

ML5245

5～13 直列リチウムイオン 2 次電池保護用 IC

■ 概要

ML5245 は、5～13 セル・リチウムイオン2 次電池パック保護用IC です。各セルの過充電と過放電、および過電流、温度を検出し、外部の充放電制御用NMOS-FETのON/OFF制御を自動的に行います。各セル電圧のモニタ出力端子を設けていますので、外部マイコンによる電圧監視も可能です。

■ 特長

- 対応セル数 : 10 セル/13 セル
- 過充電／過放電 電圧検出機能
 - 過充電検出電圧精度 : $\pm 15\text{mV}(25^\circ\text{C})$
 - 過放電検出電圧精度 : $\pm 50\text{mV}(25^\circ\text{C})$
- 充放電電流の過電流検出機能
 - 放電過電流検出精度 : $\pm 10\text{mV}(25^\circ\text{C})$
 - 充電過電流検出精度 : $\pm 10\text{mV}(25^\circ\text{C})$
- ショート電流検出機能
 - ショート電流検出精度 : $\pm 15\text{mV}(25^\circ\text{C})$
- 外部容量にて、過充電／過放電／ショート電流の検出遅延時間を調整可能
- 温度検出機能 : 外部に NTC(10k Ω 、B=3435)と 4.7k Ω 抵抗を接続
 - 放電禁止温度 : 70°C 以上
 - 充電禁止温度 : 50°C 以上、 -5°C 以下
- セル電圧モニタ機能 : 各セル電圧の 1/2 倍の電圧を V_{MON} 端子に出力
- FET 過熱保護機能 : FET ボディダイオードに充放電電流が流れることによる発熱を防止
- コード品対応により、接続セル数、各種検出電圧、各種検出遅延時間の変更可能
- 低消費電流
 - ノーマル状態 : $25\mu\text{A}(\text{typ})$ 、 $60\mu\text{A}(\text{max})$
 - パワーダウン状態 : $0.1\mu\text{A}(\text{typ})$ 、 $1\mu\text{A}(\text{max})$
- 動作電源電圧 : $+7\text{V} \sim +80\text{V}$
- 動作温度範囲 : $-40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$
- パッケージ : 30 ピン SSOP

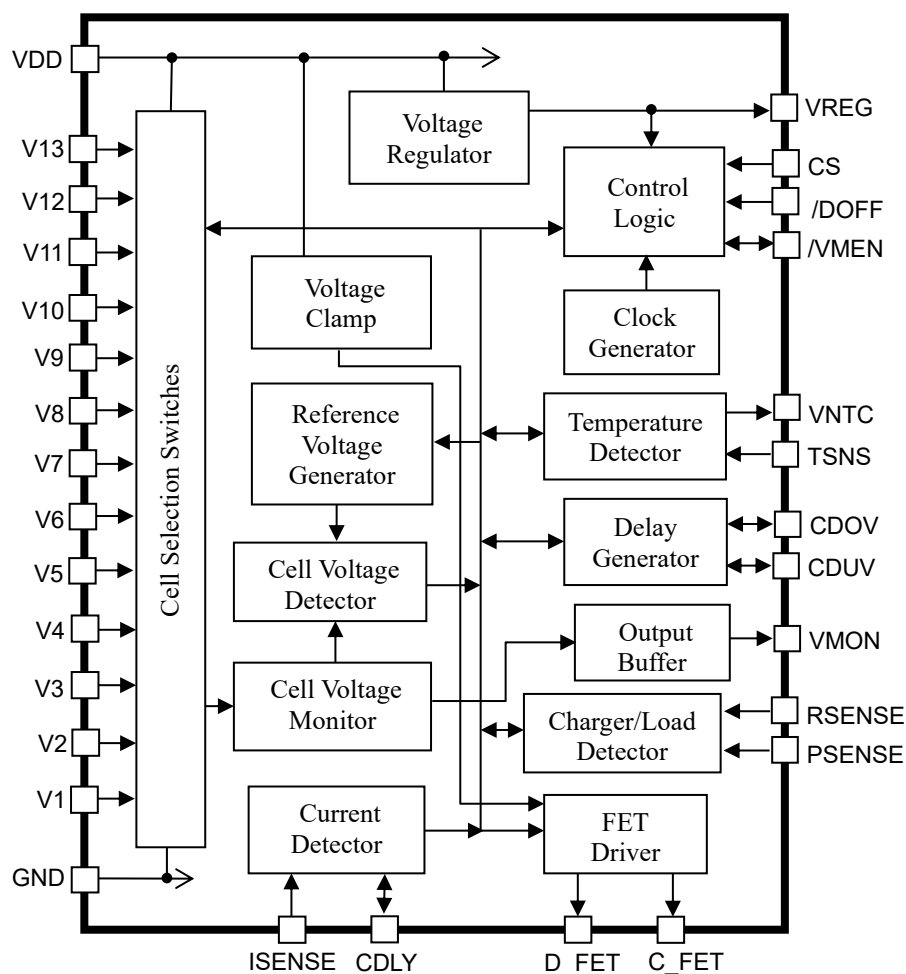
■ 用途

- ・電動工具／園芸用工具
- ・コードレス掃除機
- ・E-Bike／電動アシスト自転車
- ・無停電電源装置(UPS)
- ・蓄電システム(ESS)

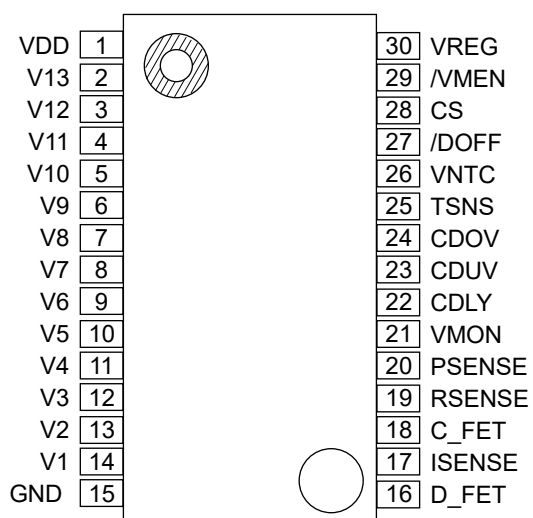
■ 形名

ML5245-xxxMB (xxx: コード番号)
コード番号によって検出電圧などが異なります。
001 コードのパラメータは本データシートに記載しています。
001 以外のコードはコードリストを参照してください

■ ブロック図



■ 端子接続図(上面図)



■ 端子説明

ピン番号	端子名	I/O	説 明
1	VDD	—	電源電圧入力端子です。 外付け抵抗と容量で CR フィルタを構成し、ノイズを除去してください。
2	V13	I	電池セル 13 の正極入力端子です。
3	V12	I	電池セル 13 の負極入力端子、および、電池セル 12 の正極入力端子です。
4	V11	I	電池セル 12 の負極入力端子、および、電池セル 11 の正極入力端子です。
5	V10	I	電池セル 11 の負極入力端子、および、電池セル 10 の正極入力端子です。
6	V9	I	電池セル 10 の負極入力端子、および、電池セル 9 の正極入力端子です。
7	V8	I	電池セル 9 の負極入力端子、および、電池セル 8 の正極入力端子です。
8	V7	I	電池セル 8 の負極入力端子、および、電池セル 7 の正極入力端子です。
9	V6	I	電池セル 7 の負極入力端子、および、電池セル 6 の正極入力端子です。
10	V5	I	電池セル 6 の負極入力端子、および、電池セル 5 の正極入力端子です。
11	V4	I	電池セル 5 の負極入力端子、および、電池セル 4 の正極入力端子です。
12	V3	I	電池セル 4 の負極入力端子、および、電池セル 3 の正極入力端子です。
13	V2	I	電池セル 3 の負極入力端子、および、電池セル 2 の正極入力端子です。
14	V1	I	電池セル 2 の負極入力端子、および、電池セル 1 の正極入力端子です。
15	GND	—	グランド端子です。
16	D_FET	O	放電用 FET の制御信号出力端子です。外部 NMOS-FET のゲート端子に接続して下さい。
17	ISENSE	I	電流センス抵抗接続端子です。GND 端子間に検出電流に応じた抵抗値の抵抗を接続してください。未使用時には、GND 端子に接続してください。
18	C_FET	O	充電用 FET の制御信号出力端子です。外部 NMOS-FET のゲート端子に接続して下さい。
19	RSENSE	IO	負荷開放検出用入力端子です。負荷が接続されるノード(負極側)に接続します。
20	PSENSE	IO	充電器接続・開放検出用入力端子です。充電器が接続されるノード(負極側)に接続します。充電器と負荷が同じノードに接続される場合は、RSENSE 端子と PSENSE 端子をショートして下さい。
21	VMON	O	セル電圧モニタ出力端子です。各セル電圧の 1/2 倍した電圧が出力されます。セル電圧未出力時には 0V を出力します。
22	CDLY	IO	ショート電流検出遅延時間の調整端子です。GND 間に容量を接続してください。
23	CDOV	IO	過放電検出遅延時間の調整端子です。GND 間に容量を接続してください。
24	CDOV	IO	過充電検出遅延時間の調整端子です。GND 間に容量を接続してください。
25	TSNS	I	充放電禁止温度検出用入力端子です。GND 間にサーミスタを接続します。未使用時には、GND 間に 10k Ω 抵抗を接続してください。
26	VNTC	O	サーミスタ駆動電圧出力です。TSNS 端子間に 4.7k Ω を接続します。
27	/DOFF	I	放電制御 FET の OFF 制御信号入力です。"L"レベル入力で、D_FET 端子出力は"L"レベルになります。ただし、充電状態検出中では無効となります。未使用時には VREG 端子に接続してください。
28	CS	I	電池セル接続数の選択端子です。接続セル数は、"L"レベル入力で 13 セル、"H"レベル入力で 10 セルとなります。
29	/VMEN	IO	セル電圧モニタ出力カインーブル信号です。Hi-Z 入力、NMOS オープンドレイン出力端子のため、セル電圧モニタ機能を使用する場合は、外部にプルアップ抵抗を接続して下さい。この端子に"L"パルス信号が印加されると VMON 端子より電池セル測定電圧を 1 回のセル電圧モニタ周期中だけ出力します。また、セル測定電圧出力期間中は、測定セル切替時に割り込み信号("L"パルス)を出力します。未使用時は VREG 端子に接続してください。
30	VREG	O	内蔵 4.3V レギュレータの出力端子です。GND 間に 1 μ F のコンデンサを接続してください。外部回路の電源として使用しないでください。

■ 絶対最大定格

GND= 0 V, Ta = +25 °C

項 目	記 号	条 件	定格値	単 位
電源電圧	V _{DD}	VDD 端子に適用	-0.3 ~ +86.5	V
入力電圧	V _{IN1}	V1~V13, D_FET 端子に適用	-0.3 ~ V _{DD} +0.3	V
	V _{IN2}	CS, CDOV, CDUV, CDLY, ISENSE, TSNS 端子に適用	-0.3 ~ V _{REG} +0.3	V
	V _{IN3}	C_FET, RSENSE, PSENSE 端子に適用 VDD 端子間電位差	-86.5 ~ +0.3	V
	V _{IN4}	/VMEN, /DOFF 端子に適用	-0.3 ~ +6.5	V
出力電圧	V _{OUT1}	VREG, /VMEN 端子に適用	-0.3 ~ +6.5	V
	V _{OUT2}	VMON, VNTC, CDOV, CDUV, CDLY 端子に適用	-0.3 ~ V _{REG} +0.3	V
	V _{OUT3}	D_FET 端子に適用	-0.3 ~ V _{DD} +0.3	V
	V _{OUT4}	C_FET 端子に適用	V _{DD} -86.5 ~ V _{DD} +0.3	V
許容損失	P _D	—	1.0	W
出力短絡電流	I _{OS}	VREG, VMON, /VMEN, VNTC, CDOV, CDUV, CDLY, D_FET, C_FET 端子に適用	10	mA
保存温度	T _{STG}	—	-55~+150	°C

■ 推奨動作条件

GND= 0 V

項 目	記 号	条 件	範 囲	単 位
電源電圧	V _{DD}	VDD 端子に適用	7~80	V
動作温度	T _{OP}	—	-40~+85	°C

■ 電気的特性

● 直流特性

 $V_{DD}=7V\sim 80V$, $GND=0V$, $T_a=-40\sim +85^{\circ}C$

項 目	記号	条 件	Min.	Typ.	Max.	単位
"H"入力電圧 (注 1)	V_{IH}	—	$0.8 \times V_{REG}$	—	V_{REG}	V
"L"入力電圧 (注 1)	V_{IL}	—	0	—	$0.2 \times V_{REG}$	V
"H"入力電流 (注 2)	I_{IH}	$V_{IH} = V_{REG}$	—	—	2	μA
"L"入力電流 (注 2)	I_{IL}	$V_{IL} = GND$	-2	—	—	μA
セルモニタ端子 入力電流 (注 3)	I_{INV1}	ノーマル状態時 平均電流値	—	0.1	3	μA
セルモニタ端子 入力リーク電流 (注 3)	I_{ILVC}	パワーダウン時	—	—	2	μA
"L"出力電圧 (注 4)	V_{OL}	$I_{OL} = 1mA$	—	—	0.2	V
出力リーク電流 (注 4)	I_{OLK}	$V_{OH}=5.5V$, $V_{OL}=0V$	-2	—	2	μA
"H"出力電圧(注 5)	V_{OH1}	$I_{OH}=-10\mu A$ $V_{DD}=18V\sim 60V$	10	14	18	V
"L"出力電圧(注 6)	V_{OL1}	$I_{OL}=100\mu A$	—	—	0.2	V
"L"出力電圧(注 7)	V_{OL2}	$I_{OL}=1mA$	—	—	0.2	V
"L"出力電圧(注 8)	V_{OL3}	$I_{OL}=100\mu A$	—	—	0.4	V
C_FET 出力リーク電流	I_{LCF}	$V_{CFET}=0\sim V_{DD}$	-2	—	2	μA
VREG 端子出力電圧	V_{REG}	出力無負荷時 $V_{DD}=7V\sim 60V$	3.8	4.3	4.8	V
VNTC 出力電圧	V_{NTC}	14.7k Ω 接続時	2.2	2.4	2.6	V

