



# リチウム・イオン・バッテリー充電およびシステム・ パワー・パス管理用シングルチップIC

## 特長

- 3.5mm × 4.5mmの小型QFNパッケージ
- 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ポータブル・アプリケーションに最適
- 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アダプタから同時にシステムへ電源供給とバッテリーの充電が可能
- パワー・サブプリメント・モードによりバッテリーが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アダプタまたはバッテリー)
- トータル電流、最大2Aまで対応
- 充電制御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、短絡保護および過熱保護
- パワー・グッド状態の出力
- システム出力レギュレーション電圧用の4.4Vオプションおよび6.0Vオプション

## アプリケーション

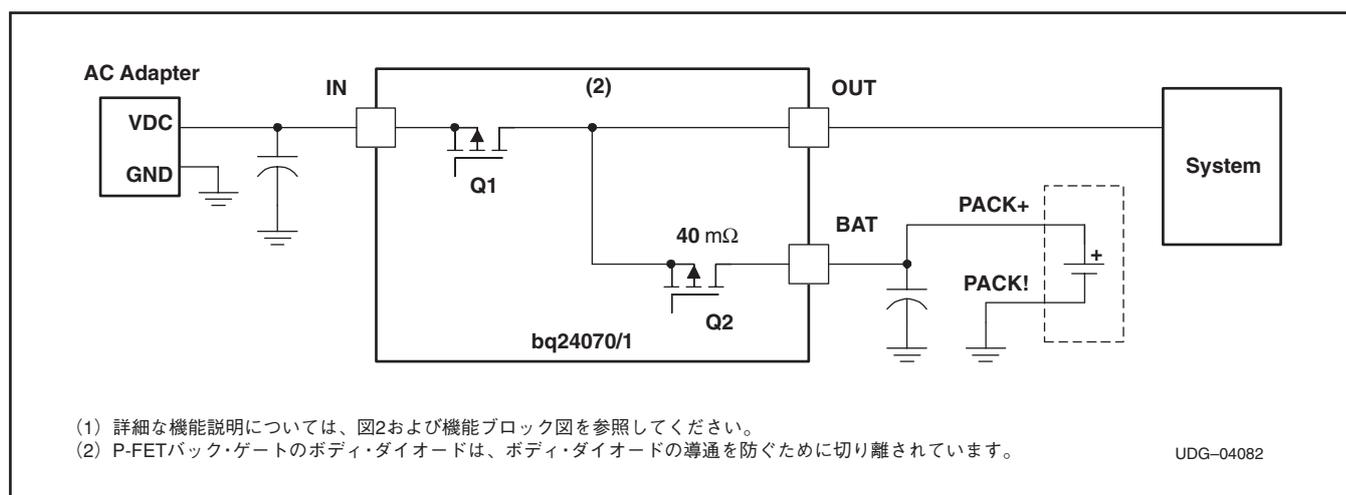
- スマート・フォンおよびPDA
- MP3プレーヤー
- デジタル・カメラおよびハンドヘルド装置
- インターネット用機器

## 概要

bq24070およびbq24071は、リチウム・イオン・バッテリー用リニア充電回路およびシステム・パワー・パス機能を高集積したデバイスであり、スペースの限られたポータブル・アプリケーションを対象としています。bq24070/1は、自動電源選択付きのDC電源 (ACアダプタ) パワー・パス管理、パワー・FETおよび電流センサ、高精度電流/電圧レギュレーション、充電ステータスおよび充電終了機能を内蔵した単一のモノリシック・デバイスです。

bq24070/1は、バッテリーを充電しながらそれとは別にシステムに電力を供給します。この機能によってバッテリーの充放電サイクルを削減し、適切に充電終了させることが可能です。

パワー・フロー図<sup>(1)</sup>



すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

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何なる責任も負いません。



またバッテリー・パックが未接続あるいは故障していてもシステムを動作させられます。バッテリー・パックが深放電している場合、この機能によって瞬時にシステムを外部電源から起動できます。このICの設計は、電力がACアダプタまたはバッテリーから利用できるときには電力をシステム供給し続けることに重点を置いています。

MODEピンは、入力電源の優先度を選択します。入力電源が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。MODEピンが“HIGH”の場合、bq24070/1はISET1ピンで設定された充電レートで入力から充電しようとしています。MODEピンが“LOW”なら、bq24070/1はその充電レートでUSBからの充電を行うよう初期設定されます。この機能のおかげで、使用コネクタ（ミニUSBケーブル）は1つで済みます。この場合ホスト

は、接続される電源（ACアダプタまたはUSBポート）に従ってMODEピンをプログラムします。表1はMODEピンの機能をまとめたものです。



## 静電気放電対策

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

MODE STATE	AC ADAPTER	MAXIMUM CHARGE RATE <sup>(1)</sup>	SYSTEM POWER SOURCE	USB BOOT-UP FEATURE
Low	Present	ISET2	USB	Enabled
	Absent	N/A	Battery	Disabled
High	Present	ISET1	AC	Disabled
	Absent	N/A	Battery	Disabled

表 1. 電源選択機能の概要

(1) バッテリーの充電レートは常にISET1で設定されますが、入力電源に制限がある場合（ISET2 USBモード）およびIOUTシステム負荷が大きい場合は、低減されることがあります。

## ご注文の手引き<sup>(1)</sup>

T <sub>A</sub>	BATTERY VOLTAGE (V)	OUT PIN	PART NUMBER <sup>(2)(3)</sup>	STATUS	PACKAGE MARKING
-40°C to 125°C	4.2	Regulated to 4.4 V <sup>(4)</sup>	bq24070RHLLR	Production	BRQ
	4.2	Regulated to 4.4 V <sup>(4)</sup>	bq24070RHLLT	Production	BRQ
	4.2	Regulated to 6.0 V	bq24071RHLLR	Production	BTR
	4.2	Regulated to 6.0 V	bq24071RHLLT	Production	BTR

(1) 最新のパッケージおよびご注文情報については、このドキュメントの巻末にある「付録：パッケージ・オプション」またはTIのWebサイト（[www.ti.com](http://www.ti.com)）をご覧ください。

(2) RHLパッケージは、以下のオプションで供給されます。

R テープ/リールで供給され、リールあたりのデバイス数量は3,000個です。  
T テープ/リールで供給され、リールあたりのデバイス数量は250個です。

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

(4) AC < V<sub>O(OUT-REG)</sub>の場合、ACはP-FET (Q1) によってOUTピンに接続されます。

## 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)

		bq24070/1
Input voltage	IN (DC voltage wrt (with respect to) VSS)	-0.3 V to 18 V
Input voltage	BAT, CE, DPPM, $\overline{PG}$ , Mode, OUT, ISET1, ISET2, STAT1, STAT2, TS, (all DC voltages wrt VSS)	-0.3 V to 7 V
	V <sub>REF</sub> (DC voltage wrt VSS)	-0.3 V to V <sub>O(OUT)</sub> + 0.3 V
	TMR	-0.3 V to V <sub>O</sub> + 0.3 V
Input current		3.5 A
Output current	OUT	4 A
	BAT <sup>(2)</sup>	-4 A to 3.5 A
Output sink current	$\overline{PG}$ , STAT1, STAT2,	1.5 mA
Storage temperature range, T <sub>stg</sub>		-65°C to 150°C
Junction temperature range, T <sub>J</sub>		-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、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」に示された値を上回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。特に記述のない限り、すべての電圧値はネットワーク・グランド・ピンを基準にしています。

(2) 負電流とはBATピンに流入する電流と定義されています。

## 推奨動作条件

		MIN	MAX	UNIT
V <sub>CC</sub>	Supply voltage (V <sub>IN</sub> ) <sup>(1)</sup>	4.35	16	V
I <sub>AC</sub>	Input current		2	A
T <sub>J</sub>	Operating junction temperature range	-40	125	°C

(1) 消費電力および接合部温度が最大V<sub>CC</sub>で制限内であることを確認してください。

## 定格消費電力

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

(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。

## 電気的特性

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

PARAMETER		TEST CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNIT	
<b>INPUT BIAS CURRENTS</b>								
$I_{CC}(\text{SPLY})$	Active supply current, VCC	$V_{VCC} > V_{VCC(\text{min})}$			1	2	mA	
$I_{CC}(\text{SLP})$	Sleep current (current into BAT pin)	$V_{IN} < V_{I(\text{BAT})}$ $2.6\text{ V} \leq V_{I(\text{BAT})} \leq V_{O(\text{BAT-REG})}$ , Excludes load on OUT pin			2	5	$\mu\text{A}$	
$I_{CC}(\text{IN-STDBY})$	Input standby current	$V_{I(\text{AC})} \leq 6\text{ V}$ , Total current into IN pin with chip disabled, Excludes all loads, CE=LOW, after $t_{(\text{CE-HOLDOFF})}$ delay				200		
$I_{CC}(\text{BAT-STDBY})$	BAT standby current	Total current into BAT pin with input present and chip disabled; Excludes all loads, CE=LOW, after $t_{(\text{CE-HOLDOFF})}$ delay, $0^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 85^{\circ}\text{C}$			45	65		
$I_{IB}(\text{BAT})$	Charge done current, BAT	Charge DONE, input supplying the load			1	5		
<b>OUT PIN-VOLTAGE REGULATION</b>								
$V_{O(\text{OUT-REG})}$	Output regulation voltage	bq24070	$V_{I(\text{AC})} \geq 4.4\text{ V} + V_{DO}$		4.4	4.5	V	
		bq24071	$V_{I(\text{AC})} \geq 6.0\text{ V} + V_{DO}$		6.0	6.3		
<b>OUT PIN – DPPM REGULATION</b>								
$V_{(\text{DPPM-SET})}$	DPPM set point <sup>(1)</sup>	$V_{\text{DPPM-SET}} < V_{\text{OUT}}$			2.6	3.8	V	
$I_{(\text{DPPM-SET})}$	DPPM current source	Input present			95	100	$\mu\text{A}$	
SF	DPPM scale factor	$V_{(\text{DPPM-REG})} = V_{(\text{DPPM-SET})} \times \text{SF}$			1.139	1.150	1.162	
<b>OUT PIN – FET (Q1, Q2) DROP-OUT VOLTAGE <math>V_{\text{DS(on)}}</math></b>								
$V_{(\text{ACDO})}$	AC to OUT dropout voltage <sup>(2)</sup>	$V_{I(\text{AC})} \geq V_{\text{CC}(\text{min})}$ , Mode = High, $I_{I(\text{AC})} = 1\text{ A}$ , $(I_{O(\text{OUT})} + I_{O(\text{BAT})})$ , or no input			300	475	mV	
$V_{(\text{BATDO})}$	BAT to OUT dropout voltage (discharging)	$V_{I(\text{BAT})} \geq 3\text{ V}$ , $I_{I(\text{BAT})} = 1.0\text{ A}$ , $V_{\text{CC}} < V_{I(\text{BAT})}$			40	100		
<b>OUT PIN – BATTERY SUPPLEMENT MODE</b>								
$V_{\text{BSUP1}}$	Enter battery supplement mode (battery supplements OUT current in the presence of input source)	$V_{I(\text{BAT})} > 2\text{ V}$			$V_{I(\text{OUT})} \leq V_{I(\text{BAT})} - 60\text{ mV}$		V	
$V_{\text{BSUP2}}$	Exit battery supplement mode	$V_{I(\text{BAT})} > 2\text{ V}$			$V_{I(\text{OUT})} \geq V_{I(\text{BAT})} - 20\text{ mV}$			
<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 $V_{I(\text{OUT})} \leq V_{I(\text{BAT})} - 200\text{ mV}$			10		mA	
$R_{\text{SHAC}}$	AC to OUT short-circuit limit	$V_{I(\text{OUT})} \leq 1\text{ V}$			500		$\Omega$	
<b>BAT PIN CHARGING – PRECHARGE</b>								
$V_{(\text{LOWV})}$	Precharge to fast-charge transition threshold	Voltage on BAT			2.9	3	3.1	V
$T_{\text{DGL(F)}}$	Deglintch time for fast-charge to precharge transition <sup>(3)</sup>	$t_{\text{FALL}} = 100\text{ ns}$ , 10 mV overdrive, $V_{I(\text{BAT})}$ decreasing below threshold			22.5		ms	
$I_{O(\text{PRECHG})}$	Precharge range	$1\text{ V} < V_{I(\text{BAT})} < V_{(\text{LOWV})}$ , $t < t_{(\text{PRECHG})}$ , $I_{O(\text{PRECHG})} = (K_{(\text{SET})} \times V_{(\text{PRECHG})}) / R_{\text{SET}}$			10	150	mA	
$V_{(\text{PRECHG})}$	Precharge set voltage	$1\text{ V} < V_{I(\text{BAT})} < V_{(\text{LOWV})}$ , $t < t_{(\text{PRECHG})}$			225	250	275	mV
<b>BAT PIN CHARGING – CURRENT REGULATION</b>								
$I_{O(\text{BAT})}$	Battery charge current range <sup>(4)</sup>	$V_{I(\text{BAT})} > V_{(\text{LOWV})}$ , Mode = High $I_{O(\text{BAT})} = (K_{(\text{SET})} \times V_{(\text{SET})}) / R_{\text{SET}}$ , $V_{I(\text{OUT})} > V_{O(\text{OUT-REG})} + V_{(\text{DO-MAX})}$			100	1000	1500	mA
$R_{\text{PBAT}}$	BAT to OUT pullup	$V_{I(\text{BAT})} < 1\text{ V}$			1000		$\Omega$	

