</sub>	Low drive, P1N, P2N	I <sub>OUT</sub> = 10 $\mu$ A			0.1 V <sub>I</sub>	V
V <sub>OH</sub>	High drive, P3S, P4S	I <sub>OUT</sub> = -10 $\mu$ A	0.9 V <sub>I</sub>			V
V <sub>OL</sub>	Low drive, P3S, P4S	I <sub>OUT</sub> = 200 $\mu$ A			0.1 V <sub>I</sub>	V
V <sub>OH</sub>	High drive, P3N, P4N	I <sub>OUT</sub> = -200 $\mu$ A	0.9 V <sub>I</sub>			V
V <sub>OL</sub>	Low drive, P1N, P2N	I <sub>OUT</sub> = 10 $\mu$ A			0.1 V <sub>I</sub>	V
I <sub>OH</sub>	Source current, P2S, P3S, P4S	V <sub>OH</sub> = V <sub>I</sub> - 0.8 V	250			$\mu$ A
I <sub>OL</sub>	Sink current, P1N, P2N, P3N, P4N	V <sub>OH</sub> = V <sub>I</sub> + 0.2 V	-250			$\mu$ A
t <sub>r</sub>	Signal rise time	C <sub>Load</sub> = 300 pF			100	ns
t <sub>f</sub>	Signal FET fall time	C <sub>Load</sub> = 300 pF			100	ns
f <sub>P</sub>	Frequency			204.8		kHz
D	PWM duty cycle	P1N, P2N, P3N, P4N		33%		
		P2S, P3S, P4S		67% <sup>(2)</sup>		

(1) すべてのパラメータは、3.6Vの標準セル電圧に基づいています。

(2) 実効デューティ・サイクルは33%です。PxSピンはPチャネル駆動であり、MOSFETオン時間は(1 - D)です。

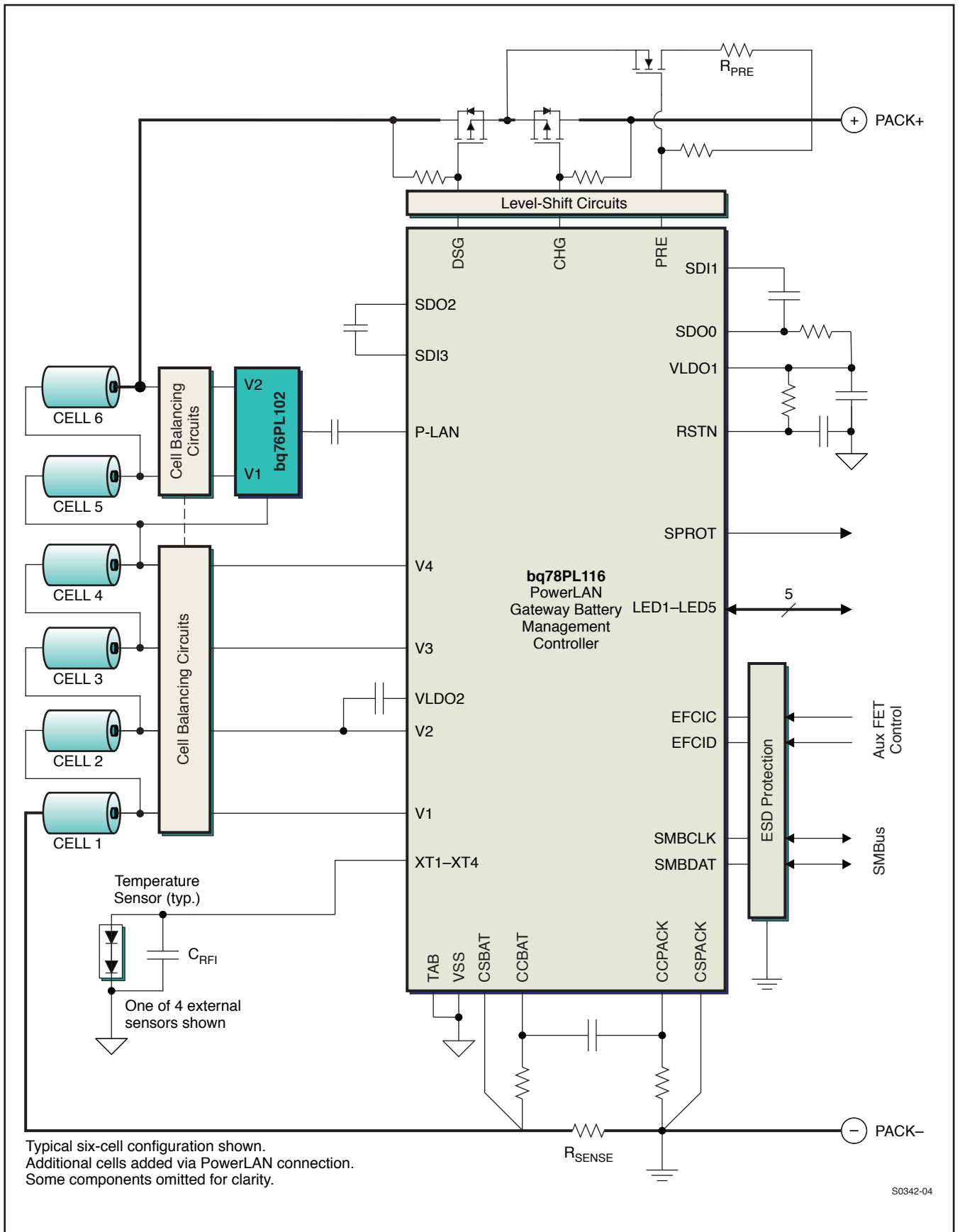


図 4. bq78PL116の概略回路図例

## 機能セット

### 1次 (第1レベル) 安全機能

bq78PL116は、ユーザによって簡単に設定可能な、さまざまなシステム保護機能を実装しています。第1レベルの保護は、MOSFETスイッチの制御によって動作します。以下の機能が含まれます。

- バッテリ・セル過電圧/低電圧保護
- パック過電圧/低電圧保護
- 充電および放電過電流保護
- 短絡保護
- 極性をプログラミング可能な外部MOSFET制御入力 (EFCIx)
- セルおよびMOSFETを正確に監視する最大4つの外部温度入力
- ウォッチドッグ・タイマ保護
- パックの極端な低電圧に対するブラウンアウト検出および保護

### 2次 (第2レベル) 安全機能

bq78PL116は、より重大なシステム障害を検出して、SPROTピンをアクティブにできます。これにより、インラインのケミカル・ヒューズをオープンにし、パックを恒久的にディスエーブルにできます。オプションの2次機能には、以下が含まれます。

- 第1レベルの保護から完全に独立
- 潜在的な障害を早期検出するためのSmartSafetyアルゴリズム
  - 温度異常 (極端な温度、変化率)
  - 安全制限を超えたセルのアンバランス
  - セル障害またはストラップ溶融によるインピーダンス上昇
- MOSFET障害、またはMOSFETの制御喪失
- 安全性に影響する過電圧：パックおよびセル
- 安全性に影響する過熱：充電と放電の両方の制限
- 安全性に影響する過電流：充電および放電
- 電流測定、電圧測定、または温度測定の失敗

### 充電制御機能

- SMBus 1.1、およびスマート・バッテリー・システム (SBS) 仕様1.1の要件を満足
- 特許取得済みのPowerPumpテクノロジーを使用したアクティブなセル・バランシングにより、通常のセル・アンバランスに起因する回復不能な容量減少を防止
- パック内のすべてのセル電圧を同時に同期して測定
- パック電流とセル電圧を同時に同期して測定
- 目標充電電流および電圧をSBSスマート・チャージャに通知
- 各セルおよびパックの化学的な充電状態を通知
- プリチャージおよび0V充電を別個のMOSFET制御でサポート
- バッテリ種別毎に固有のプログラミング可能なパラメータ
- 障害通知

## 容量通知

- bq78PL116は、バッテリー・セルおよびパックの充電状態 (SOC) を正確に通知します。完全な充電/放電サイクルを行わなくても正確に通知できます。
- 充電状態はSMBusおよびオプションのディスプレイを通して通知
- 18ビットのデルタ・シグマADCクーロン・カウンタ

## ディスプレイのタイプ

- bq78PL116は、プッシュボタン (LEDEN) 入力信号に応答して、3～5セグメントのLEDディスプレイを駆動します。各LEDピンは、最大10mAをシンクできます。
  - bq78PL116は、3～5セグメントのスタティック液晶ディスプレイを駆動します。
  - bq78PL116は、3～5セグメントの電子ペーパー・ディスプレイを駆動します。外部に15V電圧源が必要です。E Ink Corporationがこのタイプのディスプレイを提供しています。
- ディスプレイのタイプは、パラメータ・セットによって選択されます。

## 動作履歴 (SMBus経由で読み取り可能)

- 通算の供給アンペア時間
- 最新の放電平均
- 過去最大電力
- 最大/最小温度
- 最大/最小パック電圧
- パック内の最大/最小セル電圧
- 最大充電電流および放電電流