注 1: CS, /VMEN, /DOFF 端子に適用

注 2: CS, /VMEN, /DOFF, TSNS, ISENSE 端子に適用

注 3: V1~V13 端子に適用し、平均電流値で規定

注 4: /VMEN 端子に適用

注 5: C_FET, D_FET 端子に適用

注 6: D_FET 端子に適用

注 7: VMON 端子に適用

注 8: CDOV, CDUV, CDLY 端子に適用

● 消費電流特性

 $V_{DD}=7V\sim 60V$, $GND=0V$, $T_a=-40\sim +85^{\circ}C$,

項 目	記号	条 件	Min.	Typ.	Max.	単位
動作時消費電流	I_{DD1}	出力無負荷時 VMON 使用時 VNTC 端子 14.7k Ω 接続時	—	25	60	μA
パワーダウン時消費電流	I_{DDS}	—	—	0.1	1.0	μA

● コード 001 : 検出電圧特性 (Ta=25°C)

V_{DD}=52V, GND=0V, Ta=+25°C

項 目	記号	条 件	Min.	Typ.	Max.	単位
過充電検出電圧	V _{OV}	—	4.235	4.25	4.265	V
過充電解除電圧	V _{OVR}	—	4.05	4.10	4.15	V
過放電検出電圧	V _{UV}	—	2.75	2.80	2.85	V
過放電解除電圧	V _{UVR}	—	2.95	3.00	3.05	V
放電過電流検出電圧	V _{OCU}	—	140	150	160	mV
充電過電流検出電圧	V _{OCO}	—	-50	-40	-30	mV
ショート電流検出電圧	V _{SHRT}	—	285	300	315	mV
充電禁止高温検出 TSNS 端子電圧	V _{CHD}	—	1.09	1.12	1.15	V
充電禁止高温解除 TSNS 端子電圧	V _{CHR}	—	1.17	1.22	1.27	V
放電禁止高温検出 TSNS 端子電圧	V _{DHD}	—	0.74	0.77	0.80	V
放電禁止高温解除 TSNS 端子電圧	V _{DHR}	—	0.82	0.85	0.88	V
充電禁止低温検出 TSNS 端子電圧	V _{CCD}	—	2.10	2.13	2.16	V
充電禁止低温解除 TSNS 端子電圧	V _{CCR}	—	2.01	2.06	2.11	V

● コード 001 : 検出電圧特性 (Ta=0°C~60°C)

V_{DD}=52V, GND=0V, Ta=0°C~+60°C

項 目	記号	条 件	Min.	Typ.	Max.	単位
過充電検出電圧	V _{OV}	—	4.225	4.25	4.275	V
過充電解除電圧	V _{OVR}	—	4.03	4.10	4.17	V
過放電検出電圧	V _{UV}	—	2.7	2.8	2.9	V
過放電解除電圧	V _{UVR}	—	2.9	3.0	3.1	V
放電過電流検出電圧	V _{OCU}	—	135	150	165	mV
充電過電流検出電圧	V _{OCO}	—	-55	-40	-25	mV
ショート電流検出電圧	V _{SHRT}	—	270	300	330	mV
充電禁止高温検出 TSNS 端子電圧	V _{CHD}	—	1.07	1.12	1.17	V
充電禁止高温解除 TSNS 端子電圧	V _{CHR}	—	1.15	1.22	1.29	V
放電禁止高温検出 TSNS 端子電圧	V _{DHD}	—	0.72	0.77	0.82	V
放電禁止高温解除 TSNS 端子電圧	V _{DHR}	—	0.80	0.85	0.90	V
充電禁止低温検出 TSNS 端子電圧	V _{CCD}	—	2.08	2.13	2.18	V
充電禁止低温解除 TSNS 端子電圧	V _{CCR}	—	1.99	2.06	2.13	V
充電状態検出 ISENSE 端子電圧	V _{ISC}	—	-11	-6	-1	mV
放電状態検出 ISENSE 端子電圧	V _{ISD}	—	1	6	11	mV
VREG 低下検出電圧	V _{UREG}	—	3.0	3.4	3.8	V
VREG 低下復帰検出電圧	V _{RREG}	—	3.4	3.8	4.2	V

● 負荷開放・充電器接続／開放検出電圧特性 (Ta=0°C~60°C)

V_{DD}=52V, GND=0 V, Ta=0°C~+60°C

項 目	記号	条 件	Min.	Typ.	Max.	単位
充電器接続検出 PSENSE 端子電圧	V _{PC1}	パワーダウン状態からの パワーアップ時	$0.35 \times V_{DD}$	—	$0.65 \times V_{DD}$	V
充電器開放検出 PSENSE 端子電圧	V _{PLU}	充電過電流状態時	0	0.2	0.4	V
	V _{PLD}	パワーダウン移行時	$0.65 \times V_{DD}$	$0.75 \times V_{DD}$	$0.85 \times V_{DD}$	V
負荷開放検出 RSENSE 端子電圧	V _{RL}	放電過電流状態時	1.0	1.2	1.4	V
PSENSE 端子 プルアップ抵抗	R _{PU}	充電過電流状態時 パワーダウン移行時	200	500	1000	kΩ
RSENSE 端子 プルダウン抵抗	R _{PD}	放電過電流状態時 ショート電流状態時	1	3	7	MΩ
PSENSE 端子 入力リーク電流	I _{LPS}	プルアップ抵抗接続時以外	-2	—	2	μA
RSENSE 端子 入力リーク電流	I _{LRS}	プルダウン抵抗接続時以外	-2	—	2	μA

● コード 001 : 検出・解除遅延時間特性 (Ta=0~60°C)

V_{DD}=52V, GND=0 V, Ta=0~+60°C

項 目	記号	条 件	Min.	Typ.	Max.	単位
セル電圧モニタ周期	t _{DET}	—	290	400	630	ms
過充電検出遅延タイマー時間 (注)	t _{OV}	C _{OV} =0.1μF	3.0	5.0	13.0	sec
過放電検出遅延タイマー時間 (注)	t _{UV}	C _{UV} =0.1μF	3.0	5.0	13.0	sec
充電過電流検出遅延時間	t _{OCO}	—	290	400	630	ms
放電過電流検出遅延時間	t _{OCU}	—	290	400	630	ms
ショート電流検出遅延時間	t _{SC}	C _{DLY} =10nF	0.6	1.0	1.4	ms
温度モニタ周期	t _{PT}	—	290	400	630	ms
温度測定時間	t _{TM}	—	2	3	5	ms
温度検出/解除遅延時間	t _{TDR}	温度モニタ回数で規定	—	2	—	回
充電状態検出/解除遅延時間	t _{ISC}	—	50	100	150	ms
放電状態検出/解除遅延時間	t _{ISD}	—	50	100	150	ms
負荷開放検出遅延時間	t _{ORL}	放電過電流状態時 ショート電流状態時	50	100	150	ms
充電器開放検出遅延時間	t _{CHG}	充電過電流状態時	50	100	150	ms

(注) 過充電・過放電検出遅延時間の最大値は、過充電・過放電検出遅延タイマー時間 t_{OV}、t_{UV} にセル電圧モニタ周期によるタイムラグを加算した時間となります。

● セル電圧モニタ出力特性 (Ta=25°C)

V_{DD}=52V, GND=0 V, Ta=25°C, VMON 出力無負荷時

項 目	記号	条 件	Min.	Typ.	Max.	単位
VMON 出力電圧	V _{CETO4}	セル電圧=4V 時	1.985	2.00	2.015	V
	V _{CETO1}	セル電圧=3V 時	1.475	1.5	1.525	V

● セル電圧モニタ出力特性 (Ta=0~60°C)

V_{DD}=52V, GND=0 V, Ta=0~+60°C, VMON 出力無負荷時

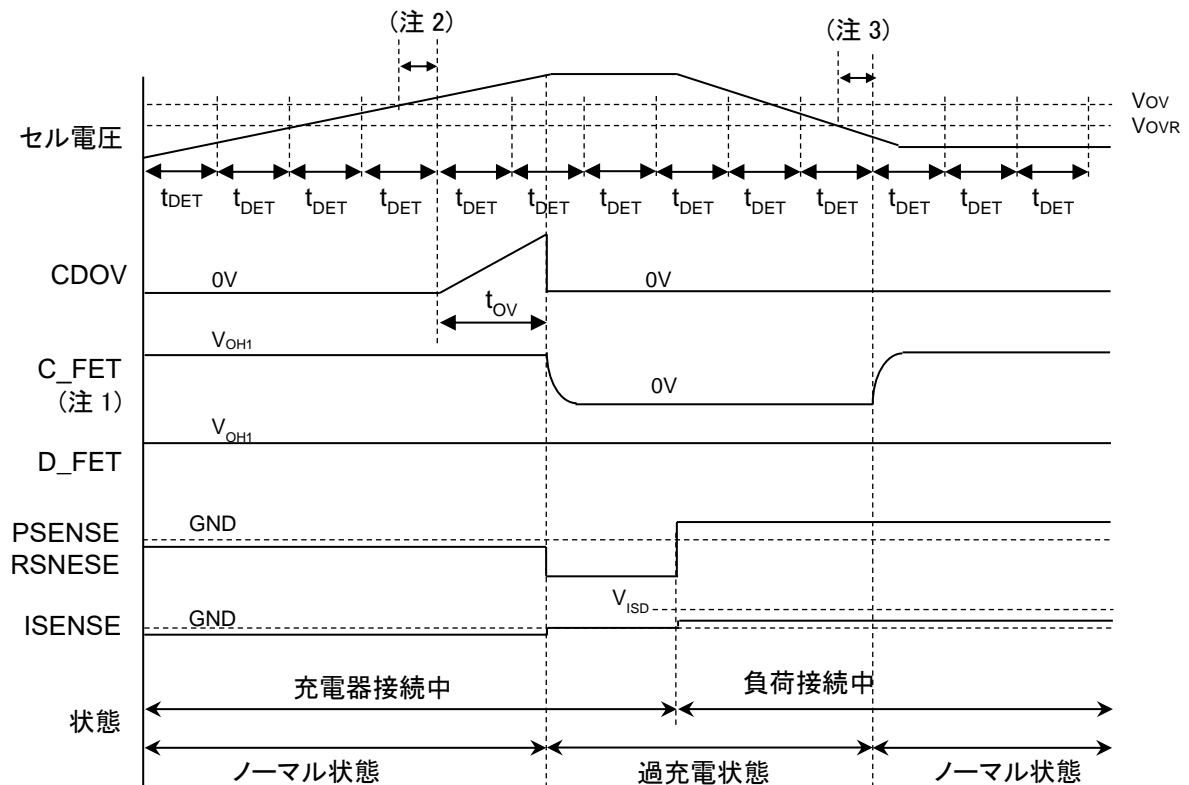
項 目	記号	条 件	Min.	Typ.	Max.	単位
セル電圧モニタ範囲	V _{VMR}	—	0.1	—	4.5	V
VMON 出力電圧	V _{CETO4}	セル電圧=4V 時	1.98	2.00	2.02	V
	V _{CETO1}	セル電圧=3V 時	1.475	1.5	1.525	V
VMON 出力電流能力	I _{VCO}	—	-100	—	+100	μA
VMEN 端子入力 “L”パルス幅	t _{VEL}	セル電圧出力開始時	1	—	—	μs
VMEN 端子出力 “L”パルス幅	t _{INT}	セル電圧出力切替り時	1.0	1.8	2.6	ms
VMON 出力時間	t _{VMO}	1 セル電圧出力時間	1.2	3	4.8	ms
VMON 出力安定時間	t _{SVM}	出力無負荷時	—	—	1	ms

■ タイミングチャート

応用回路例 1(放電と充電を同一経路にした例)の場合のタイミングチャートを以下に示します。

● 過充電検出と軽負荷接続による過充電状態からの復帰

軽負荷とは、ISENSE 端子入力電圧が放電状態検出電圧 V_{ISD} より低い負荷を意味します。



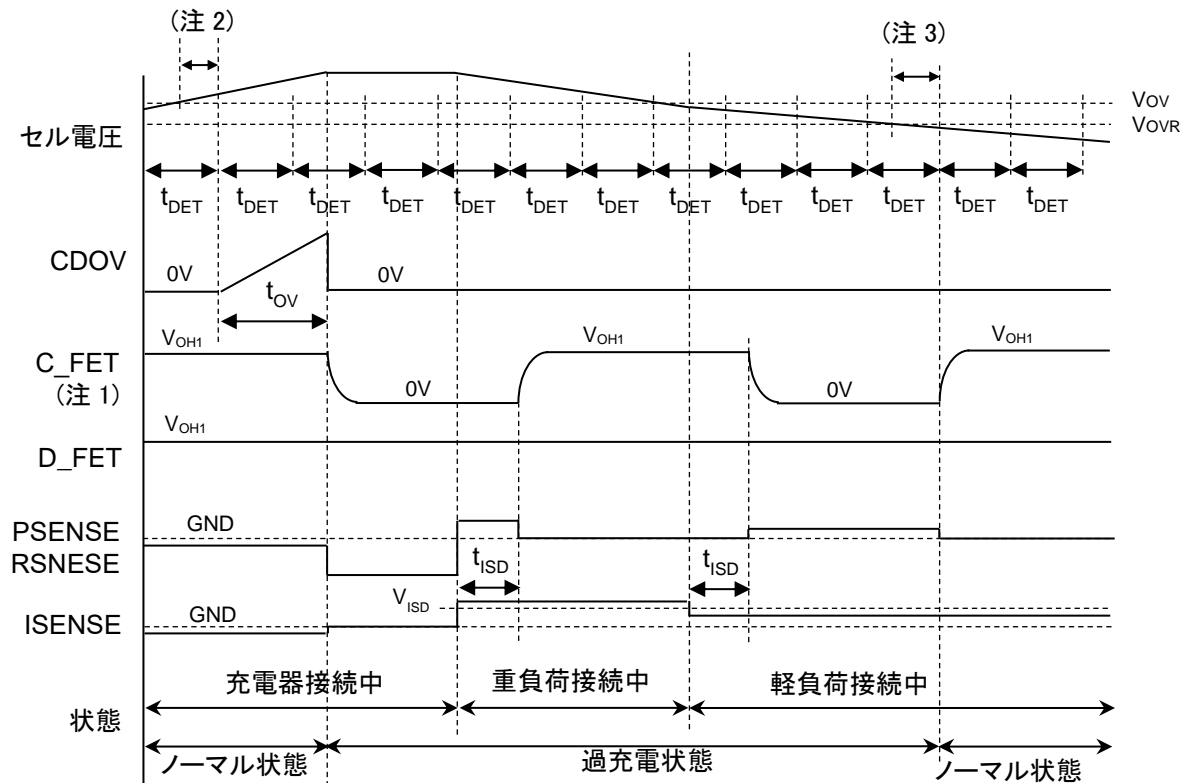
(注 1) C_FET 端子にプルダウン抵抗接続時

(注 2) セルモニタ端子間電位差が過充電検出電圧 V_{OV} 以上になっても、400ms(typ)間隔でセル電圧をモニタしていますので、過充電検出遅延タイマーが動作開始するまでにタイムラグが生じます。