(1)  $V_{(\text{DPPM-SET})}$ は、出力電圧 $V_{(\text{DPPM-REG})}$ を制御するためのスケール・ファクタによって変化します。

(2)  $V_{\text{DO}(\text{max})}$ ドロップアウト電圧は、FET、 $R_{\text{DS(on)}}$ およびドレイン電流の関数です。ドロップアウト電圧は電流の増加に正比例して増加します。

(3) すべてのデグリンチ時間は、タイマ設定値の関数であり、DPPMモードまたは熱レギュレーション・モードではプログラム電流の減少割合で修正されます。

(4) 入力電流が2A未満の場合、バッテリー充電電流は、熱レギュレーションで制限を受けるまで増加することがあります。

## 電気的特性

接合部温度範囲 (0°C ≤ T<sub>J</sub> ≤ 125°C) および推奨電源電圧範囲内 (特に記述のない限り)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
V <sub>(SET)</sub>	Battery charge current set voltage <sup>(5)</sup>	Voltage on ISET1, V <sub>VCC</sub> ≥ 4.35 V, V <sub>I(OUT)</sub> - V <sub>I(BAT)</sub> > V <sub>(DO-MAX)</sub> , V <sub>I(BAT)</sub> > V <sub>(LOWV)</sub>	2.47	2.50	2.53	V
K <sub>(SET)</sub>	Charge current set factor, BAT	100 mA ≤ I <sub>O(BAT)</sub> ≤ 1.5 A	375	425	450	
		10 mA ≤ I <sub>O(BAT)</sub> ≤ 100 mA <sup>(6)</sup>	300	450	600	
<b>USB MODE INPUT CURRENT LIMIT</b>						
I <sub>(USB)</sub>	USB input port current range	ISET2 = Low	80	90	100	mA
		ISET2 = High	400		500	
<b>BAT PIN CHARGING VOLTAGE REGULATION, V<sub>O</sub> (BAT-REG) + V<sub>(DO-MAX)</sub> &lt; V<sub>CC</sub>, I<sub>TERM</sub> &lt; I<sub>BAT(OUT)</sub> ≤ 1 A</b>						
V <sub>O(BAT-REG)</sub>	Battery charge voltage			4.2		V
	Battery charge voltage regulation accuracy	T <sub>A</sub> = 25 °C	-0.5%		0.5%	
			-1%		1%	
<b>CHARGE TERMINATION DETECTION</b>						
I <sub>(TERM)</sub>	Charge termination detection range	V <sub>I(BAT)</sub> > V <sub>(RCH)</sub> , I <sub>(TERM)</sub> = (K <sub>(SET)</sub> × V <sub>(TERM)</sub> ) / R <sub>SET</sub>	10		150	mA
V <sub>(TERM)</sub>	Charge termination set voltage, measured on ISET1	V <sub>I(BAT)</sub> > V <sub>(RCH)</sub> , Mode = High	230	250	270	mV
		V <sub>I(BAT)</sub> > V <sub>(RCH)</sub> , Mode = Low	95	100	130	
T <sub>DGL(TERM)</sub>	Deglintch time for termination detection	t <sub>FALL</sub> = 100 ns, 10 mV overdrive, I <sub>CHG</sub> increasing above or decreasing below threshold		22.5		ms
<b>TEMPERATURE SENSE COMPARATORS</b>						
V <sub>LTF</sub>	High voltage threshold	Temp fault at V(TS) > V <sub>LTF</sub>	2.465	2.500	2.535	V
V <sub>HTF</sub>	Low voltage threshold	Temp fault at V(TS) < V <sub>HTF</sub>	0.485	0.500	0.515	V
I <sub>TS</sub>	Temperature sense current source		94	100	106	μA
T <sub>DGL(TF)</sub>	Deglintch time for temperature fault detection <sup>(7)</sup>	R <sub>(TMR)</sub> = 50 kΩ, V <sub>I(BAT)</sub> increasing or decreasing above and below; 100-ns fall time, 10-mv overdrive		22.5		ms
<b>BATTERY RECHARGE THRESHOLD</b>						
V <sub>RCH</sub>	Recharge threshold voltage		V <sub>O(BAT-REG)</sub> -0.075	V <sub>O(BAT-REG)</sub> -0.100	V <sub>O(BAT-REG)</sub> -0.125	V
T <sub>DGL(RCH)</sub>	Deglintch time for recharge detection <sup>(7)</sup>	R <sub>(TMR)</sub> = 50 kΩ, V <sub>I(BAT)</sub> increasing or decreasing below threshold, 100-ns fall time, 10-mv overdrive		22.5		ms
<b>STAT1, STAT2, AND PG, OPEN DRAIN (OD) OUTPUTS<sup>(8)</sup></b>						
V <sub>OL</sub>	Low-level output saturation voltage	I <sub>OL</sub> = 5 mA, An external pullup resistor ≥ 1 K required.			0.25	V
I <sub>LKG</sub>	Input leakage current			1	5	μA
<b>ISET2, CE INPUTS</b>						
V <sub>IL</sub>	Low-level input voltage		0		0.4	V
V <sub>IH</sub>	High-level input voltage		1.4			
I <sub>IL</sub>	Low-level input current, CE		-1			μA
I <sub>IH</sub>	High-level input current, CE				1	
I <sub>IL</sub>	Low-level input current, ISET2	V <sub>ISET2</sub> = 0.4 V	-20			
I <sub>IH</sub>	High-level input current, ISET2	V <sub>ISET2</sub> = V <sub>CC</sub>			40	
t <sub>(CE-HLDOFF)</sub>	Holdoff time, CE	CE going low only	4		6	ms
<b>MODE INPUT</b>						
V <sub>IL</sub>	Low-level input voltage	Falling Hi→Low; 280 K ± 10% applied when low.	0.975	1	1.025	V
V <sub>IH</sub>	High-level input voltage	Input R <sub>Mode</sub> sets external hysteresis	V <sub>IL</sub> + .01		V <sub>IL</sub> + .024	V

(5) 半充電レートの場合、V<sub>(SET)</sub>は1.25V ±25mVです。

(6) 仕様は、電圧レギュレーション・モード中ISET1ピンを介して充電電流を監視するためのものであり、低レベルの高速充電のためのものではありません。

(7) すべてのデグリッチ時間は、タイマ設定値の関数であり、DPPMモードまたは熱レギュレーション・モードではプログラム電流の減少割合で修正されます。

(8) PG (V<sub>CC</sub> = VIN) の仕様については、「充電回路スリープ・モード」の項を参照してください。

## 電気的特性

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

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT	
$I_{IL}$	Low-level input current, Mode	-1			$\mu\text{A}$	
<b>TIMERS</b>						
$K_{(TMR)}$	Timer set factor	$t_{(CHG)} = K_{(TMR)} \times R_{(TMR)}$	0.313	0.360	0.414	$\text{s}/\Omega$
$R_{(TMR)}^{(9)}$	External resistor limits		30	100	$\text{k}\Omega$	
$t_{(PRECHG)}$	Precharge timer		$0.09 \times t_{(CHG)}$	$0.10 \times t_{(CHG)}$	$0.11 \times t_{(CHG)}$	s
$t_{(FAULT)}$	Timer fault recovery pullup from OUT to BAT		1		$\text{k}\Omega$	
<b>CHARGER SLEEP THRESHOLDS (PG THRESHOLDS, LOW <math>\rightarrow</math> POWER GOOD)</b>						
$V_{(SLPENT)}^{(10)}$	Sleep-mode entry threshold	$V_{(UVLO)} \leq V_{(BAT)} \leq V_{O(BAT-REG)}$ , No $t_{(BOOT-UP)}$ delay			$V_{VCC} \leq V_{(BAT)} + 125 \text{ mV}$	V
$V_{(SLPEXIT)}^{(10)}$	Sleep-mode exit threshold	$V_{(UVLO)} \leq V_{(BAT)} \leq V_{O(BAT-REG)}$ , No $t_{(BOOT-UP)}$ delay			$V_{VCC} \geq V_{(BAT)} + 190 \text{ mV}$	V
$t_{(DEGL)}$	Deglintch time for sleep mode <sup>(11)</sup>	$R_{(TMR)} = 50 \text{ k}\Omega$ , $V_{(IN)}$ decreasing below threshold, 100-ns fall time, 10-mV overdrive		22.5		ms
<b>START-UP CONTROL BOOT-UP</b>						
$t_{(BOOT-UP)}$	Boot-up time	On the first application of input with Mode Low	120	150	180	ms
<b>SWITCHING POWER SOURCE TIMING</b>						
$t_{(SW-BAT)}$	Switching power source from input to battery	When input applied. Measure from: [PG: Lo $\rightarrow$ Hi to $I_{(IN)} > 5 \text{ mA}$ ], $I_{(OUT)} = 100 \text{ mA}$ , $R_{TRM} = 50 \text{ K}$			50	$\mu\text{s}$
<b>THERMAL SHUTDOWN REGULATION<sup>(12)</sup></b>						
$T_{(SHTDWN)}$	Temperature trip	$T_J$ (Q1 and Q3 only)		155		$^{\circ}\text{C}$
	Thermal hysteresis	$T_J$ (Q1 and Q3 only)		30		
$T_{J(REG)}$	Temperature regulation limit	$T_J$ (Q2)	115		135	
<b>UVLO</b>						
$V_{(UVLO)}$	Undervoltage lockout	Decreasing $V_{CC}$	2.45	2.50	2.65	V
	Hysteresis			27		mV

