

Application Note

BQ41xxx 量産開始前キャリブレーション ガイド

概要

このアプリケーション ノートでは、bq41xxx デバイスに関する、メーカー試験、セル電圧キャリブレーション、BAT 電圧キャリブレーション、PACK 電圧キャリブレーション、電流キャリブレーション (CC)、温度キャリブレーションについて詳述しています。

目次

1 メーカー試験.....	2
2 キャリブレーション.....	2
2.1 セル電圧キャリブレーション.....	3
2.2 セルごとの自動キャリブレーション.....	5
2.3 BAT 電圧キャリブレーション.....	7
2.4 PACK 電圧キャリブレーション.....	8
2.5 電流キャリブレーション.....	8
2.6 温度キャリブレーション.....	11
3 まとめ.....	12
4 参考資料.....	12
5 改訂履歴.....	13

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

1 メーカー試験

メーカー試験の流れを向上させるため、バッテリー残量計デバイスでは **ManufacturerAccess()** コマンドを使用して特定の機能をオンまたはオフに切り替えることができます。例えば、**PRE-CHG FET()**、**CHG FET()**、**DS FET()**、**Lifetime Data Collection()**、**Calibration()** の各機能です。試験対象の機能のみを有効にすると、機能の干渉を回避して量産開始前の試験の流れを簡素化できます。これらの切り替えコマンドでは **RAM** データのみが設定されます。つまり、ゲージにリセットまたはシールが発行されると、これらのコマンドで設定された条件がクリアされます。**ManufacturingStatus()** は各機能のステータス (イネーブルまたはディスエーブル) を追跡します。

データフラッシュ **ManufacturingStatus** には、通常動作における個別の機能を有効または無効にするオプションがあります。リセットまたはシール コマンドが実行されると、**ManufacturingStatus()** がデータフラッシュ **ManufacturingStatus()** から再ロードされます。また、**ManufacturingStatus()** が更新されて機能を有効または無効にした場合、リセット コマンドまたはシール コマンドが送信されるときのみゲージが新しい設定を取得します。

2 キャリブレーション

デバイスには、電流、電圧、温度の読み取りのキャリブレーションを支援するルーチンが内蔵されており、**ManufacturingStatus()**[CAL] ビットがオンのときに **0xF081** または **0xF082** を **ManufacturerAccess()** に書き込むとアクセスできます。キャリブレーションがアクティブの間、未加工 ADC データは **ManufacturerData()** で利用できます。他の **MAC** コマンドが送信された場合、またはデバイスがリセットもしくはシールされた場合、デバイスは **ManufacturerData()** によるキャリブレーション データの通知を停止します。

注

キャリブレーションが完了した後は、**ManufacturingStatus()**[CAL] ビットをオフにする必要があります。このビットはリセット時またはシール後にクリアされます。

表 2-1. ManufacturerAccess() コマンド

ManufacturerAccess()	説明
0x002D	ManufacturingStatus() [CAL] を有効化/無効化
0xF080	ManufacturerData() の未加工の ADC データ出力を無効化
0xF081	ManufacturerData() で電圧、電流、温度の未加工 ADC データを出力します
0xF082	ManufacturerData() で電圧、電流、温度の未加工 ADC データを出力します。このモードでは、クローン カウンタ入力 (SRP、SRN) の内部短絡がイネーブルになります。

ManufacturerData() 出力の形式は次のとおりです:ZZYYaaAAbbBBccCCddDDeeEEffFFggGGhhHHiIlJjJkKkKK
 ここで

表 2-2. ManufacturerData() 形式

値	フォーマット	説明
ZZ	バイト	8 ビット カウンタ。未加工 ADC 値をリフレッシュするとインクリメントされます (250ms ごと)
YY	バイト	出力ステータス ManufacturerAccess() = 0xF081:1 ManufacturerAccess() = 0xF082:2
AAaa	2 の補数	電流 (クーロン カウンタ)
BBbb	2 の補数	セル電圧 1
CCcc	2 の補数	セル電圧 2
DDdd	2 の補数	セル電圧 3
EEee	2 の補数	セル電圧 4
FFff	2 の補数	PACK 電圧
値	フォーマット	説明
GGgg	2 の補数	BAT 電圧
HHhh	2 の補数	セル電流 1
IIii	2 の補数	セル電流 2
JJjj	2 の補数	セル電流 3
KKkk	2 の補数	セル電流 4

