



鋰電池管理開發平台 – 硬體說明

HT45F86xx 主板

版本 : V1.00 日期 : 2022-05-07

www.holtek.com

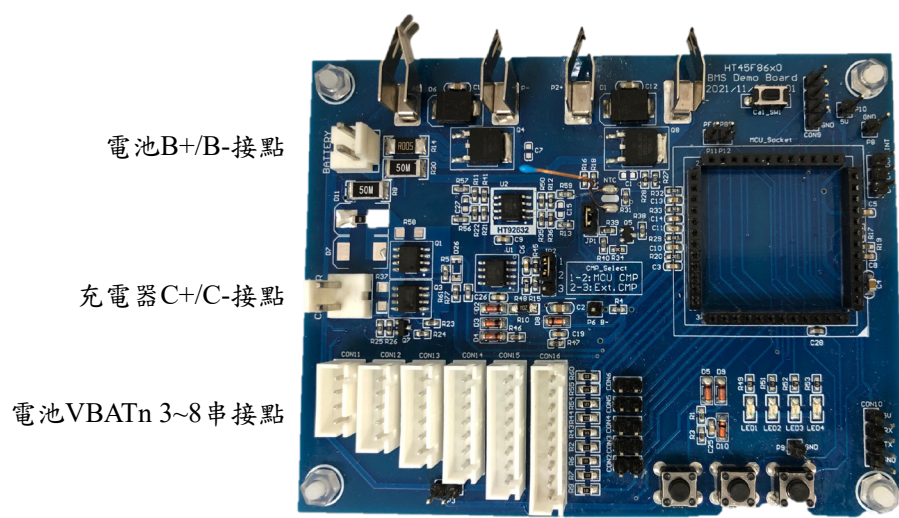
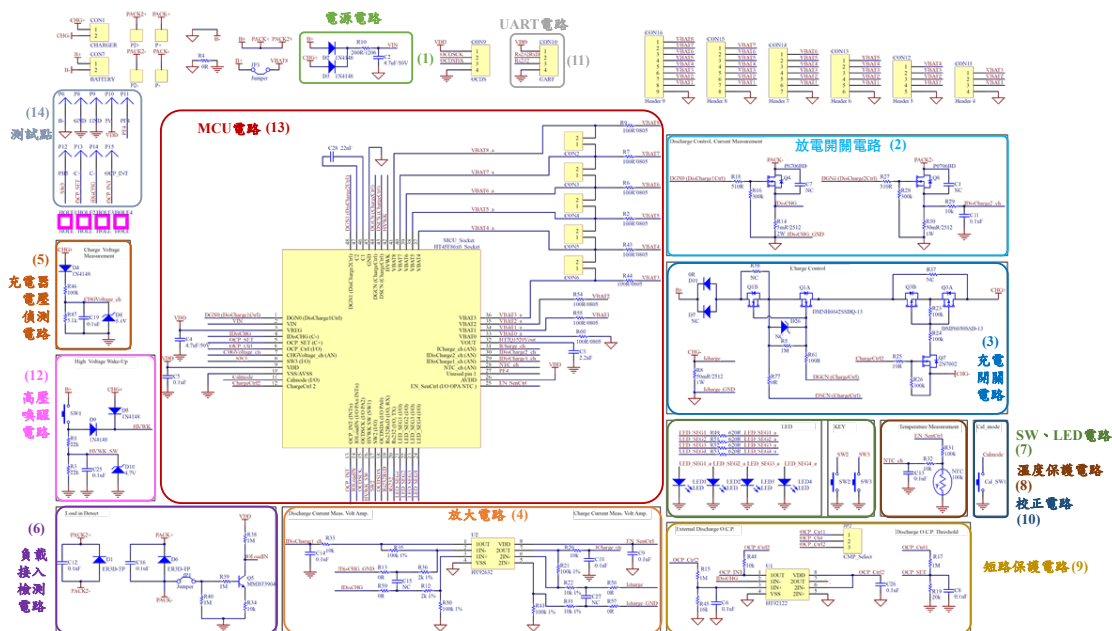
目錄

