



直流無刷馬達開發平台 – HVPB-A 硬體說明

版本：V1.00 日期：2020-05-06

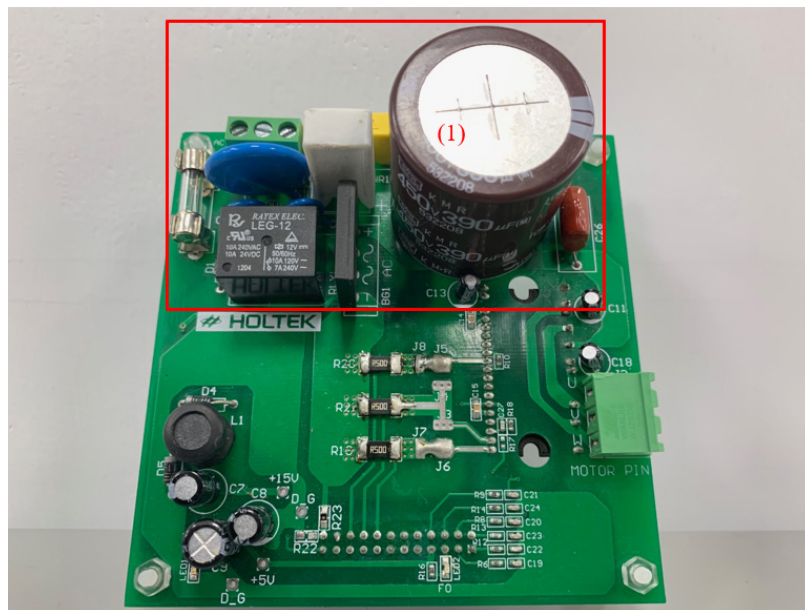
www.holtek.com

目錄

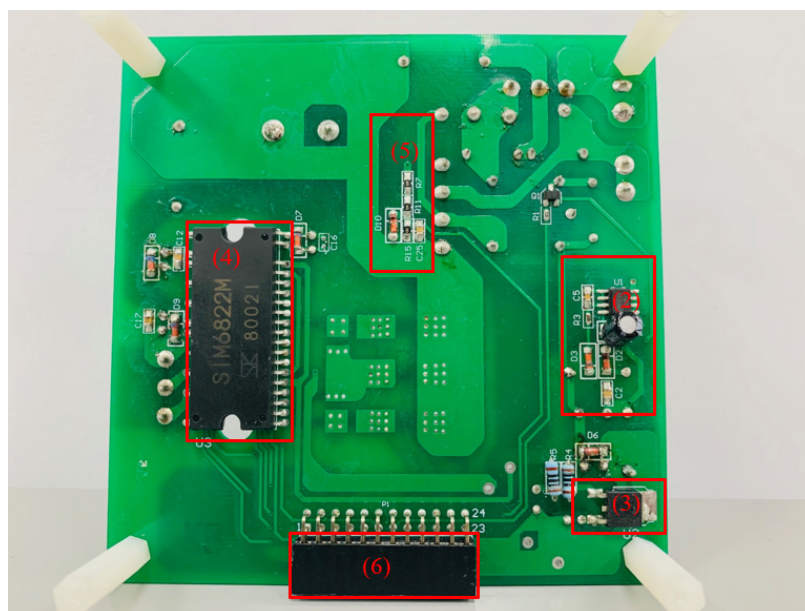
1. 簡介	3
2. Schematics	5
2-1 驅動級電路	5
2-2 系統電源電路 (AC-DC, DC-DC, LDO)	6
2-3 直流鏈電壓回授電路	6
2-4 HVPB_A 與 FOC-EVB 的連接器	7
3. PCB Layout	8
4. BOM List	9

1. 簡介

直流無刷馬達開發平台 HVPB-A，如圖 1-1 所示。其 AC-DC 轉換器電路，如圖 1-1(a) 的第 (1) 部分。DC-DC 功率轉換器電路，如圖 1-1(b) 的第 (2) 部分。5V LDO 電路，如圖 1-1(b) 的第 (3) 部分。IPM 模組如圖 1-1(b) 的第 (4) 部分。與 FOC-EVB 的連接器，如圖 1-1(b) 的第 (6) 部分。另外，HVPB-A 具直流鏈電壓回授電路，如圖 1-1(b) 的第 (5) 部分，使用者可由 MCU ADC 周邊的 ADC1-IN3 做訊號的讀取。



(a)



(b)

