

デュアル・スマート・バッテリー・システム・マネージャ

特長

- 2つのスマートバッテリーのための SMBus チャージャ/セクタ *
- 電圧および電流の精度: バッテリーによって報告される値の 0.2% 以内
- 「スマート・バッテリー・システム・マネージャ」の構築を簡素化
- SMBus チャージャ V1.1 の安全機能をすべて搭載
- ホストなしの自律的動作が可能
- 両方のバッテリーが1つの負荷に低損失 (理想ダイオード) で同時に放電可能
- アラームをモニタしながらの2つのバッテリーの SMBus 切り換えにより、常時バッテリー充電可能
- 最大充電電流および電圧の限界値をピンでプログラム可能なので安全性が向上
- 高速の自律的な PowerPath™ 切り換え (< 10μs)
- 2つのバッテリーの低損失同時充電
- 効率 95% 以上の同期整流式降圧チャージャ
- AC アダプタ電流制限 * により、最大充電レートを実現
- SMBus アクセラレータにより、SMBus タイミングを改善 **
- 48ピン TSSOP パッケージ

アプリケーション

- 携帯型のコンピュータおよび計測器
- スタンドアロン・デュアル・スマート・バッテリー・チャージャ
- バッテリー・バックアップ・システム

概要

LTC® 1760 スマート・バッテリー・システム・マネージャは、2つのスマート・バッテリーを使用する製品向けの高集積 SMBus レベル3 バッテリー・チャージャおよびセクタです。3つの SMBus インタフェースを備えているので、LTC1760 がバッテリーによって測定される内部電圧および電流をサーボ制御できると同時に、SMBus ホスト・デバイスが両方のバッテリーの状態をモニタできます。充電の精度はバッテリーの内部電圧および電流の測定値によって決まり、標準で ±0.2% よりも良好です。

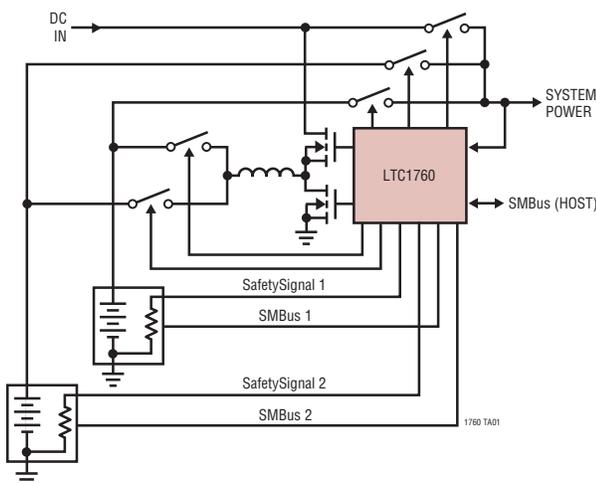
独自の PowerPath アーキテクチャにより、両バッテリーの同時充電または同時放電が可能です。バッテリーの標準動作時間を最大 10% 延長し、充電時間を最大 50% 短縮します。また、LTC1760 は 10μs 以内で電源の自動切り換えを行うので、バッテリーや AC アダプタを取り外した際の電力供給の中断を防ぐことができます。

LTC1760 は、複合バッテリー情報の作成を除くバージョン 1.1 「スマート・バッテリーシステム・マネージャ」のすべての構成要素を実装しています。内蔵のマルチプレクサにより、バッテリーまたは SMBus ホストへの不完全なメッセージを生成することなく、SMBus ホストを、装着されている2つのスマート・バッテリーのいずれかにクリーンに切り換えることができます。両バッテリーのサーミスタが自動的にモニタされ、温度および切断情報 (Safety Signal) が得られます。

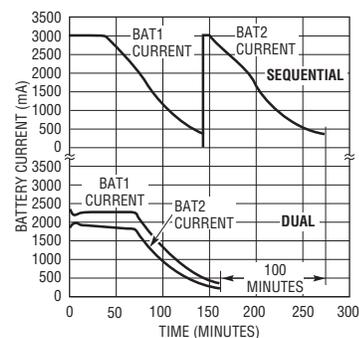
LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology および Linear のロゴはリアテクノロジ社登録商標です。PowerPath は リアテクノロジ社の商標です。他のすべての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。*5723970 **6650174 を含む米国特許によって保護されています。

標準的応用例

デュアル・バッテリー・チャージャ/セクタ・システムのアーキテクチャ



デュアル充電と順次充電



バッテリーの種類: 10.8V リチウムイオン (MOLTECH NI2020)
 要求される電流: 3A
 要求される電圧: 12.3V
 最大チャージャ電流: 4.1A

1760 TA03

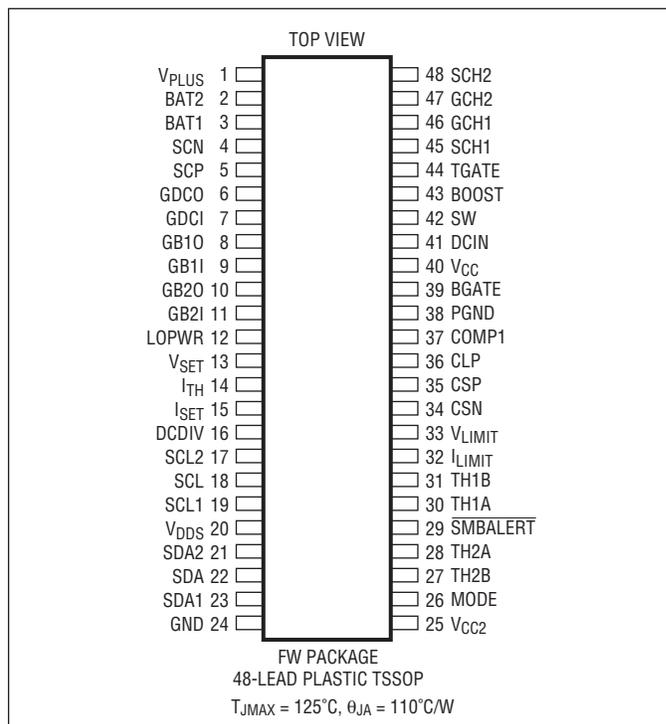
LTC1760

絶対最大定格

(Note 1)

DCIN、SCP、SCN、CLP、V _{PLUS} 、SW から GND	-0.3V ~ 32V
SCH1、SCH2 から GND	-0.3V ~ 28V
BOOST から GND	-0.3V ~ 37V
CSP、CSN、BAT1、BAT2 から GND	-0.3V ~ 28V
LOPWR、DCDIV から GND	-0.3V ~ 10V
V _{CC2} 、V _{DD5} から GND	-0.3V ~ 7V
SDA1、SDA2、SDA、SCL1、 SCL2、SCL、SMBALERT から GND	-0.3V ~ 7V
MODE から GND	-0.3V ~ V _{CC2} + 0.3V
COMP1 から GND	-0.3V ~ 5V
各ピンへの最大 DC 電流	
SDA1、SDA2、SDA、SCL1、SCL2、SCL	±3mA
TH1A、TH2A	-5mA
TH1B、TH2B	-102µA
動作接合部温度範囲 (Note 6)	-40°C ~ 125°C
保存温度	-65°C ~ 150°C
リード温度 (半田付け、10 秒)	300°C

ピン配置



発注情報

鉛フリー仕様	テープアンドリール	製品マーキング	パッケージ	温度範囲
LTC1760CFW#PBF	LTC1760CFW#TRPBF	LTC1760CFW	48-Lead Plastic TSSOP	0°C ~ 85°C
LTC1760IFW#PBF	LTC1760IFW#TRPBF	LTC1760IFW	48-Lead Plastic TSSOP	-40°C ~ 125°C

より広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

非標準の鉛ベース仕様の製品の詳細については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

鉛フリー仕様の製品マーキングの詳細については、Web サイト <http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。

テープアンドリールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandree/> をご覧ください。

電気的特性 ●は全動作接合部温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値(Notes 6)。注記がない限り、 $V_{\text{DCIN}} = 20\text{V}$ 、 $V_{\text{BAT1}} = 12\text{V}$ 、 $V_{\text{BAT2}} = 12\text{V}$ 、 $V_{\text{VDD5}} = 3.3\text{V}$ 、 $V_{\text{VCC2}} = 5.2\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
電源およびリファレンス							
	DCIN Operating Range	DCIN Selected	6		28	V	
I_{CH0}	DCIN Operating Current	Not Charging (DCIN Selected) (Note 10)		1	1.5	mA	
I_{CH1}		Charging (DCIN Selected) (Note 10)		1.3	2	mA	
$I_{\text{VCC2_AC1}}$	VCC2 Operating Current	AC Present (Note 11)		0.75	1	mA	
$I_{\text{VCC2_AC0}}$		AC Not Present (Note 11)		75	100	μA	
	Battery Operating Voltage Range	Battery Selected, PowerPath Function	6		28	V	
		Battery Selected, Charging Function (Note 2)	0		28	V	
I_{BAT}	Battery Drain Current	Battery Selected, Not Charging, $V_{\text{DCIN}} = 0\text{V}$ (Note 10)		175		μA	
V_{FDC}	VPLUS Diodes Forward Voltage: DCIN to VPLUS BAT1 to VPLUS BAT2 to VPLUS SCN to VPLUS	$I_{\text{VCC}} = 10\text{mA}$		0.8		V	
V_{FB1}		$I_{\text{VCC}} = 0\text{mA}$		0.7		V	
V_{FB2}		$I_{\text{VCC}} = 0\text{mA}$		0.7		V	
V_{FSCN}		$I_{\text{VCC}} = 0\text{mA}$		0.7		V	
UVLO	Undervoltage Lockout Threshold	VPLUS Ramping Down, Measured at VPLUS to GND	●	3	5	V	
V_{VCC}	VCC Regulator Output Voltage		●	4.9	5.2	5.5	V
V_{LDR}	VCC Load Regulation	$I_{\text{VCC}} = 0\text{mA}$ to 10mA	●	0.2	1	%	
スイッチング・レギュレータ							
V_{TOL}	Voltage Accuracy	With Respect to Voltage Reported by Battery $V_{\text{CHMIN}} < \text{Requested Voltage} < V_{\text{LIMIT}}$	●	-32	32	mV	
I_{TOL}	Current Accuracy	With Respect to Current Reported by Battery $4\text{mV}/R_{\text{SENSE}} < \text{Requested Current} < I_{\text{LIMIT}} (\text{Min})$ (Note 12)					
		$R_{\text{LIMIT}} = 0$ (Short to GND)	●	-2	2	mA	
		$R_{\text{LIMIT}} = 10\text{k} \pm 1\%$	●	-4	4	mA	
		$R_{\text{LIMIT}} = 33\text{k} \pm 1\%$	●	-8	8	mA	
		$R_{\text{LIMIT}} = \text{Open}$ (or Short I_{LIMIT} to V_{CC2})	●	-8	8	mA	
f_{OSC}	Regulator Switching Frequency			255	300	345	kHz
f_{DO}	Regulator Switching Frequency in Low Dropout Mode	Duty Cycle $\geq 99\%$		20	25		kHz
DC_{MAX}	Regulator Maximum Duty Cycle			99	99.5		%
I_{MAX}	Maximum Current Sense Threshold	$V_{\text{ITH}} = 2.2\text{V}$		140	155	190	mV
I_{SNS}	CA1 Input Bias Current	$V_{\text{CSP}} = V_{\text{CSN}} > 5\text{V}$			150		μA
CMSL	CA1 Input Common Mode Low			0			V
CMSH	CA1 Input Common Mode High				$V_{\text{DCIN}} - 0.2$		V
V_{CL1}	CL1 Turn-On Threshold	C-Grade (Note 6) I-Grade (Note 6)	●	95	100	105	mV
			●	94	100	108	mV
			●	90	100	108	mV
$T_{\text{G}} t_{\text{r}}$	TGATE Transition Time:						
$T_{\text{G}} t_{\text{r}}$	TGATE Rise Time	$C_{\text{LOAD}} = 3300\text{pF}$, 10% to 90%		50	90	ns	
$T_{\text{G}} t_{\text{f}}$	TGATE Fall Time	$C_{\text{LOAD}} = 3300\text{pF}$, 10% to 90%		50	90	ns	
$T_{\text{B}} t_{\text{r}}$	BGATE Transition Time:						
$T_{\text{B}} t_{\text{r}}$	BGATE Rise Time	$C_{\text{LOAD}} = 3300\text{pF}$, 10% to 90%		50	90	ns	
$T_{\text{B}} t_{\text{f}}$	BGATE Fall Time	$C_{\text{LOAD}} = 3300\text{pF}$, 10% to 90%		40	80	ns	

LTC1760

電気的特性 ●は全動作接合部温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値(Notes 6)。注記がない限り、 $V_{DCIN} = 20\text{V}$ 、 $V_{BAT1} = 12\text{V}$ 、 $V_{BAT2} = 12\text{V}$ 、 $V_{VDD5} = 3.3\text{V}$ 、 $V_{VCC2} = 5.2\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
トリップ・ポイント						
V_{TR}	DCDIV/LOPWR Threshold	V_{DCDIV} or V_{LOPWR} Falling				
		C-Grade (Note 6) I-Grade (Note 6)	● ●	1.166 1.162	1.19 1.19	1.215 1.215
V_{THYS}	DCDIV/LOPWR Hysteresis Voltage	V_{DCDIV} or V_{LOPWR} Rising		30		mV
I_{BVT}	DCDIV/LOPWR Input Bias Current	V_{DCDIV} or $V_{LOPWR} = 1.19\text{V}$		20	200	nA
V_{TSC}	Short-Circuit Comparator Threshold	$V_{SCP} - V_{SCN}$, $V_{CC} \geq 5\text{V}$				
		C-Grade (Note 6) I-Grade (Note 6)	● ●	90 88	100 100	115 115
V_{FTO}	Fast PowerPath Turn-Off Threshold	V_{DCDIV} Rising from V_{CC}	6	7	7.9	V
V_{OVSD}	Overshoot Shutdown Threshold as a Percent of Programmed Charger Voltage	V_{SET} Rising from 0.8V until TGATE and BGATE Stop Switching		107		%

DAC							
I_{RES}	I_{DAC} Resolution	Guaranteed Monotonic		10		Bits	
t_{IP} t_{LOW}	I_{DAC} Pulse Period: Normal Mode Wake-Up Mode			6	10 50	15	μs ms
		Charging Current Granularity	$R_{LIMIT} = 0$ (Short I_{LIMIT} to GND) $R_{LIMIT} = 10\text{k} \pm 1\%$ $R_{LIMIT} = 33\text{k} \pm 1\%$ $R_{LIMIT} = \text{Open}$ (or Short I_{LIMIT} to V_{CC2})		1 2 4 4		mA mA mA mA
I_{WAKE_UP}	Wake-Up Charging Current (Note 5)		60	80	100	mA	
I_{LIMIT}	Charging Current Limit	C-Grade (Note 6) $R_{LIMIT} = 0$ (Short I_{LIMIT} to GND) $R_{LIMIT} = 10\text{k} \pm 1\%$ $R_{LIMIT} = 33\text{k} \pm 1\%$ $R_{LIMIT} = \text{Open}$ (or Short I_{LIMIT} to V_{CC2})	● ● ● ●	980 1960 2490 3920	1000 2000 3000 4000	1070 2140 3210 4280	mA mA mA mA
		I-Grade (Note 6) $R_{LIMIT} = 0$ (Short I_{LIMIT} to GND) $R_{LIMIT} = 10\text{k} \pm 1\%$ $R_{LIMIT} = 33\text{k} \pm 1\%$ $R_{LIMIT} = \text{Open}$ (or Short I_{LIMIT} to V_{CC2})	● ● ● ●	930 1870 2380 3750	1000 2000 3000 4000	1110 2220 3320 4430	mA mA mA mA
V_{RES}	V_{DAC} Resolution	Guaranteed Monotonic ($5\text{V} < V_{BAT} < 25\text{V}$)		11		Bits	
V_{STEP}	V_{DAC} Granularity			16		mV	
V_{LIMIT}	Charging Voltage Limit (Note 7)	$R_{VLIMIT} = 0$ (Short V_{LIMIT} to GND) $R_{VLIMIT} = 10\text{k} \pm 1\%$ $R_{VLIMIT} = 33\text{k} \pm 1\%$ $R_{VLIMIT} = 100\text{k} \pm 1\%$ $R_{VLIMIT} = \text{Open}$ (or Short V_{LIMIT} to V_{CC2}) (Note 13)	● ● ● ● ●	8400 12608 16832 21024	8432 12640 16864 21056	8464 12672 16896 21088	mV mV mV mV mV
					32768		mV

充電 MUX スイッチ							
t_{ONC}	GCH1/GCH2 Turn-On Time	$V_{GCHX} - V_{SCHX} > 3\text{V}$, $C_{LOAD} = 3000\text{pF}$		5	10	ms	
t_{OFFC}	GCH1/GCH2 Turn-Off Time	$V_{GCHX} - V_{SCHX} < 1\text{V}$, from Time of $V_{CSN} < V_{BATX} - 30\text{mV}$, $C_{LOAD} = 3000\text{pF}$		15		μs	
V_{CON}	CH Gate Clamp Voltage GCH1 GCH2	$I_{LOAD} = 1\mu\text{A}$ $V_{GCH1} - V_{SCH1}$ $V_{GCH2} - V_{SCH2}$		5 5	5.8 5.8	7 7	V V

電気的特性 ●は全動作接合部温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値(Notes 6)。注記がない限り、 $V_{\text{DCIN}} = 20\text{V}$ 、 $V_{\text{BAT1}} = 12\text{V}$ 、 $V_{\text{BAT2}} = 12\text{V}$ 、 $V_{\text{VDD5}} = 3.3\text{V}$ 、 $V_{\text{VCC2}} = 5.2\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
V_{COFF}	CH Gate Off Voltage GCH1 GCH2	$I_{\text{LOAD}} = 10\mu\text{A}$ $V_{\text{GCH1}} - V_{\text{SCH1}}$ $V_{\text{GCH2}} - V_{\text{SCH2}}$	-0.8 -0.8	-0.4 -0.4	0 0	V V	
V_{TOC}	CH Switch Reverse Turn-Off Voltage	$V_{\text{BATX}} - V_{\text{CSN}}$, $5\text{V} \leq V_{\text{BATX}} \leq 28\text{V}$ C-Grade (Note 6) I-Grade (Note 6)	● ●	5 2	20 20	40 40	mV mV
V_{FC}	CH Switch Forward Regulation Voltage	$V_{\text{CSN}} - V_{\text{BATX}}$, $5\text{V} \leq V_{\text{BATX}} \leq 28\text{V}$	●	15	35	60	mV
$I_{\text{OC(SRC)}}$ $I_{\text{OC(SNK)}}$	GCH1/GCH2 Active Regulation: Max Source Current Max Sink Current	$V_{\text{GCHX}} - V_{\text{SCHX}} = 1.5\text{V}$			-2 2	μA μA	
V_{CHMIN}	BATX Voltage Below Which Charging is Inhibited	(Note 14)	3.5		4.7	V	

PowerPathスイッチ

t_{DLY}	Blanking Period after UVLO Trip	Switches Held Off			250		ms	
t_{PPB}	Blanking Period after LOPWR Trip	Switches in 3-Diode Mode			1		sec	
t_{ONPO}	GB10/GB20/GDCO Turn-On Time	$V_{\text{GS}} < -3\text{V}$, from Time of Battery/DC Removal, or LOPWR Indication, $C_{\text{LOAD}} = 3000\text{pF}$	●		5	10	μs	
t_{OFFPO}	GB10/GB20/GDCO Turn-Off Time	$V_{\text{GS}} > -1\text{V}$, from Time of Battery/DC Removal, or LOPWR Indication, $C_{\text{LOAD}} = 3000\text{pF}$	●		3	7	μs	
V_{PONO}	Output Gate Clamp Voltage GB10 GB20 GDCO	$I_{\text{LOAD}} = 1\mu\text{A}$ Highest (V_{BAT1} or V_{SCP}) - V_{GB10} Highest (V_{BAT2} or V_{SCP}) - V_{GB20} Highest (V_{DCIN} or V_{SCP}) - V_{GDCO}			4.75 4.75 4.75	6.25 6.25 6.25	7 7 7	V V V
V_{POFFO}	Output Gate Off Voltage GB10 GB20 GDCO	$I_{\text{LOAD}} = -25\mu\text{A}$ Highest (V_{BAT1} or V_{SCP}) - V_{GB10} Highest (V_{BAT2} or V_{SCP}) - V_{GB20} Highest (V_{DCIN} or V_{SCP}) - V_{GDCO}				0.18 0.18 0.18	0.25 0.25 0.25	V V V
V_{TOP}	PowerPath Switch Reverse Turn-Off Voltage	$V_{\text{SCP}} - V_{\text{BATX}}$ or $V_{\text{SCP}} - V_{\text{DCIN}}$ $6\text{V} \leq V_{\text{SCP}} \leq 28\text{V}$ C-Grade (Note 6) I-Grade (Note 6)	● ●	5 2	20 20	60 60	mV mV	
V_{FP}	PowerPath Switch Forward Regulation Voltage	$V_{\text{BATX}} - V_{\text{SCP}}$ or $V_{\text{DCIN}} - V_{\text{SCP}}$ $6\text{V} \leq V_{\text{SCP}} \leq 28\text{V}$	●	0	25	50	mV	
$I_{\text{OP(SRC)}}$ $I_{\text{OP(SNK)}}$	GDCI/GB11/GB21 Active Regulation: Source Current Sink Current	(Note 3)			-4 75		μA μA	
t_{ONPI}	Gate B11/B21/DCI Turn-On Time	$V_{\text{GS}} < -3\text{V}$, $C_{\text{LOAD}} = 3000\text{pF}$ (Note 4)			300		μs	
t_{OFFPI}	Gate B11/B21/DCI Turn-Off Time	$V_{\text{GS}} > -1\text{V}$, $C_{\text{LOAD}} = 3000\text{pF}$ (Note 4)			10		μs	
V_{PONI}	Input Gate Clamp Voltage GB11 GB21 GDCI	$I_{\text{LOAD}} = 1\mu\text{A}$ Highest (V_{BAT1} or V_{SCP}) - V_{GB11} Highest (V_{BAT2} or V_{SCP}) - V_{GB21} Highest (V_{DCIN} or V_{SCP}) - V_{GDCI}			4.75 4.75 4.75	6.7 6.7 6.7	7.5 7.5 7.5	V V V
V_{POFFI}	Input Gate Off Voltage GB11 GB21 GDCI	$I_{\text{LOAD}} = -25\mu\text{A}$ Highest (V_{BAT1} or V_{SCP}) - V_{GB11} Highest (V_{BAT2} or V_{SCP}) - V_{GB21} Highest (V_{DCIN} or V_{SCP}) - V_{GDCI}				0.18 0.18 0.18	0.25 0.25 0.25	V V V