2.1 セル電圧キャリブレーション

図 2-1 はセル電圧キャリブレーションを示しています。

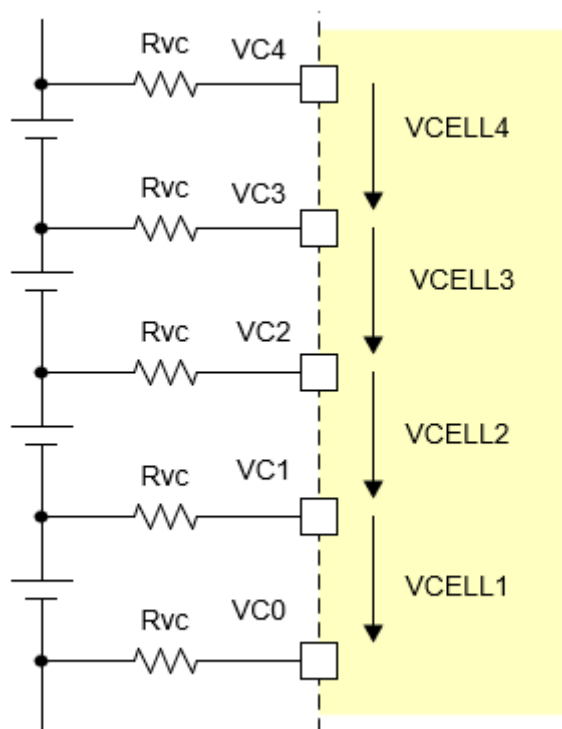


図 2-1. セル電圧キャリブレーション

TI bq41zXXX デバイスには、セル電圧をキャリブレーションするための 2 つのプロセスがあります。これは、グローバル セル ゲイン キャリブレーションと個別セル ゲイン キャリブレーションです。グローバル セル ゲイン キャリブレーションはすべてのセル全体で特異な平均ゲイン値を計算および適用し、個別セル ゲイン キャリブレーションは各セルに基づいて個別のゲイン値を計算および適用します。

最高の精度を得るため、TI では、セル電圧のキャリブレーションに個別セル ゲイン キャリブレーション プロセスを使用することを推奨しています。

いずれプロセスでも、最初のステップは同じです：

- セル電圧入力に mV 単位の既知の電圧を印加します：
 - VC1 ピンと VSS ピン間の V_{CELL1}
 - VC2 ピンと VC1 ピン間の V_{CELL2}
 - VC3 ピンと VC2 ピン間の V_{CELL3}
 - VC4 ピンと VC3 ピン間の V_{CELL4}

グローバル セル ゲイン キャリブレーション

- `ManufacturerStatus()[CAL] = 0` の場合は、`0x002D` を `ManufacturerAccess()` に送信して `[CAL]` フラグを有効にします。
- `0xF081` または `0xF082` を `ManufacturerAccess()` に送信して、`ManufacturerData()` の未加工セル電圧出力を有効にします。
- データの読み取り前に、8 ビットのカウンタ値が 2 でインクリメントされるまで `ManufacturerData()` をポーリングします。
- セル電圧の ADC 変換の読み取りを `ManufacturerData()` から読み取ります：

$ADC_{CELL1} = \text{ManufacturerData}()$ の BBbb

$ADC_{CELL1} < 0x8000$ ですか？ その場合、 ADC_{CELL1} を使用します。それ以外の場合は、 $ADC_{CELL1} = -(0xFFFF - BBbb + 0x0001)$ です。

- 精度を高めるために数回の読み取りを平均します。ZZ がインクリメントされて、更新値が利用可能であることを示すまで、`ManufacturerData()` をポーリングします：

$ADC_{CELL1} = [ADC_{CELL1}(n \text{ を読み取り}) + \dots + ADC_{CELL1}(1 \text{ を読み取り})]/n$