圖 1-1 直流無刷馬達開發平台 HVPB-A

HVPB-A 的開發環境如圖 1-2 所示，使用者將 HVPB-A 與 FOC-EVB 相連，再以 USB 線連接至 PC，使 Target MCU 與直流無刷馬達開發平台做通訊。其輸入電源範圍為 AC 90V~260V。(另外，HVPB-A 的電源輸入端必需經由一組 Isolation Transformer 做隔離。)

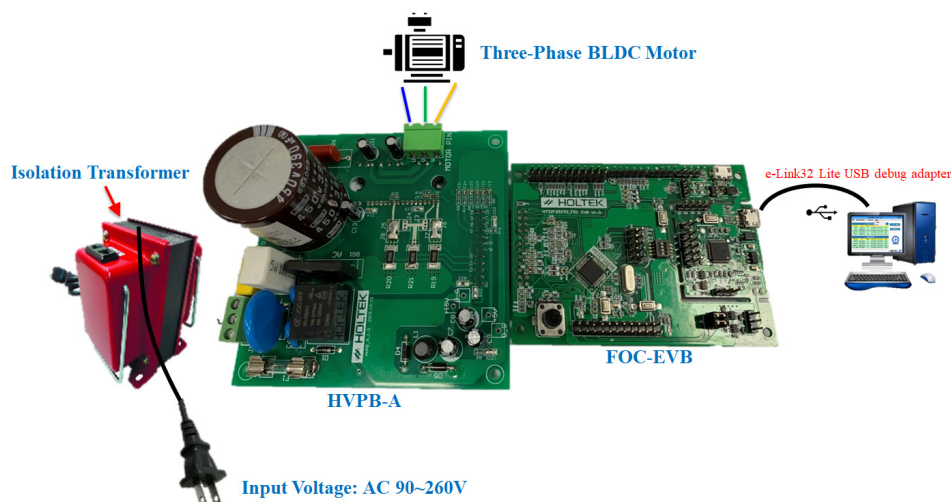


圖 1-2 HVPB-A 開發環境

特色

- Input Voltage: AC90V~260V
- MAX DC Bus Current: 2.5A
- MAX Motor Phase Current: 1.0A
- R_Shunt (Phase): 0.5Ω/2512/1%
- DC Bus Voltage Divider Ratio: 1/103.00
- Gate-driver polarity:
 - ◆ Low side active high
 - ◆ High side active high

如上述 HVPB-A 的 MAX Motor Phase Current 規格為 1A，但其硬體預設參數如下：

- (1) HVPB-A 的 R19、R20、R21 等 R_Shunt 元件規格為 0.5Ω/2512/1%。
- (2) FOC-EVB 的 R11、R12 元件規格為 7.5kΩ/0603/1%。
- (3) FOC-EVB 的 R26、R27、R29、R30 元件規格為 15kΩ/0603/1%。

此硬體參數下，馬達可操作的最大電流為：

$$I(\text{motor max current}) = 2.3 / (R_Shunt \times \text{OPA Gain}) = 2.3 / (0.5 \times 7.5) = 0.6\text{A}.$$

若使用者欲使馬達最大操作電流調整為 1A。需做的設定如下：

- (1) 將 HVPB-A 的 R19、R20、R21 元件規格改為 0.1Ω/2512/1%。
- (2) 將 FOC-EVB 的 R15、R16、R19、R22 元件由規格 820Ω/0603/1% 更改為 150Ω/0603/1%。

由上述之設定，可使 HVPB-A 的馬達最大操作電流由 0.6A 更改為 1A。

2. Schematics

此章將針對 HVPB-A 的硬體電路搭配實際 Schematics 做解說，詳如下述第 2-1~2-4 節。

2-1 驅動級電路

如圖 2-1 為驅動級電路，其 IPM 模組型號為 SIM6822M，其為內建 Gate Driver 及三相 MOSFET 的 IPM 模組。故可直接將 MCU 輸出的 PWM 訊號連接至此 IPM 模組即可做開關之驅動。

此外，還包含：過電流輸入訊號腳位 IPM_OCP，當 MCU 偵測到馬達過電流時，會輸出 High 準位訊號至 IPM 模組的 OCP 腳位，使 IPM 強制將上、下臂 MOSFET 切斷，並於錯誤回報腳位 FO 拉地，使 LED2 亮起，告知使用者系統發生過電流錯誤。

而 Jumper Pad 的部分，選擇 3 組 R Shunts 回授馬達電流，需將下臂 MOSEFET 的源級連接至 Shunt Resistor，J5 短路連接至 J8、J6 短路連接至 J7。

