

# 1Aシングルチップ、熱レギュレーション付き リチウム・イオン/リチウム・ポリマー充電管理IC

## 特長

- 熱レギュレーションにより充電レートを最大化
- スペースの制限されたアプリケーションにおける1セル・リチウム・イオン/リチウム・ポリマー・パックの低ドロップアウト設計に最適
- 最大1Aの充電アプリケーションに対応したパワーFETおよび電流センサを内蔵
- 逆方向リーク保護によりバッテリーからの漏れ電流を防止
- $\pm 0.5\%$ の電圧レギュレーション精度
- 最小電流および時間による充電終了
- 安全タイマ付きのプリチャージ・コンディショニング
- LEDまたはシステム・インターフェイス用のステータス出力により、充電中、エラー、パワー・グッドの各状態を通知
- 短絡保護と過熱保護
- 自動スリープ・モードによる消費電力低減
- コンパクトな3×3 mm MLPパッケージ
- 選択可能なバッテリー挿抜検出
- 入力過電圧保護

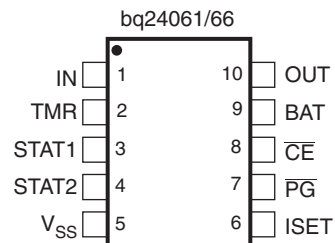
## アプリケーション

- PDA、MP3プレーヤー、デジタル・カメラ
- インターネット機器およびハンドヘルド・デバイス

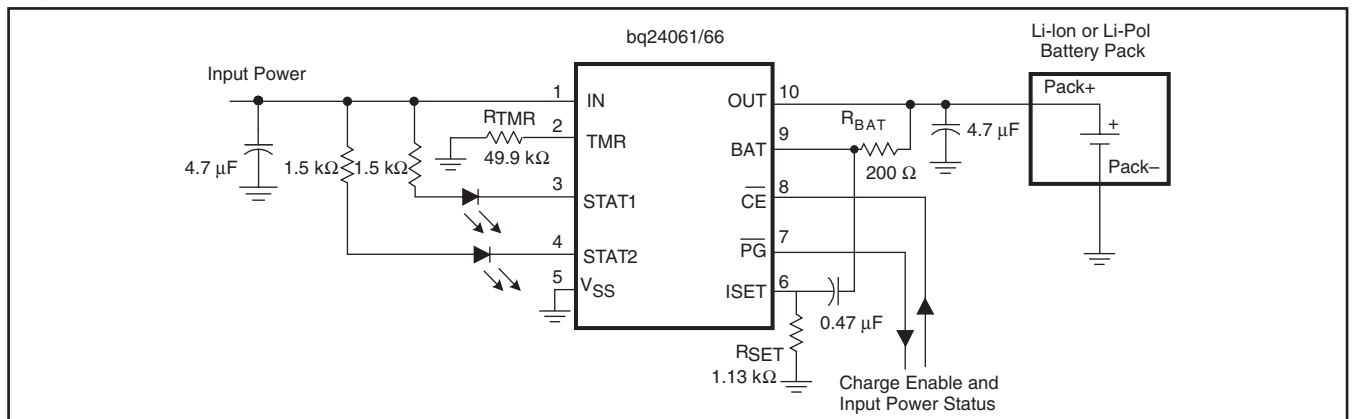
## 概要

bq2406xシリーズは、リチウム・イオン/リチウム・ポリマー電池用の高集積充電管理ICであり、スペースの制約された携帯用アプリケーション向けに設計されています。各種の安全回路や機能オプションを装備しながら、完全な充電システムを小さなパッケージに実装しています。bq2406xシリーズは、コンディショニング、定電流（熱レギュレーション状態を含む）、定電圧

### ピン配置 (平面図)



## 代表的アプリケーション回路



TurboTrans、TMS320は、テキサス・インスツルメンツの登録商標です。

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

の3つのフェーズによりバッテリーを充電します。充電は、最小電流に基づいて終了します。内部のプログラマブルな充電タイマにより、充電終了時に安全な保護機能が提供されます。このタイマは、熱レギュレーション・フェーズ中に動的に調整されます。バッテリー電圧が内部のスレッシュホールドを下回ると、bq2406xは自動的に充電を再開します。外部入力電源が供給されなくなると、スリープ・モードに入ります。bq2406xは複数のバージョンが用意されているので、低コストやハイエンドのACアダプタを使用しながら、クレードル充電器やアプリケーション製品内での設計も容易です。



## 静電気放電対策

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

## 供給オプション

Charge Voltage	Input Over Voltage	Termination Enable	Safety Timer Enable	Power Good Status	IC Enable	Pack Temp	Pack Voltage Detection (Absent)	Devices <sup>(1)(2)</sup>	Marking
4.2 V	6.5 V	TMR pin	TMR pin	$\overline{\text{PG}}$ pin	No	TS pin	With timer enabled	bq24060	BPG
4.2 V	6.5 V	TMR pin	TMR pin	$\overline{\text{PG}}$ pin	$\overline{\text{CE}}$ pin	No	With timer enabled	bq24061	BPH
4.2 V	6.5 V	$\overline{\text{TE}}$ pin	TMR pin	No	$\overline{\text{CE}}$ pin	No	With termination enabled	bq24063	Preview
4.2 V	10.5 V	TMR pin	TMR pin	$\overline{\text{PG}}$ pin	No	TS pin	With timer enabled	bq24064	BSA

(1) bq2406xはテープリールのみで供給されます。1リールあたり3,000個の供給の場合は、部品番号の末尾にRを追加します(例: bq24060BPGR)。

1リールあたり250個の供給の場合は、部品番号の末尾にTを追加します(例: bq24060DRCT)。

(2) この製品はRoHS対応であり、リード密度は製品総重量の0.1%以下です。指定の鉛フリー半田付けプロセスでの使用に適しています。さらに、この製品はパッケージの材質にハロゲンを含まず、製品の全重量の0.1%を超える臭素(Br)またはアンチモン(Sb)を含みません。

## 絶対最大定格<sup>(1)</sup>

		bq2406x
	Supply voltage (IN with respect to Vss)	-0.3 V to 18 V <sup>(2)</sup>
	Input voltage on IN, STATx, $\overline{\text{PG}}$ , TS, $\overline{\text{CE}}$ , $\overline{\text{TE}}$ , TMR (all with respect to Vss)	-0.3 V to V(IN)
	Input voltage on OUT, BAT, ISET (all with respect to Vss)	-0.3 V to 7 V
	Output sink current (STATx) + PG	15 mA
	Output current (OUT pins)	1.5 A
$T_A$	Operating free-air temperature range	-40°C to 125°C
$T_{stg}$	Storage temperature range	-65°C to 150°C
$T_J$	Junction temperature range	-40°C to 150°C
	Lead temperature (Soldering, 10 sec)	300°C

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

(2) bq2406xの最大耐圧は26V(最大87時間)です。

## 推奨動作条件

			MIN	TYP	MAX	UNIT
$V_{(IN)}$	Supply voltage range	Battery absent detection not functional	3.5		16.5	V
$V_{(IN)}$	Supply voltage range	Battery absent detection functional	4.35		16.5	V
$T_J$	Junction temperature		0		125	°C

## 定格消費電力<sup>(1)</sup>

PACKAGE	$\theta_{JC}$ (°C/W)	$\theta_{JA}$ (°C/W)
10-pin DRC	3.21	46.87

(1) このデータは、JEDECの高K基板の使用に基づいており、露出したダイ・パッドが基板上のCuパッドに接続されています。このパッドは、2x3のビア・マトリックスによりグラウンド・プレーンに接続されています。

## 電気的特性

推奨動作条件、 $T_J = 0 \sim 125^\circ\text{C}$ の範囲、「アプリケーション回路」の節を参照、 $T_J = 25^\circ\text{C}$ における標準値  
(特に記述のない限り)

PARAMETER		TEST CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNIT
<b>POWER-ON-RESET</b>							
$V_{(PDWN)}$	Power down threshold	$V_{(IN)} = 0\text{ V}$ , increase $V_{(OUT)}$ : $0 \rightarrow 3\text{ V}$ OR $V_{(OUT)} = 0\text{ V}$ , increase $V_{(IN)}$ : $0 \rightarrow 3\text{ V}$ , $\overline{\text{CE}} = \text{LO}$ <sup>(1)</sup>		1.5		3.0	V
<b>INPUT POWER DETECTION, <math>\overline{\text{CE}} = \text{HI}</math> or <math>\text{LOW}</math>, <math>V_{(IN)} &gt; 3.5\text{ V}</math></b>							
$V_{(INDT)}$	Input power detection threshold	$V_{(IN)}$ detected at $[V_{(IN)} - V_{(OUT)}] > V_{(INDT)}$				130	mV
$V_{\text{HYS}(INDT)}$	Input power detection hysteresis	Input power not detected at $[V_{(IN)} - V_{(OUT)}] < [V_{(INDT)} - V_{\text{HYS}(INDT)}]$		30			mV
$T_{\text{DGL}(INDT1)}$	Deglintch time, input power detected status	$\overline{\text{PG}}: \text{HI} \rightarrow \text{LO}$ , Thermal regulation loop not active, $R_{\text{TMR}} = 50\text{ K}\Omega$ or $V_{(\text{TMR})} = \text{OPEN}$		1.5		3.5	ms
$T_{\text{DGL}(NOIN)}$	Delay time, input power not detected status	$\overline{\text{PG}}: \text{LO} \rightarrow \text{HI}$ after $T_{\text{DGL}(NOIN)}$				10	$\mu\text{s}$
$T_{\text{DLY}(\text{CHGOFF})}$	Charger off delay	Charger turned off after $T_{\text{DLY}(\text{CHGOFF})}$ , Measured from $\overline{\text{PG}}: \text{LO} \rightarrow \text{HI}$ ; Timer reset after $T_{\text{DLY}(\text{CHGOFF})}$		28		32	ms
<b>INPUT OVER-VOLTAGE PROTECTION</b>							
$V_{(\text{OVP})}$	Input over-voltage detection threshold	$V_{(IN)}$ increasing	bq24060/61/63/65/66	6.2	6.5	7.0	V
			bq24064	10.2	10.5	11.7	
$V_{\text{HYS}(\text{OVP})}$	Input over-voltage hysteresis	$V_{(IN)}$ decreasing	bq24060/61/63/65/66	0.1		0.2	V
			bq24064	0.3		0.5	
$T_{\text{DGL}(\text{OVDET})}$	Input over-voltage detection delay	$\overline{\text{CE}} = \text{HI}$ or $\text{LO}$ , Measured from $V_{(IN)} > V_{(\text{OVP})}$ to $\overline{\text{PG}}: \text{LO} \rightarrow \text{HI}$ ; $V_{(IN)}$ increasing		10		100	$\mu\text{s}$
$T_{\text{DGL}(\text{OVNDET})}$	Input over-voltage not detected delay	$\overline{\text{CE}} = \text{HI}$ or $\text{LO}$ , Measured from $V_{(IN)} < V_{(\text{OVP})}$ to $\overline{\text{PG}}: \text{HI} \rightarrow \text{LO}$ ; $V_{(IN)}$ decreasing		10		100	$\mu\text{s}$
<b>QUIESCENT CURRENT</b>							
$I_{\text{CC}(\text{CHGOFF})}$	IN pin quiescent current, charger off	Input power detected, $\overline{\text{CE}} = \text{HI}$	$V_{(IN)} = 6\text{ V}$	100	200		$\mu\text{A}$
			$V_{(IN)} = 16.5\text{ V}$	300			
$I_{\text{CC}(\text{CHGON})}$	IN pin quiescent current, charger on	Input power detected, $\overline{\text{CE}} = \text{LO}$ , $V_{\text{BAT}} = 4.5\text{ V}$		4		6	mA
$I_{\text{BAT}(\text{DONE})}$	Battery leakage current after termination into IC	Input power detected, charge terminated, $\overline{\text{CE}} = \text{LO}$		1		5	$\mu\text{A}$
$I_{\text{BAT}(\text{CHGOFF})}$	Battery leakage current into IC, charger off	Input power detected, $\overline{\text{CE}} = \text{HI}$ OR input power not detected, $\overline{\text{CE}} = \text{LO}$		1		5	$\mu\text{A}$
<b>TS PIN COMPARATOR</b>							
$V_{(\text{TS1})}$	Lower voltage temperature threshold	Hot detected at $V_{(\text{TS})} < V_{(\text{TS1})}$ ; NTC thermistor		29	30	31	% $V_{(IN)}$
$V_{(\text{TS2})}$	Upper voltage temperature threshold	Cold detected at $V_{(\text{TS})} > V_{(\text{TS2})}$ ; NTC thermistor		60	61	62	% $V_{(IN)}$
$V_{\text{HYS}(\text{TS})}$	Hysteresis	Temp OK at $V_{(\text{TS})} > [V_{(\text{TS1})} + V_{\text{HYS}(\text{TS})}]$ OR $V_{(\text{TS})} < [V_{(\text{TS2})} - V_{\text{HYS}(\text{TS})}]$			2		% $V_{(IN)}$
<b><math>\overline{\text{CE}}</math> INPUT</b>							
$V_{\text{IL}}$	Input (low) voltage	$V_{(\overline{\text{CE}})}$ increasing		0		1	V
$V_{\text{IH}}$	Input (high) voltage	$V_{(\overline{\text{CE}})}$ decreasing		2.0			V
<b>STAT1, STAT2 AND <math>\overline{\text{PG}}</math> OUTPUTS, <math>V_{(IN)} \geq V_{\text{O}(\text{REG})} + V_{(\text{DO-MAX})}</math></b>							
$V_{\text{OL}}$	Output (low) saturation voltage	Ioutput = 5 mA (sink)				0.5	V
<b>THERMAL SHUTDOWN</b>							
$T_{(\text{SHUT})}$	Temperature trip	Junction temperature			155		$^\circ\text{C}$
$T_{(\text{SHUTHYS})}$	Thermal hysteresis	Junction temperature			20		$^\circ\text{C}$

