

あらゆるバッテリーに対応した充電器

概要

MAX1647/MAX1648は、任意の種類のバッテリーを充電できる電力制御機能を提供します。MAX1647では、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。MAX1647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。MAX1648ではSMBusシリアルインタフェースが省略され、そのかわりに外部制御ピンに印加された電圧に比例する充電電圧及び電流を設定します。

MAX1647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。ステータスピットを使用して、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。

MAX1647は、高さ2mmの20ピンSSOPで提供されています。MAX1648は16ピンSOPパッケージ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
電子手帳
充電器ベースステーション
電話

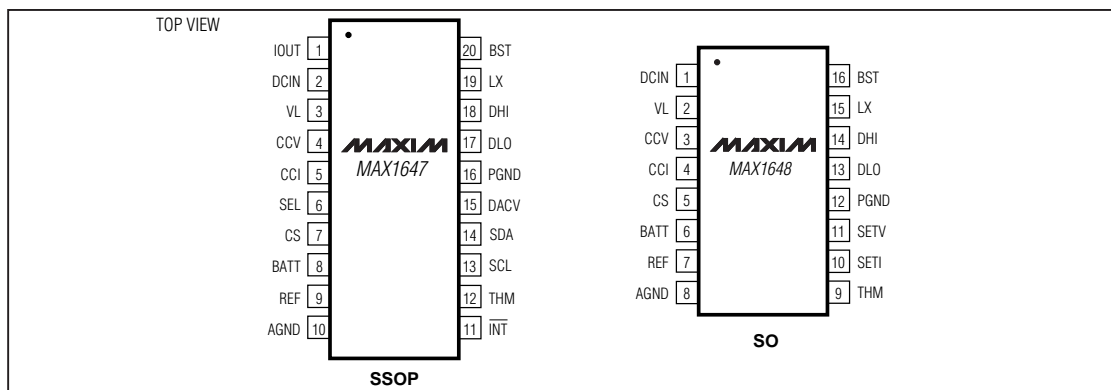
特長

- ◆ あらゆるバッテリーを充電：
 - Li-Ion、NiCd、NiMH、鉛等
- ◆ Intel SMBus 2線シリアルインタフェース (MAX1647)
- ◆ Intel/Duracellレベル2スマートバッテリー規格に適合 (MAX1647)
- ◆ 最大バッテリー充電電流：4A、2A又は1A
- ◆ 充電電流を11ビットで制御
- ◆ バッテリー電圧：最大18V
- ◆ 電圧を10ビットで制御
- ◆ 外部 $\pm 0.1\%$ リファレンスを使って電圧精度 $\pm 0.75\%$ を達成
- ◆ 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

型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1647EAP	-40°C to +85°C	20 SSOP
MAX1648ESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO

ピン配置



SMBusはIntel Corp.の商標です。

あらゆるバッテリーに対応した充電器

MAX1647/MAX1648

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

DCIN to AGND	-0.3V to 30V	PGND to AGND	-0.3V to +0.3V
DCIN to IOUT	-0.3V to 7.5V	SDA, I ² T Current	50mA
BST to AGND	-0.3V to 36V	VL Current	50mA
BST, DHI to LX	-0.3V to 6V	Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	
LX to AGND	-0.3V to 30V	16-Pin SO (derate 8.7mW/°C above +70°C)	696mW
THM, CCI, CCV, DACV, REF,		20-Pin SSOP (derate 8mW/°C above +70°C)	640mW
DLO to AGND	-0.3V to (VL + 0.3V)	Operating Temperature Range	
VL, SEL, I ² T, SDA, SCL to AGND (MAX1647)	-0.3V to 6V	MAX1647EAP, MAX1648ESE	-40°C to +85°C
SETV, SETI to AGND (MAX1648)	-0.3V to 6V	Storage Temperature	-60°C to +150°C
BATT, CS+ to AGND	-0.3V to 20V	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, V_{REF} = 4.096V, T_A = 0°C to +85°C. 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} = 10mA			100	mV
VL AC_PRESENT Trip Point	MAX1647	3.20	4	5.15	V
REF Output Voltage	0μA < I _{SOURCE} < 500μA	3.74	3.9	4.07	V
REF Overdrive Input Current				700	μA
SWITCHING REGULATOR					
Oscillator Frequency		200	250	300	kHz
DHI Maximum Duty Cycle		89	93		%
DHI On-Resistance	High or low		4	7	Ω
DLO On-Resistance	High or low		6	14	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	MAX1647, SEL = open, ChargingCurrent() = 0x0020		2.94		mV
CS to BATT Full-Scale Current-Sense Voltage	MAX1647, SEL = open, ChargingCurrent() = 0x07F0; MAX1648, V _{SETI} = 1.024V	170	185	200	mV
Voltage Accuracy	MAX1647, ChargingVoltage() = 0x1060, ChargingVoltage() = 0x3130; MAX1648, V _{SETV} = 3.15V, V _{SETV} = 1.05V	-0.65		0.65	%

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{DCIN} = 18V, V_{REF} = 4.096V, T_A = 0°C to +85°C. Typical values are at T_A = +25°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
CCI Clamp Voltage with Respect to CCV	1.1V < V _{CCV} < 3.5V		25	80	200	mV
CCV Clamp Voltage with Respect to CCI	1.1V < V _{CCI} < 3.5V		25	80	200	mV
TRIP POINTS AND LINEAR CURRENT SOURCES						
BATT POWER_FAIL Trip Point	MAX1647		86.5	89	91.5	% of V _{DCIN}
THM THERMISTOR_OR Over-Range Trip Point	MAX1647		89.5	91	92.5	% of V _{REF}
THM THERMISTOR_COLD Trip Point			74	75.5	77	% of V _{REF}
THM THERMISTOR_HOT Trip Point			22	23.5	25	% of V _{REF}
THM THERMISTOR_UR Under-Range Trip Point	MAX1647		3	4.5	6	% of V _{REF}
IOUT Output Current	MAX1647, V _{DCIN} = 7.5V, V _{IOUT} = 0V	ChargingCurrent() = 0x001F	25	31	35	mA
		ChargingCurrent() = 0x0000			10	μA
IOUT Operating Voltage Range	With respect to DCIN voltage		-7.5		-1.0	V
CURRENT- AND VOLTAGE-SETTING DACs (MAX1647)						
CDAC Current-Setting DAC Resolution	Guaranteed monotonic		6			bits
VDAC Voltage-Setting DAC Resolution	Guaranteed monotonic		10			bits
SETV, SETI (MAX1648)						
SETV Input Bias Current					1	μA
SETI Input Bias Current					5	μA
SETV Input Voltage Range			0		4.2	V
SETI Input Voltage Range			0		1.024	V
LOGIC LEVELS (MAX1647)						
SDA, SCL Input Low Voltage					0.8	V
SDA, SCL Input High Voltage			2.8			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 2μA (CS plus BATT input current).

あらゆるバッテリーに対応した充電器

MAX1647/MAX1648

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{DCIN} = 18V$, $V_{REF} = 4.096V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted. 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	$0\mu A < I_{SOURCE} < 500\mu A$	3.74	3.9	4.07	V
SWITCHING REGULATOR					
Oscillator Frequency		200	250	310	kHz
DHI Maximum Duty Cycle		89			%
DHI On-Resistance	High or low		4	7	Ω
DLO On-Resistance	High or low		6	14	Ω
BATT Input Current	$VL < 3.2V$, $V_{BATT} = 12V$			5	μA
CS Input Current	$VL < 3.2V$, $V_{CS} = 12V$			5	μA
CS to BATT Full-Scale Current-Sense Voltage	MAX1647, SEL = open, ChargingCurrent() = 0x07F0; MAX1648, VSETI = 1.024V	160	185	200	mV
Voltage Accuracy	MAX1647, ChargingVoltage() = 0x1060, ChargingVoltage() = 0x3130; MAX1648, VSETV = 3.15V, VSETV = 1.05V	-0.65		0.65	%
ERROR AMPLIFIERS					
GMV Amplifier Transconductance			1.4		mA/V
GMI Amplifier Transconductance			0.2		mA/V
GMV Amplifier Maximum Output Current			± 130		μA
GMI Amplifier Maximum Output Current			± 320		μA
TRIP POINTS AND LINEAR CURRENT SOURCES					
THM THERMISTOR_OR Over-Range Trip Point	MAX1647	89.5	91	92.5	% of V_{REF}
THM THERMISTOR_COLD Trip Point		74	75.5	77	% of V_{REF}
THM THERMISTOR_HOT Trip Point		22	23.5	25	% of V_{REF}
THM THERMISTOR_UR Under-Range Trip Point	MAX1647	3	4.5	6	% of V_{REF}
SETV, SETI (MAX1648)					
SETV Input Bias Current				1	μA
SETI Input Bias Current				5	μA
LOGIC LEVELS (MAX1647)					
SDA, SCL Input Low Voltage				0.8	V
SDA, SCL Input High Voltage		2.8			V
SDA, SCL Input Bias Current		-1		1	μA
SDA Output Low Sink Current	$V_{SDA} = 0.6V$	6			mA

TIMING CHARACTERISTICS—MAX1647

(T_A = 0°C to +85°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 _{SU:STA}		4.7			μs
Start-Condition Hold Time	t _{HD:STA}		4			μs
SDA Valid to SCL Rising-Edge Setup Time, Slave Clocking in Data	t _{SU:DAT}		250			ns
SCL Falling Edge to SDA Transition	t _{HD:DAT}		0			ns
SCL Falling Edge to SDA Valid, Master Clocking in Data	t _{DV}				1	μs

TIMING CHARACTERISTICS—MAX1647

(T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Limits over this temperature range are guaranteed by design.)

