

EVM User's Guide: BQ27Z846

BQ27Z846 シングルセル バッテリ残量計の評価基板



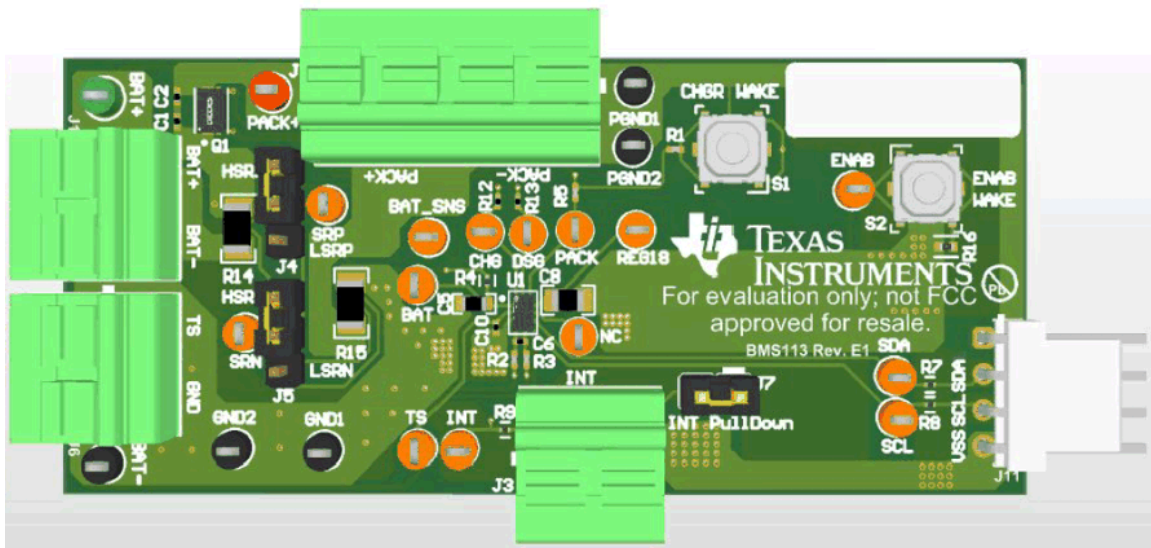
説明

BQ27Z846 評価基板 (EVM) は、システム内で BQ27Z846 バッテリ残量計の機能をユーザーが評価できるように設計されたシステムレベルの基板です。

BQ27Z846 評価基板は、バッテリーパックが 1-S (1 個の直列) セルであるアプリケーションに適しています。この評価基板は、BQ27Z846 バッテリ残量計、ハイサイドおよびローサイド電流検出抵抗、内蔵ハイサイド保護機能、ENAB ウェーク ボタン、チャージャ ウェーク ボタン、その他のヘッダ オプションを搭載しており、用途に合わせていくつかの変更を行うことができます。

特長

- BQ27Z846 リチウムイオン バッテリ パック マネージャ 評価基板用の完全な評価システム。
- 実装済み回路モジュールによる迅速な設定
- システム分析のためのデータ ロギングを可能にするソフトウェア
- ハイサイドおよびローサイドの電流検出抵抗を内蔵
- ハイサイド保護機能を内蔵
- Dynamic Z-Track™ アルゴリズム



注

この評価基板は、製品の基本機能を評価することを意図しており、デバイスの最大性能を反映していません。この評価基板は、製造サイクルの一部として含めるための設計を採用していません。

1 評価基板の概要

1.1 はじめに

BQ27Z846 評価基板には、BQ27Z846 (統合型ガス残量計および保護 IC) と、外部ハイサイド保護 N チャンネル FET が搭載されています。このユーザー ガイドでは、次のタスクについて説明します。

- 必要な部品を互いに接続して、評価基板の電源をオンにします
- 必要なテキサス インストルメンツのソフトウェア ツールのインストール
- 追加のハードウェアとソフトウェアを使用した評価基板のセットアップ
- BQ27Z846 の電圧および電流読み取り値のキャリブレーションを行います
- Chemical ID 選択プロセスを実行します
- 学習サイクル全体で残量計レポートを最適化できます
- ゴールデン イメージを作成してアップロードします
- ゲージとの高度な通信を使用します

これらのタスクでは、「ゴールデン パック」を作成することで、BQ27Z846 評価基板と BQ27Z846 を使用した量産準備に必要なプロセスを順を追って説明します。ゴールデンパックとは、開発段階で最適化プロセスと設定プロセスが実行された、シングル残量計とバッテリーです。結果の値は、ゴールデン パック ゲージから「ゴールデン ファイル」または「ゴールデン イメージ」に抽出されます。ゴールデン ファイルとは、適切に制御された製造プロセスの間、パック間の変動が最小限であるため、量産で使用されるすべての残量計にプログラムされたフラッシュ イメージです。Dynamic Z-Track アルゴリズムにより、バッテリーパックの導入後もゲージが学習を継続し、製造上の個体差、使用環境、および経年劣化による容量変化に対応することが可能になります。

1.2 キットの内容

- BQ27Z846 評価基板
- 評価基板を EV2400 通信インターフェイス アダプタに接続するためのケーブル

1.3 仕様

表 1-1. 性能仕様の概要

BQ27Z846 仕様	最小値	標準値	最大値	単位
Pack+ から Pack- までの入力電圧	-0.3		24	V
Bat+ から Bat- までの入力電圧	-0.3		6.0	V
ハードウェア保護仕様				
過電圧保護	3500	4300	5000	mV
低電圧保護	2000	2300	4000	mV
充電時の過電流保護	4	14	100	mV ⁽¹⁾
放電時の過電流保護	-4	-16	-100	mV ⁽¹⁾

(1) 1mΩ 検出抵抗に基づいています。

1.4 製品情報

評価基板の部品番号	Chemistry	構成	容量
BQ27Z846 評価基板	リチウムイオン	シングル セル	任意

デバイスのファームウェアおよびハードウェアの詳細については、「[1 セルバッテリー パック向け保護・認証機能内蔵 BQ27Z846 Dynamic Z-Track™ 残量計](#)」のデータシートおよび「[BQ27Z846 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。

2 ハードウェア設定

保護モジュールを内蔵した BQ27Z846 を使用するには、評価基板の使用とゴールデン ファイルの作成を目的とするハードウェア接続が必要です。

2.1 ハードウェア要件

このガイドで説明しているゴールデン ファイルを作成する手順を完了するには、以下のハードウェアが必要です。

- Windows® 10 以降を搭載した PC
- EV2400 と USB ケーブル
- BQ27Z846 評価基板 (EVM)
- 定電圧、定電流の電源 (電源に 1mV および 1mA 精度を推奨)
- シングル セル バッテリ (ゴールデン バック バッテリは量産時のバッテリーと同じ)

2.2 BQ27Z846 回路モジュールとバッテリー パックの接続

図 2-1 に、BQ27Z846 回路モジュールをバッテリー、パーソナル コンピュータ (PC)、およびシステム負荷 / チャージャに接続する方法を示します。

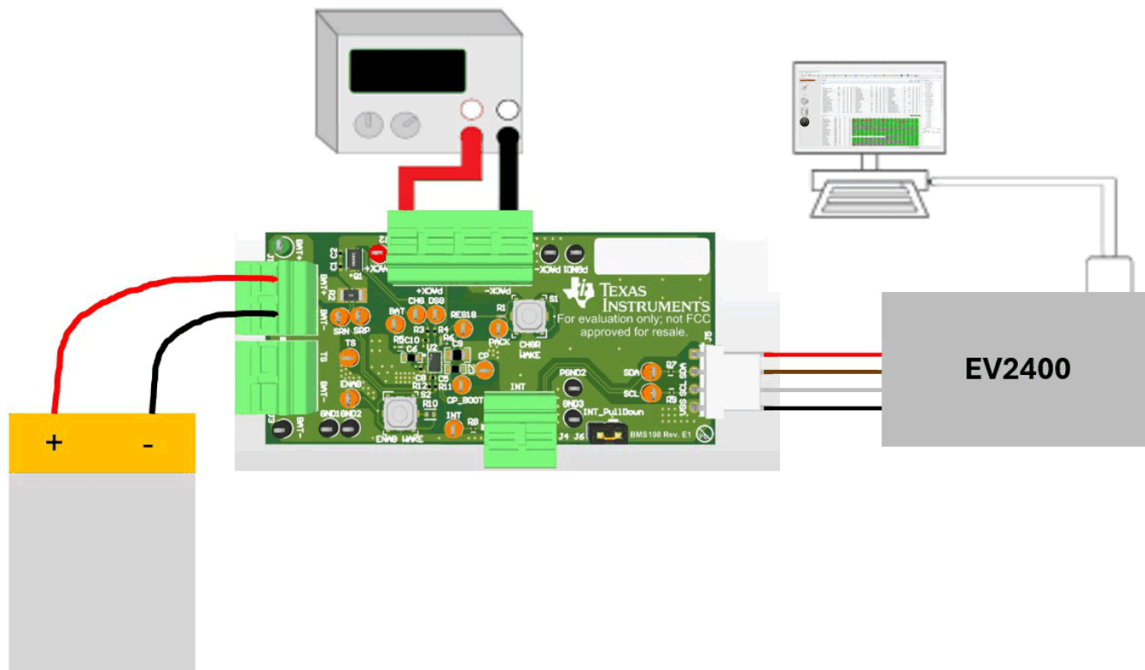


図 2-1. BQ27Z846 回路モジュールと 1Sx1P の接続

2.3 評価基板のジャンパと端子台の説明

以下のセクションでは、構成可能なジャンパと端子台と、このボードにおけるその目的について説明します。

1. **J1 - バッテリ入力:**この端子台は、1SXP バッテリパックの正と負のリードへの入力です。
2. **J2 - チャージャ / 負荷接続:**この端子台は、チャージャ / 負荷用の入出力です。そのうちの 2 つは PACK- 用で、そのうちの 2 つは PACK+ 用です。
3. **J3 - 割り込みピン出力 (INT):**この端子台は、BQ27Z846 の INT ピンに接続されています。この端子台の両方の接続は、INT ピンに接続されています。
4. **J4 - 電流検出レジスタの正入力 (SRP):**このジャンパは、BQ27Z846 の SRP ピンのハイサイドまたはローサイド電流センシングを選択します。このジャンパは、ローサイド電流センシングの場合は LO の位置に、ハイサイド電流センシングの場合は HI の位置に取り付けます。このジャンパは、J4 と J5 の両方のジャンパで同じ位置にする必要があります。
5. **J5 - 電流検出レジスタの負入力 (SRN):**このジャンパは、BQ27Z846 の SRN ピンのハイサイドまたはローサイド電流センシングを選択します。このジャンパは、ローサイド電流センシングの場合は LO の位置に、ハイサイド電流センシングの場合は HI の位置に取り付けます。このジャンパは、J4 と J5 の両方のジャンパで同じ位置にする必要があります。
6. **J6 - 外部温度センサ接続:**この端子台は、外部温度センサの一方のリードを BQ27Z846 の TS ピンに、もう 1 つのリードを BAT- (GND) に接続します。残量計が外部温度測定用に構成されている場合、残量計が正確な温度を報告するために外部温度センサが存在する必要があります。外部温度センサ用に BQ27Z846 を設定する方法については、「BQ27Z846 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. **J11 - I2C ヘッダーの接続:**このコネクタは、BQ27Z846 との I2C 通信に使用され、EV2400 とのインターフェイスに使用されます。

3 ソフトウェアの設定

このセクションでは、BQ27Z846 評価基板 PC ソフトウェアのインストール方法と、評価基板のさまざまなコンポーネントの接続方法について説明します。

3.1 システム要件

bqStudio ソフトウェアを使用するには、Windows 7 またはそれ以降が必要です。以前のバージョンの Windows オペレーティングシステムを使用すると、USB ドライバサポートでは動作しない場合があります。

3.2 ソフトウェアのインストール

bqStudio-test と EV2400 ドライバの最新ソフトウェア バージョンは、ti.com で取得できます。部品番号 BQ27Z846 を検索して、このデバイスのツール フォルダを確認します。BQ27Z846 bqStudio ソフトウェアインストールをするには、これらの手順に従います。

1. ファームウェア アップデータ ツールのインストーラを実行します。ファームウェア アップデータ ツールがコンピュータにインストールされている場所に注意してください。
2. 更新する EV2400 をコンピュータに接続します。
3. ファームウェアの更新に使用するコンピュータに、他の EV2400 が接続されていないことを確認します。
4. インストールされているファームウェア アップデータ ツールの場所に移動します。ファームウェア アップデータ ツールを実行します。
5. アップデータ ツールは、接続されている EV2400 を検出し、現在のファームウェア バージョンを表示し、EV2400 ファームウェアのアップデートを続行するように指示します。
6. Y と入力し、Enter を押します。
7. ファームウェア アップデータ ツールは、EV2400 を FW アップデート モードに切り替え、EV2400 ファームウェアの古いバージョンの一括消去を実行し、EV2400 をプログラムし、デバイスをリセットします。終了したら、続行するようにユーザーに指示するメッセージが表示されます。
8. Enter を押して、ファームウェア アップデータ ツールを終了します。
9. EV2400 をパーソナル コンピュータ (PC) から取り外します。
10. bqStudio のインストール パッケージを含むアーカイブを開き、内容を一時ディレクトリにコピーします。
11. 最後にバージョンを追加して、以前の「Battery Management Studio」フォルダの名前を変更します
12. TI の Web サイトからダウンロードした bqStudio インストーラ ファイルを開きます。
13. ソフトウェアのインストールが完了するまで、画面に表示される指示に従います。
14. 評価ソフトウェアを起動する前に、EV2400 の USB ケーブルをコンピュータに接続し、I2C ポートを評価基板ボード (J11) に接続します。

注

ファームウェアの更新プロセス全体を実行する間は、EV2400 をコンピュータに接続したままにしてください。

3.3 ファームウェアの更新

www.ti.com の適切な BQ27Z846 フォルダで、最新のファームウェア バージョンを取得します。BQ27Z846 Battery Management Studio ソフトウェアをインストールするには、次の手順に従います。