1. 簡介	3
2. 硬體電路介紹	3
2.1 電源電路	4
2.2 放電開關電路	4
2.3 充電開關電路	5
2.4 放大電路	6
2.5 充電器電壓偵測電路	7
2.6 負載接入檢測電路	8
2.7 SW、LED 電路	8
2.8 溫度保護電路	9
2.9 短路保護電路	9
2.10 校正電路	10
2.11 UART 電路	10
2.12 高壓喚醒電路	10
2.13 MCU 電路	11
2.14 測試點	13

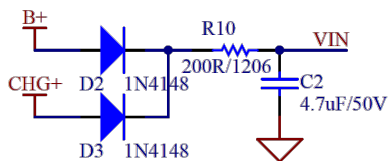
1. 簡介

鋰電池管理開發平台藉由 UI 介面選項選取，並產出其參考預覽電路圖以及程式檔 (HT-IDE3000 專案檔)，選用對應的 MCU 轉接板，將程式透過 e-Link 或 e-Writer 燒錄至 HT45F86xx 主板 + MCU 轉接板中，實現鋰電池管理系統，包括過充 / 過放電壓保護、過充 / 過放電流保護、充電器電壓保護、短路保護、溫度保護，本文將詳細說明 HT45F86xx 主板的硬體。

2. 硬體電路介紹



2.1 電源電路



VIN 接腳為內部 5V 電壓調整器的輸入，B+ 為電池正端，CHG+ 為充電器正端。若充電器沒接入或電池電壓大於充電器電壓時，內部電壓調整器電源輸入由電池供應；當充電器電壓大於電池電壓時，內部電壓調整器電源輸入由充電器供應。當電池沒電時（電壓值 $< 7.5V$ ），內部電壓調整器無法提供電源給 MCU，MCU 便停止運作，當充電器接入時（電壓值需 $\geq 7.5V$ ），內部電壓調整器可提供電源給 MCU，將 MCU 啟動運作，可達到電池 0V 啟動充電的功能。

R10 電阻值依電池串數而有所不同，而電阻主要功用有 2 個：

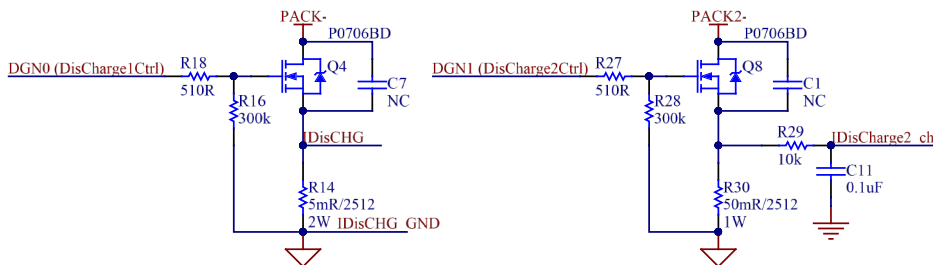
- 分散內部 5V 電壓調整器功率的電阻
- RC 濾波

串數 (S)	電阻 (Ω)
3	15
4	43
5	110
6	220
7	330
8	430

2.1.1 MCU 發熱注意事項

因 A/D 轉換器的參考電源來自 LDO 5V，在八串滿電 33.6V 接至 VIN 時，若 MCU 開啟 LED 時（電流 30mA），內置 LDO 功率將會提高至 0.8W，MCU 將會急遽溫升，需控制在 60 度以下，避免 VBATn 電壓偵測精準度因溫度而偏移過大。

2.2 放電開關電路



DGN0 控制的為第一組放電負載 (PACK)，DGN1 控制的為第二組放電負載 (PACK2)。放電路徑為電池正端 B+ \rightarrow 負載 PACK+/PACK- \rightarrow 放電控制開關 (Q4、Q8) \rightarrow 放電電流檢測電阻 (R14、R30) \rightarrow GND (B-)。

DGN0 與 DGN1 為第一、二組放電控制開關，控制 Q4、Q8 的 NMOS 導通與否，R14、R30 為第一、二組放電電流檢測電阻，經放電路徑上產生電壓，由 IDisCHG、IDisCharge2_ch 第一、二組放電電流檢測電壓，達成兩組放電開關與檢測電流的功能。若要達到負載馬達調速功能，DGN0、DGN1 可使用互補