LTC1760

電気的特性 ●は全動作接合部温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値 (Note 6)。注記がない限り、 $V_{\text{DCIN}} = 20\text{V}$ 、 $V_{\text{BAT1}} = 12\text{V}$ 、 $V_{\text{BAT2}} = 12\text{V}$ 、 $V_{\text{VDD5}} = 3.3\text{V}$ 、 $V_{\text{VCC2}} = 5.2\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
サーミスタ							
	Thermistor Trip COLD-RANGE to OVER-RANGE	$C_{\text{LOAD(MAX)}} = 300\text{pF}$ (Note 9) $R1A = R2A = 1130\Omega \pm 1\%$ $R1B = R2B = 54900\Omega \pm 1\%$	●	95	100	105	$k\Omega$
	Thermistor Trip IDEAL-RANGE to COLD-RANGE	$C_{\text{LOAD(MAX)}} = 300\text{pF}$ (Note 9) $R1A = R2A = 1130\Omega \pm 1\%$ $R1B = R2B = 54900\Omega \pm 1\%$	●	28.5	30	32.5	$k\Omega$
	Thermistor Trip HOT-RANGE to IDEAL-RANGE	$C_{\text{LOAD(MAX)}} = 300\text{pF}$ (Note 9) $R1A = R2A = 1130\Omega \pm 1\%$ $R1B = R2B = 54900\Omega \pm 1\%$ C-Grade (Note 6) I-Grade (Note 6)	● ●	2.85 2.83	3 3	3.15 3.15	$k\Omega$ $k\Omega$
	Thermistor Trip UNDER-RANGE to HOT-RANGE	$C_{\text{LOAD(MAX)}} = 300\text{pF}$ (Note 9) $R1A = R2A = 1130\Omega \pm 1\%$ $R1B = R2B = 54900\Omega \pm 1\%$	●	425	500	575	Ω
ロジック・レベル							
	SCL/SCL1/SCL2/SDA/SDA1/ SDA2 Input Low Voltage (V_{IL})		●			0.8	V
	SCL/SCL1/SCL2/SDA/SDA1/ SDA2 Input High Voltage (V_{IH})		●	2.1			V
	SCL/SCL1/SCL2/SDA/SDA1/ SDA2 Input Leakage Current	$V_{\text{SDA}}, V_{\text{SCL}}, V_{\text{SDA1}}, V_{\text{SCL1}},$ $V_{\text{SDA2}}, V_{\text{SCL2}} = 0.8\text{V}$	●	-5		5	μA
	SCL/SCL1/SCL2/SDA/SDA1/ SDA2 Input Leakage Current	$V_{\text{SDA}}, V_{\text{SCL}}, V_{\text{SDA1}}, V_{\text{SCL1}}, V_{\text{SDA2}},$ $V_{\text{SCL2}} = 2.1\text{V}$	●	-5		5	μA
I_{PULLUP}	SCL1/SDA1/SCL2/SDA2 Pull-Up Current When Not Connected to SMBus Host	$V_{\text{SCL1}}, V_{\text{SDA1}}, V_{\text{SCL2}}, V_{\text{SDA2}} = 0.4\text{V}$ $V_{\text{VCC2}} = 4.85\text{V}$ and 5.55V (Current is Through Internal Series Resistor and Schottky to V_{CC2})		165	220	350	μA
	SCL1/SDA1/SCL2/SDA2 Series Impedance to Host SMBus	$V_{\text{SDA1}}, V_{\text{SCL1}}, V_{\text{SDA2}}, V_{\text{SCL2}} = 0.8\text{V}$	●			300	Ω
	SCL/SDA Output Low Voltage (V_{OL}). LTC1760 Driving the Pin	$I_{\text{PULLUP}} = 350\mu\text{A}$	●			0.4	V
	SCL1/SDA1/SCL2/SDA2 Pullup Output Low Voltage (V_{OL}). LTC1760 Driving the Pin with Battery SMBus not Connected to Host SMBus	I_{PULLUP} Internal to LTC1760	●			0.4	V
	SCL1/SDA1/SCL2/SDA2 Output Low Voltage (V_{OL}). LTC1760 Driving the Pin with Battery SMBus Connected to Host SMBus	$I_{\text{PULLUP}} = 350\mu\text{A}$ on Host Side	●			0.4	V
	SCL/SCL1/SCL2/SDA/SDA1/ SDA2/ SMBALERT Power Down Leakage	$V_{\text{VCC2}} = 0\text{V}$, $V_{\text{VDD5}} = 0\text{V}$, $V_{\text{SCL}}, V_{\text{SCL1}}, V_{\text{SCL2}}, V_{\text{SDA}},$ $V_{\text{SDA1}}, V_{\text{SDA2}}, V_{\text{SMBALERT}} = 5.5\text{V}$	●			2	μA
	SMBALERT Output Low Voltage (V_{OL})	$I_{\text{PULLUP}} = 500\mu\text{A}$	●			0.4	V
	SMBALERT Output Pull-Up Current	$V_{\text{SMBALERT}} = 0.4\text{V}$		3.5	10	17.5	μA
$V_{\text{IL_VDD5}}$	V_{DD5} Input Low Voltage (V_{IL})		●			1.5	V
$V_{\text{IH_VDD5}}$	V_{DD5} Input High Voltage (V_{IH})		●	2.6			V
	V_{DD5} Operating Voltage		●	3		5.5	V
	V_{DD5} Operating Current	$V_{\text{SCL}}, V_{\text{SDA}} = V_{\text{VDD5}}$, $V_{\text{VDD5}} = 5\text{V}$				18	μA
$V_{\text{IL_MODE}}$	MODE Input Low Voltage (V_{IL})	$V_{\text{VCC2}} = 4.85\text{V}$	●			$V_{\text{VCC2}} \cdot 0.3$	V

電気的特性 ●は全動作接合部温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値 (Note 6)。注記がない限り、 $V_{\text{DCIN}} = 20\text{V}$ 、 $V_{\text{BAT1}} = 12\text{V}$ 、 $V_{\text{BAT2}} = 12\text{V}$ 、 $V_{\text{VDD5}} = 3.3\text{V}$ 、 $V_{\text{VCC2}} = 5.2\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{\text{IH_MODE}}$	MODE Input High Voltage (V_{IH})	$V_{\text{VCC2}} = 4.85\text{V}$	●	$V_{\text{VCC2}} \cdot 0.7$		V
	MODE Input Current (I_{IH})	MODE = $V_{\text{VCC2}} \cdot 0.7\text{V}$, $V_{\text{VCC2}} = 4.85\text{V}$	●	-1	1	μA
	MODE Input Current (I_{IL})	MODE = $V_{\text{VCC2}} \cdot 0.3\text{V}$, $V_{\text{VCC2}} = 4.85\text{V}$	●	-1	1	μA

チャージャのタイミング

t_{TIMEOUT}	Timeout for Wake-Up Charging and Controlled Charging		●	140	175	210	sec
t_{QUERY}	Sampling Rate Used by the LTC1760 to Update Charging Parameters				1		sec

SMBusのタイミング

	SCL Serial-Clock High Period (t_{HIGH})	At $I_{\text{PULLUP}} = 350\mu\text{A}$, $C_{\text{LOAD}} = 150\text{pF}$ (Note 8)	●	4			μs
	SCL Serial-Clock Low Period (t_{LOW})	At $I_{\text{PULLUP}} = 350\mu\text{A}$, $C_{\text{LOAD}} = 150\text{pF}$ (Note 8)	●	4.7			μs
	SDA/SCL Rise Time (t_r)	$C_{\text{LOAD}} = 150\text{pF}$, $\text{RPU} = 9.31\text{k}$ (Note 8)	●			1000	ns
	SDA/SCL Fall Time (t_f)	$C_{\text{LOAD}} = 150\text{pF}$, $\text{RPU} = 9.31\text{k}$ (Note 8)	●			300	ns
	SMBus Accelerator Trip Voltage Range		●	0.8		1.42	V
	Start-Condition Setup Time ($t_{\text{SU:STA}}$)		●	4.7			μs
	Start-Condition Hold Time ($t_{\text{HD:STA}}$)		●	4			μs
	SDA to SCL Rising-Edge Setup Time ($t_{\text{SU:DAT}}$)		●	250			ns
	SDA to SCL Falling-Edge Hold Time, Slave Clocking in Data ($t_{\text{HD:DAT}}$)		●	300			ns
$t_{\text{TIMEOUT_SMB}}$	The LTC1760 will Release the SMBus and Terminate the Current Master or Slave Command if the Command is not Completed Before this Time		●	25		35	ms

Note 1: 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える可能性がある。

Note 2: バッテリ電圧は、PowerPathのPチャンネルFETスイッチのゲートをドライブするのに十分な電圧でなければならない。これはバッテリーの充電電圧には影響を与えない。充電電圧はウェイクアップ充電中に0Vになることがある。

Note 3: DCIN、BAT1、BAT2は12Vに保持され、GDCl、GB1I、GB2Iは10.5Vに強制される。SCPを12Vに設定して、GDCl、GB1IおよびGB2Iのソース電流を測定する。SCPを11.9Vに設定して、GDCl、GB1IおよびGB2Iのシンク電流を測定する。

Note 4: $C_L = 50\text{pF}$ でのテストから推定される。

Note 5: 精度は外付けセンス抵抗と補償部品に依存する。

Note 6: LTC1760は T_J が T_A にほぼ等しいパルス負荷条件でテストされる。LTC1760Cは、 $0^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$ の接合部温度で仕様と適合することが保証されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の動作接合部温度範囲での仕様は設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。LT1760Iは $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作接合部温度範囲で保証されている。

Note 7: チャージャはVoltage ()クエリーによって報告される値をサーボ制御する。これはバッテリーの電子部品によって測定された内部セル電圧であり、端子電圧より低い可能性がある。詳細についてはセクション3.7を参照。

Note 8: C_{LOAD} はホストのSMBus接続点と選択されたバッテリーのSMBus接続点での容量の合計である。

Note 9: $C_{\text{LOAD_MAX}}$ はTHxA, THxB、ならびにバッテリーのSafetySignalxの接続点での許容される最大合計容量である。

Note 10: V_{CC} から V_{CC2} に供給される電流 ($I_{\text{VCC2_AC1}}$ または $I_{\text{VCC2_AC0}}$) は含まれない。

Note 11: サーミスタが接続されておらず、 R_{VLIMIT} と R_{ILIMIT} は除去されており、 $\text{SMBALERT} = 1$ の場合の測定値。* デバイスの動作電流の合計値の計算方法の例については「アプリケーション情報」セクションの「デバイスの動作電流の計算」を参照。

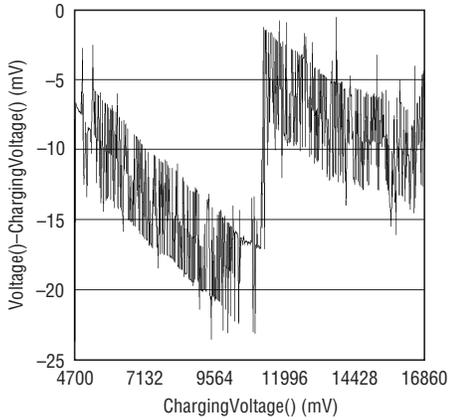
Note 12: チャージャのオフセットの影響により、 $44\text{mV}/R_{\text{SENSE}}$ 以下の要求された電流には正しくサーボ制御しない可能性がある。 $4\text{mV}/R_{\text{SENSE}}$ 以下の要求された電流に対する充電電流の値は、 $4\text{mV}/R_{\text{SENSE}}$ と(要求された電流-8mA)の間に入る。「アプリケーション情報」の「チャージャ出力電流制限の設定」を参照。

Note 13: この制限値はチャージャの絶対最大定格より大きい。従って、このオプションが選択された場合は電圧に対する実効的な制限はなくなる。

Note 14: ウェイクアップ・モードには適用されない。

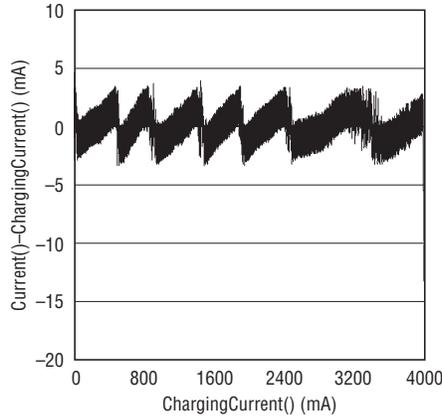
標準的性能特性

充電電圧の精度



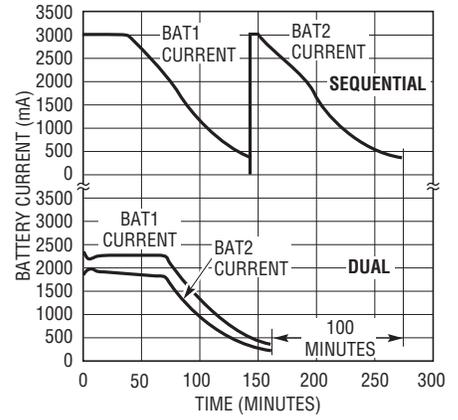
1760 G01

充電電流の精度



1760 G02

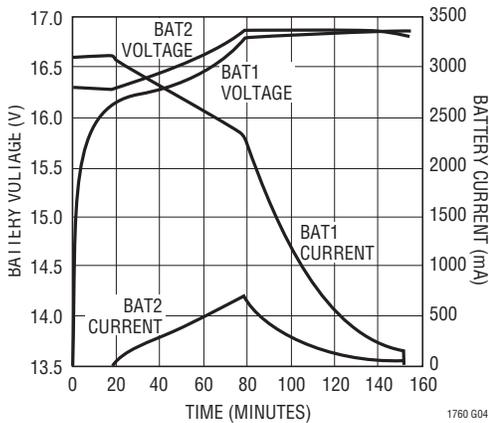
バッテリーのデュアル充電と
順次充電



バッテリーの種類：10.8V リチウムイオン (MOLTECH NI2020)
要求される電流：3A
要求される電圧：12.3V
最大チャージ電流：4.1A

1760 G03

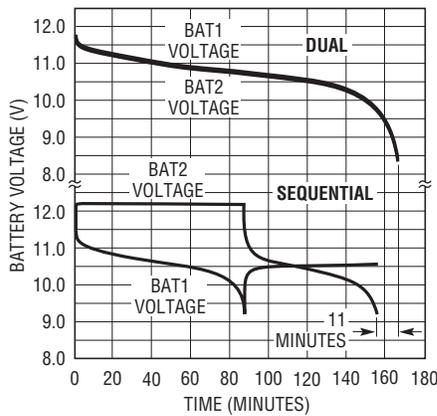
充電状態が異なるバッテリーの
デュアル充電



1760 G04

BAT1 の初期容量：0%
BAT2 の初期容量：90%
プログラムされたチャージ電流：3A
プログラムされたチャージ電圧：16.8V

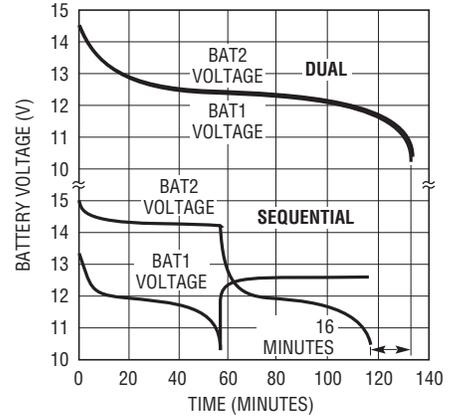
バッテリーのデュアル放電と
順次放電(リチウムイオン)



1760 G05

バッテリーの種類：10.8V リチウムイオン (MOLTECH NI2020)
負荷電流：3A

バッテリーのデュアル放電と
順次放電(NiMH)

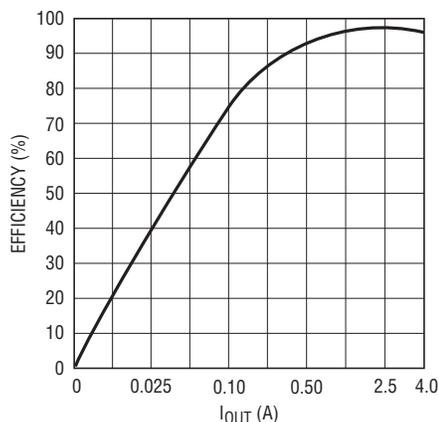


1760 G06

バッテリーの種類：12V NiMH (MOLTECH NJ1020)
負荷：33W

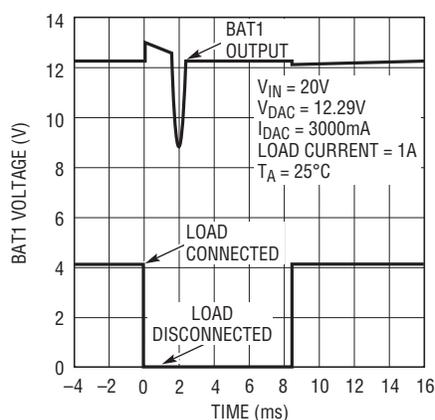
標準的性能特性

効率と充電電流



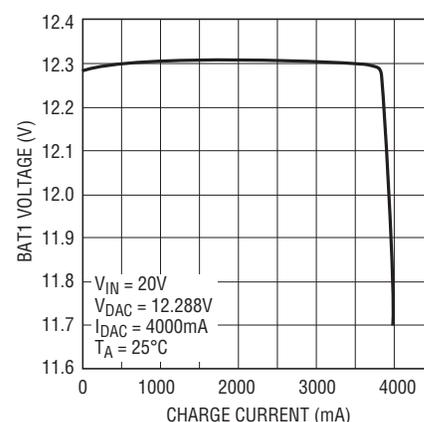
1760 G07

負荷遮断



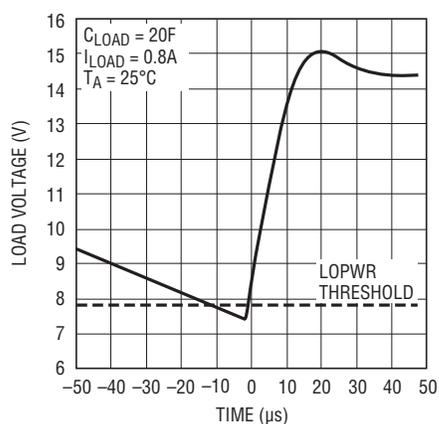
1760 G08

ロード・レギュレーション



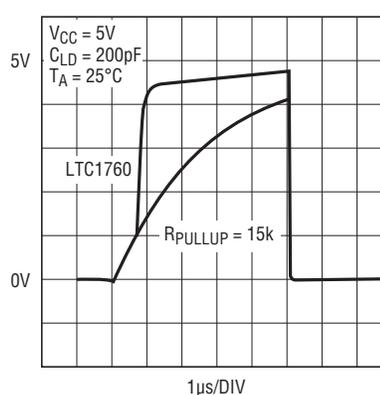
1760 G09

PowerPath スイッチング1および2



1960 G10

SMBus アクセラレータの動作



1760 G11

ピン機能

入力電源関連

SCN (ピン4) : PowerPath 電流検出の負入力。このピンは、短絡電流の発生を検出するために3対のPowerPathスイッチと直列に接続されたセンス抵抗 R_{SC} の下部(出力側)に直接接続します。また、このピンは、他のいずれの電源も存在しない場合に、LTC1760の内部回路への電力供給を行います。

SCP (ピン5) : PowerPath 電流検出の正入力。このピンは、短絡電流の発生を検出するために3対のPowerPathスイッチと直列に接続されたセンス抵抗 R_{SC} の上部(スイッチ側)に直接接続します。

GDC0 (ピン6) : DCIN 出力スイッチのゲート・ドライブ。このピンはGDCIと連携して、DCIN入力スイッチと直列のPチャネル・スイッチのゲートをドライブします。

GDCI (ピン7) : DCIN 入力スイッチのゲート・ドライブ。このピンはGDC0と連携して、DCIN入力に接続されたPチャネル・スイッチのゲートをドライブします。

GB10 (ピン8) : BAT1 出力スイッチのゲート・ドライブ。このピンはGBIIと連携して、BAT1入力スイッチと直列のPチャネル・スイッチのゲートをドライブします。

1760fa

ピン機能

GB1I (ピン9) : BAT1 入力スイッチのゲート・ドライブ。このピンはGB1Oと連携して、BAT1 入力に接続されたPチャネル・スイッチのゲートをドライブします。

GB2O (ピン10) : BAT2 出力スイッチのゲート・ドライブ。このピンはGB2Iと連携して、BAT2 入力スイッチと直列のPチャネル・スイッチのゲートをドライブします。

GB2I (ピン11) : BAT 2 入力スイッチのゲート・ドライブこのピンはGB2Oと連携して、BAT2 入力に接続されたPチャネル・スイッチのゲートをドライブします。

CLP (ピン36) : 電源電流制限アンプCL1の正入力。スレッシュホールドは、DCIN ピンの電圧を100mV 上回る値に設定されています。電源電流の制限に使用するとき、スイッチング・ノイズを除去するためのフィルタが必要で。

バッテリー充電関連

VSET (ピン13) : チャージャにバッテリー電圧をフィードバックするプログラム可能な抵抗分圧器のタップ点。CSNとVSET間およびVSETとGND間にコンデンサを接続することによって、電圧ループに必要な補償とフィルタリングが行われます。

ITH (ピン14) : 電流モードPWMの内部ループの制御信号。ITHの電圧が高くなるほど、通常動作時の充電電流が増加します。このピンからGNDに少なくとも0.1 μ Fのコンデンサを接続すると、PWMリップルが除去されます。標準のフルスケール出力電流は30 μ Aです。このピンの公称電圧範囲は0V~2.4Vです。

ISET (ピン15) : デルタ・シグマIDACからの高周波成分を除去するには、ISETからGNDにコンデンサを接続する必要があります。

ILIMIT (ピン32) : このピンとGND間に外付け抵抗(RLIMIT)が接続されます。この外付け抵抗の値が、プログラムされるチャージャ電流の範囲と分解能を決定します。

VLIMIT (ピン33) : このピンとGND間に外付け抵抗(RVLIMIT)が接続されます。この外付け抵抗の値が、電圧DACの範囲と分解能を決定します。

CSN (ピン34) : 電流アンプCA1の入力。このピンは、充電MUXスイッチの共通出力に接続します。

CSP (ピン35) : 電流アンプCA1の入力。このピンとCSNピンは、充電電流検出抵抗RSENSEの電圧を測定して、ピーク電流モード動作と平均電流モード動作のどちらにも必要な瞬時電流信号を供給します。

COMP1 (ピン37) : アンプCL1の補償ノード。入力電流アンプCL1を使用する場合は、このピンからGNDにコンデンサを接続する必要があります。入力ACアダプタ電流の制限時には、このノードは1Vまで上昇します。COMP1を強制的にGNDに引き下げることによって、アンプCL1は無効になります(ACアダプタ電流制限なし)。COMP1は10 μ Aをソースすることができます。

