

リチウム・イオン・バッテリー充電およびシステム・パワー・バ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・サプライメント・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

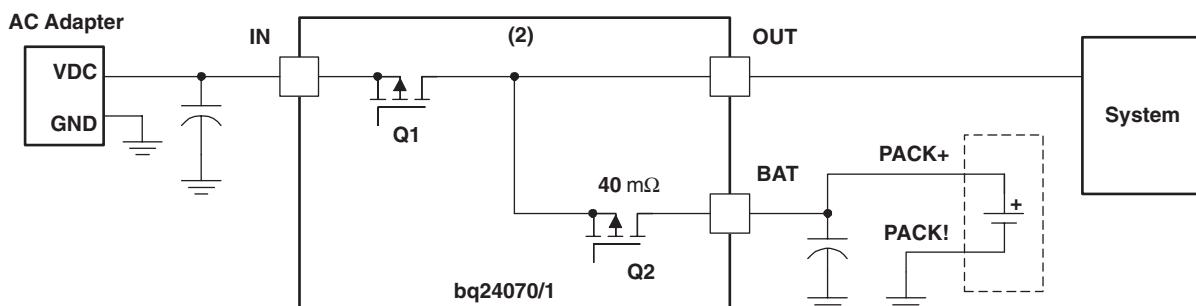
- スマート・フォンおよびPDA
- MP3プレーヤー
- デジタル・カメラおよびハンドヘルド装置
- インターネット用機器

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・バ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・バス管理、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できます。

パワー・フロー図⁽¹⁾



(1) 詳細な機能説明については、図2および機能ブロック図を参照してください。

(2) P-FETバック・ゲートのボディ・ダイオードは、ボディ・ダイオードの導通を防ぐために切り離されています。

UDG-04082

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如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”的場合、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 ⁽¹⁾	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。

ご発注の手引き⁽¹⁾

T _A	BATTERY VOLTAGE (V)	OUT PIN	PART NUMBER ⁽²⁾⁽³⁾	STATUS	PACKAGE MARKING
-40°C to 125°C	4.2	Regulated to 4.4 V ⁽⁴⁾	bq24070RHLR	Production	BRQ
	4.2	Regulated to 4.4 V ⁽⁴⁾	bq24070RHLT	Production	BRQ
	4.2	Regulated to 6.0 V	bq24071RHLR	Production	BTR
	4.2	Regulated to 6.0 V	bq24071RHLT	Production	BTR

(1) 最新のパッケージおよびご発注情報については、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）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_{O(OUT-REG)}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⁽¹⁾

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_{REF} (DC voltage wrt VSS)	-0.3 V to $V_{O(OUT)} + 0.3$ V
	TMR	-0.3 V to $V_O + 0.3$ V
Input current		3.5 A
Output current	OUT	4 A
	BAT ⁽²⁾	-4 A to 3.5 A
Output sink current	\overline{PG} , STAT1, STAT2,	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、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_{CC}	Supply voltage (V_{IN}) ⁽¹⁾	4.35	16	V
I_{AC}	Input current		2	A
T_J	Operating junction temperature range	-40	125	°C

(1) 消費電力および接合部温度が最大 V_{CC} 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	$T_A \leq 40^\circ\text{C}$ POWER RATING	DERATING FACTOR $T_A > 40^\circ\text{C}$	θ_{JA}
20-pin RHL ⁽¹⁾	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
INPUT BIAS CURRENTS						
$I_{CC(SPLY)}$	Active supply current, VCC	$V_{VCC} > V_{VCC(\min)}$	1	2	mA	
$I_{CC(SLP)}$	Sleep current (current into BAT pin)	$V_{IN} < V_{I(BAT)}$ $2.6 \text{ V} \leq V_{I(BAT)} \leq V_{O(BAT-REG)}$, Excludes load on OUT pin	2	5		
$I_{CC(IN-STDBY)}$	Input standby current	$V_{I(AC)} \leq 6\text{ V}$, Total current into IN pin with chip disabled, Excludes all loads, CE=LOW, after $t_{(CE-HOLDOFF)}$ delay		200		μA
$I_{CC(BAT-STDBY)}$	BAT standby current	Total current into BAT pin with input present and chip disabled; Excludes all loads, CE=LOW, after $t_{(CE-HOLDOFF)}$ delay, $0^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 85^{\circ}\text{C}$	45	65		
$I_{IB(BAT)}$	Charge done current, BAT	Charge DONE, input supplying the load	1	5		
OUT PIN-VOLTAGE REGULATION						
$V_{O(OUT-REG)}$	Output regulation voltage	bq24070	$V_{I(AC)} \geq 4.4 \text{ V} + V_{DO}$	4.4	4.5	V
		bq24071	$V_{I(AC)} \geq 6.0 \text{ V} + V_{DO}$	6.0	6.3	
OUT PIN – DPPM REGULATION						
$V_{(DPPM-SET)}$	DPPM set point ⁽¹⁾	$V_{DPPM-SET} < V_{OUT}$	2.6	3.8		V
$I_{(DPPM-SET)}$	DPPM current source	Input present	95	100	105	μA
SF	DPPM scale factor	$V_{(DPPM-REG)} = V_{(DPPM-SET)} \times SF$	1.139	1.150	1.162	
OUT PIN – FET (Q1, Q2) DROP-OUT VOLTAGE⁽²⁾ $V_{DS(on)}$						
$V_{(ACDO)}$	AC to OUT dropout voltage ⁽²⁾	$V_{I(AC)} \geq V_{CC(\min)}$, Mode = High, $I_{I(AC)} = 1 \text{ A}$, $(I_{O(OUT)} + I_{O(BAT)})$, or no input	300	475		mV
$V_{(BATDO)}$	BAT to OUT dropout voltage (discharging)	$V_{I(BAT)} \geq 3 \text{ V}$, $I_{I(BAT)} = 1.0 \text{ A}$, $V_{CC} < V_{I(BAT)}$	40	100		
OUT PIN – BATTERY SUPPLEMENT MODE						
V_{BSUP1}	Enter battery supplement mode (battery supplements OUT current in the presence of input source)	$V_{I(BAT)} > 2 \text{ V}$	$V_{I(OUT)} \leq V_{I(BAT)} - 60 \text{ mV}$			V
V_{BSUP2}	Exit battery supplement mode	$V_{I(BAT)} > 2 \text{ V}$	$V_{I(OUT)} \geq V_{I(BAT)} - 20 \text{ mV}$			
OUT PIN – SHORT CIRCUIT						
I_{OSH1}	BAT to OUT short-circuit recovery	Current source between BAT to OUT for short-circuit recovery to $V_{I(OUT)} \leq V_{I(BAT)} - 200 \text{ mV}$	10		mA	
R_{SHAC}	AC to OUT short-circuit limit	$V_{I(OUT)} \leq 1 \text{ V}$	500		Ω	
BAT PIN CHARGING – PRECHARGE						
$V_{(LOWV)}$	Precharge to fast-charge transition threshold	Voltage on BAT	2.9	3	3.1	V
$T_{DGL(F)}$	Deglitch time for fast-charge to precharge transition ⁽³⁾	$t_{FALL} = 100 \text{ ns}$, 10 mV overdrive, $V_{I(BAT)}$ decreasing below threshold		22.5		ms
$I_{O(PRECHG)}$	Precharge range	$1 \text{ V} < V_{I(BAT)} < V_{(LOWV)}$, $t < t_{(PRECHG)}$, $I_{O(PRECHG)} = (K_{(SET)} \times V_{(PRECHG)}) / R_{SET}$	10	150	mA	
$V_{(PRECHG)}$	Precharge set voltage	$1 \text{ V} < V_{I(BAT)} < V_{(LOWV)}$, $t < t_{(PRECHG)}$	225	250	275	mV
BAT PIN CHARGING – CURRENT REGULATION						
$I_{O(BAT)}$	Battery charge current range ⁽⁴⁾	$V_{I(BAT)} > V_{(LOWV)}$, Mode = High $I_{OUT(BAT)} = (K_{(SET)} \times V_{(SET)} / R_{SET})$, $V_{I(OUT)} > V_{O(OUT-REG)} + V_{(DO-MAX)}$	100	1000	1500	mA
R_{PBAT}	BAT to OUT pullup	$V_{I(BAT)} < 1 \text{ V}$	1000		Ω	