(注 3) セルモニタ端子電位差が過充電解除電圧 V_{OVR} 以下になっても、400ms(typ)間隔でセル電圧をモニタしていますので、過充電状態から復帰するまでにタイムラグが生じます。

● 過充電検出後の重負荷接続時の動作

重負荷とは、ISENSE 端子入力電圧が放電状態検出電圧 V_{ISD} より高い負荷を意味します。

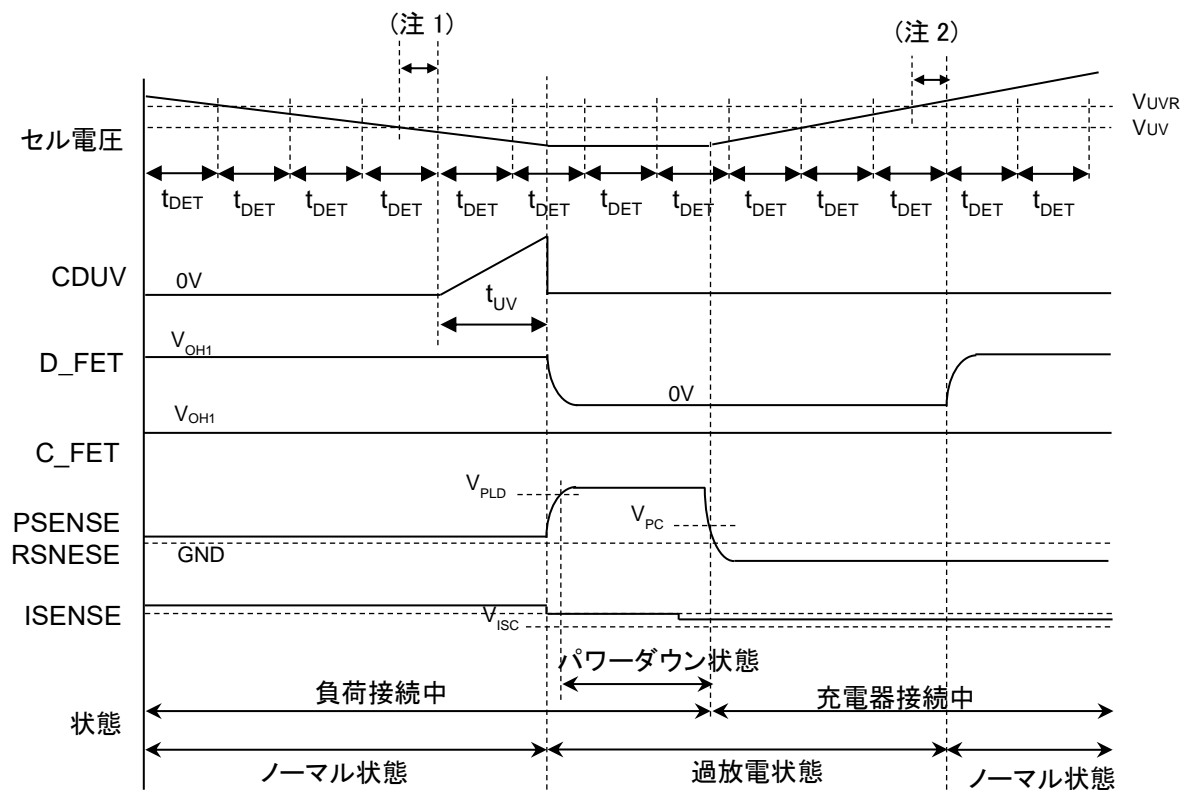


(注 1) C_FET 端子にプルダウン抵抗接続時

(注 2) セルモニタ端子間電位差が過充電検出電圧 V_{OV} 以上になっても、400ms(typ)間隔でセル電圧をモニタしていますので、過充電検出遅延タイマーが動作開始するまでにタイムラグが生じます。

(注 3) セルモニタ端子電位差が過充電解除電圧 V_{OVR} 以下になっても、400ms(typ)間隔でセル電圧をモニタしていますので、過充電状態から復帰するまでにタイムラグが生じます。

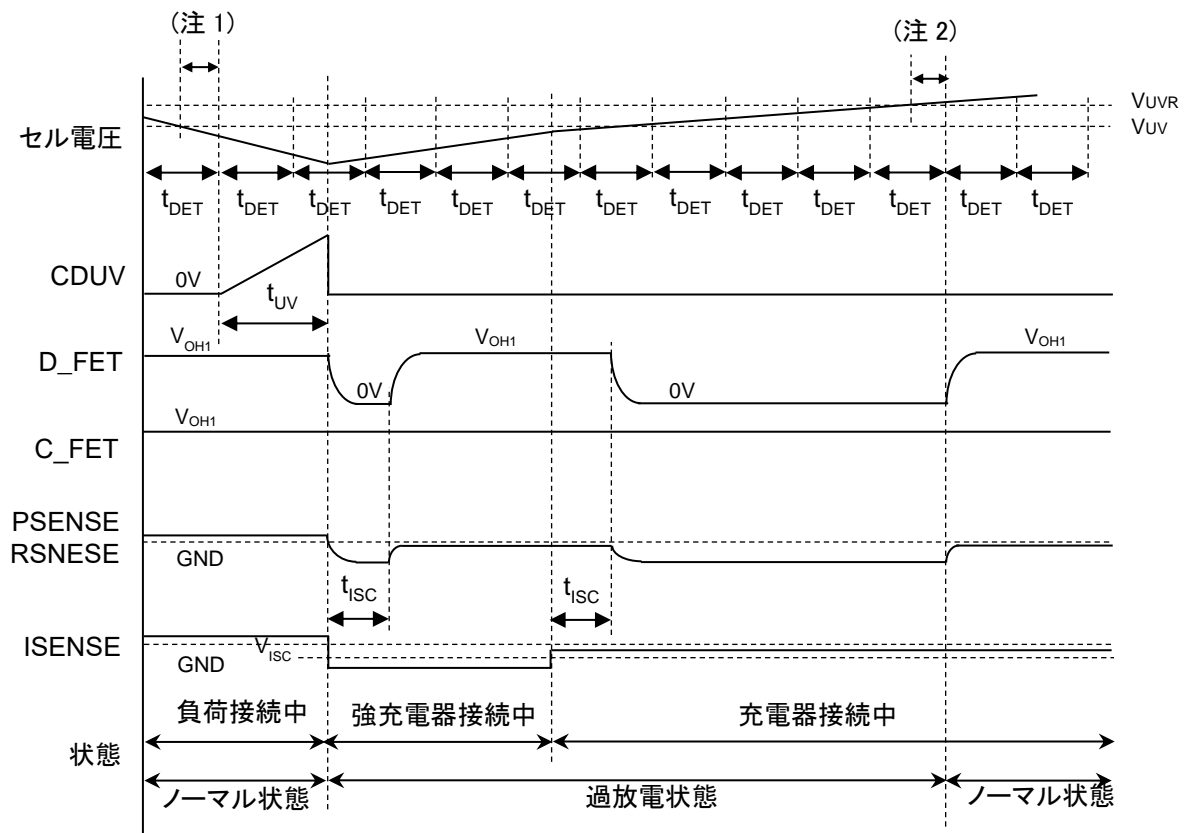
● 過放電検出とパワーダウン状態への移行と過放電状態からの復帰



(注 1) セルモニタ端子間電位差が過放電検出電圧 V_{UV} 以上になっても、400ms(typ)間隔でセル電圧をモニタしていますので、過放電検出遅延タイマーが動作開始するまでにタイムラグが生じます。

(注 2) セルモニタ端子電位差が過放電解除電圧 V_{UVR} 以下になっても、400ms(typ)間隔でセル電圧をモニタしていますので、過放電状態から復帰するまでにタイムラグが生じます。

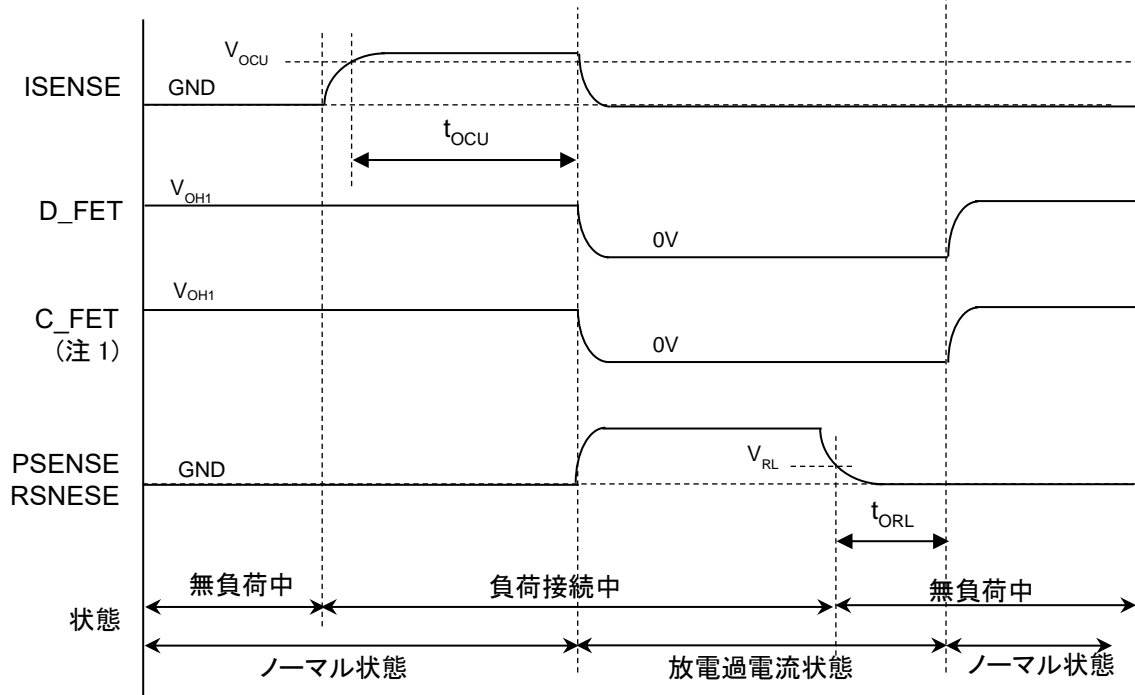
● 過放電検出後の強充電器接続時の動作



(注 1) セルモニタ端子間電位差が過放電検出電圧 V_{UV} 以上になっても、400ms(typ)間隔でセル電圧をモニタしていますので、過放電検出遅延タイマーが動作開始するまでにタイムラグが生じます。

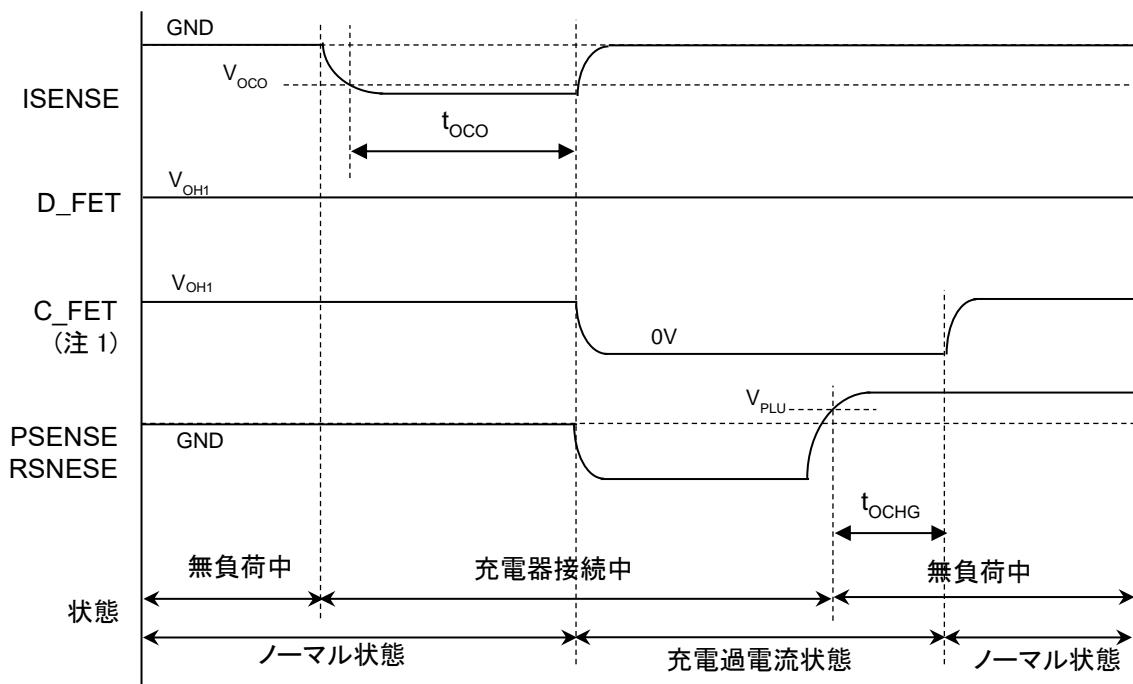
(注 2) セルモニタ端子電位差が過放電解除電圧 V_{UVR} 以下になっても、400ms(typ)間隔でセル電圧をモニタしていますので、過放電状態から復帰するまでにタイムラグが生じます。