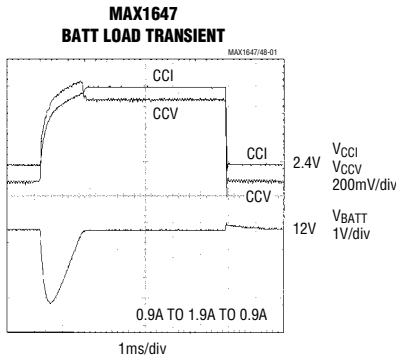
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SCL Serial-Clock High Period	t _{HIGH}		4			μs
SCL Serial-Clock Low Period	t _{LOW}		4.7			μs
Start-Condition Setup Time	t _{SU:STA}		4.7			μs
Start-Condition Hold Time	t _{HD:STA}		4			μs
SDA Valid to SCL Rising-Edge Setup Time, Slave Clocking in Data	t _{SU:DAT}		250			ns
SCL Falling Edge to SDA Transition	t _{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充電器

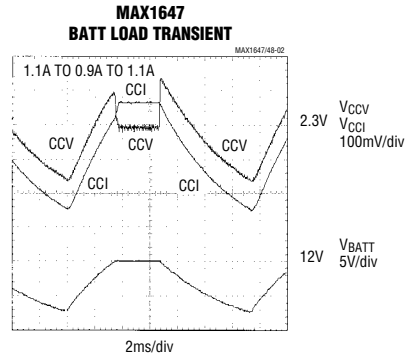
MAX1647/MAX1648

標準動作特性

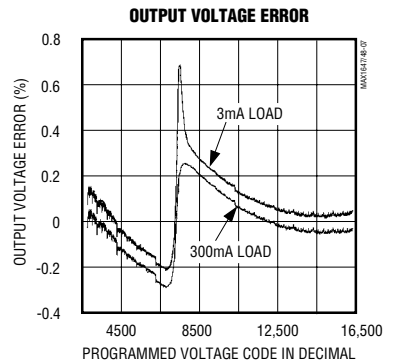
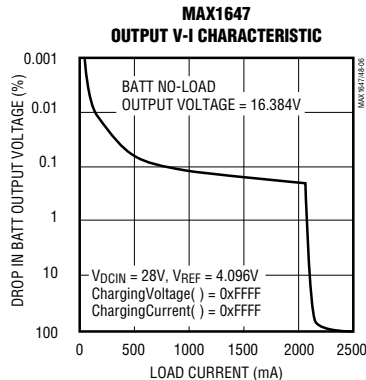
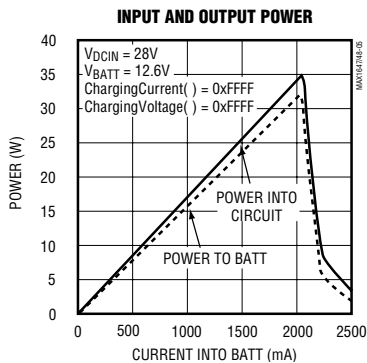
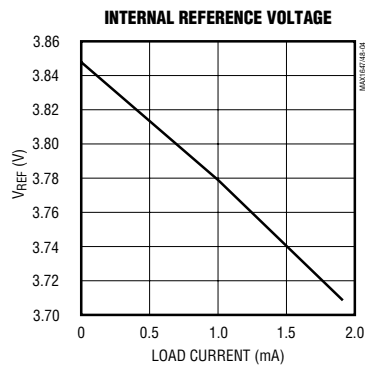
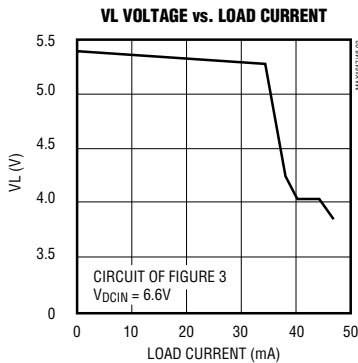
(Circuit of Figure 3, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)



ChargingVoltage() = 0x2EE0 = 12000mV
ChargingCurrent() = 0xFFFF = MAX VALUE
ACDCIN = 18.0V, SEL = OPEN, R1 = 0.1 Ω
R2 = 10k Ω , C1 = 68 μF , C2 = 0.1 μF , C3 = 47nF
L1 = 22 μH , V_{REF} = 4.096V



ChargingVoltage() = 0x2EE0 = 12000mV
ChargingCurrent() = 0x03E8 = 1000mA
ACDCIN = 18.0V, SEL = OPEN, C1 = 68 μF ,
C2 = 0.1 μF , C3 = 47nF, R1 = 0.1 Ω
R2 = 10k Ω , L1 = 22 μH , V_{REF} = 4.096V



あらゆるバッテリーに対応した充電器

MAX1647/MAX1648

端子説明

端子		名称	機能
MAX1647	MAX1648		
1	—	IOUT	リニア電流ソース出力
2	1	DCIN	充電器駆動用入力電圧
3	2	VL	チップ電源。DCINからの5.4Vリニアレギュレータ出力。
4	3	CCV	電圧レギュレーションループ補償ポイント
5	4	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2A、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	5	CS	電流検出正入力
8	6	BATT	バッテリー電圧入力及び電流検出負入力
9	7	REF	3.9Vリファレンス電圧出力又は外部リファレンス入力
10	8	AGND	アナロググランド
—	10	SETI	電流レギュレーションループ設定ポイント
11	—	$\overline{\text{INT}}$	オープンドレイン割込出力
—	11	SETV	電圧レギュレーションループ設定ポイント
12	9	THM	サーミスタ検出電圧入力
13	—	SCL	シリアルクロック
14	—	SDA	シリアルデータ
15	—	DACV	電圧DAC出力
16	12	PGND	電源グランド
17	13	DLO	ローサイドパワー-MOSFETドライバ出力
18	14	DHI	ハイサイドパワー-MOSFETドライバ出力
19	15	LX	ハイサイドパワー-MOSFETドライバの電源接続
20	16	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充電器

