

# ワンチップ充電/システム・パワーパス・マネージメントIC(bqTINY™-III)

## 特長

- 小型QFNパッケージ (3.5mm x 4.5mm)
- 1セルのリチウム・イオンまたはリチウム・ポリマー・バッテリーを使った携帯機器に最適
- ダイナミック・パワーパス・マネージメント(DPPM)機能によりACアダプタまたはUSBポートから同時にシステムへの電源供給とバッテリーの充電が可能
- パワー・サブルメント・モードによりバッテリーがUSBまたはACの電力不足時システムへ電力を補完
- 自動電源選択機能 (ACアダプタまたはUSB)
- USBを電源としたとき電流制限を100mA/500mAから選択可能
- トータル電流最大2Aまで対応
- 3.3V出力のLDOを内蔵
- 充電時コントロール用サーマル・レギュレーション機能
- 充電/異常状態を報告するLEDまたはシステム・インターフェイス用充電ステータス出力
- 逆電流防止、短絡保護、サーマルシャットダウン機能

- パワーグッド (ACアダプタ/USBポートあり) ステータス出力

● 充電電圧のオプション: 4.2Vまたは4.36V

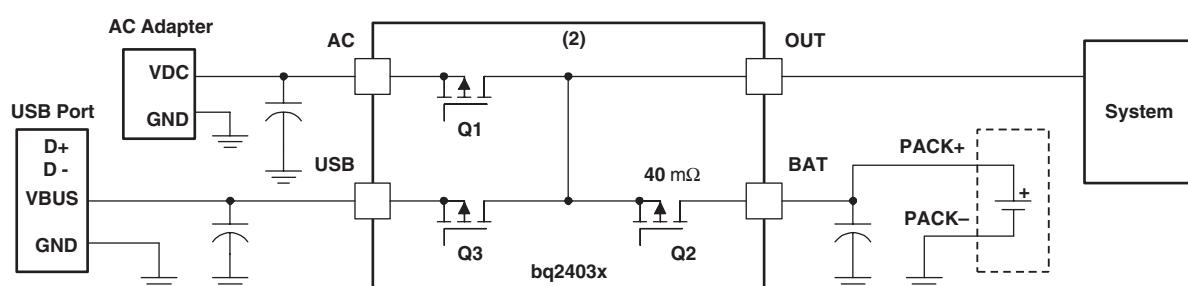
## アプリケーション

- スマートフォン、PDA
- MP3プレーヤー
- デジタル・カメラ、携帯機器
- インターネット・アプライアンス

## 概要

bqTINY™-IIIシリーズは、小型化が要求される携帯機器を対象としたリチウム・イオンのリニア方式チャージャとシステム・パワーパス・マネージメント機能を集積したデバイスです。bqTINY-IIIシリーズは、USBポート/ACアダプタの電源を自動的に選択をするパワーパス・マネージメント、パワーFET/電流センサ、高精度の電流/電圧レギュレーション、充電ステータス出力、充電終了検出の機能をワンチップに内蔵しています。

## POWER FLOW DIAGRAM<sup>(1)</sup>



UDG-04082

(1) See Figure 2 and functional block diagram for more detailed feature information.

(2) P-FET back gate body diodes are disconnected to prevent body diode conduction.

bqTINY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。

bqTINY-IIIはバッテリーを充電すると同時にシステムにも電源を供給します。この機能により、バッテリーの充放電を行う回数を低減し、充電終了の検出が精度よく行われ、また、バッテリーが挿入されていなくても、あるいは、バッテリーが劣化していてもシステムを動作できます。また、この機能により放電が進んだバッテリーが挿入されている場合でも外部電源からシステムへ電源が供給できます。このICの設計はAC、USB、バッテリーからの電源が利用可能な場合システムへ継続的に電源を供給することに重点を置いています。

パワー・セレクト・ピン、PSEL入力電源(主電源がACまたはUSB)の優先順位を設定します。主電源が使用できない場合、ICは次に設定された電源(主電源がACの場合はUSB)または、両電源も使用できない場合はバッテリーに自動的に切り替えます。PSELが“L”レベルに設定されれば、USB入力が主電源となり最初に選択され、もしUSBが利用できなければACが選択されますが(利用可能であれば)、ただしこのとき(ACを使う場合)、USBの場合の電流制限(100mA/500mA Max)がACの場合にも適用されます。この機能(PSEL)により、電源の入力コネクタを1つにすることが出来ます。このときホスト側が接続される電源(ACアダプタまたはUSBポート)によってPSELピンの切り替え(“H”、“L”)る必要があります。

bq24038には $\overline{\text{USBP}}$ Gピンの代わりにVBSELピンが用意されており、ユーザーが充電電圧を選択することができます。そのピンに加え $\overline{\text{ACPG}}$ ピンも $\overline{\text{PG}}$ ピンに変更されています。 $\overline{\text{PG}}$ ピンはAC電源またはUSB電源のいずれかが検出された時アクティブ“L”レベルになります。

ISET1ピンは抵抗によりバッテリーの急速充電用定電流レベルをプログラムします。通常のAC電源動作時、入力電源はOUTピン(システム)とBATピンの両方に電源を供給します。入力電源に電流制限させたり、入力電源やシステム電圧を低下させたりするようなピークまたは過負荷に対してDPPM機能は、システム電圧の低下を防ぐために、充電電流を減少させます。この機能により、大きなピークの過渡負荷ではなく平均負荷( $I_{\text{SYS-AVG}} + I_{\text{BAT-PM}}$ )をもとに低い電流定格のアダプタを選択することができます。



## 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、取扱いと保存を行な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。

## ご発注の手引き<sup>(1)</sup>

T <sub>A</sub>	BATTERY VOLTAGE (V)	OUT PIN FOR AC INPUT CONDITIONS	PART NUMBER <sup>(2)(3)</sup>	STATUS	PACKAGE MARKING
-40°C to 125°C	4.2	Regulated to 6 V <sup>(4)</sup>	bq24030RHLR	Released	ANB
	4.2	Regulated to 4.4 V <sup>(4)</sup>	bq24032ARHLR	Released	BPE
	4.2	Cut off for AC over voltage <sup>(5)</sup>	bq24035RHLR	Released	ANA
	4.2	Cut off for AC over voltage <sup>(5)</sup>	bq24039RHLR	Preview	ANH
	4.2/4.36 Selectable	Regulated to 4.4 V	bq24038HLR	Released	BOW

(1) 最新のパッケージ及び発注情報については、このデータシートの終わりの添付パッケージ・オプションまたは、TIホームページwww.ti.comを参照してください。

(2) RHLパッケージはテープ/リールのみで供給されており、数量はリール当たり3000個です。

(3) この製品はRoHS(特定有害物質使用制限指令)に準拠しており、鉛濃度は総製品重量の0.1%を越えません。また、特に無鉛はんだ実装工程での使用に適しています。さらに、この製品は総製品重量の0.1%を越えるハロゲン、臭素(Br)、アンチモン(Sb)を含まないパッケージ材を使用しています。

(4) AC <  $V_{O(\text{OUT-REG})}$  の場合、ACはP-FET(Q1)によりOUTピンに接続されます。

(5) AC >  $V_{(\text{CUT-OFF})}$  の場合、P-FETはOUTピンをACから切断します。

## 絶対最大定格<sup>(1)</sup>

動作温度範囲内(特に記述のない限り)

		bq24030, bq24032A, bq24035, bq24038
Input voltage	AC (DC voltage wrt (with respect to) VSS) USB (DC voltage wrt VSS)	-0.3 V to 18 V -0.3 V to 7 V
Input voltage	BAT, CE, DPPM, ACPG, PSEL, OUT, ISET1, ISET2, ISET3, STAT1, STAT2, TS, USBPG, PG, VBSEL (all DC voltages wrt VSS)	-0.3 V to 7 V
Input voltage	LDO (DC voltage wrt VSS)	-0.3 V to $V_{O(OUT)} + 0.3$ V
Input current	TMR	-0.3 V to $V_{O(LDO)} + 0.3$ V
Input current	AC USB	3.5 A 1000 mA
Output current	OUT BAT <sup>(2)</sup>	4 A -4 A to 3.5 A
Output source current (in regulation at 3.3 V LDO)	LDO	30 mA
Output sink current	ACPG, STAT1, STAT2, USBPG, PG	1.5 mA
Storage temperature range, $T_{stg}$		-65°C to 150°C
Junction temperature range, $T_J$		-40°C to 150°C
Lead temperature (soldering, 10 seconds)		300°C

(1) 絶対最大定格以上のストレスは、製品に恒久的・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」に示された値を超える状態での本製品の機能動作を意味するものではありません。絶対最大定格の状態に長時間置くことは、本製品の信頼性に影響を与えることがあります。

(2) 負電流はBATピンに流れ込む電流として定義されます。

## 推奨動作条件

		MIN	MAX	UNIT
V <sub>CC</sub> (1)(2)	Supply voltage (from AC input)	4.35	16.00	V
	bq24030/2A/5, bq24038 at VBSEL = LOW bq24038 at VBSEL = HIGH	4.55	16	
V <sub>CC</sub>	Supply voltage (from USB input) <sup>(1)</sup>	4.35	6.0	
I <sub>AC</sub>	Input current, AC		2	A
I <sub>USB</sub>	Input current, USB		0.5	
T <sub>J</sub>	Operating junction temperature range	-40	125	°C

(1) V<sub>CC</sub>はAC入力またはUSB入力のうちの大きいほうで定義されます。

(2) 消費電力と接合部温度は最大V<sub>CC</sub>時で制限範囲内にあることを確認してください。

## 損失定格

PACKAGE	T <sub>A</sub> ≤ 40°C POWER RATING	DERATING FACTOR T <sub>A</sub> > 40°C	$\theta_{JA}$
20-pin RHL <sup>(1)</sup>	1.81 W	21 mW/°C	46.87 °C/W

(1) このデータはJEDEC High-Kボードを使用した場合のもので、露出したダイ・パッドはボード上の銅パッドに接続されています。  
また、このパッドは2x3のマトリクスのピアでグランド・プレーンに接続されています。

## 電気的特性

動作接合部温度範囲内 ( $0^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$ )、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>INPUT BIAS CURRENTS</b>						
$I_{CC(SPLY)}$	Active supply current, V <sub>CC</sub>	$V_{VCC} > V_{VCC(\min)}$	1	2	mA	
$I_{CC(SLP)}$	Sleep current (current into BAT pin)	$V_{I(AC)} < V_{(BAT)}, V_{(USB)} < V_{(BAT)}, 2.6 \text{ V} \leq V_{I(BAT)} \leq V_{O(BAT-REG)}$ , Excludes load on OUT pin	2	5	$\mu\text{A}$	
$I_{CC(AS-STDBY)}$	AC standby current	$V_{I(AC)} \leq 6\text{ V}$ , Total current into AC pin with chip disabled, Excludes all loads, CE = LOW, after $t_{(CE-HOLDOFF)}$ delay	200			
$I_{CC(USB-STDBY)}$	USB standby current	Total current into USB pin with chip disabled, Excludes all loads, CE = LOW, after $t_{(CE-HOLDOFF)}$ delay	200			
$I_{CC(BAT-STDBY)}$	BAT standby current	Total current into BAT pin with AC and/or USB present and chip disabled, Excludes all loads (OUT and LDO), CE=LOW, after $t_{(CE-HOLDOFF)}$ delay, $0^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 85^{\circ}\text{C}$ <sup>(1)</sup>	45	60		
$I_{IB(BAT)}$	Charge done current, BAT	Charge DONE, AC or USB supplying the load	1	5		
<b>HIGH AC CUTOFF MODE</b>						
$V_{CUT-OFF}$	Input ac cutoff voltage (bq24039 is product preview)	$V_{I(AC)} > 6.8 \text{ V}$ , AC FET (Q1) turns off, USB FET (Q3) turns on if USB power present otherwise BAT FET (Q2) turns on.	6.1	6.4	6.8	V
<b>LDO OUTPUT</b>						
$V_{O(LDO)}$	Output regulation voltage	Active only if AC or USB is present, $V_{I(OUT)} \geq V_{O(LDO)} + (I_{O(LDO)} \times R_{DS(on)})$	3.3		V	
	Regulation accuracy <sup>(2)</sup>		-5%	5%		
$I_{O(LDO)}$	Output current		20	mA		
$R_{DS(on)}$	On resistance	OUT to LDO	50	$\Omega$		
$C_{(OUT)}^{(3)}$	Output capacitance		1	$\mu\text{F}$		
<b>OUT PIN-VOLTAGE REGULATION</b>						
$V_{O(OUT-REG)}$	Output regulation voltage	bq24030	$V_{I(AC)} \geq 6 \text{ V} + V_{DO}$	6.0	6.3	V
		bq24032A	$V_{I(AC)} \geq 4.4 \text{ V} + V_{DO}$	4.4	4.5	
		bq24038	$VBSEL = \text{HIGH}$ or $VBSEL = \text{LOW}$ , $V_{I(AC)} > 4.4 \text{ V} + V_{DO}$	4.4	4.5	
<b>OUT PIN – DPPM REGULATION</b>						
$V_{(DPPM-SET)}$	DPPM set point <sup>(4)</sup>	$V_{DPPM-SET} < V_{OUT}$	2.6	5	V	
$I_{(DPPM-SET)}$	DPPM current source	AC or USB present	95	100	105	$\mu\text{A}$
SF	DPPM scale factor	$V_{(DPPM-REG)} = V_{(DPPM-SET)} \times SF$	1.139	1.150	1.162	
<b>OUT PIN – FET (Q1, Q3, AND Q2) DROP-OUT VOLTAGE (RDSon)</b>						
$V_{(ACDO)}$	AC to OUT dropout voltage <sup>(5)</sup>	$V_{I(AC)} \geq V_{CC(\min)}$ , PSEL = High, $I_{I(AC)} = 1 \text{ A}$ , $(I_{O(OUT)} + I_{O(BAT)})$	300	475	mV	
$V_{(USBDO)}^{(6)}$	USB to OUT dropout voltage	$V_{I(USB)} \geq V_{CC(\min)}$ , PSEL = Low, or no AC (bq24039), ISET2 = High $I_{I(USB)} = 0.4 \text{ A}$ , $(I_{O(OUT)} + I_{O(BAT)})$	140	180		
		$V_{I(USB)} \geq V_{CC(\min)}$ , PSEL = Low, or no AC (bq24039), ISET2 = Low $I_{I(USB)} = 0.08 \text{ A}$ , $(I_{O(OUT)} + I_{O(BAT)})$	28	36		
		$V_{I(USB)} \geq V_{CC(\min)}$ , ISET2 = ISET3 = HIGH, $I_{I(USB)} = 0.9 \text{ A}$ , $(I_{O(OUT)} + I_{O(BAT)})$ , bq24039 only	315	405	mV	

(1) これには内蔵LDOの静止電流が含まれています。

(2) スタンバイ・モード (CE = “L” レベル) では精度は±10%です。

(3) LDOの出力コンデンサは不要ですが、0.1μFのものを推奨します。

(4)  $V_{(DPPM-SET)}$ は出力電圧 $V_{(DPPM-REG)}$ をコントロールする倍率で増大します。

(5) ドップアウト電圧 $V_{DO(max)}$ はFETの $R_{DS(on)}$ とドレイン電流の関数です。ドップアウト電圧は電流の増加に比例して増加します。

(6) USB FET Q3の $R_{DS(on)}$ は、 $I_{I(USB)} \leq I_{I(USB-MIN)}$ の時  $(V_{USB} - V_{OUT}) / (I_{OUT} + I_{BAT})$  で求められます (FETは完全にオンで、レギュレーション中ではありません)。