● 放電過電流検出と負荷開放による放電過電流状態からの復帰



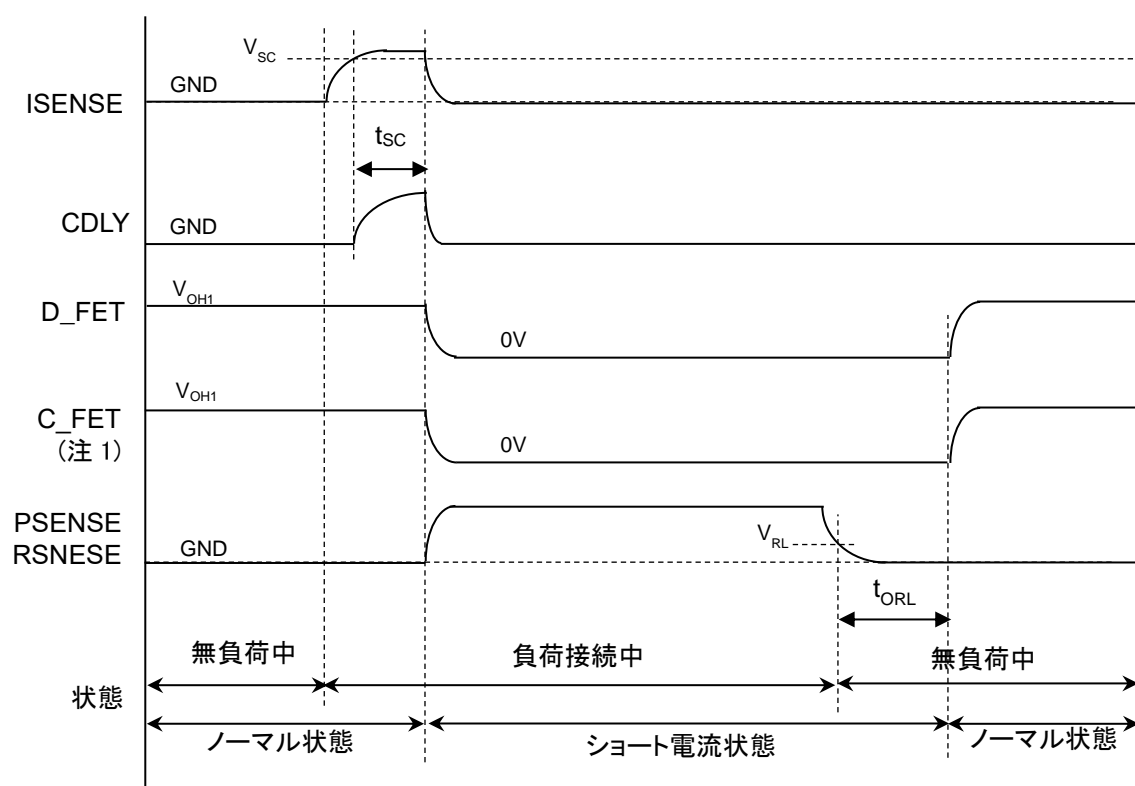
(注1) C_FET 端子にプルダウン抵抗接続時

● 充電過電流検出と充電器開放による充電過電流状態からの復帰



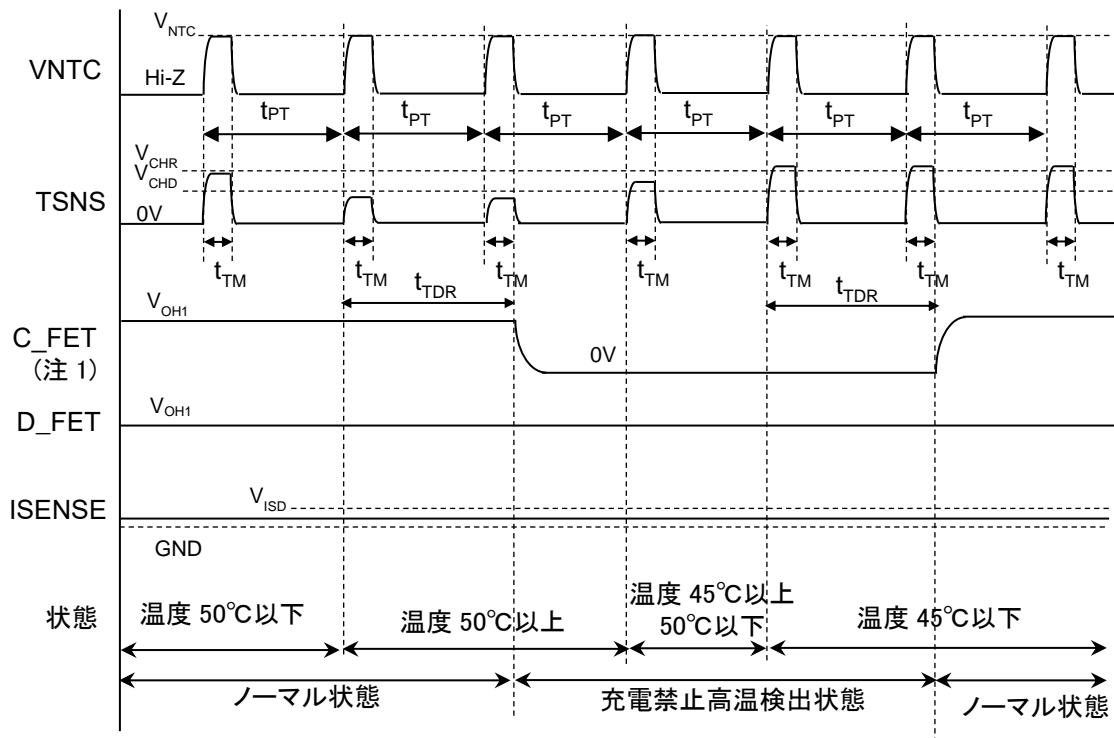
(注1) C_FET 端子にプルダウン抵抗接続時

● ショート電流検出と負荷開放によるショート電流状態からの復帰



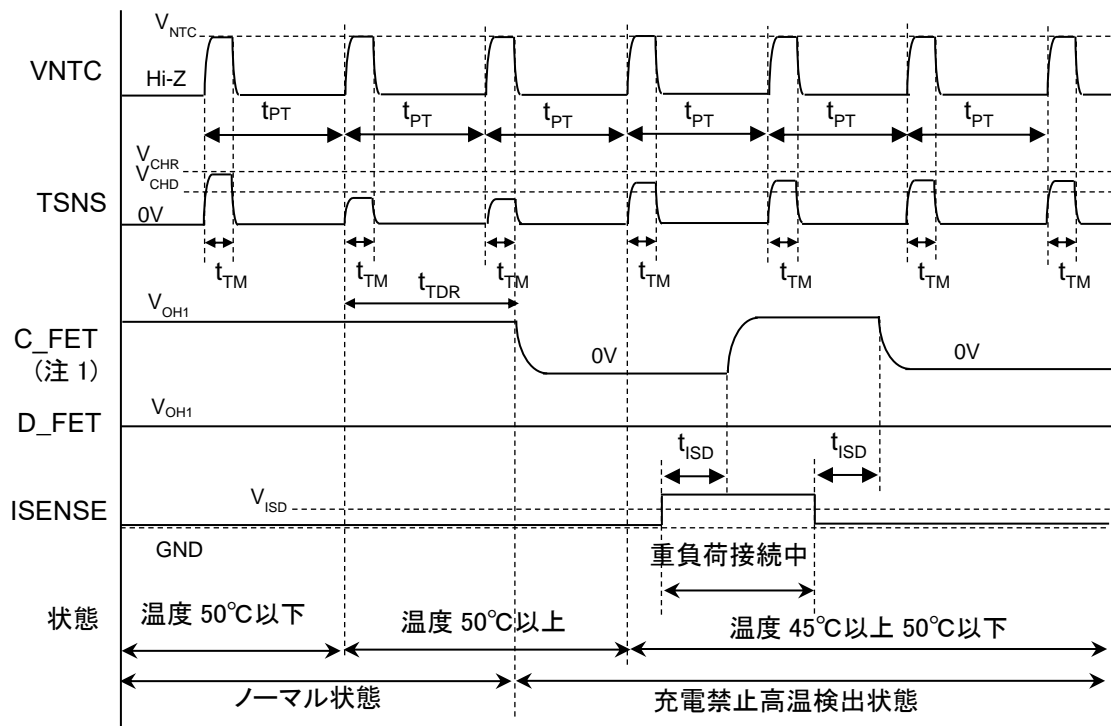
(注 1) C_FET 端子にプルダウン抵抗接続時

● 充電禁止高温検出と充電禁止高温検出状態からの復帰



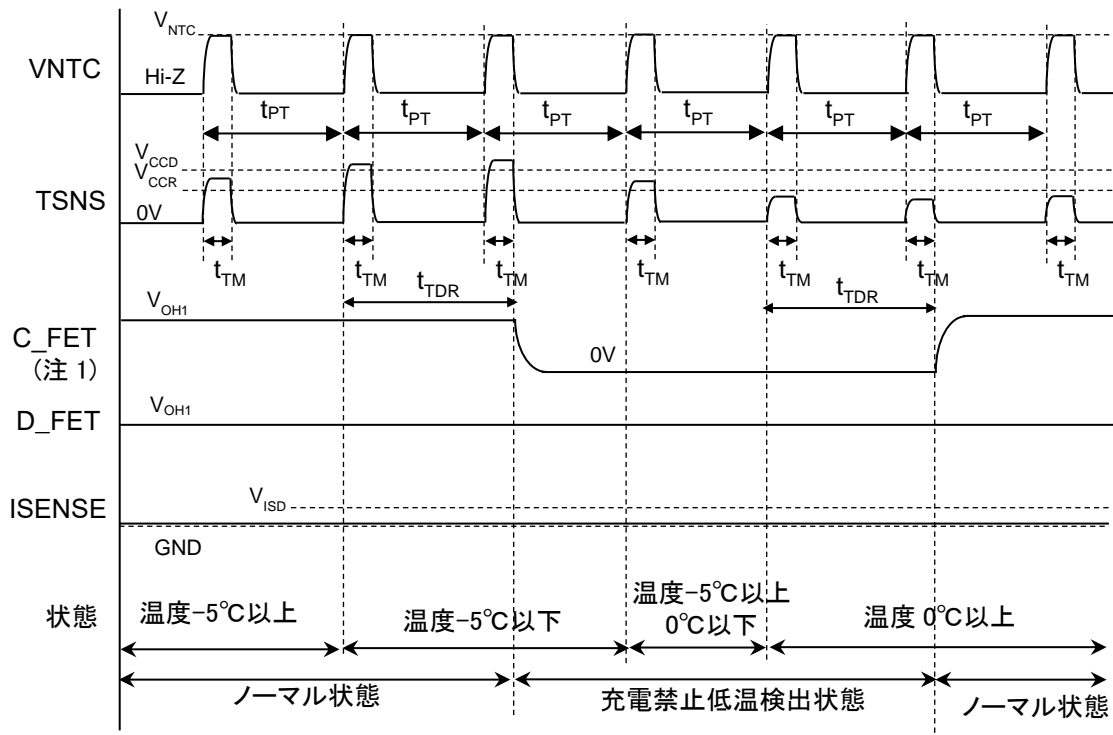
(注1) C_FET 端子にプルダウン抵抗接続時

● 充電禁止高温検出後の重負荷接続時の動作



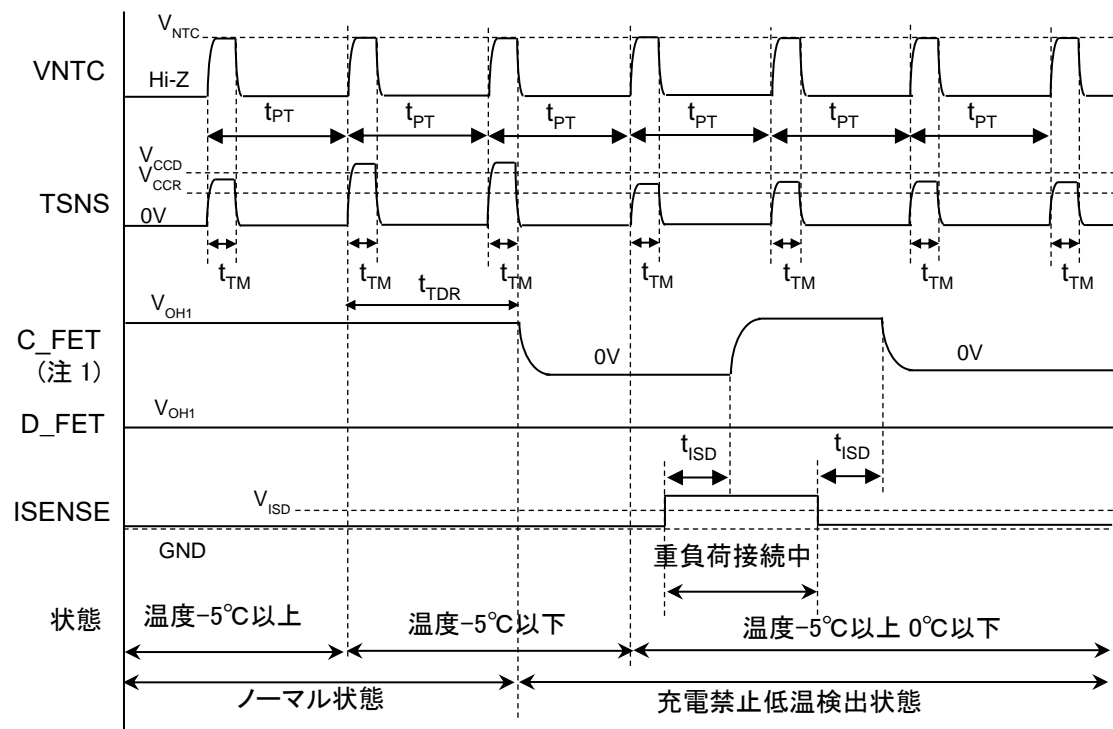
(注1) C_FET 端子にプルダウン抵抗接続時

● 充電禁止低温検出と充電禁止低温検出状態からの復帰



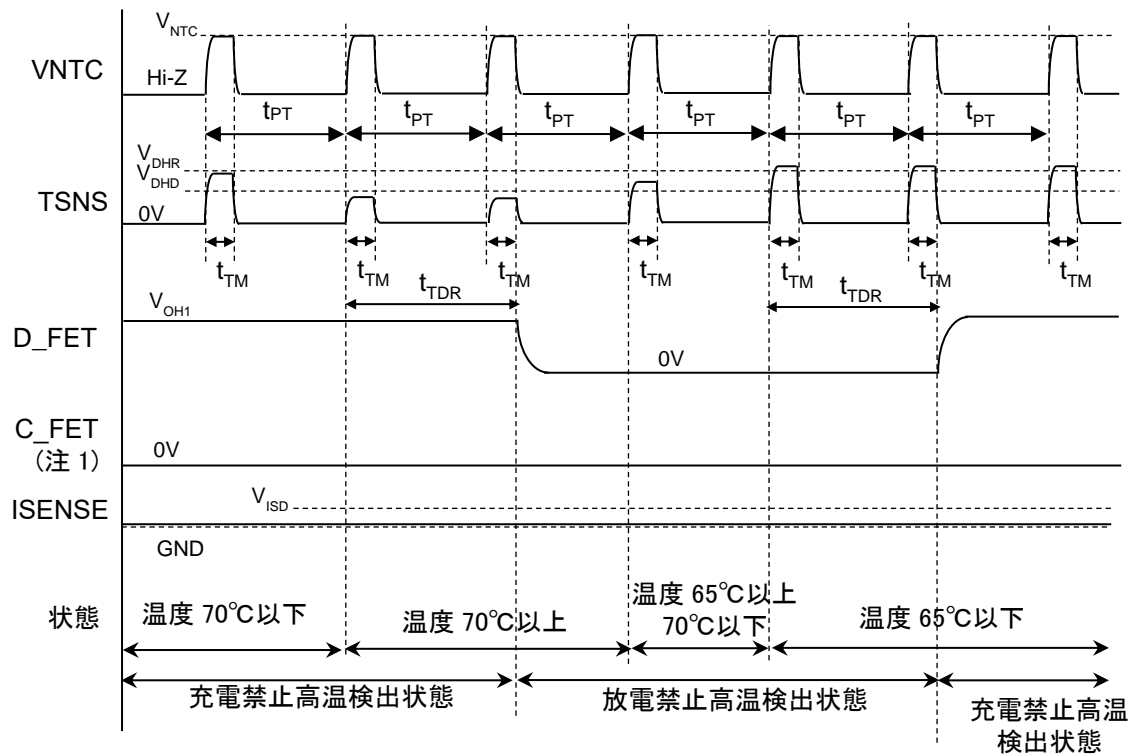
(注 1) C_FET 端子にプルダウン抵抗接続時

● 充電禁止低温検出後の重負荷接続時の動作



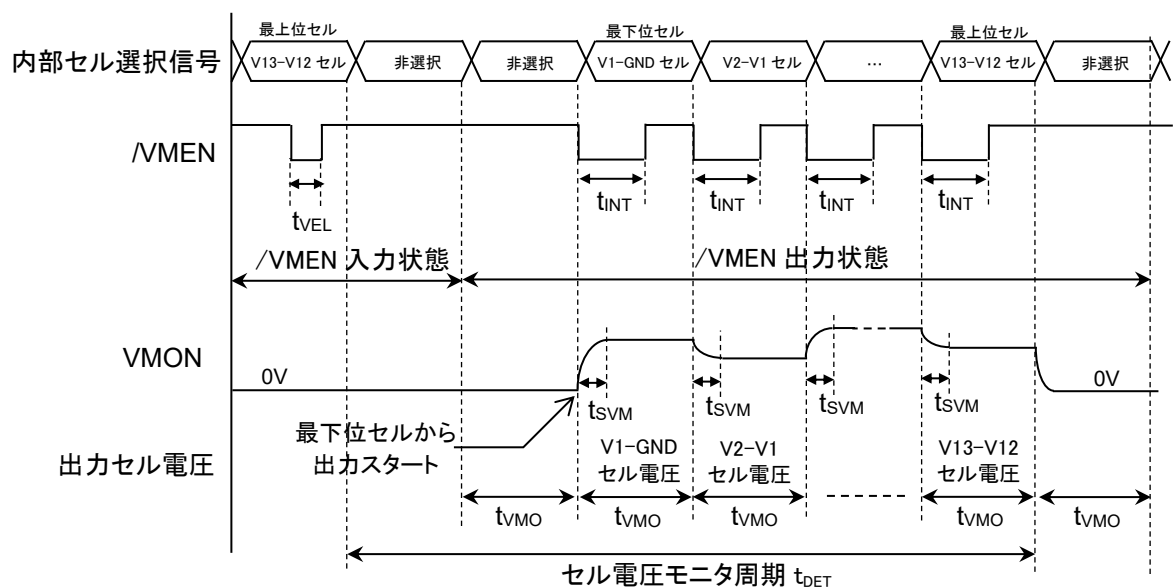
(注 1) C_FET 端子にプルダウン抵抗接続時

● 放電禁止高温検出と放電禁止高温検出状態からの復帰



(注1) C_FET 端子にプルダウン抵抗接続時

● セル電圧モニタ出力(13セル接続時)



■ 機能説明

● ML5245 の各状態

ML5245 では、各電池セル電圧の状態、および、ISENSE 端子、TSNS 端子の入力電圧により、以下の 10 の状態に区別されます。

1. イニシャル状態
2. ノーマル状態
3. 過充電状態
4. 過放電状態(パワーダウン状態を含む)
5. 放電過電流状態
6. 充電過電流状態
7. ショート電流検出状態
8. 充電禁止高温検出状態
9. 充電禁止低温検出状態
10. 放電禁止高温検出状態

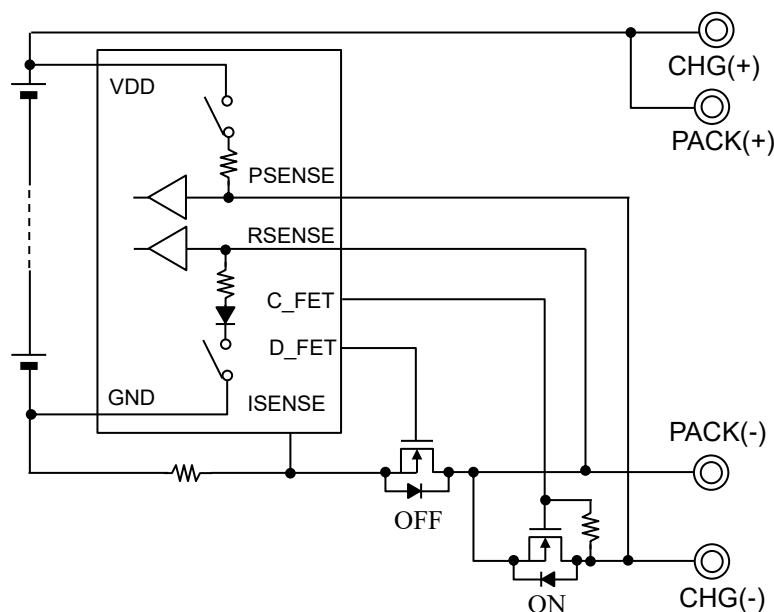
以下、各状態について説明します。

1. イニシャル状態

