



熱能管理與轉換的新契機— 熱電技術發展與新應用趨勢

技術主編：朱旭山 H. S. Chu

現職：工研院材化所(MCL/ITRI) 先進金屬與複合材料研究組 正研究員/副組長

學歷：國立清華大學(NTHU) 材料系 博士

專長：熱電材料、熱電模組與系統應用、熱管理材料與散熱元件、金屬基複合材料

眾所周知，早在19世紀時，歐洲的自然學家T. J. Seebeck、J. C. Peltier及W. Thomson等就發現熱電現象，不過一直等到1950年代半導體材料被發現後，材料熱電轉換效率才達到實用化的階段，開始廣泛應用在航太軍用設備、科學與生醫儀器以及無壓縮機冷藏箱等。自2000年起，藉由奈米結構進一步提升熱電材料性能，使熱電技術開始朝向工業及車輛引擎排氣廢熱回收、車用空調等領域推動應用。包括美國、歐洲及日本等大型企業，如GM、Ford、BMW、VW、Toshiba等均積極投入，同時也誕生了許多如GMZ Energy、Alphabet Energy等新創公司。此外，近年興起的5G及AIoT智慧物聯網，對於大量無線傳輸與感測器從環境擷能轉電的需求，更是讓熱電技術在未來產業上擁有巨大應用潛力。

綜觀目前已商業化的熱電材料與應用模組，基本上是以 Bi_2Te_3 系列為主流，但適用溫度範圍通常被限制在 250°C 以下，在更高溫時， Bi_2Te_3 系材料熱電轉換特性會快速衰退；另一方面，中高溫($>250^\circ\text{C}$)具潛力的熱電材料種類繁多，包括PbTe系、 Mg_2Si 系、SnSe系、Skutterudite系等，研究文獻與相關報導雖多，但始終相對缺乏系統性來探究材料微結構與特性之關係，總有見樹不見林的缺憾；此外，熱電轉換模組的外形，長期以來幾乎都是硬式平板狀，假如未來想要擴展到形式多變化的環境擷能，或穿戴式體溫發電裝置，倘若熱電轉換模組能具有軟性可撓的特性，無疑地將具有極大的吸引力，並且大幅提升各種應用的可行性。

有鑑於此，本期熱電材料與應用技術專題，特別安排幾篇高可讀性的文章。首篇為交大材料系吳欣潔老師的「熱電材料相圖研究與應用」，吳老師為目前國內外極少數投入建構熱電材料組成、微結構、相圖及熱電特性間關係之研究先驅者，相信可開拓讀者對熱電材料研究的視野；其次安排研究熱電材料具十餘年經驗的清大材料系廖建能老師之「中高溫熱電材料研究現況」，深入淺出地介紹中溫熱電材料發展情形；第三篇文章屬熱電技術的應用，由工研院電光所劉君愷博士及臺東大學應用科學系朱力民老師合撰的「溫泉地熱熱電發電技術」，介紹利用熱電模組在台東知本溫泉進行熱能回收發電的成果；最後則是工研院材化所陳力祺副研究員的「軟性可撓熱電模組技術與應用」，介紹可撓式熱電技術以及最新應用發展趨勢。相信各位讀者在閱覽文章後，對熱電技術將有更進一步的認識。📖