## 電気的特性

動作接合部温度範囲内 ( $0^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$ )、推奨電源電圧範囲(特に記述のない限り)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT			
$V_{(\text{BATDO})}$		$V_{(\text{BAT})} \geq 3\text{ V}$ , $I_{(\text{BAT})} = 1.0\text{ A}$ , $V_{\text{CC}} < V_{(\text{BAT})}$	40		100	mV			
<b>OUT PIN - BATTERY SUPPLEMENT MODE</b>									
$V_{(\text{BSUP1})}$	Enter battery supplement mode (battery supplements OUT current in the presence of input source)	$V_{(\text{BAT})} > 2\text{ V}$	$V_{(\text{OUT})} \leq V_{(\text{BAT})} - 60\text{ mV}$	$V$					
$V_{(\text{BSUP2})}$	Exit battery supplement mode	$V_{(\text{BAT})} > 2\text{ V}$	$V_{(\text{OUT})} \geq V_{(\text{BAT})} - 20\text{ mV}$						
<b>OUT PIN - SHORT CIRCUIT</b>									
$I_{(\text{OSH1})}$	BAT to OUT short circuit recovery	Current source between BAT to OUT for short circuit recovery to $V_{(\text{OUT})} \leq V_{(\text{BAT})} - 200\text{mV}$	10		mA				
$R_{(\text{SHAC})}$	AC to OUT short circuit limit	$V_{(\text{OUT})} \leq 1\text{ V}$	500		$\Omega$				
$R_{(\text{SHVSB})}$	USB to OUT short circuit limit	$V_{(\text{OUT})} \leq 1\text{ V}$	500						
<b>BAT PIN CHARGING – PRECHARGE</b>									
$V_{(\text{LOWV})}$	Precharge to fast-charge transition threshold	Voltage on BAT	2.9	3.0	3.1	V			
$T_{(\text{DGL(F})}$	Deglitch time for fast-charge to precharge transition <sup>(7)</sup>	$t_{\text{FALL}} = 100\text{ ns}$ , 10 mV overdrive, $V_{(\text{BAT})}$ decreasing below threshold	22.5		ms				
$I_{(\text{O(PRECHG})}$	Precharge range	$1\text{ V} < V_{(\text{BAT})} < V_{(\text{LOWV})}$ , $t < t_{(\text{PRECHG})}$ , $I_{(\text{O(PRECHG})} = (K_{(\text{SET})} \times V_{(\text{PRECHG})}) / R_{(\text{SET})}$	10	150		mA			
$V_{(\text{PRECHG})}$	Precharge set voltage	$1\text{ V} < V_{(\text{BAT})} < V_{(\text{LOWV})}$ , $t < t_{(\text{PRECHG})}$	230	250	270	mV			
<b>BAT PIN CHARGING - CURRENT REGULATION</b>									
$I_{(\text{O(BAT})}$	AC battery charge current range <sup>(8)</sup>	$V_{(\text{BAT})} > V_{(\text{LOWV})}$ , $V_{(\text{OUT})} - V_{(\text{BAT})} > V_{(\text{DO-MAX})}$ , PSEL = High $I_{(\text{OUT(BAT})} = (K_{(\text{SET})} \times V_{(\text{SET})}) / R_{(\text{SET})}$ , $V_{(\text{OUT})} > V_{(\text{OUT-REG})} + V_{(\text{DO-MAX})}$	100	1000	1500	mA			
$R_{(\text{POUT})}$	AC to OUT and USB to OUT short-circuit pull-up	$V_{(\text{OUT})} < 1\text{ V}$	500		$\Omega$				
$V_{(\text{SET})}$	Battery charge current set voltage <sup>(9)</sup>	Voltage on ISET1, $V_{\text{CC}} \geq 4.35\text{ V}$ , $V_{(\text{OUT})} - V_{(\text{BAT})} > V_{(\text{DO-MAX})}$ , $V_{(\text{BAT})} > V_{(\text{LOWV})}$	2.475	2.500	2.525	V			
$K_{(\text{SET})}$	Charge current set factor, BAT	$100\text{ mA} \leq I_{(\text{O(BAT})} \leq 1\text{ A}$	400	425	450				
		$10\text{ mA} \leq I_{(\text{O(BAT})} \leq 100\text{ mA}$ <sup>(10)</sup>	300	450	600				
<b>USB PIN INPUT CURRENT REGULATION</b>									
$I_{(\text{USB})}$	USB input current range, bq24030/2/5; bq24039 <sup>(11)</sup>	$V_{(\text{BAT})} > V_{(\text{LOWV})}$ , $V_{(\text{USB})} - V_{(\text{BAT})} > V_{(\text{DO-MAX})}$ , ISET2 = Low, ISET3 = Low, PSEL = Low or no AC (bq24039) <sup>(12)</sup>	100		$\text{mA}$				
		$V_{(\text{BAT})} > V_{(\text{LOWV})}$ , $V_{(\text{USB})} - V_{(\text{BAT})} > V_{(\text{DO-MAX})}$ , ISET2 = High, ISET3 = Low, PSEL = Low, or no AC (bq24039) <sup>(11)</sup>	400	500					

(7) デグリッチの全期間はタイマ設定の閾数で、DPPMモードまたはサーマル・レギュレーション・モードでプログラム電流が減少する割合で修正されます。

(8) 入力電流が2Aより低いままである場合、バッテリー充電電流はサーマル・レギュレーションが充電電流を制限するまで上昇する可能性があります。

(9) ハーフ充電レートの場合、bq24032A/38のみV(SET)は $1.25\text{V} \pm 25\text{mV}$ です。

(10) この仕様は電圧レギュレーション・モード時ISET1ピンにより充電電流をモニタした場合であり、低減高速充電レベルの場合ではありません。

(11) PSEL = “L” レベルの場合、bqTINY-IIIはUSB充電をデフォルトとします。USB入力が $V_{\text{BAT}}$ 以下の場合、bqTINY-IIIはUSB充電レートでAC入力から充電します。この設定では、仕様値はbq24030/2A/5のみ400mA (Min)、500mA (Max)です。

(12) PSEL = “L” レベルの場合、bqTINY-IIIはUSB充電をデフォルトとします。USB入力が $V_{\text{BAT}}$ 以下の場合、bqTINY-IIIはUSB充電レートでAC入力から充電します。この設定では、仕様値はbq24030/2A/5で80mA (Min)、100mA (Max)です。

## 電気的特性

動作接合部温度範囲内 ( $0^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$ )、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>BAT PIN CHARGING VOLTAGE REGULATION, <math>V_{O(BAT-REG)} + V_{(DO-MAX)} &lt; V_{CC}</math>, <math>I_{TERM} &lt; I_{BAT(OUT)} \leq 1 \text{ A}</math></b>						
$V_{O(BAT-REG)}$	voltage Battery charge	bq24030/2A/5		4.2		V
		bq24038	VBXL = HI	4.36		
	Battery charge voltage regulation accuracy	VBXL = LO		4.2		
		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	-0.5%	0.5%		
			-1%		1%	
<b>CHARGE TERMINATION DETECTION</b>						
$I_{(TERM)}$	Charge termination detection range	$V_{I(BAT)} < V_{(RCH)}$ , $I_{(TERM)} = (K_{(SET)} \times V_{(TERM)}) / R_{SET}$	10	150	mA	
$V_{(TERM-AC)}$ bq24030/2A/5)	AC-charge termination detection voltage, measured on ISET1	$V_{I(BAT)} > V_{(RCH)}$ , PSEL = High, ACPG = Low	235	250	265	mV
$V_{(TAPER-USB)}$ bq24030/2A/5)	USB-charge termination detection voltage, measured on ISET1	$V_{I(BAT)} > V_{(RCH)}$ , PSEL = Low or PSEL = High and ACPG = High	95	100	130	mV
$T_{DGL(TERM)}$	Deglitch time for termination detection	$t_{FALL} = 100 \text{ ns}$ , 10 mV overdrive, $I_{CHG}$ increasing above or decreasing below threshold		22.5		ms
<b>TEMPERATURE SENSE COMPARATORS</b>						
$V_{LTF}$	High voltage threshold	Temp fault at $V(TS) > V_{LTF}$	2.465	2.500	2.535	V
$V_{HTF}$	Low voltage threshold	Temp fault at $V(TS) < V_{HTF}$	0.485	0.500	0.515	V
$I_{TS}$	Temperature sense current source		94	100	106	$\mu\text{A}$
$T_{DGL(TF)}$	Deglitch time for temperature fault detection <sup>(13)</sup>	$R_{(TMR)} = 50 \text{ k}\Omega$ , $V_{I(BAT)}$ increasing or decreasing above and below; 100-ns fall time, 10-mV overdrive		22.5		ms
<b>BATTERY RECHARGE THRESHOLD</b>						
$V_{RCH}$	Recharge threshold voltage		$V_{O(BAT-REG)} - 0.075$	$V_{O(BAT-REG)} - 0.100$	$V_{O(BAT-REG)} - 0.125$	V
$T_{DGL(RCH)}$	Deglitch time for recharge detection <sup>(13)</sup>	$R_{(TMR)} = 50 \text{ k}\Omega$ , $V_{I(BAT)}$ increasing or decreasing below threshold, 100-ns fall time, 10-mV overdrive		22.5		ms
<b>STAT1, STAT2, ACPG AND USBPG, PG OPEN DRAIN (OD), OUTPUTS<sup>(14)</sup></b>						
$V_{OL}$	Low-level output saturation voltage	$I_{OL} = 5 \text{ mA}$ , An external pull-up resistor $\geq 1 \text{ K}$ required.		0.25		V
$I_{LKG}$	Input leakage current			1	5	$\mu\text{A}$
<b>ISET2, CE, VBSEL AND ISET3 INPUTS</b>						
$V_{IL}$	Low-level input voltage		0	0.4		V
$V_{IH}$	High-level input voltage		1.4			
$I_{IL}$	Low-level input current, CE or ISET3		-1			
$I_{IH}$	High-level input current, CE or ISET3			1		
$I_{IL}$	Low-level input current, ISET2	$V_{ISET2} = 0 \text{ V}$	-20			$\mu\text{A}$
$I_{IH}$	High-level input current, ISET2	$V_{ISET2} = V_{CC}$		40		
$I_{IL1}$	Low level input current	$VBSEL = \text{Low}$	5	1		
$I_{IH1}$	High level input current	$VBSEL = \text{High}$		15		
$t_{(CE-HLDOFF)}$	Hold off time, CE	CE going low only	4	6	ms	

(13) デグリッチの全期間はタイマ設定の関数で、DPPMモードまたはサーマル・レギュレーション・モードでプログラム電流が減少する割合で修正されます。

(14) ACPG ( $V_{CC} = V_{AC}$ ) 及びUSBPG ( $V_{CC} = V_{USB}$ ) の仕様については充電器のスリープ・モードを参照してください。

## 電気的特性

動作接合部温度範囲内 ( $0^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$ )、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>PSEL INPUT</b>						
$V_{IL}$	Low-level input voltage	Falling Hi→Low; $280\text{ K} \pm 10\%$ applied when low.	0.975	1.0	1.025	V
$V_{IH}$	High-level input voltage	Input $R_{PSEL}$ sets external hysteresis	$V_{IL} + .01$	$V_{IL} + .024$		V
$I_{IL}$	Low-level input current, PSEL		-1			$\mu\text{A}$
$I_{IH}$	High-level input current, PSEL					$\mu\text{A}$
<b>TIMERS</b>						
$K_{(\text{TMR})}$	Timer set factor	$t_{(\text{CHG})} = K_{(\text{TMR})} \times R_{(\text{TMR})}$	0.313	0.360	0.414	$\text{s}/\Omega$
$R_{(\text{TMR})}^{(15)}$	External resistor limits		30	100		$\text{k}\Omega$
$t_{(\text{PRECHG})}$	Precharge timer		$0.09 \times t_{(\text{CHG})}$	$0.10 \times t_{(\text{CHG})}$	$0.11 \times t_{(\text{CHG})}$	s
$I_{(\text{FAULT})}$	Timer fault recovery pull-up from OUT to BAT		1			$\text{k}\Omega$
<b>CHARGER SLEEP THRESHOLDS (ACPG , PG and USBPG THRESHOLDS, LOW → POWER GOOD</b>						
$V_{(\text{SLPENT})}^{(16)}$	Sleep mode entry threshold	$V_{(\text{UVLO})} \leq V_{I(\text{BAT})} \leq V_{O(\text{BAT-REG})}$ , No $t_{(\text{BOOT-UP})}$ delay		$V_{\text{VCC}} \leq V_{I(\text{BAT})} + 125\text{ mV}$		V
$V_{(\text{SLPEXIT})}^{(16)}$	Sleep mode exit threshold	$V_{(\text{UVLO})} \leq V_{I(\text{BAT})} \leq V_{O(\text{BAT-REG})}$ , No $t_{(\text{BOOT-UP})}$ delay	$V_{\text{VCC}} \geq V_{I(\text{BAT})} + 190\text{ mV}$			
$t_{(\text{DEGL})}$	Deglitch time for sleep mode <sup>(17)</sup>	$R_{(\text{TMR})} = 50\text{ k}\Omega$ , $V_{(\text{AC})}$ or $V_{(\text{USB})}$ or decreasing below threshold, 100-ns fall time, 10-mv overdrive		22.5		ms
<b>START-UP CONTROL and USB BOOT-UP</b>						
$t_{(\text{BOOT-UP})}$	Boot-up time	Upon the first application of USB input power or AC input with PSEL Low	120	150	180	ms
<b>SWITCHING POWER SOURCE TIMING</b>						
$t_{\text{SW-BAT}}$	Switching power source from inputs (AC or USB) to battery	Only AC power or USB power applied. Measure from: [xxPG: Lo → Hi to $I_{(xx)} > 5\text{ mA}$ ], $xx = \text{AC or USB}$ $I_{(\text{OUT})} = 100\text{ mA}$ , $R_{\text{TRM}} = 50\text{ K}$			50	$\mu\text{s}$
$t_{\text{SW-AC/USB}}$	Switching from AC to USB, or, USB to AC by input source removal. <sup>(18)</sup>	Measure from: $I_{(\text{AC})} < 5\text{ mA}$ to $I_{(\text{USB})} > 5\text{ mA}$ or $I_{(\text{USB})} < 5\text{ mA} \rightarrow I_{(\text{AC})} > 5\text{ mA}$ ; $I_{(\text{OUT})} = 100\text{ mA}$ , $R_{\text{TRM}} = 50\text{ K}$ , $I_{\text{SET2}} = \text{hi}$ , $R_{\text{OUT}} > 15\text{ }\Omega$ , $V_{\text{DPPM}} = 2.5\text{ V}$		100		
$t_{\text{SW-PSEL}}$	Switching from AC to USB, or USB to AC by toggling PSEL, bq24030/2A/5/8 only			50	100	
<b>THERMAL SHUTDOWN REGULATION<sup>(19)</sup></b>						
$T_{(\text{SHTDWN})}$	Temperature trip	$T_J$ (Q1 and Q3 only)		155		$^{\circ}\text{C}$
	Thermal hysteresis	$T_J$ (Q1 and Q3 only)		30		
$T_{J(\text{REG})}$	Temperature regulation limit	$T_J$ (Q2)		115	135	
<b>UVLO</b>						
$V_{(\text{UVLO})}$	Undervoltage lockout	Decreasing $V_{\text{CC}}$	2.45	2.50	2.65	V
	Hysteresis			27		mV

(15) セーフティ・タイマ及び充電終了をディスエーブルにするには、TMRをLDOピンに接続します。

(16) ACとUSBの両方とも存在しない場合 (ACPG = USBPG = オープン・ドレイン)、ICはスリープ・モードであると見なされます。

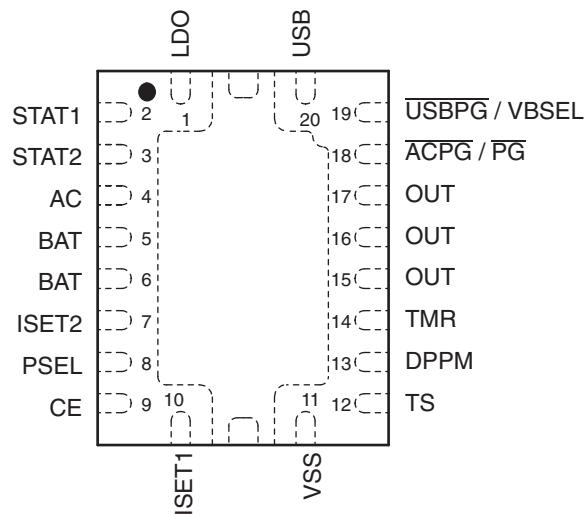
(17) デグリッチ時間が終わるまでスリープ・モードは宣言されず、スイッチング仕様に従って直ちに必要とされるパワーの移動を行います。

(18) 取り除かれた電源がバッテリー電圧まで低下した場合であるPGピンが“H”レベル(取り除かれた電源のパワーグッド)になるとパワーの伝達が行われます。バッテリー電圧が非常に低ければ、システムがPSELピンをコントロールし、シャットダウンより前に利用可能な電源に切り替えない限りシステムはパワーを開放する可能性があります。USB電源は多くの場合有効電流が少ないため、システムはACからUSBへの切り替え時負荷を低減しなければならないことがあります(bq24030/2A/5)。

(19) サーマル・レギュレーションに達すると充電電流は減少します。バッテリー補完電流はサーマル・レギュレーションまたはシャットダウンを問わず制限されません。入力パワーFETはサーマル・シャットダウン時オフになります。バッテリーのFETは短絡制限によってのみ保護されており、一般的にそれ自身ではサーマル・シャットダウン(入力FETオフ)は起こりません。

## デバイス情報

bq24030RHL - bq24038RHL  
RHL PACKAGE  
(TOP VIEW)



