

超小型 低消費 リニア充電制御IC

MM3865A/B/C シリーズ



概要

本ICは、1セル用リチウムイオン及びリチウムポリマー電池向けリニア充電制御ICです。3～500mAの高精度充電電流制御が可能で、低容量電池を搭載するモバイル機器に最適な小型低消費のICです。

用途

ウェアラブル機器 他

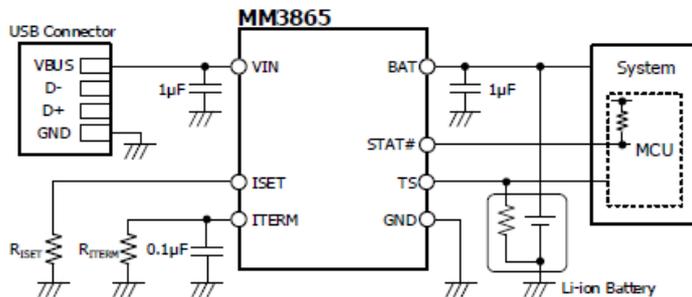
特長

- ① 低容量電池に適した充電電流制御 (充電電流 最小3mA)
- ② 幅広いCV制御電圧に対応 (4.1V～4.45V)
- ③ 充電完了電流 可変設定 (ITERM端子)
- ④ 高耐圧入力対応 (13V)
- ⑤ 低電池リーク電流 (最大10nA)
- ⑥ 電池温度プロファイルを複数用意
- ⑦ 小型パッケージ採用 (1.8mm x 1.6mm x 0.55mm)
- ⑧ 動作温度範囲 Ta=-40～85℃

主な仕様

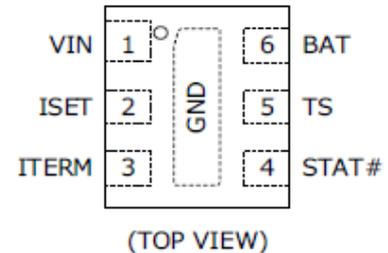
項目	仕様	単位
定格電圧 (VIN)	13.0	V
動作電圧範囲 (VIN)	4.4～6.0	V
CV 制御電圧	4.10 - 4.45	V
急速充電電流	3- 500	mA
予備充電電流	急速充電電流 x0.1	mA
急速充電開始電圧	2.5	V
充電完了電流	0.3 - 250	mA
電池リーク電流 (max.)	10	nA
サーマルレギュレーション温度	125	℃
充電タイマー	予備:0.5, 急速:10	Hour

応用回路例

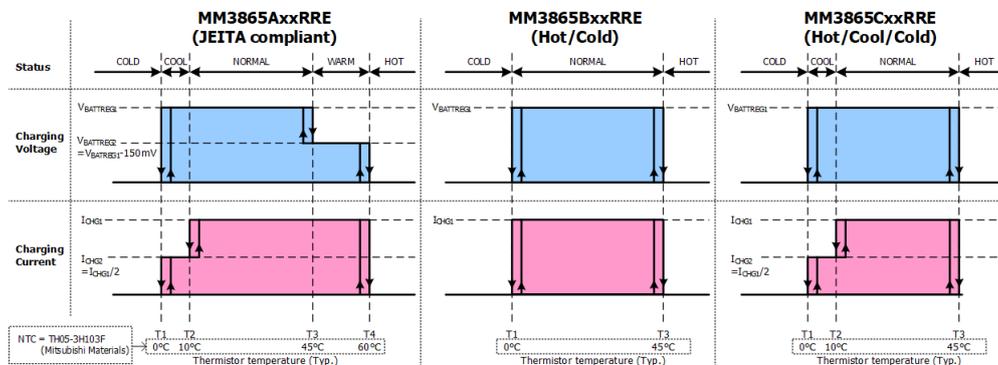


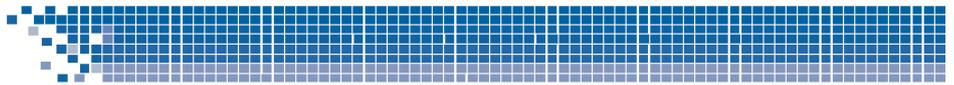
パッケージ

SSON-6 (1.8mm x 1.6mm x 0.55mm)