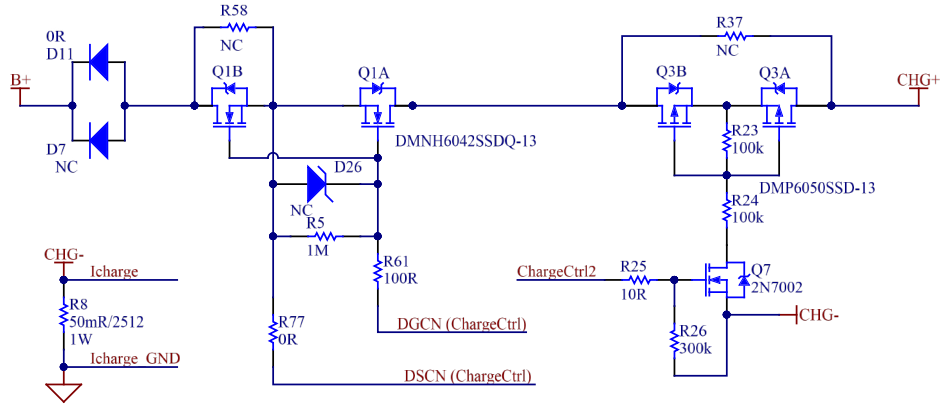
式 PWM 功能達成，由 MCU 內部腳位控制。

使用者規劃只有一組放電迴路時，可移除第二組放電開關零件，包括 Q8、R27 - R30、C1、C11，以減少成本。

2.2.1 放電電路零件注意事項

若放電電路使用較大電流 (如 6A 以上)，在長時間使用大電流情況下，需考慮電流檢測電阻、放電開關 MOS 等零件內阻，在大電流時溫度上升情形；而放電電路零件若靠近電池，會使電池工作溫度升高，更容易造成電池損壞。因此在選用放電電路零件時，需注意上述零件在長時間使用時的溫升狀況。

2.3 充電開關電路

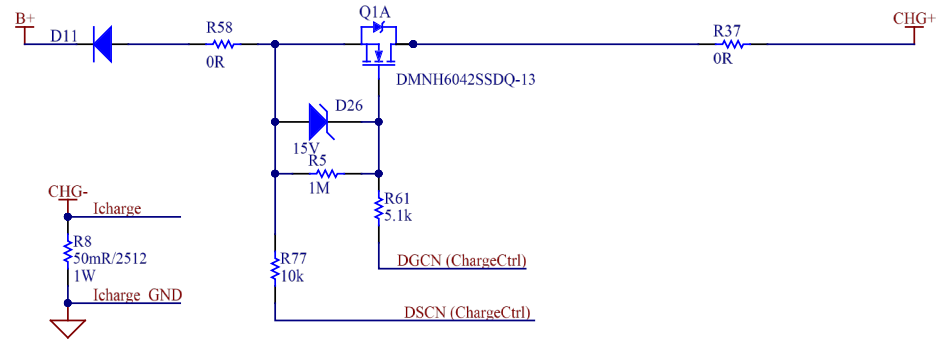


CHG+ 為充電器正端，B+ 為電池正端，CHG- 為充電器負端。充電路徑為充電器正端 CHG+ → 充電 PMOS、NMOS 開關 (Q3、Q1) → 電池正端 B+ → GND (B-) → 充電電流檢測電阻 (R8) → 充電器負端 CHG-

DGCN、DSCN 與 ChargeCtrl2 為第一、二組充電控制開關，內部 12V 抬壓電路 DGCN、DSCN 輸出，而 ChargeCtrl2 控制 Q7 的 NMOS 導通與否，再推動 Q3 的 PMOS 開關導通，R8 為充電電流檢測電阻，經充電路徑上產生電壓，由 Icharge、Icharge_GND 充電電流檢測電壓，達成充電開關與檢測電流的功能。

