

## 共用模組

### 鋰離子電池電源管理模組

### PowerSiM

### 使用說明

執行單位：財團法人工業技術研究院

日期：108年1月25日

## 目錄

1. 前言 .....	1
2. 電路設計 .....	5
3. 直流電壓輸出說明 .....	9
4. 充電電流設定說明 .....	10
5. 參考應用範例 .....	11
5.1、預設電壓輸出功能 .....	11
5.2、EN pin 設定 .....	14
5.3、設定輸出電壓 .....	17
5.4、充電功能 .....	20

## 1. 前言

台灣致新科技(Global Mixed-mode Technology, GMT)推出充電電流 1000mA 之鋰離子電池充電晶片(Li-ion Battery Linear Charger)，型號：G5803；與輸出電流 1000mA 之高效能直流電壓轉換晶片(buck convertor)，型號：G5691。致新科技提供的 G5803 鋰離子電池(Li-ion Battery)充電晶片評估板與 G5691 DC/DC 直流電壓轉換晶片評估板，分別如圖 1.1 與圖 1.2 所示，為開發電子產品經常會使用到的兩種電源管理模組。

PowerSiM 模組整合了電池充電與直流電壓轉換這兩種常見的電源管理功能，採用 SiM(System in Module)電路板微小化設計技術。鋰離子電池電源模組，PowerSiM，整合 G5803T11U (package type：SOT-23-5)與 G5691RB1U (package type：TDFN2x2-6)兩種晶片的電路設計，提供高密度鋰離子電池(Li-ion Battery)充電及可調整直流輸出電壓的整合型電源模組，如圖 1.3 所示。

參考圖 1.4 與表 1.1，PowerSiM 板材面積僅為 242(mm<sup>2</sup>)，與單一功能晶片評估板的面積相比較，減少 94% 板材面積，可大幅降低製造成本。

圖 1.5，例舉 PowerSiM 模組應用於藍牙感測負載裝置之電源管理功能。後續章節，將詳細介紹 PowerSiM 電路架構與使用說明，並揭露參考應用線路與對應的 BOM 表資訊。



Li-ion Charger Board

圖 1.1、G5803 Li-ion Battery Charger 電路板照片



DC/DC Converter Board

圖 1.2、G5691 DC/DC Converter 電路板照片

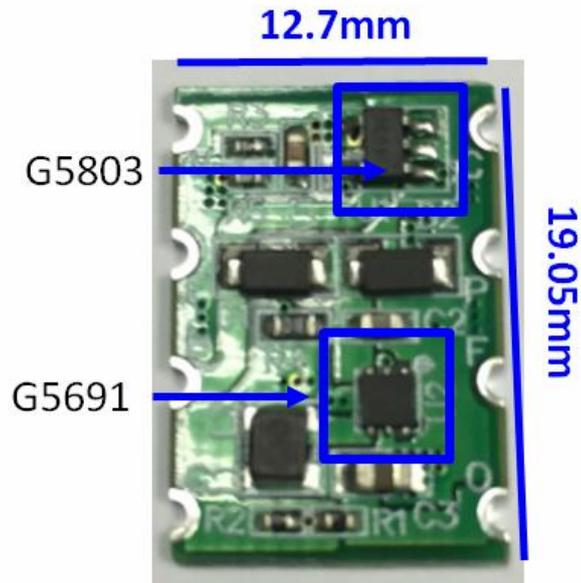


圖 1.3、PowerSiM 電路板照片

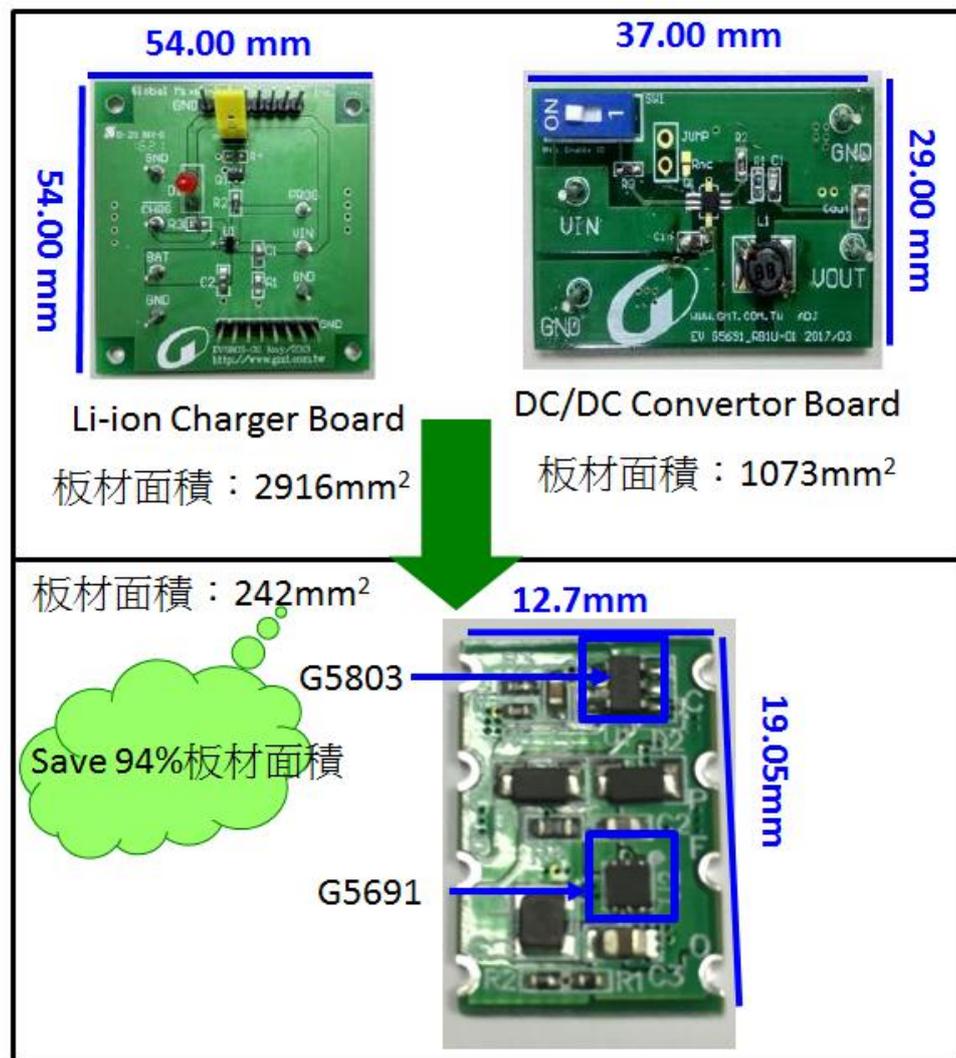


圖 1.4、電路板微型化效益

表 1.1、PowerSiM 電路設計技術規格

產品 \ 項目	功能描述	尺寸 (L x W)(mm)	尺寸比
Li-ion Charger	僅充電功能	54 x 54	12.05
DC/DC Convertor	僅直流電壓轉換功能	37 x 29	4.44
PowerSiM	整合充電&電壓轉換功能	12.7 x 19.05	1.00