イニシャル状態とは、電池セルを ML5245 に接続開始してから CS 端子で選択された電池セルが全て接続完了され、ノーマル状態へ移行するまでの状態です。

このイニシャル状態では、VREG 端子電圧が VREG 低下検出電圧 V_{UREG} 以下の場合には、D_FET 端子出力は”L”レベル、C_FET 端子出力は”H”レベルとなり、放電禁止、充電可能状態となっています。

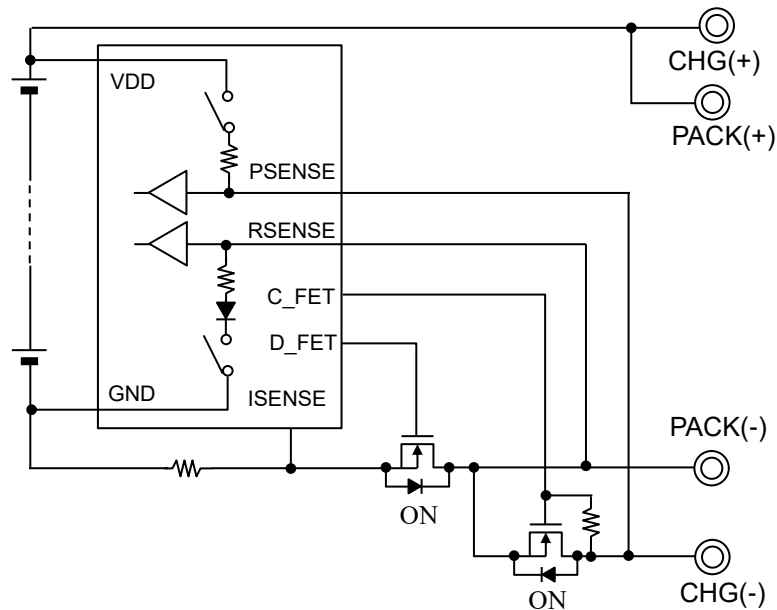
VREG 端子電圧が VREG 低下復帰検出電圧 V_{RREG} 以上になると、各電池セル電圧の検出動作を開始します。CS 端子で選択された電池セルが全て過放電解除電圧 V_{UVR} 以上になったことを検出すると、ノーマル状態へ移行します。なお、このとき、過充電検出、過電流検出、温度の検出も行われます。



2. ノーマル状態

ノーマル状態とは、全ての電池セル電圧が過充電・過放電検出電圧に達しておらず、かつ、ISENSE 端子電圧が過電流検出電圧に達しておらず、かつ、TSNS 端子端子電圧が高温/低温検出電圧に達していない状態です。ノーマル状態では、D_FET 端子、C_FET 端子出力がともに”H”レベルとなり、放電・充電が可能となります。

各電池セルの電圧測定を 0.4 秒周期で行い、電池セルの過充電・過放電検出を行なっています。また、0.4 秒周期で外部サーミスタによる温度測定を行なっています。さらに、これらと同時に、ISENSE 端子電圧を常にモニタし、過電流検出も行なっています。

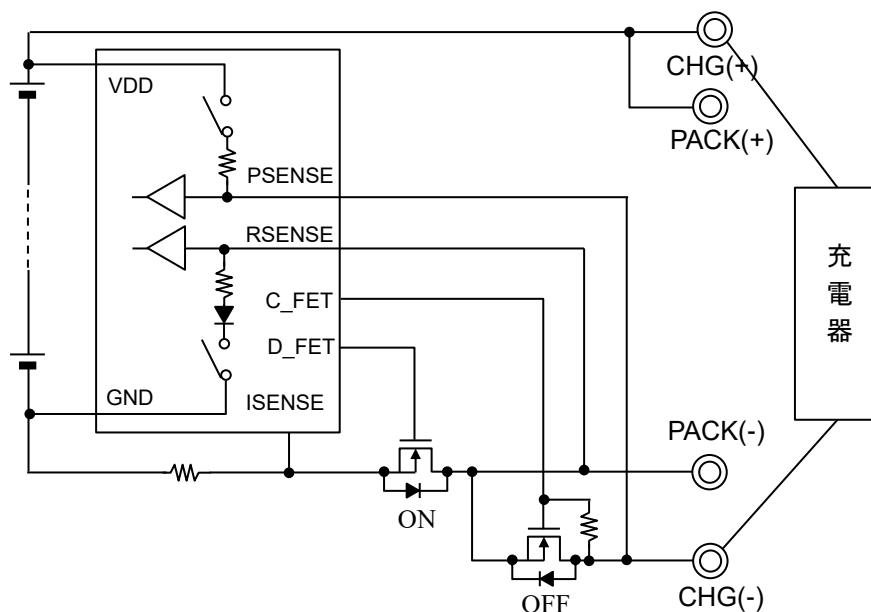


3. 過充電状態

いずれか 1 つ以上の電池セル電圧が過充電検出電圧 V_{OV} 以上となり、ML5245 がその状態を検出してから、過充電検出遅延時間 t_{OV} 以上継続すると過充電状態となります。

過充電状態になると、C_FET 端子出力が”Hi-Z”状態となり、充電を禁止します。なお、D_FET 端子出力は、過充電状態に移行しても変化せず、前の状態を保持します。

電池セル電圧が、自己放電、あるいは、負荷が接続されることにより、電池セル電圧が徐々に低下し、全ての電池セル電圧が、過充電検出解除電圧 V_{OVR} 以下となった場合に、過充電状態から復帰します。



4. 過放電状態

いずれか 1 つ以上の電池セル電圧が過放電検出電圧 V_{UV} 以下となり、ML5245 がその状態を検出してから、過放電検出遅延時間 t_{UV} 以上継続すると過放電状態となります。

