

リチウムイオンバッテリパックプロテクタ

概要

MAX1665は、2セル～4セルのリチウムイオン(Li+)バッテリパックを過電圧、低電圧、過充電電流及び過放電電流から保護します。動作電流が非常に小さいため、セルを長時間保管しても過放電の恐れがありません。

MAX1665は、充電及び放電電圧を制限するために2つの外部NチャネルMOSFETを制御します。セル当たりの電圧が+4.3Vよりも低くなると、充電が許容されます。いずれかのセルの電圧が+4.3V(過電圧リミット)よりも高くなると、MAX1665は充電MOSFETをターンオフします。この安全機能により、バッテリパック内の各セルの過充電が防止されます。

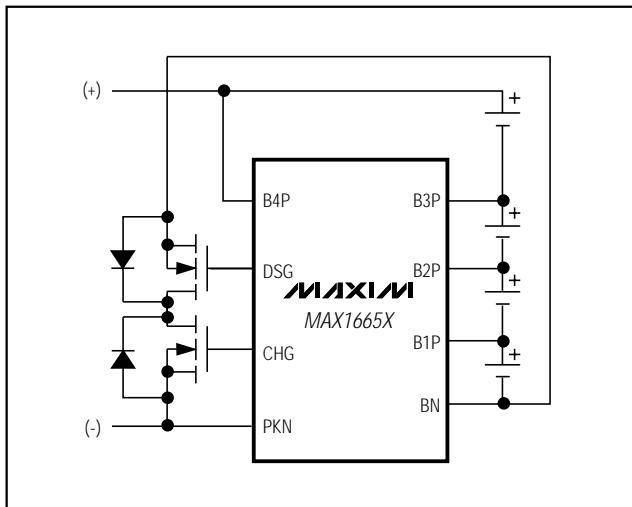
セル当たりの電圧が+2.5V(低電圧リミット)を超えると、放電が許容されます。いずれかのセルの両端電圧が+2.5Vを割ると、MAX1665は放電MOSFETをターンオフします。この安全機能により、バッテリパック内の各セルの過放電が防止されます。

PKNとBNの間の電圧が250mVより小さい時に充電と放電が許容されます。この安全機能により、過剰なパック電流が防止されます。

アプリケーション

リチウムイオンバッテリパック

標準動作回路



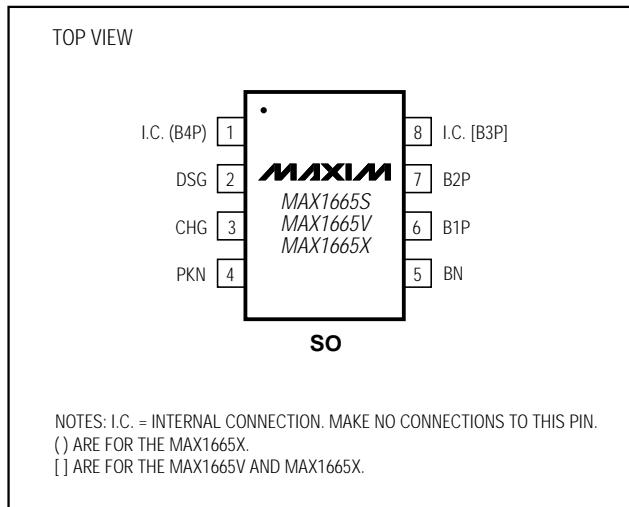
特長

- ◆ 以下に対する完全保護：
 - セルの過電圧
 - セルの低電圧
- ◆ パックを過剰な充電及び放電から保護
- ◆ 超低消費電流：16µA(typ)
- ◆ 低スタンバイ電流：1µA(max)
- ◆ セル入力バイアス電流がマッチング(<500pA)されているため、セルバランスが維持されます。

型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE	CELL COUNT
MAX1665SESA	-40°C to +85°C	8 SO	2
MAX1665VESA	-40°C to +85°C	8 SO	3
MAX1665XESA	-40°C to +85°C	8 SO	4

ピン配置



リチウムイオンバッテリパックプロテクタ

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

B4P to PKN (MAX1665X).....	-0.3V to +24V
B3P to PKN (MAX1665V).....	-0.3V to +18V
B2P to PKN (MAX1665S).....	-0.3V to +12V
B1P to PKN, B2P to B1P, B3P to B2P, B4P to B3P.....	-0.3V to +6V
CHG to PKN, DSG to BN MAX1665S.....	-0.3V to ($V_{B2P} + 0.3V$)
MAX1665V.....	-0.3V to ($V_{B3P} + 0.3V$)
MAX1665X.....	-0.3V to ($V_{B4P} + 0.3V$)
B2P to BN (MAX1665S).....	-0.3V to +12V

B3P to BN (MAX1665V).....	-0.3V to +18V
B4P to BN (MAX1665X).....	-0.3V to +24V
Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ C$) 8-Pin SO (derate 5.88mW/ $^\circ C$ above $+70^\circ C$).....	471mW
Operating Temperature Range	-40°C to +85°C
Junction Temperature	+150°C
Temperature Range.....	-65°C to +150°C
Lead Temperature (soldering, 10s)	+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