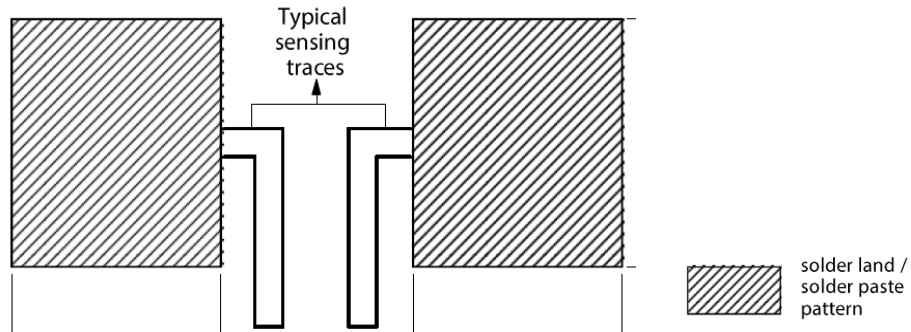
當電路只需要一組充電開關時，可移除第二組放電開關零件，包括 Q3、Q7、R23 - R26，而 R37 需短路 (0Ω)。

若電路只需要一組充電開關且支援充電器反接時，需要將 D11 改成二極體或肖特基二極體 (Schottky diode)、R58 改為 0Ω、D26 改為 15V 稽納二極體 (Zener diode)、R61 改為 5.1kΩ、R77 改為 10kΩ，如下圖所示，以防電池電壓大於充電器電壓時，電流倒灌而造成充電器損壞，且蕭特基二極體導通壓降較低，對電路影響相對於小。

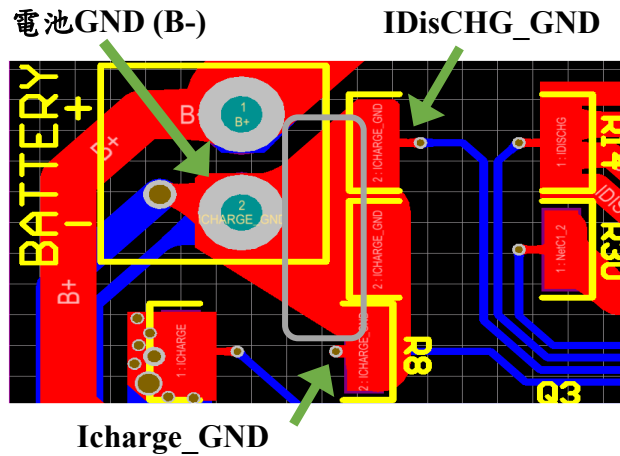


2.4.1 放大電路 Layout 要點

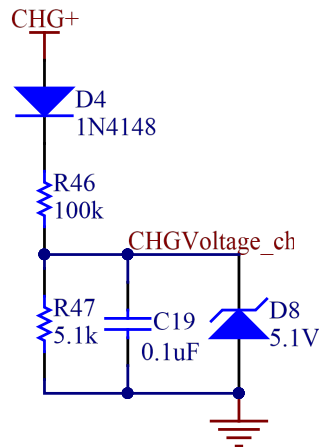
在電流檢測電阻的兩端連接至放大電路中，建議從電阻焊接點上的中間內側拉出，如下圖所示：



電流檢測電阻的兩端，會有極小 PCB Layout 線阻產生，在大電流時線阻就會產生壓差；因此將電流檢測電阻的兩端 (IDisCHG / Icharge、IDisCHG_GND / Icharge_GND)，接至放大電路的差動輸入端，而放大電路的 GND，必須接至電池 GND (B-)，此時放大電路可去除上述線阻壓差而造成的量測誤差，包括如下中間灰框所示的區域。