1. Start | Programs | Texas Instruments | Battery Management Studio メニュー シーケンス、または Battery Management Studio ショートカットから Battery Management Studio を実行します。
2. 「プログラミング画面」の指示に従って、www.ti.com からダウンロードしたファームウェア「.src」ファイルを選択し、「プログラム」ボタンをクリックします。
3. プログラミングが完了したら、Battery Management Studio を再起動してください。これで、評価基板は最新のファームウェアで使用可能な状態になります。

3.4 予期しないダイアログ ボックスのトラブルシューティング

ファイルをダウンロードするユーザーは、管理者としてログインする必要があります。ドライバは署名されていないため、管理者は署名されていないドライバのインストールをオペレーティング システムにおいて許可する必要があります。Windows 7 を使用している場合は、管理者権限でソフトウェアをインストールします。

3.5 bqStudio の使用

このセクションでは、bqStudio ソフトウェアを使用した BQ27Z846 の動作について詳述します。

3.5.1 プログラムの起動

デスクトップから bqStudio を実行します。ウィンドウは上部にあるツール パネルと、非表示にしたり、さまざまな位置にドッキングしたり、別々のウィンドウとしてフロートすることができるその他の子ウィンドウで構成されています。bqStudio が最初に起動すると、メイン ウィンドウに「残量計ダッシュボード」ウィンドウ、「レジスタ」ウィンドウ、「データ メモリ」ウィンドウが表示されます。「レジスタ」、「データ メモリ」、「コマンド」、その他のウィンドウは、メイン ウィンドウの上部にあるツール パネルの対応するアイコンをクリックすると、メイン ウィンドウに追加できます。

データは、最初は「残量計ダッシュボード」、「レジスタ」、および「データ メモリ」セクションに表示されます。「リフレッシュ (シングル タイム スキャン)」または「スキャン (連続スキャン)」ボタンをクリックして、「レジスタとデータ メモリ」ウィンドウのデータを更新します。「スキャン」チェックボックスが緑色でハイライトされている場合は連続スキャンが有効になり、「スキャン」チェックボックスがハイライトされていない場合は無効になります。スキャンボタンの横にストップウォッチアイコンを表示して、連続スキャン間隔を設定します。ストップウォッチ アイコンをクリックすると、ドロップダウン メニューが表示され、目的のスキャン間隔を選択できます。ストップウォッチ アイコンの横にスキャン間隔の値が表示されます。

ログ ファイルを収集する別の方法は、「レジスタ」ページを使用することです。ログ ファイルを開始するには、「ログを開始」ボタンを押してから、目的のファイル名とファイルの場所を選択できます。ログ ファイルは、「レジスタ」ページに存在するすべてのものを定期的にログに記録します。

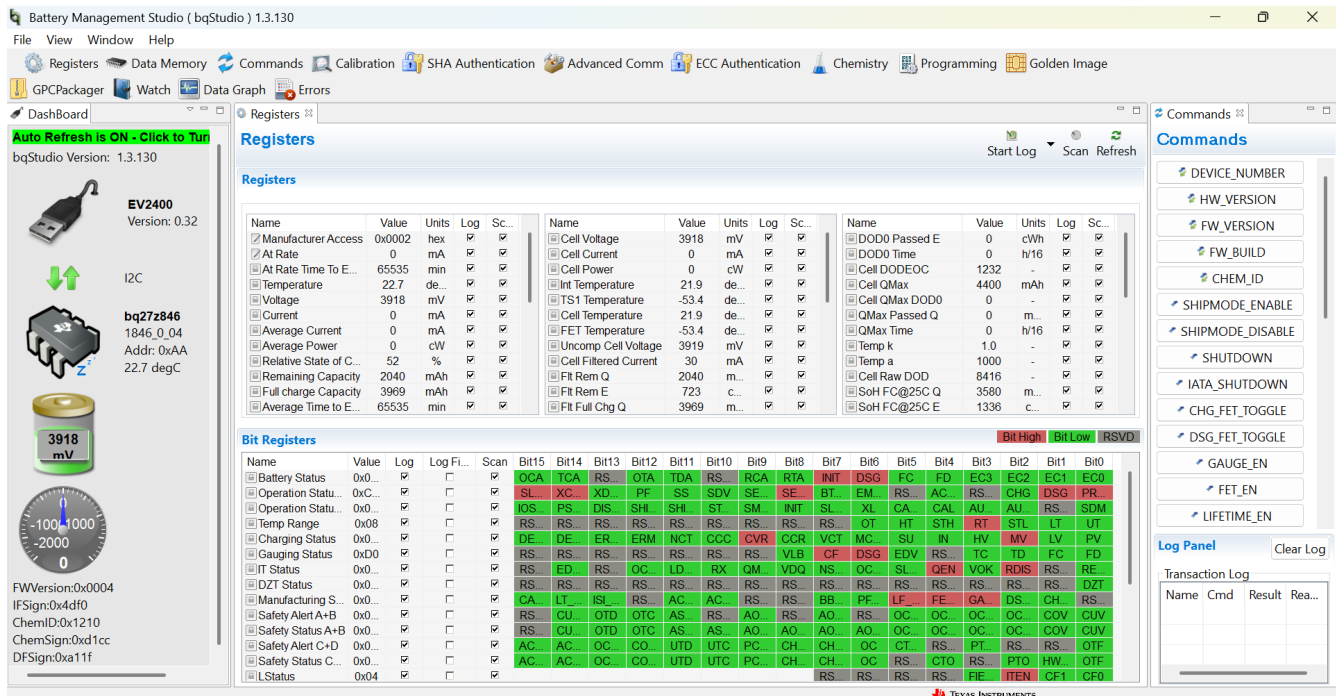


図 3-1. 「レジスタ」ウィンドウ

図 3-1 に、bqStudio のメイン ウィンドウを示します。追加のフラグおよびステータスのデータは、「レジスタ」ウィンドウの下部に表示できます。

3.5.2 プログラム可能な BQ27Z846 オプションの設定

BQ27Z846 は、[BQ27Z846 テクニカルリファレンス マニュアル](#)で詳細に説明されているデフォルト設定に従って設定されます。評価対象の BQ27Z846 設計のバックとアプリケーションに合わせて、設定が正しく変更されていることを確認します。

注

最高の性能を実現するには、これらのオプションを適切に設定することが不可欠です。これらの設定は、「メイン bqStudio」ウィンドウ (図 3-2) にある「データ メモリ」ウィンドウを使用して設定します。

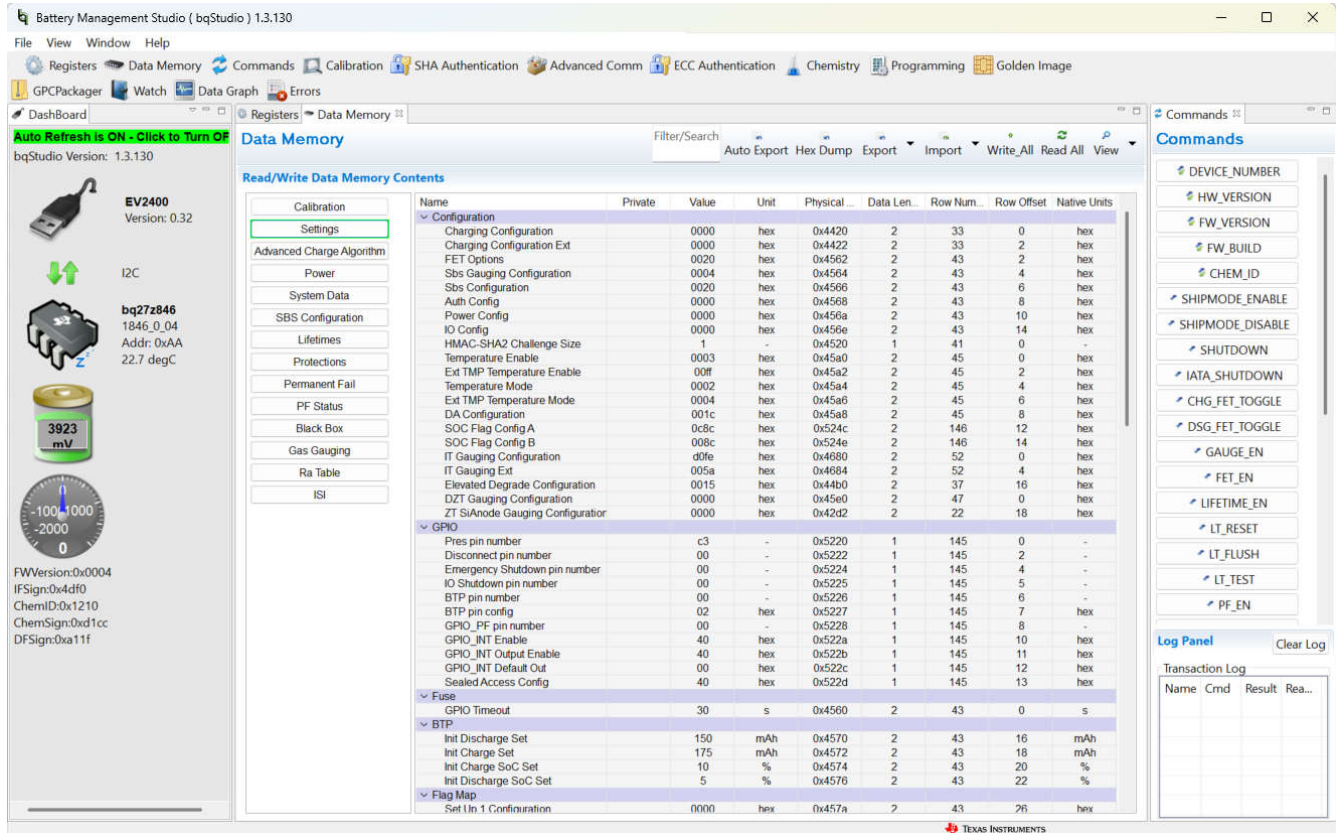


図 3-2. Data Memory (データ メモリ) 画面

BQ27Z846 からすべてのデータを読み取るには、「データ メモリ」ウィンドウの「すべて読み取る」ボタンをクリックします。設定を簡単にするために、「.gg.csv」拡張子の付いたテキストファイルを抽出、変更、デバイスにインポートすることができます。「.gg.csv」ファイルをエクスポートおよびインポートするには、図 3-2 に示すエクスポート ボタンおよびインポート ボタンを使用します。自動エクスポート ボタンを使用すると、定期的に「gg」ファイルをエクスポートできます。この機能は、残量計の問題をデバッグする際に役立ちます。「.gg.csv」ファイルをインポートする場合は、「.gg.csv」ファイルで行われたすべての変更がゲージに影響を受けるように、「書き込む」コマンドが必要です。「読み取る」コマンドを使用して、残量計に書き込まれたすべてのデータを読み戻し、変更が行われたことを確認します。「フィルタ / 検索」フィールドを使用すると、データ メモリ コンテンツの特定のパラメータを検索できます。

注

Microsoft Excel を使用して「.gg.csv」ファイルに変更を加えないでください。ソフトウェアがファイルに変更を加えると、bqStudio が拒否します。「.gg.csv」ファイルを編集するには、メモ帳などのテキスト エディタを使用してください。

4 残量計測定のキャリブレーション

このセクションでは、bqStudio を使用するプロセスと、残量計の電圧および電流の測定値のキャリブレーションに必要なハードウェア設定について説明します。このガイド内の残りのプロセスでは、キャリブレーションされたゲージを用意することが重要です。

4.1 電圧キャリブレーション

図 2-1 に示すように、評価基板と他のハードウェアを設定します。BAT ピンはバッテリーまたは電源に接続できますが、正確なキャリブレーションのために、この電源の電圧をミリボルト精度で知る必要があります。bqStudio 内で、「キャリブレーション」ウィンドウに移動します。次に、図 4-1 に示すように、使用する電圧源の正確な値を入力し、「電圧をキャリブレーション」をチェックしてから、「ガス残量計をキャリブレーション」ボタンを押します。