MAX1647/MAX1648

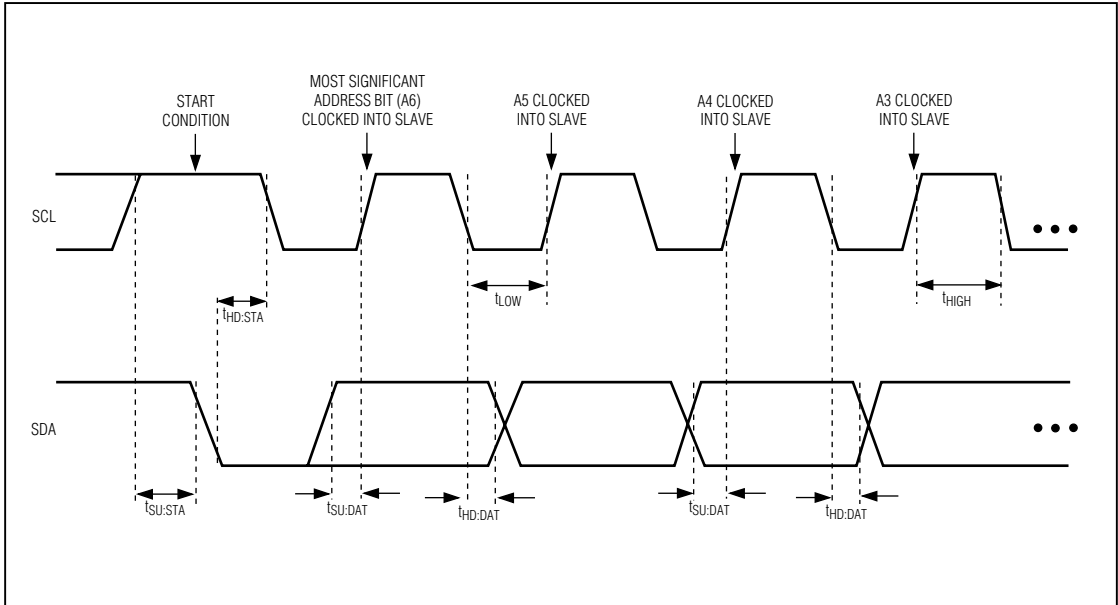


図1. SMBusシリアルインタフェースタイミング：アドレス

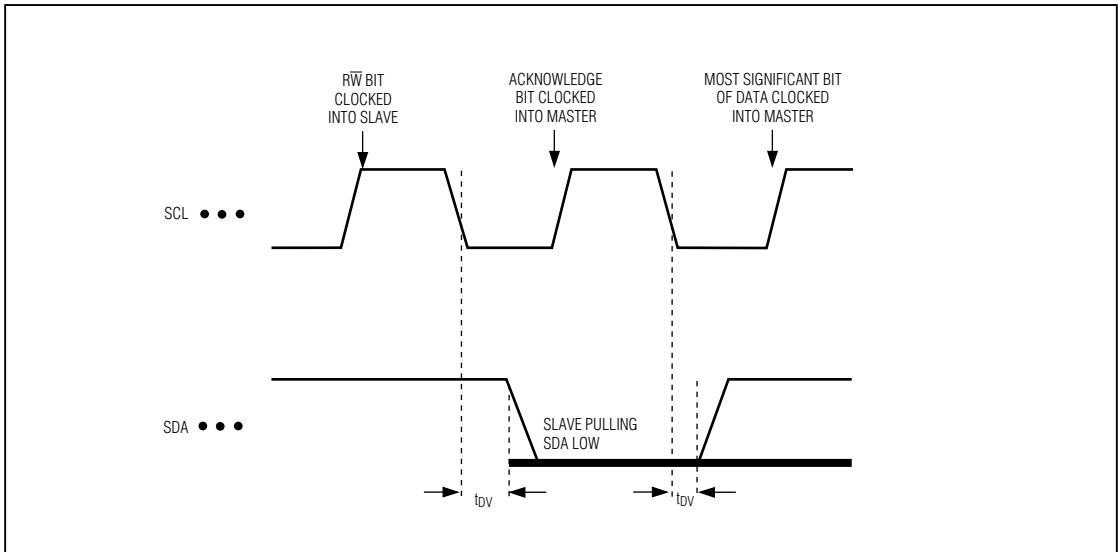


図2. SMBusシリアルインタフェースタイミング：アクノレッジ

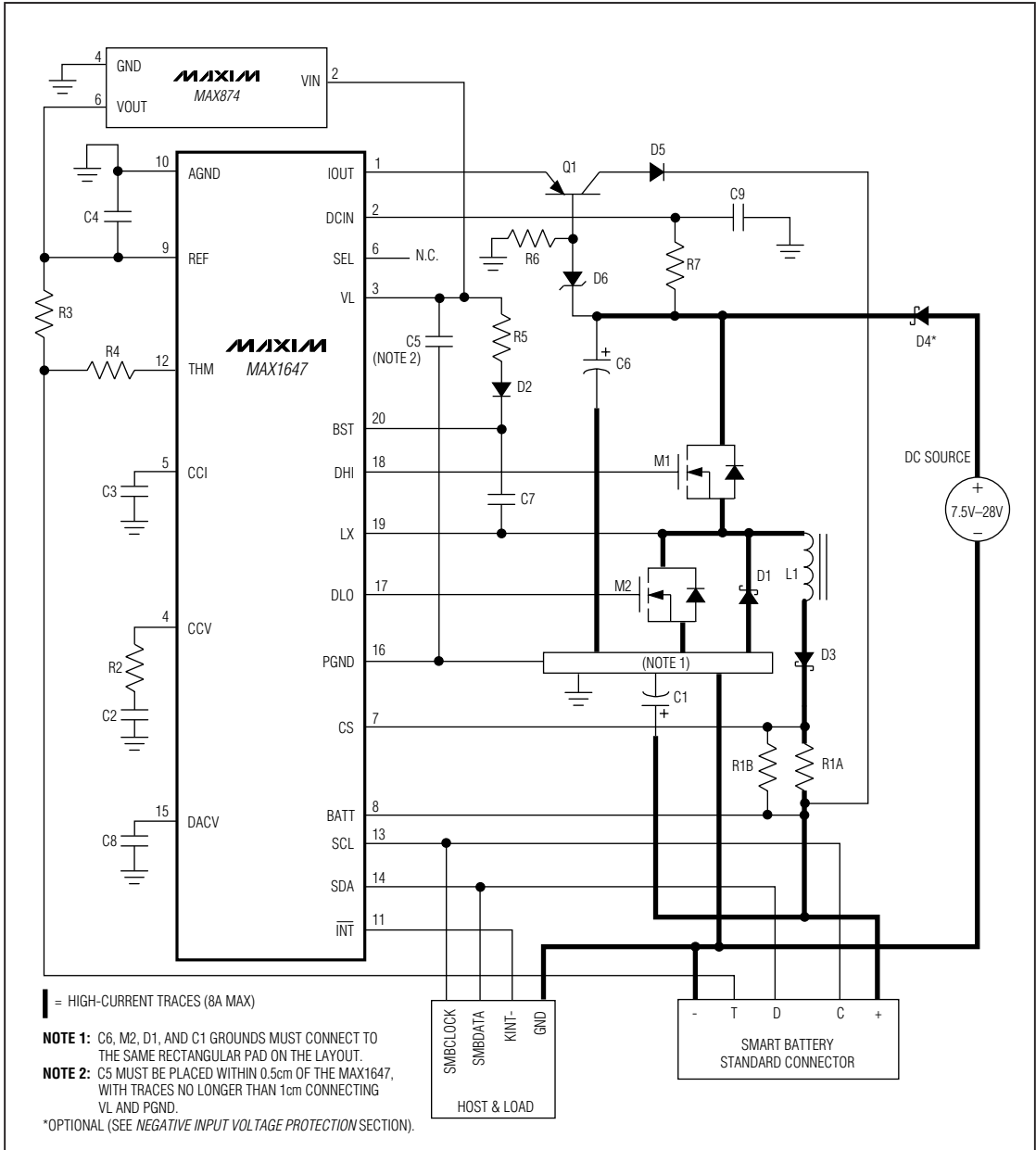


図3. MAX1647標準アプリケーション回路

あらゆるバッテリーに対応した充電器

MAX1647/MAX1648

表1a. 図3の回路の部品選択表(図4にも使用)

DESIGNATION	QTY	UNITS	NOTES	SOURCE/TYPER
C1	47	μF	20V, ESR at 250kHz ≤ 0.4Ω	Sprague, 595D476X0020D7T, D case AVX, TPSE476M020R0150, E case
C2, C4, C7, C9	0.1	μF		
C3	47	nF		
C5	1	μF	10V, ceramic or low ESR	
C6	22	μF	35V	
C8	22	nF	10V	
D1, D3, D4			3A I _{DC} , 30V Schottky diode, P _D > 0.8W, 1N5821 equivalent	NIEC, NSQ03A04, FLAT-PAK (SMC) NIEC, 30VQ04F, TO-252AA (SMD) Motorola, MBR340T3, SMC Motorola, MBRD340T4, DPAK Diodes Inc., SK33, SMC IR, 30BQ040, SMC
D2, D5			50mA I _{DC} , 40V fast-recovery diode, 1N4150 equivalent	
D6			4.3V zener diode, 1N4731 or equivalent	
L1	22	μH	±20%, 3A I _{SAT} Note: size in L x W x H	Sumida, RCH-110/220M, 10mm x 10mm x 10mm Coiltronics, UP2-220, 0.541" x 0.345" x 0.231" Coilcraft, DO3340P-223, 0.510" x 0.370" x 0.450" Coilcraft, DO5022P-223, 0.730" x 0.600" x 0.280"
M1			R _{DS, ON} ≤ 0.1Ω, V _{DSS} ≥ 30V, P _D > 0.5W, logic level, N-channel power MOSFET	Motorola, MMSF5N03HD, SO-8 Motorola, MMDF3N03HD, SO-8 Motorola, MTD20N03HDL, DPAK IR, IRF7201, SO-8 IR, IRF7303, SO-8 IR, IRF7603, Micro8 Siliconix, Si9410DY, SO-8 Siliconix, Si9936DY, SO-8 Siliconix, Si6954DQ, TSSOP-8
M2			R _{DS, ON} ≤ 10Ω, V _{DSS} ≥ 30V, logic level, N-channel power MOSFET, 2N7002 equivalent	Motorola, 2N7002LT1, SOT23 Motorola, MMBF170LT1, SOT23 Diodes Inc., 2N7002, SOT23 Diodes Inc., BS870, SOT23 Zetex, ZVN3306F, SOT23 Central Semiconductor, 2N7002, SOT23
Q1			V _{CE, MAX} ≤ -30V, 50mA I _{C, CONT} , 2N3906 equivalent	
R1A	100	mΩ	±1%, 1W	IRC, CHP1100R100F13, 2512 IRC, LR251201R100F, 2512 Dale, WSL-2512/0.1Ω/±1%, 2512
R1B	1	Ω	±5%, 1/8W	
R2, R4	10	kΩ	±5%, 1/16W	
R3	10	kΩ	±1%, 1/16W	
R5, R7	10	Ω	±5%, 1/16W	
R6	10	kΩ	±5%, 1/8W	

