

# 綠能產業發展策略與推動 計畫

綠能產業商情動態評析第四季季報

104 年 12 月

## 目 錄

|   |    |
|---|----|
| 一、電子專業代工大廠 Flextronics 併購美國太陽光電追日系統廠商<br>NEXTracker.....          | 1  |
| 二、Kyocera 與韓華 Q-Cells Japan 之太陽能電池專利訴訟達成合解 .....                  | 4  |
| 三、美國多晶矽晶圓廠商 1366 科技 “Direct Wafer™” ，推升多晶 PERC<br>電池效率達 19% ..... | 8  |
| 四、LED 元件技術發展概述.....   | 12 |
| 五、由 Osram 欲出售照明事業部，看照明市場發展趨勢.....                                 | 16 |
| 六、德國離岸風電發展現況與展望.....  | 20 |
| 七、全球智慧溫控器市場發展趨勢.....  | 23 |
| 八、日本家庭能源管理系統市場發展趨勢.....   | 28 |
| 九、本季重要商情分析.....   | 33 |

## 圖目錄

|     |                             |    |
|-----|-----------------------------|----|
| 圖 1 | Osram 照明營收變化.....           | 17 |
| 圖 2 | Osram LED-Base 占營收比重.....   | 18 |
| 圖 3 | 德國離岸風電開發流程.....             | 21 |
| 圖 4 | 2009~2018 年德國離岸風電新增裝置量..... | 21 |
| 圖 5 | 智慧溫控器市場規模.....              | 24 |
| 圖 6 | 日本家庭能源管理系統示意圖.....          | 28 |
| 圖 7 | 日本家庭能源管理系統市場規模.....         | 29 |
| 圖 8 | 2014 年日本家庭能源管理系統廠商市佔率.....  | 30 |

## 表目錄

|     |                                 |    |
|-----|---------------------------------|----|
| 表 1 | LED 產業鏈降低成本驅動因素.....            | 12 |
| 表 2 | LED 磊晶評估指標.....                 | 13 |
| 表 3 | 智慧溫控器代表性產品規格分析.....             | 25 |
| 表 4 | 日本住宅建造商設置 HEMS 搭配創能與儲能設備概況..... | 31 |
| 表 5 | 日本 HEMS 價格案例.....               | 32 |
| 表 6 | 第四季躍升產業發展對我國相關產業之正負影響.....      | 33 |

# 一、電子專業代工大廠 Flextronics 併購美國太陽光電追日系統廠商 NEXTracker

工研院 IEK 楊翔如

## (一)事件描述

2015 年 9 月 17 日電子專業代工大廠 Flextronics 宣佈併購美國太陽光電追日系統廠商 NEXTracker，金額 2.45 億美元，若另達成業績目標再增加 8,500 萬美元，合計 3.3 億美元。

收購完成後 NEXTracker 將成為 Flextronics 旗下部門，繼續以 NEXTracker 品牌對外銷售，團隊仍由原本 NEXTracker 執行長 Dan Shugar 帶領，此交易預計於 2015 年底正式完成。

## (二)事件分析

### 1. 電子專業代工大廠 Flextronics

Flextronics 是全球著名電子產品研發設計及製造服務供應商(EMS；Electronic Manufacturing Services)，1969 年在美國矽谷創立，1981 年在新加坡設立工廠，是美國第一家踏出海外設廠的製造商。

總部設於新加坡，全球據點超過 30 個國家，員工超過 20 萬人，涉及之產業橫跨汽車、電腦、電子消費品、工業、通訊設備、醫療、移動通訊等行業，提供產品的設計、製造、物流和後續維護，幫助客戶優化供應鏈、縮短量產所需時間、降低資本投入和生產成本。Flextronics 透過併購拓展領域、擴大其規模經濟，收購案例較著名例如 Nortel Networks、Solectron、Motorola 的天津和巴西工廠等。

### 2. 美國追日(tracker)系統廠商 NEXTracker

NEXTracker 是全球知名追日系統供應商之一，以品質優良的追日系統著稱，其各列獨立的支架可安裝於多種廠址，且運維成本低、運作穩定性高，大幅增加太陽能系統發電量。NEXTracker 則宣稱其系統可較未安裝之前提升 3 成的發電量，此外 NEXTracker 其基樁間間距拉長為 8 公尺，可減少基樁數量達 3 成，也減少了鋼材用量與相對應的成本，對於電廠來說可降低裝設成本、增加發電收益。

NEXTracker 在 2014 年出貨量 275MW，受惠於 SunEdison 簽訂的三年 1.85GW 的出貨合約(2015 年 2 月 NEXTracker 已向美國 SunEdison 供應 223MW

的單軸太陽能追日系統，使用於智利 142MW 案場及洪都拉斯 81MW 案場)，預期 2015 全年將出貨超過 1GW。也因獲得 SunEdison 的大訂單，2015 年 2 月 NEXTracker 宣布獲得創投投資 2,500 萬美元，又旋即 9 月出售予 Flextronic。

### 3. 追日系統種類眾多，電廠整體投報率是評估關鍵

目前太陽光電應用以大型地面電廠為主，如何降低發電成本和提升發電效益，是電廠營運首要目標，採用追日系統即為其中一種方法。追日系統的類別多元，例如雙軸、單軸、主動式、被動式等，除了目前主流的太陽光電(PV)系統之外，聚光型太陽能(CPV)系統也多使用追日系統。

安裝追日系統後發電量效果提升顯著，加上目前仍以大型地面電廠為主，特別是在地廣人稀例如沙漠等地之案場，喜歡搭配追日系統。一些大型系統商也會自行開發追日系統，例如 Sunpower 和 First Solar 都有單軸追日系統(Single axis tracker)；其他追日系統廠商尚有 SPG Solar、Sedona Energy Labs、PV Trackers、QBotix(2015 年 8 月宣布停止營運)等等。

除了大型地面電廠以外，因應目前分布式系統(Distributed System)概念的推行，追日系統亦可適用於商業型、雪地用、農地用或容量較小之系統。例如我國系統商上陽光電(TOPPERSUN)推出追日系統「iPV Solar Tracker」，宣稱有效增加整體發電量至少 35% 以上。