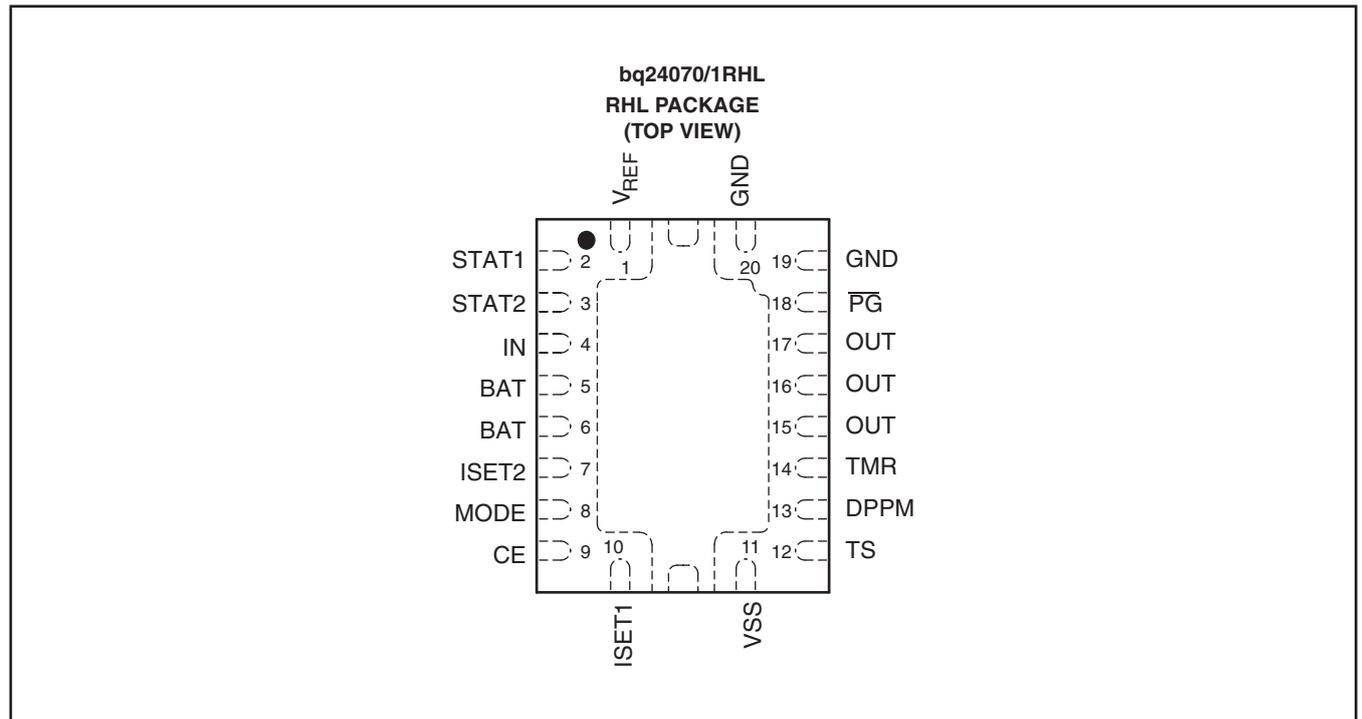
(9) 安全タイマおよび充電終了機能をディスエーブルにするには、TMRを $V_{REF}$ ピンに接続します。

(10) INが未接続の場合 (PG = OPEN DRAIN) は、ICはスリープ・モードであるとみなされます。

(11) グリッチ時間の後まではスリープ・モードを検出しません、その後スイッチング仕様に従って直ちに必要な電源切り換えを行います。

(12) 熱レギュレーションに達すると、充電電流が減少します。バッテリー補助電流は、熱レギュレーションで限定されることもシャットダウンされることもありません。入力パワーFETは過熱保護時にはオフとなります。バッテリーFETは、一般的に自身では過熱保護 (入力FETのオフ) を行わない短絡制限機能で保護されているだけです。

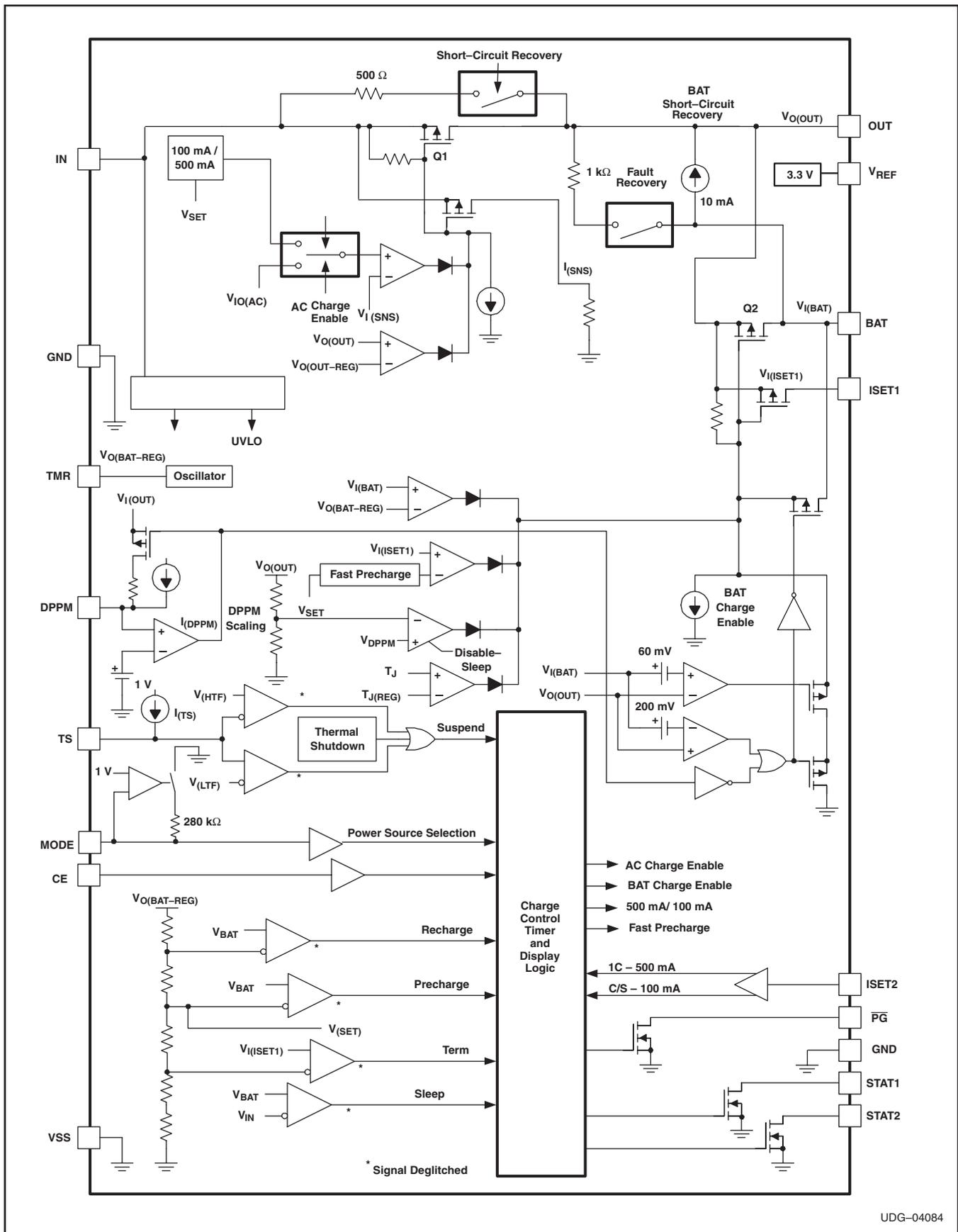
## デバイス情報



## 端子機能

TERMINAL		I/O	DESCRIPTION
NAME	NO.		
IN	4	I	充電入力電圧。
PG	18	O	パワー・グッド状態出力(オープン・ドレイン)。
BAT	5, 6	I/O	バッテリー入出力。
CE	9	I	チップ・イネーブル入力(アクティブ・HIGH)。
DPPM	13	I	ダイナミック・パワー・パス・マネージメントの設定点(スケール・ファクタを考慮)。
ISET1	10	I/O	充電電流の設定点、プリチャージおよび充電終了の設定点。
ISET2	7	I	USBポートの場合の充電電流設定点(“HGHT” = 500mA、“LOW” = 100mA)。ISET2を使用する「半充電電流モード」の項を参照してください。
OUT	15, 16, 17	O	システムへの出力用端子。
MODE	8	I	電源選択入力(USBモードの電流制限の場合、“LOW”)。
STAT1	2	O	充電ステータス出力1(オープン・ドレイン)。
STAT2	3	O	充電ステータス出力2(オープン・ドレイン)。
TMR	14	I/O	抵抗でプログラムされたタイマ・プログラム入力。TMRをVREFに接続することによって安全タイマおよび終了機能をディセーブルできます。
TS	12	I/O	温度検知入力。
GND	19, 20	I	グラウンド入力。
VREF	1	O	内部リファレンス信号。
VSS	11	-	グラウンド入力(パッケージ裏面のサーマル・パッド)。デバイスの露出したサーマル・パッドとVSSピンの間は内部で電氣的に接続されています。露出したサーマル・パッドは、プリント基板上のVSSピンと同じ電位に接続する必要があります。サーマル・パッドは、デバイス用の主グラウンド入力としては使用しないでください。VSSは、常にグラウンドに接続されている必要があります。

機能ブロック図



UDG-04084



# 機能説明

## 充電制御

bq24070/1は、バッテリー1セルで動作するポータブル機器に適した高精度のリチウム・イオンまたはリチウム・ポリマー充電システムをサポートします。図1～図3にそれぞれ示されている標準的な充電プロファイル、アプリケーション回路および動作フローチャートを参照してください。