## 電源モード

- **通常モード**：bq78PL116は、測定と計算を実行し、決定を行い、およそ毎秒1回、内部データを更新します。このモードでは、すべての安全回路が完全に動作しています。
- **スタンバイ・モード**：bq78PL116は通常モードと同様に動作しますが、ホスト・コンピュータが非アクティブ、またはバッテリー・システムが使用されていないときには、ずっと低いレートで動作し、消費電力を低減します。このモードでは、すべての安全回路が完全に動作しています。
- **出荷モード**：bq78PL116は、すべての保護MOSFETをディスエーブル (開) にし、温度と電圧の監視を継続しますが、測定レートを下げて、消費電力を劇的に低減します。環境データは、履歴レコードの一部としてフラッシュに保存されます。このモードでは、安全回路がディスエーブルとなります。デバイスは通常動作中にこの電力状態に入ることはありません。このモードは、出荷時のプログラミングと試験の後に使用されます。独自のSMBusコマンドを実行した場合にだけ、このモードに入ります。SMBusラインがアクティブ状態に復帰すると、このモードは終了します。

状態	過電流保護	遷移条件	終了条件
アクティブ	完全にアクティブ	ファームウェアによって決定される通常の動作	ファームウェアによって次の動作モードが指示されたとき
スタンバイ	完全にアクティブ	設定された時間の間、負荷電流が流れない	負荷の活性
出荷	非アクティブ	保護されたSMBusコマンド	SMBusがアクティブ
極端なセル低電圧	非アクティブ(プリチャージはイネーブル)	Vcell < ECUVのときイネーブル	Vcell電圧がECUV回復スレッシュホールド(2.9V/セル、標準)を上回る

- ・ECUV (極端なセル低電圧)シャットダウン・モード：このモードでは、bq78PL116が最小限の電流だけを消費し、充電および放電保護MOSFETはディスエーブル(開)になります。充電電圧が印加されていれば、プリチャージMOSFETはイネーブルのままです。このモードでは、安全回路がディスエーブルとなります。デバイスは通常動作中にこのモードに入ることはありません。極端なセル低電圧状態 (ECUV) のときに、このモードに入ります。ECUV スレッシュホールドは、偶数個の直列セル・アプリケーションでは2.5V～2.8V、奇数個の直列セル・アプリケーションでは2.7V～2.8Vの範囲でプログラミング可能です。

## 動作

bq78PL116バッテリー管理コントローラは、最大16個の直列セルから構成されるLiイオン・バッテリー・システムに対してマスター・コントローラとして動作します。任意の個数のセルを並列に接続できますが、システムや安全性に関する他の問題によって、並列セル数は制限されます。bq78PL116は、極めて精密な充電状態検出とともに、第1および第2レベルのバック安全性機能を備えています。システム内の全セルに対して、電圧と電流の測定が同時に同期して実行されることにより、これまでのバッテリー管理では不可能だった高いレベルの精度が得られます。温度は、最大4つの追加外部温度センサによって測定されます。bq78PL116内の専用18ビット・デルタ・シグマADCによって、クーロン・カウントが連続的に捕捉されます。bq78PL116内のCPUは、システム・データの計算、およびSMBusインターフェイスを介したパラメータ通信も行います。

## PowerLAN通信リンク

PowerLANテクノロジーは、Texas Instrumentsが特許を取得している、マルチセル・システム環境でのバッテリー管理に特化したシリアル・ネットワークおよびプロトコルです。PowerLANリンクは、セル電圧および温度の測定の開始と結果の通知、およびセル・バランスの制御に使用されます。bq78PL116は、PowerLANリンクのマスター・コントローラとして動作し、追加のセルの測定およびバランスを行うために、複数のbq76PL102デュアル・セル・バッテリー・モニタにインターフェイスできます。bq78PL116は最初の3つまたは4つのセルを監視します。それ以上の直列セルを監視するには、bq76PL102を追加します。

PowerLANリンクは、隣接するbq76PL102デバイスから

の電圧を分離することで、精度および正確さを犠牲にすることなく、高電圧のスタック・アセンブリを使用可能にします。PowerLANリンクは、最大16個の直列セルをサポートするように拡張可能です。各bq76PL102が電圧および温度測定を処理し、2つのセルのバランスも処理します。PowerLANリンクは、ESD許容度が高く、近傍のデジタル回路やスイッチング電流から発生するノイズに対しても高い耐性を持ちます。各bq76PL102がPowerLAN入力とPowerLAN出力の両方を備えています。受信したデータはバッファリングされて再送信され、信号忠実度を損なわずに多数のノードを使用できます。信号はノード間でコンデンサ結合されるため、DC絶縁が提供されます。

## 安全性

bq78PL116は、バッテリー管理コントローラ市場の他製品には見られない特徴として、独立した高精度デルタ・シグマADCを使用し、電圧と電流を同時に測定します。この手法で、バッテリー動作のすべてのモード (充電、放電、休止) で得られる測定結果から、システム・ノイズをほぼすべて除去できます。また、接続されたすべてのbq76PL102デュアル・セル・バッテリー・モニタで、bq78PL116での測定と同時に各セル電圧を測定することができます。それによって、バッテリーのインピーダンスおよび自己放電特性を、これまでになく高いレベルの精度により、リアルタイムで測定できます。bq78PL116は、この精密な情報をSmartSafetyアルゴリズムに適用することで、内部セル障害を示している可能性のある特定の異常や状態を、重大な問題につながる前に検出します。

bq78PL116は、その強化された測定システムを使用して、セルの低電圧、過電圧、低温、過熱、システムの過電圧、過電流といったシステム障害を検出します。第1レベルの安全性アルゴリズムでは、最初にMOSFET安全スイッチのオープンを試みます。これが失敗した場合は、第2レベルの安全アルゴリズムによってSPROT出力がアクティブになります。これは通常、ヒューズをオープンにすることで、システムに対して恒久的なハードウェア保護を提供します。また、極性をプログラミングできる外部MOSFET制御入力を使用して、ユーザが提供する回路の制御下でMOSFET安全スイッチを操作することもできます。bq78PL116は、これらの入力を連続的に監視します。いずれかのMOSFETが指定通りオープンにならなかった場合、第2レベルの安全アルゴリズムによってSPROT出力がアクティブになります。第1レベルおよび第2レベルのすべての安全アルゴリズムは、誤作動を防ぐために、完全にプログラミング可能な遅延時間を備えています。



## セル・バランスング

特許取得済みのPowerPumpセル・バランスング・テクノロジーにより、セルのアンバランスに起因するマルチセル・パックのサイクル寿命の減少を防ぎ、バッテリー・パックの動作時間を延長できます。PowerPumpテクノロジーは、一般的な抵抗ブリード・バランスング回路のように、単に充電エネルギーを熱として放出するのではなく、セル間で電荷を効率的に転送します。バランスングはユーザ設定が可能であり、充電、放電、休止のすべてのバッテリー動作モードで実行できます。抵抗ブリード・バランスングと比較すると、熱として失われるエネルギーはほとんどありません。実際のバランス電流は外部でスケールングでき、部品選択およびシステムまたはセルの要件に応じて、10mA～1A（標準100mA）の範囲で設定できます。

bq78PL116では、単純な端子電圧、インピーダンスや温度の影響に対して補正された端子電圧、および充電状態バランスングなど、さまざまな技法を簡単に実装できます。個々のセルで必要とされたバランスングの履歴を検証することで、バッテリー全体の安全性が強化され、多くの場合、ソフト短絡や他のセル障害の早期検出が可能になります。バランスングは、パック内のすべてのセル間で実行され、bq78PL116によって動的に決定されます。

bq78PL116は、以下の設定可能なセル・バランスング機能をサポートします。

- ターボ・ポンプ・モード。イネーブルにすると、安全性に関するアクティブな事象が発生しておらず、電流が流れていないときに、60%～70%のポンプ使用率を実現します。ターボ・ポンプ・モードでは、温度上昇率機能を使用できません。
- 放電中にセル・バランスングをディスエーブルにするオプション
- 充電中にセル・バランスングをディスエーブルにするオプション
- PowerPump回路に対して便利な生産ライン・テストを実行できる、テスト・モード動作

## 出力

### 充電制御

通常、CHGおよびPRE出力は、セル・スタックへの充電を制御するMOSFETトランジスタを駆動します。ユーザ定義可能なセルのプリチャージ電圧閾値、低電圧閾値、および温度閾値と比較した現在のセル電圧に基づいて、充電またはプリチャージ・モードが選択されます。これらの制限以下では、PRE信号がアクティブになり、CHG信号は非アクティブです。この場合、プリチャージMOSFETがオンになり、電流制限直列抵抗を通して、放電しきったシステムの充電が行われます。すべてのセル電圧が制限を上回り、温度が充電温度より高い場合は、CHG出力もアクティブになり、充電MOSFETがオンになって、チャージャとバッテリー・セルの間に高電流パスが提供されます。

いずれかのセルが安全性カットオフ制限または温度閾値に達すると、CHGおよびPRE MOSFET制御出力は両方ともディスエーブル (Low) になります。アクティブな充電モード中（およ

びセル電圧スレッシュホールドを超えている場合）は、ボディ・ダイオードの過熱を防ぐために、放電MOSFETもイネーブルになります。同様に、電流が正しい方向に流れていて、安全性違反が発生していなければ、放電中は充電MOSFETがアクティブになります。

CHGおよびPRE出力は、反転レベル・シフタとして動作するバッファ・トランジスタの駆動を目的としています。

### 放電制御

DSG出力は、制御システム放電と同様に動作します。これはデフォルトでイネーブル (High) です。セル電圧がプログラミング可能な閾値を下回るか、過電流などの安全性関連障害が検知されると、DSG出力がディスエーブル (Low) になり、セルへの損傷を防ぎます。