(1) 設計で規定されていますが、製品テストは行っていません。

## 電気的特性

推奨動作条件、 $T_J = 0 \sim 125^\circ\text{C}$ の範囲、「アプリケーション回路」の節を参照、 $T_J = 25^\circ\text{C}$ における標準値  
(特に記述のない限り)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT	
<b>VOLTAGE REGULATION, <math>V(\text{IN}) \geq V_{\text{O(REG)}} + V_{\text{(DO-MAX)}}</math>, <math>I_{\text{(TERM)}} &lt; I_{\text{(OUT)}} &lt; I_{\text{O(OUT)}}</math>, CHARGER ENABLED, NO FAULT CONDITIONS DETECTED</b>							
$V_{\text{O(REG)}}$	Output voltage	bq24060/61/62/63/64	4.20			V	
		bq24065/66 versions only	4.36				
$V_{\text{O(TOL)}}$	Voltage regulation accuracy	$T_A = 25^\circ\text{C}$	-0.5%	0.5%			
			-1%	1%			
$V_{\text{(DO)}}$	Dropout voltage, $V(\text{IN}) \bar{n} V(\text{OUT})$	$I_{\text{O(OUT)}} = 1 \text{ A}$	750			mV	
<b>CURRENT REGULATION, <math>V(\text{IN}) &gt; V(\text{OUT}) &gt; V_{\text{(DO-MAX)}}</math>, CHARGER ENABLED, NO FAULT CONDITIONS DETECTED</b>							
$I_{\text{O(OUT)}}$	Output current range	$V_{\text{(BAT)}} > V_{\text{(LOWV)}}$ , $I_{\text{O(OUT)}} = I_{\text{O(OUT)}} = K_{\text{(SET)}} \times V_{\text{(SET)}}/R_{\text{SET}}$	100	1000		mA	
$V_{\text{(SET)}}$	Output current set voltage	$V(\text{ISET}) = V_{\text{(SET)}}$ , $V_{\text{(LOWV)}} < V(\text{BAT}) \leq V_{\text{O(REG)}}$	2.45	2.50	2.55	V	
$K_{\text{(SET)}}$	Output current set factor	$100 \text{ mA} \leq I_{\text{O(OUT)}} \leq 1000 \text{ mA}$	$\frac{\text{mA} \times \text{k}\Omega}{\text{Volts}}$		315	335	355
		$10 \text{ mA} \leq I_{\text{O(OUT)}} < 100 \text{ mA}$			315	372	430
$R_{\text{ISET}}$	External resistor range	Resistor connected to ISET pin	0.7		10	k $\Omega$	
<b>VOLTAGE AND CURRENT REGULATION TIMING, <math>V(\text{IN}) &gt; V(\text{OUT}) + V_{\text{(DO-MAX)}}</math>, CHARGER ENABLED, NO FAULT CONDITIONS DETECTED, <math>R_{\text{TMR}} = 50\text{K}</math> or <math>V(\text{TMR}) = \text{OPEN}</math>; Thermal regulation loop not active</b>							
$T_{\text{PWRUP(CHG)}}$	Input power detection to full charge current time delay	Measured from $\overline{\text{PG}}:\text{HI} \rightarrow \text{LO}$ to $I(\text{OUT}) > 100 \text{ mA}$ , $\overline{\text{CE}} = \text{LO}$ , $I_{\text{O(OUT)}} = 1 \text{ A}$ , $V(\text{BAT}) = 3.5 \text{ V}$	25		35	ms	
$T_{\text{PWRUP(EN)}}$	Charge enable to full charge current delay	Measured from $\overline{\text{CE}}:\text{HI} \rightarrow \text{LO}$ to $I(\text{OUT}) > 100 \text{ mA}$ , $I_{\text{O(OUT)}} = 1 \text{ A}$ , $V(\text{BAT}) = 3.5 \text{ V}$ , $V(\text{IN}) = 4.5 \text{ V}$ , Input power detected	25		35	ms	
$T_{\text{PWRUP(LDO)}}$	Input power detection to voltage regulation delay, LDO mode set, no battery or load connected	Measured from $\overline{\text{PG}}:\text{HI} \rightarrow \text{LO}$ to $V(\text{OUT}) > 90\%$ of charge voltage regulation; $V(\text{TMR}) = \text{OPEN}$ , LDO mode set, no battery and no load at OUT pin, $\overline{\text{CE}} = \text{LO}$	25		35	ms	
<b>PRECHARGE AND OUTPUT SHORT-CIRCUIT CURRENT REGULATION, <math>V(\text{IN}) \bar{n} V(\text{OUT}) &gt; V_{\text{(DO-MAX)}}</math>, <math>V(\text{IN}) \geq 4.5\text{V}</math>, CHARGER ENABLED, NO FAULT CONDITIONS DETECTED, <math>R_{\text{TMR}} = 50\text{K}</math> or <math>V(\text{TMR}) = \text{OPEN}</math>; Thermal regulation loop not active</b>							
$V_{\text{(LOWV)}}$	Precharge to fast-charge transition threshold	$V_{\text{(BAT)}}$ increasing	2.8	2.95	3.15	V	
$V_{\text{(SCIND)}}$	Short-circuit indication	$V_{\text{(BAT)}}$ decreasing	1.2	1.4	1.6	V	
$V_{\text{(SC)}}$	Precharge to short-circuit transition threshold	$V_{\text{(BAT)}}$ decreasing	1.6	1.8	2.0		
$I_{\text{O(PRECHG)}}$	Precharge current range	$V_{\text{(SC)}} < V_{\text{(BAT)}} < V_{\text{(LOWV)}}$ , $t < T_{\text{(PRECHG)}}$ $I_{\text{O(PRECHG)}} = K_{\text{(SET)}} \times V_{\text{(PRECHG)}}/R_{\text{(ISET)}}$	10		100	mA	
$V_{\text{(PRECHG)}}$	Precharge set voltage	$V_{\text{(ISET)}} = V_{\text{(PRECHG)}}$ , $V_{\text{(SC)}} < V_{\text{(BAT)}} < V_{\text{(LOWV)}}$ , $t < T_{\text{(PRECHG)}}$	225	250	280	mV	
$I_{\text{O(SHORT)}}$	Output shorted regulation current	$I_{\text{O(SHORT)}} = I_{\text{O(OUT)}}$ , $V_{\text{(BAT)}} = \text{VSS}$	$V_{\text{POR}} < V_{\text{IN}} < 6.0 \text{ V}$		15	22	30
			$6.0 \text{ V} < V_{\text{IN}}$		25		
<b>TEMPERATURE REGULATION (Thermal regulation <math>\delta</math>), CHARGER ENABLED, NO FAULT CONDITIONS DETECTED</b>							
$T_{\text{J(REG)}}$	Temperature regulation limit	$V(\text{IN}) = 5.5 \text{ V}$ , $V(\text{BAT}) = 3.2 \text{ V}$ , Fast charge current set to 1A	101	112	125	$^\circ\text{C}$	
$I_{\text{(MIN\_TJ(REG))}}$	Minimum current in thermal regulation	$V_{\text{(LOWV)}} < V(\text{BAT}) < V_{\text{O(REG)}}$ , $0.7\text{k}\Omega < R_{\text{ISET}} < 3.5\text{k}\Omega$	200		250	mA	

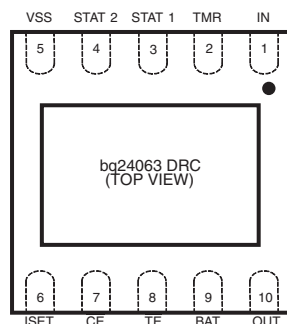
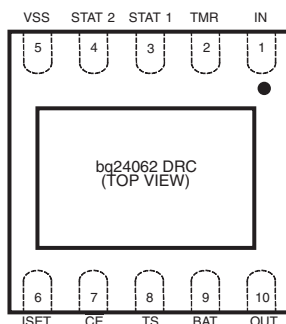
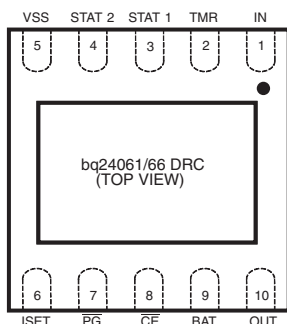
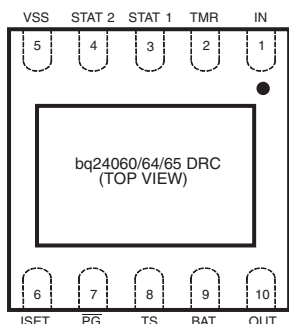
## 電気的特性

推奨動作条件、 $T_J = 0 \sim 125^\circ\text{C}$ の範囲、「アプリケーション回路」の節を参照、 $T_J = 25^\circ\text{C}$ における標準値 (特に記述のない限り)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
<b>CHARGE TERMINATION DETECTION, <math>V_{O(REG)} = 4.2\text{ V}</math> or <math>V_{O(REG)} = 4.36\text{ V}</math>, CHARGER ENABLED, NO FAULT CONDITIONS DETECTED, Thermal regulation LOOP NOT ACTIVE, <math>R_{TMR} = 50\text{K}</math> or TMR pin OPEN</b>						
$I_{(TERM)}$	Termination detection current range	$V_{(BAT)} > V_{(RCH)}$ , $t < T_{DGL(TERM)}$ , $I_{(TERM)} = K_{(SET)} \times V_{(TERM)} / R_{ISET}$	10		100	mA
$V_{(TERM)}$	Charge termination detection set voltage	$V_{(BAT)} > V_{(RCH)}$	225	250	275	mV
$T_{DGL(TERM)}$	Deglintch time, termination detected	$V_{(ISET)}$ decreasing	15	25	35	ms
<b>BATTERY RECHARGE THRESHOLD</b>						
$V_{(RCH)}$	Recharge threshold detection	$[V_{O(REG)} - V_{(BAT)}] > V_{(RCH)}$	75	100	135	mV
$T_{DGL(RCH)}$	Deglintch time, recharge detection	$V_{(BAT)}$ decreasing	15	25	35	ms
<b>TIMERS, <math>\overline{CE} = \text{LO}</math>, CHARGER ENABLED, NO FAULT CONDITIONS DETECTED, <math>V_{(TMR)} &lt; 3\text{ V}</math>, TIMERS ENABLED</b>						
$T_{(CHG)}$	Charge safety timer range	$T_{(CHG)} = K_{(CHG)} \times R_{TMR}$ ; thermal loop not active	3		10	hours
$K_{(CHG)}$	Charge safety timer constant	$V_{(BAT)} > V_{(LOWV)}$	0.08	0.1	0.12	hr/k $\Omega$
$T_{(PCHG)}$	Pre-charge safety timer range	$T_{(PCHG)} = K_{(PCHG)} \times T_{(CHG)} \times K_{(CHG)}$ ; Thermal regulation loop not active	1080		3600	sec
$K_{(PCHG)}$	Pre-charge safety timer constant	$V_{(BAT)} < V_{(LOWV)}$	0.08	0.1	0.12	
$V_{TMR(OFF)}$	Charge timer and termination enable threshold	[Charge timer AND termination disabled] at $V_{(TMR)} > V_{TMR(OFF)}$	2.5	3.0	3.5	V
	Charge timer enable threshold	[Charge timer disabled] at $V_{(TMR)} > V_{TMR(OFF)}$				
$I_{TMR(OFF)}$	TMR pin pull-up current	$I_{TMR(OFF)} = I_{(TMR)}$ ; $V_{(TMR)} = 3.5\text{ V}$ , $V_{(IN)} = 4.5\text{ V}$ , safety timer off, all other timers set to zero.	1		6	$\mu\text{A}$
<b>BATTERY DETECTION THRESHOLDS</b>						
$I_{DET(DOWN)}$	Battery detection current (sink)	$2\text{ V} < V_{(BAT)} < V_{O(REG)}$	1	2	3.2	mA
$I_{DET(UP)}$	Battery detection current (source)	$2\text{ V} < V_{(BAT)} < V_{O(REG)}$		$I_{O(PRECHG)}$		mA
$T_{(DETECT)}$	Battery detection time	$2\text{ V} < V_{(BAT)} < V_{O(REG)}$ , Thermal regulation loop not active; $R_{TMR} = 50\text{ k}\Omega$	85	120	150	ms
<b>TIMER FAULT RECOVERY</b>						
$I_{(FAULT)}$	Fault Current (source)	$V_{(OUT)} < V_{(RCH)}$	-12	-10	-8	mA
<b>CHARGE OVER-CURRENT DETECTION, <math>V_{(IN)} \geq 4.5\text{ V}</math>, CHARGER ENABLED</b>						
$I_{CH(OVC)}$	Charge over-current detection threshold	$V_{(ISET)} = \text{VSS}$		2		A
$T_{DGL(CHOVC)}$	Over current detection delay time	Measured from $V_{(ISET)} = \text{VSS}$ to $I_{O(OUT)} = 0$		100		$\mu\text{s}$

# デバイス情報

## ピン配置



## 端子機能、必要な部品

TERMINAL NO.					I/O	DESCRIPTION AND REQUIRED COMPONENTS
NAME	bq24060/64/65	bq24061/66	bq24062	bq24063		
IN	1	1	1	1	I	充電入力電圧および内部電源。INとVSSの間に1μF以上のキャパシタを接続してください。
TMR	2	2	2	2	I	安全タイマ・プログラム入力。フローティングの場合、タイマはディスエーブルになります。VSSとの間に抵抗を接続して、安全タイマのタイムアウト値をプログラムします。
STAT1	3	3	3	3	O	充電ステータス出力1(オープン・コレクタ、表3を参照)
STAT2	4	4	4	4	O	充電ステータス出力2(オープン・コレクタ、表3を参照)
VSS	5	5	5	5	I	グラウンド
ISET	6	6	6	6	O	充電電流設定点。ISETとVSSの間に抵抗を接続して、充電電流値を設定します。BATとISETの間には0.47μFのキャパシタを接続してください。
PG	7	7	-	-	O	パワー・グッド状態出力(オープン・コレクタ)、アクティブ・ロー
CE	-	8	7	7	I	充電イネーブル入力。 $\overline{CE}$ = LOの場合、充電回路がイネーブルになります。CE = HIの場合、充電回路がディスエーブルになります。
TE	-	-	-	8	I	終了イネーブル入力。 $\overline{TE}$ = LOの場合、終了検出およびバッテリー未接続検出がイネーブルになります。 $\overline{TE}$ = HIの場合、終了検出およびバッテリー未接続検出がディスエーブルになります。
TS	8	-	8	-	I	温度センサ入力。バッテリー・パックのサーミスタに接続します。外部に抵抗デバイダを接続して、温度スレッショールドをプログラムします。
BAT	9	9	9	9	I	バッテリー電圧センサ入力。バッテリーの正端子に接続します。BATとOUTの間に200Ωの抵抗を接続してください。
OUT	10	10	10	10	O	充電電流出力。バッテリーの正端子に接続します。OUTとVSSの間に1μF以上のキャパシタを接続してください。
Exposed Thermal Pad	Pad	Pad	Pad	Pad		露出したサーマル・パッドとICのVssピンの間は、内部で電氣的に接続されています。露出したサーマル・パッドは、プリント基板上のVssピンと同じ電位に接続する必要があります。サーマル・パッドは、ICの主グラウンド入力としては使用しないでください。Vssは、常にグラウンドに接続されている必要があります。

## 機能説明

充電電流は、外部部品(抵抗 $R_{ISET}$ )を使用してプログラムできます。外部入力電源がシステムに接続され、充電回路がイネーブル(CE = LO)、バッテリー電圧が再充電スレッショールド未満( $V(BAT) < V(RCH)$ )である場合、充電プロセスが開始され

ます。安全タイマ機能がイネーブルになっている場合は、充電サイクルが開始されると安全タイマが起動します。安全タイマのタイムアウト値は、TMRピンに接続された外部抵抗によって設定されます。

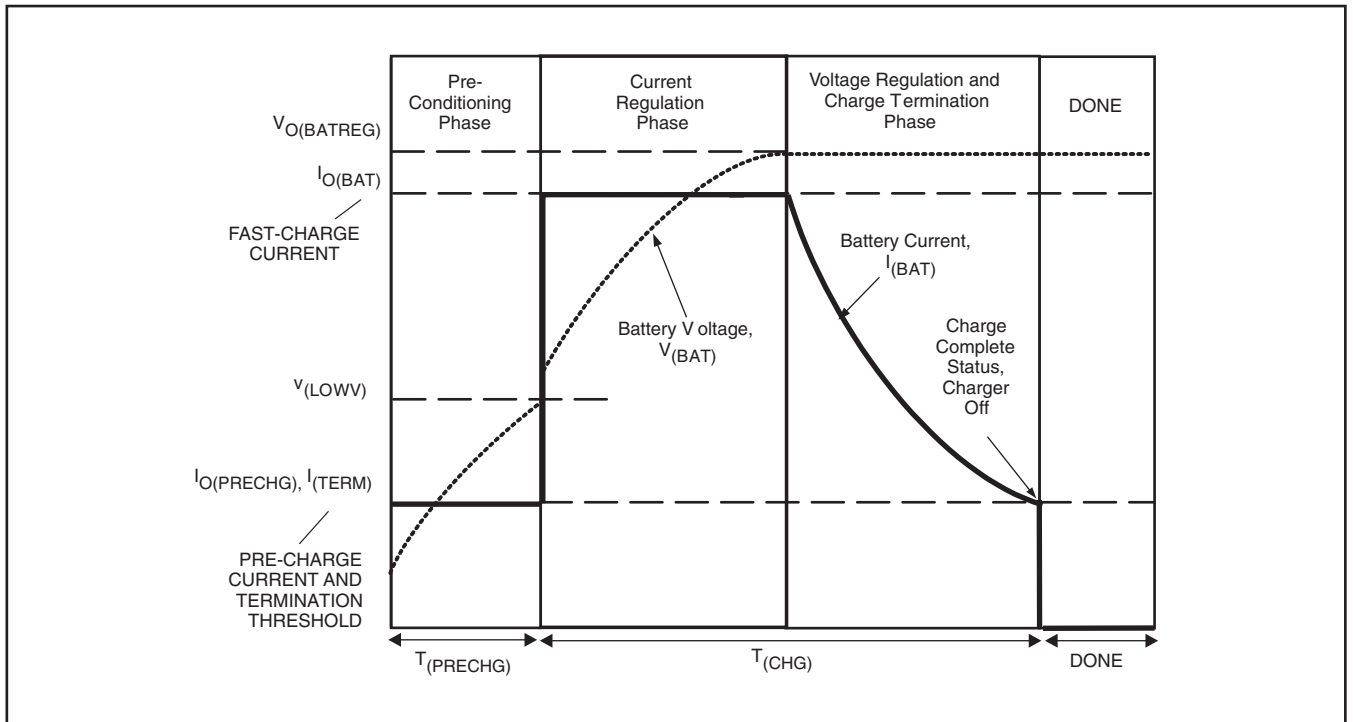


図 1.  $T_{J(REG)}$ での充電プロファイル

充電回路がイネーブルになると、2つの制御ループによって、バッテリー・スイッチのドレイン・ソース間インピーダンスが調整され、BATピンの電流がプログラムされた充電電流値に制限されるか(充電電流ループ)、またはBATピンの電圧がプログラムされた充電電圧値にレギュレーションされます(充電電圧ループ)。 $V(BAT) < V(LOWV)$  (標準3.0V)の場合、BATピンの電流は内部で、プログラムされた充電電流値の10%に設定されます。

