

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

概要

MAX1667は、任意の種類バッテリーを充電できる電力制御機能を提供します。全ての充電機能がIntel社のシステムマネジメントバス(SMBus™)インタフェースを通じて制御されています。SMBus 2線シリアルインタフェースは充電電圧及び電流を設定し、温度ステータス情報を提供します。MAX1667は、Duracell/Intelスマートバッテリー充電器仕様に適合するレベル2充電器として機能します。

MAX1667は、レベル2充電器に必要な機能の外にも、充電器に電源が供給された時又はバッテリーが着脱された時に、割込を発生してホストに知らせることができます。専用のステータスビットを使用して、充電器に十分な入力電圧があるか、バッテリーへの電圧又は電流が安定化されているかをホストからチェックできます。このため、ホストはバッテリーに情報要求することなく、リチウムイオン(Li+)バッテリーが完全に充電されたかどうかを判断することができます。

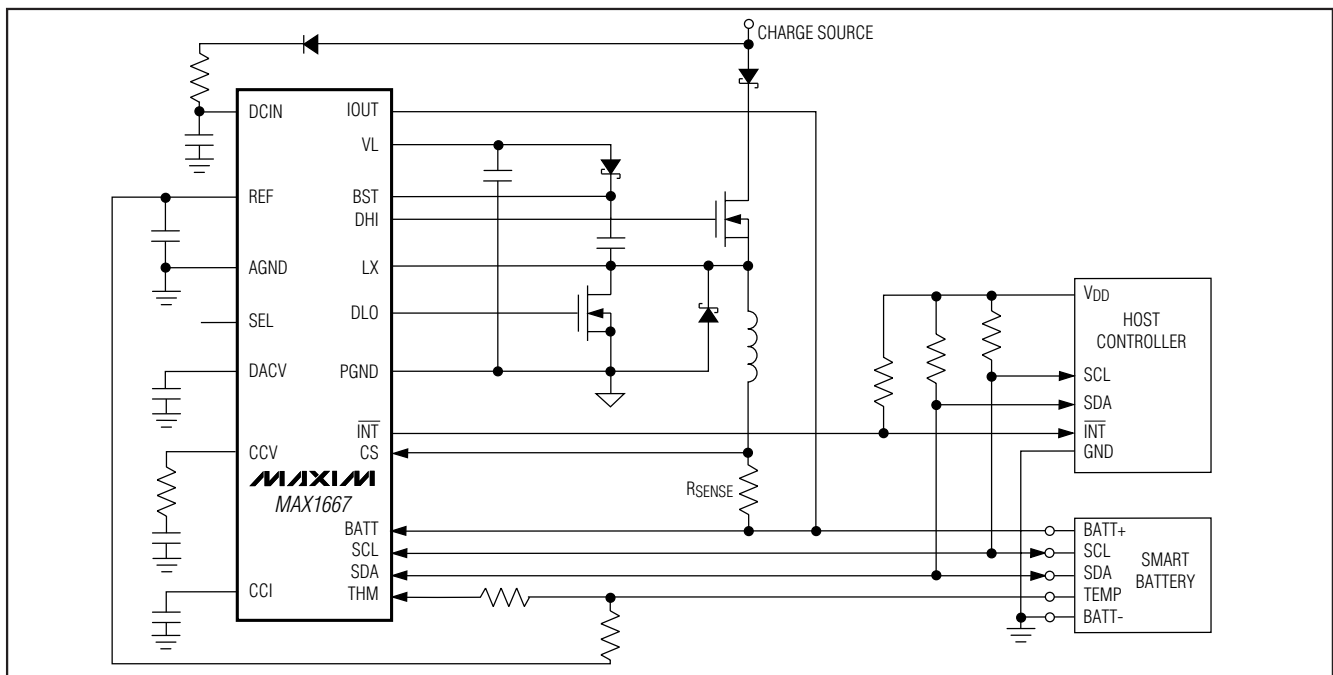
MAX1667は、高さ2mmの20ピンSSOPで提供されています。

アプリケーション

ノートブックコンピュータ 充電器ベースステーション
電子手帳 電話

ピン配置はデータシートの最後に記載されています。

標準動作回路



SMBusはIntel Corp.の商標です。

特長

- ◆ あらゆるバッテリーを充電：Li+、NiCd、NiMH、鉛等
- ◆ Intel SMBus 2線シリアルインタフェース
- ◆ Intel/Duracellレベル2スマートバッテリー規格 (Rev. 1.0)に適合
- ◆ 最大バッテリー充電電流：4A、3A又は1A
- ◆ 充電電流を5ビットで制御
- ◆ バッテリー電圧：最大18.4V
- ◆ 電圧を11ビットで制御
- ◆ 電圧精度：±1%
- ◆ 最大入力電圧：+28V
- ◆ バッテリーサーミスタ・フェイルセーフ保護
- ◆ 効率：95%以上
- ◆ 同期整流器

型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1667EAP	-40°C to +85°C	20 SSOP

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

DCIN to AGND	-0.3V to +30V	PGND to AGND	-0.3V to +0.3V
BST to AGND	-0.3V to +36V	SDA, INT Current	50mA
BST, DHI to LX	-0.3V to +6V	VL Current	50mA
LX, IOUT to AGND	-0.3V to +30V	Continuous Power Dissipation (TA = +70°C)	
THM, CCI, CCV, DACV, REF, DLO to AGND	-0.3V to (VL + 0.3V)	SSOP (derate 8mW/°C above +70°C)	640mW
VL, SEL, INT, SDA, SCL to AGND	-0.3V to +6V	Operating Temperature Range	-40°C to +85°C
BATT, CS+ to AGND	-0.3V to +20V	Storage Temperature Range	-60°C to +150°C
		Lead Temperature (soldering, 10sec)	+300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{DCIN} = 18V, internal reference, 1μF capacitor at REF, 1μF capacitor at VL, T_A = 0°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SUPPLY AND REFERENCE					
DCIN Input Voltage Range		7.5		28	V
DCIN Quiescent Current	7.5V < V _{DCIN} < 28V, logic inputs = VL		4	6	mA
VL Output Voltage	7.5V < V _{DCIN} < 28V, no load	5.15	5.4	5.65	V
VL Load Regulation	I _{LOAD} = 0 to 10mA			100	mV
VL AC_PRESENT Trip Point		3.20	4	5.15	V
REF Output Voltage	0 < I _{SOURCE} < 500μA	4.055	4.096	4.137	V
SWITCHING REGULATOR					
Oscillator Frequency	Not in dropout	200	250	300	kHz
DHI Maximum Duty Cycle	In dropout	96.5	97.7		%
DHI On-Resistance	High or low		4	7	Ω
DLO On-Resistance	High or low		5	8	Ω
BATT Input Current (Note 1)	VL < 3.2V, V _{BATT} = 12V		1	5	μA
	VL > 5.15V, V _{BATT} = 12V		350	500	
CS Input Current (Note 1)	VL < 3.2V, V _{CS} = 12V		1	5	μA
	VL > 5.15V, V _{CS} = 12V		170	400	
BATT, CS Input Voltage Range		0		19	V
CS to BATT Single-Count Current-Sense Voltage	ChargingCurrent() = 0x0080 (128mA)		5		mV
CS to BATT Full-Scale Current-Sense Voltage	SEL = VL (4A), ChargingCurrent() = 0x0F80 (3968mA)	145	160	175	mV
Voltage Accuracy	ChargingVoltage() = 0x3130 (12,592mV) and 0x41A0 (16,800mV)	T _A = +25°C	-0.8	0.8	%
		T _A = T _{MIN} to T _{MAX}	-1.0	1.0	
	ChargingVoltage() = 0x1060 (4192mV) and 0x20D0 (8400mV)	T _A = +25°C	-1.0	1.0	
		T _A = T _{MIN} to T _{MAX}	-3.0	3.0	

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{DCIN} = 18V$, internal reference, $1\mu F$ capacitor at REF, $1\mu F$ capacitor at VL, $T_A = 0^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
ERROR AMPLIFIERS						
GMV Amplifier Transconductance				1.4		mA/V
GMI Amplifier Transconductance				0.2		mA/V
GMV Amplifier Maximum Output Current				± 80		μA
GMI Amplifier Maximum Output Current				± 200		μA
CCV Clamp Voltage with Respect to CCI	$1.1V < V_{CCI} < 3.5V$		25	80	200	mV
CCI Clamp Voltage with Respect to CCV	$1.1V < V_{CCV} < 3.5V$		25	80	200	mV
TRIP POINTS AND LINEAR CURRENT SOURCES						
BATT POWER_FAIL Threshold	BATT rising		93	95	97	% of V_{DCIN}
BATT POWER_FAIL Threshold Hysteresis				1		% of V_{DCIN}
THM THERMISTOR_OR Overrange Trip Point	THM falling		89	91	93	% of V_{REF}
THM THERMISTOR_COLD Trip Point	THM falling		74	75.5	77	% of V_{REF}
THM THERMISTOR_HOT Trip Point	THM falling		22	23.5	25	% of V_{REF}
THM THERMISTOR_UR Underrange Trip Point	THM falling		3	4.5	6	% of V_{REF}
THM THERMISTOR_OR, _COLD, _HOT, _UR Trip Point Hysteresis				0.5		% of V_{DCIN}
IOUT Output Current	$V_{IOUT} = 0$	ChargingCurrent() = 0x0001 to 0x007F (127mA)	5	7	9	mA
		ChargingCurrent() = 0x0000			10	μA
	$V_{IOUT} = 17V$, ChargingCurrent() = 0x0001 to 0x007F (127mA)	5			mA	
IOUT Leakage Current	$V_{DCIN} = 0$, $V_{IOUT} = 20V$				10	μA
CURRENT- AND VOLTAGE-SETTING DACs						
CDAC Current-Setting DAC Resolution	Guaranteed monotonic		5			Bits
VDAC Voltage-Setting DAC Resolution	Guaranteed monotonic		11			Bits
LOGIC LEVELS						
SDA, SCL Input Voltage Low					0.8	V
SDA, SCL Input Voltage High			2.2			V
SDA, SCL Input Bias Current			-1		1	μA
SDA Output Low Sink Current	$V_{SDA} = 0.6V$		6			mA

Note 1: When DCIN is less than 4V, VL is less than 3.2V, causing the battery current to be typically $2\mu A$ (CS plus BATT input current).

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{DCIN} = 18V$, internal reference, $1\mu F$ capacitor at REF, $1\mu F$ capacitor at VL, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$. Limits over this temperature range are guaranteed by design.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SUPPLY AND REFERENCE					
DCIN Quiescent Current	$7.5V < V_{DCIN} < 28V$, logic inputs = VL		4	6	mA
VL Output Voltage	$7.5V < V_{DCIN} < 28V$, no load	5.15	5.4	5.65	V
REF Output Voltage	$0 < I_{SOURCE} < 500\mu A$	4.055		4.137	V
SWITCHING REGULATOR					
Oscillator Frequency	Not in dropout	200	250	310	kHz
DHI Maximum Duty Cycle	In dropout	96.5			%
DHI On-Resistance	High or low		4	7	Ω
DLO On-Resistance	High or low		5	8	Ω
BATT Input Current (Note 1)	$VL < 3.2V$, $V_{BATT} = 12V$			5	μA
CS Input Current (Note 1)	$VL < 3.2V$, $V_{CS} = 12V$			5	μA
CS to BATT Full-Scale Current-Sense Voltage	$V_{SEL} = VL$, ChargingCurrent() = 0x0F80 (128mA)	145	160	175	mV
Voltage Accuracy	ChargingVoltage() = 0x3130 (12,592mV), ChargingVoltage() = 0x41A0 (16,800mV)	-1.0		1.0	%
	ChargingVoltage() = 0x1060 (4192mV), ChargingVoltage() = 0x20D0 (8400mV)	-3.0		3.0	
TRIP POINTS AND LINEAR CURRENT SOURCES					
THM THERMISTOR_OR Overrange Trip Point	THM falling	88.5		93.5	% of V_{REF}
THM THERMISTOR_COLD Trip Point	THM falling	73.5		77.5	% of V_{REF}
THM THERMISTOR_HOT Trip Point	THM falling	21.5		25.5	% of V_{REF}
THM THERMISTOR_UR Underrange Trip Point	THM falling	2.5		6.5	% of V_{REF}
THM THERMISTOR_OR, _COLD, _HOT, _UR Trip Point Hysteresis			1		%
LOGIC LEVELS					
SDA, SCL Input Voltage Low				0.5	V
SDA, SCL Input Voltage High		2.2			V
SDA, SCL Input Bias Current		-1		1	μA
SDA Output Low Sink Current	$V_{SDA} = 0.6V$	6			mA