BGATE (ピン39) : バッテリー・チャージャの降圧コンバータの外付けボトムMOSFETのゲートをドライブします。

SW (ピン42) : PWMスイッチのノード。外付けトップMOSFETのソースに接続されます。トップ・ゲート・ドライブに対する基準ピンとして使用されます。

BOOST (ピン43) : トップサイド・フローティング・ドライバの電源。このピンにはブートストラップ・コンデンサの一端が接続されます。このピンの電圧振幅はVCCよりダイオードの電圧降下分だけ低い電圧から(DCIN + VCC)までです。

TGATE (ピン44) : バッテリー・チャージャの降圧コンバータの外付けトップMOSFETのゲートをドライブします。

SCH1 (ピン45)、SCH2 (ピン48) : 充電MUXのNチャネル・スイッチのソースのリターン。これら2つのピンはバック・トゥ・バックのスイッチ・ペア、Q3/Q4およびQ9/Q10のソースに接続されます(「標準的応用例」参照)。スイッチがオフすると、小さなプルダウン電流源がこれらのノードを0Vに戻します。

GCH1 (ピン46)、GCH2 (ピン47) : 充電MUXのNチャネル・スイッチ・ゲートをドライブします。これら2つのピンは、チャージャ出力と2つのバッテリーの間に接続されたバック・トゥ・バックのスイッチ・ペア、Q3/Q4およびQ9/Q10のゲートをドライブします(「標準的応用例」参照)。

外部電源ピン

VPLUS (ピン1) : 電源。VPLUSピンは、4つの内部ダイオードを介してDCINピン、SCNピン、BAT1ピン、およびBAT2ピンに接続されています。このピンは、0.1 μ Fと1 μ Fのコンデンサでバイパスします(回路構成については「標準的応用例」参照)。

BAT1 (ピン3)、BAT2 (ピン2) : これら2つのピンは、LTC1760への電力供給のための2つのバッテリーからの入力です。

ピン機能

LOPWR (ピン12) : SCNからGNDに接続された外付け抵抗分圧器からLOPWRコンパレータへの入力。LOPWRピンの電圧がLOPWRコンパレータのスレッシュホールドより低い場合は、システム電源に障害が生じていると判断され、電源は自動的により高い電圧源(使用できれば)に切り替えられます。

DCDIV (ピン16) : DCINからGNDに接続された外付け抵抗分圧器から外部DC電源コンパレータへの入力。DCDIVピンの電圧がDCDIVコンパレータのスレッシュホールドより高い場合は、AC_PRESENTビットがセットされ、ACアダプタ電源がバッテリーの充電に適していると判断されます。DCDIVが V_{CC} より1.8V以上高い場合は、すべての電源が取り去られるまで、パワーパス・スイッチはすべてラッチオフされます。ノイズに起因する誤った緊急ターンオフ条件が検出されるのを防ぐため、DCDIVからGNDにコンデンサを接続することを推奨します。セクション8.3と「標準的応用例」を参照してください。

DCIN (ピン41) : 電源。外部DC電源。このピンのできるだけ近くに0.1 μ Fのバイパス・コンデンサを接続する必要があります。ACアダプタ電流制限コンパレータ入力もこのピンになるので、直列抵抗は接続しないでください。

内部電源ピン

V_{DD5} (ピン20) : SMBus アクセラレータの電源。MODEピンと組み合わせて使用して、LTC1760の動作モードを変更することもできます。

GND (ピン24) : 低電力回路のグラウンド。

V_{CC2} (ピン25) : 主に内部のロジック回路に電力を供給するための電源ピンです。 V_{CC} に直接接続してください。

PGND (ピン38) : BGATEドライバ用の高電流グラウンド・リターン端子。

V_{CC} (ピン40) : 内部レギュレータの出力。この出力は少なくとも2 μ F~4.7 μ Fのコンデンサでバイパスしてください。このレギュレータ出力は、応用回路例に示された用途を除き、外部回路への電力供給に使用しないでください。

SBS インタフェース・ピン

SCL2 (ピン17) : スマートバッテリー2に対するSMBusクロック信号。外部プルアップには接続しないでください。LTC1760はこのピンを必要に応じて内部プルアップ(I_{PULLUP})に接続します。

SCL (ピン18) : SMBus ホストに対するSMBusクロック信号。スタンドアロン充電インジケータのフラッシュ速度を決定するためにも用いられます。 V_{DD5} への外部プルアップが必要です

(SMBus 通常動作モード)。内部のSMBus アクセラレータに接続されます。

SCL1 (ピン19) : スマートバッテリー1に対するSMBusクロック信号。外部プルアップには接続しないでください。LTC1760はこのピンを必要に応じて内部プルアップ(I_{PULLUP})に接続します。

SDA2 (ピン21) : スマートバッテリー2に対するSMBusデータ信号。外部プルアップには接続しないでください。LTC1760はこのピンを必要に応じて内部プルアップ(I_{PULLUP})に接続します。

SDA (ピン22) : SMBusホストに対するSMBusデータ信号。バッテリー2の充電状態を表示するためにも用いられます。 V_{DD5} への外部プルアップが必要です。内部のSMBus アクセラレータに接続されています。

SDA1 (ピン23) : スマートバッテリー1に対するSMBusデータ信号。外部プルアップには接続しないでください。LTC1760はこのピンを必要に応じて内部プルアップ(I_{PULLUP})に接続します。

MODE (ピン26) : SCL、SDAおよび $\overline{\text{SMBALERT}}$ に充電状態を表示させるために、 V_{DD5} と組み合わせて用いられます。ハードウェアによる充電禁止としても用いられます。

TH2B (ピン27) : スマートバッテリー2のSafetySignalに接続されるサーミスタの強制/検出端子。「標準的応用例」に示される抵抗ネットワークを介してバッテリー2のサーミスタに接続します。

TH2A (ピン28) : スマートバッテリー2のSafetySignalに接続されるサーミスタの強制/検出端子。「標準的応用例」に示される抵抗ネットワークを介してバッテリー2のサーミスタに接続します。

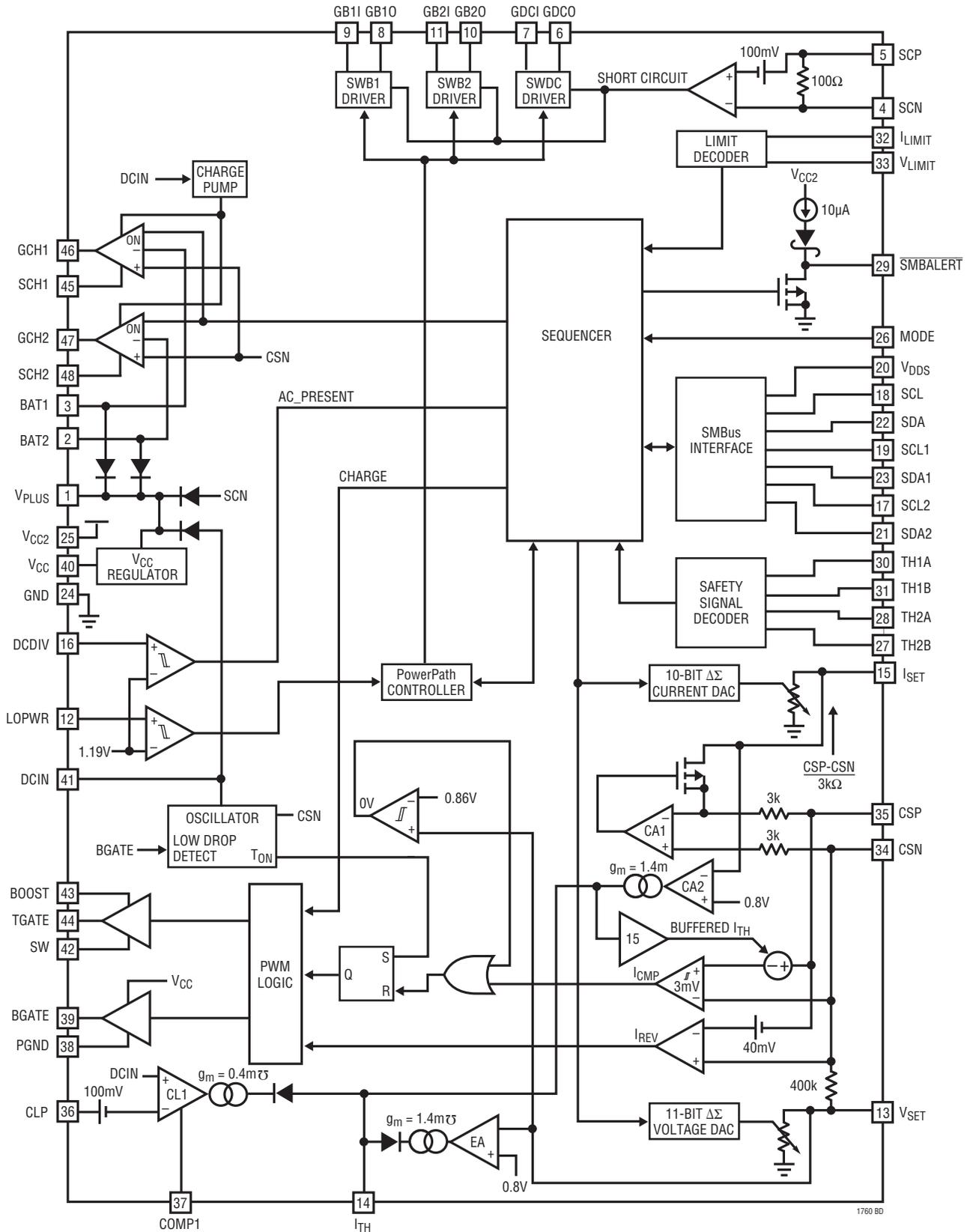
$\overline{\text{SMBALERT}}$ (ピン29) : アクティブ“L”の割り込みピン。バッテリーの状態またはAC電源の存在に変化があったことをSMBusホストに知らせる信号です。弱い電流源によって V_{CC2} にプルアップされるオープン・ドレイン端子(ショットキー・ダイオードを備えているので、外部で5Vにプルアップ可能)。バッテリー1の充電状態を表示するためにも用いられます。

TH1A (ピン30) : スマートバッテリー1のSafetySignalに接続されるサーミスタの強制/検出端子。「標準的応用例」に示される抵抗ネットワークを介してバッテリー1のサーミスタに接続します。

TH1B (ピン31) : スマートバッテリー1のSafetySignalに接続されるサーミスタの強制/検出端子。「標準的応用例」に示される抵抗ネットワークを介してバッテリー1のサーミスタに接続します。

LTC1760

ブロック図



1760fa

目次 (「動作」セクション用)

1	概要	14
2	SMBus インタフェース	14
2.1	SMBus インタフェースの概要	14
2.2	サポートされる SMBus 機能のデータ・ビット定義	15
2.3	サポートされる SMBus 機能の説明	17
2.3.1	BatterySystemState () (0x01)	17
2.3.2	BatterySystemStateCont () (0x02)	18
2.3.3	BatterySystemState () (0x04)	19
2.3.4	LTC () (0x3C)	20
2.3.5	BatteryMode () (0x03)	20
2.3.6	Voltage () (0x09)	20
2.3.7	Current () (0x0A)	21
2.3.8	ChargingCurrent () (0x14)	21
2.3.9	ChargingVoltage () (0x15)	21
2.3.10	AlarmWarning () (0x16)	21
2.3.11	AlertResponse ()	22
2.4	SMBus のデュアル・ポート動作	22
2.5	LTC1760 の SMBus コントローラの動作	23
2.6	LTC1760 の SMBALERT の動作	26
3	充電アルゴリズムの概要	26
3.1	ウェイクアップ充電の開始	26
3.2	ウェイクアップ充電の終了	26
3.3	ウェイクアップ充電における電流と電圧の制限	27
3.4	制御充電の開始	27
3.5	制御充電の終了	27
3.6	制御充電の電流プログラミング	28
3.6.1	単一バッテリーを充電する際の電流制限	28
3.6.2	2つのバッテリーを充電する際の電流制限(ターボ・モード無効)	28
3.6.3	2つのバッテリーを充電する際の電流制限(ターボ・モード有効)	28
3.7	制御充電の電圧プログラミング	29
4	システムのパワーマネージメント・アルゴリズムとバッテリーの較正	29
4.1	システム電源の切断	29
4.2	バッテリーが較正されていないときの Power-By アルゴリズム	29
4.3	バッテリーが較正されているときの Power-By アルゴリズム	30
4.4	Power-By レポート	30
5	バッテリーの較正(調整)	30
5.1	較正対象バッテリーの選択	30
5.2	選択されたバッテリーの較正の開始	31
5.3	選択されたバッテリーの較正の終了	31
6	MODE ピンの動作	31
6.1	スタンダアロン動作時の充電状態の表示	31
6.2	ハードウェアによる充電禁止	32
6.3	SCL と SDA が "L" の場合の充電	32
6.4	SMBus ホストを用いた充電	32
7	バッテリー・チャージャ・コントローラ	32
7.1	充電 MUX スイッチ	33
7.2	デュアル充電	33
8	PowerPath コントローラ	33
8.1	自律的な PowerPath スイッチング	34
8.2	短絡保護	34
8.3	緊急ターンオフ	34
8.4	パワーアップ方法	34
9	電圧 DAC ブロック	34
10	電流 DAC ブロック	35

動作 (ブロック図と標準的応用例の図を参照してください)

1 概要

LTC1760はデュアルポートSMBusインタフェース、システム電源と2つのバッテリーの充放電を管理するためのシーケンサ、バッテリー・チャージャ・コントローラ、充電MUXコントローラ、PowerPathコントローラ、10ビット電流DAC (I_{DAC}) および11ビット電圧DAC (V_{DAC}) で構成されています。LTC1760は、複雑なバッテリー情報を生成するためのオプションのシステム・ソフトウェアと組み合わせることにより、2つの高性能バッテリーを充電したり選択したりするためのスマートバッテリー・システム・マネージャを構成します。バッテリー・チャージャは、ChargingVoltage ()、Voltage ()、ChargingCurrent ()、Current ()、Alarm () および BatteryMode () の情報を読み取るためにレベル3のSMBusインタフェースを使用するシーケンサによって制御されます。これらの情報をサーミスタの測定情報と組み合わせることにより、シーケンサは充電するバッテリーを選択したり、電圧および電流を安全にサーボ制御することができます。DCDIVの電圧が入力電源(通常はACアダプタ)から十分な電圧が得られることを示す場合にのみ、充電を行うことができます。充電するバッテリーを選択する充電MUXは、両方のバッテリーを同時に充電することができます。充電MUXスイッチ・ドライバは、チャージャの電流を2つのバッテリー間で配分できるように、かつスイッチ内で電流が逆流しないように構成されています。各バッテリーが受け取る電流量は、各バッテリーの相対容量とバッテリー電圧に依存します。これにより、各バッテリーを順次充電する場合に比べて、充電時間を大幅に短縮できます(リチウムイオン・バッテリーで最大50%)。

シーケンサは、どのPFETスイッチ・ペアがシステム負荷に電力を供給するかを選択することもできます。システムの電圧がLOPWRの抵抗分圧器によって設定されるスレッショルドを下回ると、出力側のPFETはすべて即座にオンします。このモードでは、入力側のPFETはダイオードとして働き、電力はDCIN、BAT1、またはBAT2の入力で得られる最も高い電圧源から供給されます。次に、電力を供給している入力側のPowerPathスイッチ・ドライバが入力スイッチを閉じて、PFETのバルク・ダイオードでの電力損失を低減します。実際には、このシステムではFETスイッチによってダイオードのような動

作が行われ、ダイオードによる大きな電力損失を伴うことはありません。ホストがSMBusインタフェースを介してPowerPathステータス・レジスタをポーリングすると、この3ダイオード・モードの状態が通知されます。LOPWRのトリップ・ポイントでの高速PowerPathスイッチングは自律的に行われます。

両方のバッテリーの同時充電が可能です。スイッチ・ドライバはスイッチ内の逆電流を防止して両方のバッテリーから負荷へ自動的に放電し、バッテリーの相対容量に応じて電流配分を行います。同時デュアル放電では、スイッチ内の損失の低減と高い放電速度に伴う内部バッテリー損失の低減により、バッテリーの動作時間を最大10%延ばすことができます。

2 SMBusインタフェース

2.1 SMBusインタフェースの概要

SMBusインタフェースにより、LTC1760は2つのバッテリーおよびSMBusホストと通信することができます。SMBusインタフェースは、いずれのバッテリーのSMBusにもSMBusホストを接続できるので、真のデュアルポート動作を可能にします。LTC1760はSMBusのマスタまたはスレーブ・デバイスとして動作することができます。LTC1760のSMBUSアドレスは0x14(8ビット形式)です。

参考文献

Smart Battery System Manager Specification:Revision 1.1, SBS Implementers Forum.

Smart Battery Data Specification:Revision 1.1, SBS Implementers Forum.

Smart Battery Charger Specification:Revision 1.1, SBS Implementers Forum.

System Management Bus Specification:Revision 1.1, SBS Implementers Forum.

I²C-Bus and How to Use it:V1.0, Philips Semiconductor.

動作

2.2 サポートされる SMBus 機能のデータ・ビット定義

機能	LTC1760の SMBus モード	アクセス	SMBus アドレス	コマンド・コード	データ・タイプ	データビットまたはニプルの定義/許容値 (詳細はセクション2.3を参照)																
						D15	D14	D13	D12	D11	D10	D09	D08	D07	D06	D05	D04	D03	D02	D01	D00	
BatterySystemState()	Slave	Read/Write	7-bit: 0001_010b 8-bit: 0x14	0x01	Status/Control	SMB_BAT4	SMB_BAT3	SMB_BAT2	SMB_BAT1	POWER_BY_BAT4	POWER_BY_BAT3	POWER_BY_BAT2	POWER_BY_BAT1	CHARGE_BAT4	CHARGE_BAT3	CHARGE_BAT2	CHARGE_BAT1	PRESENT_BAT4	PRESENT_BAT3	PRESENT_BAT2	PRESENT_BAT1	
						0	0	0/1	0/1	0	0	0/1	0/1	0	0	0/1	0/1	0	0	0/1	0/1	
BatterySystemStateCont()	Slave	Read/Write	7-bit: 0001_010b 8-bit: 0x14	0x02	Status/Control	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	CALIBRATE_BAT4	CALIBRATE_BAT3	CALIBRATE_BAT2	CALIBRATE_BAT1	RESERVED	CALIBRATE	CHARGER_POR	CHARGING_INHIBIT	CALIBRATE_REQUEST	CALIBRATE_REQUEST_SUPPORT	POWER_NOT_GOOD	AC_PRESENT	
						0	0	0	0	0	0	0/1	0/1	0	0/1	0/1	0/1	0/1	1	0/1	0/1	
BatterySystemInfo()	Slave	Read	7-bit: 0001_010b 8-bit: 0x14	0x04	Status	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	BATTERY SYSTEM REVISION	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	BATTERY SUPPORTED	RESERVED	RESERVED	
						0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
LTC()	Slave	Read/Write	7-bit: 0001_010b 8-bit: 0x14	0x3C	Status/Control	POWER_OFF	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	TURBO	RESERVED	RESERVED	RESERVED	LTC_VERSION3	LTC_VERSION2	LTC_VERSION1	LTC_VERSION0	
						0/1	0	0	0	0	0	0	1	0/1	0	0	0	0	0	0	0	1
BatteryMode()	Master	Read	7-bit: 0001_011b 8-bit: 0x16	0x03	Status	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	CONDITION_FLAG	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	
						0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1

動作

機能	LTC1760のSMBusモード	アクセス	SMBusアドレス	コマンド・コード	データ・タイプ	データビットまたはニプルの定義/許容値 (詳細はセクション2.3を参照)															
						D15	D14	D13	D12	D11	D10	D09	D08	D07	D06	D05	D04	D03	D02	D01	D00
Current()	Master	Read	7-bit: 0001_011b 8-bit: 0x16	0x0A	Value	IA15	IA14	IA13	IA12	IA11	IA10	IA09	IA08	IA07	IA06	IA05	IA04	IA03	IA02	IA01	IA00
						0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
Voltage()	Master	Read	7-bit: 0001_011b 8-bit: 0x16	0x09	Status/ Control	VA15	VA14	VA13	VA12	VA11	VA10	VA09	VA08	VA07	VA06	VA05	VA04	VA03	VA02	VA01	VA00
						0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
ChargingCurrent()	Master	Read	7-bit: 0001_011b 8-bit: 0x16	0x14	Status	IR15	IR14	IR13	IR12	IR11	IR10	IR09	IR08	IR07	IR06	IR05	IR04	IR03	IR02	IR01	IR00
						0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
ChargingVoltage()	Master	Read	7-bit: 0001_011b 8-bit: 0x16	0x15	Status/ Control	VR15	VR14	VR13	VR12	VR11	VR10	VR09	VR08	VR07	VR06	VR05	VR04	VR03	VR02	VR01	VR00
						0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
AlarmWarning()	Master	Read	7-bit: 0001_010b 8-bit: 0x16	0x16	Status	OVER_CHARGED	TERMINATE_CHARGE_ALARM	TERMINATE_CHARGE_RESERVED	OVER_TEMP_ALARM	TERMINATE_DISCHARGE_ALARM	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	FULLY_DISCHARGED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED
						0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
AlertResponse() see (1)	Slave	Read Byte	7-bit: 0001_100b 8-bit: 0x18	N/A	Register									ARA_ADD07	ARA_ADD06	ARA_ADD05	ARA_ADD04	ARA_ADD03	ARA_ADD02	ARA_ADD01	ARA_ADD00
														0	0	0	1	0	1	0	0

(1) バイト読み出し形式。LTC1760の割り込みアドレスとして0x14が返される。

動作

2.3 サポートされる SMBus 機能の説明

SMBus の機能を以下の項目について説明します。

機能名 () (コマンド・コード)

説明:

機能の簡単な説明

目的:

機能の目的、および必要に応じて応用例

SMBus プロトコル: 詳細についてはセクション 2.5 および SMBus の仕様書を参照してください。

入力、出力、または入力/出力: 機能に与えられるデータ、または機能から返されるデータの説明

LTC1760 が無効なデータを持った有効なコマンドに遭遇した場合は必ず、コマンドにアクリッジを返し、無効なデータを無視します。たとえば、バッテリー 1 とバッテリー 2 が同時にシステム・ホストと通信するように設定しようとする、LTC1760 はその要求を無視します。

2.3.1 BatterySystemState () (0x01)

説明:

この機能は LTC1760 の現在の状態を返し、個々のバッテリーへのアクセスを可能にします。報告される情報は以下の 4 つのニブル (4 ビット) に分けられます。

どのバッテリーが SMBus ホストと通信しているかを示す。

どのバッテリー、または(もしあれば) AC 電源がシステムに電力を供給しているかを示す。

どのバッテリーがスマート・チャージャに接続されているかを示す。

どのバッテリーが存在しているかを示す。

LTC1760 は、バッテリーの状態に変化があった場合はいつでもシステムに通知するメカニズムを備えています。特に以下の場合に、LTC1760 はシステムに状態変化を通知します。

- バッテリーが追加または取り外された場合 (ポーリングまたは **SMBALERT**)。
- AC 電源が接続または切断された場合 (ポーリングまたは **SMBALERT**)。
- LTC1760 が、電力を供給しているバッテリーの設定を自律的に変更した場合 (ポーリングのみ)。