- すべてのセルを平均して、すべての電圧が平均化されたシングル セル ゲインを作成します：

$$Cell \text{ Gain} = \frac{V_{cell1} + V_{cell2} + V_{cell3} + V_{cell4}}{ADC_{cell1} + ADC_{cell2} + ADC_{cell3} + ADC_{cell4}} \times 2^{16} \quad (1)$$

- 新しいセル ゲインの値をデータ フラッシュに書き込みます。
- 電圧の読み取りを再確認し、正確でない場合は、手順 4～8 を繰り返します。
- すべてのキャリブレーションが完了したら、`0x002D` を `ManufacturerAccess()` に送信して `[CAL]` フラグをクリアします。

2.2 セルごとの自動キャリブレーション

セルごとの自動キャリブレーションは、各バッテリーセルの個別のゲイン係数をそれぞれ計算する動的キャリブレーションプロセスです。グローバルセルゲインキャリブレーションを使用する代わりに、パック内の各セルに対して一意のキャリブレーション値を測定して保存します。

次のセクションでは、bq41z90 (16 セル デバイス) を例として使用します。他のデバイスファミリの場合、サポートされているセルの数に基づいて、メッセージの形式に対応する調整を行う必要があります。

2.2.1 コマンドの概要

MAC コマンド: 0x0341 (CELL_VOLTAGE)

アクセス モード: RW (読み取り / 書き込み)

セキュリティ レベル: U/FA (非密閉型、フル アクセス)

2.2.2 メッセージ構造

2.2.2.1 データ ペイロード形式

BQ41Z90 では、全部で 16 セルです。

ペイロード サイズ: 32 バイト (16 セル × 2 バイト / uint16_t)

2.2.2.2 セルごとの電圧フォーマット

表 2-3. セルごとの電圧フォーマット

フィールド	タイプ	サイズ	単位	説明
電圧[0..15]	uint16_t	それぞれ 2 バイト	mV	各セルで測定された電圧

2.2.3 SMBus ブロック プロトコル

2.2.3.1 コマンド フォーマット

スレーブ アドレス

コマンド コード (MAC の場合は 0x44)

ブロック長 (0x22 = 34 バイト: 2 バイト cmd + 32 バイト データ)

MAC コマンド (リトル エンディアンの場合 0x0341:0x41、0x03)

データ ブロック (32 バイトのセル電圧)

== 電圧[0] (セル 1) – 2 バイト (リトル エンディアン)

== 電圧[1] (セル 2) – 2 バイト (リトル エンディアン)

== ...

== 電圧[15] (セル 16) – 2 バイト (リトル エンディアン)

書き込み後、ホストは残量計の測定したセル電圧を読み取れます。

2.2.4 手順

1. **ManufacturerStatus() [CAL] = 0** の場合は、0x002D を **ManufacturerAccess()** に送信して **[CAL]** フラグを有効にします。
2. 各セルに適用されている既知の電圧を読み取り、16 進数形式に変換します。たとえば、電圧が 3000mV の場合、値は 0x0BB8 です。
3. **ManufacturerAccess()** に 0x0341 コマンドを送信します。入力形式は上記のプロトコルに従う必要があります。電圧の値は、リトル エンディアン形式です。以下の例をご覧ください。
 - a. 3000mV にキャリブレーションされた 16 セルすべてのブロック書き込みコマンド (16 進数: 0x0BB8)、bqStudio:

Write Block **44** **68**

(Hex) (Dec) 0x

41 03 B8 0B B8 0B B8 0B B8 0B
B8 0B B8 0B B8 0B B8 0B B8 0B
B8 0B B8 0B B8 0B B8 0B |

- b. キャリブレーションを意図していない各セルでは、入力値をゼロにする必要があります。例: セル 1 ~ 7 を 3500mV にキャリブレーションするブロック書き込みコマンド、セル 8 ~ 16 のキャリブレーションなし。

Write Block **44** **68**

(Hex) (Dec)

0x 41 03 AC 0D AC 0D AC 0D AC 0D AC
0D AC 0D AC 0D 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 |

4. **ManufacturerAccess()** に **READ 0x0341** コマンドを送信すると、キャリブレーション済みおよびキャリブレーションされていないセルの測定値が返されます。