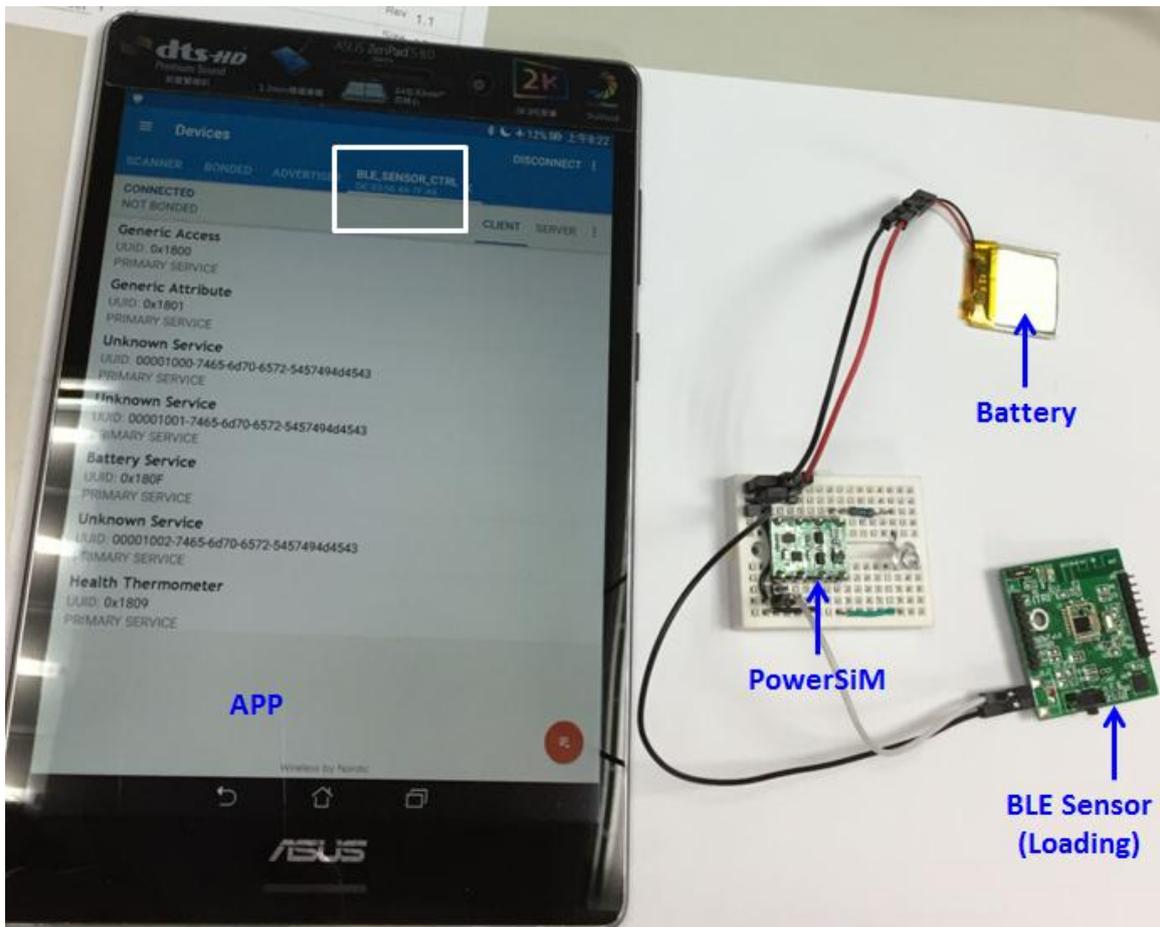


圖 1.5、PowerSiM 應用範例之一

## 2. 電路設計

鋰離子電池電源模組，PowerSiM，電路架構如圖 2.1 所示。可區分為兩部分：(1) 鋰離子電池充電功能；(2) 直流電壓輸出功能。共計八隻 pin 腳，Vin、EN、BAT、GND、Vout、FB、PROG、 $\overline{\text{CHRG}}$  等；圖 2.2 為鋰離子電池電源模組 PowerSiM 的元件符號 (Symbol)。表 2.1 彙整 PowerSiM 接腳(pin)功能描述，其功能說明如下：

- 鋰離子電池充電功能

- Vin：連接對電池充電的直流電源，建議最高輸入電壓不超過 5.5V。
- BAT：連接至充電電池的接腳。
- PROG：設定最大充電電流值的接腳，預設接地，調整最大充電電流值的方式請參見第四章節的說明。
- $\overline{\text{CHRG}}$ ：顯示充電狀態的輸出接腳。
- GND：接地接腳(Ground)。

- 直流電壓輸出功能

- Vout：直流電壓輸出，藉由從 FB 接腳並聯電阻值的方式，可調整直流電壓輸出數值。調整方式請參見第三章節的說明。
- FB：電壓輸出回授控制接腳，與 Vout 接腳共同設定直流電壓輸出數值。
- EN：設定此接腳是 Low(OFF) 或是 High(ON)，可控制直流電壓輸出狀態 (關閉或是開啟)。

鋰離子電池電源模組，PowerSiM，參考電路設計如圖 2.3 所示；表 2.2 為零件表

(BOM 表)；PowerSiM 電路板佈局圖，參見圖 2.4。

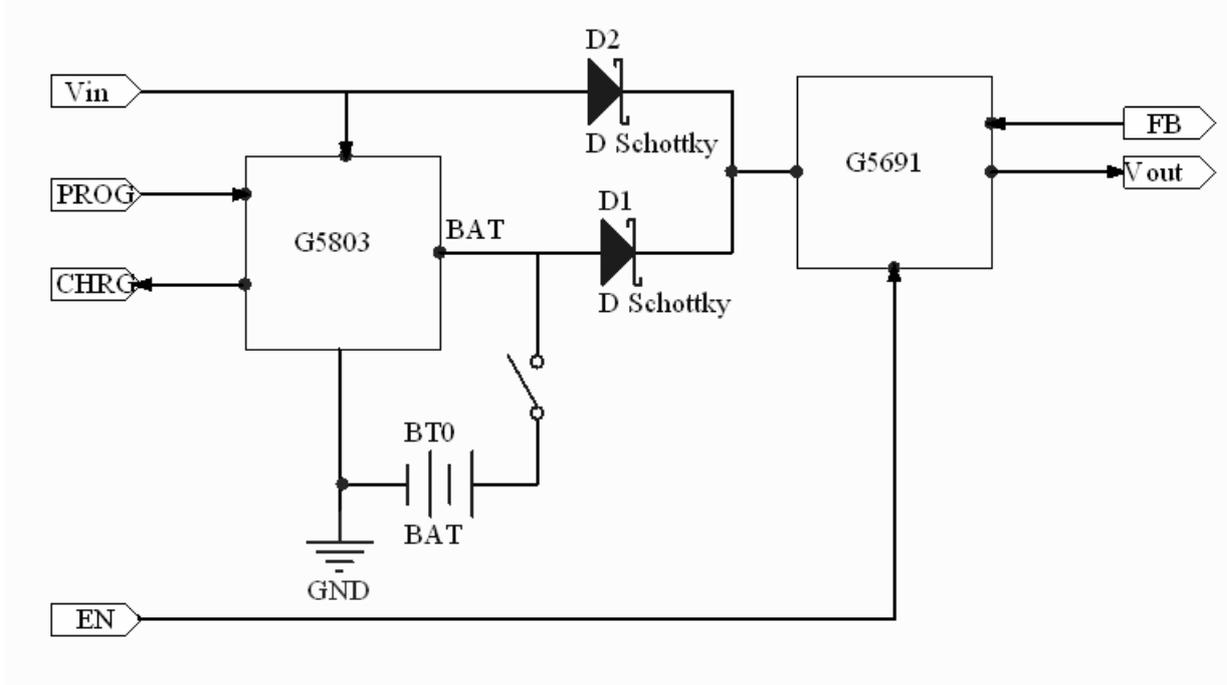


圖 2.1、鋰離子電池電源 PowerSiM 電路架構圖

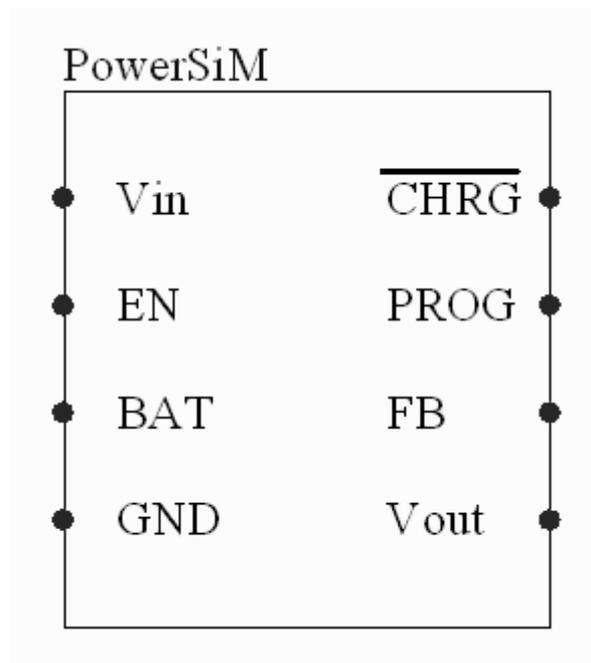


圖 2.2、鋰離子電池電源 PowerSiM 元件符號(Symbol)

表 2.1、鋰離子電池電源 PowerSiM 接腳定義

接腳	IO 描述	詳細規格	預設值
Vin	Input	輸入電壓為直流 4.5V 至 5.5V	-
EN	Input	設定為 Low，DC/DC convertor 停止運作，Vout 輸出為 0V； 設定為 High，啟動 DC/DC convertor 運作，Vout 輸出電壓值，參考第三章節說明；	High
BAT	Power Supply	鋰離子充電電池，電壓介於 3.7V ~ 4.2V	-
GND	Ground	接地	-
Vout	Output	DC/DC convertor 運作，Vout 輸出電壓值，參考第三章節說明；	3.3V
FB	Output Feedback	電壓輸出回授控制接腳，與 Vout 接腳共同設定直流電壓輸出數值；參考第三章節說明；	-
PROG	Output	設定充電電流數值，參考第四章節說明； 設定 floating，Charger 停止運作。	500mA
CHRG	Output	Open drain 輸出， 輸出為 Low，代表充電中	-