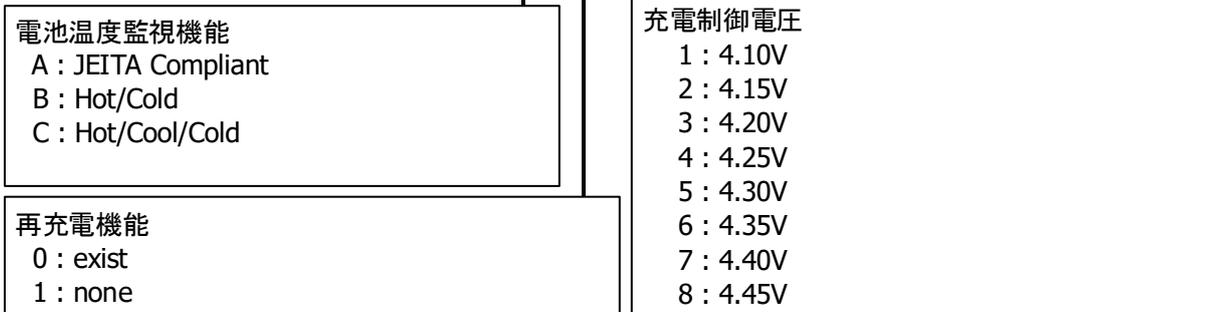
電池温度プロファイル





機種名

MM3865 x x x RRE

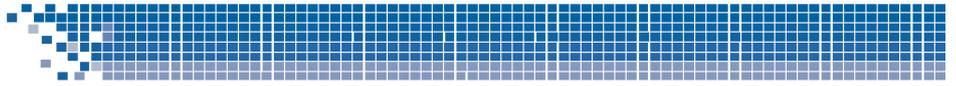


電池温度監視機能の詳細は、13ページを参照してください。

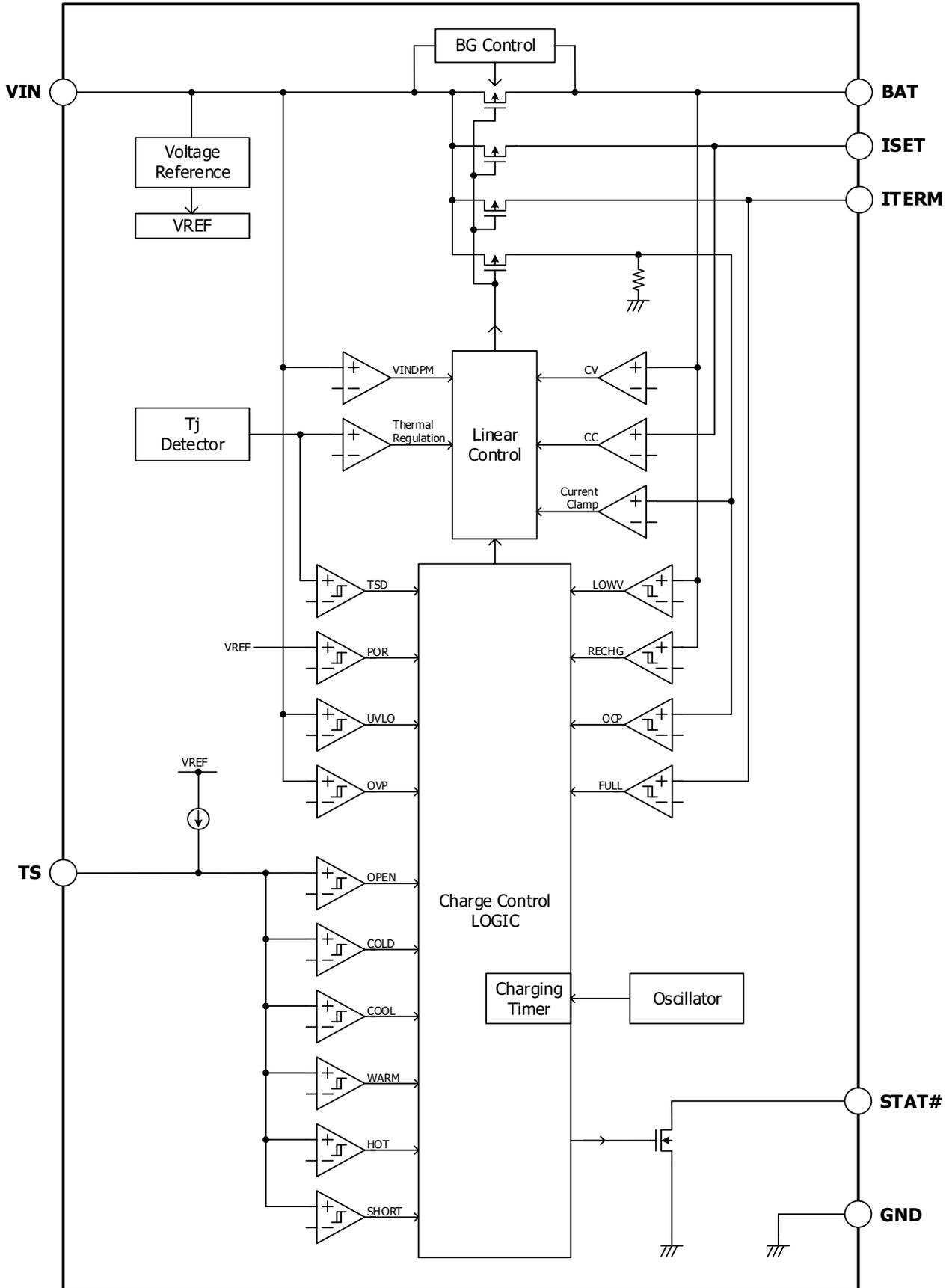
再充電機能の詳細は、11ページを参照してください。

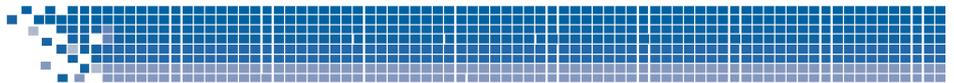
MM3865A/B/Cシリーズは、急速充電開始電圧(予備充電から急速充電の切替電圧)=2.5V品となります。



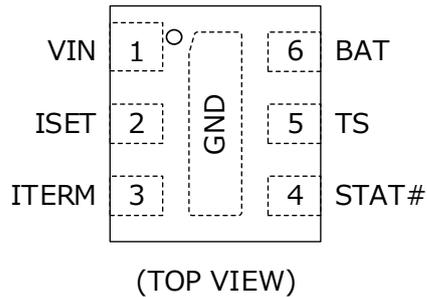


ブロック図



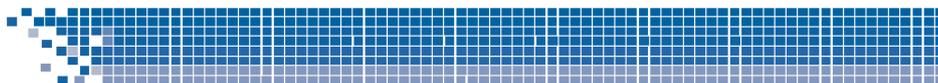


端子配置図



端子説明

端子番号	ピン名称	端子説明
1	VIN	充電用電源入力端子。DC電源(ACアダプタ、またはUSBポート)を接続します。1 μ F程度のバイパスコンデンサを接続してください。
2	ISET	充電電流設定端子。対GNDに抵抗R _{ISET} を接続します。詳細は、11ページを参照してください。
3	ITERM	満充電電流設定端子。対GNDに抵抗R _{ITERM} を接続します。また、0.1 μ F程度のバイパスコンデンサを接続してください。詳細は、11ページを参照してください。
4	STAT#	充電状態インジケータ。NchMOSオープンドレイン出力です。充電中に“Low”出力、異常発生時に点滅します。詳細は、15ページを参照してください。
5	TS	サーミスタ温度検出端子。25 $^{\circ}$ C時10k Ω のNTCサーミスタを接続することで、電池温度監視機能を使用した充電動作を行います。また、フロート充電モードと充電禁止モードの切り替えを行います。詳細は、13ページを参照してください。
6	BAT	充電電流出力端子。電池の+側を接続します。1 μ F~10 μ F程度のバイパスコンデンサを接続してください。
Exposed pad	GND	グラウンド端子。放熱用PADを兼ねます。基板グラウンドプレーンへの接続を推奨します。



絶対最大定格

(特記なき場合 : Ta=25°C)

項目		記号	最小	最大	単位
保存温度		Tstg	-55	150	°C
接合温度		Tj _{MAX}	-40	150	°C
入力電圧	VIN	V _{inMAX1}	-0.3	13	V
	ISET, ITERM, TS, STAT#, BAT	V _{inMAX2}	-0.3	6	V
出力電流	BAT	I _{outMAX}	-	800	mA
シンク電流	STAT#	I _{sinkMAX}	-	15	mA
許容損失	基板実装時(*1)	Pd	-	1040	mW

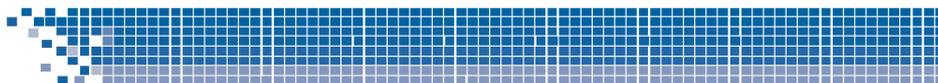
(*1) 基板サイズ : 50mm × 50mm × 0.8mm 材質 : ガラスエポキシ 層数 : 2層 銅配線率 : 90%

推奨動作範囲

(特記なき場合 : Ta=25°C)

項目		記号	最小	最大	単位
動作周囲温度(*2)		Topr	-40	85	°C
接合温度		Tj	-40	125	°C
入力電圧	VIN	V _{VIN}	4.4	6	V
出力電流	BAT	I _{BAT}	-	500	mA
ISET 抵抗		R _{ISET}	0.2	33	kΩ
ITERM 抵抗		R _{ITERM}	0.62	430	kΩ
サーミスタ抵抗	充電禁止もしくはフロート充電に入らない抵抗範囲	R _{TS}	3.75	250	kΩ

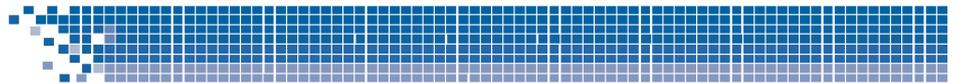
(*2) 基板サイズ : 50mm × 50mm × 0.8mm 材質 : ガラスエポキシ 層数 : 2層 銅配線率 : 90%



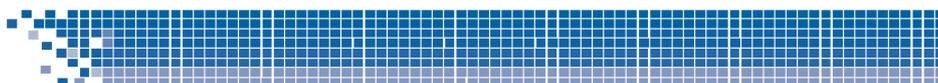
電気的特性

(特記なき場合 : $V_{UVLO} < V_{VIN} < V_{OVP}$ and $V_{VIN} > V_{BAT} + V_{INDET}$, $T_a = 25^\circ\text{C}$)