表1b. 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

詳細

出力特性

MAX1647/MAX1648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。

詳細

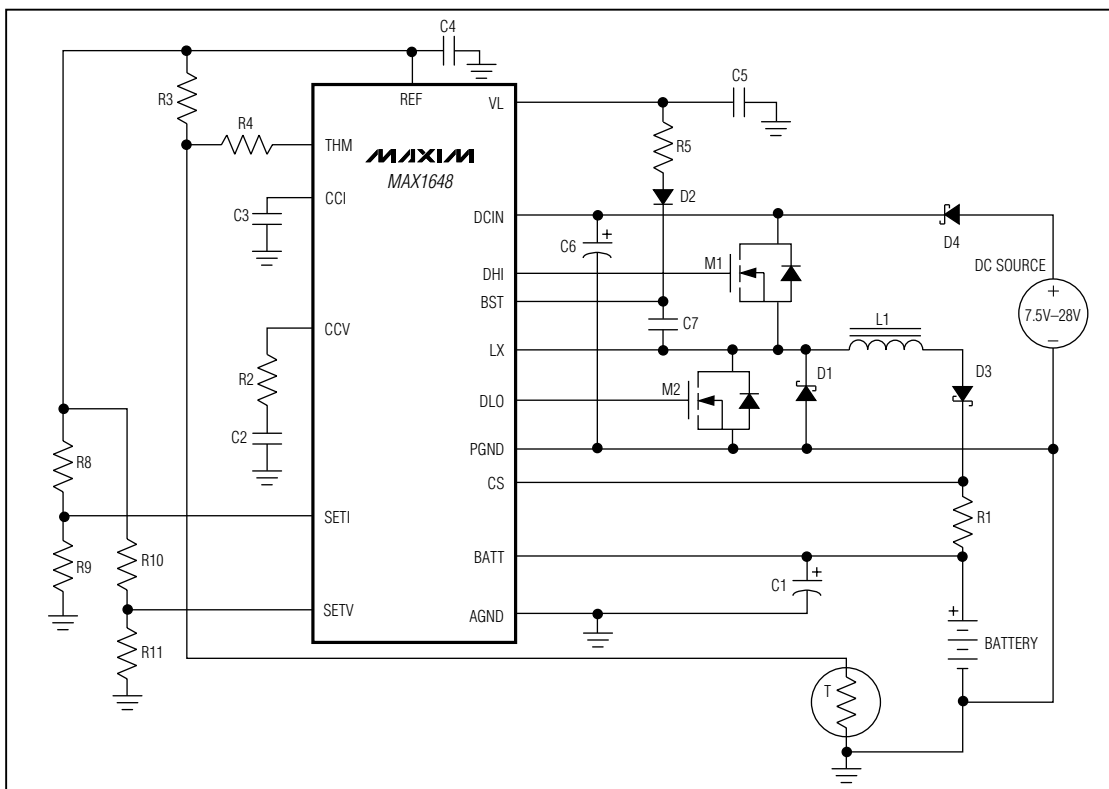


図4. MAX1648標準動作回路

あらゆるバッテリーに対応した充電器

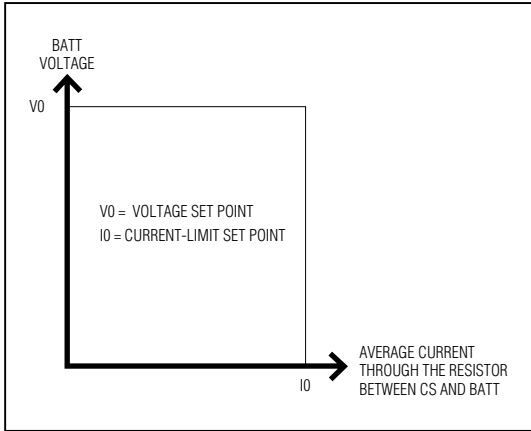


図5. 出力V-I特性

V0及びI0の設定(MAX1647)

MAX1647の電圧及び電流リミット設定点は、Intelシステムマネジメントバス(SMBus™)2線シリアルインタフェースを使用して設定してください。MAX1647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。詳細については「MAX1647のロジック」の項を参照してください。

V0及びI0の設定(MAX1648)

外部抵抗分圧器を使用して、MAX1648の電圧及び電流リミット設定点(それぞれV0及びI0)を設定してください。図6bは、MAX1648のブロック図です。V0は、SETVピンの電圧の4倍です。I0は、SETIの電圧を5.5で割り、さらにR1で割った値です(図4)。

アナログ部

MAX1647/MAX1648のアナログ部は、電流モード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。MAX1647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。MAX1648では、DACを排除してSETI(電流用)及びSETV(電圧用)によってエラーアンプが直接制御されています。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での最適な安定性と応答を得るために個別に補償できます。以下の説明は、MAX1647に関するものですが、MAX1648の動作はMAX1647から容易に推測できます。

MAX1647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については、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、MAX1647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。

電圧制御

内部GMVアンプがMAX1647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、10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。バッテリー電圧は、4:1の抵抗分圧器を通じてGMVアンプに供給されます。外部4.096Vリファレンスを使用した場合、設定電圧は0~16.38V(分解能は16mV)の範囲になります。

これは4つのリチウムイオンセルを直列に充電する場合に問題を生じます。つまり、リチウムイオンバッテリーの標準セル当たり電圧が最大4.2Vであるため、16.8Vを必要とするためです。リファレンス電圧を大きくすることによって、この問題を避けることができます。この条件では、最大バッテリー電圧はプログラムされた電圧と一致しくなくなります。この問題は、4.2Vリファレンス及びホストソフトウェアを使用することにより解決できます。詳細については、マキシム社のアプリケーション部門にお問い合わせください。

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・カップレ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。このカップレットのゼロは、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)により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1/4~3/4の間にクランプされています。

電流制御

内部GMIアンプ及び内部電流ソースは、充電器が電流のレギュレーションを行っている間にバッテリー電流を制御します。レギュレータ電流の精度は、完全11ビット精度を保証するには不十分であることから、バッテリー電流の設定にはPWMレギュレータと共に内部リニア電流ソースも使用されます。電流制御DACの最下位5ビットが内部電流ソースの状態を設定し、最上位6ビットが