テムをサポートします。図1～図3にそれぞれ示されている標準的な充電プロファイル、アプリケーション回路および動作フローチャートを参照してください。

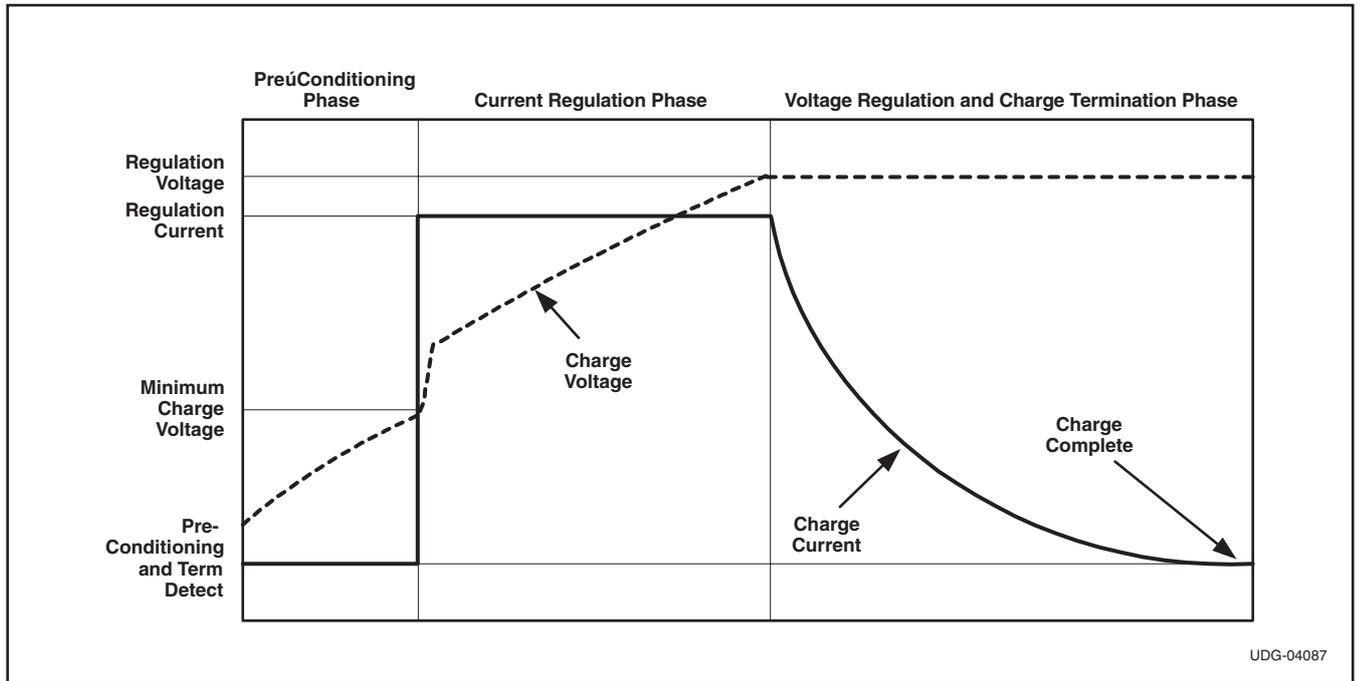


図 1. 充電プロファイル

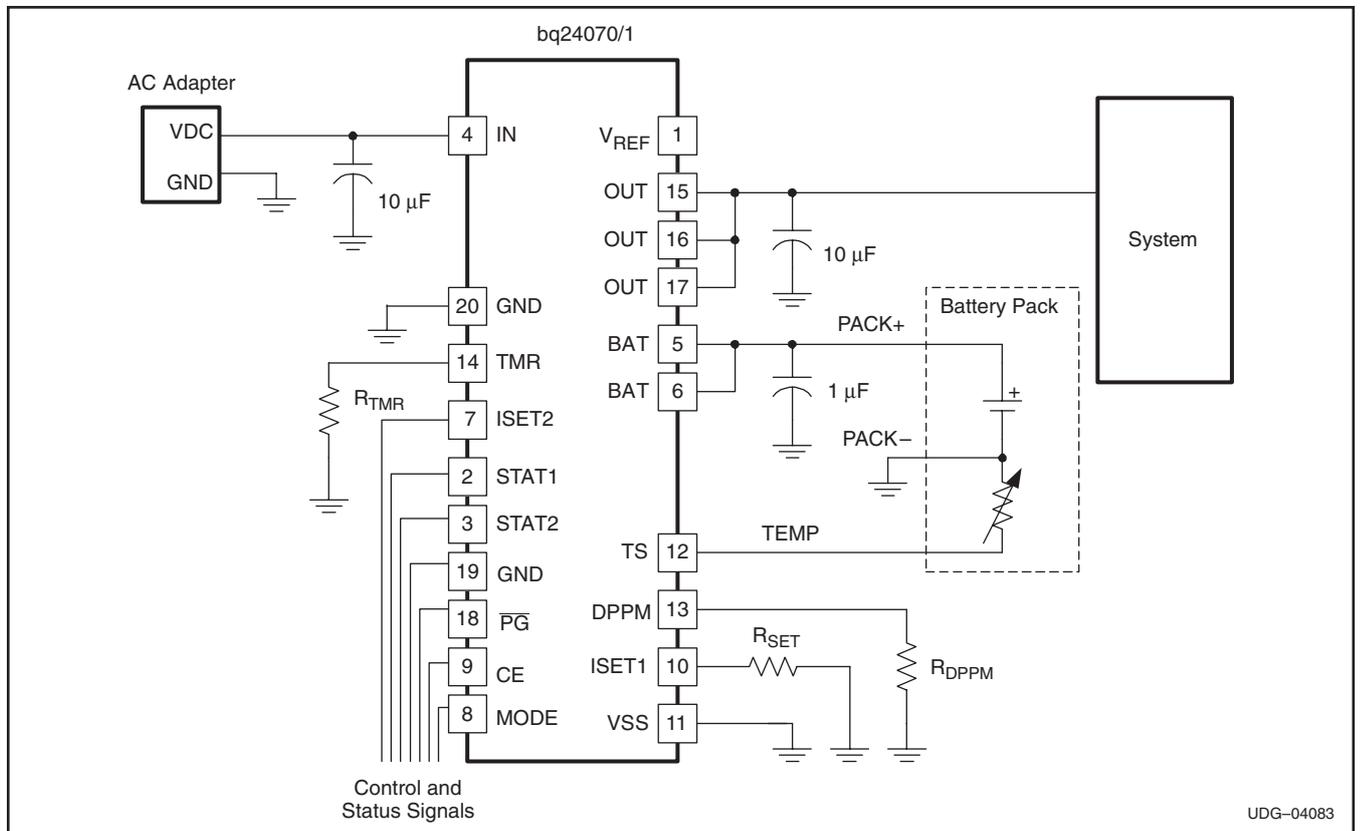


図 2. 代表的なアプリケーション回路



## 自律型電源選択、モード制御ピン

MODEピンが“LOW”なら、bq24070/1はUSB充電モードにデフォルト設定され、電源電流はISET2ピンで制限されます (ISET2 = “LOW” の場合100mA、ISET2 = “HIGH” の場合500mA)。入力電源が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。

## ブートアップ・シーケンス

システムのスタートアップとUSBの列挙を容易にするために、bq24070/1は独自のブートアップ・シーケンスを備えています。bq24070/1に初めて電源を投入すると、この機能は、約150ms ( $t_{BOOT-UP}$ ) の間、電流を100mA USB充電レートに設定して、ISET2入力およびCE入力の設定を無視します。この期間が終わると、bq24070/1はCE入力およびISET2入力の設定を適用します。表1はこの機能がイネーブ爾された場合を示しています。図8を参照してください。

## パワー・パス管理

bq24070/1は、バッテリーを充電しながらそれとは別にシステムに電力を供給します。この機能によってバッテリーの充電電圧サイクルを削減し、適切に充電を終了でき、またバッテリーパックが未接続あるいは故障していてもシステムを動作できます。この機能はシステムに入力電源を優先させて、バッテリーパックが深放電していてもシステムに電力供給ができるようにします。この機能は以下のように働きます。

## ケース1：ACモード (Mode = “HIGH”)

### システム・パワー

このケースでは、システム負荷は、内部トランジスタQ1を介してACアダプタから直接電力を供給されます (図4参照)。出力は、4.4Vに調整されます (bq24070)。システム負荷が電源の容量を上回ると、出力電圧はバッテリー電圧まで低下します。

### 充電制御

ACモードでは、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、出力電圧(システム電圧)を監視して、ブラウナウト、電流制限、入力電源の切り離しなどによる入力電源の停止を監視します。入力電流が制限されたことによってOUTピンの電圧がプリセット値 ( $V_{DPPM} \times SF$ ) まで低下すると、バッテリー充電電流は、出力電圧の低下が終わるまで減少します。DPPM制御機能では、システムは定常状態(システムが必要な電流を使用し、残りの電流でバッテリーが充電される状態)に入ろうとします。積極的な制御を行ってシステムへの電流を制限しようとするものではありません。したがって、入力によって許容されるより多い電流をシステムが要求すると、出力電圧はバッテリー電圧より低下し、システムへの入力電流を補助するQ2がオンになります。DPPMには利点が3つあります。

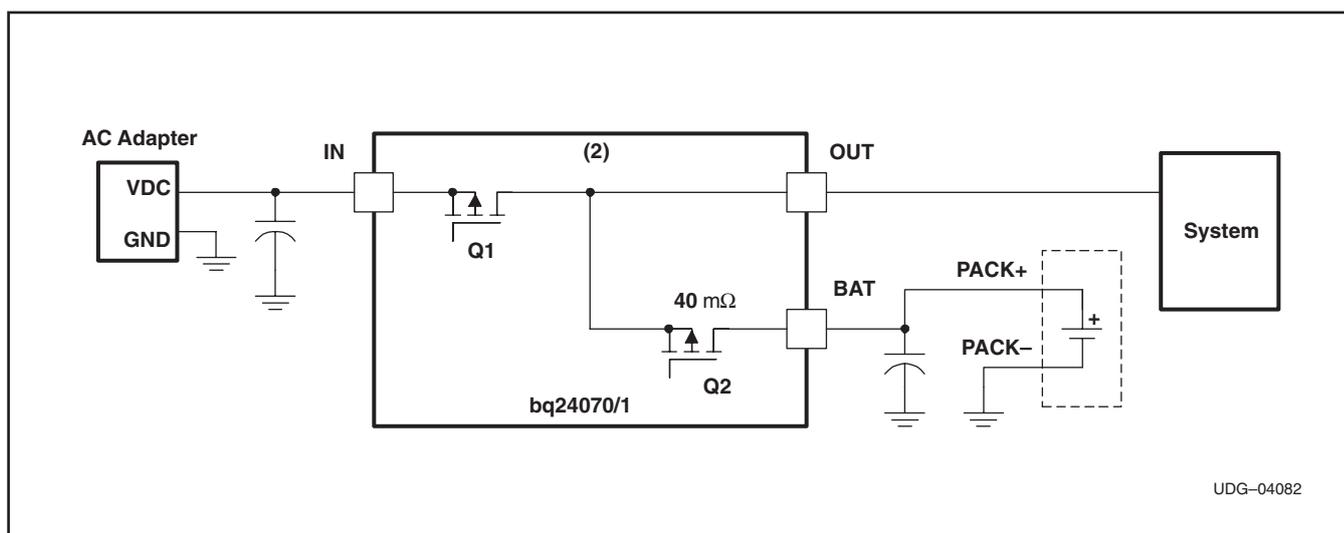


図 4. パワー・パス管理

- この機能を使用すれば、システムの平均負荷がピーク電力に比べて控えめなら設計時に小容量のACアダプタを選択できます。例えば、システムのピーク負荷が1.75A、システムの平均負荷が0.5A、バッテリーの急速充電電流が1.25Aの場合、合計のピーク需要は3Aと考えられます。DPPMでは、3.25Aの電源の代わりに、電流容量が2Aのアダプタを選択できます。システムのピーク負荷が1.75A、充電負荷が1.25Aの時、この小容量アダプタの電圧は、出力電圧がDPPMの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。システムは自分用に1.75Aを使用し、バッテリー充電電流は1.25Aから0.25Aに減少します。システムのピーク負荷が0.5Aに低下すると、充電電流は1Aに戻り、出力電圧は公称値に戻ります。
- DPPMを使用すると、使用しない場合に比べて電力を節約できます。DPPMがないと、システムの電流と充電電流の合計がシステムの電流制限値を上回った場合、出力はバッテリー電圧まで低下します。リニア充電回路は未使用電力である  $(V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{LOAD}$  を消費します。電流は高いまま（電流制限値）で電圧低下は最大消費電力に比べて大きなものとなります。DPPMを使用すると、電圧低下は、システムにとっては少量  $(V_{IN} - V_{(DPPM-REG)})$  であり、効率は良好です。バッテリーの充電効率は両ケースで同じです。これ以外の利点としては、消費電力の減少、システム温度の低下、全体的な効率の向上などが挙げられます。
- システム電圧が如何なる理由によって低下しようと、それをDPPMはできる限り維持しようとします。これを行うには、アダプタの最大パワー出力を維持しながら、重要度の低い充電負荷を低下させます。