不論何種追日系統，均訴求可使太陽光電模組跟隨日照角度轉動，致力讓模組與光線成垂直，接觸到最多的太陽光，可有效提升系統發電量；但安裝追日系統必須新增期初建設支出和後續維運費用，因此如何達成電廠整體最佳投資報酬率(IRR)，是為採用追日系統的評估決策標準。

## (三) 評論與建議

### 1. 透過系統週邊零組件提升 LCOE

近年各國 FIT 補助逐漸退場，LCOE(Levelized cost of electricity，每度電均化成本)成為再生能源開發的重要指標，任何有助於降低發電成本或是提升發電效率的產品，是為投入佈局的新依據。以高效率電池和模組知名的 Sunpower 為例，面對市面上大量低價產品競爭，無法僅以高價的高效率模組對抗之，因此 Sunpower 從系統週邊零組件著手，包括單軸追日系統、屋頂支架、監控系統、清洗模組機器等，希望以降低整體系統端的生命週期成本，保持其優勢。

## 2. QBotix 2015 年 8 月停止營運，顯示市場考驗嚴格

QBotix 位於美國加州矽谷，2013 年 2 月第一家推出使用移動式機器人的雙軸追日系統(Dual axis tracker)，在模組之間設置軌道，以機器人巡回調節模組朝向。QBotix 曾取得美國能源部 SunShot 計劃 100 萬美元的研究補助，亦曾在美國、日本、英國的專案中使用，可惜仍不敵成本壓力退出，2015 年 8 月 QBotix 正式停止運營。

QBotix 的追日系統在太陽模組各陣列間以連桿連接，但如此一來連桿會擋住陣列間的通道，必須留下維修通道的空間，減少整個電廠可安裝面積。相對於 NEXTracker 則採用各自獨立單軸系統，比較不會有這樣的問題。

對於新產品新技術而言，產品開發概念必須由單一產品單一模組，轉為系統整合，才可使新技術新產品在競爭激烈的市場中生存。

## 3. 追日系統採用的平衡點

是否採用追日系統，必須拿捏一個平衡點，否則就算達到最佳的追日效果但成本增加太多，導致電廠回收年限過長也不可行。以美國市場觀察，採用的追日系統多為單軸為主，雖然單軸追日的發電量不如雙軸追日，但單軸成本也不像雙軸追日高，因此若以規模經濟的角度出發，單軸追日反而可達到較佳整體效益。

## 4. Flextronics 自行推出 total solution 的可能性

近年太陽光電產業崛起，Flextronics 亦從其擅長的代工角色切入太陽光電產業，例如 2009 年 5 月宣佈取得 Enphase Energy 的 micro inverter 代工訂單，2010 年 3 月取得前歐洲太陽能龍頭 Q-Cells 代工訂單，亦曾取得 SunEdison 的模組代工訂單。截至 2014 年底，Flextronics 擁有 1,375MW 模組產能，其中 1,200MW 位於馬來西亞。

本次 Flextronics 收購太陽光電追日系統廠商 NEXTracker，被視為對太陽光電產業長期持正向態度，普遍認為將可發揮設計和製造上的專業，讓追日系統成本有效降低，使專案採用追日系統的普及程度更高。未來 Flextronics 是否自行推出 total solution 的可能性?目前至少短期內可能性不高，因為 Flextronics 目前的營收著重在智慧手機、蘋果相關產品等；此外 NEXTracker 享有品牌知名度，收購後仍維持其品牌；1,375MW 的太陽光電模組產能應依然維持代工策略。

## 二、Kyocera 與韓華 Q-Cells Japan 之太陽能電池專利訴訟達成合解

工研院 IEK 王孟傑

### (一)事件描述

日本電子產品大廠 Kyocera(京瓷),與韓華 Q-Cells Japan 達成專利訴訟之合解協議。Kyocera 原本擁有之太陽能電池「三柵線構造」專利(日本專利局第 4953562 號),將透過交叉授權的方式與韓華 Q-Cells 互相利用,因此達成和解。

兩家公司將以活用雙方的專利,並藉此開發更具魅力的產品。

### (二)事件分析

#### 1. Kyocera 簡介

Kyocera 為發源於日本京都的重要企業,由知名企業家稻盛和夫所創辦,其業務範圍包括電子機械、資通訊產品、太陽能電池、陶瓷材料、寶飾等,同時也是 UFJ 集團綠之會的加盟企業成員。

該公司自 1975 年起投入太陽能領域的研究,長期以來試圖研發並生產各種具備技術革新性的太陽能電池。矽晶太陽能產品為其主力產品,過去曾經堅持採用多晶矽晶圓為基板生產具有成本與效率兼具的太陽能電池,但隨著競爭者快速增加且全球產能過剩的情況下,開始往高效率太陽能電池的方向發展,以做為市場之區隔。

Kyocera 曾經是全球太陽能電池領導廠商之一,2008 年以前與 SHARP、三菱電機、三洋電機(現今 Panasonic)並列日本四大太陽能企業;但隨著德國與中國大陸廠商之崛起,其領導地位已被取代,甚至一度面臨經營上的困難。

然自 2012 年起,日本市場開始興旺,使得 Kyocera 之太陽能市業得以恢復正常。除了生產太陽能電池外,同時也在國內經營系統安裝之業務,直到現在仍是日本國內垂直整合的重要廠商。

#### 2. 韓華 Q-Cells 簡介

韓華 Q-Cells 之前身為德國太陽能電池廠 Q-Cells。在 2010 年之前,以德國為中心的歐洲太陽能市場的拉動下,Q-Cells 快速成為全球領導的太陽能電池生產商,2007 年取代 SHARP 成為全球第一,直到 2009 年被 First Solar 取代。

2009 年後全球景氣不佳,Q-Cells 之經營急轉直下,除了逐步售出薄膜技術等企業外,更於 2012 年正式宣佈破產,並由韓國韓華集團收購。

韓華集團為韓國大型化學品、鐵工、機械設備、汽車零組件、IT 相關產品之多元發展集團，在收購大陸林洋太陽能與 Q-Cells 後，成為韓國最主要的太陽能廠商，並於 2015 年統一品牌為韓華 Q-Cells。

