

1 セル バッテリー パック向け保護機能、電流リミッタ、認証機能搭載 BQ27Z855 Dynamic Z-Track™ 残量計

1 特長

- 統合型のバッテリー残量計、プロテクタ、電流リミッタ、認証機能
- 超低消費電力の 32 ビット RISC CPU
- LCO、NMC、または LFP カソードとグラファイトまたはシリコン アノードを使用したリチウムイオンを含むバッテリーケミストリをサポート
- 2 つの独立した ADC を持つ高精度アナログ フロントエンド:
 - $\pm 100\text{mV}$ 入力範囲のクーロン カウント用 18 ビット 低オフセット デルタ シグマ ADC
 - セル電圧と外部および内部温度センサのための 16 ビット デルタ シグマ ADC
 - 電流と電圧の同時サンプリングに対応
- システムの柔軟性を実現するハイサイドまたはローサイドの電流検出
- 特許取得済みの Dynamic Z-Track™ テクノロジーに基づくバッテリー残量計
 - バッテリー インピーダンスをモデル化し、静的負荷と動的負荷について、バッテリーが空になるまでの時間を正確に予測
 - 経年変化、温度、レートがバッテリーに及ぼす影響を自動的に調整
- プログラム可能な安全性と保護機能:
 - ハードウェアレベルとファームウェアレベルの OVP、UVP、OCC、OCD、SCD 保護機能
 - 過熱 (OT) および温度不足 (UT) 保護機能
- 高効率のハイサイド NMOS 保護 FET ドライバを内蔵
 - 充電モード時に CC-CV プロファイルをプログラム可能な電流リミッタ
 - 放電モード時の理想ダイオード コントローラ
- 1.2V および 1.8V レベルをサポートし、最大 1MHz の I²C バス通信インターフェイス
- セキュアなメモリにより、ECC ECDSA と SHA-256 認証をサポート
- 超小型、15 ボールの DSBGA パッケージ (YAH)

2 アプリケーション

- 1 シリーズ (1 個の直列) の充電電池を使ったすべての最終製品:
 - スマートフォンおよび折りたたみ式スマートフォン
 - タブレット
 - VR ヘッドセット
 - パーソナル エレクトロニクス
 - ヒアラブル機器
 - ポータブル ウェアラブル / 医療

3 説明

テキサス インストルメンツの BQ27Z855 Dynamic Z-Track™ バッテリー残量計ソリューションは、高精度の 1 シリーズ セル バッテリー残量計、保護、電流リミッタ、認証機能を備えた統合型ソリューションです。

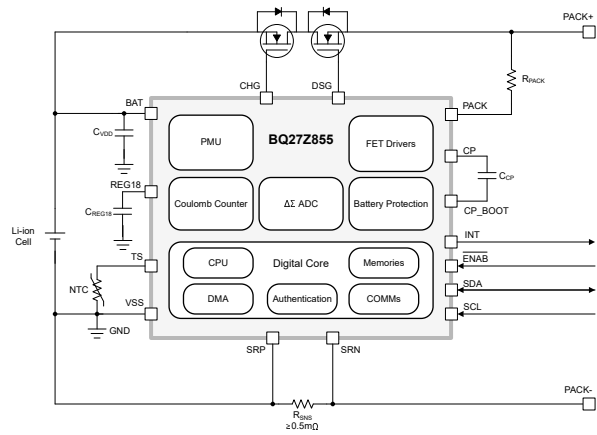
BQ27Z855 は、フラッシュ プログラマブル RISC (Reduced Instruction Set CPU)、安全保護機能、電流リミッタ、理想ダイオード コントローラ、1 シリーズ セル リチウムイオンおよびリチウムポリマー バッテリー パック認証機能を備えた統合型パック ベース ソリューションです。

BQ27Z855 バッテリー残量計は、I²C 互換のインターフェイスで通信を行い、超低消費電力 RISC プロセッサ、高精度アナログ測定機能、内蔵フラッシュ メモリ、ハイサイド NMOS FET ドライバ、ECC ECDSA および SHA-2 認証を組み合わせて、1 つの完全な高性能バッテリー管理ソリューションを提供します。

パッケージ情報

部品番号	パッケージ (1)	パッケージ サイズ(2)
BQ27Z855	DSBGA (YAH, 15)	1.51mm × 2.55mm

- (1) 利用可能なすべてのパッケージについては、データシートの末尾にある注文情報を参照してください。
- (2) パッケージ サイズ (長さ × 幅) は公称値であり、該当する場合はピンも含まれます。



BQ27Z855 の概略回路図



目次

1 特長.....	1	5.20 CHG、DSG NFET ドライバ.....	12
2 アプリケーション.....	1	5.21 ゼロボルト充電 (ZVCHG).....	12
3 説明.....	1	5.22 汎用入出力 (INT).....	12
4 ピン構成および機能.....	3	5.23 I ² C インターフェイス I/O (SDA、SCL).....	13
5 仕様.....	4	5.24 I ² C インターフェイスのタイミング.....	13
5.1 絶対最大定格.....	4	6 詳細説明.....	16
5.2 ESD 定格.....	4	6.1 概要.....	16
5.3 推奨動作条件.....	4	6.2 機能ブロック図.....	17
5.4 電源電流.....	5	6.3 機能説明.....	18
5.5 1.8V LDO レギュレータ REG18.....	6	6.4 デバイスの機能モード.....	35
5.6 低周波数発振器 (LFO).....	6	7 アプリケーションと実装.....	36
5.7 高周波数発振器 (HFO).....	7	7.1 使用上の注意.....	36
5.8 PACK クランプ (PACK_CLAMP).....	7	7.2 代表的なアプリケーション回路図.....	36
5.9 A/D コンバータ (VADC).....	7	8 電源に関する推奨事項.....	54
5.10 クーロン カウンタ (CCADC).....	7	9 レイアウト.....	54
5.11 クーロン カウンタ デジタル フィルタ (CC1).....	8	9.1 レイアウトのガイドライン.....	54
5.12 電流測定デジタル フィルタ (CC2).....	8	10 デバイスおよびドキュメントのサポート.....	55
5.13 充電電流測定デジタル フィルタ (CC3).....	8	10.1 サード・パーティ製品に関する免責事項.....	55
5.14 ウェークアップ コンパレータ (I-WAKE).....	9	10.2 ドキュメントのサポート.....	55
5.15 内部温度センサ (INT_TEMP).....	9	10.3 商標.....	55
5.16 サーミスタ測定のサポート.....	9	10.4 静電気放電に関する注意事項.....	55
5.17 ハードウェアベースの保護 (SCOMP) スレッショルド (OVP、UVP、OCC、OCD、SCD).....	9	10.5 用語集.....	55
5.18 ハードウェアベースの保護 (SCOMP) のタイミング (OVP、UVP、OCC、OCD、SCD).....	10	11 改訂履歴.....	55
5.19 電流リミッタ.....	11	12 メカニカル、パッケージ、および注文情報.....	56
		12.1 テープおよびリール情報.....	58
		12.2 メカニカル データ.....	60

4 ピン構成および機能

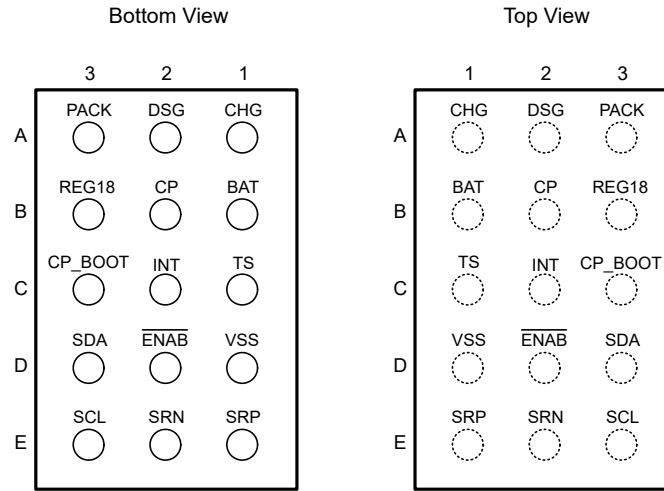


表 4-1. ピンの機能

ピン			説明
名称	番号	タイプ ⁽¹⁾	
CHG	A1	AO	ハイサイド NMOS 充電 FET ドライバ出力
DSG	A2	AO	ハイサイド NMOS 放電 FET ドライバ出力
PACK	A3	AI	PACK 入力電圧センシング ピンと、デバイス内で PACK から BAT にゼロボルト充電 (ZVCHG) 電流が流れるパス。1kΩ の直列標準抵抗 (R _{PACK}) を、PACK ピンと PACK+ 正端子との間に接続します。
BAT	B1	P、AI	LDO レギュレータ入力およびバッテリー電圧測定センス入力。BAT と VSS の間に、推奨標準容量 1μF のコンデンサ (C _{BAT}) を接続します。このコンデンサは、残量計の近くに配置します。
CP	B2	AO	内部チャージ ボンプは、推奨標準容量 1μF の外付けバイパス コンデンサ (C _{CP}) の上部に接続されます。CP と CP_BOOT の間にコンデンサを接続します。このコンデンサは、残量計の近くに配置します。
REG18	B3	P	内部電圧レギュレータ出力。REG18 と VSS の間に、推奨標準容量 1.5μF のコンデンサ (C _{REG18}) を接続する必要があります。このコンデンサは、残量計の近くに配置します。
TS	C1	AI	VADC へのサーミスタ入力と内部 18kΩ プルアップ抵抗。使用しない場合は、VSS に直接接続するか、フローティングのままにして、データそれに応じてフラッシュを適切に構成します。
INT	C2	I/O	ホストへのプログラム可能な出力割り込み。デバイス ファームウェアを介して、プログラマブルなプッシュプル GPIO として構成することもできます。これを使用しない場合はフローティングのままにして、それに応じてデータ フラッシュを構成します。
CP_BOOT	C3	AO	内部チャージ ボンプは、推奨標準容量 1μF の外付けバイパス コンデンサ (C _{CP}) の下部に接続されます。CP と CP_BOOT の間にコンデンサを接続します。このコンデンサは、残量計の近くに配置します。
VSS	D1	P	デバイスのグラウンド
ENAB	D2	I	BAT への弱い内部プルアップ付きのアクティブ Low デジタル入力。デバイスが SHELF モードまたは SHUTDOWN モードのときにこの信号を PACK- バッテリー パック端子に駆動すると、デバイスはウェークアップできます。
SDA	D3	I/O	I ² C シリアル データ用のデジタル入力、オープンドレイン出力
SRP	E1	AI	SRP と SRN の間のわずかな電圧を統合するために、内部クーロン カウンタ ペリフェラルに接続したアナログ入力ピンで、SRP はセンス抵抗の最上部です。充電電流により、SRN に対して SRP で正の電圧が生成されます。
SRN	E2	AI	SRP と SRN の間のわずかな電圧を統合するために、内部クーロン カウンタ ペリフェラルに接続したアナログ入力ピンで、SRN はセンス抵抗の最下部です。充電電流により、SRN に対して SRP で正の電圧が生成されます。
SCL	E3	I/O	I ² C シリアル クロック用のデジタル入力、オープンドレイン出力

(1) I/O = デジタル入出力、AI = アナログ入力、AO = アナログ出力、P = 電源

5 仕様

5.1 絶対最大定格

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)⁽¹⁾

		最小値	最大値	単位
電源電圧範囲、 V_{CC}	BAT	-0.3	6	V
入力電圧範囲、 V_{IN}	BAT	-0.3	6	V
	PACK (R_{PACK} なし)	-0.3	7	
	PACK+ 外部バッテリーパック入力端子。デバイスの PACK 入力ピンに 1k Ω の抵抗が直列接続	-0.3	24	
	ENAB	-0.3	6	
	SDA, SCL	-0.3	6	
	INT, TS	-0.3	6	
	SRP, SRN	-0.3	$V_{BAT} + 0.3$	
出力電圧範囲、 V_{OUT}	CHG, DSG	-0.3	8.5	V
	CP	-0.3	8.5	
	CP_BOOT	-0.3	2.1	
出力電圧範囲、 V_{REG18}	REG18	-0.3	2	V
接合部温度、 T_J			105	$^{\circ}\text{C}$
保管温度、 T_{stg}		-65	150	$^{\circ}\text{C}$

- (1) 「絶対最大定格」を上回るストレスが加わった場合、デバイスに永続的な損傷が発生する可能性があります。これはストレスの定格のみに関するものであり、絶対最大定格において、または「推奨動作条件」に示された値を超える他のいかなる条件でも、本製品が正しく動作することを暗黙的に示すものではありません。絶対最大定格の状態が長時間続くと、デバイスの信頼性に影響を与える可能性があります。

5.2 ESD 定格

		値	単位
V_{ESD}	静電放電	人体モデル (HBM) ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 準拠 ⁽¹⁾	± 1500
		デバイス帯電モデル (CDM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 に準拠 ⁽²⁾	± 500

- (1) JEDEC のドキュメント JEP155 に、500V HBM では標準の ESD 管理プロセスで安全な製造が可能であると規定されています。
 (2) JEDEC のドキュメント JEP157 に、250V CDM では標準の ESD 管理プロセスで安全な製造が可能であると規定されています。

5.3 推奨動作条件

標準値は $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{BAT} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{BAT} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

		テスト条件	最小値	公称値	最大値	単位
V_{CC}	電源電圧範囲	BAT	2.0		5.5	V

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

		テスト条件	最小値	公称値	最大値	単位
V_{IN}	入力電圧範囲	BAT	1.5		5.5	V
		PACK (1k Ω の R_{PACK} 電流制限付き)	0		6	
		PACK (R_{PACK} の電流制限なし)	0		5.5	
		ENAB	-0.3		BAT	
		SDA, SCL	-0.3		3.6	
		TS	V_{SS}		V_{REG18}	
		SRP, SRN	$V_{\text{CCADC_CM}} - 0.1$		$V_{\text{CCADC_CM}} + 0.1$	
V_{OUT}	出力電圧範囲	INT	0		V_{REG18}	V
		CHG, DSG	V_{SS}		$V_{\text{FET_ON (MAX)}}$	
C_{BAT} (1)	BAT ピン上の外付けデカップリングコンデンサ	ディレーティング静電容量	0.5	1		μF
C_{REG18} (1)	REG18 ピン上の外付けデカップリングコンデンサ	ディレーティング静電容量	1	1.5	2	μF
C_{TS} (1)	TS ピン上の外付けデカップリングコンデンサ	ディレーティング静電容量			0.01	μF
C_{CP} (1)	CP ピンと CP_BOOT ピンの間の外付けバイパスコンデンサ	ディレーティング静電容量	0.5	1	2	μF
R_{PACK} (1)	PACK+ 端子とデバイスの PACK ピンとの間の外付け抵抗	公称抵抗、最小 / 最大値は公称値の $\pm 5\%$ の許容誤差	0.95		3.15	k Ω
R_{SENSE} (1)	SRP ピンと SRN ピンとの間の外付けセンス抵抗		0.5			m Ω
T_A	動作温度	動作時の周囲温度	-40		85	$^\circ\text{C}$

(1) 設計により規定されています。実製品の検査は行っていません。

5.4 電源電流

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
I_{ACTIVE} (1) (2)	ACTIVE モード	$V_{\text{BAT}} = 4\text{V}$ 、CHG オン、DSG オン、I ² C 通信なし		40		μA
I_{SLEEP} (1) (2)	SLEEP モード	測定電流 \leq スリープ電流 (3)、 $V_{\text{BAT}} = 4\text{V}$ 、CHG オン、DSG オン、I ² C 通信なし		30		μA
$I_{\text{DEEP SLEEP}}$ (1) (2)	ディープスリープモード	測定電流 \leq ディープスリープ電流 (3)、 $V_{\text{BAT}} = 4\text{V}$ 、CHG オン、DSG オン、I ² C 通信なし		20		μA
I_{SHELF1} (1) (2)	SHELF1 モード	SHELF1 モード有効、 $V_{\text{BAT}} = 4\text{V}$ 、CHG オフ、DSG オフ		4		μA
I_{SHELF2} (1) (2)	SHELF2 モード	SHELF2 モード有効、 $V_{\text{BAT}} = 4\text{V}$ 、CHG オフ、DSG オフ、時間管理のための LFO オン、PACK 検出によるウェークアップ、ENAB ピンが有効イ		2		μA

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$I_{\text{SHUTDOWN}}^{(1)}$	SHUTDOWN モード	SHUTDOWN モード有効がまたは $V_{\text{BAT}} < \text{シャットダウン電圧}^{(3)}$ 、PACK 検出によるウェークアップ、 $\overline{\text{ENAB}}$ ピンが有効		0.2		μA

- (1) デバイス ファームウェアを使用したベンチ評価によって規定されています。実製品の検査は行っていません。
 (2) デフォルトのファームウェア設定での平均電流 60 秒超。デバイスの消費電力は、ファームウェアの構成によって異なります。
 (3) ファームウェア ベースのパラメータ。データ フラッシュの構成値はフルアクセス モードで変更でき、シールド モードでロックされます。『BQ27Z855 テクニカル リファレンス マニュアル』を参照してください。

5.5 1.8V LDO レギュレータ REG18

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
V_{REG18}	レギュレータ出力電圧	デバイスのパワーアップ中	1.6	1.8	2.0	V
		デバイスのパワーアップ後	1.74	1.8	1.86	
$\Delta V_{\text{REG18TEMP}}^{(2)}$	温度によるレギュレータ出力の変化、 $\Delta V_{\text{REG18}}/V_{\text{REG18}}$	$I_{\text{REG18}} = 1\text{mA}$	-1.7		1.1	%
$\Delta V_{\text{REG18LINE}}$	ラインレギュレーション、 $\Delta V_{\text{REG18}}/\Delta V_{\text{BAT}}$	$I_{\text{REG18}} = 1\text{mA}$	-0.25		0.25	%
$\Delta V_{\text{REG18LOAD}}$	ロードレギュレーション、 $\Delta V_{\text{REG18}}/\Delta I_{\text{REG18}}$	$I_{\text{REG18}} = 1 \sim 16\text{mA}$	-1.5		1.0	%
$I_{\text{REG18_SHORT}}$	短絡電流制限	$V_{\text{REG18}} = 0\text{V}$	16		65	mA
$V_{\text{POR_TH}}$	POR スレッシュホールド	立ち上がりスレッシュホールド	1.55	1.75	1.90	V
$V_{\text{POR_HYS}}$	POR ヒステリシス		105	115	125	mV
$V_{\text{ENAB}}^{(1)}$	SHELF1、SHELF2、SHUTDOWN 状態からデバイスをウェークアップするための $\overline{\text{ENAB}}$ ピン電圧	アクティブ Low 立ち下がりスレッシュホールド			0.65	V
$R_{\text{ENAB}}^{(1)}$	$\overline{\text{ENAB}}$ ピンのプルアップ抵抗			1		M Ω
$V_{\text{STARTUP}}^{(1)}$	SHELF1、SHELF2、SHUTDOWN 状態からデバイスをウェークアップするための最小 PACK ピン電圧			2.0		V

- (1) 設計により規定されています。実製品の検査は行っていません。
 (2) 特性評価によって仕様規定されています。実製品の検査は行っていません。

5.6 低周波数発振器 (LFO)

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
F_{LFO}	動作周波数			65.536		kHz
$F_{\text{LFO_DRIFT}}^{(1)(2)}$	周波数ドリフト		-2.5		2.5	%

- (1) 特性評価によって仕様規定されています。実製品の検査は行っていません。
 (2) 周波数ドリフトは、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ のときにトリムされた周波数から組み込まれ、測定されます。このとき、最小値と最大値は特性に基づくもので、OTP に保存されています。

5.7 高周波発振器 (HFO)

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
F_{HFO}	動作周波数			16.384		MHz
$F_{\text{HFO_DRIFT}}$ (1) (2)	周波数ドリフト	$T_A = -25^\circ\text{C} \sim 65^\circ\text{C}$	-2		2	%
		$T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$	-3.5		3.5	

- (1) 特性評価によって仕様規定されています。実製品の検査は行っていません。
(2) 周波数ドリフトは、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ のときにトリムされた周波数から組み込まれ、測定されます。このとき、最小値と最大値は特性に基づくもので、OTP に保存されています。

5.8 PACK クランプ (PACK_CLAMP)

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$V_{\text{PACK_CLAMP}}$	クランプが有効なときの PACK の立ち上がり電圧	$I_{\text{PACK_CLAMP}} < 1\text{mA}$ 、 $R_{\text{PACK}} = 1\text{k}\Omega$	5.5		7	V
$I_{\text{PACK_CLAMP_PEAK}}$ (2)	クランプが完全に有効になったときのピーククランプ電流	2.5ms の間、 $R_{\text{PACK}} = 1\text{k}\Omega$			22	mA
$I_{\text{PACK_CLAMP_ON}}$ (1)	クランプが完全に有効になったときのクランプ電流	$R_{\text{PACK}} = 1\text{k}\Omega$		18	19	mA

- (1) 特性評価によって仕様規定されています。実製品の検査は行っていません。
(2) ベンチ評価により規定されています。実製品の検査は行っていません。

5.9 A/D コンバータ (VADC)

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$V_{\text{BAT_FS}}$	バッテリー電圧測定のフルスケールレンジ	$V_{\text{IN}} = V_{\text{BAT}}$	-0.2		5.5	V
$V_{\text{BAT_ERR}}$	バッテリー電圧の測定誤差	$V_{\text{IN}} = V_{\text{BAT}}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 2.5 \sim 5.0\text{V}$ 、キャリブレーション後	-4	± 2	4	mV
$V_{\text{TS_FS}}$	外部サーミスタ電圧測定のフルスケールレンジ	$V_{\text{IN}} = V_{\text{TS}}$	-0.2		V_{REG18}	V
$t_{\text{ADC_CONV}}$ (4)	変換時間	シングル変換		11.72		ms
$B_{\text{ADC_ER}}$ (2) (3)	有効分解能	シングル変換	14	15		ビット
$R_{\text{VADC_IN}}$ (1)	実効入力抵抗			8		M Ω

- (1) 設計により規定されています。実製品の検査は行っていません。
(2) 特性評価によって仕様規定されています。実製品の検査は行っていません。
(3) 有効分解能は、データが $\pm 1\text{-LSB}$ 内で 1 シグマの変動を示す分解能として定義されます。
(4) タイミング精度は、 F_{LFO} 精度を基準としています

5.10 クーロン カウンタ (CCADC)

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$V_{\text{CCADC_IN}}$ (3)	入力電圧範囲		-100		100	mV
$V_{\text{CCADC_CM}}$	同相電圧範囲	$V_{\text{SS}} = 0\text{V}$ 、 $2\text{V} \leq V_{\text{BAT}} \leq 5\text{V}$	V_{SS}		V_{BAT}	V

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$V_{\text{CCADC_IN}}$	同相電圧範囲と入力電圧範囲		$V_{\text{CCADC_CM}} - 0.1$		$V_{\text{CCADC_CM}} + 0.1$	V
$V_{\text{CCADC_OFF}}^{(2)}$	オフセット誤差	18 ビット、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、キャリブレーション後	-2		2	LSB ⁽³⁾
$R_{\text{CCADC_IN}}^{(1)}$	実効入力抵抗			1.5		MΩ

- (1) 設計により規定されています。実製品の検査は行っていません。
- (2) 特性評価によって仕様規定されています。実製品の検査は行っていません。
- (3) 18 ビット、1000ms の CCADC 結果に対する LSB サイズは 923nV です

5.11 クーロン カウンタ デジタル フィルタ (CC1)

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$t_{\text{CC1_CONV}}^{(4)}$	変換時間	シングル変換		1000		ms
$B_{\text{CC1_ER}}^{(1)(2)(3)}$	有効分解能	シングル変換		18		ビット

- (1) 特性評価によって仕様規定されています。実製品の検査は行っていません。
- (2) 有効分解能は、データが $\pm 1\text{-LSB}$ 内で 1 シグマの変動を示す分解能として定義されます。
- (3) 入力信号 $\text{DC} = \pm 1\text{mV}$ 、高調波フリー フルスケール
- (4) タイミング精度は、 F_{LFO} 精度を基準としています

5.12 電流測定デジタル フィルタ (CC2)

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$t_{\text{CC2_CONV}}^{(4)}$	変換時間	シングル変換		11.72		ms
$B_{\text{CC2_ER}}^{(1)(2)(3)}$	有効分解能	シングル変換	14	15		ビット

- (1) 特性評価によって仕様規定されています。実製品の検査は行っていません。
- (2) 有効分解能は、データが $\pm 1\text{-LSB}$ 内で 1 シグマの変動を示す分解能として定義されます。
- (3) 入力信号 $\text{DC} = \pm 1\text{mV}$ 、高調波フリー フルスケール
- (4) タイミング精度は、 F_{LFO} 精度を基準としています

5.13 充電電流測定デジタル フィルタ (CC3)

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$t_{\text{CC3_CONV}}^{(4)}$	変換時間	シングル変換		11.72		ms
$B_{\text{CC3_ER}}^{(1)(2)(3)}$	有効分解能	シングル変換	14	15		ビット

- (1) 特性評価によって仕様規定されています。実製品の検査は行っていません。
- (2) 有効分解能は、データが $\pm 1\text{-LSB}$ 内で 1 シグマの変動を示す分解能として定義されます。
- (3) 入力信号 $\text{DC} = \pm 1\text{mV}$ 、高調波フリー フルスケール
- (4) タイミング精度は、 F_{LFO} 精度を基準としています

5.14 ウェークアップ コンパレータ (I-WAKE)

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{BAT} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{BAT} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
V_{WAKE_THR} (1) (3)	ウェークアップ電圧スレッシュホールド範囲	公称設定、 $V_{SRP} - V_{SRN}$ に基づくスレッシュホールド、0.5mV ステップ、標準値はデフォルトのスレッシュホールド	-7.5	± 4.5	7.5	mV
$V_{WAKE_THR_ERR}$ (2)	ウェークアップ電圧スレッシュホールドの誤差	すべての V_{WAKE_THR} 設定、 $V_{WAKE} = V_{SRP} - V_{SRN}$	-250		250	μV

- (1) 設計により規定されています。実製品の検査は行っていません。
 (2) 特性評価によって仕様規定されています。実製品の検査は行っていません。
 (3) 規定された標準値は工場出荷時のデフォルト設定です。データフラッシュの設定は FULL ACCESS モードで変更でき、SEALED モードでロックされます。『BQ27Z855 テクニカルリファレンス マニュアル』を参照してください。

5.15 内部温度センサ (INT_TEMP)