次の図に、ICの接合部温度が $T_{J(REG)}$  (標準112°C)を超えない動作条件での標準的な充電プロファイルを示します。

ICの接合部温度が $T_{J(REG)}$ を超える動作条件の場合は、充電サイクルが変化し、内蔵の熱制御ループが動作します。熱制御ループは、内部の電圧リファレンス(ICの接合部温度に反比例)が、固定された温度安定内部電圧より低い場合に動作します。この熱ループは他の充電回路制御ループよりも優先され、ICの接合部温度が $T_{J(REG)}$ に戻るまで充電電流を低減させることで、ICの接合部温度を効果的に制御します。

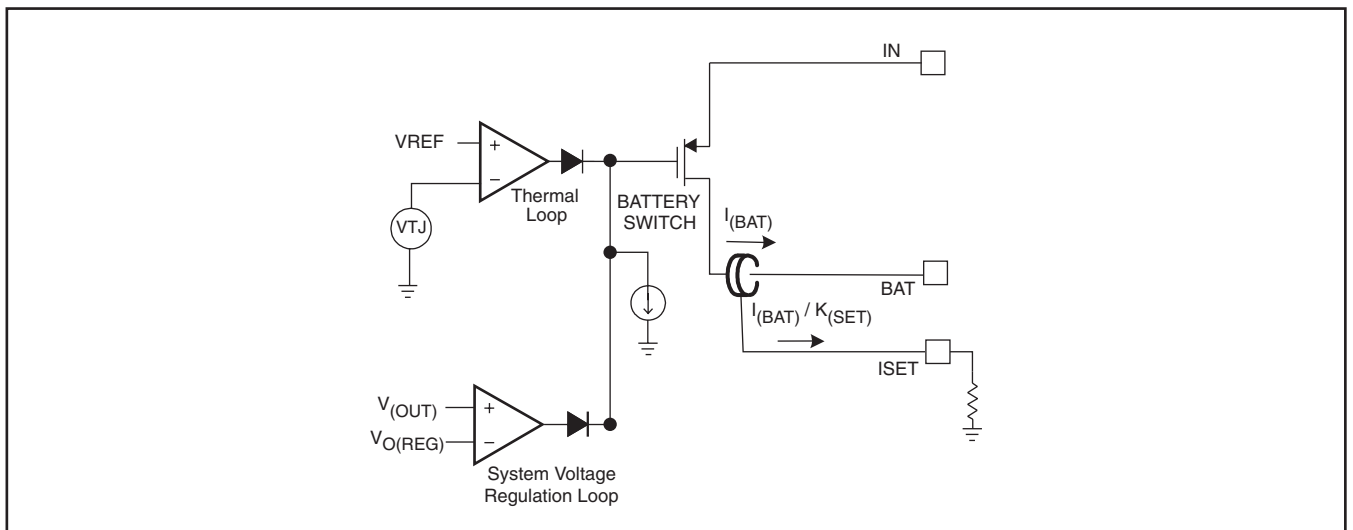


図 2. 熱レギュレーション回路

図3に、熱ループが動作した状態での充電サイクルを示します。

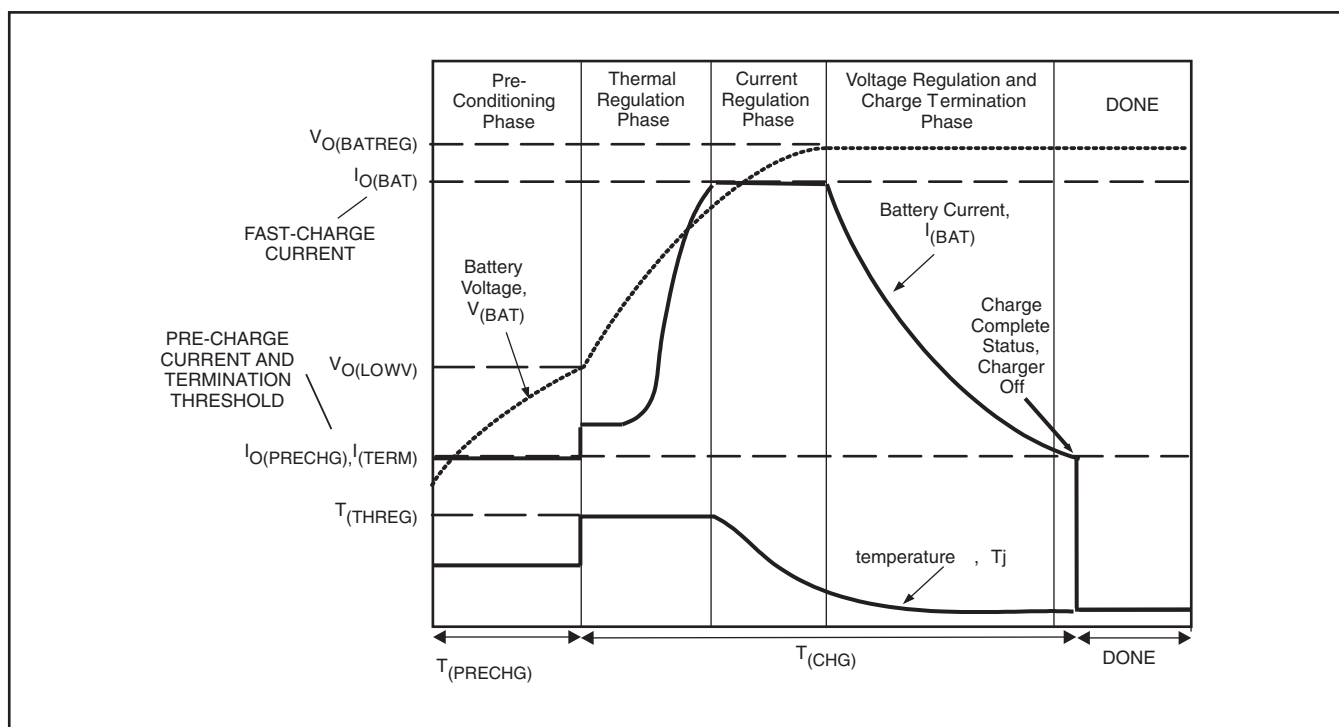
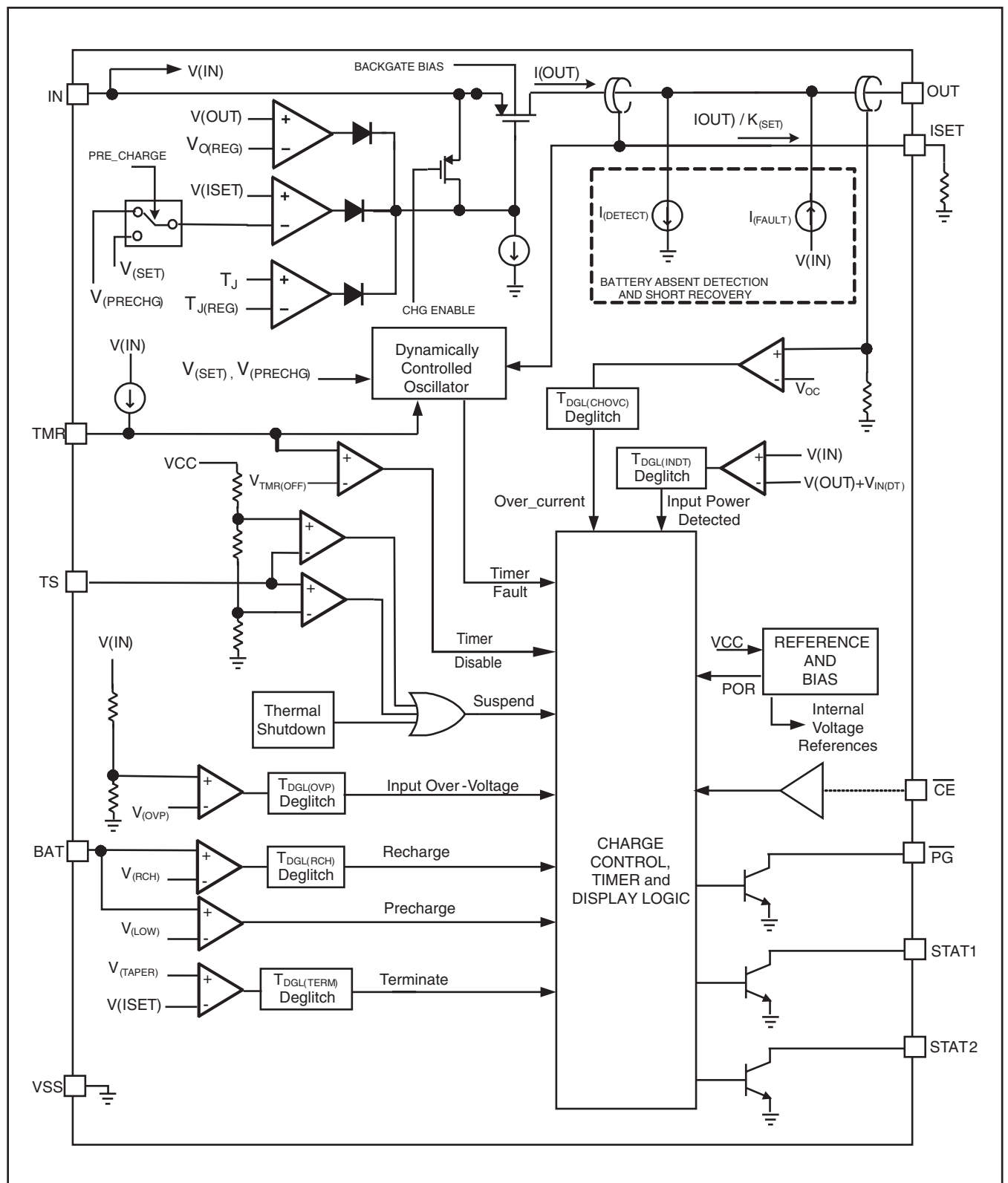


図 3. 充電プロファイル(熱ループが動作)

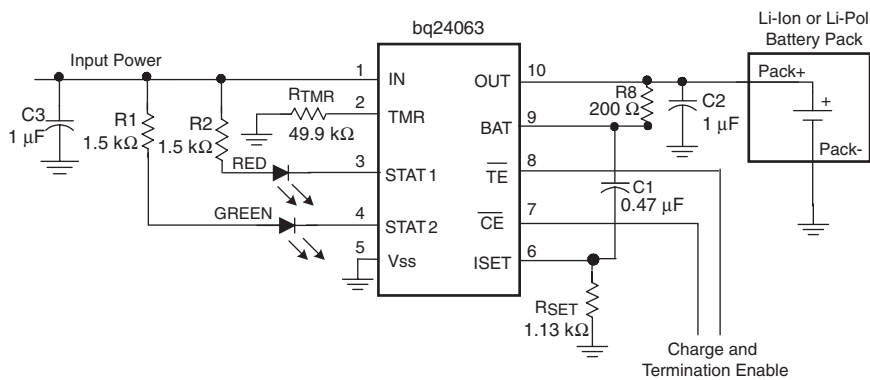
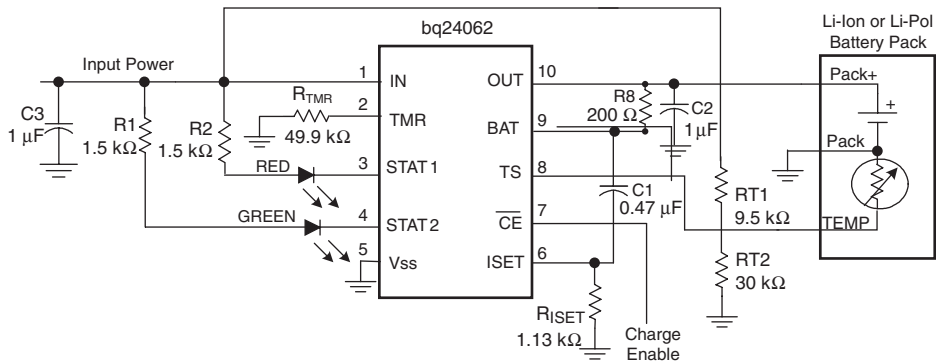
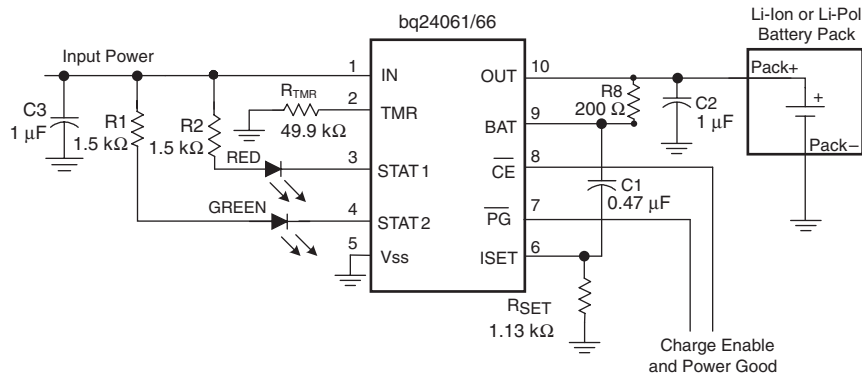
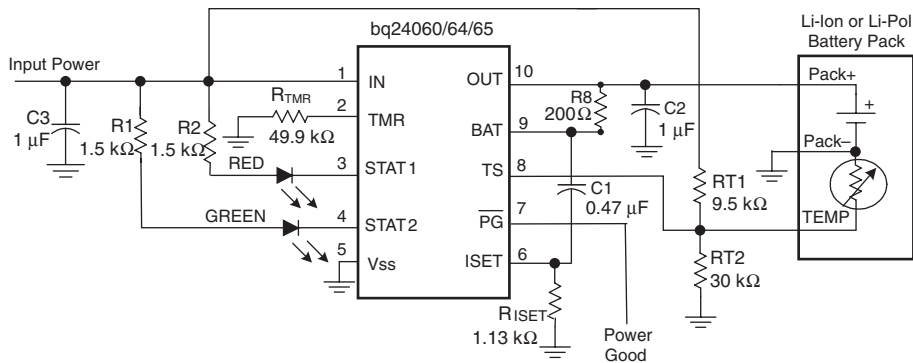


# 機能ブロック図



## アプリケーション回路

ここに示した標準的なアプリケーション回路図では、750mAの急速充電電流、75mAのプリチャージ電流、5時間の安全タイマ、および30分のプリチャージ・タイマが使用されています。



## 動作モード

### パワーダウン

bq2406xファミリーは、入力電源電圧(IN)がパワーダウン・スレッシュホールド $V_{(PDWN)}$ より低いときには、パワーダウン・モードに保持されます。パワーダウン・モードでは、ICのすべての機能がオフになり、制御ピンのホスト・コマンドも認識されません。INピンとOUTピンの間に接続された内蔵パワーMOSFETはオフになり、ステータス出力ピンSTAT1およびSTAT2はハイ・インピーダンス・モードに設定され、 $\overline{PG}$ 出力もハイ・インピーダンス状態になります。

入力電源電圧 $V_{(IN)}$ が電圧スレッシュホールド $V_{(PDWN)}$ を下回った場合は、任意の状態からパワーダウン・モードに遷移します。

### スリープ・モード

入力電源電圧(IN)がパワーダウン・スレッシュホールド $V_{(PDWN)}$ を上回っていても、入力電源検出スレッシュホールドより低い場合( $V_{(IN)} < V_{(OUT)} + V_{IN(DT)}$ )には、bq2406xはスリープ・モードに入ります。

スリープ・モードでは、充電回路がオフになり、制御ピンのホスト・コマンドも解釈されません。INピンとOUTピンの間に接続された内蔵パワーMOSFETはオフになり、ステータス出力ピンSTAT1およびSTAT2はハイ・インピーダンス状態に設定され、 $\overline{PG}$ 出力は入力電源が検出されないことを示します。