- LTC1760 が、充電されているバッテリーの設定を自律的に変更した場合 (ポーリングのみ)。

目的:

SMBus ホストが、LTC1760 および接続されているバッテリーの現在の状態を確認するために使用します。LTC1760 が **SMBALERT** を介して SMBus ホストに状態変化を知らせた後に、バッテリー・システムの状態を確認するためにも使用されます。

SMBus プロトコル: ワードの読み出し、または書き込み。

入力/出力: ワード-ビット・マッピングについてはセクション 2.2 を参照してください。

SMB_BAT[4:1] ニブル

読み出し/書き込みが可能な SMB_BAT[4:1] ニブルは、どのバッテリーと通信すべきかを選択したり、どのバッテリーと通信しているかを確認するために、SMBus ホストによって使用されます。たとえば、すべてのバッテリーの残留容量を表示するアプリケーションは、個々のバッテリーを順番に選択してその容量を把握するためにこのニブルに書き込みを行います。

このニブルに許される値は以下の通りです。

0010b: SMBus ホストがバッテリー 2 と通信している。

0001b: SMBus ホストがバッテリー 1 と通信している。
(パワーオン・リセットの値)

このニブルを変更するには、このニブルの下位 2 ビットのうち 1 ビットだけを“H”にセットします。他のすべての値は単純に無視されます。

POWER_BY_BAT[4:1] ニブル

読み出し専用の POWER_BY_BAT[4:1] ニブルは、どのバッテリーがシステムに電力を供給しているかを確認するために SMBus ホストによって使用されます。このニブルへの書き込みはすべて無視されます。

このニブルに許される値は以下の通りです。

0011b: システムはバッテリー 2 とバッテリー 1 の両方から同時に電力を供給されている。

0010b: システムはバッテリー 2 のみから電力を供給されている。

0001b: システムはバッテリー 1 のみから電力を供給されている。

0000b: システムは AC アダプタのみから電力を供給されている。

動作

CHARGE_BAT[4:1] ニブル

読み出し専用のCHARGE_BAT[4:1]ニブルは、(もし装着されていれば)どのバッテリーが充電されているかを確認するためにSMBusホストによって使用されます。このニブルへの書き込みはすべて無視されます。

このニブルに許される値は以下の通りです。

0011b: バッテリー2とバッテリー1の両方が充電中である。

0010b: バッテリー2のみが充電中である。

0001b: バッテリー1のみが充電中である。

0000b: どのバッテリーも充電中でない。

複数のバッテリーが同時に充電されているという表示は、バッテリーが同じ速度で充電されていること、または充電が同時に完了することを意味するものではありません。個々のバッテリーがいつ満充電されるかを実際に確認するためには、SMB_BAT[4:1]ニブルを用いて注目するバッテリーを選択し、TimeToFull()の値を読み出してください。

PRESENT_BAT[4:1] ニブル

読み出し専用のPRESENT_BAT[4:1]ニブルは、いくつかのバッテリー、およびどのバッテリーが存在しているかを確認するために、SMBusホストによって使用されます。このニブルへの書き込みはすべて無視されます。

このニブルに許される値は以下の通りです。

0011b: バッテリー2とバッテリー1の両方が存在している。

0010b: バッテリー2のみが存在している。

0001b: バッテリー1のみが存在している。

0000b: どのバッテリーも存在していない。

2.3.2 BatterySystemStateCont() (0x02)

概要:

この機能はLTC1760の追加の状態情報を返し、充電を禁止するためのメカニズムを提供します。また、このコマンドにより、AC電源の接続情報を得るためにSMBusホストが直接チャージャと通信することが不要になります。LTC1760が使用されていると、チャージャの8ビット・アドレス0x012へのアクセスはブロックされます。

目的:

LTC1760の追加の状態情報や全体のシステム電力設定条

件を取得するために、SMBusホストによって使用されます。システムがバッテリーの充電を禁止するためにも使用されます。

SMBus プロトコル: ワードの読み出し、または書き込み。

入力/出力: ワード-ビット・マッピングについてはセクション2.2を参照してください。

AC_PRESENT ビット

読み出し専用のAC_PRESENTビットは、システムに電力を供給するためにAC電源が利用可能な状態にあるかどうかをユーザーに示すために使用されます。このビットは、バッテリー調整サイクルの適切な時期を決定するために他の情報と組み合わせてSMBusホストによって使用されることもあります。AC電源の状態に変化があったときはいつでも、LTC1760はSMBALERTピンを“L”にアサートします。これに応じて、システムはAC電源が実際に存在するかどうかを確認するためにこのレジスタを読み出さなければなりません。LTC1760はAC電源の存在を確認するためにDCDIVピンを使用します。

このビットに許される値は以下の通りです。

1b: LTC1760が、AC電源が存在すると確認した。

0b: LTC1760が、AC電源が存在しないと確認した。

POWER_NOT_GOOD ビット

読み出し専用のPOWER_NOT_GOODビットは、システム負荷に供給されている電圧が適切でないことを示すために使用されます。このビットの値はLOPWRコンパレータによって決定されます。

POWER_NOT_GOODビットは、LTC1760が短絡条件(セクション8.2参照)または緊急ターンオフ条件(セクション8.3参照)を検出した場合にもセットされます。これらのいずれかの条件が検出された場合、バッテリーやDC電源が利用可能であってもパワーパスは切断されます。

このビットに許される値は以下の通りです。

1b: LTC1760が、システム負荷に供給されている電圧が適切でないと確認した。

0b: LTC1760が、システム負荷に供給されている電圧が適切であると確認した。

CALIBRATE_REQUEST_SUPPORT ビット

読み出し専用のCALIBRATE_REQUEST_SUPPORTビットは常に“H”にセットされており、LTC1760が接続されたバッテリーのどれかが較正サイクルに入らなければならない時期を確認するメカニズムを備えていることを示します。

動作

CALIBRATE_REQUEST ビット

読み出し専用の CALIBRATE_REQUEST ビットは、LTC1760 が接続されたバッテリーの1つまたは両方が較正サイクルに入る必要があると確認したときに必ずセットされます。

このビットに許される値は以下の通りです。

1b: LTC1760 が、1つまたは両方のバッテリーが較正を必要としていると確認した。

0b: LTC1760 が、どちらのバッテリーも較正を必要としていないと確認した。

CHARGING_INHIBIT ビット

読み出し／書き込みが可能な CHARGING_INHIBIT ビットは、充電を禁止するため、または、充電が禁止されているかどうかを確認するために SMBus ホストによって使用されます。このビットは、MODE ピンを使用して充電を禁止している場合にもセットされます。

このビットに許される値は以下の通りです。

1b: LTC1760 はどのバッテリーの充電も禁止している。

0b: LTC1760 は必要に応じてバッテリーを充電できる (パワーオン・リセット値)。

CHARGER_POR ビット

読み出し／書き込みが可能な CHARGER_POR ビットは、チャージャを強制的にパワー・オン・リセットするために使用されます。

このビットに1を書き込むと、チャージャのパワー・オン・リセット機能に以下のような影響を与えます。

- 充電がいったんオフし、ウェイクアップ充電が再開します。これは、バッテリーがいったん取り外された後、再度取り付けられた場合と同じ状態です。
- 3分間のウェイクアップ・ウォッチドッグ・タイマが再始動します。

このビットに0を書き込んでも影響はありません。このビットを読み出すと常に0が返されます。

CALIBRATE ビット

読み出し／書き込みが可能な CALIBRATE ビットは、LTC1760 のバッテリー較正サイクルの状態を示すため、または較正サイクルを開始または終了させるために使用されます。

CALIBRATE_BAT[4:1] ニブル

読み出し／書き込みが可能な CALIBRATE_BAT[4:1] ニブルは、較正すべきバッテリーを選択するため、またはどのバッテリーが較正中であるかを確認するために SMBus ホストによって使用されます。

許容される読み出し値は以下の通りです。

0010b: バッテリー2が較正中である。CALIBRATEは1でなければならない

0001b: バッテリー1が較正中である。CALIBRATEは1でなければならない

0000b: どのバッテリーも較正中でない。

このニブルへの書き込みが許される値は以下の通りです。

0010b: バッテリー2の較正を選択する。

0001b: バッテリー1の較正を選択する。

0000b: 較正すべきバッテリーを LTC1760 が選択できる。

他のすべての値は単純に無視されます。これにより、このニブルを変更しないで他の BatterySystemStateCont () ビットを更新することができます。

2.3.3 BatterySystemState () (0x04)

概要:

SMBus ホストは、この機能を用いて LTC1760 の能力を判断します。

目的:

これを用いることにより、SMBus ホストは LTC1760 がサポートできるバッテリーの数に加えて、LTC1760 によって実装される仕様のリビジョン番号を知ることができます。

SMBus プロトコル: ワードの読み出し

入力/出力: ワード-ビット・マッピングについてはセクション 2.2 を参照してください。

BATTERIES_SUPPORTED ニブル

読み出し専用の BATTERIES_SUPPORTED ニブルは、LTC1760 がいくつのバッテリーをサポートできるかを確認するために SMBus ホストによって使用されます。2つのバッテリーをサポートする LTC1760 は、このニブルに対して常に 0011b を返します。

動作

BATTERY_SYSTEM_REVISION ニブル

読み出し専用の BATTERY_SYSTEM_REVISION ニブルは、サポートされる Smart Battery System Manager の仕様のバージョンを報告します。

LTC1760 はこのニブルに対して常に 1000b を返し、オプションの PEC サポートなしのバージョン 1.0 であることを示します。

2.3.4 LTC() (0x3C)

概要:

この機能は、LTC バージョン・ニブルを返し、ユーザーが拡張された Smart Battery System Manager 機能を実行できるようにします。

目的:

LTC1760 のバージョンの確認、および TURBO や POWER_OFF 等の特殊機能をプログラムまたはモニタするために SMBus ホストによって使用されます。

SMBus プロトコル: ワードの読み出し、または書き込み。

入力/出力: ワード・ビット・マッピングについてはセクション 2.2 を参照してください。

POWER_OFF ビット

この読み出し/書き込みが可能なビットを用いることにより、LTC1760 はすべてのパワーパスを切断することができます。

このビットに許される値は以下の通りです。

- 1b: すべてのパワーパスがオフである。
- 0b: すべてのパワーパスがイネーブルされている (パワーオン・リセットの値)。

TURBO ビット

この読み出し/書き込みが可能なビットを用いることにより、LTC1760 はターボ充電モードに入ることができます。セクション 3.6 を参照してください。

このビットに許される値は以下の通りです。

- 1b: ターボ充電モードがイネーブルされている。
- 0b: ターボ充電モードがディスエーブルされている (パワーオン・リセットの値)。

LTC_Version[3:0] ニブル

この読み出し専用のニブルは、LTC1760 のバージョンとして常に 0001b を返します。

2.3.5 BatteryMode() (0x03)

概要:

LTC1760 は、この機能を用いてバッテリーの Mode レジスタを読み出すことができます。

目的:

LTC1760 は、この機能を用いてバッテリーが調整または較正サイクルを必要としているかどうかを確認することができます。

SMBus プロトコル: ワードの読み出し。LTC1760 は SMBus マスタとしてバッテリー 1 またはバッテリー 2 の状態を読み出します。

入力/出力: ワード・ビット・マッピングについてはセクション 2.2 を参照してください。

CONDITION_FLAG ビット

CONDITION_FLAG ビットは、バッテリーが較正を必要とするときにいつでもセットされます。

このビットに許される値は以下の通りです。

- 1b: バッテリーが較正を必要としている。(調整サイクル要求とも呼ばれる)
- 0b: バッテリーが較正を必要としていない。

2.3.6 Voltage() (0x09)

概要:

LTC1760 は、この機能を用いて電池パックの実際の電圧を読み出すことができます。

目的:

LTC1760 は、これを用いて電池パックの電圧を確認し、充電電圧サーボ・ループを閉じることができます。

SMBus プロトコル: ワードの読み出し。LTC1760 は SMBus マスタとしてバッテリー 1 またはバッテリー 2 の状態を読み出します。

出力: 符号なしの整数—バッテリーの端子電圧 (mV) のビット・マッピングについてはセクション 2.2 を参照してください。

単位: mV

範囲: 0 ~ 65,535 mV

動作

2.3.7 Current () (0×0A)

概要:

LTC1760は、この機能を用いてバッテリー端子から供給されている実際の電流を読みとることができます。

目的:

LTC1760は、この機能を用いてバッテリー端子からどれだけの電流を受け取っているかを確認し、充電電流サーボ・ループを閉じることができます。

SMBus プロトコル: ワードの読み出し。LTC1760はSMBus マスタとしてバッテリー1またはバッテリー2の状態を読み出します。

出力: 符号付きの整数(2の補数)—mA刻みの充電/放電速度-充電の場合は正、放電の場合は負。ビット・マッピングについてはセクション2.2を参照してください。

単位: mA

範囲: 充電の場合0～32,767mA、放電の場合0～-32,768mA

2.3.8 ChargingCurrent () (0×14)

概要:

LTC1760は、この機能を用いてスマート・バッテリーの望ましい充電電流を読み出すことができます。

目的:

LTC1760は、この機能を用いて最大充電電流を決定することができます。

SMBus プロトコル: ワードの読み出し。LTC1760はSMBus マスタとしてバッテリー1またはバッテリー2の状態を読み出します。

出力: 符号なしの整数 — チャージャの最大出力電流 (mA)。ビット・マッピングについてはセクション2.2を参照してください。

単位: mA

範囲: 0～65,534 mA

2.3.9 ChargingVoltage () (0×15)

概要:

LTC1760は、この機能を用いてスマート・バッテリーの望ましい充電電圧を読み出すことができます。

目的:

LTC1760は、これを用いて最大充電電圧を決定することができます。

SMBus プロトコル: ワードの読み出し。LTC1760はSMBus マスタとしてバッテリー1またはバッテリー2の状態を読み出します。

出力: 符号なしの整数 — チャージャの出力電圧 (mV)。ビット・マッピングについてはセクション2.2を参照してください。

単位: mV

範囲: 0～65,534 mV

2.3.10 AlarmWarning () (0×16)

概要:

LTC1760は、この機能を用いてスマート・バッテリーのアラーム・レジスタを読み出すことができます。

目的:

LTC1760は、これを用いてすべての利用可能なアラーム・フラグの状態を確認することができます。

SMBus プロトコル: ワードの読み出し。LTC1760はSMBus マスタとしてバッテリー1またはバッテリー2の状態を読み出します。

出力: 符号なしの整数-ビット・マッピングについてはセクション2.2を参照してください。

OVER_CHARGED_ALARM ビット

読み出し専用のOVER_CHARGED_ALARMビットは、充電が継続可能かどうかを確認するためにLTC1760によって使用されます。

このビットに許される値は以下の通りです。

1b:LTC1760はこのバッテリーを充電しない。

0b:LTC1760は他の条件が充電を許すならこのバッテリーを充電できる。

TERMINATE_CHARGE_ALARM ビット

読み出し専用のTERMINATE_CHARGE_ALARMビットは、充電が継続可能かどうかを確認するためにLTC1760によって使用されます。

このビットに許される値は以下の通りです。

1b:LTC1760はこのバッテリーを充電しない。

0b:LTC1760は他の条件が充電を許すならこのバッテリーを充電できる。

動作

TERMINATE_CHARGE_RESERVED ビット

読み出し専用の TERMINATE_CHARGE_RESERVED ビットは、充電が継続可能かどうかを確認するために LTC1760 によって使用されます。

このビットに許される値は以下の通りです。

1b: LTC1760 はこのバッテリーを充電しない。

0b: LTC1760 は他の条件が充電を許すならこのバッテリーを充電できる。

OVER_TEMP_ALARM ビット

読み出し専用の OVER_TEMP_ALARM ビットは、充電が継続可能かどうかを確認するために LTC1760 によって使用されます。

このビットに許される値は以下の通りです。

1b: LTC1760 はこのバッテリーを充電しない。

0b: LTC1760 は他の条件が充電を許すならこのバッテリーを充電できる。

TERMINATE_DISCHARGE_ALARM ビット

読み出し専用の TERMINATE_DISCHARGE_ALARM ビットは、バッテリーからの放電がまだ可能かどうかを確認するために LTC1760 によって使用されます。この機能は、PowerPath の管理およびバッテリーの較正のために用いられます。

このビットに許される値は以下の通りです。

1b: LTC1760 は較正を終了させ、このバッテリーがパワーパス内で使用されないように管理する。他のすべてのパワーパスが使用できなくなったとき、LTC1760 はこのアラームを無視し、このバッテリーからシステム電力を供給し続けようとする。

0b: LTC1760 はこのバッテリーからの放電を継続することができる。

FULLY_DISCHARGED ビット

読み出し専用の FULLY_DISCHARGED ビットは、バッテリーからの放電がまだ可能かどうかを確認するために LTC1760 によって使用されます。この機能は、PowerPath の管理およびバッテリーの較正のために用いられます。

このビットに許される値は以下の通りです。

1b: LTC1760 は較正を終了させ、このバッテリーがパワーパス内で使用されないように管理する。他のすべてのパワーパスが使用できなくなったとき、LTC1760 はこのアラームを無視し、このバッテリーからシステム電力を供給し続けようとする。

0b: LTC1760 はこのバッテリーからの放電を継続することができる。

2.3.11 AlertResponse ()

概要:

SMBus のホストは Alert Response Address (ARA) を用いて、SMBus 上のすべてのデバイスに同時にアクセスしたり、どのデバイスが現在 SMBALERT をアサートしているかを確認することができます。

目的:

SMBus のホストは、このコマンドを用いることによって、新しい状態データを持つデバイスのサブセットを識別することができます。これにより、システムからのすべての状態情報を更新するために必要な読み出し回数を減らすことができます。SMBus ホストは 8 ビット・アドレス 0x18 をすべてのデバイスに送信することによって ARA を開始します。次に、SMBALERT をアサートしている ARA 適合デバイスが、次の読み出しバイトでそれらのアドレスを同時に返します。アドレスの送信中に、各デバイスは SDA をモニタします。下位アドレスが存在する場合、上位アドレスを送信中のデバイスは SDA が自己のアドレスと一致しないことを認識し、そのアドレスの送信を停止します。あるデバイスが自己のアドレスを受け取られたと判断すると、そのデバイスは SMBALERT のアサートを停止し、ホストはこのデバイスから状態情報を読み出すのだということが分かります。引き続き ARA 要求により、ホストはサービスを要求している全デバイスからの読み出しを完了することができます。

出力:

LTC1760 は ARA 要求に応じて、その 8 ビットアドレス、0x14 を送信します。下位アドレスを持った別のデバイスも ARA に応答している場合、LTC1760 はそのアドレスの送信を停止します。LTC1760 は、そのアドレスの送信に成功したとき、SMBALERT のアサートを解除します。

以下のイベントが発生すると、LTC1760 は SMBALERT ピンを介して SMBALERT# バスをプルダウンします。

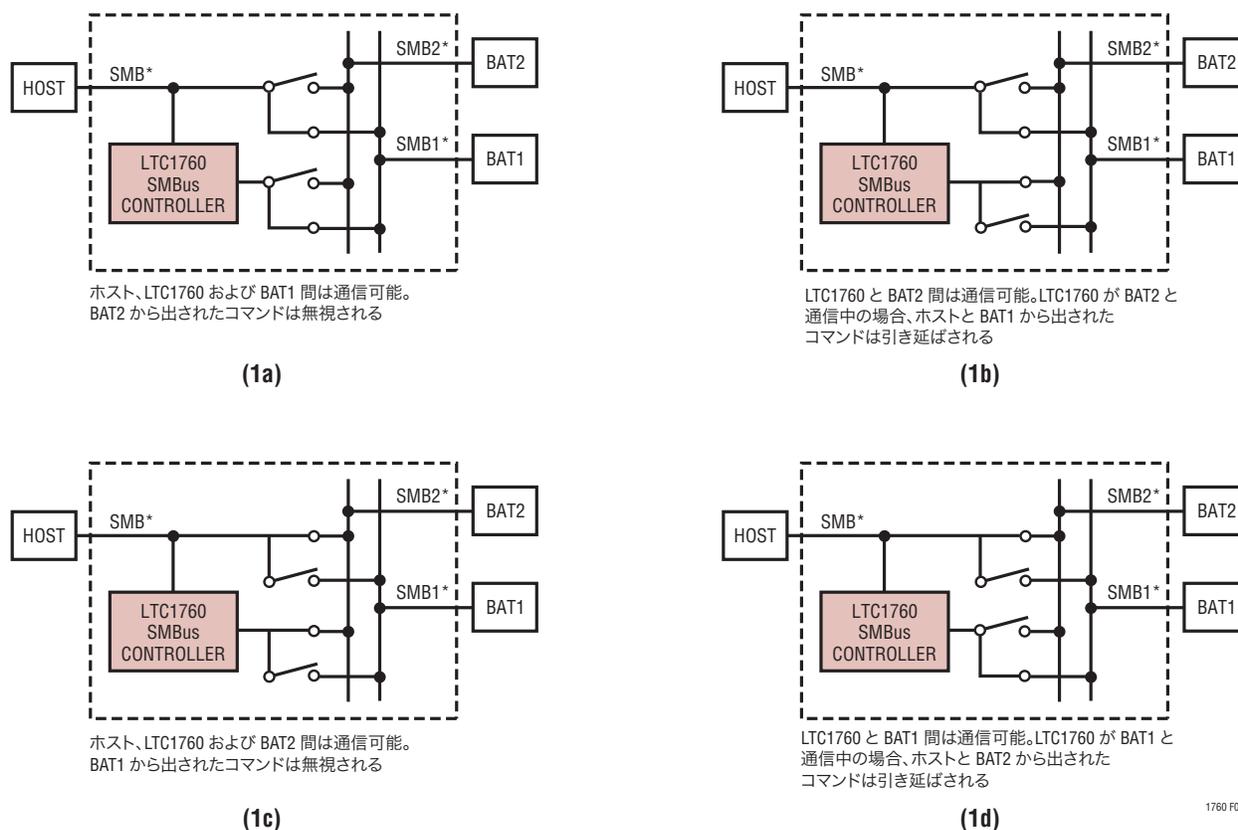
- BatterySystemStateCont () 機能内の AC_PRESENT の変更
- BatterySystemState () 機能内の BATTERY_PRESENT の変更
- 内部パワーオン・リセット条件

ビット・マッピングについてはセクション 2.2 を参照してください。

2.4 SMBus のデュアル・ポート動作

SMBus インタフェースは LTC1760 の SMBus コントローラに加えて、バッテリーと SMBus ホストのインタフェースを調停し、接続するための回路を含んでいます。SMBus コントローラは、すべての LTC1760 SMBus 機能の生成および解釈を行います。