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

TIMING CHARACTERISTICS (Figures 1 and 2)

($T_A = 0^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SCL Serial-Clock High Period	t_{HIGH}		4			μs
SCL Serial-Clock Low Period	t_{LOW}		4.7			μs
Start-Condition Setup Time	$t_{\text{SU:STA}}$		4.7			μs
Start-Condition Hold Time	$t_{\text{HD:STA}}$		4			μs
SDA Valid to SCL Rising-Edge Setup Time, Slave Clocking in Data	$t_{\text{SU:DAT}}$		250			ns
SCL Falling Edge to SDA Transition	$t_{\text{HD:DAT}}$		0			ns
SCL Falling Edge to SDA Valid, Master Clocking in Data	t_{DV}				1	μs

TIMING CHARACTERISTICS (Figures 1 and 2)

($T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$, unless otherwise noted. Limits over this temperature range are guaranteed by design.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SCL Serial-Clock High Period	t_{HIGH}		4			μs
SCL Serial-Clock Low Period	t_{LOW}		4.7			μs
Start-Condition Setup Time	$t_{\text{SU:STA}}$		4.7			μs
Start-Condition Hold Time	$t_{\text{HD:STA}}$		4			μs
SDA Valid to SCL Rising-Edge Setup Time, Slave Clocking in Data	$t_{\text{SU:DAT}}$		250			ns
SCL Falling Edge to SDA Transition	$t_{\text{HD:DAT}}$		0			ns
SCL Falling Edge to SDA Valid, Master Clocking in Data	t_{DV}				1	μs

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

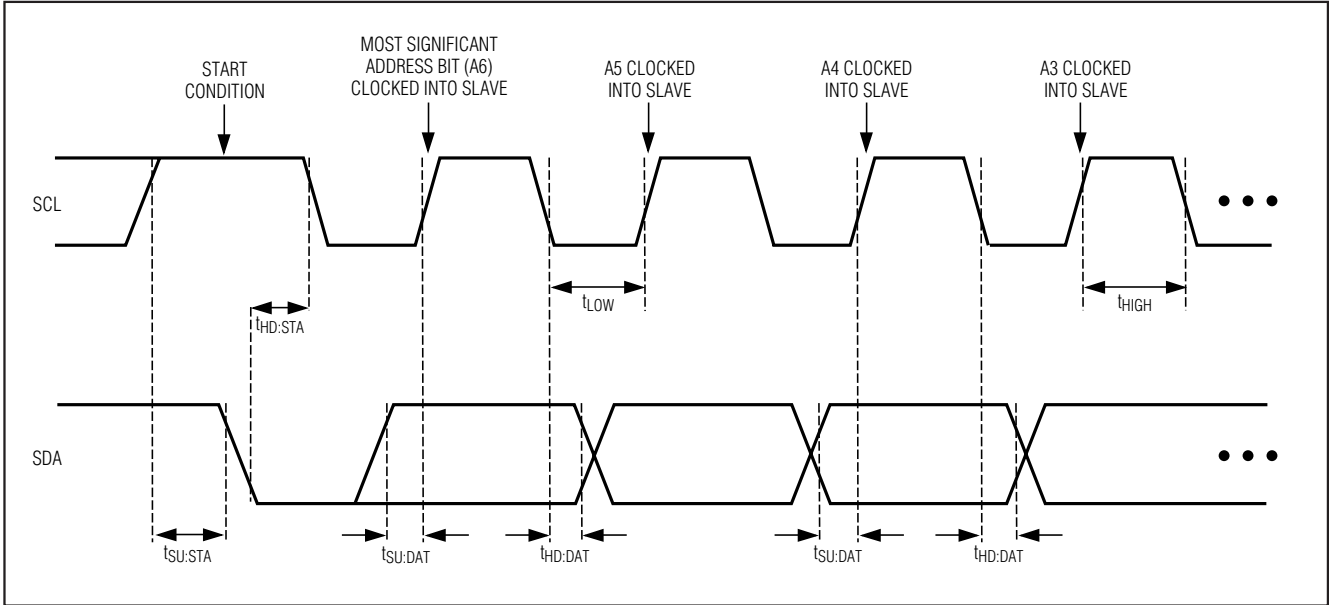


図1. SMBusシリアルインタフェータイミング: アドレス

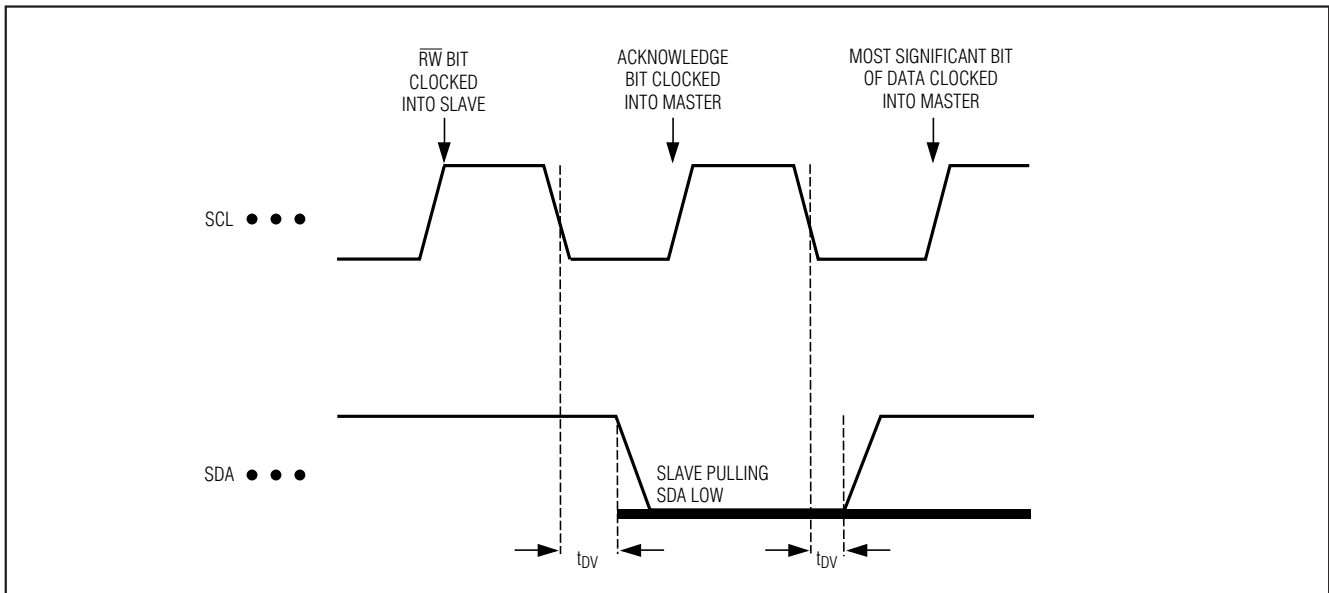


図2. SMBusシリアルインタフェータイミング: アクノレジ

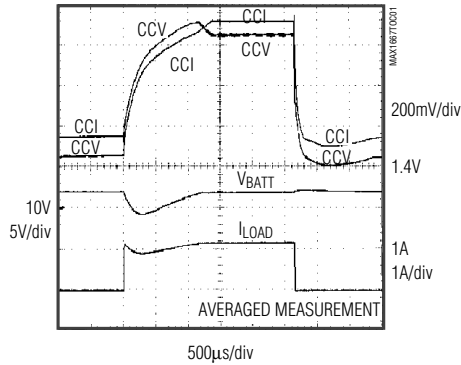
あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

標準動作特性

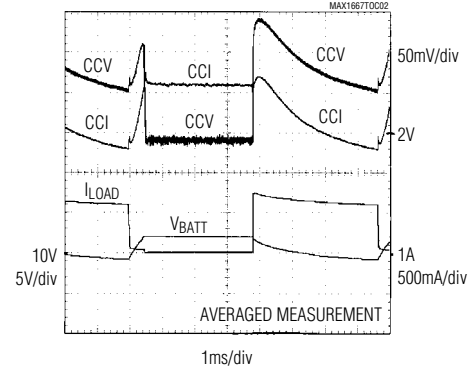
((Circuit of Figure 7, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

**LOAD TRANSIENT
(VOLTAGE REGULATION WITH CURRENT LIMIT)**



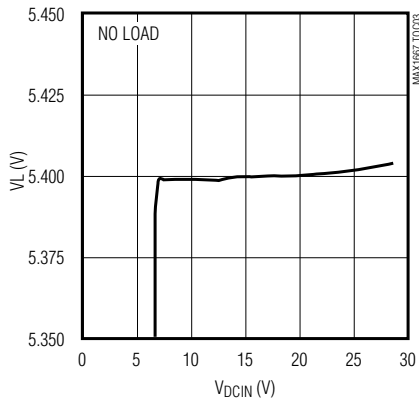
$V_{DCIN} = 18\text{V}$
ChargingVoltage() = 12,000mV
ChargingCurrent() = 1500mA

