

全球軟性混合電子產業與技術發展概況

台灣亞太產業分析專業協進會 101 年認證產業分析師 羅宗惠

一、軟性混合電子產品目前正從研發階段邁入商用化

軟性混合電子 (flexible hybrid electronics, FHE) 具有可曲面 (curved)、可捲曲 (rollable)、可彎曲 (bendable)、可摺疊 (foldable)、可撓式 (flexible) 及可延伸性 (stretchable) 的特性，應用於穿戴式裝置上，除能提供更舒適地使用使用者體驗外，亦可針對不同配戴部位的活動量和彎曲度差異來設計，讓貼附於身體上之生理訊號偵測更加準確與便利，進而實現預防醫學及自主健康管理的目的。此外，藉由「軟」的特性搭配適當的外觀設計，亦可讓相關產品更加融入，甚至完全隱藏至其它載具 (如：衣服、坐墊或個人空間裝潢) 當中，進而提升科技感與生活美學，例如：BMW iNEXT 概念車內部即呈現出簡約時尚的風格。

除此之外，FHE 大幅減輕了產品的重量，對於部份大型載具 (如：航空器) 來說可減少燃料的消耗，根據 BOEING 公司對於 FHE 優勢的描述，1% 的重量減少即可節省數十億的營運成本。進一步來說，軟性混合電子的發展亦將對終端產品產生實際的影響，其中包括：外觀的改變，如：曲面手機或電視；外觀無太大改變，但價值與功能有顯著的提升，如：具有顯示功能的智慧車窗、可偵測睡眠品質之智慧床墊；以及催生出新型態的產品，如：皮膚貼片。若依照使用情境對產品進行分類，大致上可區分成 *Clothe the body*、*On/In the body*、*Outside the body*，不同類別之技術發展重點亦不相同。

二、研發機構扮演初期發展重要的角色

隨著各項終端應用的展開再加上相關產品所需要的功能日漸多元，讓零組件以及次系統於滿足 Flexible 以及 Stretchable 的特性上更加複雜，進而驅動新材料、新製程以及相關整合性技術的持續發展，而現階段國際上於軟性混合電子技術的投入非常積極，雖可見到許多知名企業投入，但由於技術仍屬於發展初期，研發/學術單位對於技術的創新仍扮演非常關鍵的角色。

就目前各主要國家於此領域之發展概況觀察，美國扮演全球領頭羊的角色，除了有許多公司以及研究機構持續投入研發資源發展相對應的技術外，亦可見到推動商業化之組織於全球各地積極運作，例如：2015年由美國國防部以及 FlexTech 聯盟合資成立的 NEXTFLEX，其宗旨在於推動美國軟性混合電子的商業化，該組織除了本身具有研發團隊外，亦透過資金贊助的形式，提供外部團隊打造創新產品，除此之外，歐洲區域、日本、韓國、中國大陸以及我國皆可見到知名研究機構投入研發（詳見表 1）。廠商部份，依照領域別的不同則可見到相對應的公司投入（詳見表 2），其它週邊關聯性產業還包括：生產設備、紡織、生物醫學等。

表 1 全球 FHE 主要研發機構

國家	研究機構
美國	NEXTFLEX
德國	Fraunhofer
荷蘭	Holst Center
比利時	IMEC(Interuniversity Microelectronics Centre)
芬蘭	VTT Technical Research Centre of Finland
英格蘭	The London Centre for Nanotechnology
日本	AIST (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)
韓國	Korea Institute of Industrial Technology
中國大陸	Chinese Academy of Sciences
台灣	ITRI (Industrial Technology Research Institute)