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{BAT} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{BAT} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
V_{INT_TEMP} (1)	内部温度センサ電圧ドリフト	V_{INT_TEMP}	-1.88	-1.83	-1.74	mV/ $^\circ\text{C}$

- (1) 特性評価によって仕様規定されています。実製品の検査は行っていません。

5.16 サーミスタ測定のサポート

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{BAT} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{BAT} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
R_{TS_PU}	内部プルアップ抵抗	公称 18k Ω の設定	14.4	18	21.6	k Ω
$R_{TS_PU_DRIFT}$ (1)	温度範囲での抵抗ドリフト	公称 18k Ω の 25°C での値に対する $-40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$ での変化	-200		200	Ω

- (1) 特性評価によって仕様規定されています。実製品の検査は行っていません。

5.17 ハードウェアベースの保護 (SCOMP) スレッシュホールド (OVP、UVP、OCC、OCD、SCD)

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{BAT} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{BAT} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
V_{OVP} (1) (4)	ハードウェア過電圧保護 (OVP) 検出範囲	$V_{IN} = V_{BAT}$ 、スレッシュホールド範囲、50mV ステップ、標準値はデフォルト	3500	4300	5000	mV
V_{OVP_ACC} (2) (3)	ハードウェア OVP 検出精度	$V_{IN} = V_{BAT}$ 、 $T_A = 0^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ 、 $\text{CHG/DSG} < 1\mu\text{A}$ における C_{LOAD}	-25		25	mV
		$V_{IN} = V_{BAT}$ 、 $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $\text{CHG/DSG} < 1\mu\text{A}$ における C_{LOAD}	-50		50	mV
V_{UVP} (1) (4)	ハードウェア低電圧保護 (UVP) 検出範囲	$V_{IN} = V_{BAT}$ 、スレッシュホールド範囲、50mV ステップ、標準値はデフォルト	2000	2300	4000	mV

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$V_{\text{UVP_ACC}}^{(2)}$ (3)	ハードウェア UVP 検出精度	$V_{\text{IN}} = V_{\text{BAT}}$ 、 $T_A = 0^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ 、 CHG/DSG < 1 μA における C_{LOAD}	-30		30	mV
		$V_{\text{IN}} = V_{\text{BAT}}$ 、 $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 CHG/DSG < 1 μA における C_{LOAD}	-50		50	mV
$R_{\text{PACK-VSS}}$	PACK と VSS の間の抵抗	SHELF2 および SHUTDOWN モードのみ	100	300	550	k Ω
$V_{\text{OCC}}^{(1)(4)}$	ハードウェア充電時の過電流 (OCC) 検出範囲	$V_{\text{IN}} = V_{\text{SRP}} - V_{\text{SRN}}$ 、スレッシュホールド範囲、 1mV ステップ、標準値はデフォルト	4	14	100	mV
$V_{\text{OCD}}^{(1)(4)}$	放電時のハードウェア過電流 (OCD) 検出範囲	$V_{\text{IN}} = V_{\text{SRP}} - V_{\text{SRN}}$ 、スレッシュホールド範囲、 1mV ステップ、標準値はデフォルト	-4	-16	-100	mV
$V_{\text{SCD}}^{(1)(4)}$	放電時のハードウェア短絡電流 (SCD) 検出範囲	$V_{\text{IN}} = V_{\text{SRP}} - V_{\text{SRN}}$ 、スレッシュホールド範囲、 1mV ステップ、標準値はデフォルト	-5	-20	-120	mV
$V_{\text{OCx_ACC}}^{(2)}$	過電流 (OCC、OCD、SCD) の検出精度	$V_{\text{IN}} = V_{\text{SRP}} - V_{\text{SRN}}$ 、 設定 < 20mV、 $T_A = -25^\circ\text{C} \sim 65^\circ\text{C}$	-2.1		2.1	mV
		$V_{\text{IN}} = V_{\text{SRP}} - V_{\text{SRN}}$ 、 設定 < 20mV	-2.1		2.1	mV
		$V_{\text{IN}} = V_{\text{SRP}} - V_{\text{SRN}}$ 、 設定 = 20 ~ 55mV	-3		3	mV
		$V_{\text{IN}} = V_{\text{SRP}} - V_{\text{SRN}}$ 、 設定 = 56 ~ 100mV	-5		5	mV
		$V_{\text{IN}} = V_{\text{SRP}} - V_{\text{SRN}}$ 、 設定 > 100mV	-12		12	mV

- (1) 設計により規定されています。実製品の検査は行っていません。
- (2) 特性評価によって仕様規定されています。実製品の検査は行っていません。
- (3) 規定されたデフォルトのスレッシュホールドにより精度が保証されています。
- (4) 規定された標準値は工場出荷時のデフォルト設定です。データフラッシュの設定は FULL ACCESS モードで変更でき、SEALED モードでロックされます。『BQ27Z855 テクニカル リファレンス マニュアル』を参照してください。

5.18 ハードウェアベースの保護 (SCOMP) のタイミング (OVP、UVP、OCC、OCD、SCD)

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$t_{\text{OVP}}^{(1)(2)(3)}$	OVP 検出遅延オプション	854 μs ステップで 8191 の遅延オプションを構成可能。工場出荷時のデフォルト = 1171 カウント = 1 秒 (標準)	0.854	1000	6999	ms
$t_{\text{UVP}}^{(1)(2)(3)}$	UVP 検出遅延オプション	854 μs ステップで 255 の遅延オプションを構成可能。工場出荷時のデフォルト = 117 カウント = 100ms (標準)	0.854	100	218	ms
$t_{\text{OCC}}^{(1)(2)(3)}$	OCC 検出遅延オプション	854 μs ステップで 127 の遅延オプションを構成可能。工場出荷時のデフォルト = 10 カウント = 8.5ms (標準)	0.854	8.5	109	ms
$t_{\text{OCD}}^{(1)(2)(3)}$	OCD 検出遅延オプション	854 μs ステップで 127 の遅延オプションを構成可能。工場出荷時のデフォルト = 18 カウント = 15.4ms (標準)	0.854	15.4	109	ms
$t_{\text{SCD}}^{(1)(2)(3)}$	SCD 検出遅延オプション	122 μs ステップで 7 の遅延オプションを構成可能。工場出荷時のデフォルト = 1 カウント = 122 μs (標準)	0	122	732	μs
$t_{\text{WAKE_CC}}^{(1)}$ $(2)(3)$	充電中の電流ウェーク検出遅延オプション	854 μs ステップで 31 の遅延オプションを構成可能。工場出荷時のデフォルト = 7 カウント = 6.0ms (標準)	0.854	6.0	26.5	ms

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$t_{\text{WAKE_CD}}$ (1) (2) (3)	放電中の電流ウェーク検出遅延オプション	854 μs ステップで 31 の遅延オプションを構成可能。工場出荷時のデフォルト = 14 カウント = 12.0ms (標準)	0.854	12.0	26.5	ms

- (1) ベンチ評価により規定されています。実製品の検査は行っていません。
(2) 規定された標準値は工場出荷時のデフォルト設定です。データフラッシュの設定は FULL ACCESS モードで変更でき、SEALED モードでロックされます。『BQ27Z855 テクニカルリファレンス マニュアル』を参照してください。
(3) LFO 周波数誤差は含まれません

5.19 電流リミッタ

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
定電圧 (CV) レギュレーション						
$V_{\text{BAT_REG_RNG}}$ (1) (4)	BAT 充電電圧レギュレーション範囲	ファームウェアでプログラム可能な範囲、10mV ステップ	3500	4200	4650	mV
$V_{\text{BAT_REG_ACC}}$ (2)	BAT 充電電圧精度	すべての $V_{\text{BAT_REG}}$ 設定、 $V_{\text{BAT_REG}} = 4200\text{mV}$ での標準測定	-0.5		0.5	%
定電流 (CC) レギュレーション						
$I_{\text{CHG_RNG}}$ (1) (3) (4)	充電電流レギュレーション範囲	ファームウェアでプログラム可能な範囲	5		2000	mA
$I_{\text{CHG_ACC}}$ (2)	充電電流精度	$V_{\text{SRP}} - V_{\text{SRN}}$ 、 $I_{\text{CHG}} = 50\text{mA}$ 、 $R_{\text{SENSE}} = 10\text{m}\Omega$ 、キャリブレーション後	45	50	55	mA
$I_{\text{CHG_ACC}}$ (2)	充電電流精度	$V_{\text{SRP}} - V_{\text{SRN}}$ 、 $I_{\text{CHG}} = 150\text{mA}$ 、 $R_{\text{SENSE}} = 10\text{m}\Omega$ 、キャリブレーション後	135	150	165	mA
$I_{\text{CHG_ACC}}$ (2)	充電電流精度	$V_{\text{SRP}} - V_{\text{SRN}}$ 、 $I_{\text{CHG}} = 800\text{mA}$ 、 $R_{\text{SENSE}} = 10\text{m}\Omega$ 、キャリブレーション後	720	800	880	mA
$I_{\text{TERM_RNG}}$ (1) (4)	終端電流レギュレーション範囲	ファームウェアでプログラム可能な範囲	1		400	mA
$I_{\text{TERM_ACC}}$ (2)	終端電流の精度	$V_{\text{SRP}} - V_{\text{SRN}}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT_REG}} = 4.2\text{V}$ 、 $I_{\text{TERM}} = 5\text{mA}$ 、 $R_{\text{SENSE}} = 10\text{m}\Omega$ 、ポキャリブレーション後	4.5	5	5.5	mA
リニア モードと MINSYS モード						
$V_{\text{LIN_RNG}}$	リニア モード動作電圧範囲	リニア モードは、 $V_{\text{BAT}} = 2.4\text{V}$ で開始 ($V_{\text{LIN_START}}$) し、ファームウェアベースの ZVCHG からの終了時に V_{BAT} が上昇します	2.05		5.0	V
V_{MINSYS} (1) (4)	充電電流が低減したときの PACK 電圧スレッショルド	ファームウェアでプログラム可能な範囲、25mV ステップ	2750	3800	4500	mV
$V_{\text{MINSYS_ACC}}$	V_{MINSYS} の精度	DC の精度	-200		200	mV
補助モードと理想ダイオード (ID) モード						
$V_{\text{TH_ON}}$	補助モードまたは ID_ON エントリ スレッショルド	$V_{\text{BAT}} = 3.6\text{V}$ 、 $V_{\text{BAT}} > V_{\text{UVP}}$ 、 V_{PACK} (5) — V_{BAT} 、 $R_{\text{PACK}} = 1\text{k}\Omega$	-25	-20	-15	mV
$V_{\text{TH_OFF}}$	補助モード終了スレッショルド	$V_{\text{BAT}} = 3.6\text{V}$ 、 $V_{\text{BAT}} > V_{\text{UVP}}$ 、 V_{PACK} (5) — V_{BAT} 、 $R_{\text{PACK}} = 1\text{k}\Omega$	-7.5	-5	-2.5	mV
	ID_OFF エントリ スレッショルド	$V_{\text{BAT}} = 3.6\text{V}$ 、 $V_{\text{BAT}} > V_{\text{UVP}}$ 、 V_{PACK} (5) — V_{BAT} 、 $R_{\text{PACK}} = 1\text{k}\Omega$	2.5	5	7.5	

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{BAT} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{BAT} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$V_{TH_OFF_FINE}$	補助または ID の充電電流検出スレッシュホールド	$V_{SRP} - V_{SRN}$		450		μV

- 設計により規定されています。実製品の検査は行っていません。
- ベンチ評価により規定されています。実製品の検査は行っていません。
- プリチャージ (PCHG) と高速充電電流の設定を含みます
- 規定された標準値は工場出荷時のデフォルト設定です。データフラッシュの設定は FULL ACCESS モードで変更でき、SEALED モードでロックされます。『BQ27Z855 テクニカル リファレンス マニュアル』を参照してください。
- R_{PACK} エラーを含みます

5.20 CHG、DSG NFET ドライバ

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{BAT} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{BAT} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
V_{DSG_ON}	DSG FET ドライバのオン出力電圧	$C_{LOAD} = 10\text{nF}$ 、 $V_{BAT} \geq 4\text{V}$	7.9	8.0	8.3	V
		$C_{LOAD} = 10\text{nF}$ 、 $V_{BAT} < 4\text{V}$	$1.95 \times V_{BAT}$	$2 \times V_{BAT}$	$2.1 \times V_{BAT}$	
V_{CHG_ON}	CHG FET ドライバのオン出力電圧	$C_{LOAD} = 10\text{nF}$ 、 $V_{BAT} \geq 4\text{V}$	7.9	8.0	8.3	V
		$C_{LOAD} = 10\text{nF}$ 、 $V_{BAT} < 4\text{V}$	$1.95 \times V_{BAT}$	$2 \times V_{BAT}$	$2.1 \times V_{BAT}$	
V_{DSG_OFF}	DSG FET ドライバのオフ出力電圧	$C_{LOAD} = 10\text{nF}$ 、 $V_{DSG_OFF} = V_{DSG} - V_{SS}$			0.1	V
V_{CHG_OFF}	CHG FET ドライバのオフ出力電圧	$C_{LOAD} = 10\text{nF}$ 、 $V_{CHG_OFF} = V_{CHG} - V_{SS}$			0.1	V
$t_{DSG_RISE}^{(1)}$	DSG FET ドライバ立ち上がり時間	$C_{LOAD} = 10\text{nF}$ 、 V_{DSG_ON} が V_{BAT} の 10% ~ 90% から $V_{DSG_ON}(\text{TYP})$ に変化		400	800	μs
$t_{CHG_RISE}^{(1)}$	CP コンデンサを使用しない CHG FET ドライバ立ち上がり時間	$C_{LOAD} = 10\text{nF}$ 、 V_{CHG_ON} が V_{BAT} の 10% ~ 90% から $V_{CHG_ON}(\text{TYP})$ に変化		400	800	μs
$t_{FET_FALL}^{(1)}$	DSG および CHG FET ドライバ立ち下がり時間	$C_{LOAD} = 10\text{nF}$ 、 V_{FET} が $V_{FET_ON}(\text{TYP})$ から V_{FET_OFF} に変化		50	200	μs

- ベンチ評価により規定されています。実製品の検査は行っていません。

5.21 ゼロボルト充電 (ZVCHG)

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{BAT} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{BAT} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
I_{ZVCHG}	ゼロボルト充電電流	$V_{PACK+} = 5\text{V}$ 、 $V_{BAT} = 0\text{V}$ 、 $R_{PACK} = 1\text{k}\Omega$			5	mA

5.22 汎用入出力 (INT)

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{BAT} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{BAT} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
V_{IH}	High レベル入力電圧	INT	$0.7 \times V_R$ EG18			V
V_{IL}	Low レベル入力電圧	INT			$0.3 \times V_{REG1}$ 8	V

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
V_{OH}	出力電圧 High	INT、 $I_{\text{OH}} = -450\mu\text{A}$	$0.85 \times V_{\text{REG1}}$			V
V_{OL}	出力電圧 Low	INT、 $I_{\text{OL}} = 1\text{mA}$			0.35	V
R_{PD}	内部プルダウン抵抗	INT	80	100	120	k Ω
R_{PU}	内部プルアップ抵抗	INT	80	100	120	k Ω
$C_{\text{IN}}^{(1)}$	入力容量	INT		1.5		pF
$I_{\text{LKG}}^{(1)}$	入力リーク電流	INT		1		μA

(1) 設計により規定されています。実製品の検査は行っていません。

5.23 I²C インターフェイス I/O (SDA、SCL)

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
V_{DDIO}	外部 I/O の電源電圧		1.1		3.6	V
V_{IH}	高入力電圧	SDA、SCL	$0.7 \times V_{\text{DDIO}}$			V
V_{IL}	低入力電圧	SDA、SCL			$0.3 \times V_{\text{DDIO}}$	V
V_{OL}	出力 LOW 電圧	SDA、SCL、 $I_{\text{OL}} = -3\text{mA}$			0.4	V
$C_{\text{IN}}^{(1)}$	入力容量	SDA、SCL			10	pF
$I_{\text{LKG}}^{(1)}$	入力リーク電流	SDA、SCL		0.5		μA

(1) 設計により規定されています。実製品の検査は行っていません。

5.24 I²C インターフェイスのタイミング

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	公称値	最大値	単位
I²C 100kHz						
$f_{\text{SCL}}^{(1)}$	クロック周波数				100	kHz
$t_{\text{HD:STA}}^{(1)}$	START 条件のホールド時間		4			μs
$t_{\text{LOW}}^{(1)}$	SCL クロックの LOW 期間		4.7			μs
$t_{\text{HIGH}}^{(1)}$	SCL クロックの HIGH 期間		4			μs
$t_{\text{SU:STA}}^{(1)}$	リピート START セットアップ時間		4.7			μs
$t_{\text{HD:DAT}}^{(1)}$	ホールド時間のデータ		0			μs
$t_{\text{SU:DAT}}^{(1)}$	セットアップ時間のデータ		250			ns
	データ出力セットアップ時間		250			
$t_r^{(1)(2)}$	SDA と SCL の立ち上がり時間	V_{DDIO} の 30% ~ 70%			1000	ns
$t_f^{(1)(2)}$	SDA と SCL の立ち下がり時間	V_{DDIO} の 30% ~ 70%			300	ns
$t_{\text{SU:STO}}^{(1)}$	ストップ条件のセットアップ時間		4			μs
$t_{\text{BUF}}^{(1)}$	STOP と START 間のバス解放時間		4.7			μs
C_D	各バスラインの容量性負荷				400	pF
I²C 400kHz						

標準値は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 3.8\text{V}$ の場合、最小値 / 最大値は $T_A = -40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{BAT}} = 2.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$ の場合 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	公称値	最大値	単位
$f_{\text{SCL}}^{(1)}$	クロック周波数				400	kHz
$t_{\text{HD:STA}}^{(1)}$	START 条件のホールド時間		0.6			μs
$t_{\text{LOW}}^{(1)}$	SCL クロックの LOW 期間		1.3			μs
$t_{\text{HIGH}}^{(1)}$	SCL クロックの HIGH 期間		0.6			μs
$t_{\text{SU:STA}}^{(1)}$	リピート START セットアップ時間		0.6			μs
$t_{\text{HD:DAT}}^{(1)}$	ホールド時間のデータ		0			μs
$t_{\text{SU:DAT}}^{(1)}$	セットアップ時間のデータ		100			ns
	データ出力セットアップ時間		100			
$t_r^{(1)(2)}$	SDA と SCL の立ち上がり時間	V_{DDIO} の 30% ~ 70%	20		300	ns
$t_f^{(1)(2)}$	SDA と SCL の立ち下がり時間	V_{DDIO} の 30% ~ 70%	$20 \times (V_{\text{DDIO}}/5.5)$		300	ns
$t_{\text{SU:STO}}^{(1)}$	ストップ条件のセットアップ時間		0.6			μs
$t_{\text{BUF}}^{(1)}$	STOP と START 間のバス解放時間		1.3			μs
C_D	各バスラインの容量性負荷				400	pF
I²C 1MHz						
$f_{\text{SCL}}^{(1)}$	クロック周波数				1000	kHz
$t_{\text{HD:STA}}^{(1)}$	START 条件のホールド時間		0.26			μs
$t_{\text{LOW}}^{(1)}$	SCL クロックの LOW 期間		0.5			μs
$t_{\text{HIGH}}^{(1)}$	SCL クロックの HIGH 期間		0.26			μs
$t_{\text{SU:STA}}^{(1)}$	リピート START セットアップ時間		0.26			μs
$t_{\text{HD:DAT}}^{(1)}$	ホールド時間のデータ		0			μs
$t_{\text{SU:DAT}}^{(1)}$	セットアップ時間のデータ		50			ns
	データ出力セットアップ時間		50			
$t_r^{(1)(2)}$	SDA と SCL の立ち上がり時間	V_{DDIO} の 30% ~ 70%			120	ns
$t_f^{(1)(2)}$	SDA と SCL の立ち下がり時間	V_{DDIO} の 30% ~ 70%	$20 \times (V_{\text{DDIO}}/5.5)$		120	ns
$t_{\text{SU:STO}}^{(1)}$	ストップ条件のセットアップ時間		0.26			μs
$t_{\text{BUF}}^{(1)}$	STOP と START 間のバス解放時間		0.5			μs
C_D	各バスラインの容量性負荷				100	pF

(1) 特性評価によって仕様規定されています。実製品の検査は行っていません。

(2) $V_{\text{DDIO}} = 1.2\text{V}$

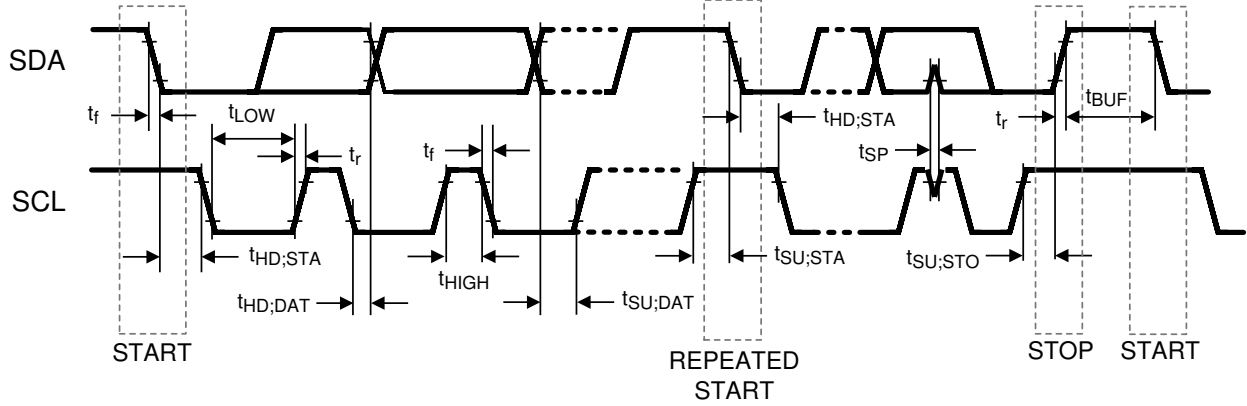


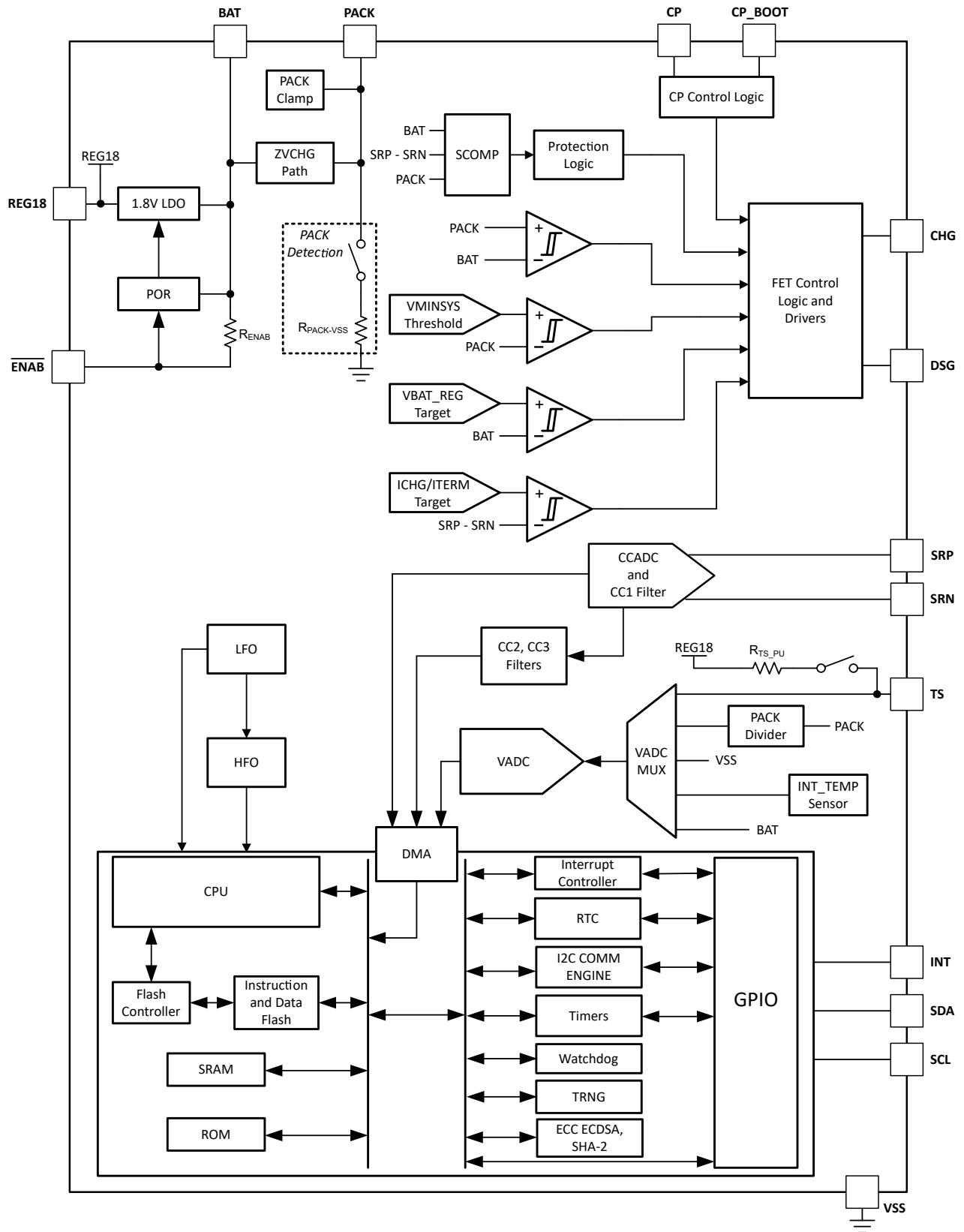
図 5-1. I²C のタイミング図

6 詳細説明

6.1 概要

BQ27Z855 シングル セル バッテリ残量計は、フラッシュベースのファームウェア、ハードウェアおよびファームウェアベースの保護機能、ECC ECDSA および SHA-2 認証を内蔵した統合型バッテリー管理ソリューションで、シングル セル バッテリアーキテクチャの包括的なソリューションを提供します。BQ27Z855 デバイスは、内蔵の電流リミッタと理想ダイオード検出器も内蔵しており、定電流定電圧 (CC-CV) 充電プロファイル制御や、MINSYS およびバッテリー補助モードによる動的なパワー パス マネージメントなどのリニア充電タスクを実行できます。BQ27Z855 は I²C インターフェイス経由でホストシステムと接続し、最新の超低消費電力 32 ビット RISC プロセッサを使用して命令とデータを処理します。高性能の統合アナログ ペリフェラルにより、0.5mΩ までのセンス抵抗をサポートし、電流と電圧データの同時変換により、瞬時の電力計算が可能です。以下のセクションでは、BQ27Z855 シングル セル バッテリ残量計の一部に含まれる全体のブロック図と主要な部品ブロックについて詳しく説明します。