($V_{B2P} = 8V$ (MAX1665S), $V_{B3P} = 12V$ (MAX1665V), $V_{B4P} = 16V$ (MAX1665X), $T_A = 0^\circ C$ to $+85^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
B2P Voltage Range	V_{B2P}	MAX1665S	4	10		V
B3P Voltage Range	V_{B3P}	MAX1665V	4	15		V
B4P Voltage Range	V_{B4P}	MAX1665X	4	20		V
Overvoltage Threshold	V_{OV}	Cell voltage rising	4.26	4.3	4.34	V
Overvoltage Hysteresis	V_{CE}			0.10		V
Undervoltage Threshold	V_{UV}		2.4	2.5	2.6	V
Undervoltage RESET	V_{RE}	$V_{BN} - V_{PKN}$	0	18	30	mV
Overcurrent Sense Threshold	V_{CH}		± 200	± 250	± 300	mV
Overcurrent Hysteresis	V_{CH2}			5		mV
Overvoltage/Undervoltage Delay	t_{UV}	(Note 1)		200		ms
Overcurrent Detection Delay	t_{IO}			10		ms
CHG, DSG Output Voltage High		$I_{OUT} = 100\mu A$	MAX1665S $V_{B2P} - 1.8$ $V_{B2P} - 0.54$ MAX1665V $V_{B3P} - 1.8$ $V_{B3P} - 0.54$ MAX1665X $V_{B4P} - 1.8$ $V_{B4P} - 0.54$			V
DSG Output Voltage High (Note 2)		MAX1665X, $I_{OUT} = 100\mu A$, $V_{B4P} = 24V$, $V_{BN} = 100mV$		17	20	V
CHG Output Voltage Low	V_{CHGL}	$I_{CHG} = -100\mu A$			$V_{PKN} + 0.1$	V
DSG Output Voltage Low	V_{DSGL}	$I_{DSG} = -1\mu A$			$V_{BN} + 0.1$	V
CHG, DSG Output Source Current	I_{OH}	CHG = PKN, DSG = BN	10	25		mA
CHG Output Sink Current	I_{OL}	$V_{CHG} = V_{PKN} + 3.0V$	0.5	2		mA
DSG Output Sink Current	I_{OL}	$V_{DSG} = V_{BN} + 3.0V$	0.5	2		μA
Overcurrent Sampling - t_{ON}	t_{ON}	$V_{PKN} = \pm 300mV$		8.2		ms
Overcurrent Sampling - t_{OFF}	t_{OFF}	$V_{PKN} = \pm 300mV$		135		ms
Input Bias Current (Note 3)	I_{BIAS}	MAX1665SESA, $V_{B1P} = 4V$ MAX1665VESA, $V_{B1P} = 4V$, $V_{B2P} = 8V$ MAX1665XESA, $V_{B1P} = 4V$, $V_{B2P} = 8V$, $V_{B3P} = 12V$	3	10		nA

リチウムイオンバッテリパックプロテクタ

MAX1665S/V/X

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{B2P} = 8V$ (MAX1665S), $V_{B3P} = 12V$ (MAX1665V), $V_{B4P} = 16V$ (MAX1665X), $T_A = 0^\circ C$ to $+85^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Bias Current Matching	ΔI_{BIAS}	(Notes 3, 4)		± 500		pA
Supply Current	I_{CC}			16	25	μA
Standby Mode Current	I_{LP}	(Note 5)		0.7	1	μA
Undervoltage Lockout	V_{UVLO}	$DSG = CHG = \text{low}$		4.0	4.7	V

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{B2P} = 8V$ (MAX1665S), $V_{B3P} = 12V$ (MAX1665V), $V_{B4P} = 16V$ (MAX1665X), $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$, unless otherwise noted.) (Note 6)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
B2P Voltage Range	V_{B2P}	MAX1665S	4	10		V
B3P Voltage Range	V_{B3P}	MAX1665V	4	15		V
B4P Voltage Range	V_{B4P}	MAX1665X	4	20		V
Oversupply Threshold	V_{OV}	Cell voltage rising	4.20	4.24		V
Undervoltage Threshold	V_{UV}		2.4	2.6		V
Undervoltage RESET	V_{RE}	$V_{BN} - V_{PKN}$	0	30	mV	
Overcurrent Sense Threshold	V_{CH}		± 180	± 320		mV
CHG, DSG Output Voltage High		$I_{OUT} = 100\mu A$	MAX1665S	$V_{B2P} - 2$	$V_{B2P} - 0.5$	V
			MAX1665V	$V_{B3P} - 2$	$V_{B3P} - 0.5$	
			MAX1665X	$V_{B4P} - 2$	$V_{B4P} - 0.5$	
DSG Output Voltage High (Note 2)		MAX1665X, $I_{OUT} = 100\mu A$, $V_{B4P} = 24V$, $V_{BN} = 100mV$		20		V
CHG Output Voltage Low	V_{CHGL}	$I_{CHG} = -100\mu A$			$V_{PKN} + 0.1$	V
DSG Output Voltage Low	V_{DSGL}	$I_{DSG} = -1\mu A$			$V_{BN} + 0.1$	V
CHG, DSG Output Source Current	I_{OH}	$CHG = PKN$, $DSG = BN$	10			mA
CHG Output Sink Current	I_{OL}	$V_{CHG} = V_{PKN} + 0.3V$	0.2			mA
DSG Output Sink Current	I_{OL}	$V_{DSG} = V_{BN} + 0.3V$	0.2			μA
Input Bias Current (Note 3)	I_{BIAS}	MAX1665SESA, $V_{B1P} = 4V$		10		nA
		MAX1665VESA, $V_{B1P} = 4V$, $V_{B2P} = 8V$		10		
		MAX1665XESA, $V_{B1P} = 4V$, $V_{B2P} = 8V$, $V_{B3P} = 12V$		10		
Supply Current	I_{CC}			30		μA
Standby Mode Current	I_{LP}	(Note 5)		2		μA
Undervoltage Lockout	V_{UVLO}	$DSG = CHG = \text{low}$		4.7		V

Note 1: Applies to the differential voltage measured on any cell.