**LOAD TRANSIENT
(WITH CHANGE IN REGULATION LOOP)**

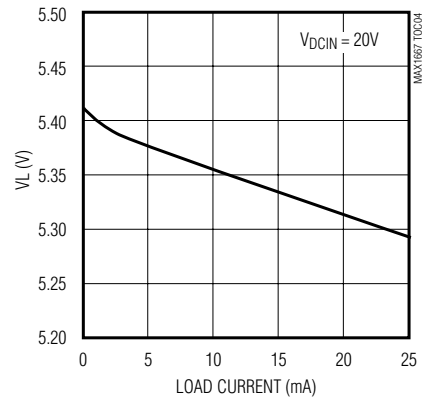


$V_{DCIN} = 18\text{V}$
ChargingVoltage() = 12,000mV
ChargingCurrent() = 1500mA

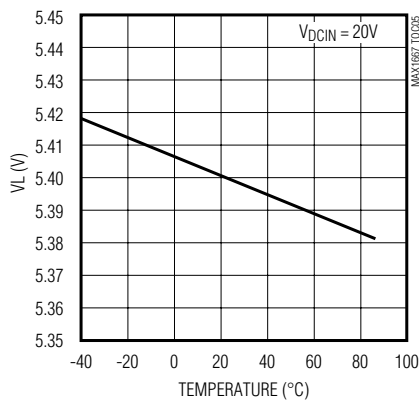
VL LINE REGULATION



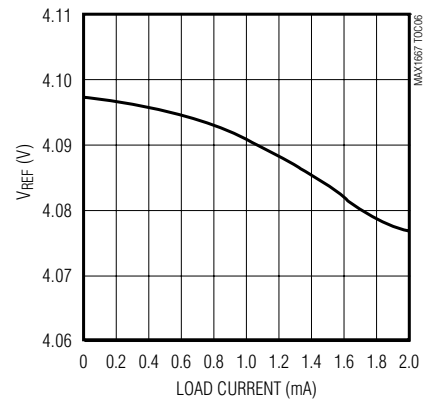
VL LOAD REGULATION



VL vs. TEMPERATURE



V_REF LOAD REGULATION

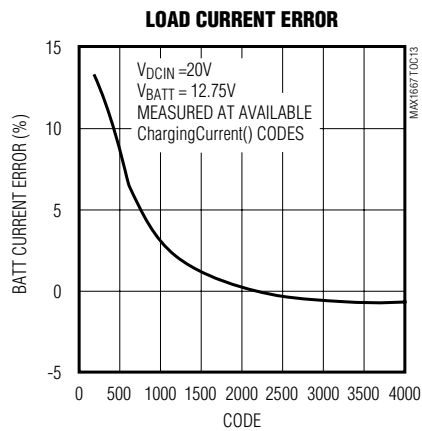
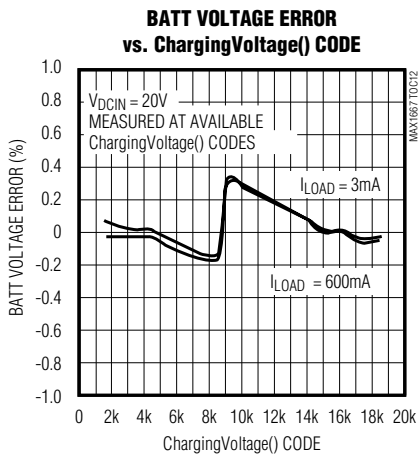
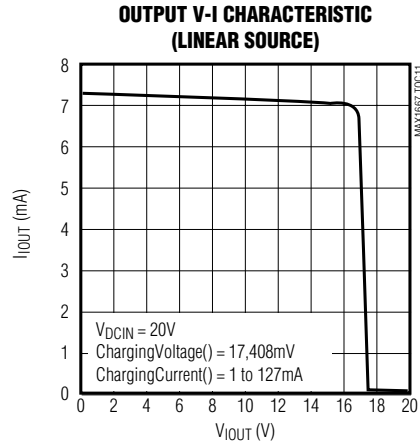
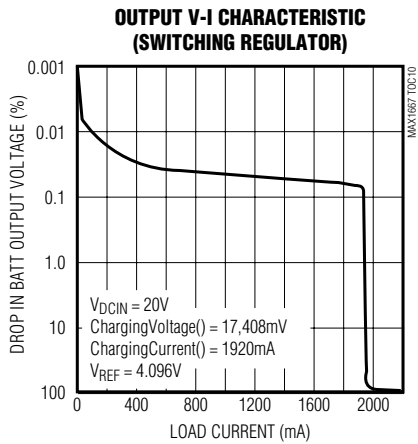
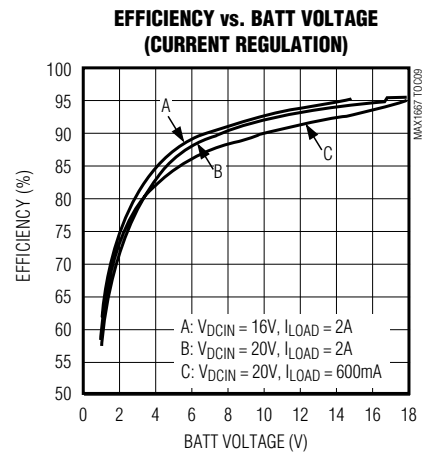
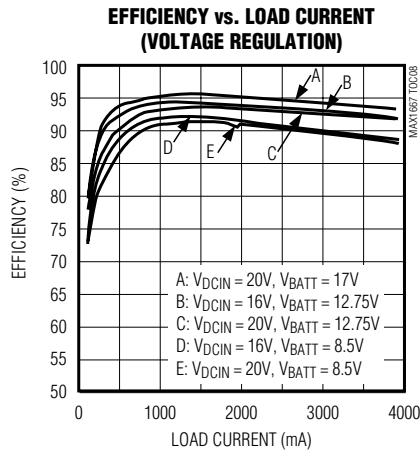
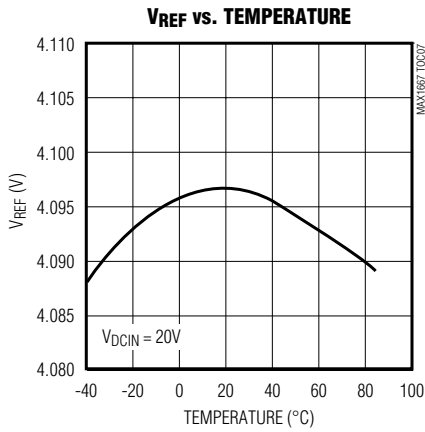


あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

標準動作特性(続き)

(Circuit of Figure 7, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)



あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

端子説明

端子	名称	機能
1	IOUT	リニア電流ソース出力
2	DCIN	充電器駆動用入力電圧
3	VL	IC電源。DCINからの5.4Vリニアレギュレータ出力。
4	CCV	電圧レギュレーションループ補償ポイント
5	CCI	電流レギュレーションループ補償ポイント
6	SEL	電流範囲セクタ。SELをVLに接続するとフルスケール電流が4A、SELをオープンにするとフルスケール電流が3A、SELをAGNDに接続するとフルスケール電流が1Aになります。
7	CS	電流検出正入力
8	BATT	バッテリー電圧入力及び電流検出負入力
9	REF	+4.096Vリファレンス電圧出力又は外部リファレンス入力
10	AGND	アナロググランド
11	\overline{INT}	オープンドレイン割込出力
12	THM	サーミスタ検出電圧入力
13	SCL	シリアルクロック(外部プルアップ抵抗が必要)
14	SDA	シリアルデータ(外部プルアップ抵抗が必要)
15	DACV	電圧DAC出力フィルタリングポイント
16	PGND	電源グランド
17	DLO	ローサイドパワー-MOSFETドライバ出力
18	DHI	ハイサイドパワー-MOSFETドライバ出力
19	LX	ハイサイドパワー-MOSFETドライバの電源接続
20	BST	ハイサイドパワー-MOSFETドライバの電源接続

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

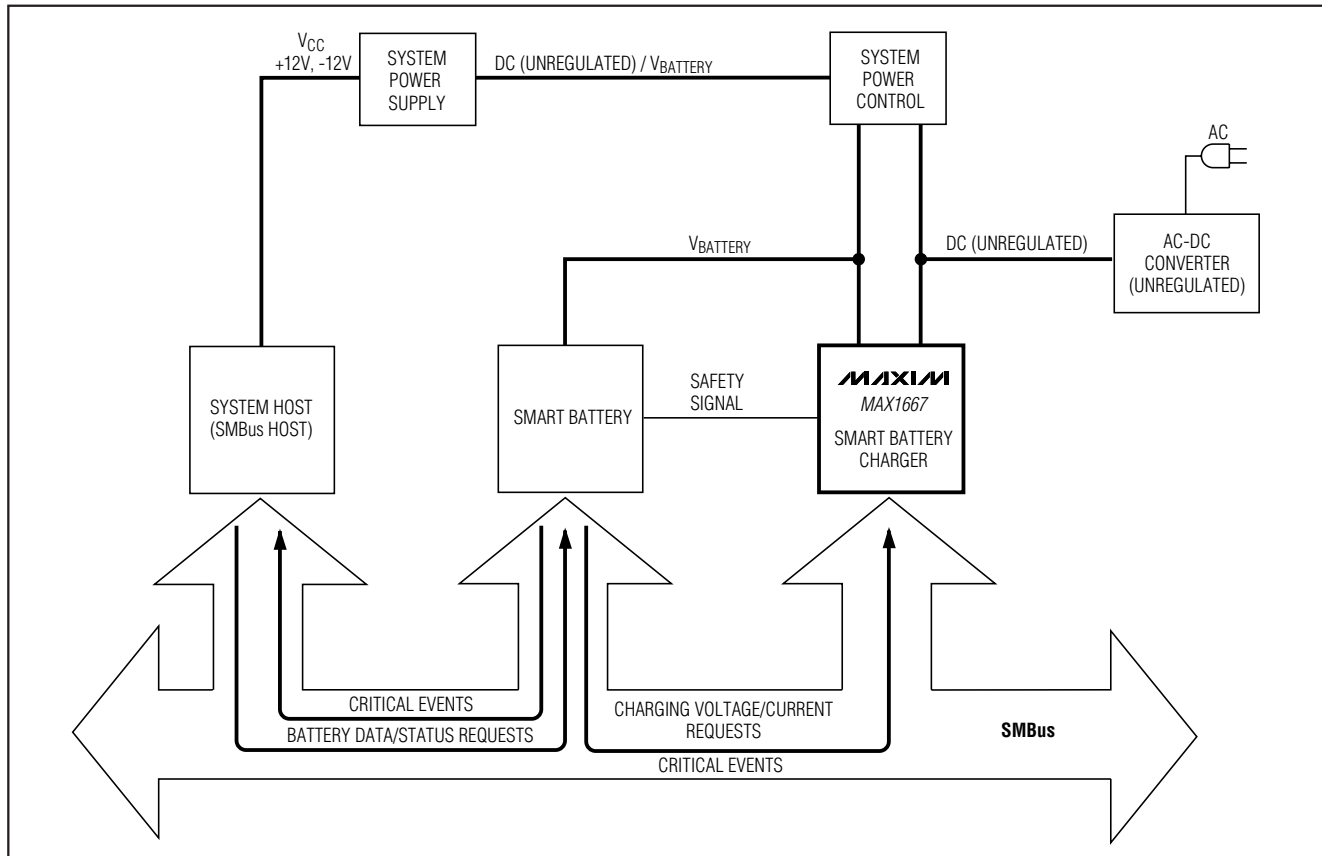


図3. 標準的なシングルスマートバッテリーシステム

スマートバッテリー充電システム

最も単純な構成のスマートバッテリー充電システムは、スマートバッテリー及びIntel社のシステムマネジメントバス(SMBus)を採用したスマートバッテリーシステム規格とコンパチブルなスマートバッテリー充電器からなっています。

スマートバッテリーシステムのブロック図

1つのシステムに1つ以上のスマートバッテリーを使用できます。図3に示すスマートバッテリー充電システムではシングルバッテリーシステムになっています。これはノートブックコンピュータ、ビデオカメラ、携帯電話及びその他のポータブル電子機器で通常見られる形です。

2つ以上のスマートバッテリーを使用したシステムも可能です。複数のバッテリーを使用したシステムのダイアグラムを図4に示します。バッテリーをスマートバッテリー充電器又はシステムに接続するか、切り離すためにスマートバッテリーセレクタを使用できます。標準的なスマートバッテリーの場合、電源(バッテリーの正及び

負端子)、SMBus(クロック及びデータ)及び安全信号(抵抗、通常は温度に依存)を接続する必要があります。さらにシステムホストがシステム内の全てののバッテリーの状態を表示できるように、システム内の任意のバッテリーにクエリーできることが必要です。

図4は、2バッテリーシステムでバッテリー2が充電中で、バッテリー1がシステムを駆動している場合を示しています。この構成はバッテリー1をコンディショニングして、充電の前に完全放電するために使用できます。

スマートバッテリー充電器のタイプ

レベル2及びレベル3という、2つのタイプのスマートバッテリー充電器が定義されています。全てのスマートバッテリー充電器はSMBusを使ってスマートバッテリーと通信します。この2つのタイプは、SMBus通信モードが異なり、またスマートバッテリーの充電アルゴリズムを修正するかどうかどうかが異なっています(表1参照)。レベル3スマートバッテリー充電器はレベル2充電器のスーパーセットになっているため、レベル2充電器の全てのコマンドをサポートします。

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

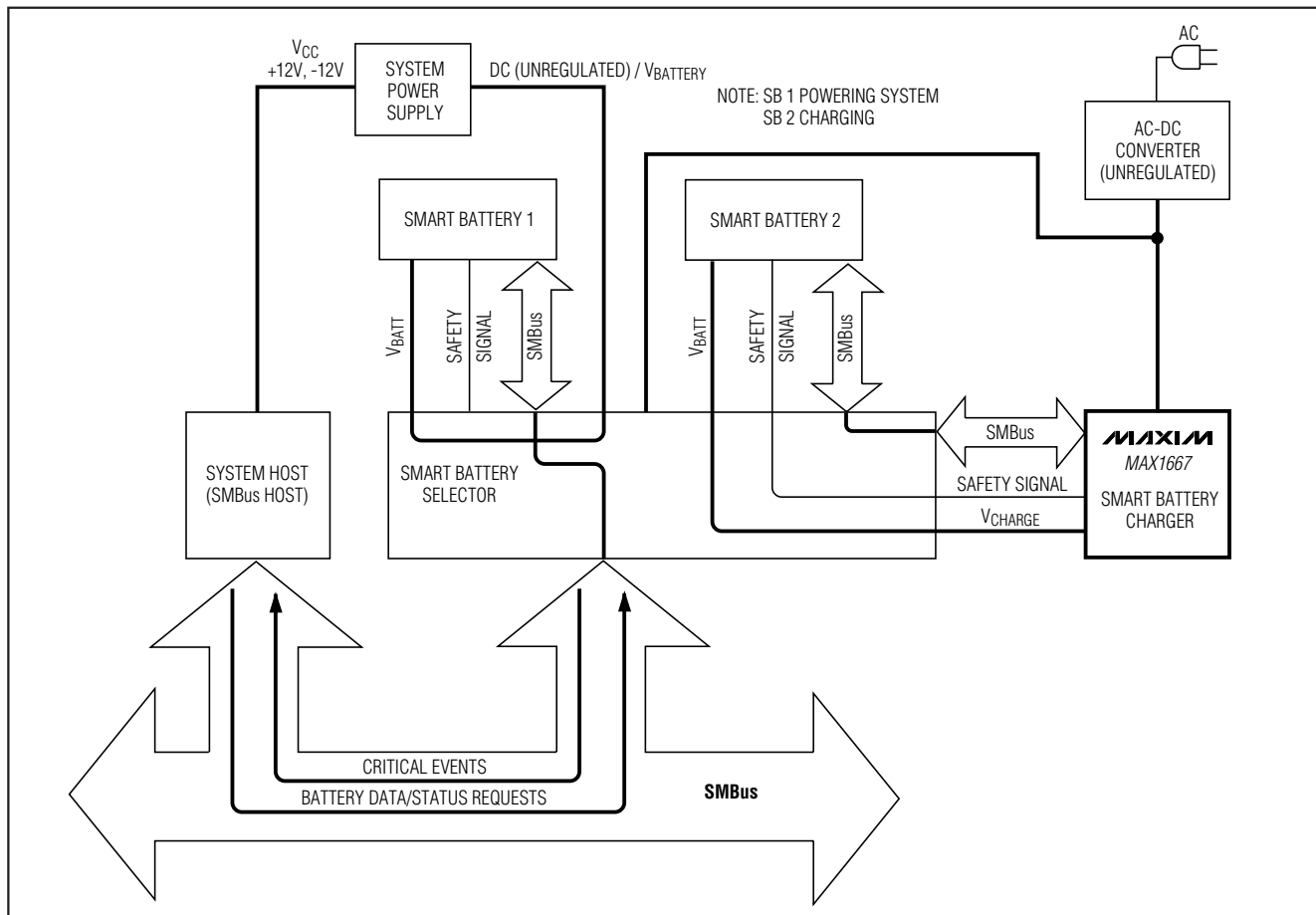


図4. 標準的な複数スマートバッテリーシステム

表1. SMBusモード及び充電アルゴリズム
ソースによる充電器のタイプ分け

SMBus MODE	CHARGE ALGORITHM SOURCE	
	Battery	Modified from Battery
Slave Only	Level 2	Level 3
Slave/Master	Level 3	Level 3