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。

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

ここで、 $R_{(DPPM)}$  は、DPPMピンとVSSピンの間に接続される外部抵抗です。

$I_{(DPPM)}$  は、内部の電流源です。

SFは、仕様表で規定されているスケール・ファクタです。

安全タイマは、DPPMモードでは動的に調整されます。ISET1ピンの電圧は、プログラムされた充電電流に正比例します。プログラムされた充電電流がDPPMによって減少すると、ISET1およびTMRの電圧が低下し、それに比例してタイマのクロックが遅くなり、安全時間を延長します。通常の動作では、 $V(TMR) = 2.5 \text{ V}$  であり、クロックが遅くなると、 $V(TMR)$  が低下します。 $V(TMR) = 1.25 \text{ V}$  の場合、安全タイマの値は、通常動作時のタイマ値の2倍近くになります。図5～図6を参照してください。

## ケース2：USBモード (Mode = “LOW”)

### システム・パワー

このケースでは、システムの負荷は、内部スイッチQ1を介してUSBポートから電力を供給されます(図4参照)。Q1は、ISET2入力の選択に従って合計電流を100mAまたは500mAのレベルに調整します。出力  $V_{OUT}$  は4.4V(bq24070)に調整されます。システムのパワー・マネージメントの役目は、バッテリーが決定的に消費しているか未接続の場合に、システムの負荷を選択されたUSB電流レベルより低く保つことです。そうしないと、出力がバッテリー電圧まで低下するため、USB電源アプリケーションの場合、システムは低電力モードを備える必要があります。DPPM機能は、充電電流を減少させることによって、バッテリー充電電流により出力がプログラムされたスレッシュホールドより低くならないようにします。

### 充電制御

Q1は、USBモードではISET2ピン (0.1/0.5A) で選択された値に入力電流を調整します。バッテリーへの充電電流は、ISET1抵抗で設定されます(通常は0.5Aを上回る)。充電電流は、一般的には、USBの電流制限値より大きくプログラムされるので、出力電圧はバッテリー電圧またはDPPM電圧のどちらか高い方まで低下します。DPPMのスレッシュホールドが初めて到達された場合、充電電流は、 $V_{OUT}$  が低下を停止するまで減少します。 $V_{OUT}$  がバッテリー電圧まで低下した場合、システムへの入力電流をバッテリーが補助できるようになります。

### 動的パワー・パス管理 (DPPM)

動作の原理は、Q1がISET2ピンで選択されたUSB電流のレベルに限定される点を除けば、ケース1の場合と同じです。

DPPMの電圧  $V_{(DPPM)}$  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。

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

ここで、

$R_{(DPPM)}$  は、DPPMピンとVSSピンの間に接続される外部抵抗です。

$I_{(DPPM)}$  は、内部の電流源です。

SFは、仕様表で規定されているスケール・ファクタです。

## 機能のグラフ

図5は、出力電流 ( $I_{OUT}$ ) が増加した時のDPPMモードとバッテリー・サプリメントモードを示します。チャンネル1 (CH1) は  $V_{AC} = 5.4\text{ V}$ 、チャンネル2 (CH2) は  $V_{OUT}$ 、チャンネル3 (CH3) は  $I_{OUT} = 0$  から  $2.2\text{ A}$  へ、そして  $0\text{ A}$  へと変化、チャンネル (CH4) は  $V_{BAT} = 3.5\text{ V}$ 、 $I_{(PGM-CHG)} = 1\text{ A}$  です。bq24070/1の標準的な動作では、ACアダプタの過負荷状態時および回復時は  $V_{OUT} = 4.4\text{ V}_{reg}$  です。AC入力は約  $5.1\text{ V}$  (電流制限値が  $1.5\text{ A}$ )、 $I_{(CHG)} = 1\text{ A}$ 、 $V_{(DPPM-SET)} = 3.7\text{ V}$ 、 $V_{(DPPM-OUT)} = 1.15 \times V_{(DPPM-SET)} = 4.26\text{ V}$ 、 $V_{BAT} = 3.5\text{ V}$ 、Mode = Hに設定され、USB入力は接続されません。出力負荷は、下部の波形に示すように、 $0\text{ A}$  から約  $2.2\text{ A}$  に増加し、 $0\text{ A}$  に戻ります。充電電流が  $1\text{ A}$  になり、 $I_{OUT}$  負荷が  $0.5\text{ A}$  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  $4.26\text{ V}$  まで低下します。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だけ出力電圧に追随します。バッテリーの充電電流は、出力電圧がこれ以上低下することのないように必要に応じて調整されます。出力負荷電流がいったん入力電流を上回ると、バッテリーによる超過電流分の補助が必要となり、出力電圧はバッテリーFETのドロップアウト電圧だけバッテリー電圧より低下します。これがバッテリーによる補助モードです。出力負荷電流が減少すると、ここに示すように動作が逆になります。DPPM-OUT電圧がバッテリー電圧未満にセットされている場合、入力電流の制限時、出力は直接バッテリーの電圧まで下がります。

USB動作では、プログラムされた入力電流のスレッシュホールドを負荷が上回ると、同様の動作が観測されます。利用可能なUSB電流を出力負荷が上回った場合、出力は直ちにバッテリーによる補助モードになります。