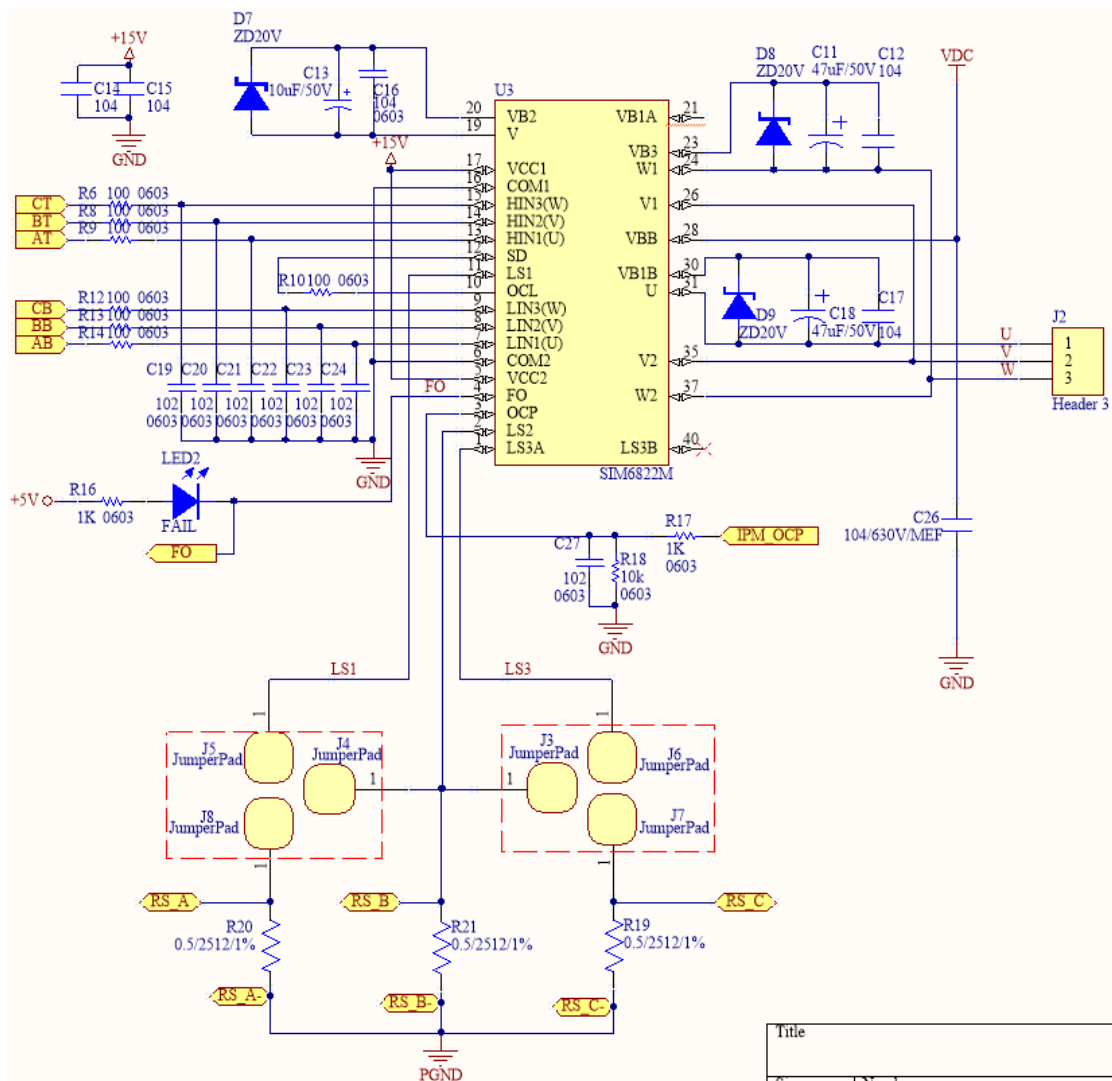


圖 2-1 驅動級電路

2-2 系統電源電路 (AC-DC, DC-DC, LDO)

如圖 2-2 為系統電源電路，首先，交流電 (110VAC 或 220VAC) 由連接器 J1 輸入至 HVPB-A，於初送電瞬間，交流電會先以 NR1 元件做限制啟動電流，經橋式整流電路 GBU606，及穩壓電容 C4 做穩壓為直流電。送電瞬間過後，再由 MCU 發 RELAY 訊號給繼電器，使交流電避開 NR1 路徑，直接進入橋式整流電路 GBU606，及穩壓電容 C4 做穩壓為直流電。若交流電為 110VAC，則直流電將為 155VDC、若交流電為 220VAC，則直流電將為 310VDC。