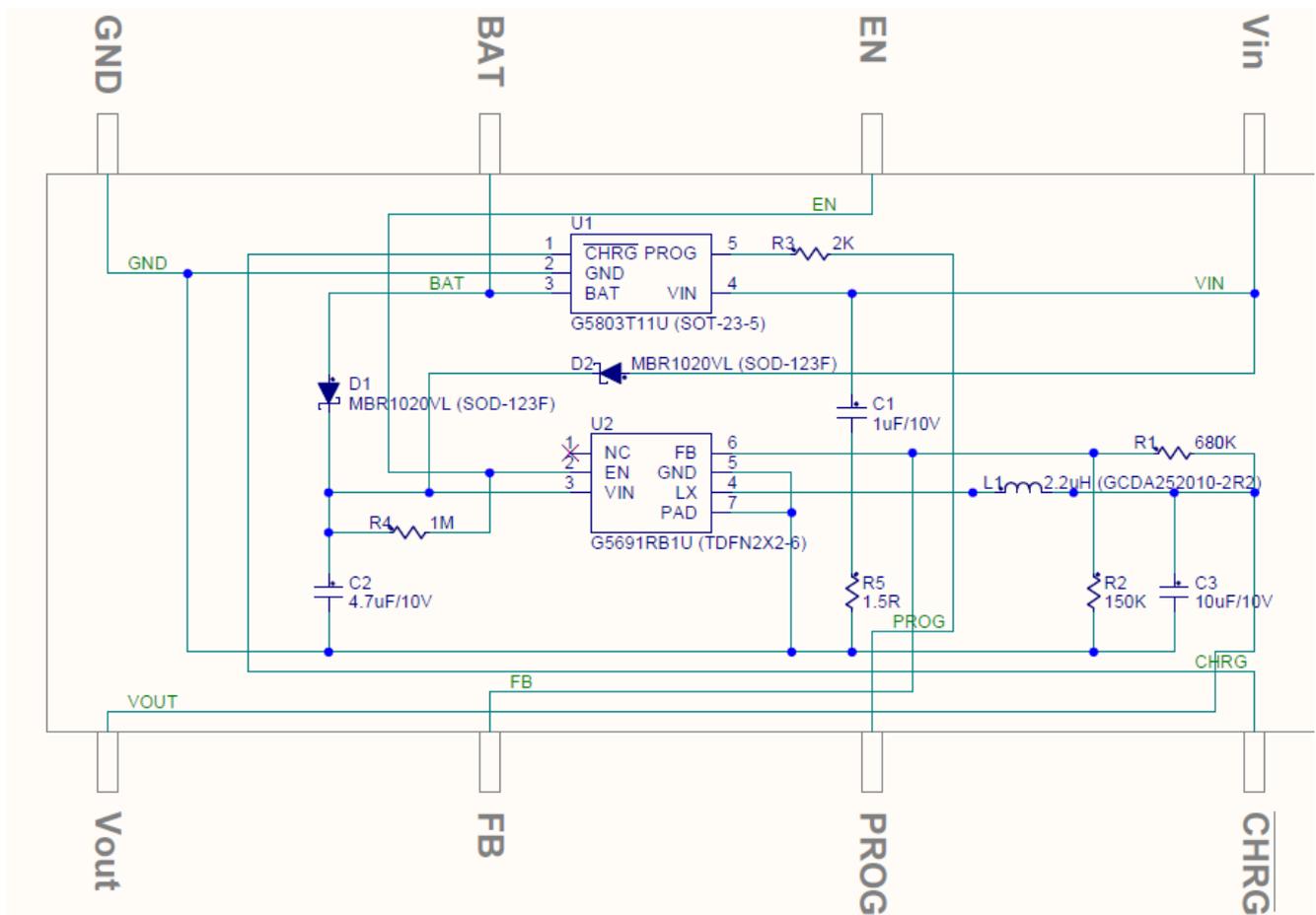


圖 2.3、鋰離子電池電源 PowerSiM 電路圖(Schematic)

表 2.2、鋰離子電池電源 PowerSiM 零件 BOM 表

Item	Designator	Comment	Footprint	Q'ty
1	C1	1uF/10V	CHIP_1608M_0603	1
2	C2	4.7uF/10V	CHIP_1608M_0603	1
3	C3	10uF/10V	CHIP_2012M_0805	1
4	D1, D2	MBR1020VL (SOD-123F)	SOD-123F	2
5	L1	2.2uH (GCDA252010-2R2)	GCDA252010	1
6	R1	675K	CHIP_1005M_0402	1
7	R2	150K	CHIP_1005M_0402	1
8	R3	2K	CHIP_1005M_0402	1
9	R4	1M	CHIP_1608M_0603	1
10	R5	1.5R	CHIP_1005M_0402	1
11	U1	G5803T11U (SOT-23-5)	SOT-23-5	1
12	U2	G5691RB1U (TDFN2X2-6)	G5691RB1U_TDFN2X2-6	1