(1) $V_{(DPPM-SET)}$ は、出力電圧 $V_{(DPPM-REG)}$ 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) $V_{DO(\max)}$ ドロップアウト電圧は、FET、 $R_{DS(on)}$ 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。

(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 ($0^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 125^{\circ}\text{C}$) 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	
V _(SET)	Battery charge current set voltage ⁽⁵⁾	Voltage on ISET1, V _{VCC} ≥ 4.35 V, V _{I(OUT)} > V _(BAT) > V _(DO-MAX) , V _{I(BAT)} > V _(LOWV)		2.47	2.50	2.53	V
$K_{(\text{SET})}$		100 mA ≤ I _{O(BAT)} ≤ 1.5 A	375	425	450		
		10 mA ≤ I _{O(BAT)} ≤ 100 mA ⁽⁶⁾	300	450	600		
USB MODE INPUT CURRENT LIMIT							
I _(USB)	USB input port current range	ISET2 = Low	80	90	100	mA	
		ISET2 = High	400		500		
BAT PIN CHARGING VOLTAGE REGULATION, $V_O(\text{BAT-REG}) + V_{(\text{DO-MAX})} < V_{\text{CC}}$, $I_{\text{TERM}} < I_{\text{BAT(OUT)}} \leq 1 \text{ A}$							
V _{O(BAT-REG)}	Battery charge voltage			4.2		V	
	Battery charge voltage regulation accuracy	T _A = 25 °C	-0.5%	0.5%			
CHARGE TERMINATION DETECTION							
I _(TERM)	Charge termination detection range	V _{I(BAT)} > V _(RCH) , I _(TERM) = (K _(SET) × V _(TERM)) / R _{SET}	10	150		mA	
V _(TERM)	Charge termination set voltage, measured on ISET1	V _{I(BAT)} > V _(RCH) , Mode = High	230	250	270	mV	
		V _{I(BAT)} > V _(RCH) , Mode = Low	95	100	130		
T _{DGL(TERM)}	Deglitch time for termination detection	t _{FALL} = 100 ns, 10 mV overdrive, I _{CHG} increasing above or decreasing below threshold		22.5		ms	
TEMPERATURE SENSE COMPARATORS							
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	μA	
T _{DGL(TF)}	Deglitch time for temperature fault detection ⁽⁷⁾	R _(TMR) = 50 kΩ, V _{I(BAT)} increasing or decreasing above and below; 100-ns fall time, 10-mv overdrive		22.5		ms	
BATTERY RECHARGE THRESHOLD							
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 ⁽⁷⁾	R _(TMR) = 50 kΩ, V _{I(BAT)} increasing or decreasing below threshold, 100-ns fall time, 10-mv overdrive		22.5		ms	
STAT1, STAT2, AND PG, OPEN DRAIN (OD) OUTPUTS ⁽⁸⁾							
V _{OL}	Low-level output saturation voltage	I _{OL} = 5 mA, An external pullup resistor ≥ 1 K required.		0.25		V	
I _{LKG}	Input leakage current			1	5	μA	
ISET2, CE INPUTS							
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		-1			μA	
I _{IH}	High-level input current, CE			1			
I _{IL}	Low-level input current, ISET2	V _{ISET2} = 0.4 V	-20				
I _{IH}	High-level input current, ISET2	V _{ISET2} = V _{CC}		40			
t _(CE-HLDOFF)	Holdoff time, CE	CE going low only	4	6		ms	
MODE INPUT							
V _{IL}	Low-level input voltage	Falling Hi→Low; 280 K ± 10% applied when low.	0.975	1	1.025	V	
V _{IH}	High-level input voltage	Input R _{Mode} sets external hysteresis	V _{IL} + .01		V _{IL} + .024	V	

(5) 半充電レートの場合、V_(SET)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_{CC} = 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		μA			
TIMERS								
$K_{(\text{TMR})}$	Timer set factor	$t_{(\text{CHG})} = K_{(\text{TMR})} \times R_{(\text{TMR})}$	0.313	0.360	0.414	s/Ω		
$R_{(\text{TMR})}^{(9)}$	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 pullup from OUT to BAT		1		$\text{k}\Omega$			
CHARGER SLEEP THRESHOLDS (PG THRESHOLDS, LOW → POWER GOOD)								
$V_{(\text{SLPENT})}^{(10)}$	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			
$V_{(\text{SLPEXIT})}^{(10)}$	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 ⁽¹¹⁾	$R_{(\text{TMR})} = 50 \text{ k}\Omega$, $V_{(\text{IN})}$ decreasing below threshold, 100-ns fall time, 10-mv overdrive	22.5		ms			
START-UP CONTROL BOOT-UP								
$t_{(\text{BOOT-UP})}$	Boot-up time	On the first application of input with Mode Low	120	150	180	ms		
SWITCHING POWER SOURCE TIMING								
$t_{(\text{SW-BAT})}$	Switching power source from input to battery	When input applied. Measure from: [PG: Lo → Hi to $I_{(\text{IN})} > 5 \text{ mA}$], $I_{(\text{OUT})} = 100 \text{ mA}$, $R_{(\text{TRM})} = 50 \text{ K}$	50		μs			
THERMAL SHUTDOWN REGULATION⁽¹²⁾								
$T_{(\text{SHTDW})}$	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				
UVLO								
$V_{(\text{UVLO})}$	Undervoltage lockout	Decreasing V_{CC}	2.45	2.50	2.65	V		
	Hysteresis		27		mV			