入力電源電圧 $V_{(IN)}$ が検出されない場合は、任意の状態からスリープ・モードに遷移します。

### パワーオン・リセット・モード

入力電源は、入力電圧 $V_{(IN)} > V_{(OUT)} + V_{IN(DT)}$ の場合に検出されます。入力電源が検出されると、bq2406xはスリープ・モードからパワーオン・リセット・モードに遷移します。この動作モードでは、内部タイマ $T_{(POR)}$ が起動し、内部ブロックがリセット(パワーオン・リセット)されます。タイマが切れるまでの間、STAT1およびSTAT2出力は充電回路がOFFであることを示し、 $\overline{PG}$ 出力は入力電源ステータスを未検出と示します。

パワーオン・リセットによる遅延時間が終了すると、内部のコンパレータがイネーブルになり、STAT1、STAT2、およびPGピンがアクティブになります。

### スタンバイ・モード

bq24031/2/3/6では、入力電源が検出されて $\overline{CE} = HI$ の場合、パワーオン・リセット・フェーズが終了するとスタンバイ・モードを開始されます。スタンバイ・モードでは、IC内の選択されたブロックが動作可能であり、制御ロジックはシステムのステータスおよび制御ピンを監視して、充電回路がオンまたはオフのいずれのモードに設定されるかを決定します。スタンバイ・モードに必要な無信号時電流は、標準で100 $\mu$ Aです。

$\overline{CE} = HI$ の場合、任意の状態からスタンバイ・モードに遷移します。 $\overline{CE}$ ピンがない場合、bq2406xはパワーオン・リセット・フェーズが終了すると充電開始モードに遷移します。

### 充電開始モード

IC内のすべてのブロックに電源が供給され、bq2406xはバッテリー・パックの充電を開始できる状態になります。新しい充電サイクルの実行に必要なすべての条件が満足されると制御ロジックが判断すると、新しい充電サイクルが開始されます。充電開始フェーズでは、すべてのタイマがリセットされます。その後、ICは充電中モードに入ります。

### 充電中モード

充電中モードに入ると、bq2406xは、図4のステート・マシン図に示されるように、充電アルゴリズムを実行します。

### 中断モード

パックの温度が有効な温度範囲外になると、任意の状態から中断モードに遷移します。中断モードでは、充電回路がオフに設定されますが、タイマはリセットされません。

パックの温度が範囲内に戻ると、通常の充電中モードに復帰します。

ステート・マシン

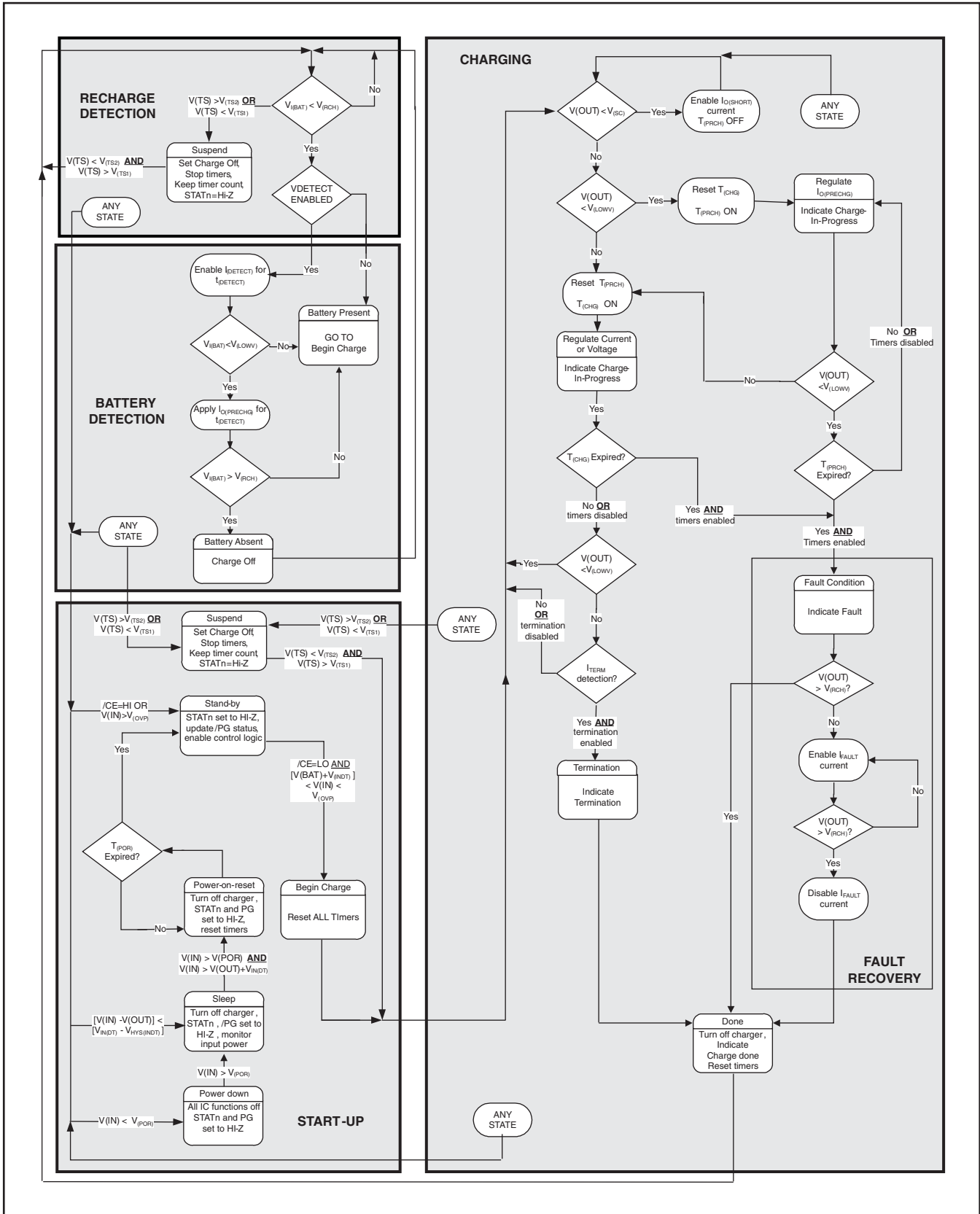


図 4. 動作フローチャート

## 制御ロジックの概要

外部ホストは、専用の制御ピン $\overline{CE}$ を使用して充電プロセスをイネーブルまたはディスエーブルにできます。このピンを“ロー”にすると充電がイネーブルになり、“ハイ”にすると充電がディスエーブルになります。bq2460xは、 $\overline{CE} = HI$ でスタンバイモードに入ります。充電回路機能がイネーブル( $\overline{CE} = LO$ )になると、高精度リファレンスがアクティブになり、充電電圧および充電電流の内部リファレンスを提供します。

$\overline{CE} = LO$ で、安全にバッテリーを充電するための条件がすべて満足されていることをbq2460xが検出すると、充電回路の電源段がオンになります。表1に、充電回路制御ロジックの動作を示します。TSピンのないbq2460x製品では、パックの温度ステータスが内部でOKに設定されます。

STANDBY (スタンバイ) モードとSUSPEND (中断) モードの両方で、充電プロセスはディスエーブルになります。STANDBY (スタンバイ) モードでは、すべてのタイマがリセットされます。SUSPEND (中断) モードでは、タイマは中断モードに入った時点のカウントを保持します。

制御ロジック表に示されたタイマ・エラー、終了、および出力短絡の変数は、制御ロジックの外部にある検出回路でラッチされます。これらのラッチ変数がどのようにリセットされるかの詳細については、タイマ、終了、および出力短絡保護の節を参照してください。

スタート・マシン・フローの実施内容により、以下の状態は同時には発生しません。

- 終了検出およびタイマ・エラー検出
- 終了が検出されないときのバッテリー未接続機能のイネーブル

## 温度条件 (TSピン・オプションを有する製品のみ適用)

bq2460/62/64/65デバイスは、TSピンとVSSピンの間の電圧を測定することにより、バッテリーの温度を常に監視しています。TSピンの電圧を内部の $V_{(TS1)}$ および $V_{(TS2)}$ スレッショールドと比較することで、充電を許可するかどうかを決定します。 $V_{(TS1)}$ および $V_{(TS2)}$ スレッショールドの範囲外の温度が検出されると、すぐに充電が中断されます。bq2460/62/64/65は、パワーFETをオフにしてタイマ値を保持することで充電を中断します(タイマはリセットされません)。温度が通常の範囲に戻ると、充電が再開されます。

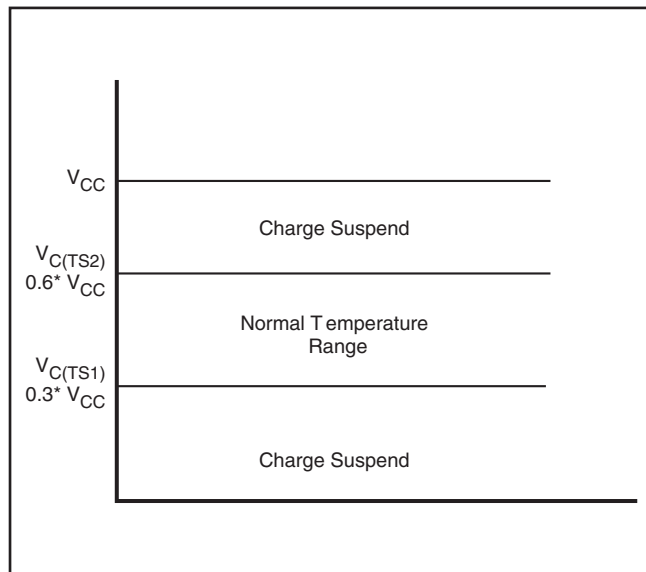


図 5. NTCサーミスタによるバッテリー温度条件範囲

$\overline{CE}$	INPUT POWER	TIMER FAULT (latched)	OUTPUT SHORT CIRCUIT	TERMINATION (latched)	PACK TEMP	THERMAL SHUTDOWN	POWER DOWN	CHARGER POWER STAGE	bq2460X OPERATION MODE
LO	X	X	X	X	X	X	Yes	OFF	POWER DOWN
X	Not Detected	X	X	X	X	X	No	OFF	SLEEP
HI	Detected	X	X	X	X	X	No	OFF	STANDBY
LO	Detected	X	Yes	X	X	X	No		SEE STATE DIAGRAM
LO	Detected	No	No	Yes	X	X	No	OFF	
LO	Detected	Yes	No	No	X	X	No	IFAULT	
LO	Detected	No	No	Yes	Absent	$T_J < T_{SHUT}$	No	IDTECT	
LO	Detected	No	No	No	Hot or Cold	$T_J < T_{SHUT}$	No	OFF	
LO	Detected	No	No	No	Ok	$T_J < T_{SHUT}$	No	OFF	
LO	Over Voltage	No	No	No	Ok	$T_J < T_{SHUT}$	No	OFF	
LO	Detected	No	No	No	Ok	$T_J < T_{SHUT}$	No	ON	CHARGING

表 1. 制御ロジックの機能

外部抵抗 $R_{T1}$ および $R_{T2}$  (アプリケーション図を参照)により、温度ウィンドウの選択が可能です。“低温”および“高温”スレッシュホールドに対するサーミスタのインピーダンスを $R_{TC}$ および $R_{TH}$ とすると、NTC (負温度係数)サーミスタに対して $R_{T1}$ および $R_{T2}$ の値は次のように計算できます。

$$R_{T1} = \frac{(5 \times R \times R_{TC})}{(3 \times (R_{TC} - R_{TH}))} \quad (1)$$

$$R_{T2} = \frac{(5 \times R \times R_{TC})}{[(2 \times R_{TC}) - (7 \times R_{TH})]} \quad (2)$$

TSピンに $V(TS1) \sim V(TS2)$ の範囲内の一定電圧を印加すると、温度センス機能はディスエーブルになります。

## 入力過電圧検出、パワー・グッド・ステータス出力

INピンの入力電源検出ステータスは、オープン・コレクタ出力ピン $\overline{PG}$ に示されます。

bq2406xは、 $V(IN) > V_{(OVP)}$ の場合に入力過電圧を検出します。過電圧保護が検出されると、充電回路機能がオフになり、bq2460xはスタンバイ・モードに設定されます。OVP検出はラッチされず、エラー状態が解消されるとICは通常動作に戻ります。

## 充電ステータス出力

オープン・コレクタのSTAT1およびSTAT2出力は、表3に示すような各種の充電動作を示します。これらのステータス・ピンは、LEDの駆動またはホスト・プロセッサとの通信に使用することができます。表中のOFFは、オープン・コレクタ・トランジスタがオフであることを示します。終了がディスエーブルのときは、Done状態にはなりません。充電電流が終了検出スレッシュホールドより低い場合でも、ステータスLEDは急速充電またはプリチャージを示します。

INPUT POWER DETECTION (IN)	$\overline{PG}$ STATE
NOT DETECTED	High impedance
DETECTED, NO OVER-VOLTAGE	LO
DETECTED, OVER-VOLTAGE	High impedance

表 2. 入力電源検出ステータス

Charge State	STAT1	STAT2
Precharge in progress	ON	ON
Fast charge in progress	ON	OFF
Done (termination enabled only)	OFF	ON
Charge Suspend (temperature)	OFF	OFF
Timer Fault		
Charger off		
Selected Input power over-voltage detected		
Battery absent		
Batterysort		

表 3. 充電ステータス

## バッテリー充電中：定電流フェーズ

bq2406xファミリーは、電流レギュレーション機能を内蔵しています。電流レギュレーションは、ISETピンに接続された抵抗の値によって定義されます。

充電サイクルの間、バッテリー電圧が $V_{(LOWV)}$ スレッショールド(標準で2.95V)より高い場合は、急速充電電流 $I_{O(OUT)}$ がバッテリーに印加されます。

$$I(O(OUT)) = I_{O(OUT)} = \frac{V_{(SET)} \times K_{(SET)}}{R_{ISET}} \quad (3)$$

上の式で、 $K_{(SET)}$ は出力電流設定係数であり、 $V_{(SET)}$ は出力電流設定電圧です。

充電サイクルの間、バッテリー電圧が $V_{(LOWV)}$ スレッショールドより低い場合は、プリチャージ電流 $I_{(PRECHG)}$ がバッテリーに印加されます。この機能により、深く放電されたセルが再活性化されます。

$$I(O(OUT)) = I_{(PRECHG)} = \frac{V_{(PRECHG)} \times K_{(SET)}}{R_{ISET}} \sim \frac{I_{O(OUT)}}{10} \quad (4)$$

上の式で、 $K_{(SET)}$ は出力電流設定係数であり、 $V_{(PRECHG)}$ はプリチャージ設定電圧です。

## 充電電流変換回路

充電機能がイネーブルの場合、内部回路によって充電電流に比例した電流がISETピンに生成されます。この電流が外部の充電電流プログラミング抵抗 $R_{ISET}$ に流れるとアナログ電圧が生成され、外部ホストはこの電圧を使って充電電流を測定することができます。

$$V(ISET) = I(O(OUT)) \times \frac{R_{ISET}}{K_{(SET)}} \quad (5)$$

## バッテリー電圧レギュレーション

バッテリー・パックの電圧はBATピンを通じてセンスされます。BATピンは、バッテリー・パックの正極側に直接接続されています。bq2406xは、BATピンとVSSピンの間のバッテリー・パック電圧を監視します。バッテリー電圧が $V_{O(REG)}$ スレッショールドまで上昇すると、電圧レギュレーション・フェーズが開始され、充電電流が少しずつ減少します。電圧レギュレーション・スレッショールド $V_{O(REG)}$ は、内部のIC電圧リファレンスによって固定されています。4.2V (bq24060/61/62/63/64の標準値) および4.36V (bq24065/66の標準値) という2つの充電レギュレーション電圧があります。