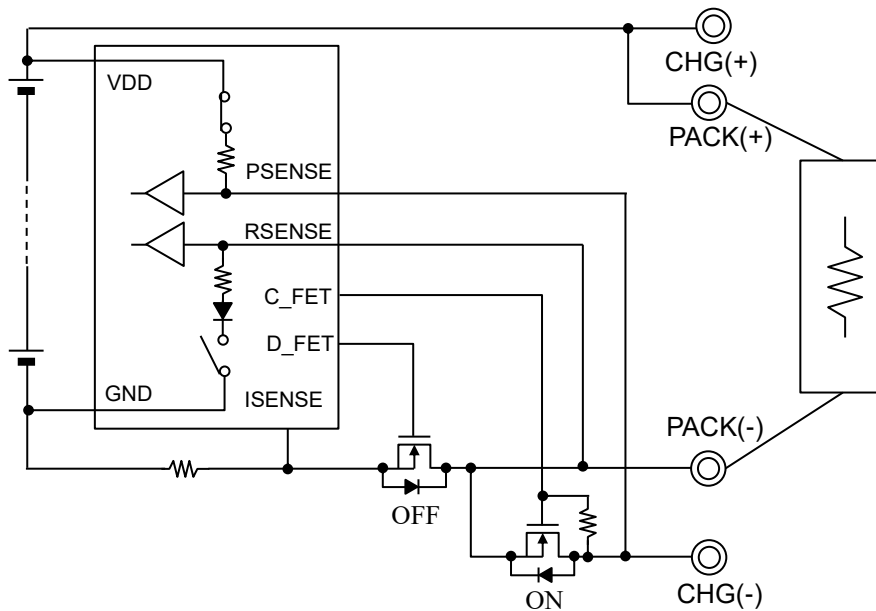
過放電状態になると、D_FET 端子出力は“L”レベルとなり、放電を禁止します。なお、C_FET 端子出力は、過放電状態に移行しても変化せず、前の状態を保持します。また、PSENSE 端子に $500k\Omega$ のプルアップ抵抗が VDD 間に接続されます。

過放電状態になり、外部の放電用 FET が OFF した後、PSENSE 端子電圧が上昇し、充電器開放 PSENSE 端子電圧 V_{PLD} 以上になるとパワーダウン状態に入り、低消費電流状態となります。

充電器が接続されると、PSENSE 端子電圧は低下し、充電器接続検出電圧 V_{PC} 以下になると、ML5245 は、全ての回路を動作させ、各電池セル電圧の検出動作を開始します。

また、パワーダウン状態以前に過充電状態や過電流状態などの異常状態であった場合、それら異常状態はパワーダウン状態時にクリアされ、パワーアップ後、再び過充電・過電流などの異常状態を検出し、各検出遅延時間を経過すると、再び各状態に移行します。

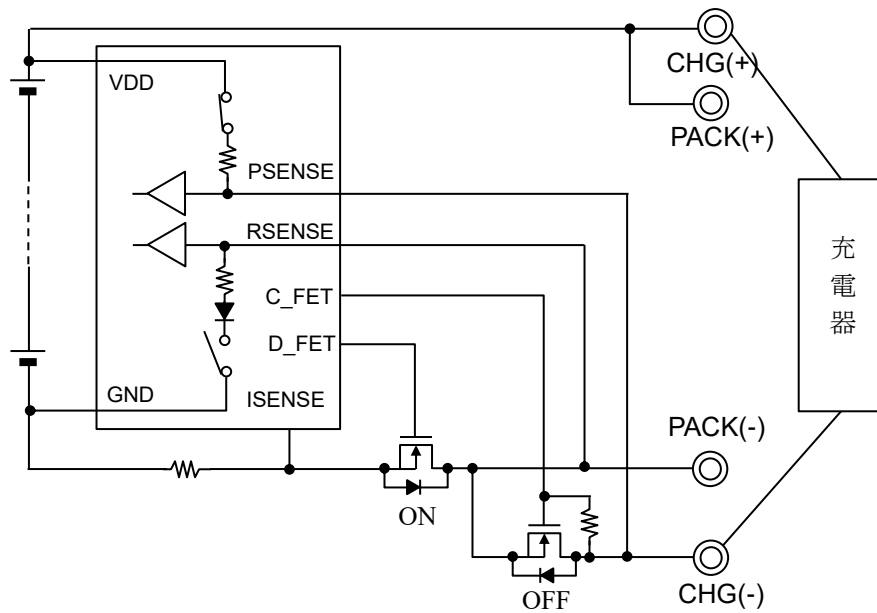
電池セル電圧が充電されて、全ての電池セル電圧が過放電検出解除電圧 V_{UVR} 以上となった場合に、過放電状態から復帰します。



6. 充電過電流状態

電池セル電圧測定とは無関係に、充電器が接続され、ISENSE 端子電圧が充電過電流検出電圧 V_{OCO} 以下となり、その状態が充電過電流検出遅延時間 t_{OCO} 以上継続すると、充電過電流状態になります。充電過電流状態となると、C_FET 端子出力が“Hi-Z”レベルとなり、充電が禁止されます。なお、D_FET 端子出力は、充電過電流状態に移行しても変化せず、前の状態を保持します。

充電過電流状態になると、充電器開放を検出するため、PSENSE 端子と VDD 端子間に $500k\Omega$ のプルアップ抵抗が接続されます。充電器が開放されると、PSENSE 端子は上昇し、PSENSE 端子電圧が、充電器開放検出遅延時間 t_{OCHG} 以上の間、充電器開放検出電圧 V_{PLU} 以上であった場合に、充電過電流状態から復帰します。

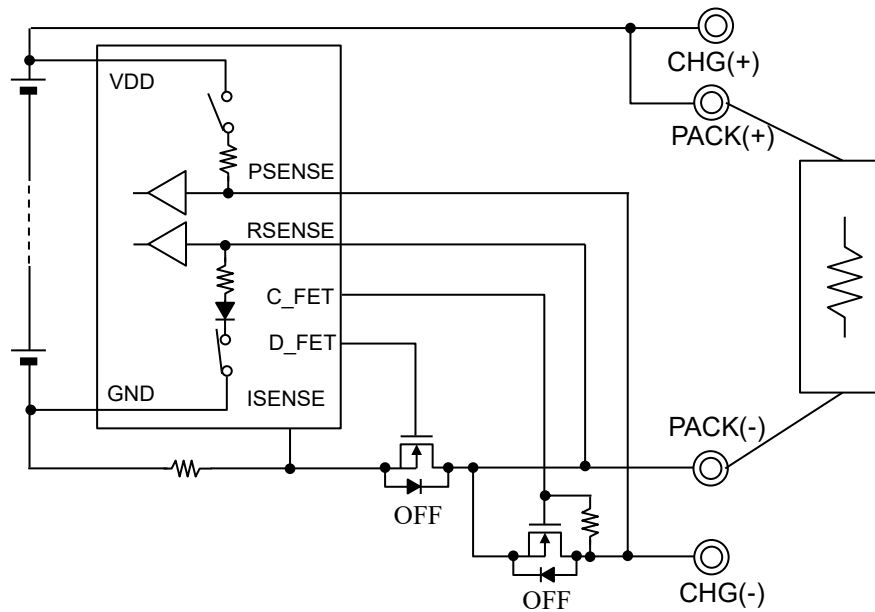


7. ショート電流検出状態

電池セル電圧測定とは無関係に、過大な負荷が接続され、ISENSE 端子電圧がショート電流検出電圧 V_{SHRT} 以上となると、CDLY 端子に接続されたコンデンサの充電を開始します。CDLY 端子がある一定電圧以上になると、ショート電流検出状態になります。ショート電流検出状態となると、D_FET 端子出力が“L”レベルとなり、放電を禁止すると共に、負荷が開放されたことを検出するために C_FET 端子出力が“Hi-Z”レベルとなり、充電を禁止します。

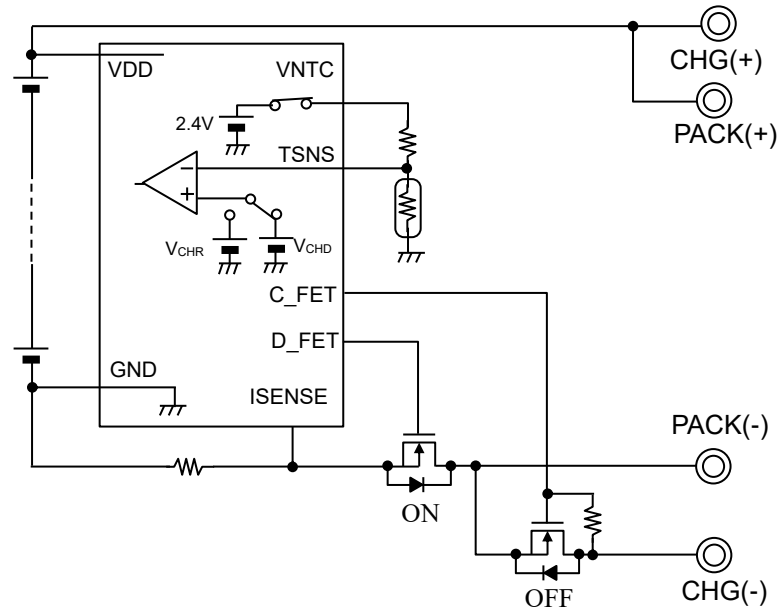
ショート電流検出状態になると、RSENSE 端子と GND 端子間に抵抗、および逆流阻止用ダイオードが接続されます。

この状態で負荷が開放されると、RSENSE 端子は GND 端子レベルに近くなります。負荷開放検出遅延時間 t_{ORL} 以上の間、負荷開放検出電圧 V_{RL} 以下となった場合に、ショート電流検出状態から復帰します。



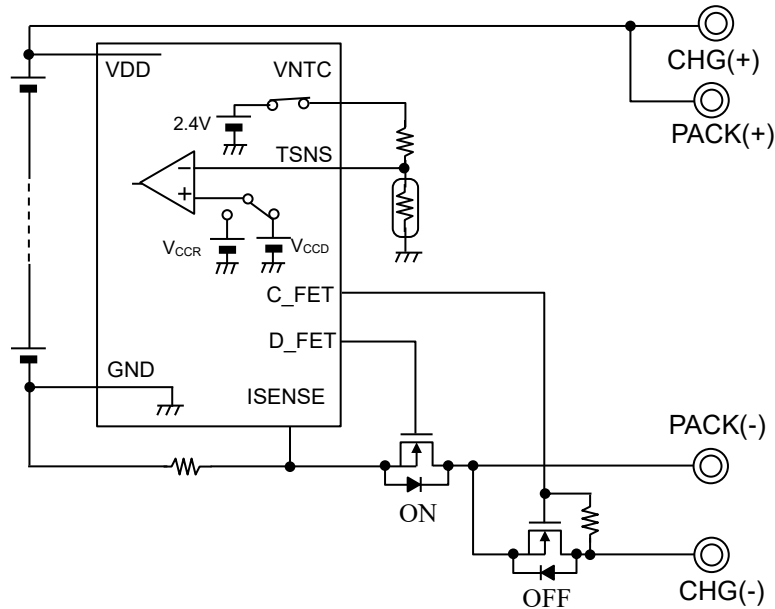
8. 充電禁止高温検出状態

電池セル電圧測定、および、電流測定とは無関係に、外部に接続されたサーミスタにより温度測定を0.4秒周期で行います。TSNS 端子電圧が充電禁止高温検出電圧 V_{CHD} 以下となり、その状態が温度検出遅延時間 t_{TDR} 以上継続すると、充電禁止高温検出状態となります。充電禁止高温検出状態になると、C_FET 端子出力が”Hi-Z”状態となり、充電を禁止します。



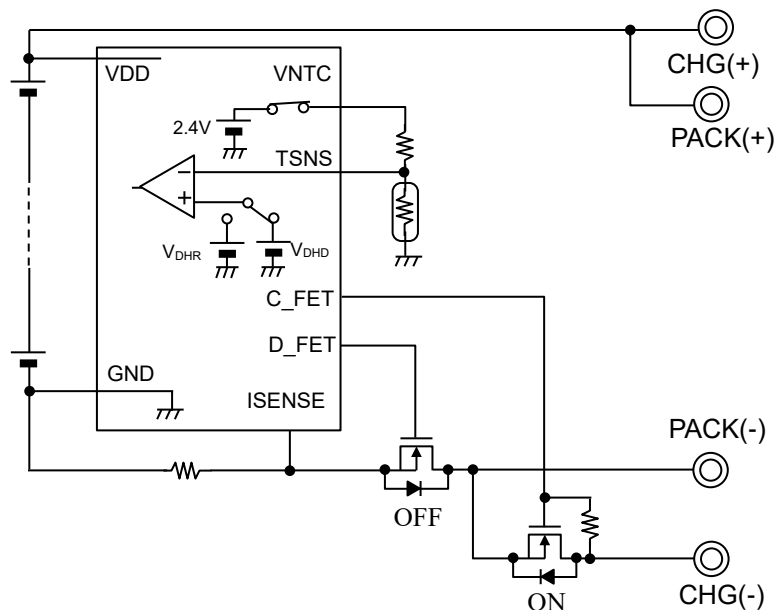
9. 充電禁止低温検出状態

電池セル電圧測定、および、電流測定とは無関係に、外部に接続されたサーミスタにより温度測定を 0.4 秒周期で行います。TSNS 端子電圧が充電禁止低温検出電圧 V_{CCD} 以上となり、その状態が温度検出遅延時間 t_{TDR} 以上継続すると、充電禁止低温検出状態となります。充電禁止低温検出状態になると、C_FET 端子出力が”Hi-Z”状態となり、充電を禁止します。



10. 放電禁止高温検出状態

電池セル電圧測定、および、電流測定とは無関係に、外部に接続されたサーミスタにより温度測定を 0.4 秒周期で行います。TSNS 端子電圧が放電禁止高温検出電圧 V_{DHD} 以下となり、その状態が温度検出遅延時間 t_{TDR} 以上継続すると、放電禁止高温検出状態となります。放電禁止高温検出状態になると、D_FET 端子出力が”L”レベルとなり、放電を禁止します。



● FET 過熱保護機能

充放電電流経路を分離していない場合には、充放電制御 FET の片方が OFF 状態にあると、充電あるいは放電電流は OFF している FET のボディダイオードを介して流れます。このとき、電流が大きい場合には FET が発熱し、破壊に至る可能性があります。

ML5245 では、ISENSE 端子入力電圧によって、充電状態、放電状態を常に検出し、FET のボディダイオードに充電あるいは放電電流が流れることを防止しています。