[illegible]

5. 個別セルのキャリブレーションが完了した後、0x002D を ManufacturerAccess() に送信して [CAL] フラグをクリアします。
6. 個々のセルの電圧ゲイン値は、「データ メモリ」の「キャリブレーション」セクションで読み取れます。

Calibration*	Name	Value	Unit	Physical Start Add...	Data Length	Row Number	Row Offset	Native Units
Settings*	▼ Voltage							
Advanced Charge Algorithm*	Pack Gain	345789	-	0x4004	4	0	4	-
	BAT Gain	345235	-	0x4008	4	0	8	-
	Cell 1 Gain	10648	-	0x403c	4	1	28	-
Power*	Cell 2 Gain	10647	-	0x4044	4	2	4	-
	Cell 3 Gain	10646	-	0x404c	4	2	12	-
LED Support	Cell 4 Gain	10647	-	0x4054	4	2	20	-
	Cell 5 Gain	10596	-	0x405c	4	2	28	-
System Data	Cell 6 Gain	10600	-	0x4064	4	3	4	-
	Cell 7 Gain	10599	-	0x406c	4	3	12	-
SBS Configuration*	Cell 8 Gain	12114	-	0x4074	4	3	20	-
	Cell 9 Gain	12151	-	0x407c	4	3	28	-
Lifetimes*	Cell 10 Gain	12154	-	0x4084	4	4	4	-
	Cell 11 Gain	12151	-	0x408c	4	4	12	-
Protections*	Cell 12 Gain	12152	-	0x4094	4	4	20	-
	Cell 13 Gain	12160	-	0x409c	4	4	28	-
Permanent Fail	Cell 14 Gain	12163	-	0x40a4	4	5	4	-
	Cell 15 Gain	12162	-	0x40ac	4	5	12	-
PF Status	Cell 16 Gain	12162	-	0x40b4	4	5	20	-
Black Box								

注

残量計は、すべてのセルに値が存在しない限り、0x0341 コマンドによるキャリブレーションを実行しません。

2.3 BAT 電圧キャリブレーション

図 2-2 は BAT 電圧キャリブレーションを示しています。

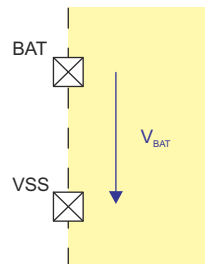


図 2-2. BAT 電圧キャリブレーション

1. 電圧入力に mV 単位の既知の電圧を印加します:
 - VC4 ピンと VSS ピン間の VBAT
2. `ManufacturerStatus()[CAL] = 0` の場合は、0x002D を `ManufacturerAccess()` に送信して [CAL] フラグを有効にします。
3. 0xF081 または 0xF082 を `ManufacturerAccess()` に送信して、`ManufacturerData()` の未加工セル電圧出力を有効にします。
4. データの読み取り前に、8 ビットのカウンタ値が 2 でインクリメントされるまで `ManufacturerData()` をポーリングします。
5. スタック電圧の ADC 変換の読み取りを `ManufacturerData()` から読み取ります:
 - `ADCBAT = ManufacturerData()` の GGgg、
6. 精度を高めるために数回の読み取りを平均します。ZZ がインクリメントされて更新値が利用可能であることを示すまで、`ManufacturerData()` をポーリングします:
 - `ADCBAT = [ADCBAT(n を読み取り) + ... + ADCBAT(1 を読み取り)]/n`
7. ゲイン値を計算します:

$$BAT\ Gain = \frac{V_{BAT}}{ADCBAT} \times 2^{16} \quad (2)$$

8. 新しい BAT ゲインの値をデータ フラッシュに書き込みます。
9. 電圧の読み取りを再確認し、正確でない場合は、手順 4～6 を繰り返します。
10. すべてのキャリブレーションが完了したら、0x002D を `ManufacturerAccess()` に送信して [CAL] フラグをクリアします。