而直流電再經 DC-DC 功率轉換器 U1 做降壓為 15V，主要作為 IPM 模組的供電使用，其元件型號為 VIPER22AS。

最後，再經由 5V LDO 輸出 5V，其採用的元件型號為 7805，而此電路之輸出主要作為 MCU 元件的供電，需透過與 FOC-EVB 的連接器 P1 做供電。此外，使用者可透過 LED1 判斷 HVPB-A 電路板是否有送電。

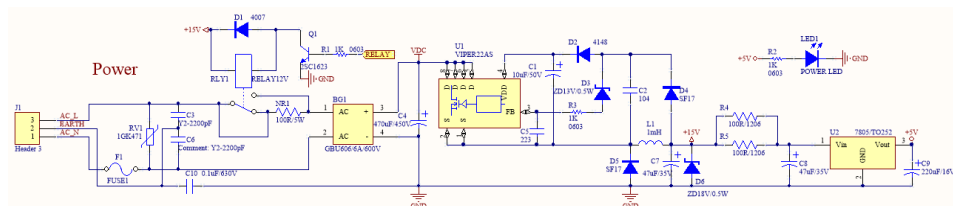


圖 2-2 系統電源電路

2-3 直流鏈電壓回授電路

如圖 2-6 為直流鏈電壓回授電路，硬體電路的預設，其 Det_VDC 回授訊號為實際直流鏈電壓的 1/103.00 倍。透過 MCU 的 ADC1-IN3 讀值，搭配硬體的縮小倍率，可計算出當前的直流鏈電壓值為何。

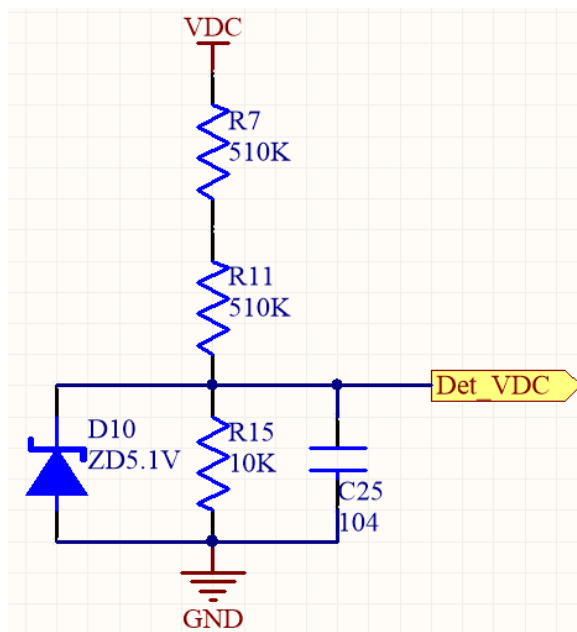


圖 2-3 直流鏈電壓回授電路

2-4 HVPB-A 與 FOC-EVB 的連接器

如圖 2-4 為 HVPB-A 與 FOC-EVB 的連接器，其腳位包含：Gate Driver 的輸入訊號 AT, AB, BT, BB, CT, CB、直流鏈電壓回授訊號 Det_VDC、三相電流回授訊號 I High Phase U, I High Phase V, I High Phase W、5V LDO 的輸出電壓、MCU 輸出的繼電器控制訊號 RELAY、MCU 輸出的 IPM 模組過電流關斷訊號 IPM_OCP、及 IPM 模組輸出的錯誤回報訊號 FO。其腳位定義如下表 2-1 所示。

Pin No.	定義	Pin No.	定義
1	CB	2	BB
3	CT	4	BT
5	FO	6	AB
7	5V	8	AT
9	GND	10	NC
11	IPM_OCP	12	NC
13	RELAY	14	NC
15	NC	16	I High Phase W
17	NC	18	I High Phase V
19	NC	20	I High Phase U
21	NC	22	NC
23	Det_VDC	24	GND