ISENSE 端子入力電圧が放電状態検出電圧 V_{ISD} より高い状態が放電状態検出遅延時間 t_{ISD} 経過すると、過充電などの充電禁止状態であっても、C_FET 端子出力を”H”レベルとし、充電制御 FET のボディダイオードを介した放電を止めることで FET の発熱を防止します。また、この状態に移行した後、ISENSE 端子入力電圧が放電状態検出電圧 V_{ISD} より低い状態が放電状態解除遅延時間 t_{ISD} 経過すると、C_FET 端子出力は”Hi-Z”状態となり、過充電などの充電禁止状態に戻ります。

ISENSE 端子入力電圧が充電状態検出電圧 V_{ISC} より低い状態が充電状態検出遅延時間 t_{ISC} 経過すると、過放電などの放電禁止状態であっても、D_FET 端子出力を”H”レベルとし、放電制御 FET のボディダイオードを介した充電を止めることで FET の発熱を防止します。また、この状態に移行した後、ISENSE 端子入力電圧が充電状態検出電圧 V_{ISC} より高い状態が充電状態解除遅延時間 t_{ISC} 経過すると、D_FET 端子出力は”L”レベルとなり、過放電などの放電禁止状態に戻ります。

なお、応用回路例 2 のように充電経路と放電経路を分離して使用し、かつ、充電中に負荷が接続され放電電流が流れる場合は、過充電状態検出後など充電 FET が OFF した後に充電と放電を繰り返す場合がありますので、充電 FET の過熱保護機能を停止させたコード品で対応する必要があります。

● 放電制御 FET の外部制御

/DOFF 端子に”L”レベルを入力することにより、ML5245 の異常検出状態に関係なく、D_FET 端子出力を”L”レベルにし、放電を禁止することができます。ただし、ISENSE 端子入力電圧が充電状態検出電圧 V_{ISC} より低い状態が充電状態検出遅延時間 t_{ISC} 経過すると、/DOFF 端子入力が”L”レベルであっても、D_FET 端子出力は”H”レベルとなります。

/DOFF 端子に VREG レベルを入力すると、ML5245 の異常検出状態により D_FET 端子出力状態は決まります。

● 各異常検出状態における出力端子の状態

下表に各異常検出状態における出力端子の状態を示します。

状態	D_FET	C_FET	PSENSE	RSENSE	VREG
イニシャル状態	GND	14V	Hi-Z	Hi-Z	4.3V
ノーマル状態	14V	14V	Hi-Z	Hi-Z	4.3V
過充電状態	変化なし	Hi-Z	変化なし	変化なし	4.3V
過放電状態	GND	変化なし	プルアップ	変化なし	4.3V
パワーダウン状態	GND	Hi-Z	プルアップ	Hi-Z	0V
放電過電流状態	GND	Hi-Z	変化なし	プルダウン	4.3V
充電過電流状態	変化なし	Hi-Z	プルアップ	変化なし	4.3V
ショート電流検出状態	GND	Hi-Z	変化なし	プルダウン	4.3V
充電禁止高温検出状態	変化なし	Hi-Z	変化なし	変化なし	4.3V
充電禁止低温検出状態	変化なし	Hi-Z	変化なし	変化なし	4.3V
放電禁止高温検出状態	GND	変化なし	変化なし	変化なし	4.3V

(注意) “変化なし”とは、異常を検出しても、前の状態を保持したままであることを意味します。

また、各状態では充放電電流は流れていない状態とします。

● 電池セル数の選択

CS 端子により、接続する電池セル数を選択します。

CS 端子	電池セル数	未接続 Vn 端子
GND	13 セル	なし
VREG	10 セル	V1～V3

13 セル未満の場合には、未接続 Vn 端子は、全て GND 端子に接続にしてください。

● 過充電・過放電検出遅延時間の調整

過充電検出遅延時間は、CDOV 端子と GND 間に接続する容量値 C_{OV} で決定される過充電検出遅延タイマ時間 t_{OV} と、電池セル電圧が過充電検出電圧 V_{OV} を超えてから、過充電電池セルが、セル電圧モニタされるまでの動作遅延時間 t_{DEL} との合計時間となり、次式で表されます。

$$\text{過充電検出遅延時間}(t_{OV}+t_{DEL}) [\text{sec}] = C_{OV} [\mu\text{F}] \times 50 + t_{DEL}$$

電池セル電圧が過充電検出電圧 V_{OV} 以上になっても、400ms(typ)間隔でセル電圧をモニタしていますので、過充電検出遅延タイマーが動作開始するまでにタイムラグ t_{DEL} が生じます。このタイムラグ t_{DEL} は、最小=0 秒、最大=セルモニタ周期 t_{DET} となります。

過放電検出遅延時間は、CDUV 端子と GND 間に接続する容量値 C_{UV} で決定される過放電検出遅延タイマ時間 t_{UV} と、電池セル電圧が過放電検出電圧 V_{UVn} を超えてから検出遅延タイマーが動作開始するまでの検出遅延タイマー動作遅延時間 t_{DEL} の合計時間となり、次式で表されます。

$$\text{過放電検出遅延時間}(t_{UV}+t_{DEL}) [\text{sec}] = C_{UV} [\mu\text{F}] \times 50 + t_{DEL}$$

電池セル電圧が過放電検出電圧 V_{UV} 以下になっても、400ms(typ)間隔でセル電圧をモニタしていますので、過放電検出遅延タイマーが動作開始するまでにタイムラグ t_{DEL} が生じます。このタイムラグ t_{DEL} は、最小=0 秒、最大=セルモニタ周期 t_{DET} となります。

$C_{OV}=0.1 \mu\text{F}$ 、 $C_{UV}=0.1 \mu\text{F}$ とした場合には、過充電検出遅延時間、過放電検出遅延時間ともに、 $5.0+t_{DEL}$ 秒となります。

● ショート電流検出遅延時間の調整

ショート電流検出遅延時間 t_{SC} は、CDLY 端子と GND 間に接続する容量値 C_{DLY} で決定され、次式で表されます。

$$\text{ショート電流検出遅延時間 } t_{SC} [\text{msec}] = C_{DLY} [\text{nF}] \times 0.1$$

コンデンサ CDLY は、1nF 以上を推奨しますが、容量値が小さい場合には、ショート電流検出コンパレータの検出遅延時間 $20 \mu\text{s}(\text{typ})$ を加算してください。

また、ISENSE 端子の外部 CR フィルタによる遅延も加算されますので、ご注意ください。

● 電源投入・遮断順序

各電池セルの接続順序は任意ですが、GND 端子、VDD 端子を接続後に、下部電位セルより接続することを推奨します。なお、電源投入時の電源電圧立上り時間、電源遮断順序、および、電源電圧立下り時間についての制約はありません。

なお、電源投入後は、通常ノーマル状態に移行しますが、電源投入時のチャタリング等により、過放電状態に移行する場合があります。過放電状態へ入り、パワーダウン状態となった場合には、PSENSE 端子に充電器接続検出電圧 V_{PC} 以下の電圧を印加し、パワーアップさせてください。

● VDD 端子、V1～V13 端子の処理

VDD 端子は、電源入力端子ですので、誤動作防止のため、ノイズ除去用の RC フィルタを介して電源を供給することを推奨します。なお、外部充放電制御用 FET の駆動電流が大きい場合には、このノイズフィルタの抵抗値による電圧降下は 1V 以下になるように抵抗値を調整してください。

V1～V13 端子は、各電池セル電圧のモニタ端子ですので、誤検出防止のため、ノイズ除去用の RC フィルタを介して各電池セルを接続してください。

● VREG 端子の処理

VREG 端子は、内蔵レギュレータ出力端子で、内部回路の電源となります。誤動作防止のため、GND 端子間に $1\mu F$ 以上のコンデンサを接続してください。なお、内蔵レギュレータの電流供給能力は小さいため、外部回路の電源として使用しないでください。

● 未使用端子の処理

下表に未使用端子の処理方法を示します。

未使用端子	推奨端子処理
V1～V8	GND 端子に接続
ISENSE	GND 端子に接続
CDLY、CDOV、CDUV	オープン
/DOFF、/VMEN	VREG 端子に接続
VNTC	TSNS 端子間に $4.7k\Omega$ を接続
TSNS	GND 端子間に $10k\Omega$ を接続

● 電池セル数の設定可能範囲

接続する電池セル数は、5～13 セルのうち 2 種類を CS 端子により選択することができます。

CS 端子レベル	設定範囲(接続セル数)								
GND	5	6	7	8	9	10	11	12	13
VREG	5	6	7	8	9	10	11	12	13

● 各検出電圧の設定可能範囲と設定ステップ幅

各検出電圧は、下表のように設定を変更することが可能です。

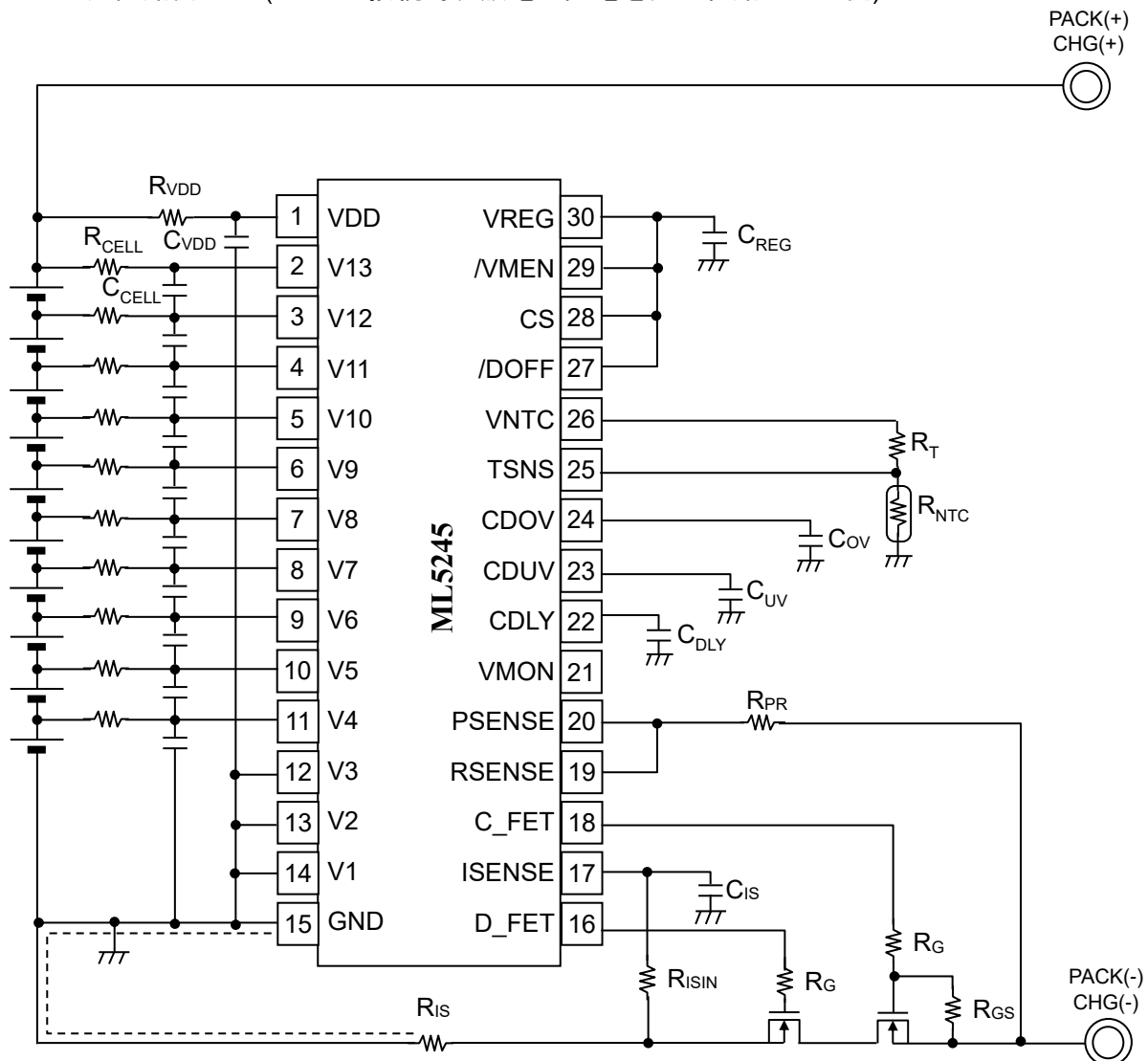
検出電圧	記号	設定範囲	設定ステップ幅
過充電検出電圧	V _{OV}	3.65V～4.35V	25mV
過充電解除電圧	V _{OVR}	3.5V～4.25V	25mV
過放電検出電圧	V _{UV}	1.5V～3.0V	100mV
過放電解除電圧	V _{UVR}	2.3V～3.5V	100mV
充電過電流検出電圧	V _{OCO}	-30mV～-100mV	10mV
放電過電流検出電圧	V _{OCU}	50mV～300mV	50mV
ショート電流検出電圧	V _{SHRT}	100mV～600mV	100mV
放電禁止高温検出電圧	V _{DHD}	0.6V～1.2V	10mV
充電禁止高温検出電圧	V _{CHD}	0.7V～1.3V	10mV
充電禁止低温検出電圧	V _{CCD}	2.0V～2.2V	10mV

● 過電流検出遅延時間の設定可能範囲

放電過電流検出遅延時間、および、充電過電流検出遅延時間は、下表のように設定を変更することが可能です。

検出遅延時間	記号	設定可能時間 [ms]						
放電過電流検出遅延時間	t _{OCU}	25	50	100	200	300	400	500
		600	800	1000	1200	1600	2000	—
充電過電流検出遅延時間	t _{OCO}	25	50	100	200	300	400	500
		600	800	1000	1200	1600	2000	—

■ 応用回路例 1 (10 セル接続時、放電と充電を同一経路にした例)