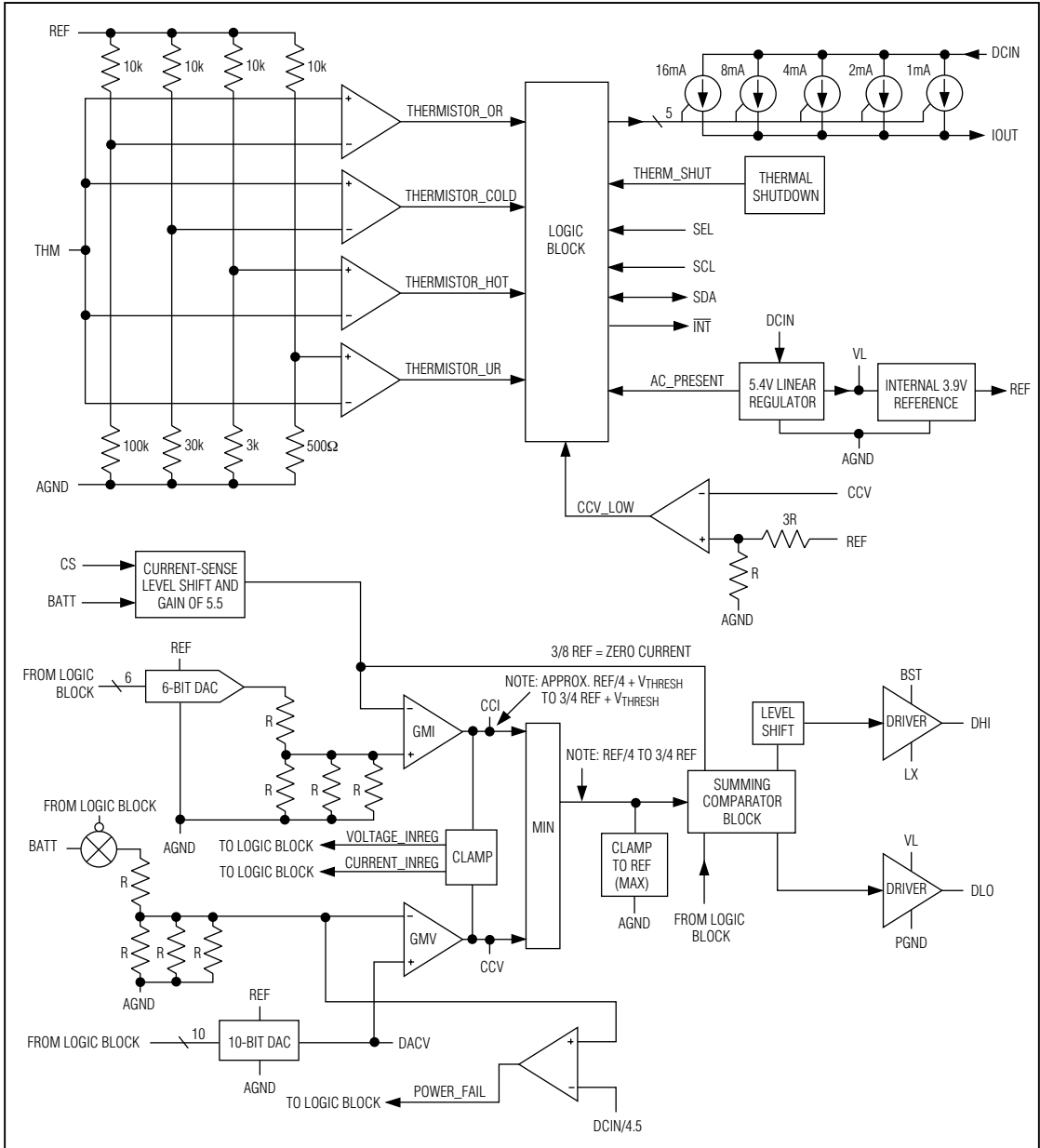


図6a. MAX1647のブロック図

あらゆるバッテリーに対応した充電器

MAX1647/MAX1648

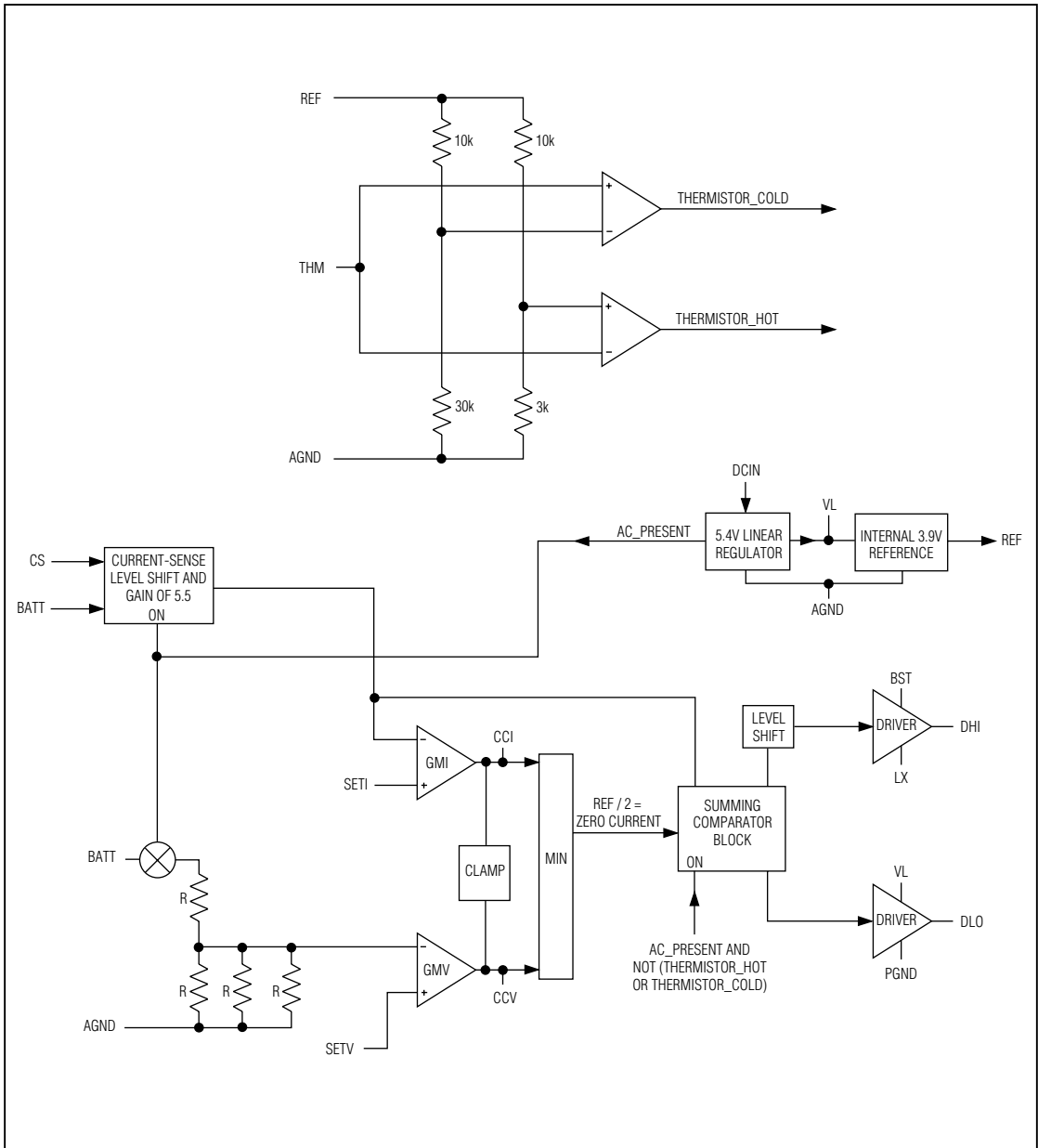


図6b. MAX1648のブロック図

スイッチングレギュレータの電流を制御します。内部電流ソースからバッテリーに供給される電流は、分解能が1mAであるため、スマートバッテリー仕様に適合しています。電流が32より大きな数字に設定されても、内部電流ソースは31mAに留まります。これにより、電流検出抵抗の選択や電流検出アンプのオフセットに関係なく、バッテリー電流設定の単調性が保証されます。

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6ビットDACによって駆動されます。外部4.096Vリファレンスを使用する場合、この入力フルスケールが約1.0V、分解能が16mV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、グラウンドにレベルシフトします。フルスケール電流は約 $0.2V/R_{SEN}$ で、分解能は $3.2mV/R_{SEN}$ 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1/4~3/4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、パルス幅変調(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チャンネルMOSFETが駆動されます。これらのMOSFETでは、入力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アンプのどちらか高い方の出力電圧(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3、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

MAX1647は、外部Nチャンネル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チャンネル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3)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、ハイサイドドライバ(DHI)はBSTの電圧までゲートを駆動できます。BSTは、ハイサイドMOSFETがターンオンすると入力電圧よりも高くなっています。

同期整流器はダイオードのような挙動を示しますが、電圧降下が小さいため効率が改善されます。ハイサイドMOSFETがターンオフしてから同期整流器がターンオンするまでの間(及びその逆の場合)には、短いデッドタイムが付加されています。これは、クローバ電流(片方がターンオンしつつあり、他方がターンオフしつつある瞬間に両方のMOSFETを流れる電流)を防ぐことを目的としています。グラウンドとLXの間(M2のソースとドレインの間)にショットキ整流器を接続して、同期整流器のボディダイオードが導通されないようにします。ボディダイオードは、スイッチングリカバリ時間が遅いため、導通すると効率が低下します。

あらゆるバッテリーに対応した充電器

MAX1647/MAX1648

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

MAX1647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。この電流の一部は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)を掛けてください。内部回路は、VL電源から6mAの電流を必要とします。VLの安定性を確保するため、VLピンを1 μ F以上のコンデンサでバイパスしてください。

MAX1647は、 $\pm 2\%$ 精度3.9Vリファレンス電圧を内蔵しています。外部リファレンスを使用して充電器の精度を向上させることもできます。Intel/Duracellスマートバッテリー規格に適合させるには、MAX874等の4.096Vリファレンスを使用します。電圧設定精度は $\pm 0.65\%$ であることから、全電圧精度はこの精度にリファレンス精度を加えたものになります。全電圧精度を1%にするには、精度が $\pm 0.35\%$ より優れたリファレンスを使用します。内部リファレンスを使用する場合は、0.1 μ F以上のコンデンサでバイパスしてください。

MAX1647のロジック

MAX1647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。Intel Architecture Labs (<http://www.intel.com/IAL/power-mgm.html>)又は800-253-3696)のSystem Management Bus Specificationを参照してください。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。

MAX1647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。MAX1647は、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