6.2 機能ブロック図



ADVANCE INFORMATION

6.3 機能説明

6.3.1 BQ27Z855 プロセッサ

BQ27Z855 は、32 ビットの RISC Arm M0+ プロセッサ、シングルサイクルの 32 ビット乗算器、24 ビットの SysTick タイマ、ネスト型ベクタ割り込みコントローラ (NVIC) を搭載しています。すべてがプロセッサに内蔵されています。

6.3.2 バッテリ パラメータの測定値

BQ27Z855 デバイスは、2 つの独立した ADC を使用してセルの電圧と電流を同時に測定し、さらに温度を測定して残りのキャパシティ、フル充電キャパシティ、健康状態、その他の残量計パラメータに関する情報を計算します。

6.3.2.1 A/D コンバータ (VADC)

最初の ADC は、汎用電圧測定向けに設計された 16 ビット デルタ シグマ コンバータです。VADC は、チャンネル選択に基づいて、サンプリング中に入力電圧範囲を自動的にスケールします。コンバータの分解能は、フルスケールレンジとビット数の関数で表され、38 μ V の分解能が得られます。

6.3.2.2 VADC マルチプレクサ

VADC マルチプレクサは、デバイスの外部 BAT、PACK、TS ピン、および内部温度センサ (INT_TEMP) への接続を選択できます。さらに、このマルチプレクサは、外部サーミスタ用の内部バイアス回路への TS 入力接続を独立して有効にすることができ、テストやキャリブレーションのためにマルチプレクサ入力を短絡することができます。

6.3.2.3 クーロン カウンタ (CCADC) とデジタル フィルタ (CC1)

第 2 の ADC は、再充電バッテリーの充放電アクティビティ、つまりクーロン カウントを追跡するために特別に設計された積分型 A/D コンバータです。これはシングル チャネルの差動入力を採用しており、SRP 端子と SRN 端子の間にあるセンス抵抗の両端間の電圧差を 923nV の分解能で変換します。差動入力同相電圧範囲は $V_{SS} \sim V_{BAT}$ で、入力範囲 ± 100 mV の 1 直列セルのハイサイドまたはローサイドの検出オプションをサポートしています。

CC1 デジタル フィルタは、デルタ シグマ CCADC フロント エンドから 18 ビットの変換値を生成します。新しい変換は 1 秒ごとに利用できます。

6.3.2.4 内部温度センサ (INT_TEMP)

内部温度センサは BQ27Z855 デバイスで使用でき、温度の測定に必要な外部部品のコスト、消費電力、サイズを削減できます。これはマルチプレクサを使用して VADC によって測定され、さまざまな動作条件下でパックの温度を迅速に判定するのに最適です。

内部温度センサは測定温度を電圧で報告し、デバイス ファームウェアはこの電圧を $^{\circ}$ C 単位の温度に変換して、残量計測および保護のタスクで報告します。たとえば、「内部温度センサ (INT_TEMP) 仕様」表に記載されている V_{INT_TEMP} (TYP) 値と、内部温度センサによって報告される実際の電圧ドリフト値との差が 0.05 mV/ $^{\circ}$ C の場合、これはおよそ $\pm 1^{\circ}$ C の温度誤差に相当します。

6.3.2.5 外部温度センサのサポート

TS 入力は、内部 18k Ω (標準値) 線形化プルアップ抵抗が有効化され、Semitec 103AT-2 などの 10k Ω (25° C) NTC 外部サーミスタの使用に対応しています。NTC サーミスタは、VSS と個別の TS ピンの間に接続してください。次に、入力マルチプレクサを介して VADC がアナログ測定値を取得します。

別のタイプのサーミスタが必要な場合は、デバイスのファームウェアの構成を変更する必要がある場合があります。

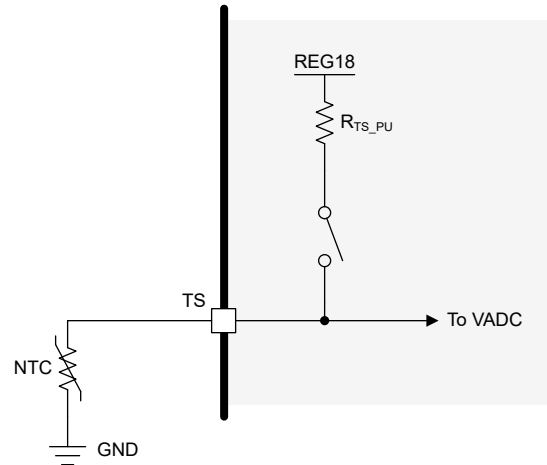


図 6-1. 外部サーミスタのバイアス印加

6.3.3 電源制御

BQ27Z855 デバイスは、電源として BAT ピンを使用します。BAT は、デバイスのリファレンス電圧を供給する内部電圧源および 1.8V LDO に電力を供給します。

6.3.4 ENAB ピン

BQ27Z855 デバイスは、アクティブ Low のデジタル入力 $\overline{\text{ENAB}}$ ピンを使用して、デバイスの SHELF1、SHELF2 または SHUTDOWN 電力モードを終了できます。デジタル入力は、BAT への弱い内部プルアップに接続されています。プッシュボタンを $\overline{\text{ENAB}}$ ピンに接続してピンを Low 状態に駆動し、デバイスの SHELF1、SHELF2 または SHUTDOWN モードを終了できます。

$\overline{\text{ENAB}}$ ピンがデバイスの GND リファレンス (VSS) に直接接続されている場合、BQ27Z855 デバイスは SHELF1、SHELF2 または SHUTDOWN モードに移行できません。

SHELF1、SHELF2 または SHUTDOWN モードの終了にプッシュボタンを使用する必要がない場合は、 $\overline{\text{ENAB}}$ ピンをフローティングのままにできます。また、デバイスが SHELF1、SHELF2 または SHUTDOWN モードに移行する機能が必要な場合は、 $\overline{\text{ENAB}}$ ピンをフローティングのままにすることもできます。

6.3.5 I²C バス通信インターフェイス

BQ27Z855 デバイスは、I²C バス通信インターフェイスを搭載しており、最低 1.2V のロジックと、最大 1MHz の I²C クロック周波数をサポートできます。

6.3.6 低周波数発振器 (LFO)

BQ27Z855 デバイスには、65.536kHz で動作する低周波数発振器 (LFO) が含まれています。

6.3.7 高周波数発振器 (HFO)

BQ27Z855 は、16.384MHz で動作する高周波数発振器 (HFO) を搭載しています。

HFO は LFO 出力に周波数ロックされています。

6.3.8 リアルタイム クロック (RTC)

BQ27Z855 には、次の情報を提供できるリアルタイム クロック (RTC) が搭載されています。

- カレンダー
 - 閏年自動調整機能付きの 4 桁の年
 - 毎月
 - 日
 - 曜日

- 時刻
 - 時間 (24 時間形式、オプションの夏時間調整)
 - 分
 - 秒

RTC は内蔵の LFO から供給され、SHUTDOWN を除くすべての電力モードで有効にできます。

6.3.9 1.8V 低ドロップアウトレギュレータ (REG18)

BQ27Z855 デバイスには 1.8V LDO (REG18) が内蔵され、デバイスの CPU および内部デジタル ロジック用にレギュレートされた電源電圧を供給します。

この LDO には、デバイスの REG18 ピンと VSS ピンの間に、推奨標準容量 1.5 μ F のコンデンサ (C_{REG18}) を接続する必要があります。コンデンサは、デバイスのできるだけ近くに配置する必要があります。

6.3.10 FET ドライバ (CHG、DSG)

BQ27Z855 バッテリ残量計は、充電 (CHG) および放電 (DSG) 制御のための 2 つのハイサイド NMOS FET ドライバを内蔵しており、セルをシステムから接続解除し、充電電流と放電電流の流れを制御します。このデバイスは、バッテリー保護のために 2 つの外部 N チャネル MOSFET を双方向構成で制御します。CHG および DSG FET は、保護障害が検出されると自動的に無効になり、デバイスのファームウェアでプログラムされた回復条件が満たされた場合に再度有効にできます。

6.3.10.1 充電 (CHG) FET ドライバ

本デバイスの充電 (CHG) FET ドライバにより、CHG FET を独立して制御できます。バッテリー過電圧 (OVP) や充電時の過電流 (OCC) など、充電に関連する保護障害が検出されると、CHG FET は自動的に無効になります。デバイス ファームウェアにプログラムされた回復条件が満たされた場合、CHG FET を再度有効にできます。

さらに、BQ27Z855 デバイスの CHG FET をリニア動作モードで制御し、電流リミッタとして機能させ、バッテリーの CC-CV 充電プロファイルを制御することが可能です。これにより、CHG FET を理想ダイオードモードで動作させることも可能になります。このモードでは、CHG FET を有効にして、放電電流がボディダイオードではなく CHG FET を流れるようにし、デバイスに内蔵の理想ダイオードコントローラによって充電電流が検出された場合に無効にすることができます。

デバイスの電流リミッタと理想ダイオード検出器の詳細については、それぞれ [セクション 6.3.15](#) と [セクション 6.3.16](#) を参照してください。

6.3.10.2 放電 (DSG) FET ドライバ

本デバイスの放電 (DSG) FET ドライバにより、DSG FET を独立して制御できます。DSG FET は、バッテリー低電圧 (UVP)、放電時の過電流 (OCD)、放電時の短絡 (SCD) など、放電に関連する保護障害が検出された場合、自動的に無効になります。デバイス ファームウェアにプログラムされた回復条件が満たされた場合、DSG FET を再度有効にできます。

6.3.11 ゼロボルト充電 (ZVCHG)

ZVCHG (0V 充電) は、著しく消耗したバッテリーを充電できる特殊な機能です。BQ27Z855 では、抑制なしで ZVCHG を有効にしています。これは、著しく消耗したバッテリーを、最低 0V の電圧で充電できることを意味します。

バッテリーパックの PACK+ 端子に電圧を印加すると、BQ27Z855 デバイスは PACK ピンから BAT ピンへの内部パスを経由して、デバイス内で ZVCHG 電流を導通します。バッテリーパックの PACK+ 端子とデバイス電流の PACK ピン間の抵抗は、デバイスを流れる ZVCHG 電流 (I_{ZVCHG}) を制限し、バッテリーの充電またはセカンダリプロテクタの起動に使用される ZVCHG 電流を効果的に設定します。I_{ZVCHG} は、「[ゼロボルト充電の仕様](#)」表に記載されているように I_{ZVCHG} (MAX) に制限されます。

V_{BAT} が、デバイス ファームウェアによってバッテリーを ZVCHG 状態に認定されるためのエントリ スレッショルドを下回っている場合、BQ27Z855 デバイスは CHG と DSG の両 FET を無効にし、バッテリーパックの PACK+ 端子に電圧が印加されたらすぐにゼロボルト充電を開始できます。バッテリーが十分に充電され、V_{BAT} がデバイス ファームウェアにプログラムさ

れた終了スレッシュホールドに達すると、デバイスはゼロボルト充電の導通を停止して、FET をオンにできるかどうかを評価します。

デバイスが ZVCHG 状態のとき、CHG および DSG FET は両方とも無効化されます。

V_{BAT} がデバイス POR スレッシュホールド (V_{POR_TH} — V_{POR_HYS}) を下回っているとき、またはデバイスが SHUTDOWN モードになっているとき、デバイスを通る ZVCHG パスが有効になります。

ZVCHG 機能を使用しない場合、より大きな抵抗値の R_{PACK} を使用できます。

注意

一部のバッテリープロバイダは、消耗した (自己放電した) バッテリの充電を推奨していません。ZVCHG バッテリチャージャを機能させるかどうかを判定するには、バッテリーの製造元に問い合わせてください。

BQ27Z855 は、安全性を確保するために、ゼロボルト充電を抑制する機能を備えた追加のプロテクタ ユニットの少なくとも 1 つ備えたバッテリーシステムで使用できるように特別に設計されています。これにより、バッテリーが意図せず極度に低い電圧レベルまで自己放電することや、バッテリーに不可逆的な損傷を引き起こす可能性がある非常に低いバッテリー電圧で充電を開始することを防止できます。

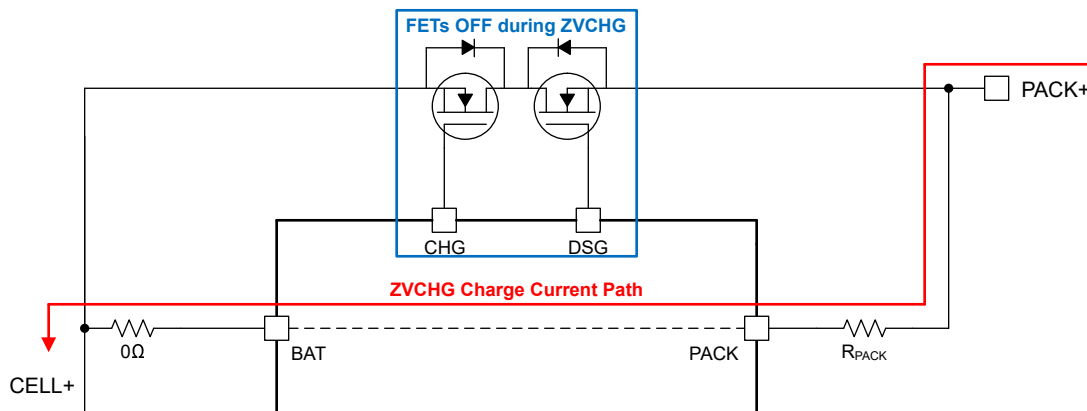


図 6-2. ゼロボルト充電パス

6.3.12 内蔵保護

BQ27Z855 バッテリ残量計は、バッテリーおよびシステムの保護のために、ハードウェアおよびファームウェアベースの多様な保護機能をサポートしており、デバイス ファームウェアを使用して簡単に構成できます。

6.3.12.1 ハードウェア ベース保護

BQ27Z855 デバイスは、複数の電圧および電流状態の検出に使用される共有コンパレータ (SCOMP) を使用したハードウェア障害検出用のモジュールを搭載しており、異常な電圧または電流状態が検出されると、CHG または DSG FET をオフにすることができます。このような検出には以下のものがあります。

- 過電圧保護
- 低電圧保護
- 充電時の過電流保護
- 放電時の過電流保護
- 放電時の短絡電流保護

6.3.12.1.1 過電圧保護 (OVP)

過電圧 (OVP または HCOV) 機能は、異常に高いバッテリー電圧を検出します。OVP スレッシュホールドおよび遅延時間は、デバイス ファームウェアにより構成できます。検出回路には、CHG FET を無効化する前の遅延設定が組み込まれていま

す。OVP イベントが発生すると、**Safety Status (安全ステータス)** フラグ ビットが 1 に設定され、クリアされて故障状態が解除されるまでラッチされます。

6.3.12.1.2 低電圧誤動作防止 (UVP)

低電圧 (UVP または HCUV) 機能は、異常に低いバッテリー電圧を検出します。UVP スレッシュホールドおよび遅延時間は、デバイス ファームウェアにより構成できます。検出回路には、DSG FET を無効化する前の遅延設定が組み込まれています。UVP イベントが発生すると、**Safety Status (安全ステータス)** フラグ ビットが 1 に設定され、クリアされて故障状態が解除されるまでラッチされます。

6.3.12.1.3 充電保護時の過電流 (OCC)

充電時過電流 (OCC または HOCC) 機能は、充電方向の異常に大きい電流を検出します。OCC スレッシュホールドおよび遅延時間は、デバイス ファームウェアにより構成できます。検出回路には、CHG FET を無効化する前の遅延設定が組み込まれています。OCC イベントが発生すると、**Safety Status (安全ステータス)** フラグ ビットが 1 に設定され、クリアされて故障状態が解除されるまでラッチされます。

6.3.12.1.4 放電時の過電流保護 (OCD)

放電時過電流 (OCD または HOCD) 機能は、放電方向の異常に大きい電流を検出します。OCD スレッシュホールドおよび遅延時間は、デバイス ファームウェアにより構成できます。検出回路には、DSG FET を無効化する前の遅延設定が組み込まれています。OCD イベントが発生すると、**Safety Status (安全ステータス)** フラグが 1 に設定され、クリアされて故障状態が解除されるまでラッチされます。

6.3.12.1.5 放電時の短絡電流保護 (SCD)

放電時の短絡電流 (SCD または HSCD) 機能は、放電方向での致命的な電流状態を検出します。SCD スレッシュホールドおよび遅延時間は、デバイス ファームウェアにより構成できます。検出回路には、DSG FET を無効化する前の遅延設定が組み込まれています。SCD イベントが発生すると、**Safety Status (安全ステータス)** フラグ ビットが 1 に設定され、クリアされて故障状態が解除されるまでラッチされます。

6.3.12.1.6 ウェークアップ コンパレータ (I-WAKE)

BQ27Z855 デバイスは、外付けのセンス抵抗に大きな充電電流または放電電流が流れていることが検出された場合に、SLEEP および DEEP SLEEP モードから復帰する機能を備えています。本デバイスは、デバイス ファームウェアで構成可能な充電電流 (WAKE_CC) と放電電流 (WAKE_CD) を検出するための 2 つの独立した電流ウェーク スレッシュホールドを備えています。

6.3.12.2 ファームウェアベースの保護機能

ハードウェアベースの保護機能に加えて、BQ27Z855 デバイスには、複数の電圧および電流状態を検出し、異常な電圧または電流状態が検出された場合、CHG または DSG FET をオフにするファームウェアベースの保護機能が多数搭載されています。これらのファームウェアベースの保護機能は、1 次側と 2 次側の保護に分割されています。

6.3.12.2.1 1 次側保護機能

1 次側保護は、異常な電圧または電流状態が検出されたときに CHG または DSG FET を無効にし、異常状態が解消されたときにデバイスが回復して適切な FET をオンに戻すことができる保護機能です。

BQ27Z855 バッテリ残量計は、バッテリーおよびシステム保護のために以下の 1 次側保護機能をサポートしています。これらは、デバイス ファームウェアを使用して構成できます。

- セル低電圧保護 (CUV)
- セル過電圧保護 (COV)
- CHARGE 時の過電流 (OCC)
- DISCHARGE 時の過電流 (OCD)
- CHARGE 時の過熱 (OTC)
- DISCHARGE 時の過熱 (OTD)
- CHARGE 時の温度不足 (UTC)

- DISCHARGE 時の温度不足 (UTD)
- プリチャージ タイムアウト (PTO)
- 高速充電タイムアウト (CTO)

6.3.12.2.2 2 次側保護機能

2 次側保護機能は、より深刻な障害を通知したり、バッテリーパックの使用を永続的に無効にしたりするために使用できる保護機能です。

BQ27Z855 バッテリー残量計は、バッテリーおよびシステム保護のために以下の 2 次側保護機能をサポートしています。これらは、デバイス ファームウェアを使用して構成できます。

- 安全セル低電圧 (SUV)
- 安全セル過電圧 (SOV)
- CHG FET の故障 (CFETF)
- DSG FET の障害 (DFETF)

6.3.13 バッテリー残量計

BQ27Z855 は、Dynamic Z-Track™ アルゴリズムを使用して、バッテリー セルで使用可能な容量を測定し、計算します。BQ27Z855 は、充電電流と放電電流の測定値を蓄積し、バッテリーの温度、充電状態、緩和時間定数に関する充電電流の測定値を補償します。BQ27Z855 は、バッテリーの自己放電を推定するほか、温度に基づく自己放電の推定値も調整します。

Dynamic Z-Track™ アルゴリズムの理論と実装については、Dynamic Z-Track™ のアプリケーション ノート を参照してください。 [Dynamic Z-Track™ テクノロジー: 動的負荷アプリケーション向けの高度なバッテリー残量計アルゴリズム](#)。

6.3.14 高度なバッテリー アルゴリズム

Dynamic Z-Track™ アルゴリズムを使用したバッテリー残量計に加えて、BQ27Z855 デバイスは一連の高度なバッテリー アルゴリズムを搭載しており、シリコン アノードを使用してリチウムイオン セルのケミストリをサポートし、追加のバッテリー監視機能と追加情報をシステム ホスト デバイスに提供します。

各個別のアルゴリズムの詳細については、『BQ27Z855 テクニカル リファレンス マニュアル』のそれぞれのセクションを参照してください。

6.3.14.1 シリコン アノード系のサポート

シリコンベースのアノードを使用するリチウムイオン バッテリーは、グラファイトベースのアノードを使用するリチウムイオン バッテリーに比べて、独自の利点があります。主な利点は、シリコン アノードを使用した リチウムイオン セルは、グラファイト アノードを使用したリチウムイオン セルよりもエネルギー密度が高くなる傾向があることです。しかし、リチウムイオン電池のアノードではシリコンがグラファイトよりも早く劣化するため、シリコン アノード セルの開回路電圧 (OCV) 曲線はセルの経年劣化とともに変化します。この OCV 曲線のシフトは、少量のシリコン (最大 20%) を含むバッテリーで特によく見られます。

BQ27Z855 デバイスは、デバイス ファームウェアによって Dynamic Z-Track™ テクノロジーの予測モデリングを使用して OCV 曲線のシフトを追跡することにより、小型および主要なシリコン タイプの両方でシリコン アノード セルを正確に計測するためのサポートを可能にします。

6.3.14.2 内部短絡表示 (ISI)

リチウムイオン セルは通常、自己放電電流またはリーク電流のレベルが非常に低く、セルが健全であることを示します。ただし、異常に高いリーク電流は、通常、リチウムイオン セル内の銅デンドライトの蓄積が原因で発生し、セルの重大な安全性の懸念を示している可能性があります。

BQ27Z855 デバイスは、ファームウェアを介して有効化でき、バッテリー セルのリーク電流を測定することでバッテリーに内部短絡があるかどうかを判断し、リーク電流がプログラムされたスレッショルドを超えた場合にシステム ホストに警告して、ホストが介入して適切なアクションを実行するようにできます。

6.3.14.3 バッテリー膨張検出 (BSD)

リチウムイオンセル、特にポーチセルの寿命全体にわたって、使用中にセル内でガスが蓄積したことにより、バッテリーが大きくなったり膨張したりすることがあります。このバッテリーの膨張は、バッテリーインピーダンスの変化と相関しています。

BQ27Z855 は、ファームウェアを介して有効化でき、バッテリーのインピーダンスを追跡し、追跡されたバッテリーインピーダンスの変化がバッテリー膨張の可能性を示している場合にシステムホストに警告します。これにより、ホストが介入し、適切な処置を講じることができます。

6.3.15 内蔵の電流リミッタと充電制御機能を

BQ27Z855 デバイスは、デバイスの内蔵電流リミッタを使用する、またはシステムで BQ27Z855 デバイスとともにスマートチャージャを使用する場合に、充電制御機能をサポートしています。

本デバイスは、ファームウェアを介してバッテリーを充電したり、システム内のスマートチャージャと連携したりするように構成できます。どちらの構成でも、デバイスの内蔵電流リミッタまたはスマートチャージャに対する充電電流と充電電圧は、データフラッシュ内でプログラムできます。

6.3.15.1 内蔵電流リミッタ

BQ27Z855 には、CHG FET をリニア動作モードで制御してリニアチャージャとして機能する電流リミッタ機能が内蔵されています。このリニアチャージャ機能により、BQ27Z855 デバイスは、ファームウェアでプログラム可能な多数の設定と制御を使用して、バッテリーの充電を直接かつ自律的に制御できます。

これらのバッテリー充電機能と制御機能は、以下のとおりです。

- デバイスのデータフラッシュのプログラム可能な充電プロファイルのスレッシュホールドと設定に基づいて、充電電流と充電電圧を制御します
- 最大 5 つのプログラム可能な定電流ステップと定電圧ステップにより、ステップ充電プロファイルを使用してバッテリーを充電できます
- アクティブな温度範囲 (JEITA 温度範囲 T1、T2、T3、T4、T5、および T6) に基づいて、定電流-定電圧 (CC-CV) 充電プロファイルの充電電圧と充電電流を調整します
- 標準温度範囲内のサブ範囲など、より複雑な充電プロファイルを提供します
- プリチャージ / ゼロボルト充電を提供します
- MINSYS およびバッテリー補助モードによる動的なパワーパスマネージメントをサポートしています
- ハードウェアベースまたはファームウェアベースの保護など、特定の安全条件が検出されたとき、充電を無効化します
- バッテリーの温度がプログラム範囲外である場合に、充電禁止と充電中断を実行します
- 充電アラームと放電アラームを有効にして、充電故障を報告し、充電ステータスを示します
- I²C バス通信インターフェイスを使用して、充電電流と充電電圧をシステム側のホストに報告します
- セルの経年劣化に対応するために、充電電流と充電電圧を低減します

6.3.15.1.1 CHG FET ステートマシン

BQ27Z855 の CHG FET の出力は、CHG FET FSM ロジックによって制御され、デバイスファームウェアと複数のシステムパラメータによって操作できます。

デバイスのデータフラッシュおよびシステムパラメータのプログラム可能な設定に応じて、デバイスファームウェアの移行には オフ、オン、リニア、理想ダイオードの 4 つの異なるモードがあります。デバイスが動作している電流モードに応じて、デバイスは特定の状態で動作し、モード内の状態間でハードウェアベースの遷移を行うことができます。