### 3. 專利事件之始末

Kyocera 於 2012 年九月初正式公告已在日本取得三柵線式太陽能電池專利之登錄，此舉引發業界一陣嘩然，對於當時已在雙反、歐債等不利因素下苦撐的太陽光電廠商而言，可說是另一個沉重的打擊。

柵線(bus bar)為傳統矽晶太陽能電池之重要結構，其主要功能為太陽能電池之輸出入電子之電極；一般太陽能電池之電子在吸收陽光能量後，會由表面之細柵線(finger)初步引導至主柵線，再由主柵線上所焊接之匯流導線(ribbon wire)送至下一顆串聯的電池，使電子與能量傳遞至接線盒(Junction Box)後輸出，而達到發電的機制。

在 2009 年之前，矽晶太陽能電池之主柵線數目大部份為二條，這是由於過去較流行五吋電池(125mmX125mm)之規格而設計出來的型態；然隨著六吋矽晶電池生產愈來愈廣泛，為了減少電子在擴大的表面積上移動的距離，三條主柵線結構的電池設計開始流行，這樣使得電池轉換效率提高 0.2~0.4%；此類規格很快地成為新的產品型態，模組設備商也自 2009 年後陸續推出三柵線，或是二、三條柵線可切換式串焊機，以因應此趨勢。此外，日本三菱電機在 2009 年下半年更推出四條主柵線之太陽能電池，使得市面上的矽晶太陽能產品以三種不同型態呈現。

由於日本自 2012 年成為全球太陽光電市場注目焦點之一，其誘人的中大型系統 20 年躉購費率，與福島核災後民眾對於綠色環保意識的高漲，都吸引了日本國內外太陽光電廠商的目光，紛紛以合作、代理、合資、在地投資佈局等方式搶進。Kyocera 在此熱潮上突然提出三柵線電極專利，無疑對於所有廠商都是個嚴重的打擊。

然而，自從此專利推出後，Kyocera 一直沒有對任何公司採取訴訟動作，直到 2014 年七月才對於韓華 Q-Cells 之日本子公司進行控告，時經一年後以和解收場。

### (三)評論與建議

在 Kyocera 取得三柵線專利後，若無法有效證明該專利無效的情況下，在日本的銷售可能就要採取要求授權或迴避專利等動作。在迴避專利方面，許多廠商在 2012 年後紛紛推出多柵線之產品，但授權方面，則有多種不同的方式：

1. 交互授權：具備特殊技術之廠商，可與 Kyocera 進行技術交換，也就是不同的專利交互授權。如此可將此構造的電池模組在有限廠商數量下發展，除有效佔據市場外，也避免樹敵太多。
2. 授權予模組商：由日本當地廠商取得銷售授權，並同時取得生產或代工的授權給合作的對象(模組或電池)。然 Kyocera 仍從事此行業之生產，為了維護自身的利益，除非資金充裕，否則廠商可能無法同時取得完整的授權。
3. 授權予電池商：依照專利授權規定，權利人在授權給上游零組件廠商後則不能再授權給相對應之下游廠商，因此對於 Kyocera 而言是較吃虧的作法，很難實現。
4. 直接成為 Kyocera 之代工廠：這是最直接最有益的方式，雙方可以此合作模式而共存共榮。

因此，兩家公司最後以第一種交互授權方式來和解，其意義有二：

1. 可取得實質利益：當初 Kyocera 挑上韓華 Q-Cells 為訴對象，除了市場利益衝突外外，也要考量是否真能夠取得補償。依現實太陽能廠商的營運狀況，能很難有廠商真的有能力支付此賠償金，因此就算花錢打官司，也很難得到好的結果。韓華 Q-Cells 背後有韓國韓華集團的支持，至少是個可預期的賠對象，因此成為 Kyocera 的訴訟目標。
2. 技術上得以更精進：Q-Cells 具備一定的高效率電池技術，尤其該公司的 PEQR 結構 Q-antum 電池為近年主打之產品。Kyocera 若能利用專利之優勢，取得部份 Q-Cells 之技術授權，對於兩家公司在技術提升與市場開拓上都有相當大的幫助。

專利議題在太陽光電產業並不興盛，最主要的原因在於廠商經營狀況都不是特別好，專利戰只是浪費司法資源與官司費用。但近年在導電漿領域中卻不斷有專利議題出現，尤其美國杜邦公司在此方面的動作相對積極，德國賀利氏也在台灣註冊導電漿成份的專利，代表碩禾等新興導電漿廠商除了侵蝕大廠的市場利益外，也有一定的獲利成績。面對此狀況，廠商應有的態度如下：

1. 明確定義產品銷售地區，並適度做專利佈局：專利為屬地主義，在產品銷售地若沒有專利登記，則容易被其他廠商切入搶占市場。因此，在確定產品的主要銷售地後，在當地應進行適當的專利佈局，以保護自身的商業利益。
2. 適度將自有技術作為交換市場的籌碼：以 Kyocera 的案例來看，利用三柵線結構在市場的主流地位，來換取其他公司的技術，可說是專利戰最好的成果模式。若廠商能夠培養一些有價值的專利或技術，在面臨市場及訴訟紛爭時，也可適時作為交換籌碼。這對於仍處獲利的廠商更為重要。

雖然太陽光電產業的專利戰並不如資通訊產業，但歐美日廠商不乏偶爾會採用此作法來打擊獲利良好或有富爸爸的企業。為此，在切入新市場的同時，了解當地廠商之佈局與技術狀況，對於未來在當地之利益可達到一定的保護效果。

### 三、美國多晶矽晶圓廠商 1366 科技 “Direct Wafer™” ，推升多晶 PERC 電池效率達 19%

工研院 IEK 楊翔如

#### (一)事件描述

2015 年 10 月 28 日 1366 科技(1366 Technologies)宣布，客戶端使用 1366 “Direct Wafer™” 開發的鈍化發射極背面接觸(PERC)電池，其平均轉換效率達到 19%，並獲得太陽能全球知名研究機構德國 Fraunhofer ISE 驗證。

1366 科技主要產品 “Direct Wafer™” ，不僅在成本和節省材料有明顯效果，亦是晶圓端的創新。本次其客戶端電池取得 19%轉換效率認證，未來將尋求進一步提升，期待實現多晶電池 20%的轉換效率。