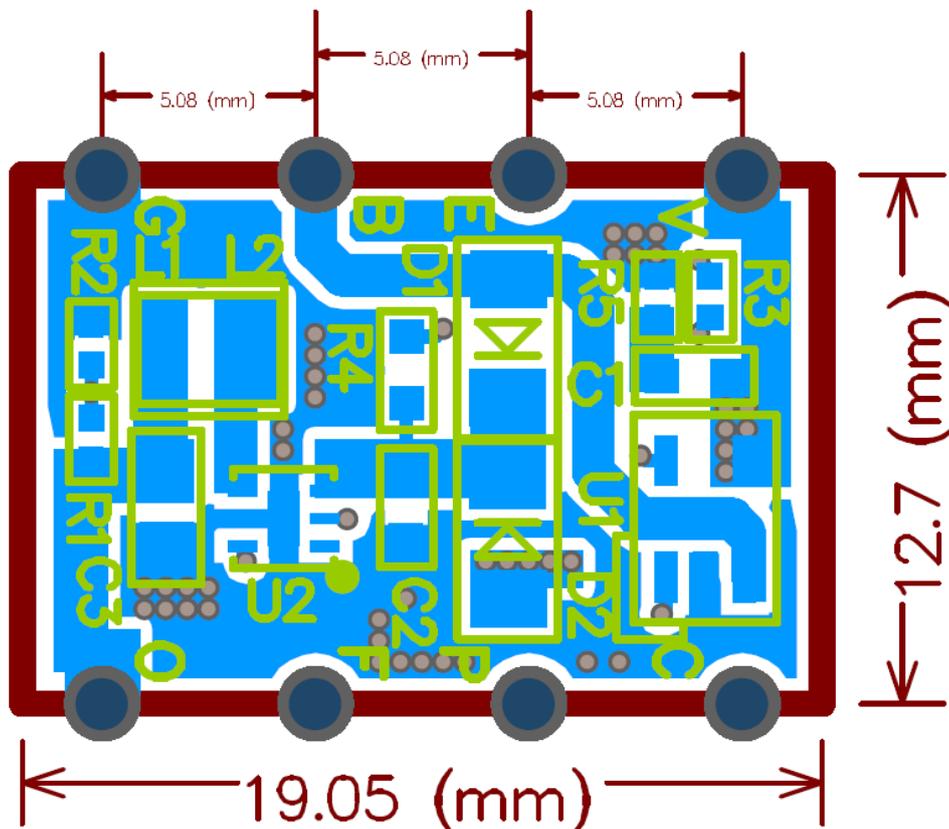


圖 2.4、鋰離子電池電源 PowerSiM 電路板佈局圖

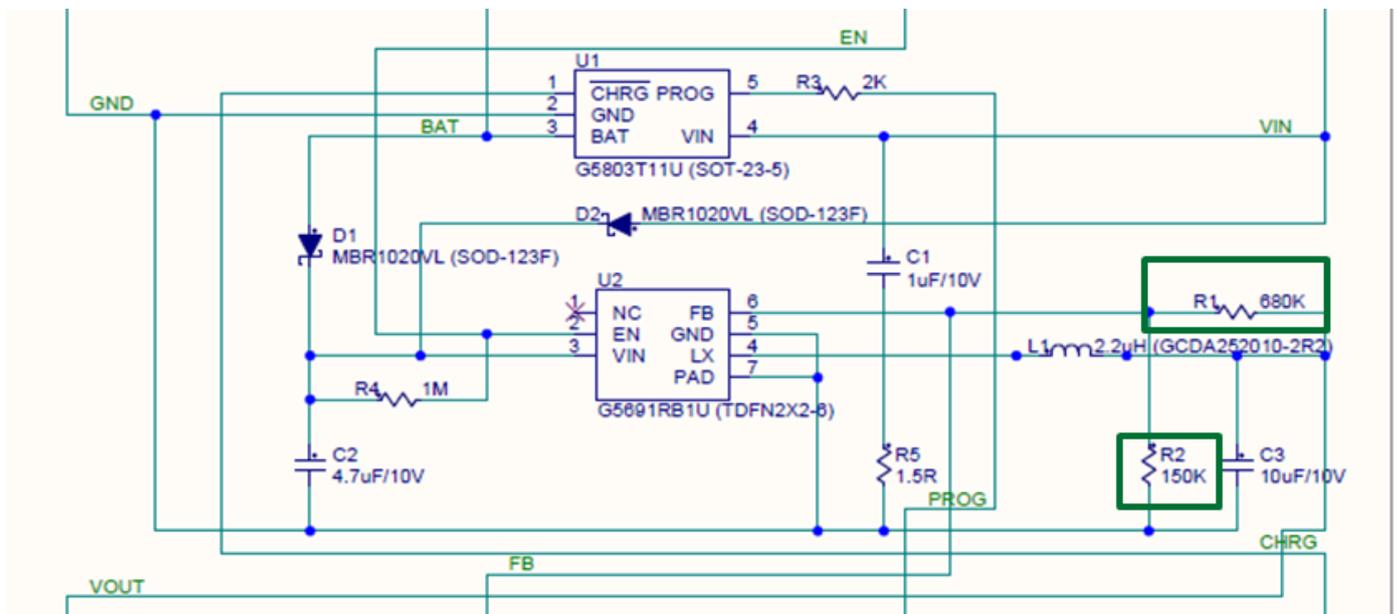
### 3. 直流電壓輸出說明

鋰離子電池電源模組，PowerSiM，電路設計如圖 2.3，Vout 輸出電壓是由分壓電阻 R1 與 R2 決定，輸出電壓 Vout 的計算公式是：

$$V_{out} = 0.6 * (1 + R1/R2)$$

PowerSiM 電路板預設 R1 是 680KΩ、R2 是 150KΩ，帶入上列 Vout 公式，

$$V_{out} = 0.6 * (1 + 680K/150K) = 3.32V。$$



## 4. 充電電流設定說明

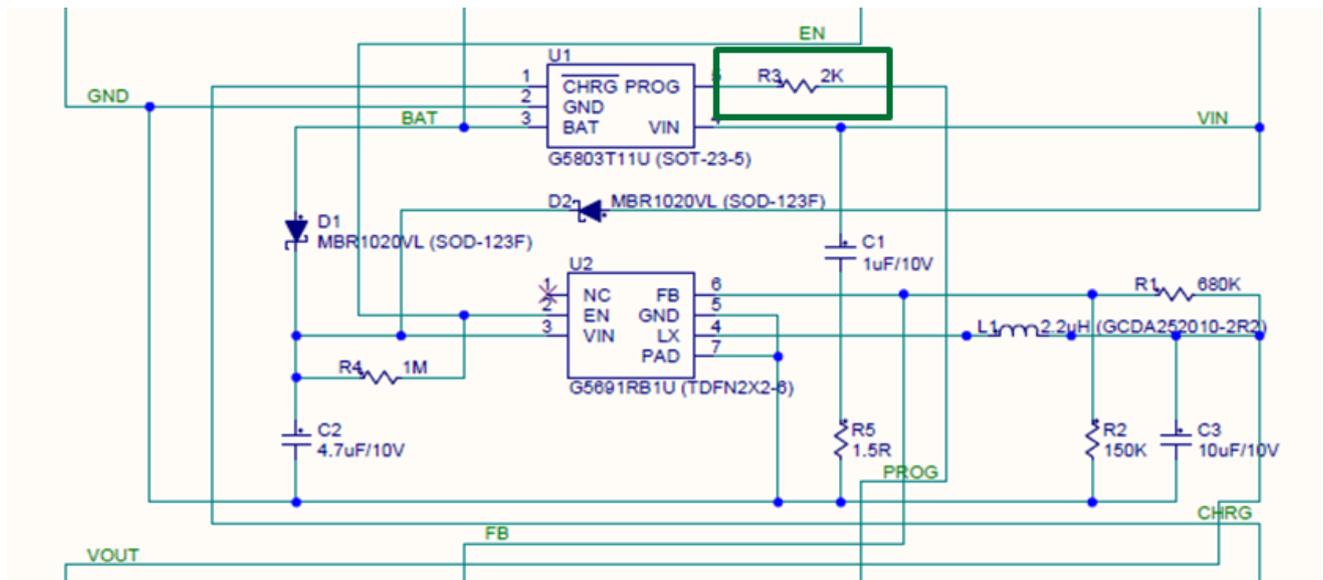
鋰離子電池電源模組，PowerSiM，電路設計如圖 2.3，若要啟動 G5803 charger IC 充電功能，需將 PROG pin 接 GND。充電電流計算公式是：

$$I_{CHG} = 1000 * 0.1V / R_{PROG}$$

PowerSiM 電路板已預先規劃 G5803/PROG 接腳串一 2KΩ(RPROG)電阻，當 PROG pin 接 GND 時，最大充電電流設定為 500mA。

$$I_{CHG} = 1000 * 0.1V / 2K\Omega = 500mA。$$

鋰離子電池電源模組應用電路上若是將 PROG pin 腳先串接電阻後再接到 GND，就可以改變鋰離子電池電源模組最大充電電流；例如，若將 PROG pin 腳串接一 2KΩ 後再接 GND，根據公式推估，最大充電電流將變更為 250mA。



## 5. 參考應用範例

在這個章節裡，將進行實際量測以驗證 PowerSiM 鋰離子電池電源模組的各項功能。

### 5.1、 預設電壓輸出功能

鋰離子電池電源模組，PowerSiM 電路板，預設 Vout 輸出電壓為 3.3V。

- PowerSiM 電路板應用接法

- 參考圖 5.1(或是圖 5.2)應用線路，R1 給定 floating(無負載或空載)。
- Vin 給定 5V 電源輸入(或是 BAT pin 接鋰離子電池)。
- 電壓計探棒(黑)接 GND。
- 電壓計探棒(紅)接 Vout。

- 電錶顯示的電壓量測值應在 3.3V(±10%)，如圖 5.3、5.4。

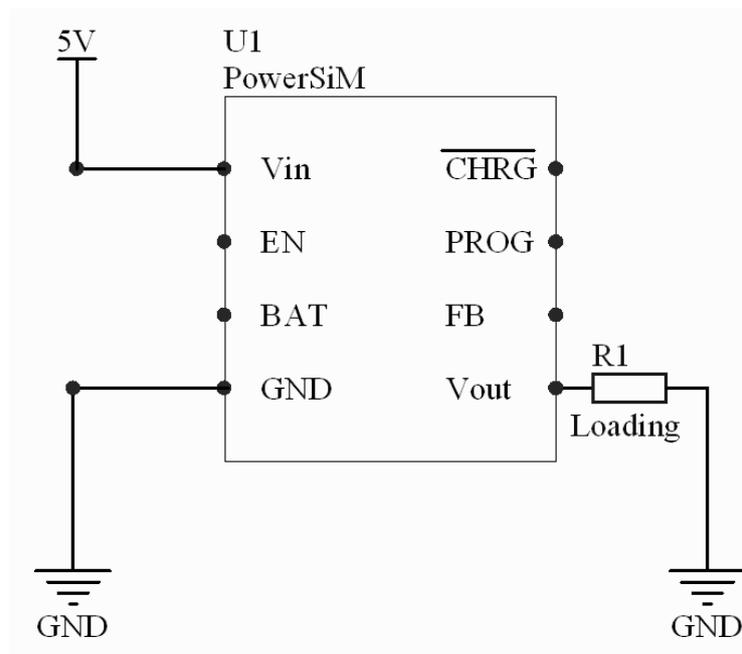


圖 5.1、鋰離子電池電源 PowerSiM 電路板預設電壓輸出應用線路圖(Vin 輸入)

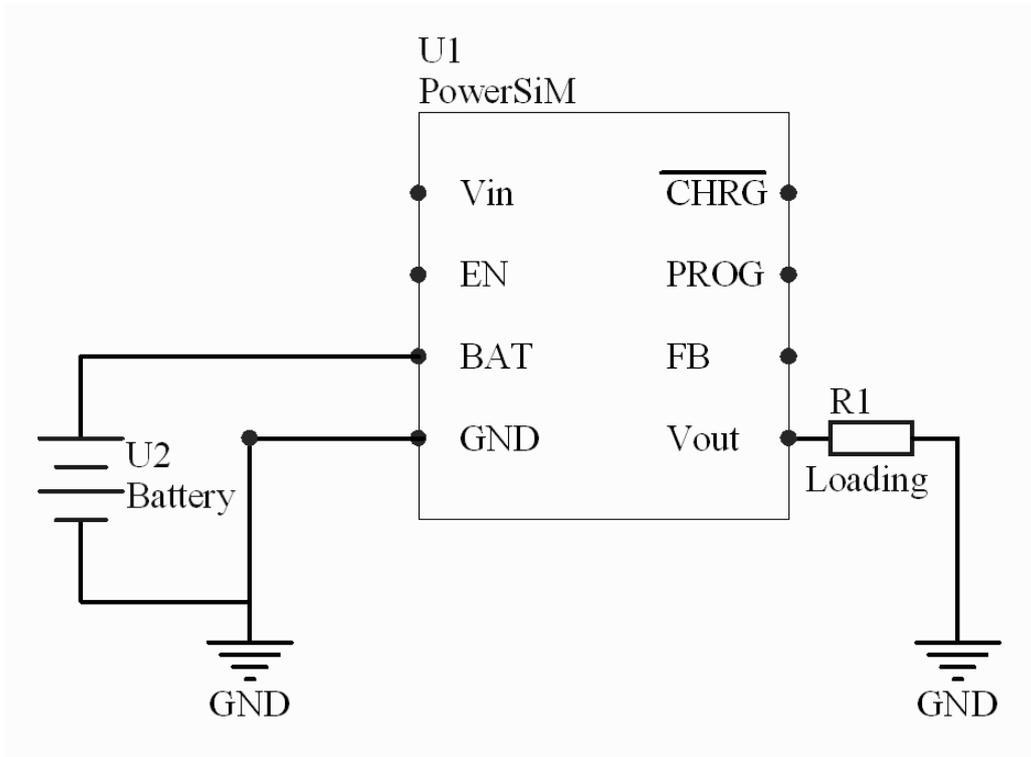


圖 5.2、鋰離子電池電源 PowerSiM 電路板預設電壓輸出應用線路圖(BAT 輸入)