資料來源：工研院產科國際所 ITIS 研究團隊(2019/11)。

表 2 全球 FHE 廠商列舉

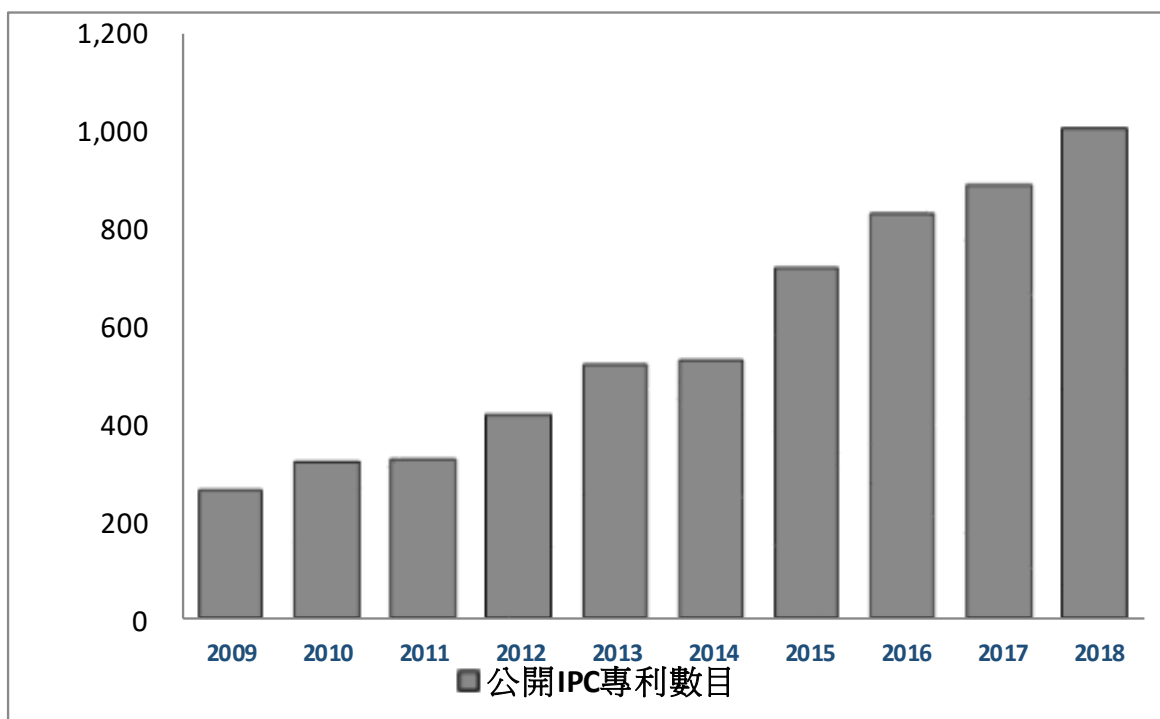
領域	廠商名稱
材料	Corning Inc.、Schott AG、Fujifilm、DuPont
導電墨水	E-Ink、Averatek、NovaCentrix
感測器	Acellent Technologies、Epicore Biosystems
電池	Imprint Energy Inc.、Enfucell、Heliaatek、ProLogium
通訊模組	SI2 Technologies、Thinfilm、PragmatIC
半導體晶片	American Semiconductor
面板	LG Corp.、Samsung、JDI、Plastic Logic
導電模組/PCB	Jujo Chemical Co.、Engineered Materials Systems、Toyobo

資料來源：工研院產科國際所 ITIS 研究團隊(2019/11)。

三、軟性混合電子技術熱度顯著加溫

根據 NEXTFLEX 的定義，軟性混合電子 FHE (Flexible Hybrid Electronics) 是以具備彈性和低成本之特性並以塑膠材料為主所形成的柔性基板搭配半導體元件所組合而成，相較過去所熟悉的軟性電子 FE (Flexible Electronics)，FHE 兼具 FE 的可伸展性和半導體的運算效能，為可獨立運作之完整系統並且於部份應用領域以新型態的產品樣貌呈現。

綜合歸納目前市面上所公開之 FHE 系統，雖然在功能與外觀上截然不同，但廣義的來說，FHE 主要硬體元件可拆分成：1) 柔性基板。現階段除了常見的玻璃、塑膠、聚合物外（例如：軟性面板），各界仍持續研發創新的材料，希望在軟性、可拉伸或者透明等特質上有所突破；2) 基礎電路。將導線印刷或整合在基板上，甚至直接利用導電墨水來製作電路和導電區域，例如：印刷式天線；3) 半導體元件為打造較複雜之 FHE 系統之必備硬體單元，亦是許多產品功能之核心所在；4) 其它還包含薄膜電池、被動元件、Display、發熱器、通訊模組等，此單元則是依照需求而彈性配置。除了上述所提及之硬體外，FHE 系統於發展初期，不同單元之間訊號傳輸與處理亦是系統開發者會面臨到的技術問題。