セル・スタックを安全に充電および放電するための動作はすべて、ユーザ定義可能なパラメータによって制御され、MOSFET状態の精密な制御が可能になります。システムとセルの両方の過電圧/低電圧制限値を設定することができ、プログラミング可能なヒステリシスによって発振を防止します。温度および電流にも閾値が設定され、それぞれ独立したタイマによって誤作動を防ぎます。

DSG出力は、反転レベル・シフタとして動作するバッファ・トランジスタの駆動を目的としています。

### ディスプレイ

bq78PL116は、LED、スタティック液晶、および電子ペーパー・ディスプレイ (EPD) に、棒グラフの形式で充電状態を表示します。パラメータ・セットにより、ディスプレイのタイプおよび構成を選択できます。PSH/BP/TPは多機能ピンです。LEDディスプレイ・モードでは、PSHを入力として使用し、充電状態インジケータ (SOCi) プッシュボタン・スイッチが閉じられるのを監視します。LCDモードでは、このピンを使用してLCDバックプレーンを駆動します。EPDモードでは、このピンはディスプレイのトップ・プレーンのコモン信号を駆動します。

LEDディスプレイ・モードでは、信号LED1/SEG1～LED5/SEG5は、低電流LEDの駆動用に設計された電流シンク出力となります。

LCDおよびEPDモードでは、LED1/SEG1～LED5/SEG5ピンは、外部バッファ・トランジスタを通してアクティブ・セグメントを駆動します。EPDモードでは、FIELDピンによってディスプレイのバックグラウンド・フィールドを駆動します。

電子ペーパー・ディスプレイの場合は、標準15Vの外部電源をディスプレイに供給する必要があります。EPDモードでは、bq78PL116はユーザ・プログラミングされた期間（単位ms）だけディスプレイの出力をストローブし、外部電圧マルチプライヤまたはチャージ・ポンプを必要なディスプレイ電源電圧まで駆動します。その後、必要な0Vdcのセグメント電圧オフセットを維持し、外部電源が公称電圧に保持されるようにしながら、ディスプレイ・セグメントを更新します。

## 入力

### 電流測定

電流は、4つの個別のADCによって監視されます。いずれのADCにも、非常に値の小さな同じセンス抵抗（標準で10、3、または1mΩ）をパックの負接続と直列に使用します。CCBATおよびCCPACKからセンス抵抗への接続には、ノイズ低減用にR/Cフィルタを使用します（CSBATおよびCSPACKは、2次安全保護に使用される直接接続です）。1mΩのセンス抵抗を使用するように設定した場合、使用可能な最大パック容量は32.7Ahから327Ahへと増加します。

14ビットのデルタ・シグマADCを使用して、両方向の電流フローを正確に測定します。測定値は、すべてのセル電圧測定値（bq76PL102デュアル・セル・バッテリー・モニタによって測定されるセルも含む）と同時に、同期して取得されます。

### クーロン・カウンタ

専用のクーロン・カウンタでは、校正済みのデルタ・シグマADCにより、両方向の電流フローを18ビットの精度で測定します。これにより、bq78PL116は、非常に正確な充電状態（SOC）情報およびバッテリー統計情報を保持します。ノイズの影響をさらに低減するため、小さなデッドバンドが適用されます。このクーロン・カウンタは、内部マイクロコントローラの残りの部分が非常に低電力の状態であっても、各方向の電流フローを累積（積分）し続けるという独自の特徴を持ち、システムの精度を損なうことなく消費電力を低減できます。

### 安全電流

2つの追加のADCを使用して、内部機能とは独立に、過電流または短絡電流状態を直接監視します。これにより、該当するMOSFETをオープンにすることで、直接のすばやい応答によってパックの整合性および安全動作を保証します。これらの機能はハードウェアに実装されており、機能のためにファームウェアは必要としません。

### 電圧測定

電圧測定は、4つの独立したデルタ・シグマADCによって行われ、これらは同時に動作し、同期してトリガされるため、すべての電圧が厳密に同時に読み取られます。bq78PL116は、接続された各bq76PL102デュアル・セル・バッテリー・モニタを調整して、bq78PL116での電圧および電流測定と同期して各セル電圧の測定が行われるようにします。電圧測定は、1mVを超える分解能で変換され、優れた精度が得られます。セル毎に1つのADCを使用する手法により、電圧と電流が同時に測定され、すべての動作状態で正確なリアルタイムのセル・インピーダンス計算が可能になります。また、この手法により、ノイズ耐性が大きく強化され、信号損失なしで入力信号のフィルタリングも向上します。

### 温度測定

XT1〜XT4は、専用温度センサ入力です。各外部センサは、低コストのシリコン・ダイオード（1パッケージに2ダイオードを推奨）とコンデンサの組み合わせによって構成されます。bq78PL116は、これら4つの温度をすべて個別に通知できます。bq78PL116ファームウェアでは、デバイスの内部温度センサを使用して基板温度の測定を行います。

### EFCLx

外部MOSFET制御入力を使用することで、外部の回路および条件に基づいてMOSFETをユーザ制御できます。入力信号の極性は、ユーザが選択できます。これらのピンを使用して、保護MOSFETを強制的にオフ状態にすることができます。

## 通信

### SMBus

bq78PL116では、すべての外部通信に、業界標準であるスマート・バッテリー・システムの2線式システム管理バス（SMBus）通信プロトコルを使用します。bq78PL116はSMBusバージョン1.1をサポートし、これにはクロック・ストレッチ、バス障害タイムアウト検出、およびオプションのパケット・エラー・チェック（PEC）が含まれています。詳細については、Webサイト[www.smbus.org](http://www.smbus.org)および[www.sbs-forum.org](http://www.sbs-forum.org)を参照してください。

### スマート・バッテリー・データ（SBData）

bq78PL116は、スマート・バッテリー・システム（SBS）のスマート・バッテリー・データ仕様1.1をサポートしています。これらの仕様に関する詳細情報については、SBS/SMBusのサイト（[www.sbs-forum.org](http://www.sbs-forum.org)）を参照してください。

このSBSデータ（SBData）仕様では、ラップトップ・コンピュータ・アプリケーションで一般に必要とされるデータにアクセスするための読み取り/書き込みコマンドを定義しています。これらのコマンドは汎用的なものであり、ほとんどのアプリケーションで利用できます。

bq78PL116では、拡張SBDataコマンドを通じて、SBDataの標準セット（0x00〜0x23）を超える豊富なデータを使用できます。SBDataコマンドの一覧と拡張SBData（0x3C〜0x58）のデフォルト・セットについては、下記の表を参照してください。SBDataのコマンド0x80および0x81は、bq78PL116に固有の機能の一部を実装するために使用されます。SBDataへの準拠に関するその他の詳細、およびbq78PL116に固有のデータおよび制御の利用方法については、『bq78PL116 Technical Reference Manual Document』を参照してください。

### サーマル・パッド

パッケージの底面にある大きなパッドは、正方形で、中心に位置し、各辺が5.3±0.05mmです。

## SBS標準データ・パラメーター一覧(簡略版)<sup>(1)</sup>

コマンド	データ・タイプ	説明
00	R/Wワード(符号なし)	メーカー・アクセス
01	R/Wワード(符号なし)	残り容量アラーム・レベル
02	R/Wワード(符号なし)	残り時間アラーム・レベル
03	R/Wワード(符号なし)	バッテリー・モード
04	R/Wワード(符号なし)	AtRate計算で使用されるAtRate値 - 未サポート
05	読み取りワード(符号なし)	AtRate満充電までの時間 - 未サポート
06	読み取りワード(符号なし)	AtRate空までの時間 - 未サポート
07	読み取りワード(ブーリアン)	AtRate OK - 未サポート
08	読み取りワード(符号なし)	パック温度(すべての個別セルのうち最大値)
09	読み取りワード(符号なし)	パック温度(個別セルの値の合計)
0A	読み取りワード(符号なし)	パック電流
0B	読み取りワード(符号なし)	平均パック電流
0C	読み取りワード(符号なし)	最大誤差
0D	読み取りワード(符号なし)	相対充電状態
0E	読み取りワード(符号なし)	絶対充電状態
0F	読み取りワード(符号なし)	残りパック容量
10	読み取りワード(符号なし)	満充電容量
11	読み取りワード(符号なし)	空になるまでの動作時間
12	読み取りワード(符号なし)	空になるまでの平均時間
13	読み取りワード(符号なし)	満充電までの平均時間
14	読み取りワード(符号なし)	充電電流
15	読み取りワード(符号なし)	充電電圧
16	読み取りワード(符号なし)	バッテリー・ステータス
17	読み取りワード(符号なし)	サイクル・カウント
18	読み取りワード(符号なし)	設計容量
19	読み取りワード(符号なし)	設計電圧
1A	読み取りワード(符号なし)	仕様情報
1B	読み取りワード(符号なし)	製造日
1C	読み取りワード(符号なし)	シリアル番号
1D-1F	予約済み	
20	読み取りブロック(文字列)	パック・メーカー名(最大31文字)
21	読み取りブロック(文字列)	パック・デバイス名(最大31文字)
22	読み取りブロック(文字列)	パックの電池種別
23	読み取りブロック(文字列)	メーカー・データ
24-2E	予約済み	
2F	R/Wブロック	オプションのメーカー機能5
30-3B	予約済み	
3C	R/Wワード(符号なし)	オプションのメーカー機能4 (Vcell 1)
3D	R/Wワード(符号なし)	オプションのメーカー機能3 (Vcell 2)
3E	R/Wワード(符号なし)	オプションのメーカー機能2 (Vcell 3)
3F	R/Wワード(符号なし)	オプションのメーカー機能1 (Vcell 4)
40	R/Wワード(符号なし)	拡張データ (Vcell 5)
41	R/Wワード(符号なし)	拡張データ (Vcell 6)
42	R/Wワード(符号なし)	拡張データ (Vcell 7)
43	R/Wワード(符号なし)	拡張データ (Vcell 8)
44	R/Wワード(符号なし)	拡張データ (Vcell 9)

