

適用於電池管理系統的電源和信號磁性解決方案

白皮書



Bourns® HCT 系列變壓器

設計人員發現在設計電池管理系統的隔離變壓器時需要思考許多因素。對最有效的設計來說，很重要的一點是決定對應用功能的期望、所需要的認證級別，以及確定哪些功能選項將重大影響成功的 BMS 部署。



Bourns® SM91501AL
雙通道隔離變壓器

BMS 設計的考量因素

電池管理系統 (BMS) 連接電池組並管理電池組的充電和放電。這些系統亦監控與電池組健康狀況有關的許多安全因素。此外，BMS 還透過將電池與負載或充電源連接或斷開來提供應用保護。這些高度關鍵的元件與所有更新的電池技術搭配使用，例如鋰離子或 LiFePO4 電池，這些電池非常容易因為過度充電、充電不足及過熱而損壞。



Bourns® SM91502AL
單通道隔離變壓器

在設計 BMS 系統時，請注意有兩個主要部分需要加以思考：搭配線路驅動器使用的功率電平電路，以及設計的訊號線驅動器部分。此外，將隔離和安全裝置裝入 BMS 時，最佳的位置在哪裡？從磁性組件的角度來看，變壓器通常負責提供低壓側和高壓側之間的隔離，同時亦滿足安全和隔離要求。

如何選擇正確的變壓器

要指定用於 BMS 的正確變壓器需要了解電路的關鍵點。峰值工作電壓或是電路將看到的最高輸入電壓包含了開路或閉路條件下的任何瞬態影響。依據狀態，電路可能需要置於過壓類別之中。這暗示需要在標準設計上增加繞組之間的距離，或暗示規格要求更高的 Hi-Pot 測試電壓。知道必須滿足特定或哪些具體標準亦非常重要。需要思考的標準可能包含 IEC、UL、VDE、CSA 或這些標準的組合。

接下來則是必須確定需要哪些額外的絕緣水準來保護用戶，或者是否變壓器可單在功能水平上運作一僅在電子電路內？這是電流隔離發揮作用之處，可確保電路保持分離，以消除雜散電流以及減少不必要的接地迴路的變化。透過強化絕緣，這為使用者提供了額外的保護度。

適用於電池管理系統的電源和信號磁性解決方案



Bourns® HCT 系列變壓器



Bourns® SM91501AL
雙通道隔離變壓器



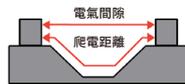
Bourns® SM91502AL
單通道隔離變壓器

影響變壓器選擇的其他因素

可能影響設計的其他因素包括環境因素，例如所選擇的變壓器必須運作所在之處的海拔高度、污染程度、灰塵和污垢，或是濕度。此外，思考可能需要滿足其他具體的測試要求亦是重要的，例如需要滿足哪個局部放電測試或長期可靠性測試才能符合特定的標準。對於與變壓器有關的距離主題，則是爬電距離和電氣間隙。爬電距離係指沿著兩點表面所測量出來的兩點之間的距離。電氣間隙是指兩點之間只有空氣間隙的兩點之間的距離（見圖 1）。

要選出正確變壓器所需要了解的事項

- 峰值工作電壓
 - 過壓類別 / Hi-Pot 測試電壓
 - 需要滿足的具體標準
 - 所需要的絕緣等級
(功能絕緣、基本絕緣、補充絕緣、增強絕緣)
- 運作條件:
 - 海拔高度高於海平面
 - 污染程度
 - 具體的測試要求，亦即，局部放電測試
(評估絕緣系統的長期可靠性的測試)



峰值工作電壓



過壓類別



海拔高度
(高於海平面)



絕緣等級



標準：
IEC 62368
IEC 60664
IEC 61558

圖 1: 這張圖表涵蓋在設計 BMS 變壓器之前，我們需要知道的最常見要素。

在設計 BMS 時，可使用多種拓撲，具體取決於應用和所需要的認證。在比較不同的變壓器拓撲時，沒有正確或錯誤的使用指示。某一個拓撲可能比另一個拓撲來得更適合某個應用。在決定拓撲時，主要的考量是材料的磁滯迴線，而不是每種拓撲類型的工作模式（參見圖 2）。

適用於電池管理系統的電源和信號磁性解決方案



Bourns® HCT 系列變壓器



Bourns® SM91501AL 雙通道隔離變壓器



Bourns® SM91502AL 單通道隔離變壓器

影響變壓器選擇的其他因素 (續)

隔離式電源轉換驅動器 - 拓撲



圖 2: 此圖表顯示與每種拓撲的操作模式(藍色)相反的材料磁滯迴線(紅色)。

推挽操作實際上使用整個磁滯環，而馳返變壓器則使用磁滯環的較小部分。馳返變壓器被認為具有單象限工作模式。為了以拓撲作為基礎來進行更具體的比較，Bourns® 製作出一個比較圖 (參見圖 3)。在後文中，我們將討論新型 Bourns® HCT 系列推挽式拓撲變壓器。