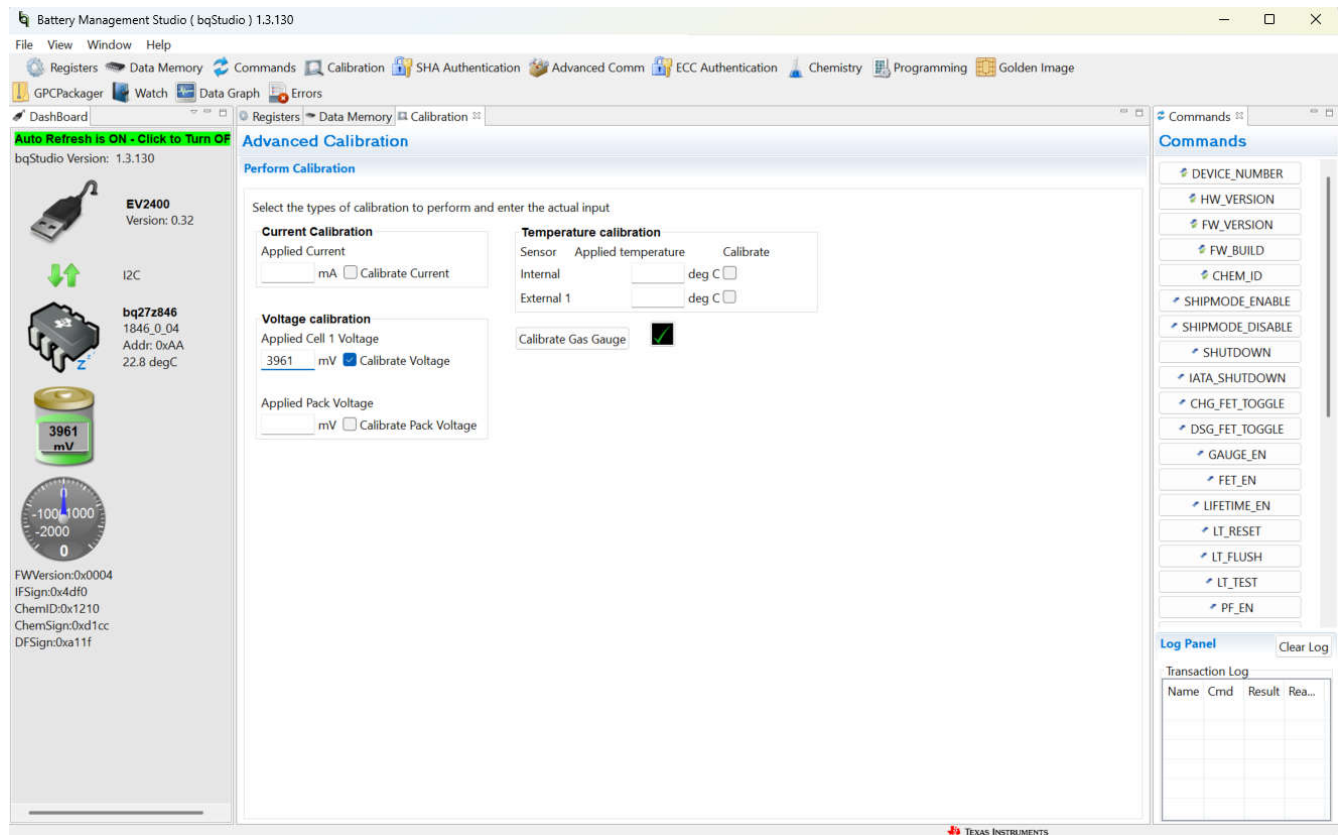


図 4-1. bqStudio 内の電圧キャリブレーション

4.2 電流キャリブレーション

評価基板、電圧電源 (バッテリーまたはベンチ用電源を使用)、ミリアンペア単位の精度で定電流を供給できる電源をセットアップします。定電流電源を BAT- ヘッドおよび PACK- ヘッドに接続します。図 4-2 に正確な回路レイアウトを示します。定電流電源は、BAT- のテストポイントに接続されているように示されていますが、BAT- ヘッドに接続することもできます。

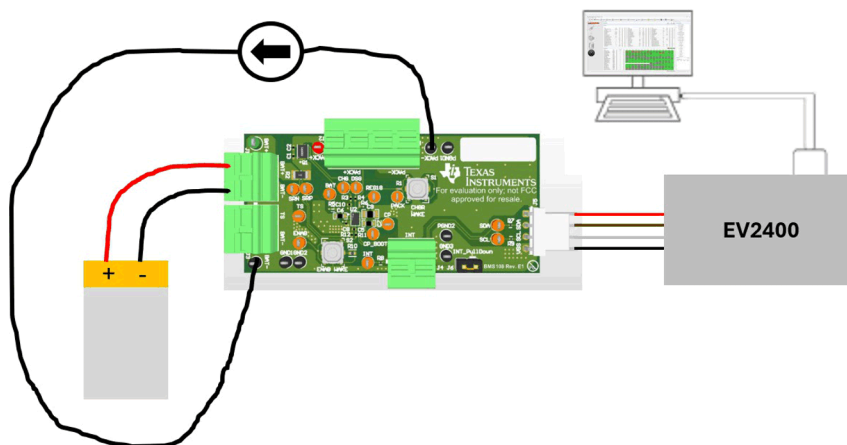


図 4-2. 現在のキャリブレーション ハードウェアのセットアップ

図 4-3 に示すように、bqStudio の「キャリブレーション」ウィンドウで、供給される電流の正確な値を入力し、「電流をキャリブレーション」ボックスをクリックしてオンにし、「残量計をキャリブレーション」ボタンを押します。

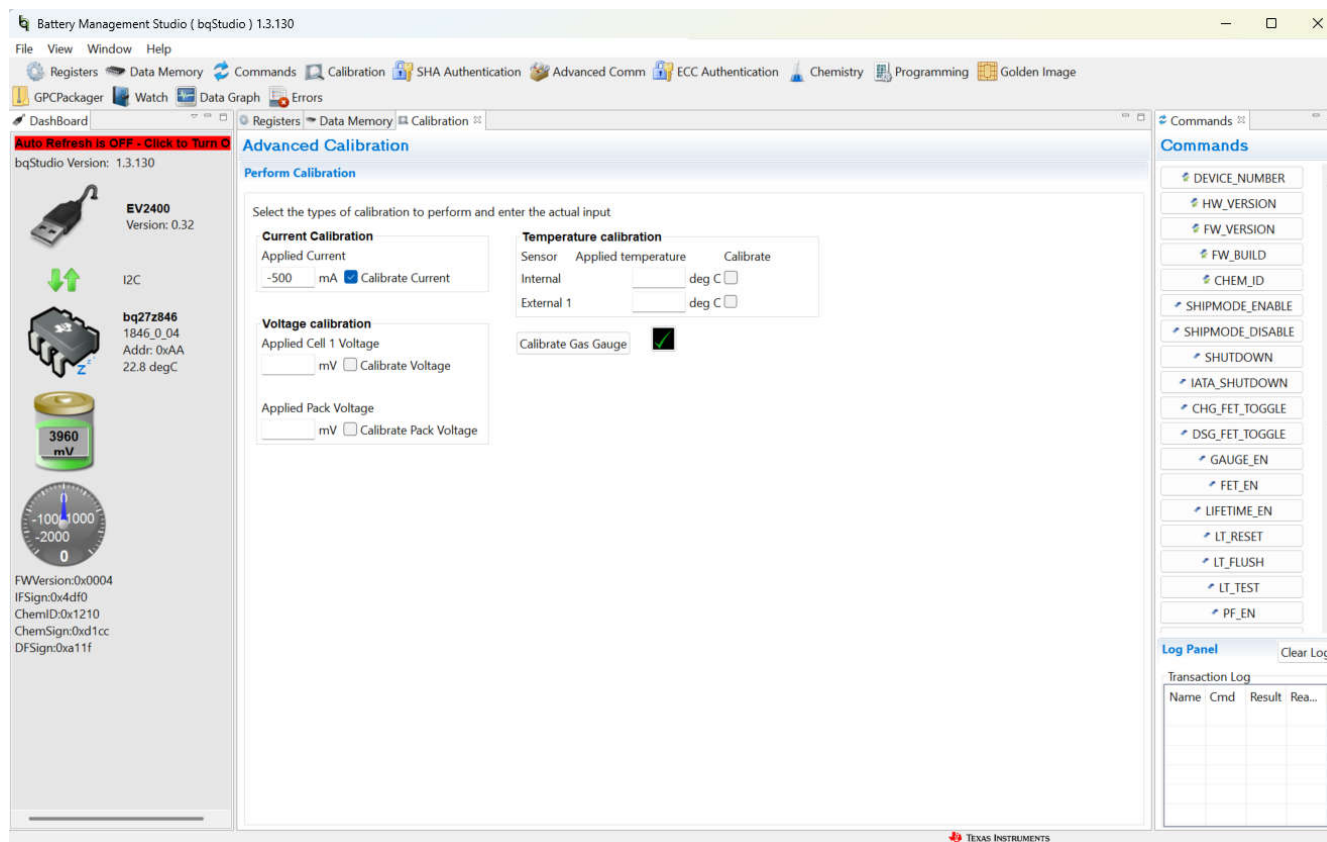


図 4-3. bqStudio での電流キャリブレーション

5 Chemical ID

このセクションでは、使用されるバッテリーのケミストリー識別子（「Chemical ID」または「ChemID」とも呼ばれます）を見つけるプロセスについて説明します。ChemID は、学習サイクルを実行する前に識別する必要がある Dynamic Z-Track アルゴリズムに必要な要素です。Golden File の作成プロセスでは、このバッテリーは生産で使用されるバッテリーと同じタイプである必要があります。このバッテリーは、次のセクションにも使用してください。

テキサス インストルメンツには数千個のバッテリー プロファイルのデータベースがあり、ChemID 選択プロセスによって、正確なバッテリープロファイルまたは最も類似したプロファイルを識別します。この ChemID は残量計にプログラムされ、データフラッシュをバッテリー プロファイルで更新します。IT アルゴリズムは、このプロファイルを容量学習、抵抗学習、容量予測、およびその他の機能に使用します。

Chemical ID 選択プロセスは、充放電中にバッテリーの電流、電圧、温度 (IVT) を記録することで構成されます。このデータはオンラインの Gauging Parameter Calculator (GPC) ツールに送信され、その結果として、ゲージにプログラムすべき最適な Chemistry ID を記載したレポートがお客様に提供されます。このハードウェアを使用して実行されるプロセスは、充電 - 静置 - 放電 - 静置テストです。このプロセスには、プログラマブル電源を推奨します。

5.1 Chemical ID 選択プロセス

テストは以下の手順で構成されています。

1. テストは室温で実施します。事前にセルが異なる温度下にあった場合は、テスト前に室温で 2 時間静置します。
2. テーパー電流 (例: C/100) を用いた CC/CV 充電により、フル充電します。公称 CC 充電レートと CV 電圧を使用します。セル メーカーが別の充電方法を指定した場合は、その方法を使用します。
3. 完全な平衡開回路電圧 (OCV) に達するまで、バッテリーを 2 時間静置します。
4. (セル メーカーが指定する) 最小電圧に達するまで、C/10 レートでバッテリーを放電します。
5. 完全な平衡 OCV に達するまで、バッテリーを 5 時間静置します。

図 5-1 に、このプロセスがどのように見えるかの例を示します。

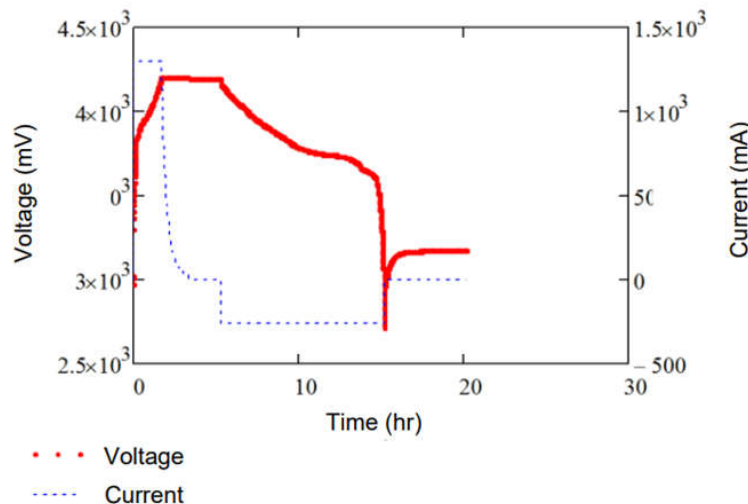


図 5-1. 充電 - 静置 - 放電 - 静置における IV データのグラフ

5.2 ハードウェア要件とセットアップ

バッテリー、定電圧 / 定電流電源、bqStudio、BQ27Z846 評価基板を使用して、バッテリーの充放電サイクルの実行と IVT 特性の記録を行うことができます。

最初に、図 5-2 に示すように、このハードウェアを設定します。この設定は、図 2-1 と同じです。

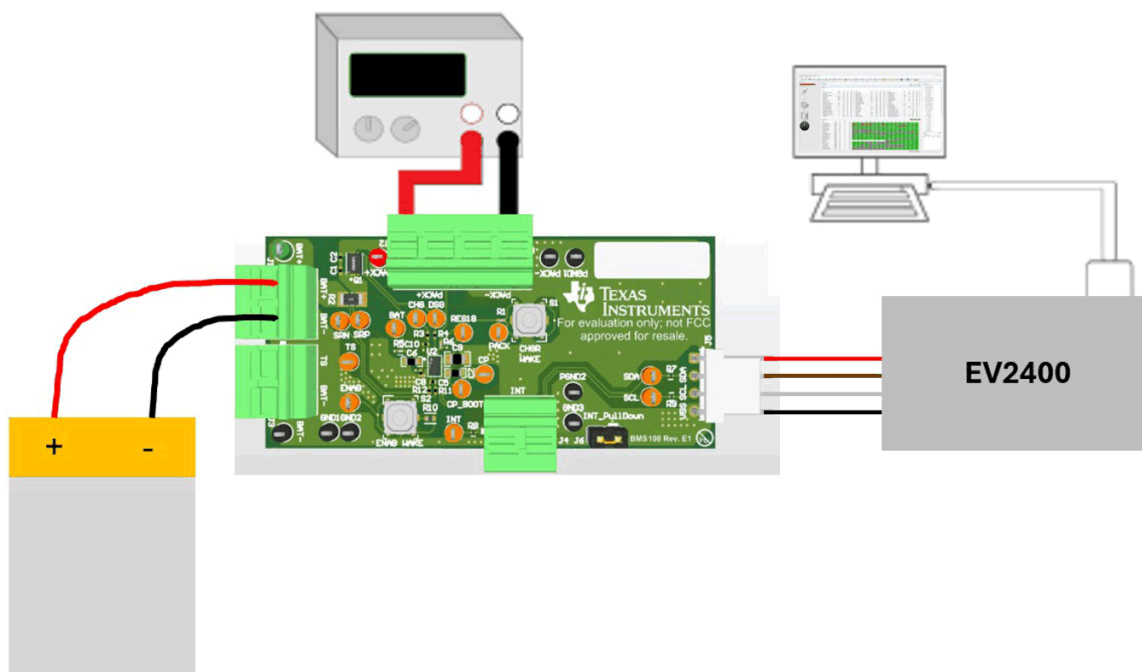


図 5-2. ChemID ハードウェアのセットアップ

5.3 bqStudio でのロギング

bqStudio を使用して、電圧、電流、温度を記録できます。bqStudio のロギング機能により、接続されている残量計のレジスタを一定にキャプチャおよび記録できます。デフォルトの経過間隔は 4000 ミリ秒です。

この間隔を変更するには:

1. ウィンドウに移動します
2. 「環境設定」を選択し
3. 「レジスタ」を選択します
4. スキャン/ログ間隔を 4000 から 1000 ミリ秒以上に変更します

バッテリー残量計は 1 秒に 1 回レジスタを更新するため、1 秒より速くログに記録する必要はありません。

充放電中にバッテリーの IVT 特性の記録を開始するには、[図 5-3](#) に示すように、bqStudio の「レジスタ」ウィンドウにある「ログを開始」ボタンを使用します。

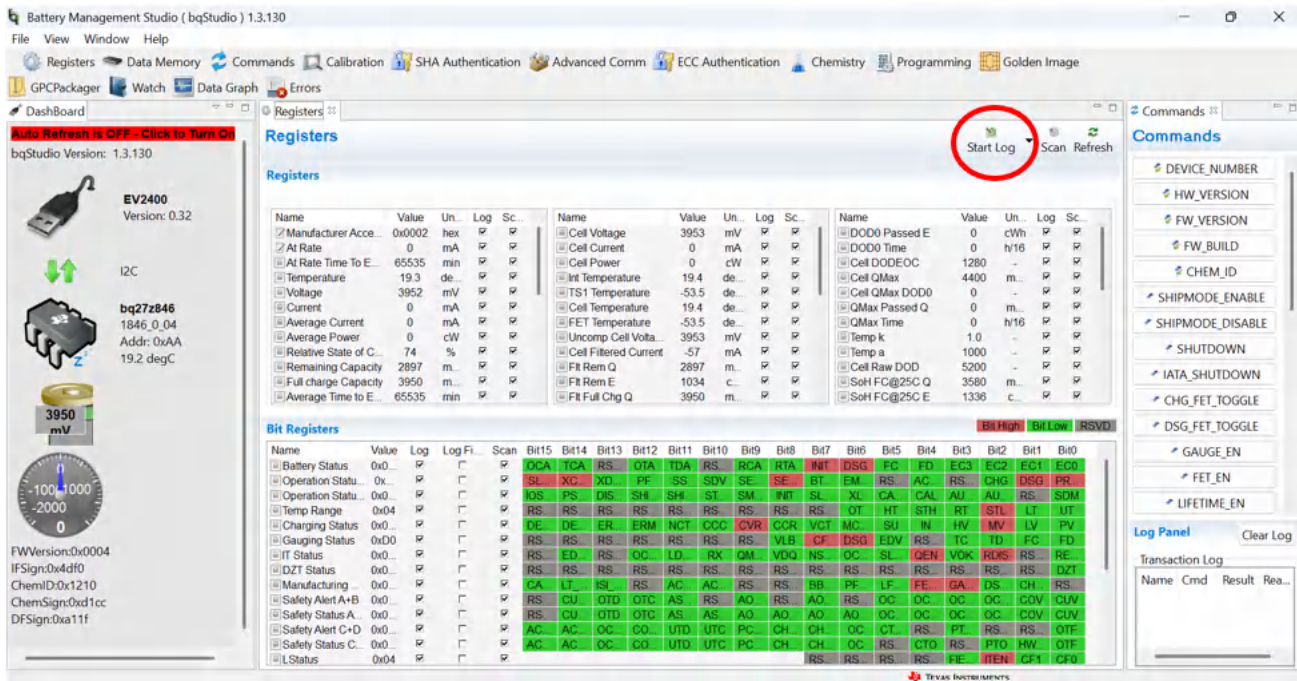


図 5-3. bqStudio で「ログを開始」ボタン

「ログを開始」ボタンを押すと、「.log」ファイルを保存する場所を選択するように求めるプロンプトが表示されます。このファイルを選択する場所を選択します。「.log」ファイルの種類は .csv 形式に変更し、Microsoft Excel™ または同様のアプリケーション内で表示することができます。これにより、ログ期間中のレジスタ状態のデバッグが容易になります。残量計の放電を許可してから静置期間が終了するときは、bqStudio の「ログを開始」ボタンを使用してログを終了します。

5.4 GPCHEM ツール

ファイル形式の名前を変更して、「.log」ファイルを「.csv」ファイルに変換します。空白の「.csv」ファイルを作成し、1 列目、2 列目、3 列目、4 列目に、それぞれ時刻、電圧、電流、温度をコピーします。各列の単位が秒、ミリボルト、ミリアンペア、および摂氏であることを確認します。最初の行は各列の名前にすることができます。この場合、データが始まる前に名前の行が 1 つしかないと仮定して、ツールはスキップします。図 5-4 は、必要な「.csv」ファイルフォーマットとデータの最初の数行の例です。

	A	B	C	D
1	ElapsedTime (sec)	Voltage (mV)	Current (mA)	Temperature (°C)
2	1.01	3950	0	19.6
3	2.401	3950	0	19.6
4	3.766	3950	0	19.6
5	5.156	3950	0	19.7
6	6.485	3950	0	19.7
7	7.949	3950	0	19.7
8	9.21	3950	0	19.7
9	10.405	3950	0	19.7
10	11.838	3950	0	19.7
11	13.138	3950	0	19.7
12	14.374	3950	0	19.7
13	15.738	3950	0	19.7
14	16.994	3950	0	19.7
15	18.263	3950	0	19.7
16	19.573	3950	0	19.7
17	20.704	3950	0	19.7
18	22.06	3950	0	19.7
19	23.326	3950	0	19.7
20	24.649	3950	0	19.7
21	25.878	3950	0	19.7
22	27.091	3950	0	19.7
23	28.389	3950	0	19.7

図 5-4. .csv のセル書式設定

- この作成したファイルを「roomtemp_rel_dis_rel.csv」という名前で保存します。
- 2 つ目のファイル「config.txt」を作成し、次のように記述します。
 - ProcessingType = 2
 - NumCellSeries = 1
 - ElapsedTimeColumn = 0
 - VoltageColumn = 1
 - CurrentColumn = 2
 - TemperatureColumn = 3
- 任意の名前のフォルダを作成します。「roomtemp_rel_dis_rel.csv」と「config.txt」の両方のファイルをこのフォルダに入れ、フォルダを「.zip」ファイルに変換します。この「.zip」ファイルを ti.com にある Web インターフェイス経由で GPC ツールに送信します。

処理後、GPC ツールを使用するため、ti.com にログインしたときに指定した電子メール アドレスに、ツールのプロセスの結果を示すレポートが記載された電子メールが送信されます。このレポートは、選択した ChemID と、「3% 未満」という誤差条件を満たす追加の ChemID のリストを掲載しています。たとえば、このレポートは、以前使用した ChemID が引き続き適切であることを検証するのに役立ちます。レポートには、書式設定の誤りやその他のエラーが表示されます。

5.5 Chemical ID のプログラム

bqStudio を使用して、ChemID を残量計にプログラムします。bqStudio の「Chemistry」ウィンドウに移動します。図 5-5 に、このウィンドウの概略図を示します。

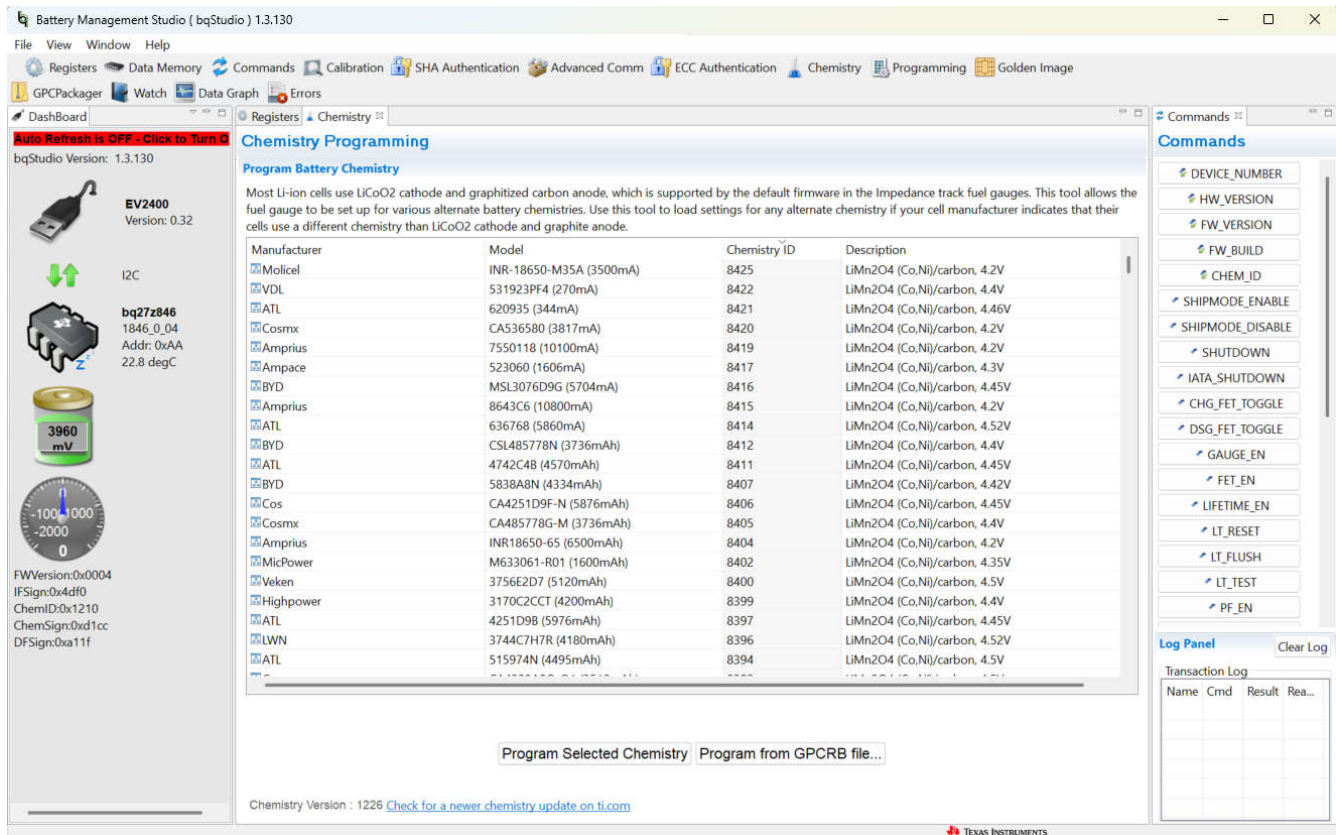


図 5-5. bqStudio の「Chemistry」ウィンドウビュー

その列の一番上を 1 回クリックして、指定したパラメータで並べ替えます。ChemID が数値順に並ぶように、Chemistry ID で表を並べ替えることを検討してください。GPC ツールレポートで最適と報告された Chemistry ID をまでスクロールし、その Chemistry ID を選択して、「プログラムが選択した Chemistry」ボタンを押します。

このリストに Chemistry ID が表示されていない場合は、bqStudio で Chemistry のバージョンを更新します。そのためには、ti.com にあるバッテリー残量計ケミストリーに関するリソースを参照してください。

残量計にこの化学物質がプログラムされると、図 5-5 の右側に表示されている「コマンド」ウィンドウにある「CHEM_ID」ボタンを押して、ChemID を確認できます。「ログ パネル」ウィンドウを確認します。

5.6 Chemical ID プロセスに関するその他のリソース

GPC ツールを使用して Chemistry ID を見つける方法の詳細や手順については、ti.com にある「Chemical ID 選択ツール (GPC) のシンプルなガイド (Rev.A)」のドキュメントを参照してください。

6 学習サイクルとゴールドデン イメージ

学習サイクル プロセスとは、Dynamic Z-Track™ 残量計が実行する初期最適化のことで、充電状態を報告する際の残量計の精度をサポートします。この学習サイクルにより、残量計は特定のバッテリーの抵抗値や最大化学容量を学習できるため、セルが経年劣化しても精度を維持できます。学習サイクルを試行する前に、誤差 3% 未満の正しい ChemID を残量計に識別し、プログラミングする必要があります

6.1 学習サイクル プロセスの説明

学習サイクル プロセスは、充電 - 静置 - 放電 - 静置充電で構成されますが、特定のデータ メモリ パラメータが残量計に設定され、残量計はサイクルを開始し、充放電プロセスで状態の変化がいつ発生したかを正確に認識できます。学習サイクルの過程で、さまざまな状態が達成されると「LStatus」レジスタが更新され、学習サイクルの進行中で 3 つのポイントにマークが付けられます。

残量計の「Impedance Track™」ビットがイネーブルになっていると、最初の「LStatus」更新は 0x00 から 0x04 になり、学習サイクルを開始することができます。「LStatus」は、充電後の静置によってバッテリーが十分に静置され、電圧の変化が非常に小さい ($dV/dt < 1\mu V/s$) ようになると、0x04 から 0x05 になります。「REST」フラグが設定され、バッテリーが十分に緩んだことが示されます。最後の「LStatus」を 0x06 への更新は、電圧の変化が非常に小さいとき、2 回目の放電の後に行われます。

レジスタの更新および学習サイクルの各ポイントで設定されるフラグの詳細については、アプリケーション ノートの「[学習サイクルの成功の実現](#)」の「[学習サイクルの手順](#)」セクションを参照してください。

学習サイクル レジスタの詳細については、「残量計」の章（[BQ27Z846 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。