## プリチャージ・タイマ

bq2406xファミリーでは、バッテリーのプリチャージ・フェーズ中に内部の安全タイマが起動します。TMRピンをオープン(フローティング)にすると、プリチャージ・タイマはデイスエーブルになります。安全タイマのタイムアウト値は、TMRピンに接続される外部抵抗( $R_{TMR}$ )と、タイムアウト定数 $K_{(PCHG)}$ および $T_{(CHG)}$ によって設定されます。

$$T_{(PCHG)} = K_{(PCHG)} \times T_{(CHG)}$$

表4に、プリチャージ・タイマ動作の詳細を示します。

SUSPEND(申断)モードでは、プリチャージ・タイマは保留状態になります(リセットされません)。タイマが通常動作モード(COUNTING)に戻ると、通常動作が再開されます。プリチャージ・タイマ期間内に $V(BAT)$ が内部の電圧スレッショールド $V_{(LOWV)}$ に達しない場合は、エラー状態が検出され、充電回路がオフになり、プリチャージ安全タイマ・エラー状態がラッチされます。

bq2460X MODE	$V(O(OUT)) > V_{(LOWV)}$	PRE-CHARGE TIMER MODE
STANDBY	X	<b>RESET</b>
CHARGING	Yes	<b>RESET</b>
SUSPEND	Yes	<b>RESET</b>
SUSPEND	No	<b>SUSPEND</b>
CHARGING, TMR PIN NOT OPEN	No	<b>COUNTING, EXTERNAL PROGRAMMED RATE</b>
CHARGING, TMR PIN OPEN	X	<b>RESET</b>

表 4. プリチャージ・タイマの動作モード

PRE-CHARGE TIMER FAULT LATCHED WHEN	PRE-CHARGE TIMER FAULT LATCH RESET AT
Pre-charge timer timeout AND $V(\text{OUT}) > V(\text{PRECH})$	$\overline{\text{CE}}$ rising edge or OVP detected
	Input power removed (not detected)
	New charging cycle started; see state diagram
	Timer function disabled

表 5. プリチャージ・タイマ・ラッチの機能

プリチャージ・タイマのエラー・ラッチが設定されると、充電回路がオフになります。この状態では、タイマ・エラー回復手順の一部として、内部電源 (IN) が検出されかつ  $V(\text{OUT}) < V(\text{LOWV})$  である間、小さな電流  $I_{\text{FAULT}}$  が OUT ピンに流れます。この電流により、出力電圧が上昇してプリチャージ・スレッシュホールド  $V(\text{LOWV})$  を超えることができます。パックが取り外されると、プリチャージ・タイマ・エラー・ラッチがリセットされます。表5に、プリチャージ・タイマのエラー・ラッチ動作の詳細を示します。

## 過熱保護ループ

内部の制御ループで bq2406x の接合部温度 ( $T_J$ ) を監視することにより、入力電圧過渡状態での安全な動作を確保し、プリント基板温度の予期しない上昇を防いでいます。このループは bq2406x の接合部温度を監視し、内部で設定されたリファレンス温度  $T_{J(\text{REG})}$  (標準で  $112^\circ\text{C}$ ) を超えている場合は、充電電流を減少させます。熱レギュレーションでの最小充電電流  $I(\text{MIN\_TJ}(\text{REG}))$  は標準で 200mA です。入力電圧の設定値が高すぎる場合、接合部温度がレギュレーション点を超え、過熱保護動作点に近づきます。

## 動的タイマ機能

充電タイマおよびプリチャージ安全タイマはユーザによってプログラムされ、充電サイクルの期間が通常状態で予想される合計時間を超えた場合にはエラー状態を検出します。通常、予想充電時間は、急速充電電流レートに基づいて計算されます。

熱ループがアクティブになると充電電流が減少するため、熱ループが長い期間アクティブであると誤って安全タイマ・エラーが検出されます。この無用なエラー状態を避けるために、bq2406x では安全タイマのクロック速度を遅くする動的タイマ制御回路をアクティブにします。動的タイマ制御回路により、プログラムされたタイムアウト値が実質的に延長されます。動的タイマ制御回路は、以下の条件でイネーブルになります。

1. バッテリー電圧がプリチャージ・スレッシュホールドを下回る場合。熱レギュレーションループがアクティブな間、プリチャージ・タイマ値が変更されます。
2. バッテリー電圧がプリチャージ・スレッシュホールドを上回る場合。熱レギュレーションループがアクティブであると安全タイマ値が変更されます。

bq2406x の動的タイマ制御 (DTC) では、プリチャージおよび急速充電中に ISET ピンの電圧を監視し、充電電流がレギュレーション範囲外および熱ループがアクティブなときに、安全タイマの実質タイムアウト値を増加させます。通常の電流レギュレーション動作では、ISET ピンの電圧は制御ループによって  $V(\text{SET})$  または  $V(\text{PRECHG})$  に設定されます。熱ループがアクティブである場合、ISET ピンの電圧はレギュレーション電圧よりも低く、DTC 回路は安全タイマのクロック周期を  $V(\text{SET})/V(\text{ISET})$  の比率 (急速充電) または  $V(\text{PRECHG})/V(\text{SET})$  の比率 (プリチャージ) に基づいて変更します。次のグラフに、 $V(\text{SET})/V(\text{ISET})$  の比率に対する標準的な安全タイマ乗数値を示します。

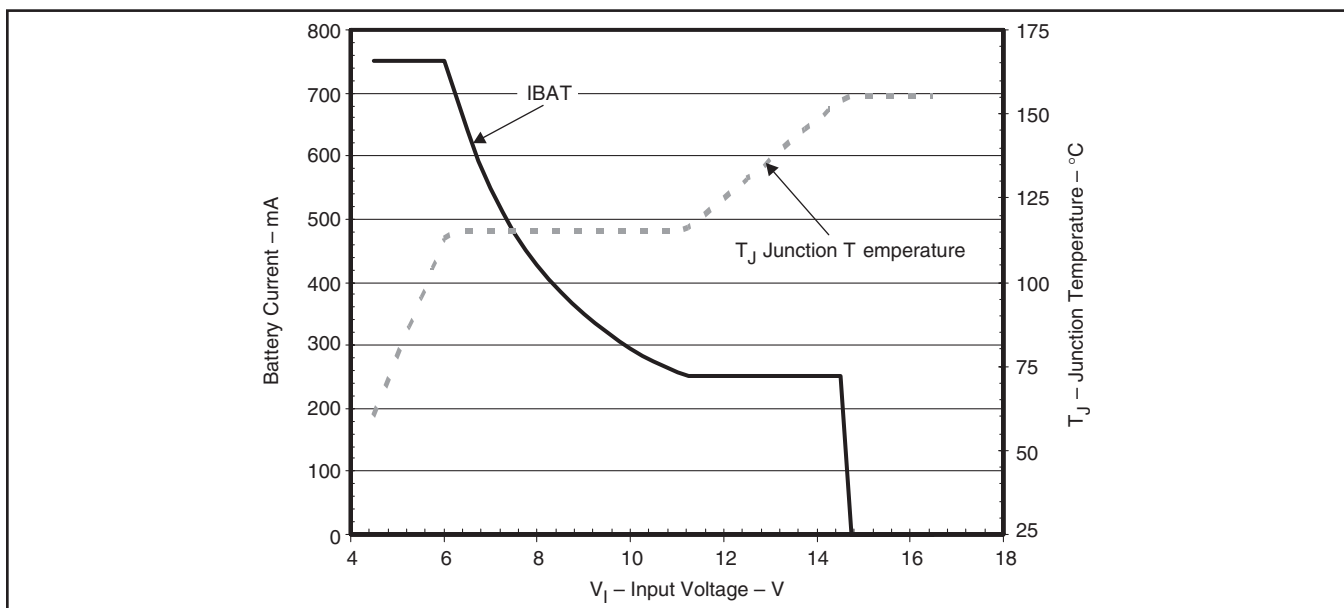


図 6. 熱レギュレーションループの特性



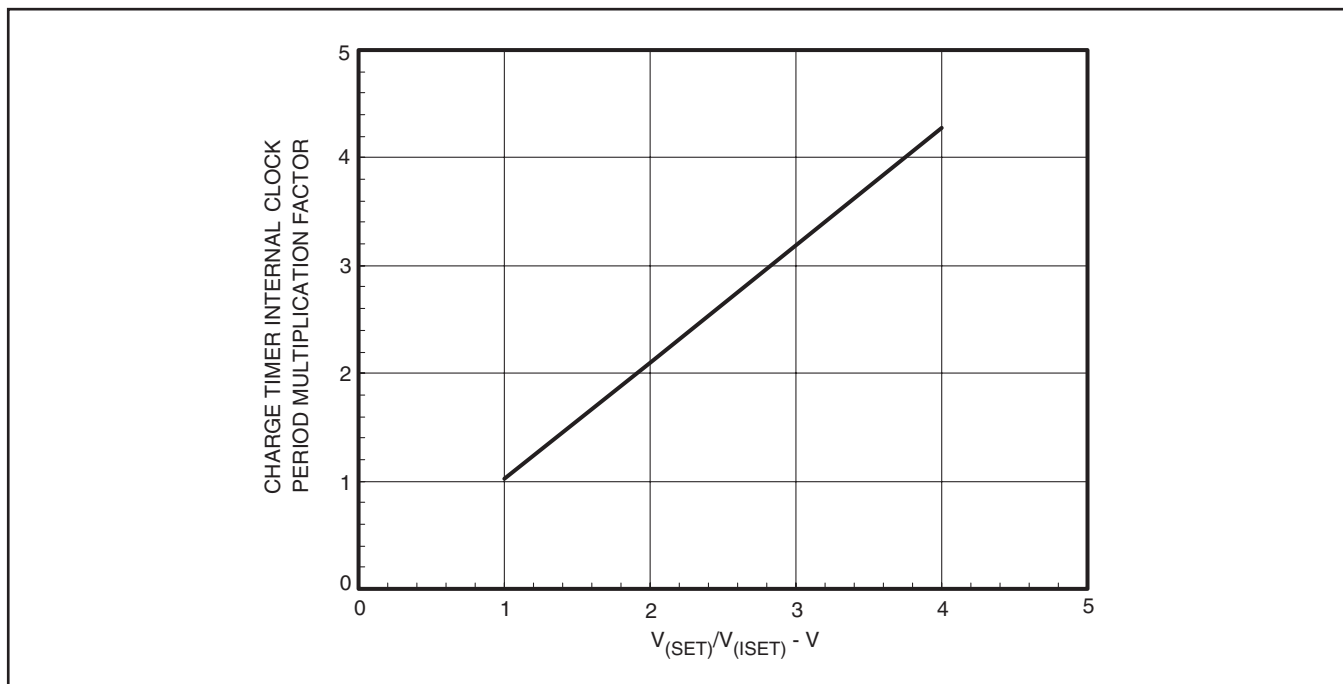


図 7. 安全タイマの線形性 内部クロック周期の乗数

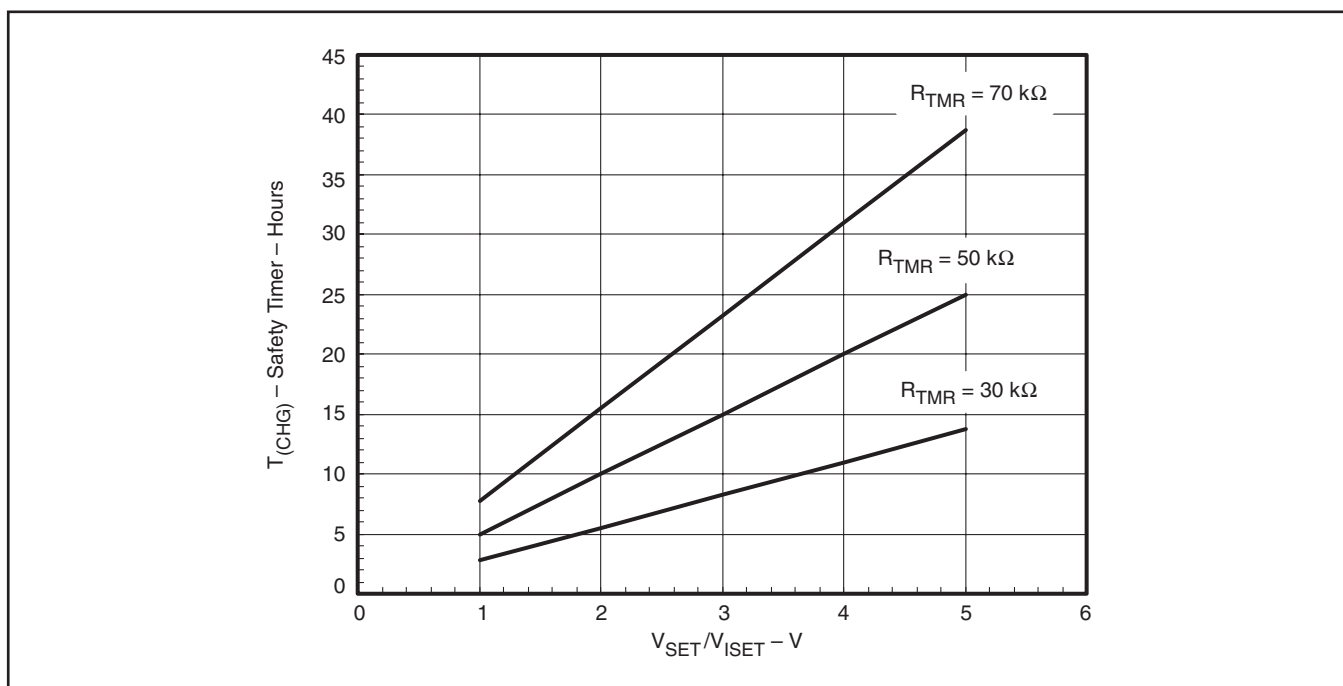


図 8.  $R_{TMR}$  値に対する bq2406x 安全タイマの線形性

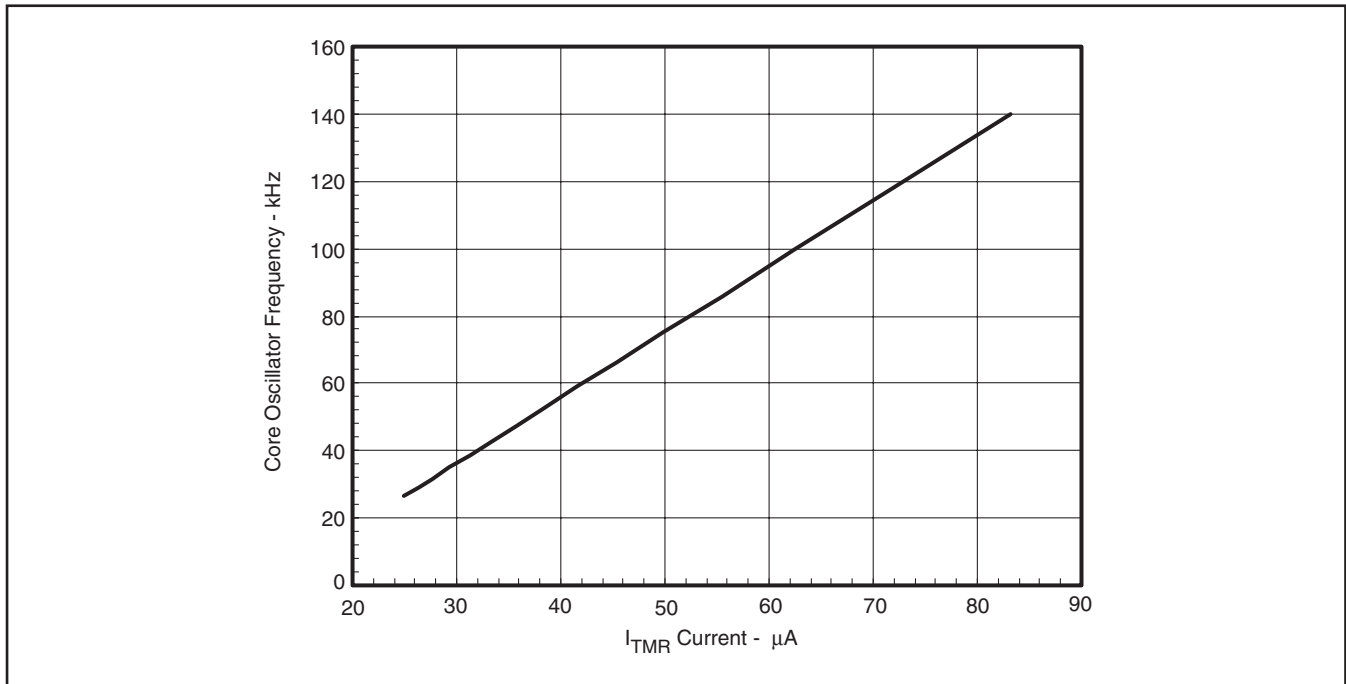


図 9. I<sub>TMR</sub>に対する bq2406x 発振回路の線形性 R<sub>TMR</sub> 30kΩ~100kΩ

## 過熱保護

内部回路によってダイの接合部温度T<sub>J</sub>が監視され、T<sub>J</sub>が内部スレッシュホールドT<sub>(SHUT)</sub> (標準で155°C)を超えると充電が中断されます。T<sub>J</sub>が内部スレッシュホールドT<sub>(SHUT)</sub>を約20°C下回ると、充電が再開されます。