Note 2: DSG is internally clamped to a maximum of 20V to protect the external MOSFET (V_{GS}).

Note 3: Guaranteed by design.

Note 4: The input bias matching between cells is measured with a 4V voltage between cells.

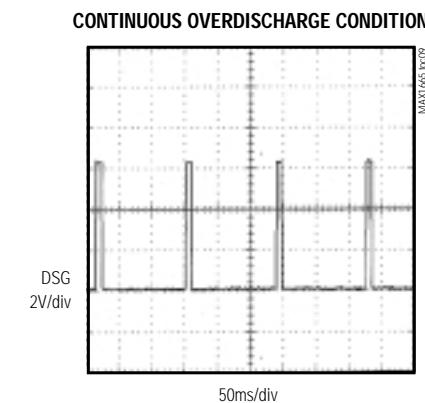
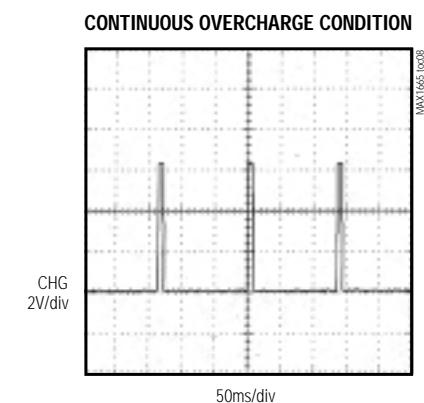
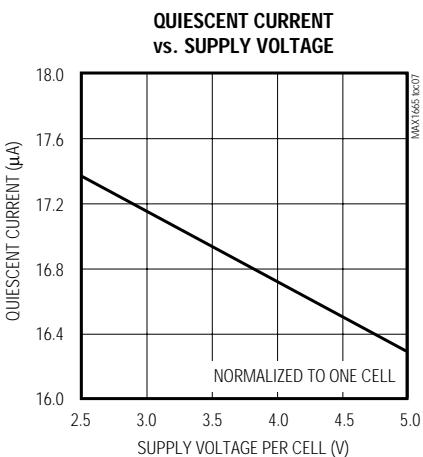
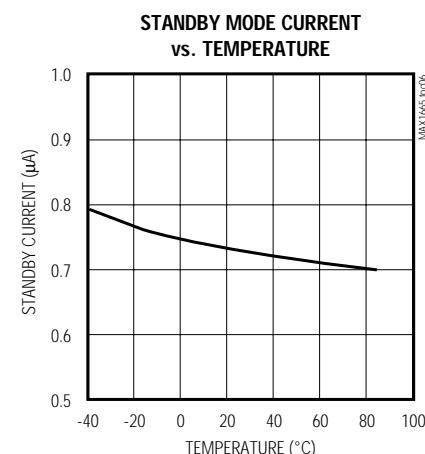
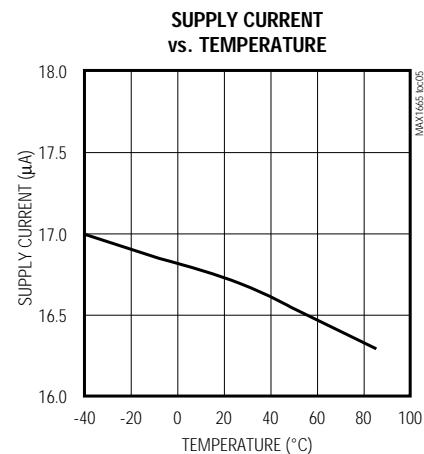
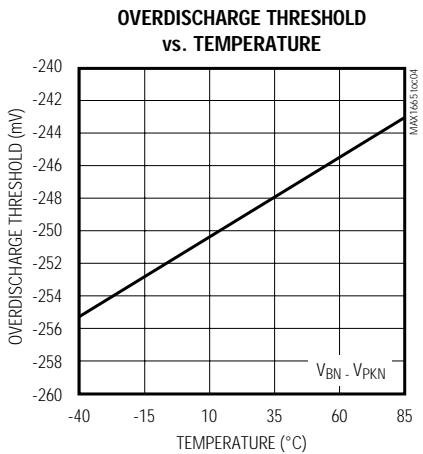
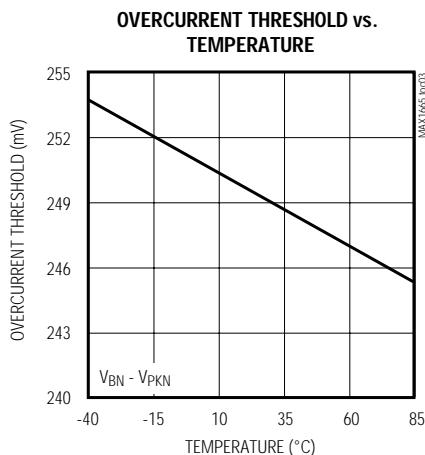
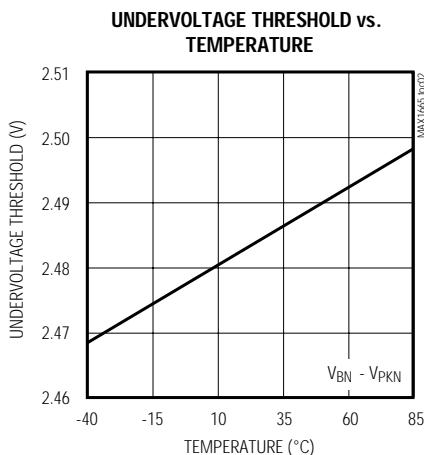
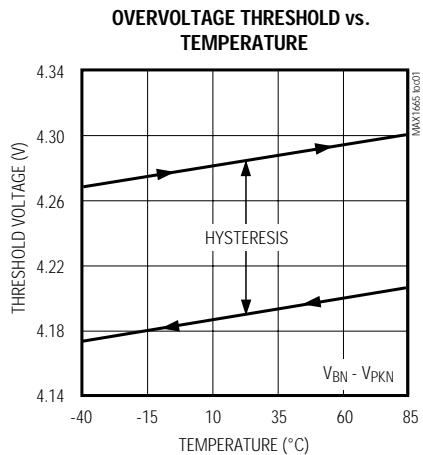
Note 5: At least one cell is $< V_{UV}$.