隔離式電源轉換驅動器 - 拓撲

隔離電源拓撲比較

參數	傳統馳返	PSR馳返	開環推挽	閉環推挽	隔離電源模組	帶有數位隔離器的隔離電源
輸出功率電平	彈性 (取決於變壓器和 PWM 控制器)	5 W 至 7 W	5 W	彈性 (取決於變壓器和 PWM 控制器)	0.5 W	0.65 W
輸入電壓範圍	高達 42 V / 65 V	高達 42 V / 65 V	高達 5.5 V	高達 75 V	高達 5.5 V	高達 5.5 V
輸出調節	1% 或更少	1%	5% 至 10%	1% 或更少	1.5%	1%
分立元件數量	多於 30	21	10	46	少於 10	少於 10
隔離等級	彈性 (取決於變壓器和 PWM 控制器)	5000 Vrms 增強	5000 Vrms 增強			
排放	高	高	低	高	低	中到高

圖 3: 這個比較圖涵蓋了可用來設計 BMS 的多種隔離電源拓撲。

適用於電池管理系統的電源和信號磁性解決方案



Bourns® HCT 系列變壓器



Bourns® SM91501AL
雙通道隔離變壓器



Bourns® SM91502AL
單通道隔離變壓器

影響變壓器選擇的其他因素（續）

HCT 系列的推挽式電源線驅動器可在無調節或調節的系統環境中運作。如圖 3 所示，Bourns® 亦提供多種馳返式解決方案。Bourns® 還提供 SPI 匯流排或 CANbus 的訊號層運作解決方案，或是您希望用於 BMS 通訊的任何方法。HCT 系列提供薄型元件，其結構內建了極高的爬電距離和電氣間隙距離（大於 8 mm），符合 IEC 中最嚴格的標準。

儘管變壓器最初是針對 TI SN6501 和 SN6505 推挽驅動器晶片組所設計的，但最新版的 HCT 變壓器可與任何「與 TI 晶片組系列的輸入和輸出電壓及功率水平相對應」的 IC 晶片組配合使用。例如，型號 HCTSM110103HAL 是汽車等級且符合 AEC-Q200 標準。對於必須符合 RoHS 和 REACH 的無鹵、無鉛操作及更大溫度範圍等 EHNS 要求的車輛應用，這個型號是款出色的解決方案。

與同業產品相比，HCT 系列最獨特之處在於緊湊的封裝滿足高爬電距離和高電氣間隙距離。如圖 4 所示，接頭的設計圍繞著內部磁芯並纏繞到接頭的另一側的引腳。這會產生所謂的「蓋子」，亦即環繞線圈周圍的一個外殼，它延長了爬電距離和電氣間隙路徑，而不僅僅是兩個針腳之間的距離（紫色線）。

核心到引腳的距離

HCT系列

爬電距離 = 紅色

若無蓋壁，則為 50 %

· 同業產品概念

加長的蓋壁 - 距離更大

· Bourns 產品概念

電氣間隙 = 紫色

焊盤上限之間的距離

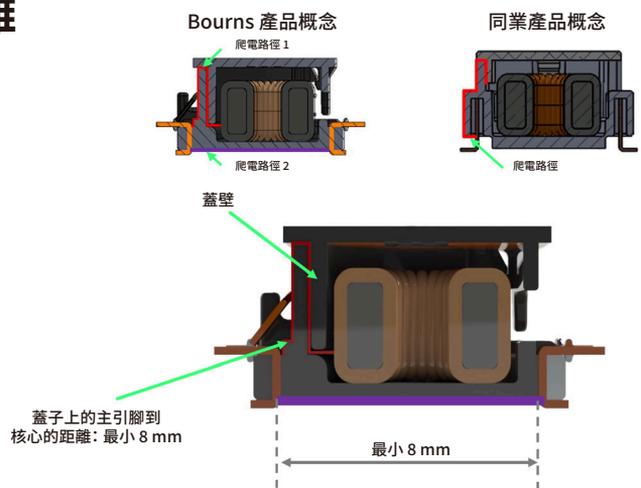


圖 4：請注意，即使在更為緊湊的封裝中，Bourns® HCT 產品的爬電距離和電氣間隙仍得以維持。

適用於電池管理系統的電源和信號磁性解決方案



Bourns® HCT 系列變壓器



Bourns® SM91501AL
雙通道隔離變壓器



Bourns® SM91502AL
單通道隔離變壓器

影響變壓器選擇的其他因素（續）

因此，接頭的類型不再是達到爬電距離和電氣間隙上限的門控因子。實際上是針腳間距，因此為了滿足 10 毫米的爬電距離和電氣間隙距離，設計人員所要做的是選擇稍微延長的接頭並增加兩組針腳之間的距離。

具體參考 TI 晶片組，未調節和調節部分的推拉時序，以及 FET 的交替開關（圖 5 中的 A 點和 B 點）顯示你放入什麼就會輸出什麼。這表示 C 點成為一個未調節的操作。此設計可以提供一對一訊號或從 A 和 B 到 D 的電壓轉換。這兩種方式中，不管是哪種方式，沒有輸出可能將訊號往上帶到具有紋波的 DC 水平。為此，設計人員可能必須添加一個 LDO 或小型輸出電感器。結果可能是一個真正的 DC 電壓，帶有來自推拉驅動器的紋波輸出。