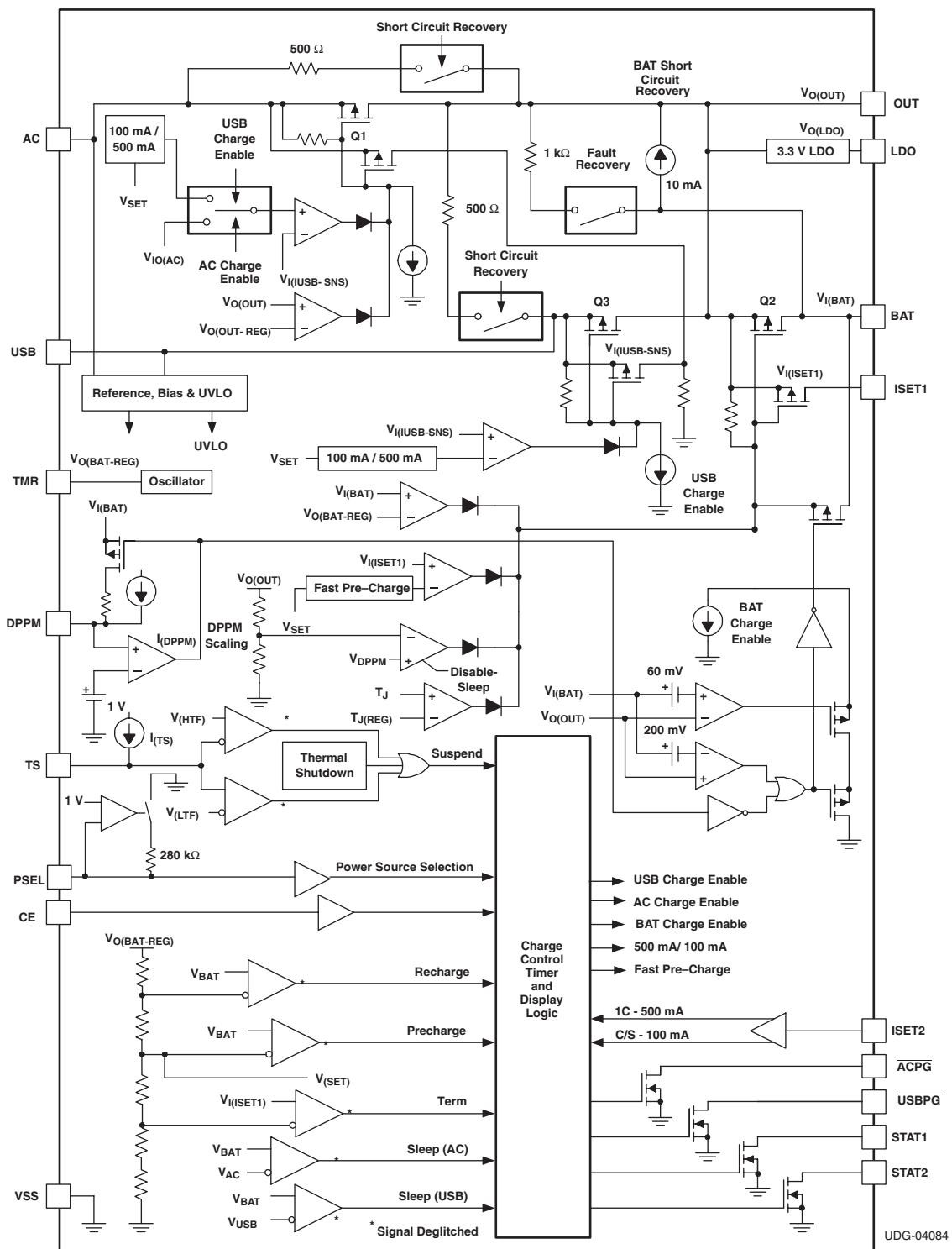
## 端子機能

TERMINAL	I/O	
NAME	NO.	
AC	4	I ACアダプタからの充電入力電圧端子。
ACPG <sup>(1)</sup>	18	O ACパワーグッド・ステータス出力端子(オープン・ドレイン)
BAT	5, 6	I/O バッテリー入出力端子
CE	9	I チップ・イネーブル入力端子(アクティブ “H” レベル)
DPPM	13	I ダイナミック・パワーパス・マネージメント設定値(倍率から成る)
ISET1	10	I/O AC入力用充電電流設定値、及びAC/USB用プリチャージ/充電終了設定値
ISET2	7	I USBポート用充電電流設定値 (“H” レベルの場合500mA、“L” レベルの場合100mA)。bq24032の場合はISET2を使用したハーフ充電電流モードを参照してください。
LDO	1	O 3.3V LDOレギュレータ端子
OUT	15, 16, 17	O システムへの出力端子
PG <sup>(1)</sup>	18	O ACまたはUSBパワーグッド・ステータス出力端子(オープン・ドレイン)
PSEL	8	I 電源選択入力端子(USBの場合“L” レベル、ACの場合“H” レベル)
STAT1	2	O 充電ステータス出力1端子(オープン・ドレイン)
STAT2	3	O 充電ステータス出力2端子(オープン・ドレイン)
TMR	14	I/O 抵抗によりプログラムされるタイマ・プログラム入力端子。TMRをLDOに接続することによりセーフティ・タイマと充電終了がディスエーブルになります。
TS	12	I/O 温度検出入力端子
USB	20	I USB充電入力電圧端子
USBPG <sup>(1)</sup>	19	O USBパワーグッド・ステータス出力端子(オープン・ドレイン)
VBSEL <sup>(2)</sup>	19	I バッテリーの充電電圧選択端子
VSS	11	- グランド入力(パッケージ底面のサーマル・パッド)。露出サーマル・パッドとデバイスのVSSピンの間には内部で電気的接続があります。露出サーマル・パッドはプリント回路基板のVSSピンと同じ電位に接続する必要があります。サーマル・パッドをデバイスの主グランド入力に使用しないでください。VSSピンは常にグランドに接続しておかなければなりません。

(1) 18ピンはbq24038では/PGで、bq24030/2A/5では/ACPGです。

(2) 19ピンはbq24038ではVBSELで、bq24030/5/6では/USBPGです。

# FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM FOR bq24030/2A/5 ブロック図<sup>(1)</sup>



(1) bq24038については、機能説明の“bq24038の相違点”の項を参照してください。

UDG-04084

## 機能説明

### 充電コントロール

bqTINY-IIIは、単一セルの携帯機器に最適な精密リチウム・イオンまたはリチウム・ポリマー充電システムに対応しています。

す。図1から図3のそれぞれ代表的充電プロファイル、アプリケーション回路、動作フローチャートを参照してください。

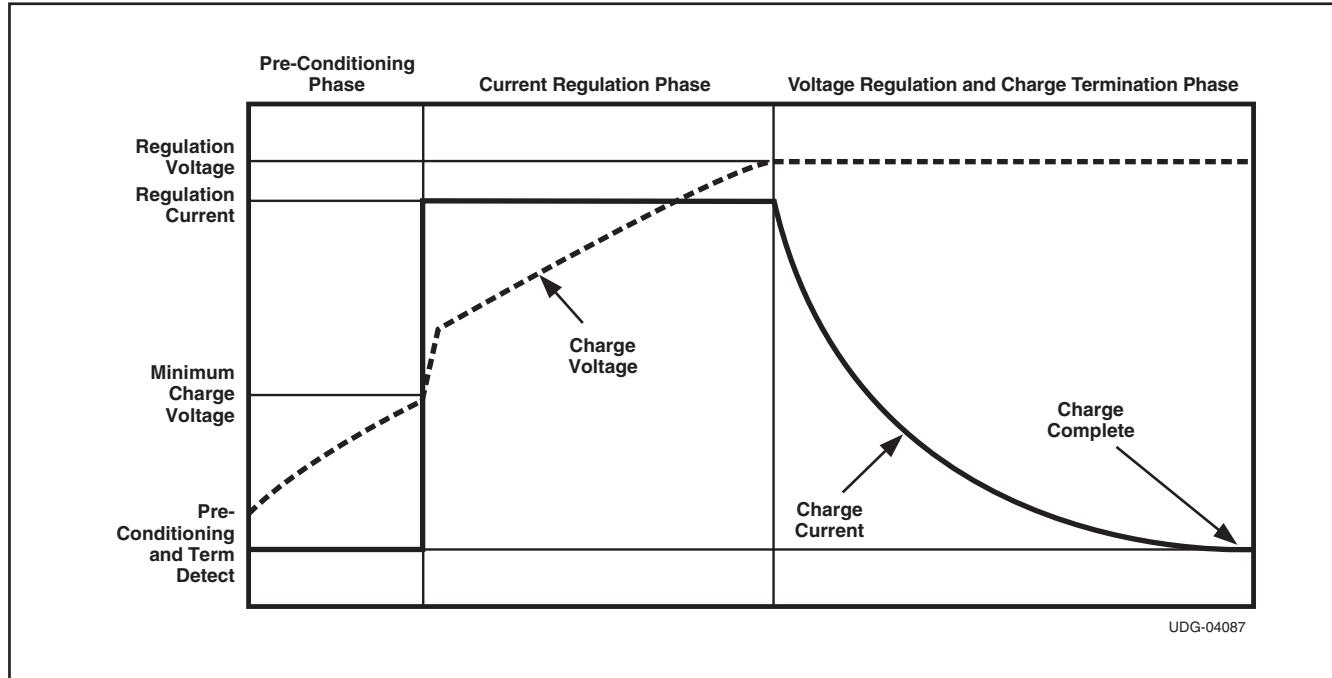


図1. Charge Profile

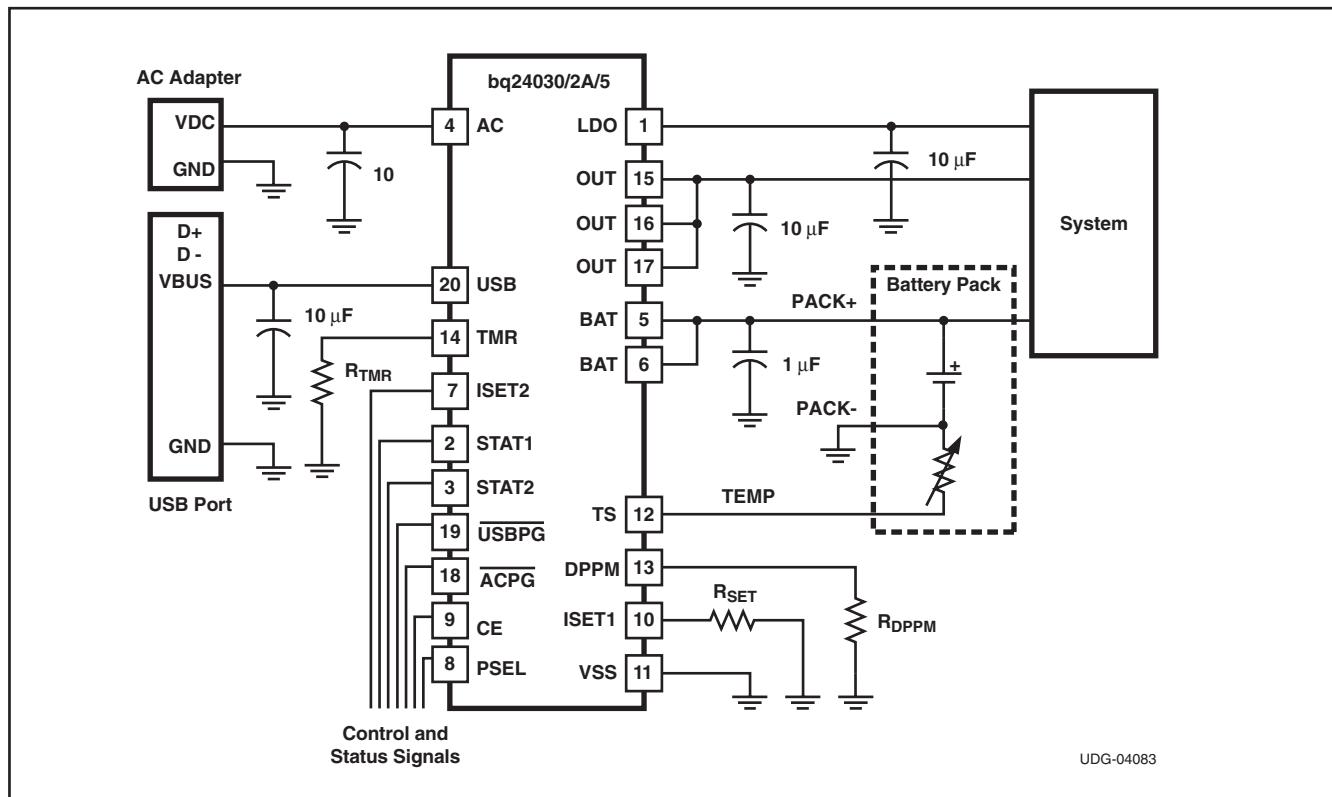


図2. Typical Application Circuit

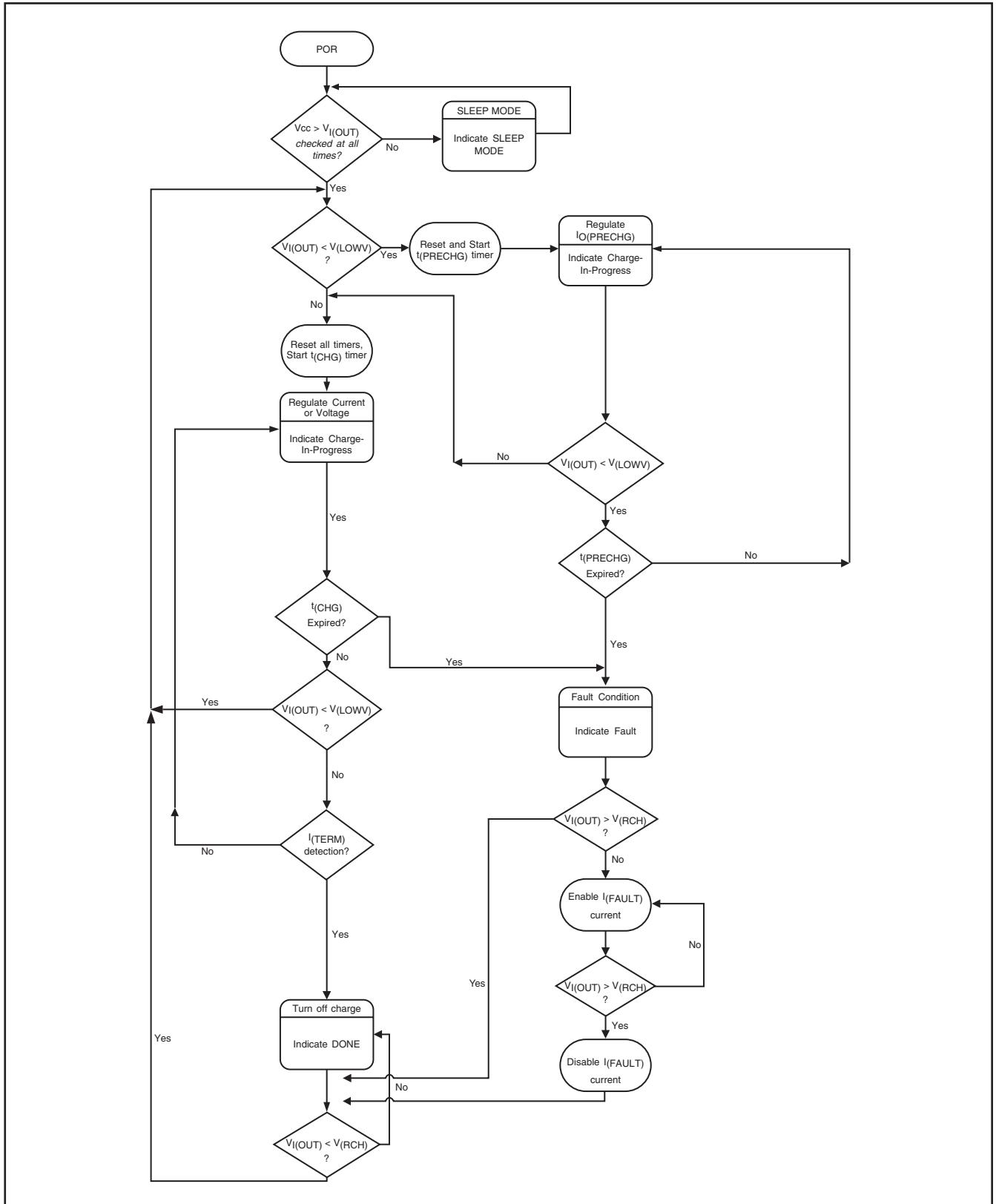


图 3. Charge Control Operational Flow Chart

## 自動電源選択 (PSELコントロール・ピン)

PSELピンは入力電源の優先順位を選び (“H” レベル=AC、“L” レベル=USB)、もし主電源が利用できない場合 (ACPG信号及びUSBPG信号に基づき)、補助電源を使用します。どちらの入力電源とも利用できない場合は、バッテリーが電源として選択されます。PSEL入力が “H” レベルであると、bqTINY-IIIはAC入力から充電しようとします。AC入力が存在しないとUSBが選択されます。両方の入力が利用可能な場合は、ACアダプタが優先されます。PSEL入力が “L” レベルであると、bqTINY-IIIはUSB充電をデフォルトとします。USB入力がグランドに接続されていると、bqTINY-IIIはUSB充電レート (ISET2で選択) でAC入力から充電します。この機能はAC/USBの電源選択が他で行われるシステムで使用することができます。PSELの機能を表1にまとめます。