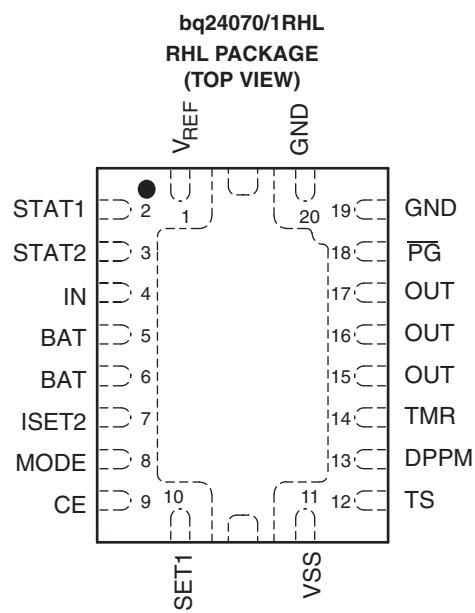
(9) 安全タイマーおよび充電終了機能をディスエーブルにするには、TMRを V_{REF} ピンに接続します。

(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) グリッヂ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。

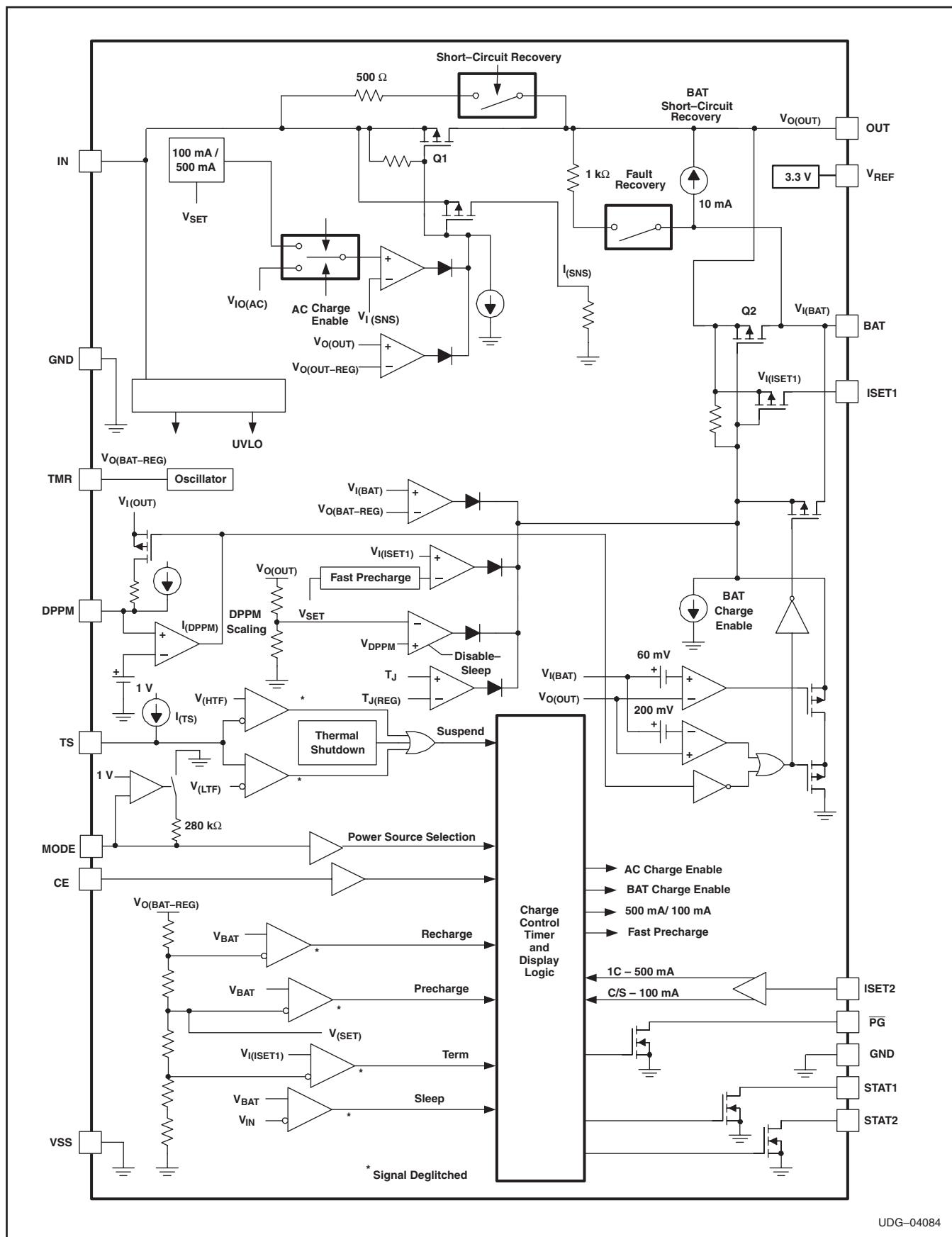
デバイス情報



端子機能

TERMINAL NAME	NO.	I/O	DESCRIPTION
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・バス・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(“HGBT” = 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V _{REF} 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スエーブルできます。
TS	12	I/O	温度検知入力。
GND	19, 20	I	グランド入力。
VREF	1	O	内部リファレンス信号。
VSS	11	-	グランド入力(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。サーマル・パッドは、デバイス用の主グランド入力としては使用しないください。VSSは、常にグランドに接続されている必要があります。