6.2 データ メモリ の設定

残量計のデータ メモリは、「データ メモリ」ウィンドウから bqStudio で設定されます。図 6-1 に、「データ メモリ」ウィンドウを示します。

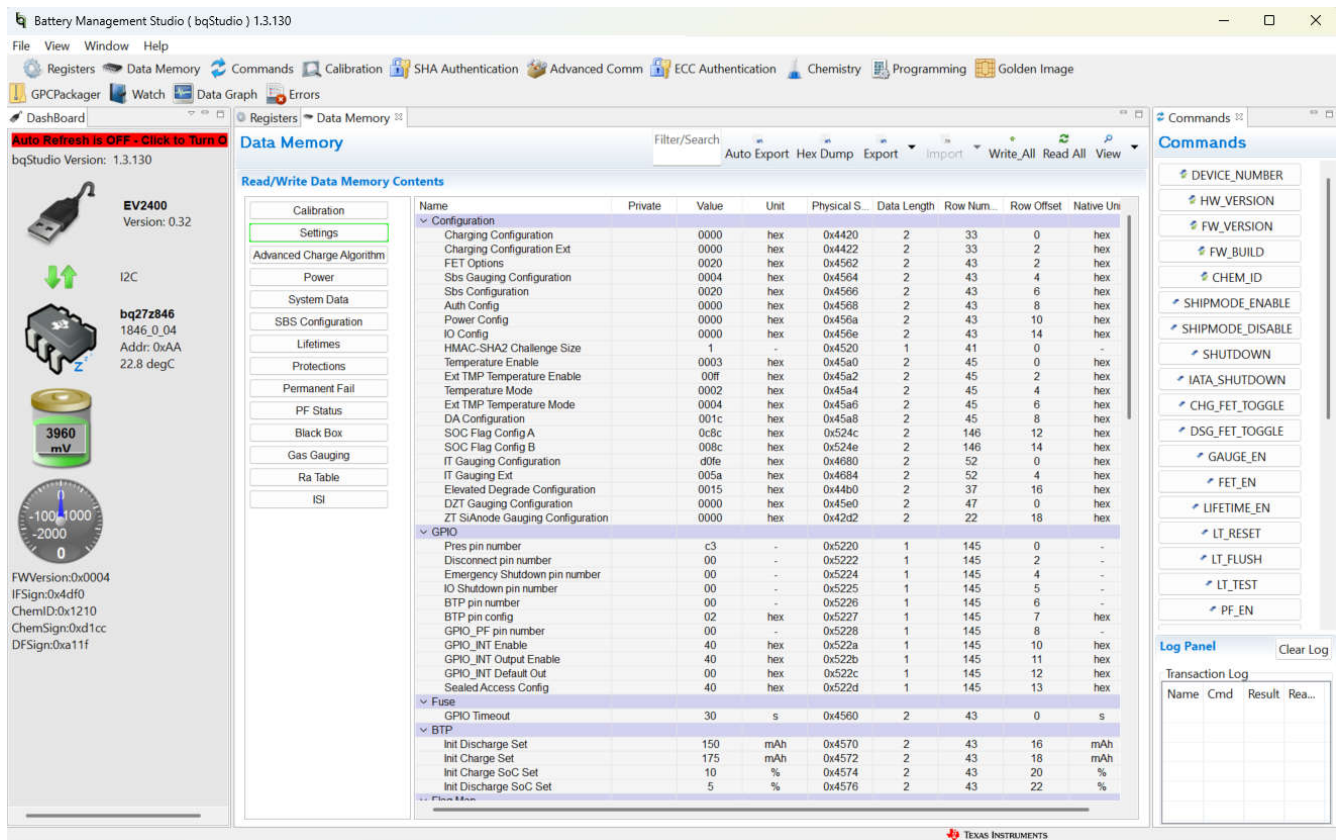


図 6-1. bqStudio 内の「データ メモリ」ビュー

データメモリに必要な設定を、「データメモリ」ウィンドウの「詳細充電アルゴリズム」および「ガス残量計」セクションで行います。フィルタ / 検索ボックスを使用して、特定のパラメータを検索します。この画面で変更されたデータメモリパラメータをゲージに書き込むには、「すべて書き込む」ボタンを使用します。「すべて読み取る」ボタンを使用して、残量計から現在のデータメモリ設定読み取り、書き込みが成功したことを確認します。各値が、各データメモリパラメータの 3 番目の列に示されている正しいユニットにプログラムされていることを確認します。

以下のデータメモリ値をプログラムします。

- 「高度な充電アルゴリズム」「終了設定」「充電終了テーパ電流」:この値は、 $C/10$ と $C/100$ の間の実際のテーパ電流よりもわずかに高く設定します。また、この値を「充電電流スレッシュホールド」値よりも高く設定します。
- 「ガス残量計」「設計」「設計電圧」:この値は、バッテリーのデータシートにおいて、公称電圧または平均電圧として記載されています。
- 「ガス残量計」「設計」「設計容量 mAh」:この値は、バッテリーのデータシートにバッテリー容量として掲載されており、多くの場合 C と呼ばれます。
- 「ガス残量計」「設計」「設計容量 cWh」:この値は、バッテリー容量 (センチワット時) です。この値は、バッテリー データシートに記載されているか、mAh 単位の容量に端子電圧 (ボルト単位) を乗算して 10 で除算します。
- 「ガス残量計」「IT Cfg」「終了電圧」:この値は、バッテリー データシートで端子電圧として記載されています。この値は、残量計を充電するための最小電圧です。
- 「ガス残量計」「電流スレッシュホールド」「Dsg 電流スレッシュホールド」:この電流値は、バッテリーが放電されていることをゲージが認識する場所です。この値を $C/10$ よりも低く、正の値として設定します。ゲージは値を負として解釈します。
- 「ガス残量計」「電流スレッシュホールド」「充電電流スレッシュホールド」:この電流値は、ゲージがバッテリーの充電中であることを認識する場所です。この値を $C/10$ より低く設定し、充電終了テーパ電流よりも低く設定します。
- 「ガス残量計」「電流スレッシュホールド」「終了電流スレッシュホールド」:この値は、ゲージが静置モードに入る場所です。 $C/20$ 未満の値を設定し、「Dsg 電流スレッシュホールド」および「充電電流スレッシュホールド」より低く設定します。

図 6-2 に、データメモリの現在のパラメータ セットを基準にした学習サイクル中の電流を視覚的に示します。

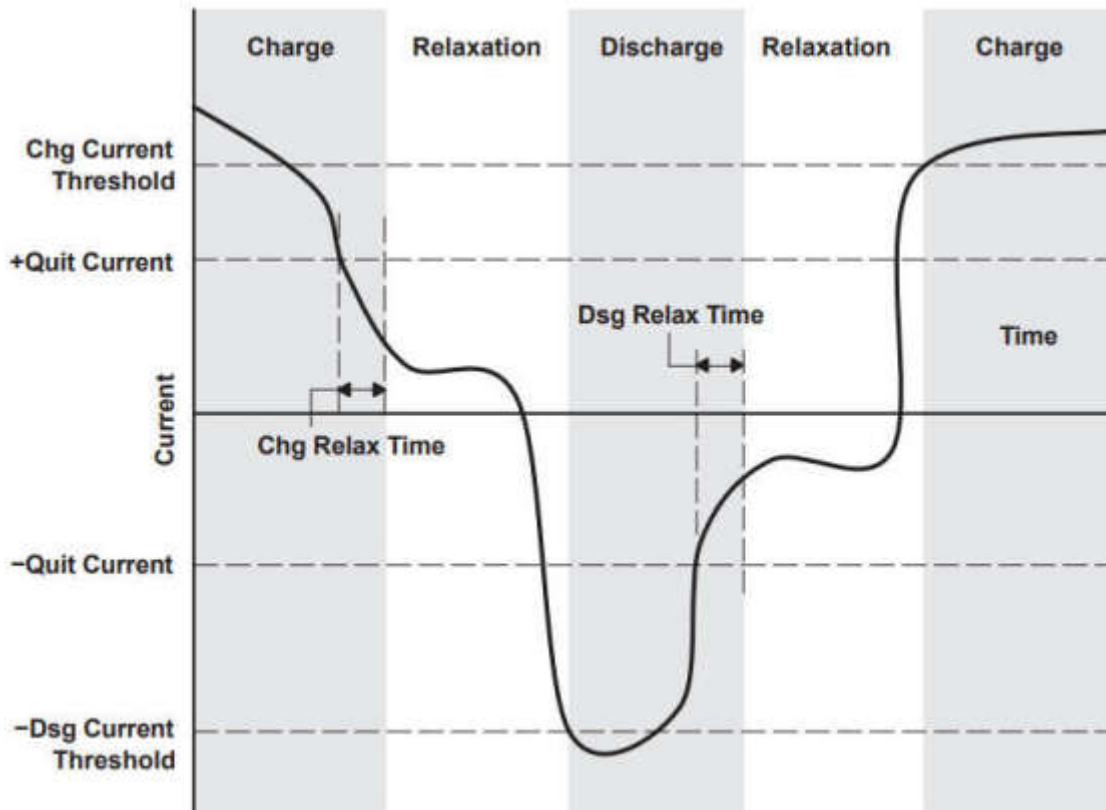


図 6-2. 学習サイクル電流のグラフ

6.3 学習サイクル ステップ

学習サイクルを実行するためのハードウェア設定は、ケミストリー ID プロセスで使用されたのと同じ設定で構成されます。この設定の説明を、[セクション 5.2](#)と[図 5-2](#)に示します。充放電のプロセスは ChemID と非常に似ていますが、最初のステップはバッテリーの初期放電で端子電圧まで放電することです。

学習サイクル プロセスを開始する前に、bqStudio にログインし、学習サイクル中に発生する問題をデバッグします。

学習サイクルの実行は、以下のステップで構成されます。

1. テストは室温で実施します。事前にセルが異なる温度下にあった場合は、テスト前に室温で 2 時間静置します。
2. 「コマンド」ウィンドウで「GAUGE_EN」コマンドを使用します。「コマンド」ウィンドウで「リセット」コマンドを使用します。「LStatus」レジスタが「0x04」に更新されたことを確認します。
3. バッテリーを充電終了電圧に達するまで C/5 で放電します。
4. バッテリーを 5 時間静置します。
5. バッテリーが最大充電電圧に達するまで CC を使用して充電します。
6. フル充電電圧で CV を使用して充電します。「CHG 電流スレッシュホールド」と「電流スレッシュホールドを終了」の間のポイントで CV 充電を遮断します。
7. 完全な平衡開回路電圧 (OCV) に達するまで、バッテリーを 2 時間静置します。「LStatus」レジスタは「0x05」に更新されます。
8. 「終了電圧」に達するまで、C/10 レートでバッテリーを放電します。
9. 完全な平衡 OCV に達するまで、バッテリーを 5 時間静置します。「LStatus」レジスタは「0x06」に更新されます。

6.4 低温最適化

残量計の充電状態 (SOC) 報告は、セル インピーダンスが高いため、低温で精度が低下することがよくあります。Impedance Track 残量計で、GPCRB ツールを使用して、低温が発生する残量計の SOC レポートを大幅に改善できます。このシンプルなテストを行うには、Chemical ID プロセスと同様のプロセスが必要ですが、低温測定 of 精度が非常に高くなります。

GPCRB ツールを使用するために必要なテストのセットアップは、[図 5-2](#)に示す設定と類似しています。唯一の違いは、評価基板のサーミスタをバッテリーの表面に接続する必要があること、およびバッテリーの IVT 特性を監視できる低温環境を構築するには、Arbin や Maccor などの温度制御チャンバが必要であることです。

このプロセスの詳細については、「[GPCRB ツールのページ](#)」を参照してください。

6.5 ゴールドデン イメージファイルの作成

現在の評価基板は、この時点ですべての最適化ステップを完了しています。ゴールドデン ゲージは、製造中の他のすべての残量計をゴールドデン イメージを使用してプログラムできます。これは、すべての残量計が、正確な開始ポイントから開始して、バッテリーの化学的特性に関するレポートを開始することを意味します。

残量計のプログラミングに必要なファイル入手するには、以下の手順に従います。

1. bqStudio の「プログラミング」ウィンドウに移動します。
2. 「Path for combined.bq.fs:」行のゴールドデン イメージの出力ディレクトリとファイル名を選択します。これは、暗号化されたファームウェアとデータ フラッシュ内のカスタム構成を含む「.bq.fs」ファイルになります。
3. 「Path for encrypted.bq.fs:」行の下にある ti.com からダウンロードした暗号化ファームウェアの入力ディレクトリと「.bq.fs」ファイルを選択します。
4. 「DM から FS を読み取る」を選択して、合成された「.bq.fs」ゴールドデン イメージ ファイルを作成し、製造中の他のバッテリー バックにプログラムすることができます。

6.6 ゴールドデン イメージ ファイルのプログラミング

エクスポートしたゴールドデン イメージ ファイルは、bqStudio 内の別の残量計にアップロードするか、カスタム製造プロセスを使用することができます。bqStudio の新しい残量計にゴールドデン イメージ ファイルをアップロードするには、新しい残量計を bqStudio に接続して、「プログラミング」ウィンドウを開きます。「参照」をクリックしてゴールドデン イメージファイルに

移動して選択するか、ゴールデン イメージのファイル アドレスを入力します。「プログラム」をクリックし、ゴールデン イメージ ファイルを残量計にアップロードします。

製造でゴールデン イメージ ファイルを使用するには、「.bq.fs」ファイル形式を推奨します。「.bq.fs」ファイル形式の使用方法については、ti.com にある「ゲージ通信」ドキュメントの[セクション 7](#) [セクション 5](#) を参照してください。

7 ゲージ通信

このセクションでは、BQ27Z846 とのホストプロセッサ通信について説明します。BQ27Z846 残量計は、最大 1MHz の通信速度に対応する I2C 通信インターフェイスを採用しています。この残量計の I2C インターフェイスのハードウェアおよびソフトウェアの詳細な仕様は、デバイス固有のデータシートと「BQ27Z846 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。

7.1 bqStudio の高度な通信機能

bqStudio の残量計と通信するには、「高度な通信」ウィンドウに移動します。このウィンドウを使用すると、ユーザーは残量計に「読み取る」/「書き込む」コマンドを送信し、I2C 経由で残量計と簡単に通信できます。残量計の I2C アドレスは bqStudio の「ダッシュボード」ウィンドウに表示され、開始レジスタはそれぞれの「読み取る」/「書き込む」コマンドに必要であり、テキストフィールドに書き込むことができます。「読み取る」コマンドでは、読み取るバイト数を、「書き込む」コマンドでは書き込むバイト数を指定する必要があります。

