

讓世界更綠～ 無所不在的電力電子

文・圖／陳德玉

當全球暖化、海平面上升、氣候劇變這些原本只出現在電影《不願面對的真相》、《明天過後》中的災難漸漸變成現實，減少碳排放已經成為21世紀人類最大的挑戰之一，在此同時，能源還需繼續成長以維持人口及經濟之成長。為了人類的永續生存，現今使用的能源不只須要改成潔淨能源，而產生出的能源也要更有效率的應用。

電力電子（Power Electronics）正是能達到綠色能源與更高能源使用效率的關鍵技術之一。能源中大部分需要經過處理後轉換成電能以供使用，電力電子就是有效轉換電能的關鍵技術。如圖1所示，左邊的輸入端為電能能源，可能是電力公司輸送到家裡或工廠的交流電源（AC Power）、也可能是太陽能電池、風能或各式各樣電池。在輸出端負載可能是電器用品如電腦、家電、馬達、電動汽車或LED電燈，甚至是交流電源電網。中間負責將電能轉換成適合負載使用之電能的部分就是電力電子的領域，這一過程效率越高，浪費的能源就越少。據估計，最近10年來全球在這方面的努力已可減少上百座核能發電廠。就像我們的老阿嬤常說的：『省下來的才是真正賺到的』，放在今日的能源現況一樣適用。

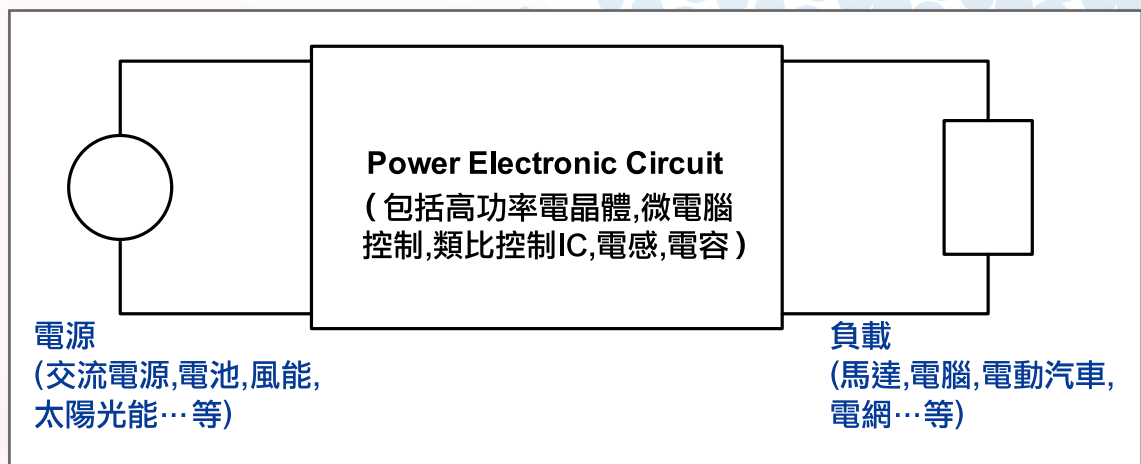


圖1：電源系統示意圖

無所不在的應用領域

任何電器產品都需要有經過適當處理的電源，才能正常工作，今日許多驚人的發明包括ipad、iphone、電動汽車、機器人、雲端儲存，如果沒有新穎電力電子技術也沒辦法達成。所以電力電子技術常被稱為促成技術（Enabling Technology），意思是能幫助其他技術實現的技術。沒有一種電器產品中，沒有使用電力電子技術，而此技術也日新月異，要求更精細、更便宜，而且更“綠”。

以圖2的數位相機電源系統為例，電源為電池，經過電力電子技術供應大約8種不同的電源，有直流也有交流電源，提供電源給相機不同部分如電腦晶片、記憶體、馬達、閃光燈和顯示螢幕。這些部分的電源需求各不相同，不只電壓高低、電流大小不同，還有許多特殊的電源需求，需要的技術也不同。唯一的共同點是電能轉換過程中轉換效率要高，也就是轉換過程中的能量損失要小，以減少電器溫度上升，同時增長電池使用時間並節省能源。