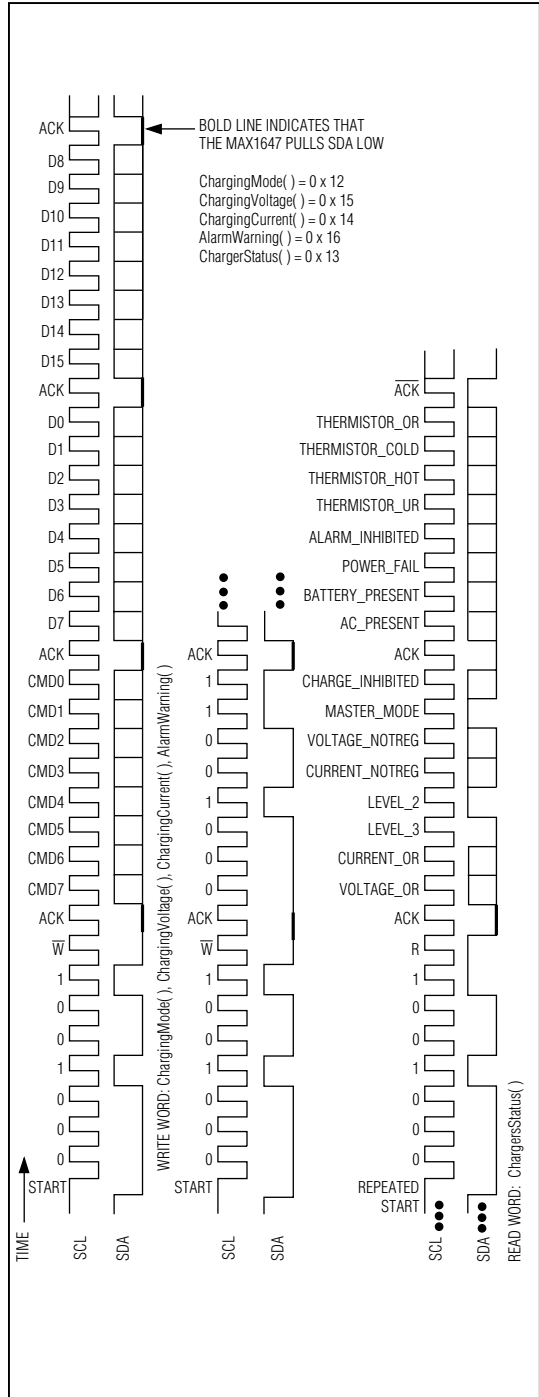


図7. Write-Word及びRead-Wordの例

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7に、SMBus Write-Word及びRead-Wordプロトコルの例を示します。

MAX1647との各通信は、SCLがハイの時のSDAの立下がりエッジとして定義されるスタート状態で開始されます。スタート状態の次にデバイスアドレスが来ます。MAX1647のデバイスアドレスは、0b0001001(0bはバイナリ数を示す)です。これはWrite-Wordコマンドの場合は0x12(0xは16進数を示す)、Read-Wordコマンドの場合は0x13としても表せます(アドレスは7ビットだけで、16進表示では最下位ビットとしてR/Wを使用していることに注意してください)。

ChargerMode()

ChargerMode()コマンドは、Write-Wordプロトコルを使用します。ChargerMode()のコマンドコードは0x12であることから、Write-WordプロトコルのCMD7～CMD0ビットは0b00010010であるはずですが、表2に、16個の異なるデータビット(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(図7)。

BATTERY_PRESENT状態ビットがクリアの時は、その前のChargerMode()コマンドが何であってもHOT_STOPビットが設定されます。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ChargerMode()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。ChargingVoltage()のコマンドコードは0x15であることから、Write-WordプロトコルのCMD7～CMD0ビットは0b00010101であるはずですが、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、MAX1647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。D15 = D14 = 0の場合、以下の式が成り立ちます。

$$VOLTAGE_OR = 0 \text{ 及び } V0(\text{V単位}) = 4 \times \text{REF} \times \frac{VDAC}{2^{10}}$$

式1で、VDACはChargingVoltage()コマンドでプログラムされたD13、D12、D11、D10、D9、D8、D7、D6、D5及びD4が表すバイナリ数の10進表示です。例えば、D4～D13が全て設定されると、VDACは0b111111111(1023)の10進表示になります。D15又はD14、あるいはD15とD14の両方が設定されると、電圧DAC(図6a)の全てのビットがD13～D0に関係なく設定され、状態レジスタのVOLTAGE_ORビットが設定されます。D15 = 1やD14 = 1である場合は次式が成り立ちます。

$$VOLTAGE_OR = 1 \text{ 及び } V0(\text{V単位}) = 4 \times \text{REF} \times \frac{2^{10} - 1}{2^{10}}$$

表2. ChargerMode()ビットの機能

ビット名	ビット位置*	POR値**	機能
INHIBIT_CHARGE	0	0	0 = 通常動作を許す。CHG_INHIBITED状態ビットをクリア。 1 = 充電器をターンオフ。CHG_INHIBITED状態ビットを設定。
ENABLE_POLLING	1	—	実行されません。このビットには0を書き込んでください。
POR_RESET	2	—	0 = 非ChargerMode()設定には変更なし。 1 = 電圧及び電流設定をそれぞれ0xFFFF及び0x00C0に変更。 THERMISTOR_HOT及びALARM_INHIBITEDビットをクリア。
RESET_TO_ZERO	3	—	実行されません。このビットには0を書き込んでください。
N/A	4, 7, 8, 9, 11-15	—	実行されません。このビットには1を書き込んでください。
BATTERY_PRESENT_MASK	5	0	0 = BATTERY_PRESENT状態ビットのどちらかのエッジで割込。 1 = BATTERY_PRESENTが変化しても割込をしない。
POWER_FAIL_MASK	6	1	0 = POWER_FAIL状態ビットのどちらかのエッジで割込。 1 = POWER_FAILが変化しても割込をしない。
HOT_STOP	10	1	0 = THERMISTOR_HOT状態ビットは充電器をターンオフしない。 1 = THERMISTOR_HOT状態ビットは充電器をターンオフする。

*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。

あらゆるバッテリーに対応した充電器

MAX1647/MAX1648

図8にV0(電圧レギュレーションループの設定点)と ChargingVoltage()データの間のマッピングを示します。

ChargingVoltage()レジスタのパワーオンリセット値は0xFFF0です。このため、MAX1647が最初にオンになった時には、BATT電圧が16.368Vに安定化されます($V_{REF} = 4.096V$ の場合)。BATTERY_PRESENT状態ビットがクリアの時に、ChargingVoltage()レジスタはパワーオンリセット状態に戻ります。

ChargingCurrent()

ChargingCurrent()コマンドは、Write-Wordプロトコルを使用します。ChargingCurrent()のコマンドコードは0x14であることから、Write-WordプロトコルのCMD7~CMD0ビットは0b00010100であるはずで、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。SELをAGNDに接続すると、I0の最大設定値が1.023Aになります。SELをオープンにすると、I0の最大設定値が2.047Aになります。SELをVLに接続すると、I0の最大設定値が4.095Aになります。

MAX1647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、バイナリ重み付のリニア電流ソースが

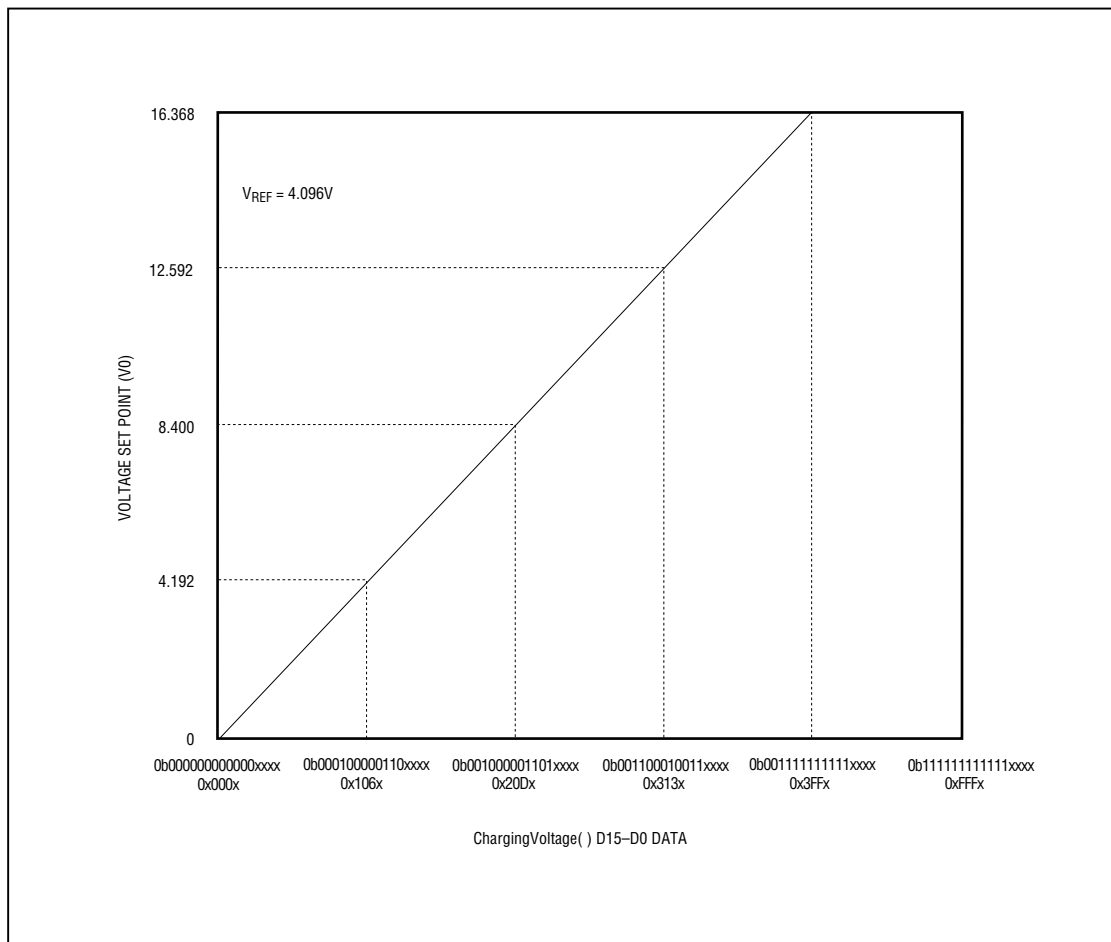


図8. ChargingVoltage()データから電圧へのマッピング

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維持充電電流を供給し、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、1mA~31mAの電流のソースとなります。表3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越えるのを防ぎます。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3)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。6ビット電流DACが電流リミット設定点を制御します。DA5~DA0が電流DACコードのビットを表します。図9に、電流DACコードと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は強制的にグラウンドになります。これにより、インダクタL1に電流が流れなくなります。