(1) パラメータ0x00~0x3Fは、SBDATA仕様と互換性があります。



コマンド	データ・タイプ	説明
45	R/Wワード(符号なし)	拡張データ(Vcell 10)
46	R/Wワード(符号なし)	拡張データ(Vcell 11)
47	R/Wワード(符号なし)	拡張データ(Vcell 12)
48	R/Wワード(符号なし)	拡張データ(Vcell 13)
49	R/Wワード(符号なし)	拡張データ(Vcell 14)
4A	R/Wワード(符号なし)	拡張データ(Vcell 15)
4B	R/Wワード(符号なし)	拡張データ(Vcell 16)
4C	R/Wワード(符号なし)	拡張データ(温度0 - 内部)
4D	R/Wワード(符号なし)	拡張データ(温度1 - 外部)
4E	R/Wワード(符号なし)	拡張データ(温度2 - 外部)
4F	R/Wワード(符号なし)	拡張データ(温度3 - 外部)
50	R/Wワード(符号なし)	拡張データ(温度4 - 外部)
51	R/Wワード(符号なし)	拡張データ(安全ステータス)
52	R/Wワード(符号なし)	拡張データ(恒久障害ステータス)
53	R/Wワード(符号なし)	拡張データ(充電ステータス)
54	R/Wワード(符号なし)	拡張データ(過去最大バック電圧)
55	R/Wワード(符号なし)	拡張データ(過去最大セル電圧)
56	R/Wワード(符号なし)	拡張データ(過去最大充電電流)
57	R/Wワード(符号なし)	拡張データ(過去最大放電電流)
58	R/Wワード(符号なし)	拡張データ(過去最大温度)
80	R/Wワード(符号なし)	拡張コマンド(デバイス・ステータス)
81	R/Wワード(符号なし)	拡張コマンド(デバイス・コマンド)

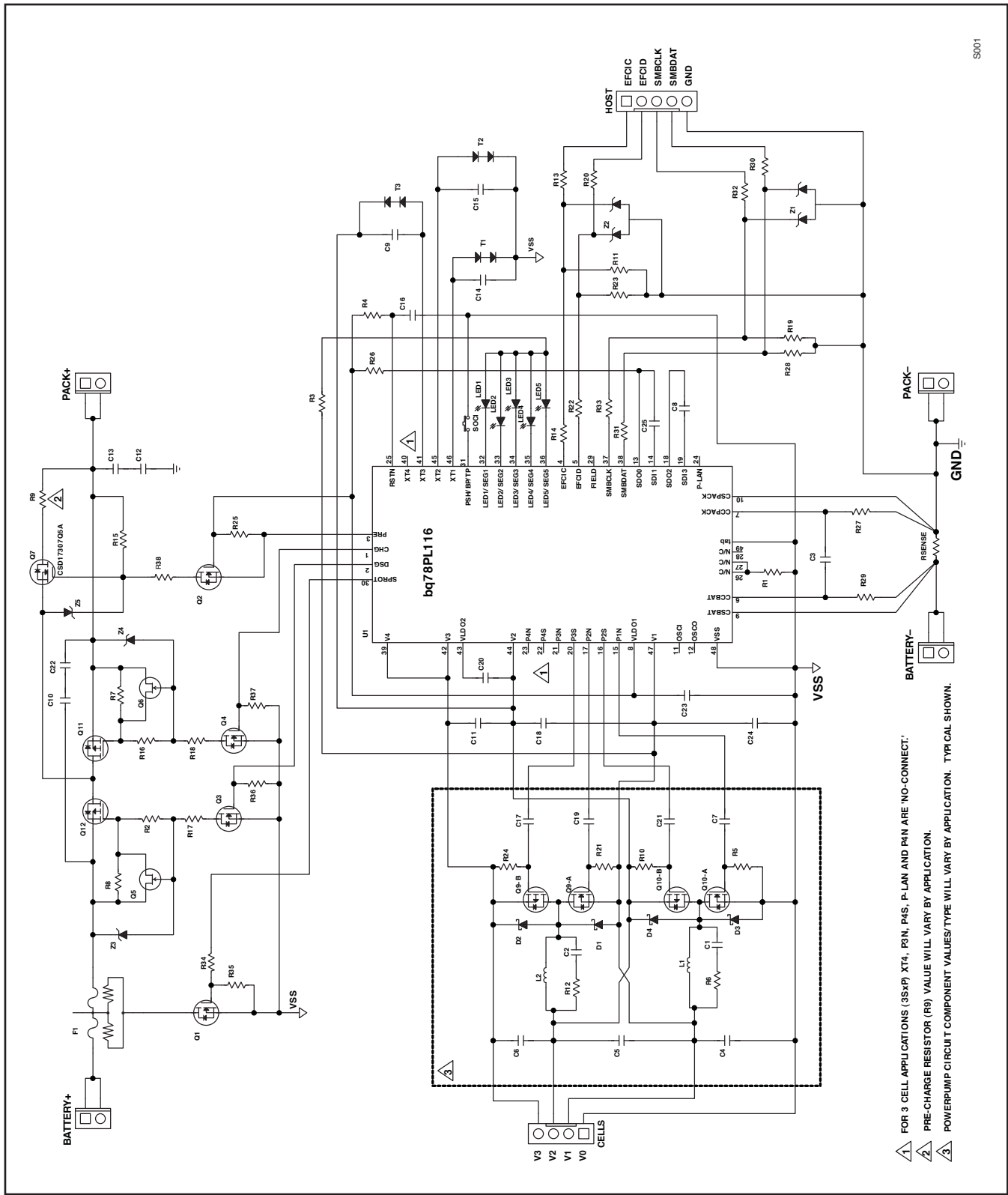


図 5. 標準的な3Sアプリケーション回路図

数量	記号	値	説明	サイズ	メーカー	部品番号
5	C10 C12-13 C16 C22	0.1uF	コンデンサSMT セラミック X7R+/-10% 50V	603	標準	標準
5	C11 C18 C20 C23-24	10uF	コンデンサSMT セラミック X5R +/-10% 6.3V	603	標準	標準
3	C1-3	0.01uF	コンデンサSMT セラミック X7R +/-10% 25V	603	標準	標準
3	C4-6	22uF	コンデンサSMT セラミック Y5V +/-20% 10V	805	標準	標準
4	C7 C17 C19 C21	3300pF	Capacitor SMT セラミック X7R +/-10% 50V	603	標準	標準
5	C8-9 C14-15 C25	1000pF	Capacitor SMT セラミック X7R +/-10% 50V	603	標準	標準
12	R1 R7-8 R11 R15 R19 R23 R25 R28 R36-38	1.0M	抵抗SMT 1/10W +/-5%	603	標準	標準
2	R17-18	30K	抵抗SMT 1/10W +/-5%	603	標準	標準
2	R2 R16	200K	抵抗SMT 1/10W +/-5%	603	標準	標準
2	R26 R35	100K	抵抗SMT 1/10W +/-5%	603	標準	標準
2	R27 R29	4.7K	抵抗SMT 1/10W +/-5%	603	標準	標準
11	R3 R6 R12-14 R20 R22 R30-33	100	抵抗SMT 1/10W +/-5%	603	標準	標準
2	R4 R34	10K	抵抗SMT 1/10W +/-5%	603	標準	標準
4	R5 R10 R21 R24	20K	抵抗SMT 1/10W +/-5%	603	標準	標準
1	R9	100	抵抗SMT +/-5% 1W	603	標準	標準
1	RSENSE	0.01	抵抗SMT +/-1% 1W +/-100ppm/°C	2512	標準	標準
4	D1-4	Vf = 385mV	ショットキー整流器 ダイオード 20VIFSM > 2A	SOD-123	標準	標準
2	L1-2	4.7uH	インダクタSMT シールド付き = 2.0A	4.9mm x 4.9mm x 2.0mm	Taiyo Yuden	NRS5020T4R7MMG J
5	LED1-5		緑色LED	603	標準	標準
1	SOCI	50mA	モメンタリ・ プッシュボタン		標準	標準
3	T1-3		デュアル・ダイオード (直列配置)	SOT-23	Fairchild	MMBD4148SE
4	Q1-4		NチャネルMOSFET 2.5Vgs定格、 Vds > 30V	SOT-23	Infineon	BSS138N
2	Q5-6	Vdg = -40V	NチャネルJFET Idss > 0.2mA, Vgs < -1.5V	SOT-23	Fairchild	MMBFJ201
1	Q7	9.7 mOhm RDSon	MOSFET Nチャネル SMT 30Vds	SON 5mm x 6mm	Texas Instruments	CSD17307Q5A
2	Q9-10		MOSFET N/P 相補ペア	6-TSOP	Alpha & Omega	AO6604

