

小形リチウムイオン二次電池 SLB シリーズの充電方法について

小形リチウムイオン二次電池 SLB シリーズは定電圧充電が可能のため、従来の専用充電 IC を必要とせず LDO 等で容易に充電することが可能な電池です。SLB シリーズの充電と注意点について説明いたします。

1. 推奨充放電条件について

表 1 に条件を示します。

最大印加電圧は、常時印加と充電停止制御を行う場合で異なるためご注意ください。

	常時印加	充電停止制御有
充電方式	定電圧充電	
最大印加電圧	2.7V ※1	2.8V
最大充電電流	20 C ※2	
下限放電電圧	1.8V	

表 1. 推奨充放電条件

※1 常時印加する場合は、上限充電電圧の 2.8V に対し 0.1V 低い、最大充電電圧 2.7V 以下であることを推奨します。これらの充電電圧は、充電に使用する電源 IC の製造バラツキや温度を含めての最大値であることにご注意下さい。

5. 充電制御用の IC について にある 電池充電用 LDO の出力電圧をご参照下さい。

※2 最大保証充電電流値は 20 C です。20 C を超える場合には電池劣化の進行などのリスクがあります。

20 C を超えるピーク電流で急速充電を希望される場合は、別途ご連絡下さい。

2. 常時印加での充電回路例

以下に LDO を用いた 3 種類の充電回路例とその特長を示します。

表 2 は各電池種類と各充電回路構成の組み合わせにおける、適する用途例です。

電池 構成	SLB03070LR35 φ 3×7L (0.35mAh)	SLB08115L140 φ 8×11.5L (14mAh)	SLB12400L151 φ 12.5×40L (150mAh)
① LDO + R	超小型機器主電源 アシスト用途	小型機器電源 アシスト用途	バックアップ
② I _{LIM} SW + LDO		同上 高速充電	主電源 バックアップ
③ LDO + LDO	高速充電	同上 高速充電	主電源 バックアップ

表 2. 電池各サイズに適する用途と回路構成

以下、3種類の充電回路構成を説明します。

① LDO + R : LDO で定電圧充電し、抵抗で充電電流を制限する回路例

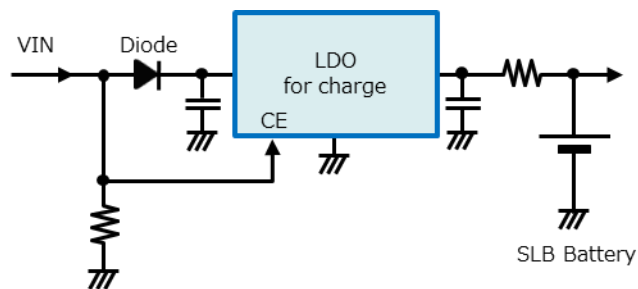


図 1. CV 充電回路例

低消費 LDO を使用した充電回路例です。最大充電電流を LDO 後段と電池間の抵抗にて制限します。最大電流(I_{peak})は以下で算出します。

$$I_{\text{peak}} = (\text{LDO の出力電圧} - \text{下限放電電圧}) / \text{制限抵抗値}$$

充電用 LDO は SLB シリーズのような大容量負荷では異常動作するものがありますので、LDO の選定にはご注意ください。

また、電池の放電を抑えるために、LDO がディスエーブルの際に VOUT から VSS への電流が出来るだけ小さいものを選定して下さい。

LDO の CE(チップイネーブル)とダイオードを使用することにより電池から充電回路への放電を防止します。このダイオードには逆電流(IR)の小さいものを選定して下さい。

② $I_{LIMSW} + LDO$: ロードスイッチで電流制限し、LDO で定電圧充電する回路例

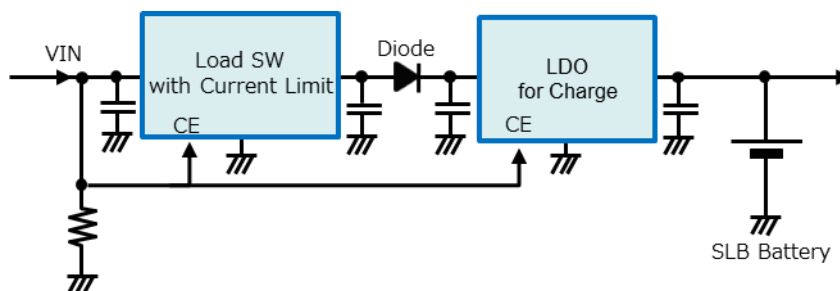


図 2. 前段に電流制限機能付き Load SW

LDO の前段に電流制限機能付きロードスイッチ IC を搭載し、電流制限をします。①の電流制限値が LDO の出力電圧と電池電圧の差によって変化するのに対し、この方式は充電電流が電池電圧に依存せず一定で、高い値に保つことが可能なため、より高速な充電が可能です。