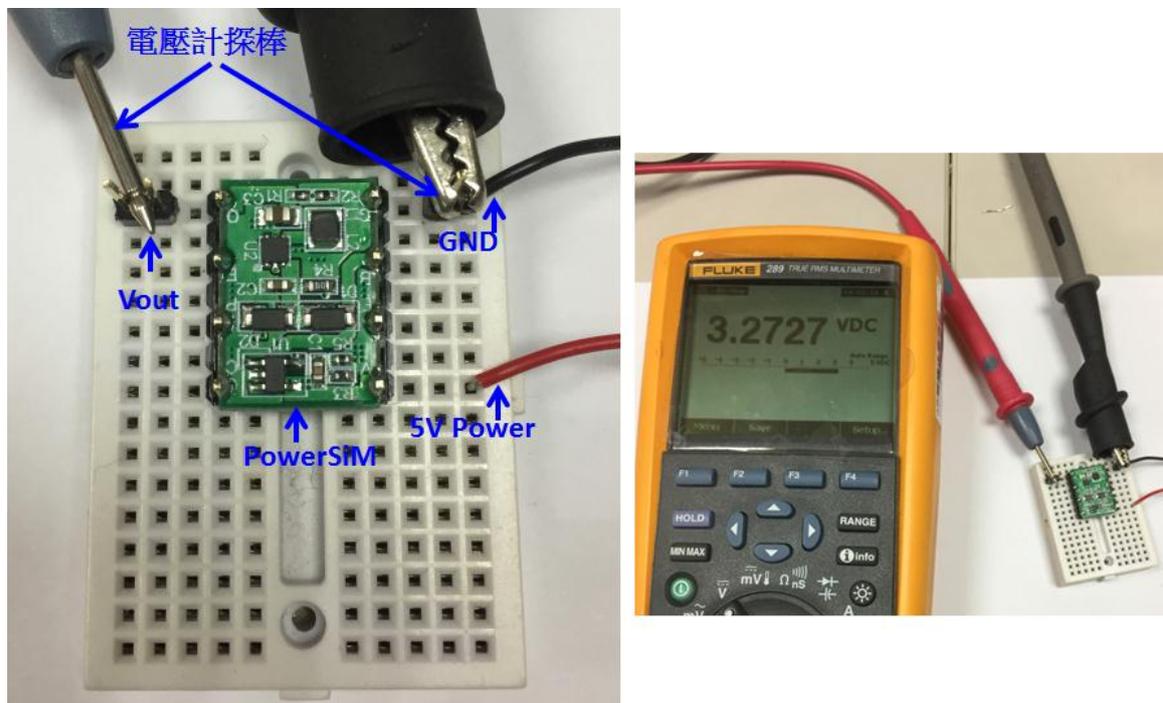


圖 5.3、鋰離子電池電源 PowerSiM，預設電壓輸出 3.3V(Vin 輸入)

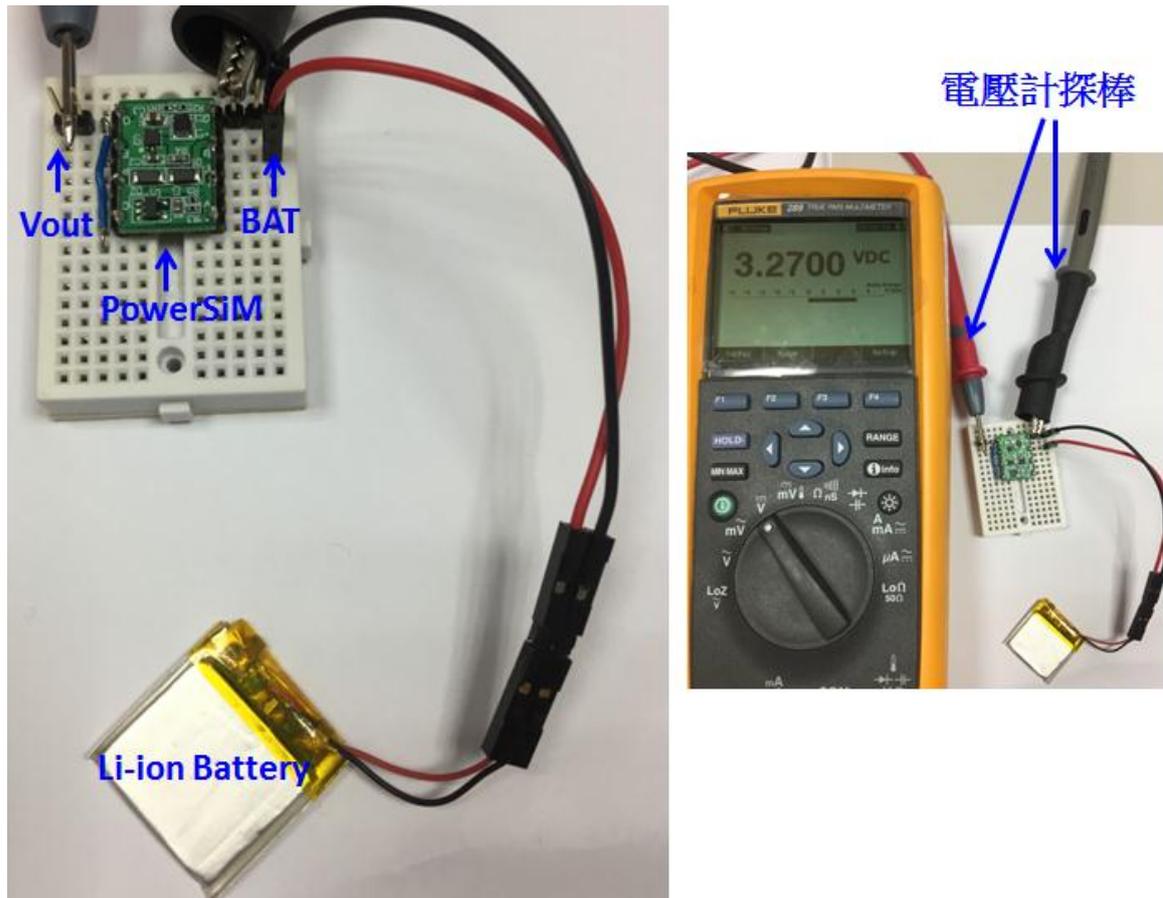


圖 5.4、鋰離子電池電源 PowerSiM，預設電壓輸出 3.3V(BAT 輸入)

## 5.2、 EN pin 設定

鋰離子電池電源模組，PowerSiM 電路板，已預設 EN pin pull-up(在模組內部已接 High)，若需要關閉 DCDC convertor 功能，將 EN pin 接 GND，Vout 輸出電壓將為 0V。

### ● PowerSiM 電路板應用接法

- 參考圖 5.5(或是圖 5.6)應用線路，R1 給定 floating(無負載或空載)。
- Vin 給定 5V 電源輸入(或是 BAT pin 接鋰離子電池)。
- EN pin 給定 GND。
- 電壓計探棒(黑)接 GND。
- 電壓計探棒(紅)接 Vout。

### ● 電錶顯示的電壓量測值應在 0.00V 以下的數值，如圖 5.7、5.8。

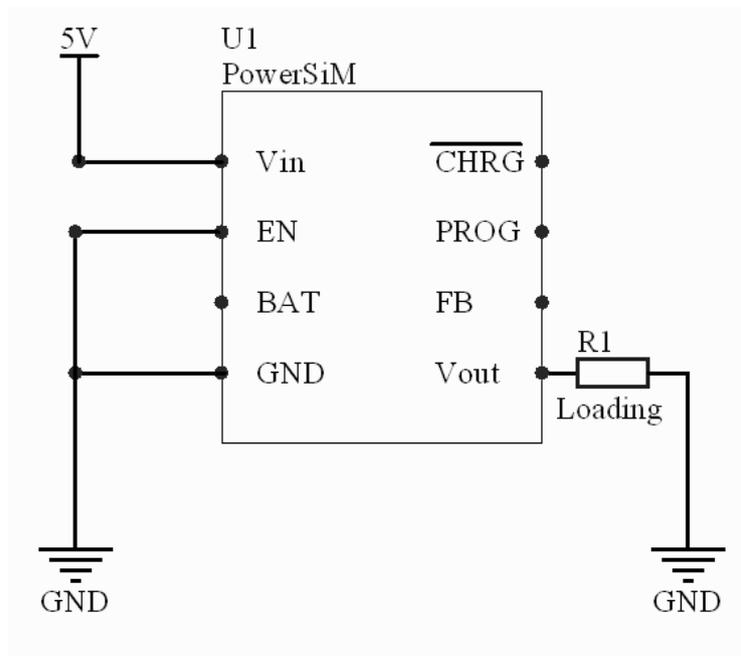


圖 5.5、鋰離子電池電源 PowerSiM 電路板關閉 DCDC convertor 應用線路圖(Vin 輸入)