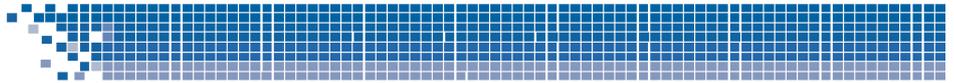
項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
電源入力						
パワーオンリセット	V_{POR}	V_{VIN} rising	2.6	2.8	3.0	V
起動後遅延時間	t_{POR}	After $V_{VIN}=0\text{ V}\rightarrow 5\text{ V}$, the time to accept charge start signal	-	51	-	ms
充電開始遅延時間	t_{INIT}		-	43	-	ms
入力電源検出電圧	V_{INDET}	V_{VIN} rising, $V_{VIN}-V_{BAT}$	30	-	145	mV
入力電源検出復帰電圧	$V_{INDETTZ}$	V_{VIN} falling, $V_{VIN}-V_{BAT}$	10	-	75	mV
入力電源検出デグリッチ時間	t_{INDET}		-	27	-	ms
入力 UVLO 電圧	V_{UVLO}	V_{VIN} rising	3.6	3.8	4.0	V
入力 UVLO 電圧ヒステリシス	V_{UVLO_HYS}		-	200	-	mV
入力 OVP 電圧	V_{OVP}	V_{VIN} rising	6.1	6.3	6.5	V
入力 OVP 電圧ヒステリシス	V_{OVP_HYS}		-	200	-	mV
入力 OVP 不感応時間	t_{OVP}	V_{VIN} rising	-	84	-	μs
入力 OVP 解除時間	t_{OVP_HYS}	V_{VIN} falling	-	450	-	μs
充電過電流検出抵抗値	R_{OCP}	R_{ISET} reducing	-	155	190	Ω
充電過電流検出デグリッチ時間	t_{OCP}		-	750	-	μs
充電電流制限値	I_{INLIM}	Current flowing during t_{OCP} when ISET is short to GND	-	670	780	mA
入力電圧レギュレーション電圧	V_{VINDPM}	Restricts charge current at V_{VINDPM}	4.14	4.28	4.42	V
消費電流						
VIN 消費電流	I_{VIN1}	$V_{VIN}=5\text{V}$, $TS=\text{GND}$, chip disable	-	85	115	μA
	I_{VIN2}	$V_{VIN}=5\text{V}$, $TS=\text{OPEN}$, $BAT=\text{OPEN}$	-	190	250	μA
	I_{VIN3}	$V_{VIN}=5\text{V}$, $R_{TS}=10\text{k}\Omega$, charging terminated	-	85	115	μA
電池消費電流	I_{BAT1}	$V_{BAT}=V_{BATREG1}$, $V_{VIN}=0\text{V}$	-	1	10	nA
	I_{BAT2}	$V_{BAT}=V_{BATREG1}$, $V_{VIN}=5\text{V}$, charging terminated	-	2	3	μA
急速充電						
充電制御電圧	$V_{BATREG1}$	MM3865xx1RRE	4.07	4.10	4.13	V
		MM3865xx2RRE	4.12	4.15	4.18	V
		MM3865xx3RRE	4.17	4.20	4.23	V
		MM3865xx4RRE	4.22	4.25	4.28	V
		MM3865xx5RRE	4.27	4.30	4.33	V
		MM3865xx6RRE	4.32	4.35	4.38	V
		MM3865xx7RRE	4.37	4.40	4.43	V
		MM3865xx8RRE	4.42	4.45	4.48	V
WARM 時 充電制御電圧	$V_{BATREG2}$		$V_{BATREG1}$ -0.18	$V_{BATREG1}$ -0.15	$V_{BATREG1}$ -0.12	V



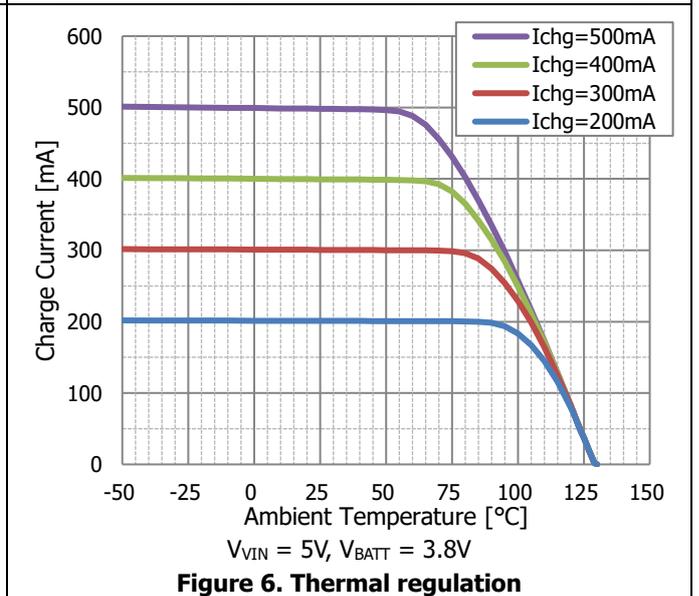
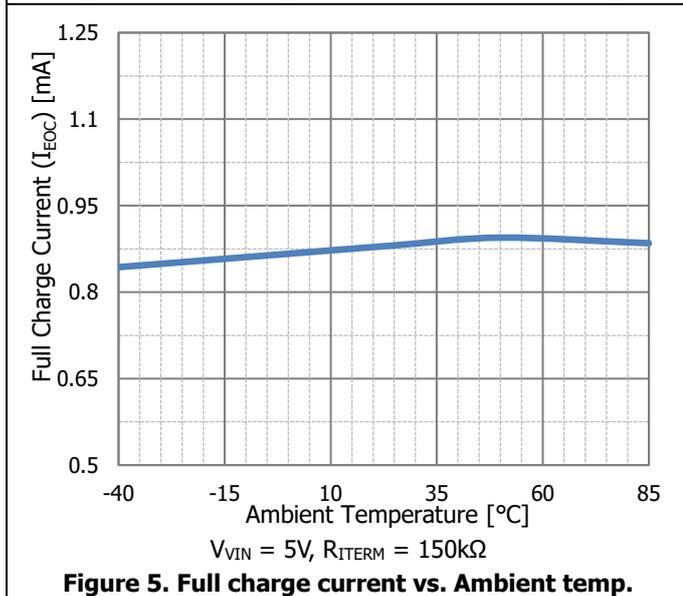
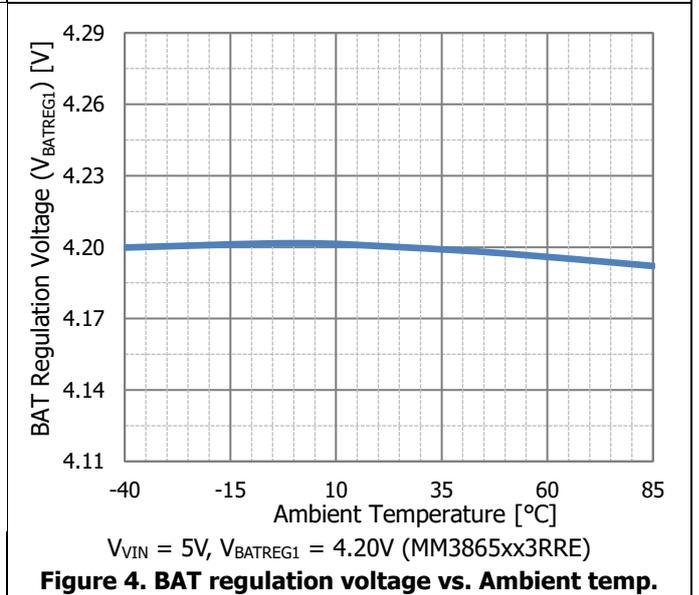
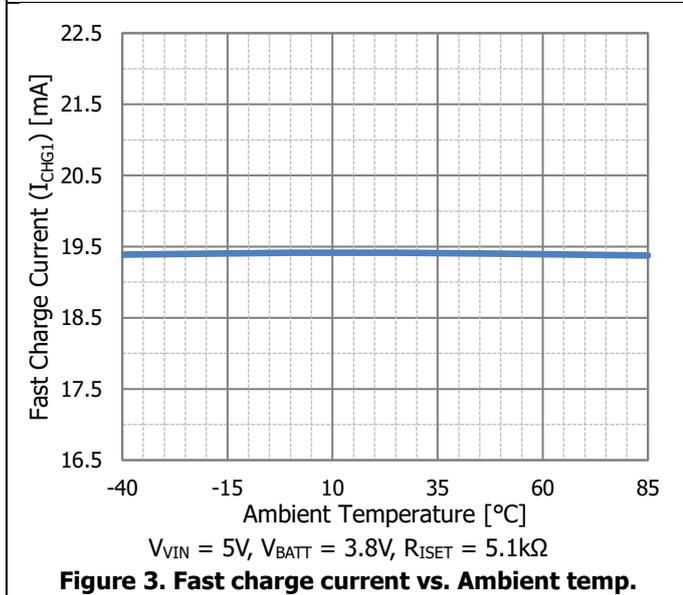
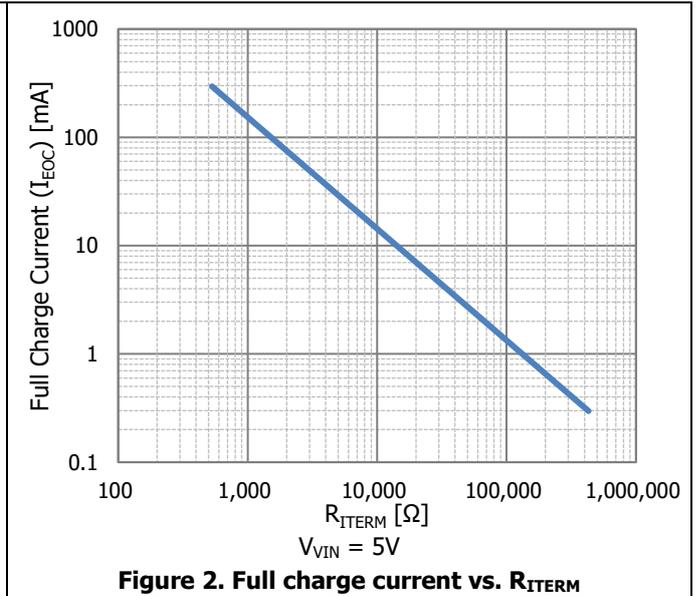
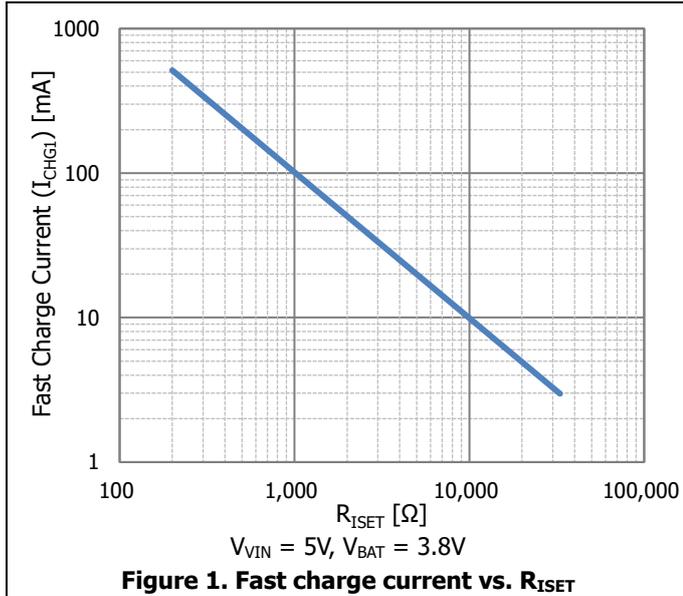
項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
急速充電電流設定範囲	I _{CHG_RNG}		3	-	500	mA
急速充電電流計算式	I _{CHG1}		108 / (R _{ISET} ^{1.01})			A
急速充電電流精度	I _{CHG1_ACC}		-5	-	+5	%
COOL 時 急速充電電流	I _{CHG2}		-	I _{CHG1} x0.5	-	A
充電 FET ON 抵抗	R _{ON}		-	1	2	Ω
予備充電						
急速充電開始電圧	V _{LOWV}	V _{BAT} rising	2.4	2.5	2.6	V
急速充電開始電圧ヒステリシス	V _{LOWV_HYS}		-	100	-	mV
予備充電電流精度	I _{PRE_ACC}	I _{PRE} =I _{CHG1} /10	-10	-	+10	%
満充電						
満充電検出電流設定範囲	I _{EOC_RNG}		0.3	-	250	mA
満充電検出電流計算式	I _{EOC}		189 / (R _{ITERM} ^{1.03})			A
満充電検出電流精度	I _{EOC_ACC1}	R _{ITERM} ≤ 10kΩ	-6.5	-	+6.5	%
	I _{EOC_ACC2}	10kΩ < R _{ITERM} ≤ 100kΩ	-10.5	-	+10.5	%
	I _{EOC_ACC3}	100kΩ < R _{ITERM}	-13	-	+13	%
満充電検出デグリッチ時間	t _{EOC}		-	27	-	ms
再充電						
再充電検出電圧	V _{RECHG}	V _{BAT} falling	V _{BATREG1} -330	V _{BATREG1} -300	V _{BATREG1} -270	mV
再充電検出デグリッチ時間	t _{RECHG}		-	20	-	ms
充電タイマー						
発振周波数	f _{OSC}		56.0	65.5	75.0	kHz
STAT#点滅周波数	f _{BLINK}		0.85	1.00	1.15	Hz
予備充電タイマー	t _{PRE}		0.425	0.5	0.575	hour
急速充電タイマー	t _{CHG}		8.5	10	11.5	hour
電池温度監視						
サーミスタバイアス電流	I _{TS1}	When charge enable	48	50	52	μA
	I _{TS2}	When charge disable	27	30	33	μA
	I _{TS3}	When V _{TS_FB} < V _{TS} < V _{TS_MAX}	4	5	6	μA
TS 端子最大出力電圧	V _{TS_MAX}	TS=OPEN	-	5	-	V
サーミスタ低温時 TS 制御電圧	V _{TS_FB}		-	1500	-	mV
TS オープン検出電圧	V _{OPEN}	V _{TS} rising	1650	1700	1750	mV
TS オープン検出電圧ヒステリシス	V _{OPEN_HYS}		-	100	-	mV