設定例

電流制限用ロード SW : XC8109xx10ER-G (TOREX), 75 mA~ (R_{ILIM} で電流設定可能)

充電用 LDO : XC6240A263NR-G (TOREX)

③ LDO + LDO : 電流制限を低消費 LDO で構成した回路例

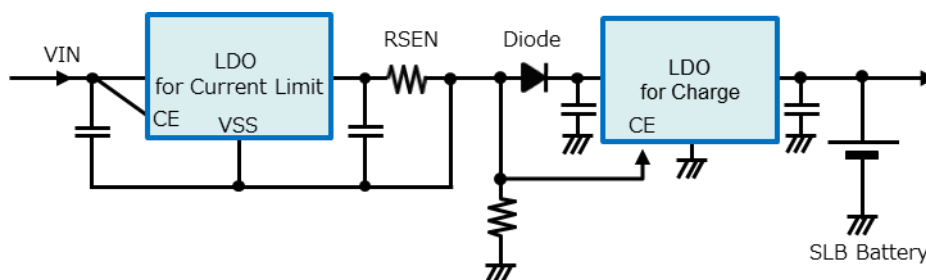


図 3. 電流制限を低消費 LDO で構成

電流制限用 LDO は、VSS をフローティングで使用し、以下の式で電流制限値を設定できます。

$$I_{charge} = V_{OUTCC} / R_{SEN}$$

I_{charge} は電流制限値、 V_{OUTCC} は電流制限用 LDO の設定電圧、 R_{SEN} は電流値設定用抵抗

ここで、 V_{OUTCC} には出来るだけ低い値を選んで下さい。

また、本回路は入力電圧が低い場合には正常に動作しない場合があります。入力電圧の下限値は次式で算出出来ます。

入力電圧(MIN) = (充電用 LDO 出力電圧) + (Diode Vf) + (電流制限用 LDO の最低動作電圧)

設定例

電流制限用 LDO : XC6215B102MR-G (TOREX) 1.0V 出力 最低動作電圧 1.5V

充電用 LDO : XC6240A263NR-G (TOREX)

RSEN 抵抗 : 100Ω

Diode Vf : 0.5V (低リーク SBD の例)

$$I_{charge} = 1V / 100\Omega = 10mA$$

$$\text{入力電圧(MIN)} = 1.5V + 0.5V + 2.63V = 4.63V$$

LDO には若干の入出力電位差も必要なので、実際は 5V 程度が必要となります。

参考. 充電回路まとめ

		①LDO + R	②I _{LIM} SW + LDO	③LDO + LDO	参考:LDOのみ
充電/電池	充電速度	△	○	◎	○
	電池劣化	◎	◎	◎	△
充電回路	部品点数	◎	△	△	◎
	コスト	◎	△	△	◎
	設計容易性	◎	○	△	◎
	最小入力電圧	3V	3V	4.5V	3V
	定電圧精度	◎	◎	◎	◎
	充電電流	電池電圧で変動	一定	一定	制御無し

表 3. 各回路構成の優位性

3. 充電停止制御例

SLB 電池は、常時印加に対応していますが、充電完了後に電圧を印加し続けると、電池の劣化が進むことがあります。ここでは、MCU を用いて充電停止をする一例を示します。