デバイスのファームウェアは、デバイスの動作モードを決定しますが、デバイスのデジタルハードウェアは、デバイスの動作モード内の状態を決定します。

CHG FET FSM ロジックの詳細については、[図 6-3](#) を参照してください。

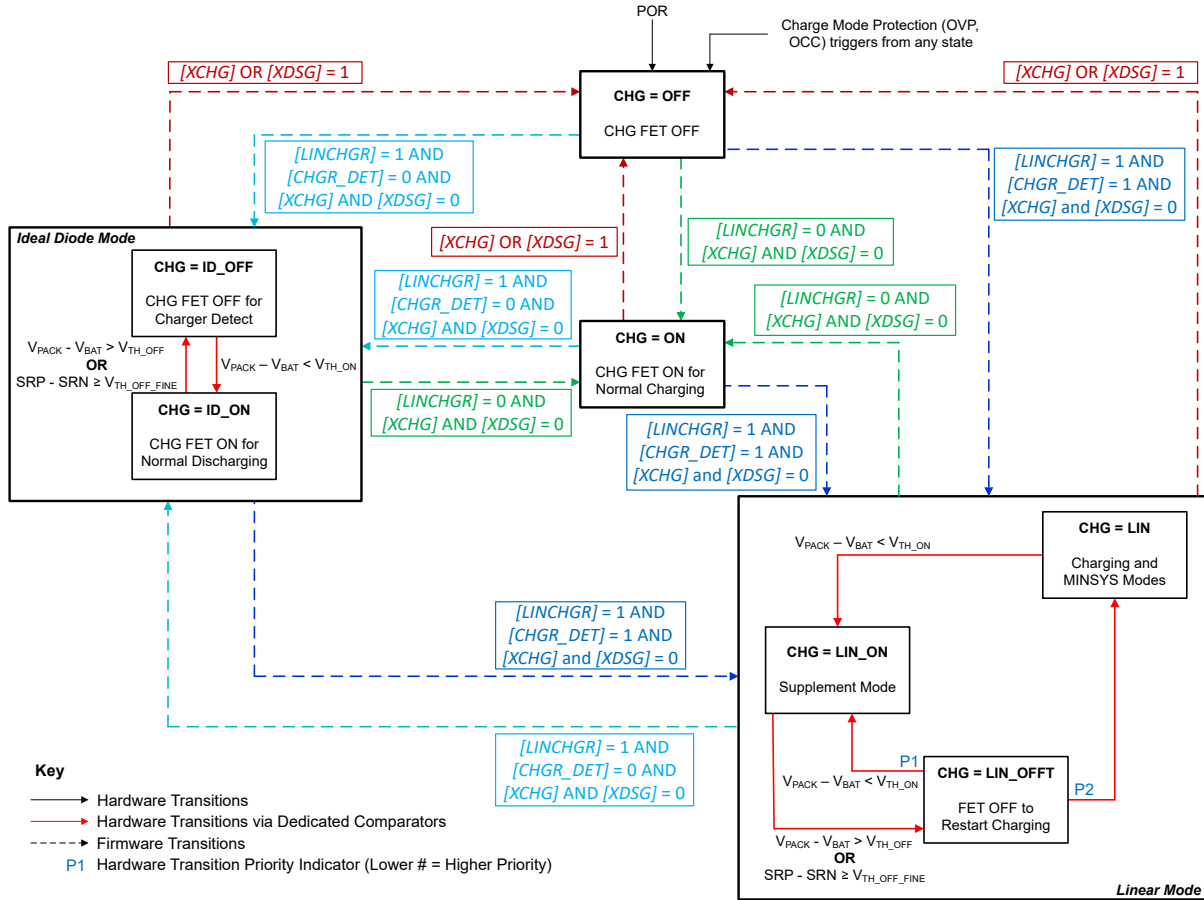


図 6-3. CHG FET の状態図

CHG FET FSM ロジックは、次の主な検討事項で CHG FET の状態を制御します。

- ファームウェア遷移は、ハードウェア遷移をオーバーライドし、ハードウェアベースの保護回路の後に最高の優先度を取ります
- リニアおよび理想ダイオード モードで利用可能なハードウェア遷移は、複数のシステム パラメータをチェックし、デバイスとシステムが適切に動作することを保証します。
 - PACK ピンと BAT ピンの電圧間の専用電圧コンパレータ (DCOMP) は、 $V_{PACK} - V_{BAT} < V_{TH_ON}$ が CHG FET をオンにし、 $V_{PACK} - V_{BAT} > V_{TH_OFF}$ が CHG FET をオフにするタイミングを検出します
 - クーロン カウンタ ベースの充電電流測定デジタル フィルタ (CC3) は、 $V_{SRP} - V_{SRN} \geq V_{TH_OFF_FINE}$ が CHG FET をオフにするタイミングを検出します
- 状態終了遷移の優先度は P1、P2 などとして示され、P1 は最も優先度の高い遷移です
- デバイスがオフ、オン、ID_ON を除くすべての状態にあるとき、HFO は自動的にイネーブルになり、デバイスの消費電力を低減します。

表 6-1. CHG FET FSM のモードと状態

モード	状態	充電器の機能
OFF	OFF	ZVCHG、充電が無効です
ON	ON	通常の充電または放電
リニア	LIN	PCHG、CC、CV、MINSYS
	LIN_ON	補助
	LIN_OFFFT	

表 6-1. CHG FET FSM のモードと状態 (続き)

モード	状態	充電器の機能
理想ダイオード	ID_OFF	充電器検出、VCT
	ID_ON	通常放電、充電器を削除

6.3.15.1.2 リニア モード

リニア モードでは、BQ27Z855 デバイスは、外部 CHG FET をリニア動作モードで制御して、充電電流、充電電圧、および CHG FET 状態を調整します。

充電電流と充電電圧に影響を及ぼす制御ループがいくつかあります。

- 定電流ループ (CC)
- 定電圧ループ (CV)
- MINSYS ループ
- バッテリ補助ループ

バッテリ充電中はすべての制御ループが有効になり、支配的ループが他のループを制御することになります。

本デバイスは、充電電圧レギュレーション (V_{BAT_REG})、充電電流レギュレーション (I_{CHG})、充電電流を低減するための PACK 電圧スレッシュホールド (V_{MINSYS}) などのプログラム可能なバッテリ充電プロファイル パラメータを通じて、シングルセル アプリケーションのさまざまなバッテリ ケミストリとシステム要件をサポートします。デバイス データ フラッシュ内のプログラム可能なすべてのバッテリ充電プロファイル パラメータの一覧については、『BQ27Z855 テクニカル リファレンス マニュアル』を参照してください。

6.3.15.1.2.1 バッテリ充電プロセス

デバイスがバッテリ パックの PACK+ 端子に有効な入力電圧源が接続されていることを検出し、デバイスの内蔵電流リミッタ機能が有効な場合、[CHGR_DET] ビットの状態によって、バッテリ充電が開始されるかどうかが決まります。[CHGR_DET] ビットが High になり、バッテリ充電が開始できる場合、デバイスはリニア モードに遷移します。バッテリ充電中、CHG FET はリニア モードで CHG = LIN 状態になります。

CHG FET をオフにすることにより、バッテリ充電は無効になります。[XCHG] ビットが設定されている場合 (OVP や OCC などのハードウェアまたはファームウェア ベースの充電モード保護が作動した場合など)、または [LINCHGR] ビットがクリアされている場合、CHG FET はオフになり、CHG = ID_OFF 状態に遷移します。デバイスの電流リミッタが無効になっている場合、CHG FET は代わりに CHG = OFF 状態に遷移します。

図 6-4 に、標準的な CC-CV バッテリ充電プロファイルを示します。

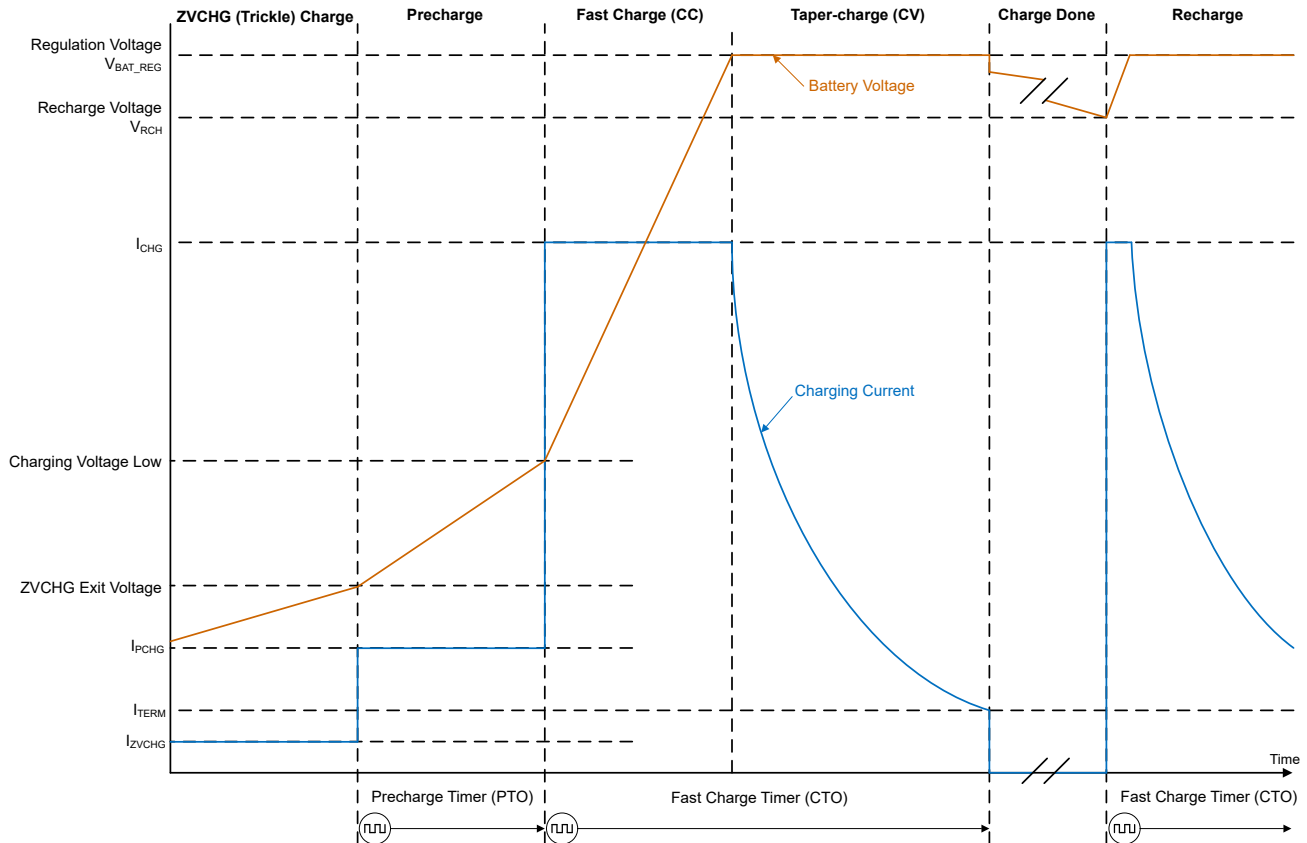


図 6-4. 標準的な CC-CV バッテリー充電プロファイル

図 6-5 は、[CHGR_DET] ビットの状態に関係なく、BQ27Z855 デバイスが実行し、ステート マシンを介して追跡する CC-CV バッテリー充電サイクルを示しています。デバイスは、CHG FET FSM を介して CHG FET の状態を制御すると同時に、バッテリーが現在の充電プロファイル状態で動作しているかを制御します。

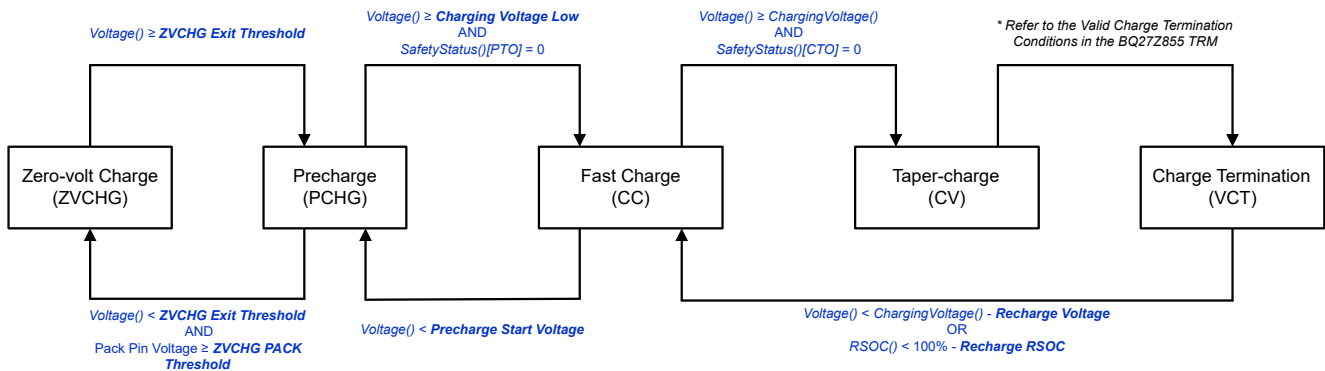


図 6-5. リニア充電プロファイル ステート マシン

6.3.15.1.2.2 ゼロボルト充電 (ZVCHG)

BQ27Z855 デバイスは、ゼロボルト充電 (ZVCHG) またはトリクル充電機能を使用して、著しく消耗したバッテリーの充電をサポートしています。バッテリーの損傷を防ぐため、バッテリーがプログラム可能な **ZVCHG Exit Threshold (ZVCHG 終了レシヨルド)** データ フラッシュ パラメータを下回り、PACK+ に有効な入力電圧源が存在する場合、デバイスは非常に低い電流レベル (I_{ZVCHG}) でバッテリーを充電します。

ZVCHG モードでは、デバイスは CHG FET と DSG FET の両方を無効にするため、CHG FET は CHG = OFF 状態になります。

BQ27Z855 デバイスの ZVCHG 機能の詳細な説明については、[セクション 6.3.11](#) を参照してください。

6.3.15.1.2.3 プリチャージ(PCHG)

バッテリー電圧がプログラムされた **ZVCHG Exit Threshold (ZVCHG 終了スレッシュホールド)** 値以上になると、デバイスはリニアモードに移行し、CHG FET は CHG = LIN 状態になり、プリチャージモードで動作します。プリチャージモードでは、デバイスは充電電流レギュレーションレベル I_{CHG} で、定電流 (CC) ループを介してバッテリーを充電します。本デバイスは、デバイスのデータフラッシュ内でプログラミングされた **Pre-Charging:Current (プリチャージ:電流)** 値に従って、 I_{CHG} を調整します。バッテリーがプログラムされた **Charging Voltage Low (充電電圧 Low)** 値に達すると、デバイスは高速充電モードで動作し、プログラムされた I_{CHG} 値に従ってバッテリーを充電します。

有効にすると、プリチャージタイムアウト保護 (PTO) 安全タイマがデバイスがプリチャージモードで過ごした時間をカウントし、累積時間が **PTO:Delay (PTO:遅延)** スレッシュホールドを超えると充電を無効にできます。

6.3.15.1.2.4 高速充電(CC)

BQ27Z855 デバイスには、バッテリー電圧がプログラムされた **Charging Voltage Low (充電電圧 Low)** 値に達したときにバッテリーの充電を制御するための 2 つのメインループ、定電流 (CC) ループと定電圧 (CV) ループがあります。

デバイスが高速充電 (CC) モードの場合、CC ループが支配的になり、デバイスが現在動作している温度範囲とバッテリー電圧範囲に基づいて、充電電流レギュレーションレベル I_{CHG} でバッテリーが充電されます。CC ループが充電電流を調整できるさまざまな I_{CHG} 設定は、デバイスのデータフラッシュ内で構成可能です (『BQ27Z855 テクニカルリファレンスマニュアル』の「充電電流」セクションを参照してください)。CC ループは、ハードウェアまたはファームウェアベースの保護トリップ (JEITA 温度関連の保護を含む) によって充電が無効になっている場合、MINSYS ループがアクティブになっている場合、を除き、適切な I_{CHG} 設定で充電電流を制御します。

有効にすると、高速充電タイムアウト保護 (CTO) 安全タイマがデバイスが高速充電モードとテーパー充電モードで過ごした時間をカウントし、累積時間が **CTO:Delay (CTO:遅延)** スレッシュホールドを超えると充電を無効にできます。

6.3.15.1.2.5 テーパー充電(CV)

バッテリー電圧が充電電圧レギュレーションターゲット (V_{BAT_REG}) に達すると、デバイスはテーパー充電モードで動作します。CV ループが支配的になり、充電電流が自然に減少し始めます。CV ループが現在の温度範囲に基づいて充電電圧を調整できるさまざまな V_{BAT_REG} 設定は、デバイスのデータフラッシュ内で構成できます (『BQ27Z855 テクニカルリファレンスマニュアル』の「充電電圧」セクションを参照)。充電電流が **Charge Term Taper Current (充電終了テーパー電流)** データフラッシュパラメータでプログラムされた終端電流ターゲット (I_{TERM}) に達し、『BQ27Z855 テクニカルリファレンスマニュアル』に記載されている有効な充電終了条件がすべて満たされると、バッテリーの充電が完了し、デバイスは [VCT] ビットを設定します。

6.3.15.1.2.6 充電終了(VCT)

充電電流がプログラム可能な I_{TERM} 値に達し、かつ『BQ27Z855 テクニカルリファレンスマニュアル』に記載されているすべての有効な充電終了条件が満たされると、デバイスは自動的に充電を終了します。終了後、デバイスは充電終了モードで動作し、CHG FET を無効にして、システム負荷へのバッテリーを接続解除します。デバイスは、CHG FET を理想ダイオードモードに遷移させて CHG = ID_OFF に設定することで、CHG FET を無効にします。入力電圧源が接続されている限り、システム負荷に電力を供給します。

終了は、テーパー充電動作中に CV ループがアクティブかつ支配的である場合にのみ有効になります。MINSYS ループまたはバッテリー補助がアクティブの間に充電電流が I_{TERM} に達すると、終了は無効になります。デバイスの電流リミッタは、バッテリーがターゲットの CV 電圧に達したために電流が I_{TERM} まで低下した場合にのみ充電を終了します。これは、前述の制御ループによって課せられる充電電流の制限によるものではありません。

終了後、CHG FET は無効化され、バッテリー電圧が監視されて、プログラム可能な再充電電圧 (V_{RCH}) スレッシュホールドまで低下したかどうかを確認します。低下した場合は、新しい充電サイクルが確立されます。安全タイマはリセットされます。充

電中、または充電終了値に達した場合でも、本デバイスはバッテリー補助モードを使用して、より高いシステム負荷をサポートします。

6.3.15.1.2.7 ステップ充電プロファイルのサポート

CC-CV バッテリー充電プロファイルに加えて、BQ27Z855 はステップ充電バッテリー充電プロファイルをサポートしており、デバイスファームウェアを使用して最大 5 つの構成可能な CC-CV ステップを実現できます。本デバイスは、CC-CV バッテリー充電プロファイル時と同じ制御ループを使用します。

図 6-6 に、5 つの CC-CV ステップを含むステップ充電バッテリー充電プロファイルの例を示します。

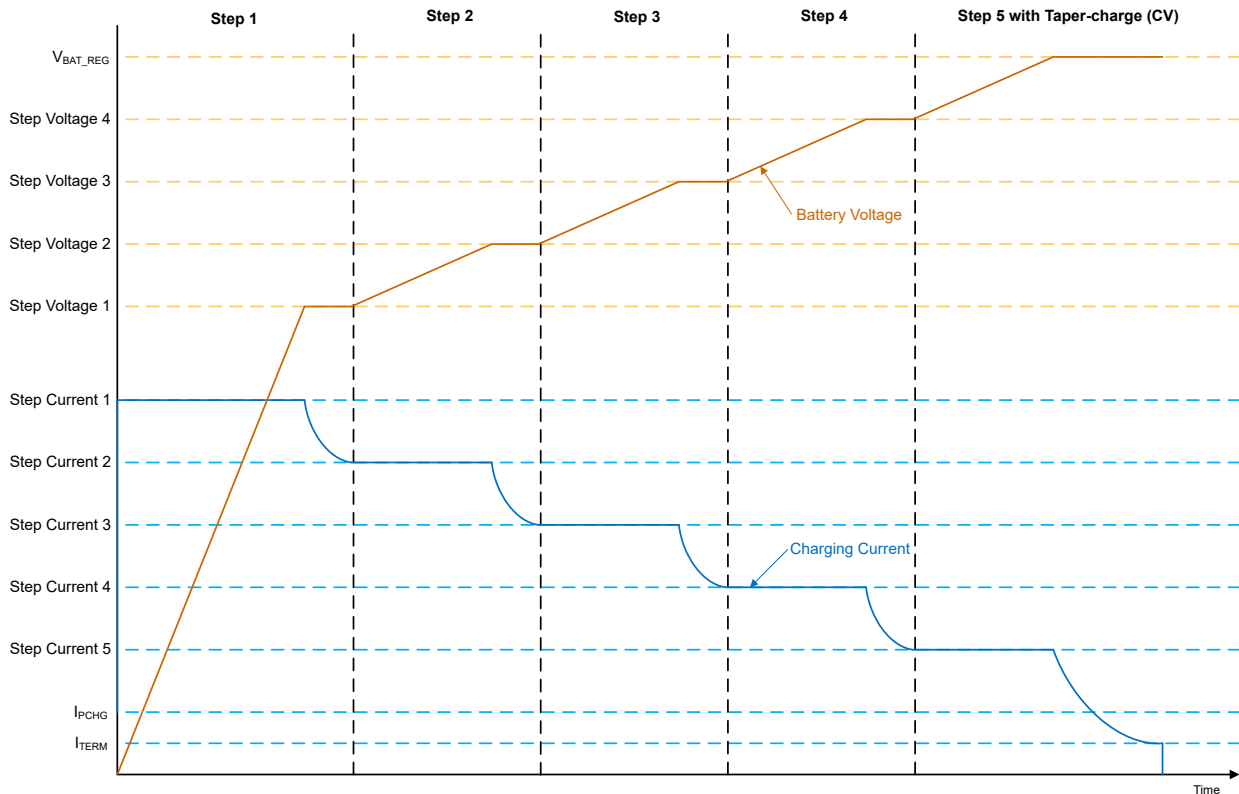


図 6-6. 5 つの CC-CV ステップを含むステップ充電バッテリー充電プロファイルの例

デバイスファームウェアには、個別の CC-CV ステップ内で CV レギュレーション部分を無効にする構成可能なオプションも含まれています。CV レギュレーション部分が無効な場合、デバイスは CC ステップのみでステップ充電を行います。

図 6-7 に、5 つの CC ステップを含むステップ充電バッテリー充電プロファイルの例を示します。

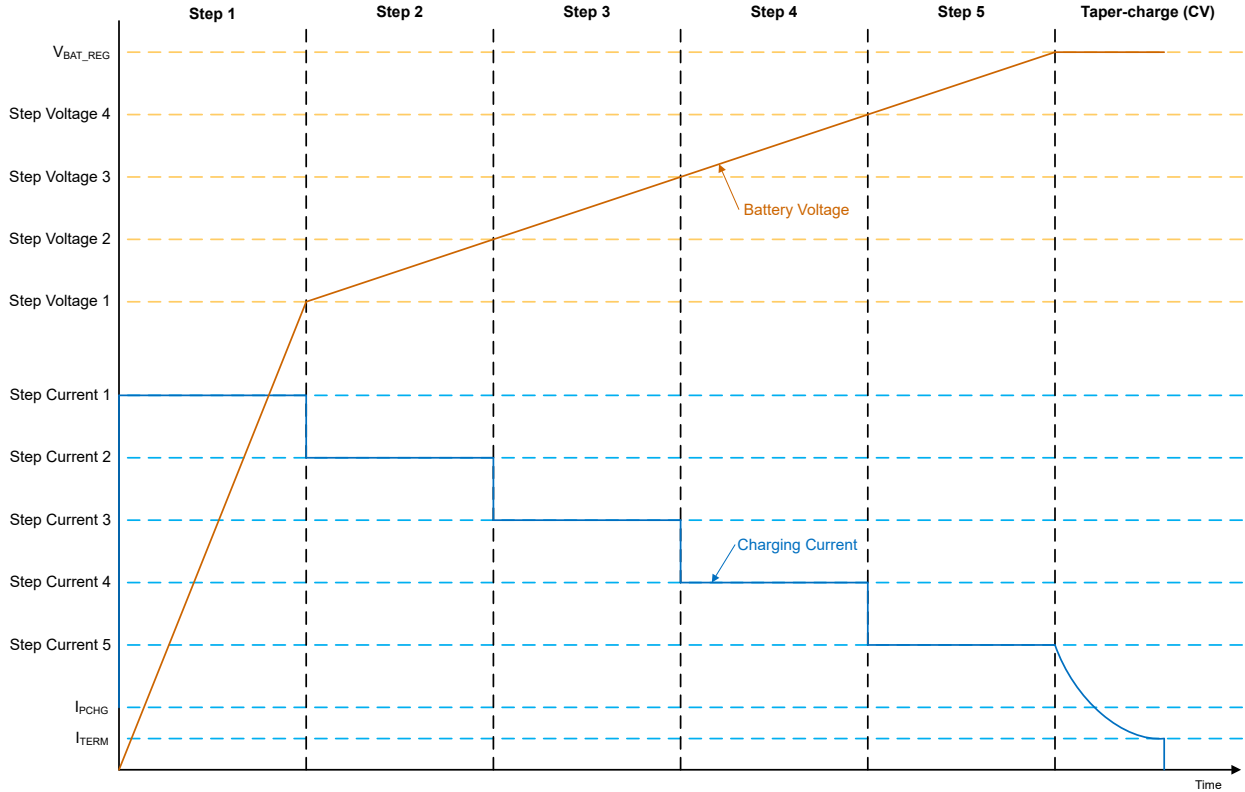


図 6-7. 5 つの CC ステップを含むステップ充電バッテリー充電プロファイルの例

図 6-8 は、[CHGR_DET] ビットの状態に関係なく、BQ27Z855 デバイスが実行し、ステート マシンを介して追跡する N ステップ ステップ充電バッテリー充電サイクルを示しています。デバイスは、CHG FET FSM を介して CHG FET の状態を制御すると並行して、バッテリーが現在の充電プロファイル状態および CC-CV または CC ステップで動作しているかを制御します。

