

bq24100, bq24103, bq24105  
bq24108, bq24113, bq24115

# パワーFET内蔵、同期スイッチモード、リチウム・イオン/ リチウム・ポリマー充電管理IC (bqSWITCHER™)

## 特 長

- リチウム・イオン/リチウム・ポリマー電池を使用した1/2/3セル・バッテリー・パックの高効率充電器設計に最適
- 1.1MHz、0~100%デューティで動作する同期固定周波数PWMコントローラを内蔵
- 最大2Aの充電レートに対応したパワーFETを内蔵
- 高精度の電圧および電流レギュレーション
- スタンドアロン（充電管理および制御機能を内蔵）製品とシステム制御（システム・コマンドを使用）製品の2種類を用意
- LEDまたはホスト・プロセッサ・インターフェイス用のステータス出力により、充電中、充電完了、エラー、ACアダプタ接続中の各状態を通知
- 最大定格電圧20VのINおよびOUTピン
- ハイサイド電流センス
- バッテリ温度監視（オプション）
- 自動スリープ・モードによる消費電力低減
- システム制御製品は、NiMHおよびNiCdアプリケーションに使用可能
- セラミック・キャパシタを使用
- 逆方向リーク保護によりバッテリーからの電流漏れを防止
- 過熱保護
- バッテリ検出機能を内蔵

## アプリケーション

- ハンドヘルド製品
- 携帯用メディア・プレーヤー
- 産業用および医療用機器
- 携帯用機器

## 概 要

bqSWITCHER™シリーズは、リチウム・イオン/リチウム・ポリマー電池に対応した高集積スイッチ・モード充電管理デバイスであり、幅広い範囲の携帯用アプリケーションで使用できるように設計されています。bqSWITCHER™シリーズは、小さな熱特性強化型QFNパッケージに、同期PWMコントローラおよびパワーFET、高精度電流/電圧レギュレーション、充電準備、充電ステータス、および充電終了機能を内蔵しています。システム制御製品には、システム制御による完全な充電管理のための追加入力を用意されています。

bqSWITCHERは、予備、定電流、定電圧の3つのフェーズによりバッテリーを充電します。充電は、ユーザーが選択可能な最小電流レベルに基づいて終了します。プログラマブルな充電タイマにより、充電を安全に終了させることができます。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、bqSWITCHERは自動的に充電サイクルを再開します。VCC電源が供給されなくなると、bqSWITCHERは自動的にスリープ・モードに入ります。

bqSWITCHER™, PowerPAD™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。



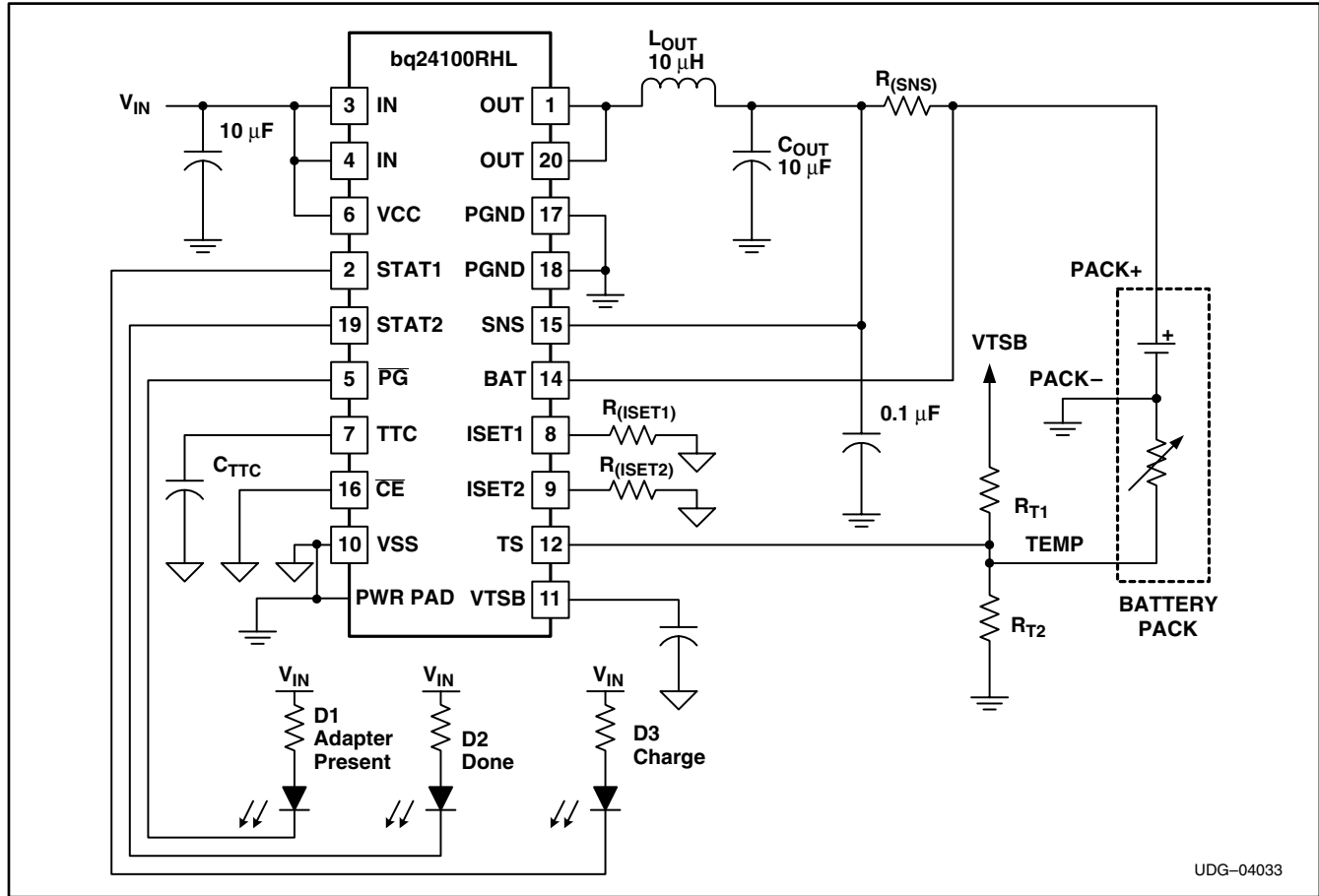


## 静電気放電対策

静電気放電はわずかな性能の低下から完全なデバイスの故障に至るまで、様々な損傷を与えます。すべての集積回路は、適切なESD保護方法を用いて、取扱いと保存を行うようにして下

さい。高精度の集積回路は、損傷に対して敏感であり、極めてわずかなパラメータの変化により、デバイスに規定された仕様に適合しなくなる場合があります。

### 標準的な1セル・リチウム・イオン電池用スタンドアロン充電回路



### ご発注の手引き

T <sub>J</sub>	CHARGE REGULATION VOLTAGE (V)	INTENDED APPLICATION	PART NUMBER <sup>(1)(2)</sup>	MARKINGS
-40°C to 125°C	4.2	Stand-alone	bq24100RHLLR	CIA
	1 or 2 cells selectable (CELLS pin 4.2 or 8.4 V)	Stand-alone	bq24103RHLLR	CID
	Externally programmable (2.1 to 15.5 V)	Stand-alone	bq24105RHLLR	CIF
	4.2 (Blinking status pins)	Stand-alone	bq24108RHLLR	CIU
	1 or 2 cells selectable (CELLS pin 4.2 or 8.4 V)	System-controlled	bq24113RHLLR	CIJ
	Externally programmable (2.1 to 15.5 V)	System-controlled	bq24115RHLLR	CIL

(1) RHLパッケージはテープ/リールでのみ供給されます。数量は、1リールあたり3,000個です。

(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。

## パッケージ定格消費電力

PACKAGE	$\theta_{JA}$	$T_A < 40^\circ\text{C}$ POWER RATING	DERATING FACTOR ABOVE $T_A = 40^\circ\text{C}$
RHL(1)	46.87 $^\circ\text{C/W}$	1.81 W	0.021 W/ $^\circ\text{C}$

(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・パッドが基板上の銅パッドに接続されています。このパッドは、2×3のビア・マトリックスによりグランド・プレーンに接続されています。

## 絶対最大定格(1)

			UNIT
Supply voltage range, (with respect to $V_{SS}$ )	IN, VCC	20	V
Input voltage range, (with respect to $V_{SS}$ and PGND)	STAT1, STAT2, $\overline{\text{PG}}$ , $\overline{\text{CE}}$ , CELLS, SNS, BAT	−0.3 to 20	
	OUT	−0.7 to 20	
	CMODE, TS, TTC	7	
	VTSB	3.6	
	ISET1, ISET2	3.3	
Voltage difference between SNS and BAT inputs ( $V_{\text{SNS}} - V_{\text{BAT}}$ )		$\pm 1$	
Output sink	STAT1, STAT2, $\overline{\text{PG}}$	10	mA
Output current (average)	OUT	2.2	A
Operating free( air temperature range, $T_A$ )		−40 to 85	$^\circ\text{C}$
Junction temperature range, $T_J$		−40 to 125	
Storage temperature, $T_{\text{stg}}$		−65 to 150	
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds		300	

(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おり、このデータシートの「推奨動作条件」に示された値を越える状態での本製品の機能動作は含まれていません。絶対最大定格の状態に長時間置くと、本製品の信頼性に影響を与えることがあります。

## 推奨動作条件

	MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, $V_{\text{CC}}$ and IN (Tie together)	4.35 <sup>†</sup>		16.0 <sup>‡</sup>	V
Operating junction temperature range, $T_J$	−40		125	$^\circ\text{C}$

<sup>†</sup> ICは $V_{\text{min}}$ 以下でも3.5Vまで引き続き動作しますが、仕様は試験も保証もされていません。

<sup>‡</sup> 固有のスイッチング・ノイズ電圧スパイクが、INまたはOUTピン上で絶対最大定格を超えないようにしてください。緊密なレイアウトにより、スイッチング・ノイズを最小限に抑えることができます。

## 電気的特性

T<sub>J</sub> = 0°C to 125°C推奨電源電圧範囲 (特に記述のない限り)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
INPUT CURRENTS						
I <sub>VCC(VCC)</sub>	V <sub>CC</sub> supply current	V <sub>CC</sub> > V <sub>CC(min)</sub> , PWM switching	10			mA
		V <sub>CC</sub> > V <sub>CC(min)</sub> , PWM NOT switching	5			
		V <sub>CC</sub> > V <sub>CC(min)</sub> , $\overline{CE}$ = HIGH	315			μA
I <sub>(SLP)</sub>	Battery discharge sleep current, (SNS, BAT, OUT, FB pins)	0°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 65°C, V <sub>I(BAT)</sub> = 4.2 V V <sub>CC</sub> < V <sub>(SLP)</sub> or V <sub>CC</sub> > V <sub>(SLP)</sub> but not in charge	3.5			μA
		0°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 65°C, V <sub>I(BAT)</sub> = 8.4 V V <sub>CC</sub> < V <sub>(SLP)</sub> or V <sub>CC</sub> > V <sub>(SLP)</sub> but not in charge	5.5			
		0°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ 65°C, V <sub>I(BAT)</sub> = 12.6 V V <sub>CC</sub> < V <sub>(SLP)</sub> or V <sub>CC</sub> > V <sub>(SLP)</sub> but not in charge	7.7			
VOLTAGE REGULATION						
V <sub>O(REG)</sub>	Output voltage bq24103/13	CELLS = Low, in voltage regulation	4.2			V
		CELLS = High, in voltage regulation	8.4			
	Output voltage, bq24100/08	Operating in voltage regulation	4.2			
V <sub>I(BAT)</sub>	Feedback regulation REF for bq24105/15 only (W/FB)	I <sub>I(BAT)</sub> = 25 nA typical into pin	2.1			V
Voltage regulation accuracy		T <sub>A</sub> = 25°C	−0.5%	0.5%		
			−1%	1%		
CURRENT REGULATION – FAST CHARGE						
I <sub>O(CHARGE)</sub>	Output current range of converter	V <sub>LOWV</sub> ≤ V <sub>I(BAT)</sub> < V <sub>O(REG)</sub> , V <sub>(VCC)</sub> − V <sub>I(BAT)</sub> > V <sub>(DO − MAX)</sub>	150	2000		mA
V <sub>I(REG)</sub>	Voltage regulated across R <sub>SNS</sub> – Accuracy	100 mV ≤ V <sub>I(REG)</sub> ≤ 200 mV, $V_{I(REG)} = \frac{1V}{RSET1} \times 1000$ , Programmed Where 5 kΩ ≤ RSET1 ≤ 10kΩ, Select RSET1 to program V <sub>I(REG)</sub> , V <sub>I(REG)(measured)</sub> = I <sub>O(CHARGE)</sub> + R <sub>SNS</sub>  (−10% to +10% excludes errors due to RSET1 and R <sub>SNS</sub> tolerances)	−10%	10%		
V <sub>(ISET1)</sub>	Output current set voltage	V <sub>(LOWV)</sub> ≤ V <sub>I(BAT)</sub> ≤ V <sub>O(REG)</sub> V <sub>(VCC)</sub> ≥ V <sub>I(BAT)</sub> × V <sub>(DO − MAX)</sub>	1			V
K <sub>(ISET1)</sub>	Output current set factor	V <sub>LOWV</sub> ≤ V <sub>I(BAT)</sub> < V <sub>O(REG)</sub> V <sub>(VCC)</sub> ≥ V <sub>I(BAT)</sub> + V <sub>(DO − MAX)</sub>	1000			V/A
PRECHARGE AND SHORT-CIRCUIT CURRENT REGULATION						
V <sub>LOWV</sub>	Precharge to fast-charge transition voltage threshold, BAT, bq24100/03/05/08 ICs only		68	71.4	75	%V <sub>O(REG)</sub>
t	Deglitch time for precharge to fast charge transition	Rising voltage; t <sub>RISE</sub> , t <sub>FALL</sub> = 100 ns, 2-mV overdrive	20	30	40	ms
I <sub>O(PRECHG)</sub>	Precharge range	V <sub>I(BAT)</sub> < V <sub>LOWV</sub> , t < t <sub>PRECHG</sub>	15	200		mA
V <sub>(ISET2)</sub>	Precharge set voltage, ISET2	V <sub>I(BAT)</sub> < V <sub>LOWV</sub> , t < t <sub>PRECHG</sub>	100			mV
K <sub>(ISET2)</sub>	Precharge current set factor		1000			V/A