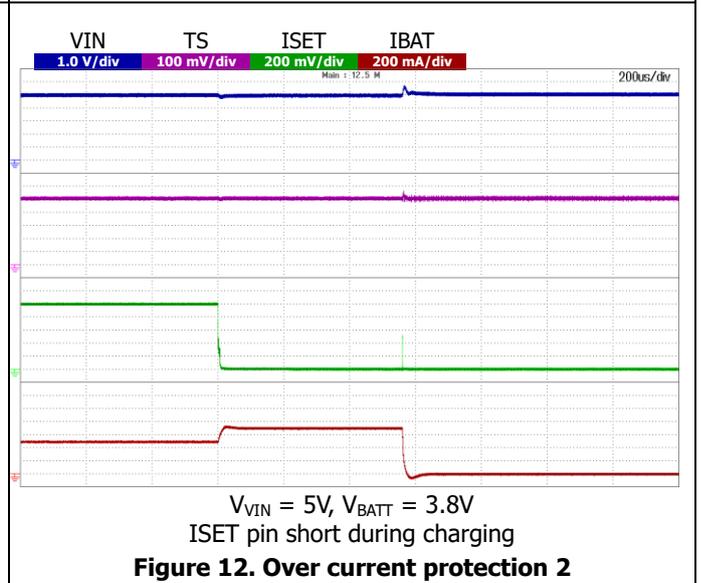
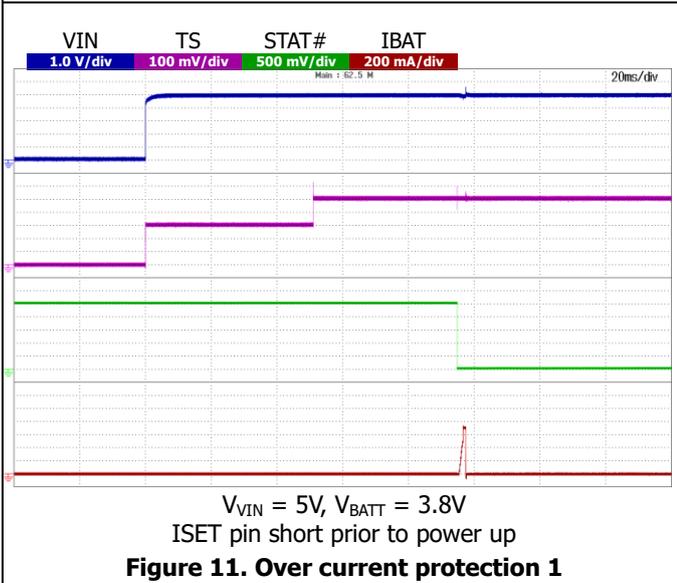
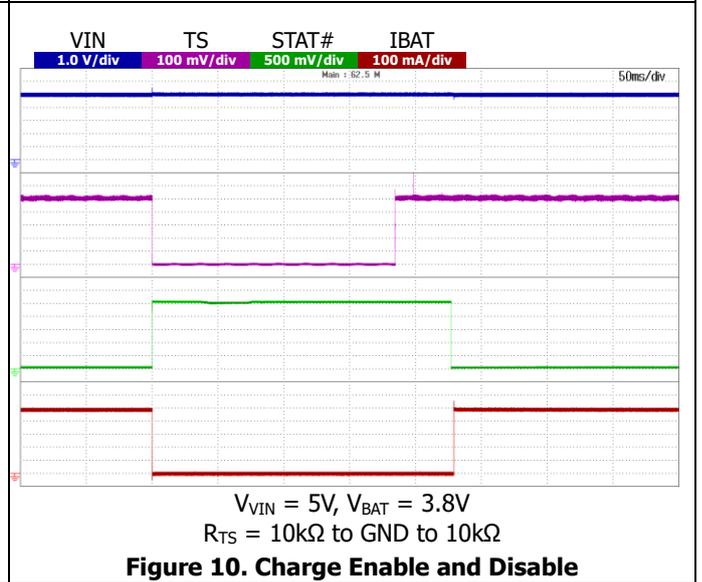
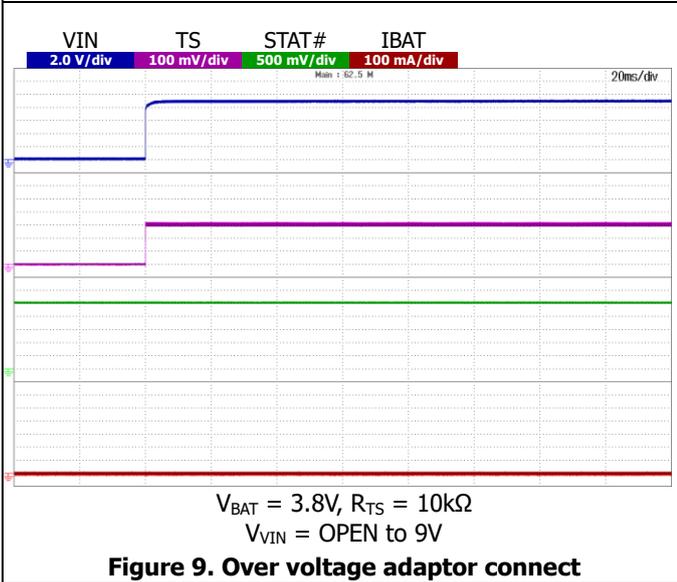
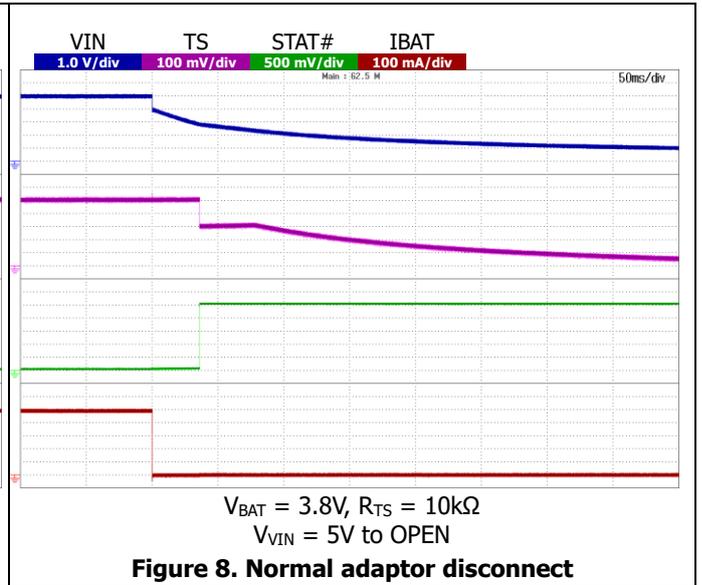
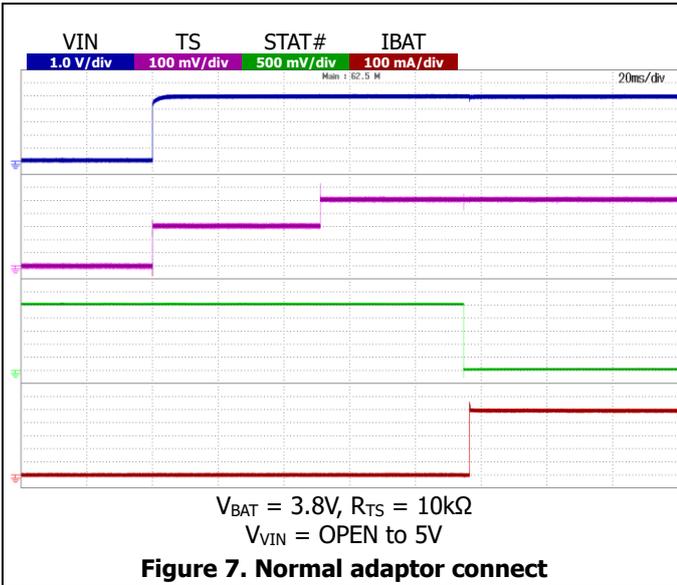
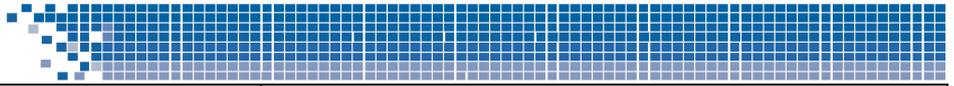