表 2. 3Sアプリケーションの部品表

数量	記号	値	説明	サイズ	メーカー	部品番号
2	Q11-12		MOSFET Pチャネル SMT -30VDS	SOIC-8	Fairchild	FDS6673
1	U1		PowerLANマスタ・ ゲートウェイ・ バッテリー管理 コントローラ	QFN48	Texas Instruments	bq78PL116RGZR
3	Z1-2 Z5	5.6V	コモン・アノード・ツェ ナー・ダイオード・ペア 300mW	SOT-23	標準	標準
2	Z3-4	12V	ツェナー・ダイオード 500mW	SOD-123	Diodes, Inc	BZT52C12-13-F
1	F1	12 Amp	2〜3直列セル用 ケミカル・ヒューズ		Sony	SFH-1212A
4	BATTERY+ BATTERY- PACK+ PACK-		2ピン・コネクタ		標準	標準
1	CELLS		4ピン・コネクタ		標準	標準
1	HOST		5ピン・コネクタ		標準	標準

表 2. 3Sアプリケーションの部品表

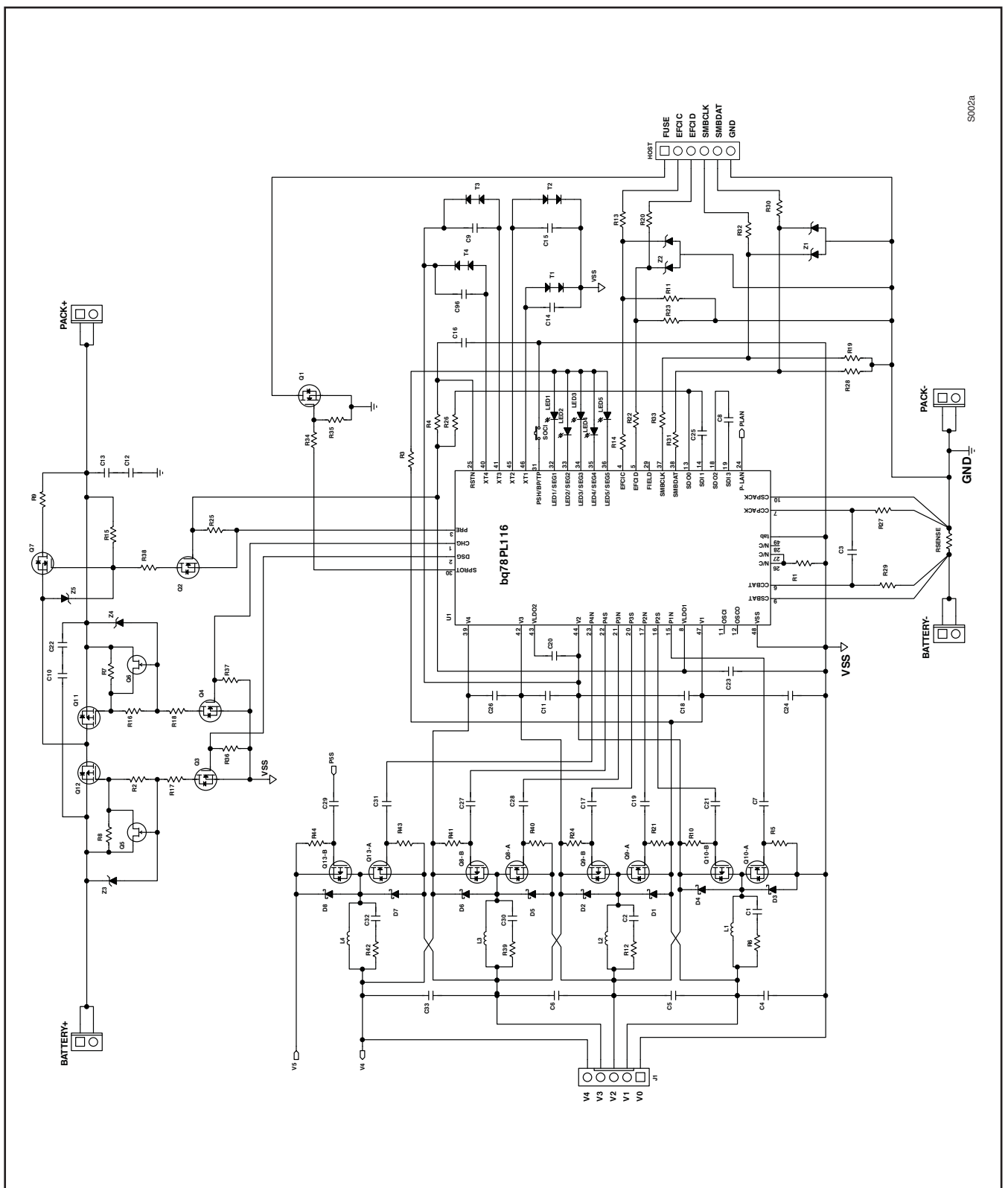


図 6. 標準16Sアプリケーション回路 - bq78PL116およびFET(1/4)

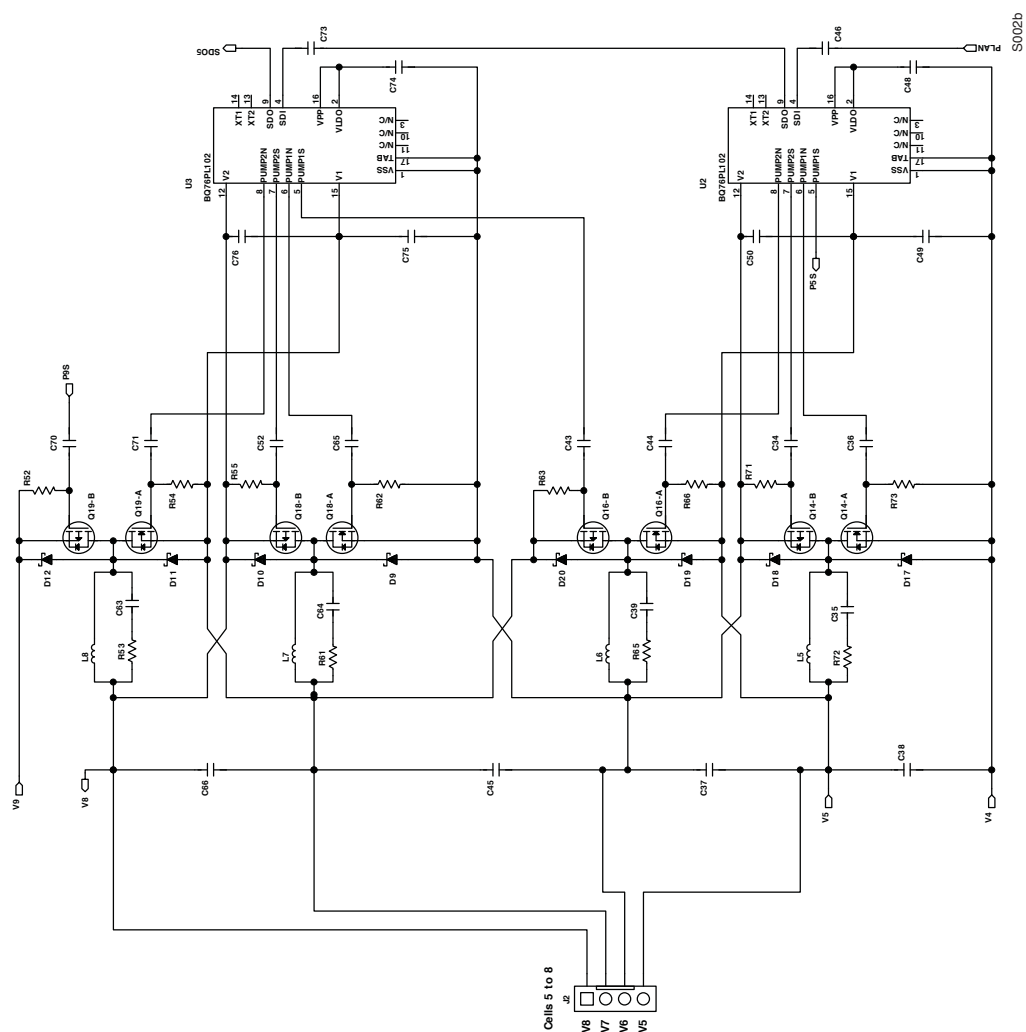


図 7. 標準16Sアプリケーション回路 - セル5~8用bq76PL102 (2/4)