機能ブロック図



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。

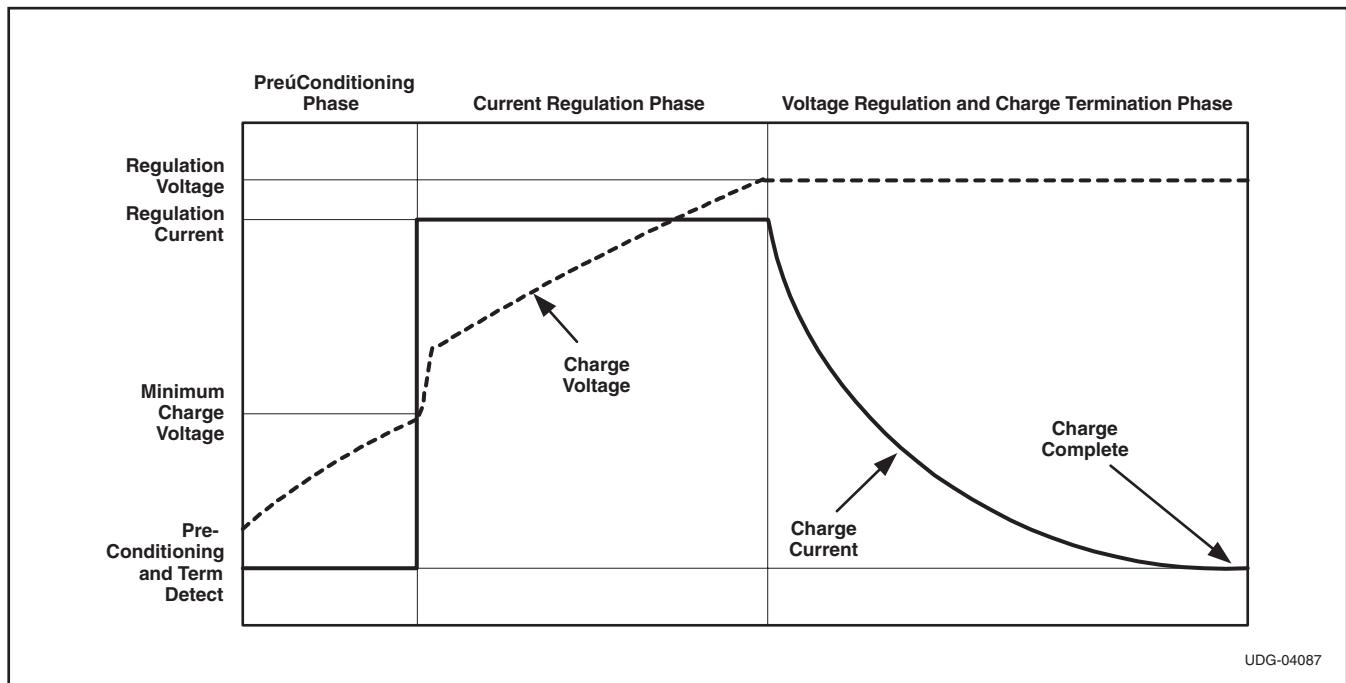


図1. 充電プロファイル

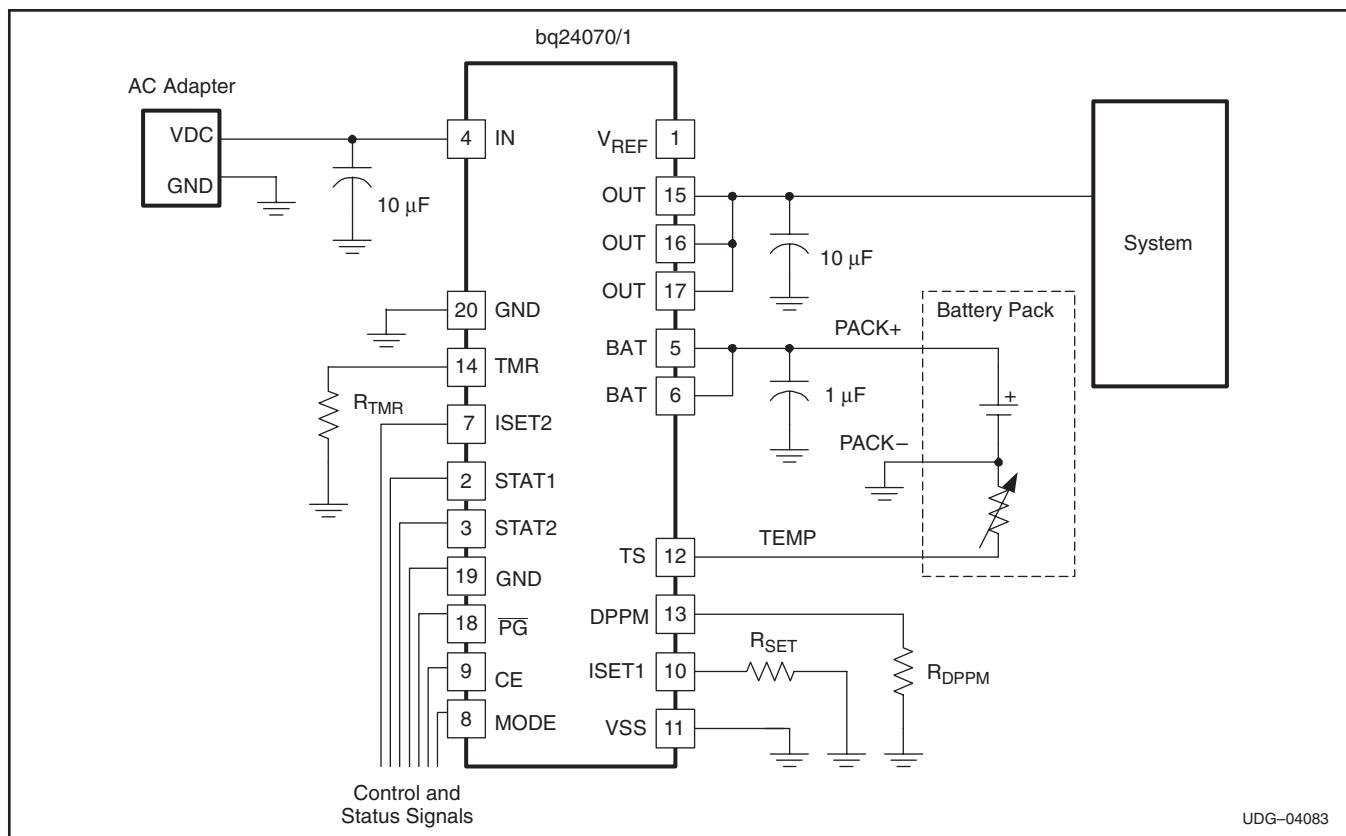


図2. 代表的なアプリケーション回路

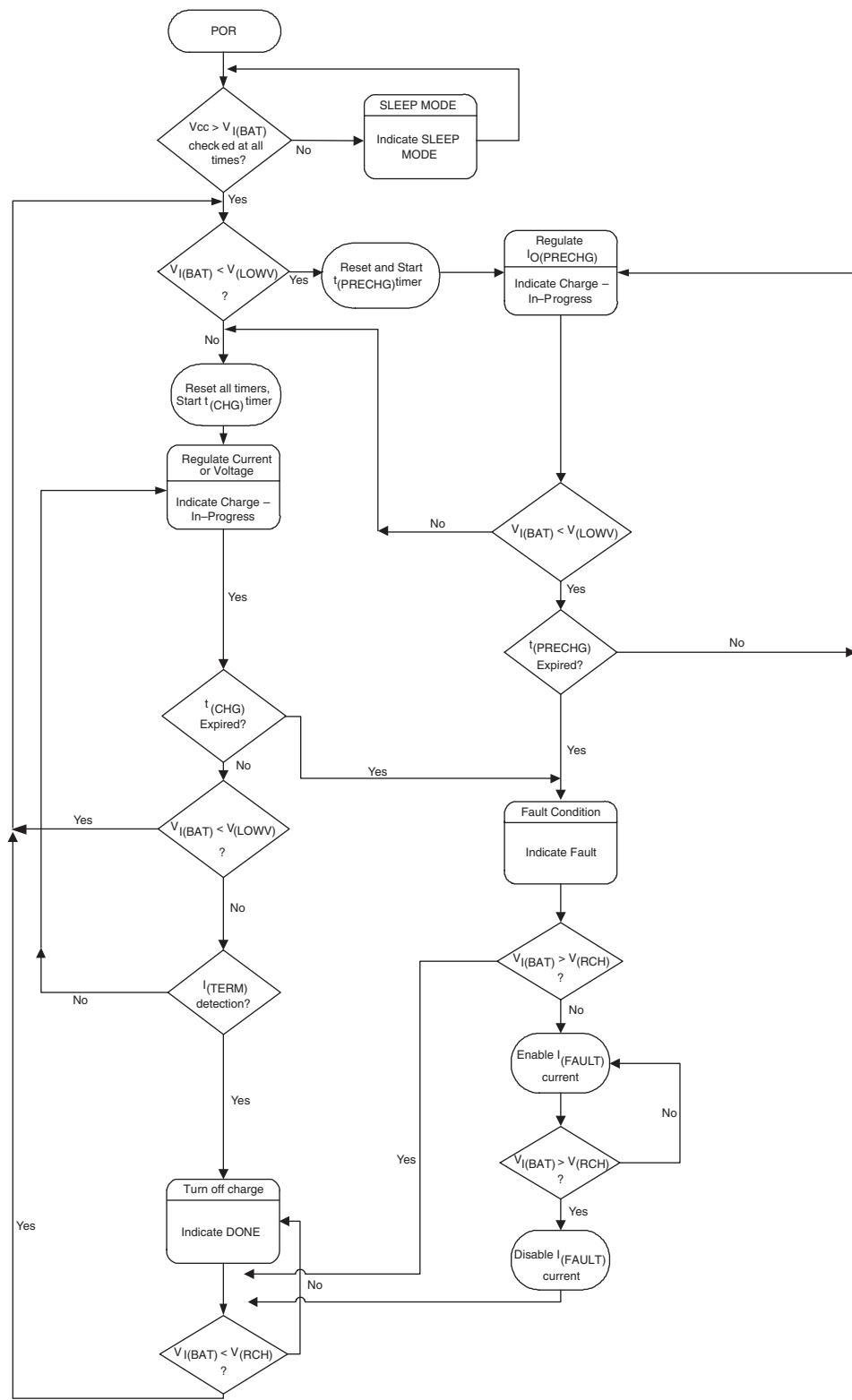


図3. 充電制御動作フロー・チャート

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”的場合100mA, ISET2 = “HIGH”的場合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ル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放電サイクルを削減し、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く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を通して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を通して充電されます。

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、プラウンアウト、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。

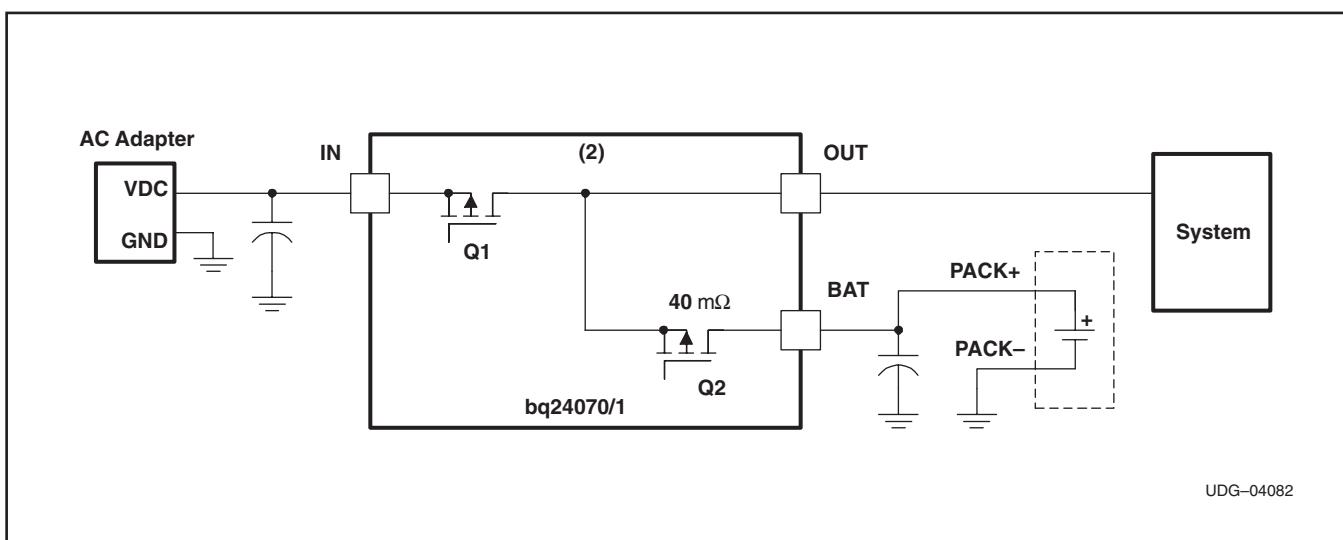


図4. パワー・パス管理

- 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($V_{IN} - V_{OUT}$) × 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、 $V(TMR) = 2.5$ Vであり、クロックが遅くなると、 $V(TMR)$ が低下します。 $V(TMR) = 1.25$ 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を通して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耗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・バス管理 (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。チャネル1(CH1)は $V_{AC} = 5.4$ V、チャネル2(CH2)は V_{OUT} 、チャネル3(CH3)は $I_{OUT} = 0$ から2.2Aへ、そして0Aへと変化、チャネル4(CH4)は $V_{BAT} = 3.5$ V、 $I_{(PGM-CHG)} = 1$ 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 $V_{OUT} = 4.4V_{reg}$ です。AC入力は約5.1V(電流制限値が1.5A)、 $I_{(CHG)} = 1$ A、 $V_{(DPPM-SET)} = 3.7$ V、 $V_{(DPPM-OUT)} = 1.15 \times V_{(DPPM-SET)} = 4.26$ V、 $V_{BAT} = 3.5$ 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、0Aから約2.2Aに増加し、0Aに戻ります。充電電流が1Aになり、 I_{OUT} 負荷が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。