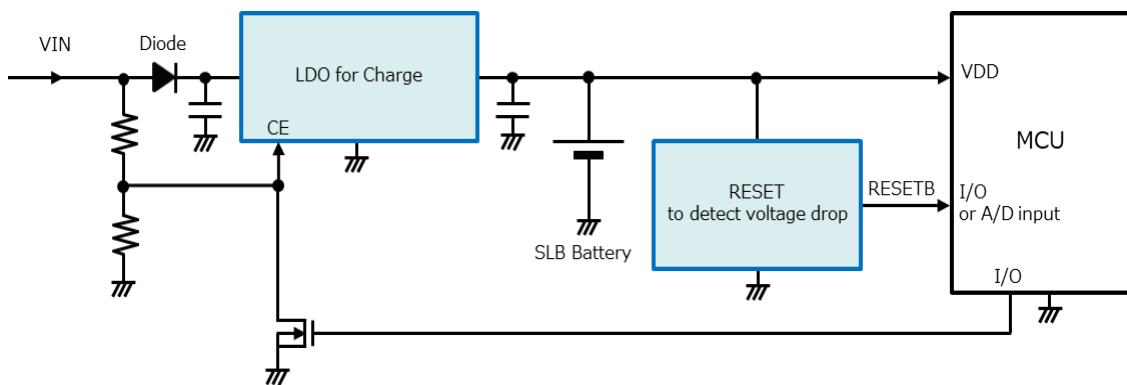


図 4. MCU を用いた充電停止制御例

MCU のタイマ機能を使用し、例えば充電開始後 30 分経過したところで LDO の CE を OFF することで電圧印加を停止することができます。

充電開始の検知には、MCU 内蔵の A/D コンバータを用いる方法や、適正な電圧の電圧検出器を使用する方法があります。

4. 過放電の防止回路例

下限放電電圧を超える過放電を防止するため、電圧検出器にて電池電圧の低下を監視します。

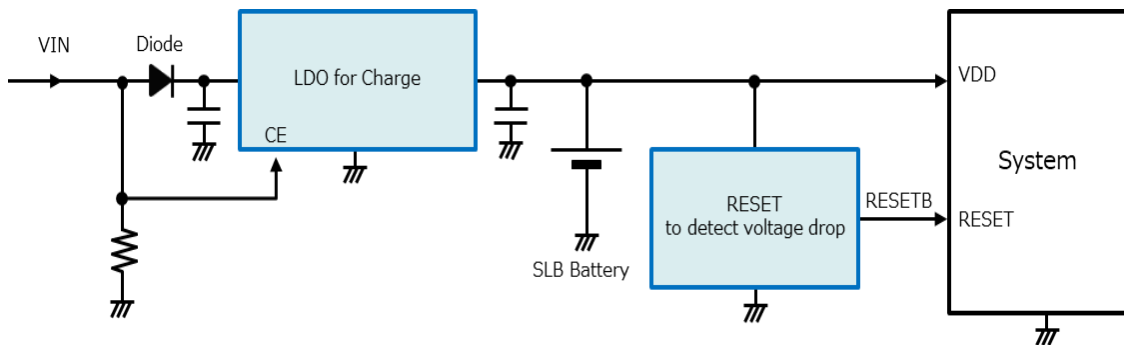


図 5. 電池電圧低下の検出回路例

電圧検出器にて電池電圧の低下を検出し、後段システムの動作を停止させることで、電池の放電を停止します。後段システム停止のために、電圧検出器出力を MCU のリセット、もしくは電源 IC のイネーブル端子に用います。

電池の特性とシステムの最低動作電圧に適合した検出電圧、解除電圧を持つ電圧検出器が必要ですので、次項“5. 充電用の IC について”を参照下さい。

5. 充電制御用の IC について

TOREX 社の IC を例としてご紹介します。

電池充電用 LDO

XC6240 シリーズ

入力電圧	1.5-6.0 V
出力電圧	2.63 V (typ.)

※最大印加電圧を温度含め 2.70V に抑え、常時印加による劣化を抑えます。

出力電流	150 mA
VOUT シンク電流	0.24 μ A
消費電流	0.8 μ A

電流制限機能付きロードスイッチ IC

XC8109 シリーズ

入力電圧	2.5-5.5 V
制限電流	75 mA \sim (R_{ILIM} にて設定可能)
消費電流	40 μ A

電流制限用 LDO

XC6215 シリーズ

入力電圧	1.5-6.0 V
出力電圧	0.9-5.0 V
出力電流	200 mA
消費電流	0.8 μ A

※XC6240 の出力電圧値以外を使用される場合、本 IC の使用が可能です。

電池電圧低下検出用電圧検出器

XC6140 シリーズ

入力電圧	1.1-6.0 V	
検出電圧	1.6-2.2 V	(システムの最低動作電圧から選択)
解除電圧	2.475 V	(定電圧充電開始にて解除する電圧)
消費電流	104 nA (検出時)	