Note 6: Specifications to $-40^\circ C$ are guaranteed by design, not production tested.

リチウムイオンバッテリパックプロテクタ

標準動作特性

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



リチウムイオンバッテリパックプロテクタ

端子説明

端子			名称	機能
MAX1665S	MAX1665V	MAX1665X		
1, 8	1	—	I.C.	内部接続されています。このピンには何も接続しないで下さい。
—	—	1	B4P	セル4の正入力。4つ目の直列Li+セルの正端子に接続して下さい。
2	2	2	DSG	放電制御出力。外部NチャネルMOSFETのゲートを駆動することにより、放電経路を制御します。
3	3	3	CHG	充電制御出力。外部NチャネルMOSFETのゲートを駆動することにより、充電経路を制御します。
4	4	4	PKN	パックの負入力
5	5	5	BN	1つ目の直列Li+セルの負端子に接続して下さい。
6	6	6	B1P	セル1の正入力。1つ目の直列Li+セルの正端子に接続して下さい。
7	7	7	B2P	セル2の正入力。2つ目の直列Li+セルの正端子に接続して下さい。
—	8	8	B3P	セル3の正入力。3つ目の直列Li+セルの正端子に接続して下さい。

表1. $V_{BN} < V_{PKN} + 0.018V$ (放電モード)時の機能真理値表

CHARGE OVERCURRENT	DISCHARGE OVERCURRENT	OVERVOLTAGE	UNDERVOLTAGE	CHG	DSG	GATE CLOCKED	MAX SUPPLY CURRENT*
(μ A)	(μ A)	(V)	(V)				(μ A)
0	0	0	0	High	High	No	25
0	0	0	1	Low	Low	No	1
0	0	1	0	Low	High	No	25
0	0	1	1	Low	Low	No	1
0	1	0	0	Gated	Gated	Yes	25
0	1	0	1	Low	Low	No	1
0	1	1	0	Low	Gated	Yes	25
0	1	1	1	Low	Low	No	1

*Assuming no load on CHG or DSG.

MAX1665S/V/X

リチウムイオンバッテリパックプロテクタ

表2. $V_{BN} > V_{PKN} + 0.018V$ (充電モード)時の機能真理値表

CHARGE OVERCURRENT	DISCHARGE OVERCURRENT	OVERVOLTAGE	UNDERVOLTAGE	CHG	DSG	GATE CLOCKED	MAX SUPPLY CURRENT* (μA)
0	0	0	0	High	High	No	25
0	0	0	1	High	High	No	25
0	0	1	0	Low	High	No	25
0	0	1	1	Low	High	No	25
1	0	0	0	Gated	Gated	Yes	25
1	0	0	1	Gated	Gated	Yes	25
1	0	1	0	Low	High	No	25
1	0	1	1	Low	High	No	25

*Assuming no load on CHG or DSG.