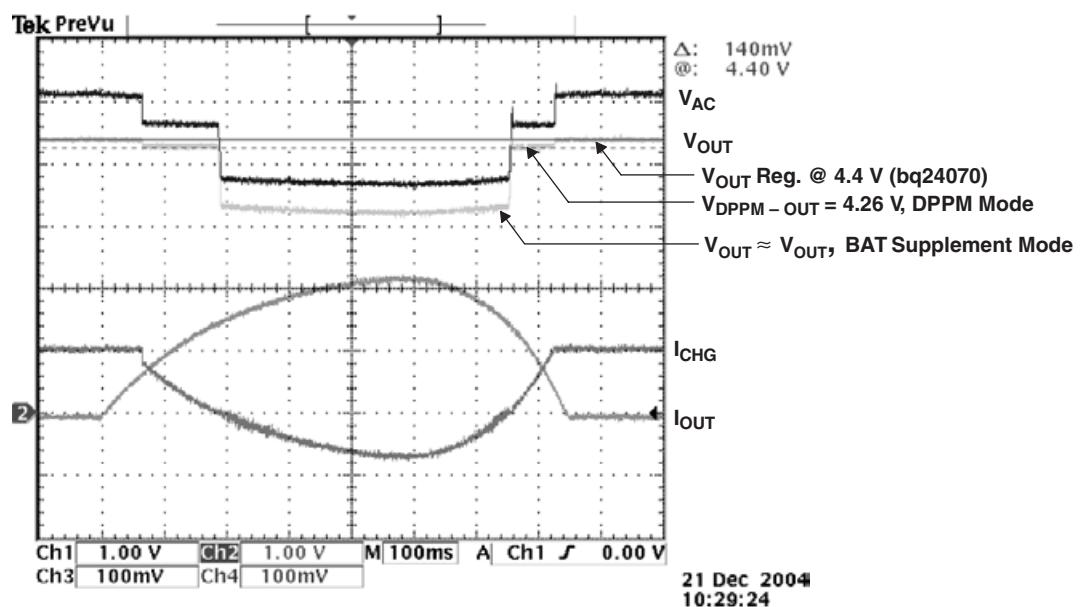


図 5. DPPMモードおよびバッテリー・サプリメントモード

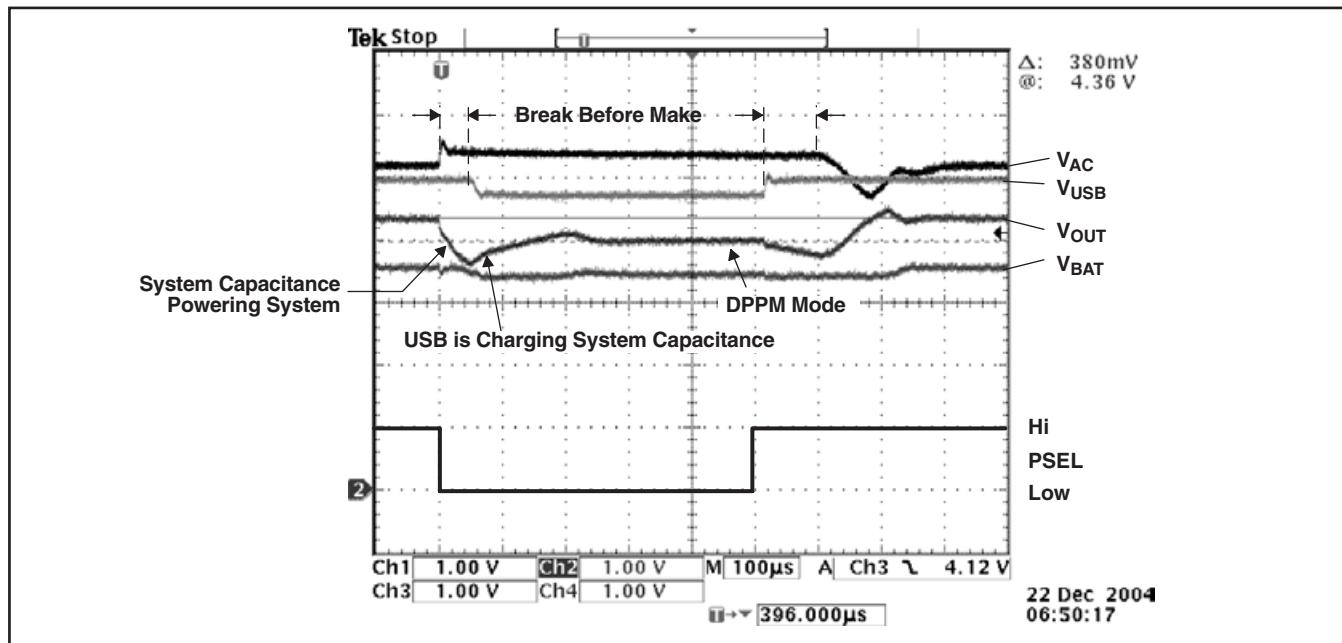


図6. Modeを“LOW”に反転

図6は、Modeが500µs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。

チャネル1(CH1)はVAC = 5.4V、チャネル2(CH2)はV_(USB) = 5V、チャネル3(CH3)はV_{OUT}、出力電流I_{OUT} = 0.25A、チャネル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。チャネル1(CH1)はVAC = 0V、チャネル2(CH2)はV_{USB} = 0V、チャネル3(CH3)はV_{OUT}、出力電流I_{OUT} = 0.25 A(V_{OUT} > 2Vの場合)、チャネル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。