2.4 PACK 電圧キャリブレーション

図 2-3 は PACK 電圧キャリブレーションを図示しています。

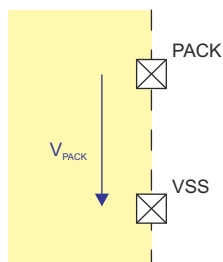


図 2-3. PACK 電圧キャリブレーション

1. 電圧入力に mV 単位の既知の電圧を印加します:
 - PACK ピンと VSS ピン間の V_{PACK}
2. $ManufacturerStatus()[CAL] = 0$ の場合は、0x002D を $ManufacturerAccess()$ に送信して [CAL] フラグを有効にします。
3. 0xF081 または 0xF082 を $ManufacturerAccess()$ に送信して、 $ManufacturerData()$ の未加工セル電圧出力を有効にします。
4. データの読み取り前に、8 ビットのカウンタ値が 2 でインクリメントされるまで $ManufacturerData()$ をポーリングします。
5. パック電圧の ADC 変換の読み取りを $ManufacturerData()$ から読み取ります:
 - $ADC_{PACK} = ManufacturerData()$ の FFff
6. 精度を高めるために数回の読み取りを平均します。ZZ がインクリメントされて更新値が利用可能であることを示すまで、 $ManufacturerData()$ をポーリングします:
 - $ADC_{PACK} = [ADC_{PACK}(n \text{ を読み取り}) + \dots + ADC_{PACK}(1 \text{ を読み取り})]/n$
7. ゲイン値を計算します:

$$PACK \text{ Gain} = \frac{V_{PACK}}{ADC_{PACK}} \times 2^{16} \quad (3)$$

8. 新しい PACK ゲインの値をデータフラッシュに書き込みます。
9. 電圧の読み取りを再確認し、正確でない場合は、手順 4～6 を繰り返します。
10. すべてのキャリブレーションが完了したら、0x002D を $ManufacturerAccess()$ に送信して [CAL] フラグをクリアします。

2.5 電流キャリブレーション

図 2-4 は電流キャリブレーションの図を示しています。

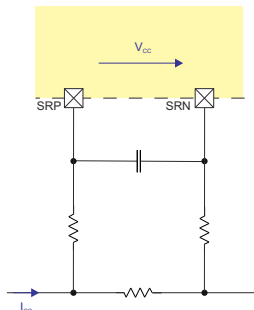


図 2-4. 電流キャリブレーション

2.5.1 CC オフセット キャリブレーション

注

このデバイスのハードウェアが改善されたため、CC オフセットのキャリブレーションは必要ありません。電流が存在しないときに電流が観測される場合にのみ、CC オフセットのキャリブレーション手順を実行します。

1. 既知の 0mA の電流を印加して、SRP ピンと SRN ピン間に接続されたセンス抵抗に電流が流れていないことを確認します。
2. CC オフセット キャリブレーション中に最良の結果を得るため、SRN ピンと SRP ピンを外部で短絡します。
3. `ManufacturerStatus()[CAL] = 0` の場合は、0x002D を `ManufacturerAccess()` に送信して [CAL] フラグを有効にします。
4. 0xF081 を `ManufacturerAccess()` に送信して、`ManufacturerData()` の未加工電流出力を有効にします。
5. データの読み取り前に、ZZ が 2 でインクリメントされるまで `ManufacturerData()` をポーリングします。
6. 電流の ADC 変換の読み取りを `ManufacturerData()` から取得します：
 - $ADC_{CC} = \text{ManufacturerData}()$ の AAaa

$ADC_{CC} < 0x8000$ ですか? その場合、 ADC_{CC} を使用します。それ以外の場合は、 $ADC_{CC} = -(0xFFFF - AAaa + 0x0001)$ です。
7. 精度を高めるために数回の読み取りを平均します。ZZ がインクリメントされて更新値が利用可能であることを示すまで、`ManufacturerData()` をポーリングします：
 - $ADC_{CC} = [ADC_{CC}(n \text{ を読み取り}) + \dots + ADC_{CC}(1 \text{ を読み取り})]/n$
8. クーロン カウンタ オフセット サンプルをデータ フラッシュから読み取ります。
9. オフセット値を計算します：
 - $CC \text{ オフセット} = ADC_{CC} \times (\text{クーロン カウンタ オフセット サンプル})$
10. 新しい「CC オフセット」の値をデータ フラッシュに書き込みます。
11. 電流の読み取りを再確認し、正確でない場合は、手順 1～10 を繰り返します。
12. すべてのキャリブレーションが完了したら、0x002D を `ManufacturerAccess()` に送信して [CAL] フラグをクリアします。