## ブートアップのシーケンス

システムの起動及びUSB手順を円滑に行うため、bqTINY-IIIは、独自仕様のブートアップ・シーケンスを提供します。まずbqTINY-IIIへの電源供給があると、この機能により約150ms

( $t_{(BOOT-UP)}$ ) の期間100mAのUSB充電レートが可能となり、ISET2入力及びCE入力の設定が無視されます。この期間の終わりで、bqTINY-IIIはCE入力及びISET2入力の設定を実行します。表1はこの機能がイネーブルの場合を示しています。図13を参照してください。

## パワーパス・マネージメント

bqTINY-IIIはバッテリーを充電すると同時に独立してシステムに電源を供給します。この機能によりバッテリーの充放電サイクルが低減し、充電終了が正しく行われ、また、バッテリー・パックが挿入されていなくても、あるいは、劣化していてもシステムは動作します。また、この機能によりシステムでは入力電源が優先され、システムはバッテリー・パックが著しく放電していても起動することができます。この機能は以下のように動作します(ここではPSELは “H” レベルとしていることに注意してください)。

PSEL状態	AC	USB	充電入力	最大充電レート <sup>(1)</sup>	システムの電源	USB ブートアップ機能
“L” レベル	あり <sup>(2)</sup>	なし	AC	ISET2	AC	イネーブル
	なし <sup>(3)</sup>	あり	USB	ISET2	USB	イネーブル
	あり	あり	USB	ISET2	USB	イネーブル
	なし	なし	N/A	N/A	バッテリー	ディスエーブル
“H” レベル	あり	なし	AC	ISET1	AC	ディスエーブル
	なし	あり	USB	ISET2	USB	ディスエーブル
	あり	あり	AC	ISET1	AC	ディスエーブル
	なし	なし	N/A	N/A	バッテリー	ディスエーブル

(1) バッテリー充電レートはISET1により常時設定されていますが、制限入力電源(ISET2 USBモード)と $I_{OUT}$ システム負荷により減少することがあります。

(2) “あり”は入力がBAT電圧よりも高いとして定義しています(電源のパワーグッドが “L” レベル)。

(3) ACの “なし”はAC入力が存在しない(/ACPGが “H” レベル)か、またはbq24035で過電圧によりQ1がオフになると定義しています。

表1. 電源選択機能のまとめ

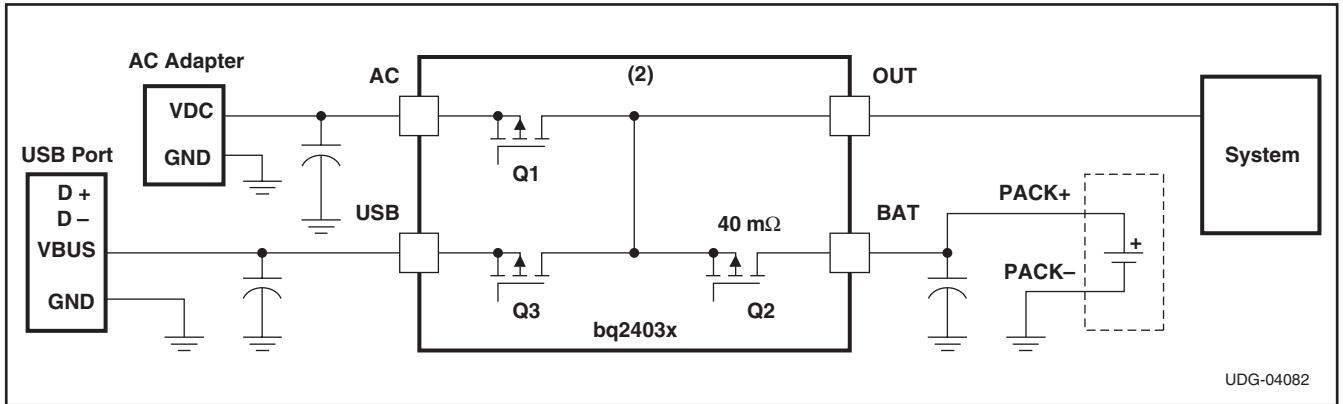


図 4. Power Path Management

## ケース1：ACモード (PSEL= “H” レベル)

### システム電源

この場合、システムの負荷には内部トランジスタQ1を介してACアダプタから直接電源が供給されます(図4参照)。bq24030/1では、Q1はAC入力が6V( $V_{O(OUT-REG)}$ )またはそれ以下である限りスイッチとして機能します。AC電圧が6Vより大きくなると、Q1は出力電圧を6Vにレギュレーションすることを開始します。bq24035では、AC電圧が $V_{CUT-OFF}$ (~6.4V)より大きくなると、Q1はオフになります。bq24032/8では、出力はAC入力から4.4Vにレギュレーションされます。スイッチQ3は両デバイスともオフであることに注意してください。システムの負荷が電源の能力を越えた場合、出力電圧はバッテリーの電圧まで低下します。

### 充電コントロール

ACが存在する場合、バッテリーはISET1入力で設定された充電レートに基づいてスイッチQ2を介して充電されます。

### ダイナミック・パワーパス・マネージメント(DPPM)

この機能は、ブラウンアウト、電流制限、入力電源の切離しによる入力電力損失に対し出力電圧(システム電圧)をモニタします。OUTピンの電圧が入力制限電流により事前の設定値 $V_{(DPPM)} \times SF$ に低下すると、バッテリー充電電流は出力電圧の低下が停止するまで減少します。DPPMのコントロールは、システムがその必要電流を得て、バッテリーが残りの電流で充電されるという定常状態に達しようとします。システムへの電流を制限するアクティブなコントロールはありませんので、システムが入力が供給できる以上の電流を要する場合、出力電圧はバッテリー電圧より少し低下し、Q2はオンになってシステムに入力電流を補完します。DPPMには以下の3つの利点があります。

1. 平均システム負荷がそのピーク電力に比べて中程度の場合、この機能により設計者はローパワーのウォール・アダプタを選択できます。例えば、ピーク・システム負荷が1.75A、平均システム負荷が0.5A、バッテリーの急速充電電流が1.25Aとすると、総ピーク必要量は3.0Aです。DPPMにより3.25Aの代わりに2Aのアダプタが選択できます。ピーク・システム負荷が1.75A、充電負荷が1.25Aの時、小型アダプタの電圧は出力電圧がDPPMレギュレーション電圧スレッシュホールドに達するまで低下します。充電電流は出力電圧がこれ

以上低下しないところまで減少します。システムはその1.75Aの電流を得て、バッテリー充電電流は1.25Aから0.25Aに低下します。ピーク・システム負荷が0.5Aに低下した場合、充電電流は1Aに戻り、また、出力電圧はその標準値に戻ります。

2. DPPMのない構成に比べDPPMを使うと省力化が実現します。DPPMがないと、システム電流と充電電流の合計が電源の電流制限を越えた場合、出力はバッテリーまで低下します。リニア方式の充電器は使用していない電力( $V_{IN}-V_{OUT}) \times I_{LOAD}$ を消費します。電流は高いレベル(電流制限レベル)のままで、電圧降下は消費電力が最大となるほど大きくなります。DPPMがあると、電圧降下はシステムに対し小さくなり( $V_{IN}-V_{(DPPM-REG)}$ )、このことは効率が改善されることを意味しています。バッテリーの充電についての効率は両方の場合とも同じです。利点として低消費電力化、低システム温度化、総効率の改善があります。

3. DPPMは、可能な限り、例え、何が電圧低下をもたらせようともシステム電圧を維持します。DPPMはアダプタの最大パワー出力を維持しながら重要でない充電負荷を低減することでこのことを行います。

DPPM電圧 $V_{(DPPM)}$ は以下のようにプログラムされることに注意してください。

$$V_{(DPPM)} = I_{(DPPM)} \times R_{(DPPM)} \times SF \quad (1)$$

但し、

$R_{(DPPM)}$ はDPPMピンとVSSピン間に接続される外付け抵抗、 $I_{(DPPM)}$ は内部電流源、SFは特性表に規定されている倍率です。

セーフティ・タイマはDPPMモードにある間、動的に調整されます。ISET1ピンの電圧はプログラム充電電流に正比例します。プログラム充電電流が減少した場合、DPPMにより、ISET1電圧とTMR電圧は低下レタイマのクロックは均等に減速し、安全時間は延長されます。 $V(TMR) = 2.5V$ の通常動作時、クロックが減速すると電圧 $V(TMR)$ は低下します。 $V(TMR) = 1.25V$ になると、セーフティ・タイマの値は通常動作時のタイマ値の約2倍になります。図5から図8を参照してください。

## ケース2：USBモード (PSEL= “L” レベル)、 bq24030/2A/8

### システム電源

この場合、システムの負荷は内部スイッチQ3を介してUSBポートから直接電源を供給されます(図14参照)。この場合Q3は総電流をISET2入力で選択された100mAまたは500mAレベルにレギュレーションします。このモードではスイッチQ1はオフです。システム及びバッテリー負荷が選択した安定化した制限値より小さいと、Q3は完全にオンでV<sub>OUT</sub>はほぼV<sub>(USB)</sub>-V<sub>(USB-DO)</sub>になります。システムのパワー・マネージメントはそのシステム負荷を選択されたUSB電流レベルより小さく保持することへの責任を負っています(バッテリーが非常に低いかまたは欠落している場合)。そうでなければ、出力はバッテリー電圧まで低下します。従って、システムはUSB電源のアプリケーションではローパワー・モードでなければなりません。DPPM機能は充電電流を低減させることによって出力がバッテリー充電電圧によりそのプログラムされたスレッシュホールドより低下しないようにします。

### 充電コントロール

USBが存在し選択された場合、Q3は入力電流をISET2ピンで選択された値(0.1A/0.5A)にレギュレーションします。バッテリーへの充電電流はISET1抵抗で設定されます(標準で0.5Aより大)。充電電流は一般的にQ3の許容電流より大きな電流でプログラムされるため、出力電圧はバッテリー電圧またはDPPM電圧のうちの高いほうの電圧まで低下します。最初にDPPMスレッシュホールドに達した場合、充電電流はV<sub>OUT</sub>の低下が停止するまで低減します。V<sub>OUT</sub>がバッテリー電圧まで低下すると、バッテリーは入力電流をシステムに補完することができます。

### ダイナミック・パワーパス・マネージメント(DPPM)

動作原理は、Q3が入力電源に代わって出力及びバッテリーに送られる入力電流量を制限することを除いてケース1で説明したことと同じです。

DPPM電圧V<sub>(DPPM)</sub>は以下のようにプログラムされることに注意してください。

$$V_{(DPPM)} = I_{(DPPM)} \times R_{(DPPM)} \times SF \quad (2)$$

但し、

R<sub>(DPPM)</sub>はDPPMピンとVSSピン間に接続される外付け抵抗、I<sub>(DPPM)</sub>は内部電流源、SFは特性表に規定されている倍率です。

### 機能図

図5に、出力電流(I<sub>OUT</sub>)増加時のDPPMモードとバッテリー・サブルメント・モードを示します。チャネル1(CH1) V<sub>AC</sub> = 5.4V、チャネル2(CH2) V<sub>OUT</sub>、チャネル3(CH3) I<sub>OUT</sub> = 0A → 2.2A → 0A、チャネル4(CH4) V<sub>BAT</sub> = 3.5V、また、I<sub>(PGM-CHG)</sub> = 1Aです。標準的な動作でのbq24032A (V<sub>OUT</sub> = 4.4 V<sub>reg</sub>) のACアダプタの過負荷状態と復帰についてです。AC入力はおよそ5.1V(制限電流1.5A)に設定され、I<sub>(CHG)</sub> = 1A、V<sub>(DPPM-SET)</sub> = 3.7V、V<sub>(DPPM-OUT)</sub> = 1.15 × V<sub>(DPPM-SET)</sub> = 4.26V、V<sub>BAT</sub> = 3.5V、PSEL = “H”レベル、USBは未接続です。出力負荷は最下端の波形で示されているように0Aからおよそ2.2Aに増加し、0Aに戻ります。I<sub>OUT</sub>負荷が1Aの充電電流に伴い0.5Aに達すると、アダプタは電流制限を開始し、出力電圧はDPPM-OUTのスレッシュホールド4.26Vに低下します。これがDPPMモードです。AC入力はAC FETのドロップアウト電圧に基づいて出力電圧をトラッキングします。次に、バッテリーの充電電流は出力電圧がこれ以上低下しないよう必要に応じて調整されます。出力負荷電流が入力電流より大きくなると、バッテリーはその超過電流を補完しなければならず、出力電圧はバッテリーFETのドロップアウト電圧分バッテリー電圧より低下します。これがバッテリー・サブルメント・モードです。出力負荷電流が減少した場合は、動作は図示のように逆になります。DPPM-OUT電圧がバッテリー電圧より低く設定されていれば、入力電流制限時、出力はまっすぐにバッテリー電圧まで低下します。

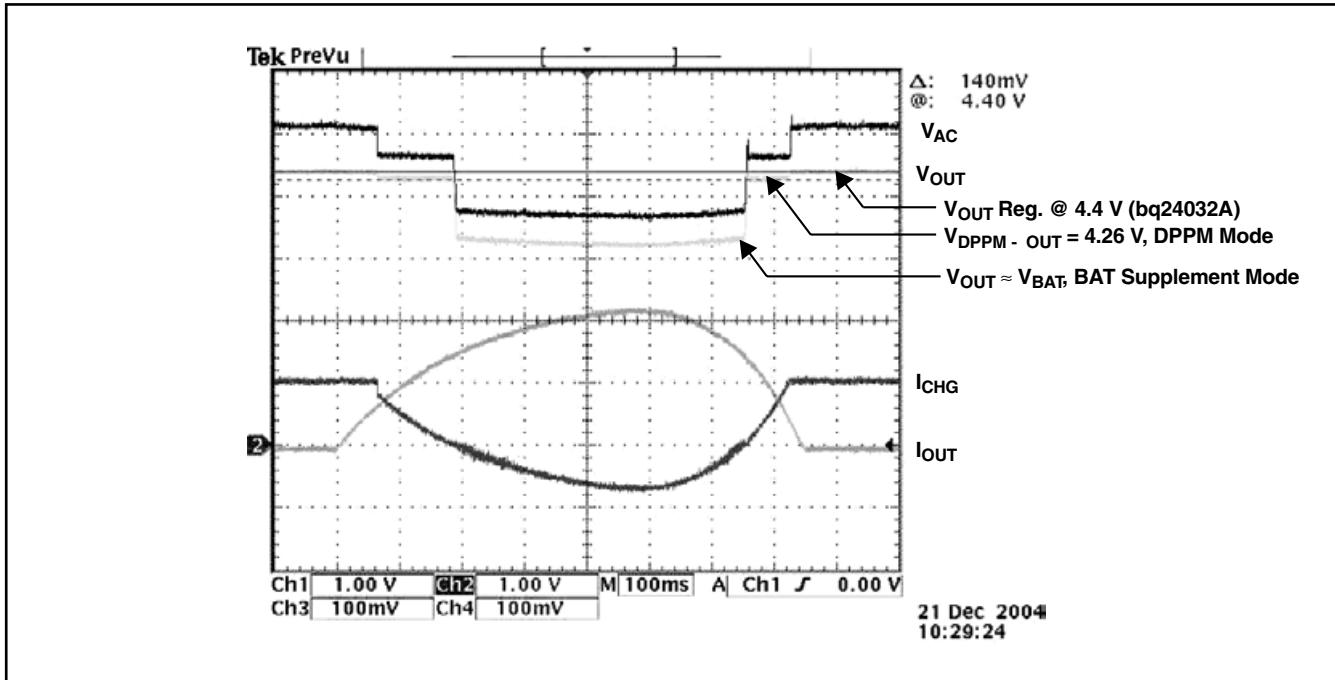


図 5. DPPM and Battery Supplement Modes

USB動作下で、負荷がプログラム入力電流スレッシュホールドより大きい場合も同様の傾向がみられます。出力負荷が有効USB電流より大きくなった時、出力は即座にバッテリー・サブルメント・モードになります。

図6に、PSELが500μsの間 “L” レベルに切り替わった場合を示します。パワーはACからUSB、次にACに移動します。チャネル1(CH1)  $V_{AC} = 5.4$ V、チャネル2(CH2)  $V_{(USB)} = 5$ V、チャネル3(CH3) $V_{OUT}$ 、出力電流  $I_{OUT} = 0.25$ A、チャネル4(CH4)  $V_{BAT} = 3.5$ V、また、 $I_{(PGM-CHG)} = 1$ Aです。PSELが “L” レベルになると（最初の領域）、AC FETはオープンになります。代換電源をオンにする前に