注記：レベル1スマートバッテリー充電器は、バージョン0.95a規格で定義されています。これらの充電器は、SMBusの充電完了メッセージを正しく解釈して過充電を最小限にすることができますが、真にあらゆるバッテリー種に対応する充電はできません。スマートバッテリー充電器規格ではもうこれらの充電器を定義しておらず、これらは本規格及び将来のスマートバッテリー充電器規格には適合しないことが明示されています。

レベル2スマートバッテリー充電器

レベル2(「スマートバッテリー制御」スマートバッテリー充電器)はスマートバッテリーの重要な警報メッセージを解釈し、スマートバッテリーから送ってくるCharging Voltage()及びChargingCurrent()メッセージに回答するSMBusスレーブデバイスとして動作します。充電器は、バッテリーから受け取ったメッセージに直接従属的に応答して、それ自身の出力特性を調節します。レベル2充電においては、通信を開始して充電アルゴリズムを充電器に提供する役目はスマートバッテリーが全面的に担っています。スマートバッテリーはそれ自身に対してどのような充電が最適であるかを一番よく知っています。バッテリー内の充電アルゴリズムは静的な充電条件を要求する場合も、その時の必要性に合わせて定期的にスマートバッテリー充電器の出力を調節する場合があります。レベル2スマートバッテリー充電器は、真にあらゆるバッテリー種に対応しています。また、スマートバッテリースレーブデバイスのみとして定義されているために比較的安価で使いやすくなっています。

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

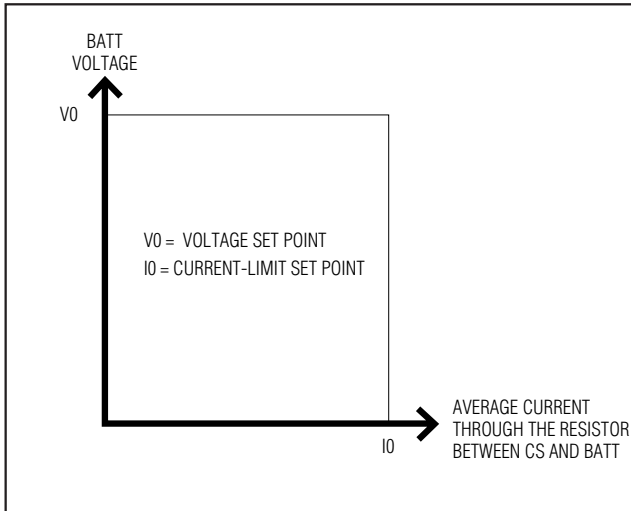


図5. 出力V-I特性

詳細

出力特性

MAX1667は、電圧レギュレーションループ及び電流レギュレーションループの両方を備えています。これらのループは、互いに独立して動作します。電圧レギュレーションループはBATTを監視して、電圧が電圧設定値(V0)を決して超えないようにします。電流レギュレーションループはBATTに供給される電流を監視して、この電流が電流リミット設定点(I0)を決して超えないようにします。BATT電圧がV0よりも低い間は、電流レギュレーションループによって支配されます。BATT電圧がV0に達すると、電流ループによりレギュレーションが停止され、電圧レギュレーションループが取って代わります。図5に、BATTピンのV-I特性を示します。

V0及びI0の設定

MAX1667の電圧及び電流リミット設定点は、Intel SMBus 2線シリアルインタフェースを使用して設定して下さい。MAX1667のロジックは、SMBusインタフェースからのシリアルデータストリームを解釈して内部デジタルアナログコンバータ(DAC)を適切に設定します。V0とI0のパワーオンリセット値はそれぞれ18.4V及び7mAです。詳細については「デジタル部」を参照して下さい。

アナログ部

MAX1667のアナログ部は、電流モードパルス幅変調(PWM)コントローラ及び2つのトランスコンダクタンスエラーアンプ(電流レギュレーション用と電圧レギュレーション用)から構成されています。MAX1667は、電流と電圧レベルを設定するためにDACを利用しています。これらのDACは、SMBusインタフェースを通じて制御

されています。電圧と電流の制御に独立のアンプを使用しているため、いずれの制御ループも各々の状態における最適の安定性と応答を得るために個別に補償できます。

MAX1667が任意の時点で電圧を制御しているか電流を制御しているかは、バッテリーの状態に依存します。バッテリーが放電された状態の場合は、MAX1667の出力が電圧リミットよりも前に電流レギュレーションリミットに達するため、電流のレギュレーションが行われます。バッテリーが充電されてくると電圧が上昇して電圧リミットに達し、充電器はその時点で電圧レギュレーションに移行します。電流レギュレーションから電圧レギュレーションへの遷移は充電器によって行われるため、ホストによる制御の必要はありません。図6にMAX1667のブロック図を示します。

電圧制御

内部GMVアンプがMAX1667の出力電圧を制御します。アンプの非反転入力における電圧は、11ビットDACによって設定されます。一方このDACは、SMBusのChargingVoltage()コマンドによって制御されます(詳細については「デジタル部」を参照)。バッテリー電圧は、5:1の抵抗分圧器を通じてGMVアンプに供給されます。設定電圧は0~18.416V(分解能は16mV)の範囲になります。これにより、最大4つの直列Li+セルを充電できます。

GMVアンプの出力は、CCVピンに接続されています。このピンは、電圧レギュレーションループを補償します。通常、直列抵抗/コンデンサの組み合わせを使用して、ポール・ゼロ・ダブルットを形成できます。ここで導入されたポールにより、利得は低周波数でロールオフし始めます。このダブルットのゼロは、中周波数で十分なAC利得を提供します。次に、出力コンデンサが中周波数利得を1以下にロールオフすることにより、出力コンデンサの等価直列抵抗(ESR)によって導入されたゼロに出会う前に安定性を保証します。GMVアンプの出力は、内部でREFの電圧の1/4~1/3の間にクランプされています。

電流制御

内部リニア電流ソースとPWMレギュレータは、バッテリー充電電流を制御します。電流が0に設定されていると、電圧レギュレータはオンになっていても電流を供給できません。電流設定が1mA~127mAの時にリニア電流ソースがターンオンして、トリクル充電用として最大7mAを供給します。電流設定が127mA以上の場合、リニア電流ソースはディセーブルされ、充電電流は5ビット電流制御DACで設定されたスイッチングレギュレータによって提供されます。

GMIアンプの非反転入力には4:1抵抗電圧分圧器によって駆動され、この分圧器は5ビットDACによって駆動され

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

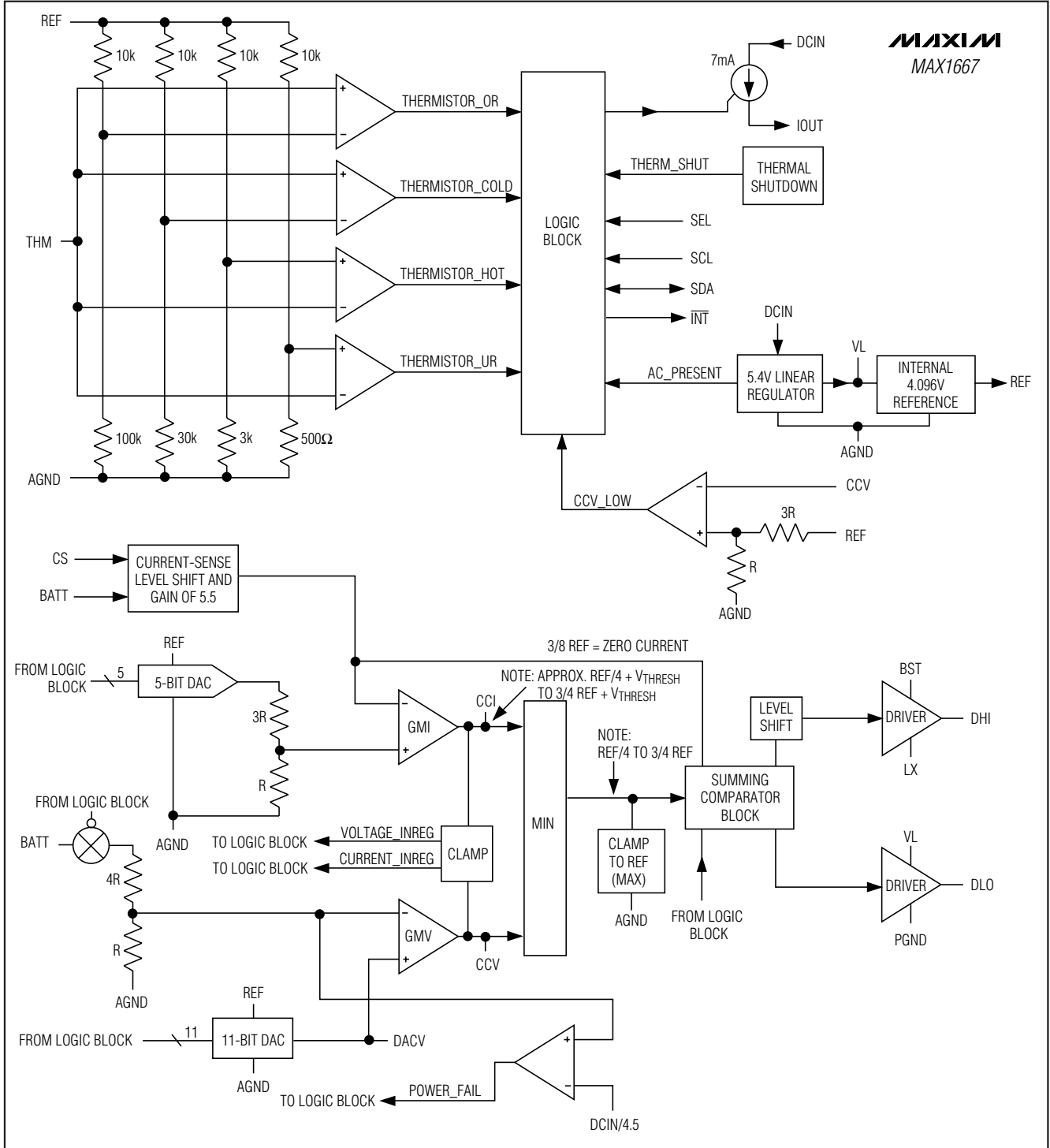


図6. ファンクションダイアグラム

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

ます。内部リファレンスは4.096Vであるため、この入力フルスケールが約1.0V、分解能が31mVです。電流検出アンプにより、GMIアンプの反転入力駆動されます。これは電流検出抵抗(R_{SEN})の両端の電圧(CSとBATTピンの間)を測定し、それを約5.45倍に増幅し、グランドにレベルシフトします。フルスケール電流は約 $0.16V/R_{SEN}$ で、分解能は $5mV/R_{SEN}$ となっています。