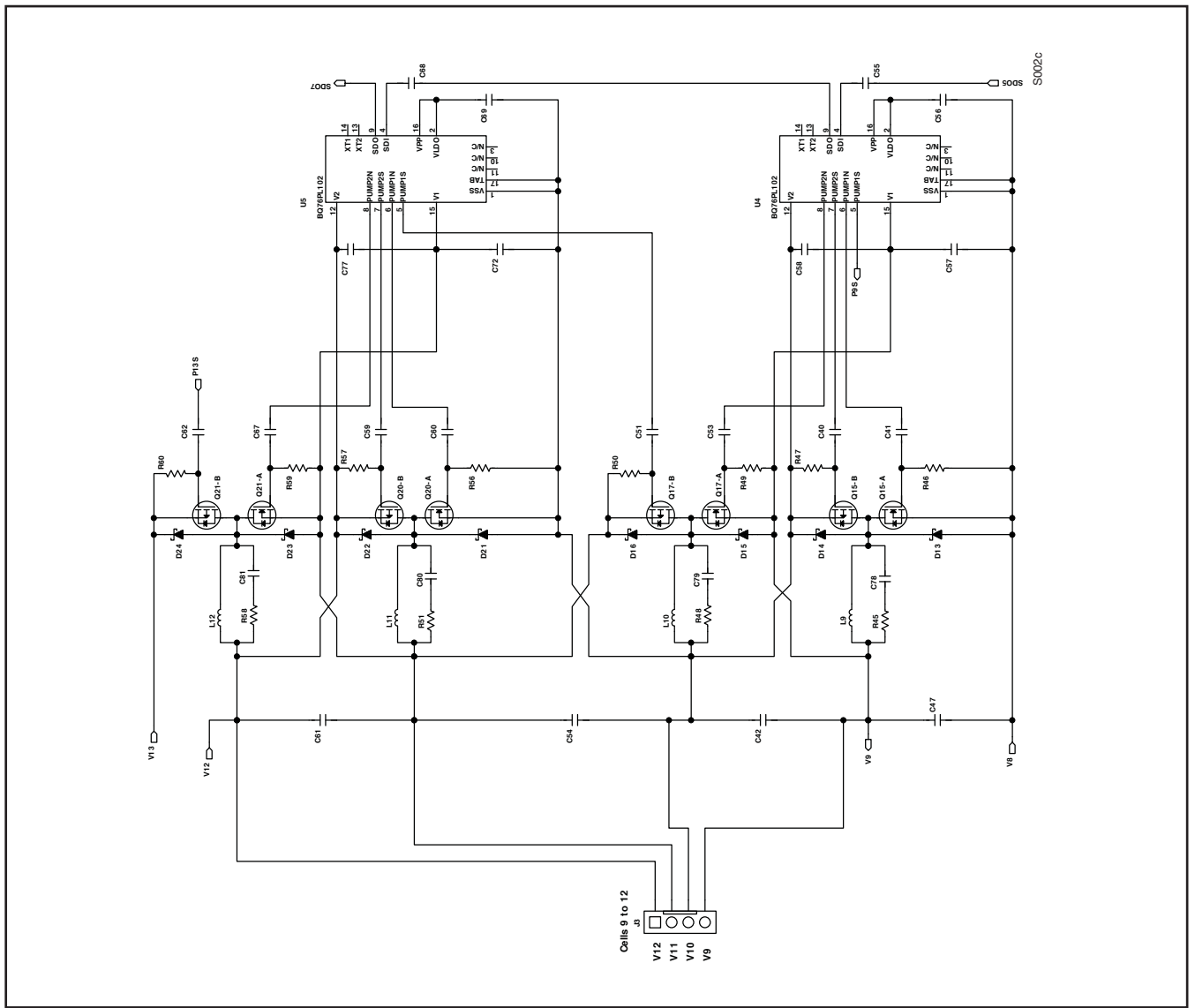


図 8. 標準16Sアプリケーション回路 - セル9~12用bq76PL102 (3/4)

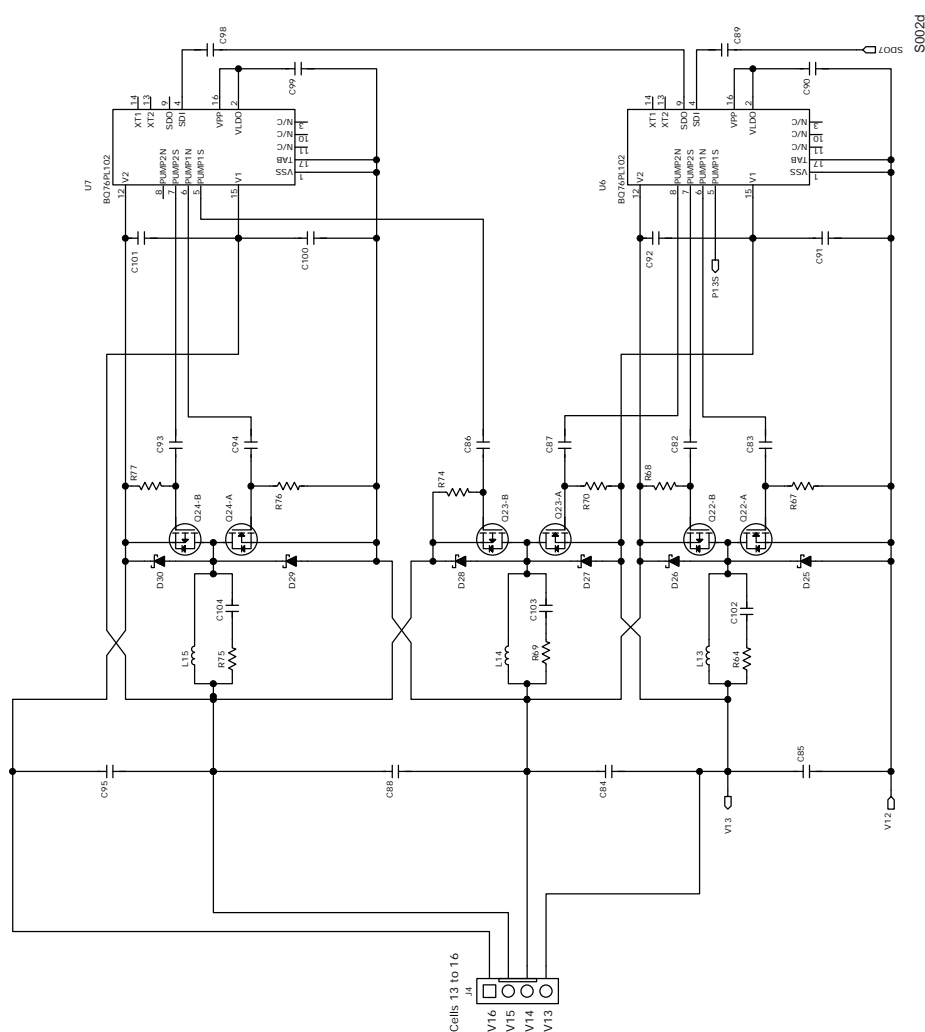


図 9. 標準16Sアプリケーション回路 - セル13~16用bq76PL102 (4/4)

数量	記号	値	説明	サイズ	メーカー	部品番号
6	U2-7	QFN-16	PowerLANデュアル・セル・モニタ	QFN16	Texas Instruments	bq76PL102RGTT
1	U1	QFN-48	PowerLANマスタ・ゲートウェイ・バッテリー管理コントローラ	QFN48	Texas Instruments	bq78PL116RGZR
24	C11 C18 C20 C23-24 C26 C48-50 C56-58 C69 C72 C74-77 C90-92 C99-101	10uF	コンデンサSMT セラミック X5R +/-10% 6.3V	603	標準	標準
16	C1-3 C30 C32 C35 C39 C63-64 C78-81 C102-104	0.01uF	コンデンサSMT セラミック X7R +/-10% 25V	603	標準	標準
12	C8-9 C14-15 C25 C46 C55 C68 C73 C89 C96 C98	1000pF	コンデンサSMT セラミック X7R +/-10% 50V	603	標準	標準
5	C10 C12-13 C16 C22	0.1uF	コンデンサSMT セラミック X7R +/-10% 50V	603	標準	標準