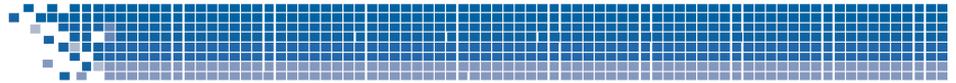
項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
T1 温度検出電圧	V _{T1}	At 0°C (TH05-3H103F), V _{TS} rising	1260	1290	1320	mV
T1 温度検出電圧ヒステリシス	V _{T1_HYS}		-	110	-	mV
T2 温度検出電圧	V _{T2}	At 10°C (TH05-3H103F), V _{TS} rising	810	840	870	mV
T2 温度検出電圧ヒステリシス	V _{T2_HYS}		-	70	-	mV
T3 温度検出電圧	V _{T3}	At 45°C (TH05-3H103F), V _{TS} falling	253	268	283	mV
T3 温度検出電圧ヒステリシス	V _{T3_HYS}		-	25	-	mV
T4 温度検出電圧	V _{T4}	At 60°C (TH05-3H103F), V _{TS} falling	158	168	178	mV
T4 温度検出電圧ヒステリシス	V _{T4_HYS}		-	25	-	mV
TS ショート検出電圧	V _{SHORT}	V _{TS} falling	65	75	85	mV
TS ショート検出電圧ヒステリシス	V _{SHORT_HYS}		-	15	-	mV
サーマルレギュレーション・サーマルシャットダウン						
サーマルレギュレーション温度	T _{REG}		-	125	-	°C
サーマルシャットダウン温度	T _{SHUT}	Temperature increasing	-	155	-	°C
サーマルシャットダウン検出デグリッチ時間	t _{TSD}		-	750	-	μs
ロジック出力						
シンク時電圧	V _{OL}	at low, Sink current=5mA	-	-	0.4	V
入力リーク電流	I _{LEAK}	at Hi-Z, V _{STAT#} =5V	-	-	1	μA



基本特性







機能説明

MM3865は、高性能/高柔軟性/小型の「1セルLi-ion電池用充電制御IC」です。
 深放電された電池を安全に充電する予備充電機能、電池を素早く満充電に達せられるCCCV制御の急速充電機能、保護機能である充電タイマー/JEITA準拠電池温度監視機能/VINダイナミックパワー管理機能(VINDPMP)/サーマルレギュレーション/サーマルシャットダウン/過電流保護機能を内蔵しており、充電制御に必要な機能が全て揃っています。
 充電電流と満充電検出電流を外付け抵抗で設定することが可能で、様々なアプリケーションに対応する柔軟性があります。
 パッケージは1.8mm×1.6mmのSSON-6E、また最低必要外付け部品点数は5つであり、非常に少ない実装面積しか必要としません。