電流レギュレーションループは、CCIピンにコンデンサを付加することにより補償されます。このコンデンサにより、電流フィードバックループの主ポールが設定されます。GMIアンプの出力は、REFの電圧の1/4~1/3の間にクランプされています。電流が安定化状態にある場合、CCV電圧はCCI電圧から80mV以内にクランプされます。このようにして、DAC電圧設定の更新時にバッテリー電圧がオーバーシュートするのを防ぎます。電圧が安定化状態で電流が電流DAC設定から外れている時は、この逆が成り立ちます。CCI又はCCVの直線範囲は約1.5V~3.5V(つまり約2V)であるため、クランプが80mVであれば、ループが電圧と電流の間で切り替わるときのオーバーシュートはほぼ無視できます。

PWMコントローラ

バッテリー電圧又は電流は、電流モード、PWM DC-DCコンバータコントローラによって制御されます。このコントローラにより、2つの外部NチャネルMOSFETが駆動されます。これらのMOSFETが入力ソースからの電圧をスイッチングします。スイッチングされたこの電圧がインダクタに供給され、インダクタはスイッチングされた矩形波をフィルタリングします。このコントローラは、スイッチングされた電圧のパルス幅を設定することによって、希望の電圧又は電流をバッテリーに供給します。

PWMコントローラの心臓部は、複数入力コンパレータです。このコンパレータは、3つの入力信号の総和を求めてスイッチングされた信号のパルス幅を決め、それによってバッテリー電圧又は電流を設定します。この3つの信号は、電流検出アンプの出力、GMV又はGMIエラーアンプの出力及びスロープ補償信号(コントローラの内部電流制御ループの安定性を保証)です。

PWMコンパレータは、電流検出アンプの出力をGMVアンプ又はGMIアンプのどちらか低い方の出力電圧(エラー電圧)と比較します。この電流モードフィードバックは、スイッチングされた電圧のデューティレシオを修正し、これによりピークバッテリー電流を調節してエラー電圧に比例するようにします。平均バッテリー電流はピーク電流にほぼ等しいため、コントローラはトランスコンダクタンスアンプとして作動し、インダクタが出力インダクタとバッテリーの寄生容量によって形成される出力フィルタLCに及ぼす影響を低減します。これにより、出力フィルタが複雑な二次RLCから一次RCに変わるため、回路を安定させるのが容易になります。内部電流制御ループの安定性を維持するため、

スロープ補償信号もコンパレータに供給されます。これにより、デューティレシオが50%以上の時のパルス幅の不安定性を抑えます。

重負荷時におけるPWMコントローラは、固定周波数でスイッチングし、デューティサイクルを変調することによりバッテリー電圧又は電流を制御します。軽負荷時にインダクタを流れる電流は、電流が同期整流器を通じて負になるのを防ぐには十分ではありません(図7、M2)。コントローラは、検出抵抗 R_{SEN} を通じて電流を監視します。電流がゼロに落ちると、同期整流器がターンオフして負の電流が流れないようにします。

MOSFETドライバ

MAX1667は、外部NチャネルMOSFETドライバを駆動してバッテリー電圧又は電流のレギュレーションを行います。ハイサイドNチャネルMOSFETのゲートは、入力ソース電圧よりも高い電圧まで駆動されなければならないため、この電圧を発生するためにチャージポンプが使用されます。同期整流器がターンオンすると、コンデンサC7(図7)はD2を通じて約5Vまで充電されます。C7の片側はLXピン(M1のソース)に接続されているため、ハイサイドMOSFETがターンオンするとハイサイドドライバ(DHI)はBSTの電圧までゲートを駆動できます(BSTは、入力電圧よりも高くなっています)。

同期整流器がオンの間にBSTコンデンサを充電するため、ダイオードが完全に同期整流器に取って代わることはできません。同期整流器がないとBSTコンデンサが完全に充電されず、ハイサイドMOSFETがターンオンするために十分なゲート駆動電圧が得られない可能性があります。しかし、BSTを確実に充電するために、同期整流器を小さなMOSFET(2N7002等)で置き換えることはできます。この場合、大電流時の電流の殆どは同期整流器ではなくショットキダイオードを通ります。

内部レギュレータ及びリファレンス

MAX1667は、内部低ドロップアウトリニアレギュレータを使用して5.4V電源(VL)を生成し、この電源がICの内部回路を駆動します。VLによって、最大20mAまでの電流を供給することができます。このうち10mA弱が内部回路を駆動するために使用されますが、残りの電流は外部回路を駆動するために使用できます。MOSFETを駆動する電流はこの電源から与えられます。このため、引き出せる電力の算出にはこのことを考慮する必要があります。MOSFETを駆動するために必要な電流を計算するには、各MOSFETの全ゲートチャージにスイッチング周波数(標準250kHz)を掛けて下さい。VLの安定性を確保するため、VLピンを $1\mu F$ 以上のコンデンサでバイパスして下さい。

MAX1667は、高精度4.096Vリファレンス電圧を内蔵しています。これにより電圧設定精度 $\pm 1\%$ (max)が保証されます。リファレンスは、 $1\mu F$ 以上のコンデンサでバイパスして下さい。

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

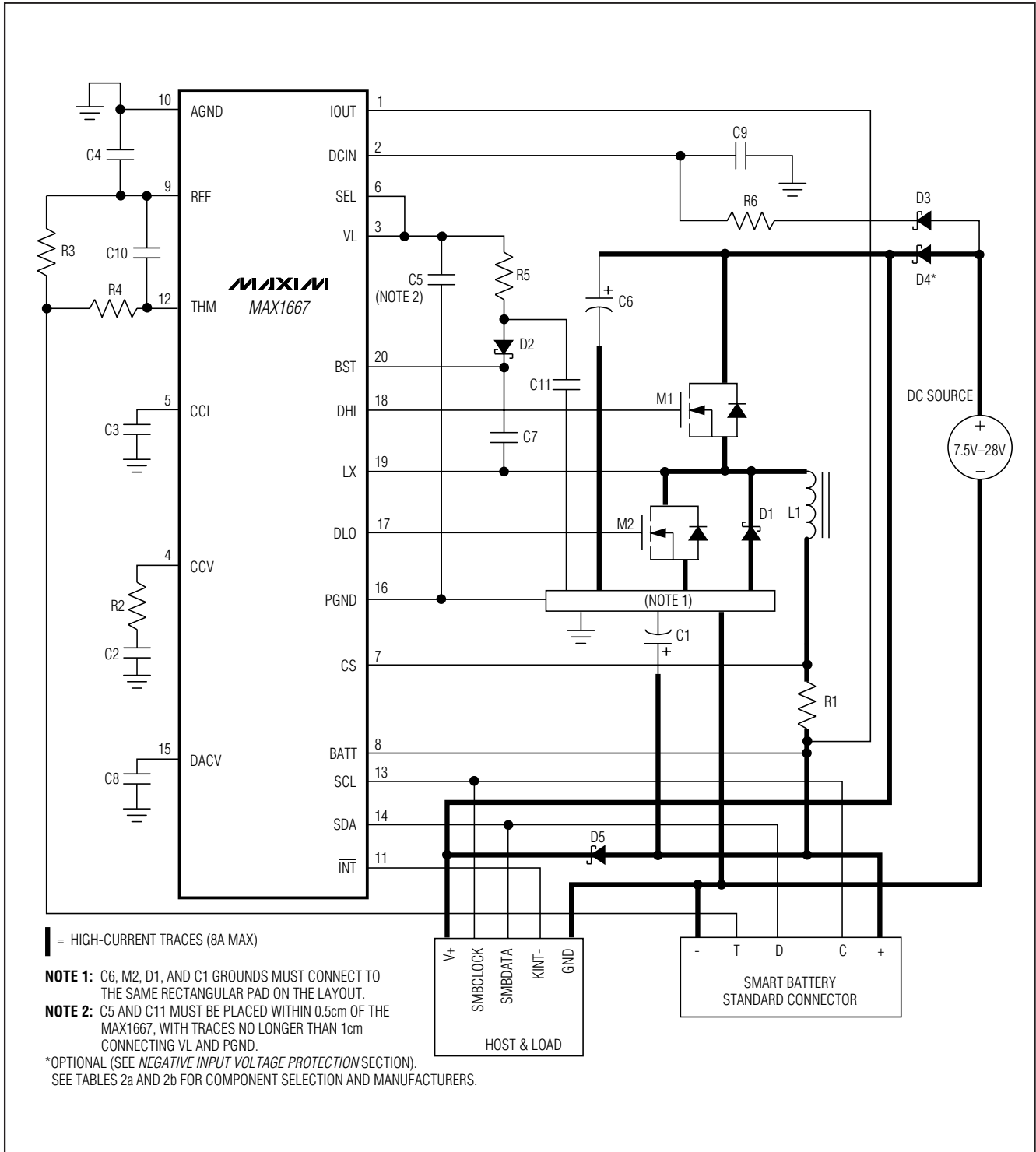


図7. 標準アプリケーション回路

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

表2a. 部品の選択

DESIGNATION	MANUFACTURER	1A	3A	4A
C1 Output Capacitor			68 μ F, 20V, low ESR	
	AVX		TPSE686M020R0150	
	Sprague		594D686X0025R2T	
C2, C7, C11			0.1 μ F	
C3			47nF	
C4, C5, C9, C10			1 μ F	
C6 Input Capacitor			2 x 22 μ F, 35V, low ESR	
	AVX		TPSE226M035R0200	
	Sprague		594D226X0035R2T	
C8			22nF	
D1, D4, D5 Schottky Diodes		1N5819 equivalent	1N5821 equivalent	1N5821 equivalent
	Motorola	MBRS130LT3	MBRS340T3	MBRS340T3
	Central		CMSH3-40	CMSH5-40
	NIEC	EC31	NSQ03A04	CMSH5-40
D2, D3	Central	Schottky diode, 50mA I _{DC} , 30V, CMPSH-3		
L1 Inductor		33 μ H, 1A ISAT	33 μ H, 3A ISAT, 30V	33 μ H, 4A ISAT, 30V
	Sumida	CDH74-330	CDRH127-330	CDRH127-270
	Coiltronics	UP1B-330	UP3B-330	
	Coilcraft	DS3316P-333		
M1 High-Side MOSFET	IR	IRF7603	IRF7201	IRF7805
	Fairchild	FDN359A	FDS4410	FDS6680
	Motorola	MTSF3N03HD	MMDF3N03HD	
M2 Low-Side MOSFET			2N7002 equivalent	
	Motorola		MMBF1170LT1	
R1 Sense Resistor			40m Ω \pm 1%, 1W	
	IRC		LR251201R040F	
	Dale		WSL-2512/0.04W/ \pm 1%	
R2, R4			10k Ω \pm 5%, 1/16W	
R3			10k Ω \pm 1%, 1/16W	
R5, R6			33 Ω \pm 5%, 1/16W	

デジタル部

SMBusインタフェース

MAX1667は、シリアルデータを使用して動作を制御します。シリアルインタフェースは、SMBus規格に適合しています。www.sbs-Forum.org又はIntel Architecture Labs : 800-253-3696からSystem Management Bus Specificationを入手して参照して下さい。充電器の機能は、Intel/Duracellスマート充電器規格のレベル2充電器に適合しています。

MAX1667は、SMBus Read-Word及びWrite-Wordプロトコルを使用して充電するバッテリー及び(該当する場合は)バッテリーから充電器への通信を監視するホストシステムと通信します。MAX1667はスレーブデバイス

としてだけ機能するため、バス上で自ら通信を開始することはなく、コマンドを受け取ってステータス情報の質問に回答するだけとなっています。図8a及び図8bに、SMBus Write-Word及びRead-Wordプロトコルの例を示します。

MAX1667との各通信は、SCLがハイの時のSDAの下がりエッジとして定義されるスタート状態をマスターが発信することによって開始されます(図1)。

スレーブとの通信が完了すると、マスターはSTOP状態を発信します。これはSCLがハイの状態でSDAがローからハイに遷移することです。これでバスを別の伝送に使用することができるようになります。図1と図2にSMBusインタフェース上の信号のタイミング図を示します。アドレスバイト、制御バイト及びデータバイト

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

表2b. 部品メーカー

MANUFACTURER	PHONE	FAX
AVX	803-946-0690	803-626-3123
Central Semiconductor	516-435-1110	516-435-1824
Coilcraft	847-639-6400	847-639-1469
Coiltronics	561-241-7876	561-241-9339
Dale	605-668-4131	605-665-1627
IR	310-322-3331	310-322-3332
IRC	512-992-7900	512-992-3377
NIEC	805-867-2555	805-867-2698
Siliconix	408-988-8000	408-970-3950
Sprague	603-224-1961	603-224-1430
Sumida	847-956-0666	847-956-0702
Zetex	516-543-7100	516-864-7630