## 充電終了検出および再充電

電圧レギュレーション・フェーズ中には充電電流が監視されます。充電電流が終了電流スレッシュホールドI<sub>(TERM)</sub>を下回ると、STATxピンに充電終了が示されます (STAT1 = STAT2 = Hi-Z)。過渡事象中に誤って終了が示されるのを避けるために、デグリッチ時間T<sub>DGL(TERM)</sub>が追加されます。

熱ループがアクティブになった結果として充電電流が終了スレッシュホールドを下回った場合は、充電終了は検出されません。無効なパック温度の検出または内部の過熱保護によって充電回路が中断モードに入った場合にも、終了は検出されません。

終了検出はラッチされます。終了が検出されると、充電回路はディスエーブルになります。ホストによって充電回路がディスエーブルされるか、または新しい充電サイクルが開始すると、終了ラッチはリセットされます。表6に、終了ラッチの機能を示します。

TERMINATION DETECTED LATCHED WHEN	TERMINATION LATCH RESET AT
I(OUT) < I <sub>(TERM)</sub> AND t > T <sub>DGL(TERM)</sub> AND V(OUT) > V <sub>(RCH)</sub>	$\overline{CE}$ rising edge of OVP detected
	New charging cycle started; see state diagram
	Termination disabled

表 6. 終了ラッチ機能

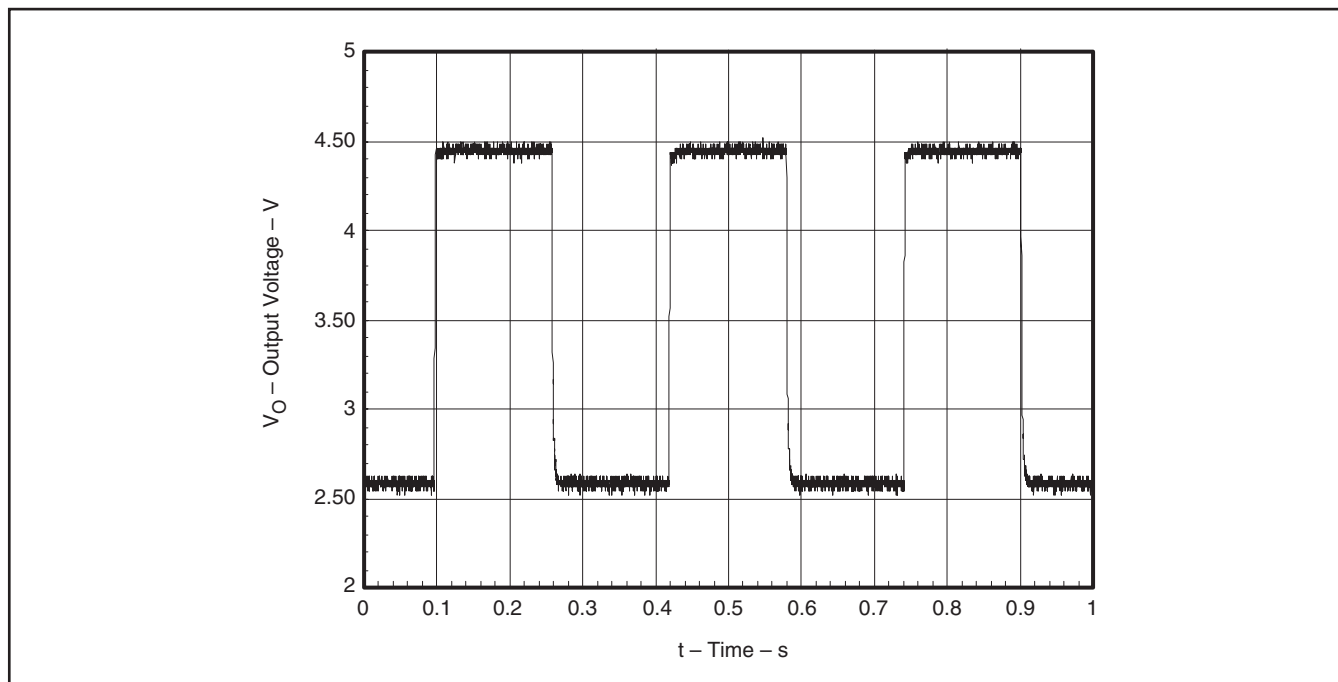


図 10. バッテリー未接続検出波形

計算値終了機能がディスエーブルになるのは、以下の場合です。

1. bq24060/61/62/64/65では、TMRピンをオープン（フローティング）にすると終了がディスエーブルになります。
2. bq24063では、TMRピンをオープン（フローティング）にしても終了がディスエーブルになりません。bq24063で終了をディスエーブルにする唯一の方法は、TEをHIGHに設定することです。

## バッテリー未接続検出 - 電圧モード・アルゴリズム

bq2406xには、バッテリー・パックの挿入や取り外しを確実に検出するために、バッテリー未接続検出機能が備えられています。検出回路は、バッテリーの端子に内部電流を印加し、端子電圧の状態に基づいてバッテリーの存在を検出します。図10に、バッテリー未接続検出がイネーブルで、バッテリーが接続されていない場合の、標準的な出力電圧波形を示します。

BATピンの電圧が、終了検出後のバッテリー再充電スレッシュホールド $V_{(RCH)}$ を上回っている場合は、バッテリー未接続検出機能はディスエーブルになります。バッテリーへの負荷の接続またはバッテリーの取り外しによってBATピンの電圧が再充電スレッシュホールドを下回ると、bq2406xはバッテリー未接続検出テストを開始します。このテストでは、時間 $T_{(DETECT)}$ の間、検出電流 $I_{(DETECT)}$ がイネーブルになり、バッテリー電圧がプリチャージ・スレッシュホールド $V_{(LOWV)}$ を下回っているかどうかを確認します。次に、時間 $T_{(DETECT)}$ の間、プリチャージ電流 $I_{(PRECHG)}$ が印加され、バッテリー電圧が再充電スレッシュホールドを上回っているかどうか再度確認します。

放電テストと充電テストの両方で条件が満たされた場合（バッテリー検出テストでバッテリー端子電圧がプリチャージ・スレッシュホールドを下回り、再充電スレッシュホールドを上回っている）、STAT1およびSTAT2ピンにバッテリー未接続エラーが示されます。いずれかのテストで条件を満たさない場合は、新しい充電サイクルが開始されます。バッテリー未接続状態では、BATピンの電圧が $V_{(LOWV)}$ スレッシュホールドと $V_{(REG)}$ スレッシュホールドの間で上昇と下降を繰り返します。このアルゴリズムの詳細については、動作フローチャートを参照してください。

終了検出がディスエーブルになっている場合、バッテリー未接続検出機能はディスエーブルです。

bq2406xでは、バッテリーの取り外し時にBATピン電圧をプルダウンするために、終了後に小さなバッテリー・リーク電流 $I_{BAT(DONE)}$ （標準で $1\mu A$ ）が流れます。OUTピンのリーク電流がこのプルダウン電流より大きい場合は、ピンの電圧が終了スレッシュホールドを引き続き上回り、バッテリー未接続状態は検出されません。この問題は、OUTピンとVSSとの間に $2M\Omega \sim 4M\Omega$ のプルダウン抵抗を追加することで解決できます。抵抗が大きすぎる（ $> 4M\Omega$ ）と、再充電デグリッチ期間（標準で25ms）の終了前にOUTピン電圧が $V_{(LOWV)}$ スレッシュホールドを下回り、エラー状態になります。この場合、bq2406xはエラー電流（標準で $750\mu A$ ）を流し、ピンを終了スレッシュホールド以上にプルアップします。

bq2460X	V(OUT) > V <sub>(LOWV)</sub>	CHARGE SAFETY TIMER MODE
STANDBY	X	RESET
CHARGING	No	RESET
SUSPEND	No	RESET
SUSPEND	Yes	SUSPEND
CHARGING, TMR PIN NOT OPEN	Yes	COUNTING
CHARGING, TMR PIN OPEN	X	RESET

表 7. 充電安全タイマの動作モード

## 充電安全タイマ

安全のためのメカニズムとして、bq2406xは、合計の急速充電時間を監視するユーザがプログラム可能なタイマを備えています。このタイマ(充電安全タイマ)は、プリチャージ期間の終了時に開始されます。安全充電タイムアウト値は、TMRピンに接続された外部抵抗の値(R<sub>TMR</sub>)によって設定されます。TMRピンをオープン(フローティング)にすると、充電安全タイマはディスエーブルになります。

充電安全タイマのタイムアウト値は、次の式で計算されます。

$$T_{(CHG)} = [K_{(CHG)} \times R_{(TMR)}]$$

表7に、安全タイマの動作モードを示します。

SUSPEND(中断)モードでは、充電安全タイマは保留状態になります(リセットされません)。タイマが通常動作モード(COUNTING)に戻ると、通常動作が再開されます。タイマ期間中に充電終了に達しない場合は、エラー状態が検出されます。この状況では、LEDステータスが更新されてエラー状態が示され、さらに次のようになります。

1. bq24060/61/62/64/65/66の場合。充電回路がオフになり、充電安全タイマのエラー状態がラッチされます。
2. bq24063で $\overline{TE} = LO$ の場合。充電回路がオフになり、充電安全タイマのエラー状態がラッチされます。
3. bq24063で $\overline{TE} = HI$ の場合。充電回路はオフにならず、タイマのエラー状態はラッチされ、STAT1、STAT2ピンに示されます。 $\overline{TE}$ がHIからLOに変化し、充電電流が終了スレッシュホールド $I_{(TERM)}$ を下回っている場合、充電回路がオフになります。

充電安全タイマのエラー・ラッチがセットされ、充電回路がオフになると、タイマ・エラー回復手順の一部として、内部電源(IN)が検出されかつ $V(OUT) < V_{(RCHG)}$ である間、小さな電流IFaultがOUTピンに流れます。この電流により、パックが取り外された場合に出力電圧が上昇して再充電スレッシュホールド $V_{(RCHG)}$ を上回るようになり、また、パックが取り外されて再度挿入されたときに充電安全タイマのエラー・ラッチが確実にリセットされるようになります。表8に、充電安全タイマのエラー・ラッチ動作の詳細を示します。

## LDOモードの動作

bq24060/61/62/64/65デバイスは、タイマ・ピンTMRをオープン(フローティング)にするとLDOとして動作します。bq24063は、 $\overline{TE} = HI$ のときにLDOとして動作します。

LDOモードが設定されると、終了がディスエーブルになり、充電プロセスがイネーブルである間はずっと充電回路がオンになります。

LDOモードが設定されると、終了がディスエーブルになり、外部ホストはISETピンで充電電流を監視できるので、充電電流が少しずつ低下して内部で設定された終了スレッシュホールド(急速充電のプログラム電流の10%)を下回るまで、バッテリーの充電プロセスを続行することができます。

CHARGE SAFETY TIMER FAULT LATCHED AND	CHARGE SAFETY TIMER FAULT LATCH RESET AT
V(OUT) > V <sub>(RCHG)</sub>	$\overline{CE}$ rising edge, or OVP detected
	Input power removed (not detected)
	New charging cycle started; see state diagram
V(OUT) < V <sub>(RCHG)</sub>	$\overline{CE}$ rising edge, or OVP detected
	Input power removed (not detected)
	New charging cycle started; see state diagram

表 8. 充電安全タイマのラッチ機能

## 短絡保護

内部のコンパレータによってバッテリー電圧を監視し、バッテリー端子に短絡が発生した場合には検出することができます。BATピンの電圧が内部スレッシュホールド $V(\text{scind})$ （標準で1.8V）より低い場合、STATピンはエラー状態を示します（STAT1 = STAT2 = Hi-Z）。BATピンの電圧が2番目の内部スレッシュホールド $V(\text{sc})$ （標準で1.4V）を下回ると、充電回路の電源段がオフになります。回復電流 $I(\text{short})$ （標準で22mA）がBATピンに流れることで、短絡解除を検出できます。図11に、バッテリー出力電流とバッテリー電圧の関係を示します。

$V(\text{BAT}) < V(\text{SC})$ 時のスタートアップ動作の詳細については、アプリケーションの節を参照してください。

## 深放電されたバッテリーを接続したときのスタートアップ

バッテリーを検出すると、bq2406xの充電回路はプログラムされた充電電流を供給します。バッテリーが接続されていない場合、bq2406xは次のように動作します。

- BATピンの電圧が短絡検出スレッシュホールド $V(\text{SC})$ （標準で1.8V）より低い場合、出力電流は22mA（標準）に制限されます。
- $V(\text{SC}) < V(\text{BAT}) < V(\text{LOWV})$ の場合、出力電流はプログラムされたプリチャージ電流にレギュレーションされます。
- $V(\text{BAT}) > V(\text{LOWV})$ であり、かつ電圧レギュレーションに達していない場合、出力電流はプログラムされた急速充電電流にレギュレーションされます。