表3. 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
0	0	0	0x0010-0xFFFF	0x0001-0x001F	0	x	1mA-31mA
0	0	0	0x0010-0xFFFF	0x0001-0x001F	1	0	0mA
0	0	0	0x0010-0xFFFF	0x0001-0x001F	1	1	1mA-31mA
0	0	0	0x0010-0xFFFF	0x0020-0xFFFF	0	x	31mA
0	0	0	0x0010-0xFFFF	0x0020-0xFFFF	1	0	0mA
0	0	0	0x0010-0xFFFF	0x0020-0xFFFF	1	1	31mA
0	0	0	x	0x0000	x	x	0mA
0	0	0	0x0000-0x000F	x	x	x	0mA
0	x	1	x	x	x	x	0mA
0	1	x	x	x	x	x	0mA
1	x	x	x	x	x	x	0mA

Note 1: Logical AND of THERMISTOR_HOT, HOT_STOP, NOT(THERMISTOR_UR).

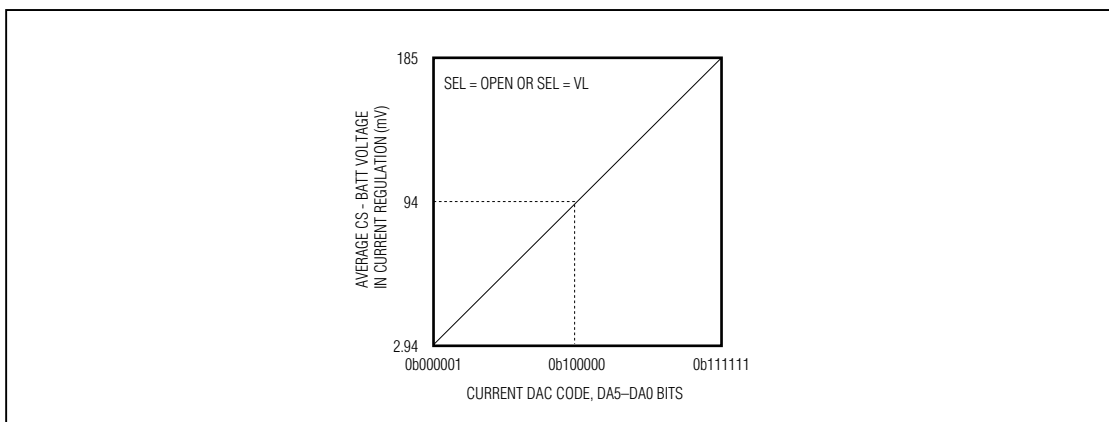


図9. CSとBATTの間の平均電圧対電流DACコード

あらゆるバッテリーに対応した充電器

MAX1647/MAX1648

表4. 電流DACコードとChargingCurrent()値の関係

CHARGE_INHIBITED	(NOTE 1)	ALARM_INHIBITED	ChargingVoltage()	SEL	ChargingCurrent()	CURRENT_DAC CODE	SW REG ON?	(NOTE 2)
0	0	0	0x0010-0xFFFF	0V	0x0001-0x001F	0	No	0
0	0	0	0x0010-0xFFFF	0V	0x0020-0x003F	2	Yes	0
0	0	0	0x0010-0xFFFF	0V	0x0040-0x03DF	4-60	Yes	0
0	0	0	0x0010-0xFFFF	0V	0x03E0-0x03FF	62	Yes	0
0	0	0	0x0010-0xFFFF	0V	0x0400-0xFFFF	62	Yes	1
0	0	0	0x0010-0xFFFF	open	0x0001-0x001F	0	No	0
0	0	0	0x0010-0xFFFF	open	0x0020-0x003F	1	Yes	0
0	0	0	0x0010-0xFFFF	open	0x0040-0x07DF	2-62	Yes	0
0	0	0	0x0010-0xFFFF	open	0x07E0-0x07FF	63	Yes	0
0	0	0	0x0010-0xFFFF	open	0x0800-0xFFFF	63	Yes	1
0	0	0	0x0010-0xFFFF	VL	0x0001-0x001F	0	No	0
0	0	0	0x0010-0xFFFF	VL	0x0020-0x003F	1	Yes	0
0	0	0	0x0010-0xFFFF	VL	0x0040-0x007F	1	Yes	0
0	0	0	0x0010-0xFFFF	VL	0x0080-0x0F9F	2-62	Yes	0
0	0	0	0x0010-0xFFFF	VL	0x0FA0-0x0FBF	63	Yes	0
0	0	0	0x0010-0xFFFF	VL	0x0FC0-0x0FFF	63	Yes	0
0	0	0	0x0010-0xFFFF	VL	0x0001-0xFFFF	63	Yes	1
0	0	0	x	x	0x0000	0	No	0
0	0	0	0x0010-0xFFFF	x	x	N/C	No	N/C
0	x	1	x	x	x	N/C	No	N/C
0	1	x	x	x	x	N/C	No	N/C
1	x	x	x	x	x	N/C	No	N/C

Note 1: Logical AND of THERMISTOR_HOT, HOT_STOP, NOT(THERMISTOR_UR).

Note 2: Value of CURRENT_OR bit in the ChargerStatus() register.

N/C = No change

表5. SELピンの接続先がChargingCurrent()データビットに及ぼす影響

SEL	R1 (mΩ)	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
AGND	181	0	0	0	0	0	0	DA5	DA4	DA3	DA2	DA1	I4	I3	I2	I1	I0	
Open	90	0	0	0	0	0	0	DA5	DA4	DA3	DA2	DA1	DA0	I4	I3	I2	I1	I0
VL	45	0	0	0	0	DA5	DA4	DA3	DA2	DA1	DA0	*	I4	I3	I2	I1	I0	

*When SEL = VL, D5 = 1 forces DA0 to be 1 regardless of the D6 bit value.

表4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。

SEL = AGNDの時、R1を $0.185/1.023 = 181\text{m}$ にできるだけ近くして、実際の出力電流をCharging Current()コマンドでプログラムされたデータ値に一致させてください。SEL = オープンの時はR1を90m にできるだけ近くし、SEL = VLの時はR1を45m にできるだけ近づけてください。表5に、SELがR1に与える影響及びChargingCurrent()コマンド内のD15 ~ D0

ビットの意味が説明されています。DA5 ~ DA0は電流DACコードビットを表し、I4 ~ I0はIOUTリア電流ソースのバイナリ重みビットを示します。電流DACビットのどれかが設定されるとリア電流ソースはフルスケール(31mA)に設定されることに注意してください。

ChargingCurrent()レジスタのパワーオンリセット値は、0x000Cです。SELピンの設定に関係なく、MAX1647はI0が12mAに設定された状態(即ち、DA5 ~ DA0、I1及びI0は全てゼロ、I3とI2のみが設定)でパワーアップし

ます。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12mA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。ChargingVoltage()のコマンドコードは0x16であることから、Write-WordプロトコルのCMD7~CMD0ビットは0b00010110であるはずですが、AlarmWarning()コマンドは、Write-WordプロトコルデータのD15、D14又はD12が1の時に、MAX1647のALARM_INHIBITED状態ビットを設定します。表6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_PERSENT = 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ChargerMode()が書き込まれるまで設定されたままです。ALARM_INHIBITED = 1である限り、MAX1647スイッチングレギュレータ及びIOUT電流ソースはオフ状態に留まります。

ChargerStatus()

ChargerStatus()コマンドは、Read-Wordプロトコルを使います。ChargerStatus()のコマンドコードは0x13であることから、Write-WordプロトコルのCMD7~CMD0ビットは0b00010011であるはずですが、ChargerStatus()コマンドは、サーミスタインピーダンス及びMAX1647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(図7)。表7に、個々のビットの意味を説明します。ラッチされたビット(THERMISTOR_HOT及びALARM_INHIBITED)は、BATTER_PERSENT = 0になるか、又はPOR_RESETビット = 1でChargerMode()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(INTがローになります)。BATTERY_PRESENT及びPOWER_FAILは、ChargerMode()コマンドを通じて設定/クリアできる割込マスクを持っています。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 Alert-ResponseアドレスでReceive Byteプロトコルを使用する方法です。MAX1647は、0x89バイトでAlert-Responseアドレスに応答します。