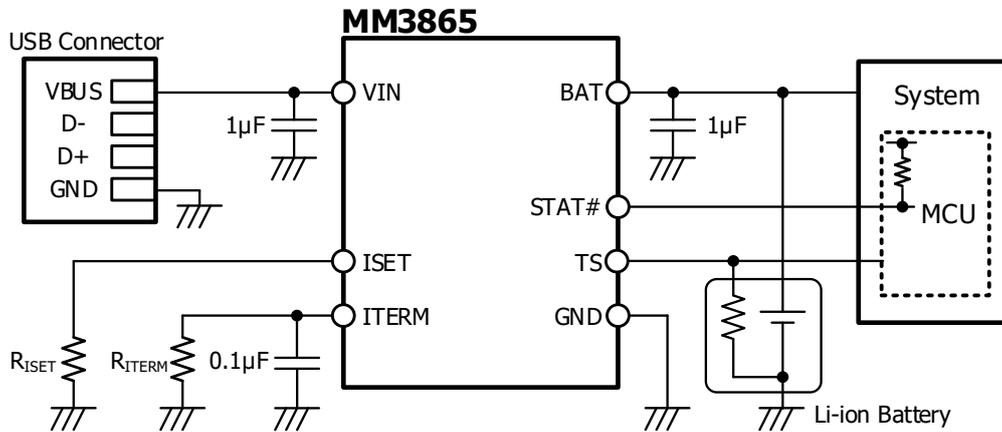


Figure 13. Typical circuit example

充電動作

起動～充電開始

VIN電源投入後、起動後遅延時間(=t_{POR})を経て、TS端子によるモード切替えが可能な状態になります。TSショート以外にすることで、充電モードへ移行し、ショートだと充電禁止モードとなります。

充電モード

充電モード開始後、充電開始遅延時間(=t_{INIT})を経て、充電電流が流れ始めます。

予備充電

電池電圧が急速充電開始電圧(=V_{LOWV})以下の場合、予備充電動作になります。予備充電中は、外付け抵抗R_{ISET}で設定した急速充電電流(=I_{CHG1})の1/10の予備充電電流(=I_{PRE})にて充電します。

$$I_{PRE} = I_{CHG1} / 10 = 10.8 / (R_{ISET}^{1.01})$$

予備充電中は、予備充電タイマーが動作しており、タイムアップすると充電エラーモードになります。

急速充電

電池電圧が急速充電開始電圧(=V_{LOWV})以上になると、急速充電動作になります。急速充電中は、外付け抵抗R_{ISET}で設定した急速充電電流(=I_{CHG1})にて充電します。

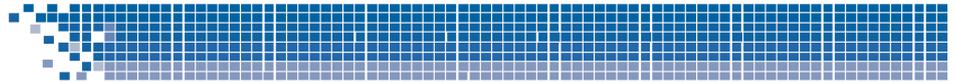
$$I_{CHG1} = 108 / (R_{ISET}^{1.01})$$

急速充電中は急速充電タイマーが動作しており、タイムアップすると充電エラーモードになります。

満充電

電池電圧が再充電検出電圧(=V_{RECHG})以上である時に、充電電流が外付け抵抗R_{ITERM}で設定した満充電検出電流(=I_{EOC})以下まで減少したことを検出(デグリッチ時間:t_{EOC})すると、満充電になります。

$$I_{EOC} = 189 / (R_{ITERM}^{1.03})$$



再充電機能

満充電後、電池電圧が再充電検出電圧(=V_{RECHG})以下まで低下したことを検出(デグリッチ時間: t_{RECHG})すると、充電開始遅延時間(=t_{INIT})を経て、急速充電動作を再開します。

フロート充電

TSオープンにすることで、フロート充電動作になります。フロート充電動作中は、満充電検出動作と急速充電タイマー動作が行われません。また、STAT端子がHi-Zになります。

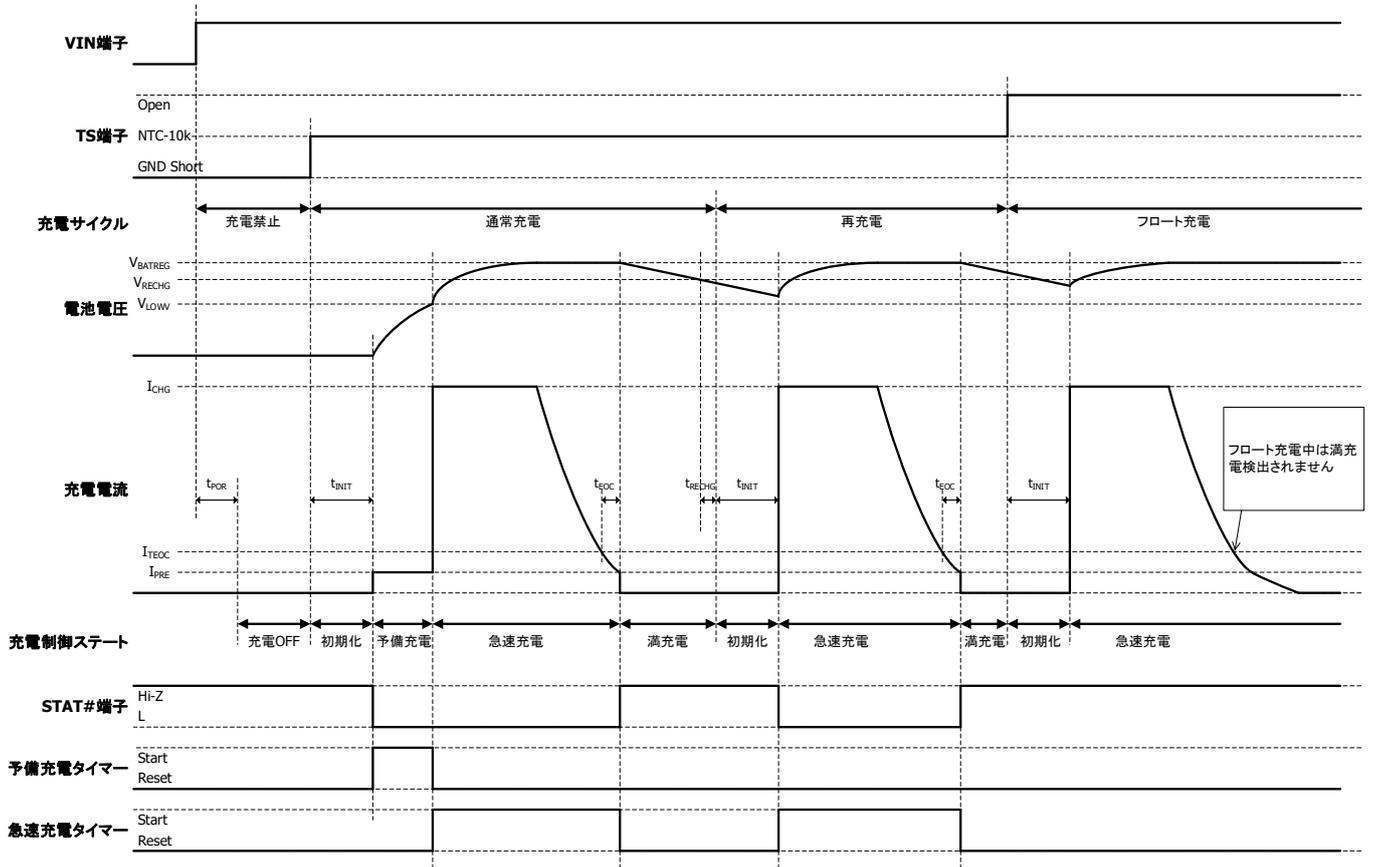


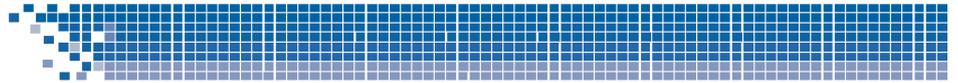
Figure 14. Charge Timing Chart

充電エラーモード

充電モード中に、充電タイマーがタイムアップする、サーマルシャットダウンになる、もしくは充電過電流を検出すると、充電エラーモードになります。充電エラーモード中は、充電動作を停止し、STAT#が点滅します。充電エラーを解除する為には、TSショートにするか、VIN電源の再投入が必要です。