動作



*SMB には SCL と SDA が含まれ、SMB1 には SCL1 と SDA1 が含まれ、SMB2 には SCL2 と SDA1 が含まれる。

図1. デュアル・ポート・バッテリー通信を管理するためにLTC1760が使用しているスイッチ構成

デュアルポート動作では、SMB_BAT[4:1] ニブルを設定することによって、SMBus ホストをいずれかのバッテリーの SMBus に接続することができます。バスの衝突が生じた時は、SMBus のスタート・シーケンスを引き延ばすことによって調停が行われます。構成が切り替えられたときはいつでも、LTC1760 は必要に応じて SMB1 および SMB2 上で無害な SMBus リセットを発生させます。4つの可能な構成を図1に示します。SMBus 通信の例を図2と図3に示します。

2.5 LTC1760のSMBusコントローラの動作

LTC1760とのSMBus通信は、SMBusインタフェースのサブブロックであるSMBusコントローラによって処理されます。データはSCLの立ち上がりエッジ後、SMBusコントローラのブロック・シフトレジスタに、クロックに同期して書き込まれます。データはSCLの立ち下がりエッジ後、SMBusコントローラのブロック・シフトレジスタから、クロックに同期して読み出されます。

スレーブとして機能するLTC1760は、シリアル・データの各バイトにアクノリッジ(ACK)を返します。無効なコマンド・コードがLTC1760に送信された場合、コマンド・バイトにはアクノリッ

ジは返されません(NACK)。SMBusコントローラは、8ビットのアドレス、0×14で結合されたスマート・バッテリー・システム・マネージャとして呼び出された場合、応答しなければなりません。有効なアドレスは、正しい読み出し/書き込みビットを含んでいます。無効なデータを含むデータ送信にアクノリッジ(ACK)が返されたとしても、SMBusコントローラは無効なデータを無視します。

バス・マスタとして機能しているLTC1760がNACKを受けとった場合、LTC1760は送信を停止し、バスSTOP条件にします。

STOP条件、パワーオン・リセット、またはSMBusタイムアウトが検出されると、コントローラはいつでも初期状態にリセットされます。

LTC1760はSMBusスレーブとして、ARA、ワード書き込み、ワード読み出しのプロトコルをサポートします。LTC1760はSMBusマスタとして、ワード読み出しプロトコルをサポートします。

必要な動作および記号の説明は、「System Management Bus Specification」を参照してください。

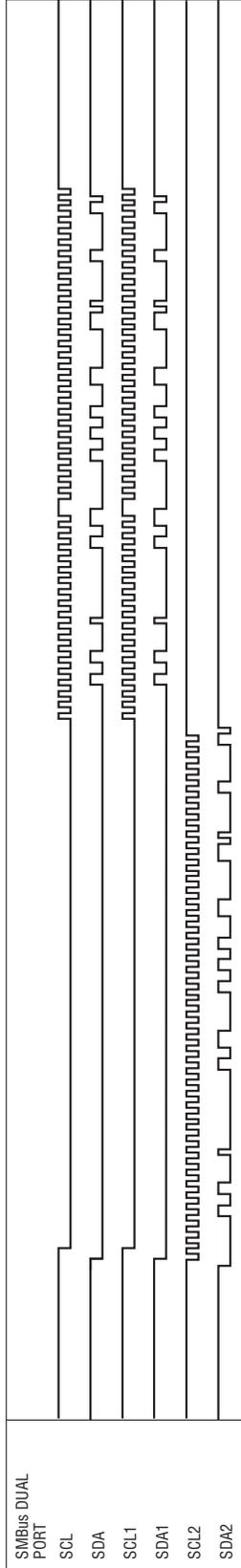


図2. LTC1760はバッテリー2の読み出しを完了する間、ホストとバッテリー1の通信を引き延ばす。(構成b)

動作

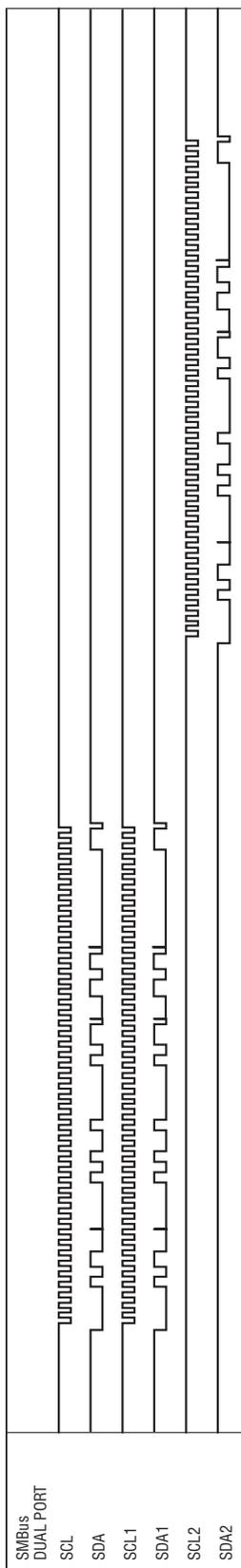


図3. LTC1760は要求される電流についてバッテリー1に続いてバッテリー2に問い合わせる。(構成b)

動作

2.6 LTC1760のSMBALERTの動作

LTC1760は、SMBALERTピンを用いて、状態に変化があったことをSMBusホストに知らせることができます。このピンは、バッテリーの接続、AC電源の接続に変化があったとき、またはパワーオン・リセットが発生した後は常に“L”にアサートされます。このピンはアラート応答中、または以下のいずれかが読み出されたときにクリアされます。

BatterySystemState()、BatterySystemStateCont()、BatterySystemInfo()、またはLTC()。

3 充電アルゴリズムの概要

3.1 ウェイクアップ充電の開始

ウェイクアップ充電を可能にするには、以下の条件を満たす必要があります。

1. バッテリーのサーミスタがCOLD-RANGE、IDEAL-RANGE、またはUNDER-RANGEにあること。
2. AC電源が存在していること。
3. BatterySystemStateCont(CHARGING_INHIBIT)のアサートが解除されていること(つまり、“L”になっていること)。
4. ハードウェア制御の充電禁止のアサートが解除されていること(V_{DDs}が“H”で、MODEが“L”でないこと)。セクション6.2を参照してください。

新しく装着されたバッテリーがLTC1760 マスタの読み出しコマンドに応答しないときに、ウェイクアップ充電が開始されます。一度に1つのバッテリーだけがウェイクアップ充電を行うことができます。2つのバッテリーが装着され、両方ともウェイクアップ充電が必要である場合は、バッテリー1が先にウェイクアップ充電を行います。バッテリー2は、バッテリー1がウェイクアップ充電を終了した後にのみウェイクアップ充電を行います。

ウェイクアップ充電は制御充電より優先されます。これにより、2つの深放電したバッテリーをデュアル充電するのが有益な場合に、1つのバッテリーがチャージャを独占するのを防ぐことができます。

LTC1760は、SMBusホストがBatterySystemStateCont(CHARGER_POR)またはパワーオン・リセット・イベントをアサートした後に両方のバッテリーのウェイクアップ充電を再開しようとします。これにより、すべてのウェイクアップ充電の安全タイムがリセットされますが、この状態は両方のバッテリーをいったん取り外した後、再度装着した場合と同じです。

LTC1760は、バッテリーが充電中でない、サーミスタがIDEAL-RANGEを報告している、さらにバッテリーがSMBusの問い合わせに応答しない場合にウェイクアップ充電を再開しようと試みます。これは深放電したNiMHバッテリーを対象とする場合に重要な機能です。これらのバッテリーは充電中に通信を始めることがあります。これらのバッテリーは充電中に通信を始めることがありますが、いったん充電が停止されれば通信を停止します。

バッテリーのサーミスタがCOLD-RANGEまたはUNDER-RANGEで、バッテリーがt_{TIMEOUT}より長い時間充電されている場合は、ウェイクアップ充電はディスエーブルされます。

3.2 ウェイクアップ充電の終了

LTC1760は、以下のいずれかの条件が満たされたときにウェイクアップ充電を終了させます。

1. バッテリーが取り外された(サーミスタがOVER-RANGEを表示)。
2. AC電源が取り外された。
3. SMBusホストがBatterySystemStateCont(CALIBRATE)を“H”にセットすることによって較正要求を出した。
4. LTC1760 マスタによるChargingCurrent()、Current()、ChargingVoltage()、またはVoltage()の読み出しに対して何らかの応答があった。LTC1760はバッテリーからのすべての書き込みを無視することに注意してください。
5. 以下のAlarmWarning()ビットのいずれかが“H”にアサートされた。

OVER_CHARGED_ALARM
TERMINATE_CHARGE_ALARM
TERMINATE_CHARGE_RESERVED
OVER_TEMP_ALARM

LTC1760はバッテリーからのすべての書き込みを無視することに注意してください。各バッテリーの充電アラームはLTC1760の内部キャッシュに格納されます。内部キャッシュに格納されたこのビットは、バッテリーのAlarmWarning()応答の上位4ビットのいずれかがセットされたときにセットされます。引き続きAlarmWarning()が応答しなかった場合、格納されたビットはセットされた状態のまま維持されます。キャッシュに格納されたアラームは、以下のいずれかの条件によってクリアされます。

- a) 関連するバッテリーが取り外された。
- b) その後のAlarmWarning()が、関連するバッテリーに対するすべての充電アラーム・ビットをクリアした。
- c) パワーオン・リセットが発生した。

動作

- d) SMBus ホストが BatterySystemStateCont (CHARGER_POR) を“H”にアサートした。
6. SMBus ホストが BatterySystemStateCont (CHARGER_INHIBIT) を“H”にアサートした。
7. ハードウェア制御の充電禁止がアサートされている (V_{DD5} が“H”で、MODE が“L”である)。セクション 6.2 を参照してください。
8. 充電中のバッテリーのサーミスタが COLD-RANGE を示し、バッテリーが $t_{TIMEOUT}$ より長い時間充電されている。
9. 充電中のバッテリーのサーミスタが UNDER-RANGE を示し、バッテリーが $t_{TIMEOUT}$ より長い時間充電されている。
10. 充電中のバッテリーのサーミスタが HOT-RANGE を示している。
11. SMBus 通信回線のいずれかが t_{QUERY} より長い時間“L”に保持されている。
12. BatterySystemStateCont (POWER_NOT_GOOD) が“H”である。
13. 緊急ターンオフ機能が DCDIV 入力ピンを用いてアサートされている。

3.3 ウェイクアップ充電における電流と電圧の制限

ウェイクアップ充電電流は、すべての I_{LIMIT} 値に対して I_{WAKE_UP} に固定されています。ウェイクアップ充電は、セクション 10 で説明されている低電流モードを使用して行われます。

ウェイクアップ充電電圧は、 V_{LIMIT} 機能によっては制限されません。

3.4 制御充電の開始

与えられたバッテリーの制御充電を可能にするには、以下のすべての条件を満たす必要があります。制御充電は、一度に 1 つまたは両方のバッテリーに対して行うことができます。

1. バッテリー・サーミスタが COLD-RANGE、IDEAL-RANGE、または UNDER-RANGE である。
2. AC 電源が存在している。
3. BatterySystemStateCont (CHARGING_INHIBIT) のアサートが解除されている (つまり、“L”になっている)。
4. ハードウェア制御の充電禁止のアサートが解除されている (V_{DD5} が“H”で、MODE が“L”でない)。セクション 6.2 を参照してください。

5. LTC1760 マスタによる Alarm () の読み出しに対して、バッテリーがすべての充電アラームのアサートが解除された状態であることを通知する。

6. LTC1760 マスタによる ChargingVoltage () の読み出しに対して、バッテリーがゼロでない電圧要求値で応答する。

7. LTC1760 マスタによる Voltage () の読み出しに対してバッテリーが応答する。

8. LTC1760 マスタによる ChargingCurrent () の読み出しに対して、バッテリーがゼロでない電流要求値で応答する。

9. LTC1760 マスタによる Current () の読み出しに対してバッテリーが応答する。

各 t_{QUERY} で、以下の充電に関わる機能が調べられます。Alarm ()、ChargingVoltage ()、Voltage ()、ChargingCurrent ()、および Current ()。

3.5 制御充電の終了

LTC1760 は、以下のいずれかの条件が満たされたときに制御充電を終了させます。

1. バッテリーが取り外された、またはサーミスタが OVER-RANGE を表示している。
2. AC 電源が取り外された。
3. SMBus ホストが BatterySystemStateCont (CALIBRATE) を“H”にセットすることによって較正要求を出した。
4. LTC1760 マスタによる ChargingCurrent () の読み出しに対して、ゼロの電流要求値が返された。
5. LTC1760 マスタによる ChargingVoltage () の読み出しに対して、ゼロの電圧要求値が返された。
6. 以下の AlarmWarning () ビットのいずれかが“H”にアサートされた。

OVER_CHARGED_ALARM
 TERMINATE_CHARGE_ALARM
 TERMINATE_CHARGE_RESERVED
 OVER_TEMP_ALARM

LTC1760 はバッテリーからのすべての書き込みを無視することに注意してください。各バッテリーの充電アラームは LTC1760 の内部キャッシュに格納されます。内部キャッシュに格納されたこのビットは、バッテリーの AlarmWarning () 応答の上位 4 ビットのいずれかがセットされたときにセットされます。

動作

引き続き AlarmWarning () が応答しなかった場合、この格納されたビットはセットされた状態のまま維持されます。キャッシュに格納されたアラームは、以下のいずれかの条件によってクリアされます。

- 関連するバッテリーが取り外された。
- 引き続き AlarmWarning () が、関連するバッテリーに対するすべての充電アラーム・ビットをクリアした。
- パワーオン・リセットが発生した。
- SMBus ホストが BatterySystemStateCont (CHARGER_POR) を“H”にアサートした。

7. SMBus ホストが BatterySystemStateCont (CHARGER_INHIBIT) を“H”にアサートした。

8. ハードウェア制御の充電禁止がアサートされている (V_{DDS} が“H”で、MODE が“L”である)。

9. 充電中のバッテリーの SMBus が、 $t_{TIMEOUT}$ より長い時間 SMBus の読み出しコマンドへのアクノリッジを停止している。

10. 充電中のバッテリーのサーミスタが HOT-RANGE を示している。

11. SMBus 通信回線のいずれかが t_{QUERY} より長い時間にわたって接地されている。

12. BatterySystemStateCont (POWER_NOT_GOOD) が“H”である。

13. 緊急ターンオフ機能が DCDIV 入力ピンを用いてアサートされている。

条件の変化がいずれかのバッテリーの充電を停止させた場合は常に、すべてのバッテリーの充電が直ちに停止され、電圧と電流のアルゴリズムはゼロにリセットされます。制御充電のための条件がすべて満たされるまでは、充電は再開されません。

3.6 制御充電の電流プログラミング

LTC1760 は、1つのチャージャ・ステージを用いて同時に2つまでのバッテリーを充電します。バッテリーは充電 MUX を用いてチャージャに接続されます。充電 MUX を用いることにより、バッテリー間の電荷の移動を抑えながら、チャージャの総電流を2つのバッテリー間で配分することができます。セクション7.1 およびセクション7.2 を参照してください。

1つのバッテリーを充電するときは、充電アルゴリズムは報告された電流を要求された電流と一致させるように充電電流を調

整します。LTC1760 は実際の電流と要求された電流との差によって充電電流を継続的に調整します。

2つのバッテリーを同時に充電するときは、充電アルゴリズムは両方のバッテリーの報告された電流と要求された電流を一致させるように充電電流を調整します。LTC1760 は両方のバッテリーの要求された電流と実際の電流との差を計算し、これらの差の最小値を用いて充電ステージから供給する総充電電流を増減させます。

充電アルゴリズムは、どちらのバッテリーの報告された実際の電流値も要求された電流を超えることがないように制御します。このため、同様の充電状態にある釣り合いの取れたバッテリーのとき、最も効率的な充電を行うことができます。

条件の変化によっていずれかのバッテリーの充電が停止した場合は常に、電流のアルゴリズムはゼロにリセットされます。プログラムされた電流は t_{QUERY} ごとに更新されます。

合計出力電流を制限するために、追加の安全上の制約があります。安全上の制約については以下の3つのサブセクションで説明します。

3.6.1 単一バッテリーを充電する際の電流制限

単一のバッテリーを充電する際は、3.6 で記述した充電電流アルゴリズムに、次のような制限が追加適用されます。

- プログラムされた電流は要求された電流 + $I_{LIMIT}/32$ を超えることはできない。
- プログラムされた電流は I_{LIMIT} を超えることはできない。

3.6.2 2つのバッテリーを充電する際の電流制限 (ターボ・モード無効)

ターボ・モードをディスエーブルして2つのバッテリーを充電する際は、3.6 で記述した充電電流アルゴリズムに、次のような制限が追加適用されます。

- プログラムされた電流は2つの要求された電流の最大値 + $I_{LIMIT}/32$ を超えることはできない。
- プログラムされた電流は I_{LIMIT} を超えることはできない。

3.6.3 2つのバッテリーを充電する際の電流制限 (ターボ・モード有効)

ターボ・モードをイネーブルして2つのバッテリーを充電する際は、3.6 で記述した充電電流アルゴリズムに、次のような制限が追加適用されます。

動作

- a) プログラムされた電流は2つの要求された電流の最大値 + I_{LIMIT} を超えることはできない。この緩和された制限値により、 I_{LIMIT} が2つの要求された電流の最大値より大きい場合には充電を加速することができる。推奨されているように釣り合いのとれたバッテリー・ペアの場合、要求電流は同じである。
- b) プログラムされた電流は I_{LIMIT} を超えることはできない。

ターボ・モードは、充電 MUX が両方のバッテリーに追加の電流を供給できるようにするメカニズムを SMBus ホストに提供します。ターボ・モードは、2つのバッテリーが同時に充電されているときにのみ効果があります。ターボ・モードは、ウェイクアップ充電や充電を禁止する他のいかなる条件にも影響を与えません。ターボ・モードは、LTC (TURBO) が“H”にセットされたときにイネーブルされます。

通常、LTC1760 は両方のバッテリーへの充電電流を2つの要求された電流の最大値 + $I_{LIMIT}/32$ に制限します。ターボ・モードはこの制約を取り除き、チャージャが結合されたバッテリー・システムに I_{LIMIT} までの電流を出力できるようにします。

たとえば、LTC (TURBO) = 0、 $I_{LIMIT} = 4.0A$ で、各バッテリーが 2A を要求しているシステムでは、LTC1760 は結合されたバッテリー・システムに 2.125A 以上の電流を出力することはありません。また、バッテリーの充電状態が整合している場合は各バッテリーに 1.06A 以上の電流を出力することはありません。LTC (TURBO) = 1、 $I_{LIMIT} = 4.0A$ で、各バッテリーが 2A を要求しているシステムでは、LTC1760 は結合されたバッテリー・システムに最大 I_{LIMIT} までの電流を、またはそれらの充電状態が整合している場合は各バッテリーに最大 2A の電流を出力します。

ターボ・モードを使用しなくても、LTC1760 はトップオフ状態の整合したバッテリーに対する充電時間を大幅に短縮することができます。この時間短縮は、リチウム・イオン・バッテリーの場合は特に重要な意味を持ちます。2つのバッテリーの同時充電は、スイッチの内部損失を減らし、効率を高めます。

3.7 制御充電の電圧プログラミング

LTC1760 は各バッテリーの要求された電流と実際の電流をモニタし、以下の条件のうち1つが満たされない限り、プログラムされた電圧を t_{QUERY} ごとに 16mV ずつ上昇させます。

- a) どちらかのバッテリーにおいて実際の電圧が要求された電圧を超えている。
- b) 実際の電圧が V_{LIMIT} を超えている。

この機能は、チャージャがスマート・バッテリーが確認したバッテリーの内部セル電圧をサーボ制御できるようにするため、LTC1760 の極めて重要な特長となっています。この電圧は、すべてのレベル 2 チャージャで用いられているバッテリー・パックの端子電圧よりもはるかに低い可能性があります。LTC1760 の利点は、充電時間の短縮と安全性の向上、およびバッテリーのより十分な充電が可能であることです。

電圧の補正では、要求される最小電圧を 512mV 以上超えてはいけません。電圧を下げる場合、プログラムされた電圧は t_{QUERY} ごとに 16mV ずつ下げられます。条件の変化によっていずれかのバッテリーの充電が停止した場合は常に、電圧アルゴリズムはゼロにリセットされます。

4 システムのパワーマネージメント・アルゴリズムとバッテリーの較正

4.1 システム電源の切断

LTC1760 では、ユーザーは LTC (POWER_OFF) ビットを用いてシステム電源をオフにすることができます。POWER_OFF が“H”にアサートされると、すべてのパワーマネージメント機能がバイパスされ、LTC1760 は DCIN、BAT2、および BAT1 のパワーパスをオフにします。この機能により、ユーザーはシステムの電源を落とすことができます。POWER_OFF が“H”にアサートされても、充電は可能です。

4.2 バッテリーが較正されていないときの Power-By アルゴリズム

LTC1760 は常時、システム電源を維持しようと試みます。望ましい設定は 3 ダイオード・モードを維持することです。3 ダイオード・モードでは、電圧が最も高い電源を使用して BAT1、BAT2、および DCIN から電力が供給され、自動的に全電力の供給が行われます。同様の電圧を持つ複数の電源は、それぞれの容量に基づいて電力の供給を分担します。

以下の条件では、LTC1760 は好ましい Power-By アルゴリズムを変更します。

1. バッテリーが TERMINATE_DISCHARGE アラームを発生し、AC-PRESENT が“H”である。LTC1760 はシステムに電力を供給するために他のバッテリーと DCIN を選択します。

動作

2. バッテリーがTERMINATE_DISCHARGEアラームを発生し、AC_PRESENTが“L”である。LTC1760はシステムに電力を供給するために他のバッテリーを選択します。

3. バッテリーがTERMINATE_DISCHARGEアラームを発生し、AC_PRESENTは“L”、さらに、他のバッテリーは存在しないか、既にアラームを発生している。LTC1760は3ダイオード・モードに入ることによって自律的に電源を回復しようとします。3ダイオード・モードでは、TERMINATE_DISCHARGEアラームとFULLY_DISCHARGEDアラームは無視されます。

4.3 バッテリーが較正されているときのPower-Byアルゴリズム

バッテリーの較正中は、較正されているバッテリーがシステムに電力を供給している唯一のデバイスとなります。これは報告されるPOWER_BY[4:1]ビットに反映されます。バッテリーの較正に関する詳細はセクション5を参照してください。

4.4 Power-Byレポート

以下の表に、BatterySystemState (POWER_BY_BAT[4:1])とPowerPathの条件の関係を示します。

較正中のバッテリーに関する電力レポート

AC_PRESENT	CALIBRATE_BAT2	CALIBRATE_BAT1	POWERED_BY_BAT(4:1)
1	0	0	0000b
1	1	1	0001b
1	1	0	0010b

*表示されていない状態は許されていません。

バッテリー接続との相関から見た電力レポート

AC_PRESENT	PRESENT_BAT2	PRESENT_BAT1	POWERED_BY_BAT(4:1)
1	X	X	0000b
0	0	0	0000b
0	0	1	0001b
0	1	0	0010b
0	1	1	0011b

電源アラームとの相関から見た、AC_PRESENTが“L”で両方のバッテリーが存在する場合の電力レポート

AC_PRESENT	BATTERY 2 POWER ALARM (NOTE 1)	BATTERY 1 POWER ALARM (NOTE 1)	POWERED_BY_BAT(4:1)
0	0	0	0011b
0	0	1	0010b
0	1	0	0001b
0	1	1	0011b
1	X	X	0000b