表 2-1 HVPB-A 與 FOC-EVB 的連接器腳位定義

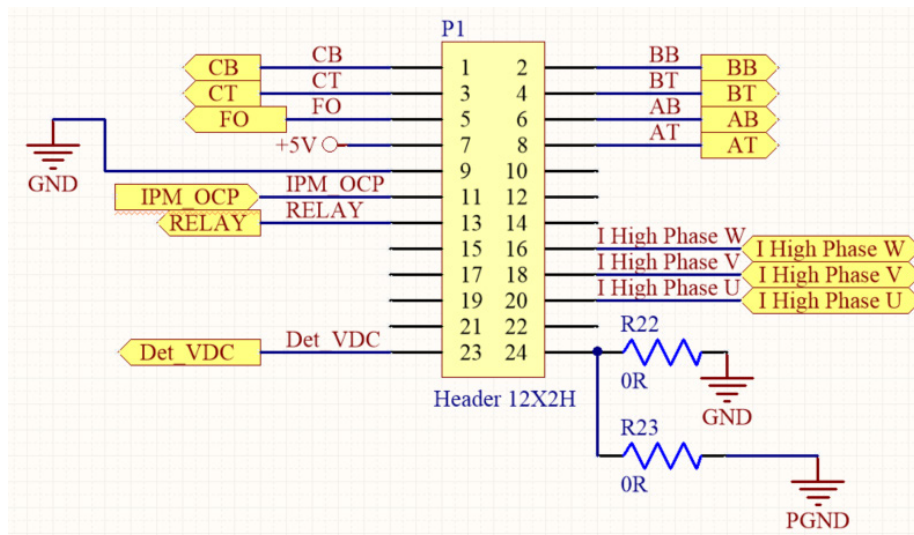
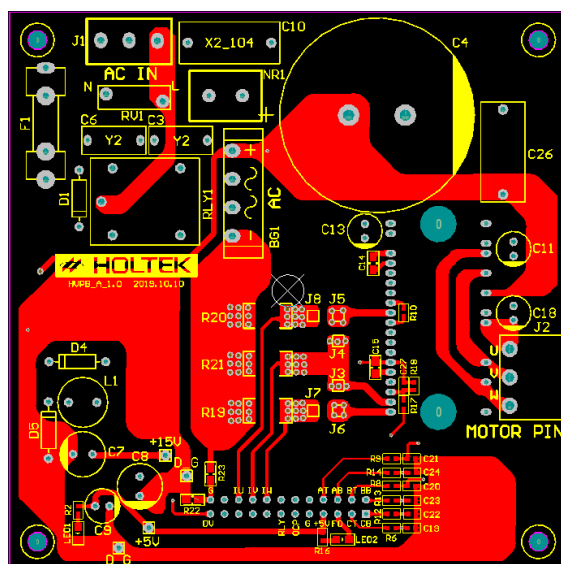


圖 2-4 HVPB-A 與 FOC-EVB 的連接器

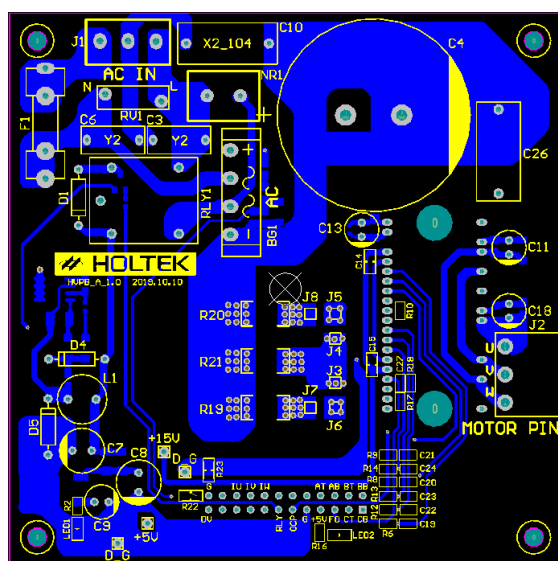
如圖 3-1 為 HVPB-A 的 PCB Layout，其詳細規格如表 3-1 所示。

電路板之長 × 寬	100×100 (mm)
電路板厚	1.6 (mm)
Layer 層數	2 (層)
銅箔厚度	2(Oz)
電路板材	FR-4
防焊層顏色	綠色

表 3-1 HVPB-A 電路板之規格表



(a)



(b)