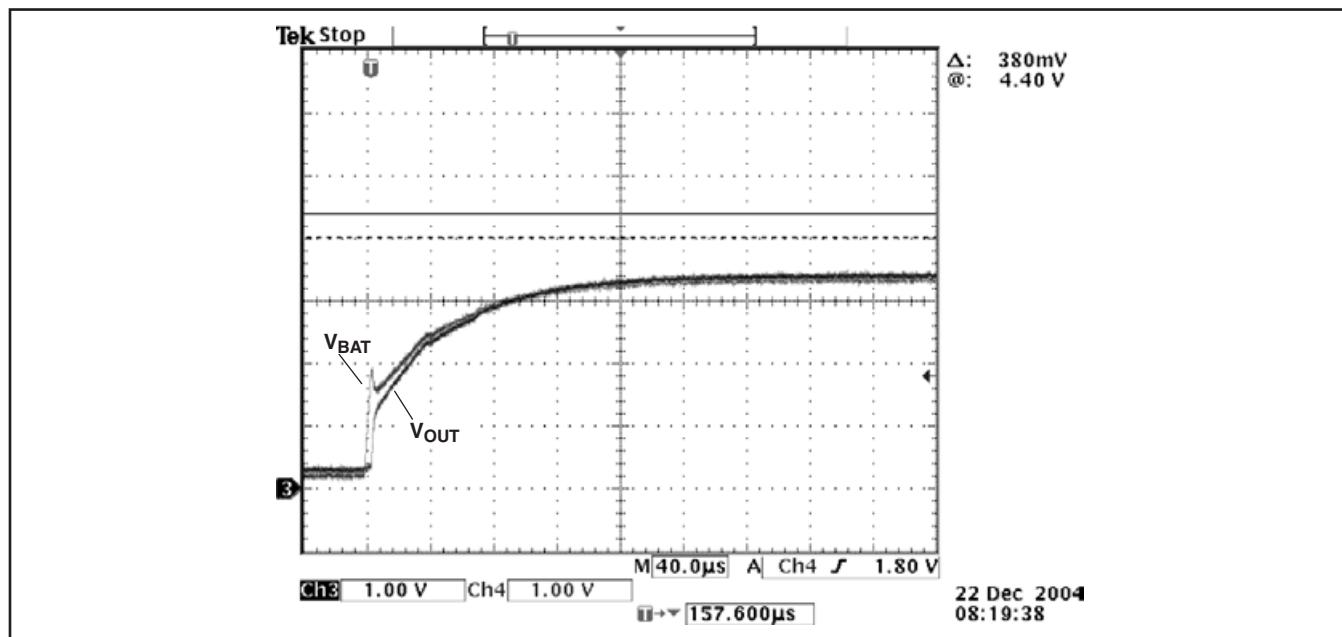


図7. バッテリーの接続 - BAT出力による電力供給

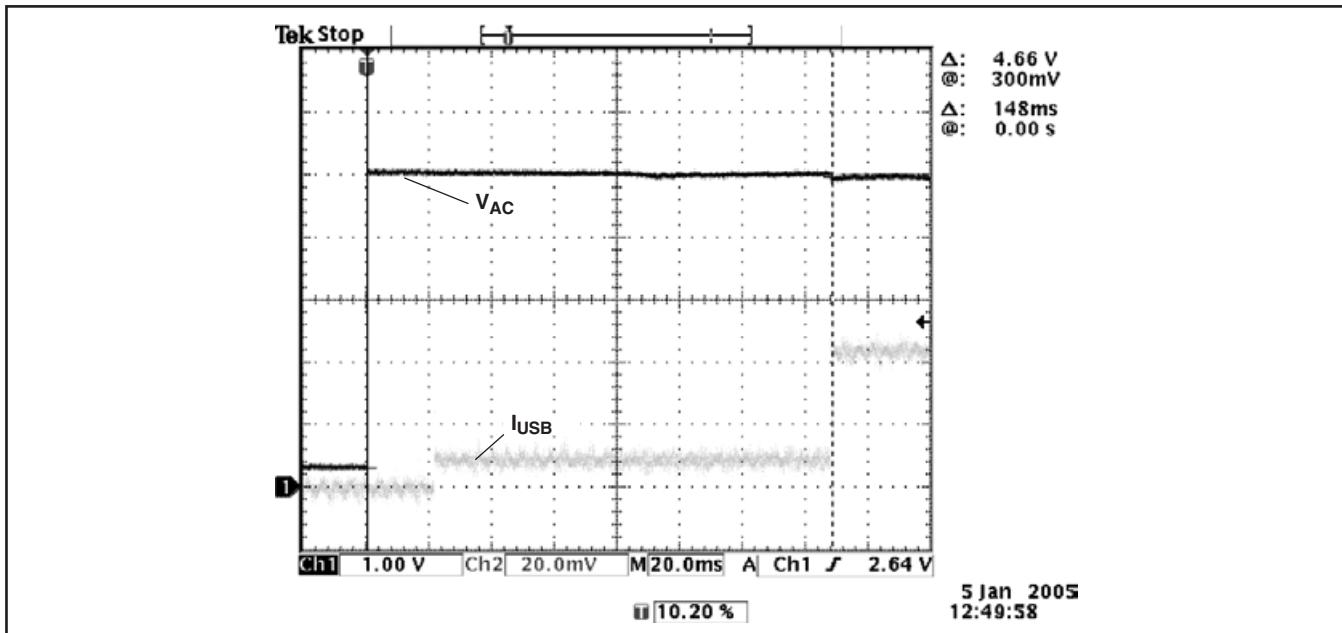


図8. USBブートアップによる電力供給

図8は、USBブートアップとUSBからの電力供給を示します。チャネル1(CH1)は $V_{(USH)} = 0\sim 5V$ 、チャネル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ピンにとって最大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とおりに設定します。

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10kΩ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°C~45°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。

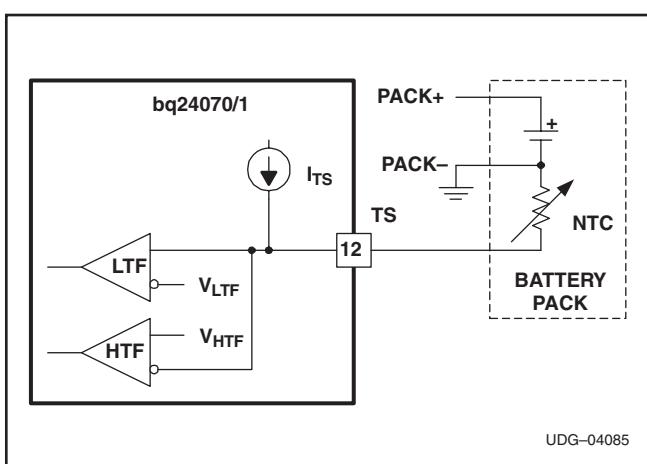


図9. TSピンの構成

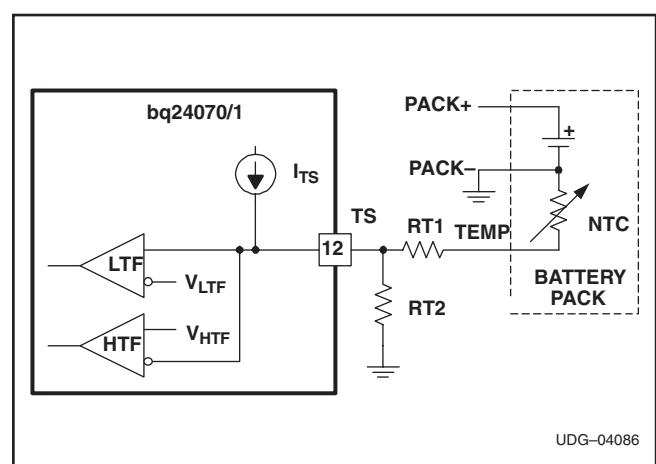


図10. TSピンのスレッシュホールド

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_(LOWV)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_(LOWV)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VSET1は1/2になります。Modeが“LOW”的時は、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・パスマネージメント」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。この入力は、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RTMR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、入力がなくなると、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入力が使用されます。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・プロセッサ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 \overline{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)。 \overline{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(ロック回路を参照)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ュホールド($V_{(RCH)}$)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ュホールドより下がることを待ちます。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ュホールドを下回ると、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ュホールド($V_{(RCH)}$)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ュホ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ュホー

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ュホールドを下回ると、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、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なります。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($V_{out} < V_{bat} - 200 mV$)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り大きい(遅延が大きい)と、出力がグラ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_{REF}

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 μ 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 μ 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 μ 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 μ 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(θ_{JA})です。

θ_{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

θ_{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、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