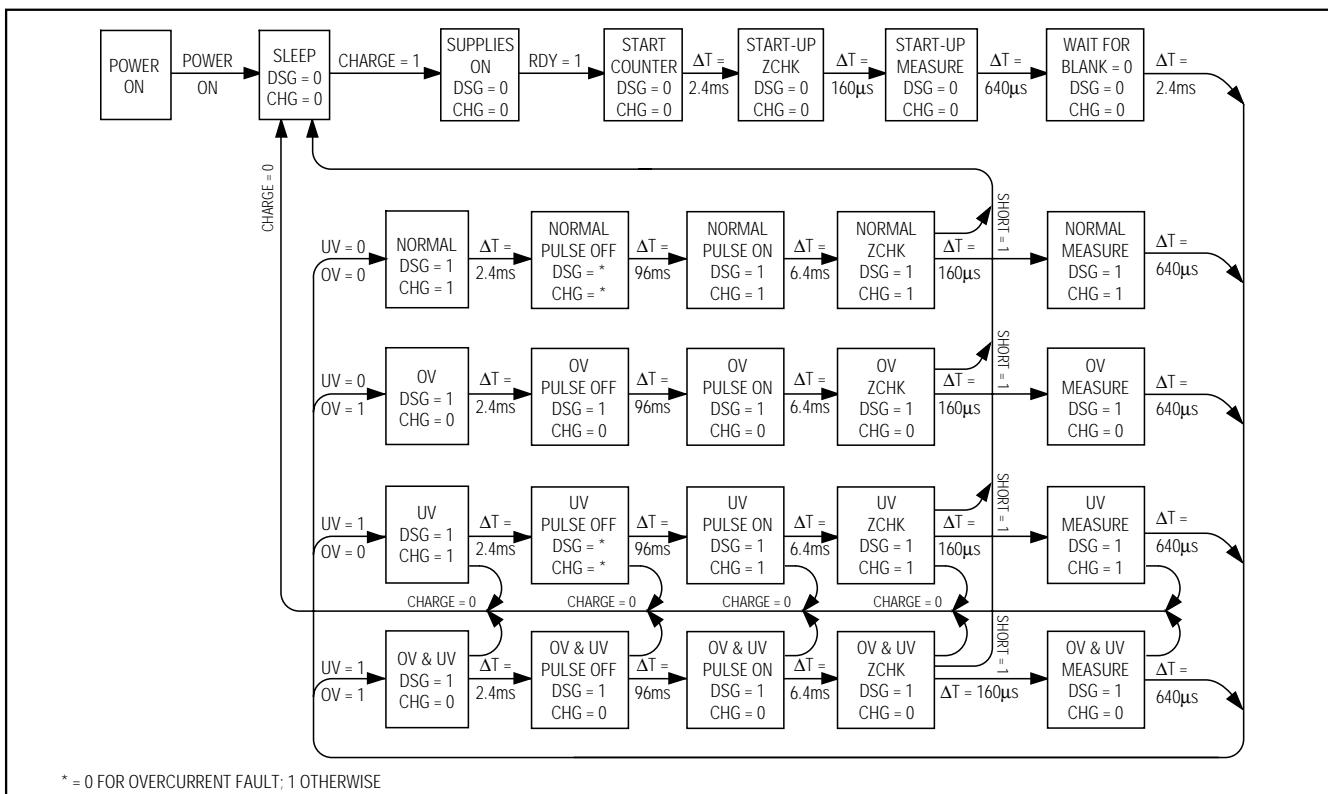


図1. 状態図

詳細

MAX1665S、MAX1665V及びMAX1665Xは、Li+セルの充電及び放電プロセスを監視します。これらの素子は2、3及び4セルアプリケーション用に設計されており、各セルの両端電圧を監視することにより、過電流、過電圧及び低電圧に対する保護を提供します。

図1にMAX1665の状態図を示します。2つの制御ピンCHG及びDSGが2つの直列接続の外部NチャネルMOSFETのゲートを駆動することにより、必要に応じて充電/放電プロセスをイネーブル/ディセーブルします(「標準動作回路」を参照)。B1P、B2P、B3P及びB4Pにおける電圧は各セルの両端で差動測定され、これにより電圧レベルが動作範囲内であるかどうかが決定されます。

リチウムイオンバッテリパックプロテクタ

MAX1665S/V/X

標準動作回路に示されているように、CHGとDSGがハイの時、MOSFETはオンになってセルの充電又は放電が許容されます。しかし、充電又は放電電流が過剰になると、素子はFETをターンオフしてスタンバイモードになり、周期的に電流をサンプリングして、障害条件が除去されたかどうかチェックします。MAX1665はこの電流を直接サンプリングせずに、充電又は放電電流がMOSFETのドレイン・ソース間抵抗を流れることによってBNとPKNの間に生じる差動電圧を測定します。過剰な電流を防止するために、固定電圧スレッショルドが使用されます(「Electrical Characteristics」を参照)。

動作モードにおいて、MAX1665の全てのバージョンは自己消費電流が $25\mu\text{A}$ 以下であるため、バッテリ寿命に影響を与えることなく長期間保管することができます。スタンバイモードにおいては、これらの素子の自己消費電流は $1\mu\text{A}$ 以下です。

過電圧保護

いずれかのセルの電圧が V_{OV} (過電圧リミット)を超えると、充電MOSFETの制御ピン(CHG)がPKNに駆動され、これによって充電器がセルから切り離されます。MAX1665はパックの中の各セルを差動測定することにより、セル毎に過充電を防止します。一番高いセル電圧が $V_{OV} - 100\text{mV}$ よりも低くなると、充電プロセスが再開されます(「標準動作回路」を参照)。

低電圧/過放電保護

各セルの電圧が低電圧スレッショルド電圧(V_{UV} 、標準 2.50V)よりも高ければ、放電が許容されます。いずれかのセルの電圧が V_{UV} よりも低くなると、CHGはPKNにラッチし、DSGはBNにラッチします。素子がスタンバイモードに入ると、自己消費電流が $1\mu\text{A}$ 以下になります。BNがPKNより 18mV 以上高くなるとラッチはリセットします。