圖 3-1 直流無刷馬達開發平台 HVPB-A PCB Layout: (a) 上層; (b) 下層

4. BOM List

如表 4-1 為 HVPB-A 的 BOM List，此為單套電路板所需的全部元件。

No.	Comment	Description	Designator	Quantity
1	10 μ F, 50V, $\pm$ 5%, 1210	Capacitor MLCC	C1	1
2	0.1 μ F, 50V, $\pm$ 5%, 0603	Capacitor MLCC	C2, C12, C14, C15, C16, C17, C25	7
3	2.2nF, 50V, $\pm$ 5%, 0603	Capacitor MLCC	C5	1
4	1nF, 50V, $\pm$ 5%, 0603	Capacitor MLCC	C19, C20, C21, C22, C23, C24, C27	7
5	1 μ F, 50V, (5 $\times$ 11mm)	Polarized Capacitor (Radial)	C11, C13, C18	1
6	390 μ F, 450V, (35 $\times$ 35mm)	Polarized Capacitor (Radial)	C4	1
7	47 μ F, 50V, (8 $\times$ 12.5mm)	Polarized Capacitor (Radial)	C7, C8	2
8	100 μ F, 25V, (6.3 $\times$ 7mm)	Polarized Capacitor (Radial)	C9	1
9	0.1 μ F, 630V, MEF	Film Capacitor	C26	1
10	0.1 μ F, 630VDC, 275VAC	X2 Capacitor	C10	1
11	2200Pf, (222M)	Y2 Capacitor	C3, C6	2
12	1N4007, DO-41	Rectifier Diode	D1	1
13	SF17, DO-41	Rectifier Diode	D4, D5	2
14	1N4148, SOD-123	Small Signal Fast Switching Diode	D2	1
15	ZMM5V1, 0.5W, LL34	Zener Diode	D10	1
16	ZMM13, 0.5W, LL34	Zener Diode	D3	1
17	ZMM18, 0.5W, LL34	Zener Diode	D6	1
18	ZMM20, 0.5W, LL34	Zener Diode	D7, D8, D9	3
19	FUSE, 5A, (5 $\times$ 20)	Fuse Holder DIP	F1	1
20	Header, 3-Pin, Pitch5.08mm	3-Pin Connector(200mil Pitch)	J1	1
21	Header, 3-Pin, Pitch5.08mm	3-Pin Connector(200mil Pitch)	J2	1
22	1mH, (LH0810 Type)	choke inductor	L1	1
23	LED, GREEN, 0603	Typical INFRARED GaAs LED	LED1	1
24	LED, RED, 0603	Typical INFRARED GaAs LED	LED2	1
25	100 Ω , 5W	Cement Resistor	NR1	1
26	Header, 12 $\times$ 2-Pin, 90degree, Pitch2.54mm	Header, 12-Pin, Dual row, Right Angle	P1	1
27	2SC1623, SOT-23	NPN General Purpose Amplifier	Q1	1
28	1K Ω , $\pm$ 5%, 0603	SMD Resistor	R1, R2, R3, R16, R17	5
29	100 Ω , $\pm$ 5%, 0603	SMD Resistor	R6, R8, R9, R10, R12, R13, R14	7
30	10K Ω , $\pm$ 5%, 0603	SMD Resistor	R15, R18	2
31	510K Ω , $\pm$ 5%, 0603	SMD Resistor	R7, R11	2
32	0 Ω , $\pm$ 5%, 0603	SMD Resistor	R23	1
33	100R, $\pm$ 5%, 1206	SMD Resistor	R4, R5	2
34	0.5R, $\pm$ 1%, 2512	1% SMD Resistor	R19, R20, R21	3
35	Relay, 12V-10A	Relay	RLY1	1
36	20D471K	Varistor	RV1	1
37	VIPER22AS, SOIC-8	LOW POWER OFF LINE SMPS PRIMARY SWITCHER	U1	1
38	7805, TO252	Voltage Regulator IC	U2	1
39	IPM Module, SIM6822M	IC BRIDGE DRIVER PAR 40DIP	U3	1
40	NC	Pad (NC)	R22, J3, J4, J5, J6, J7, J8	7

表 4-1 直流無刷馬達開發平台 HVPB-A BOM List

Copyright© 2020 by HOLTEK SEMICONDUCTOR INC.

使用指南中所出現的資訊在出版當時相信是正確的，然而 Holtek 對於說明書的使用不負任何責任。文中提到的應用目的僅僅是用來做說明，Holtek 不保證或表示這些沒有進一步修改的應用將是適當的，也不推薦它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。Holtek 產品不授權使用於救生、維生從機或系統中做為關鍵從機。Holtek 擁有不事先通知而修改產品的權利，對於最新的資訊，請參考我們的網址 <http://www.holtek.com.tw/>。