はSTART状態とSTOP状態の間に送信されます。データは8ビットワードで送信され、各バイトの後でスレーブ又はマスターがアクノレッジを送信します(図2)。このため、各バイトを転送するのに9クロックサイクルを必要とします。START状態とSTOP状態を除き、SDA状態の変化が許容されるのはSCLがローの場合のみです。

MAX1667の7ビットアドレスは、0b0001001にプリセットされています。8番目のビットはWrite-Word($\bar{W} = 0$)又はRead-Word($R = 1$)コマンドを示します。これはWrite-Wordコマンドの場合16進数の0x12、Read-Wordコマンドの場合16進数の0x13で表すこともできます。

以下のコマンドはWrite-Wordプロトコルを使用します(図8a)：ChargerMode()、ChargingVoltage()、ChargingCurrent()及びAlarmWarning()。ChargeStatusコマンドはRead-Wordプロトコルを使用します(図8b)。

ChargeMode()

ChargeMode()コマンドは、Write-Wordプロトコルを使用します(図8a)。ChargeMode()のコマンドコードは0x12 (0b00010010)です。表3に、16個のデータビット(D0~D15)の機能が説明されています。ビット0は、Write-WordプロトコルのD0ビットを表します。

ChargerStatus()のBATTERY_PRESENT状態ビット(ビット14)がクリアの時は、その前のChargeMode()コマンドが何であってもHOT_STOPビットがセットされます。充電されるバッテリーのサーミスタインピーダンスがHOT範囲(つまり、THERMISTOR_HOT = 1及びTHERMISTOR_UR = 0)にある場合、バッテリーが挿入された後でホストがChargeMode()コマンドを使用してHOT_STOPをクリアする必要があります。HOT_STOPビットは、バッテリーを外すとデフォルトパワーアップ状態(1)に戻ります。

ChargingVoltage()

ChargingVoltage()コマンドは、Write-Wordプロトコルを使用します(図8a)。ChargingVoltage()のコマンドコードは0x15 (0b00010101)です。D15~D0が形成する16ビットバイナリ数は、電圧設定点(V0)をミリボルト単位で表します。但し、MAX1667がV0を設定する際の分解能は16mVしかないため、D0、D1、D2及びD3ビットは無視されます。

MAX1667が供給する最大の電圧は18.416Vで、これはChargingVoltage()の値として0x47F0に対応します。これは、パワーオンリセット(POR)によって設定されるフローティング電圧設定でもあります。ChargingVoltage()の値が0x47F0を超える場合は、フローティング電圧が供給され、VOLTAGE_OR状態ビットがセットされます。BATTERY_PRESENT状態ビットがクリアされると、ChargingVoltage()レジスタがPOR状態に戻ります。

図9に、V0(電圧レギュレーションループの設定ポイント)とChargingVoltage()の間のマッピングを示します。

ChargingCurrent()

ChargingCurrent()コマンドは、Write-Wordプロトコルを使用します(図8a)。ChargingCurrent()のコマンドコードは0x14 (0b00010100)です。D15~D0が形成する16ビットバイナリ数は、電流リミット設定点(I0)をミリアンペア単位で設定します(表4)。SELをAGNDに接続すると、I0の最大設定値が0.896Aになります。SELをオープンにすると、I0の最大設定値が2.944Aになります。SELをVLに接続すると、I0の最大設定値が3.968Aになります。

MAX1667の中の2つの電流ソースによってバッテリーが充電されます。即ち、リニア電流ソースがIOUTから出力し、スイッチングレギュレータが電流検出抵抗(R1)を流れる電流を制御します。IOUTは、バッテリーの自己放電を補償するための小さなトリクル充電電流を供給し、スイッチングレギュレータは急速充電用の大電流を供給します。

IOUTは、7mAの電流のソースとなり、スイッチングレギュレータは128mA~3968mAの電流ソースになります(分解能は5ビットで、検出抵抗が40mΩの場合LSB = 5.12mV/RSENSE = 128mA)となります。表4において、DA4~DA0は電流DACコードのビットを表しています。表5に、ChargingCurrent()コマンドでプログラムされた値とIOUTソース電流との間の関係を示します。CCV_LOWコンパレータはCCVをREF/4と比較することによって、出力電圧が高すぎるかどうかをチェックします。CCV_LOW = 1(CCV < REF/4の時)の場合、IOUTは停止して、出力電圧がChargingVoltage()レジスタで指定された電圧設定点を超えるの

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

表3. ChargeMode()ビットの機能

BIT NAME	BIT POSITION*	POR VALUE**	FUNCTION
INHIBIT_CHARGE	0 (LSB)	0	0 = Allow normal operation; clear the CHG_INHIBITED status bit. 1 = Turn the charger off; set the CHG_INHIBITED status bit.
ENABLE_POLLING	1	—	Not implemented. Write 0 into this bit.
POR_RESET	2	—	0 = No change in any non-ChargerMode() settings. 1 = Change the voltage and current settings to 0xFFFF and 0x0007 respectively; clear the THERMISTOR_HOT and ALARM_INHIBITED bits.
RESET_TO_ZERO	3	—	Not implemented. Write 0 into this bit.
N/A	4	—	Not implemented. Write 1 into this bit.
BATTERY_PRESENT_MASK	5	0	0 = Interrupt on either edge of the BATTERY_PRESENT status bit. 1 = Do not interrupt because of a BATTERY_PRESENT bit change.
POWER_FAIL_MASK	6	1	0 = Interrupt on either edge of the POWER_FAIL status bit. 1 = Do not interrupt because of a POWER_FAIL bit change.
N/A	7-9	—	Not implemented. Write 1 into this bit.
HOT_STOP	10	1	0 = The THERMISTOR_HOT status bit does not turn the charger off. 1 = THERMISTOR_HOT turns the charger off.
N/A	11-15 (MSB)	—	Not implemented. Write 1 into this bit.

*D15 ~ D0データ中のビット位置。 **パワーオンリセット値。
N/A = 使用不能。

を防ぎます。内部クランプがCCVを引き下げると常に VOLTAGE_NOTREG = 1 となります(内部クランプがCCVを引き下げるのは、この電圧をCCIの電圧の近くに留めるためです)。

スイッチングレギュレータがオンの時のR1を流れる電流(図7)のレギュレーションは、CSとBATTの間の平均電圧を検出することによって行われます。図10に、ChargingCurrent()とCSとBATTの間の平均電圧の関係を示します。

スイッチングレギュレータがオフの時には、DHIが強制的にLXになり、DLOは強制的にグランドになります。これにより、インダクタL1に電流が流れなくなります。表6に、ChargingCurrent()レジスタの値とスイッチングレギュレータ電流DACコードの関係を示します(DA4 ~ DA0)。

R1を40mΩにできるだけ近くして、実際の出力電流をChargingCurrent()コマンドでプログラムされたデータ値に一致させて下さい。SELピンの設定はフルスケール電流に影響しますが、ステップサイズには影響しません。ChargingCurrent()値がフルスケール設定値を超えると、CURRENT_OR状態ビットがセットされます。電流DACビットのどれかが設定されるとリニア電流ソースはターンオフされることに注意して下さい。

ChargingCurrent()レジスタのパワーオンリセット値は、0x0007です。BATTER_PRESENT状態ビットがクリア(バッテリーが外された状態)の時には、ChargingCurrent()レジスタがパワーオンリセット状態に戻ります。このため、バッテリーの挿入時に初期充電電流が7mAになります。

AlarmWarning()

AlarmWarning()コマンドは、Write-Wordプロトコルを使用します(図8a)。ChargingVoltage()のコマンドコードは0x16(0b00010110)です。AlarmWarning()コマンドはALARM_INHIBITED状態ビットをセットします。MAX1667はOVER_CHARGED_ALARM(D15)、TERMINATE_CHARGE_ALARM(D14)及びOVER_TEMP_ALARM(D12)の3つの警報に応答します。表7に、AlarmWarning()コマンドの機能が説明されています。ALARM_INHIBITED状態ビットは、BATTER_PRESENT = 0(バッテリーが外れた状態)又はPOR_RESETビットが設定された状態でChargeMode()が書き込まれるか、あるいは新しいChargingVoltage()又はChargingCurrent()が書き込まれるまでセットされたままです。

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

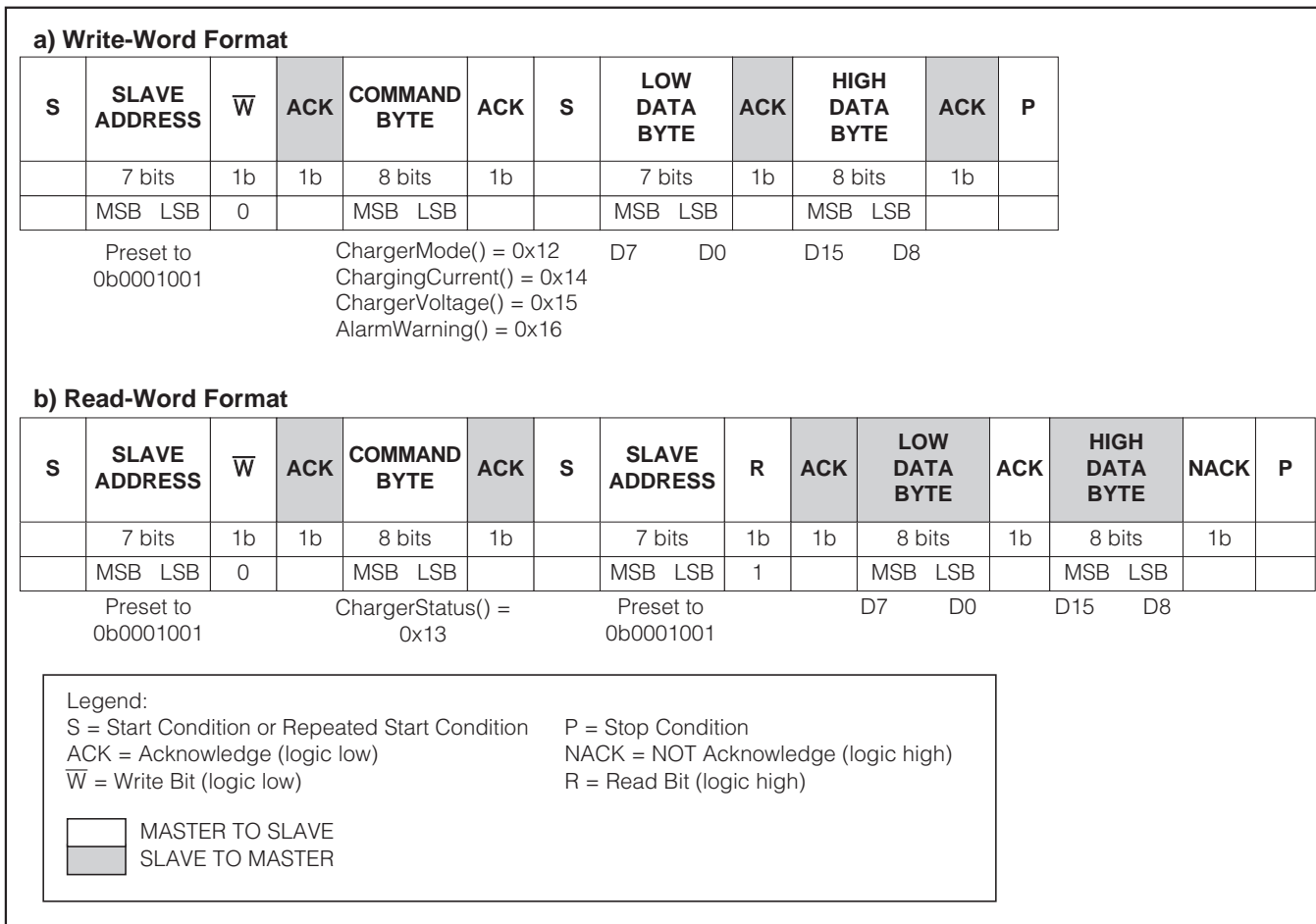


図8. SMBusのa) Write-Word及びb) Read-Wordプロトコル

ChargerStatus()

ChargerStatus() コマンドは、Read-Wordプロトコルを使用します(図8b)。ChargerStatus() のコマンドコードは0x13 (0b00010011)です。ChargerStatus() コマンドは、サーミスタインピーダンス及びMAX1667の内部状態に関する情報を返します。Read-Wordプロトコルは、D15 ~ D0を返します。表8には、個々のビットの意味が説明されています。ラッチされたビット(THERMISTOR_HOT及びALARM_INHIBITED)は、BATTERY_PERSENT = 0になるか、POR_RESET ビット = 1でChargeMode() が書き込まれるとクリアされます。