推挽時序

推挽驅動器的輸入/輸出波形

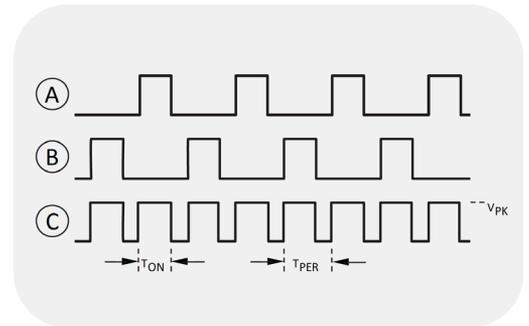
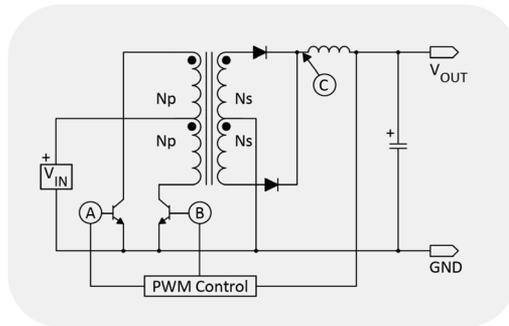


圖 5：請注意典型推挽驅動器的這些輸入/輸出波形之間的關係。

適用於電池管理系統的電源和信號磁性解決方案



Bourns® HCT 系列變壓器



Bourns® SM91501AL 雙通道隔離變壓器



Bourns® SM91502AL 單通道隔離變壓器

影響變壓器選擇的其他因素（續）

對於 BMS-SPI 介面，所使用的 Bourns® 隔離變壓器基本上是隔離變壓器的擴展，具有某種類型的傳輸線要求，例如共模扼流圈、共模扼流圈加電容，或內建於一體的共模扼流圈、電容器和電感器組合（參見圖 6）。適用單通道和雙通道應用的 Bourns® SM915xxAL 系列訊號變壓器可透過汽車級封裝滿足所需要的一切要求。Bourns® 公司有類似的解決方案，可透過隔離變壓器或以小型晶片作為基礎的共模扼流圈的組合來滿足類似的要求。

BMS-SPI 介面的 Bourns® 隔離變壓器

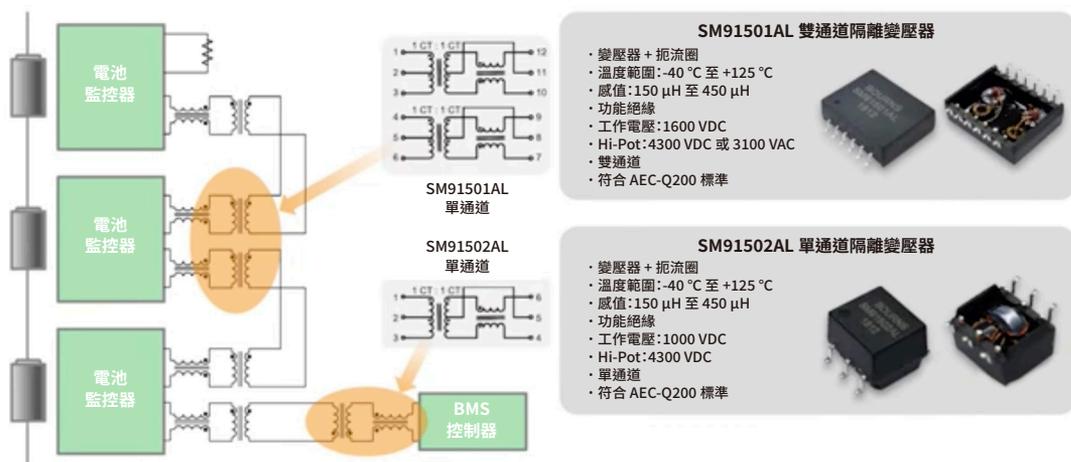


圖 6. Bourns® 有多種用於 BMS-SPI 介面的單通道和雙通道隔離變壓器選項。

安全性和隔離在 BMS 的設計過程中扮演重要的角色。低壓和高壓之間的隔離要求可透過不同的方式來實現。即便如此，通常還是要靠變壓器來滿足嚴格的安全要求。因為 Bourns® 多年來一直致力於開發解決方案來滿足功率面和訊號面 BMS 的獨特性能和 safety 要求，因此無論具體應用為何，Bourns® 的磁性元件都可以提供理想的 BMS 隔離解決方案。

www.bourns.com

BOURNS®

Americas: Tel +1-951 781-5500
Email americus@bourns.com

EMEA: Tel +36 88 885 877
Email eurocus@bourns.com

Asia-Pacific: Tel +886-2 256 241 17
Email asiacus@bourns.com