## 電気的特性

T<sub>J</sub> = 0°C to 125°C推奨電源電圧範囲 (特に記述のない限り)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
V <sub>I<sub>REG-PRE</sub></sub>	Voltage regulated across R <sub>SNS</sub> –Accuracy	100 mV ≤ V <sub>I<sub>REG-PRE</sub></sub> ≤ 100 mV,  $V_{I_{REG-PRE}} = \frac{0.1V}{R_{SET2}} \times 1000,$ (PGM) Where 1.2 kΩ ≤ RSET2 ≤ 10kΩ, Select RSET1 to program V <sub>I<sub>REG-PRE</sub></sub> , V <sub>I<sub>REG-PRE</sub></sub> (Measured) = I <sub>OPRE-CHG</sub> × R <sub>SNS</sub>  (–20% to +20% excludes errors due to RSET1 and R <sub>SNS</sub> tolerances)	–20%		20%	
CHARGE TERMINATION (CURRENT TAPER) DETECTION						
I <sub>TERM</sub>	Charge current termination detection range	V <sub>I(BAT)</sub> > V <sub>RCH</sub>	15		200	mA
V <sub>TERM</sub>	Charge termination detection set voltage, ISET2	V <sub>I(BAT)</sub> > V <sub>RCH</sub>		100		mV
K <sub>(ISET2)</sub>	Termination current set factor			1000		V/A
	Charger termination accuracy	V <sub>I(BAT)</sub> > V <sub>RCH</sub>	–20%		20%	
t <sub>dg-TERM</sub>	Deglitch time for charge termination	Both rising and falling, 2-mV overdrive t <sub>RISE</sub> , t <sub>FALL</sub> = 100 ns	20	30	40	ms
TEMPERATURE COMPARATOR AND VTSB BIAS REGULATOR						
V <sub>LTF</sub>	Cold temperature threshold, TS		72.8	73.5	74.2	% V <sub>O(VTSB)</sub>
V <sub>HTF</sub>	Hot temperature threshold, TS		33.7	34.4	35.1	
V <sub>TCO</sub>	Cutoff temperature threshold, TS		28.7	29.3	29.9	
	LTF hysteresis		0.5	1.0	1.5	
t <sub>dg-TS</sub>	Deglitch time for temperature fault, TS	Both rising and falling, 2-mV overdrive t <sub>RISE</sub> , t <sub>FALL</sub> = 100 ns	20	30	40	ms
V <sub>O(VTSB)</sub>	TS bias output voltage	V <sub>CC</sub> > V <sub>IN(min)</sub> , I <sub>(VTSB)</sub> = 10 mA    0.1 μF ≤ C <sub>O(VTSB)</sub> ≤ 1 μF,		3.15		V
V <sub>O(VTSB)</sub>	TS bias voltage regulation accuracy	V <sub>CC</sub> > V <sub>IN(min)</sub> , I <sub>(VTSB)</sub> = 10 mA    0.1 μF ≤ C <sub>O(VTSB)</sub> ≤ 1 μF,	–10%		10%	
BATTERY RECHARGE THRESHOLD						
V <sub>RCH</sub>	Recharge threshold voltage	Below V <sub>O<sub>REG</sub></sub>	75	100	125	mV/cell
t <sub>dg-RCH</sub>	Deglitch time	V <sub>I(BAT)</sub> < decreasing below threshold, t <sub>FALL</sub> = 100 ns    10-mV overdrive	20	30	40	ms
STAT1, STAT2, AND PG OUTPUTS						
V <sub>OL(STATx)</sub>	Low-level output saturation voltage, STATx	I <sub>O</sub> = 5 mA			0.5	V
V <sub>OL(PG)</sub>	Low-level output saturation voltage, PG	I <sub>O</sub> = 10 mA			0.1	
CE CMODE, CELLS INPUTS						
V <sub>IL</sub>	Low-level input voltage	I <sub>IL</sub> = 5 μA	0.0		0.4	V
V <sub>IH</sub>	High-level input voltage	I <sub>IH</sub> = 20 μA	1.3		V <sub>CC</sub>	

## 電気的特性

T<sub>J</sub> = 0°C to 125°C推奨電源電圧範囲 (特に記述のない限り)

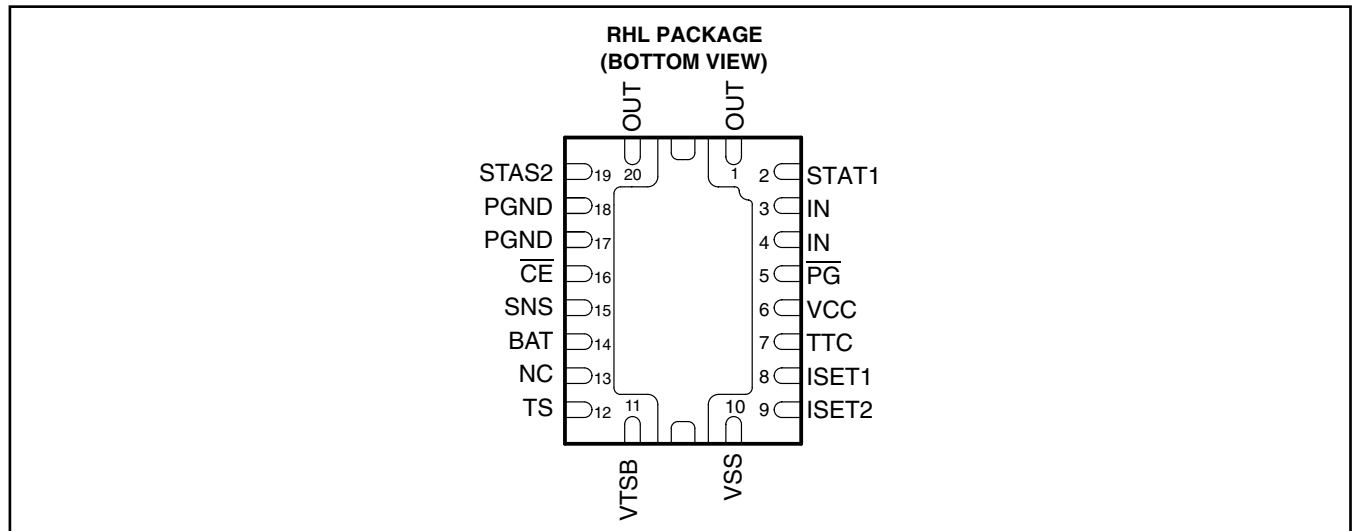
PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
TTC INPUT						
t <sub>PRECHG</sub>	Precharge timer		1440	1800	2160	s
t <sub>CHARGE</sub>	Programmable charge timer range	t <sub>(CHG)</sub> = C <sub>(TTC)</sub> × K <sub>(TTC)</sub>	25		572	minutes
	Charge timer accuracy	0.01 μF ≤ C <sub>(TTC)</sub> ≤ 0.18 μF	−10%		10%	
K <sub>TTC</sub>	Timer multiplier			2.6		min/nF
C <sub>TTC</sub>	Charge time capacitor range		0.01		0.22	μF
V <sub>TTC_EN</sub>	TTC enable threshold voltage	V <sub>(TTC)</sub> rising		200		mV
SLEEP COMPARATOR						
V <sub>SLP-ENT</sub>	Sleep mode entry threshold	2.3 V ≤ V <sub>I(OUT)</sub> ≤ V <sub>OREG</sub> , for 1 or 2 cells	V <sub>CC</sub> ≤ V <sub>IBAT</sub> +5 mV		V <sub>CC</sub> ≤ V <sub>IBAT</sub> +75mV	V
		V <sub>I(OUT)</sub> = 12.6 V, R <sub>IN</sub> = 1 kΩ <sup>(1)</sup> bq24105/15	V <sub>CC</sub> V <sub>IBAT</sub> −4 mV		V <sub>CC</sub> V <sub>IBAT</sub> +73mV	
V <sub>SLP-EXIT</sub>	Sleep-mode exit hysteresis,	2.3 V ≤ V <sub>I(OUT)</sub> ≤ V <sub>OREG</sub>	40		160	mV
t <sub>dg-SLP</sub>	Deglitch time for sleep mode	V <sub>CC</sub> decreasing below threshold, t <sub>FALL</sub> = 100 ns, 10-mV overdrive, PMOS turns off		5		μs
		V <sub>CC</sub> decreasing below threshold, t <sub>FALL</sub> = 100 ns, 10-mV overdrive, STATx pins turn off	20	30	40	ms
UVLO						
V <sub>UVLO-ON</sub>	IC active threshold voltage	V <sub>CC</sub> rising	3.15	3.30	3.50	V
	IC active hysteresis	V <sub>CC</sub> falling	120	150		mV
PWM						
	Internal P-channel MOSFET on-resistance	7 V ≤ V <sub>CC</sub> ≤ V <sub>CC(max)</sub>			400	mΩ
		4.5 V ≤ V <sub>CC</sub> ≤ 7 V			500	
	Internal N-channel MOSFET on-resistance	7 V ≤ V <sub>CC</sub> ≤ V <sub>CC(max)</sub>			130	
		4.5 V ≤ V <sub>CC</sub> ≤ 7 V			150	
f <sub>OSC</sub>	Oscillator frequency			1.1		MHz
	Frequency accuracy		−9%		9%	
D <sub>MAX</sub>	Maximum duty cycle				100%	
D <sub>MIN</sub>	Minimum duty cycle		0%			
t <sub>TOD</sub>	Switching delay time (turn on)			20		ns
t <sub>syncmin</sub>	Minimum synchronous FET on time			60		ns
	Synchronous FET minimum current-off threshold <sup>(2)</sup>		50		400	mA

## 電気的特性

$T_J = 0^{\circ}\text{C}$  to  $125^{\circ}\text{C}$  推奨電源電圧範囲 (特に記述のない限り)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
<b>BATTERY DETECTION</b>						
$I_{\text{DETECT}}$	Battery detection current during time-out fault	$V_{\text{I(BAT)}} < V_{\text{OREG}} - V_{\text{RCH}}$		2		mA
$I_{\text{DISCHRG1}}$	Discharge current	$V_{\text{SHORT}} < V_{\text{I(BAT)}} < V_{\text{OREG}} - V_{\text{RCH}}$		400		$\mu\text{A}$
$t_{\text{DISCHRG1}}$	Discharge time	$V_{\text{SHORT}} < V_{\text{I(BAT)}} < V_{\text{OREG}} - V_{\text{RCH}}$		1		s
$I_{\text{WAKE}}$	Wake current	$V_{\text{SHORT}} < V_{\text{I(BAT)}} < V_{\text{OREG}} - V_{\text{RCH}}$		2		mA
$t_{\text{WAKE}}$	Wake time	$V_{\text{SHORT}} < V_{\text{I(BAT)}} < V_{\text{OREG}} - V_{\text{RCH}}$		0.5		s
$I_{\text{DISCHRG2}}$	Termination discharge current	Begins after termination detected, $V_{\text{I(BAT)}} \leq V_{\text{OREG}}$		400		$\mu\text{A}$
$t_{\text{DISCHRG2}}$	Termination time			262		ms
<b>OUTPUT CAPACITOR</b>						
$C_{\text{OUT}}$	Required output ceramic capacitor range from SNS to PGND, between inductor and $R_{\text{SNS}}$		4.7	10	47	$\mu\text{F}$
$C_{\text{SNS}}$	Required SNS capacitor (ceramic) at SNS pin			0.1		$\mu\text{F}$
<b>PROTECTION</b>						
$V_{\text{OVP}}$	OVP threshold voltage	Threshold over $V_{\text{OREG}}$ to turn-off P-channel MOSFET, STAT1, and STAT2 during charge or termination states	110	117	121	$\%V_{\text{O(REG)}}$
$I_{\text{LIMIT}}$	Cycle-by-cycle current limit		2.6	3.6	4.5	A
$V_{\text{SHORT}}$	Short-circuit voltage threshold, BAT	$V_{\text{I(BAT)}}$ falling	1.95	2.00	2.05	V/cell
$I_{\text{SHORT}}$	Short-circuit current	$V_{\text{I(BAT)}} \leq V_{\text{SHORT}}$	35		65	mA
$T_{\text{SHTDWN}}$	Thermal trip			165		$^{\circ}\text{C}$
	Thermal hysteresis			10		

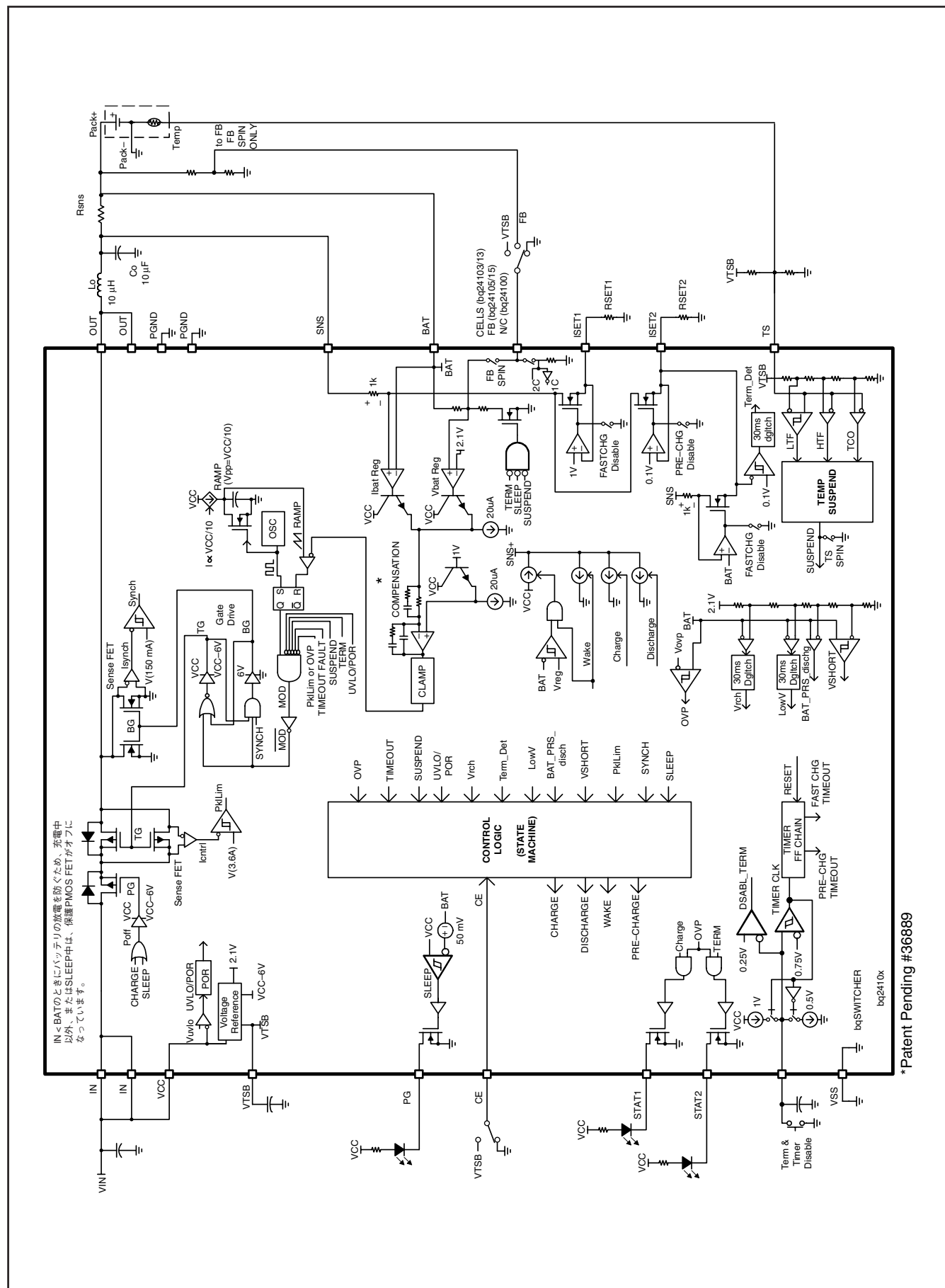
(1) bq24105およびbq24115のみ。RINはINピンとPGNDピンの間に接続され、スリープ・モードへの移行のために必要です。  
(2) Nチャネルは常に約60nsの間オンであり、その後電流が指定の値より低下するとオフになります。