点線で示した配線長はできるだけ短くしてください。
配線抵抗による電圧降下が電流検出精度に影響を及ぼします。

■ 外付け部品推奨値

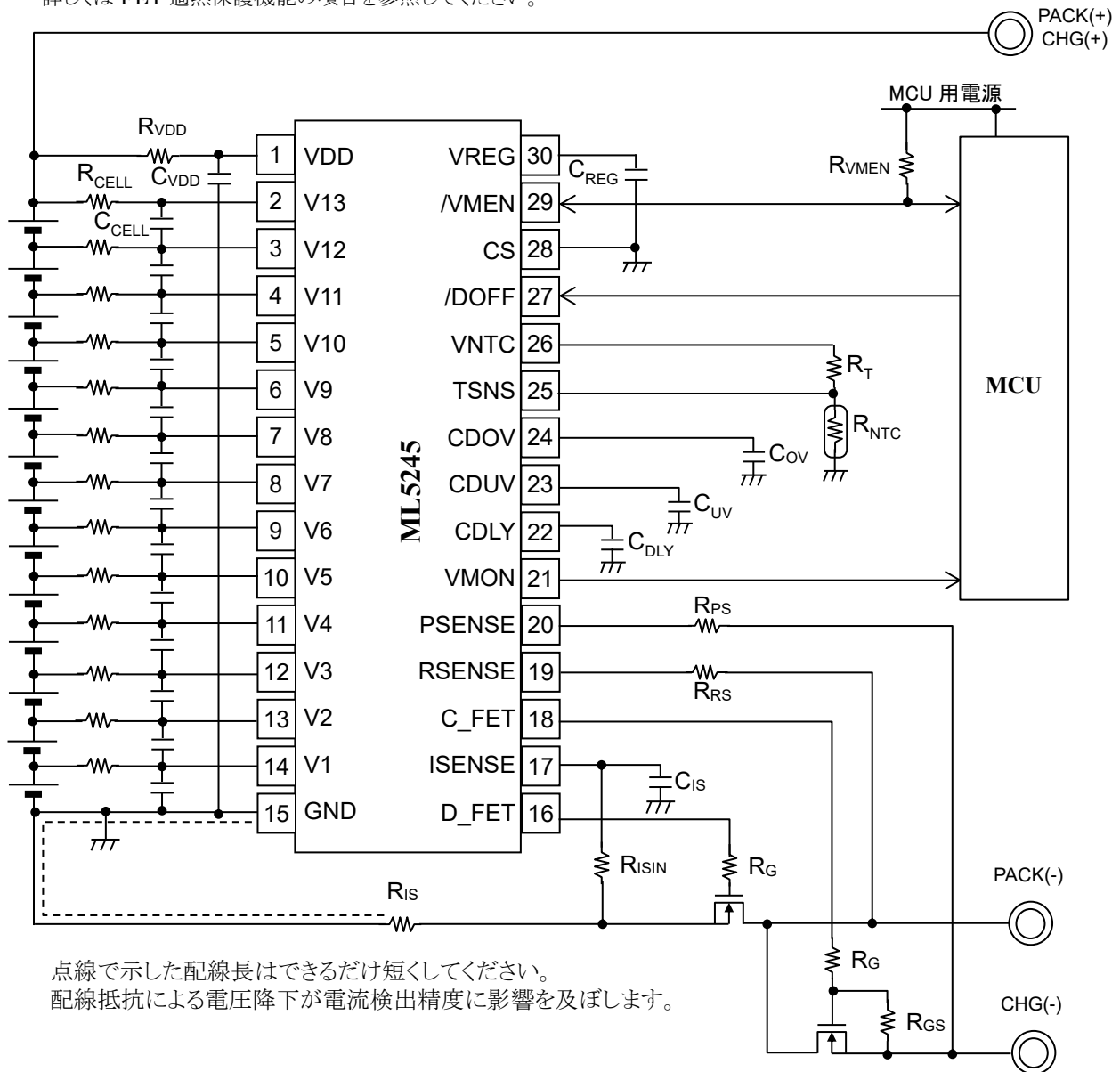
部品	推奨値
R _{VDD}	510Ω
C _{VDD}	10μF 以上
R _{CEL}	1kΩ～10kΩ
C _{CEL}	0.1μF 以上
C _{REG}	1μF 以上
C _{IS}	10nF
C _{DLY}	1nF～10nF

部品	推奨値
R _{IS}	3mΩ
R _{ISIN}	1kΩ
R _G , R _{PR}	10kΩ～47kΩ
R _{GS}	1MΩ
R _T	4.7kΩ
R _{NTC}	10kΩ, B3435

(注意) 記載の回路例、外付け部品の推奨値は、あらゆる動作条件下での動作を保証するものではありませんので、実際のアプリケーションで十分評価の上、最適な回路構成、部品定数の選択を行ってください。

■ 応用回路例 2 (13 セル接続時、放電経路と充電経路を分離した例)

充電中に放電を許可する場合には、充電 FET の過熱保護機能を停止させたコード品で対応する必要があります。
詳しくは FET 過熱保護機能の項目を参照してください。



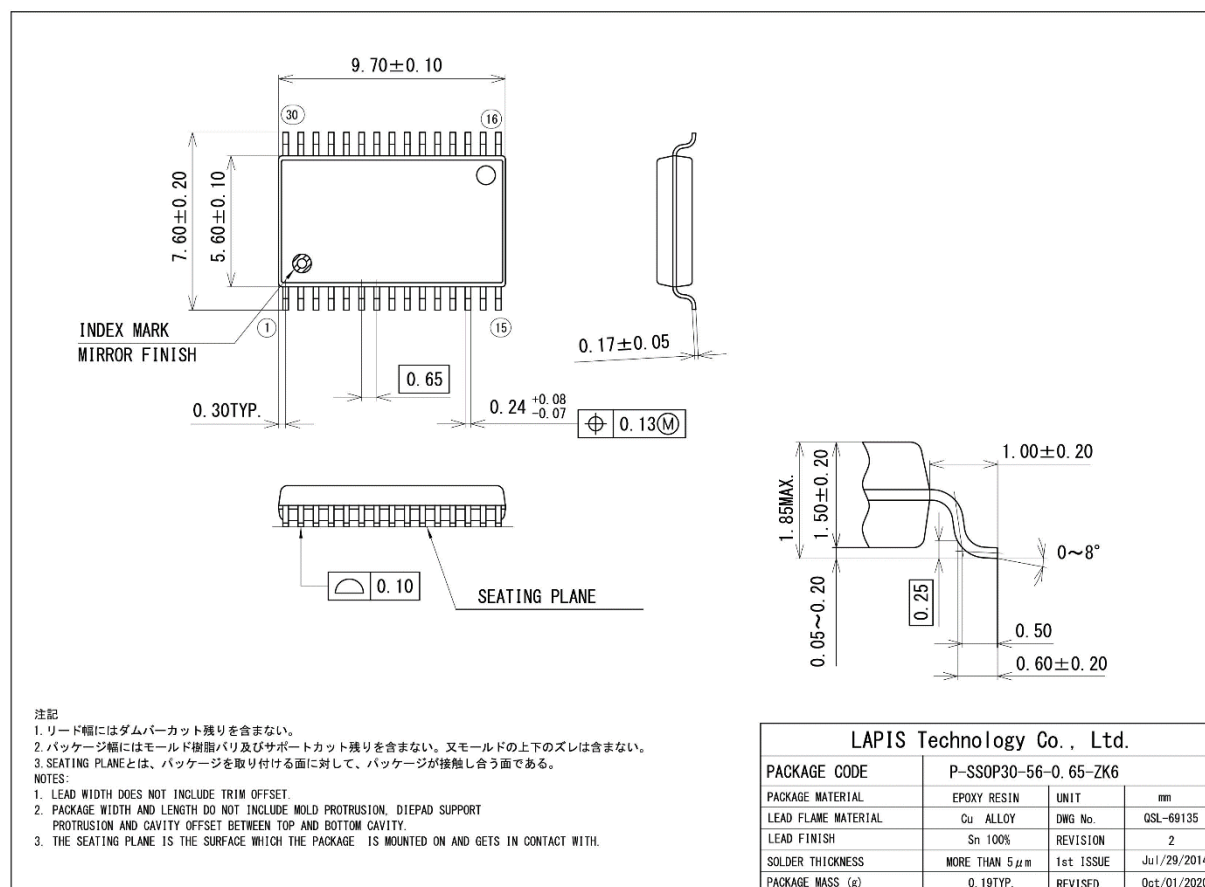
■ 外付け部品推奨値

部品	推奨値
R_{VDD}	$510\ \Omega$
C_{VDD}	$10\ \mu\text{F}$ 以上
R_{CEL}	$1\text{k}\ \Omega \sim 10\text{k}\ \Omega$
C_{CEL}	$0.1\ \mu\text{F}$ 以上
C_{REG}	$1\ \mu\text{F}$ 以上
C_{IS}	10nF
C_{DLY}	$1\text{nF} \sim 10\text{nF}$

部品	推奨値
R_{IS}	$3\text{m}\ \Omega$
R_{ISIN}	$1\text{k}\ \Omega$
R_G, R_{PS}, R_{RS}	$10\text{k}\ \Omega \sim 47\text{k}\ \Omega$
R_{GS}	$1\text{M}\ \Omega$
R_T	$4.7\text{k}\ \Omega$
R_{NTC}	$10\text{k}\ \Omega, \text{B3435}$
R_{VMEN}	$100\text{k}\ \Omega$

(注意) 記載の回路例、外付け部品の推奨値は、あらゆる動作条件下での動作を保証するものではありませんので、実際のアプリケーションで十分評価の上、最適な回路構成、部品定数の選択を行ってください。

■ パッケージ寸法図



表面実装型パッケージ実装上の注意

表面実装型パッケージは、リフロー実装時の熱や保管時のパッケージの吸湿量等到大変影響を受けやすいパッケージです。したがって、リフロー実装の実施を検討される際には、その製品名、パッケージ名、ピン数、パッケージコード及び希望されている実装条件(リフロー方法、温度、回数)、保管条件などを弊社担当営業まで必ずお問い合わせ下さい。

■ 改版履歴

ドキュメント No.	発行日	ページ		変更内容
		改版前	改版後	
FJDL5245-01	2017.10.12	-	-	初版発行
FJDL5245-02	2017.12.01	8	8	セル電圧モニタ出力特性: 25°C時 VMON 出力電圧規定を追加。
FJDL5245-03	2019.8.21	27	27	過放電状態時の PSENSE 端子状態: 変化なし→プルアップ
FJDL5245-04	2019.8.30	13	13	充電過電流検出と充電器開放による充電過電流状態からの復帰タイミングチャート: 誤記訂正
FJDL5245-05	2020.12.01	-	-	社名ロゴ変更
		35	35	「ご注意」の内容変更
FJDL5245-06	2024.1.9	1	1	■用途、■形名を追記 注釈削除
		35	35	ご注意のページ差し替え

ご注意

- 1) 本製品をご使用の際は、最新の製品情報をご確認の上、絶対最大定格^(※1)、動作条件その他の指定条件の範囲内でお使いください。指定条件の範囲を超えて使用された場合や、使用上の注意を守ることなく使用された場合、その後に発生した故障、誤動作等の不具合、事故、損害等については、ラピステクノロジー株式会社(以下、「当社」といいます)はいかなる責任も負いません。また、指定条件の範囲内のご使用であっても、半導体製品は種々の要因で故障・誤作動する可能性があります。万が一本製品が故障・誤作動した場合でも、その影響により人身事故、火災損害等が起らないよう、お客様の責任において、ディレーティング、冗長設計、延焼防止、バックアップ、フェイルセーフ等お客様の機器・システムとしての安全確保を行ってください。
(※1)絶対最大定格：瞬時たりとも超過してはならない限界値となります。
- 2) 本資料に掲載されております製品は、耐放射線設計がなされていません。
- 3) 本資料に記載されております応用回路例やその定数、ソフトウェア等の情報は、半導体製品の標準的な動作例や応用例を説明するものです。お客様の機器やシステムの設計においてこれらの情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。また、量産設計をされる場合には、外部諸条件を考慮していただきますようお願いいたします。これらのご使用に起因して生じた損害等に関し、当社は一切その責任を負いません。
- 4) 本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の技術情報は、それをもって当該技術情報に関する当社または第三者の知的財産権その他の権利を許諾するものではありません。したがって、当該技術情報を使用されたことによる第三者の知的財産権に対する侵害またはこれらに関する紛争について、当社は何ら責任を負うものではありません。
- 5) 当社は、本資料に明示した用途で本製品が使用されることを意図しています。本資料に明示した用途以外への使用を検討される場合は、必ず営業窓口までお問い合わせください。また、本製品を、医療機器分類クラスⅢ、Ⅳに該当する用途に使用される際は、必ず当社へご連絡の上、書面にて承諾を得てください。
本製品を、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム、極めて高い信頼性を要求される機器(航空宇宙機器、原子力制御機器、海底中継機器等)に使用することはできません。当社の事前の書面による承諾なく、当社の意図していない用途に製品を使用したことにより生じた損害等に関し、当社は一切その責任を負いません。
- 6) 本資料に記載の内容は、改良などのため予告なく変更することがあります。本製品のご使用、ご購入に際しては、必ず事前に営業窓口で最新の情報をご確認ください。本資料に記載されております情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、万が一、当該情報の誤り・誤植に起因して、お客様に損害が生じた場合においても、当社はその責任を負うものではありません。
- 7) 本製品のご使用に際しては、RoHS 指令など適用される環境関連法令を遵守の上ご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いません。
- 8) 本製品および本資料に記載の技術を輸出または国外へ提供する際には、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」など適用される輸出関連法令を遵守し、それらの定めにしたがって必要な手続を行ってください。
- 9) 本資料に記載されている内容または本製品についてご不明な点がございましたら営業窓口までお問い合わせください。
- 10) 本資料の一部または全部を当社の許可なく、転載・複写することを堅くお断りします。

Copyright 2017 – 2024 LAPIS Technology Co., Ltd.

ラピステクノロジー株式会社

〒222-8575 神奈川県横浜市港北区新横浜 2-4-8

<https://www.lapis-tech.com>