バッテリーが未接続で、使用可能な充電電流よりも大きなバイアス電流が機器によって要求される場合は、出力電圧が急落します。

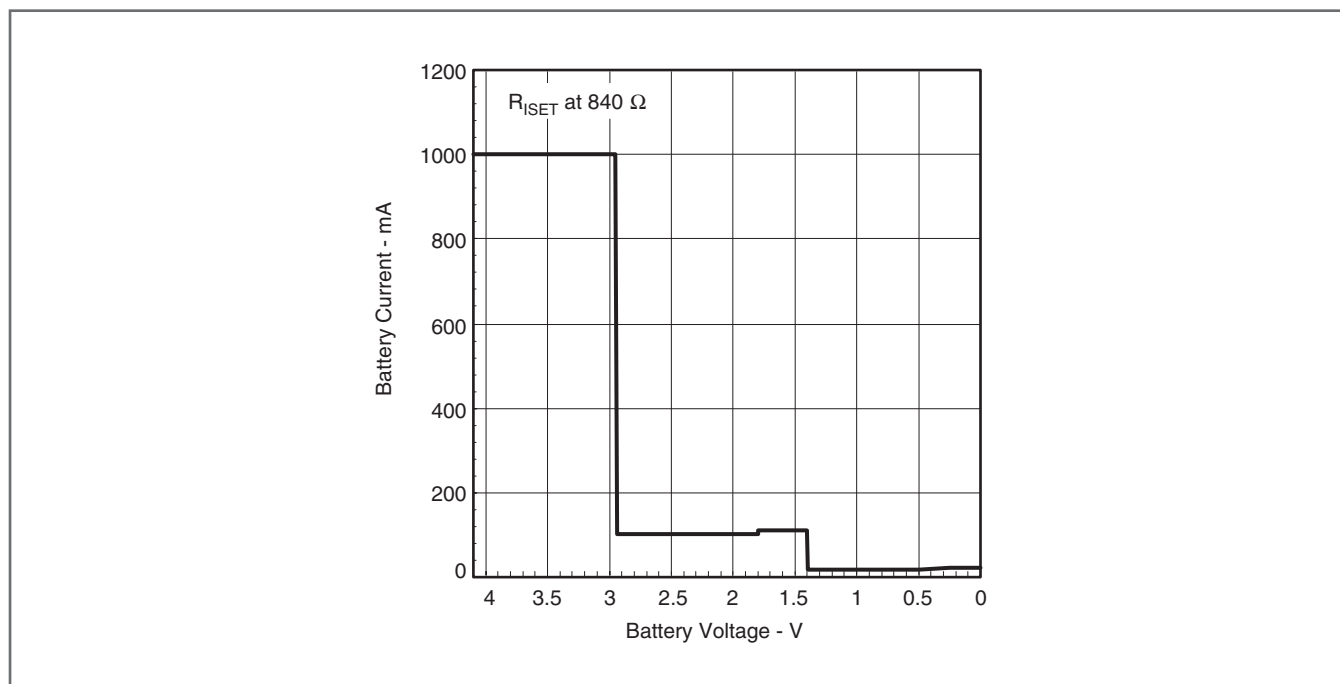


図 11. bq2406xの短絡時動作

# 代表的動作特性

前掲の代表的アプリケーション回路を使用して測定。

**THERMAL LOOP OPERATION WITH POWERPAD ATTACHED**

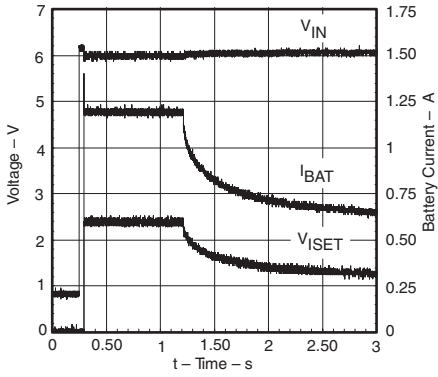


図 12

**THERMAL LOOP AND DTC OPERATION**

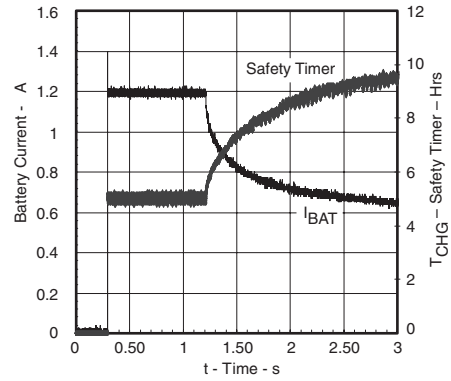


図 13

**PACK REMOVAL TRANSIENT**

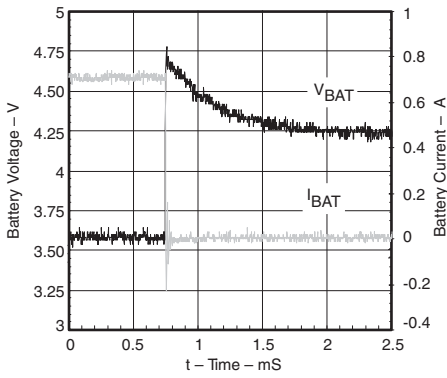


図 14

**OVP TRANSIENTS**

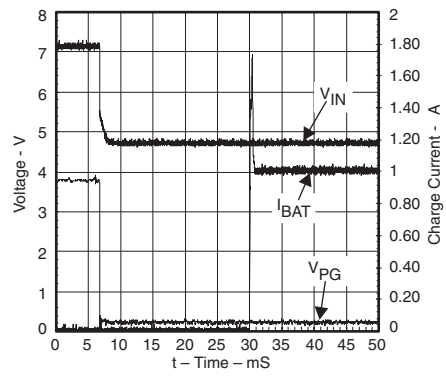


図 15

**PG DEGLITCH TIME**

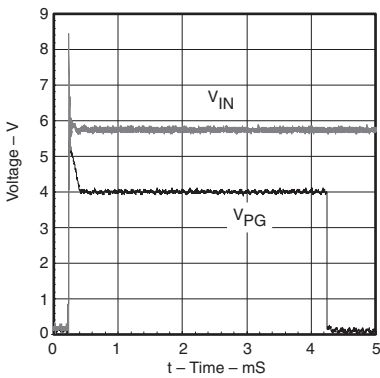


図 16

**POWER UP - NO BATTERY  
CE = H**

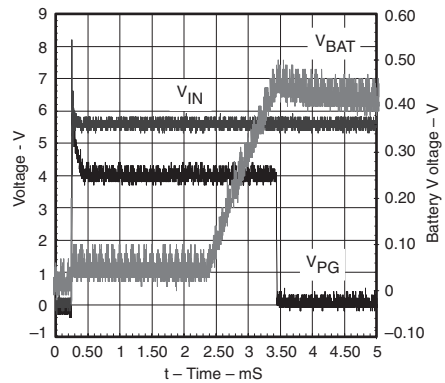


図 17

# 代表的動作特性

前掲の代表的アプリケーション回路を使用して測定。

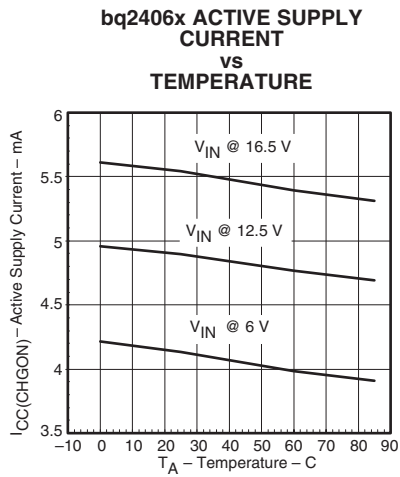


図 18

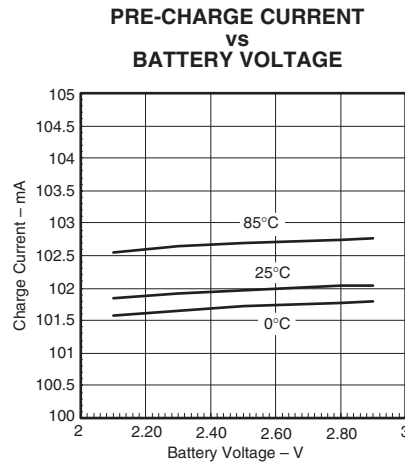


図 19. HIGH CHARGE RATE

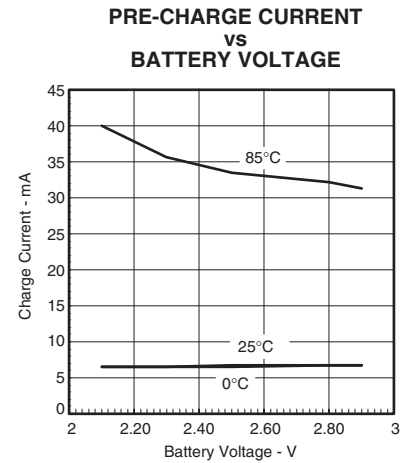


図 19. LOW CURRENT RATE

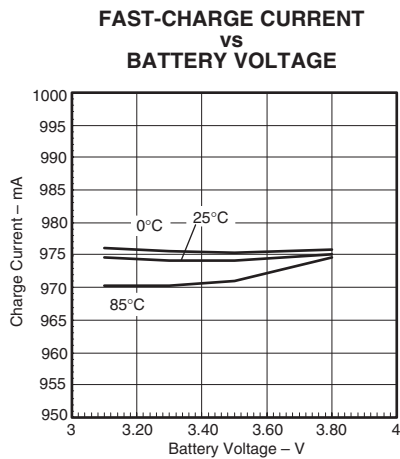


図 21. HIGH CHARGE RATE

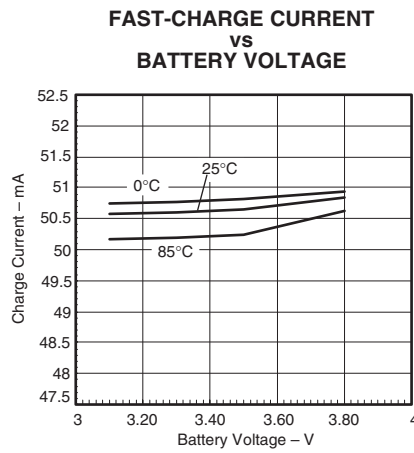


図 22. LOW CHARGE RATE

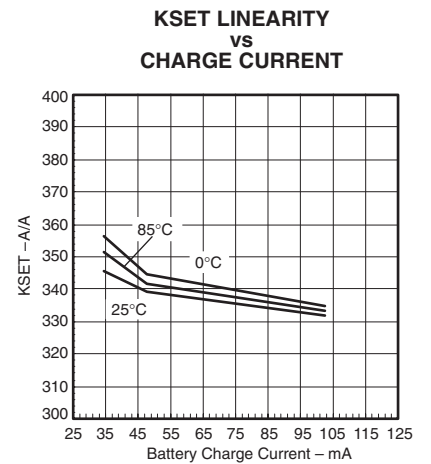


図 22. 2.0 < V(BAT) < 3.0V

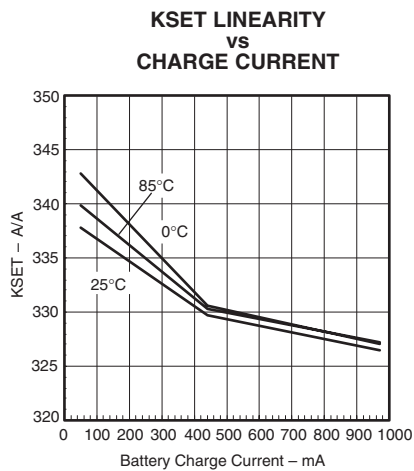


図 24. 3.0 < V(BAT) < 4.0V

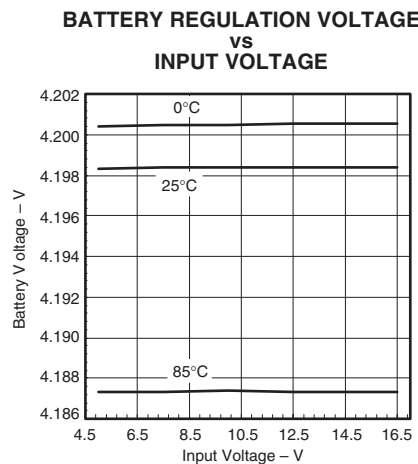


図 25

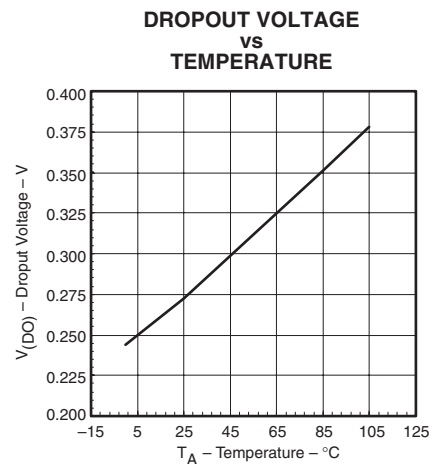


図 26

# アプリケーション情報

## 入力および出力キャパシタの選択

ほとんどのアプリケーションにおいて、必要なのは入力電源ピンに高周波デカップリング・キャパシタのみです。INピンおよびGNDパッドの近くに1μFのセラミック・キャパシタを配置すると、良好に動作します。電源特性およびケーブル長により、一部のアプリケーションでは、入力フィルタ・キャパシタの値を大きくして、アダプタのホット・プラグ時にINピンが最大電圧を超えないようにする必要があります。

bq2406xでは、ループ安定性のために小さな出力キャパシタのみが必要です。標準では、BATとISETパッドの間に0.47μFのセラミック・キャパシタを配置すれば十分です。

## bq2406xの充電回路設計例

### 要求仕様

- 電源電圧 = 5V
- 急速充電時の安全タイム期間：5時間
- 急速充電電流：約750mA
- バッテリー温度センスは使用しない

### 計算

750mAの充電電流をプログラム：

$$R_{ISET} = [V_{(SET)} \times K_{(SET)} / I_{(OUT)}]$$

電気的特性の表から...  $V_{(SET)} = 2.5V$

電気的特性の表から...  $K_{(SET)} = 335$

$$R_{ISET} = [2.5V \times 335 / 0.75A] = 1.12k\Omega$$

最も近い標準値を選択して、ISET (ピン6) とグラウンドの間に1.13kΩの抵抗を使用します。

5時間の安全タイムアウトをプログラム：

$$R_{(TMR)} = [T_{(CHG)} / K_{(CHG)}]$$

電気的特性の表から...  $K_{(CHG)} = 0.1時間 / k\Omega$

$$R_{(TMR)} = [5時間 / (0.1時間 / k\Omega)] = 50k\Omega$$

最も近い標準値を選択して、TMR (ピン2) とグラウンドの間に49.9kΩの抵抗を使用します。

温度センス機能をディスエーブル：

TS入力に $V_{TS1} \sim V_{TS2}$ の間の一定電圧を印加することで、温度センス機能がディスエーブルになります。

電気的特性の表から...  $V_{(TS1)} = 30\% \times V_{IN}$

電気的特性の表から...  $V_{(TS2)} = 61\% \times V_{IN}$

50% × Vinの一定電圧によって温度センス機能がディスエーブルになるため、Vinとグラウンドの間に2分割の抵抗デバイダを接続することができます。2つの1MΩ抵抗により、このデバイダで消費される電力を最小に保つことができます。

### ピン 部品

IN ほとんどのアプリケーションでは、必要な最小入力容量として、0.1μFのセラミック・デカップリング・キャパシタを入力ピンの近傍でグラウンドに(できればピア経由でグラウンド・プレーンに)接続します。入力容量の推奨値は、1μF、または出力ピン上の容量以上です。この追加容量によって、ホット・プラグ時の過渡状態、入力インダクタンス、および初期充電過渡状態に対処できます。

OUT この出力に対する容量の最小値は特に規定されていませんが、OUTとグラウンドの間に1μFのセラミック・キャパシタを接続することを推奨します。この容量は、充電終了機能、およびバッテリー未接続時の充電完了からリフレッシュまでのサイクリング周波数に対して役立ちます。また、リードの長いバッテリー・パックに対するバッテリー・リード・インダクタンスを相殺する効果もあります。充電開始時に入力の降下を避けるために、入力には出力と同容量のセラミック・キャパシタを配置することを推奨します。

### ISET/BAT

安定性の理由により、ISETピンとBATピンの間に0.47μFのキャパシタが必要になる場合があります。

### STAT1/2およびPG

オプション(LEDステータス - 下記を参照。プロセス監視、またはステータスなし)

### STAT1

赤色LEDのカソードをオープン・コレクタSTAT1出力に接続し、赤色LEDのアノードを、電流を制限する1.5kΩの抵抗を通して入力電源に接続します。

### STAT2

緑色LEDのカソードをオープン・コレクタSTAT2出力に接続し、緑色LEDのアノードを、電流を制限する1.5kΩの抵抗を通して入力電源に接続します。

### PG

LEDのカソードをオープン・コレクタPG出力に接続し、LEDのアノードを、電流を制限する1.5kΩの抵抗を通して入力電源に接続します。



## 熱に関する考慮事項

bq2406xファミリーは、熱特性が強化されたMLPパッケージで提供されます。このパッケージには、ICとプリント基板(PCB)の間に効果的な熱接点を提供する、サーマル・パッドが備えられています。このパッケージに関するPCB設計ガイドラインの詳細は、アプリケーション・ノート『QFN/SON PCB Attachment Application Note』(SLUA271)に記載されています。

パッケージの熱特性の最も一般的な指標は、チップ接合部とパッケージ表面周囲の大気との間で測定(またはモデル化)される熱インピーダンス( $\theta_{JA}$ )です。 $\theta_{JA}$ は、次の数式で表されます。

$$\theta(JA) = \frac{T_J \times T_A}{P} \quad (6)$$

ここで

$T_J$  = チップ接合部温度

$T_A$  = 周囲温度

$P$  = デバイスの消費電力

750mAの充電電流をプログラム：

- デバイスが基板に実装されているかどうか
- トレースのサイズ、組成、厚さ、形状
- デバイスの配置(横または縦)
- 被測定デバイスの周囲の大気の体積および流れ
- 被測定デバイスの近傍に他の表面があるかどうか

デバイスの消費電力( $P$ )は、充電レート、および内部パワーFETの両端での電圧降下の関数です。バッテリー・パックが充電中のとき、これは次の式で計算できます。

$$P = [V(IN) - V(OUT)] \times I(OUT)$$

リチウム・イオン電池の充電プロファイルにより、一般に消費電力は、バッテリー電圧が最低である充電サイクルの開始時点で最大になります。図1の充電プロファイルを参照してください。

基板の熱設計が適切でない場合、最大入力電圧および最小バッテリー電圧で、プログラムされた急速充電レート電流に達しない可能性があります。これは、熱ループがアクティブになり、IC接合部温度の過度の上昇を避けるために実質的な充電電流を低下させる場合があるためです。

## 大きな出力電圧リップルを持つアダプタの使用

一部の低コストのアダプタでは、半波整流トポロジを実装しているため、サイクルの一部においてアダプタの出力電圧がバッテリー電圧を下回ります。そのような状況で低コストのアダプタを使用した動作を可能にするために、bq2406xファミリーでは入力電源が検出されなかった後最低30ms(標準)の間、充電回路をオンに保持します。この機能により、50Hzネットワークを使用した外部の低コスト・アダプタが使用可能になります。