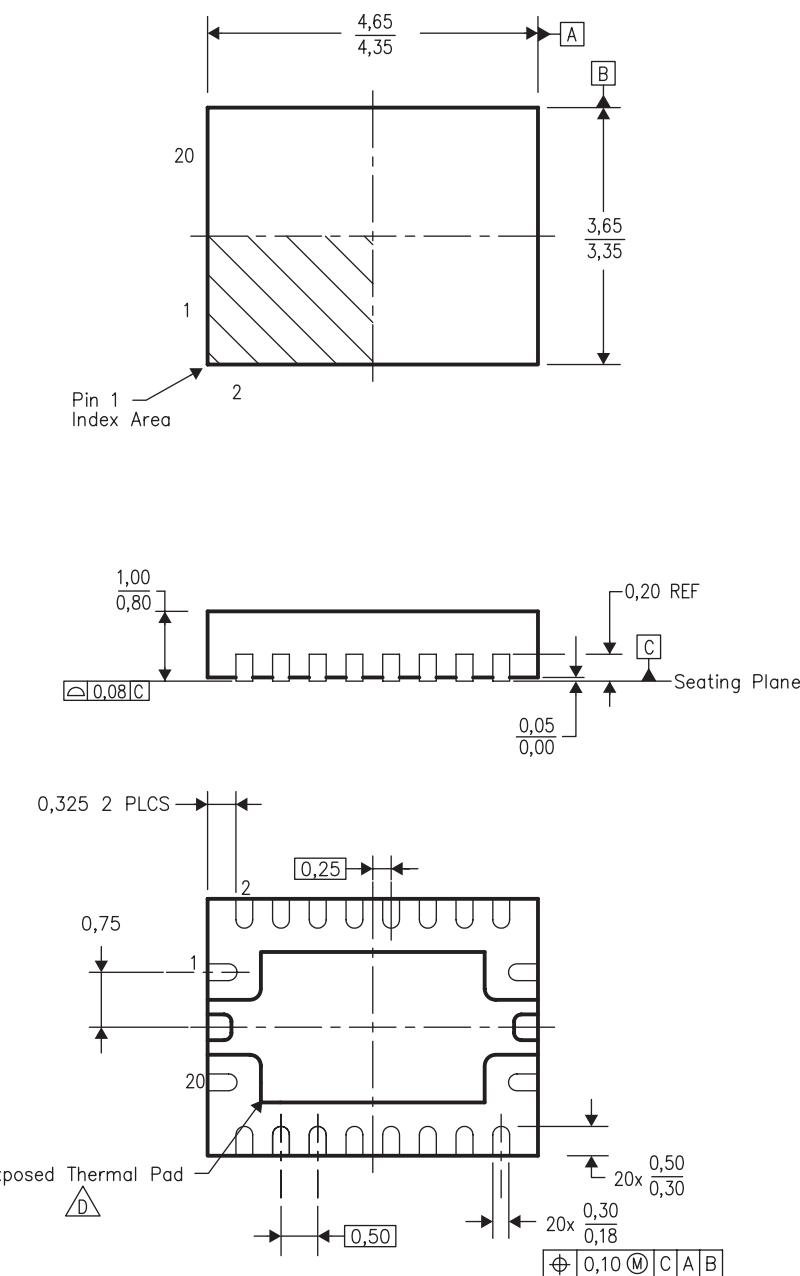
PCBレイアウトには特別な注意を払う必要があります。次に、いくつかのガイドラインを示します。

- 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/放電バスから独立している必要があります。小信号グランド・バスとパワー・グランド・バ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バスとBATピンおよびOUTピンからの高電流充電バスは、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。

メカニカル・データ

RHL (R-PQFP-N20)

PLASTIC QUAD FLATPACK



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。

(SLUS694B)

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)
BQ24070RHLR	Active	Production	VQFN (RHL) 20	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	BRQ
BQ24070RHLR.B	Active	Production	VQFN (RHL) 20	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	BRQ
BQ24070RHLT	Active	Production	VQFN (RHL) 20	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	BRQ
BQ24070RHLT.B	Active	Production	VQFN (RHL) 20	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	BRQ
BQ24070RHLTG4	Active	Production	VQFN (RHL) 20	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	BRQ
BQ24071RHLR	Active	Production	VQFN (RHL) 20	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	BTR
BQ24071RHLR.B	Active	Production	VQFN (RHL) 20	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	BTR
BQ24071RHLT	Active	Production	VQFN (RHL) 20	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	BTR
BQ24071RHLT.B	Active	Production	VQFN (RHL) 20	250 SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 85	BTR

⁽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.

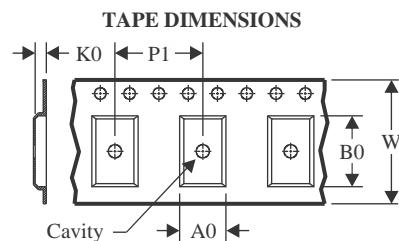
Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

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.

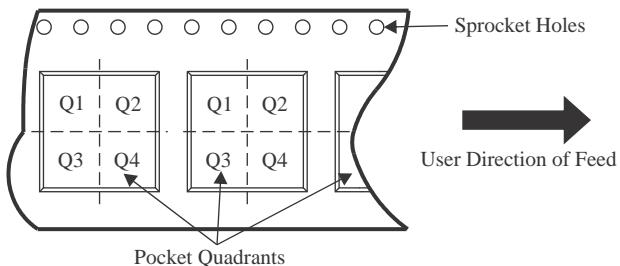
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION



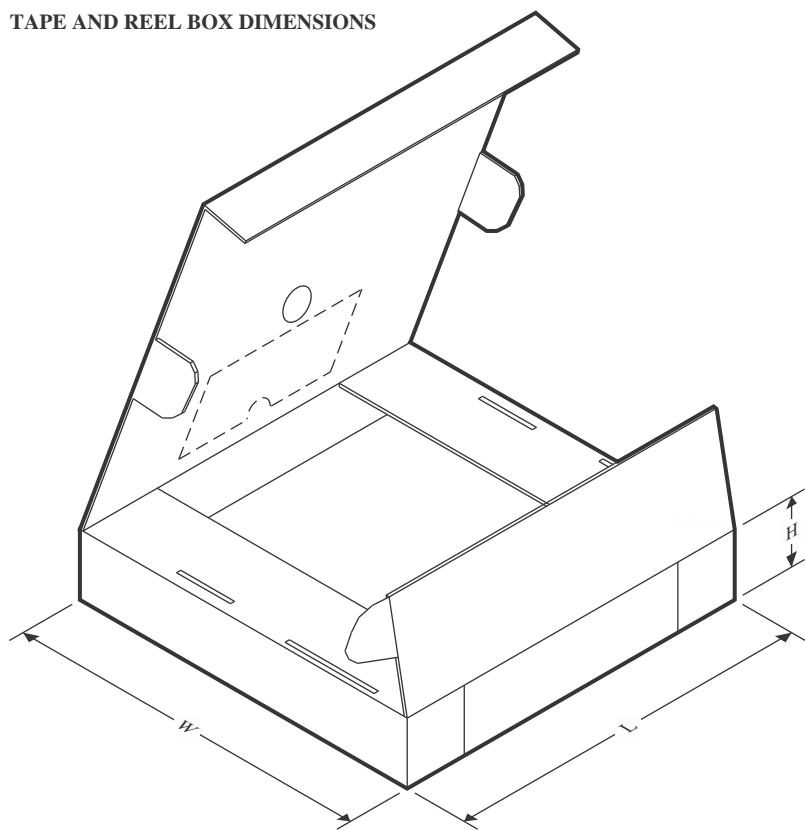
A0	Dimension designed to accommodate the component width
B0	Dimension designed to accommodate the component length
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness
W	Overall width of the carrier tape
P1	Pitch between successive cavity centers

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
BQ24070RHLR	VQFN	RHL	20	3000	330.0	12.4	3.71	4.71	1.1	8.0	12.0	Q1
BQ24070RHLT	VQFN	RHL	20	250	180.0	12.4	3.71	4.71	1.1	8.0	12.0	Q1
BQ24071RHLR	VQFN	RHL	20	3000	330.0	12.4	3.71	4.71	1.1	8.0	12.0	Q1
BQ24071RHLT	VQFN	RHL	20	250	180.0	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)
BQ24070RHLR	VQFN	RHL	20	3000	353.0	353.0	32.0
BQ24070RHLT	VQFN	RHL	20	250	213.0	191.0	35.0
BQ24071RHLR	VQFN	RHL	20	3000	353.0	353.0	32.0
BQ24071RHLT	VQFN	RHL	20	250	213.0	191.0	35.0

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