充電モード中(BNがPKNより高い時)、ラッチはリセット状態に保持され、これにより低電圧コンパレータ機能がディセーブルされてセルの充電が許容されます。初期化プロセスにおいて、セルがMAX1665に接続される時、本素子はこれを低電圧状態をみなし、充電ソースが印加されてBNとPKNの間の電圧差が 18mV になるまで、CHGとDSGをディセーブルします。

長期間保管する場合、バッテリは自己放電して、やがて低電圧スレッショルドに達します。すると、MAX1665はスタンバイモードに入ります。充電器が接続されてBNがPKNより 18mV 高くなると通常動作モードが再開されます。

過電流保護

MAX1665がシステム内の過電流を検出すると、CHGをPKNに、DSGをBNに接続して外部MOSFETをターオフすることにより、充電又は放電プロセスをディセーブルします(「標準動作回路」を参照)。充電モードにおいて、MAX1665はBNからPKNまでの電圧が $+250\text{mV}$ を超えると過充電を検出します。放電モードにおいては、この電圧差が -250mV より低くなった時に過放電が検出されます。いずれの過電流条件においても、過電流が除去されるまでCHGとDSGが 12Hz でゲートされます。

過電圧条件と過充電条件の両方が存在する時は、過電圧条件が優先されます。同様に、低電圧条件と過放電条件が存在する時は、過放電条件が優先されます。詳細については表1及び2を参照して下さい。

セル電流のバランス

バッテリセルがマッチングされている時、中間ノードからMAX1665に流れる電流はゼロです。MAX1665は最上端子のみから電流を引き出します。図2に電圧サンプリング方式の略図を示します。以下の式は、セル同士がバランスされている時に差動放電電流がゼロになることを示しています。

$$\text{B4P: } I_4 = 3I_{CB} + V_4 / R = 4V_4 / R = \text{BAT4 電流}$$

$$\text{B3P: } I_3 = I_{3P} + I_4 = \text{BAT3 電流}$$

$$I_{3P} + I_{CB} = V_3 / R \Rightarrow I_{3P} = V_3 / R - V_4 / R$$

$$I_3 = I_4 + (V_3 - V_4) / R = (3V_4 + V_3) / R$$

$$\text{B2P: } I_2 = I_{2P} + I_3 = \text{BAT2 電流}$$

$$I_{2P} + I_{CB} = V_2 / R \Rightarrow I_{2P} = V_2 / R - V_4 / R$$

$$I_2 = I_3 + V_2 / R - V_4 / R = I_4 + (V_3 - V_4) / R + (V_2 - V_4) / R = (2V_4 + V_3 + V_2) / R$$

$$\text{B1P: } I_1 = I_{1P} + I_2 = \text{BAT1 電流}$$

$$I_{1P} + I_{CB} = V_1 / R \Rightarrow I_{1P} = V_1 / R - V_4 / R$$

$$I_1 = I_2 + V_1 / R - V_4 / R = I_4 + (V_3 - V_4) / R + (V_2 - V_4) / R + (V_1 - V_4) / R \\ = (V_4 + V_3 + V_2 + V_1) / R$$

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_4 の時、 I_{1P} = I_{2P} = I_{3P} = 0 \text{ 及び } I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = 4V_4 / R$$

プロセスのばらつきのため、MAX1665はセルがマッチングしている場合でも微小な電流($70\text{nA} \sim 150\text{nA}$)を中間ノードから引き出します。この電流の差はサンプリングモード(全時間の $1/32$)において存在するため、この電流の平均は $2\text{nA} \sim 5\text{nA}$ となります。