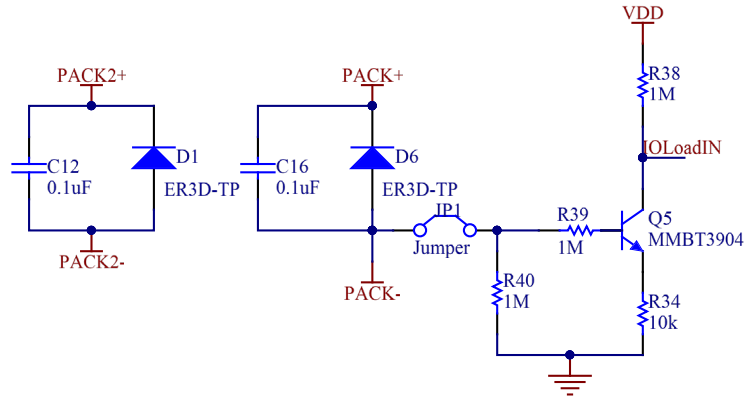
2.5 充電器電壓偵測電路



CHG+ 為充電器正端，D4 為充電器防反接保護，若充電器確定不會有反接狀況 (防呆裝置)，可將 D4 接上 0Ω。

CHGVoltage_ch 為 MCU ADC 通道，當充電器接入時，R46、R47 分壓讓 ADC 通道讀取並反算出充電器電壓，D8 為保護 MCU ADC 通道的基納二極體 (Zener diode)，不會因充電器電壓過高 (電阻分壓後超過 5.1V) 而導致腳位損壞。

2.6 負載接入檢測電路

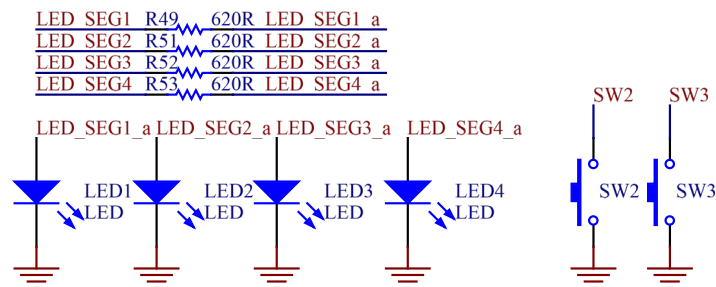


IOLoadIN 為 MCU 腳位，平常為高電位，當負載接入時，負載正端 (PACK+) 連接著電池正端 (B+)，電池高壓經負載到負端 (PACK-)，負載與 R40 分壓讓 Q5 導通，此時 IOLoadIN 為低電位，達成負載接入檢測功能。

IOLoadIN 可選用 MCU 的 PA 腳位或中斷腳位，MCU 平常時可做休眠省電，可藉由負載接入來喚醒工作。

此電路只有負載第一組 (PACK+、PACK-) 做負載接入檢測功能，負載第二組 (PACK2+、PACK2-) 沒有接入檢測功能；當負載第一組沒有選擇要負載接入檢測功能時，或是為負載長期接入之產品，如吸塵器等，需將 Jumper (JP1) 移除斷開，以防止負載長時間相接，而造成由負載另一端高壓 B+ 對 R40 與 R39 對地的迴路耗電，此時將增加電路的待機功耗。

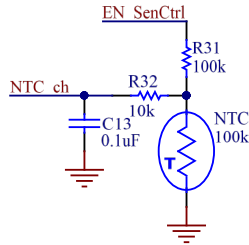
2.7 SW、LED 電路



R49~R53 為預留的限流電阻，MCU 可以直接推動 LED，直推最多四顆燈。

SW 電路，會有內部上拉電阻設置，平常為高電位，當按下按鈕時，為低電位，最多兩個按鈕；SW 可選用 MCU 的 PA 腳位或中斷腳位，MCU 平常在休眠省電時，可利用按鈕來喚醒工作。

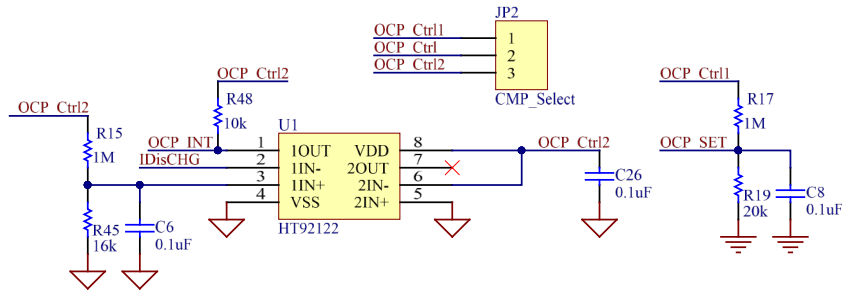
2.8 溫度保護電路



溫度感測電源 EN_SenCtrl，也同時提供放大電路之電源。

使用 NTC (負溫度係數熱敏電阻) 來做為溫度感測的元件，EN_SenCtrl 腳位輸出 5V 電源，經過 R31 與 NTC 分壓後，經由 NTC_ch 的 ADC 通道讀取電壓值，經由反算後的 NTC 電阻值得知目前溫度，而為了節省耗電，挑選 NTC、R31 電阻值為 100kΩ。