## 端子機能

TERMINAL						I/O	Description
NAME	bq24100 bq24108	bq24103	bq24105	bq24113	bq24115		
BAT	14	14	14	14	14	I	バッテリー電圧センス入力。バッテリーに長い(インダクタンスの大きい)リードが接続されている場合は、このピンをキャパシタでPGNDにバイパスしてください。
$\overline{CE}$	16	16	16	16	16	I	充電回路イネーブル入力。このアクティブ・ロー入力を"ハイ"にすると、充電が停止され、デバイスが低電力スリープ・モードに入ります。この入力はVTSBにプルアップしないでください。
CELLS		13		13		I	出力電圧を固定させるために利用。1セル動作(4.2V)の場合は、グラウンドに接続またはフローティングにします。2セル動作(8.4V)の場合は、抵抗を使用してV <sub>CC</sub> にプルアップしてください。
CMODE				7	7	I	充電モード選択。ISET2ピンによるプリチャージの場合は"ロー"、ISET1ピンによる高速充電の場合は"ハイ"(VTSBまたは7V未満にプルアップ)に設定します。
FB			13		13	I	出力電圧アナログ帰還調整。バッテリー端子から電源供給される抵抗性電圧デバイダの出力をこのノードに接続して、出力バッテリー電圧のレギュレーションを調整します。
IN	3, 4	3, 4	3, 4	3, 4	3, 4	I	充電回路入力電圧
ISET1	8	8	8	8	8	I/O	充電回路電流設定点1(急速充電)。グラウンドとの間に抵抗を接続して、この値を設定します。
ISET2	9	9	9	9	9	I/O	充電回路電流設定点2(プリチャージおよび終了)。グラウンドとの間に抵抗を接続して設定します。CMODE信号が"ロー"になるとISET2充電レートが選択されますが、バッテリー電圧がレギュレーション設定点に達すると、bqSWITCHERはCMODE入力に関係なく電圧レギュレーションに切り替わります。
N/C	13			19	19	—	接続なし。このピンは、アプリケーションでフローティングにしてください。
OUT	1	1	1	1	1	O	充電電流出力インダクタ接続
	20	20	20	20	20	O	
$\overline{PG}$	5	5	5	5	5	O	パワー・グッド状態出力(オープンドレイン)。有効なVCCが検出されると、トランジスタがオンになります。スリープ・モードになると、トランジスタはオフになります。PGは、LEDの駆動またはホスト・プロセッサとの通信に使用できます。
PGND	17,18	17,18	17,18	17,18	17, 18		パワー・グッド入力
SNS	15	15	15	15	15	I	充電電流センス入力。バッテリー・バックに直列に外部センス抵抗を接続することで、このピンで発生する電圧降下によりバッテリー電流を検知できます。PGNDとの間に0.1μFのキャパシタを接続する必要があります。
STAT1	2	2	2	2	2	O	充電ステータス1(オープン・ドレイン出力)トランジスタがオンの場合、充電中であることを示します。トランジスタがオフの場合、STAT2の状態と合わせて各種の充電状況を示します(表1を参照)。
STAT2	19	19	19			O	充電ステータス2(オープン・ドレイン出力)トランジスタがオンの場合、充電が完了したことを示します。トランジスタがオフの場合、STAT1の状態と合わせて各種の充電状況を示します(表1を参照)。
TS	12	12	12	12	12	I	温度センス入力。この入力の電圧を内部スレッショールドと比較して監視することで、充電を許可するかどうかを決定します。この電圧を生成するには、NTCサーミスタと、VTSBから電源供給される電圧デバイダを使用します。(図7を参照)
TTC	7	7	7			I	タイマおよび終了制御。このノードとGNDとの間にキャパシタを接続して、bqSWITCHERのタイマを設定します。この入力"ロー"の場合、タイマおよび終了検出はディセーブルになります。
VCC	6	6	6	6	6	I	アナログ・デバイス入力
VSS	10	10	10	10	10		アナログ・グラウンド入力
VTSB	11	11	11	11	11	O	TS内部バイアス・レギュレータ電圧。この出力とVSSの間にキャパシタ(0.1μF~1μF)を接続します。
Exposed Thermal Pad	Pad	Pad	Pad	Pad	Pad	—	露出したサーマル・パッドと露出したVSSの間は、内部で電気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。パワー・パッドは、VSSとPGNDの間のスター・グラウンド・パッド接続として使用できます。共通のグラウンド・プレーンを使用することもできます。VSSは、常にグラウンドに接続されている必要があります。

# 機能ブロック図



## 代表的特性

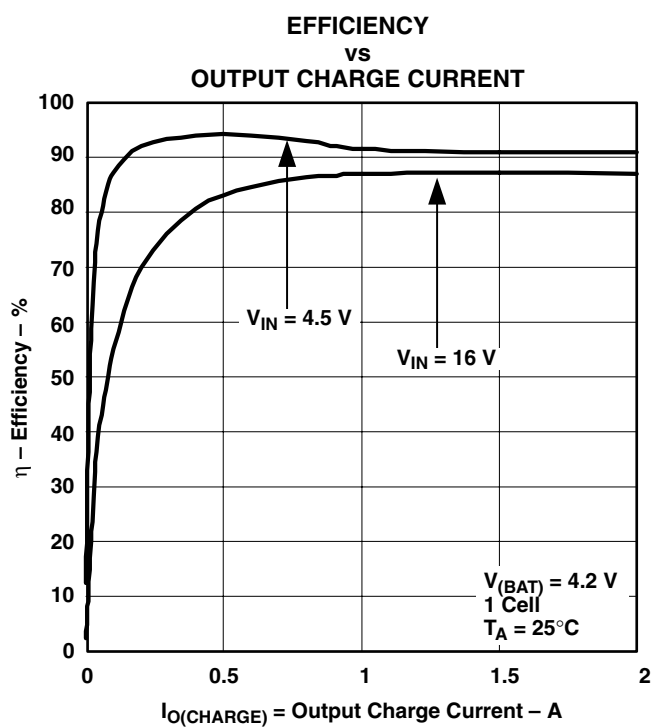


図 1

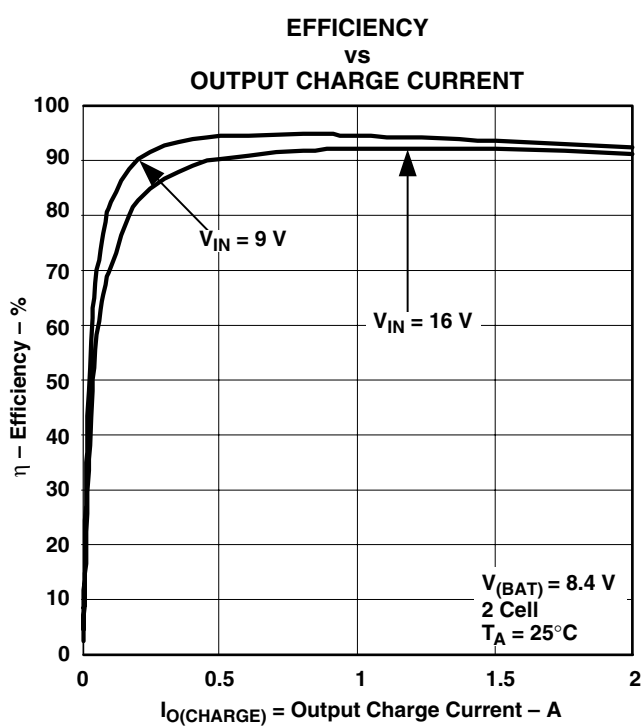


図 2

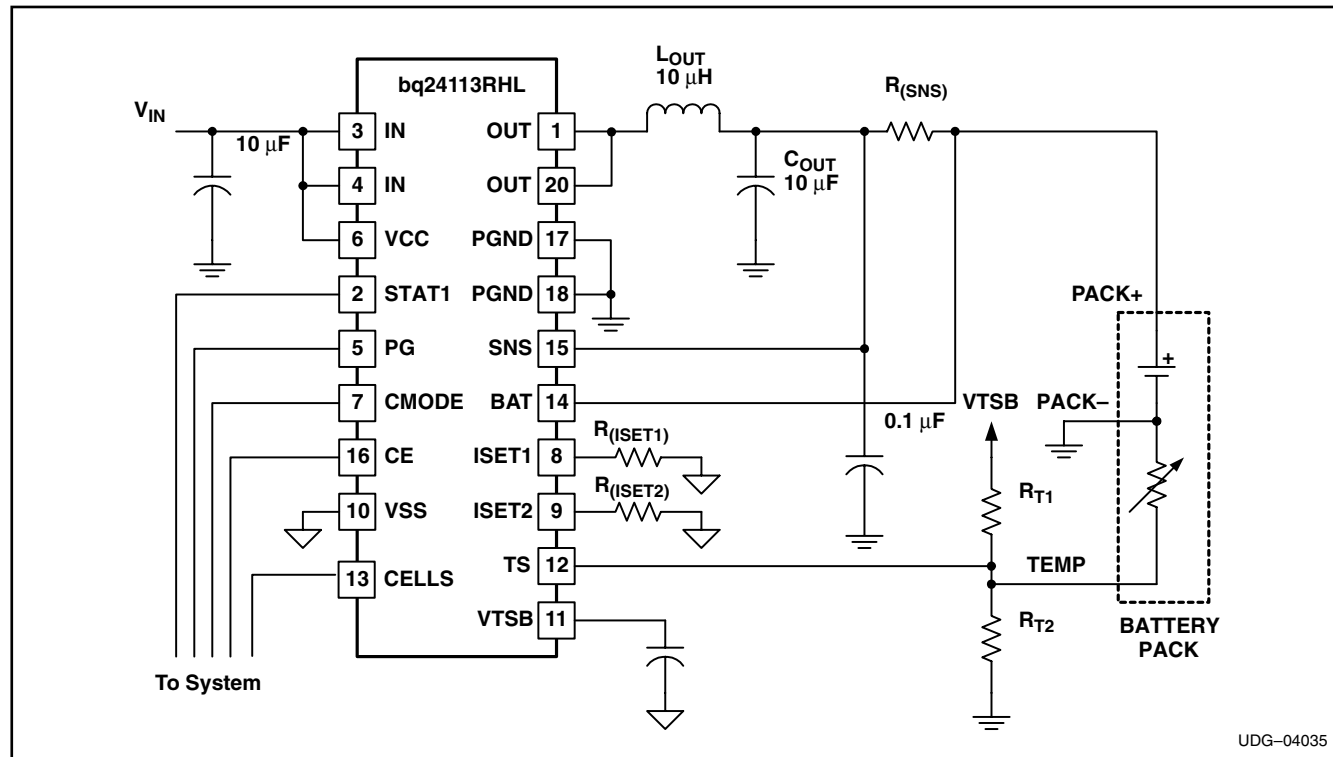


図 3. 標準アプリケーション回路(システム制御製品)