Note 1: 電源アラームは、ALARM()がTERMINATE_DISCHARGE = 1またはFULLY_DISCHARGED_ALARM = 1を返したことを意味します。

BatterySystemStateCont (POWER_NOT_GOOD)が“H”で、かつLTC1760が自律的に3ダイオード・モードに入ったときの電力レポート

AC_PRESENT	PRESENT_BAT2	PRESENT_BAT1	POWERED_BY_BAT(4:1)
0	0	0	0000b
0	0	1	0001b
0	1	0	0010b
0	1	1	0011b
1	0	0	0000b
1	0	1	0000b
1	1	0	0000b
1	1	1	0000b

5 バッテリーの較正(調整)

較正を行うことにより、SMBusホストは調整を目的としてバッテリーを完全に放電させることができます。SMBusホストは放電させるバッテリーを決定したり、バッテリーからの調整要求に基づいてLTC1760に較正対象のバッテリーを選択させたりすることができます。

5.1 較正対象バッテリーの選択

オプション1) SMBusホストは、BatterySystemStateCont (CALIBRATE_BAT[4:1])を用いて較正対象バッテリーを選択します。

このビットに許される値は以下の通りです。

0001b: CALIBRATE_BAT1をセット。このビットはバッテリー1のBatteryMode (CONDITION_FLAG)が“H”の場合のみ有効。較正が進行中の場合は更新されない。

0010b: CALIBRATE_BAT2をセット。このビットはバッテリー2のBatteryMode (CONDITION_FLAG)が“H”の場合のみ有効。較正が進行中の場合は更新されない。

動作

0000b:CALIBRATE_BAT1とCALIBRATE_BAT2をクリアし、LTC1760が選択できるようにする。パワーオン・リセット時のデフォルト値。較正が進行中の場合は更新されない。

オプション2) SMBusホストは、LTC1760が較正対象のバッテリーを選択できるようにします。

BatterySystemStateCont (CALIBRATE_BAT[4:1]) = 0000b。前のオプションを参照してください。

LTC1760は、BatteryMode (CONDITION_FLAG) を読み出すことによってバッテリーが較正を必要としているかどうかを確認します。このフラグはLTC1760の内部キャッシュに格納されます。LTC1760はBatterySystemStateCont (CALIBRATE_REQUEST)を“H”にセットします。LTC1760は常に、較正を要求しているバッテリーを選択します。両方のバッテリーが較正を要求している場合、LTC1760はバッテリー1を選択します。どちらのバッテリーも較正を要求していない場合、較正は行われません。

5.2 選択されたバッテリーの較正の開始

SMBusホストは、BatterySystemStateCont (CALIBRATE) ビットに書き込むことによって較正を開始します。前のセクションのルールに従って、較正対象のバッテリーを保護してください。SMBusホストは較正を行うごとに1回、較正ビットをセットする必要があります。

LTC1760は較正が進行中である場合に限り(CALIBRATEが“H”の状態)、選択されたバッテリーを放電させることができます。CALIBRATEがアサートされている間は、キャッシュに格納されたBatteryMode (CONDITION_FLAG) への更新は禁止されます。つまり、バッテリーがCONDITION_FLAGをクリアしたとしてもバッテリーの放電は継続されます。

5.3 選択されたバッテリーの較正の終了

較正は、CALIBRATEビットがクリアされたときに終了します。CALIBRATEビットは以下の場合にクリアされます。

- AC電源が取り外された。
- 較正中のバッテリーが取り外された。較正中のバッテリーが取り外された場合、他のバッテリーが較正を要求しているならばLTC1760は自動的にそのバッテリーの較正を行う。
- BatterySystemStateCont (POWER_NOT_GOOD) ビットが“H”である。

- バッテリーがAlarm Warning (TERMINATE_DISCHARGE) ビットを“H”にセットした。
- バッテリーがAlarm Warning (FULLY_DISCHARGE) ビットを“H”にセットした。
- CALIBRATE ビットにゼロが書き込まれた。

LTC1760は、放電サイクルが終了した後充電サイクルを開始しようと試みます。

6 MODEピンの動作

MODEピンはLTC1760の以下の機能を可能にする多機能ピンです。1) スタンドアロン動作時の充電状態の表示、2) ハードウェアによる充電禁止のアクティブ化、3) SCLとSDAが“L”の時の充電、4) SMBusホストを用いた充電。

MODEおよびV_{DDs}のレベルによって定まる、SDA、SCL、およびSMBALERTの動作のまとめ

条件	LTC1760の動作モード
V _{MODE} = GND V _{VDDs} < V _{IL_VDDs}	SCL: 状態インジケータ用クロック SCL: 状態インジケータ用クロック SDA: バッテリー2の状態 SMBALERT: バッテリー1の状態
V _{MODE} = GND V _{VDDs} > V _{IH_VDDs}	SCL、SDA、SMBALERT: 通常動作 LTC1760による充電を禁止
V _{MODE} = V _{VCC2} V _{VDDs} < V _{IL_VDDs}	SCLとSDAは無視され、“L”にフロートできる SMBALERT: 通常動作 SCL1、SDA1、SCL2、SDA2: 通常動作、充電が可能
V _{MODE} = V _{VCC2} V _{VDDs} > V _{IH_VDDs}	すべてのピンが通常動作、充電が可能

6.1 スタンドアロン動作時の充電状態の表示

MODEピンがGNDに接続され、V_{VDDs} < V_{IL_VDDs}の場合、SDA、SMBALERT、およびSCLの機能は以下のように変更されます。

SDAは出力ピンとなり、バッテリー2の充電状態をモニタするために用いられます。このピンに許される値は以下の通りです。

“L”: バッテリー2は充電中である。

“H”: バッテリー2は充電中でない(AC電源が存在していない、またはバッテリーが存在していない)。

点滅: バッテリー2の充電は完了している(AC電源が存在している、バッテリーは存在しているが充電中でない)。

動作

SMBALERTは、バッテリー1の充電状態をモニタするために用いられます。このピンに許される値は以下の通りです。

“L”：バッテリー1は充電中である。

“H”：バッテリー1は充電中でない(AC電源が存在していない、またはバッテリーが存在していない)。

点滅：バッテリー1の充電は完了している(AC電源が存在している、バッテリーは存在しているが充電中でない)。

SCLは入力ピンとなり、SDAとSMBALERTの点滅速度を決定するために用いられます。点滅させたくない場合はSCLピンを“H”に固定します。この場合、2つの異なった状態、すなわち充電中(出力“L”)および非充電中(出力“H”)が表示されます。

6.2 ハードウェアによる充電禁止

MODEピンがGNDに接続され、 $V_{VDD5} > V_{IH_VDD5}$ の場合、充電は禁止され、BatterySystemStateCont (CHARGING_INHIBIT) ビットがロジック“H”になります。

6.3 SCLとSDAが“L”の場合の充電

MODEピンが V_{CC2} に接続され、 $V_{VDD5} < V_{IL_VDD5}$ の場合、SDAとSCLは使用されず、LTC1760のバッテリー通信を妨害しません。この機能により、LTC1760はSCLとSDAピンが利用できない場合にも自律的に充電を行うことができます。これは、SMBusホストの電源が落ちてSCLとSDAを“H”に引き上げることができなくなった場合を想定しています。

6.4 SMBusホストを用いた充電

MODEピンが V_{CC2} に接続され、 $V_{VDD5} > V_{IH_VDD5}$ の場合、SDAとSCLはSMBusホストとの通信のために使用されます。

7 バッテリー・チャージャ・コントローラ

LTC1760のチャージャ・コントローラは、固定オフ時間の電流モード降圧アーキテクチャを採用しています。通常動作時、トップMOSFETは、発振器がSRラッチをセットするとサイクルごとにオンし、メイン電流コンパレータ(I_{CMP})がSRラッチをリセットするとオフします。トップMOSFETがオフの間、ボトムMOSFETはインダクタ電流が電流コンパレータ(I_{REV})をトリップするか、または次のサイクルが始まるまでオンします。発振器は次の式を使ってボトムMOSFETのオン時間を設定します。

$$t_{OFF} = (V_{DCIN} - V_{BAT}) / (V_{DCIN} \cdot f_{OSC})$$

その結果、準固定周波数動作となり、コンバータの周波数は広い出力電圧範囲にわたってほぼ一定となります。この動作を図4に示します。

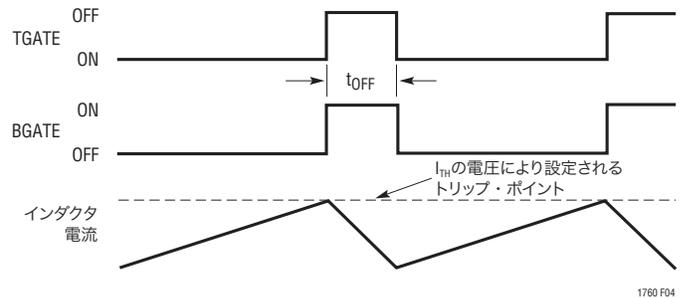


図4.

インダクタ電流がピーク値に達すると I_{CMP} がSRラッチをリセットしますが、そのピーク・インダクタ電流は I_{TH} の電圧によって制御されます。さらに、その I_{TH} はその時々状態に従って、いくつかのループによって制御されます。平均電流制御ループは、CSPとBAT間の電圧を代表的な電流値に変換します。エラーアンプCA2はこの電流を I_{SET} ピンの I_{DAC} によってプログラムされた所期の電流値と比較し、 R_{SENSE} にかかる電圧が所期の値となるように I_{TH} を調整します。

BATピンの電圧は V_{DAC} によって設定される内部抵抗分圧器によって分圧され、分圧された電圧が0.8Vのリファレンス電圧より高い場合に I_{TH} を減らすためにエラーアンプEAによって用いられます。

アンプCL1は、通常はACアダプタからの入力電流をモニタし、予め設定されたレベル($100\text{mV}/R_{CL}$)に制限します。入力電流が限界値になると、CL1は I_{TH} 電圧を下げ、結果としてバッテリー充電電流を減らします。

過電圧コンパレータOVは過渡的なオーバーシュート電圧(>7.5%)から回路を保護します。この場合、過電圧条件がクリアされるまでトップMOSFETがオフします。この機能は、較正やパルスモード充電のような機能を実行するために保護スイッチを開くことによって自己を「負荷遮断」するバッテリーに有効です。

トップMOSFETドライバは、フローティング・ブートストラップ・コンデンサC4から電力が供給されます。このコンデンサは通常、トップMOSFETがオフのときに外部ダイオードを介して

動作

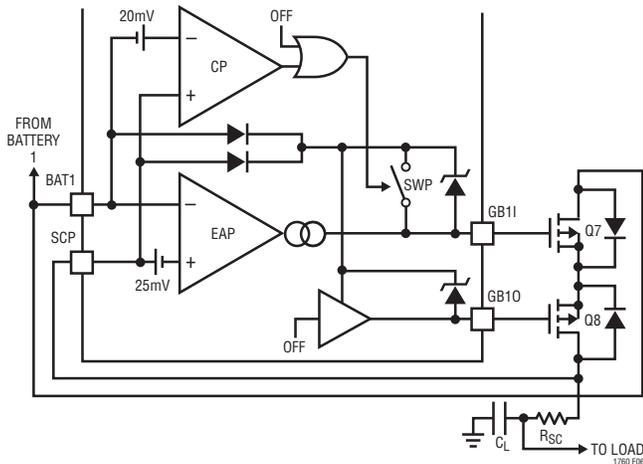


図6. PowerPathドライバの等価回路

8.1 自律的なPowerPathスイッチング

LOPWR コンパレータはSCNピンからの抵抗分圧器を介して負荷の電圧をモニタします。LTC (POWER_OFF)が“L”でLOPWR コンパレータがトリップすると、自律的PowerPathコントローラによってすべてのスイッチがオンすること(3ダイオード・モード)により、システムは最も高い電圧の電源から電力供給されるようになります。自律的PowerPathコントローラは、約1秒間待機して電源を安定させた後、PowerPath マネジメント・アルゴリズムによって要求されるPowerPathスイッチ構成に戻ります。パワーフェール・カウンタがインクリメントされて故障が発生したことを示します。パワーフェール・カウンタの値が3になった場合、LOPWR コンパレータが依然として低電力イベントを検出しているならば、自律的PowerPathコントローラはスイッチを3ダイオード・モードに設定し、BatterySystemStateCont (POWER_NOT_GOOD) ビットがセットされます。この動作は、ストライクが3つでアウトにするやり方でPOWER_NOT_GOOD インジケータをデバウンスすることを意図したものです。パワーフェール・カウンタは、バッテリーまたはAC電源の接続に変更があったときにリセットされます。

8.2 短絡保護

短絡保護機能は電流モードと電圧モードのどちらでも動作します。SCPピンとSCNピン間の電圧が短絡コンパレータのスレッシュホールド V_{TSC} を上回る状態が15ms以上続くと、PowerPathスイッチはすべてオフし、BatterySystemState-Cont (POWER_NOT_GOOD) ビットがセットされます。同様に、SCNピンの電圧が3Vを下回る状態が15ms以上続くと、PowerPathスイッチはすべてオフし、POWER_NOT_GOODビット

トが“H”にセットされます。POWER_NOT_GOODビットは、すべての電源を取り外し、 V_{PLUS} の電圧をUVLO スレッシュホールドより下にすることによってリセットされます。POWER_NOT_GOODビットがセットされると、 V_{PLUS} がUVLOスレッシュホールドを超えて、チャージャ・アルゴリズムが充電の再開を許可するまで、充電がデイスエーブルされます。

ハードな短絡が発生すると、すべての電源が0V電位近くまで引き下げられる可能性があります。 V_{CC} ピンと V_{PLUS} ピンのコンデンサは、15msの短絡が生じているときに回路動作を正常に保つのに十分な容量にする必要があります。チャージャは数マイクロ秒以内に停止し、 V_{PLUS} ピンのコンデンサによって少量の電流の供給を維持する必要があります。推奨される最小値(許容誤差を含み、 V_{PLUS} ピンで1 μ F、 V_{CC} ピンで2 μ F)は、入力電圧が8Vより高いときにLTC1760がUVLOトリップ電圧を上回る動作を十分長く維持して短絡保護機能を実行するための値です。 V_{CC} のコンデンサを4.7 μ Fまで増やすと、推奨される最小電圧6Vまでの動作が可能になります。

8.3 緊急ターンオフ

DCDIVピンを8V~10Vの電圧に設定することにより、すべてのPowerPathスイッチを強制的にオフすることができます。これは、短絡イベントが発生した場合と同じ結果になります。PowerPathスイッチを再度イネーブルするには、DCDIVを5V以下にし、 V_{PLUS} をUVLOスレッシュホールドより低くする必要があります。LTC1760は電源を取り外すことなく、この状態から回復することができます。詳細については「Applications Engineering」を参照してください。

8.4 パワーアップ方法

V_{PLUS} がUVLOスレッシュホールドを超える状態が250ms以上続いた後で、3つのPowerPathスイッチがすべてオンします。この遅延は、UVLOスレッシュホールド付近のターンオン過渡から生じる発振を防ぐためのものです。

9 電圧DACブロック

電圧DAC (V_{DAC})は、内部抵抗($R_{VSET} = 7.2k$)の実効値を制御するデルタ・シグマ変調器で、最大充電電圧の設定に使用されます。 V_{DAC} 動作の簡略回路図を図7に示します。デルタ・シグマ変調器とスイッチSWVが、 V_{DAC} の値を $(11/8)R_{VSET}/(V_{DAC}(\text{VALUE})/2047)$ に等しい可変抵抗値に変換します。レギュレーション状態では、 V_{SET} はサーボ制御されて0.8Vのリファレンス電圧 V_{REF} にドライブされます。

動作

コンデンサ C_{B1} および C_{B2} を使用して、 V_{SET} ピンの電圧を平均化するほか、安定性と電圧変動に対する過渡応答時間を改善するため電圧ループ内にゼロ点を与えます。

10 電流 DAC ブロック

電流 DAC は、内部抵抗 ($R_{SET} = 18.77k$) の実効値を制御するデルタシグマ変調器で、最大チャージャ電流の設定に使用されます。DAC 動作の簡略回路図を図 8 に示します。デルタシグマ変調器とスイッチが I_{DAC} の値を $1.25R_{SET}/(I_{DAC}(VALUE)/1023)$ に等しい可変抵抗値に変換します。レギュレーション状態では、 I_{SET} はサーボ制御されて $0.8V$ のリファレンス電圧 V_{REF} にドライブされ、 R_{SET} からの電流は CSP ピンと CSN ピン間の電圧から得られる電流に一致するように調整されます。この電流は $(V_{CSP} - V_{CSN})/3k$ です。

従って、設定される電流は次のようになります。

$$I_{CHG} = V_{REF} \cdot 3k / (1.25 R_{SNS} R_{SET}) \cdot (I_{DAC}(VALUE) / 1023) \\ = (102.3mV / R_{SNS}) \cdot (I_{DAC}(VALUE) / 1023)$$

ウェイクアップ電流動作中は、電流 DAC は低電流モードになります。電流 DAC の出力はデューティ・サイクルの値が 1/8 の高周波クロックでパルス幅変調されます。従って、チャージャから供給される最大出力電流は $I_{MAX}/8$ になります。デルタシグマ出力はこの低デューティ・サイクル信号のオンおよびオフをゲート制御します。次いで、デルタシグマ・シフトレジスタは、チャージャが $I_{MAX}/8$ の値に落ち着くまでの時間を確保できるように、約 40ms/ビットという比較的遅い速度でクロックされます。

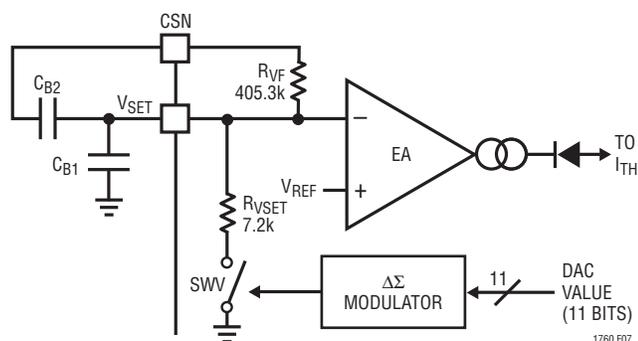


図 7. 電圧 DAC の動作

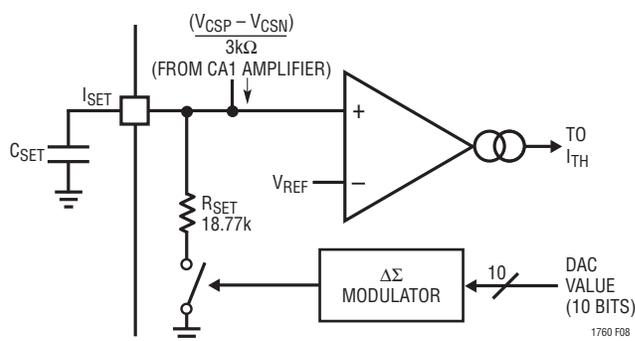


図 8. 電流 DAC の動作

アプリケーション情報

自動電流配分

デュアル並列充電の構成では、LTC1760は個々のバッテリーに流れ込む電流を実際に制御するわけではありません。チャージャ電流がどのように配分されるかは、各バッテリーの容量、つまりアンペア・アワー定格によって決まります。この電流の自動振り分けは、両方のバッテリーが同時に各々の満充電点に到達できるように行われます。すなわち、他のすべての条件が等しいと仮定すると、充電は同時に終了することになります。

バッテリーは巨大なコンデンサとしてモデル化できるため、同じ法則に従います。

$$I = C \cdot (dV/dt) \text{ ここで、}$$

I = コンデンサを流れる電流

C = バッテリーの容量定格 (容量の代わりに アンペア・アワー値を使用)

dV = 電圧の変化

dt = 時間の変化

1組の並列バッテリーの等価モデルは、1組の並列コンデンサになります。これらは並列状態なので、時間の変化に対する電圧の変化はバッテリー1とバッテリー2のどちらも同じです。

$$dV/dt_{BAT1} = dV/dt_{BAT2}$$

これから次のように簡略化できます。

$$I_{BAT1}/C_{BAT1} = dV/dt = I_{BAT2}/C_{BAT2}$$

$$I_{BAT2} = I_{BAT1} C_{BAT2}/C_{BAT1}$$

この時点で、電流が2つのバッテリーの容量定格の比率で分割されることが分かります。両方のバッテリーに流れ込む電流の和は、チャージャから供給される電流値と同じです。これはチャージャのモード(CCまたはCV)とは関係ありません。

$$I_{CHRG} = I_{BAT1} + I_{BAT2}$$

このことから、各バッテリーの実際の電流を求めます。

$$I_{BAT2} = I_{CHRG} C_{BAT2}/(C_{BAT1} + C_{BAT2})$$

$$I_{BAT1} = I_{CHRG} C_{BAT1}/(C_{BAT1} + C_{BAT2})$$

実際に観測される電流配分は、充電時の実際の物理的容量定格で決まるため、メーカーが掲載する容量定格で決まる値とは異なることに注意してください。容量定格は時間の経過と

使用状況によって変わるので、電流配分の比率は時間とともに変化する可能性があります。

ACアダプタの制限

LTC1760の重要な特長は、ACアダプタが過負荷にならないレベルに充電電流を自動的に調整できることです。これにより、この製品は複雑な負荷管理アルゴリズムなしで、バッテリーを充電しながら動作することができます。さらに、バッテリーはACアダプタが対応できる最大速度で自動的に充電されます。

この特長は、ACアダプタの総出力電流を検出して、予め設定されたACアダプタの電流制限を超えた場合に充電電流を減らす方向に調整することによって実現されています。閉ループ帰還とともに真のアナログ制御が使用され、ACアダプタの負荷電流を制限値以内に保つことができます。図9のアンプCL1は、CLPピンとDCINピン間に接続された R_{CL} の両端の電圧を検出します。この電圧が100mVを超えると、アンプは設定された充電電流を無効にしてACアダプタ電流を $100mV/R_{CL}$ に制限します。スイッチング・ノイズを除去するには、5k Ω と0.1 μ Fで構成されるローパスフィルタが必要です。電流制限を使用しない場合は、CLPピンをDCINピンに接続します。

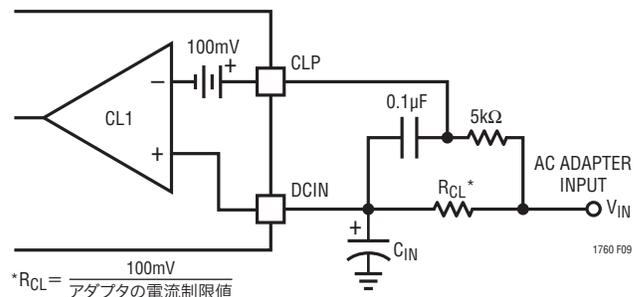


図9.