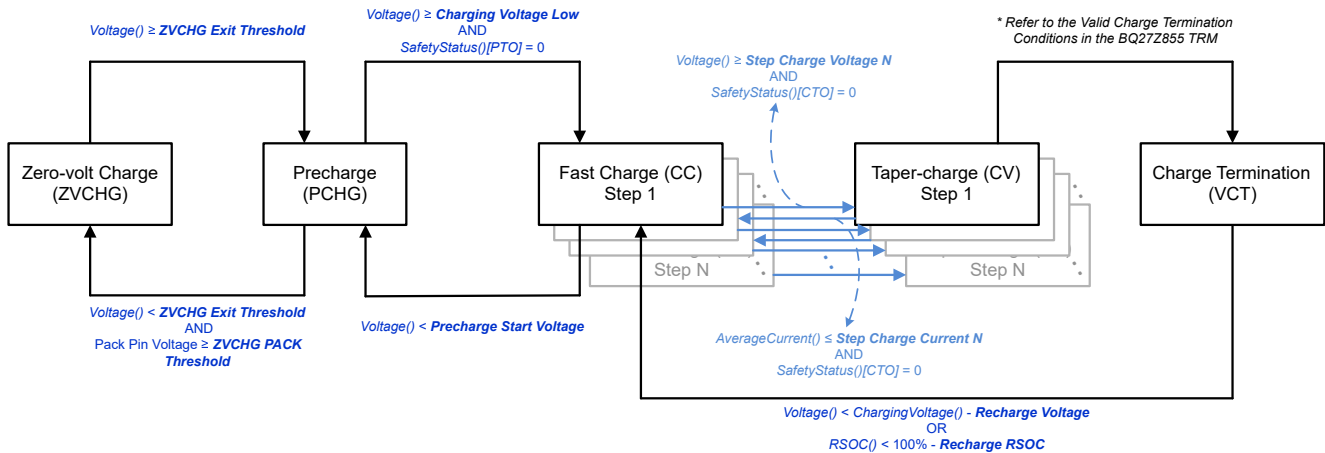


図 6-8. ステップ充電充電プロファイル ステート マシン

6.3.15.1.3 MINSYS モード

本デバイスが CHG = LIN 状態でリニア モードになっている場合、MINSYS レギュレーションループを有効にすることができます。システムの PACK+ ノードに有効な入力電源を接続した場合、PACK+ ノードへの電流が、バッテリーの充電とシ

システム負荷への電力供給との間で共有されます。バッテリー充電電流と負荷電流の合計が入力電源の出力電流制限を超えた場合、MINSYS ループが有効になってバッテリー充電電流を低減し、システム負荷に優先順位を付けます。

MINSYS モード中は、デバイスは CHG FET ゲートドライブ 電圧を上昇または下降させて充電電流を低減し、PACK 電圧を V_{MINSYS} 以上に維持します。 V_{MINSYS} スレッシュホールド設定は、デバイス ファームウェアを使用してプログラムできません。

MINSYS ループが有効になっている場合、PACK 電圧はバッテリー電圧よりも高く維持されます。PACK 電圧が補助モード スレッシュホールド (V_{TH_ON}) を下回ると、デバイスは補助モード (CHG = LIN_ON) に移行します。

MINSYS ループが有効になっている場合、バッテリーの終了は無効化されます。

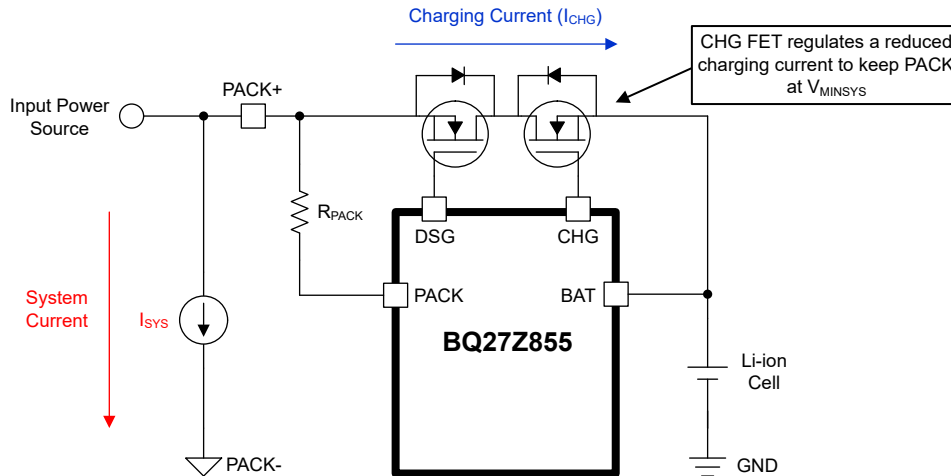


図 6-9. MINSYS モード動作

6.3.15.1.4 バッテリ補助モード

MINSYS モード (CHG = LIN) では、充電電流がゼロまで低下し、システム負荷電流が PACK+ に接続された入力電源の出力電流制限を超えて増加すると、PACK の電圧はさらに低下します。PACK 電圧がバッテリー電圧 V_{TH_ON} を下回ると、バッテリーがシステム負荷を補充し、デバイスは CHG = LIN_ON 状態になります。PACK ピンの電圧がバッテリー電圧内で V_{TH_OFF} に上昇するか、正の電圧または充電電流がセンス抵抗を流れると、バッテリーはシステム負荷への供給を停止し、 $V_{TH_OFF_FINE}$ に達するか上回る差動電圧を生成します。その後、デバイスは CHG = LIN_OFFFT 状態に遷移します。

CHG = LIN_OFFFT 状態のときに、PACK の電圧がバッテリー電圧を V_{TH_ON} まで下回ると、本デバイスは CHG = LIN_ON 状態に入ります。CHG = LIN_OFFFT 状態で、PACK の電圧が V_{TH_OFF} スレッシュホールドを上回ると、デバイスは CHG = LIN 状態に戻り、リニア充電を再開します。CHG = LIN_OFFFT からの CHG = LIN_ON への移行は、システムに必要な電流負荷に対応するため、CHG = LIN へのエントリよりも常に優先されます。

本デバイスは、以下のハードウェアベースの変調器を使用して、いくつかのシステム パラメータに基づいて補助モードの開始または終了を行います。

- BAT と PACK 間の差動電圧が V_{TH_ON} および V_{TH_OFF} スレッシュホールドに達したかどうかを評価するための、デバイスの BAT ピンと PACK ピンの間にある専用電圧コンパレータ (DCOMP)
- クーロン カウンタ ベースの充電電流測定デジタル フィルタ (CC3) は、センス抵抗を流れる電流によって、 $V_{TH_OFF_FINE}$ スレッシュホールドに達するかそれを上回る差動電圧が発生するかどうかを評価します

補助モードと連続的な高いシステム負荷パルスをサポートするため、本デバイスは、本デバイスの CP ピンと CP_BOOT ピンの間に接続された外付けコンデンサ (C_{CP}) を使って、CHG FET をオンにします。このコンデンサは、デバイスが CHG = LIN_ON 状態に入るとデバイスの CHG ピンまで放電され、CHG FET がオンになった直後に再充電されます。さらに、デバイスの電流リミッタがイネーブルの場合、デバイスがアクティブにバッテリーを充電しているかどうかに関係なく、デバイス動作中に外部 CP コンデンサが充電されます。

補助モード中は、バッテリー補助電流は安定化されません。ただし、デバイスのハードウェアベースおよびファームウェアベースの OCD および SCD 保護が有効になっている場合はアクティブになります。

デバイスが補助モードにあるときは、バッテリーの終了は無効化されます。

デバイスが補助モードをサポートするには、バッテリーの電圧をハードウェアベースの低電圧保護 (V_{UVP}) よりも高くする必要があります。

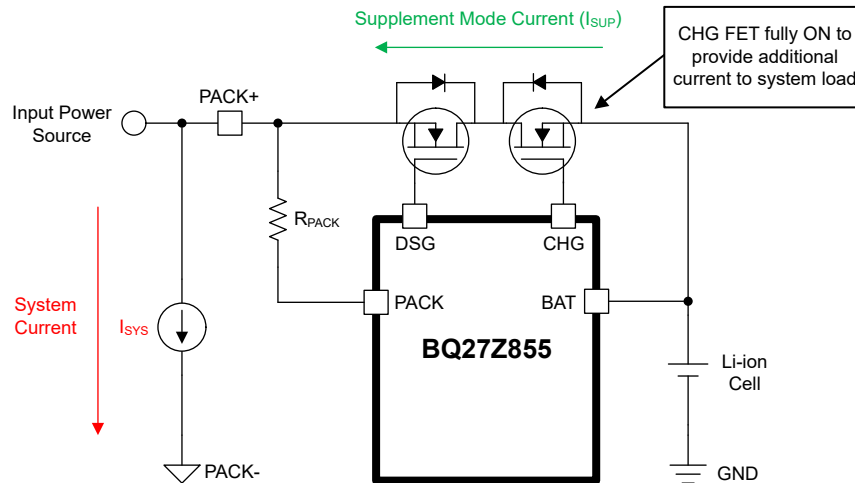


図 6-10. 補助モードの動作

6.3.15.2 スマートチャージャとの相互作用

BQ27Z855 デバイスの内蔵電流リミッタが有効になっていない場合、デバイスはシステム内のスマートチャージャと連携して充電制御機能をサポートできます。

これらの充電制御機能には、以下のものがあります。

- アクティブ温度範囲 (JEITA 温度範囲 T1、T2、T3、T4、T5、T6) に基づいて、充電電圧と充電電流を報告します
- 標準温度範囲内のサブ範囲など、より複雑な充電プロファイルを提供します
- 定電流-定電圧 (CC-CV) 充電プロファイルに必要な適切な充電電流と充電電圧を、I²C バス通信インターフェイスを使用してスマートチャージャに報告します
- プリチャージ / ゼロボルト充電を提供します
- バッテリーパックの温度がプログラム範囲外である場合に、充電禁止と充電中断を実行します
- 充電アラームと放電アラームを有効にして、充電故障を報告し、充電ステータスを示します
- セルの経年劣化に対応するために、スマートチャージャからの充電電流と充電電圧の低減を要求します

本デバイスの充電制御機能スイートの詳細については、『BQ27Z855 テクニカルリファレンスマニュアル』の「高度な充電アルゴリズム」の章を参照してください。

6.3.16 理想ダイオードモード

BQ27Z855 デバイスは、CHG FET を制御して理想ダイオードとして機能させ、有効な入力電圧源が存在することをデバイスが検出したときに充電電流をブロックすることができます。

バッテリー放電中にデバイスが理想ダイオードモードになっている場合、デバイスは CHG = ID_ON 状態に入り、CHG FET が有効になり、CHG FET のボディダイオードではなく FET を流れるようになります。ただし、デバイスが CHG = ID_ON 状態にあり、PACK 電圧がバッテリー電圧を超えるか充電電流が検出されると、CHG FET は CHG = ID_OFF 状態に遷移して FET をオフにします。

デバイスは以下のハードウェアベースのモジュールを使用して、いくつかのシステムパラメータに基づいて理想ダイオードモード内の FET の状態を制御します。

- BAT と PACK 間の差動電圧が V_{TH_ON} および V_{TH_OFF} スレッショルドに達したかどうかを評価するための、デバイスの BAT ピンと PACK ピンの間にある専用電圧コンパレータ (DCOMP)
- クーロン カウンタ ベースの充電電流測定デジタル フィルタ (CC3) は、センス抵抗を流れる電流によって、 $V_{TH_OFF_FINE}$ スレッショルドに達するかそれを上回る差動電圧が発生するかどうかを評価します

また、デバイスはバッテリー充電終了後に理想ダイオード モードになります。終了後、デバイスは充電終了モードで動作し、CHG FET を無効にして、バッテリーをシステム負荷から接続解除します。デバイスは、CHG FET を理想ダイオード モードに遷移させて CHG = ID_OFF に設定することで、CHG FET を無効にします。入力電圧源が接続されている限り、システム負荷に電力を供給します。デバイスは、CHG FET を CHG = ID_ON 状態に遷移させることにより、バッテリー補助モードを使用して入力電圧源が接続されたままの状態が発生する可能性のある高いシステム負荷を引き続きサポートします。

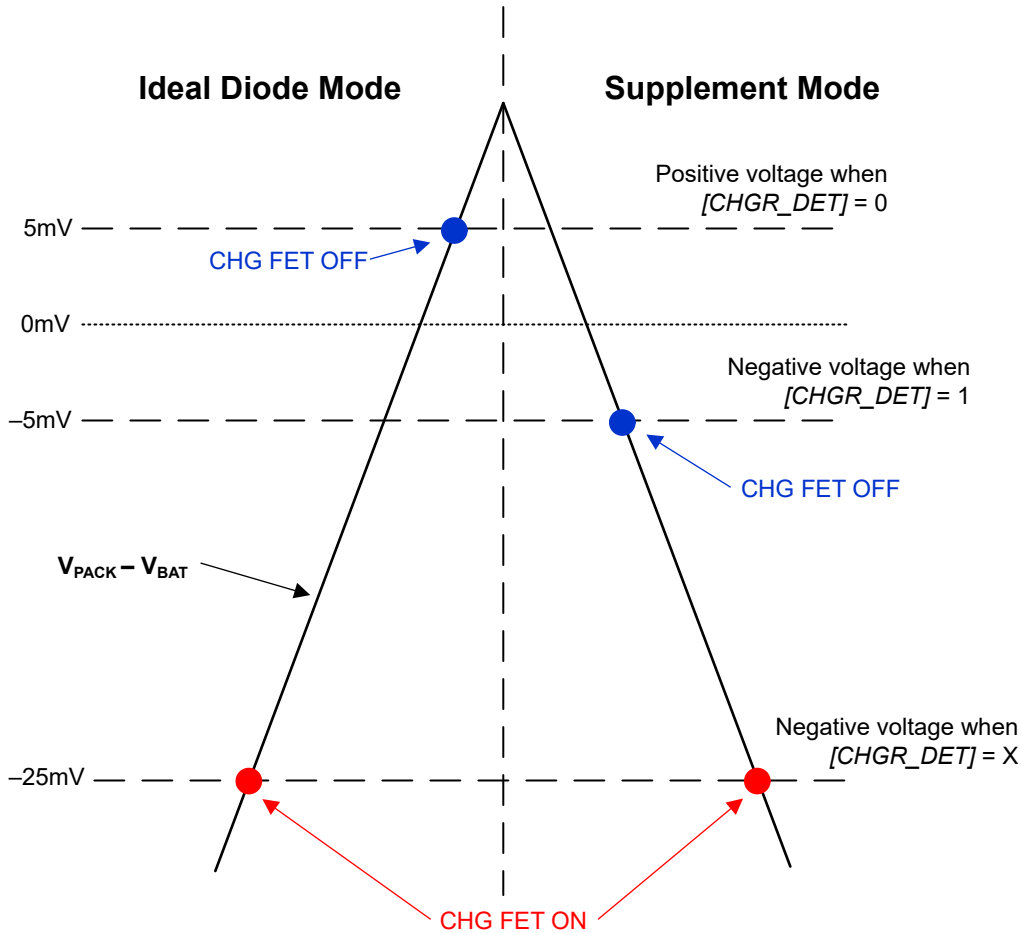


図 6-11. 理想ダイオードおよび補助モードでの DCOMP ベースの検出スレッショルド

6.3.17 寿命データに関する記録機能

このデバイスは、保証および分析のため、次のいくつかの主要なパラメータのデータ ロギングをサポートしています。

- 最大セル電圧と最小セル電圧
- 最大充電電流
- 最大放電電流
- 最大平均放電電流
- 最大平均放電電力
- 最大および最小セル温度
- 内部温度センサの最高温度と最低温度

- 安全イベントの発生回数と発生の最後のサイクル
- 有効な充電終了の有効な充電終了の数と有効な充電終了の最後のサイクル数
- Qmax および Ra アップデートの数、および Qmax および Ra アップデートの最後のサイクル
- シャットダウン イベントの数
- 各温度範囲での合計 FW ランタイムと所要時間 (このデータは、差異が検出されると 2 時間ごとに更新されます)。

デバイスの寿命データ ロギング機能の詳細については、『BQ27Z855 テクニカル リファレンス マニュアル』の「寿命データ収集」の章を参照してください。

6.3.18 認証

BQ27Z855 デバイスは、楕円曲線暗号 (ECC) または SHA-256 を使用して、ホストによる認証をサポートしています。

6.3.18.1 ECC ECDSA 認証

BQ27Z855 デバイスは、認証プロセスに 256 ビットのキー システムを使用する ECC を使用したホストによる認証をサポートしています。BQ27Z855 デバイスは、ECC 認証の ECDSA バリエーションを採用しています。さらに、ECC 秘密鍵はバッテリーパックにのみ保存する必要があるため、ECC ベースの鍵管理がよりシンプルで安全になります。署名時間は 200ms 未満であり、この応答時間をサポートする全体的なハードウェアおよびファームウェア アーキテクチャにより、さらに高いレベルの保護が可能になります。

TI バッテリー残量計の ECC 認証の詳細については『TI バッテリー残量計への楕円曲線暗号による認証機能の実装』アプリケーション ノートを参照してください。

6.3.18.2 SHA-256 認証

本デバイスは、SHA-256 を使用したホストによる認証をサポートしています。

バッテリー残量計では、デバイスの保護を解除するか、完全なアクセスを許可する前に SHA-256 認証を要求するように構成できます。

6.3.19 ワイヤレス (OTA) フィールド アップデータ

BQ27Z855 デバイスは、ワイヤレス (OTA) 更新を使用して、現場でデバイス ファームウェアをリモート更新する機能を備えています。この OTA 更新をデバイス ファームウェアに対して行うことで、デバイス ファームウェアのバージョンの更新、ファームウェアベースの機能とアルゴリズムのアップグレード、ChemID パラメータの変更を行うことができます。

OTA 更新が発生している間も、すべてのハードウェアベースの保護は有効のままになります。デバイスが現場で動作している場合、ハードウェアベースの保護のスレッシュホールドと遅延の設定を変更することは推奨されていません。

デバイスのファームウェアの一部が更新され、破損した部分を書き換えることができます。

BQ27Z855 デバイスの OTA 更新の詳細については、『BQ27Z855 テクニカル リファレンス マニュアル』を参照してください。

6.3.20 構成

このデバイスは、高精度のデータ測定と、複数の主要パラメータのデータ ロギングに対応しています。

6.3.20.1 セルの電圧測定

BQ27Z855 バッテリー残量計は、VADC を使用して 1 秒間隔でセル電圧を測定します。この測定値は VADC のために内部でスケールリングされ、オフセットによる誤差を低減するためキャリブレーションされています。また、このデータを使用して、Dynamic Z-Track™ バッテリー残量計のセルのインピーダンスを計算します。

6.3.20.2 クーロン カウント

このデバイスは、電流測定用に積分型デルタ シグマ A/D コンバータ (CCADC) を使用します。CCADC は非常に小さな外付けセンス抵抗の両端の電圧降下を測定することで、バッテリーの充電および放電フローを測定します。積 CCADC は -100mV ~ 100mV の範囲のバイポーラ信号を測定し、 $V_{SRP} - V_{SRN}$ が正の値で充電電流を示し、負の場合は放電電流を示します。

外付けセンス抵抗は 0.5mΩ まで低くすることができ、差動電圧の極性によってセルが CHARGE モードか DISCHARGE モードかが決まります。

6.3.20.3 温度測定

BQ27Z855 デバイスには、オンダイ温度測定用の内部温度センサ (INT_TEMP) と、TS ピンに接続された外部 NTC を使用した外部温度測定をサポートする機能があります。これら 2 つの測定は、デバイス ファームウェアを使用して個別に有効化および構成できます。

6.4 デバイスの機能モード

BQ27Z855 デバイスは、このデバイスは、バッテリー パックのさまざまなモードに対応しており、デバイスの消費電力を削減するために、複数の電源モードをサポートしています。

- ACTIVE モードでは、BQ27Z855 は、測定、計算、保護の決定、およびデータの更新を 1s 間隔で実行します。この間隔の間、BQ27Z855 は低電力段で動作してデバイスの消費電流を最小限に抑えます。このモードでは、バッテリー保護が継続的に監視されます。
- SLEEP モードでは、BQ27Z855 は、測定、計算、保護の決定、およびデータの更新を調整可能な時間間隔で実行します。これらの間隔の間に、BQ27Z855 は、低電力段に組み込まれています。SLEEP モード中、デバイスのクーロンカウンタは連続的に積分されています。このモードでは、バッテリー保護が継続的に監視されます。BQ27Z855 には、電流、バッテリー保護イベント、または障害が検出された際に SLEEP モードの終了を有効にするウェークアップ機能があります。
- DEEP SLEEP モードでは、BQ27Z855 は、測定、計算、保護の決定、およびデータの更新を調整可能な時間間隔で実行します。これらの間隔の間に、BQ27Z855 はさらに低電力段に組み込まれています。DEEP SLEEP モードでは、デバイスのクーロンカウンタは調整可能な時間間隔でオンになって電流を読み取り、これらの測定の間にはオフになります。このモードでは、バッテリー保護が継続的に監視されます。BQ27Z855 には、電流、バッテリー保護イベント、または障害が検出された際に DEEP SLEEP モードの終了を有効にするウェークアップ機能があります。
- SHELF1 モードでは、BQ27Z855 は配送または保管目的で低消費電力状態になります。このデバイスは電圧と温度をごくまれに測定し、その際の ADC 変換時間は短くなります。また、電流の測定やクーロンカウンタは行われません。さらに、CHG および DSG FET と、ハードウェアベースのすべての保護機能がオフになります。このため、ゲージが SHELF1 モードの場合、システムに外部電源は供給されません。電流は 0mA と推定され、報告されます。したがって、デバイスはセル電圧または OCV 測定からバッテリーの充電状態を追跡します。各間隔で実行される測定は、セル電圧、温度、PACK 電圧 (4 回目ごと) です。計算回数を減らすことで、処理を最小限に抑えます。一部の計算は、電圧と温度の測定後にのみ実行され、実行頻度も低くなります。実行頻度が低いときの計算には、ファームウェアベースの保護機能、寿命データ、高度な充電アルゴリズムの電圧範囲と温度範囲の更新が含まれます。RemainingCapacity () や FullChargeCapacity () の更新などの他の計算はまったく実行されません。これは、システムがオフで残量計と通信しないことを前提としています。
- SHELF2 モードでは、BQ27Z855 は配送または保管目的で SHELF1 モードよりもさらに低い電力状態になります。デバイスは調整可能な時間間隔でウェークアップし、測定や計算を実行します。また、必要に応じて、データ更新は直ちに SHUTDOWN に似た状態に移行し、これらの間隔中は最小限の数のブロックのみがオンになります。デバイスは、LFO を時間管理に使用して、次のウェーク間隔に達したタイミングと、デバイスが SHELF2 モードになっている時間を決定します。電流は 0mA と推定され、報告されます。したがって、デバイスはセル電圧または OCV 測定からバッテリーの充電状態を追跡します。RemainingCapacity () や FullChargeCapacity () の更新などの残量測定はまったく実行されません。これは、システムがオフで残量計と通信しないことを前提としています。
- SHUTDOWN モードでは、BQ27Z855 は完全に無効化されます。

7 アプリケーションと実装

注

以下のアプリケーションのセクションにある情報は、TI の製品仕様に含まれるものではなく、TI はその正確性も完全性も保証いたしません。個々の目的に対する製品の適合性については、お客様の責任で判断していただくことになります。お客様は自身の設計実装を検証しテストすることで、システムの機能を確認する必要があります。

7.1 使用上の注意

BQ27Z855 は、1 直列リチウムイオンまたはリチウムポリマ バッテリー パックと共に使用できます。特定のバッテリー パックの包括的なパラメータ セットを実装および設計するには、開発中に PC にインストールされるグラフィカル ユーザー インターフェイス ツールである Battery Management Studio (BQStudio)、および残量計のプログラミングと通信を行うための EV2500 や EV2400 などの USB ベースの PC インターフェイス ボードが必要です。製品に搭載されているファームウェアにはデフォルト値があり、それらに関連する BQ27Z855 テクニカル リファレンス マニュアルにまとめています。BQStudio ツールを使用することで、システム パラメータ (動作時の特定機能の有効化と無効化、セル構成、使用するセルに最適なケミストリなど) を設定すると、開発時に特定のアプリケーション要件に合わせてこれらのデフォルト値を変更することができます。構成とテストが完了した時点で抽出された最終的なフラッシュ イメージは、量産時に使用され、「ゴールデン イメージ」と呼ばれます。

7.2 代表的なアプリケーション回路図

以下は、シングル セル バッテリー パック用の BQ27Z855 アプリケーション回路図の例です。

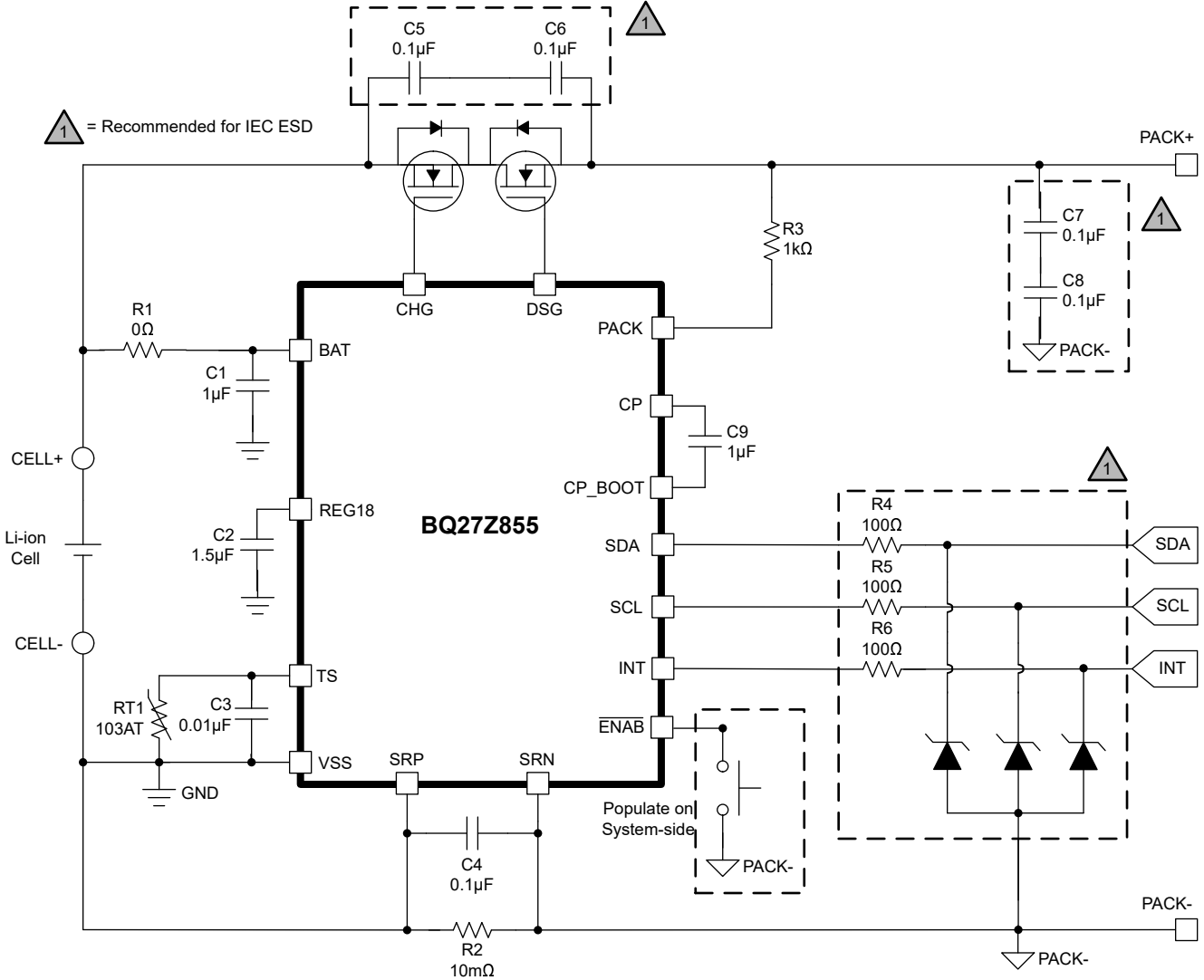


図 7-1. BQ27Z855 ローサイド電流検出を使用する場合の代表的なアプリケーション回路図

ADVANCE INFORMATION

表 7-1. 設計パラメータ例 (続き)