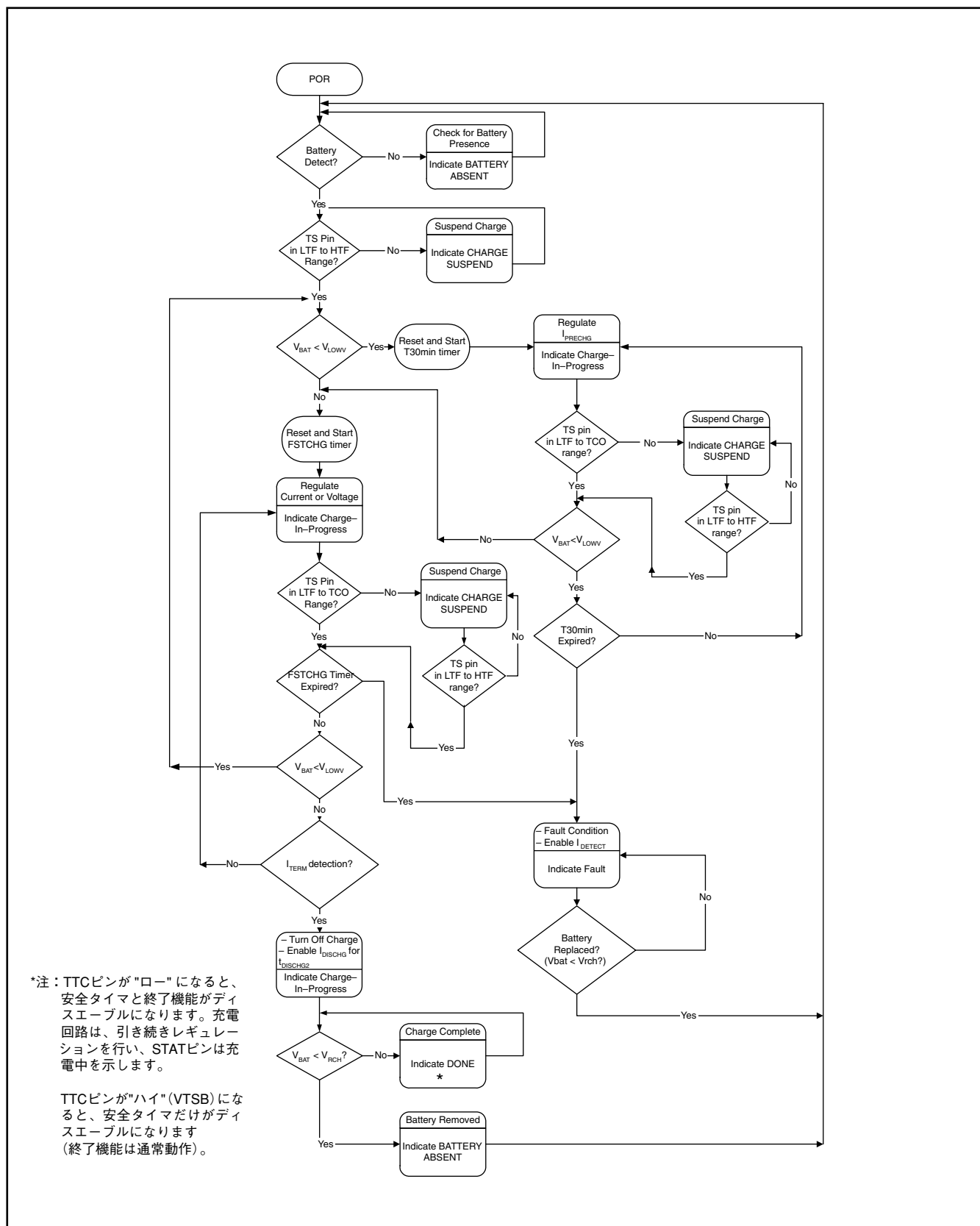


図 4. スタンドアロン製品の動作フロー・チャート

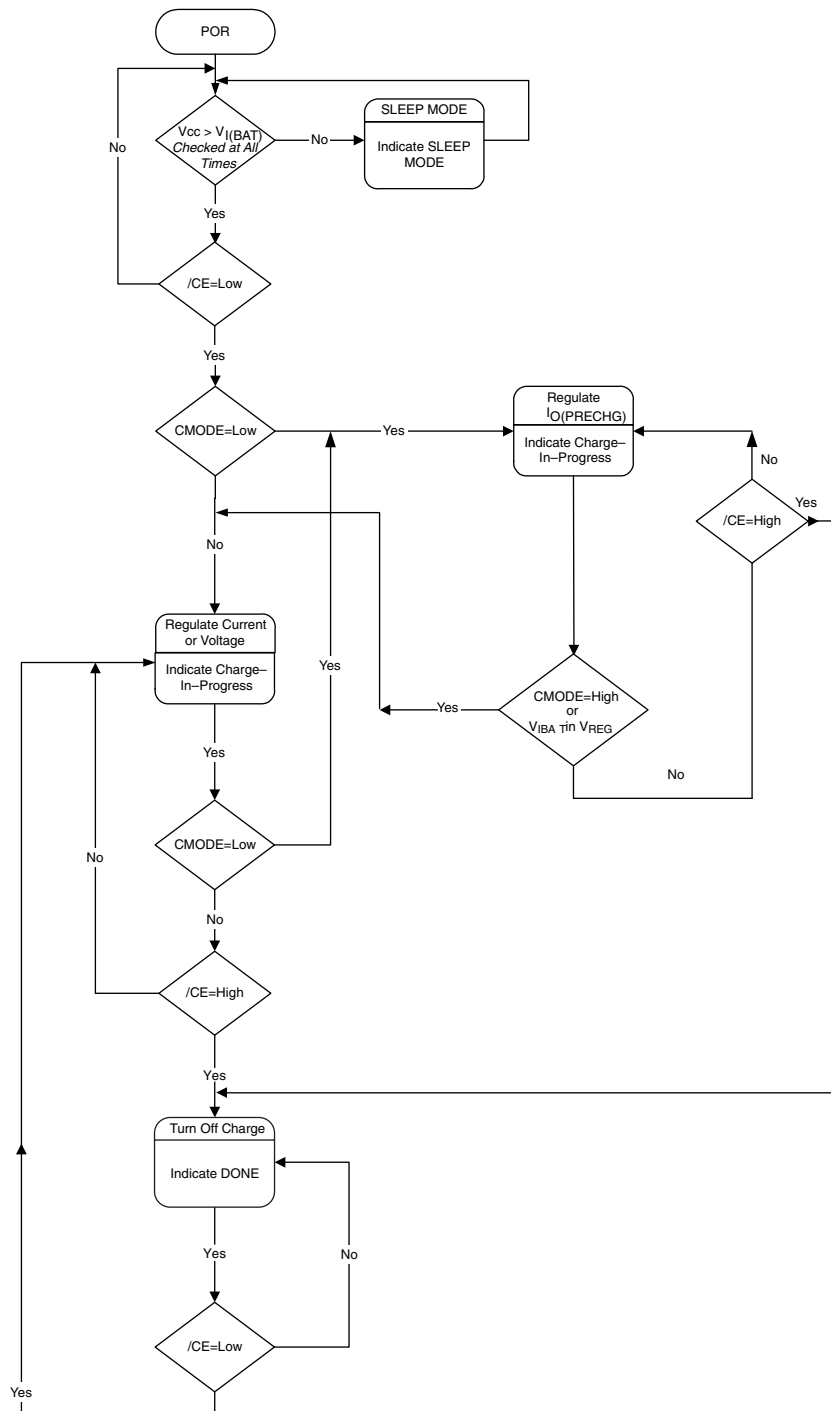


図 5. システム制御製品の動作フロー・チャート

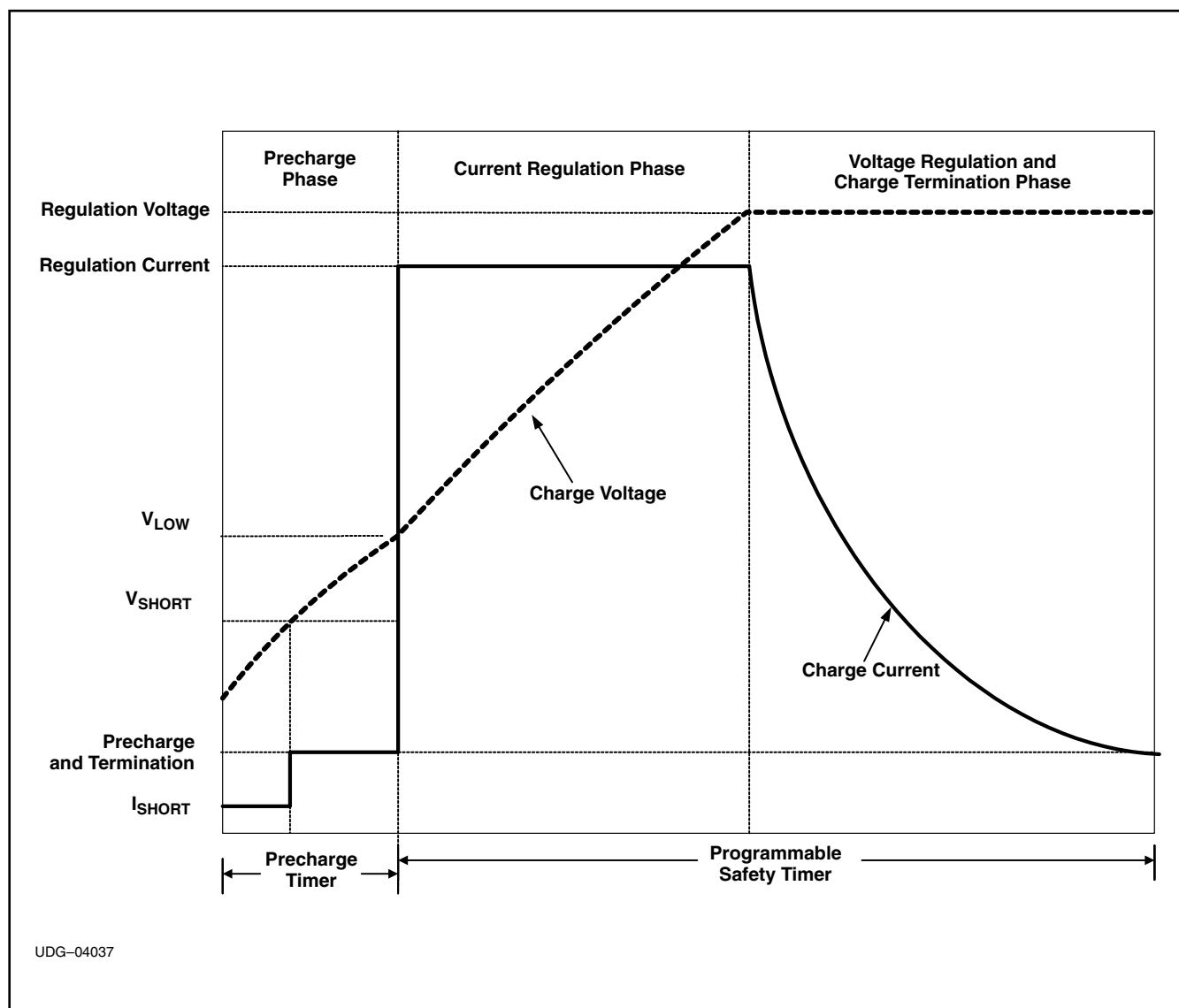


図 6. 標準的な充電プロファイル

## スタンドアロン製品の機能説明 (bq2410x)

bqSWITCHER™は、1セル、2セル、または3セル・アプリケーション用の高精度のリチウム・イオン/リチウム・ポリマー充電システムをサポートします。図4および図5に動作フロー・チャート、図6に標準的な充電プロファイルを示します。

### 温度条件

bqSWITCHER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。この電圧は一般に、負温度係数 (NTC) サーミスタと外部の電圧デバイダによって生成されます。bqSWITCHERは、この電圧を内部スレッシュホールドと比較して、充電を許可するかどうかを決定します。充電サイクルを開始するには、バッテリー温度が

$V_{(LTF)} \sim V_{(HTF)}$  のスレッシュホールド範囲内にある必要があります。バッテリー温度がこの範囲外である場合、bqSWITCHERは充電を開始せず、バッテリー温度が  $V_{(LTF)} \sim V_{(HTF)}$  の範囲に収まるまで待ちます。充電サイクル中 (プリチャージおよび急速充電) も、バッテリー温度が  $V_{(LTF)} \sim V_{(TCO)}$  の範囲内である必要があります。バッテリー温度がこの範囲外になると、bqSWITCHERは充電を中断し、バッテリー温度が  $V_{(LTF)} \sim V_{(HTF)}$  の範囲に収まるまで待ちます。bqSWITCHERは、PWMをオフにしてタイマ値を保持した状態で充電を中断します (中断状態ではタイマがリセットされません)。外部抵抗デバイダに対するバイアスはVTSB出力から提供されていることに注意してください。TSピンに  $V_{(LTF)} \sim V_{(HTF)}$  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。

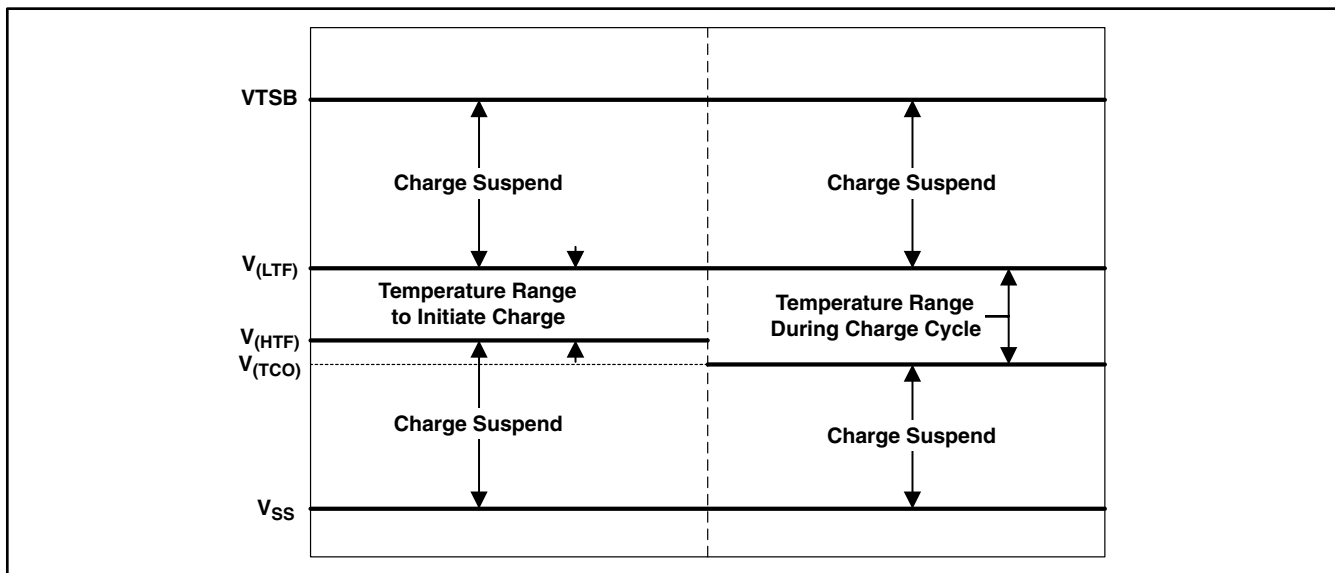


図 7. TSピンのスレッシュホールド

### バッテリーの予備充電(プリチャージ)

パワーアップ時にバッテリー電圧が $V_{LOWV}$ スレッシュホールドよりも低い場合、bqSWITCHERはバッテリーにプリチャージ電流 $I_{PRECHG}$ を供給します。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。予備充電期間中、bqSWITCHERは安全タイマ( $t_{PRECHG}$ )を起動します。タイマが切れるまでに $V_{LOWV}$ スレッシュホールドに達しなかった場合、bqSWITCHERは充電回路をオフにし、STATxピンをFAULTに設定します。FAULT状態では、bqSWITCHERは $I_{DETECT}$ まで電流を減少させます。 $I_{DETECT}$ は、バッテリー交換状態を検出するために使用されます。FAULT状態は、PORまたはバッテリー交換によってクリアされます。

プリチャージ電流の大きさ $I_{O(PRECHG)}$ は、ISET2ピンに接続されたプログラミング抵抗 $R_{(ISET2)}$ の値によって決定されます。

$$I_{O(PRECHG)} = \frac{K_{(ISET2)} \times V_{(ISET2)}}{(R_{(ISET2)} \times R_{(SNS)})} \quad (1)$$

ここで

- $R_{SNS}$  は、外部の電流センス抵抗です。
- $V_{(ISET2)}$  は、ISET2ピンの出力電圧です。
- $K_{(ISET2)}$  は、V/Aゲイン係数です。
- $V_{(ISET2)}$  および $K_{(ISET2)}$  は、電気的特性の表で指定されています。

### バッテリー充電電流

バッテリー充電電流 $I_{O(CHARGE)}$ は、外部センス抵抗 $R_{(SNS)}$ と、ISET1ピンに接続された抵抗 $R_{(ISET1)}$ によって設定されます。