7.2 標準データ コマンド

標準コマンドは、スマート バッテリー仕様 (SBS) 業界標準からの一般的なコマンドで、スマート バッテリー インターフェイスを定義しています。標準コマンドは、コマンド コード ペアを使用して、各コマンドに関連付けられたレジスタに関連付けます。コマンド コードの LSB に対するアドレス読み取り / 書き込みコマンド。

例: RelativeStateOfCharge を読みます。

- 読み取り操作を実行します:
 - I2C アドレス (16 進数) = AA
 - 開始レジスタ (16 進数) = 2C
 - 読み出しするバイト数 (10 進数) = 2
- トランザクション ログに結果を表示します。
 - データ ウィンドウには、バッテリーの SOC の 16 進値がリトル エンディアン形式で表示されます。

図 7-1 に、「トランザクション ログ」サブウィンドウの「データ」列に 0x17 00 を示します。この値は 10 進数で 23 で、RSOC% に対応します。

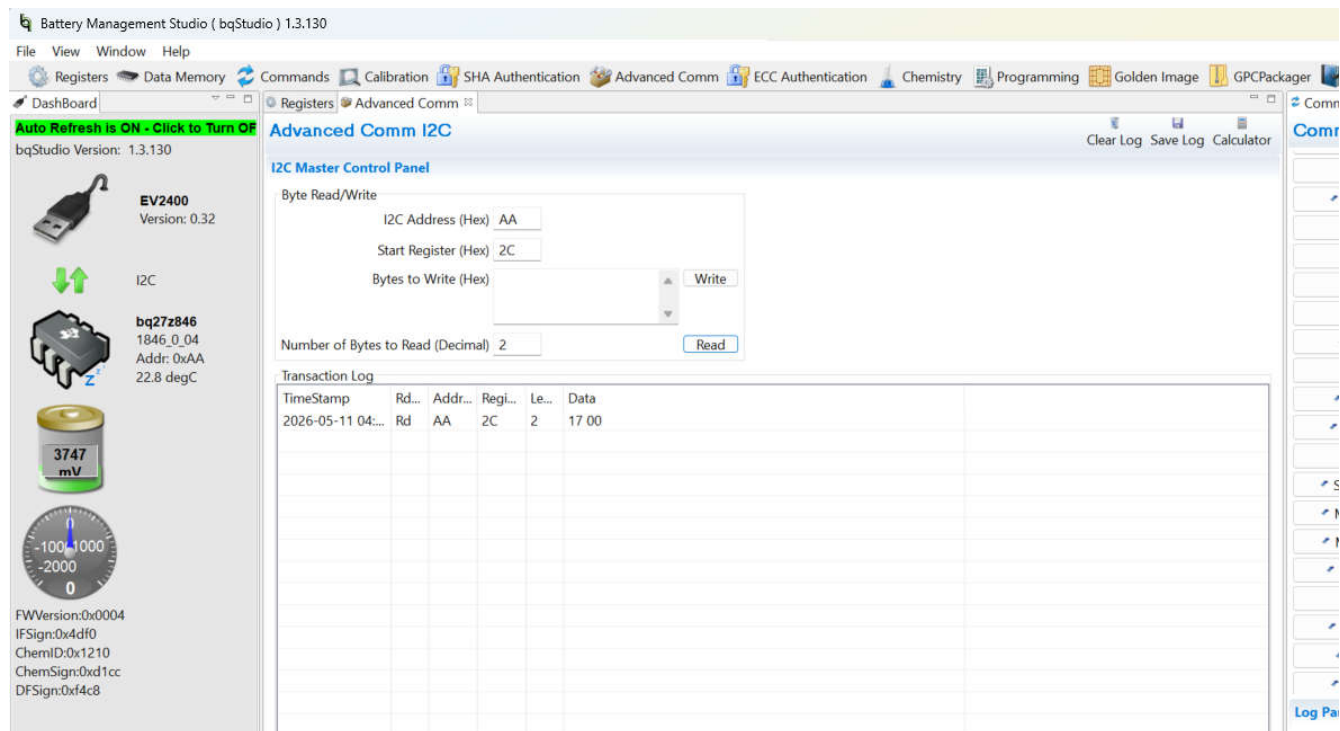


図 7-1. 標準データコマンドの例

7.3 メーカー アクセス コマンド

メーカー アクセス (MAC) コマンドは、テキサス インストルメンツで定義されています。MAC コマンドでは、0x3E および 0x3F の「AltManufacturerAccess()」レジスタに書き込み、使用されている「AltManufacturerAccess()」サブコマンドに追加の書き込みを行う必要があります。BQ27Z846 のすべての MAC コマンドの完全なリストと、MAC コマンドを使用したコマンド書き込み動作の例は、「BQ27Z846 テクニカル リファレンス マニュアル」の「0x00、0x01 ManufacturerAccess()」および「0x3E、0x3F AltManufacturerAccess()」の章にあります。

例: Chemical ID() を AltManufacturerAccess() に読み取ります。

1. Chemical ID() を AltManufacturerAccess() に送信します。
 - a. I2C アドレス (16 進数) = AA
 - b. 開始レジスタ (16 進数) = 3E
 - c. 書き込みバイト (10 進数) = 06 00 (この書き込みデータはリトル エンディアンで書き込む必要があります)
2. AltManufacturerAccess() と MACData() から結果を読み取ります。
 - a. I2C アドレス (16 進数) = AA
 - b. 開始レジスタ (16 進数) = 3E
 - c. 読み取りするバイト数 (10 進数) = 36
3. トランザクション ログに結果を表示します。
 - a. 最初の 2 バイト「06 00」は MAC コマンド (検証用) です。
 - b. 2 番目の 2 バイト「10 12」は、リトル エンディアンの ChemID です (「コマンド」ウィンドウで CHEM_ID ボタンにチェックを入れると、ChemID が確認できます)
 - c. 最後の 2 バイトは、チェックサムと長さです。ここでの長さは 6 です。チェックサムは 0xFF - (最初の長さの 2 バイトの合計) です。長さ とチェックサムは、ブロック応答の検証に使用されます。

図 7-2 に、bqStudio 内でのこの動作を示します。このプロセスを実行するには、図のようにすべてのフィールドに入力し、「書き込む / 読み取る」をクリックします。

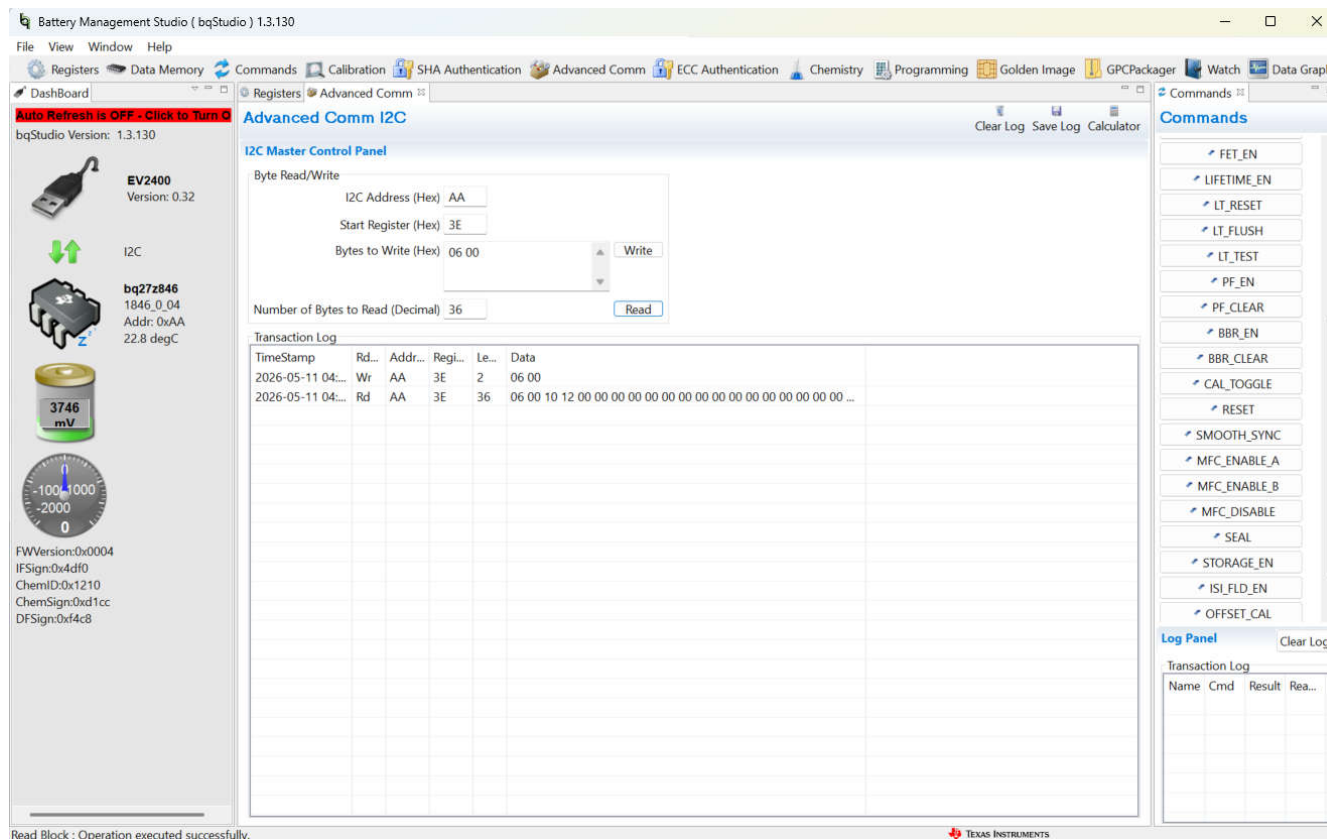


図 7-2. MAC コマンドの例

7.4 残量計通信に関する詳細情報

ホストコントローラドライバ開発など、残量計との通信の詳細については、「[残量計通信](#)」アプリケーション ノートを参照してください。ご覧ください。

8 BQ27Z846 ベースの回路モジュール

BQ27Z846 ベースの回路モジュールは、バッテリー管理用の BQ27Z846 回路の設計例です。この回路モジュールは、BQ27Z846 バッテリー ガス残量計 / 保護 IC と外部検出抵抗を搭載し、1 シリーズリチウムイオンセルの容量を正確に予測します。さらに、この回路には、ハイサイド バッテリー保護のための外部 N チャネル FET も搭載されています。

8.1 回路モジュールの接続

回路モジュール上の接点により、以下の接続が提供されます。

- バッテリー パック (J1) への直接接続: BAT+, BAT–
- 充放電用のシステム直接接続 (J2): PACK+, PACK–
- 外部 EV2400 を使用した Windows ベースの PC USB ポート (J11) への I2C 通信: SDA, SCL, VSS
- 割り込みピン接続 (J3): INT
- 外部温度センサ接続 (J6): TS

8.2 ピン説明

表 8-1. ピン説明

ピン名	説明
PACK+	PACK の正の端子
PACK–	PACK の負の端子
BAT+	バッテリー プラス端子
BAT–	バッテリー マイナス端子
SDA	外部 I2C 通信データライン
SCL	外部 I2C 通信クロックライン
VSS	デバイスのグラウンド
INT	ホストへのプログラム可能な出力割り込み
TS	外温度部センサの接続