#### (二)事件分析

##### 1. 美國矽晶圓廠商 1366 科技

美國多晶矽晶圓研發公司 1366 Technologies，成立於 2007 年，核心技術是由 MIT 的機械工程系 Emanuel Sachs 教授所開發(目前擔任 1366 的技術長)，總部位於美國麻塞諸塞州 Bedford，主推產品為”Direct Wafer™”，最大的特點在於透過熔融矽(Molten Silicon)直接製造多晶矽晶圓的技術，向爐中投入 Si 原料，工廠最後製出的晶圓和目前傳統太陽能廠從矽晶棒(Ingots)切割而成的晶圓相同，再製成標準尺寸的太陽電池。

與一般晶圓技術最大的不同，在於直接從液態矽產生 6 吋的多晶矽片，以及凝固時自動自行排列(Self Aligned Cell)。透過這些技術的發展，太陽能晶圓成本約可下降 50%，1366 希望最終能達到每度電的成本不高於燃煤發電的目標。

1366 科技致力於轉變矽晶圓的生產現況，與現今多段式、高耗能、高資本投入的矽晶圓製造相較，雖然製程成熟、歷史已數十年，但卻會耗損掉將近一半的矽原料；透過 Direct Wafer 技術可節省製造矽錠和切割出晶圓等工序，因此可將晶圓製造成本大幅減半，至少節省二分之一的成本，且生產的多晶矽片更均勻，品質更好。

1366 科技 2009 年 3 月首次採用 Direct Wafer 試製出小尺寸晶圓，2010 年 6 月成功將用此技術製造的晶圓尺寸增大至太陽光電行業標準的 156mm 平方。

目前 1366 科技約有 25MW 的產能，工廠位於麻塞諸塞州的 Lexington，員工 70 人，生產耗能僅有目前主流製成的 60%。

## 2. 對上游多晶矽和下游電池的推廣

2013年5月全球知名多晶矽廠商日本Tokuyama宣佈與1366科技進行策略聯盟，非股權投資金額1,500萬美元，兩家公司合作研發，Tokuyama以自身多晶矽專長結合1366的獨特長晶技術，加速採用Direct Wafer，期待降低晶圓成本。

Direct Wafer是否能打開市場接受度，電池績效展現是必要證明。採用Direct Wafer製造的太陽能電池逐步提高了轉換效率，2010年8月電池轉換效率僅為14%，2011年7月提高到15%，2012年3月進一步提高到16%。2013年1月向年產能1GW以上的4家大型太陽能電池製造商提供矽晶圓進行測試，結果單元轉換效率的平均值達到17.1%。2014年7月，將單元轉換效率的最高值提高到了18%。

2015年3月，1366科技和Hanwha Q-CELLS宣佈建立長期戰略合作夥伴關係的協議，雙方將共同提升太陽能電池的效率和品質，與此同時大幅降低太陽能電池的成本。兩家公司將共同投入Direct Wafer技術，最終目的是實現Direct Wafer技術的商業化，並應用在Hanwha Q-CELLS的太陽能電池之中；未來如果合作開發成功，雙方有可能將合作擴大到晶圓供應等方面。與Hanwha Q-CELLS的合作對於1366科技而言可說是重大展獲。

2015年10月以156mm平方的無切割多晶矽晶圓Direct Wafer技術為基礎，1366 Technologies成功將多晶PERC電池的均效提升到19%，且此結果已獲Fraunhofer ISE認證。未來目標是生產轉換效率達20%的多晶電池。

單晶產品因轉換效率較佳使得價格較昂貴，市占率則比多晶產品低；多晶產品雖然轉換效率較低，卻因價格優勢，市占率仍明顯高出許多。多晶與單晶各有優點，如何布局選擇一直是熱門討論議題，隨著技術的進步，多晶與單晶的轉換效率差距已越來越小，且多晶具備價格優勢，因此朝向高效率是正確的策略方向，也不見得僅能從單晶著手。1366科技Direct Wafer成功推升多晶PERC電池效率達19%，顯示多晶電池在高效率低成本此需求表現上，技術層面可行度逐漸成熟。

## 3. 持續的資金支持是關鍵

Direct Wafer的概念也不僅只有1366一家公司推出，例如太陽光電多晶矽長晶爐設備供應商GTAT也曾經推出概念相同、訴求降低矽材耗損的技術，可惜GTAT後來轉型未成(供應iPhone6的藍寶石螢幕面板生產計劃失敗)，於2014年10月宣佈破產。

1366 屬於新創公司，2007 年成立至今相對順利的資金籌募，助益持續營運至今。2011 年 9 月美國能源部(Department of Energy；DOE)提供其一筆 1.5 億美元貸款，以大力支持該公司發展多晶矽晶圓技術。

除了政府的資源之外，因具有技術獨特性與革命性，該公司也獲得不少大型投資者注資，包括 GE(奇異電器)、Energy Financial Services、VantagePoint Capital Partners、Hanwha Chemical Corp(韓華集團)、Ventizz Capital Fund、North Bridge Venture Partners 與 Polaris Venture Partners 等。2015 年 4 月，中國大陸創投資公司海銀資本(Haiyin Capital)對 1366 公司投資 500 萬美元，資金用途為紐約州新廠建置，看好其技術發展性，未來也可能積極推動 1366 的矽片技術進入中國大陸。

### **(三)結論與建議**

#### **1. 崛起於多晶矽天價之時，價格急跌面臨營運考驗**

2008 年適逢全球太陽光電市場起飛，產能供不應求，是多晶矽屢創高價的時代，最高為 1 公斤 500 多美元，因此許多訴求節省矽材料的太陽光電技術崛起，例如薄膜、超薄晶圓等，也有許多新創公司成立；1366 的 Direct Wafer 技術，最大訴求也是可節省將近一半的矽材料。

然而歐洲市場緊縮、且多晶矽全球產能開出滿足之後，多晶矽價格一路急速下跌(至今 1 公斤不到 20 美元)，矽晶電池和模組價格亦隨之下降。使得許多訴求創新技術的太陽能廠商，難以對抗低價競爭，無法撐過創業完成商業化階段，陸續宣佈倒閉退出業界，例如 Abound Solar 和 Solyndra 等。同屬於高技術含量的新創事業 1366 公司，順利渡過 2012 年全球太陽光電產業景氣谷底，著實不容易。