電流を設定するには、最初に $R_{(SNS)}$ の値を、この抵抗の両端のレギュレーション・スレッシュホールド $V_{IREG}$ に基づいて選択します。 $V_{IREG}=100\text{mV}$ から始めて、必要な $R_{SNS}$ 値を計算します。

$$R_{(SNS)} = \frac{V_{IREG}}{I_{OCHARGE}} \quad (2)$$

この値が標準のセンス抵抗値でない場合は、次に大きい値を選択します。選択した標準値を使用して、 $V_{IREG}$ を求めます。

$$V_{IREG} = R_{(SNS)} \times I_{OCHARGE} \quad (3)$$

そして、次の式に基づいて $R_{(ISET1)}$ を計算します。

$$R_{SET1} = \frac{K_{ISET1} \times V_{ISET1}}{I_{OCHARGE} \times R_{SNS}} = \frac{1000 \text{ V}}{V_{IREG}} \quad (4)$$

ここで

- $V_{IREG}$  は、 $R_{SNS}$ の両端のレギュレーション電圧です。
- $I_{OCHARGE}$  は、バッテリー充電電流です。
- $R_{SNS}$  は、外部の電流センス抵抗です。
- $V_{(ISET1)}$  は、ISET1ピンの出力電圧です。
- $K_{(ISET1)}$  は、V/Aゲイン係数です(電気的特性の表を参照)。

次に、このパラメータに対する詳細な設計手順と例を示します。

1. 充電電流を選択します。

例：

- $I_{\text{OCHARGE}} = 2 \text{ A}$
- $I_{\text{OPRECHG}} = 200 \text{ mA}$

2. センス抵抗値を選択します。センス抵抗の電力定格を超えないように注意してください。

例：

- $V_{\text{IREG}} = 100 \text{ mV}$  (100～200mVの範囲)
- $R_{\text{SNS}}$ を求める。  
 $R_{\text{SNS}} = V_{\text{IREG}} / I_{\text{OCHARGE}} = 100 \text{ mV} / 2 \text{ A} = 50 \text{ m}\Omega$
- $R_{\text{SNS}}$ が使用可能か調べる。等しい値を使用する(等しい値が使用できない場合は、使用可能な次の大きい値)。
- 消費電力を調べる。

$$P_{(\text{SNS})} = R_{(\text{SNS})} \times (I_{\text{OCHARGE}})^2$$

$$= 0.05 \Omega \times (2 \text{ A})^2 = 0.2 \text{ W} \quad (5)$$

- 定格0.25Wの0805または1206サイズを選択。

3.  $R_{(\text{ISET1})}$ を決定します。

- $V_{(\text{ISET1})} = 1 \text{ V}$
- $K_{(\text{ISET1})} = 1000 \text{ V/A}$

$$R_{(\text{ISET1})} = \frac{K_{(\text{ISET1})} \times V_{(\text{ISET1})}}{R_{(\text{SNS})} \times I_{\text{OCHARGE}}}$$

$$= \frac{1000 \text{ V/A} \times 1 \text{ V}}{0.05 \Omega \times 2 \text{ A}} = 10 \text{ k}\Omega \quad (6)$$

4.  $R_{(\text{ISET2})}$ を決定します。

- $V_{(\text{ISET2})} = 0.1 \text{ V}$
- $K_{(\text{ISET2})} = 1000 \text{ V/A}$

$$R_{(\text{ISET2})} = \frac{K_{(\text{ISET2})} \times V_{(\text{ISET2})}}{R_{(\text{SNS})} \times I_{\text{OPRECHG}}}$$

$$= \frac{1000 \text{ V/A} \times 0.1 \text{ V}}{0.05 \Omega \times 0.2 \text{ A}} = 10 \text{ k}\Omega \quad (7)$$

## バッテリー電圧レギュレーション

電圧レギュレーション帰還は、BATピンを通して行われます。この入力は、バッテリー・パックのプラス側に直接接続されています。bqSWITCHER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。bqSWITCHERには、2つの固定電圧製品があります。電圧は4.2Vおよび8.4Vで、CELLS入力によって選択されます。CELLS入力を“ロー”またはフローティングにすると、1セル・モード(4.2V)が選択され、“ハイ”にすると2セル・モードが選択されます。

出力電圧を調整可能なデバイス・オプションでは、電圧レギュレーション帰還はFBピンを通して行われます。バッテリー出力電圧とGNDの間に抵抗デバイスが使用されます。SNSを基準とした電流センスのために、BATピンはバッテリー出力電圧に直接接続したままです。

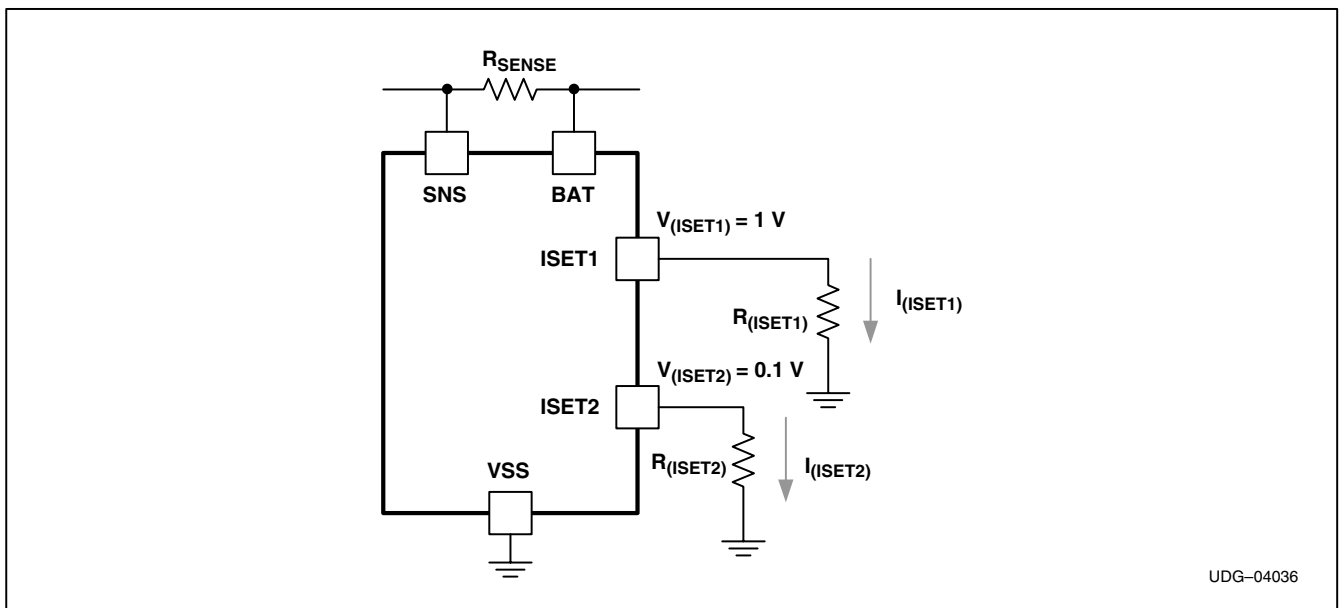


図 3.  $R_{(\text{ISET1})}$  および  $R_{(\text{ISET2})}$  による充電電流の設定

充電終了および再充電

bqSWITCHERは、電圧レギュレーション・フェーズ中に充電電流を監視します。終了スレッシュホールド (I<sub>TERM</sub>) が検出されると、bqSWITCHERは充電を終了します。終了電流レベルは、ISET2ピンに接続されたプログラミング抵抗R<sub>(ISET2)</sub>の値によって選択されます。

$$I_{\text{TERM}} = \frac{K_{(\text{ISET2})} \times V_{\text{TERM}}}{\left( R_{(\text{ISET2})} \times R_{(\text{SNS})} \right)}$$

(8)

ここで

- R<sub>(SNS)</sub> は、外部の電流センス抵抗です。
- V<sub>TERM</sub> は、ISET2ピンの出力電圧です。
- K<sub>(ISET2)</sub> は、A/Vゲイン係数です。
- V<sub>TERM</sub> およびK<sub>(ISET2)</sub> は、電気的特性の表で指定されています。

安全のために、bqSWITCHERはプログラマブルな充電タイマも備えています。充電時間は、TTCピンとGNDの間に接続されたキャパシタの値により、次の式を用いて設定します。

$$t_{\text{CHARGE}} = C_{(\text{TTC})} \times K_{(\text{TTC})}$$

(9)

ここで

- C<sub>(TTC)</sub> は、TTCピンに接続されたキャパシタです。
- K<sub>(TTC)</sub> は、乗数です。

次の条件のいずれかが満たされると、新しい充電サイクルが開始されます。

- バッテリ電圧がV<sub>RCH</sub>スレッシュホールドを下回る。
- パワーオン・リセット (POR) (バッテリ電圧がV<sub>RCH</sub>スレッシュホールドを下回っている場合)
- $\overline{\text{CE}}$ の切り替え
- TTCピン (下記参照)

充電終了機能および安全タイマをディスエーブルにするには、TTC入力をV<sub>TTC\_EN</sub>スレッシュホールドより低い値にします。このスレッシュホールドを上回ると、終了機能および安全タイマがイネーブルになり、タイマはリセットされます。TTCを“ハイ” (VTSB) に設定すると、安全タイマのみがディスエーブルになります。

スリープ・モード

回路からVCCを取り除くと、bqSWITCHERは低電力スリープ・モードに入ります。この機能により、VCCが接続されていないときにバッテリからの濡れ電流を防ぐことができます。

充電ステータス出力

オープン・ドレインのSTAT1およびSTAT2出力は、次の表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・ドレイン・トランジスタがオフであることを示します。

Charge State	STAT1	STAT2
Charge-in-progress	ON	OFF
Charge complete	OFF	ON
Charge suspend, timer fault, overvoltage, sleep mode, battery absent <sup>(1)</sup>	OFF	OFF

表 1. ステータス・ピンの状態一覧

(1) bq2411x ICは、タイマーエラーやバッテリ未接続モードは、備えていません。

Charge State	STAT1	STAT2
Battery absent	OFF	OFF
Charge-in-progress	ON	OFF
Charge complete	OFF	ON
Battery over discharge, $V_{I(BAT)} < V_{(SC)}$	ON/OFF (0.5 Hz)	OFF
Charge suspend, (due to TS pin and internal thermal protection)	ON/OFF (0.5 Hz)	OFF
Precharge timer fault	ON/OFF (0.5 Hz)	OFF
Fast charge timer fault	ON/OFF (0.5 Hz)	OFF
Sleep mode	OFF	OFF

表 2. ステータス・ピンの状態一覧 (bq24108のみ)

## PG出力

オープン・ドレインのPG (パワー・グッド) は、AC/DCアダプタ (つまり、 $V_{CC}$ ) が接続されていることを示します。スリープ・モード終了スレッシュホールド ( $V_{SLP-EXIT}$ ) が検出されると、出力がオンになります。スリープ・モードになると、出力はオフになります。PG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。

## CE入力 (充電イネーブル)

CEデジタル入力は、充電プロセスをディスエーブルまたはイネーブルにするために使用されます。このピンを“ロー”にすると充電がイネーブルになり、“ハイ” ( $V_{CC}$ ) にすると充電がディスエーブルになります。また、このピンが“ハイ”から

“ロー”に遷移すると、すべてのタイマおよびエラー状態がリセットされます。CEピンは、VTSB電圧にプルアップしないよう注意してください。パワーアップ時に問題が発生する場合があります。

## バッテリー未接続検出

バッテリー・パックの取り外し可能なアプリケーションのために、bqSWITCHERはバッテリー・パックの着脱を確実に検出するバッテリー未接続検出機能を備えています。

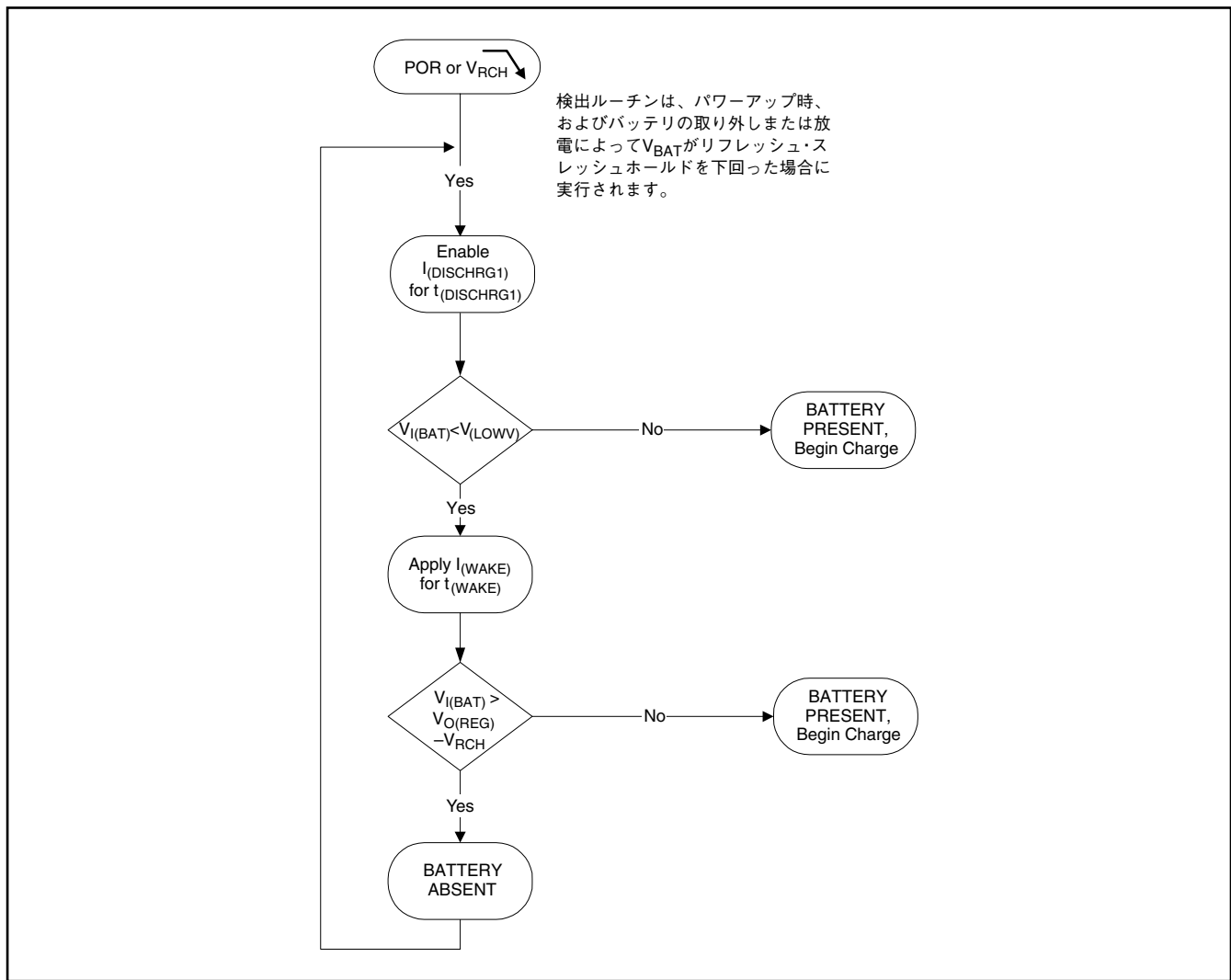


図 9. バッテリー未接続検出 (bq2410x ICのみ)