充電タイマー

保護タイマーとして予備充電タイマー(=t_{PRE})/急速充電タイマー(=t_{CHG})の2種類を内蔵しております。予備充電タイマーは予備充電中にカウントされ、急速充電タイマーは急速充電中にカウントされます。タイムアップすると充電エラーモードになります。予備充電タイマーは予備充電以外になるとリセットされ、急速充電タイマーは急速充電以外になるとリセットされます。リセット後のカウントはゼロから始まります。ただし、電池温度監視機能のHOT時もしくはCOLD時の充電動作停止時は、各タイマーは一時的にカウントを停止し、充電停止が解除されるとカウントを再開します。



TS 端子 電池温度監視機能

対GNDでサーミスタを接続することで、温度に応じた充電動作を行います。MM3865では、三菱マテリアル製TH05-3H103Fに最適化した設計がされています。

- ・HOT判定/COLD判定時は、充電タイマーのカウントを含めた充電動作を一時停止します。
- ・WARM判定時は、充電制御電圧を150mV減少させます。(MM3865AxxRRE)
- ・COOL判定時は、急速充電電流を50%減少させます。(MM3865AxxRRE/MM3865CxxRRE)

本機能が不要である場合、対GNDで10kΩを接続して使用してください。

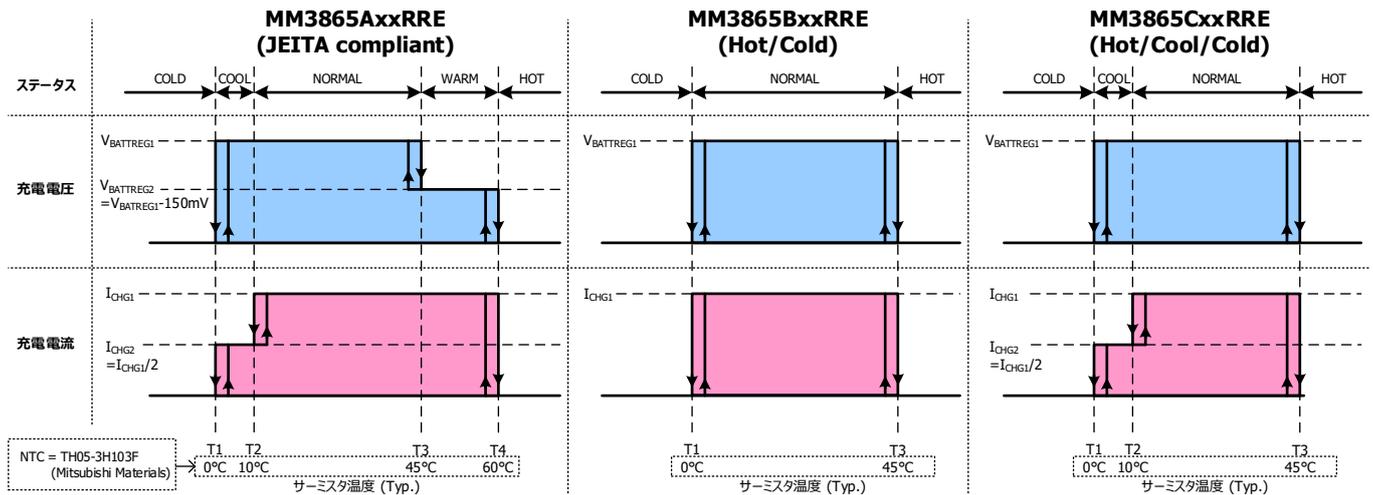


Figure 15. Battery temperature monitoring function

TS オープン(フロート充電モード)

TS端子にサーミスタを接続しない、もしくはTSオープン検出電圧(=V_{OPEN})以上を印可することで、フロート充電動作になります。フロート充電動作中は、満充電検出動作と急速充電タイマー動作が行われません。また、STAT#端子がHi-Zになります。

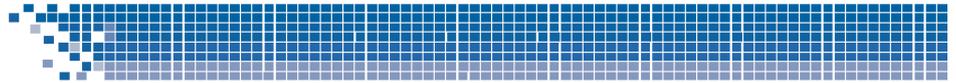
TS ショート(充電禁止モード)

TS端子にTSショート検出電圧(=V_{SHORT})以下を印可することで、充電動作を停止して充電禁止モードになります。TSショート時、MM3865の消費電流はVIN消費電流(=I_{VIN1})に削減されます。

VIN ダイナミックパワー管理

VIN電源を過負荷から保護する為、VIN電源の電圧降下を検出し、VIN電圧が入力電圧レギュレーション電圧(=V_{VINDPM})以下にならないように充電電流を減少させます。VINDPM機能によって充電電流が満充電検出電流以下まで低下しても、満充電検出動作は行われません。





サーマルレギュレーション

充電中の自己発熱による熱破壊を防ぐ為、ジャンクション温度がサーマルレギュレーション温度(=T_{REG})以上にならないように充電電流を減少させます。サーマルレギュレーション機能によって充電電流が満充電検出電流以下まで低下しても、満充電検出動作は行われません。サーマルレギュレーション動作を含めた充電プロファイルを図16に示します。

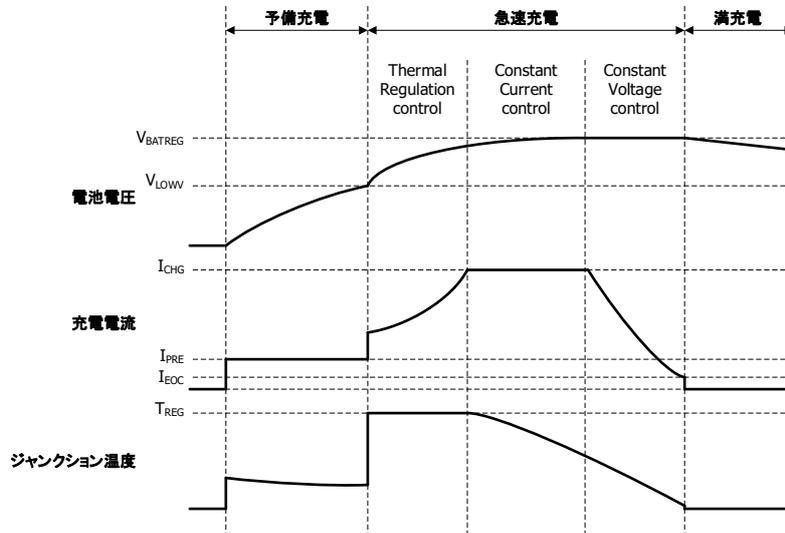


Figure 16. Charging Profile with Thermal Regulation

サーマルシャットダウン / Thermal shutdown

外部要因の熱による熱破壊を防ぐ為にサーマルシャットダウン回路を内蔵しており、ジャンクション温度がサーマルシャットダウン温度(=T_{SHUT})を超えるとサーマルシャットダウン状態になります。充電OFFモード中にサーマルシャットダウンになると、充電モードに移行しません。充電モード中にサーマルシャットダウンになると、充電エラーモードになります。

なお、サーマルシャットダウンは絶対最大定格を超えた状態での動作となります。その為、この機能を積極的に使用するアプリケーション設計は避けてください。

ISET 端子

ISET端子とGNDの間に接続する抵抗R_{ISET}で、急速充電電流(=I_{CHG1})と予備充電電流(=I_{PRE})を設定します。予備充電電流は、急速充電電流の1/10になります。I_{CHG1}を50mA未満に設定する場合、充電電流を安定化させる為、外付けRC回路を加えることを推奨します。

$$I_{CHG1} = 108 / (R_{ISET}^{1.01})$$

$$I_{PRE} = I_{CHG1} / 10 = 10.8 / (R_{ISET}^{1.01})$$

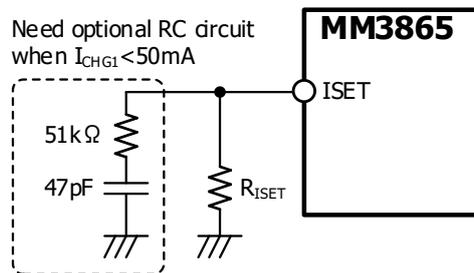


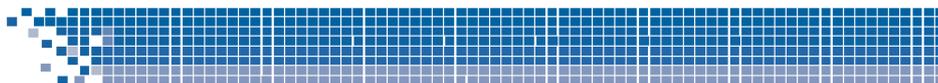
Figure 17. Optional RC circuit at ISET pin