#### **2. 1366 的擴產進度和市場實際滲透度，均有待觀察**

雖然驗證在多晶 PERC 電池已達到不錯的轉換效率，然而目前 1366 科技僅有 15MW 的晶圓產能，影響力和市場開拓力道無法與其他一線量產大廠相提並論。經過多年的規劃、產線配置，2015 年 10 月初，1366 科技宣佈將在紐約州 Genesee 縣建置年產能 250MW 的工廠，總投資金額預估為 7 億美元，包括 1 億美元的初始投資。該廠建造將規劃為兩個階段，初期年產能 5,000 萬片晶圓，未來最終將產能擴展到 3GW，約為每年生產 6 億片晶圓。該廠的第一期建設預計不晚於 2016 年 2 季開工，並預計於 2017 年竣工。1366 科技若能順利完成擴產量產，一旦產能達到 GW 等級，Direct Wafer 價格將可降低到每片 0.4 美元之

水準(大約是目前每片晶圓平均價格的一半)。

近年電池和模組價格低落，廠商也期盼成本再有下降；目前矽晶圓占模組成本約 4 成，現今主流技術若無重大突破，成本下降空間已幾乎很難。雖然中下游廠商樂於見到晶圓成本下降，且 Direct Wafer 若擴產順利將具價格吸引力，但其新廠總投資金額預估為 7 億美元，是一大門檻，在目前終端產品價格低迷、全球景氣起伏波動極大的情況下，投資人對於投入大筆金額換取一個未來，意願可能相對較低。

若 1366 的新技術量產產能順利開出，使晶圓成本下降為其宣稱的二分之一，對於電池廠商而言當然是樂觀其成，但對晶圓廠商則有潛在替代威脅。現有的晶圓廠商具備製程成熟和規模龐大優勢，一方面持續執行成本下降措施，屆時成本差距可能縮小，另一方面則可能透過商業的手法鞏固電池客戶，例如長期合約等，再加上新供應商新產品也有導入成本等，1366 若僅從成本/價格訴求，效益可能不如其原先之期待。

## 四、LED 元件技術發展概述

工研院 IEK 黃孟嬌

### (一)前言

LED 產業發展至今已超過四十年歷史，在發光效率快速提升以及價格下滑帶動之下，LED 應用市場仍持續擴大，至今已進入照明市場，逐步取代傳統照明產品。不過礙於 LED 照明產品價格仍高於傳統照明產品，本文針對美國 DOE 提出 LED 元件技術開發方向，以作為技術發展規劃參考依據。

### (二)LED 技術發展概述

LED 發展至今，技術已日趨成熟，因此使得未來發展重點逐漸轉往降低成本發展。以美國 DOE 對於 LED 成本變化預估可以發現，在 LED 降低成本技術不再像過去著重於磊晶與晶粒端，未來上中下游將須同步降低成本，才有機會滿足照明市場需求。美國 DOE 為達成降低成本目標，針對不同生產階段，也有不同成本驅動目標與作法，詳如表 1 所示。

表 1 LED 產業鏈降低成本驅動因素

| 供應鏈               |                   | 降低成本驅動因素  |   |  |
|-------------------|-------------------|---|---|--|
| 材料<br>供<br>應<br>商 | Substrates        | • Diameter  | • Quality   | • Standardization                      |
|                   | Chemical reagents | • Quality/Purity  | • Bulk delivery systems                           | • In-line purification                 |
|                   | Packaging         | • Standardization • Plastic Packages Package Shrinks                      |   |  |
|                   | Phosphor          | • Quality/Purity  | • Stability(thermal and optical flux)             |  |
|                   |                   | • Reliability   | • Consistency                                     |  |
|                   | Encapsulation     | Quality   | • Reliability                                     | • Stability (thermal and optical flux) |
|                   | Die 製造            | In-line inspection/<br>Process Control                                    | • Yield<br>• Testing                              | • Throughput<br>• Capital costs        |
|                   | 封裝製造              | Modularization<br>• In-line inspection/<br>Process control                | • Labor content<br>• Testing<br>• Standardization | • Yield<br>• Throughput                |
|                   | 燈具製造              | • Automation/Labor<br>content<br>• In-line inspection/<br>Process control | • Testing<br>(performance and<br>compliance)      | • Modularization<br>• Throughput       |

資料來源：DOE(2014)；工研院 IEK 整理(2015/09)

## 1. 材料供應商

基板發展持續往兩個部份發展，改善異質基板(Sapphire、SiC、Si)成長情況以及發展氮化鎵(GaN)基板。在使用 SiC 和 Sapphire 基板的情況下，改善基材的質量(例如表面光潔度、缺陷密度和平整度)與產品的一致性，且引進較大尺寸的同時，需要能滿足提高產量的製造需求。而 GaN 基板主要的問題在於 GaN 基板價格昂貴、品質不穩定、供給的限制以及對大尺寸的不可用性。

螢光粉為 LED 封裝關鍵材料之一，因此廠商持續投入開發螢光粉，期望持續降低螢光粉成本，並且能提供化學穩定性與熱穩定性更佳的产品。封裝材料部分，Silicon 為主要材料之一，可以使用於高功率 LED，以避免像 Epoxy 材料遇熱造成黃變等問題，然而高級 Silicon 價格昂貴，因此如何開發出光學特性穩定且低成本的替代品，為未來發展關鍵。

## 2. Die 製造

主要焦點放在均勻性(uniformity)和再現性(reproducibility)的改善，以降低製造成本。因此美國 DOE 採用一組合適的指標來衡量磊晶技術，該設定目標針對 Wafer uniformity、Wafer-to-wafer reproducibility 以及 Run-to-run reproducibility 設定相關目標，而在磊晶成本計算上，因磊晶成本取決於總層厚度與面積大小，因此計算單位為總層厚度( $\mu\text{m}$ )與晶片面積( $\text{cm}^2$ )，詳如表 2 所示。