動作中の電源をオフにすることを“ブレーク・ビフォア・メーク”スイッチングと呼びます。出力の放電レートはシステムの容量と負荷の関数です。負荷状態下にある場合でのAC入力及びUSB入力のケーブルのIRによる低下に注意してください。4番目の領域で、出力はDPPM電圧レベルの定常状態動作に達します（充電電流はUSB制限入力電流により減少しています）。6番目の領域で、PSELが “H” レベルになり、かつ、USB FETがオフになり続いてAC FETがオンになります。出力はそのリギュレーション値に戻り、バッテリーもそのプログラム電流レベルに戻ります。

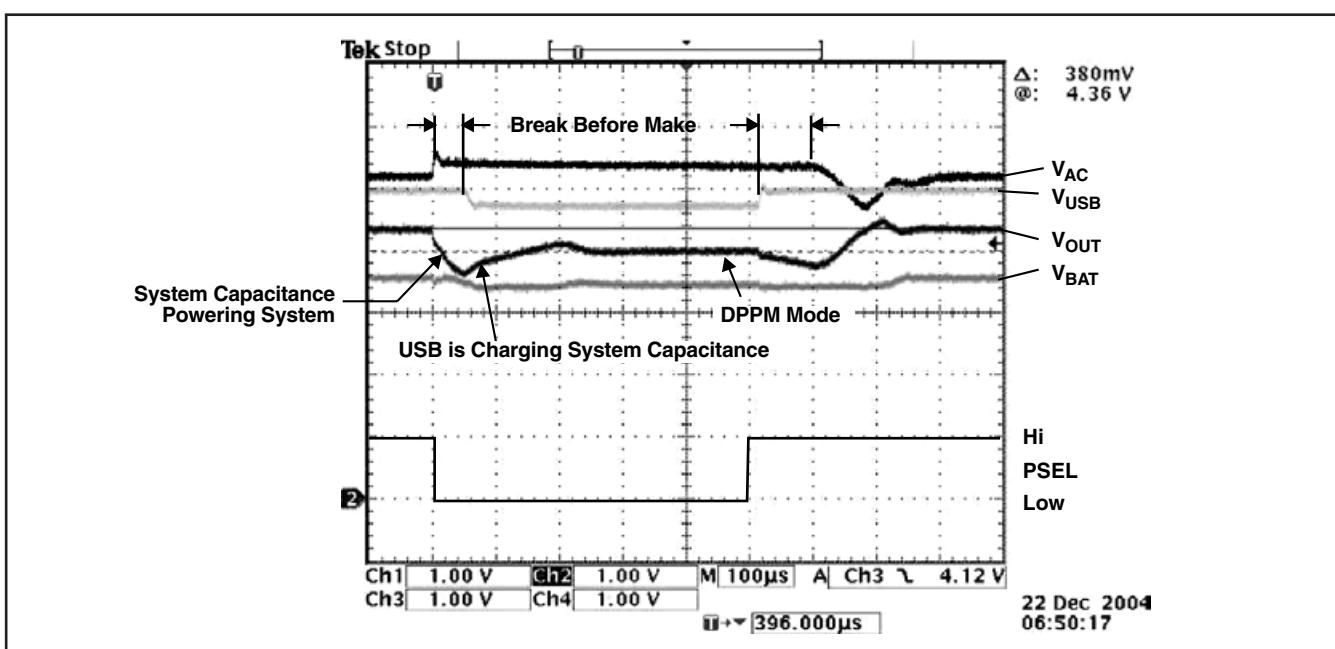


図 6. Toggle PSEL Low

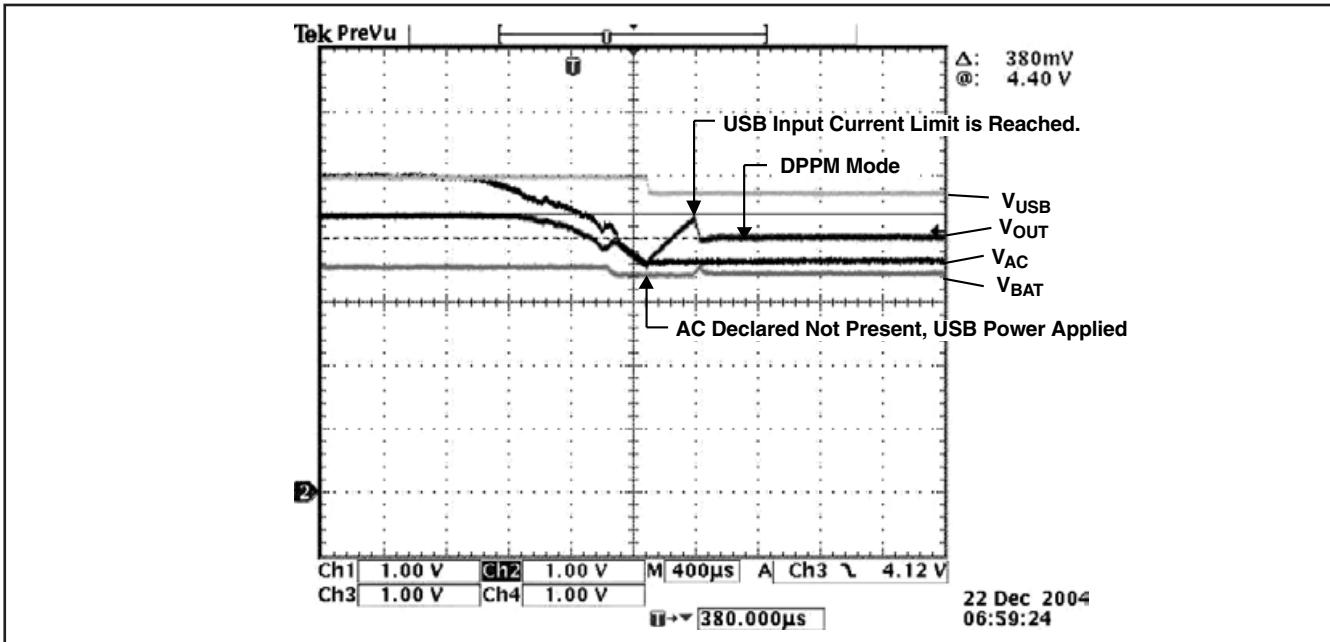
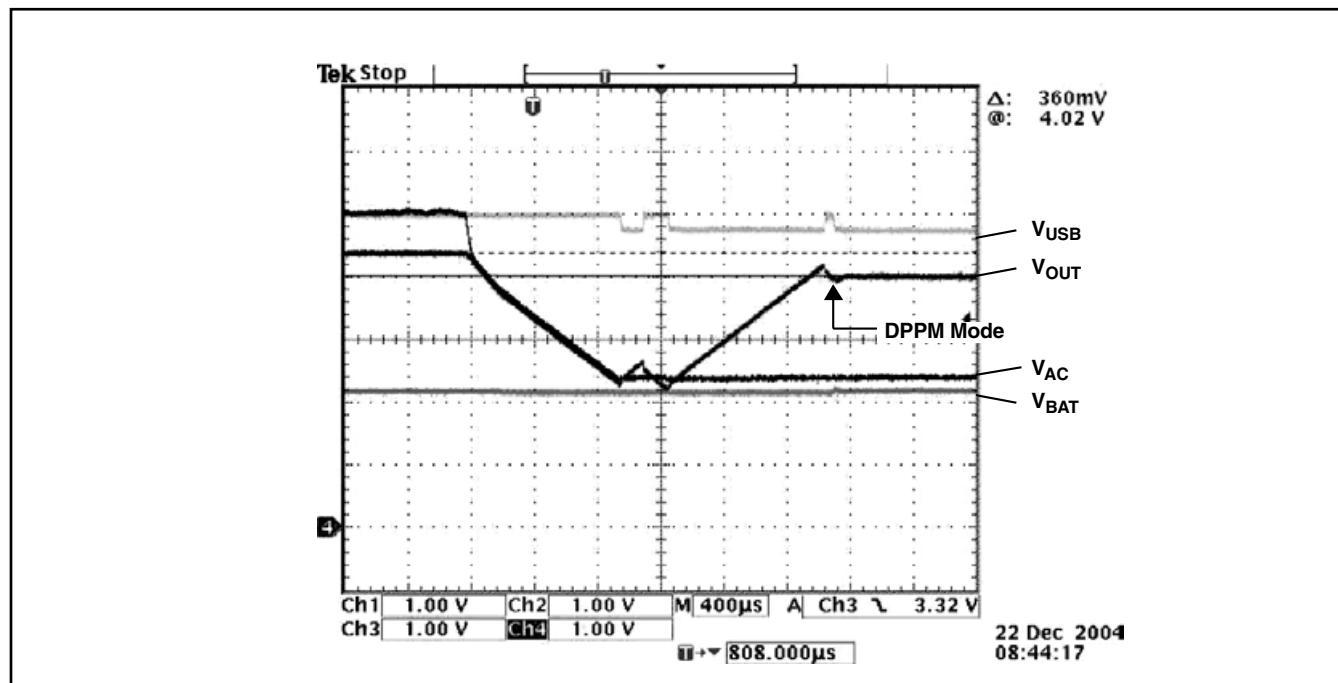


図7に、ACが除去されパワーがUSBに移動した場合を示します。PSEL = “H” レベル (ACが主電源)、チャネル1(CH1) VAC = 5.4V、チャネル2(CH2)  $V_{(USB)}$  = 5V、チャネル3(CH3) VOUT、出力電流  $I_{OUT}$  = 0.25A、チャネル4(CH4) VBAT = 3.5V、また、 $I_{(PGM-CHG)}$  = 1Aです。ACからUSBへのパワーの移動はACPG FETがオフ (オープン・ドレイン – 図示されていない) で表される主電源 (AC) が不良 (超低電圧、 $V_{AC} \leq V_{BAT} + 125\text{mV}$ ) と見なされた後にのみ起ります。よって、出力はUSB電源が接続される前にバッテリー電圧まで低下します (6番目の領域)。出力はUSB FETが入力電流の制限を開始した時復帰を開始し (7番目の領域)、出力はDPPM電圧スレッシュホールドに低下します。

図8に、AC (低バッテリー電圧) が除去されパワーがUSBに移動した場合を示します。PSEL = “H” レベル、チャネル1(CH1) VAC = 5.4V、チャネル2(CH2)  $V_{(USB)}$  = 5V、チャネル3(CH3) VOUT、出力電流  $I_{OUT}$  = 0.25A、チャネル4(CH4) VBAT = 2.25V、また、 $I_{(PGM-CHG)}$  = 1Aです。この図はバッテリー容量が大きい場合と同じです。出力はUSB電源に切り替わる前にバッテリー電圧まで低下することに注意してください。必要なら、ACとグランド間の抵抗デバイダをPSELに接続することによりパワーの移動をより早く切り替えることができます。



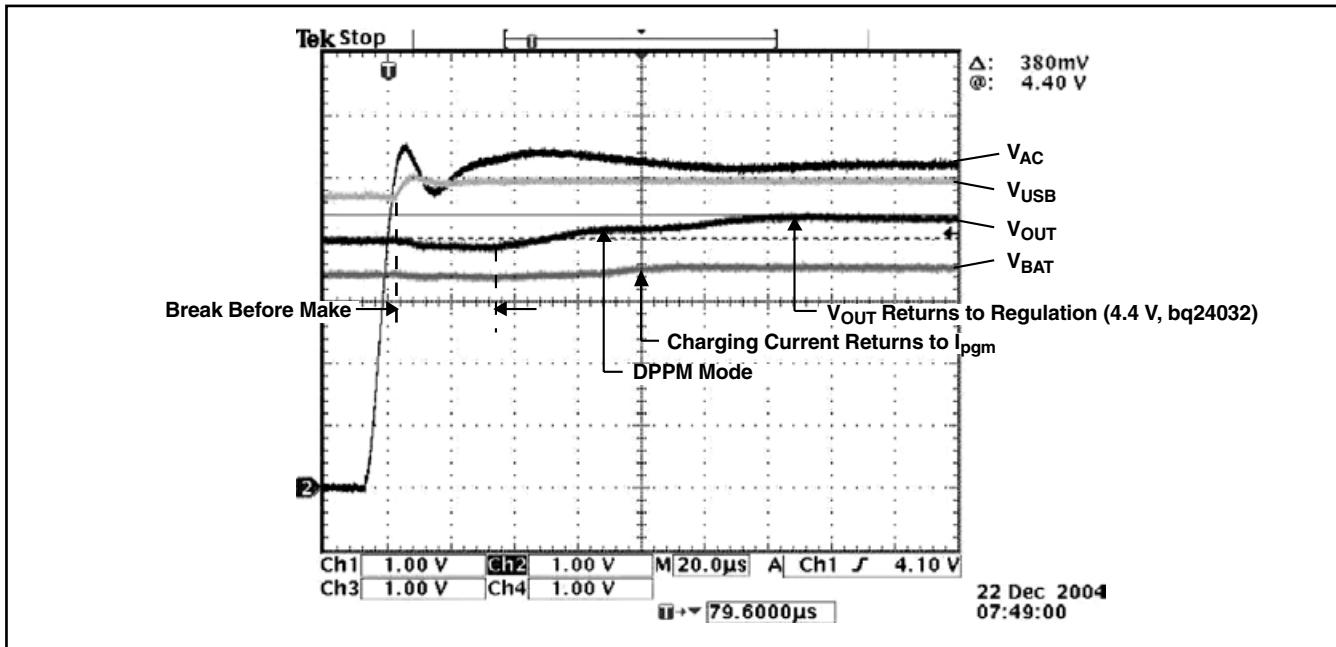


図9. Apply AC – PWR XFER From USB to AC

図9に、ACが印加されパワーがUSBからACに移動した場合を示します。PSEL = “H” レベル、チャネル1(CH1) VAC = 5.4V、チャネル2(CH2)  $V_{(USB)}$  = 5V、チャネル3(CH3)  $V_{OUT}$ 、出力電流  $I_{OUT} = 0.25A$ 、チャネル4(CH4)  $V_{BAT}$  = 3.5V、また、 $I_{(PGM-CHG)} = 1A$ です。充電器はACが優先であると設定されますが、ACが印加されるまでUSBで動作しています。ACが印加され(1番目の領域)、USB FETがオープンになった(2番目の領域)時、AC FETは閉じ(3番目の領域)、出力はDPPMスレッシュホールドから復帰します(8番目の領域)。

図10に、USBが除去されパワーがUSBからACに移動した場合を示します。PSEL = “L” レベル、チャネル1(CH1) VAC = 5.4V、チャネル2(CH2)  $V_{(USB)}$  = 5V、チャネル3(CH3)  $V_{OUT}$ 、出力電流  $I_{OUT} = 0.25A$ 、チャネル4(CH4)  $V_{BAT}$  = 3.5V、また、 $I_{(PGM-CHG)} = 1A$ です。USB電源は除去され(2番目の領域)、出力電圧はバッテリー電圧まで低下し(USB不良を宣言、4番目の領域)、ACに切り替わり(USBモード)、それからUSB電源に切り替わっている図と同じように回復します。このパワーの移動はPSEL = “L” レベルの場合に起こり、そのことはAC入力があつかもUSBであるかのようにレギュレーションされることを意味しています。