急速充電後は、充電されたバッテリーによって、BATピンの電圧が再充電スレッシュホールド (V<sub>RCH</sub>) 以上に保持されます。バッテリーへの負荷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、bqSWITCHER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<sub>DISCHRG1</sub>の間、検出電流 I<sub>DISCHRG1</sub>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<sub>LOWV</sub>)を下回っているかどうかを確認します。次に、時間 t<sub>WAKE</sub>の間、プリチャージ電流 I<sub>WAKE</sub>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。この電流の目的は、バッテリー・パックがbqSWITCHERに接続されていて、プロテクタがオープンになっている場合に、それを閉じるよう試みることです。

放電テストと充電テストの両方を通った場合、STAT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通らなかった場合は、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<sub>LOWV</sub>スレッシュホールドとV<sub>OREG</sub>スレッシュホールドの間で上昇と下降を繰り返します。

## タイマ・エラーからの復帰

図5に示すように、bqSWITCHERにはタイマ・エラー状態に対する復帰方法が用意されています。次にその概要を示します。

### 状態#1

$V_{I(BAT)}$ が再充電スレッショールド ( $V_{OREG} - V_{RCH}$ ) を上回っている状態でタイムアウト・エラーが発生

**復帰方法:** bqSWITCHERは、バッテリー電圧が再充電スレッショールドを下回るまで待ちます。この条件は、バッテリーへの負荷、自己放電、またはバッテリーの取り外しによって達成されます。バッテリーが再充電スレッショールドを下回ると、bqSWITCHERはエラーをクリアし、バッテリー未接続検出ルーチンを開始します。POR、 $\overline{CE}$ 、または $\overline{TTE}$ の切り替えによってもエラーがクリアされます。

### 状態#2

充電電圧が再充電スレッショールド ( $V_{RCH}$ ) を下回っている状態で、タイムアウト・エラーが発生

**復帰方法:** この状況では、bqSWITCHERが $I_{DETECT}$ 電流を印加します。この小電流は、バッテリー未接続状態を検出するために使用され、バッテリー電圧が再充電スレッショールドを下回っている間保持されます。バッテリー電圧が再充電スレッショールドを上回ると、bqSWITCHERは $I_{DETECT}$ 電流をディスエーブルにし、状態#1で説明した復帰方法を実行します。バッテリー電圧が再充電スレッショールドを下回ると、bqSWITCHERはエラーをクリアし、バッテリー未接続検出ルーチンを開始します。PORまたは $\overline{CE}$ の切り替えによってもエラーがクリアされます。

## 出力過電圧保護 (全製品共通)

bqSWITCHERには過電圧保護回路が内蔵され、バッテリーが急に取り外された場合など、バッテリー電圧が過度に上昇したときに、検出およびその他の部品を損傷から保護します。過電圧状態が検出されると、PWMおよびSTATxピンがオフになります。 $V_{IBAT}$ が再充電スレッショールド ( $V_{OREG} - V_{RCH}$ ) よりも低くなると、過電圧状態はクリアされます。

## システム制御製品の機能説明 (bq2411x)

充電管理をホスト・システムで制御するアプリケーション用に、bqSWITCHER (bq2411x) にはいくつかの制御機能が用意されています。次に、これらの機能について説明します。

### プリチャージおよび急速充電制御

CMODEピンを“ロー”にすると、bqSWITCHERはISET2ピンで設定されるプリチャージ・レートで充電を行います。CMODEピンを“ハイ”にすると、ISET1ピンで設定される急速充電レートで充電を行います。バッテリーが電圧レギュレーション・レベル ( $V_{OREG}$ ) に達すると、bqSWITCHERは、CMODE入力の状態に関係なく、電圧レギュレーション・フェーズに移行します。

### 充電終了および安全タイマ

システム制御用のbqSWITCHERでは、充電タイマと終了機能がディスエーブルになっています。ホスト・システムは、 $\overline{CE}$ 入力を使用して充電のイネーブルおよびディスエーブルを制御できます。過電圧状態が検出されると、充電プロセスが停止し、すべてのパワーFETがオフになります。

### インダクタ、キャパシタ、センス抵抗の選択ガイドライン

bqSWITCHERは、内部ループ補償を備えています。この機能により、LC共振周波数 ( $f_0$ ) が約16kHz (8kHz~32kHz) のときに最高の安定性が得られます。出力インダクタおよびキャパシタの値は、式 (10) を使用して計算できます。表2に、各種の充電レートに対する標準的な部品値を示します。

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \times \sqrt{L_{OUT} \times C_{OUT}}} \quad (10)$$

CHARGE CURRENT	0.5 A	1 A	2 A
Output inductor, $L_{OUT}$	22 $\mu$ H	10 $\mu$ H	4.7 $\mu$ H
Output capacitor, $C_{OUT}$	4.7 $\mu$ F	10 $\mu$ F	22 $\mu$ F (or 2 $\times$ 10 $\mu$ H) ceramic
Sense resistor, $R_{(SNS)}$	0.2 $\Omega$	0.1 $\Omega$	0.05 $\Omega$

表 3. 出力部品値

## 熱に関する考慮事項

SWITCHER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。

$$\theta_{(JA)} = \frac{T_J \times T_A}{P} \quad (11)$$

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

$\theta_{JA}$ の測定および計算に大きな影響を与える要素には、次のものがあります。

- 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。これは、次の式で計算できます。

$$P = [V_{in} \times I_{in} - V_{bat} \times I_{bat}]$$

リチウム・イオン/リチウム・ポリマー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6を参照)

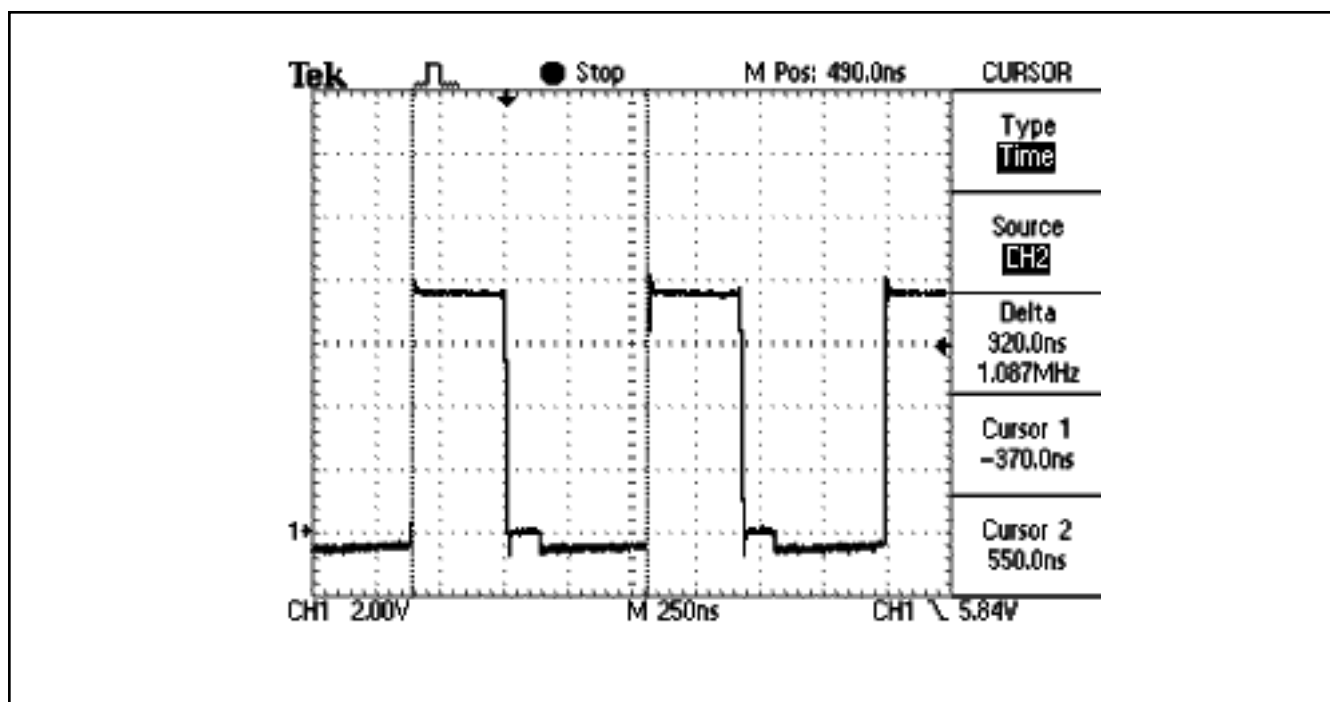
## PCBレイアウトに関する考慮事項

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、入力とPGNDの間に接続する電源入力キャパシタを、bqSWITCHERにできるだけ近づけて配置する必要があります。出力インダクタはICのすぐ上に配置し、出力キャパシタはこのインダクタと、ICのPGNDとの間に接続します。この目的は、OUTピンからLCフィルタを経由してGNDピンに戻る電流パス・ループ領域を最小にすることです。センス抵抗は、インダクタと出力キャパシタの接合部に隣接して配置します。 $R_{sns}$ からICに戻るセンス・リードは、互いに近づけて配置(ループ領域を最小化)するか、隣接する層内で互いに重なるよう配置します(センス・リードは高電流パスを通らないようにしてください)。長い(インダクタンスの大きな)バッテリー・リードを使用する場合は、センス抵抗の先にオプシオンのキャパシタを使用してください。

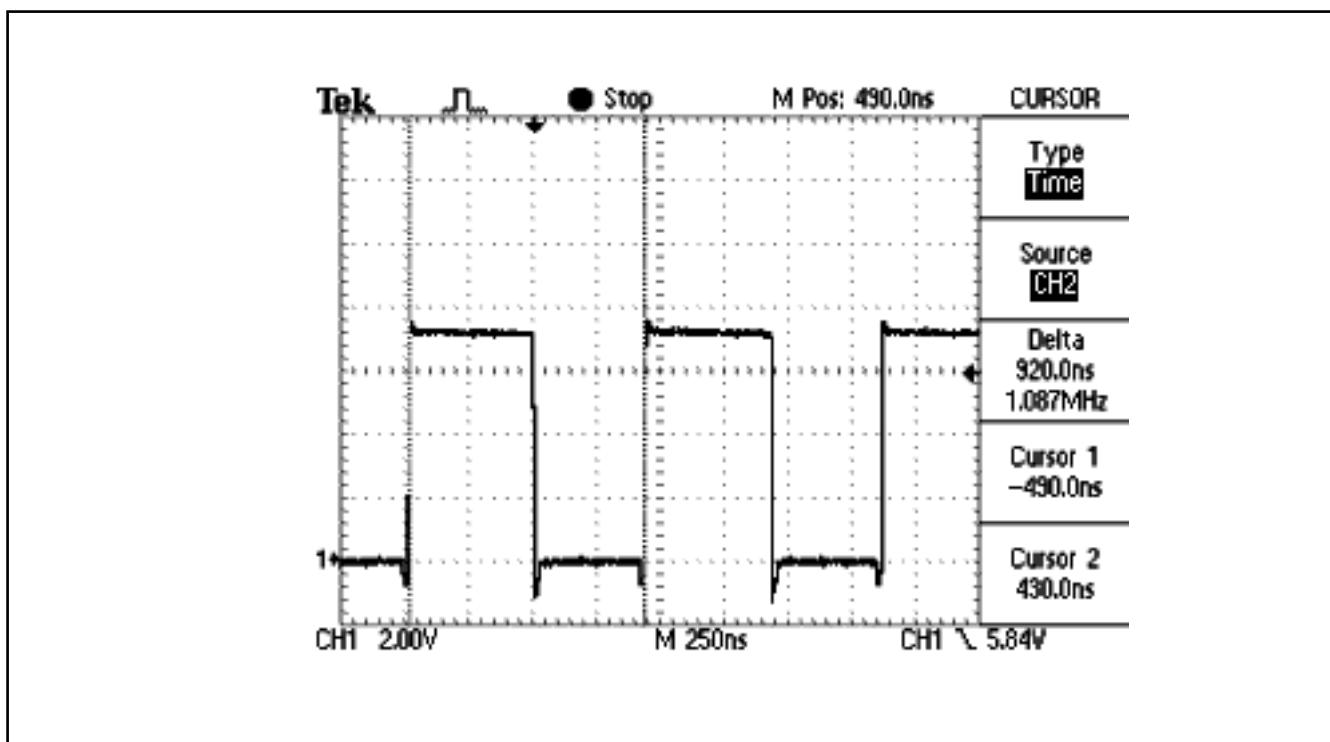
- すべての小信号部品( $C_{TTC}$ 、RSET1/2、TS)は、対応するICピンに近づけて配置します(電源段電流のパスを横切るような配置は避けてください)。すべての小制御信号は、高電流パスから離して配線してください。
- PWBには、ビアを介してすべての部品のリターンに直接接続されたグラウンド・プレーン(リターン)が必要です(電源段キャパシタ1個あたり3つのビア、IC PGNDに対して3つのビア、小信号部品についてキャパシタ1個あたり1つのビア)。一般には、スター・グラウンド設計を使用して、回路ブロックの電流を分離(高-電源/低-小信号)することで、ノイズ・カップリングとグラウンド・バウンスの問題を軽減します。この設計には1つのグラウンド・プレーンを使用すると良い結果が得られます。この小さなレイアウトと1つのグラウンド・プレーンにより、グラウンド・バウンスの問題はなくなり、部品の分離によって信号間のカップリングも最小限に抑えられます。
- 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。PGNDピンは、内部のローサイドFETを通して電流を戻すために、グラウンド・プレーンに接続する必要があります。ICのPowerPAD™に設けられたサーマル・ビアにより、リターン・パス接続が提供されます。
- bqSWITCHER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。ビアの数としては、6個以上の10~13milのビアを推奨します。これらをICのパワー・パッドに配置し、ビアを通してパワー・パッドをPWBの反対側のグラウンド・サーマル・プレーンに接続します。このプレーンは、 $V_{ss}$ およびICのPGNDと同じ電位にする必要があります。
- 適切なレイアウトの例については、ユーザ・ガイド(SLUU200)を参照してください。