2.5.2 ボードオフセット キャリブレーション

注

このデバイスのハードウェアが改善されたため、ボード オフセットのキャリブレーションは必要ありません。ボード オフセット キャリブレーションの手順は、ボード オフセット電流が観測された場合にのみ実行します。

1. まずオフセット キャリブレーションが実行済みであることを確認します。
2. 既知の 0mA の電流を印加して、SRP ピンと SRN ピン間に接続されたセンス抵抗に電流が流れていないことを確認します。
3. `ManufacturerStatus()[CAL] = 0` の場合は、0x002D を `ManufacturerAccess()` に送信して [CAL] フラグを有効にします。
4. 0xF081 を `ManufacturerAccess()` に送信して、`ManufacturerData()` の未加工電流出力を有効にします。
5. データの読み取り前に、ZZ が 2 でインクリメントされるまで `ManufacturerData()` をポーリングします。
6. 電流の ADC 変換の読み取りを `ManufacturerData()` から取得します：
 - $ADC_{CC} = \text{ManufacturerData}()$ の AAaa

$ADC_{CC} < 0x8000$ ですか? その場合、 ADC_{CC} を使用します。それ以外の場合は、 $ADC_{CC} = -(0xFFFF - AAaa + 0x0001)$ です。
7. 精度を高めるために数回の読み取りを平均します。ZZ がインクリメントされて更新値が利用可能であることを示すまで、`ManufacturerData()` をポーリングします：
 - $ADC_{CC} = [ADC_{CC}(n \text{ を読み取り}) + \dots + ADC_{CC}(1 \text{ を読み取り})]/n$
8. クーロン カウンタ オフセット サンプルをデータ フラッシュから読み取ります。
9. オフセット値を計算します：

- ボード オフセット = $(\text{ADC}_{\text{CC}} - \text{CC オフセット}) \times \text{クーロン カウンタ オフセット サンプル}$
10. 新しい「ボード オフセット」値をデータ フラッシュに書き込みます。
 11. 電流の読み取りを再確認します。読み取りが正確でない場合は、手順 1～10 を繰り返します。
 12. すべてのキャリブレーションが完了したら、0x002D を *ManufacturerAccess()* に送信して [CAL] フラグをクリアします。

2.5.3 CC ゲイン キャリブレーション

1. 既知の電流 (通常は 1A~2A) を印加して、SRP ピンと SRN ピン間に接続されたセンス抵抗に ICC が流れていることを確認します。
2. `ManufacturerStatus()[CAL] = 0` の場合は、0x002D を `ManufacturerAccess()` に送信して [CAL] フラグを有効にします。
3. 0xF081 を `ManufacturerAccess()` に送信して、`ManufacturerData()` の未加工 CC 出力を有効にします。
4. データの読み取り前に、ZZ が 2 でインクリメントされるまで `ManufacturerData()` をポーリングします。
5. 電流の ADC 変換の読み取りを `ManufacturerData()` から読み取ります:
 - $ADC_{CC} = \text{ManufacturerData}()$ の AAaa

$ADC_{CC} < 0x8000$ ですか? その場合、 ADC_{CC} を使用します。それ以外の場合は、 $ADC_{CC} = -(0xFFFF - AAaa + 0x0001)$ です。
6. 精度を高めるために数回の読み取りを平均します。ZZ がインクリメントされて更新値が利用可能であることを示すまで、`ManufacturerData()` をポーリングします:
 - $ADC_{CC} = [\text{ADC}_{CC}(n \text{ を読み取り}) + \dots + \text{ADC}_{CC}(1 \text{ を読み取り})]/n$
7. クーロン カウンタ オフセット サンプルをデータ フラッシュから読み取ります。
8. ゲイン値を計算します:

$$CC \text{ Gain} = \frac{I_{CC}}{ADC_{CC} - \frac{Board \text{ Offset} + CC \text{ Offset}}{Coulomb \text{ Counter Offset Samples}}} \times 2^{16} \quad (4)$$