アプリケーション情報

MAX1647をDuracellスマートバッテリーと使用方法

下記の疑似コードは、MAX1647 INT出力がローになることによりトリガされる割込ルーチンです。この割込ルーチンは、DCIN電力検出、バッテリーの着脱等、バッテリー充電器の状態の変化をホストに知らせます。

DOMAX1647:

```
{MAX1647割込を扱うルーチンの開始。}
```

```
{MAX1647の状態をチェック。}
```

```
TEMPWORD = ReadWORD(SMBADDR = 0b00010011 = 0x13, COMMAND = 0x13)
```

```
{バッテリーが取り付けられていない状態での正常パワーアップケースのチェック。THERMISTOR_OR = 1, BATTERY_PRESENT = 0。マスクとして 0b1011111011111111 = 0xBEFFを使用。}
```

```
IF (TEMPWORD OR 0xBEFF) = 0xBFFF THEN GOTO NOBATT:
```

```
{バッテリーが取り付けられているかどうかをチェック。 BATTERY_PRESENT = 1。マスクとして 0b1011111111111111 = 0xBFFFを使用。}
```

表6. AlarmWarning()コマンドの効果

AlarmWarning() WRITE-WORD PROTOCOL DATA																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充電器

MAX1647/MAX1648

```
IF (TEMPWORD OR 0xBEFF) = 0xBFFF THEN
GOTO HAVEBATT:
GOTO ENDINT:
HAVEBATT:
{バッテリー取り付け済み。バッテリーの放送モードをオフにして充電プロセスを監視。BatteryMode( )コマンドを使用してCHARGER_MODEビットが設定されていることを確認。}

WriteWord(SMBADDR = 0b00010110 = 0x16,
COMMAND = 0X03, DATA = 0x4000)
GOTO ENDINT:

NOBATT:
{AC電源が来ているがバッテリーがないことをシステムに通知。}

GOT ENDINT:

ENDINT:
{割込ルーチンの終了。}

下記の疑似コードは、バッテリーに希望の充電電圧及び充電電流について質問し、リクエストされた充電電流及び充電電圧が有効であることを確認し、このリクエストに従うようにMAX1647に命令するポーリングルーチンです。

DOPOLLING:
{ポーリングルーチンの開始。}

{バッテリーのChargingVoltage( )コマンドによりバッテリーが望む電圧を質問。}

TEMPVOLTAGE = ReadWord( SMBADDR = 0b00010111 = 0x17, COMMAND = 0x15)
{バッテリーのChargingCurrent( )コマンドによりバッテリーが望む電流を質問。}

TEMPCURRENT = ReadWord( SMBADDR = 0b00010111 = 0x17, COMMAND = 0x14)
{ルーチンは、ここでTEMPVOLTAGEとTEMPCURRENTの値が妥当であること及びバッテリーが不良動作をしていないことをチェックできます。}

{TEMPVOLTAGEとTEMPCURRENTの値を使用して、このリクエストに従うようにMAX1647に命令。}
WriteWord(SMBADDR = 0b00010010 = 0x12,
COMMAND = 0x15, DATA = TEMPVOLTAGE)

WriteWord(SMBADDR = 0b00010010 = 0x12,
COMMAND = 0x14, DATA = TEMPCURRENT)

ENDPOL:
{ポーリングルーチンの終了。}
```

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ことができます。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3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。

MAX1647 4Aアプリケーション用の外付部品の選択

MAX1647は、最大4A(図3は2A)の電流で充電するように構成することもできます。そのためには、外付電力部品を変更してSELをREFに接続します。以下に、図3の部品の中で4Aアプリケーション用として変更を必要とするものの選択条件について説明します。

図3のダイオードD4は、充電電流及びボスト負荷(充電していない時に通常バッテリーが駆動しているもの)を動作させるための電流の両方をサポートする必要があります。これは、D4を流れる連続電流が4Aを超えることを意味します。D4の候補としては、DPAK表面実装パッケージに入ったMotorola MBRD835L 8Aショットキバリアーダイオードが挙げられます。4Aアプリケーション回路を使用する時は、D4を20cm²の銅箔の上に取り付けて回路基板の熱管理に万全を期してください。

Motorola MBRD835Lは、D3に使うこともできます。4AのM1及びM2には、Siliconix Si4410DYが適しています。M2を2N7002(表1)からSi4410DYに変えるとMAX1647の20ピンSSOPの電力消費が増加します。

表面実装パッケージの大電流インダクタを見つけるのは困難です。低コスト解決法としては、トロイダル鉄粉コアに大径のワイヤを露出巻線としたものが挙げられます。Coiltronics CTX20-5-52 20μH 5Aインダクタを使用することにより、高効率の解決法となります。

R1Aも4Aアプリケーションでは図3の回路と比べて電力消費が大きくなります。4Aアプリケーションでは、R1Aの値が50mΩまで低下します。IRCのLR2512-01-R050-Fはこの条件を満たしており、最大電力消費定格は1Wとなっています。

表7. ChargerStatus()ビットの説明

名称	ビット位置	ラッチ付か?	説明
CHARGE_INHIBITED	0		0 = スマートバッテリー充電準備完了 1 = 充電器がオフ; IOOUT電流 = 0mA ; DLO = PGND ; DHI = LX
MASTER_MODE	1	N/A	常に'0'を返す
VOLTAGE_NOTREG	2	×	0 = BATT電圧は電圧設定点(BATT = V0) 1 = BATT電圧は電圧設定点未満(BATT < V0)
CURRENT_NOTREG	3	×	0 = R1を流れる電流はリミット値(IBATT = I0) 1 = R1を流れる電流はリミット値未満(IBATT < I0)
LEVEL_2	4	N/A	常に1を返す
LEVEL_3	5	N/A	常に0を返す
CURRENT_OR	6	×	0 = ChargingCurrent()値はMAX1647に有効。 1 = ChargingCurrent()値はMAX1647が供給できる範囲を超過。
VOLTAGE_OR	7	×	0 = ChargingVoltage()値はMAX1647に有効。 1 = ChargingVoltage()値はMAX1647が供給できる範囲を超過。
THERMISTOR_OR	8	×	0 = THM電圧 < REF電圧の91% 1 = THM電圧 > REF電圧の91%
THERMISTOR_COLD	9	×	0 = THM電圧 < REF電圧の75% 1 = THM電圧 > REF電圧の75%
THERMISTOR_HOT	10		このビットは内部SRフリップフロップ(THERMISTOR_HOTフリップフロップ)の状態を報告。THMがREFの23%以下になるとTHERMISTOR_HOTフリップフロップが設定されます。BATTERY_PRESENT = 0になるか、POR_RESET = 1でChargerMode()が書き込まれるとクリアされます。
THERMISTOR_UR	11	×	0 = THM電圧 > REF電圧の5% 1 = THM電圧 < REF電圧の5%
ALARM_INHIBITED	12		このビットは、内部SRフリップフロップ(ALARM_INHIBITEDフリップフロップ)の状態を報告。AlarmWarning()コマンドがD15、D14又はD12が設定された状態で書き込まれると、ALARM_INHIBITEDフリップフロップが設定されます。BATTERY_PRESENT = 0になるか、POR_RESET = 1でChargerMode()が書き込まれるとALARM_INHIBITEDはクリアされます。
POWER_FAIL	13	×	0 = BATT電圧 < DCIN電圧の89% 1 = BATT電圧 > DCIN電圧の89%
BATTERY_PRESENT	14	×	0 = バッテリーなし(THERMISTOR_OR = 1) 1 = バッテリーあり(THERMISTOR_OR = 0)
AC_PRESENT	15	×	0 = VL電圧 < 4V 1 = VL電圧 > 4V

*D15 - D0データ内のビット位置

N/A = 適用不能

チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 3612

SUBSTRATE CONNECTED TO AGND

あらゆるバッテリーに対応した充電器

MAX1647/MAX1648

パッケージ

**SSOP
SHRINK
SMALL-OUTLINE
PACKAGE**

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°

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

21-0056A

**Narrow SO
SMALL-OUTLINE
PACKAGE
(0.150 in.)**

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.053	0.069	1.35	1.75
A1	0.004	0.010	0.10	0.25
B	0.014	0.019	0.35	0.49
C	0.007	0.010	0.19	0.25
E	0.150	0.157	3.80	4.00
e	0.050		1.27	
H	0.228	0.244	5.80	6.20
L	0.016	0.050	0.40	1.27

DIM	PINS	INCHES		MILLIMETERS	
		MIN	MAX	MIN	MAX
D	8	0.189	0.197	4.80	5.00
D	14	0.337	0.344	8.55	8.75
D	16	0.386	0.394	9.80	10.00

21-0041A

マキシム・ジャパン株式会社

〒169 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。

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