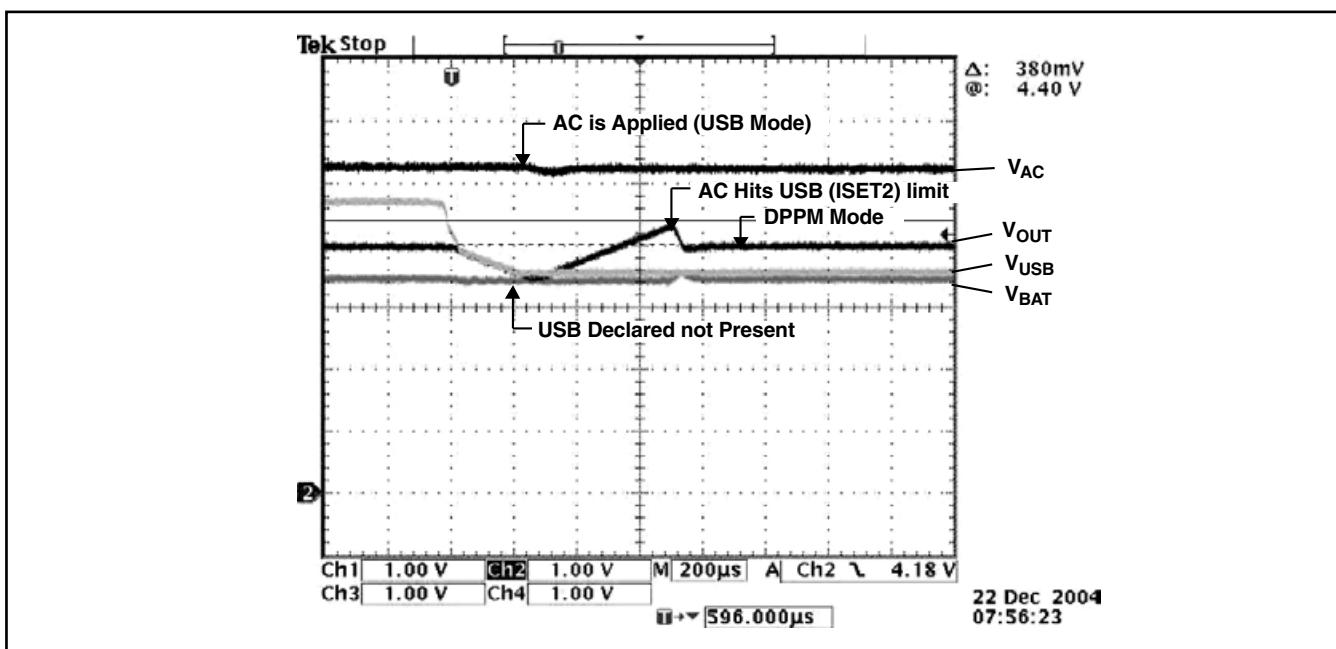


図10. Remove USB – WR XFER From AC to USB

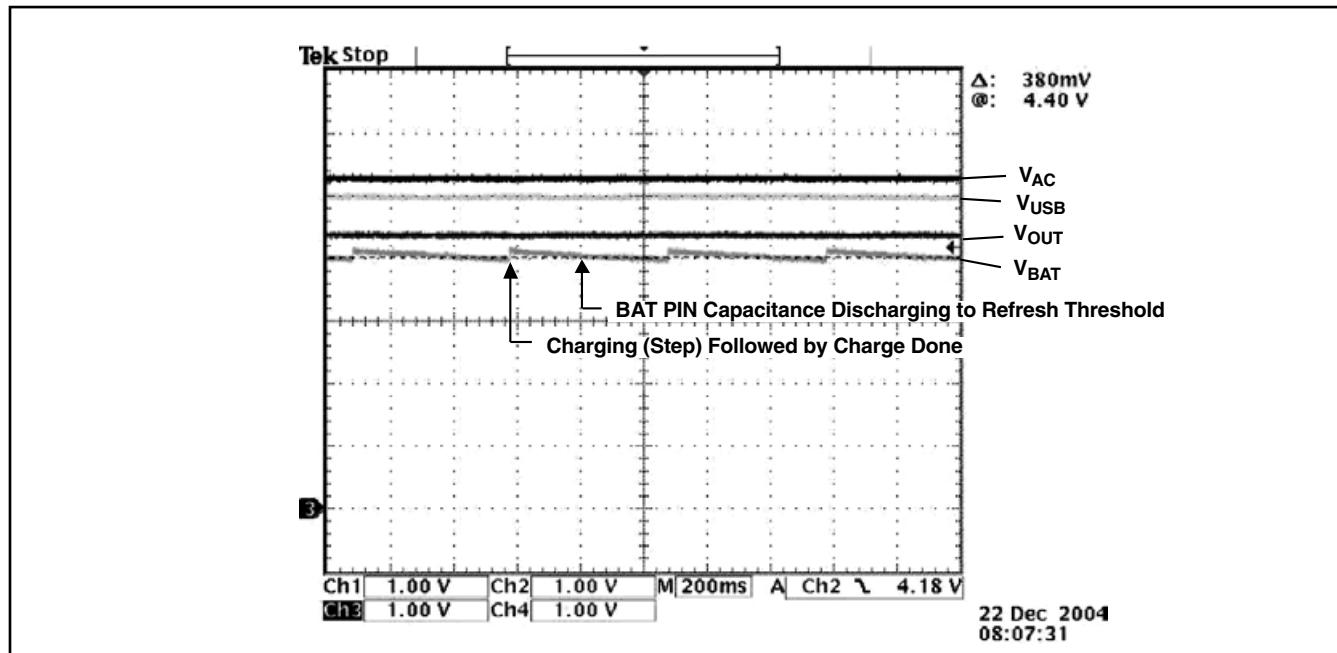


図 11. Battery Absent – PWR XFER to USB

図11に、バッテリーが存在せず、パワーがUSBに移動した場合を示します。PSEL = “H” レベル、チャネル1(CH1)VAC = 5.4V、チャネル2(CH2)V<sub>(USB)</sub> = 5V、チャネル3(CH3)V<sub>OUT</sub>、出力電流I<sub>OUT</sub> = 0.25A、チャネル4(CH4)V<sub>BAT</sub>、また、I<sub>(PGM-CHG)</sub> = 1Aです。充電完了とリフレッシュ(新規充電)の繰り返しによるのこぎり波に注目してください。

図12に、起動用にバッテリーが挿入された場合を示します。チャネル1(CH1)VAC = 0V、チャネル2(CH2)V<sub>(USB)</sub> = 0V、チャネル3(CH3)V<sub>OUT</sub>、V<sub>OUT</sub> > 2Vの場合出力電流I<sub>OUT</sub> = 0.25A、チャ

ネル4(CH4)V<sub>BAT</sub> = 3.5V、また、C<sub>(DPPM)</sub> = 0pFです。電源が存在せず、バッテリーが挿入された場合、図に示されているように出力に負荷がなければ(負荷電流が10mA未満)出力はバッテリー電圧をトラッキングします。出力をバッテリーより200mV以上低く保持している負荷が存在していれば、短絡状態が宣言されます。この時、正常状態に戻すため負荷を取り除く必要があります。短絡モードの実行を遅らせ無制限の電流を得るためDPPMピンにコンデンサを接続することができます。

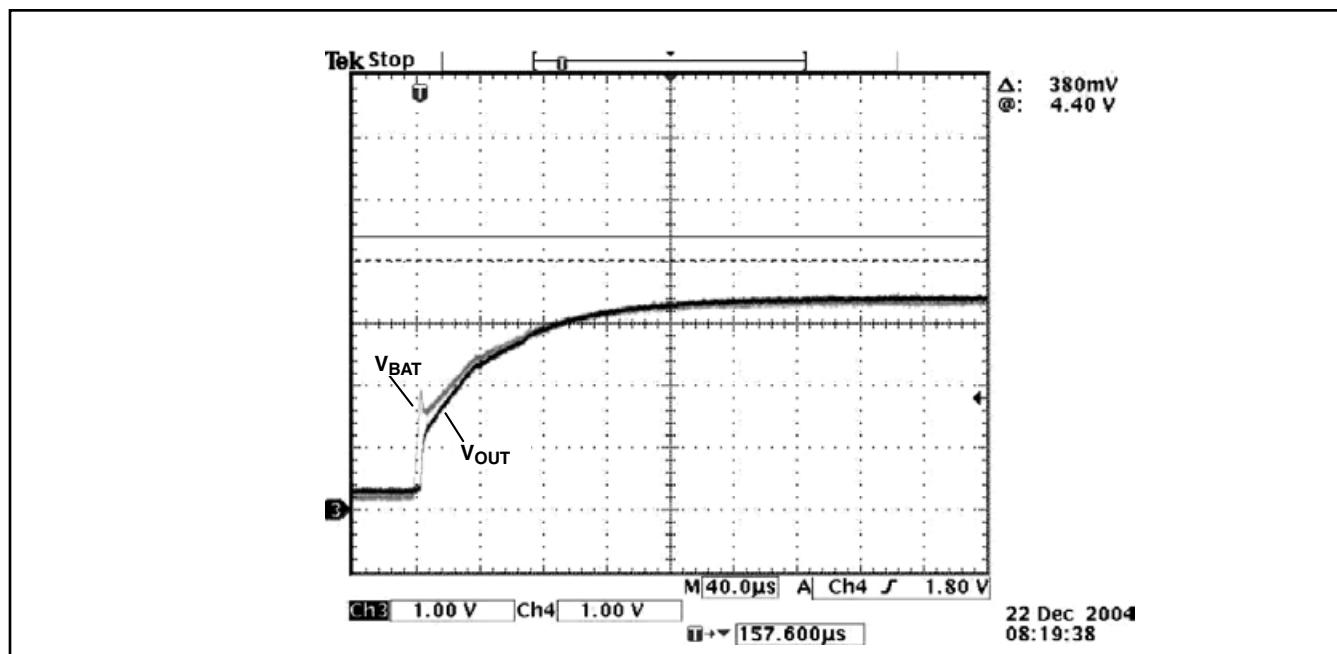


図 12. Insert Battery – Power - Up Output via BAT

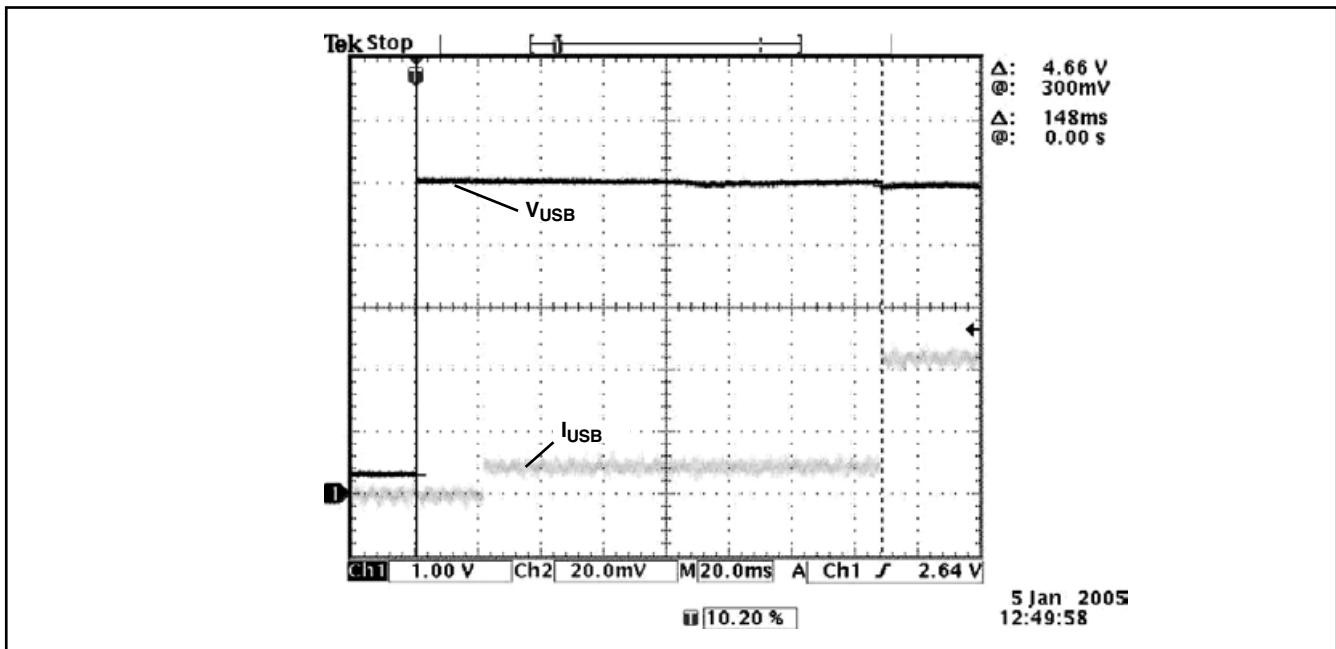


図13. USB Boot-Up Power-Up

図13に、USBポートアップとUSBを介した起動について示します。チャネル1(CH1)  $V_{(USB)} = 0V \sim 5V$ 、チャネル2(CH2) USB入力電流(0.2A/div)、PSEL = “L” レベル、CE = “H” レベル、ISET2 = “H” レベル、 $V_{BAT} = 3.85V$ 、 $V_{(DPPM)} = 3.0V$  ( $V_{(DPPM)} \times 1.15 < V_{BAT}$ 、そうでなければDPPMモードにより存続時間が増加します)。USB電源が印加された場合(ACが存在しなければ)、CEピンとISET2ピンはブートアップ時には無視され、OUTピンまたはBATピンに最大入力電流100mAが提供されます。ブートアップ時間の後、ICはCEピンとISET2ピンをプログラムされたとおりに使用します。

### バッテリー温度の監視

bqTINY-IIIはTSピンとVSSピンの間の電圧を測定することでバッテリー温度を連続してモニタしています。内部電流源がもつとも一般的な  $10k\Omega$  の負の温度係数をもつサーミスタ(NTC)にバイアスを供給します(図14参照)。デバイスは充電が可能かどうかを決めるためTSピンの電圧を内部の  $V_{(LTF)}$  及び  $V_{(HTF)}$  スレッシュホールドと比較します。温度が  $V_{(LTF)}$  及び  $V_{(HTF)}$  スレッシュホールドの外側であると、デバイスは直ちに充電を中断します。デバイスはパワーFETをオフにしタイマ値を保留(タイマはリセットされません)にすることで充電を中断します。温度が正常範囲に復帰した時充電を再開します。103ATタイプのサーミスタの許容温度範囲は  $0^{\circ}\text{C}$  から  $45^{\circ}\text{C}$  ですが、ユーザーは外付け抵抗を2つ追加することでその範囲を広げることができます。図15を参照してください。

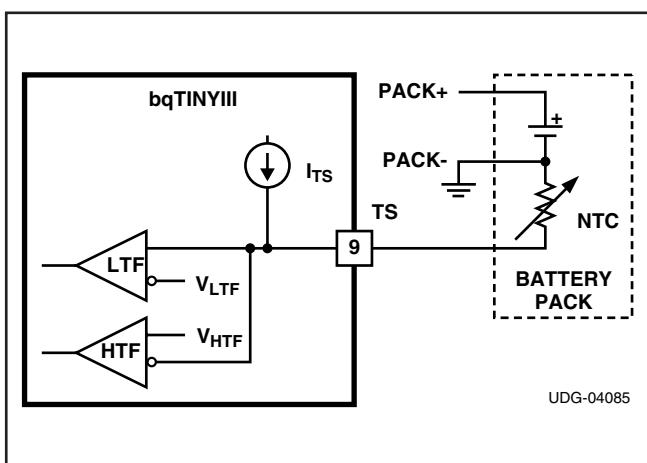


図14. TS Pin Configuration

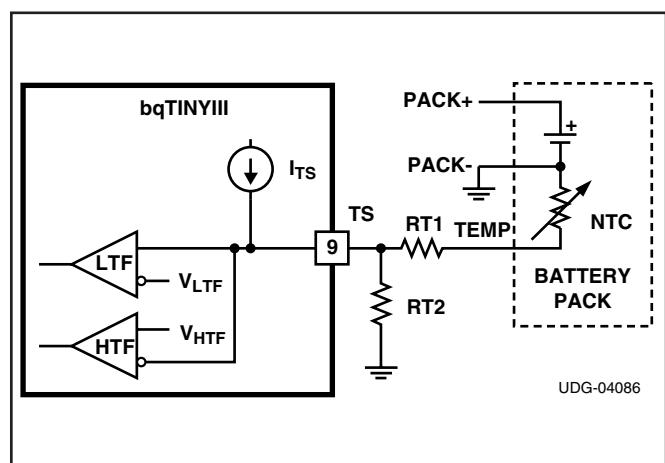


図15. TS Pin Thresholds

## バッテリーのプレコンディショニング

充電サイクル時、バッテリー電圧がV<sub>(LOWV)</sub>スレッシュホールドより低ければ、bqTINY-IIIはプリチャージ電流I<sub>O(PRECHG)</sub>をバッテリーに加えます。この機能により著しく放電したセルも復活します。ISET1とVSSの間に接続された抵抗R<sub>SET</sub>によりプリチャージ・レートが決まります。パラメータV<sub>(PRECHG)</sub>とK<sub>(SET)</sub>は特性表に規定されています。このことはAC及びUSB充電の両方に適用されることに注意してください。

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

bqTINY-IIIはコンディショニング期間中にセーフティ・タイマt<sub>(PRECHG)</sub>を作動させます。タイマ期間内にV<sub>(LOWV)</sub>スレッシュホールドに達しない場合、bqTINY-IIIは充電器をオフにし、STAT1ピンとSTAT2ピンにFAULTを出力します。充電電流がDPPMにより低減された場合タイムアウトは延長されます。詳細については“タイマ異常からの復帰”の項を参照してください。

## バッテリー充電電流

bqTINY-IIIは設定値がプログラム可能な電流レギュレーション機能を内蔵しています。ISET1とVSSの間に接続される抵抗R<sub>SET</sub>により充電レベルが決まります。充電レベルはシステムに入力電流を優先させるため減少することがあります(DPPM参照)。パラメータV<sub>(SET)</sub>とK<sub>(SET)</sub>は特性表に規定されています。

$$I_{O(OUT)} = \frac{V_{(SET)} \times K_{(SET)}}{R_{SET}} \quad (4)$$

USBポートから電源を供給する場合、有効入力電流(0.1A/0.5A)は一般的にプログラムされた(ISET1により)充電電流より低いため、DPPM機能が充電電流を減少させることで出力が下がらないようにします。

bq24032A/8では、AC動作時のみ(PSEL = “H” レベル)、充電レベルはISET2ピンを“H” レベル(フル充電)または“L” レベル(ハーフ充電)に設定することで2の状態に変更することができます。ISET1ピンの電圧VSET1は定電流ハーフ充電モードにある時、1/2されます。PSELが“L” レベルの場合ISET2ピンは0.1A/0.5AのUSB電流レベルのみをコントロールすることに注意してください。