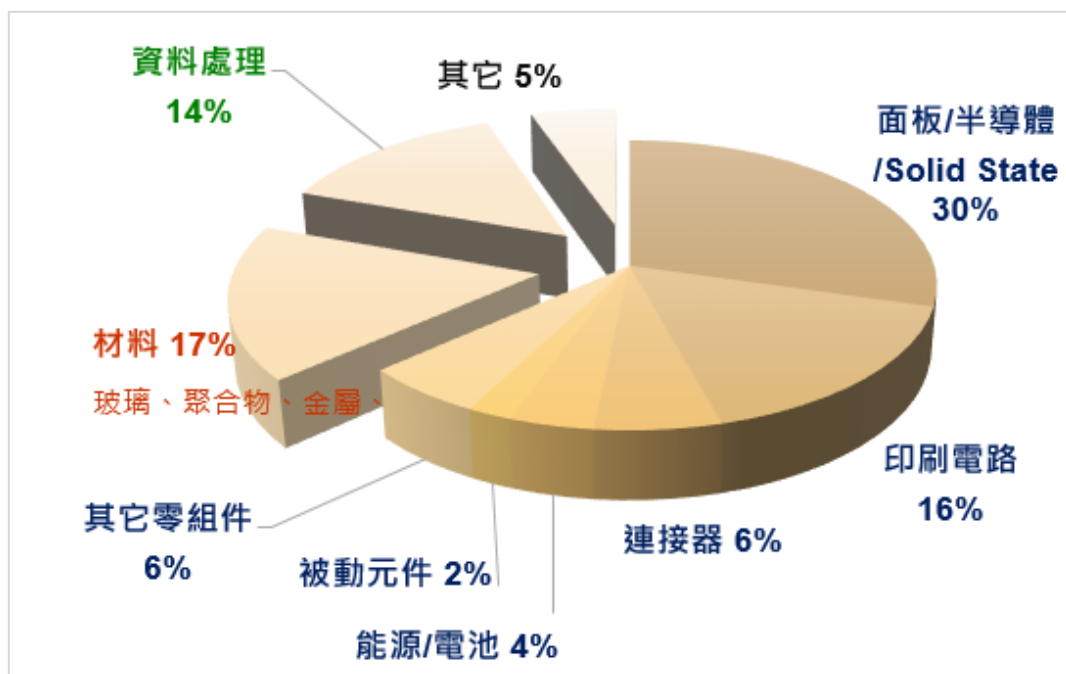
資料來源：工研院產科國際所 ITIS 研究團隊(2019/11)。

圖 1 近十年軟性電子 IPC 專利數量趨勢

就技術發展的屬性來說，FHE 是以 FE 為基礎而持續進化之綜合性技術，而歷年來所累積之 FE 相關研究亦成為發展 FHE 重要的能量，反過來說，FHE 的推動亦使得 FE 技術持續發展。從 FE 技術投入的熱絡度來觀察，若以近十年（2009~2018）所發表之 IPC 專利總數為母體來觀察每年分佈情況（如圖 1 所示），大致上呈現逐年上揚的趨勢，而更有 47% 的 FE 專利發表於近三年（2016~2018），此數據顯示軟性或軟性混合電子相關的技術熱度有顯著的增加。

四、結論

從技術的領域別進行歸納，又可區分成材料、零組件以及資料處理三大類別（如圖 2 所示），其中材料類別包含：玻璃、聚合物、金屬、奈米結構、鍍膜、化合物等；零組件類別則包含：半導體/面板/Solid State、印刷電路、連接器、能源/電池、被動元件以及其它（例如：加熱器）等。進一步觀察 2016 至 2018 年技術領域別之分佈，零組件之相關技術比重最高，佔了整體的六成以上，這其中又有高達七成以上的比重與半導體/面板/Solid State 以及印刷電路二個項目相關，若從整體零組件的觀點來看，則又可區分成元件/設計/裝置以及製程相關技術。綜合以上分析結論，若從單獨的硬體單元角度來看，FHE 系統之發展將側重於半導體（例如：Sensor、電源管理、記憶體、通訊晶片等）以及印刷電路。



資料來源：工研院產科國際所 ITIS 研究團隊(2019/11)。

圖 2 近三年軟性電子 IPC 專利技術領域

就國內發展情況來看，我國於各項次系統技術領域皆具備一定程度的研發能量與全球地位，建議未來可朝向串連 ICT（資通訊）與其它關聯性產業（如：紡織、生醫）方向發展，並建構軟性混合電子設計製造平台，進而加速技術開發與縮短適切產品推出的時程以取得市場先機。另外，透過法人與業界技術開發分工合擊的策略並結合政府的資源投入，積極發展生態圈的成形，藉此提升產業界自主創新以及發展高附加價值的能力。

（本文作者為工研院產科國際所執行產業技術基磐研究與知識服務計畫產業分析師）

原文出處：ITIS 智網 <http://www.itis.org.tw/>