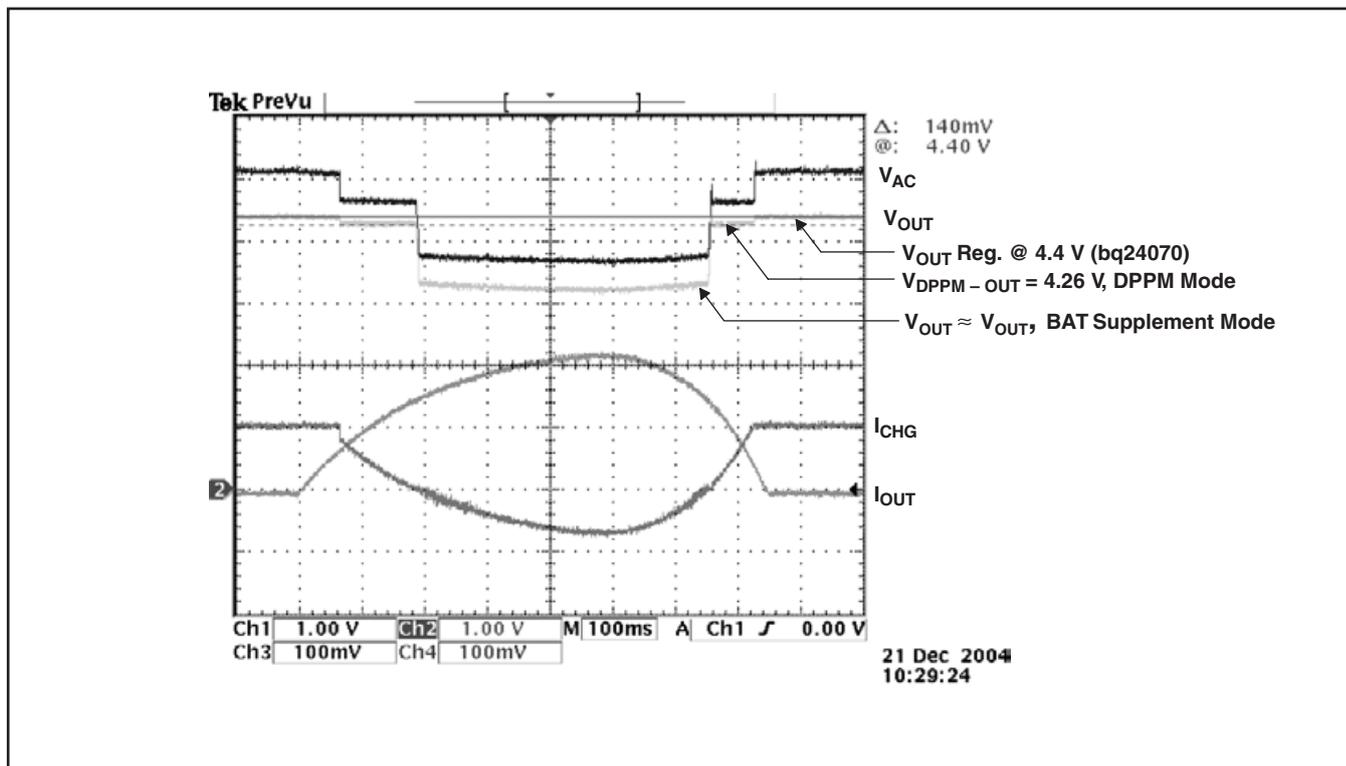


図 5. DPPMモードおよびバッテリー・サプリメントモード

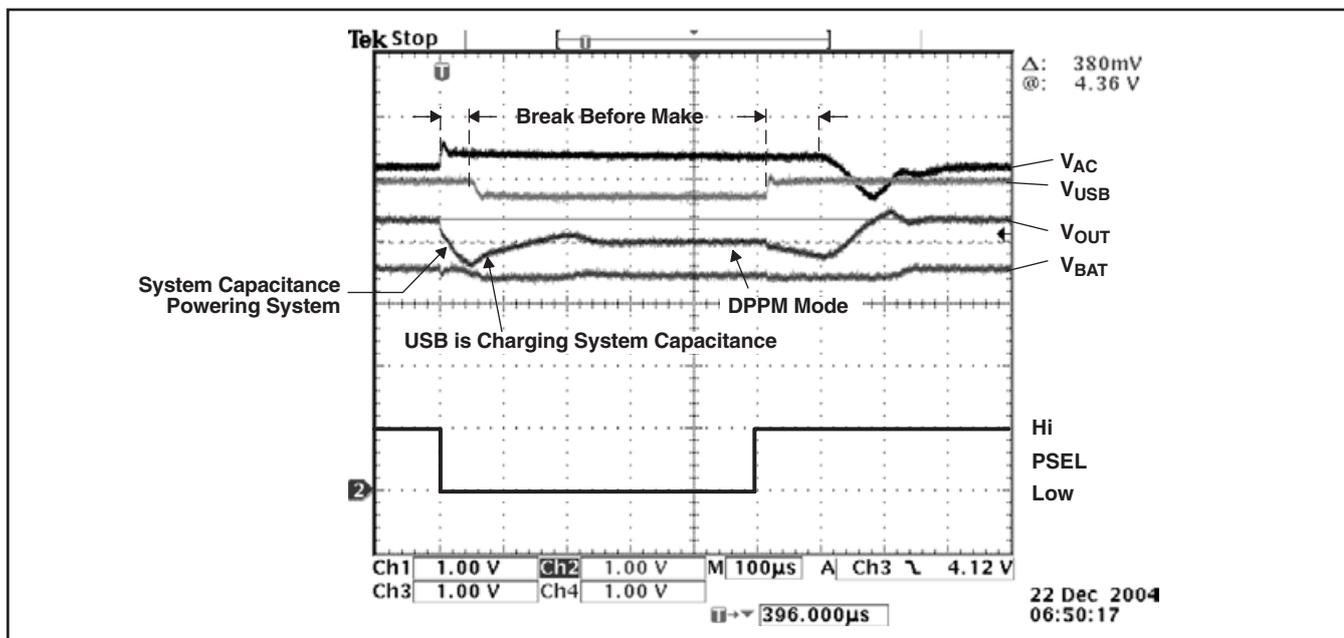


図 6. Modeを“LOW”に反転

図6は、Modeが500 $\mu$ sの間“LOW”に反転している様子を示します。電源はACからUSBへまたACへと切り替わります。

チャンネル1 (CH1)は $V_{AC} = 5.4V$ 、チャンネル2 (CH2)は $V_{(USB)} = 5V$ 、チャンネル3 (CH3)は $V_{OUT}$ 、出力電流 $I_{OUT} = 0.25A$ 、チャンネル4 (CH4)は $V_{BAT} = 3.5V$ および $I_{(PGM-CHG)} = 1A$ です。Modeが“LOW” (1つ目の目盛り)になった時、AC FETがオープンし、出力はUSB FETがオンになるまで低下します。代替電源をオンにする前にアクティブな電源をオフにすることを、Break-Before-Makeスイッチングと呼びます。出力の放電レートは、システムの静電容量と負荷の関数です。負荷があるときのAC入力およびUSB入力におけるケーブル内IR降下 (電圧降下) に注意してください。4つ目の目盛りで、出力はDPPM電圧レベルで定常動作になりました (USB入力電流が制限されたことで充電電流は減少しました)。6つ目の目盛りでModeは“HIGH”

になり、USB FETがオフになり、続いてAC FETがオンになります。出力は調整値に戻り、バッテリーはプログラムされた電流レベルに戻ります。

図7は、電力供給のためバッテリーが接続された場合を示します。チャンネル1 (CH1)は $V_{AC} = 0V$ 、チャンネル2 (CH2)は $V_{USB} = 0V$ 、チャンネル3 (CH3)は $V_{OUT}$ 、出力電流 $I_{OUT} = 0.25 A$  ( $V_{OUT} > 2V$ の場合)、チャンネル4 (CH4)は $V_{BAT} = 3.5V$ 、 $C_{(DPPM)} = 0pF$ です。電源がなくて、バッテリーが接続されると、図に示すように出力に負荷がなければ (負荷が10mA未満)、出力はバッテリー電圧に追従します。出力をバッテリーより少なくとも200mV低くするような負荷があれば、短絡状態が検出されます。このような時は、正常に復帰するには負荷を取り外す必要があります。キャパシタをDPPMピンに接続すると、短絡モードの検出を遅くしたり、電流制限を受けないようにしたりできます。

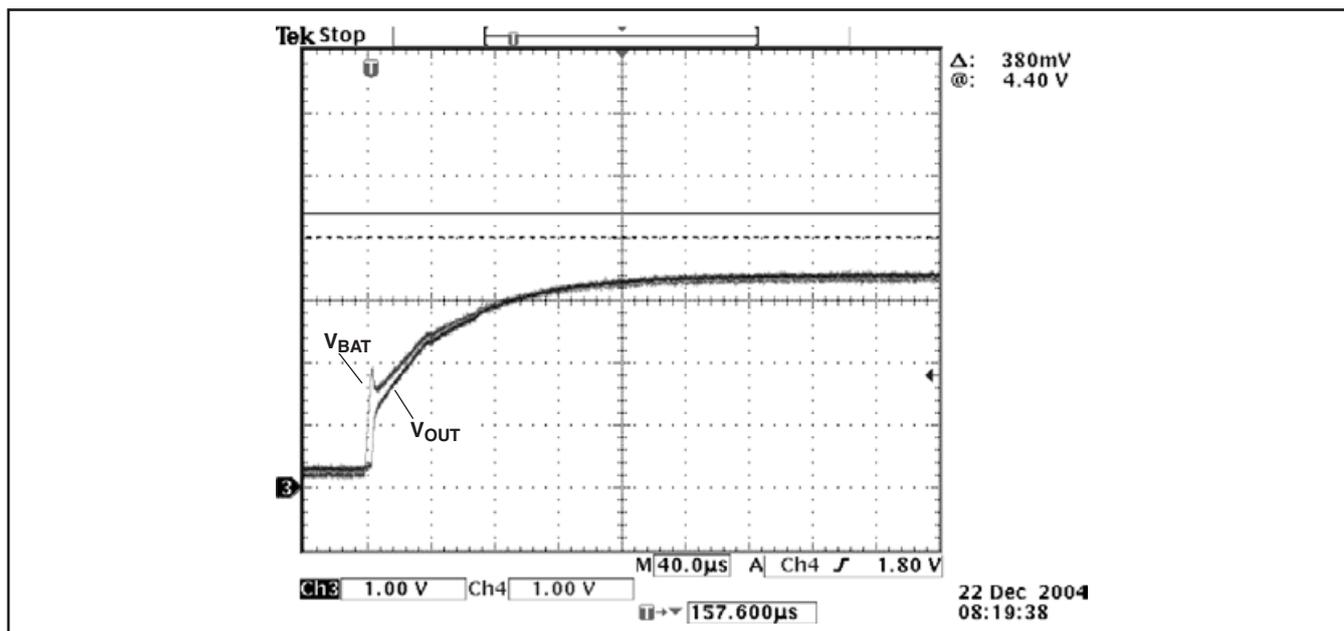


図 7. バッテリーの接続 - BAT出力による電力供給

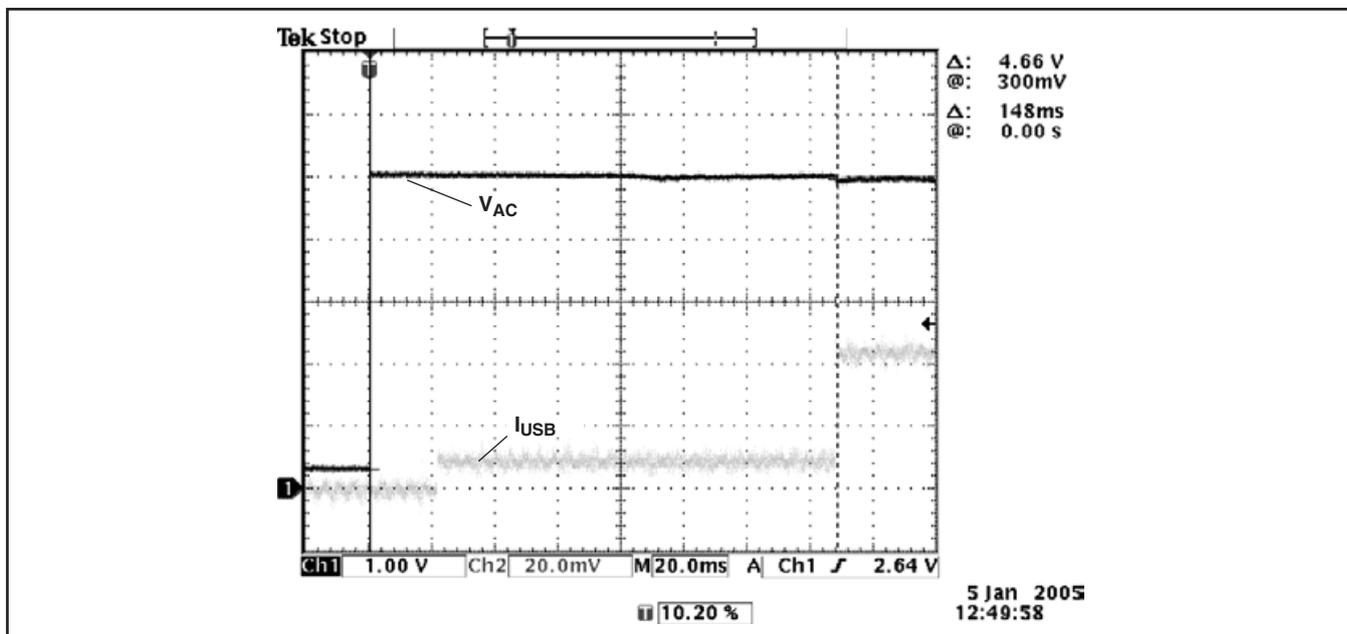


図 8. USBブートアップによる電力供給

図8は、USBブートアップとUSBからの電力供給を示します。チャンネル1 (CH1) は $V_{(USH)} = 0 \sim 5V$ 、チャンネル2 (CH2) はUSB入力電流 (0.2 A/目盛り)、Mode = “LOW”、CE = “HIGH”、ISET2 = “HIGH”、 $V_{BAT} = 3.85V$ 、 $V_{(DPPM)} = 3.0V (V_{(DPPM)} \times 1.15 < V_{BAT}$ 、ただしこれ以外ではDPPMモードは時間的に延長します)。USB電源が使用される (AC電源がない) 場合、ブートアップ時はCEピンおよびISET2ピンは無視され、OUTピンまたはBATピンによって最大100mAの入力電流が利用可能となります。ブートアップ後は、ICはCEピンおよびISET2ピンをプログラムされた通りに設定します。

## バッテリー温度の監視

bq24070/1は、TSピンとVSSピンの間の電圧を測定することによって常にバッテリー温度を監視しています。内部の電流源が、最も一般的な10k $\Omega$ の負温度係数型サーミスタ (NTC) にバイアスを与えます (図9を参照)。デバイスは、TSピンの電圧を内部の $V_{(LTF)}$ スレッシュホールドおよび $V_{(HTF)}$ スレッシュホールドと比較して、充電が可能かどうかを判定します。これらのスレッシュホールドの範囲外の温度が検出されると、デバイスは直ちに充電を中断します。充電を中断するために、デバイスはパワーFETをオフにし、タイマ値を保持します (つまりタイマをリセットしません)。温度が正常範囲に戻ると充電は再開されます。103AT型のサーミスタの許容温度範囲は0 $^{\circ}C \sim 45^{\circ}C$ です。ただし、ユーザは、抵抗器を2つ外付けすることによって許容温度範囲を拡張できます。図10を参照してください。