詳細については“パワーパス・マネージメント”的項を参照してください。

## バッテリー電圧のレギュレーション

電圧レギュレーションのフィードバックはBATピンを経由して行われます。このBAT入力はバッテリー・パックの正側に直接接続されています。bqTINY-IIIはBATピンとVSSピンの間でバッテリー・パックの電圧をモニタしています。バッテリー電圧がV<sub>O(REG)</sub>スレッシュホールドに上昇した時、電圧レギュレーション・フェーズが始まり充電電流は徐々に減少します。

バッテリーが無い場合、BATピンは充電完了(V<sub>O(REG)</sub>)と(バッテリー・リフレッシュ・スレッシュホールド、≈4.1V)充電を繰り返します。図11を参照してください。

バッテリー挿入による起動については図12を参照してください。

安全性に対するバックアップとして、bqTINY-IIIは充電モードで充電時間もモニタしています。充電がこの時間内t<sub>(CHG)</sub>に終了しない場合、bqTINY-IIIは充電器をオフにし、STAT1ピンとSTAT2ピンにFAULTを出力します。DPPM動作時セーフティ・タイマを延長することに関する情報についてはケース1のDPPM動作を参照してください。詳細については“タイマ異常からの回復”的項を参照してください。

## パワーの伝達

このICの設計目標は、最初はPSEL(PSELはbq24039では内部で“H” レベルに設定)で優先順位が選択されるACまたはUSBのいずれかの入力により、最終的にはバッテリーにより、常にシステムに電源を供給し続けることです。入力電源はパワーグッド・ステータスが“L” レベルの場合のみ存在すると見なされます。システム容量がシステム電圧を維持しなければならない時間t<sub>SW-AC/USB</sub>でACからUSBに、またはUSBからACに切り替わる時“ブレーク・ビフォア・メーキング”的スイッチング動作が行われます。パワーの移動はそのパワーグッド・ピンが“H” レベル(オープン・ドレイン出力が“H” レベル=電源は存在しない)になった場合、つまり入力電源がバッテリーの電圧まで低下した時に起こることに注意してください。バッテリーが使用可能な電圧より低い場合、システムはリセットする可能性があります。一般的に、入力電源がなくなる前に、バッテリーには使用可能な容量がいくらかあるため、システムのリセットは回避されます。バッテリーが切れるかまたは欠落している場合、PSELピンがシャットダウン前にパワーを伝達するのに使用されない限りシステムはパワーを失います。

このことが問題であれば、簡素な外部的な解決方法があります。PSELピンを外部から切り替えることで、パワーの移動プロセスが即座に始まります(入力がバッテリー電圧まで低下するのを待ちません)。このことは、AC入力とグランド間に抵抗デバイダを接続し、そのR1(上側の抵抗)とR2(グランドへの抵抗)間にPSELを接続して実現します。抵抗値はACがその臨界電圧(ユーザーが設定)に低下した時デバイダ電圧が1V(PSELのスレッシュホールド)となるよう選択します。ヒステリシスを供給するためPSEL<1Vの時およそ280kΩの内部抵抗が加わります。R2は10 kΩ~60kΩを、 $V_{(ac-critical)}$ は3.5V~4.5Vを選択してください。R1は以下の式を用いて求められます。

$$R1 = R2 (V_{(ac-critical)} - 1 V);$$

$$V_{(ac-reset)} = 1 + R1(R2+280k) / (280k \times R2);$$

例:  $R2=30\text{ k}\Omega$ 、 $V_{(ac-critical)}=4\text{V}$ とすると、 $R1=30\text{k} (4\text{V}-1\text{V})=90\text{k}\Omega$ 、 $V_{(ac-reset)}=1+90k (30k + 280k) / (280k \times 30k)=4.32\text{V}$ になります。従って、90k/30kのデバイダの場合、PSELのバイアスはVACが4Vに低下した時( $V_{BAT}$ に無関係)電源をACからUSBに切り替え(USBPG = “L” レベル)、VACが4.32Vに回復した時再度切り替わって戻ります。図6から図10を参照してください。

## 温度のレギュレーションと熱保護

充電レートを最大限にするため、bqTINY-IIIには接合部温度のレギュレーション・ループ機能があります。ICの消費電力により接合部温度が $T_J(\text{REG})$ スレッシュホールドより高くなると、bqTINY-IIIは接合部温度を $T_J(\text{REG})$ スレッシュホールド近辺に保つために充電電流を抑制します。異常終了を回避するため、このモードにある間は充電終了検出機能はディスエーブルです。

また、bqTINY-IIIはチップの接合部温度 $T_J$ をモニタしており、もし $T_J$ が $T_{(\text{SHTDW}))}$ を越えるとOUTピンをAC入力またはUSB入力から切り離します。この動作は $T_J$ が特性表に規定されているヒステリシス・レベル分 $T_{(\text{SHTDW}))}$ より低くなるまで続きます。

バッテリー・サブルメント・モードには熱保護はありません。入力電源が十分でなければ、Q2 FETがバッテリーを出力(システム)に接続し続けますが、標準的な設計条件では、部品の最大消費電力を越えないようにバッテリーの放電電流を制限する短絡保護回路が用いられます。

## 充電タイマ動作

安全性に対するバックアップとして、bqTINY-IIIは充電モードで充電時間をモニタしています。充電終了スレッシュホールドが $t_{(\text{CHG})}$ 時間内に検出されない場合、bqTINY-IIIは充電器をオフにし、STAT1ピンとSTAT2ピンにFAULTを出力します。TMRとVSSの間に接続される抵抗 $R_{(\text{TMR})}$ によりタイマ時間が決まります。パラメータ $K_{(\text{TMR})}$ は特性表に規定されています。充電タイマをディスエーブルにするためには、 $R_{(\text{TMR})}$ を取り除きTMRピンを直接LDOピンに接続してください。この行為は全てのセーフティ・タイマを除去し、充電終了をディスエーブルにし、またタイマ異常もクリアします。TMRピンはフローティングにおいてはいけません。

$$t_{(\text{CHG})} = K_{(\text{TMR})} \times R_{(\text{TMR})} \quad (5)$$

サーマル・レギュレーション・モードまたはDPPMモードの時、bqTINY-IIIはバッテリーをフル充電するのに必要な追加時間を供給するためタイマ期間を動的に調整します。この独自仕様の機能は早期終了または異常終了を防止するために設計されています。このモードでの最大充電時間 $t_{(\text{CHG-TREG})}$ は以下の式(6)で求められます。

$$t_{(\text{CHG-TREG})} = \frac{t_{(\text{CHG})} \times V_{(\text{SET})}}{V_{(\text{SET-TREG})}} \quad (6)$$

この調整は動的であり周囲温度の変化と充電レベルの変化について変わるため、タイマ・クロックは調整されることに注意してください。充電サイクルにわたって上記式を積分することなしに総安全時間を見積ることは困難です。従って、安全時間は充電電流に逆比例し、バッテリーの定格は電流・時間であるという理論の理解の下に、安全時間は適切に動的に順応します。

パラメータ $V_{(\text{SET})}$ は特性表に規定されています。 $V_{(\text{SET-TREG})}$ はサーマル・レギュレーション・モードまたはDPPMモード時のISETピンの電圧で、充電電流の関数です。(充電電流はサーマル・レギュレーション・モードまたはDPPMモード時動的に調整されることに注意してください)。

$$V_{(\text{SET-TREG})} = \frac{I_{(\text{OUT})} \times R_{(\text{SET})}}{K_{(\text{SET})}} \quad (7)$$

全デグリッチ時間も $t_{(\text{CHG-TREG})}$ に比例して調整されます。

## 充電終了と再充電

bqTINY-IIIは、いつ充電終了を行うべきかを決めるために電圧レギュレーション時ISET1ピンの電圧をモニタしています(©/10-250mV、C/25-100mV)。充電終了スレッシュホールド $I_{(TERM)}$ が検出されるとbqTINY-IIIは充電を終了します。ISET1とVSSの間に接続された抵抗R<sub>SET</sub>により高速充電電流レベル( $V_{(TERM)}=2.5V$ )、ひいてはC/10、C/25電流の充電終了スレッシュホールド・レベルがプログラムされます。パラメータ $V_{(TERM)}$ と $K_{(SET)}$ は特性表に規定されています。このことはAC及びUSB充電の両方に適用されることに注意してください。

$$I_{(TERM)} = \frac{V_{(TERM)} \times K_{(SET)}}{R_{SET}} \quad (8)$$

充電終了後、OUTの電圧が $V_{(RCH)}$ スレッシュホールドより低くなるとbqTINY-IIIは充電を再開します。この機能によりバッテリーは常時フル容量に保持されます。

## LDOレギュレータ

bqTINY-IIIには3.3Vのレギュレータが用意されています。このレギュレータは一般的に携帯用アプリケーションでのUSBトランシーバまたはドライバに電源を供給するのに使用されます。このLDOはAC入力またはUSB入力のいずれかが存在する場合にのみイネーブルであることに注意してください。CEピンが“L”レベル(チップはディスエーブル)で、ACまたはUSBが存在する場合は、LDOはバッテリーから電源を供給されます。これはチップがディスエーブルの時入力電流が低いためです。

## スリープ・モードとスタンバイ・モード

bqTINY-IIIの充電回路は、AC及びUSBの両方とも回路から除去された場合、ローパワーのスリープ・モードになります。この機能により入力電源が無い時バッテリーがbqTINY-IIIに流れ出ることが防止されます。スリープ・モード時、バッテリーがシステムに電源を供給し続けるためQ2はオン(すなわち、バッテリーはOUTピンに接続)のままであることに注意してください。

bqTINY-IIIは、ACまたはUSBが存在している時CE入力が“L”レベルであれば、ローパワーのスタンバイ・モードになります。このサスペンド・モードでは、内部のパワーFET Q1とQ3(ブロック図参照)はオフになり、BAT入力はOUTピンを介してシステムに電源を供給するのに使用され、LDOはオンのままで(出力から電源を供給)。この機能はパワーが入力電源から流れることを制限するために設計されています(例えばUSBサスペンド・モードなど)。

## 充電状態の出力

オープン・ドレイン(OD)出力STAT1とSTAT2は、表2に示されているように、各種充電器動作を表します。

これらのステータス・ピンは、LEDを駆動させたり、ホスト・プロセッサへ通信したりするのに使用することができます。“OFF”は、オープン・ドレイン・トランジスタがオフであることに注意してください。これは、CE = Highであると仮定していることに注意してください。

## ACPG、USBPG出力(パワーグッド)、 bq24030/2A/5

2つのオープン・ドレイン・ピン、ACPGとUSBPG(ACとUSBのパワーグッド)はACアダプタまたはUSBポートが存在し、それがバッテリー電圧より高い時を表します。スリープ・モードを終了した時(入力電圧がバッテリー電圧より高い時)それぞれ対応する出力がオン(“L”レベル)になります。この出力はスリープ・モードではオフになります(オープン・ドレイン)。ACPGピンとUSBPGピンはLEDを駆動またはホスト・プロセッサと通信するのに使用することができます。OFFはオープン・ドレインのトランジスタがオフであることを表していることに注意してください。

## PG出力(パワーグッド)、bq24038

オープン・ドレイン・ピン、PGはACアダプタまたはUSBポートのいずれかが存在し、それがバッテリー電圧より高い時を表します。この出力はスリープ・モードではオフになります(オープン・ドレイン)。PGピンはLEDを駆動またはホスト・プロセッサと通信するのに使用することができます。

充電状態	STAT1	STAT2
プリチャージ中	ON	ON
高速充電中	ON	OFF
充電完了	OFF	ON
充電一時停止(温度)、タイマ異常、スリープ・モード	OFF	OFF

表2. ステータス・ピンのまとめ

## CE入力（チップ・イネーブル）

CE（チップ・イネーブル）デジタル入力はICをディスエーブルまたはイネーブルにするのに使用されます。このピンに“H”レベルの信号を印加するとチップがイネーブルになり、“L”レベルの信号ではデバイスがディスエーブルになりスタンバイ・モードが始まります。bqTINY-IIIはCE入力が“L”レベルでACまたはUSBが存在する時ローパワーのスタンバイ・モードになります。このサスPEND・モードでは、内部のパワーFET Q1とQ3（ブロック図参照）はオフになり、バッテリー（BATピン）はQ2とOUTピンを介してシステムに電源を供給するのに使用され、また、LDOにも電源を供給します。この機能はパワーが入力電源から流れることを制限するために設計されています（例えばUSBサスPEND・モードなど）。

## VBSEL入力（バッテリー電圧の選択）、 bq24038

VBSEL（バッテリー電圧の選択）デジタル入力ピンは充電電圧を4.2V (typ) (VBSEL = “L” レベル) または4.36V (typ) (VBSEL = “H” レベル) に設定するのに使用することができます。VBSELがオープンのままであると、内部の電流源のプルダウンにより充電電圧は4.2V (typ) に設定されます。

## 充電ディスエーブル機能

DPPM入力は充電プロセスをディスエーブルにするのに使用することができます。これはDPPMモードを起こすことにより達成することができます。また、このことはAC及びUSB充電の両方に適用されることに注意してください。

## タイマ異常からの復帰

図3に示されているように、bqTINY-IIIはタイマ異常状態に対処する復帰方法を提供します。この方法のまとめを以下に示します。

**状態1：**充電電圧が再充電スレッシュホールド ( $V_{(RCH)}$ ) より高く、タイムアウト異常が起こった場合

**回復方法：**bqTINY-IIIはバッテリー電圧が再充電スレッシュホールドより低くなるまで待ちます。このことは、バッテリーの負荷、自己放電、バッテリー除去が原因で起こります。バッテリー電圧が再充電スレッシュホールドより低くなると、bqTINY-IIIは異常をクリアし、新しい充電サイクルを開始します。PORまたはCEの切り替えでも異常はクリアされます。

**状態2：**充電電圧が再充電スレッシュホールド ( $V_{(RCH)}$ ) より低く、タイムアウト異常が起こった場合

**回復方法：**この場合、bqTINY-IIIは $I_{(FAULT)}$ 電流を印加します。この微小電流はバッテリーの除去状態を検出するのに使用され、バッテリー電圧が再充電スレッシュホールドより低いままである限りオンのままでです。バッテリー電圧が再充電スレッシュホールドより高くなると、bqTINY-IIIは $I_{(FAULT)}$ 電流をディスエーブルにし、状態1で説明した回復方法を実行します。バッテリー電圧が再充電スレッシュホールドより低くなると、bqTINY-IIIは異常をクリアし、新しい充電サイクルを開始します。PORまたはCEの切り替えでも異常はクリアされます。

## 短絡回路からの回復

出力には2つのタイプの短絡保護があり、1つは入力に、もう1つはバッテリーに付随するものです。

出力がおよそ1Vより低くなると、入力短絡回路状態が宣言され、入力FET(AC及びUSB)はオフになります。この状態から復帰するには、各入力から $500\Omega$ のプルアップ抵抗を出力に加えます（切り替えます）。復帰するには、入力FETがオンに戻るようになるため、プルアップ抵抗が出力電圧を1Vより高くできるよう出力の負荷を低減しなければなりません{ $R_{load} > 1V \times 500\Omega / (V_{in} - V_{out})$ }。

出力がバッテリー電圧より200mV低くなると、バッテリーのFETは短絡状態にあると見なされ、バッテリーのFETはオフになります。この状態から復帰するために、バッテリーから出力に $10mA$ の電流源が用意されています。出力負荷が低減すると、 $10mA$ の電流源がバッテリーのFETがオフに戻る200mV以内に出力を上げます。

短絡状態が取り除かれ、最小システム負荷が依然として大き過ぎるままであると $[R < (V_{Bat} - 200\text{ mV}) / 10mA]$ 、短絡回路保護は一時的に無効になります。DPPMピンの電圧が1Vより低い場合バッテリー短絡保護はディスエーブルになります（ごく短期間のみ推奨）。このピンに数ミリ秒間1Vより低いパルスを印加すると復帰します。

この短絡ディスエーブル機能はバッテリーを挿入した場合の起動時に主に実行されます。ほとんどの出力容量性負荷により、BAT入力電圧はOUT電圧よりもかなり速く上昇するため( $V_{out} < V_{bat} - 200\text{ mV}$ )、デバイスは短絡モードで動作なくなることがあります。DPPMピンとグランドの間にコンデンサを挿入すると、起動時VPPMの立ち上がり時間が減速し、短絡保護を遅らせます。このピンに大き過ぎる容量を接続すると（大きな遅延）、出力がグランドに短絡した場合大きな電流が流れることができます。推奨値は $1nF \sim 10nF$ です。 $V_{DPPM}$ の立ち上がり時間は $100\mu A$ のDPPM電流源、DPPM抵抗、挿入コンデンサの関数です。