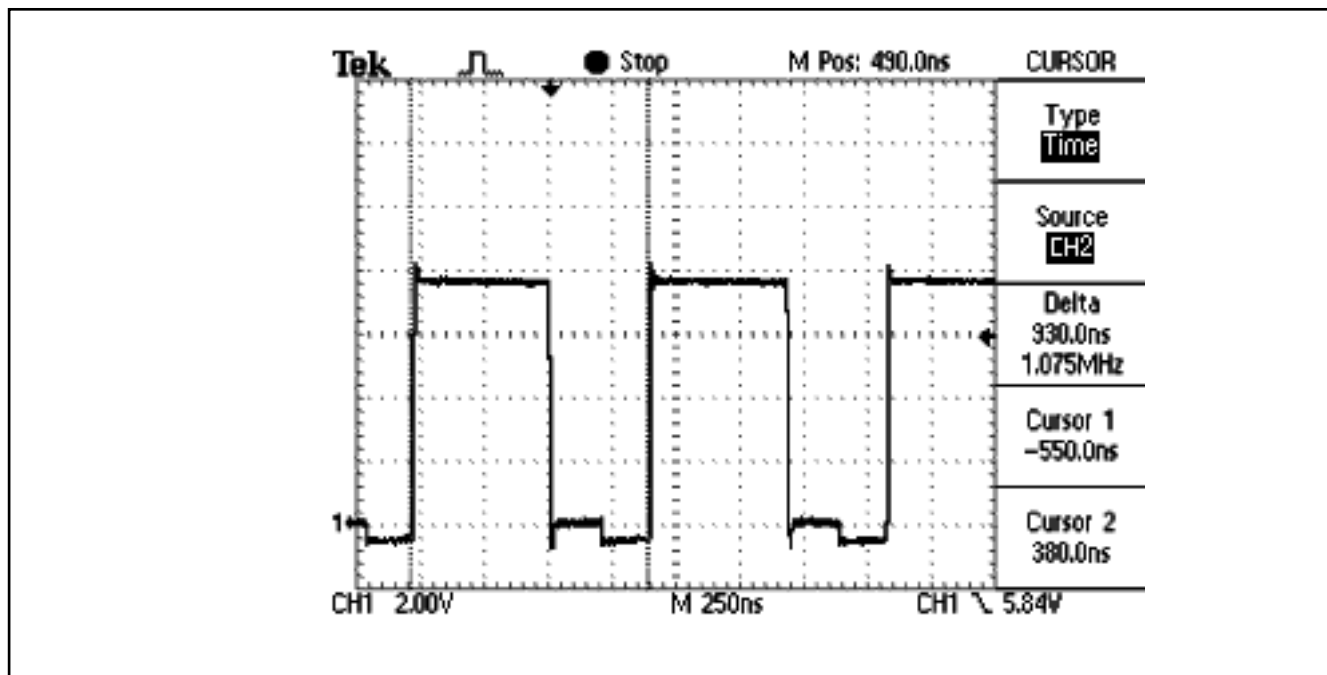
**波形：**すべての波形はLout(ICのOutピン)で測定されています。 $V_{IN} = 7.6V$ であり、3つの波形に対してバッテリーはそれぞれ2.6V、3.5V、4.2Vに設定されています。コンバータの上部スイッチがオンの場合、波形は7.5V付近であり、オフの場合はグラウンド付近になります。スイッチング・エッジでのリングングが小さいことに注意してください。これは、緊密なレイアウト(ループ領域を最小化)、インダクタのシールド(閉コア)、および低誘導性スコープのグラウンド・リードの使用(短く、ループが最小)によるものです。



**プリチャージ：**プリチャージ時の電流は小さいので、下部同期FETはその最小オン時間経過後にオフになります。0V付近から-0.5Vまでのステップはこれによります。下部FETと上部FETがオフになると、下部FETの本体ダイオードを通して電流が流れるため、ダイオードでグラウンド電位以下への降下が起こります。最初の負のスパイクは下部FETをオンにするときの遅延であり、これによって上部FETがオフになるときの貫通電流を防いでいます。

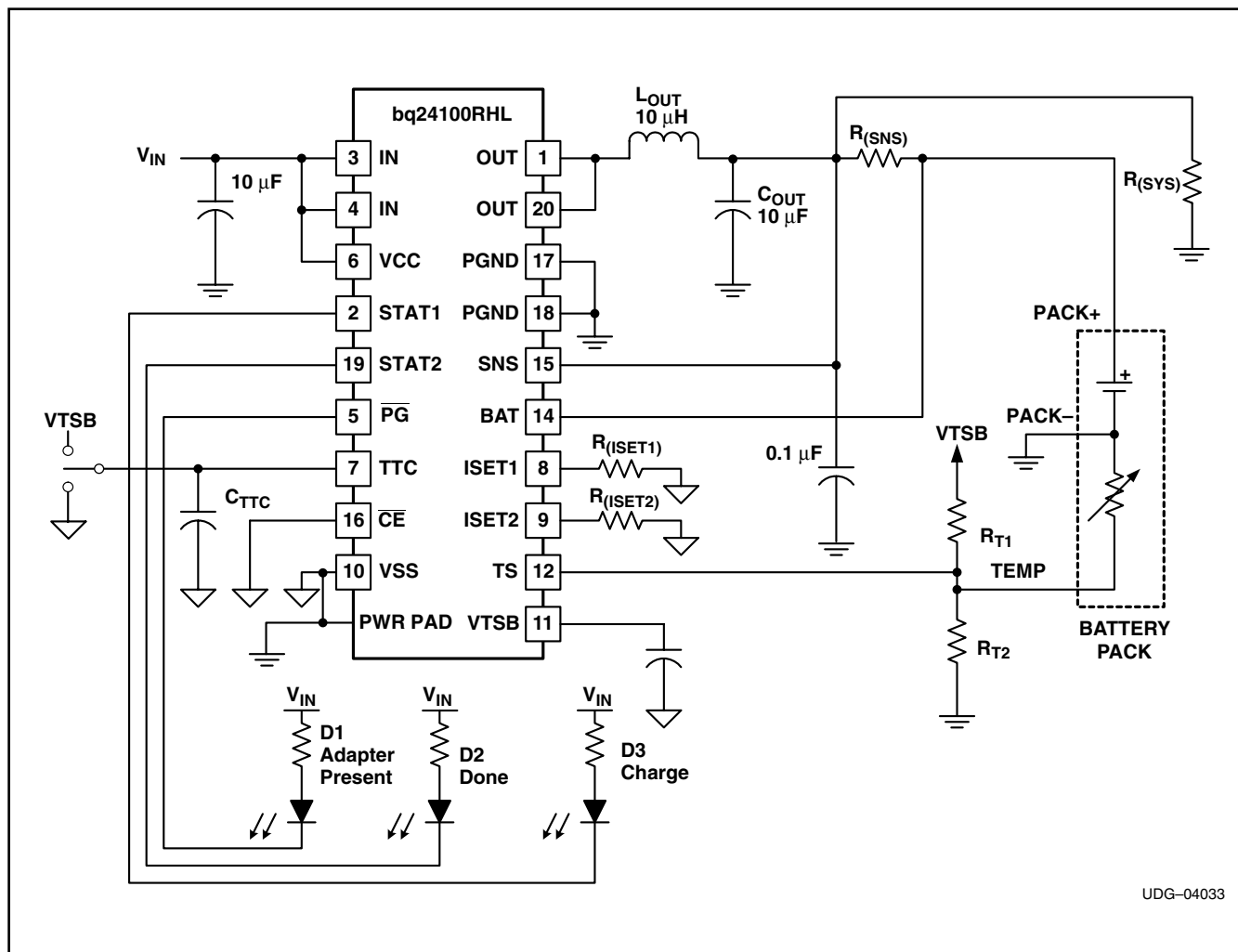
**急速充電：**この波形は、定電流フェーズでキャプチャしたものです。2つの負のスパイクは、上部と下部のFET間切り替え時の短い遅延によるものです。Break-Before-Make動作により、貫通電流を防ぎ、Break時に本体ダイオードがグラウンド電位以下に降下します。





電圧レギュレーション期間中と満充電間際の充電：この波形はプリチャージ波形に似ていることに注意してください。違いは、バッテリー電圧が高いためにデューティ・サイクルがわずかに大きいことです。プリチャージ時よりも電流負荷が大きいため、

下部FETのオン時間が長くなります。同期FETがディスエーブルされるスレッシュホールド電流までインダクタ電流が下降するのに時間がかかります。



bqSWITCHERは、スタンドアロンのバッテリー充電回路として設計されていますが、いくつかの小さな問題を考慮することで、システム負荷への電源供給に簡単に応用できます。

#### 利点：

1. 充電回路コントローラは、電流センス抵抗を流れる電流にのみ基づいて動作し（それによってブリチャージ、定電流、および終了がすべて適切に機能）、システム負荷には影響されません。
2. 入力電圧は、高い効率で、使用可能なシステム電圧に変換されています。
3. バッテリーへの電源ソースを切り替えるために追加の外部FETは必要ありません。
4. TTCピンをグランドに接続することで、終了機能をディスエーブルにし、コンバータを連続稼働してバッテリーをフル充電に保つことができます。または、バッテリーがフルになったらスイッチング回路を終了させ、センス抵抗を介してバッテリーで動作させることもできます。

#### その他の問題：

1. システム負荷電流が大きい（ $\geq 1A$ ）場合、バッテリー・インピーダンスでのIR降下により、バッテリー電圧がリフレッシュ・スレッシュホールドを下回り、新しく充電が開始されます。その後、充電回路は充電電流が低いために終了します。したがって、充電回路は充電と終了を繰り返します。負荷が小さい場合、バッテリーはリフレッシュ・スレッシュホールドになるまで放電する必要があるため、繰り返しサイクルはずっと遅くなります。TTCピンをグランドに接続するとコンバータが動作し続けることに注意してください。
2. TTCをグランドに接続すると、バッテリーは4.2Vに保持されます（フル充電されたバッテリーを無負荷で放置するのとあまり変わらない状態）。
3. センス抵抗を通してシステムに放電すると、効率が2%～3%低下します。

## PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package   Pins	Package qty   Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
<a href="#">BQ24100RHRLR</a>	Active	Production	VQFN (RHL)   20	3000   LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	CIA
BQ24100RHRLR.B	Active	Production	VQFN (RHL)   20	3000   LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	CIA
BQ24100RHRLR1G4	Active	Production	VQFN (RHL)   20	3000   LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	CIA
BQ24100RHRLR1G4.B	Active	Production	VQFN (RHL)   20	3000   LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	CIA
<a href="#">BQ24103RHRLR</a>	Active	Production	VQFN (RHL)   20	3000   LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	CID
BQ24103RHRLR.B	Active	Production	VQFN (RHL)   20	3000   LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	CID
<a href="#">BQ24105RHRLR</a>	Active	Production	VQFN (RHL)   20	3000   LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	CIF
BQ24105RHRLR.B	Active	Production	VQFN (RHL)   20	3000   LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	CIF
BQ24105RHRLR1G4	Active	Production	VQFN (RHL)   20	3000   LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	CIF
BQ24105RHRLR1G4.B	Active	Production	VQFN (RHL)   20	3000   LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	CIF
<a href="#">BQ24108RHRLR</a>	Active	Production	VQFN (RHL)   20	3000   LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	CIU
BQ24108RHRLR.B	Active	Production	VQFN (RHL)   20	3000   LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	CIU
BQ24108RHRLRG4	Active	Production	VQFN (RHL)   20	3000   LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	CIU
BQ24108RHRLRG4.B	Active	Production	VQFN (RHL)   20	3000   LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	CIU
<a href="#">BQ24113RHRLR</a>	Active	Production	VQFN (RHL)   20	3000   LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	CIJ
BQ24113RHRLR.B	Active	Production	VQFN (RHL)   20	3000   LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	CIJ
BQ24113RHRLR1G4	Active	Production	VQFN (RHL)   20	3000   LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	CIJ
BQ24113RHRLR1G4.B	Active	Production	VQFN (RHL)   20	3000   LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	CIJ
<a href="#">BQ24115RHRLR</a>	Active	Production	VQFN (RHL)   20	3000   LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	CIL
BQ24115RHRLR.B	Active	Production	VQFN (RHL)   20	3000   LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	CIL

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

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

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

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

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

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

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

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

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

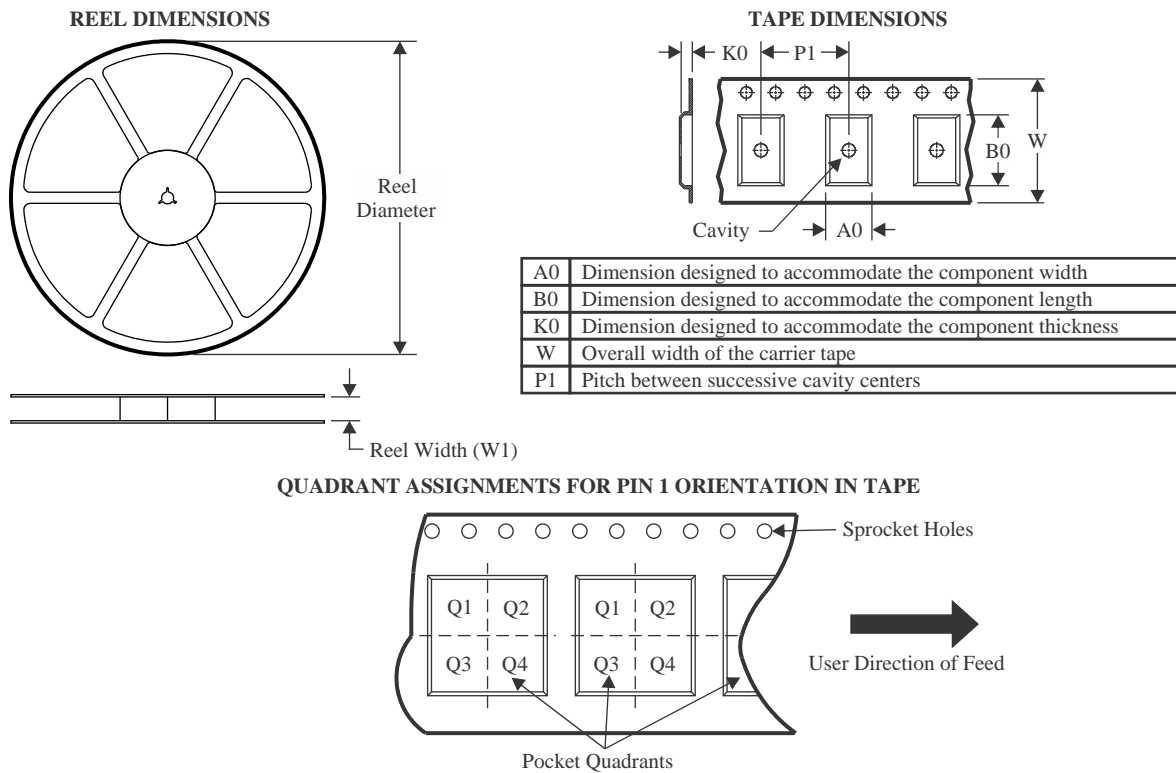
**OTHER QUALIFIED VERSIONS OF BQ24105 :**