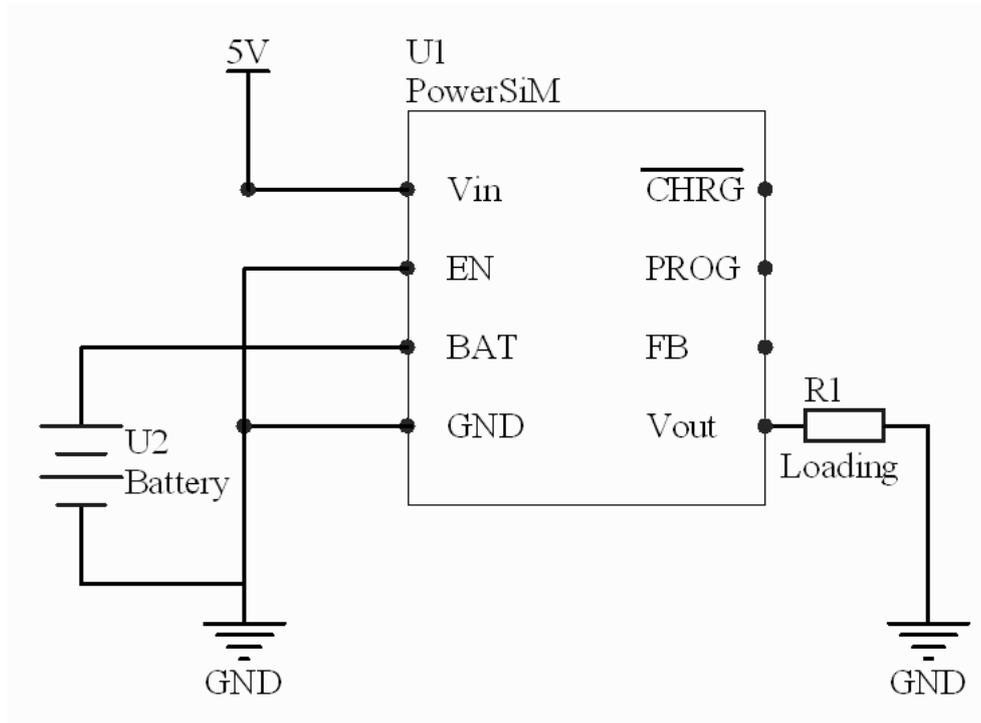


圖 5.6、鋰離子電池電源 PowerSiM 電路板關閉 DCDC convertor 應用線路圖(BAT 輸入)

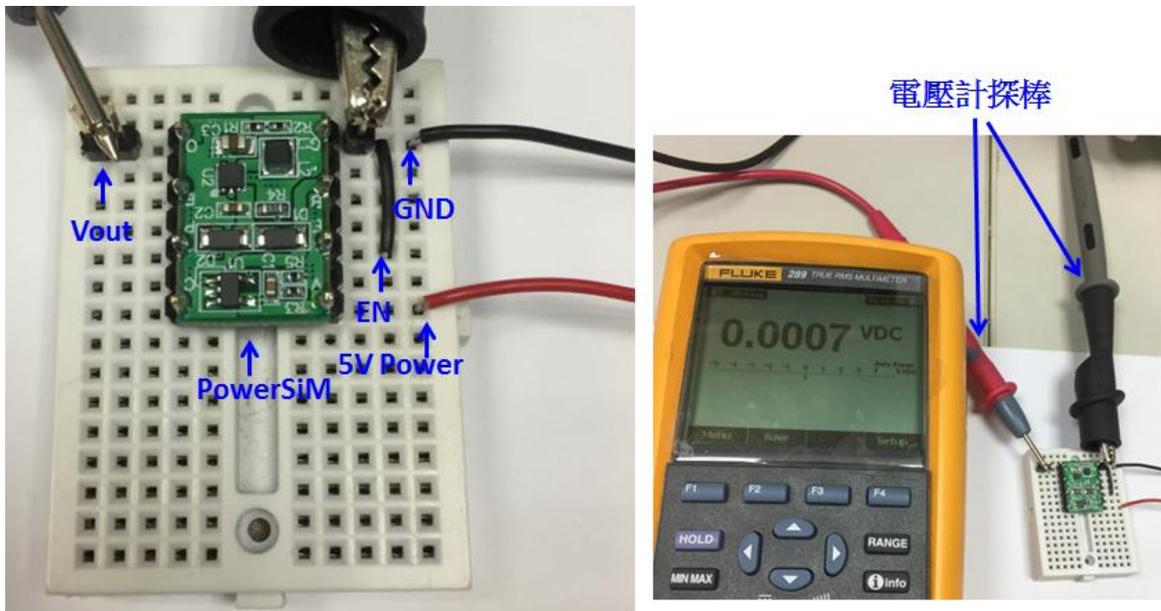


圖 5.7、鋰離子電池電源 PowerSiM EN pin 接 GND，電壓輸出 0V(Vin 輸入)

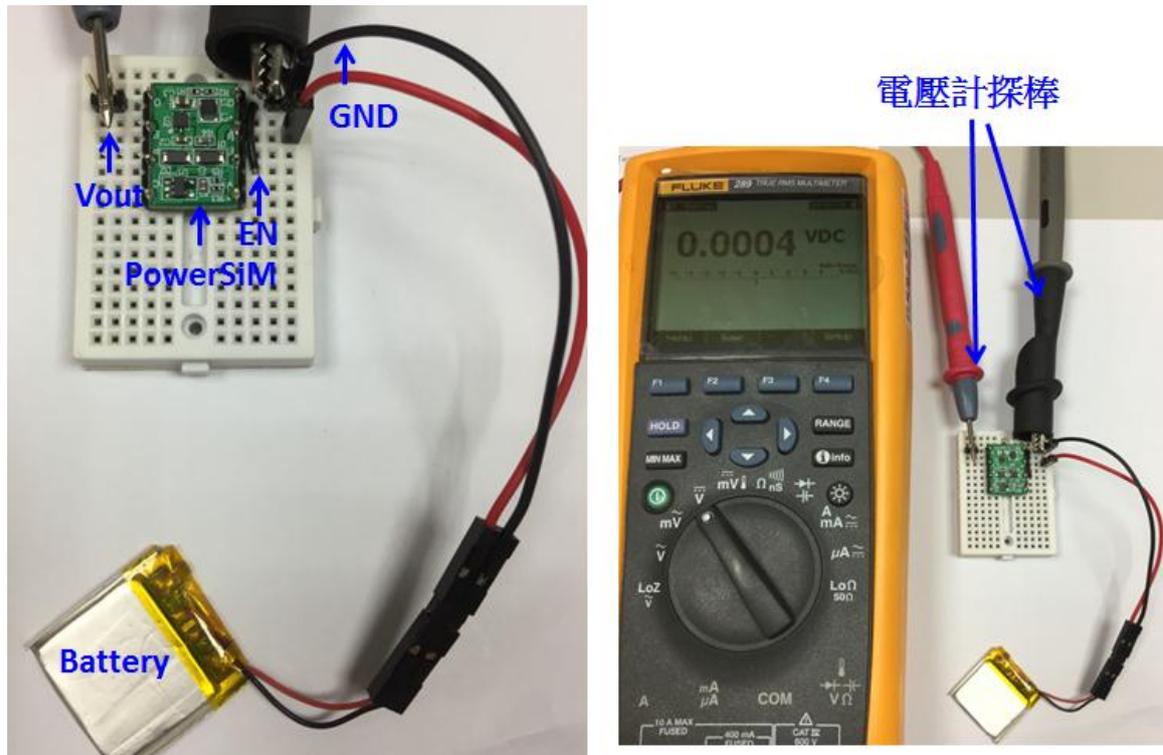


圖 5.8、鋰離子電池電源 PowerSiM EN pin 接 GND，電壓輸出 0V(BAT 輸入)

### 5.3、 設定輸出電壓

鋰離子電池電源模組，PowerSiM 電路板，若需要設定輸出電壓，可在 FB 與 Vout pin 之間並聯電阻，改變 R2 電阻數值，Vout 輸出電壓可依公式計算出新的電壓輸出數值。

- PowerSiM 電路板應用接法

- 參考圖 5.9(或是圖 5.10)應用線路，R1 給定 floating(無負載或空載)。
- Vin 給定 5V 電源輸入(或是 BAT pin 接鋰離子電池)。
- FB 與 Vout pin 並聯 250K( $\Omega$ )電阻。
- 電壓計探棒(黑)接 GND 點。
- 電壓計探棒(紅)接 Vout 點。