設計パラメータ	例
CHARGE スレッシュホールドでの過電流	1000mA
DISCHARGE モードでの過電流	-1000mA
DISCHARGE スレッシュホールドでの短絡	-1500mA
内部および外部温度センサ	外部温度センサのみを使用
CHARGE スレッシュホールドでの温度不足	0°C
DISCHARGE スレッシュホールドでの温度不足	0°C
ゼロボルト充電終了スレッシュホールド	2400mV
ゼロボルト PACK のスレッシュホールド	1500mV
プリチャージ電流	50mA
充電電圧 Low	2900mV
立ち下がりプリチャージ エントリ電圧	2500mV
標準温度での充電電流	250mA
標準温度での充電電圧	4200mV
終了電流	25mA
再充電電圧	100mV
MINSYS 電圧スレッシュホールド	3800mV
ブロードキャスト モード	無効

設計要件に適合するために必要な設計パラメータは、デバイス ファームウェアで調整できます。特定の設計パラメータの詳細については、『BQ27Z855 テクニカル リファレンス マニュアル』を参照してください。

7.2.2 詳細な設計手順

7.2.2.1 大電流経路

大電流パスは、バッテリー パックの PACK+ 端子から開始されます。PACK+ 端子から充電電流が流れると、保護 FET、バッテリー セル、セル接続、センス抵抗を経由して PACK- 端子に戻ります。さらに、静電放電による影響を低減するため、PACK+ 端子と PACK- 端子の間に一部の部品を配置しています。

7.2.2.1.1 保護用 FET

BQ27Z855 デバイスは、内蔵の NFET ドライバを使用して外付けの N チャネル保護 FET の駆動をサポートしています。特定のアプリケーションに合わせて、N チャネルの CHG と DSG の両 FET を選択します。

デバイスの電流リミッタが有効になっている場合は、適切なリニア充電機能を確保するために、[セクション 7.2.2.3.1](#) に記載されている FET パラメータ ガイドラインに従って N チャネル CHG FET および DSG FET を選択します。

CHG および DSG 保護 FET のゲートはデバイスの GND リファレンス (VSS) にプルされ、ゲートドライブがオープンである場合に FET を確実にオフにするようにします。

コンデンサ C5 と C6 は、ESD 事象発生時に FET を保護するのに役立ちます。2 個のデバイスを使用することで、片方のコンデンサが短絡した場合の通常動作を確保します。より強力な ESD 性能を得るには、コンデンサ リード線の銅配線インダクタンスをできるだけ短く幅広くするように設計する必要があります。片方のコンデンサが短絡した場合に、C5 と C6 の両方の電圧定格が印加電圧をオフにするのに十分な値であることを確認します。

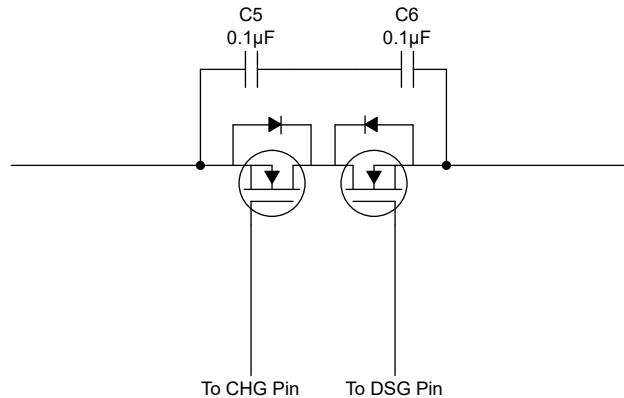


図 7-3. 保護用 FET

7.2.2.1.2 バッテリー セルの接続

大電流はバッテリーセルの上部および下部接続を流れます。したがって、銅のパターンによって生じる電圧降下による誤差を避けるため、これらのポイントの電圧検出リードはケルビン接続で行う必要があります。図 7-4 の 1P とマークされている位置は、セルの正端子におけるケルビン接続を示しています。デバイスの BAT ピンへのこのケルビン接続により、接続ポイントとデバイスの入力電源間のパターン抵抗も低減されます。

バッテリー残量計がセル電圧を測定している間に長い配線を通して不要な電圧降下を回避するには、低電流グラウンドへの 1N のケルビン接続が必要です。

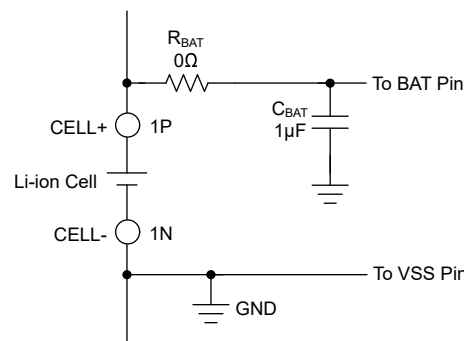


図 7-4. バッテリー セルの接続

7.2.2.1.3 センス抵抗

セル接続と同様に、センス抵抗でのケルビン接続の品質は重要です。温度による電流測定ドリフトを最小限に抑えるため、センス抵抗の温度係数を 50ppm 以下にする必要があります。BQ27Z855 の利用可能な過電流および短絡保護回路範囲と必要な保護スレッシュホールド設定に対応するようにセンス抵抗の値を選択してください。放電時の短絡時に BQ27Z855 V_{SS} ノードに発生する負電圧を最小限に抑えるため、特定のアプリケーションで可能な限り小さい値を選択することをお勧めします。このピンの絶対最小電圧は $-0.3V$ です。

良好なケルビン検出が保証されていれば、並列抵抗を使用できます。このデバイスは、最小センス抵抗値の $0.5m\Omega$ をサポートするように設計されています。

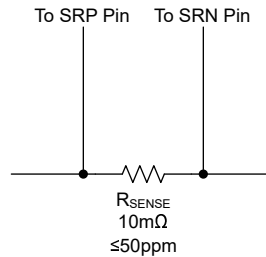


図 7-5. センス抵抗

7.2.2.1.4 ESD 軽減

PACK+ 端子と PACK- 端子の間に直列 0.1 μ F セラミック コンデンサ (C7 および C8) 1 対を配置することで、外部のシステム レベルの静電放電の低減に役立ちます。2 個のデバイスを直列に接続することで、いずれかのコンデンサが短絡した場合でもバッテリー パックの動作を継続できます。

7.2.2.2 バッテリー残量管理回路

バッテリー残量計の回路は、BQ27Z855 とそのペリフェラル コンポーネントを搭載しています。これらのコンポーネントは、次のグループに分かれています：

- セル電圧測定インターフェイス
- クーロン カウンタ インターフェイス
- 温度測定
- 1.8V LDO (REG18)
- I²C 通信
- INT ピンを介したホスト インターフェイスへの割り込み

7.2.2.2.1 セル電圧測定インターフェイス

セル入力は、デバイスの BAT ピンと GND リファレンス (VSS) の間に接続された、推奨標準値 1 μ F のバイパス コンデンサ (C_{BAT}) によって調整されます。このコンデンサは、不要な電圧過渡をフィルタして、セル接続中に何らかの ESD 保護を実現します。BQ27Z855 デバイスは BAT ピンをデバイスの電源として使用するため、デバイスの BAT ピンと V_{SS} の間に接続されたこのバイパス コンデンサは、デバイスの内部 1.8V LDO の入力における不要な電圧リップルをフィルタする役割も果たします。

ネット名を分割する必要がある場合は、セルの正極端子とデバイスの BAT ピンの間に 0 Ω 抵抗 (R_{BAT}) を配置できますが、適切なリニア チャージャ機能と、補助モードの開始と終了を保証するために、高い抵抗値は推奨されません。詳細については、セクション 7.2.2.3.2 と セクション 7.2.2.3.3 を参照してください。

また、図 7-4 で説明されているように、PCB の銅のパターンからの電圧降下によって発生する電圧検出誤差を防止するために、セルの上部ノードはケルビン接続を使用してバッテリー接続で検出する必要があります。

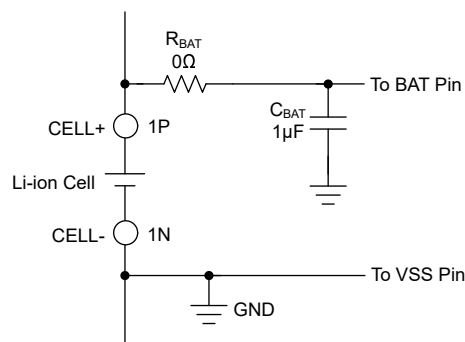


図 7-6. セル電圧測定入力

7.2.2.2.2 クーロンカウンタ インターフェイス

BQ27Z855 は、電流測定に内蔵のデルタ シグマ ADC またはクーロン カウンタを使用します。ノイズ耐性をさらに強化するため、デバイスの SRP ピンと SRN ピンの間にコンデンサを追加して、ローパス フィルタ処理を行うことができます。SRP と SRN 入力との間に、 $0.1\mu\text{F}$ (C_{CCADC}) のフィルタリング コンデンサを配置します。

センス抵抗の値を選択する際に考慮すべき重要な項目の 1 つは、センス抵抗の値と、デバイスのクーロン カウンタが残量測定のために報告する電流分解能とのトレードオフです。このトレードオフの詳細は次の通りです。

- センス抵抗の値が大きいほど、電流分解能が低くなり、低いバッテリー容量や低い電流を使うアプリケーションに適しています
- センス抵抗の値が小さいほど、電流分解能が高くなり、高いバッテリー容量や大電流を使用するアプリケーションに適しています

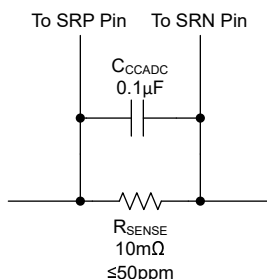


図 7-7. クーロン カウンタ インターフェイス

7.2.2.2.3 温度測定

BQ27Z855 デバイスの場合、外部 NTC サーミスタを使用してセルの温度を測定するために、TS ピンはファームウェア制御下で内部サーミスタ バイアス ネットワークを備えています。TS ピンは、Semitec 103AT-2 などの 25°C NTC 外部サーミスタで $10\text{k}\Omega$ を使用できるように、内蔵の $18\text{k}\Omega$ (標準値) 線形化プルアップ抵抗で有効化できます。BQ27Z855 デバイスは、1 個の外部サーミスタをサポートしています。

オプションとして、 $0.01\mu\text{F}$ の小型コンデンサ (C_{TS}) を外部 NTC サーミスタに並列に接続して、温度測定時のノイズ耐性と ESD 性能をさらに強化できます。

BQ27Z855 デバイスには、外部サーミスタの代わりに、または外部サーミスタに加えて使用できる内部温度センサも搭載されています。この内部温度センサは、デバイス ファームウェアを使用して有効または無効にできます。

温度ベースの保護設定は、デバイスのファームウェアで構成できます。詳細は、『BQ27Z855 テクニカル リファレンス マニュアル』を参照してください。

TS ピンを使用しない場合は、ピンを VSS に接続するか、フローティングのままにして、それに応じてデータ フラッシュを構成し、未使用の TS ピンでの測定温度を無効にします。内蔵温度センサを使用しない場合は、それに応じてデータ フラッシュを構成して、センサを無効にします。

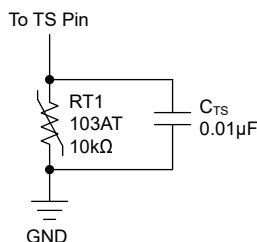


図 7-8. 外部 NTC サーミスタのサポート

7.2.2.2.4 1.8V 低ドロップアウトレギュレータ (REG18)

BQ27Z855 は、デバイスをサポートする 1.8V 低ドロップアウトレギュレータを搭載しており、デバイスの CPU と内部デジタルロジックにレギュレーションされた電源電圧を供給します。

最適な動作のためには、推奨標準容量 1.5 μ F のコンデンサ (C_{REG18}) を REG18 ピンのできるだけ近くに接続する必要があります。

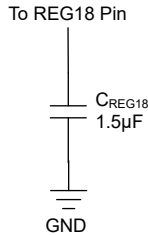


図 7-9. REG18 外付けコンデンサ

7.2.2.2.5 I²C 通信 (SDA, SCL)

本デバイスの I²C クロックおよびデータピンの絶対最大電圧定格は 6V であり、高電圧 ESD 保護回路が内蔵されています。しかし、ツェナーダイオードまたは ESD TVS ダイオードと 100 Ω の直列抵抗を追加すると、より堅牢な ESD 性能が得られます。

SDA および SCL ピンには、内部プルダウン抵抗があります。バッテリー残量計が両方のラインが Low であることを検出すると (バッテリーパックの取り外し時など)、デバイスは SLEEP モードに移行して電力を節約します。

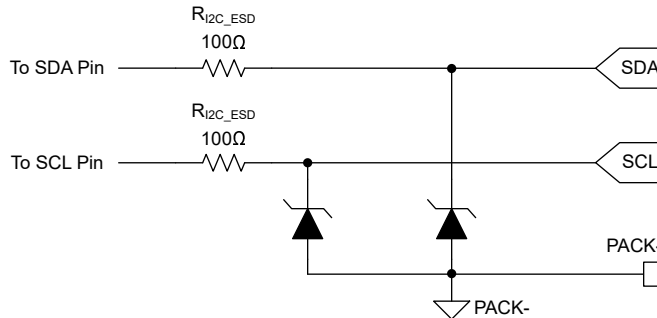


図 7-10. I²C 通信向け ESD 保護

7.2.2.2.6 ホストへの割り込みインターフェイス (INT)

本デバイスの INT ピンの絶対最大電圧定格は 6V であり、高電圧 ESD 保護回路が内蔵されています。I²C ピンと同様に、ツェナーダイオードまたは ESD TVS ダイオードと 100 Ω の直列抵抗を追加することで、ESD 性能をさらに強化できます。

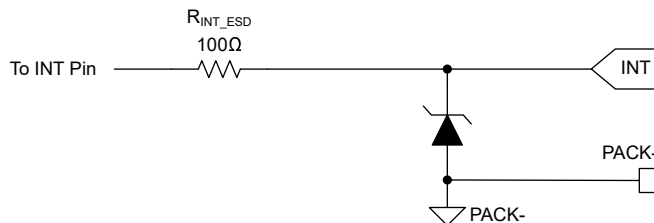


図 7-11. システム側ホストへの INT 出力用 ESD 保護

7.2.2.3 電流制限回路

電流リミッタの回路は、BQ27Z855 とそのペリフェラル コンポーネントを搭載しています。これらのコンポーネントは、次のグループに分かれています：

- 保護用 FET
- CP 制御ロジックおよびコンデンサ
- 電圧ベースのフィードバック インターフェイス
- 電流ベースのフィードバック インターフェイス
- BAT-PACK 専用電圧コンパレータ (DCOMP)

7.2.2.3.1 保護 FET と BQ27Z855 との互換性

BQ27Z855 デバイスは、内蔵の NFET ドライバを使用して外付けの N チャネル保護 FET の駆動をサポートしています。デバイスの電流リミッタ機能を有効にすると、デバイスは CHG FET をリニア動作モードで制御し、リニアチャージャとして機能します。デバイスの電流リミッタによって適切な充電機能を確認するため、FET データシートに一般的に規定されている以下の NFET パラメータに基づいて、特定のアプリケーション用の N チャネル CHG および DSG FET を選択します。

1. CHG FET のゲート抵抗 (R_G)
2. CHG FET の入力容量 (C_{ISS})

選択した NFET に BQ27Z855 デバイスとの互換性があるようにするためには、 R_G と C_{ISS} の積が $7\mu\Omega \times F$ 未満である必要があります。つまり、

$$R_G \times C_{ISS} < 7\mu\Omega \times F = R_G \times (C_{GS} + C_{GD}) < 7\mu\Omega \times F \quad (1)$$

たとえば、FET の最大 R_G が 700Ω である場合、FET の最大 C_{ISS} 値は $10nF$ を超えてはなりません。

この基準に従うことで、デバイスの CC ループおよび CV ループが安定した状態を維持し、充電中に望ましくない発振が発生しないことが保証されます。

さらに、特定のアプリケーションで使用するバッテリー充電パラメータに基づいて、FET の放熱性能も慎重に考慮する必要があります。

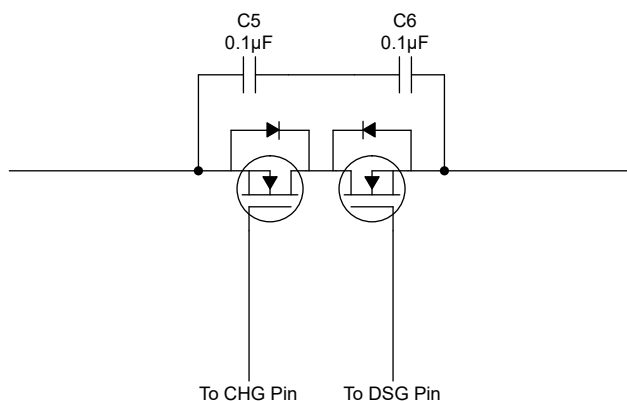


図 7-12. 電流制限向け保護 FET

7.2.2.3.2 CP 制御ロジックおよびコンデンサ

補助モードと連続的な高いシステム負荷パルスをサポートするため、本デバイスは、内部制御ロジックと、本デバイスの CP ピンと CP_BOOT ピンの間に接続された外付けコンデンサ (C_{CP}) を使って、CHG FET をオンにします。このコンデンサは、デバイスが CHG = LIN_ON 状態に入るとデバイスの CHG ピンまで放電され、CHG FET がオンになった直後に再充電されて、。さらに、デバイスの電流リミッタがイネーブルの場合、デバイスがアクティブにバッテリーを充電しているかどうかに関係なく、デバイス動作中に外部 C_{CP} コンデンサが充電されます。

外部 CP コンデンサを充電すると、利用可能なバッテリー電圧を使用してコンデンサが充電されます。デバイスが補助モードへ正しく移行して終了するようにするために、セルの正端子 (CELL+) とデバイスの BAT ピンとの間に追加の抵抗を接続することはお勧めしません。これにより、補助モードへの次の移行をサポートするために、高いシステム負荷パルスの中で CP コンデンサを再充電する必要があるときに、意図しないデバイスの電圧低下を防止できます。CELL+ とデバイスの BAT ピンとの間総の抵抗は、110mΩ を超えないようにすることを推奨します。

推奨標準容量 1μF の外部 CP コンデンサを、CP ピンと CP_BOOT ピンの間に、できるだけデバイスに近づけて配置します。

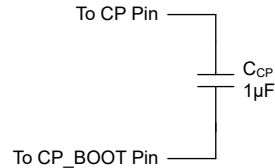


図 7-13. CP コンデンサ

7.2.2.3.3 電圧ベースのフィードバック インターフェイス

セクション 7.2.2.2.1 で述べたように、デバイスはデバイスの BAT ピンを使用してセル電圧を測定します。測定されたセル電圧値は、デバイスの電流リミッタが充電電流と充電電圧を適切に制御するために必要なフィードバックを提供します。

本デバイスの BAT ピンには、セクション 7.2.2.2.1 に記載されている必要な部品のほかに、電流リミッタ機能をサポートするための外付け部品を追加する必要はありません。

セクション 7.2.2.3.2 に記載されている CELL+ とデバイスの BAT ピン間の合計抵抗に関する推奨事項に加えて、適切な充電と補助モードの動作を確保するために、以下の抵抗も慎重に考慮する必要があります。

- BAT コンデンサ (C_{BAT}) とデバイス BAT ピンとの間の寄生抵抗は、60mΩ を超えることは推奨されません
- CELL+ と C_{BAT} コンデンサとの間の接続抵抗は、140mΩ を超えないようにすることを推奨します

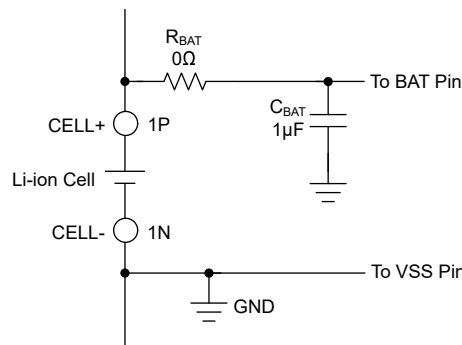


図 7-14. 電圧ベースのフィードバック インターフェイス

7.2.2.3.4 電流ベースのフィードバック インターフェイス

セクション 7.2.2.2.2 で述べたように、本デバイスは、SRP 端子と SRN 端子間のセンス抵抗の電圧差を変換することで電流測定を行う積分型デルタ シグマ ADC またはクーロン カウンタを使用します。測定された電流値は、デバイスの電流リミッタが充電電流と充電電圧を適切に制御するために必要なフィードバックを提供します。

本デバイスの SRP および SRN ピンには、セクション 7.2.2.2.2 に記載されている必要な部品のほかに、電流リミッタ機能をサポートするための外付け部品を追加する必要はありません。

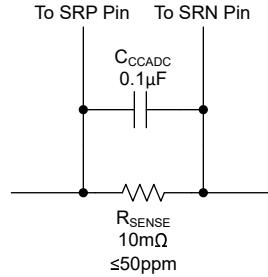


図 7-15. 電流ベースのフィードバック インターフェイス

7.2.2.3.4.1 センス抵抗が電流ベースの帰還に及ぼす影響

セクション 7.2.2.2.2 で述べたように、センス抵抗 (R_{SENSE}) の値を選択すると、残量測定のためにデバイスのクーロンカウンタにより通知される電流分解能との間のトレードオフが生じます。デバイスの電流リミッタがイネーブルのときにも、このトレードオフは存在し、デバイスが検出して充電電流を制御する電流分解能に影響を及ぼします。

このトレードオフの詳細は次の通りです。

- センス抵抗の値が大きいほど、電流分解能が低くなり、低いバッテリー容量や充電電流を使うアプリケーションに適しています
- センス抵抗の値が小さいほど、電流分解能が高くなり、高いバッテリー容量や充電電流を使用するアプリケーションに適しています

特定のセンス抵抗値と特定の充電電流を組み合わせると、デバイスのバッテリー充電機能はセンス抵抗の値に基づいてスケールリングされるため、デバイスの充電電流分解能に影響を及ぼします。

このセンス抵抗値は分解能に加えて、特定の充電電流精度を実現するために、最小充電電流の設定にも影響を及ぼします。 $\pm 10\%$ の充電電流精度を実現するための一般的なガイドラインとして、デバイスのデータフラッシュにプログラムされる充電電流設定は、表 7-2 に記載されている最小値を下回ることは推奨されません。特定のセンス抵抗値を使用する場合でも、推奨範囲を下回る充電電流設定は引き続きプログラムできますが、デバイスによって制御される充電電流の精度は $\pm 10\%$ と異なる場合があります。デバイス データフラッシュにプログラムされた充電電流も、「電流リミッタの仕様」表に規定されている $I_{CHG} (MAX)$ を超えないようにする必要があります。そのため、センス抵抗値と充電電流設定の組み合わせを慎重に考慮する必要があります。

デバイスのデータフラッシュで高速充電およびプリチャージ電流設定をプログラムする際は、センス抵抗の値が充電電流の分解能と精度に及ぼす影響を考慮する必要があります。

表 7-2 に、センス抵抗の値が充電電流 (I_{CHG}) の分解能とデバイスの推奨範囲にどのように影響を及ぼすかについてのガイダンスを示します。

表 7-2. I_{CHG} の分解能および精度と R_{SENSE} との関係

	0.5mΩ	1mΩ	2mΩ	5mΩ	10mΩ	20mΩ	50mΩ	100mΩ
I_{CHG} 分解能 (mA)	29.30	14.65	7.32	2.93	1.46	0.73	0.29	0.15
最小 I_{CHG} 設定 (mA) ⁽¹⁾	925	463	231	93	46	23	9	5

(1) $\pm 10\%$ の I_{CHG} 精度を実現するための最小 I_{CHG} 設定に関する一般的なガイドライン。デバイス データフラッシュの電流を小さくするプログラミングは、精度が低い場合があります。

推奨される I_{CHG} 範囲よりも低い終端電流 (I_{TERM}) 設定は許容されますが、「電流リミッタの仕様」表に規定されている $I_{TERM} (MAX)$ を超えないようにする必要があります。 $\pm 10\%$ の I_{CHG} 精度を実現するための上記の一般的なガイドラインと同様に、デバイスのデータフラッシュにプログラムされた I_{TERM} 設定は、 $\pm 10\%$ の I_{TERM} 精度を達成するために表 7-3 に示されている最小値を下回ることは推奨されません。特定のセンス抵抗値を使用する場合、 I_{TERM} 設定は推奨範囲を下回るものであってもプログラム可能ですが、デバイスによって検出された I_{TERM} 値は $\pm 10\%$ 程度の精度とは異なる場合があります。

表 7-3 に、センス抵抗の値がデバイスの I_{TERM} 分解能と推奨範囲にどのように影響するかについてのガイダンスを示します。

表 7-3. I_{TERM} の分解能および精度と R_{SENSE} との関係

	0.5mΩ	1mΩ	2mΩ	5mΩ	10mΩ	20mΩ	50mΩ	100mΩ
I_{TERM} 分解能 (mA)	1.85	0.92	0.46	0.18	0.09	0.05	0.02	0.01
最小 I_{TERM} 設定 (mA) ⁽¹⁾	55	28	14	6	3	1	1 ⁽²⁾	1 ⁽²⁾