割込及びAlert-Responseアドレス

DCINに電源が投入されるか、BATTERY_PRESENT ビットが変化するか、あるいはPOWER_FAILビットが変化すると、割込がトリガされます(\overline{INT} がローになります)。BATTERY_PRESENT及びPOWER_FAILは、ChargeMode() コマンドを通じてセット/クリアできる割込マスクを持っています。 \overline{INT} は、割込がクリアされ

るまでローに留まります。割込をクリアする方法には2つありますが、1つはChargerStatus() コマンドの発生による方法で、もう1つは0x19 (0b0011001) Alert-ResponseアドレスでReceive Byteプロトコルを使用する方法です。MAX1667は、自分のアドレス(0x13)を返されるバイトの最上位ビットとして残してAlert-Responseアドレスに応答します。

アプリケーション情報

負入力電圧保護

殆どのポータブル機器では、バッテリーを充電するためのDC電力が2心線の円筒電源ジャックを通じて入ってきます。ユーザは、簡単にDC電源の極性を切り換えるアダプタを付加する可能性があります。有極コンデンサC6は、負電圧が印加されると破壊されます。図7のダイオードD4がこれを防ぎます。

DC入力電源の逆極性保護が必要ない場合は、ダイオードD4を省略できます。これにより、ダイオードD4の電圧降下による電力損失を排除できます。

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

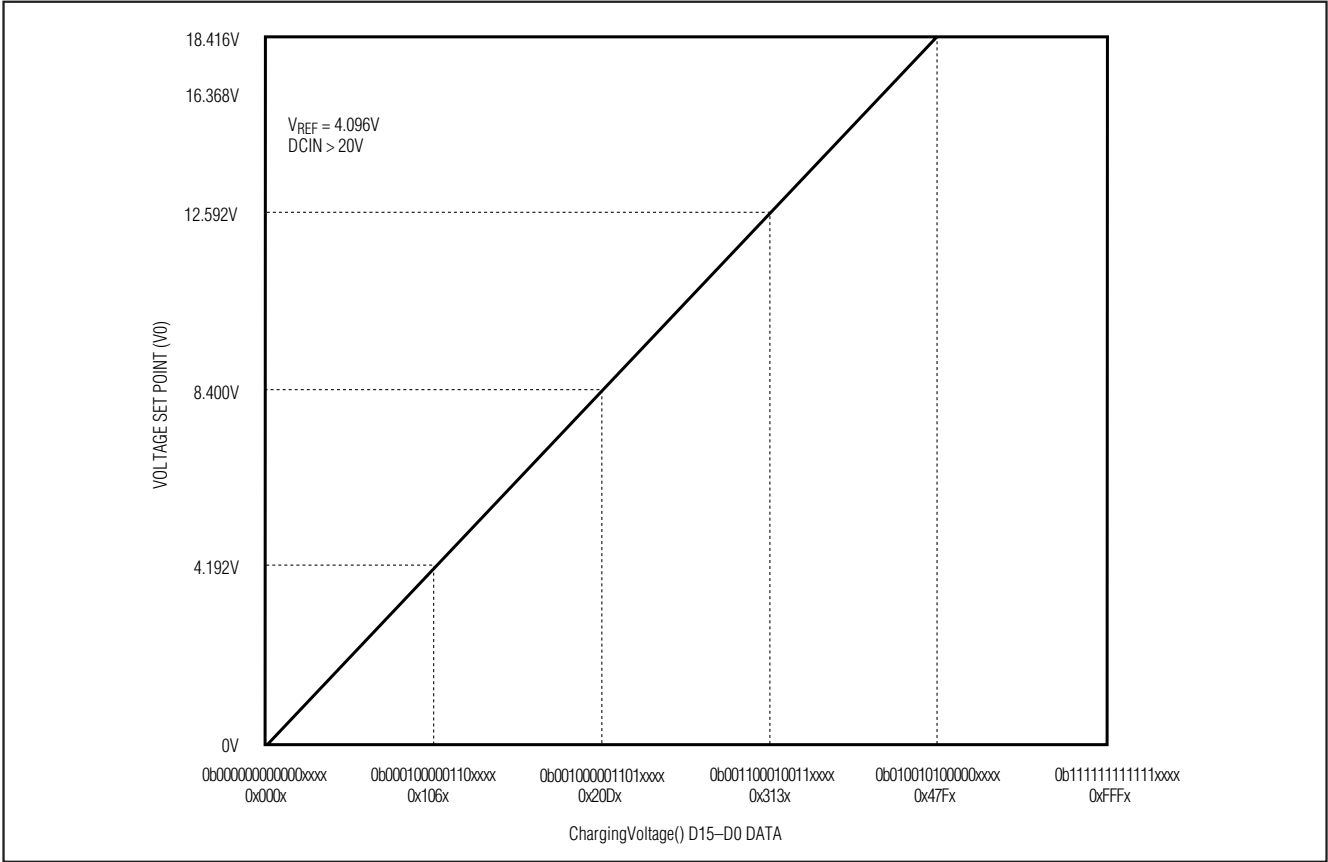


図9. ChargingVoltage()データから電圧へのマッピング

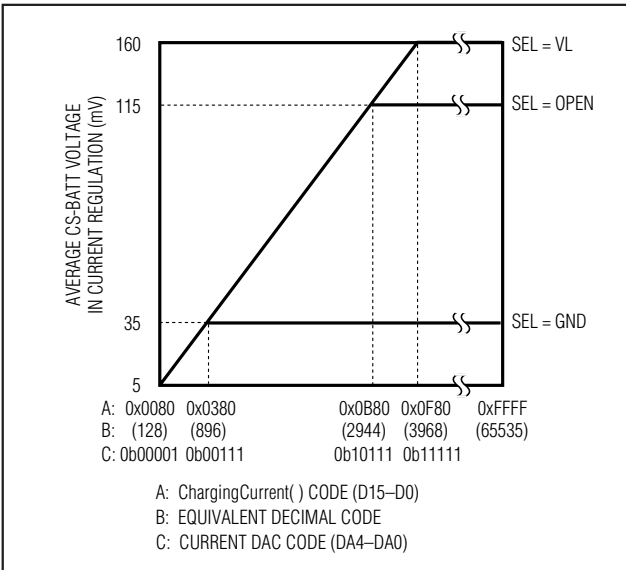


図10. CSとBATTの間の平均電圧対コード

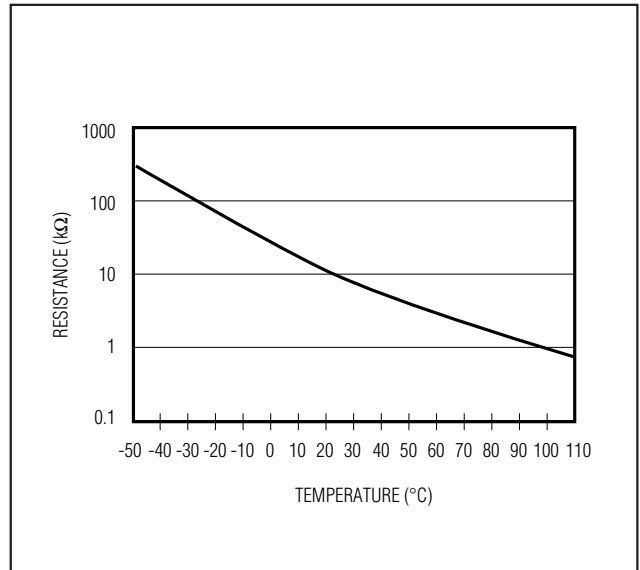


図11. 標準的なサーミスタ特性

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

表4. ChargingCurrent()ビットの機能

BIT POSITION	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
FUNCTION	FS*				DA4	DA3	DA2	DA1	DA0	IOUT**						
WEIGHT IN mA (RSENSE = 40mΩ)	3968*				2048	1024	512	256	128	7**						

* When SEL = VL, values above 0x0F80 set the output current to 3.968A.
 When SEL = OPEN, values above 0x0B80 set the output current to 2.944A.
 When SEL = GND, values above 0x0380 set the output current to 0.896A.
 ** Values below 0x0080 set the output current to 7mA.

表5. IOUTソース電流とChargingCurrent()値の関係

CHARGE_INHIBITED	(Note 1)	ALARM_INHIBITED	ChargingVoltage()	ChargingCurrent()	CCV_LOW	VOLTAGE_NOTREG	IOUT OUTPUT CURRENT (mA)
0	0	0	0x0000–0x000F	x	x	x	0
0	0	0	x	0x0000	x	x	0
0	0	0	0x0010–0xFFFF	0x0001–0x0007	0	x	7
0	0	0	0x0010–0xFFFF	0x0001–0x0007	1	0	0
0	0	0	0x0010–0xFFFF	0x0001–0x0007	1	1	7
0	0	0	0x0010–0xFFFF	0x0008–0x007F	0	x	7
0	0	0	0x0010–0xFFFF	0x0008–0x007F	1	0	0
0	0	0	0x0010–0xFFFF	0x0008–0x007F	1	1	7
0	0	0	x0x0010–0xFFFF	0x0080–0xFFFF	x	x	0
0	0	1	x	x	x	x	0
0	1	x	x	x	x	x	0
1	x	x	x	x	x	x	0

Note 1: THERMISTOR_HOT and HOT_STOP and NOT (THERMISTOR_UR).

サーミスタの特性測定

図11は、MAX1667と使用する103ETB型サーミスタ (+25 で公称10k 、精度 ±5%)の予想される電気的挙動です。このグラフはこの推奨サーミスタの標準的な特性です。

THERMISTOR_ORビットはサーミスタ値が100k を超えるときのみセットされます。これは、サーミスタがオープンになっていることを示します。

THERMISTOR_COLDビットはサーミスタ値が30k を超えるときのみセットされます。これは、バッテリーが冷めていることを意味します。

THERMISTOR_HOTビットはサーミスタ値が3k を下回るときのみセットされます。

THERMISTOR_URビットはサーミスタ値が500 を下回るときのみセットされます。

サーミスタの値によっては複数のビットがセットされる場合があります(例えば、サーミスタが450 の場合、THERMISTOR_HOTとTHERMISTOR_URの両方がセットされます。)二次的なフェイルセーフインジケータとしてサーミスタを必要としないバッテリーパックの場合、サーミスタを固定抵抗で置き換えることができます。この場合、抵抗を操作して充電器に正しい動作をさせる役目はバッテリーパックが果たさなければなりません

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

表6. 電流DACコードとChargingCurrent()値の関係

CHARGE_INHIBITED	(Note 1)	ALARM_INHIBITED	ChargingVoltage()	ChargingCurrent()	SEL = GND CURRENT DAC CODE	SEL = GND SW REGION?	SEL = GND CURRENT_OR	SEL = OPEN CURRENT DAC CODE	SEL = OPEN SW REGION?	SEL = OPEN CURRENT_OR	SEL = VL CURRENT DAC CODE	SEL = VL SW REGION?	SEL = VL CURRENT_OR
0	0	0	0x0000–0x000F	x	N/A	No	0	N/A	No	0	N/A	No	0
0	0	0	0x000F–0xFFFF	0x0000–0x007F	0	No	0	0	No	0	0	No	0
0	0	0	0x000F–0xFFFF	0x0080–0x00FF	1	Yes	0	1	Yes	0	1	Yes	0
0	0	0	0x000F–0xFFFF	0x0100–0x037F	2–6	Yes	0	2–6	Yes	0	2–6	Yes	0
0	0	0	0x000F–0xFFFF	0x0380–0x03FF	7	Yes	0	7	Yes	0	7	Yes	0
0	0	0	0x000F–0xFFFF	0x0400–0x047F	7	Yes	1	8	Yes	0	8	Yes	0
0	0	0	0x000F–0xFFFF	0x0480–0x0B7F	7	Yes	1	9–22	Yes	0	9–22	Yes	0
0	0	0	0x000F–0xFFFF	0x0B80–0x0BFF	7	Yes	1	23	Yes	0	23	Yes	0
0	0	0	0x000F–0xFFFF	0x0C00–0x0C7F	7	Yes	1	23	Yes	1	24	Yes	0
0	0	0	0x000F–0xFFFF	0x0C80	7	Yes	1	23	Yes	1	25–30	Yes	0
0	0	0	0x000F–0xFFFF	0x0F80–0x0FFF	7	Yes	1	23	Yes	1	31	Yes	0
0	0	0	0x000F–0xFFFF	0x1000–0xFFFF	7	Yes	1	23	Yes	1	31	Yes	1
0	0	1	x	x	N/A	No	N/A	N/A	No	N/A	N/A	No	N/A
0	1	x	x	x	N/A	No	N/A	N/A	No	N/A	N/A	No	N/A
1	x	x	x	x	N/A	No	N/A	N/A	No	N/A	N/A	No	N/A

Note 1: THERMISTOR_HOT and HOT_STOP and NOT (THERMISTOR_UR).