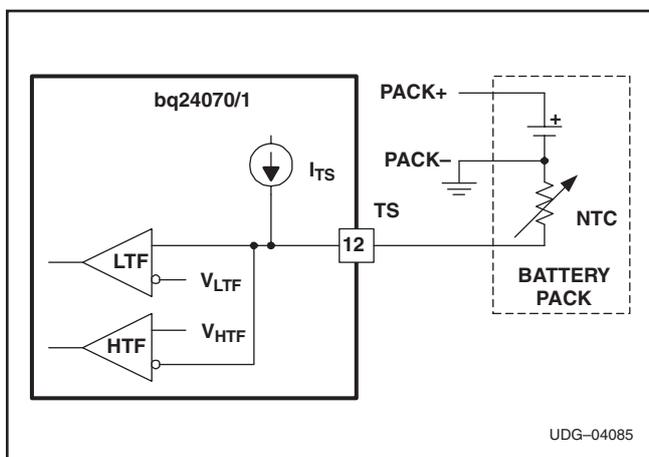


図 9. TSピンの構成

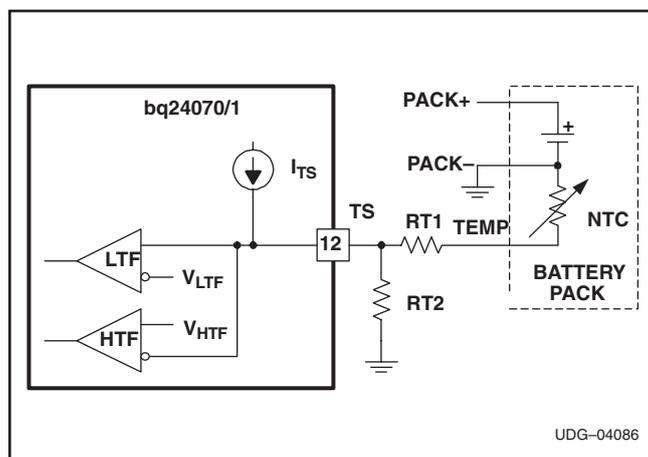


図 10. TSピンのスレッシュホールド

## バッテリーのプリコンディショニング

充電サイクル中、バッテリー電圧が $V_{(LOW)}$ スレッシュホールドより低い場合、bq24070/1はプリチャージ電流 $I_{O(PRECHG)}$ をバッテリーに供給します。この機能により、深放電されたセルが再活性化されます。ISET1ピンとVSSピンの間に接続された抵抗 $R_{SET}$ がプリチャージレートを決めます。 $V_{(PRECHG)}$ パラメータおよび $K_{(SET)}$ パラメータは仕様表で規定されています。この機能はACモード充電およびUSBモード充電の両方に適用されます。

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

コンディショニング期間中、bq24070/1は安全タイマ $t_{(PRECHG)}$ を起動します。タイマが切れるまでに $V_{(LOW)}$ スレッシュホールドに達しなかった場合、bq24070/1は充電回路をオフにし、STAT1ピンおよびSTAT2ピンをFAULTに設定します。DPPMまたは熱レギュレーションで充電電流が減少すると、タイムアウトが延長されます。詳細については、「タイマ・エラーからの回復」の項を参照してください。

## バッテリー充電電流

bq24070/1は、プログラム可能な設定点付きの電流レギュレーション機能を内蔵しています。ISET1ピンとVSSピンの間に接続された抵抗 $R_{SET}$ が充電レベルを決めます。充電レベルは、入力電流についてシステムに優先権を与えるために低下させられることがあります(DPPMの項を参照)。 $V_{(SET)}$ パラメータおよび $K_{(SET)}$ パラメータは仕様表で規定されています。

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

USBポートから電力が供給される場合、利用可能な入力電流(0.1A/0.5A)は、一般的にプログラムされた(ISET1)充電電流より少ないため、DPPM機能は充電電流を減らすことによって出力の低下を防ごうとします。

ACモード動作時(Mode = "HIGH")に限り、充電レベルは、ISET2ピンを"HIGH"(フル充電)または"LOW"(半充電)に設定することによって2倍または半分に変更できます。半定電流充電モードの時は、ISET1ピンの電圧 $V_{SET1}$ は1/2になります。Modeが"LOW"の時は、ISET2ピンは、0.1A/0.5AのUSB電流レベルだけを制御することに注意してください。

詳細については、「パワー・パス管理」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

電圧のレギュレーション・フィードバックはBATピンを介して行われます。この入力、バッテリー・パックの正極側に直接接続されています。bq24070/1は、BATピンとVSSピンの間のバッテリー・パック電圧を監視します。バッテリー電圧が $V_{O(REG)}$ スレッシュホールドまで上昇すると、電圧レギュレーション・フェーズが始まり、充電電流が少しずつ減少します。

バッテリーが未接続の場合、BATピンは、充電完了( $V_{O(REG)}$ )と充電中(バッテリー再充電スレッシュホールド、約4.1V)の間を行き来します。

バッテリー接続による電源投入については、図7を参照してください。

bq24070/1は、充電モードでは安全のために充電時間を監視します。充電が $t_{(CHG)}$ 時間内に終了しない場合、bq24070/1は充電回路をオフにし、STAT1ピンおよびSTAT2ピンをFAULTに設定します。DPPM動作時の安全タイマの延長に関する情報については、「DPPM動作」のケース1を参照してください。詳細については、「タイマ・エラーからの回復」を参照してください。

## 温度レギュレーションと過熱保護

bq24070/1は、充電レートを最大にするため接合部温度レギュレーション・ループを備えています。ICの電力消費によって接合部の温度が $T_{J(REG)}$ スレッシュホールドを上回った場合、bq24070/1は、接合部温度を $T_{J(REG)}$ スレッシュホールド付近に維持するように充電電流を抑制します。誤って充電を終了することを防ぐために、このモードでは充電終了検出機能がディスエーブルされます。

bq24070/1は、ダイの接合部温度 $T_J$ を監視する機能も備えており、 $T_J$ が $T_{(SHTDWN)}$ を上回った場合、OUTピンをIN入力から切り離します。この動作は、仕様表で規定されているヒステリシスによって $T_J$ が $T_{(SHTDWN)}$ より低下するまで続きます。

バッテリーによる補助モードには過熱保護はありません。入力電源が不十分な場合も、Q2 FETはバッテリーを出力(システム)に接続したままにします。ただし、短絡保護回路がバッテリー放電電流を制限し、デバイスの標準的な設計条件での最大消費電力を上回らないようにします。



## 充電タイマの動作

bq24070/1は、充電モードでは安全のために充電時間を監視します。終了スレッシュホールドが時間 $t_{(CHG)}$ 内に検出されないと、bq24070/1は充電回路をオフにし、STAT1ピンおよびSTAT2ピンをFAULTに設定します。TMRピンとVSSピンの間に接続された抵抗 $R_{TMR}$ がタイマの時間を決めます。 $K_{(TMR)}$ パラメータは仕様表で規定されています。充電タイマをディスエーブルする場合は、 $R_{TMR}$ を取り外し、TMRピンを直接 $V_{REF}$ ピンに接続してください。これによってすべての安全タイマが除去され、タイマ・エラーがあってもクリアされることに注意してください。TMRピンをフローティングのままにはしてはいけません。

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

熱レギュレーション・モードまたはDPPMモード時は、bq24070/1は、バッテリーを十分に充電するのに必要な余分の時間を与えるためにタイマ時間を動的に調整できます。この独自の機能は、充電終了が早すぎたり、誤って起きたりすることを防ぐために設計されたものです。このモードにおける最大充電時間 $t_{(CHG-TREG)}$ は式6で求められます。

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

この調整は、動的なものであり、周囲温度や充電レベルが変化すると、タイマ・クロックが調整されることに注意してください。充電サイクル全般にわたって上記の式を積分することなく安全時間の合計を見積もるのは困難ですが、安全時間が充電電流とは反比例して調整されるという原理と、バッテリーが電流時間定格であることを理解すれば、安全時間は適切に動的調整できます。

$V_{(SET)}$ パラメータは、仕様表で規定されています。 $V_{(SET-TREG)}$ は、熱レギュレーション・モードまたはDPPMモード時のISETピンの電圧であり、充電電流の関数です。(充電電流は、熱レギュレーション・モードまたはDPPMモード時は動的に調整されることに注意してください。)

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

すべてのデグリッチ時間もまた $t_{(CHG-TREG)}$ に正比例して調整されます。

## 充電終了および再充電

bq24070/1は、充電がいつ終わる(C/10 - 250mV)かを判定するために、電圧レギュレーション中ISET1ピンの電圧を監視します。bq24070/1は、終了スレッシュホールド $I_{(TERM)}$ を検出すると充電を終了します。ISET1ピンとVSSピンの間に接続された抵抗 $R_{SET}$ は、急速充電の電流レベル(C level、 $V_{ISET1} = 2.5V$ )をプログラムし、それによってC/10およびC/25の電流終了スレッシュホールド・レベルをプログラムします。 $V_{(TERM)}$ パラメータおよび $K_{(SET)}$ パラメータは、仕様表で規定されています。これはACからの充電およびUSBからの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、BATピンの電圧が $V_{(RCH)}$ スレッシュホールドより下がると、bq24070/1は充電を再開します。この機能によってバッテリーは常にフル容量に保たれます。

## スリープ・モードとスタンバイ・モード

bq24070/1の充電回路は、入力なくなると、低電力スリープ・モードに入ります。この機能によって、入力電源の未接続時にバッテリーからbq24070/1へ電流が流れることを防ぎます。スリープ・モードでは、バッテリーがシステムに電力を供給し続けるようにQ2はオンのままである(つまり、バッテリーがOUTピンに接続されている)ことに注意してください。

入力電源があるときにCE入力が“LOW”になると、bq24070/1は低電力スタンバイ・モードに入ります。この中断モードでは、内部のパワーFET Q1(図4参照)がオフになり、OUTピンを介してシステムに電力を供給するためにBAT入力を使用されます。この機能は、入力電源からの電力消費を制限するために設計されたものです(例えば、USB中断モード)。

## 充電ステータスの出力

オープン・ドレイン(OD)出力STAT1およびSTAT2は、表2に記載の各種の充電回路動作を示します。これらのステータス・ピンを使用して、LEDをドライブしたり、ホスト・プロセスと通信したりできます。OFFはオープン・ドレイン・トランジスタがオフであることを示し、これはCE = “HIGH”を想定していることに注意してください。

CHARGE STATE	STAT1	STAT2
Precharge in progress	ON	ON
Fast charge in progress	ON	OFF
Charge done	OFF	ON
Charge suspend (temperature), timer fault, and sleep mode	OFF	OFF

表 2. ステータス・ピンの概要

## PG出力 (パワー・グッド)

オープン・ドレイン・ピンPGは、入力電源があり、それがバッテリー電圧より高いことを示します。対応する出力は、スリープ・モードが終わったとき(入力電圧がバッテリー電圧より高いとき)にオン(“LOW”)になります。この出力は、スリープ・モードでオフになります(オープン・ドレイン)。PGピンは、LEDをドライブしたり、ホスト・プロセッサと通信したりするために使用できます。OFFはオープン・ドレイン・トランジスタがオフであることを示します。