- (1) ±10% の I_{TERM} 精度を実現するための最小 I_{TERM} 設定に関する一般的なガイドライン。デバイス データ フラッシュの電流を小さくするプログラミングは、精度が低い場合があります。
- (2) ±10% の I_{TERM} 精度を達成するために、この R_{SENSE} で考慮すべき推奨される最小 I_{TERM} 値はありません。デバイス データ フラッシュの Charge Term Taper Current (充電終了テーパ電流) のプログラム可能なステップ サイズと最小のゼロ以外の設定は 1mA です。

7.2.2.3.4.2 CHG FET 状態遷移に対するセンス抵抗の影響

センス抵抗の値は、デバイスがリニア モードまたは理想ダイオード モードで CHG FET 状態遷移をトリガできる場合にも影響を及ぼします。このデバイスは、クーロン カウンタベースの充電電流測定デジタル フィルタ (CC3) を使用して、 $V_{\text{SRP}} - V_{\text{SRN}} \geq V_{\text{TH_OFF_FINE}}$ が CHG FET をオフにするタイミングを検出します。センス抵抗を流れる正電流または充電電流は、センス抵抗の両端に差動電圧を生じさせるため、CC3 デジタル フィルタは R_{SENSE} の値に基づいて、検出された充電電流より大きいまたは小さい値で CHG FET 状態遷移を効果的にトリガします。

R_{SENSE} の値に起因する「検出された充電電流スレッシュホールド」におけるこのトレードオフについては、以下に詳しく説明しています。

- R_{SENSE} の値が大きいほど、検出される充電電流スレッシュホールドは小さくなります
- R_{SENSE} の値が小さいほど、検出される充電電流スレッシュホールドは大きくなります

例えば、 $V_{\text{TH_OFF_FINE}} = 450\mu\text{V}$ 、 $R_{\text{SENSE}} = 20\text{m}\Omega$ の組み合わせを使用すると、デバイスの CC3 デジタル フィルタは 22.5mA の小さい充電電流を検出して CHG FET をオフにできます (リニア モードでは CHG = LIN_OFFT、理想ダイオード モードでは CHG = ID_OFF)。 $R_{\text{SENSE}} = 1\text{m}\Omega$ を使用すると、この「検出された充電電流スレッシュホールド」が 450mA に増加します。

この検討事項は、有効な入力電圧源が PACK+ に接続されているときに CHG FET をオフにしているために、デバイスが小さな充電電流を検出する必要がある場合、理想ダイオード モードでは特に重要です。

7.2.2.3.5 BAT-PACK 専用電圧コンパレータ (DCOMP)

BQ27Z855 デバイスは、内蔵の専用電圧コンパレータ (DCOMP) を使用して、 V_{BAT} と V_{PACK} 間の電圧差を評価します。この DCOMP は、デバイスがリニア モードおよび理想ダイオード モードのときに、いくつかのシステム パラメータに応じて CHG FET の状態を制御するために使用されます。

差動電圧 DCOMP は、電圧スレッシュホールド ($V_{\text{TH_ON}}$ と $V_{\text{TH_OFF}}$) を検出して比較し、図 7-16 に示すようにノード A からノード B への電圧に基づいて CHG FET の状態間の遷移を行います。

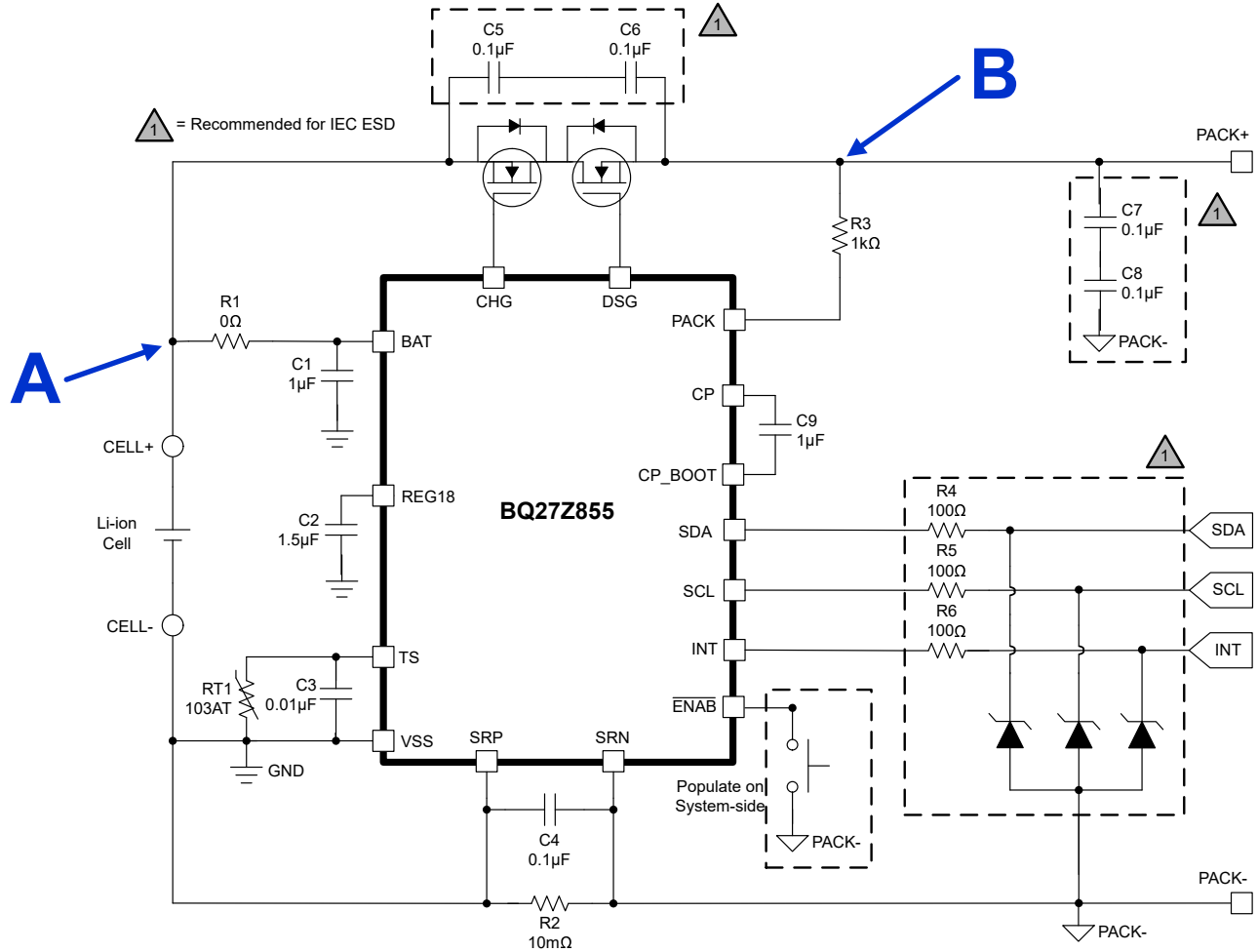


図 7-16. DCMP 検出ポイント

最適な DCMP センシング性能を確保するため、ノード B とデバイスの PACK ピンの間の合計外部抵抗 (寄生抵抗を含む) および寄生容量は、時定数値 20ns を超えることは推奨されません。

ノード A とノード B の DCMP 検出ポイント間の抵抗デバイダ ネットワークまたは合計抵抗 (図 7-17 で赤色で表示) によって、デバイスの DCMP 入力によって検出される実際の電圧が決まります。

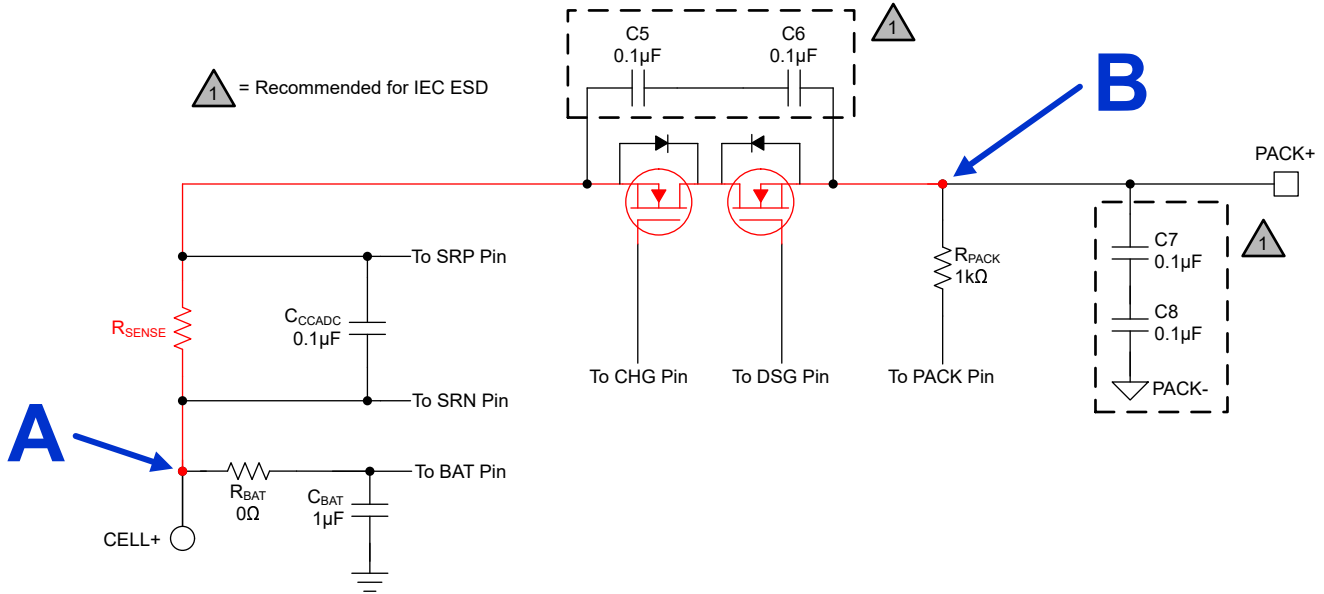


図 7-17. DCOMP 検出抵抗

言い換えると、デバイスがリニアモードと理想ダイオードモード内で CHG FET 状態間を遷移するために、DCOMP は PACK+ から CELL+ へ、またはその逆に流れる電流に基づいて CHG FET 状態遷移を効果的にトリガします。この「実効電流スレッシュホールド」(または「I_{TRIGGER}」)は、以下に基づいて決定されます。

1. ノード A の検出ポイント (デバイスの BAT ピン) からノード B (デバイス PACK ピン) までの電圧
2. すべての寄生抵抗 (R_{PACK-TO-BAT}) を含む、BAT と PACK 検出ポイント間の総抵抗

どの電流 DCOMP によって CHG FET をオンまたはオフにすることができるかは、以下で決定されます。

$$I_{\text{TRIGGER}} \geq \frac{V_{\text{TH}_X}}{R_{\text{PACK-TO-BAT}}} \quad (2)$$

ここで、

V_{TH_X} は、「電流リミッタの仕様」表に記載されているように、デバイスがリニアモードまたは理想ダイオードモードかに応じて、V_{TH_ON} または V_{TH_OFF} のいずれかになります。

7.2.2.3.5.1 センス抵抗構成が DCOMP 検出に及ぼす影響

BQ27Z855 デバイスの電流リミッタ機能を使用する場合、重要な要素は、ローサイドとハイサイドの電流検出用に SRP 端子と SRN 端子の間の外部センス抵抗を構成するかどうかです。センス抵抗の位置は、デバイスの DCOMP が CHG FET 状態遷移をトリガする「実効電流スレッシュホールド」(I_{Trigger}) というトレードオフを示しています。これは、センス抵抗の位置が DCOMP の BAT と PACK 検出ポイント (R_{PACK-TO-BAT}) の間の総抵抗に影響を及ぼすためです。

センス抵抗がハイサイドとして構成されている場合、センス抵抗の値は R_{PACK-TO-BAT} 値に寄与します。この結果、DCOMP が CHG FET をオンまたはオフにする I_{TRIGGER} スレッシュホールドが下がります。

たとえば、下の 図 7-18 の図に示すように、センス抵抗は赤色で指定された R_{PACK-TO-BAT} 合計に含まれています。デバイスが理想ダイオードモードで現在 CHG = ID_ON 状態の場合、DCOMP が CHG FET 状態を CHG = ID_ON から CHG = ID_OFF に遷移する電圧スレッシュホールドは V_{TH_OFF} = 5mV です。この例では、センス抵抗の値が 20mΩ で、保護 FET のソース間オン抵抗と、BAT と PACK 検出ポイント間のすべての寄生抵抗の合計が 5mΩ である場合、I_{TRIGGER} は以下ようになります。

$$I_{\text{TRIGGER}} \geq \frac{V_{\text{TH}_X}}{R_{\text{PACK-TO-BAT}}} = \frac{V_{\text{TH_OFF}}}{R_{\text{SENSE}} + R_{\text{SS(ON)}} + R_{\text{PARASITIC}}} \quad (3)$$

$$I_{\text{TRIGGER}} \geq \frac{5\text{mV}}{20\text{m}\Omega + 5\text{m}\Omega} \quad (4)$$

$$I_{\text{TRIGGER}} \geq 200\text{mA} \quad (5)$$

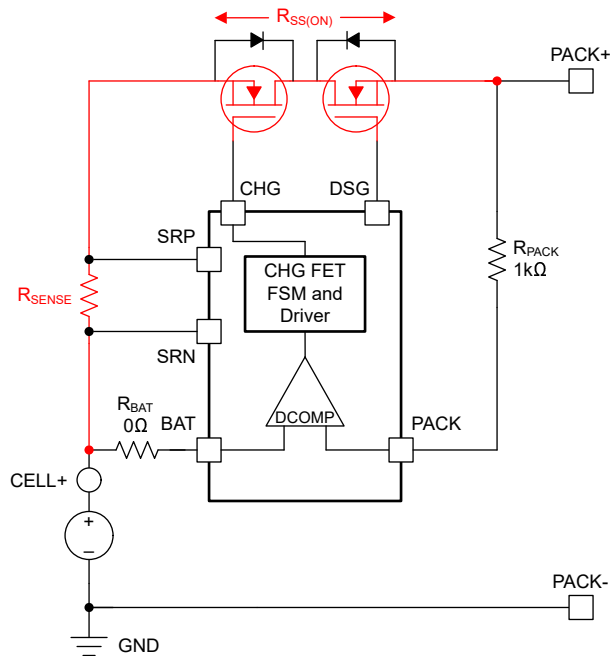


図 7-18. ハイサイド電流検出による DCOMP 検出抵抗

センス抵抗がローサイドとして構成されている場合、センス抵抗の値は $R_{\text{PACK-TO-BAT}}$ 値に影響を与えません。その結果、DCOMP が CHG FET をオンまたはオフにする I_{TRIGGER} スレッシュホールドが高くなります。

たとえば、下の 図 7-19 の図に示すように、センス抵抗は赤色で指定された $R_{\text{PACK-TO-BAT}}$ 合計に含まれていません。ハイサイド センス抵抗の場合に、上記と同じ例およびパラメータ値を使用すると、このローサイド センス抵抗の場合、例 $R_{\text{SENSE}} = 20\text{m}\Omega$ により、 $R_{\text{PACK-TO-BAT}}$ 合計値が減少します。その後、 I_{TRIGGER} スレッシュホールドは次のようになります。

$$I_{\text{TRIGGER}} \geq \frac{V_{\text{TH_X}}}{R_{\text{PACK-TO-BAT}}} = \frac{V_{\text{TH_OFF}}}{R_{\text{SS(ON)}} + R_{\text{PARASITIC}}} \quad (6)$$

$$I_{\text{TRIGGER}} \geq \frac{5\text{mV}}{5\text{m}\Omega} \quad (7)$$

$$I_{\text{TRIGGER}} \geq 1\text{A} \quad (8)$$

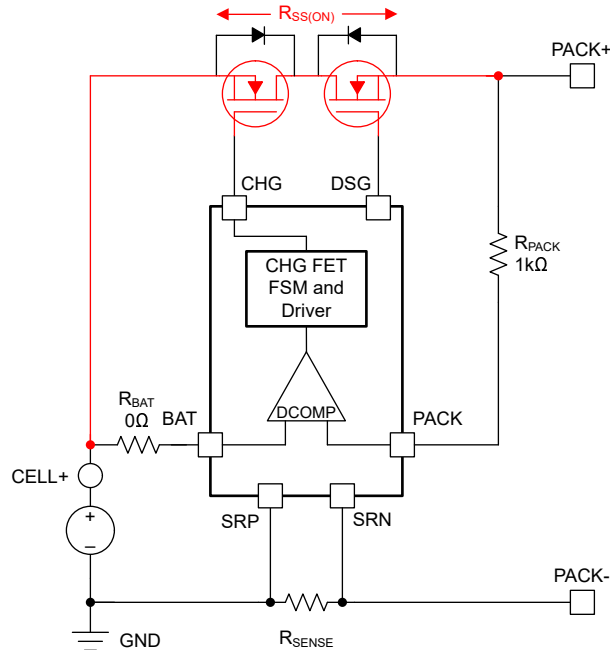


図 7-19. ローサイド電流検出による DCOMP 検出抵抗

これら 2 つの例に基づくアプリケーションで BQ27Z855 を使用する場合は、センス抵抗のハイサイドまたはローサイドの構成がデバイスの DCOMP が CHG FET 状態遷移をトリガする電流にどのように影響するかです。

- ハイサイド R_{SENSE} :DCOMP は、より低い電流で CHG FET をオフまたはオンに切り替えることができます
- ローサイド R_{SENSE} :DCOMP は、より大きな電流で CHG FET をオフまたはオンに切り替えることができます

有効な入力電圧源が PACK+ に接続されているときに、CHG FET をオフにするためにデバイスによる全体的な応答を高速化する場合、この検討事項は理想ダイオードモードでは特に重要です。

7.2.2.3.6 システムレベルの推奨事項

システムレベルの適切な性能とデバイスのバッテリー充電機能を確保するには、以下のシステムレベルの推奨事項に従う必要があります。

- 合計システム容量 (C_{SYS}) は、 $20\mu F \sim 1.2mF$ の範囲内である必要があります
 - これにより、デバイスの MINSYS レギュレーション ループが有効なときに安定し、充電中に不要な発振が発生しないことが保証されます

7.2.2.4 BQ27Z746 および BQ27Z758 との共同設計

BQ27Z855 デバイスは、TI の BQ27Z746 および BQ27Z758 ファミリの 1S バッテリー残量計および保護デバイスとフットプリント互換性があり、部品の交換が必要な設計に使用できます。

以下のセクションでは、バッテリー残量計の交換が必要な設計において、BQ27Z855 デバイスと BQ27Z7xx デバイスファミリの主な情報と相違点について説明します。

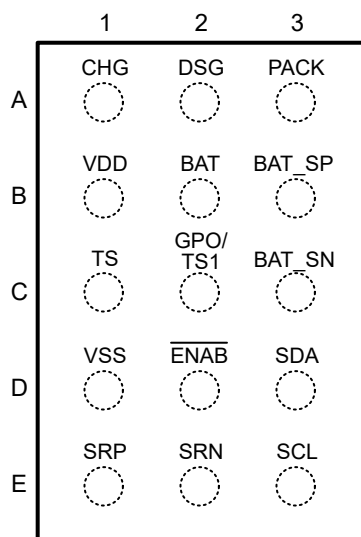
7.2.2.4.1 フットプリントの互換性と同等のピン

BQ27Z855 は、TI バッテリー残量計デバイスの BQ27Z7xx ファミリーとフットプリント互換性があります。これは、両方のデバイスが 3x5 ボールグリッドアレイデバイスであり、PCB 上の同じランドパターンに配置できるためです。

BQ27Z855 は、BQ27Z746 および BQ27Z758 デバイスとの完全なピン互換性はありません。ただし、BQ27Z855 デバイスのピンのほとんどは BQ27Z746 および BQ27Z758 デバイスと同じ場所にあり、バッテリー残量計の部品を交換可能な設計に簡単に対応させられます。

BQ27Z7xx ファミリーのデバイスのピンは、以下の図 7-20 と表 7-4 に示された BQ27Z855 のピンと同等です。

BQ27Z7xx Pinout: Top View



BQ27Z855 Pinout: Top View

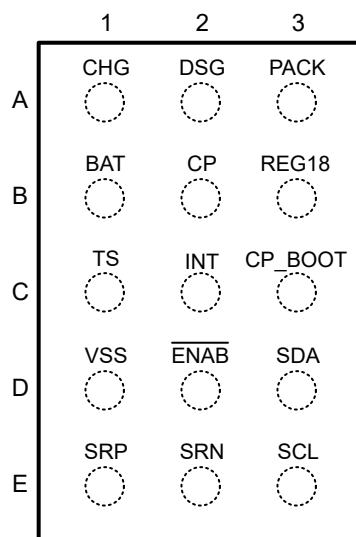


図 7-20. BQ27Z7xx と BQ27Z855 のピン配置

表 7-4. BQ27Z7xx と BQ27Z855 の同等のピン マップ

ピン番号	BQ27Z7xx ピン	BQ27Z855 の同等のピン
A1	CHG	CHG
A2	DSG	DSG
A3	PACK	PACK
B1	VDD	BAT
B2	BAT	BAT
B3	BAT_SP	該当なし
C1	TS	TS
C2	GPO/TS1	INT:追加の TS1 機能なし
C3	BAT_SN	該当なし
D1	VSS	VSS
D2	ENAB	ENAB
D3	SDA	SDA
E1	SRP	SRP
E2	SRN	SRN
E3	SCL	SCL

7.2.2.4.2 共通レイアウトの例

図 7-21 に、BQ27Z855 デバイスと、TI のバッテリー残量計デバイスである BQ27Z7xx ファミリの間の共通レイアウト例を示します。このデバイスは両方のデバイスに対応しており、一方のデバイスをもう一方のデバイスのドロップイン交換品として使用できます。この例の共通レイアウトでは、BQ27Z855 のピン配置とローサイド電流検出構成を使用しています。

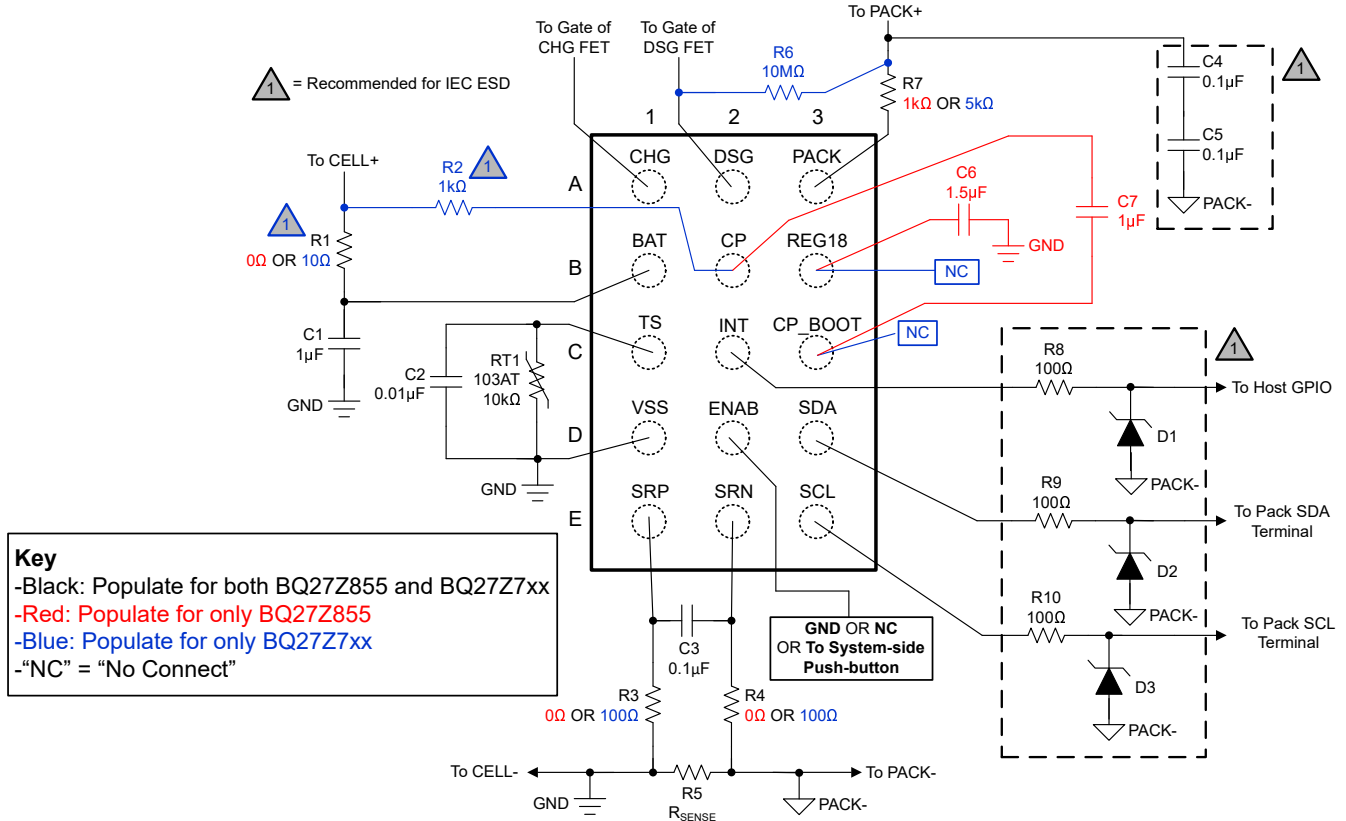


図 7-21. BQ27Z855 および BQ27Z7xx の共通レイアウト例

表 7-5 に、BQ27Z855 デバイスと BQ27Z7xx デバイス ファミリの外付け部品の違いを示します。

表 7-5. BQ27Z855 と BQ27Z7xx の外付け部品

部品	BQ27Z855 の標準値	BQ27Z7xx の標準値
R1 ⁽¹⁾	0 Ω	10 Ω
R2 ⁽¹⁾	DNP	1kΩ
R3	0 Ω	100 Ω
R4	0 Ω	100 Ω
R5	R _{SENSE}	R _{SENSE}
R6	DNP	10MΩ
R7	1kΩ	5kΩ
R8 ⁽¹⁾	100 Ω	100 Ω
R9 ⁽¹⁾	100 Ω	100 Ω
R10 ⁽¹⁾	100 Ω	100 Ω
C1	1μF	1μF
C2	0.01μF	0.01μF
C3	0.1μF	0.1μF
C4 ⁽¹⁾	0.1μF	0.1μF
C5 ⁽¹⁾	0.1μF	0.1μF
C6	1.5μF	DNP
C7	1μF	DNP
RT1	10kΩ	10kΩ
D1 ⁽¹⁾	-	-