入力電流制限値の設定

入力電流制限値を設定するためには、ACアダプタの最小電流定格を知る必要があります。入力電流制限値から許容誤差5%を差し引いた電流値を用いて抵抗値を決定します。

$$R_{CL} = 100mV/I_{LIM}$$

$$I_{LIM} = \text{ACアダプタの最小電流} \\ - (\text{ACアダプタの最小電流} \cdot 5\%)$$

ACアダプタには通常少なくとも+10%の電流制限マージンがあるので、多くの場合ACアダプタの電流制限値を実際の

アプリケーション情報

ACアダプタの定格に単純に設定することができます(図9および表1参照)。

表1. 一般的なRCL抵抗値

ACアダプタの定格 (A)	RCL 値* (Ω) 1%	RCL の電力損失 (W)	RCL の電力定格 (W)
1.5	0.06	0.135	0.25
1.8	0.05	0.162	0.25
2	0.045	0.18	0.25
2.3	0.039	0.206	0.25
2.5	0.036	0.225	0.5
2.7	0.033	0.241	0.5
3	0.030	0.21	0.5

* 上記の値は最も近い標準値に切り捨てまたは切り上げたものです。表1のRCL値は、VCL1に対するLTC1760(Cグレード)の5%の許容誤差を考慮に入れています。

2個以上のバッテリーへのシステムの拡張

LTC1760は、3つ以上の電源を有するシステムを管理するように拡張することができます。詳細については、弊社にお問い合わせください。

充電終了に関する問題

定電流充電で、電圧ベースで充電が終了するバッテリーでは、ACアダプタの電流制限によって充電電流が減少するという問題が生じることがあります。このような場合は、入力電流制限機能を無効にすることをお勧めします。お手持ちのバッテリーの充電終了方式については、バッテリーの製造元にお問い合わせください。

チャージャ出力電流制限の設定

LTC1760の電流DACとPWMアナログ回路は、チャージャ電流の設定を調和させる必要があります。そうしないと、不適切な充電電流になります。

表2. 推奨抵抗値

I _{MAX} (A)	R _{SENSE} (Ω) 1%	R _{SENSE} (W)	R _{LIMIT} (Ω) 1%
1	0.100	0.25	0
2	0.05	0.25	10k
3	0.025	0.5	33k
4	0.025	0.5	オープンまたはV _{CC2} に短絡

警告

動作中はR_{LIMIT}の値を変更しないでください。R_{LIMIT}の値は固定しておき、常にR_{SENSE}の値に追従しなければなりません。

ん。入力電流制限がない場合、電流設定値を変えると、要求される値をはるかに上回る電流が流れる恐れがあり、バッテリーの損傷あるいはACアダプタの過負荷につながる可能性があります。

チャージャ出力電圧制限の設定

V_{LIMIT}ピンからGNDに接続される外付け抵抗の値によって、チャージャの出力電圧に適用する5つの電圧制限のうち1つを決定します。表3を参照してください。これらの制限は、ハードウェアによって充電電圧に制限を加える安全手段であり、ソフトウェアでオーバーライドすることができません。この電圧は、バッテリーからの報告に従って、バッテリーに適用される制限を設定します。バッテリーの内部電圧モニタ・ポイントは実際のセル電圧であるため、電圧サーボ・ループ作用のために外部チャージャ端子では最大512mV高い電圧が観測される可能性があります。電圧サーボ・システムの詳細についてはセクション3.7を参照してください。

表3. R_{VLIMIT}の推奨抵抗値

V _{MAX}	R _{VLIMIT} (Ω) 1%
最大 8.4V	0 (グラウンドに短絡)
最大 12.6V	10k
最大 16.8V	33k
最大 21.0V	100k
最大 32.7V (制限なし)	オープンまたはV _{CC2} に短絡

インダクタの選択

動作周波数を高くすると、小さい値のインダクタとコンデンサを使用できます。一般に、周波数が高いほど、MOSFETのゲート電荷による損失によって効率が低下します。さらに、リップル電流と低電流動作に対するインダクタ値の影響も考慮しなければなりません。インダクタのリップル電流ΔI_Lは、周波数が高いほど減少し、V_{IN}が高いほど増加します。

$$\Delta I_L = \frac{1}{f(L)} V_{OUT} \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right)$$

ΔI_Lが多少大きくても構わなければ、小さいインダクタンスを使用できますが、出力電圧リップルとコア損失が大きくなります。リップル電流を設定するための妥当な出発点はΔI_L = 0.4 (I_{MAX})です。IREVとCA1による制限があるので、ΔI_Lは決して0.6 (I_{MAX})を超えてはなりません。ΔI_Lの最大値は入力電圧が最大のときに生じることに注意してください。実際には、インダクタの最小値として10μHを推奨します。

アプリケーション情報

チャージャのスイッチング・パワー MOSFET とダイオードの選択

LTC1760 チャージャと組み合わせて使用するために、2つの外付けパワー MOSFET を選択する必要があります。トップ (メイン) スイッチ用の N チャネル MOSFET とボトム (同期) スイッチ用の N チャネル MOSFET の 2 つが必要です。

ピーク・トゥ・ピークのゲート・ドライブ・レベルは V_{CC} 電圧によって設定されます。この電圧は通常 5.2V です。したがって、ロジック・レベル・スレッショルドの MOSFET を使用する必要があります。MOSFET の B_{VDSS} 仕様にも十分注意を払う必要があります。ロジックレベル MOSFET の多くは、 B_{VDSS} が 30V 以下に制限されています。

パワー MOSFET で考慮すべき選択基準として、オン抵抗 $R_{DS(ON)}$ 、逆伝達容量 C_{RSS} 、入力電圧、最大出力電流などがあります。LTC1760 は常に連続モードで動作しているため、トップ MOSFET とボトム MOSFET のデューティ・サイクルは、以下の式で与えられます。

$$\text{メイン・スイッチのデューティサイクル} = V_{OUT}/V_{IN}$$

$$\text{同期スイッチのデューティサイクル} = (V_{IN} - V_{OUT})/V_{IN}$$

最大出力電流での MOSFET の電力損失は次式で与えられます。

$$P_{MAIN} = V_{OUT}/V_{IN}(I_{MAX})^2(1 + \delta\Delta T)R_{DS(ON)} + k(V_{IN})^2(I_{MAX})(C_{RSS})(f)$$

$$P_{SYNC} = (V_{IN} - V_{OUT})/V_{IN}(I_{MAX})^2(1 + \delta\Delta T)R_{DS(ON)}$$

ここで $\delta\Delta T$ は $R_{DS(ON)}$ の温度依存度、 k はゲート・ドライブ電流に反比例する定数です。 I^2R 損失は両方の MOSFET に共通していますが、トップサイド N チャネルの式には遷移損失の項が追加されており、これは入力電圧が高いときに最も大きくなります。 $V_{IN} < 20V$ では、高電流での効率は一般に大型の MOSFET を使用すると向上しますが、 $V_{IN} > 20V$ では遷移損失が急激に増加し、 C_{RSS} が小さくて $R_{DS(ON)}$ が大きいデバイスを使用する方が実際には効率が高くなるポイントにまで達します。同期 MOSFET の損失は、入力電圧が高いとき、またはこのスイッチ内のデューティサイクルがほぼ 100% になる短絡時に最も大きくなります。MOSFET の $(1 + \delta\Delta T)$ の項は、一般に、正規化された $R_{DS(ON)}$ と温度との関係を示す曲線から得られますが、低電圧の MOSFET に対しては概算値として $\delta = 0.005/^\circ C$ を使用することができます。 C_{RSS} は通常、MOSFET の特性で規定されています。定数 $k = 1.7$ を用いて、メイン・スイッチの電力損失の式の 2 つの項の影響を概算することができます。

LTC1760 チャージャが低ドロップアウト・モードまたは 85% を超える高デューティサイクルで動作する場合、トップサイド N チャネル MOSFET の効率は通常、MOSFET が大型になるほど高くなります。非対称の MOSFET を用いることにより、コストの節減または効率の改善を図ることができます。

「標準的応用例」に示されているショットキー・ダイオード D1 は、2 つのパワー MOSFET のそれぞれの導通期間の間隙に生じるデッドタイム中に導通します。これによって、ボトム MOSFET のボディ・ダイオードがデッドタイム中にオンして電荷を蓄積するのを防止しますが、効率を 1 パーセントほど低下させる可能性があります。1A のショットキーは平均電流が比較的小さいので、4A のレギュレータにとっては一般に適切なサイズであるといえます。これより大きなダイオードは、接合容量が大きいため遷移損失が増加することがあります。効率の低下が容認できる場合には、このダイオードを省くことも可能です。

デバイスの動作電流の計算

このセクションでは、与えられたアプリケーションに対する動作電流を見積もるために「電気的特性」の表に示された値をどのように使用するかを説明します。

AC 電源が存在し、バッテリーが充電中の場合に DCIN ピンから流れ込むデバイスの動作電流の総計 (I_{DCIN_CHG}) は次式で与えられます。

$$I_{DCIN_CHG} = I_{CH1} + I_{VCC2_AC1} + I_{SAFETY1} + I_{SAFETY2} + I_{VLIM} + I_{ILIM} + I_{SMB} + I_{SMB_BAT1} + I_{SMB_BAT2} + I_{SMBALERT}$$

ここで、

I_{CH1} は「電気的特性」で定義されています。

I_{VCC2_AC1} は「電気的特性」で定義されています。

$I_{SAFETYX}$ は SAFETY1 または SAFETY2 ピンに接続されたバッテリーのサーミスタをテストするために用いられる電流です。

OVER-RANGE にあるサーミスタの場合、 $I_{SAFETYX}$ は次式で計算されます。

$$I_{SAFETYX} = 2/64 \cdot V_{VCC2}/(R_{XB} + R_{THX})$$

COLD-RANGE にあるサーミスタの場合、 $I_{SAFETYX}$ は次式で計算されます。

$$I_{SAFETYX} = 4/64 \cdot V_{VCC2}/(R_{XB} + R_{THX})$$

IDEAL-RANGE にあるサーミスタの場合、 $I_{SAFETYX}$ は次式で計算されます。

$$I_{SAFETYX} = 4/64 \cdot V_{VCC2}/(R_{XB} + R_{THX}) + 2/64 \cdot V_{VCC2}/(R_{1A} + R_{THX})$$

アプリケーション情報

HOT-RANGEにあるサーミスタの場合、 $I_{SAFETYX}$ は次式で計算されます。

$$I_{SAFETYX} = 4/64 \cdot V_{VCC2}/(R_{XB} + R_{THX}) + 4/64 \cdot V_{VCC2}/(R_{1A} + R_{THX})$$

R_{THX} はバッテリーのサーミスタのグラウンドに対するインピーダンスです。

$$R_{XB} = 54.9k$$

$$R_{XA} = 1.13k$$

$V_{VCC2} = 5.2V$ での $I_{SAFETYX}$ の計算例

サーミスタのインピーダンス R_{THX} (Ω)	サーミスタの範囲	$I_{SAFETYX}$ (μA)
400	OVER_RANGE	1.05
3.3k	IDEAL_RANGE	42.2
400	UNDER_RANGE	218

$$I_{VLIMIT} = V_{VCC2}/(R_{VLIMIT} + R_{LIM_PU}).$$

$$I_{LLIMIT} = V_{VCC2}/(R_{LLIMIT} + R_{LIM_PU}).$$

R_{LIM_PU} は V_{LIMIT} および I_{LIMIT} ピンでの標準的なプルアップ・インピーダンスです。

$$R_{LIM_PU} = 34k.$$

R_{VLIMIT} は V_{LIMIT} ピンとGND間の抵抗値です。

R_{LLIMIT} は I_{LIMIT} ピンとGND間の抵抗値です。

I_{SMB} はSMBusホストと通信するために使用される電流であり、バスのトラフィック量に応じて変化します。

I_{SMB_BATX} はバッテリー1またはバッテリー2と通信するために使用される電流です。

$$I_{SMB_BATX} = 350\mu A \cdot 0.0155 = 5.425\mu A$$

$I_{SMBALERT}$ は「電気的特性」で定義されています。

2個のリチウムイオン・バッテリー($R_{THX} = 400$)、 $R_{VLIMIT} = R_{LLIMIT} = 30k$ 、 $V_{CC2} = 5.2V$ 、およびSMBusホスト通信が行われていないという条件での I_{DCIN_CHG} の計算例。

$$\begin{aligned} I_{DCIN_CHG} &= I_{CH1} + I_{VCC2_AC1} + I_{SAFETY1} + I_{SAFETY2} + I_{VLIM} + \\ &I_{LIM} + I_{SMB} + I_{SMB_BAT1} + I_{SMB_BAT2} + I_{SMBALERT} \\ &= 1.3mA + 700\mu A + 218\mu A + 218\mu A + 81\mu A + 81\mu A + 0\mu A + \\ &5.4\mu A + 5.4\mu A + 0\mu A = 2.62mA \end{aligned}$$

AC電源が存在しない場合にBAT1およびBAT2を流れる動作電流の合計(I_{BAT_NOAC})は次式で与えられます。

$$I_{BAT_NOAC} = I_{BAT} + I_{VCC2_ACO} + I_{SAFETY1} + I_{SAFETY2} + I_{SMB} + I_{SMB_BAT1_ACO} + I_{SMB_BAT2_ACO} + I_{SMBALERT}$$

ここで、

I_{BAT} は「電気的特性」で定義されています。

I_{VCC2_ACO} も「電気的特性」で定義されています。

$I_{SAFETYX}$ はSAFETY1またはSAFETY2ピンに接続されたバッテリーのサーミスタをテストするために用いられる電流です。

$$I_{SAFETYX} = 2/64 \cdot V_{VCC2}/(R_{XB} + R_{THX}).$$

R_{THX} はバッテリーのサーミスタのグラウンドに対するインピーダンスです。

$$R_{XB} = 54.9k$$

$V_{VCC2} = 5.2V$ での I_{SAFETY} の計算例

サーミスタのインピーダンス R_{THX} (Ω)	サーミスタの範囲	$I_{SAFETYX}$ (μA)
400	UNDER_RANGE	2.9

$I_{SMB_BATX_ACO}$ は、AC電源が存在しない場合にバッテリー1またはバッテリー2と通信するために用いられる電流です。

$$I_{SMB_BATX_ACO} = 350\mu A \cdot 0.00687 = 2.404\mu A$$

I_{SMB} はSMBusホストと通信するために用いられる電流であり、バスのトラフィック量に応じて変わります。

2個のリチウムイオン・バッテリー($R_{THX} = 400$)、 $V_{CC2} = 5.2V$ 、およびSMBusホスト通信が行われていないという条件での計算例。

$$\begin{aligned} I_{BAT_NOAC} &= I_{BAT} + I_{VCC2_ACO} + I_{SAFETY1} + I_{SAFETY2} + I_{SMB} + \\ &I_{SMB_BAT1_ACO} + I_{SMB_BAT2_ACO} + I_{SMBALERT} \\ &= 175\mu A + 80\mu A + 2.9\mu A + 2.9\mu A + 0\mu A + 2.4\mu A + 2.4\mu A + \\ &0\mu A = 265\mu A \end{aligned}$$

アプリケーション情報

デバイスの電力損失の計算

LTC1760の電力損失は Q_{TG} および Q_{BG} のゲート電荷量に依存します(標準的応用例を参照)。ゲート電荷量は製造元のデータシートから求められ、FETのゲート電圧振幅とドレイン電圧振幅のどちらにも依存します。

$$P_D = (V_{DCIN} - V_{VCC}) \cdot f_{OSC} \cdot (Q_{TG} + Q_{BG}) + V_{DCIN} \cdot I_{DCIN_CHG} - V_{VCC} \cdot (I_{SAFETY1} + I_{SAFETY2})$$

ここで、

I_{DCIN_CHG} 、 $I_{SAFETY1}$ 、 $I_{SAFETY2}$ は前のセクションで定義されています。

例:

$$\begin{aligned} V_{VCC} &= 5.2V, V_{DCIN} = 19V, f_{OSC} = 345kHz, Q_{TG} = Q_{BG} = \\ &15nC, I_{DCIN_CHG} = 2.62mA, I_{SAFETY1} = I_{SAFETY2} = 218\mu A, \\ P_D &= 190mW \end{aligned}$$

V_{SET}/I_{SET} ピンのコンデンサ

コンデンサC7は、デルタシグマ変調の周波数成分を実質的にDCのレベルまでフィルタするのに用いられます。 I_{SET} ピンで許容できる電圧リップルの大きさは10mV_{P-P}程度です。デルタシグマ・スイッチが閉じている時間 $T_{\Delta\Sigma}$ が約10 μ s、内部 I_{DAC} 抵抗 R_{SET} が18.77kなので、リップル電圧は次式で概算できます。

$$\Delta V_{ISET} = \frac{V_{REF} \cdot T_{\Delta\Sigma}}{R_{SET} \cdot C7}$$

この結果、C7を求める式は次のようになります。

$$\begin{aligned} C7 &= \frac{V_{REF} \cdot T_{\Delta\Sigma}}{\Delta V_{ISET} \cdot R_{SET}} \\ &= 0.8/0.01/18.77k(10\mu s) \approx 0.043\mu F \end{aligned}$$

起動過渡時のオーバーシュートを防止するため、C7に付随する時定数は I_{TH} ピンのC5の時定数よりも小さくしなければなりません。リップル除去を改善するためにC7を大きくする場合は、C5もそれに比例して大きくする必要があり、平均電流の変動に対するチャージャの応答速度が低下します。

コンデンサ C_{B1} および C_{B2} は、 V_{DAC} のデルタシグマ変調の周波数成分を実質的にDCのレベルまでフィルタするのに使用されます。 C_{B2} は主フィルタ・コンデンサで、 C_{B1} はゼロで応

答して C_{B2} に対応するポールをキャンセルするのに使用されます。 V_{SET} ピンで許容できる電圧リップルの大きさは10mV_{P-P}程度です。デルタシグマ・スイッチが閉じている時間 $T_{\Delta\Sigma}$ が約11 μ s、内部 V_{DAC} の抵抗 R_{VSET} が7.2k Ω なので、リップル電圧は次式で概算できます。

$$\Delta V_{VSET} = \frac{V_{REF} \cdot T_{\Delta\Sigma}}{R_{VSET} (C_{B1} \parallel C_{B2})}$$

この結果、 $C_{B1} \parallel C_{B2}$ を求める式は次のようになります。

$$C_{B1} \parallel C_{B2} = \frac{V_{REF} \cdot T_{\Delta\Sigma}}{R_{VSET} \Delta V_{VSET}}$$

チャージャの出力に生じるリップル電圧を分割するために、 C_{B2} を C_{B1} の10倍~20倍にします。従って、 $C_{B1} = 0.01\mu F$ と $C_{B2} = 0.1\mu F$ は出発点として適切な値です。起動過渡時のオーバーシュートを防止するため、 C_{B2} に付随する時定数は I_{TH} ピンのC5の時定数よりも小さくしなければなりません。リップル除去を改善するために C_{B2} を大きくする場合は、C5もそれに比例して大きくする必要があり、電圧変動に対するチャージャの応答速度が低下します。

入力コンデンサと出力コンデンサ

4Aリチウム・バッテリー・チャージャ(「標準的応用例」のセクション)では、入力コンデンサ(C_{IN})はコンバータ内のすべての入力スイッチング・リップル電流を吸収すると想定されるので、適切なリップル電流定格が必要です。ワーストケースのRMSリップル電流は、出力充電電流の半分に等しくなります。実際の容量値はさほど厳密ではありません。低ESRの固体タンタル・コンデンサは、リップル電流定格が高く、比較的小さな表面実装パッケージに収納されていますが、**タンタル・コンデンサを入力または出力のバイパスに使用するときには注意が必要です**。ACアダプタをチャージャに活線挿入したり、バッテリーをチャージャに接続すると、大きな入力サージ電流が発生することがあります。固体タンタル・コンデンサは、非常に大きなターンオン・サージ電流が流れると損傷する故障メカニズムが知られています。高サージ耐性の低ESRタンタル・コンデンサであるKemetのT495シリーズだけが、バッテリー電圧からグラウンドに至るような高サージ条件に対して定格が定められています。

アプリケーション情報

ACアダプタの入力端子に設置されるC15に、ESRが比較的高いアルミ電解コンデンサを使用すると、活線挿入時のリングングが低減されます。詳細についてはAN88を参照してください。

できるだけ大きな電圧定格を持つコンデンサを使用することにより、問題を最小限に抑えることができます。ご使用前に製造元にお問い合わせください。代替品には、トーキン、United Chemi-Con/Marcon などから供給される新しい大容量セラミック・コンデンサ (最小20 μ F) などがあります。他の代替コンデンサには、三洋電機のOSCONコンデンサなどがあります。

出力コンデンサ (C_{OUT}) も出力スイッチング電流リップルを吸収するものと想定されます。コンデンサを流れる電流は次の一般式で計算されます。

$$I_{RMS} = \frac{0.29 (V_{BAT}) \left(1 - \frac{V_{BAT}}{V_{DCIN}}\right)}{(L1)(f)}$$

たとえば、

$V_{DCIN} = 19V$ 、 $V_{BAT} = 12.6V$ 、 $L1 = 10\mu H$ 、および $f = 300kHz$ の場合、 $I_{RMS} = 0.41A$ となります。

一般にEMIを検討する場合、バッテリー端子におけるリップル電流を最小限に抑える必要があります。またビーズやインダクタを追加して、300kHzのスイッチング周波数でのバッテリーのインピーダンスを大きくすることができます。スイッチング・リップル電流は、出力コンデンサのESRとバッテリーのインピーダンスに応じて、バッテリーと出力コンデンサに配分されます。 C_{OUT} のESRが0.2 Ω で、バッテリーのインピーダンスがビーズやインダクタによって4 Ω まで増加すると、バッテリーには電流リップルのわずか5%しか流れません。

PowerPathと充電MUX MOSFETの選択

ACアダプタと2つのバッテリー放電パスには、3対のPチャネルMOSFETを使用する必要があります。バッテリー充電パスには、2対のNチャネルMOSFETを使用する必要があります。公称ゲート・ドライブ・レベルは、それぞれの制御回路のクランプ・ドライブ電圧によって設定されます。この電圧は通常6.25Vです。したがって、ロジック・レベル・スレッシュホールドのMOSFETを使用する必要があります。MOSFETの B_{VDSS} 仕様にも注意を払う必要があります。ロジックレベルMOSFETの多くは、 B_{VDSS} が30V以下に制限されています。