- 電錶顯示的電壓量測值應在 1.3V( $\pm 10\%$ )，如圖 5.11、5.12。

公式計算如下：

$$R2' = 680K \text{ 並聯 } 250K(\Omega), \rightarrow 183K$$

$$Vout = 0.6V(1+183K/150K), \rightarrow 1.332V$$

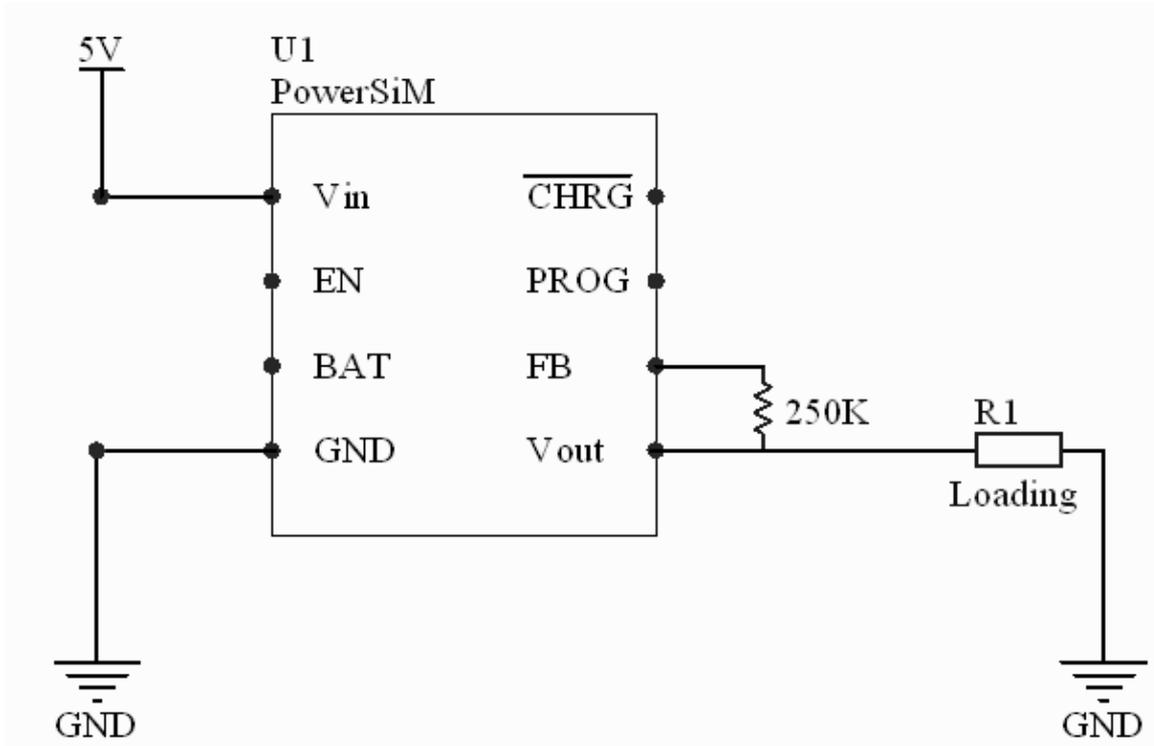


圖 5.9、鋰離子電池電源 PowerSiM 電路板設定輸出電壓應用線路圖(Vin 輸入)

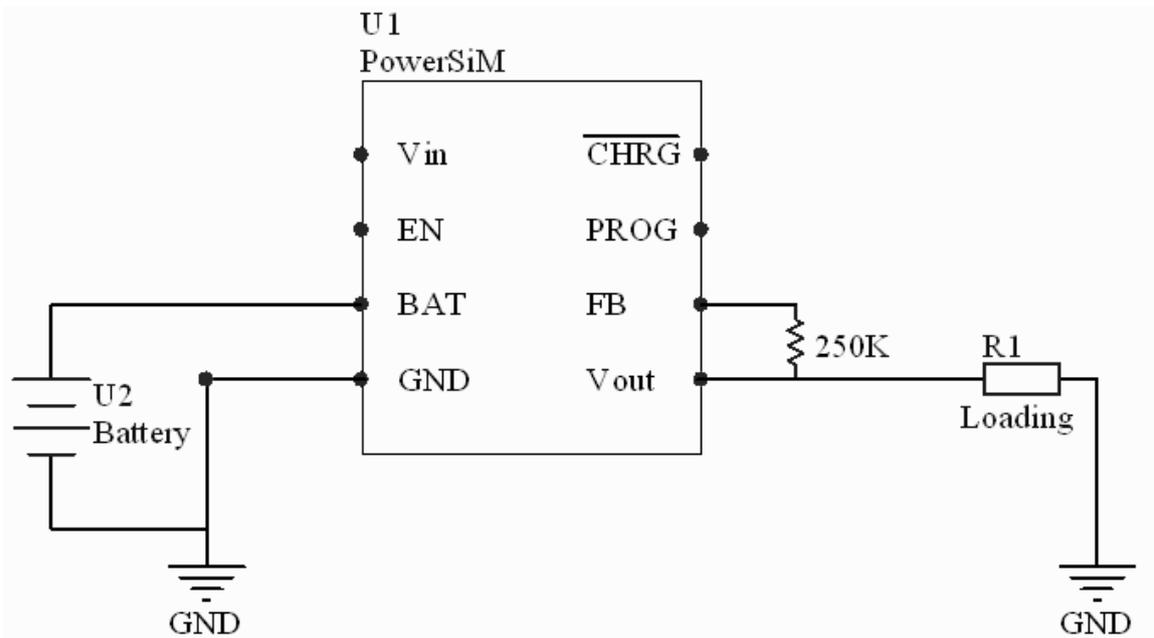


圖 5.10、鋰離子電池電源 PowerSiM 電路板關閉輸出電壓應用線路圖(BAT 輸入)

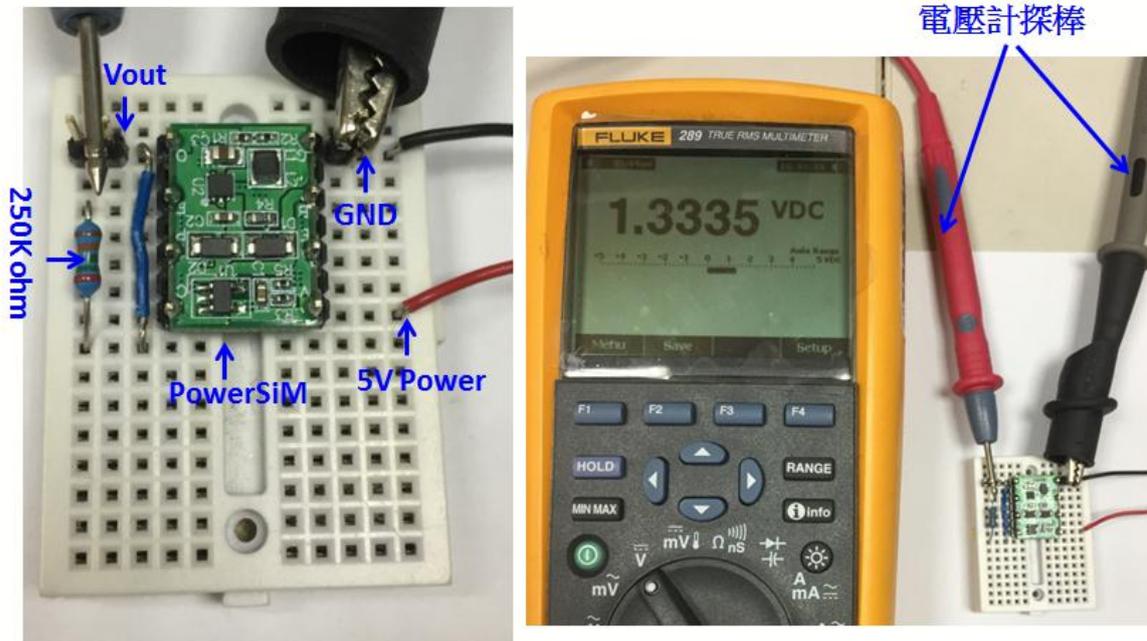


圖 5.11、鋰離子電池電源 PowerSiM 設定輸出電壓，電壓輸出 1.33V(Vin 輸入)