表 2 LED 磊晶評估指標

| 項目   | Unit                         | 2014                        | 2015 | 2017 | 2020 |
|--|------------------------------|-----------------------------|------|------|------|
| Wafer uniformity<br>(standard deviation of wavelength for each wafer)  | nm                           | 1.5                         | 1.25 | 1.0  | 0.75 |
| Wafer-to-wafer reproducibility<br>(maximum spread of mean wavelength for all wafers in a run)                    | nm                           | 1.5                         | 1.25 | 1.0  | 0.75 |
| Run-to-run reproducibility<br>(maximum variation from run-to-run of the mean wavelength for all wafers in a run) | nm                           | 1.0                         | 0.9  | 0.8  | 0.75 |
| Cost of ownership (COO)  | -                            | 50% reduction every 5 years |      |      |      |
| Epitaxy cost   | $\$/\mu\text{m}.\text{cm}^2$ | 0.25                        | 0.2  | 0.15 | 0.10 |

資料來源：DOE(2014/09)；工研院 IEK 整理(2015/09)

而在 Wafer Processing 部分，技術持續朝降低成本發展，例如晶圓級封裝 (Wafer-Level Packaging)、Multi-Chip Module、Flip Chip 等技術。

### 3. 封裝製造

封裝仍佔 LED 元件成本比重相當高，因此如何降低封裝成本為未來挑戰。目前持續朝提高光輸出以及更有效利用原材料(使用較少的材料或找到更實惠的替代品)，在不影響產品性能之下，達到降低封裝成本之目的。

採用先進 Silicon 和散熱封裝材料，以實現在更高電流與更高操作溫度之下，提高光輸出，以有效的降低 LED 封裝成本。此外，為符合照明應用低成本需求，市場上產品主要以低功率 LED 以及採用塑料封裝(plastic packages)，此作法將可大幅降低封裝成本，亦可降低散熱成本。此外，封裝技術仍持續演變中，因此未來可能仍有不同封裝產品問世，提供新的產品功能。

### 4. 燈具製造

LED 燈具產品包含 LED、燈殼、散熱、光學元件以及 Driver 等。LED 光源必須依照燈具外型提供適合的產品，並且能同時兼顧性價比、產品一致性與可靠度。燈具採用多種光學元件來優化光取出效率以及量身訂做的光形分布，而且依照不同燈具提供不同二次光學設計，近期也有提出二次光學元件結合燈具散熱，一來可以降低散熱成本，二來可以將熱導到燈具前面，將冰雪融化，以維持一定照明品質。

Driver 為 LED 燈具產品中不可或缺的關鍵零組件之一，並且可藉由 Driver 設計提高燈具附加價值，如調光控制等。Driver 基本要求在於可靠度與高靈活性，以符合不同燈具設計需求，惟 Driver 佔成本比重仍達 15-25% 左右，因此如何開發出兼顧高可靠度與成本的產品為未來開發方向。此外，智慧化照明為未來照明發展趨勢，因此廠商開始關注可控制性、兼容性、多個調光系統以及有線或無線通訊整合至 Driver 上的發展。

### (三) 結論

觀察美國 DOE 對於未來 LED 照明技術發展方向可以發現，持續降低 LED 成本已成為不變的趨勢，LED 已從過去一味追求提高發光效率的技術指標，逐漸轉成低成本技術發展(過去追求每瓦多少流明(lm/W)轉成每千流明多少錢(\$/klm))。因此掌握低成本技術以及達到規模經濟將是會在 LED 元件產業成功

關鍵因素。

另外，由於 LED 元件與照明產品標準各國仍持續制定中，當有新標準問世後，廠商往往面臨龐大檢測費用以及檢測時間冗長等問題，因此美國 DOE 亦投入測試與檢測設備發展，期望能加速檢驗流程，進而降低相關費用，以達到降低成本之目的。

最後，由於 LED 本身發光效率已達到一定程度，未來效率要大幅提升難度較高，因此美國 DOE 投入螢光粉以及提高取光效率技術開發，期望藉由採用不同螢光粉以及 PSS 可進一步提升 LED 發光效率以及降低成本之目標。

## 五、由 Osram 欲出售照明事業部，看照明市場發展趨勢

工研院 IEK 黃孟嬌

### (一)前言

繼荷蘭照明大廠飛利浦從皇家飛利浦集團分拆後，德國照明大廠 Osram 於 4 月 22 日也宣布即將展開第二波分拆計畫，未來將專注於車用照明、智慧照明與 LED 元件。2011 年下半年西門子宣布，受到 Osram 銷售成長放緩影響，西門子希望 Osram 未來可以獨立上市。歷經 2012 年內部組織協調與作業後，於 2013 年 7 月 8 日正式分拆旗下子公司 OSRAM，並於德國上市。

然而上市之後，面臨 LED 照明市場滲透率快速成長，市場競爭激烈影響之下，Osram 逐漸將重心放在車用照明發展，包括 LED 元件技術開發也著重於車用市場，因此 4 月 22 日宣布的拆分計畫中，保留 LED 零組件(Opto Semiconductors, OS)、特殊照明(Specialty Lighting, SP)、燈具與解決方案業務(Luminaires & Solutions, LS)。將傳統燈泡、鎮流器(Classic Lamps & Ballasts, CLB)與 LED 燈具與系統部門(LED Lamps & Systems ,LLS)分拆出來，此兩部門營收佔 Osram 營收 40%左右。

至今市場上傳聞，Osram 已委託瑞士聯合銀行(UBS)為其燈具業務選擇最佳買家，自 4 月以來，Osram 已與多家潛在買家進行非正式接觸。主要候選者可能包括佛山照明、浙江陽光照明和雷士集團等多家上市公司。