2.9 短路保護電路



輸出短路是必須要及時保護的反應行為，若持續時間過長會造成電路或電池不可預期的危險性傷害，因此使用內部比較器並透過軟體中的中斷達成，短路屬過大電流，因此內部比較器透過放電電流轉換電壓值與電路設定短路閾值作為比較，設定閾值透過 R17、R19 或 R15、R45 電阻分壓達成，使用內建比較器 OCP_SET 接至比較器正端 (C+)，第一組放電電流檢測電阻接至比較器負端 (C-)，使用外置比較器 OCP_INT 接至 MCU 中斷腳位 (INTn)。

當選擇內置比較器時，OCP_Ctrl1 與 OCP_Ctrl1 相接，當選擇外置比較器時，OCP_Ctrl1 與 OCP_Ctrl2 相接。OCP_Ctrl1 為 MCU I/O 腳位，當 MCU 啟動後，腳位輸出 5V 提供 OCP 電路之電源，必要時可關閉電路電源，可節省耗電。

以主板為例：放電電流檢測電阻 5mΩ、R17 為 1MΩ、R19 電阻為 20kΩ，則 OCP_SET 電壓為 98.04mV，反算短路閾值：

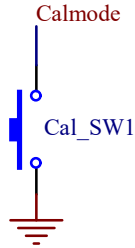
$$\begin{aligned} \text{短路閾值} &= \text{OCP_SET 電壓} / \text{放電電流檢測電阻} \\ &= 98.04\text{mV} / 5\text{m}\Omega = 19.608\text{A} \end{aligned}$$

若短路閾值設定 40A、放電電流檢測電阻 5mΩ、R17 為 1MΩ，反算 R19 電阻值：

$$\begin{aligned} \text{OCP_SET 電壓} &= \text{短路閾值} \times \text{放電電流檢測電阻} \\ &= 40\text{A} \times 5\text{m}\Omega = 200\text{mV} \\ \text{OCP_SET 電壓} &= \text{EN_SenCtrl} \times \text{R19} / (\text{R19} + \text{R17}) \\ 200\text{mV} &= 5\text{V} \times \text{R19} / (\text{R19} + 1\text{M}\Omega) \\ 0.2 \times \text{R19} + 200\text{K} &= 5 \times \text{R19} \\ \text{R19} &= 41.667\text{k}\Omega \end{aligned}$$

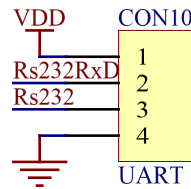
若產品為放電常開功能時 (放電開關待機時總是開啟)，MCU 內部比較器也需長時間開啟，內部比較器待機電流最大達到 200 μ A (以 HT45F8650 為例)；使用者若考量到待機功耗，可選擇功耗較低的外置比較器電路，如 HT92122 (待機電流 1 μ A)。

2.10 校正電路



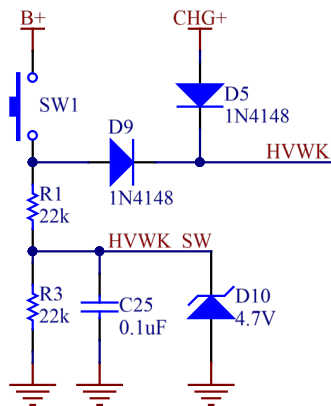
目前程式規劃的校正按鈕只在 MCU 上電啟動時有功能，長按按鈕並持續按住代表進入校正，校正成功會用 LED 顯示燈號；使用者也可自行撰寫及規劃校正軟體之功能，而在執行校正時，需在 MCU 上電啟動前，將 VBATn 接至單串 4200mV，以方便 MCU 上電啟動後按下校正按鈕進入校正模式。