## 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のディスエーブルやイネーブルに使用されます。このピンに“HIGH”レベルの信号があると、チップはイネーブルされます。“LOW”レベル信号があるとディスエーブルされ、スタンバイ・モードを開始します。bq24070/1は、入力電源があつて、CE入力が“LOW”の場合、低電力スタンバイ・モードに入ります。この中断モードでは、内部のパワーFET Q1(ブロック図を参照)がオフになります。バッテリー(BATピン)は、Q2およびOUTピンを介してシステムに電力を供給するために使用されます。この機能は、入力電源からの電力消費を制限するために設計されたものです(例えば、USB中断モード)。

## 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するため使用できます。これはDPPMピンをフローティングにすることによって行えます。

## タイマ・エラーからの回復

図3に示すように、bq24070/1には、タイマ・エラー状態からの回復方法が備わっています。この方法の概要を以下に説明します。

**状態1:** 充電電圧が再充電スレッショールド( $V_{RCH}$ )を上回り、タイムアウト・エラーが発生

**回復方法:** bq24070/1はバッテリー電圧が再充電スレッショールドより下がるのを待ちます。これ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生じます。バッテリーが再充電スレッショールドを下回ると、bq24070/1はエラーをクリアし、新しく充電サイクルを開始します。PORまたはCEの反転によってもエラーはクリアされます。

**状態2:** 充電電圧が再充電スレッショールド( $V_{RCH}$ )を下回り、タイムアウト・エラーが発生

**回復方法:** このシナリオでは、bq24070/1は $I_{FAULT}$ 電流を流します。この小電流は、バッテリー取り外し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る限り存在します。バッテリー電圧が再充電スレッショール

ドを上回った場合、bq24070/1は $I_{FAULT}$ 電流をディスエーブルし、状態1で説明した回復方法を実行します。バッテリーが再充電スレッショールドを下回ると、bq24070/1はエラーをクリアし、新しく充電サイクルを開始します。PORまたはCEの反転によってもエラーはクリアされます。

## 短絡からの回復

出力では2種類の短絡保護を行います。1つは入力に関するものであり、もう1つはバッテリーに関するものです。

出力が約1Vより低下すると、入力短絡状態になり、入力FET Q1がオフになります。この状態から回復するため、入力からの500Ωのプルアップ抵抗が出力に適用(スイッチ)されます。回復するためには、出力の負荷を $\{R_{load} > 1V \times 500\Omega / (V_{in} - V_{out})\}$ だけ低減させる必要があります。その結果、プルアップ抵抗によって出力電圧が1Vより高くなり、入力FETがまたオンになります。

出力がバッテリー電圧より200mV低下した場合、バッテリーのFET Q2は短絡状態であると見なされ、バッテリーFETはオフになります。この状態から回復するために、バッテリーから出力への10mAの電流源があります。出力負荷が減少すると、10mAの電流源は出力をバッテリー電圧の200mV以内に持ち上げ、FETがまたオンになります。

短絡が解消され、システムの最小負荷がまだ大きすぎる $[R < (V_{Bat} - 200mV) / 10mA]$ 場合、短絡保護は一時的に無効にできません。DPPMピンの電圧が1Vを下回る場合、バッテリーの短絡保護はディスエーブルできます(短時間のみを推奨します)。このピンを数マイクロ秒間1V未満にするだけで回復には十分です。

この短絡ディスエーブル機能は、主にバッテリーをつないだ時の電源投入用に設計されたものです。BAT入力の電圧はOUT電圧( $V_{out} < V_{bat} - 200mV$ )よりずっと速く上昇するので、出力上のほとんどすべての容量性負荷により、デバイスは短絡モードに陥ることがあります。DPPMピンとグラウンドの間にキャパシタをつなぐと、電源投入時の $V_{DPPM}$ の立ち上がりが緩やかになり、短絡保護が遅くなります。このピンの容量があまり大きい(遅延が大きい)と、出力がグラウンドに短絡した場合に流れる電流が大きくなりすぎます。1nF~10nFの容量を推奨します。 $V_{DPPM}$ の立ち上がり時間は、100μAのDPPM電流源、DPPM抵抗および追加したキャパシタの関数となります。

## V<sub>REF</sub>

$V_{REF}$ は、内部の基準および補償(標準で3.3V)用に使用されます。そのほか、TMRを $V_{REF}$ ピンに接続することによって安全タイマと充電終了をディスエーブルするためにも使用できます。内部補償のために $V_{REF}$ ピンには少なくとも0.1μFのセラミック・キャパシタが必要です。 $V_{REF}$ のキャパシタは1μF以下でなければなりません。

# アプリケーション情報

## 入力キャパシタと出力キャパシタの選択

ほとんどのアプリケーションでは、必要なのは入力ピン上の高周波デカップリング・キャパシタだけです。INピンおよびVSSピンのすぐ近くに1 $\mu$ Fのセラミック・キャパシタを配置すると、良好に動作します。電源特性およびケーブル長により、一部のアプリケーションでは、入力に10 $\mu$ Fのセラミック・キャパシタを追加する必要があります。

bq24070/1では、ループ安定性のために小さな出力キャパシタが必要なだけです。一般的にはOUTピンとVSSの間に0.1 $\mu$ Fのセラミック・キャパシタを配置すれば十分です。

BATピンとVSSの間に(バッテリーと並列に)少なくとも33 $\mu$ Fのキャパシタを接続することを推奨します。これによって、無負荷(システムに負荷がないまたはバッテリーが未接続)状態でもホット・プラグで適切に電源投入ができます。

## 熱に関する考慮事項

bq24070/1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、デバイスとプリント基板(PCB)の間に効果的な熱接点を提供するQFN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』(SLUA271)に記載されています。パワー・パッドはVSSプレーンに接続する必要があります。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。

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

ここで、

$T_J$  = チップの接合部温度

$T_A$  = 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、式10で計算できます。

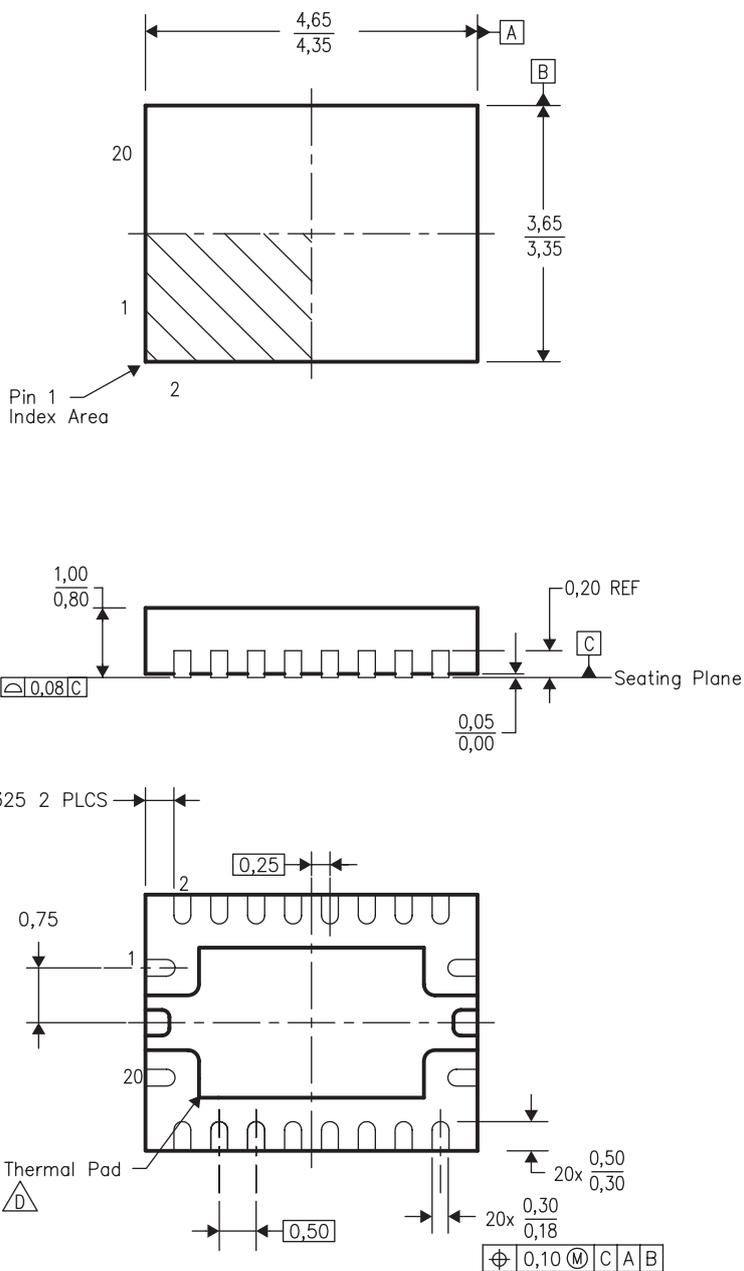
$$P = \left[ (V_{IN} - V_{OUT}) \times (I_{OUT} + I_{BAT}) \right] + \left[ (V_{OUT} - V_{BAT}) \times (I_{BAT}) \right] \quad (10)$$

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1を参照してください。高速充電(1Cの充電レートと3Vを上回るバッテリー)の時、標準的にはリチウム・イオン・バッテリーの電圧は素早く(<2V分)約3.5Vまで上昇します。したがって、3.5Vを最小バッテリー電圧として使用して定常熱設計を行うのが慣例です。その理由は、システム・ボードおよび充電デバイスは、高速充電の初期の段階ではアセンブリの熱質量のため最大温度に到達する時間がないからです。この理論は、バッテリー電圧および充電回路のパワー・パッド温度を監視しながら放電済みのバッテリーに充電サイクルを行うことによって容易に確かめられます。

## PCBレイアウトについての考察

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、入力端子とVSSの間のデカップリング・キャパシタおよびOUTとVSSの間の出力フィルタ・キャパシタをbq24070/1にできるだけ近づけて配置する必要があります。両信号とVSSピンへのトレースはできるだけ短くします。
- すべての低電流VSS接続は、バッテリーからの高電流充電/放電パスから独立している必要があります。小信号グランド・パスとパワー・グランド・パスの両方を含むシングル・ポイント・グランド手法を使用してください。
- INピンへの高電流充電パスとBATピンおよびOUTピンからの高電流充電パスは、これらのトレースでの電圧降下を防ぐために、最大充電電流に従って適切なサイズにする必要があります。
- bq24070/1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、デバイスとプリント基板(PCB)の間に効果的な熱接点を提供するQFN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』(SLUA271)に記載されています。



4205346-2/C 12/04

- 注： A. 全ての線寸法の単位はミリメートルです。寸法と許容差はASME Y14.5M-1994に従っています。  
 B. 図は予告なく変更することがあります。  
 C. QFN (Quad Flatpack No-Lead) パッケージ構成  
 D. 最良の熱特性および機械的特性を得るには、パッケージのサーマル・パッドを基板に半田付けする必要があります。露出したサーマル・パッドの寸法に関する詳細は、製品データシートを参照してください。

# ご注意

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 弊社半導体製品の取り扱い・保管について

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

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

### 1. 静電気

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

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

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

### 2. 温・湿度環境

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

直射日光があたる状態で保管・輸送しないこと。

### 3. 防湿梱包

防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。

### 4. 機械的衝撃

梱包品(外装、内装、個装)及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。

### 5. 熱衝撃

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

### 6. 汚染

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

以上