表7. AlarmWarning()コマンドの効果

AlarmWarning() DATA BITS																RESULT
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Set ALARM_INHIBITED
x	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Set ALARM_INHIBITED
x	x	x	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Set ALARM_INHIBITED

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

表8. ChargerStatus()ビットの説明

NAME	BIT POSITION	LATCHED?	DESCRIPTION
CHARGE_INHIBITED	0	Yes	0 = Ready to charge a smart battery 1 = Charger is off; IOOUT current = 0mA; DLO = PGND; DHI = LX
MASTER_MODE	1	N/A	Always returns '0'
VOLTAGE_NOTREG	2	No	0 = BATT voltage is limited at the voltage set point (BATT = V0). 1 = BATT voltage is less than the voltage set point (BATT < V0).
CURRENT_NOTREG	3	No	0 = Current through R1 is at its limit (IBATT = I0). 1 = Current through R1 is less than its limit (IBATT < I0).
LEVEL_2	4	N/A	Always returns 1
LEVEL_3	5	N/A	Always returns 0
CURRENT_OR	6	No	0 = ChargingCurrent() value is valid for MAX1667. 1 = ChargingCurrent() value exceeds what MAX1667 can actually deliver.
VOLTAGE_OR	7	No	0 = ChargingVoltage() value is valid for MAX1667. 1 = ChargingVoltage() value exceeds what MAX1667 can actually deliver.
THERMISTOR_OR	8	No	0 = THM voltage < 91% of REF voltage 1 = THM voltage > 91% of REF voltage
THERMISTOR_COLD	9	No	0 = THM voltage < 75% of REF voltage 1 = THM voltage > 75% of REF voltage
THERMISTOR_HOT	10	Yes	This bit reports the state of an internal SR flip-flop (denoted THERMISTOR_HOT flip-flop). The THERMISTOR_HOT flip-flop is set whenever THM is below 23% of REF. It is cleared whenever BATTERY_PRESENT = 0 or ChargerMode() is written with POR_RESET = 1.
THERMISTOR_UR	11	No	0 = THM voltage > 5% of REF voltage 1 = THM voltage < 5% of REF voltage
ALARM_INHIBITED	12	Yes	This bit reports the state of an internal SR flip-flop (denoted ALARM_INHIBITED flip-flop). The ALARM_INHIBITED flip-flop is set whenever the AlarmWarning() command is written with D15, D14, or D12 set. The ALARM_INHIBITED flip-flop is cleared whenever BATTERY_PRESENT = 0, or ChargerMode() is written with POR_RESET = 1, or ChargingVoltage() or ChargingCurrent() is written.
POWER_FAIL	13	No	0 = BATT voltage < 89% of DCIN voltage 1 = BATT voltage > 89% of DCIN voltage
BATTERY_PRESENT	14	No	0 = No battery is present (THERMISTOR_OR = 1). 1 = A battery is present (THERMISTOR_OR = 0).
AC_PRESENT	15	No	0 = VL voltage < 4V 1 = VL voltage > 4V

*Bit position in the D15–D0 data

N/A = Not applicable

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

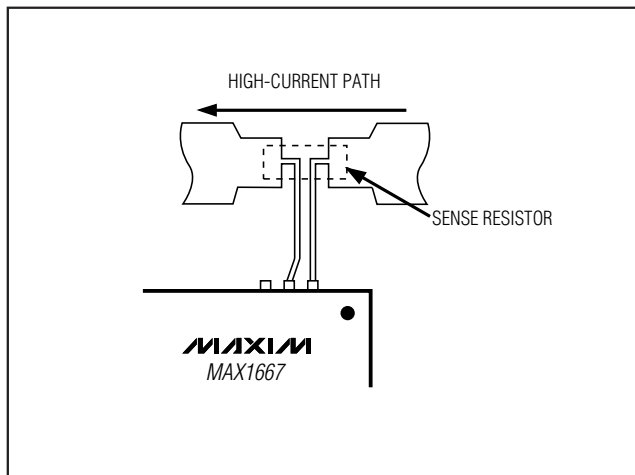


図12. 電流検出抵抗用のケルビン接続

プリント基板レイアウト上の考慮

仕様のノイズ、効率及び安定動作を実現するには、良好なプリント基板レイアウトが必要です。プリント基板レイアウト作成者には、パワースイッチング部品及び大電流配線の配置を示す鉛筆描きのスケッチ等、明確な指示を与える必要があります。MAX1667評価キットのマニュアルにプリント基板レイアウトの例があります。最適の性能を得るにはグラウンドプレーンが必須です。殆どのアプリケーションにおいては、回路は複層基板上に配置されますが、4層以上の銅層を十分に活用することを推奨します。最上層は大電流接続に、最下層は低電流接続(REF、CCV、CCI、DACV及びGND)に使用して下さい。中間層は切れ目のないグラウンドプレーンとして使用して下さい。以下の手順に従って下さい。

1) 大電力部品(C1、C6、M1、M2、D1、L1及びR1)を最初に配置します。その際、これらの部品のグラウンド同士を隣接させます。

- 電流検出抵抗のトレース長をできるだけ短くし、電流を正確に検出するためにケルビン接続にします(図12)。
- 大電流経路のグラウンドトレースをできるだけ短くします。
- 大電流経路のその他のトレースをできるだけ短くします。

-- トレースの幅を5mm以上にして下さい。

-- CINからハイサイドMOSFETのドレインまでの長さは最大10mmです。

-- 整流器ダイオードのカソードからローサイドに接続します。

-- MOSFETまでの長さは最大5mmです。

-- LXノード(MOSFET、整流器カソード、インダクタ)の長さは最大15mmです。

表面実装電力部品同士が接触し合っ、各グラウンド端子同士が殆ど触れ合っている形が理想的です。これらの大電流グラウンドは、ビアを通さないで最上層の銅の広い隙間の無いゾーンで互いに接続します。こうしてできた最上層の「サブグラウンドプレーン」は、出力グラウンド端子のところで通常の内層のグラウンドプレーンに接続します。これにより、ICのアナロググラウンドがIRドロップやグラウンドノイズの影響なしに電源の出力端子で検出できるようになります。その他の大電流経路もできるだけ短くすべきですが、主にグラウンドや電流検出線の接続の短縮に努力を集中することにより、プリント基板のレイアウトの問題の約90%までは解決されます。

2) IC及び信号部品を配置します。メインスイッチングノード(LXノード)を敏感なアナログ部品(電流検出トレース及びREFコンデンサ)から遠ざけて下さい。IC及びアナログ部品は、基板上のパワースイッチングノードの反対面に配置します。重要：ICは電流検出抵抗から10mm以内に配置する必要があります。ゲート駆動トレース(DH、DL及びBST)は、20mm以内に短く保ち、CSH、CSL及びREFから遠ざけて配線して下さい。セラミックバイパスコンデンサは、ICの近くに配置して下さい。バルクコンデンサは、これより遠くても構いません。

3) 入力グラウンドトレース、パワーグラウンド(サブグラウンドプレーン)及び通常グラウンドプレーンが電源の出力グラウンド端子で出会うところで、シングルポイント・スターグラウンドにします。ICの両方のグラウンドピン及び全てのICバイパスコンデンサを、通常グラウンドプレーンに接続します。

MAX1647からMAX1667へのアップグレード

MAX1667はMAX1647とピン配置及びソフトウェアがコンパチブルなアップグレード製品となっています。機能的には以下の違いがあります。

1) PWMデューティサイクルが97%まで拡張されました。

2) 内部リファレンスが+4.096V(精度はライン、負荷及び温度の全範囲にわたって1%)に変わりました。

3) 内部電圧DACが変更されて、最大18.416mVまで設定できるようになりました。最大4セルのLi+電池が充電可能です。

4) リニア電流ソース(IOUT)は7mAまで低減され、スイッチングレギュレータがオンの時はターンオフされるようになりました。

5) DC電源が除去された時にBATTから逆電流が流れるのを防ぐために、IOUTピンに内部ダイオードが追加されました。

6) 内部電流DACの分解能が6ビットから5ビットに変更されました。

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

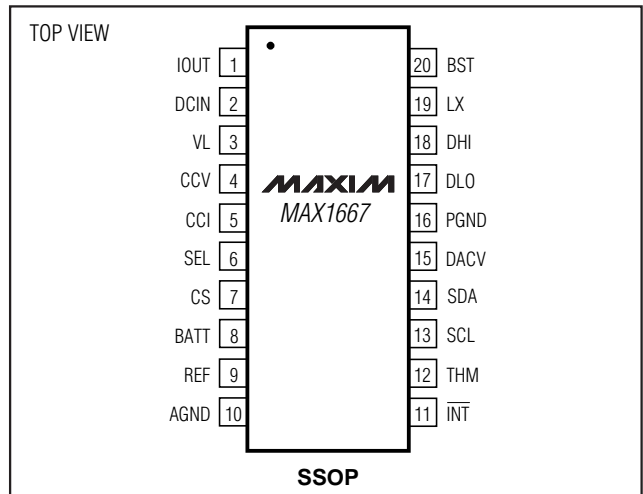
MAX1667

- 7) SELピンを使って、検出抵抗の値を変えずに出力電流のリミットをデジタルで4A、3A又は1Aに設定できるようになっています。
- 8) シングルカウント電流検出電圧が5mVに変更されました。必要なR1は40mΩ になりました。
- 9) AlarmWarning()の後に充電器がオフ状態にロックされません。MAX1667はその後にCharging Voltage()又はChargingCurrent()コマンドを使用して充電を再開できます。
- 10) Alert-Responseアドレスは0x13 (0b00010011) です。

MAX1647を使った設計をグレードアップする場合は、以下の変更点に従って下さい(部品番号はMAX1647データシートの図3をご覧ください)。

- 1) R1を40mΩ に変更します(必須項目)。
- 2) ダイオードD5及びD6、トランジスタQ1及び抵抗R6を外します。IOUTを直接BATTに接続します(推奨項目)。
- 3) 外部+4.096Vリファレンスを取り外します(推奨項目)。
- 4) D6を取り外します(推奨項目)。この時R7と直列に小信号ダイオードを取り付け、それをDC電源に直接接続します(MAX1647データシートのD3及びR5を参照)。

ピン配置



チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 6378

SUBSTRATE CONNECTED TO AGND

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

パッケージ

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.068	0.078	1.73	1.99
A1	0.002	0.008	0.05	0.21
B	0.010	0.015	0.25	0.38
C	0.004	0.008	0.09	0.20
D	SEE VARIATIONS			
E	0.205	0.209	5.20	5.38
e	0.0256	BSC	0.65	BSC
H	0.301	0.311	7.65	7.90
L	0.025	0.037	0.63	0.95
α	0°	8°	0°	8°

D	INCHES		MILLIMETERS		
	MIN	MAX	MIN	MAX	
D	0.239	0.249	6.07	6.33	14L
D	0.239	0.249	6.07	6.33	16L
D	0.278	0.289	7.07	7.33	20L
D	0.317	0.328	8.07	8.33	24L
D	0.397	0.407	10.07	10.33	28L

NOTES:

1. D&E DO NOT INCLUDE MOLD FLASH.
2. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS NOT TO EXCEED .15mm (.006")
3. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER

MAXIM			
<small>PROPRIETARY INFORMATION</small>			
<small>TITLE:</small>			
PACKAGE OUTLINE, SSDP, 5.3X.65mm			
<small>APPROVAL</small>	<small>DOCUMENT CONTROL NO.</small>	<small>REV</small>	<small>1/1</small>
	21-0056	A	

SSOP-EPS

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

NOTES

MAX1667

あらゆるバッテリーに対応した レベル2スマートバッテリー充電器

MAX1667

NOTES

販売代理店

マキシム・ジャパン株式会社

〒169-0051 東京都新宿区西早稲田3-30-16(ホリゾン1ビル)
TEL. (03)3232-6141 FAX. (03)3232-6149

マキシム社では全体がマキシム社製品で実現されている回路以外の回路の使用については責任を持ちません。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシム社は随時予告なしに回路及び仕様を変更する権利を保留します。

28 _____ **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7600**

© 1999 Maxim Integrated Products

MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products.