2.11 UART 電路



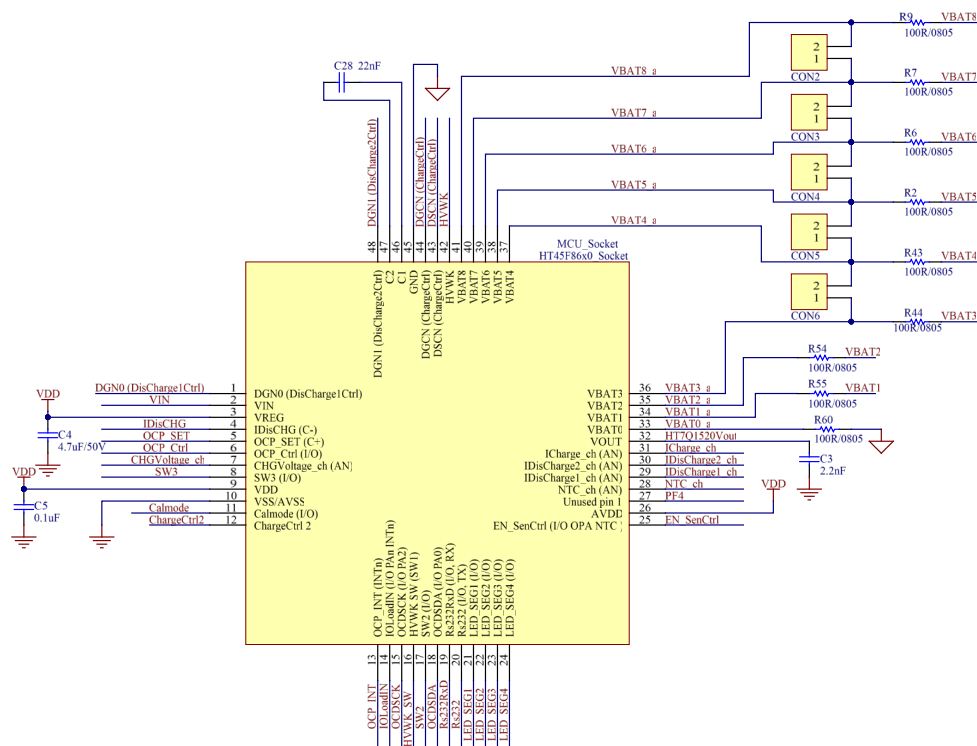
當使用 UART 傳輸資料時，除 HT45F8662 MCU 外，不建議使用 LED 顯示燈號，因主板規劃上 UART 腳位與 LED 腳位共用。

2.12 高壓喚醒電路



HT45F86xx 系列內建休眠模式與高壓喚醒電路，在休眠模式下所有輸出關閉，包括 VREG，此時 MCU 無電源不耗電流，HVWK 腳位用以表示外部喚醒事件的狀態，其腳位被一個電壓高於 5.5V 且寬度 1mS 以上的脈衝觸發時，此時 VREG 腳位會恢復電壓並持續供電給 MCU 晶片，HVWK 腳位可用於偵測充電器接入、啟動開關、負載接入等功能設定。

2.13 MCU 電路



HT45F86xx 系列的 VBATn 若電池串數小於八串，需將剩餘的 VBATn 接到電池最高串數，如電池串數為六串，需將 CON2、CON3 短路，將 VBAT8、VBAT7 腳位電壓為 VBAT6；若電池串數為五串，需將 CON2、CON3、CON4 短路，將 VBAT8、VBAT7、VBAT6 腳位電壓為 VBAT5。

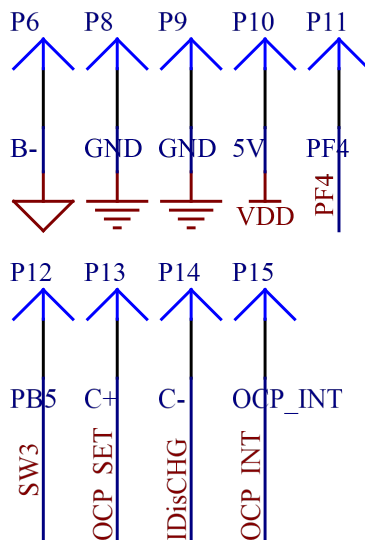
可搭配 HT45F86xx 系列 MCU 轉接板，詳細請參閱 HT45F86xx 的 MCU 轉接板硬體說明，以下為 HT45F86xx 主板中的 MCU 轉接板位置，總共編號 48 個腳位名稱與主板對應的使用功能。