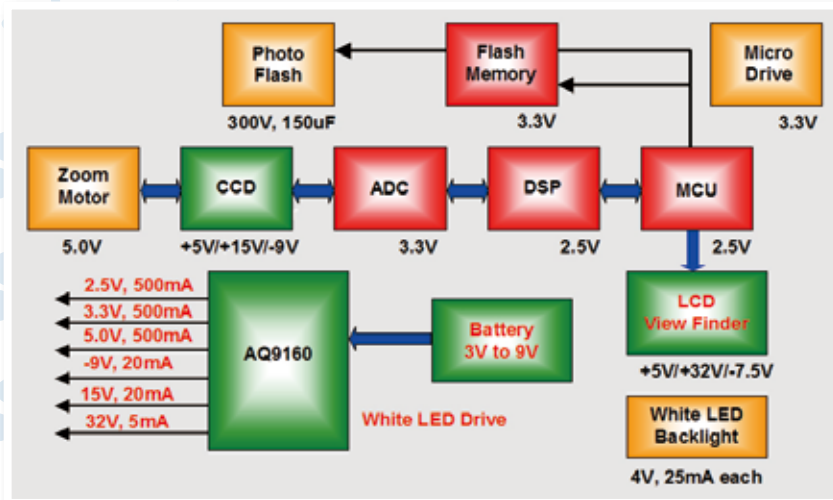


圖2：數位相機電源系統



圖3：電動車與油電混合車電源需求

至於高電能的應用，如圖3的電動車與油電混合車，使用大型馬達，對於電源的需求又有不同的考量及技術需求，為了驅動馬達，需要一個特殊的驅動器（Driver）來控制提供給馬達的電源，進而控制馬達的轉速及力矩（Torque）等等。在這類應用，電能轉換之效率更是最重要的考量。

電力電子技術內涵

簡單來說，電力電子技術是使用電子元件如電晶體、電容、電感組成轉換器（Converter）電路，透過適當的控制電晶體開關以達成電源轉換的技術。所以電力電子需要許多不同領域的技術，包括高功率電晶體、轉換器電路、控制理論以及微電子技術。為了控制高功率電晶體開關，需要使用小功率的電晶體進行控制訊號的處理，如同電腦與通訊裝置中進行訊號處理的電晶體，這些電晶體的導通電流很小，電壓也低，可設計成一個控制IC。而電力電子開關同樣使用電晶體，但是為了處理高功率電源，電晶體的導通電流大得多，至

少是千倍萬倍或更多，電壓也高，所以需要很大的晶片面積。例如像人的拇指指甲大小的晶片，可以做成百萬個甚至更多個微電子電晶體，但是只能製成幾個甚至只能做出一顆高功率電晶體。簡而言之，電腦中千千万萬個電晶體是用來處理資料（Data Processing），而電力電子中的高功率電晶體是用來處理電能（Power Processing）以達到綠色電能需求。

臺灣的發展機會

由於可攜式產品的發展越趨輕薄短小，電源系統同樣要求精細跟輕薄短小且轉換效率要高，以近年風行的ipad、iphone為例，沒有精幹短小效率高的電源系統，產品的開發成功是無法達成的。在規劃一革命性電子產品之前，電源系統是首要考量的重點。

另一方面，各種綠色能源的出現以及對轉換效率日益嚴苛的需求，也帶動各種提高轉換效率新技術的需求，許多新的節能控制電路被提出並實現在控制IC上。新的高效率電晶體也正在發展中，包括氮化鎵（GaN）及碳化矽（SiC）電晶體，還有新興產業如智慧電網與電力電子整合、風力/太陽能發電，電動汽車產業和高電壓IC產業。

臺灣由於電子產業的興盛，電源轉換器產業在全球占有一席之地，累積的技術及人才將讓臺灣在綠色能源趨勢下有更多的競逐之地，但未來綠能機會中有許多非臺灣的強項，所以對我們來說是挑戰，也是一個難得的機會。相信在這一塊新興產業中，臺灣將占有重要地位。■（本專題策畫／臺大綠色電能研究中心陳德玉主任）

參考文獻：

- [1]李育明, “認識綠色能源,” 新自然主義, 2007.
- [2]克里斯·古, “綠能經濟真相和你以為的不一樣—3年內, 產業錢景和你我生活將如何改變?” 大是, 2009.
- [3]N. Mohan, T. M. Undeland, W. P. Robbins, “Power Electronics Converters, Applications, and Designs,” John Wiley & Sons, Inc., 2002.
- [4]R. W. Erickson, D. Maksimovic, “Fundamentals of Power Electronics,” Springer, 2001.
- [5] M. H. Rashid, “Power Electronics: Circuits, Devices and Applications,” Prentice Hall, 2003.



陳德玉小檔案

1969年交通大學電子工程系畢業，1975年取得美國杜克大學（Duke University）博士學位。自1975至1979年間，任職於美國紐約州的斯克內克塔迪（Schenectady）之奇異公司（GE）研發總部。

1979至2003年間，任教於美國維吉尼亞州立理工大學（Virginia Tech）電機系，進行電力電子方面研究，期間曾於1998到2003年擔任位於維吉尼亞理工大學的美國國家科學研究中心（NSF）電力電子系統研究的核心教授，並於1986年在維吉尼亞州共同創立Motion Control System公司，並擔任顧問直到2003年夏回臺任教於臺灣大學電機系至今。

陳教授是IEEE院士（Fellow），臺大特聘教授及2011年臺大聯電綠能講座教授。