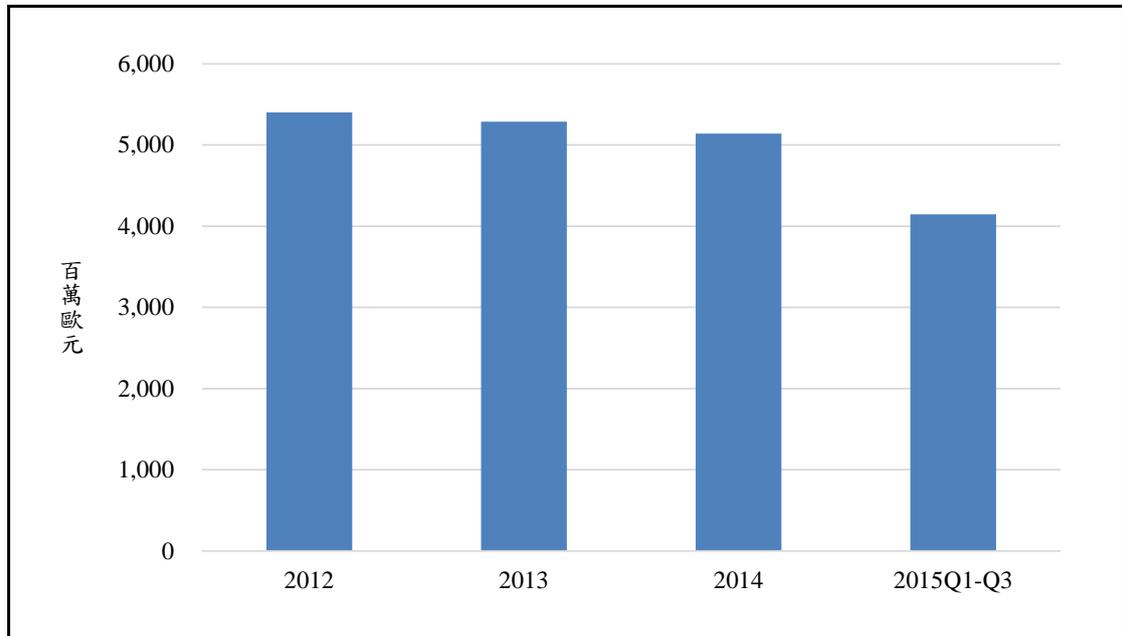
### (二)Osram 簡介

1906 年 4 月 17 日，Deutsche Gasgluhlicht-Anstalt(德國煤氣燈公司，也被稱為 Auer-Gesellschaft)註冊了 OSRAM 商標。不過官方資料表示 Osram 誕生於 1919 年。主要是因為在 Deutsche Gasgluhlicht-Anstalt 註冊 OSRAM 商標之後的 13 年，也就是 1919 年 7 月 1 日，德國煤氣燈公司、德國通用電器與西門子和哈爾斯克(Siemens & Halske AG)通過整合各自的白熾燈業務，合併成一家新公司。該公司全稱 OSRAM Lightbulb Company，總部設在德國慕尼黑，就是現在所熟悉的 Osram。1976 年，通用電氣開始出售它在 Osram 中的部分股份給西門子。而在兩年之後的 1978 年，西門子最終完成了通用電氣在 Osram 中的全部股份的收購，成為了 Osram 的唯一股東。

至 2011 年下半年西門子宣布，受到 Osram 銷售成長放緩影響，西門子希望 Osram 未來可以獨立上市。歷經 2012 年內部組織協調與作業後，於 2013 年 7 月 8 日正式分拆旗下子公司 OSRAM，並於德國上市。

觀察獨立上市後的 Osram 發展策略可以發現，在 LED 照明產品佈局上相

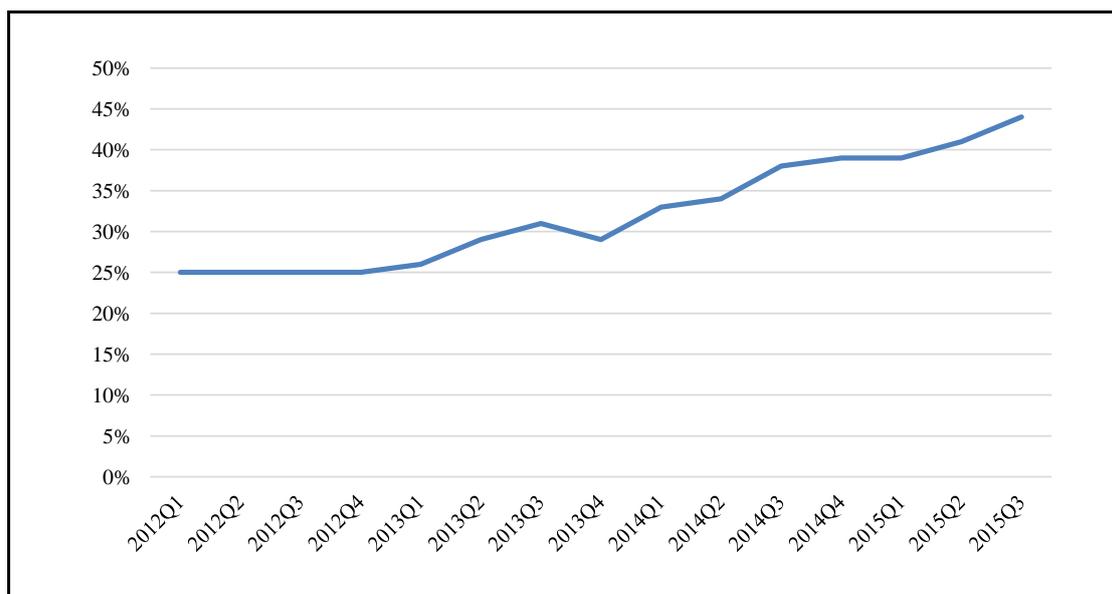
對不同於競爭對手，產品開發著重於高單價的車用照明發展。因此觀察其上市後每季營收變化可以發現，營收似乎較競爭對手較為穩定，2014 年 Osram 營收 51.4 億歐元，僅較 2013 年衰退 2.8%，且 2015 年 Q1~Q3 營收表現皆優於去年同期，詳如圖 1 所示。



資料來源：Osram；工研院 IEK(2015/11)

圖 1 Osram 照明營收變化

另外觀察 Osram 以 LED 相關產品比重變化可以發現，2012 年之後占營收比重快速成長，至 2015 年 Q3 已達 44%，詳如圖 2 所示。



資料來源：Osram；工研院 IEK(2015/11)

圖 2 Osram LED-Base 占營收比重

### (三)影響分析

#### 1. 照明產業重新洗牌，市場更趨分散化

LED 照明具有發光效率高、壽命長、環保等優勢，2010 年後隨著產品價格快速下滑，市場滲透率快速成長，並與傳統白熾燈、鹵素燈產生顯著替代效果，預估 2015 年 LED 於照明市場佔有率將達 26%。LED 照明迅速成長，吸引許多廠商藉發展 LED 照明進入照明市場，並透過價格與既有照明業者競爭。