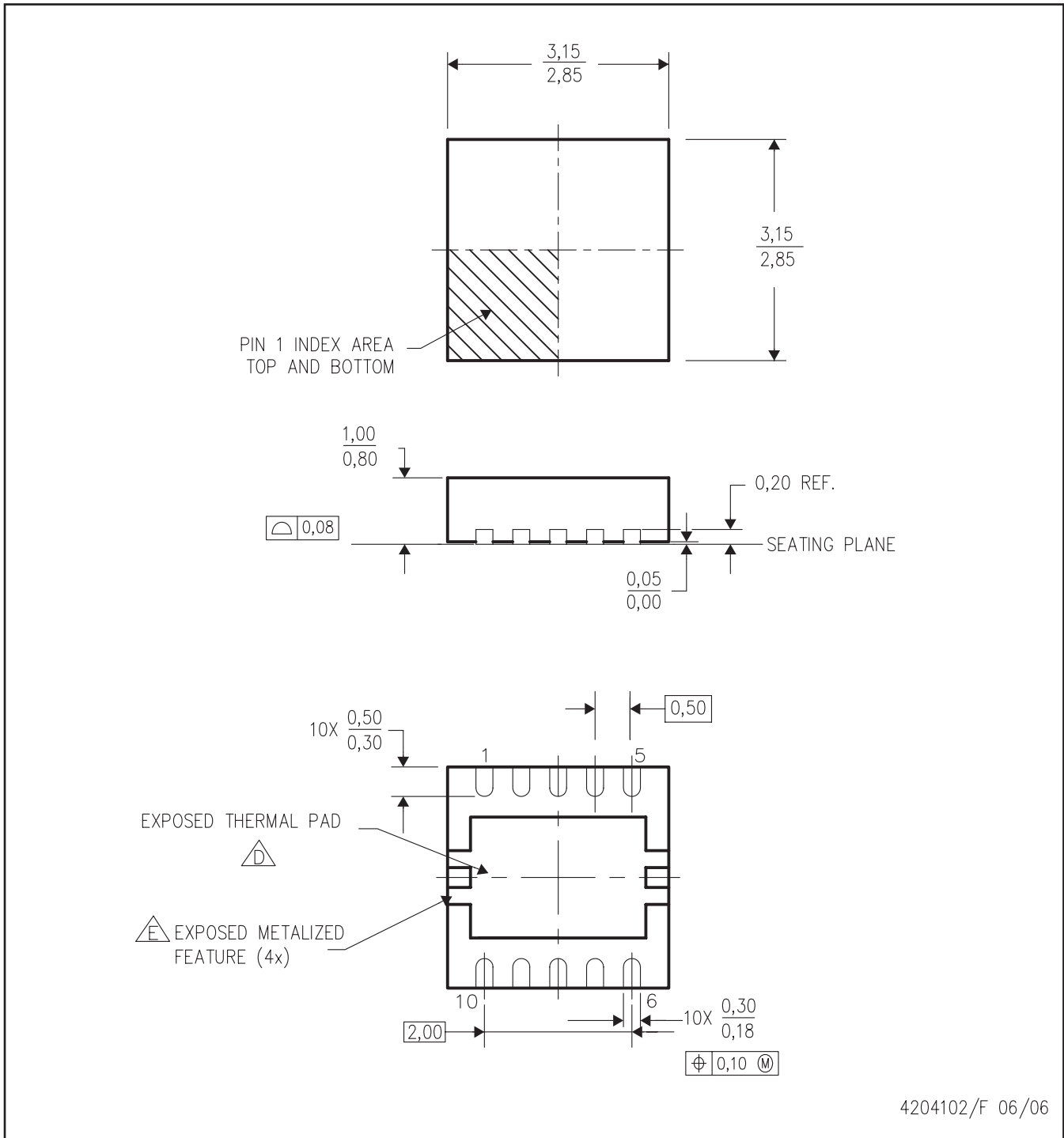
バックゲート制御回路により、充電回路のオフ遅延時間中にバッテリーからアダプタ端子に逆電流が流れるのを防いでいます。

$\overline{PG}$ ピンはデグリッチされないことに注意してください。入力電圧が出力電圧を下回った直後に、 $\overline{PG}$ ピンは入力電源未検出を示します。入力電源が出力電圧を下回ってから回復する現象が頻繁に発生する場合は、 $\overline{PG}$ のフラッシングを避けるために、 $\overline{PG}$ とVSSの間に小さなキャパシタを接続できます。

## PCBレイアウトに関する考慮事項

PCBレイアウトには特別な注意を払う必要があります。次に、いくつかのガイドラインを示します。

- 最適な性能を得るには、INとGND(サーマル・パッド)の間のデカップリング・キャパシタおよびOUTとGND(サーマル・パッド)の間の出力フィルタ・キャパシタを、bq2406xにできるだけ近づけて配置する必要があります。IN、OUT、GND(サーマル・パッド)へのトレースはできるだけ短くします。
- すべての低電流GND接続は、バッテリーからの高電流充電/放電パスから独立している必要があります。小信号グラウンド・パスとパワー・グラウンド・パスの両方を含むシングル・ポイント・グラウンド手法を使用してください。
- INピンへの、およびOUTピンからの高電流充電パスは、最大充電電流に従って適切なサイズにすることで、これらのトレースでの電圧降下を防ぎます。
- bq2406xファミリーは、熱特性が強化されたMLPパッケージで提供されます。このパッケージには、ICとプリント基板(PCB)の間に効果的な熱接点を提供する、サーマル・パッドが備えられています。このサーマル・パッドは、デバイスのメイン・グラウンド接続でもあります。サーマル・パッドは、PCBのグラウンド接続に接続します。このパッケージに関するPCB設計ガイドラインの詳細は、アプリケーション・ノート『QFN/SON PCB Attachment Application Note』(SLUA271)に記載されています。



- 注： A. 全ての線寸法の単位はミリメートルです。寸法と許容差はASME Y14.5M-1994に従っています。  
 B. 図は予告なく変更することがあります。  
 C. SON (Small Outline No-Lead) パッケージ構成  
 D. 最良の熱特性および機械的特性を得るには、パッケージのサーマル・パッドを基板に半田付けする必要があります。  
 露出したサーマル・パッドの寸法に関する詳細は、製品データシートを参照してください。  
 E. 金属被覆部分は、サプライヤのオプションであり、パッケージ上に存在しない場合もあります。

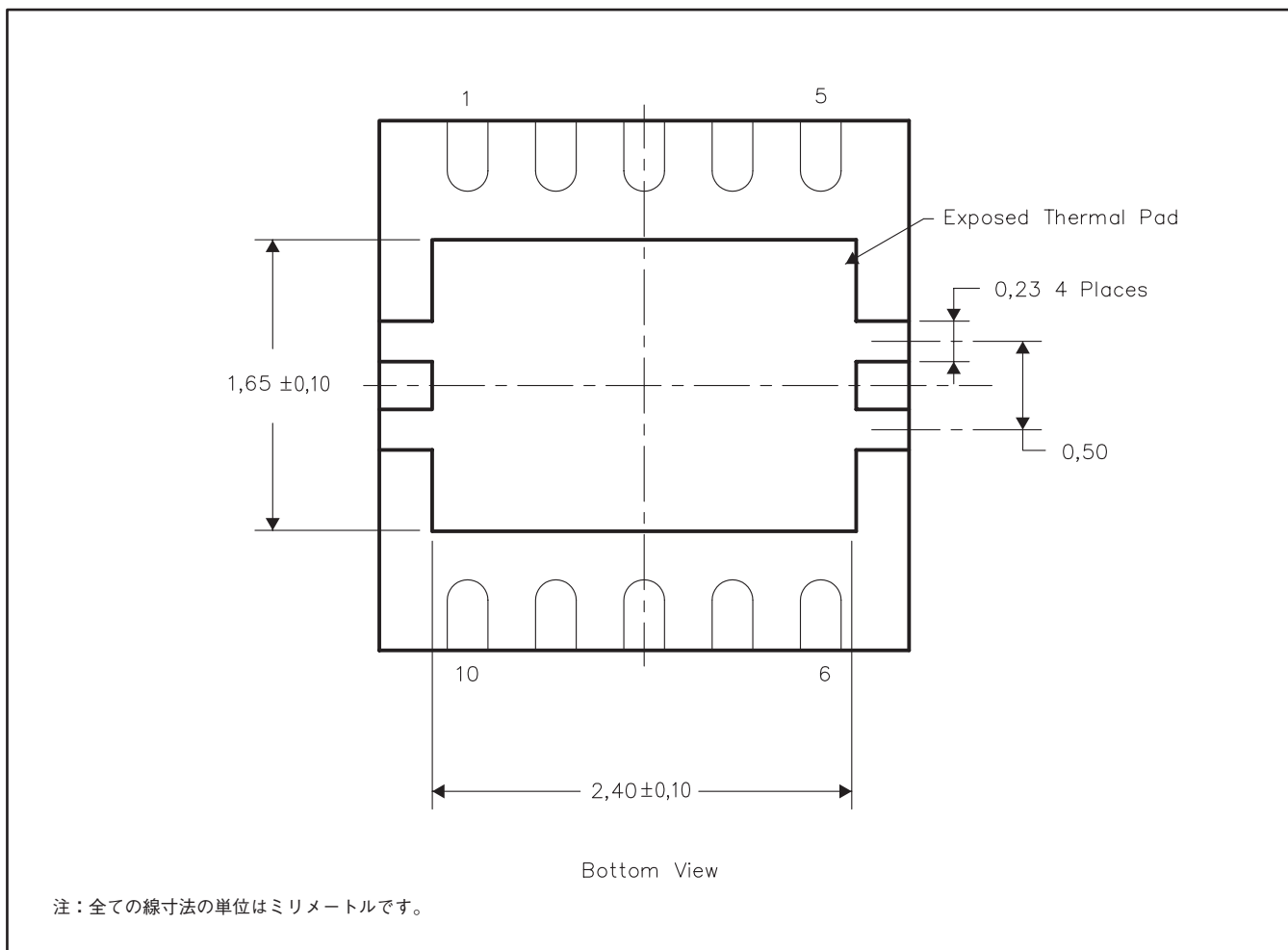
# サーマルパッド・メカニカル・データ

## DRC (S-PDSO-N10)

### 熱的特性に関する資料

このパッケージには、外部ヒートシンクに直接接続するように設計された、露出したサーマルパッドが装備されています。このサーマルパッドは、プリント基板(PCB)に直接半田付けする必要があります。半田付け後は、PCBをヒートシンクとして使用できます。また、サーマルビアを使用して、サーマルパッドをグランドプレーンまたは電源プレーン(いずれか適切な方)、あるいはPCB内に設計された特別なヒートシンク構造に直接接続することができます。この設計により、ICからの熱伝導が最適化されます。

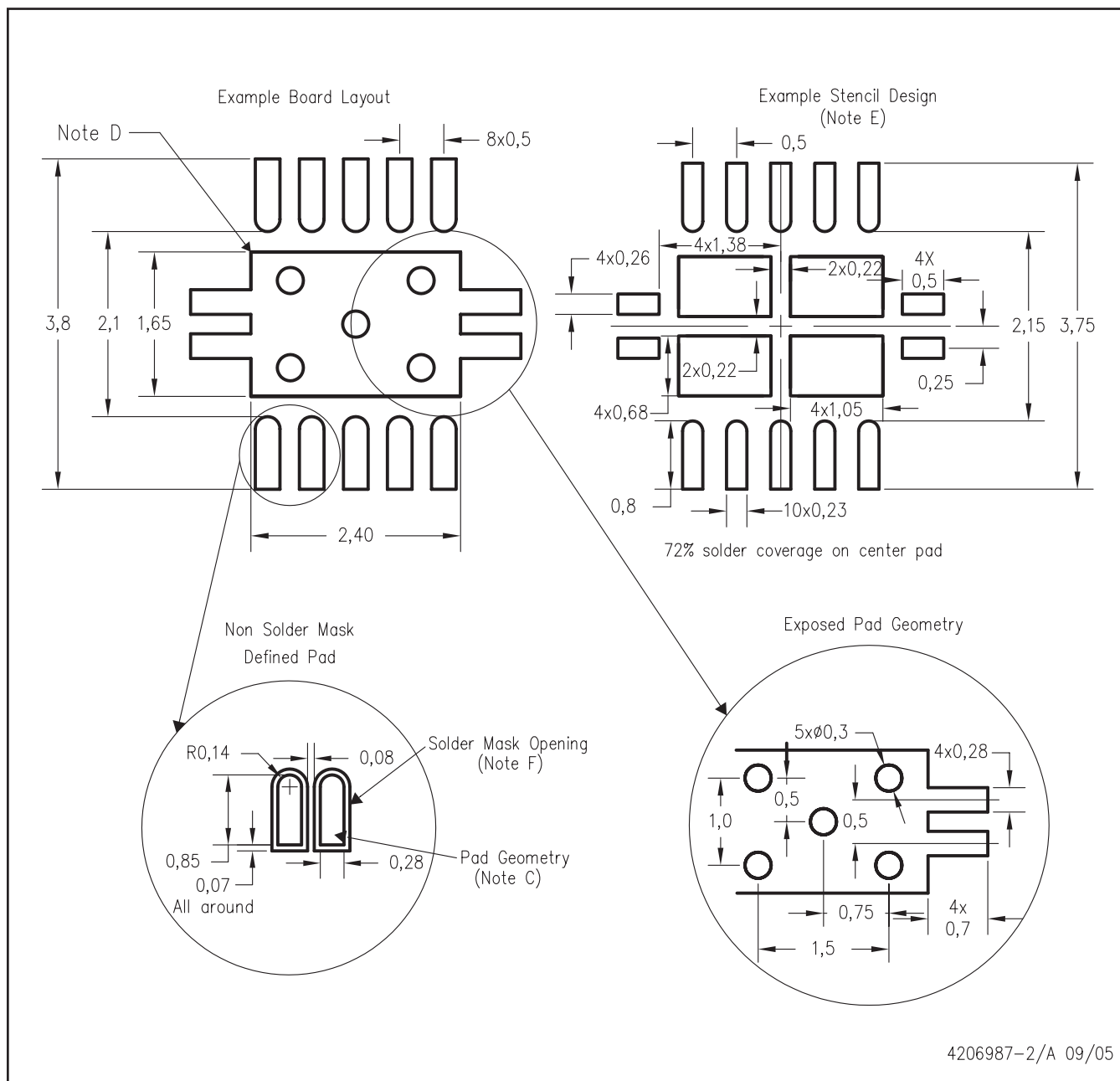
QFN (Quad Flatpack No-Lead) パッケージとその利点については、アプリケーションレポート『Quad Flatpack No-Lead Logic Packages』(Texas Instruments文献番号SCBA017)を参照してください。このドキュメントは、ホームページ[www.ti.com](http://www.ti.com)で入手できます。



サーマルパッド寸法図

# LAND PATTERN

DRC (S-PDSO-N10)



- 注： A. 全ての線寸法の単位はミリメートルです。  
 B. 図は予告なく変更することがあります。  
 C. 代替設計については、資料IPC-735を推奨します。  
 D. このパッケージは、基板上的のサーマル・パッドに半田付けされるように設計されています。  
 熱に関する具体的な情報、ビア要件、および推奨基板レイアウトについては、アプリケーション・ノート『Quad Flat-Pack Packages』(TI文献番号SCBA017、SLUA271)および製品データシートを参照してください。  
 これらのドキュメントは、ホームページwww.ti.comで入手できます。  
 E. レーザ切断開口部の壁面を台形にし、角に丸みを付けることで、ペーストの離れがよくなります。  
 ステンシル設計要件については、基板組み立て拠点にお問い合わせください。  
 ステンシル設計上の考慮事項については、IPC 7525を参照してください。  
 F. 信号パッド間の半田マスク・ウェブ最小許容差については、基板組み立て拠点にお問い合わせください。

(SLUS689)

# ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社(以下TIJといひます)及びTexas Instruments Incorporated(TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといひます)は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかをご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間に取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメータに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしていません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えるとか、保証もしくは承認をすることを意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータ・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメータと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション(例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの)に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されていません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されていません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2009, Texas Instruments Incorporated  
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

## 弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

### 1. 静電気

素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。

弊社出荷梱包単位(外装から取り出された内装及び個装)又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で(導電性マットにアースをとったもの等)、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。

マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

### 2. 温・湿度環境

温度: 0~40、相対湿度: 40~85%で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。(但し、結露しないこと。)

直射日光があたる状態で保管・輸送しないこと。

### 3. 防湿梱包

防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。

### 4. 機械的衝撃

梱包品(外装、内装、個装)及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。

### 5. 熱衝撃

はんだ付け時は、最低限260以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。(個別推奨条件がある時はそれに従うこと。)

### 6. 汚染

はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質(硫黄、塩素等ハロゲン)のある環境で保管・輸送しないこと。はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。(不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。)

以上