- Automotive : [BQ24105-Q1](#)

NOTE: Qualified Version Definitions:

- Automotive - Q100 devices qualified for high-reliability automotive applications targeting zero defects

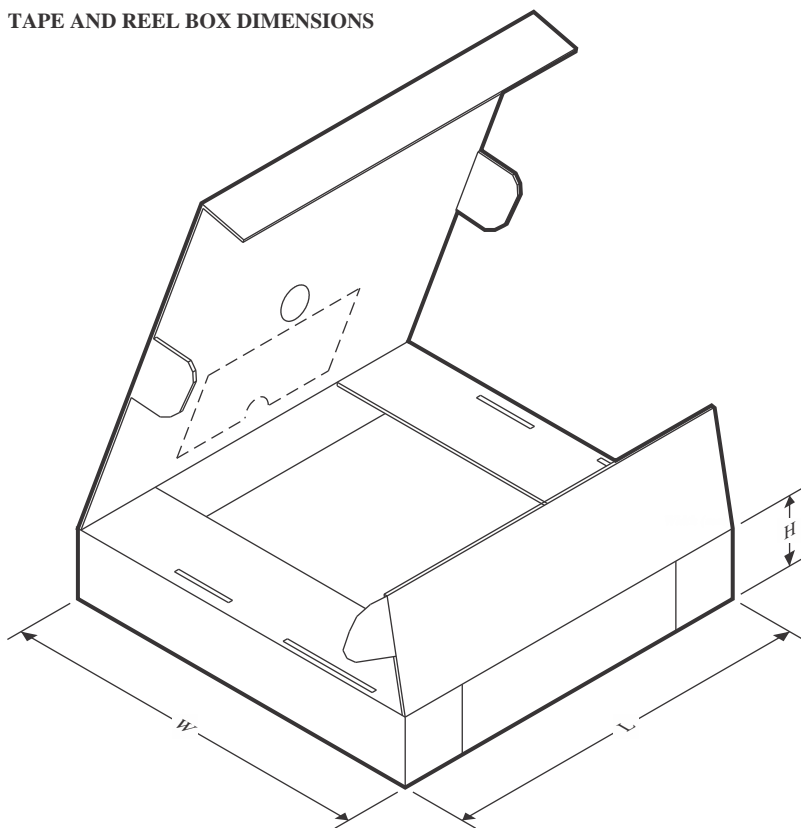
## TAPE AND REEL INFORMATION



\*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
BQ24100RHLR	VQFN	RHL	20	3000	330.0	12.4	3.71	4.71	1.1	8.0	12.0	Q1
BQ24100RHLR1G4	VQFN	RHL	20	3000	330.0	12.4	3.71	4.71	1.1	8.0	12.0	Q1
BQ24103RHLR	VQFN	RHL	20	3000	330.0	12.4	3.71	4.71	1.1	8.0	12.0	Q1
BQ24105RHLR	VQFN	RHL	20	3000	330.0	12.4	3.71	4.71	1.1	8.0	12.0	Q1
BQ24105RHLR1G4	VQFN	RHL	20	3000	330.0	12.4	3.71	4.71	1.1	8.0	12.0	Q1
BQ24108RHLR	VQFN	RHL	20	3000	330.0	12.4	3.71	4.71	1.1	8.0	12.0	Q1
BQ24108RHLRG4	VQFN	RHL	20	3000	330.0	12.4	3.71	4.71	1.1	8.0	12.0	Q1
BQ24113RHLR	VQFN	RHL	20	3000	330.0	12.4	3.71	4.71	1.1	8.0	12.0	Q1
BQ24113RHLR1G4	VQFN	RHL	20	3000	330.0	12.4	3.71	4.71	1.1	8.0	12.0	Q1
BQ24115RHLR	VQFN	RHL	20	3000	330.0	12.4	3.71	4.71	1.1	8.0	12.0	Q1

## TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



\*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
BQ24100RHRLR	VQFN	RHL	20	3000	353.0	353.0	32.0
BQ24100RHRLR1G4	VQFN	RHL	20	3000	353.0	353.0	32.0
BQ24103RHRLR	VQFN	RHL	20	3000	353.0	353.0	32.0
BQ24105RHRLR	VQFN	RHL	20	3000	353.0	353.0	32.0
BQ24105RHRLR1G4	VQFN	RHL	20	3000	353.0	353.0	32.0
BQ24108RHRLR	VQFN	RHL	20	3000	353.0	353.0	32.0
BQ24108RHRLRG4	VQFN	RHL	20	3000	353.0	353.0	32.0
BQ24113RHRLR	VQFN	RHL	20	3000	353.0	353.0	32.0
BQ24113RHRLR1G4	VQFN	RHL	20	3000	353.0	353.0	32.0
BQ24115RHRLR	VQFN	RHL	20	3000	353.0	353.0	32.0

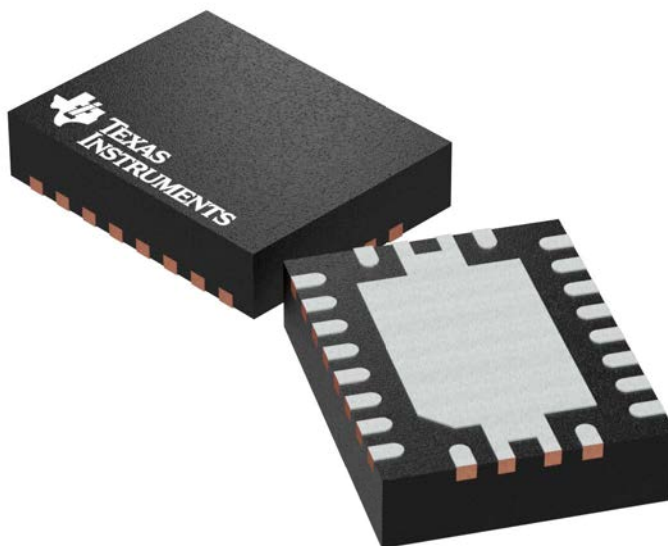
## GENERIC PACKAGE VIEW

**RHL 20**

**VQFN - 1 mm max height**

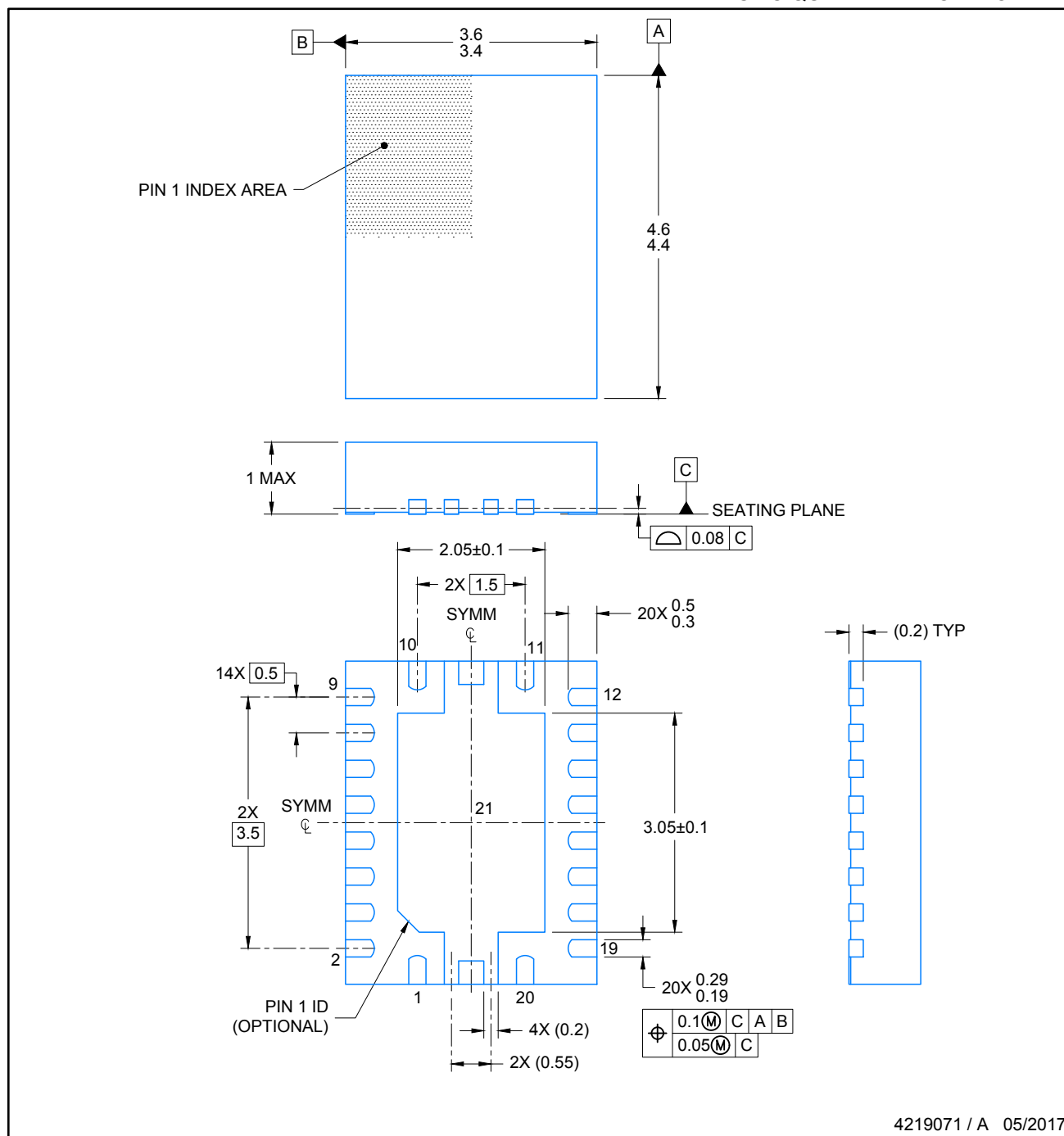
**3.5 x 4.5 mm, 0.5 mm pitch**

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



Images above are just a representation of the package family, actual package may vary.  
Refer to the product data sheet for package details.

4205346/L



4219071 / A 05/2017

## NOTES:

1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.

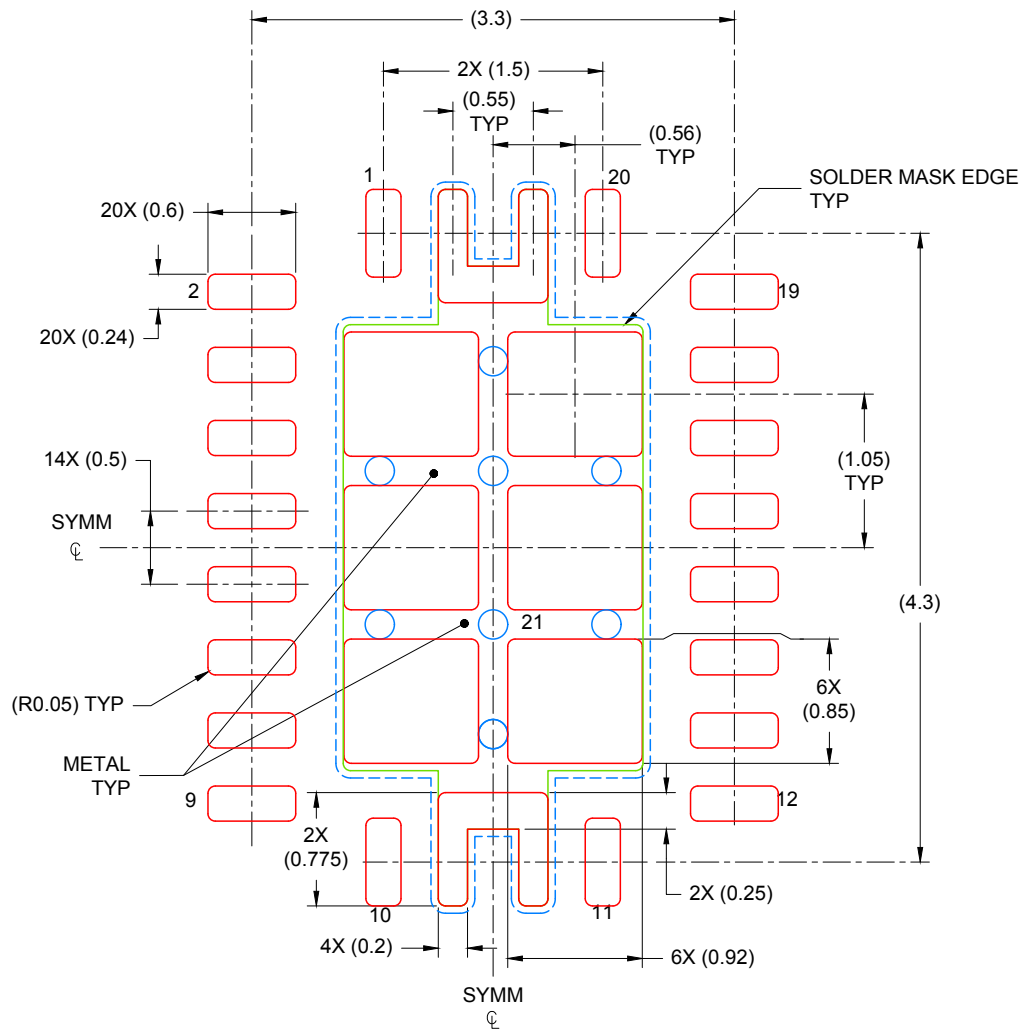
**VQFN - 1 mm max height**

The diagram illustrates two methods for defining a solder mask opening on a PCB:

- NON SOLDER MASK DEFINED (PREFERRED):** This method shows a rectangular opening in the solder mask. The opening is defined by a blue line (metal) and a green line (solder mask). The distance between the metal and the solder mask is labeled "0.07 MAX ALL AROUND". The area inside the opening is labeled "EXPOSED METAL". The area outside the opening is labeled "SOLDER MASK OPENING". The area between the metal and the solder mask is labeled "METAL".
- SOLDER MASK DEFINED:** This method shows a rectangular opening in the solder mask. The opening is defined by a blue line (metal) and a green line (solder mask). The distance between the metal and the solder mask is labeled "0.07 MIN ALL AROUND". The area inside the opening is labeled "EXPOSED METAL". The area outside the opening is labeled "SOLDER MASK OPENING". The area between the metal and the solder mask is labeled "METAL UNDER SOLDER MASK".

4219071 / A 05/2017

4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 ([www.ti.com/lit/slua271](http://www.ti.com/lit/slua271)).
5. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.
6. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.



## SOLDER PASTE EXAMPLE BASED ON 0.1mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD  
75% PRINTED COVERAGE BY AREA  
SCALE: 20X

4219071 / A 05/2017

NOTES: (continued)

7. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations..

## 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](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 © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月