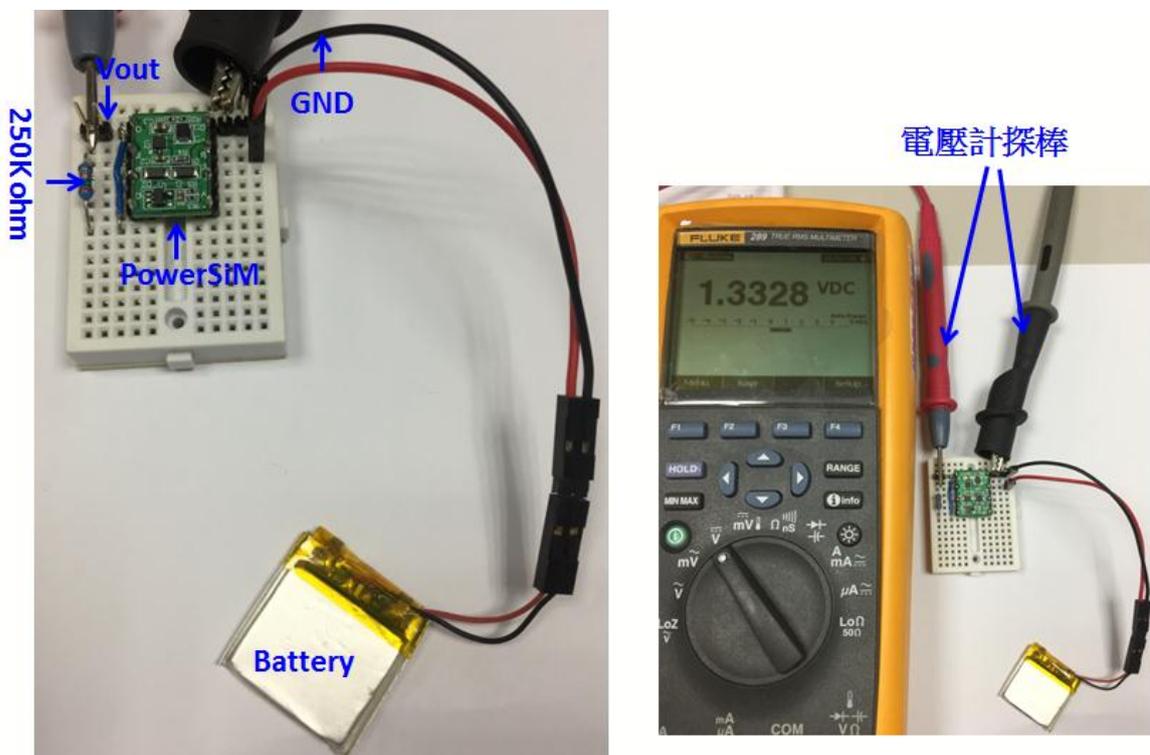


圖 5.12、鋰離子電池電源 PowerSiM 設定輸出電壓，電壓輸出 1.33V(Vin 輸入)

## 5.4、 充電功能

鋰離子電池電源模組，PowerSiM 電路板，若進入電池充電模式， $\overline{\text{CHRG}}$  pin 會被拉為 Low，搭配 LED 應用電路，可以透過 LED 亮或是滅，判斷是否有啟動充電功能。

### ● PowerSiM 電路板應用接法

- 參考圖 5.13 應用線路，R1 給定 floating(無負載或空載)。
- $V_{in}$  給定 5V 電源輸入。
- BAT pin 接鋰離子電池。
- PROG pin 接 GND。
- $\overline{\text{CHRG}}$  pin 接 LED(負端)，LED(正端)串 1K $\Omega$  接  $V_{in}$ 。
- 電壓計探棒(黑)接 GND 點。
- 電壓計探棒(紅)接  $V_{out}$  點。

- 電錶顯示的電壓量測值應在 3.3V( $\pm 10\%$ )、LED(ON、亮)，代表充電進行中，如圖 5.14。

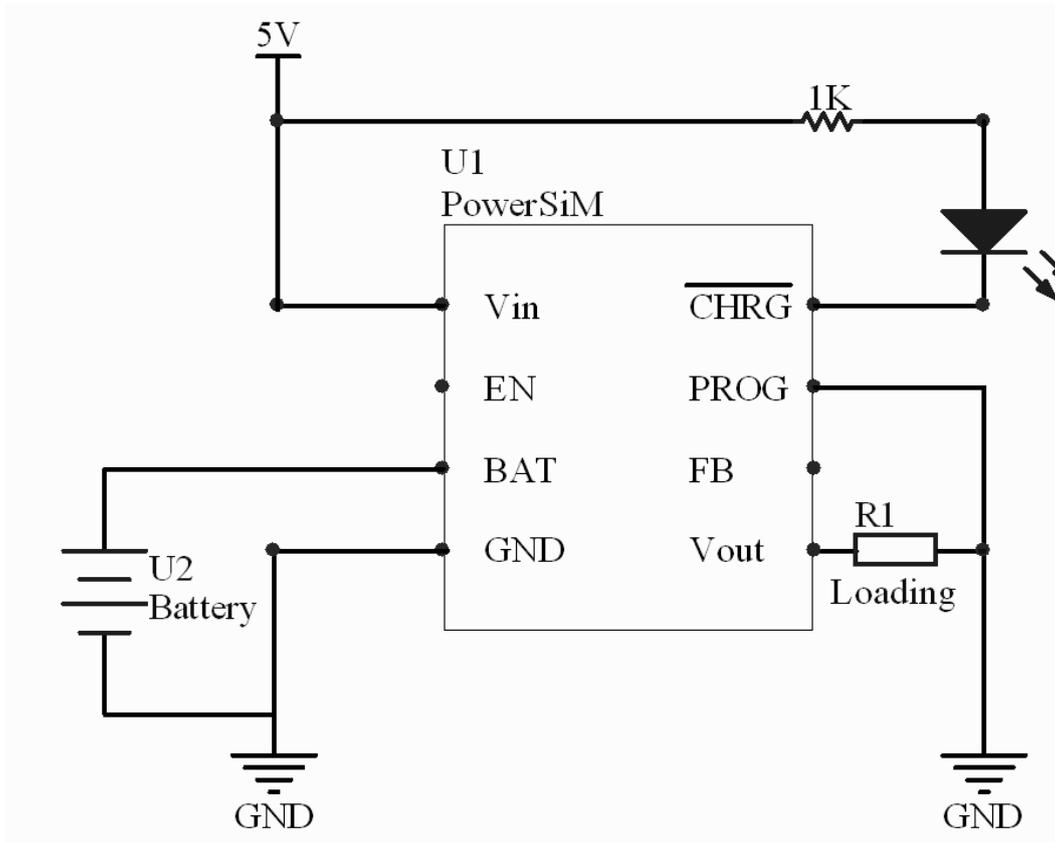


圖 5.13、鋰離子電池電源 PowerSiM 電路板充電功能應用線路圖

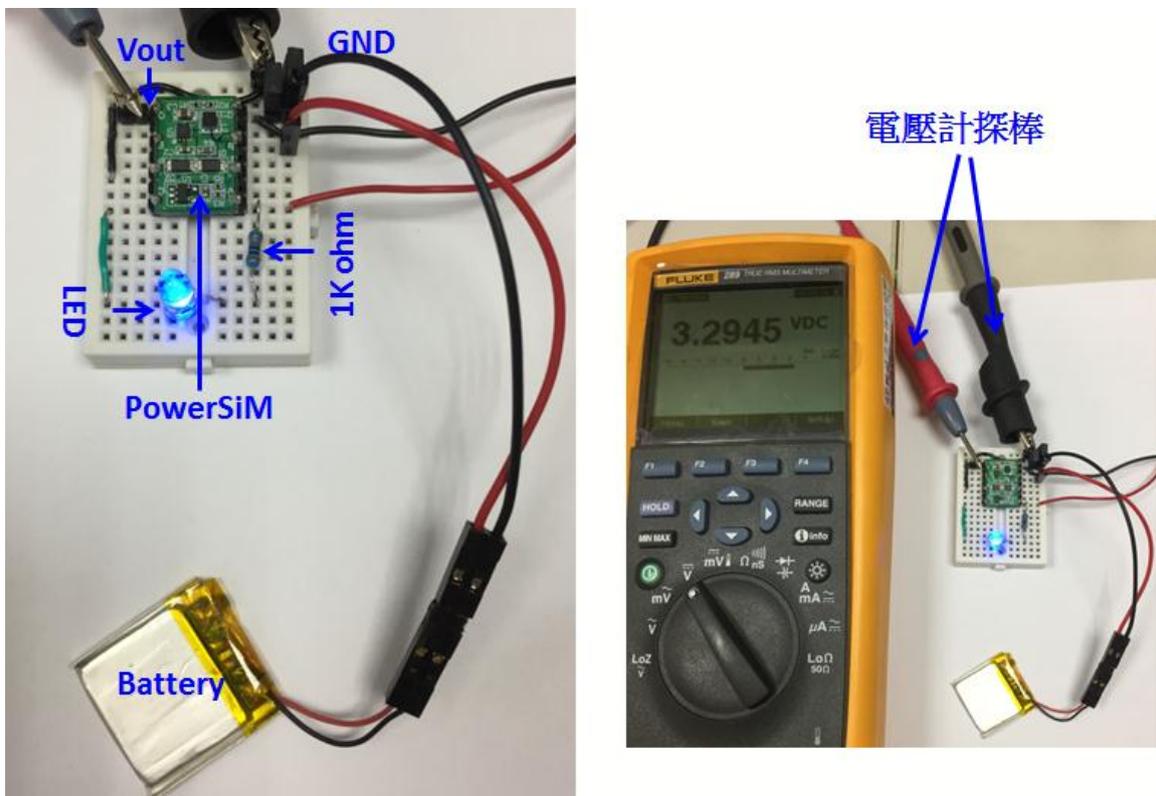


圖 5.14、鋰離子電池電源 PowerSiM 設定充電模式