パワーMOSFETで考慮すべき選択基準として、オン抵抗 $R_{DS(ON)}$ 、入力電圧、および最大出力電流があります。Nチャネル充電パスでは、最大電流は使用する最大設定電流になります。Pチャネル放電パスでは、1個のバッテリーだけを使用している場合、最大電流は通常、バッテリーの寿命の最後に発生します。 $R_{DS(ON)}$ 値の上限値は、所定のMOSFETパッケージの**実際の**電力消費能力と相関があり、PCBのレイアウトを考慮して決定することが必要です。PCBの熱放散能力が不明の場合、出発点としてまずパッケージの電力定格を2分の1に下げます。

$$R_{DS(ON)MAX} = \frac{P_{MOSFET}}{2(I_{MAX})^2}$$

両方のMOSFETが直列に接続されているデュアルMOSFETパッケージを使用している場合は、パッケージの電力定格をさらに半分にして再計算する必要があります。

$$R_{DS(ON)MAX} = \frac{P_{MOSFETDUAL}}{4(I_{MAX})^2}$$

両方のバッテリー・パスに同じMOSFETを使用すると、広い電流範囲にわたって電圧降下が等しくなります。LTC1760のリニアな25mV CV降下レギュレーションは、電流が次の値を下回るまでは行われません。

$$I_{LINEARMAX} = \frac{25mV}{2R_{DS(ON)MAX}}$$

ただし、最大電流でもリニア・モードを維持させるように $R_{DS(ON)}$ を決定するために上の式を使おうとした場合、そのMOSFETの $R_{DS(ON)}$ の値は現在入手可能なMOSFETとしては非現実的な低い値となります。LTC1760の電圧降下レギュレーションが必要なのは、電圧を用いて充電または放電を終了させる並列バッテリー構成の場合だけです。これは最初は問題があるように思われますが、問題解決に役立ついくつかの要素があります。

1. バッテリーが並列で電流を共有しているときは、1つのバッテリーに流れる電流は単体で動作しているときよりも少ない。
2. リチウムイオンのように、定電圧モードで充電するバッテリーの多くは、十分にMOSFETのリニア動作範囲内であるC/10以下の電流値で充電を終了する。
3. 放電過程での電圧トラッキングは、それほど精密な電圧トラッキング値を必要としない。

アプリケーション情報

LTC1760には2つの過渡状態があり、放電パスのPチャンネルMOSFETではさらに2つのパラメータを検討する必要があります。そのパラメータとは、ゲート電荷 Q_{GATE} と単一パルスの電力能力です。

LTC1760がLOW_POWER イベントを検出すると、与えられた電源の低下による電圧を回復できるようにすべてのPチャンネルMOSFETが同時にオンします。しかし、すべてのMOSFETがオンになるまでには遅延時間があります。低速のMOSFETでは、遷移時にシステムの電源機能をすべて維持するために大きなバルク容量を必要とし、高速のMOSFETでは小さなバルク容量を必要とします。MOSFETのオンまたはオフ状態への遷移速度は、MOSFETのゲート電荷と直接関係します。

$$t = Q_{GATE} / I_{DRIVE}$$

I_{DRIVE} はLTC1760からゲートに流入する固定ドライブ電流であり、「 t 」はその電荷を新しい状態に移し、MOSFETの導通モードを変えるためにかかる時間です。従って、時間は Q_{GATE} に直接関係します。 Q_{GATE} は $R_{DS(ON)}$ が小さいMOSFETほど大きくなるため、このようなMOSFETを選択するとゲート電荷が増加してMOSFETが低速になるという逆効果が生じます。LTC1760の回復時間の規定は、フル電圧ではなくLOW_POWER イベントが発生する直前のレベルまで電圧が回復するのに要する時間を示すことに注意してください。

短絡が生じたときには、MOSFETの単一パルスの電流定格が重要になります。MOSFETは15msの過負荷に耐える必要があります。 $R_{DS(ON)}$ が小さいMOSFETや強力な熱放散能力を持つパッケージを使用するMOSFETは、高い耐サージ電流定格を持っています。パルス定格が小さすぎるMOSFETを使用すると、ヒューズのように瞬時に切れてオープン状態になります。通常、この故障は極めて急速に発生するので、外部の兆候は見られません。最悪の条件でのすべての放電パワーパスのサージ電流を測定し、制限値についてはMOSFETのデータシートを参照してください。最大電圧の電源と最大のバルク容量が最大のリスクになることがよくあります。特に、高電圧のACアダプタが接続されたACアダプタ・パス内のMOSFET、大きなバルク容量、ACアダプタとデバイス間の低抵抗のDCケーブルは、最も一般的な故障要因です。ACアダプタ・パスのテストを行う際には、製品のDC電源コードが

いた**正規のACアダプタのみ**を使用するようにしてください。このテストに実験用の電源を使用することは現実的ではなく、MOSFETの定格にオーバースペックを強いる可能性があります。バッテリー・パックには通常、ピーク電流を制限するのに十分な直列抵抗があります。つまり、電圧が低すぎるので各パワーパスのMOSFETに損害を与えるほどの瞬時電力を生成することはありません。

大きな負荷を持つ調整システム

負荷が大きすぎて単一バッテリーの調整に使用できないシステムでは、内蔵の較正機能をバイパスして単純に外部の調整用負荷に切り替えることが必要です。この作業を行うための便利な方法は、SMBusベースのLTC1623負荷スイッチ・コントローラを使用することです。図10を参照してください。

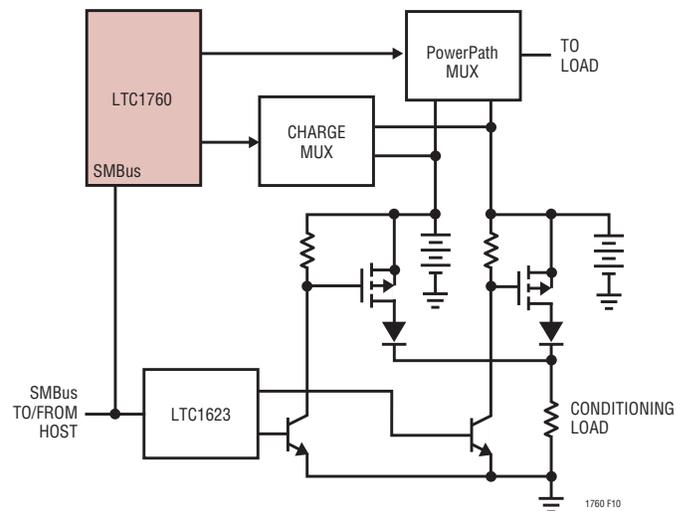


図10. 重負荷調整回路

独自の設定情報

このセクションでは、LTC1760の機能のいくつかを使用しないLTC1760の特別な設定法について説明します。これらの設定法は、LTC1760の動作に不利な影響を与えることなく、いかなる組み合わせでも選択することができます。このデータシートの最後にある標準的応用例を参照してください。

アプリケーション情報

A) 単一バッテリー構成

LTC1760を単一バッテリーに適用するように限定するには、バッテリー・スロットを以下のように変更します。

- 1) 放電パス内にあるFETを両方とも(Q5とQ6、またはQ7とQ8)除去します。
- 2) 充電パス内にあるFETを両方とも(Q3とQ4、またはQ9とQ10)除去します。
- 3) サーミスタ検出抵抗(R1AとR1B、またはR2AとR2B)を除去します。
- 4) デバイスのところでサーミスタの検出ライン(TH1AとTH1B、またはTH2AとTH2B)を一緒にまとめて短絡させます。
- 5) ダイオード(D2またはD3)を除去します。
- 6) 別途指定されない限り、LTC1760の未使用ピンはフローティングのままにしてください。

B) 短絡保護機能のない構成

- 1) R_{SC} を取り去って短絡します。

C) LOPWR保護機能のない構成

- 1) LOPWRに接続された抵抗R2とR3を除去し、LOPWRをV_{CC}ピンに接続します。

D) DCパスのない構成

負荷をサポートするためのパワーパス選択肢の1つであるDC入力を除去するには、次のようにします。

- 1) DCパス内のFETであるQ1とQ2の両方を除去します。
- 2) 別途指定されない限り、LTC1760の未使用ピンはフローティングのままにします。

E) 充電機能のない構成

バッテリー充電機能を永久にディスエーブルする場合は、次のようにします。

- 1) 充電パスに含まれるすべてのFET(Q3、Q4、Q9、Q10)を除去します。
- 2) スイッチングFETのQTGとQBG、ダイオードD1、およびインダクタL1を除去します。
- 3) ダイオードD2、D3、D4、コンデンサC4、C_{OUT}、および抵抗R11とR_{SENSE}を除去します。

- 4) C_{IN}コンデンサを0.1μFまで小さくします。

5) COMP1、V_{SET}、I_{TH}、I_{SET}、I_{LIMIT}、およびV_{LIMIT}の各ピンに接続されているすべての部品を除去します。

- 6) I_{LIMIT}とV_{LIMIT}ピンをGNDに短絡します。

7) R1、C1を除去し、CLPをDCINに短絡します。R_{CL}を短いトレースで置き換えます。

8) CSPをCSNに短絡しますが、この組み合わせはフローティングのままにします。

9) 別途指定されない限り、LTC1760の未使用ピンはフローティングのままにします。

F) DCパスも充電機能もない構成

LTC1760をバッテリー放電機能のみに限定するには、前述の2つの構成を融合させます。

- 1) C_{IN}を除去します。
- 2) DCDIVピンに接続されている抵抗を除去します。DCDIVピンを接地します。

PCBのレイアウトに関する検討事項

効率を最大限に高めるために、スイッチノードの立ち上がり時間と立ち下がり時間をできるだけ短くすることが必要です。電磁放射と高周波共振の問題を防ぐには、デバイスに接続される部品の適切なレイアウトが不可欠です。(図11参照。)以下のPCBレイアウトの優先順位リストは適切なレイアウトを実現するのに役立ちます。以下に示す順序に従ってPCBのレイアウトを進めてください。

1. 入力コンデンサは、スイッチングFETの電源端子とグランド端子のできるだけ近くに配置します。銅配線の長さはできるだけ短くします。これらの部品は同じ銅配線層に配置します。この接続にはビア孔は使用しないでください。

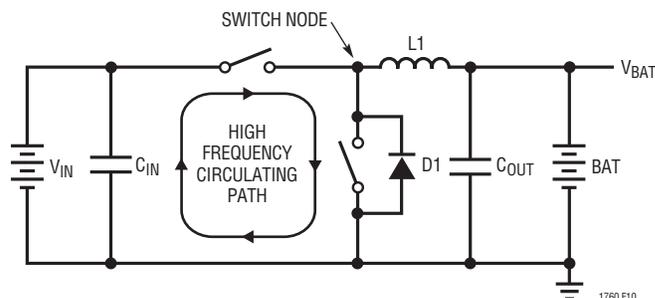


図11. 高速スイッチング・パス

アプリケーション情報

2. コントロール・デバイスはスイッチングFETのゲート端子の近くに配置する必要があります。クリーンなFETドライブのために、ゲート・ドライブ信号線は短くします。これにはスイッチングFETのソース・ピンに接続される、デバイスの電源ピンが含まれます。デバイスは上述の部分に対して、PCBの反対側に配置することができます。
3. インダクタ入力は、スイッチングFETの出力ピンにできるだけ近づけて配置します。このトレースの表面積を最小にします。トレース幅は電流を流すのに必要な最小幅にします。銅を敷き詰めないでください。多層配線を使った並列接続は避けてください。このノードと他のトレースやプレーンとの間に生じる容量を最小にしてください。
4. 出力電流検出抵抗はインダクタ出力に隣接させて配置しますが、その向きに注意して、この抵抗へのデバイスの電流検出フィードバック・トレースが長くならないようにします。これらのフィードバック・トレースは、同じ配線層上でまとめて常に一対にし、トレース同士の間隔をできるだけ小さくして配線する必要があります。これらのトレース上のフィルタ部品は、センス抵抗のところではなく、すべてデバイスに隣接させて配置します。
5. 出力コンデンサはセンス抵抗の出力とグラウンドに隣接させて配置します。
6. 出力コンデンサのグラウンドは、システム・グラウンドに戻す前に、入力コンデンサのグラウンドが接続されているのと同じ銅に接続する必要があります。

一般的ルール

7. スwitchング回路のグラウンドとシステム・グラウンドまたは内部グラウンド・プレーンとの接続は一点接続にします。システムに内部システム・グラウンド・プレーンが備わっている場合、この一点接続を行う良い方法は、ビアを単一のスター・ポイントにまとめて接続することです。
8. アナログ・グラウンドは、他のグラウンドに接続するよりも前にデバイスのグラウンド(存在すればアナログ・グラウンド・ピン)に戻すトレースとして配線します。システムのグラウンド・プレーンを使うことは避けてください。CADを使うときの工夫として、アナログ・グラウンドを他のグラウンドとは分離したネット状にし、 0Ω の抵抗を使ってアナログ・グラウンドをシステム・グラウンドに接続します。

9. 与えられた高電流パスに必要なビアのおおよその個数は、ビア1個あたり0.5Aとして計算します。この方法で一貫してビアの数を決定してください。

10. 可能ならば、上記のすべての部品を同じPCB層上に配置します。

11. 上記のルール3以外は、すべての電力経路の接続箇所を銅で敷き詰めるのは望ましいことです。多層の銅プレーンを並列に使うこともできます。これは、熱管理のため、および配線インダクタンスの低減によりEMI性能をさらに改善するために有効です。

12. 電流の設定に関して最高の精度を得るには、 R_{SENSE} からCSPおよびBATピンへ4線接続を行います。一例として図12を参照してください。

R_T 、CSP、およびBATの各ピンの寄生容量を最小に抑えることが重要です。これらのピンをそれぞれの抵抗に接続するトレースはできるだけ短くします。

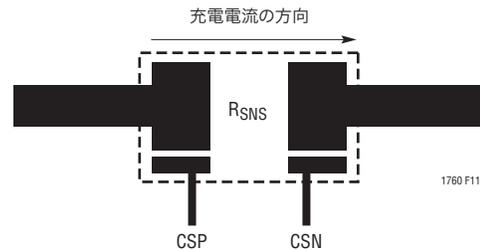
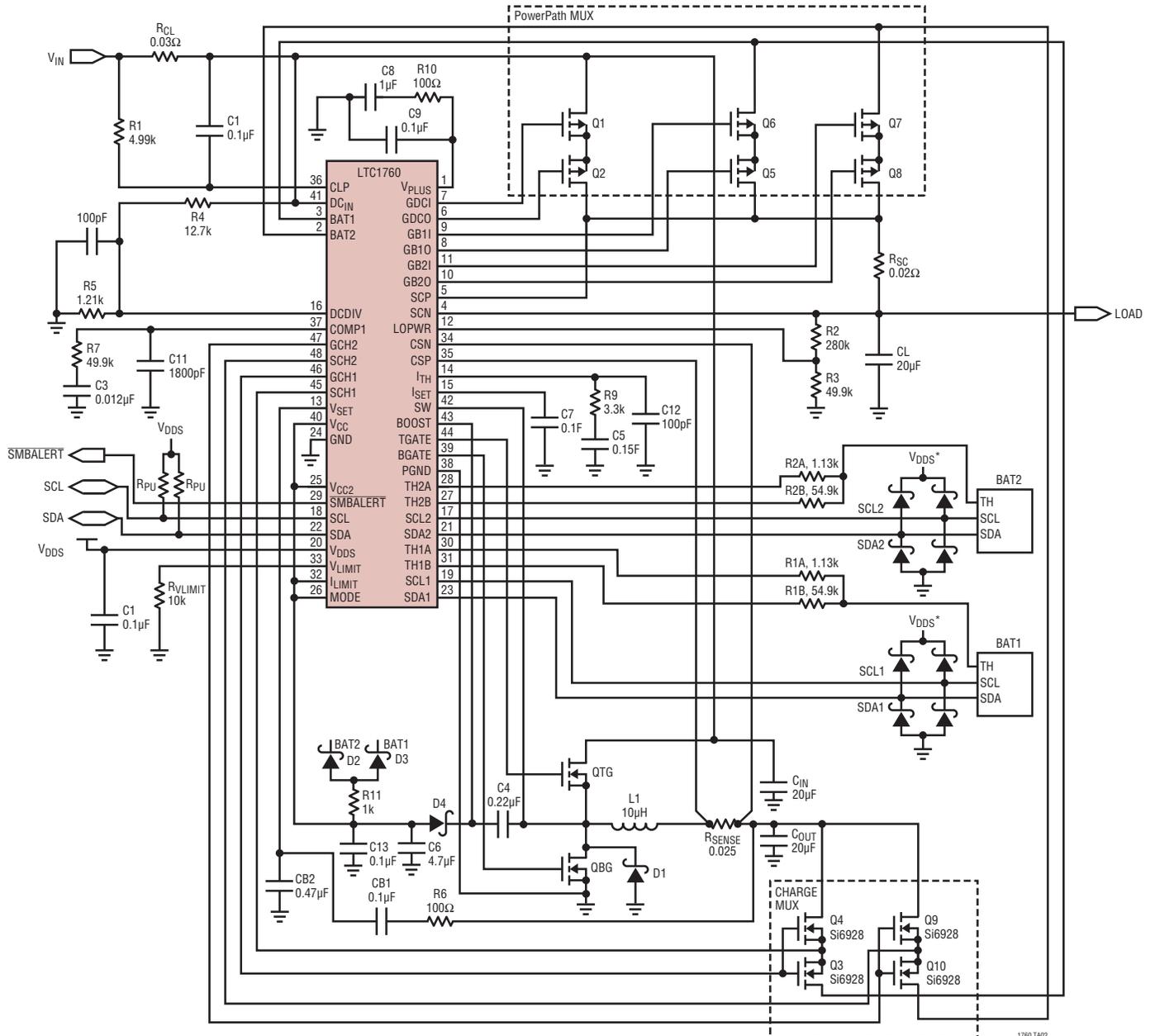


図12. 充電電流のケルビン検出

安全に関する重要注意事項

SMBus Charger V1.1の安全性確保のための条件をすべて満たし、超えるためにあらゆる努力が払われていますが、バッテリー・パックを過剰電流や過剰電圧から保護することはバッテリー・パック自体の責務です。LTC1760自体、安全なデバイスではありません。バッテリー自体の安全性の詳細についてはバッテリー・パックのメーカーにお問い合わせください。

標準的応用例



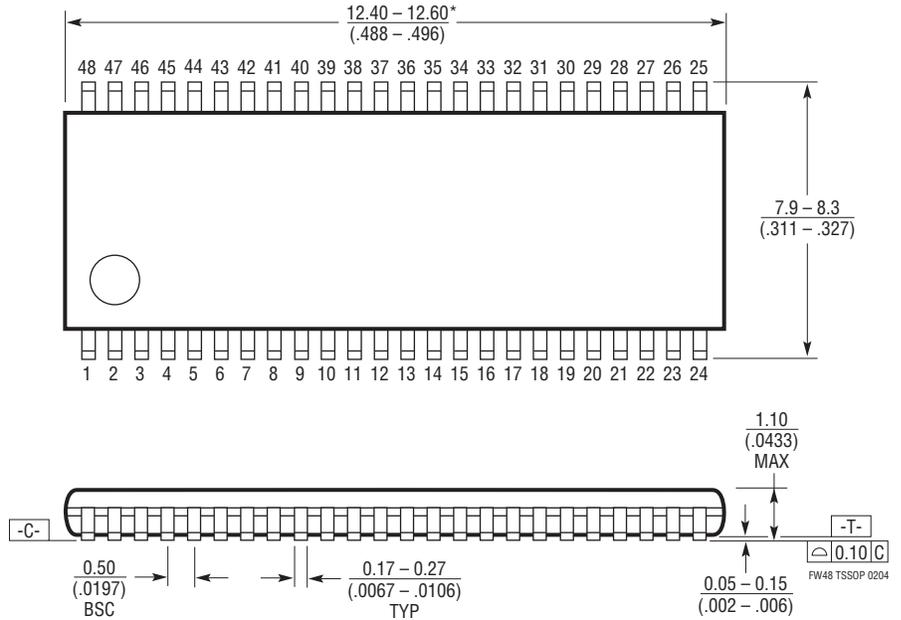
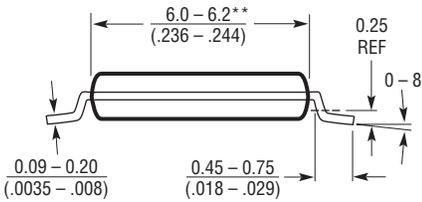
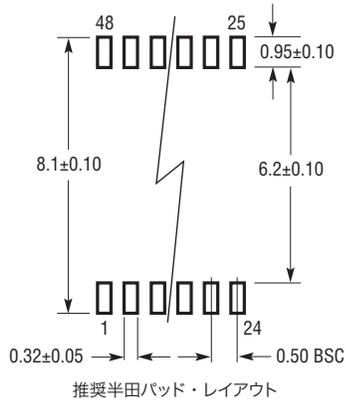
- D1: MBR130T3
 - D2, D3: BAT54A TYPE
 - D4: CMDSH3 TYPE
 - Q1, Q2, Q5, Q6, Q7, Q8: Si4925DY
 - Q3, Q4, Q9, Q10, QTG, QBG: FDS6912A
- * オプション : バッテリのホットスワップ保護用の ESD クランプ・ダイオード

1760 TA02

LTC1760

パッケージ

FW パッケージ 48ピン・プラスチックTSSOP(6.1mm) (Reference LTC DWG # 05-08-1651)



NOTE :

1. 標準寸法：ミリメートル

2. 寸法は ミリメートル
(インチ)

3. 図は実寸とは異なる

* 寸法にはモールドのバリを含まない

モールドのバリは各サイドで 0.152mm (0.006") を超えないこと

** 寸法にはリード間のバリを含まない

リード間のバリは各サイドで 0.254mm (0.010") を超えないこと

改訂履歴

REV	日付け	概要	ページ番号
A	04/11	Iグレード・デバイスを追加。データシート全体に反映。	1-48

LTC1760

関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1571	1.5A スイッチング・レギュレータ・バッテリー・チャージャ	スイッチング周波数:500kHzまたは200kHz、小規模回路用
LTC1733	サーマル・レギュレーション付きリチウムイオン・リニア・チャージャ	過熱しない、全て揃ったスタンドアロン・チャージャ
LT1769	2A スイッチング・レギュレータ・バッテリー・チャージャ	モノリシック、20ピンTSSOPおよび28ピンSSOPパッケージ
LTC1960	SPI インタフェース付き、デュアル・バッテリー・チャージャ/セレクタ	11ビットV _{DAC} 、電圧精度0.8%、10ビットI _{DAC} 、電流精度5%
LTC4006	小型、高効率、固定電圧のリチウムイオン・バッテリー・チャージャ	充電終了タイマ付き定電流/定電圧スイッチング・レギュレータ、ACアダプタ電流制限、SafetySignal センサ、小型16ピン・パッケージ
LTC4007	充電終了機能付き、電圧をプログラム可能な高効率バッテリー・チャージャ	3または4セル・リチウムイオン・バッテリー向けのチャージャ、ACアダプタ電流制限、SafetySignal センサ、インジケータ出力
LTC4008	電圧/電流をプログラム可能な高効率バッテリー・チャージャ	定電流/定電圧スイッチング・レギュレータ、抵抗による電圧/電流の設定、ACアダプタ電流制限、SafetySignal センサ
LTC4100	スマート・バッテリー・チャージャ・コントローラ	SMBus Rev 1.1 準拠