表 3. 16Sアプリケーションの部品表

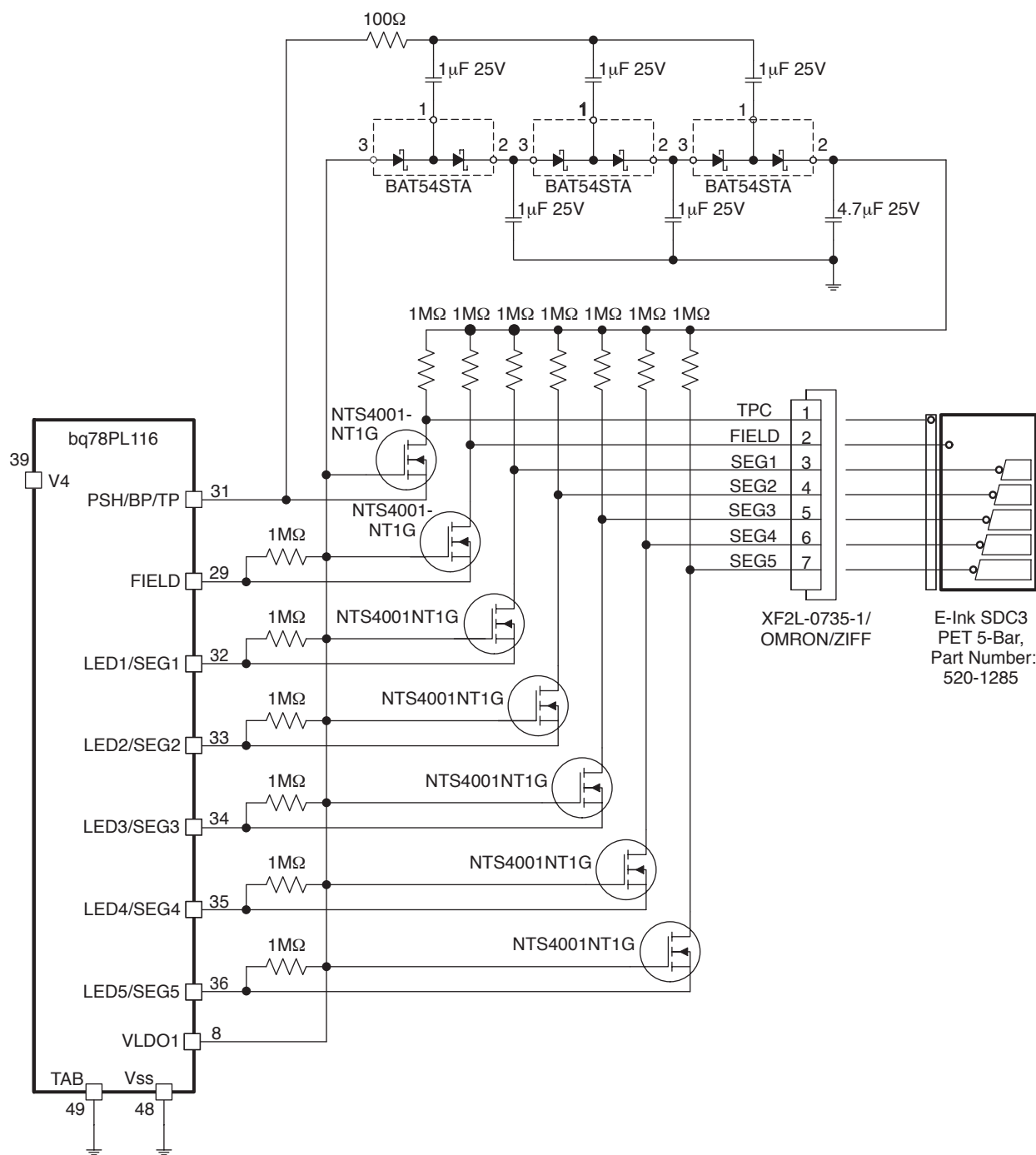


数量	記号	値	説明	サイズ	メーカー	部品番号
30	C7 C17 C19 C21 C27-29 C31 C34 C36 C40-41 C43-44 C51-53 C59-60 C62 C65 C67 C70-71 C82-83 C86-87 C93-94	3300pF	コンデンサSMT セラミック X7R +/-10% 50V	603	標準	標準
16	C4-6 C33 C37-38 C42 C45 C47 C54 C61 C66 C84-85 C88 C95	22uF	コンデンサ、 セラミック SMT Y5V +/-20% 10V	805	標準	標準
24	R3 R6 R12-14 R20 R22 R30-33 R39 R42 R45 R48 R51 R53 R58 R61 R64-65 R69 R72 R75	100	抵抗SMT 1/10W +/-5%	603	標準	標準
2	R4 R34	10K	抵抗SMT 1/10W +/-5%	603	標準	標準
2	R26 R35	100K	抵抗SMT 1/10W +/-5%	603	標準	標準
12	R1 R7-8 R11 R15 R19 R23 R25 R28 R36- 38	1.0M	抵抗SMT 1/10W +/-5%	603	標準	標準
30	R5 R10 R21 R24 R40-41 R43-44 R46-47 R49-50 R52 R54-57 R59-60 R62-63 R66- 68 R70-71 R73-74 R76-77	20K	抵抗SMT 1/10W +/-5%	603	標準	標準
2	R2 R16	200K	抵抗SMT 1/10W +/-5%	603	標準	標準
2	R17-18	30K	抵抗SMT 1/10W +/-5%	603	標準	標準
1	R9	3K	抵抗SMT +/-5% 1W	603	標準	標準
2	R27 R29	4.7K	抵抗SMT 1/10W +/-5%	603	標準	標準
1	RSENSE	0.01	抵抗SMT +/-1% 1W +/-100ppm/°C	2512	標準	標準
15	L1-15	4.7uH	インダクタSMD シールド付き = 2.0A	4.9mm x 4.9mm x 2.0mm	Taiyo Yuden	NRS5020T4R7MMG J
4	Q1-4	Vds > 80V	NチャネルMOSFET、 2.5Vgs定格	SOT-23	標準	標準
2	Q5-6	Idss = 0.2 to 1.0mA	汎用Nチャネル JFETアンプ	SOT-23	Fairchild	MMBFJ201
1	Q7	100 Vds	MOSFET Nチャネル 20Vgs	D2PAK	標準	標準
15	Q8-10 Q13-24	+/-8Vgs	MOSFET N/P 相補ペア	6-TSOP	Alpha & Omega	AO6604
2	Q11-12	-100 Vds	MOSFET Pチャネル 20Vgs	D2PAK	標準	標準
30	D1-30	500mA	ショットキー整流器 ダイオード 20V	SOD-123	Fairchild	MBR0520L
4	T1-4		デュアル・ダイオード	SOT-23	Fairchild	MMBD4148SE
5	LED1-5	Green/25 mA	緑色拡散LED 1.6mm x 0.8mm SMT	603	標準	標準

表 3. 16Sアプリケーションの部品表

数量	記号	値	説明	サイズ	メーカー	部品番号
2	Z1 Z2	5.6VDC	コモン・アノード・ツェナー・ダイオード・ペア 300mW	SOT-23	標準	標準
3	Z3-5	500mW	ツェナー・ダイオード 500mW 12V	SOD-123	標準	標準
1	SOCI	50mA	触感モメンタリ・プッシュ ボタン、スルーホール		標準	標準
1	HOST		ヘッダ	6位置	標準	標準
1	J1	1.0 Amp	ヘッダ	5位置	標準	標準
3	J2-4	3.0A	ヘッダ	4位置	標準	標準
4	BATTERY+ BATTERY- PACK+ PACK-	30 Amps	ヘッダ	2位置	標準	標準

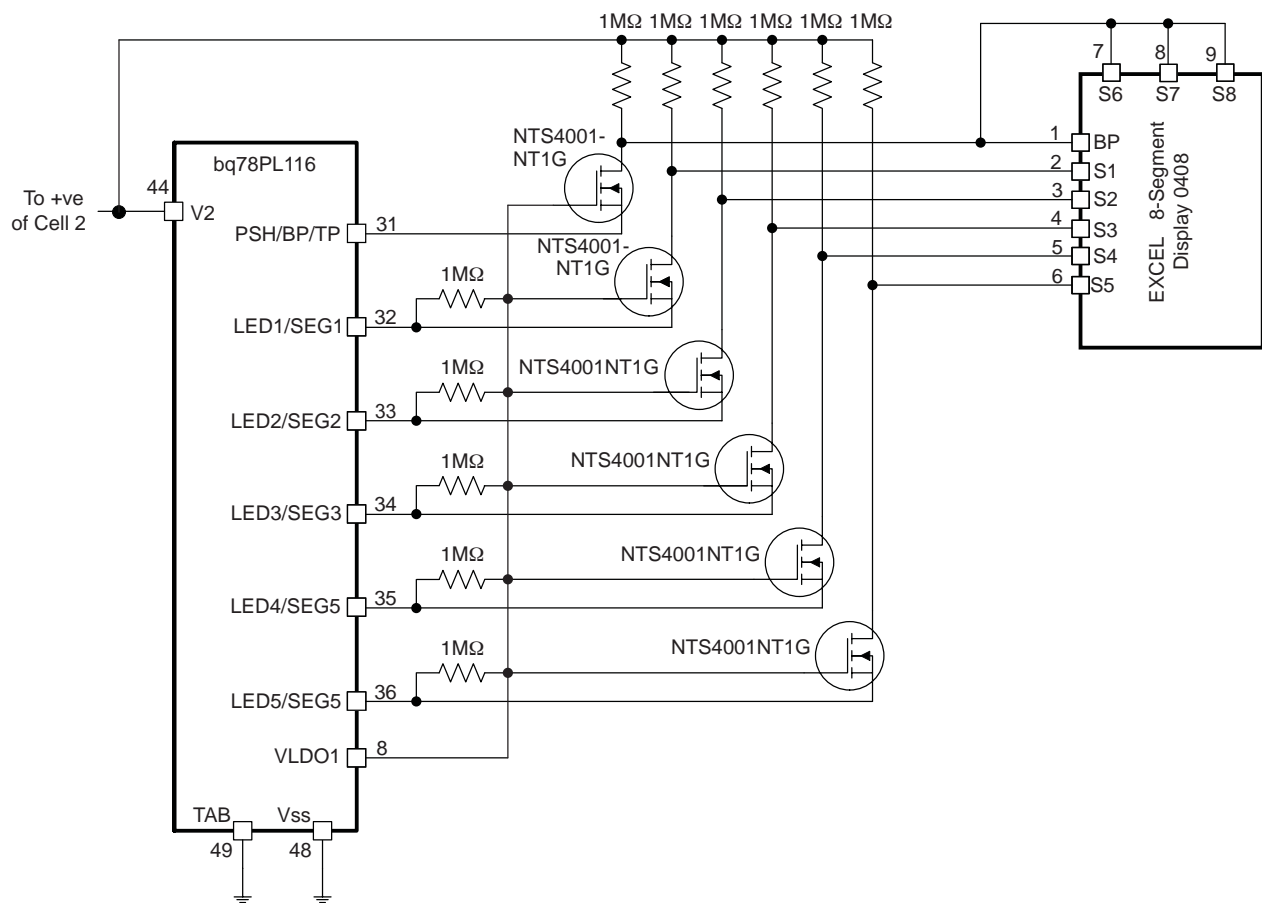
表 3. 16Sアプリケーションの部品表



S003

注：参考のみ。実際に使用されるディスプレイでは、必要な動作電圧が異なる場合があります。ディスプレイの販売元にお問い合わせください。

図 10. 参照回路図 (電子ペーパー・ディスプレイ接続)