## アプリケーション情報

### 入出力コンデンサの選択

ほとんどのアプリケーションで必要なことは各入力(AC及びUSB)に高周波のデカップリング・コンデンサを挿入することです。0.1μFのセラミック・コンデンサをACピン及びUSBピンに近接して置きそこからVSSピンに接続すると効果的です。アプリケーションによっては電源特性とケーブル長次第で各入力に10μFのセラミック・コンデンサを追加することが必要なことがあります。

bqTINY-IIIはループの安定性のために小型の出力コンデンサのみを必要とします。OUTとVSSピンの間に0.1μFのセラミック・コンデンサを挿入することで通常は十分です。

内蔵のLDOにはその出力に最大1μFのセラミック・コンデンサを必要とします。出力には定常状態用の負荷にコンデンサは不要ですが、最小容量0.1μFを接続しておくことを推奨します。

BATピンとVSSピンの間に最小33μFのコンデンサを接続することを推奨します(バッテリーと並列)。このことにより、確実に無負荷状態(システム負荷なし、またはバッテリー装着なし)で活線挿抜が正しく行われます。

### 熱についての考察

bqTINY-IIIは放熱性に優れたMLPパッケージに実装されています。このパッケージにはデバイスとプリント基板(PCB)の間で効果的な熱接触を行うためにQFNサーマル・パッドが含まれています。このパッケージ用のPCB設計指標の全てはアプリケーション・ノート“QFN/SON PCB Attachment”(SLUA271)に記載されています。パワー・パッドはVSSのプレーンに接続しなければなりません。もっとも一般的なパッケージの熱特性の目安はチップの接合部からパッケージ表面(周囲)を取り囲んでいる大気まで測定される(またはモデル化される)熱インピーダンス( $\theta_{JA}$ )です。

$\theta_{JA}$ についての式は以下のとおりです。

$$\theta_{JA} = \frac{T_J - T_A}{P} \quad (9)$$

但し、

T<sub>J</sub>=チップの接合部温度

T<sub>A</sub>=周囲温度

P=デバイスの消費電力

$\theta_{JA}$ の測定及び計算に大きく影響を与える可能性のある要因は以下のとおりです。

- デバイスがボードに実装されているかどうか
- 配線の寸法、組成、厚さ、形状
- デバイスの方向(水平または垂直)
- 測定及びエアフロー下でのデバイスを取り巻く周囲大気量
- 測定されているデバイスに他の面が近接しているか

デバイスの消費電力Pは充電レートと内部パワーFET端の電圧降下の関数です。消費電力は以下の式(10)から求めることができます。

$$P = \left[ (V_{IN} - V_{OUT}) \times (I_{OUT} + I_{BAT}) \right] \\ + \left[ (V_{OUT} - V_{BAT}) \times I_{BAT} \right] \quad (10)$$

デリチウム系バッテリーの充電プロファイルにより、最大消費電力は一般的にバッテリー電圧がその最低レベルにある時の充電サイクルの始めにあると考えられます。図1を参照してください。通常、急速充電(1Cの充電レートと3Vを上回るバッテリー)になった時、リチウム・イオン・バッテリーの電圧は急速に(<2V分)約3.5Vまで上昇します。従って、システム・ボードと充電デバイスは高速充電の初期段階では組立て品の熱質量により最大温度に達する時間がないため、慣例としてバッテリーの最大電圧3.5Vを使用した定常状態の熱設計を行います。この理論は、バッテリー電圧と充電器のパワー・パッド温度をモニタしながら放電バッテリーで充電サイクルを行うことにより容易に検証されます。

### PCBレイアウトについての考察

PCBのレイアウトに特別な注意を払うことが重要です。以下にいくつかの指標を示します。

- 最適な特性を得るには、入力端子からVSSにデカップリング・コンデンサとOUTからVSSに出力フィルタ・コンデンサができるだけbqTINY-IIIに近づけて、また、信号ピン及びVSSピンの両方へ短い配線で接続しなければなりません。
- 全ての低電流のVSS接続はバッテリーからの大電流の充電パスまたは放電パスから分離しておかなければなりません。小信号のグランド・パスと電源のグランド・パスを合体させる一点グランド手法を使用してください。
- ACとUSBへの、及びBATピンとOUTピンからの大電流の充電パスはこれら配線の電圧降下を回避するため最大充電電流に見合った大きさにしなければなりません。
- bqTINY-IIIは放熱性に優れたMLPパッケージに実装されています。このパッケージにはデバイスとプリント基板(PCB)の間で効果的な熱接触を行うためにQFNサーマル・パッドが含まれています。このパッケージ用のPCB設計指標の全てはアプリケーション・ノート“QFN/SON PCB Attachment”(SLUA271)に記載されています。

# PACKAGE OPTION ADDENDUM

## PACKAGING INFORMATION

Orderable Device	Status <sup>(1)</sup>	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan <sup>(2)</sup>	Lead/Ball Finish	MSL Peak Temp <sup>(3)</sup>
BQ24030RHLR	ACTIVE	QFN	RHL	20	3000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
BQ24030RHLRG4	ACTIVE	QFN	RHL	20	3000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
BQ24032ARHLR	ACTIVE	QFN	RHL	20	3000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
BQ24032ARHLRG4	ACTIVE	QFN	RHL	20	3000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
BQ24035RHLR	ACTIVE	QFN	RHL	20	3000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR
BQ24035RHLRG4	ACTIVE	QFN	RHL	20	3000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR

(1) マーケティング・ステータスは次のように定義されています。

ACTIVE : 製品デバイスが新規設計用に推奨されています。

LIFEBUY : TIによりリデバイスの生産中止予定が発表され、ライフトайム購入期間が有効です。

NRND : 新規設計用に推奨されていません。デバイスは既存の顧客をサポートするために生産されていますが、TIでは新規設計にこの部品を使用することを推奨していません。

PREVIEW : デバイスは発表済みですが、まだ生産が開始されていません。サンプルが提供される場合と、提供されない場合があります。

OBSOLETE : TIによりデバイスの生産が中止されました。

(2) エコ・プラン - 環境に配慮した製品分類プランであり、Pb-Free (RoHS) およびGreen (RoHS & no Sb/Br) があります。最新情報および製品内容の詳細については、<http://www.ti.com/productcontent>でご確認ください。

TBD : Pb-Free/Green変換プランが策定されていません。

Pb-Free (RoHS) : TIにおける“Lead-Free”または“Pb-Free”(鉛フリー)は、6つの物質すべてに対して現在のRoHS要件を満たしている半導体製品を意味します。これには、同種の材質内で鉛の重量が0.1%を超えないという要件も含まれます。高温で半田付けするように設計されている場合、TIの鉛フリー製品は指定された鉛フリー・プロセスでの使用に適しています。

Green (RoHS & no Sb/Br) : TIにおける“Green”は、“Pb-Free”(RoHS互換)に加えて、臭素(Br)およびアンチモン(Sb)をベースとした難燃材を含まない(均質な材質中のBrまたはSb重量が0.1%を超えない)ことを意味しています。

(3) MSL、ピーク温度 -- JEDEC業界標準分類に従った耐湿性レベル、およびピーク半田温度です。

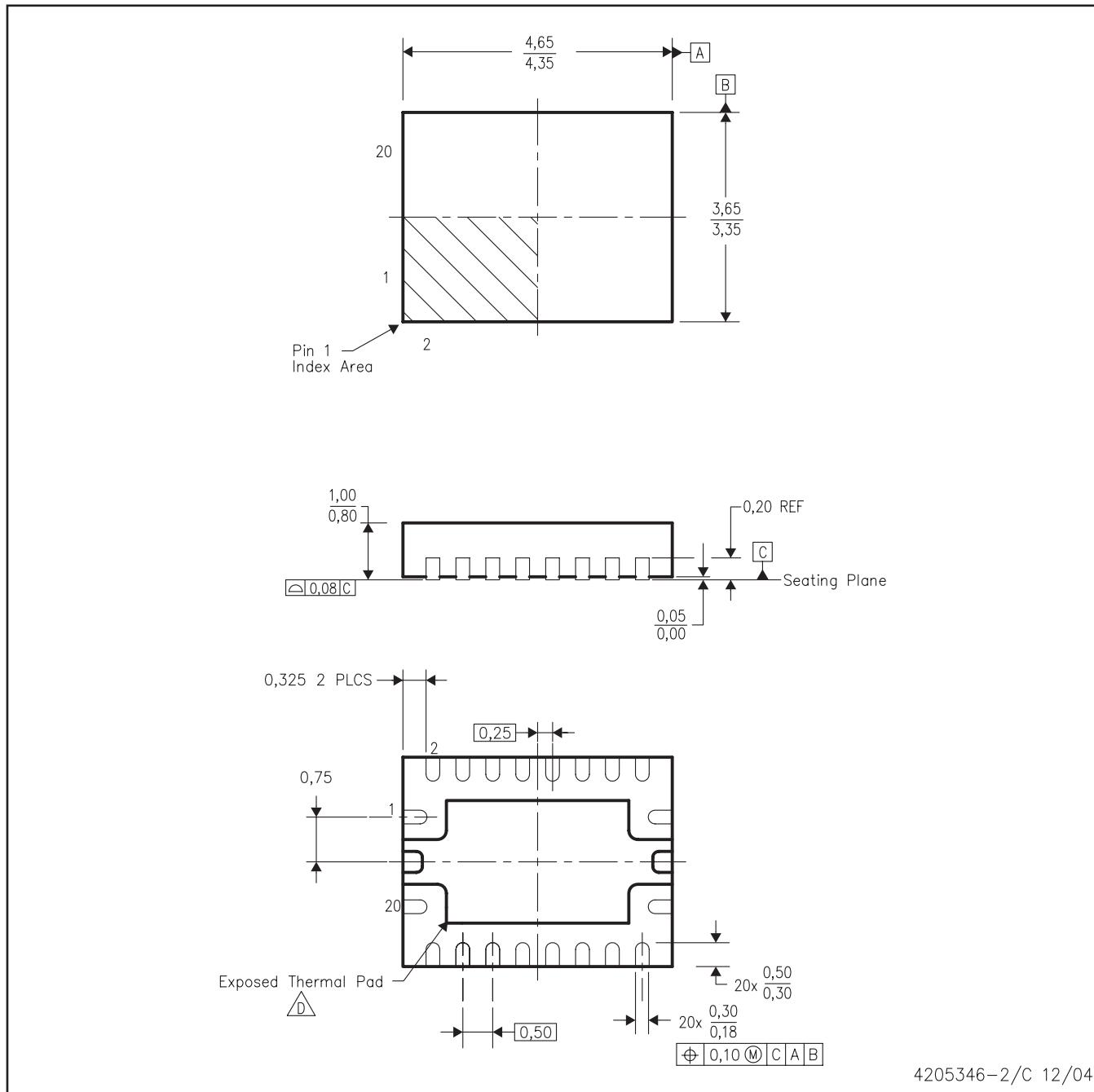
重要な情報および免責事項 : このページに記載された情報は、記載された日付時点でのTIの知識および見解を表しています。TIの知識および見解は、第三者によって提供された情報に基づいており、そのような情報の正確性について何らの表明および保証も行うものではありません。第三者からの情報をより良く統合するための努力は続けております。TIでは、事実を適切に表す正確な情報を提供すべく妥当な手順を踏み、引き続きそれを継続してゆきますが、受け入れる部材および化学物質に対して破壊試験や化学分析は実行していない場合があります。TIおよびTI製品の供給者は、特定の情報を機密情報として扱っているため、CAS番号やその他の制限された情報が公開されない場合があります。

いかなる場合においても、そのような情報から生じるTIの責任は、TIによって年次ベースで顧客に販売される、このドキュメント発行時点でのTI製品の合計購入価格を超えることはありません。

# メカニカル・データ

RHL (R-PQFP-N20)

PLASTIC QUAD FLATPACK



注：A. 全ての線寸法の単位はミリメートルです。寸法と公差はASME Y14.5M-1994によります。

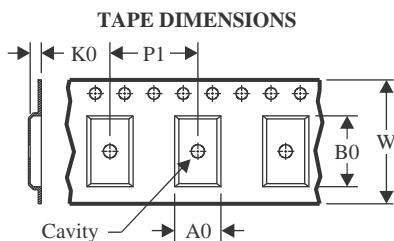
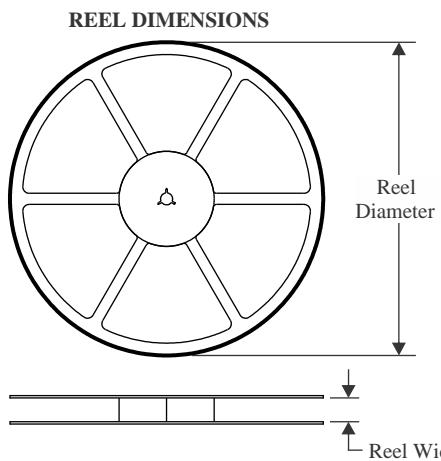
B. 図は通知なしに変更することがあります。

C. QFN(クワッド・フラットパック・ノーリード)パッケージ構成です。

パッケージのサーマル・パッドは熱特性及び機械特性のためボードにはんだ付けしなければなりません。  
露出サーマル・パッド寸法に関する詳細については製品のデータシートを参照してください。

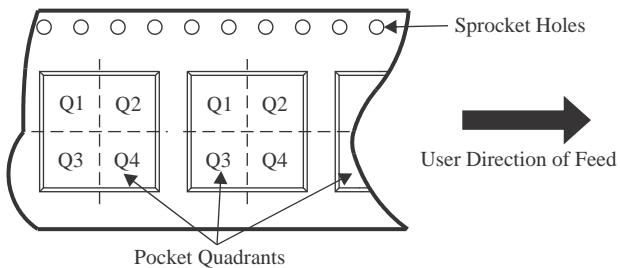
(SLUS618B)

## TAPE AND REEL INFORMATION



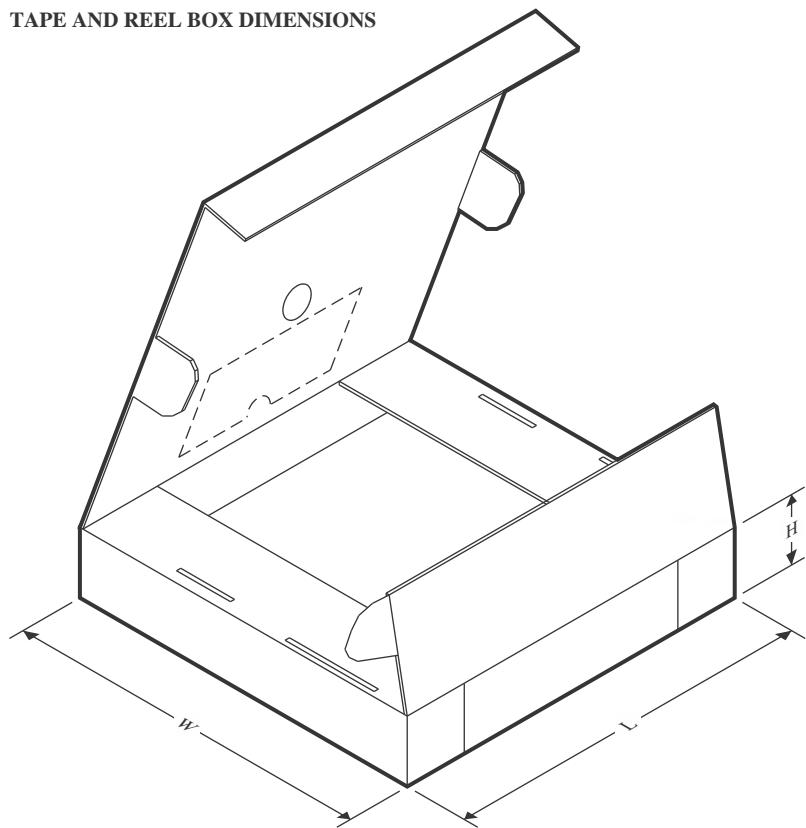
A0	Dimension designed to accommodate the component width
B0	Dimension designed to accommodate the component length
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness
W	Overall width of the carrier tape
P1	Pitch between successive cavity centers

### QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



\*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
BQ24030RHLR	VQFN	RHL	20	3000	330.0	12.4	3.71	4.71	1.1	8.0	12.0	Q1
BQ24035RHLR	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)
BQ24030RHLR	VQFN	RHL	20	3000	353.0	353.0	32.0
BQ24035RHLR	VQFN	RHL	20	3000	353.0	353.0	32.0

## 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默示保証、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、明示的または默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、(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ます。

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

TIの製品は、[TIの販売条件](#)、[TIの総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#)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