リチウムイオンバッテリパックプロテクタ

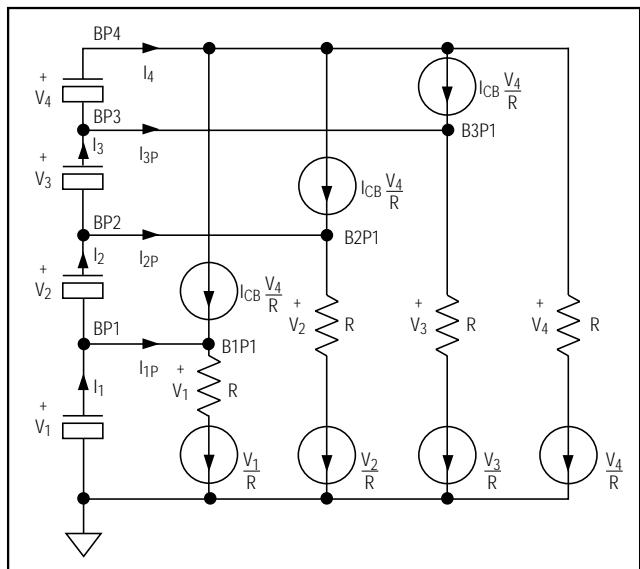


図2. サンプリングモードの等価回路

表3. 推奨MOSFET

DUAL N-CHANNEL MOSFETs	TYPICAL R _{DS(ON)} (Ω)	MAX V _{GS} (V)
IRF9956	0.10	±20
FDS6990A	0.018	±20
Si9936	0.050	±20

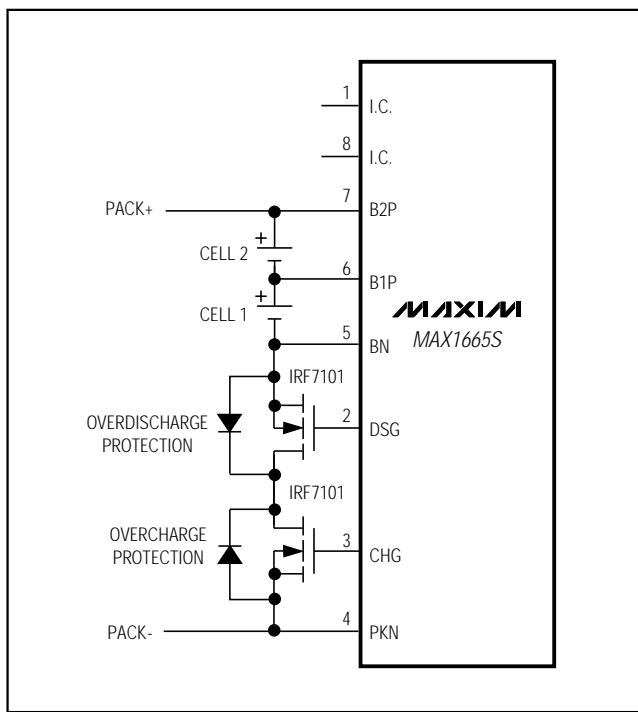


図3. 標準2セル動作回路

アプリケーション情報

外部MOSFETの選択

外部NチャネルMOSFETは、充電/放電プロセスをイネーブル又はディセーブルするゲーテッドスイッチとして作動します。CHG及びDSGはこれらの外部MOSFETのゲートを制御することにより、Li+セルの損傷を防止します。過電流条件においては、DSGの電圧がBNの電圧と等しくなり、NチャネルMOSFETのボディダイオードを通る経路も含めて全ての電流が低減します。MAX1665XはV_{GS}電圧を最大20Vにクランプすることに注意して下さい。

IRF7101は、小型8ピンSOPパッケージで提供される低価格デュアルNチャネルMOSFETです。最大充電及び放電速度に応じて異なるMOSFETを使用することにより、各アプリケーションを最適化して下さい。表3に推奨MOSFETをまとめます。

2、3及び4セルアプリケーション

図3～図5は2、3及び4セルアプリケーションを示しています。2つの直列MOSFET(IRF7101デュアルNチャネルMOSFET)は、ボディダイオードの電流を防ぐような向きになっていることに注意して下さい。図の極性記号は、Li+セルを充電するために必要な外部ソースの接続を示しています。この外部充電ソースは、パック + 電圧/パックを通じてMOSFETのゲートドライブも提供しています。