9. 新しい CC ゲインと値をデータ フラッシュに書き込みます。
10. 電流の読み取りを再確認します。読み取りが正確でない場合は、手順 1~9 を繰り返します。
11. すべてのキャリブレーションが完了したら、0x002D を `ManufacturerAccess()` に送信して [CAL] フラグをクリアします。

注

容量ゲインは BQ41xxx 製品ファミリーで使用されず、使用や変更ができなくなりました。

2.6 温度キャリブレーション

図 2-5 は温度キャリブレーションを示しています。

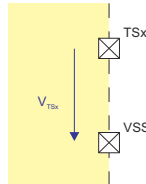


図 2-5. 温度キャリブレーション

2.6.1 内部温度センサ キャリブレーション

1. 0.1°C の既知温度を適用し、Temp_{TINT} がデバイスに適用されていることを確認します。
2. 内部温度オフセットから TINT offset_{old} を読み取ります。
3. `DASatus2()` から通知された温度を読み取ります:
 - TINT = `DASatus2()` の AAaa。TINT > 0 ですか? その場合、TINT = AAaa - 2732。
4. 温度オフセットの計算:

$$TINT \text{ offset} = TEMP_{TINT} - TINT + TINT \text{ offset}_{old} \quad (5)$$
5. 新しい内部温度オフセット値をデータ フラッシュに書き込みます。
6. `DASatus2()` の読み取りを再確認します。読み取りが正確でない場合は、手順 1~5 を繰り返します。

2.6.2 TS1–TS2–TS3–TS4 キャリブレーション

1. 0.1°C の既知温度を適用し、TEMP_{TSx} が TSx ピンに接続されたサーミスタに適用されていることを確認します。「TSx」とは、TS1、TS2、TS3、または TS4 のいずれか該当するものを指します。
2. TSx offset_{old} を 外部 x 温度オフセットから読み取ります。ここで、x は 1、2、3、または 4 です。
3. DAStatus2() ブロックから適切な温度を TSx として読み取ります。
4. 次のように温度オフセットを計算します:

$$TSx\ offset = TEMP_{TSx} - TSx + TSx\ offset_{old} \quad (6)$$

ここで、x は 1、2、3、または 4 です。

5. 新しい外部 x 温度オフセット (ここで、x は 1、2、3、または 4) 値をデータ フラッシュに書き込みます。
6. DAStatus2() の読み取りを再確認します。読み取りが正確でない場合は、手順 1～5 を繰り返します。

3 まとめ

この資料では、BQ41xxx バッテリー パック マネージャ IC の製造時に測定回路のキャリブレーションを行う方法を説明します。全体を通しての目標は、バッテリー残量計が電圧、電流、温度の正確な値を報告することを検証することです。

4 参考資料

- テキサス インスツルメンツ、『[BQ41Z50 1-シリーズ、2-シリーズ、3-シリーズ、4-シリーズのリチウムイオン バッテリー パック マネージャ](#)』、データシート。
- テキサス インスツルメンツ、『[BQ41Z50 テクニカル リファレンス マニュアル](#)』、テクニカル リファレンス マニュアル。
- テキサス インスツルメンツ、『[BQ41Z50 リチウムイオン バッテリー パック マネージャ 評価基板](#)』評価基板 ユーザー ガイド。

5 改訂履歴

Changes from Revision A (April 2026) to Revision B (June 2026)	Page
• セルごとの自動キャリブレーションを追加.....	5
• まとめを追加.....	12

Changes from Revision * (July 2024) to Revision A (April 2026)	Page
• 「セル電圧キャリブレーション」セクションの番号 5 の ADCCELL1 の値に「+」符号を追加しました。.....	3
• 式 1 から係数「VCELL1」を削除しました。.....	3
• 「BAT 電圧キャリブレーション」セクションのステップ 6 の「...」に「+ J +」を追加しました。.....	7

重要なお知らせと免責事項

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

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

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

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

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

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月