9 ハードウェア設計ファイル

このセクションには、BQ27Z846 回路モジュールの基板レイアウト、部品表、回路図が記載されています。

9.1 基板レイアウト

このセクションでは、BQ27Z846 評価基板のプリント基板 (PCB) レイアおよびアセンブリ図 (図 9-1through 図 9-3) を示します。

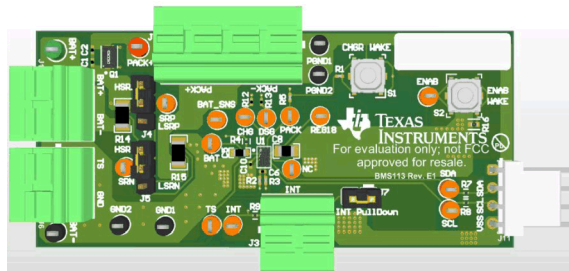


図 9-1. 評価基板画像

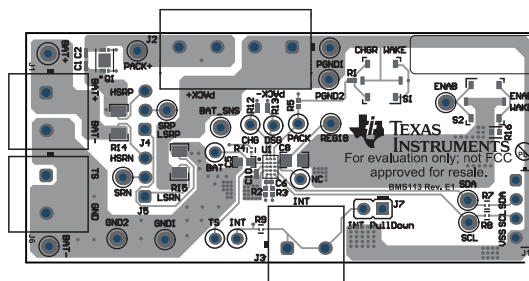


図 9-2. 上層コンポーネント

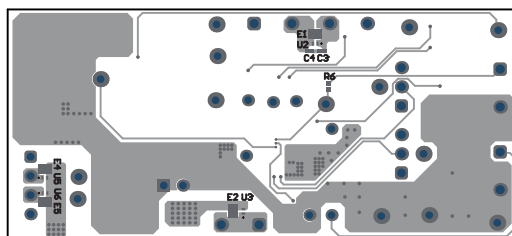


図 9-3. 下層

9.2 回路図

このセクションでは、さまざまな (PCB) コンポーネントの回路図を示します。

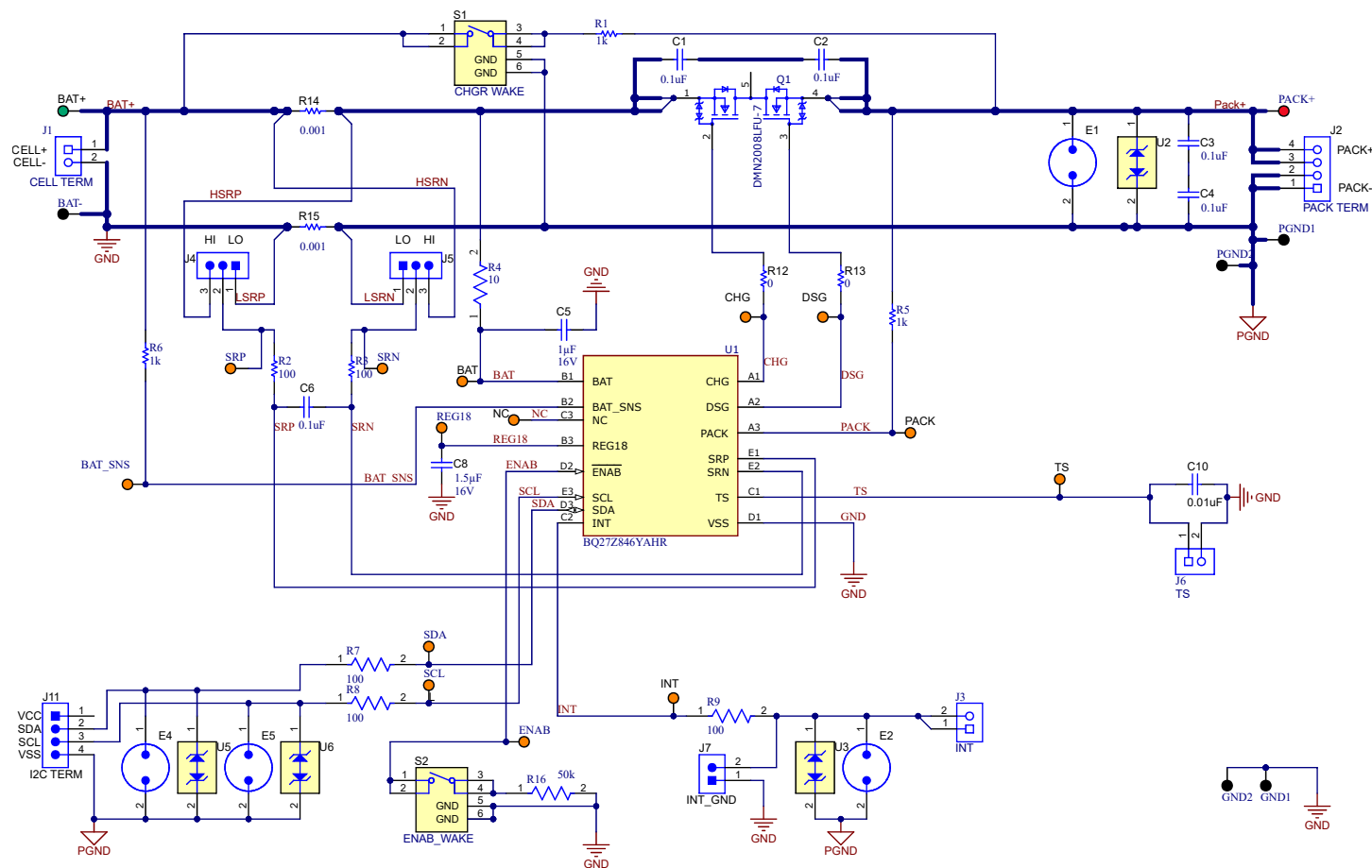


図 9-4. BQ27Z846 のリファレンス回路図

9.3 部品表

装備	説明	記号	部品番号	数量	メーカー	パッケージ	値
装備	プリント基板	IPCB1	BMS113	1	任意		
装備	テストポイント、オレンジ、1ピン THD、RoHS	BAT、CHG、DSG、INT、NC、PACK、TS	5003	7		5003	
装備	テストポイント、ミニチュア、黒色、TH	BAT-、GND1、GND2、PGND1、PGND2	5001	5	Keystone	黒色ミニチュアテストポイント	
装備	テストポイント、ミニチュア、オレンジ白色、TH	BAT_SNS、ENAB、REG18、SCL、SDA、SRN、SRP	5003	7	Keystone	オレンジミニチュアテストポイント	
装備	テストポイント、ミニチュア、緑色、TH	BAT+	5116	1	Keystone	緑色のミニチュアテストポイント	
装備	コンデンサ、セラミック、0.1μF、25V、±10%、X5R、0201	C1、C2、C3、C4	GRM033R61E104K E14J	4	muRata™	0201	0.1uF
装備	コンデンサ、セラミック、1μF、16V、±10%、X7R、0603	C5	EMK107B7105KA-T	1	Taiyo Yuden™	0603	1uF
装備	コンデンサ、セラミック、0.1uF、16V、±10%、X7R、0201	C6	GRM033Z71C104K E14D	1	muRata	0201	0.1uF
装備	コンデンサ、セラミック、1.5uF、16V、±10%、X7R、0805	C8	C0805C155K4RAC TU	1	Kemet™	0805	1.5uF
装備	コンデンサ、セラミック、0.01μF、10V、±10%、X5R、0201	C10	GRM033R61A103K A01D	1	muRata	0201	0.01uF
装備	フィデューシヤルマーク。購入または取り付け不要。	FID1、FID2、FID3	該当なし	3	該当なし	該当なし	
装備	端子台、5mm、2x1、R/A、TH	J1、J3、J6	1792863	3	Phoenix Contact™	端子台、5mm、2x1、R/A、TH	
装備	端子台、5mm、4x1、R/A、TH	J2	1792889	1	Phoenix Contact	端子台、5mm、4x1、R/A、TH	
装備	ヘッダ、2.54mm、3x1、金、TH	J4、J5	61300311121	2	Würth Elektronik™	ヘッダ、2.54mm、3x1、TH	
装備	ヘッダ、2.54mm、2x1、金、TH	J7	GBC02SAAN	1	Sullins Connector Solutions™	ヘッダ、2.54mm、2x1、TH	
装備	ヘッダ、2.54mm、4x1、R/A、Tin、TH	J11	640455-4	1	TE の接続™	ヘッダ、2.54mm、4x1、R/A、TH	
装備	熱転写印刷用ラベル幅:0.650 インチ高さ:0.200 インチ1 ロールにつき10,000	LBL1	THT-14-423-10	1	Brady™	PCB ラベル 0.650 x 0.200 インチ	
装備	テストポイント、ミニチュア、赤色、TH	PACK+	5000	1	Keystone Electronics™	赤色ミニチュアテストポイント	

装備	説明	記号	部品番号	数量	メーカー	パッケージ	値
装備	トランジスタ MOSFET アレイデュ アル N-CH 20V 14.5A 6 ピン uDFN2030 T/R	Q1	DMN2008LFU-7	1	ダイオード®	U-DFN2030-6	
装備	1kΩ 抵抗	R1、R5、R6	CRCW02011K00FN ED	3	Vishay® Dale、 [NoParam]	0201	
装備	10Ω 抵抗	R4	ERJ1GNF10R0C	1	Panasonic® 電子部 品		
装備	CRCW0201100RFK ED	R2、R3	CRCW0201100RFK ED	2	Vishay		
装備	RES SMD 100Ω 1% 1/20W 0201、 ERJ-1GNF1000C	R7、R8、R9	ERJ-1GNF1000C	3	Panasonic 電子部品		100 Ω
装備	抵抗、0、5%、 0.05W、0201	R12、R13	CRCW02010000Z0 ED	2	Vishay-Dale	0201	0
装備	抵抗、0.001、1%、 1W、AEC-Q200 グレ ード 0、1206	R14、R15	CSNL1206FT1L00	2	Stackpole Electronics Inc	1206	0.001
装備	RES 厚膜、50kΩ、 1%、0.063W、 100ppm/°C、0402	R16	CRCW040250K0FK ED	1	Vishay	0402	
装備	スイッチ、SPST-NO、 Off-Mom、0.02A、15 VDC、SMD	S1、S2	EVQ-PLHA15	2	Panasonic	4.9mm × 4.9mm	
装備	シャント、100mil、金 メッキ、黒	SH-J1、SH- J2、SH-J3	SNT-100-BK-G	3	Samtec®	シャント	1x2
装備	BQ27Z846YAHR	U1	BQ27Z846YAHR	1	テキサス インスツルメ ンツ	DSBGA15	
装備	10pF の静電容量と 6V のブレイクダウン の 0402 パッケージ シングルチャネル ESD、DPY0002A (X1SON-2)	U2、U3、U5、 U6	TPD1E10B06DPYR	4	テキサス インスツルメ ンツ	DPY0002A	
装備	サーミスタ NTC、 10.0kΩ、1%、ディス ク、5mm × 8.4mm、 T6 ヘッドに装着	RT1	103AT-2	1	SEMITEC®	ディスク、5mm × 8.4mm	10k

10 追加情報

商標

Dynamic Z-Track™ and Impedance Track™ are trademarks of Texas Instruments.

Excel™ is a trademark of Microsoft.

muRata™ is a trademark of Murata Manufacturing Co., Ltd..

Taiyo Yuden™ is a trademark of Taiyo Yuden Co., Ltd..

Kemet™ is a trademark of Kemet Electronics Corporation.

Phoenix Contact™ is a trademark of Phoenix Contact GmbH ;amp; Co..

Würth Elektronik™ is a trademark of Würth Elektronik GmbH & Co. KG.

Sullins Connector Solutions™ is a trademark of Sullins Electronics Corporation.

TE の接続™ is a trademark of Tyco International Services GmbH.

Brady™ is a trademark of Brady Corporation.

Keystone Electronics™ is a trademark of Keystone Electronics Corp..

Windows® is a registered trademark of Microsoft.

ダイオード® is a registered trademark of Diodes Incorporated.

Vishay® is a registered trademark of Vishay Intertechnology, Inc..

Panasonic® is a registered trademark of Panasonic Holdings Corporation.

Samtec® is a registered trademark of Samtec Inc..

SEMITEC® is a registered trademark of SEMITEC Corporation.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

11 改訂履歴

資料番号末尾の英字は改訂を表しています。その改訂履歴は英語版に準じています。

日付	改訂	注
May 2026	*	初版リリース

STANDARD TERMS FOR EVALUATION MODULES

1. *Delivery:* TI delivers TI evaluation boards, kits, or modules, including any accompanying demonstration software, components, and/or documentation which may be provided together or separately (collectively, an "EVM" or "EVMs") to the User ("User") in accordance with the terms set forth herein. User's acceptance of the EVM is expressly subject to the following terms.
 - 1.1 EVMs are intended solely for product or software developers for use in a research and development setting to facilitate feasibility evaluation, experimentation, or scientific analysis of TI semiconductors products. EVMs have no direct function and are not finished products. EVMs shall not be directly or indirectly assembled as a part or subassembly in any finished product. For clarification, any software or software tools provided with the EVM ("Software") shall not be subject to the terms and conditions set forth herein but rather shall be subject to the applicable terms that accompany such Software
 - 1.2 EVMs are not intended for consumer or household use. EVMs may not be sold, sublicensed, leased, rented, loaned, assigned, or otherwise distributed for commercial purposes by Users, in whole or in part, or used in any finished product or production system.
2. *Limited Warranty and Related Remedies/Disclaimers:*
 - 2.1 These terms do not apply to Software. The warranty, if any, for Software is covered in the applicable Software License Agreement.
 - 2.2 TI warrants that the TI EVM will conform to TI's published specifications for ninety (90) days after the date TI delivers such EVM to User. Notwithstanding the foregoing, TI shall not be liable for a nonconforming EVM if (a) the nonconformity was caused by neglect, misuse or mistreatment by an entity other than TI, including improper installation or testing, or for any EVMs that have been altered or modified in any way by an entity other than TI, (b) the nonconformity resulted from User's design, specifications or instructions for such EVMs or improper system design, or (c) User has not paid on time. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary. TI does not test all parameters of each EVM. User's claims against TI under this Section 2 are void if User fails to notify TI of any apparent defects in the EVMs within ten (10) business days after delivery, or of any hidden defects with ten (10) business days after the defect has been detected.
 - 2.3 TI's sole liability shall be at its option to repair or replace EVMs that fail to conform to the warranty set forth above, or credit User's account for such EVM. TI's liability under this warranty shall be limited to EVMs that are returned during the warranty period to the address designated by TI and that are determined by TI not to conform to such warranty. If TI elects to repair or replace such EVM, TI shall have a reasonable time to repair such EVM or provide replacements. Repaired EVMs shall be warranted for the remainder of the original warranty period. Replaced EVMs shall be warranted for a new full ninety (90) day warranty period.

WARNING

Evaluation Kits are intended solely for use by technically qualified, professional electronics experts who are familiar with the dangers and application risks associated with handling electrical mechanical components, systems, and subsystems.

User shall operate the Evaluation Kit within TI's recommended guidelines and any applicable legal or environmental requirements as well as reasonable and customary safeguards. Failure to set up and/or operate the Evaluation Kit within TI's recommended guidelines may result in personal injury or death or property damage. Proper set up entails following TI's instructions for electrical ratings of interface circuits such as input, output and electrical loads.

NOTE:

EXPOSURE TO ELECTROSTATIC DISCHARGE (ESD) MAY CAUSE DEGRADATION OR FAILURE OF THE EVALUATION KIT; TI RECOMMENDS STORAGE OF THE EVALUATION KIT IN A PROTECTIVE ESD BAG.

3 Regulatory Notices:

3.1 United States

3.1.1 Notice applicable to EVMs not FCC-Approved:

FCC NOTICE: This kit is designed to allow product developers to evaluate electronic components, circuitry, or software associated with the kit to determine whether to incorporate such items in a finished product and software developers to write software applications for use with the end product. This kit is not a finished product and when assembled may not be resold or otherwise marketed unless all required FCC equipment authorizations are first obtained. Operation is subject to the condition that this product not cause harmful interference to licensed radio stations and that this product accept harmful interference. Unless the assembled kit is designed to operate under part 15, part 18 or part 95 of this chapter, the operator of the kit must operate under the authority of an FCC license holder or must secure an experimental authorization under part 5 of this chapter.

3.1.2 For EVMs annotated as FCC – FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION Part 15 Compliant:

CAUTION

This device complies with part 15 of the FCC Rules. Operation is subject to the following two conditions: (1) This device may not cause harmful interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

Changes or modifications not expressly approved by the party responsible for compliance could void the user's authority to operate the equipment.