6. 充電特性について

XC6240 を使用した場合の、SLB 電池の充電特性例を図 6 に示します。

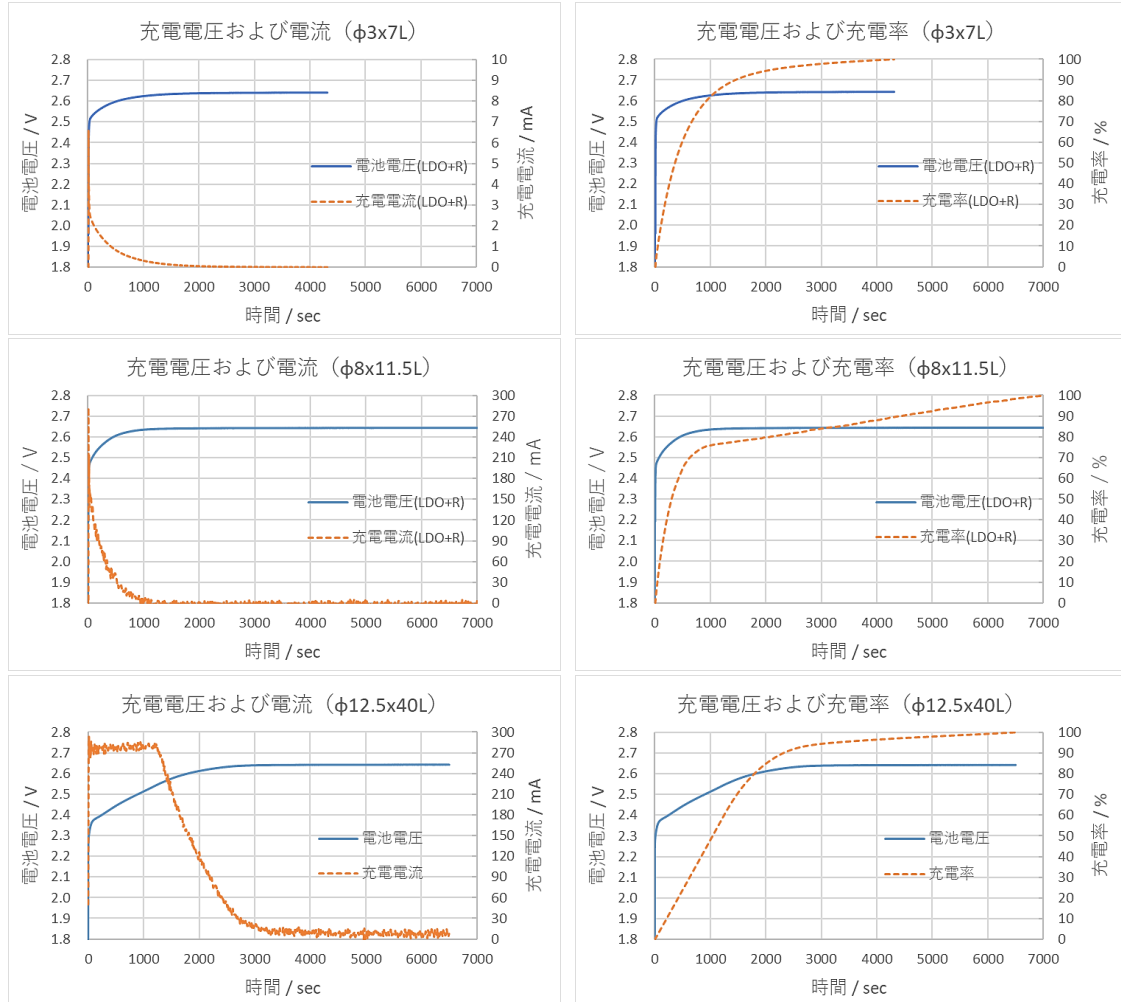







図 6. XC6240 を用いた SLB 電池充電特性例

※掲載データは 5%カットオフ時の電流で終了

小形リチウムイオン二次電池 SLB シリーズ紹介

型番	SLB03070LR35	SLB03090LR80	SLB04255L040	SLB08115L140	SLB12400L151	
		 TENTATIVE	 TENTATIVE			
公称電圧	2.4V	2.4V	2.4V	2.4V	2.4V	
電圧範囲	2.8 - 1.8V	2.8 - 1.8V	2.8 - 1.8V	2.8 - 1.8V	2.8 - 1.8V	
最大充電/ 最大放電電流	7mA	16mA	80mA	280mA	3000mA	
公称容量	0.35mAh	0.80mAh	4mAh	14mAh	150mAh	
ESR (at 1kHz)	Max. 12 ohm	Max. 8 ohm	Max. 0.6 ohm	Max. 0.24 ohm	Max. 0.06 ohm	
温度範囲	-30 ~ +60°C	-30 ~ +60°C	-30 ~ +60°C	-30 ~ +60°C	-30 ~ +60°C	
エネルギー密度	17Wh/L	25Wh/L	30Wh/L	58Wh/L	73Wh/L	
重量	0.12g	0.16g	0.75g	1.2g	9.0g	
サイズ	φ径	3.0mm	3.3mm	4.0mm	8.0mm	12.5mm
	L寸	7.0mm	9.0mm	25.5mm	11.5mm	40.0mm

TOREX 社 IC の問い合わせ先

<https://www.torex.co.jp/contact-us/>