編號	腳位名稱	主板功能
1	DGN0 (DisCharge1Ctrl)	第一組放電控制開關
2	VIN	內部 5V 電壓調整器的輸入
3	VREG	內部 5V 電壓調整器的輸出
4	IDisCHG (C-)	第一組放電電流電壓值
5	OCP_SET (C+)	短路閾值
6	OCP_Ctrl (I/O)	OCP 電路之電源
7	CHGVoltage_ch (AN)	充電器電壓檢測
8	SW3(I/O)	第三組按鈕
9	VDD	MCU VDD
10	VSS	MCU VSS
11	Calmode (I/O)	校正按鈕
12	ChargeCtrl2 (I/O)	第二組充電控制開關
13	OCP_INT (INTn)	OCP 電路之中斷腳位
14	IOLoadIN (I/O)	負載接入檢測

編號	腳位名稱	主板功能
15	OCDSCK (I/O PA2)	燒錄及仿真 腳位
16	HVWK SW (SW1)	第一組按鈕
17	SW2 (I/O)	第二組按鈕
18	OCSDA (I/O PA0)	燒錄及仿真 腳位
19	Rs232RxD (I/O, RX)	UART RX 腳位
20	Rs232 (I/O, TX)	UART TX 腳位
21	LED_SEG1 (I/O)	LED1
22	LED_SEG2 (I/O)	LED2
23	LED_SEG3 (I/O)	LED3
24	LED_SEG4 (I/O)	LED4
25	EN_SenCtrl (I/O OPA NTC)	NTC 電路之電源
26	AVDD	MCU AVDD
27	Unused pin 1	測試點
28	NTC_ch (AN)	溫度檢測
29	IDisCharge1_ch (AN)	第一組放電電流檢測
30	IDisCharge2_ch (AN)	第二組放電電流檢測
31	ICharge_ch (AN)	充電器電流檢測
32	VOUT (AN)	累加的電池電壓監測器檢測
33	VBAT0	電池 GND (平衡迴路)
34	VBAT1	電池第一單節
35	VBAT2	電池第二單節
36	VBAT3	電池第三單節
37	VBAT4	電池第四單節
38	VBAT5	電池第五單節
39	VBAT6	電池第六單節
40	VBAT7	電池第七單節
41	VBAT8	電池第八單節
42	HVWK	高壓喚醒腳位
43	DSCN(ChargeCtrl)	第一組充電控制開關 S 端
44	DGCN(ChargeCtrl)	第一組充電控制開關 G 端
45	GND	電池 GND
46	C1	C1
47	C2	C2
48	DGN1(DisCharge2Ctrl)	第二組放電控制開關

2.14 測試點

將沒使用到功能的其餘腳位作為測試點。



編號	測試點	
P6	GND	電池 地端
P8	GND	MCU 地端
P9	GND	MCU 地端
P10	VDD	5V 電源
P13	C+	OCP_SET
P14	C-	IDisCHG
P15	OCP_INT	INTn 中斷

Copyright© 2022 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC.

使用指南中所出現的資訊在出版當時已盡量做到合理注意，但合泰不保證資訊準確無誤，文中提到的應用目的僅僅是用來做為參考，合泰不保證這些說明是適當的，也不推薦將合泰的產品使用在會由於故障或其它原因可能會對人身造成危害的地方。合泰特此聲明，不授權將產品使用於救生、維生從機或系統中做為關鍵從機。合泰對於客戶或第三方因說明書所載資訊錯誤或遺漏、使用產品或說明書而遭受的一切損失，一概不負任何責任。合泰擁有不事先通知而修改使用指南中所記載的產品或規格的權利，如欲取得最新的資訊，請與我們聯繫。