ISET端子がGNDとショートした場合など、R_{ISET}が充電過電流検出抵抗値(=R_{OCP})以下になると、充電過電流を検出して充電エラーモードになります。誤検出防止を目的として、充電過電流検出にはデグリッチ時間(=t_{OCP})を設けてありますが、このデグリッチ時間のおい

ITERM 端子

ITERM端子とGNDの間に接続する抵抗R_{ITERM}で、満充電検出電流(=I_{EOC})を設定します。また、0.1μF程度のバイパスコンデンサを接続してください。

$$I_{EOC} = 189 / (R_{ITERM}^{1.03})$$



VIN 端子(電源投入)

UVLO

VIN端子電圧が入力UVLO電圧(=V_{UVLO})以下の場合、ICはシャットダウン状態にあり動作しません。

逆流防止機能

下記の状態の時、充電FETをオフさせて、電池からの逆流を防止します。

$$V_{UVLO} < V_{VIN} < V_{BAT} + V_{INDET}$$

OVP

充電エラーモード以外の時にVIN端子電圧が入力OVP電圧(=V_{OVP})以上になると、充電タイマーのカウンタを含めた充電動作をリセットし、充電動作を停止します。その後、VIN端子電圧が下がってくると、充電動作を再開します。

STAT#端子

NMOSオープンドレイン出力タイプの充電状態インジケータです。フロート充電ではない時の充電動作中に“Low”、充電していない時やフロート充電の時は“Hi-Z”、充電エラーモード時は点滅します。

Table 1. STAT# Pin State

CHARGING STATUS	STAT# pin
フロート充電ではない時の予備充電/急速充電	Low
充電 OFF	Hi-Z
満充電	Hi-Z
フロート充電	Hi-Z
充電エラーモード	STAT# 点滅周波数(=f _{BLINK})で点滅

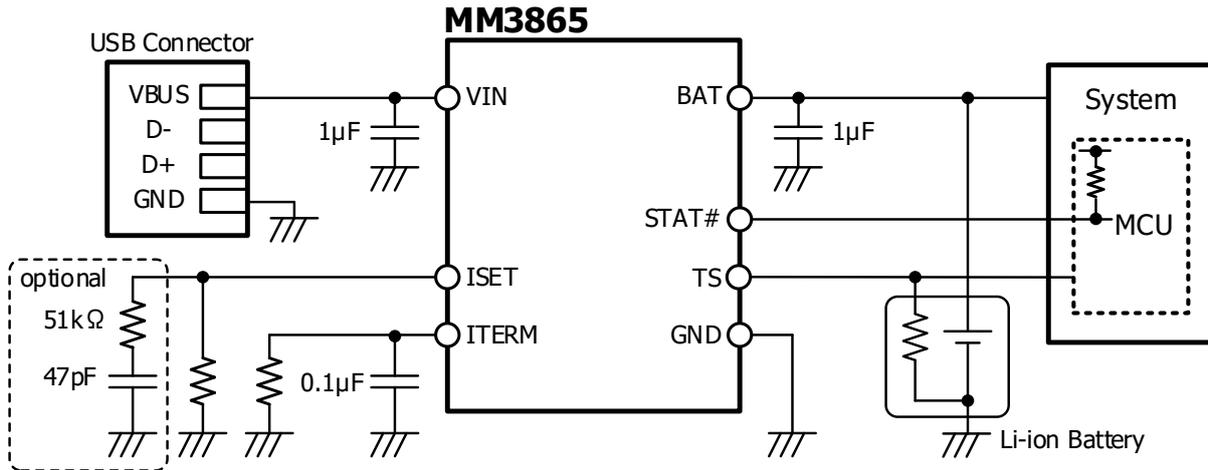
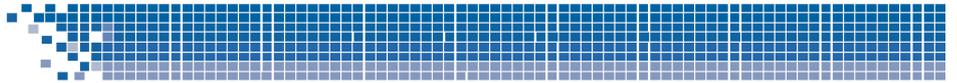


Figure 18. Charge Enable/Disable controlled by MCU

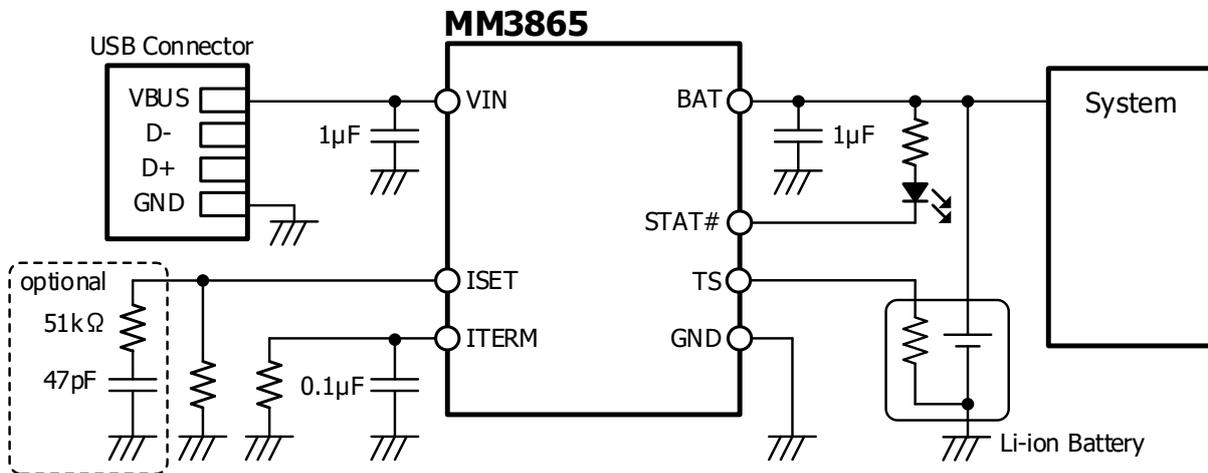


Figure 19. Use as Stand-alone (LED current flows from the Li-ion battery)

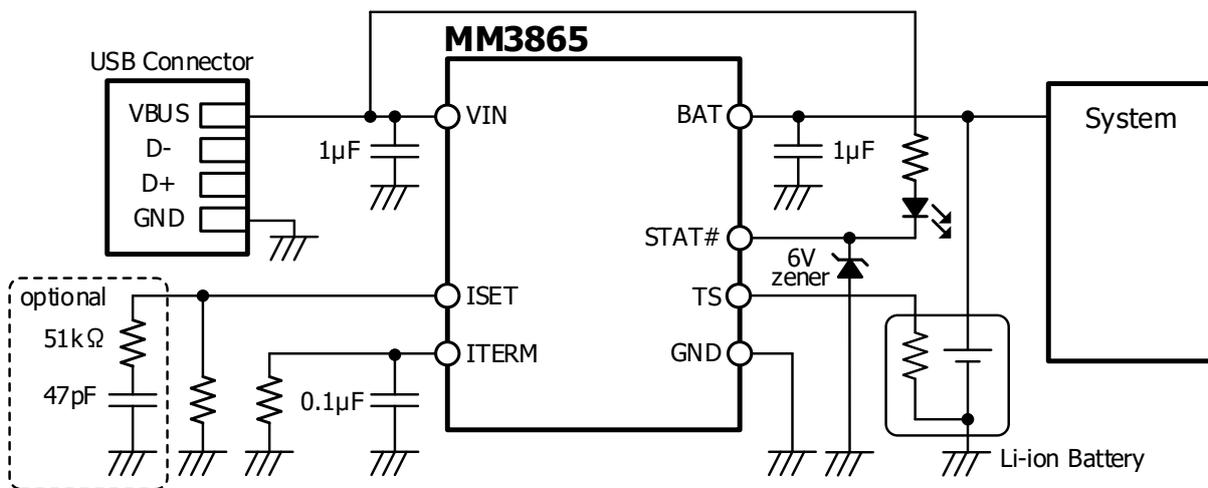


Figure 20. Use as Stand-alone (LED current flows from the Power-supply)