リチウムイオンバッテリパックプロテクタ

MAX1665S/V/X

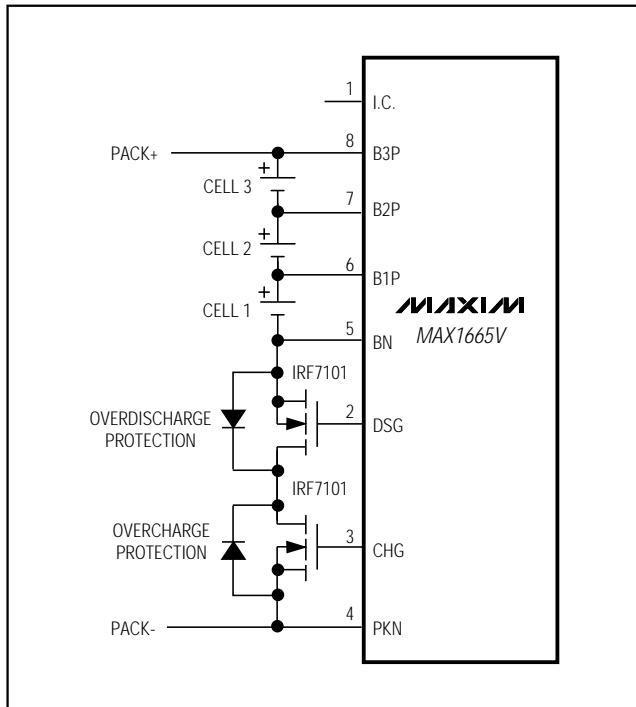


図4. 標準3セル動作回路

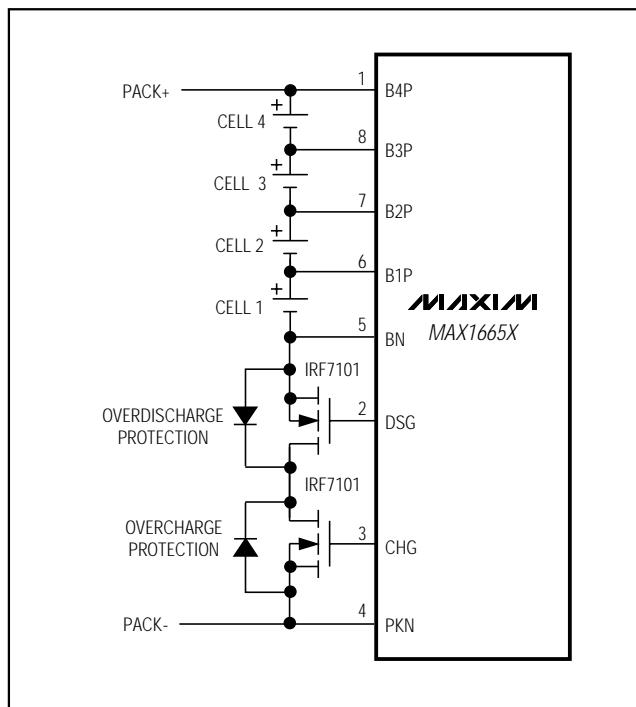
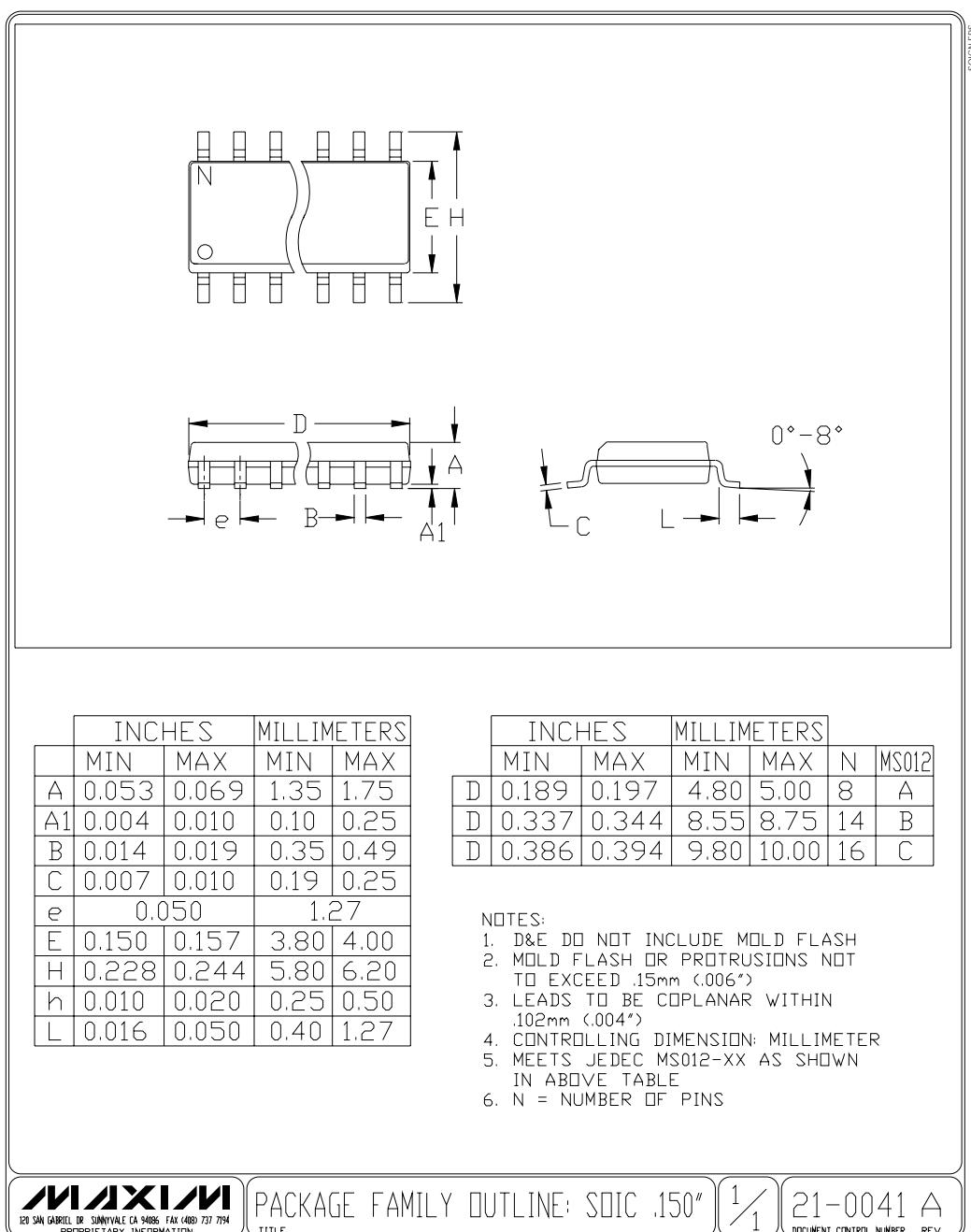


図5. 標準4セル動作回路

リチウムイオンバッテリパックプロテクタ

パッケージ



MAXIM
126 SAN GABRIEL DR. SUNNYVALE CA 94086 FAX (408) 737-7194
PROPRIETARY INFORMATION

PACKAGE FAMILY OUTLINE: SOIC .150"

TITLE

1/1

21-0041 A

DOCUMENT CONTROL NUMBER REV.

リチウムイオンバッテリパックプロテクタ

NOTES

MAX1665S/V/X

リチウムイオンバッテリパックプロテクタ

MAX1665S/V/X

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。マキシム社は隨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。

12 Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600

© 2000 Maxim Integrated Products

MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products.