表 7-5. BQ27Z855 と BQ27Z7xx の外付け部品 (続き)

部品	BQ27Z855 の標準値	BQ27Z7xx の標準値
D2 ⁽¹⁾	-	-
D3 ⁽¹⁾	-	-

(1) IEC ESD に推奨

8 電源に関する推奨事項

BQ27Z855 デバイスは、電源として BAT ピンを使用します。BAT ピンは、デバイスのリファレンス電圧を供給する内部電圧源および 1.8V LDO に電力を供給します。

BAT ピンと VSS ピンの間に推奨標準容量 1 μ F のコンデンサ (C_{BAT}) を接続することをお勧めします。このコンデンサは、できるだけ BAT ピンに近づけて配置します。

9 レイアウト

9.1 レイアウトのガイドライン

- センサ抵抗でのケルビン接続の品質は重要です。温度による電流測定ドリフトを最小限に抑えるため、センサ抵抗の温度係数を 50ppm 以下にする必要があります。BQ27Z855 の利用可能な過電流および短絡保護回路範囲と必要な保護スレッシュホールド設定に対応するようにセンサ抵抗の値を選択してください。放熱を最小限に抑えつつ、必要な測定精度を維持するため、可能な限り小さなセンサ抵抗を選択します。センサ抵抗の値は、短絡時に BQ27Z855 の SRP および SRN ノードの間に発生する差動電圧に影響を与えます。これらのピンの差動電圧は、通常動作では $\pm 0.1V$ の V_{CCADC_IN} を超えないようにしてください。良好なケルビン検出が維持されていれば、並列センサ抵抗を使用できます。このデバイスは、最小センサ抵抗値の 0.5m Ω をサポートするように設計されています。
- BAT ピンは、バッテリーセルの正端子に直接接続する必要があります。バッテリーセルへのケルビン接続の品質は非常に重要です。セルの正端子 (CELL+) にあるケルビン接続により、銅のパターンによって生じるデバイスの入力電源への電圧降下または影響による誤差を回避できます。バッテリー残量計がセル電圧を測定している間に長い配線を通して不要な電圧降下を回避するには、低電流グラウンドへのケルビン接続が必要です。
- バッテリー残量計回路に関しては、部品の配置とレイアウトに関して、以下の機能に注意する必要があります。
 - BAT デカップリング コンデンサ:** 推奨標準容量 1 μ F のコンデンサ (C_{BAT}) を、BAT ピンと VSS ピンの間に、できるだけ BAT ピンに近づけて配置します。
 - SRP および SRN ピンでのクーロン カウン インターフェイス:** BQ27Z855 バッテリー残量計は、電流測定に積分型デルタシグマ ADC を使用します。SRP と SRN ピンとの間に、0.1 μ F のフィルタリング コンデンサを配置します。コンデンサは、デバイスにできる限り近づけて配置してください。センサ抵抗からのトレースを差動ペアとしてフィルタリング コンデンサ、SRP ピン、SRN ピンに配線します。フィルタ回路の周囲にグラウンド プレーンを追加すると、ノイズ耐性を高めることができます。
 - REG18 デカップリング コンデンサ:** デバイスの内部 1.8V LDO には、適切なデバイス動作をサポートするために、外付けのデカップリング コンデンサが必要です。推奨標準容量 1.5 μ F のコンデンサ (C_{REG18}) を、REG18 ピンと VSS ピンの間に、できるだけ REG18 ピンに近づけて配置します。
 - I²C 通信および INT ピン ESD 外部保護:** I²C クロックおよびデータピンおよび INT ピンには高電圧 ESD 保護回路が内蔵されています。ただし、ツェナー ダイオードと直列抵抗を追加すると、より堅牢な ESD 性能が得られます。I²C クロックおよびデータラインは、内部ブルダウン抵抗を備えています。バッテリー残量計が両方のラインがローであることを検出すると (パックの取り外し時など)、デバイスはスリープ モードに移行して電力を節約します。
- 電流リミッタ回路に関しては、部品の配置とレイアウトに関して、以下の機能に注意する必要があります。
 - CP コンデンサ:** 推奨標準容量 1 μ F のコンデンサ (C_{CP}) を、CP ピンと CP_BOOT ピンの間に、できるだけデバイスに近づけて配置します。充電中に意図しないデバイスの電圧低下を防ぐため、CELL+ とデバイスの BAT ピン間の総抵抗が 110m Ω を超えないように、バッテリーセルの CELL+ 端子とデバイスの BAT ピン間のパターン抵抗を慎重に考慮する必要があります。
 - 電圧ベースのフィードバック インターフェイス:** 適切な充電と補助モードの動作を確保するために、BAT コンデンサ (C_{BAT}) とデバイスの BAT ピン間、および CELL+ と C_{BAT} コンデンサ間の合計抵抗を慎重に考慮するほか、BAT デカップリング コンデンサについても上記と同じレイアウト ガイドラインに従ってください。 C_{BAT} コンデンサとデバイ

ス BAT ピンの間の寄生抵抗は、60mΩ を超えることは推奨されません。CELL+ と C_{BAT} コンデンサとの間の接続抵抗は、140mΩ を超えないようにすることを推奨します。

- **電流ベースのフィードバック インターフェイス:** SRP ピンおよび SRN ピンのクーロン カウンタ インターフェイスについては、上記のレイアウト ガイドラインに従ってください。
- **BAT-PAK DCOMP:** 最適な DCOMP センシング性能を確保するため、PACK+ ノード (図 7-16 の ノード B) とデバイスの PACK ピンの間の合計外部抵抗 (寄生抵抗を含む) および寄生容量は、時定数値 20ns を超えることは推奨されません。さらに、デバイスの BAT 検出ポイントと PACK 検出ポイントの間の寄生パターン抵抗は、デバイスの DCOMP が CHG FET 状態遷移をトリガする電流に影響するため、慎重に考慮する必要があります。

10 デバイスおよびドキュメントのサポート

10.1 サード・パーティ製品に関する免責事項

サード・パーティ製品またはサービスに関するテキサス・インスツルメンツの出版物は、単独またはテキサス・インスツルメンツの製品、サービスと一緒に提供される場合に関係なく、サード・パーティ製品またはサービスの適合性に関する是認、サード・パーティ製品またはサービスの是認の表明を意味するものではありません。

10.2 ドキュメントのサポート

10.2.1 関連資料

関連資料については、以下を参照してください。

- [BQ27Z855 テクニカルリファレンス マニュアル](#)
- 『[Dynamic Z-Track™ テクノロジー: 動的負荷アプリケーション向けの高度なバッテリー残量計アルゴリズム](#)』
- 『[TI バッテリー残量計への楕円曲線暗号による認証機能の実装](#)』
- 『[IC パッケージの熱評価基準](#)』(SPRA953)

10.3 商標

™ is a trademark of Ti.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

10.4 静電気放電に関する注意事項



この IC は、ESD によって破損する可能性があります。テキサス・インスツルメンツは、IC を取り扱う際には常に適切な注意を払うことを推奨します。正しい取り扱いおよび設置手順に従わない場合、デバイスを破損するおそれがあります。

ESD による破損は、わずかな性能低下からデバイスの完全な故障まで多岐にわたります。精密な IC の場合、パラメータがわずかに変化するだけで公表されている仕様から外れる可能性があるため、破損が発生しやすくなっています。

10.5 用語集

[テキサス・インスツルメンツ用語集](#)

この用語集には、用語や略語の一覧および定義が記載されています。

11 改訂履歴

日付	改訂	注
February 2026	*	初版リリース

12 メカニカル、パッケージ、および注文情報

以降のページには、メカニカル、パッケージ、および注文に関する情報が記載されています。この情報は、指定のデバイスに使用できる最新のデータです。このデータは、予告なく、このドキュメントを改訂せずに変更される場合があります。本データシートのブラウザ版を使用されている場合は、画面左側の説明をご覧ください。

付録 : パッケージ・オプション

パッケージ情報

注文可能な型番	供給状況	資料のタイプ	パッケージ ピン数	パッケージ数量 キャリア	RoHS	リード端子の仕上げ / ボールの原材料	MSL 定格/ピークリフロー	動作温度 (°C)	部品マーキング
BQ27Z855Yahr	アクティブ	量産開始前	DSBGA (YAH) 15	3000 大口径のテープリール	Y	SAC396	レベル-1-260C-UNLIM	-40~85	BQ27Z855

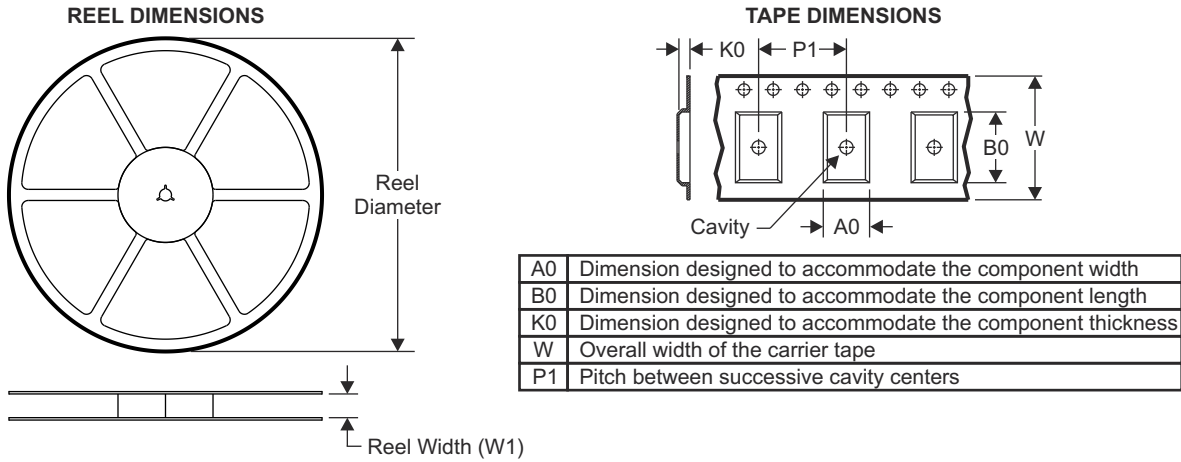
重要なお知らせと免責事項: このページに掲載されている情報は、発行日現在のテキサス・インスツルメンツの知識および見解を示すものです。テキサス・インスツルメンツの知識および見解は、第三者によって提供された情報に基づいており、そのような情報の正確性について何らの表明および保証も行いません。第三者からの情報をより良く統合するための努力は続けております。テキサス・インスツルメンツでは、事実を適切に表す正確な情報を提供すべく妥当な手順を踏み、引き続きそれを継続してゆきますが、受け入れる部材および化学物質に対して破壊試験や化学分析は実行していない場合があります。テキサス・インスツルメンツおよびテキサス・インスツルメンツのサプライヤは、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。

いかなる場合においても、そのような情報から生じた TI の責任は、このドキュメント発行時点での TI 製品の価格に基づく TI からお客様への合計購入価格 (年次ベース) を超えることはありません。

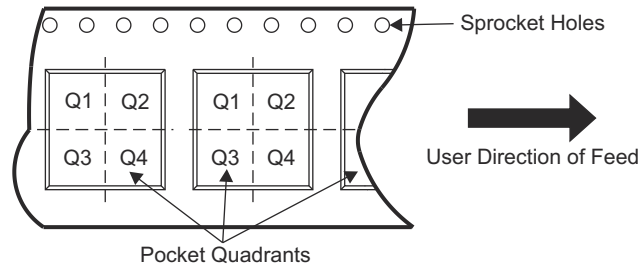
BQ27Z855

JADS082 – FEBRUARY 2026

12.1 テープおよびリール情報



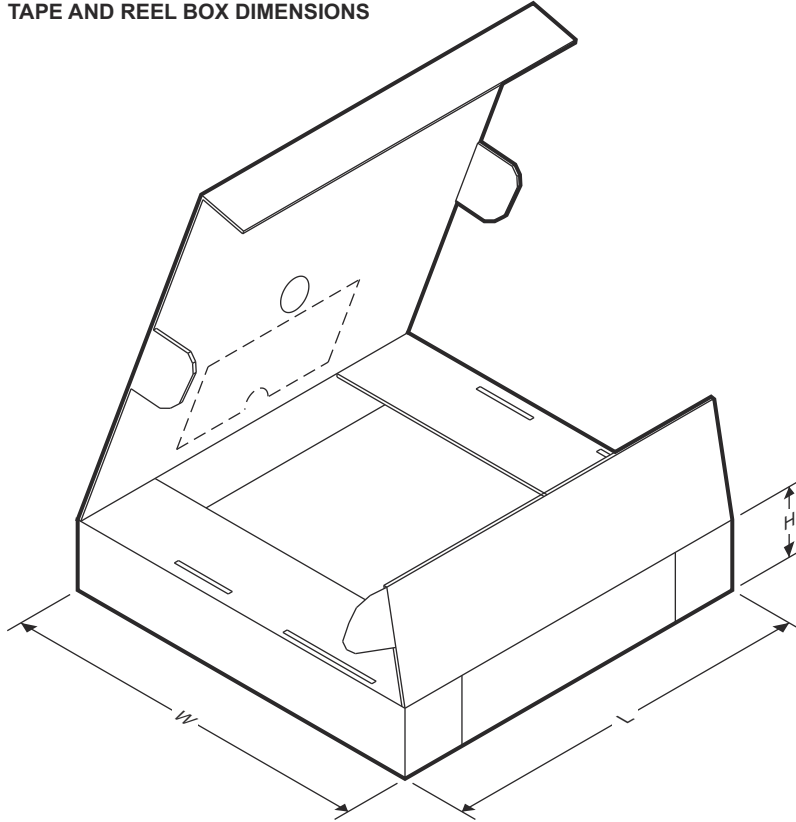
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



デバイス	パッケージタイプ	パッケージ図	ピン	SPQ	リール直径 (mm)	リール幅 W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	ピン1の象限
BQ27Z855YAHR	DSBGA	YAH	15	3000	180.0	12.4	1.88	2.76	0.55	4.0	12.0	Q1

ADVANCE INFORMATION

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS

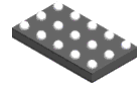


デバイス	パッケージタイプ	パッケージ図	ピン	SPQ	長さ (mm)	幅 (mm)	高さ (mm)
BQ27Z855YAHR	DSBGA	YAH	15	3000	182.0	182.0	20.0

ADVANCE INFORMATION

12.2 メカニカル データ

ADVANCE INFORMATION

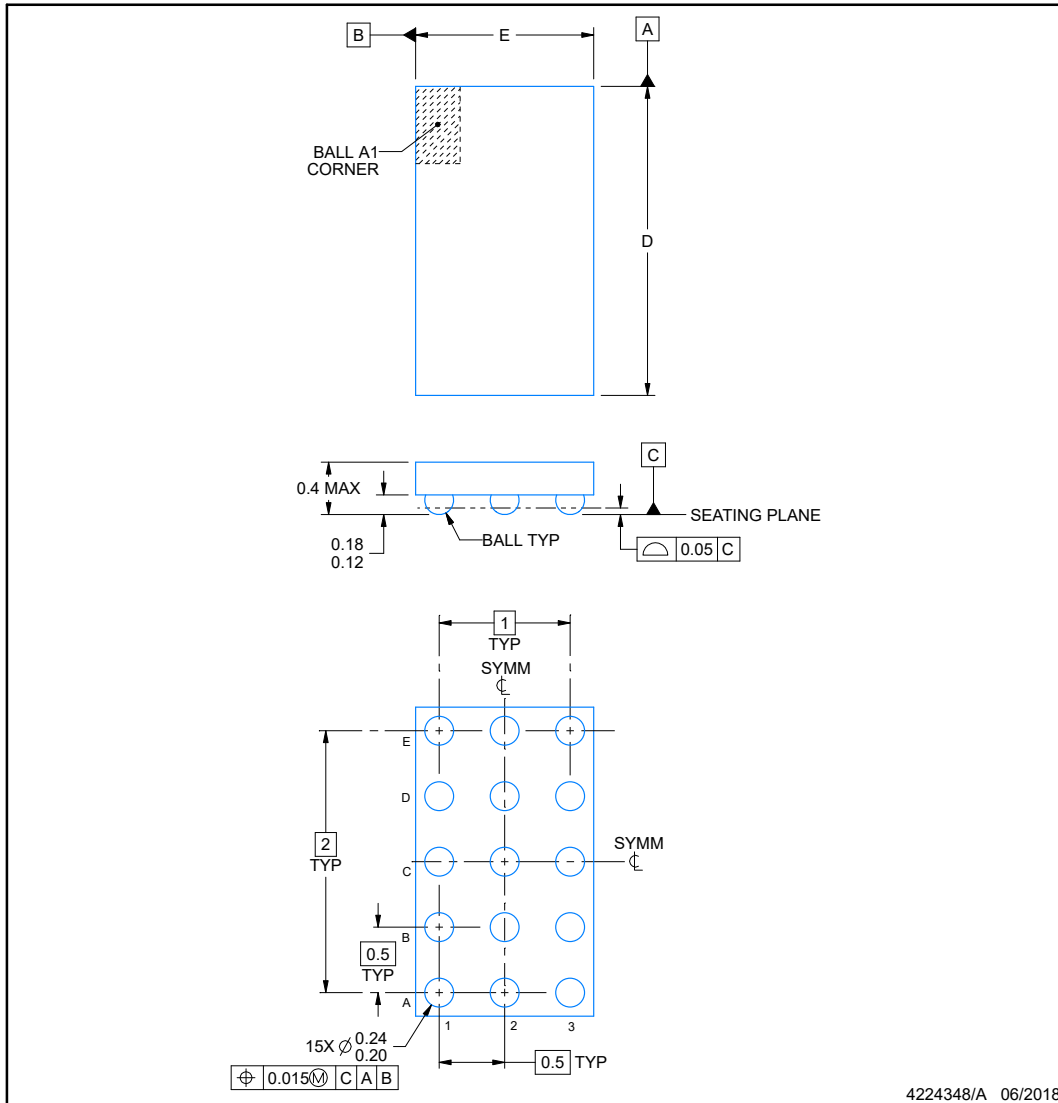


YAH0015

PACKAGE OUTLINE

DSBGA - 0.4 mm max height

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



NOTES:

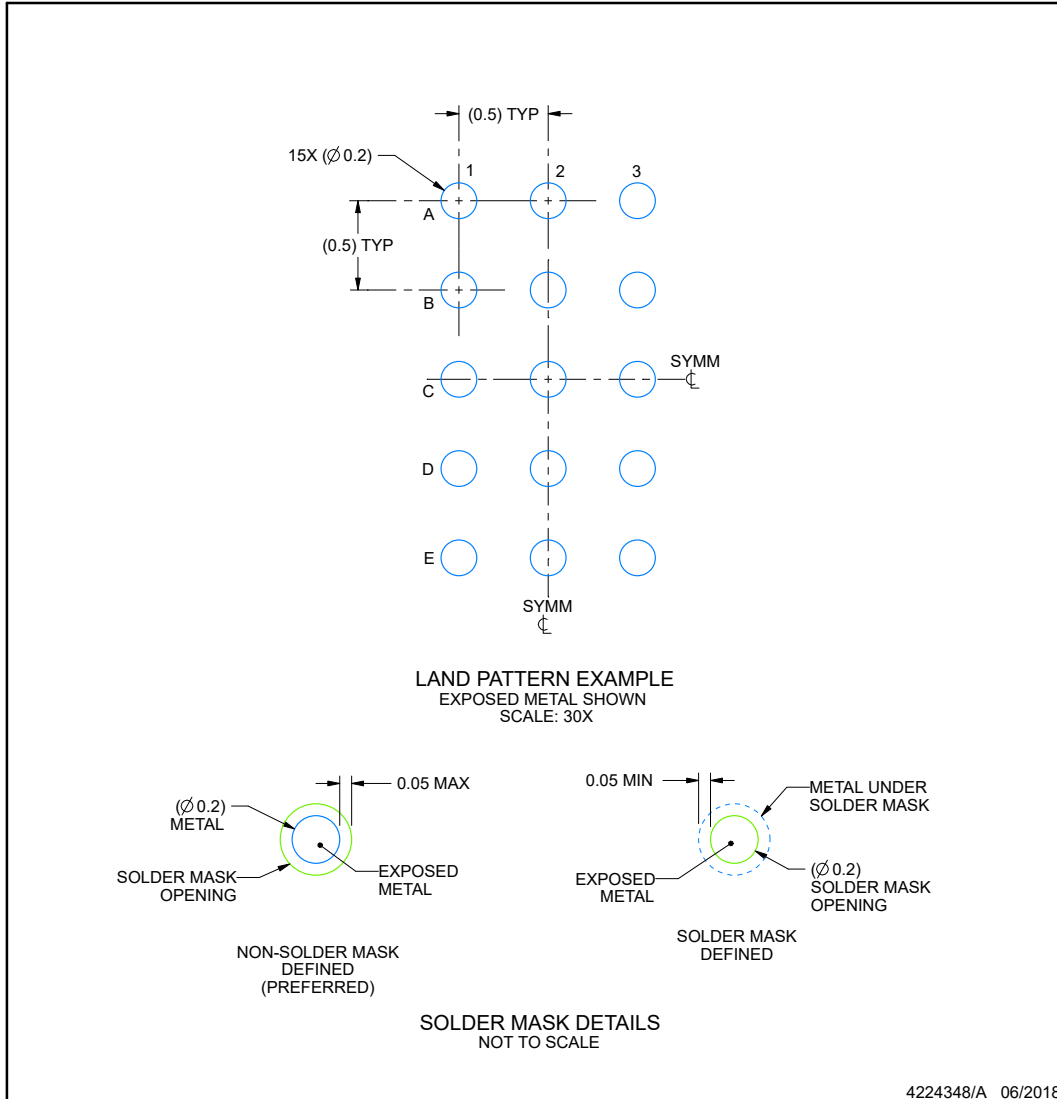
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

YAH0015

DSBGA - 0.4 mm max height

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



NOTES: (continued)

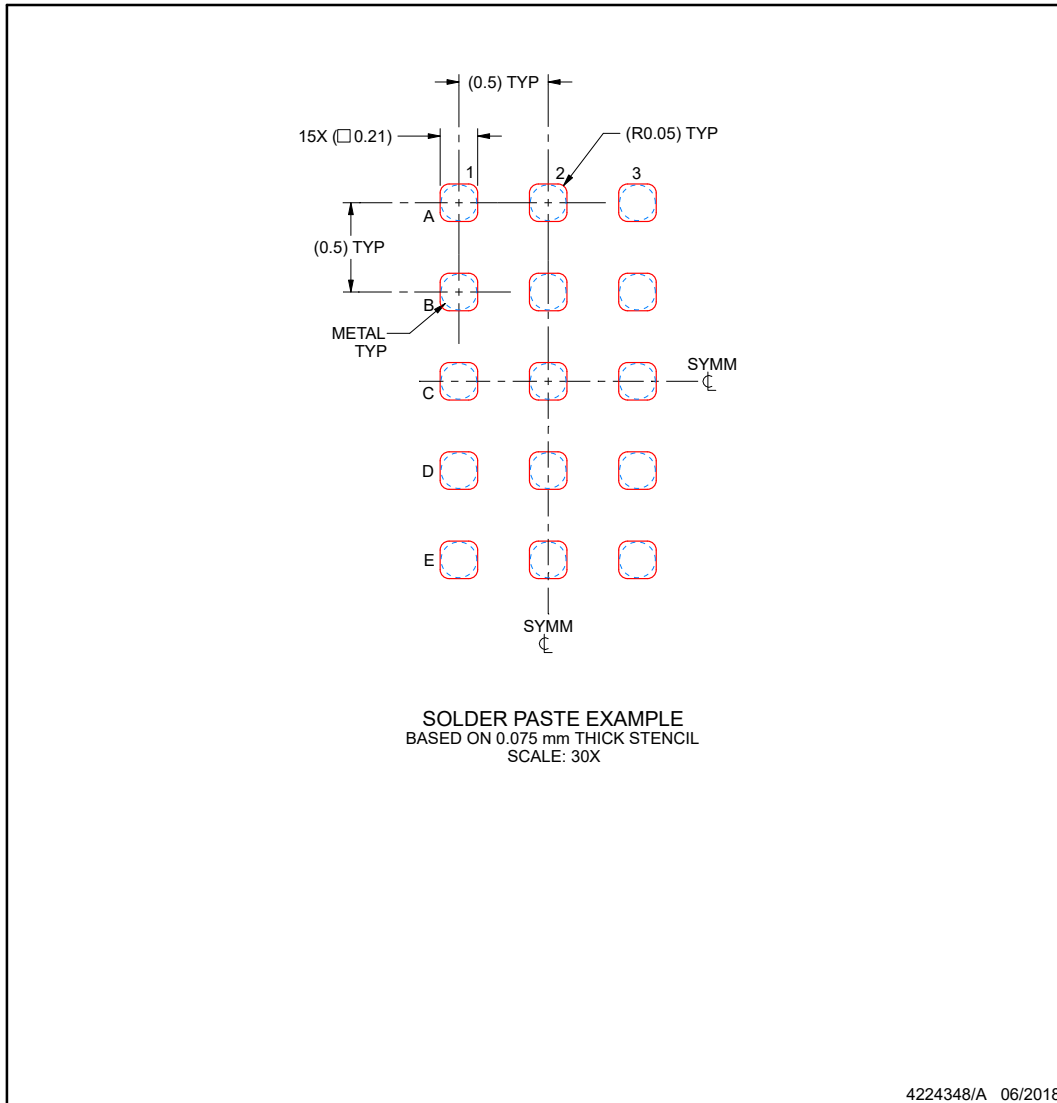
- Final dimensions may vary due to manufacturing tolerance considerations and also routing constraints. See Texas Instruments Literature No. SNVA009 (www.ti.com/lit/snva009).

EXAMPLE STENCIL DESIGN

YAH0015

DSBGA - 0.4 mm max height

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



NOTES: (continued)

- 4. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release.

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
PQ27Z855Yahr	Active	Preproduction	DSBGA (YAH) 15	3000 LARGE T&R	-	Call TI	Call TI	-40 to 85	

(1) **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

(2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

(3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

(4) **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

(5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

(6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "-" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

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むいかなる保証も、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、

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](#) 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