S004

注：参考のみ。実際に使用されるディスプレイでは、必要な動作電圧が異なる場合があります。ディスプレイの販売元にお問い合わせください。

図 11. 参照回路図 (LCD 接続)

# パッケージ情報

## 製品情報

Orderable Device	Status <sup>(1)</sup>	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan <sup>(2)</sup>	Lead/ Ball Finish	MSL Peak Temp <sup>(3)</sup>	Samples (Requires Login)
BQ78PL116RGZR	ACTIVE	VQFN	RGZ	48	2500	TBD	Call TI	Call TI	<a href="#">Purchase Samples</a>
BQ78PL116RGZT	ACTIVE	VQFN	RGZ	48	250	TBD	Call TI	Call TI	<a href="#">Request Free Samples</a>

<sup>(1)</sup> マーケティング・ステータスは次のように定義されています。

**ACTIVE** : 製品デバイスが新規設計用に推奨されています。

**LIFEBUY** : TIによりデバイスの生産中止予定が発表され、ライフタイム購入期間が有効です。

**NRND** : 新規設計用に推奨されていません。デバイスは既存の顧客をサポートするために生産されていますが、TIでは新規設計にこの部品を使用することを推奨していません。

**PREVIEW** : デバイスは発表済みですが、まだ生産が開始されていません。サンプルが提供される場合と、提供されない場合があります。

**OBSOLETE** : TIによりデバイスの生産が中止されました。

<sup>(2)</sup> エコ・プラン - 環境に配慮した製品分類プランであり、Pb-Free(RoHS)、Pb-Free(RoHS Expert) およびGreen(RoHS & no Sb/Br) があります。最新情報および製品内容の詳細については、<http://www.ti.com/productcontent> でご確認ください。

**TBD** : Pb-Free/Green変換プランが策定されていません。

**Pb-Free(RoHS)** : TIにおける“Lead-Free”または“Pb-Free”(鉛フリー)は、6つの物質すべてに対して現在のRoHS要件を満たしている半導体製品を意味します。これには、同種の材質内で鉛の重量が0.1%を超えないという要件も含まれます。高温で半田付けするように設計されている場合、TIの鉛フリー製品は指定された鉛フリー・プロセスでの使用に適しています。

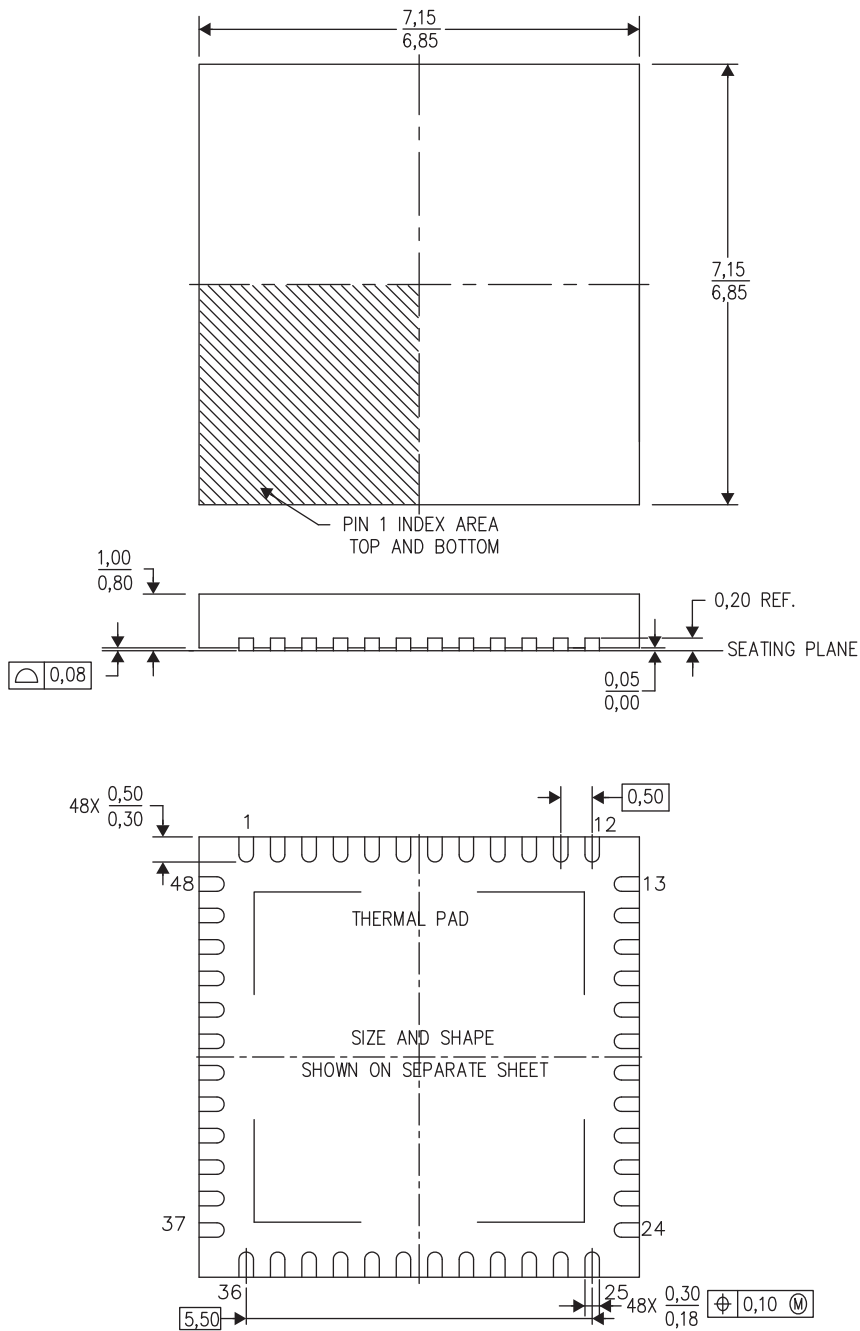
**Pb-Free(RoHS Exempt)** : この部品は、1) ダイとパッケージの間に鉛ベースの半田バンプ使用、または 2) ダイとリードフレーム間に鉛ベースの接着剤を使用、が除外されています。それ以外は上記の様にPb-Free(RoHS)と考えられます。

**Green(RoHS & no Sb/Br)** : TIにおける“Green”は、“Pb-Free”(RoHS互換)に加えて、臭素 (Br) およびアンチモン(Sb) をベースとした難燃材を含まない (均質な材質中のBrまたはSb重量が0.1%を超えない) ことを意味しています。

<sup>(3)</sup> MSL、ピーク温度 -- JEDEC業界標準分類に従った耐湿性レベル、およびピーク半田温度です。

**重要な情報および免責事項** : このページに記載された情報は、記載された日付時点でのTIの知識および見解を表しています。TIの知識および見解は、第三者によって提供された情報に基づいており、そのような情報の正確性について何らの表明および保証も行うものではありません。第三者からの情報をより良く統合するための努力は続けております。TIでは、事実を適切に表す正確な情報を提供すべく妥当な手順を踏み、引き続きそれを継続してゆきますが、受け入れる部材および化学物質に対して破壊試験や化学分析は実行していない場合があります。TIおよびTI製品の供給者は、特定の情報を機密情報として扱っているため、CAS番号やその他の制限された情報が公開されない場合があります。

TIは、いかなる場合においても、かかる情報により発生した損害について、TIがお客様に1年間に販売した本書記載の問題となった TIパーツの購入価格の合計金額を超える責任を負いかねます。



4204101/F 06/11

- 注：A. 直線寸法はすべてミリメートル単位です。寸法および許容誤差は、ASME Y14.5M-1994によります。  
 B. 本図は予告なしに変更することがあります。  
 C. QFN (クアド・フラットバック・ノーリード) パッケージ構造。  
 D. パッケージのサーマルパッドは、熱的および機構的特性を得るために基板に半田付けする必要があります。  
 E. 露出サーマルパッドの寸法および形状についての詳細は、データシート内のサーマルパッド・メカニカル・データを参照してください。  
 F. JEDEC MO-220に準拠します。

(SLUS887A)

## TAPE AND REEL INFORMATION



\*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
BQ78PL116RGZR	VQFN	RGZ	48	2500	330.0	16.4	7.3	7.3	1.5	12.0	16.0	Q2
BQ78PL116RGZT	VQFN	RGZ	48	250	180.0	16.4	7.3	7.3	1.5	12.0	16.0	Q2
BQ78PL116RGZTG4	VQFN	RGZ	48	250	180.0	16.4	7.3	7.3	1.5	12.0	16.0	Q2

## TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



\*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
BQ78PL116RGZR	VQFN	RGZ	48	2500	353.0	353.0	32.0
BQ78PL116RGZT	VQFN	RGZ	48	250	213.0	191.0	35.0
BQ78PL116RGZTG4	VQFN	RGZ	48	250	213.0	191.0	35.0



## 重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含みいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、TI は一切の責任を拒否します。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](https://www.ti.com) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月