FCC Interference Statement for Class A EVM devices

NOTE: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class A digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference when the equipment is operated in a commercial environment. This equipment generates, uses, and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instruction manual, may cause harmful interference to radio communications. Operation of this equipment in a residential area is likely to cause harmful interference in which case the user will be required to correct the interference at his own expense.

FCC Interference Statement for Class B EVM devices

NOTE: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class B digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference in a residential installation. This equipment generates, uses and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instructions, may cause harmful interference to radio communications. However, there is no guarantee that interference will not occur in a particular installation. If this equipment does cause harmful interference to radio or television reception, which can be determined by turning the equipment off and on, the user is encouraged to try to correct the interference by one or more of the following measures:

- Reorient or relocate the receiving antenna.
- Increase the separation between the equipment and receiver.
- Connect the equipment into an outlet on a circuit different from that to which the receiver is connected.
- Consult the dealer or an experienced radio/TV technician for help.

3.2 Canada

3.2.1 For EVMs issued with an Industry Canada Certificate of Conformance to RSS-210 or RSS-247

Concerning EVMs Including Radio Transmitters:

This device complies with Industry Canada license-exempt RSSs. Operation is subject to the following two conditions:

(1) this device may not cause interference, and (2) this device must accept any interference, including interference that may cause undesired operation of the device.

Concernant les EVMs avec appareils radio:

Le présent appareil est conforme aux CNR d'Industrie Canada applicables aux appareils radio exempts de licence. L'exploitation est autorisée aux deux conditions suivantes: (1) l'appareil ne doit pas produire de brouillage, et (2) l'utilisateur de l'appareil doit accepter tout brouillage radioélectrique subi, même si le brouillage est susceptible d'en compromettre le fonctionnement.

Concerning EVMs Including Detachable Antennas:

Under Industry Canada regulations, this radio transmitter may only operate using an antenna of a type and maximum (or lesser) gain approved for the transmitter by Industry Canada. To reduce potential radio interference to other users, the antenna type and its gain should be so chosen that the equivalent isotropically radiated power (e.i.r.p.) is not more than that necessary for successful communication. This radio transmitter has been approved by Industry Canada to operate with the antenna types listed in the user guide with the maximum permissible gain and required antenna impedance for each antenna type indicated. Antenna types not included in this list, having a gain greater than the maximum gain indicated for that type, are strictly prohibited for use with this device.

Concernant les EVMs avec antennes détachables

Conformément à la réglementation d'Industrie Canada, le présent émetteur radio peut fonctionner avec une antenne d'un type et d'un gain maximal (ou inférieur) approuvé pour l'émetteur par Industrie Canada. Dans le but de réduire les risques de brouillage radioélectrique à l'intention des autres utilisateurs, il faut choisir le type d'antenne et son gain de sorte que la puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) ne dépasse pas l'intensité nécessaire à l'établissement d'une communication satisfaisante. Le présent émetteur radio a été approuvé par Industrie Canada pour fonctionner avec les types d'antenne énumérés dans le manuel d'usage et ayant un gain admissible maximal et l'impédance requise pour chaque type d'antenne. Les types d'antenne non inclus dans cette liste, ou dont le gain est supérieur au gain maximal indiqué, sont strictement interdits pour l'exploitation de l'émetteur.

3.3 Japan

3.3.1 *Notice for EVMs delivered in Japan:* Please see http://www.tij.co.jp/lstds/ti_ja/general/eStore/notice_01.page 日本国内に輸入される評価用キット、ボードについては、次のところをご覧ください。

<https://www.ti.com/ja-jp/legal/notice-for-evaluation-kits-delivered-in-japan.html>

3.3.2 *Notice for Users of EVMs Considered "Radio Frequency Products" in Japan:* EVMs entering Japan may not be certified by TI as conforming to Technical Regulations of Radio Law of Japan.

If User uses EVMs in Japan, not certified to Technical Regulations of Radio Law of Japan, User is required to follow the instructions set forth by Radio Law of Japan, which includes, but is not limited to, the instructions below with respect to EVMs (which for the avoidance of doubt are stated strictly for convenience and should be verified by User):

1. Use EVMs in a shielded room or any other test facility as defined in the notification #173 issued by Ministry of Internal Affairs and Communications on March 28, 2006, based on Sub-section 1.1 of Article 6 of the Ministry's Rule for Enforcement of Radio Law of Japan,
2. Use EVMs only after User obtains the license of Test Radio Station as provided in Radio Law of Japan with respect to EVMs, or
3. Use of EVMs only after User obtains the Technical Regulations Conformity Certification as provided in Radio Law of Japan with respect to EVMs. Also, do not transfer EVMs, unless User gives the same notice above to the transferee. Please note that if User does not follow the instructions above, User will be subject to penalties of Radio Law of Japan.

【無線電波を送信する製品の開発キットをお使いになる際の注意事項】 開発キットの中には技術基準適合証明を受けていないものがあります。技術適合証明を受けていないものご使用に際しては、電波法遵守のため、以下のいずれかの措置を取っていただく必要がありますのでご注意ください。

1. 電波法施行規則第6条第1項第1号に基づく平成18年3月28日総務省告示第173号で定められた電波暗室等の試験設備でご使用いただく。
2. 実験局の免許を取得後ご使用いただく。
3. 技術基準適合証明を取得後ご使用いただく。

なお、本製品は、上記の「ご使用にあたっての注意」を譲渡先、移転先に通知しない限り、譲渡、移転できないものとします。

上記を遵守頂けない場合は、電波法の罰則が適用される可能性があることをご留意ください。日本テキサス・イ

ンスツルメンツ株式会社

東京都新宿区西新宿 6 丁目 2 4 番 1 号

西新宿三井ビル

3.3.3 *Notice for EVMs for Power Line Communication:* Please see http://www.tij.co.jp/lstds/ti_ja/general/eStore/notice_02.page

電力線搬送波通信についての開発キットをお使いになる際の注意事項については、次のところをご覧ください。 <https://www.ti.com/ja-jp/legal/notice-for-evaluation-kits-for-power-line-communication.html>

3.4 European Union

3.4.1 *For EVMs subject to EU Directive 2014/30/EU (Electromagnetic Compatibility Directive):*

This is a class A product intended for use in environments other than domestic environments that are connected to a low-voltage power-supply network that supplies buildings used for domestic purposes. In a domestic environment this product may cause radio interference in which case the user may be required to take adequate measures.

-
4. *EVM Use Restrictions and Warnings:*
 - 4.1 EVMS ARE NOT FOR USE IN FUNCTIONAL SAFETY AND/OR SAFETY CRITICAL EVALUATIONS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO EVALUATIONS OF LIFE SUPPORT APPLICATIONS.
 - 4.2 User must read and apply the user guide and other available documentation provided by TI regarding the EVM prior to handling or using the EVM, including without limitation any warning or restriction notices. The notices contain important safety information related to, for example, temperatures and voltages.
 - 4.3 *Safety-Related Warnings and Restrictions:*
 - 4.3.1 User shall operate the EVM within TI's recommended specifications and environmental considerations stated in the user guide, other available documentation provided by TI, and any other applicable requirements and employ reasonable and customary safeguards. Exceeding the specified performance ratings and specifications (including but not limited to input and output voltage, current, power, and environmental ranges) for the EVM may cause personal injury or death, or property damage. If there are questions concerning performance ratings and specifications, User should contact a TI field representative prior to connecting interface electronics including input power and intended loads. Any loads applied outside of the specified output range may also result in unintended and/or inaccurate operation and/or possible permanent damage to the EVM and/or interface electronics. Please consult the EVM user guide prior to connecting any load to the EVM output. If there is uncertainty as to the load specification, please contact a TI field representative. During normal operation, even with the inputs and outputs kept within the specified allowable ranges, some circuit components may have elevated case temperatures. These components include but are not limited to linear regulators, switching transistors, pass transistors, current sense resistors, and heat sinks, which can be identified using the information in the associated documentation. When working with the EVM, please be aware that the EVM may become very warm.
 - 4.3.2 EVMs are intended solely for use by technically qualified, professional electronics experts who are familiar with the dangers and application risks associated with handling electrical mechanical components, systems, and subsystems. User assumes all responsibility and liability for proper and safe handling and use of the EVM by User or its employees, affiliates, contractors or designees. User assumes all responsibility and liability to ensure that any interfaces (electronic and/or mechanical) between the EVM and any human body are designed with suitable isolation and means to safely limit accessible leakage currents to minimize the risk of electrical shock hazard. User assumes all responsibility and liability for any improper or unsafe handling or use of the EVM by User or its employees, affiliates, contractors or designees.
 - 4.4 User assumes all responsibility and liability to determine whether the EVM is subject to any applicable international, federal, state, or local laws and regulations related to User's handling and use of the EVM and, if applicable, User assumes all responsibility and liability for compliance in all respects with such laws and regulations. User assumes all responsibility and liability for proper disposal and recycling of the EVM consistent with all applicable international, federal, state, and local requirements.
 5. *Accuracy of Information:* To the extent TI provides information on the availability and function of EVMs, TI attempts to be as accurate as possible. However, TI does not warrant the accuracy of EVM descriptions, EVM availability or other information on its websites as accurate, complete, reliable, current, or error-free.
 6. *Disclaimers:*
 - 6.1 EXCEPT AS SET FORTH ABOVE, EVMS AND ANY MATERIALS PROVIDED WITH THE EVM (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, REFERENCE DESIGNS AND THE DESIGN OF THE EVM ITSELF) ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS." TI DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING SUCH ITEMS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ANY EPIDEMIC FAILURE WARRANTY OR IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF ANY THIRD PARTY PATENTS, COPYRIGHTS, TRADE SECRETS OR OTHER INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.
 - 6.2 EXCEPT FOR THE LIMITED RIGHT TO USE THE EVM SET FORTH HEREIN, NOTHING IN THESE TERMS SHALL BE CONSTRUED AS GRANTING OR CONFERRING ANY RIGHTS BY LICENSE, PATENT, OR ANY OTHER INDUSTRIAL OR INTELLECTUAL PROPERTY RIGHT OF TI, ITS SUPPLIERS/LICENSORS OR ANY OTHER THIRD PARTY, TO USE THE EVM IN ANY FINISHED END-USER OR READY-TO-USE FINAL PRODUCT, OR FOR ANY INVENTION, DISCOVERY OR IMPROVEMENT, REGARDLESS OF WHEN MADE, CONCEIVED OR ACQUIRED.
 7. *USER'S INDEMNITY OBLIGATIONS AND REPRESENTATIONS.* USER WILL DEFEND, INDEMNIFY AND HOLD TI, ITS LICENSORS AND THEIR REPRESENTATIVES HARMLESS FROM AND AGAINST ANY AND ALL CLAIMS, DAMAGES, LOSSES, EXPENSES, COSTS AND LIABILITIES (COLLECTIVELY, "CLAIMS") ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH ANY HANDLING OR USE OF THE EVM THAT IS NOT IN ACCORDANCE WITH THESE TERMS. THIS OBLIGATION SHALL APPLY WHETHER CLAIMS ARISE UNDER STATUTE, REGULATION, OR THE LAW OF TORT, CONTRACT OR ANY OTHER LEGAL THEORY, AND EVEN IF THE EVM FAILS TO PERFORM AS DESCRIBED OR EXPECTED.

8. *Limitations on Damages and Liability:*

8.1 *General Limitations.* IN NO EVENT SHALL TI BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, COLLATERAL, INDIRECT, PUNITIVE, INCIDENTAL, CONSEQUENTIAL, OR EXEMPLARY DAMAGES IN CONNECTION WITH OR ARISING OUT OF THESE TERMS OR THE USE OF THE EVMS , REGARDLESS OF WHETHER TI HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. EXCLUDED DAMAGES INCLUDE, BUT ARE NOT LIMITED TO, COST OF REMOVAL OR REINSTALLATION, ANCILLARY COSTS TO THE PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES, RETESTING, OUTSIDE COMPUTER TIME, LABOR COSTS, LOSS OF GOODWILL, LOSS OF PROFITS, LOSS OF SAVINGS, LOSS OF USE, LOSS OF DATA, OR BUSINESS INTERRUPTION. NO CLAIM, SUIT OR ACTION SHALL BE BROUGHT AGAINST TI MORE THAN TWELVE (12) MONTHS AFTER THE EVENT THAT GAVE RISE TO THE CAUSE OF ACTION HAS OCCURRED.

8.2 *Specific Limitations.* IN NO EVENT SHALL TI'S AGGREGATE LIABILITY FROM ANY USE OF AN EVM PROVIDED HEREUNDER, INCLUDING FROM ANY WARRANTY, INDEMNITY OR OTHER OBLIGATION ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THESE TERMS, , EXCEED THE TOTAL AMOUNT PAID TO TI BY USER FOR THE PARTICULAR EVM(S) AT ISSUE DURING THE PRIOR TWELVE (12) MONTHS WITH RESPECT TO WHICH LOSSES OR DAMAGES ARE CLAIMED. THE EXISTENCE OF MORE THAN ONE CLAIM SHALL NOT ENLARGE OR EXTEND THIS LIMIT.

9. *Return Policy.* Except as otherwise provided, TI does not offer any refunds, returns, or exchanges. Furthermore, no return of EVM(s) will be accepted if the package has been opened and no return of the EVM(s) will be accepted if they are damaged or otherwise not in a resalable condition. If User feels it has been incorrectly charged for the EVM(s) it ordered or that delivery violates the applicable order, User should contact TI. All refunds will be made in full within thirty (30) working days from the return of the components(s), excluding any postage or packaging costs.

10. *Governing Law:* These terms and conditions shall be governed by and interpreted in accordance with the laws of the State of Texas, without reference to conflict-of-laws principles. User agrees that non-exclusive jurisdiction for any dispute arising out of or relating to these terms and conditions lies within courts located in the State of Texas and consents to venue in Dallas County, Texas. Notwithstanding the foregoing, any judgment may be enforced in any United States or foreign court, and TI may seek injunctive relief in any United States or foreign court.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2023, Texas Instruments Incorporated

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