在市場競爭激烈、LED 照明產品替代及價格下滑的影響下，Philips 與 Osram 兩家公司自 2011 年起陸續進行照明事業重組。2015 年 4 月 Philips 將旗下經營 LED 元件與汽車照明 Lumileds 公司出售於 GO Scale Capital。同月 Osram 將占照明事業部約 40% 營收之傳統燈泡、LED 燈具與系統等部門分拆。Philips 與 Osram 相繼重組照明事業，預期將使未來照明市場價格競爭更趨激烈，市場集中度降低，產業關鍵成功因素也產生改變。

#### 2. 價格與掌握通路成為決勝點

Philips 與 Osram 重組照明事業，所產生的市場空間，中國大陸 LED 照明廠商勢必積極爭取。以中國大陸過去慣有價格競爭擴大市場佔有率經營模式，及目前龐大的廠商家數與產能研判，未來包括 LED 元件與 LED 照明產品價格恐將持續下滑。且在中國大陸廠商進入全球市場影響下，全球照明市場集中度將持續下滑。

產品創新、品牌營造與全球通路與供應鏈建立，是 Philips 與 Osram 於照明市場得以立足百年的關鍵成功因素。但隨著 LED 照明發展，產業關鍵成功因素也隨之變化。首先，照明技術改變(LED 化)、製造商與品牌數量增加，使得品牌的重要性下滑。另外照明銷售通路從水電行、燈飾店、家庭與園藝工具賣場，擴張至便利超商、電子產品賣場、網路等新興通路。通路的多樣化以及照明製造商數量相對通路商數量多，掌握通路成為產品銷售關鍵。

### **3. 中國大陸製造商興起，產品價格恐進一步下滑**

亞洲照明產業發展時間相當早，從台灣燈飾業發展開始，隨後為降低成本，逐漸轉移至中國大陸，目前中國大陸境內照明廠商約有 15,000 多家，多數集中在廣東沿海區域，並以 OEM 與 ODM 為主要發展模式。

進入 LED 照明後，中國大陸照明製造商在政府扶植下，除主導中國大陸內需市場，擴大生產規模創造價格競爭優勢外，也積極發展國際市場，且預期中國大陸廠商將以價格競爭來擴大市場占有率，使得 LED 照明產品價格進一步下滑。

## 六、德國離岸風電發展現況與展望

工研院 IEK 康志堅

### (一)前言

德國為全球再生能源先驅，2000 年頒布之「可再生能源法」(Erneuerbare-Energien-Gesetz；EEG)，為全球第一部針對再生能源發展制定的法律。在離岸風電發展上，德國於 2002 年制定「離岸風電發展策略」，由資源調查、法規制定、環境評估、技術開發、小規模示範計畫等面向提出發展原則綱要。德國發展離岸風電過程嚴謹、按部就班，逐步化解開發過程遭遇的各種問題，德國發展經驗可作為我國未來研擬發展策略、制定相關規範之參考。

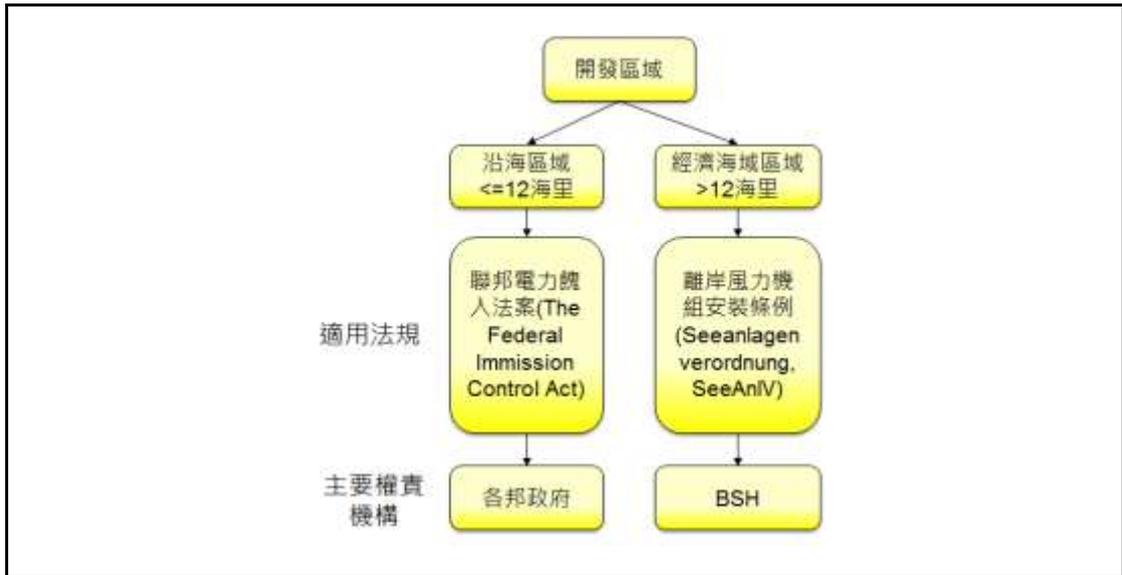
### (二)德國離岸風電發展現況與展望

德國從 1990 年代便開始規劃發展離岸風電，於 2002 年制定「離岸風電發展策略」，作為發展離岸風電之基本方針，重點內容如下：

1. 發展離岸風電必須兼顧環境、經濟、科技及法律等因素，發展離岸風電應在不危害海洋生態，且兼顧漁業、航運之前提下進行。
2. 聯邦有責任規劃風場申設之行政程序及時程、加強計畫投資環境的穩定性、指定生態保護區，並規劃適宜建設離岸風場之區域。
3. 政府應建立相關研究平台，發展離岸風場相關之技術(風力機、基座、電纜、變電站等)及蒐集離岸風電開發對於航運、漁業、候鳥及海洋生態環境影響之相關資訊。

德國離岸風電開發需依循德國聯邦海運與水文地理局(The Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie；BSH)所制定之標準規範，離岸風場開發必須通過一連串嚴格評估，包括風力機組設置前/營運中及退役後等各階段的生態物種統計、開發計畫技術與財務風險評估，以及相關利益團體的意見回饋。

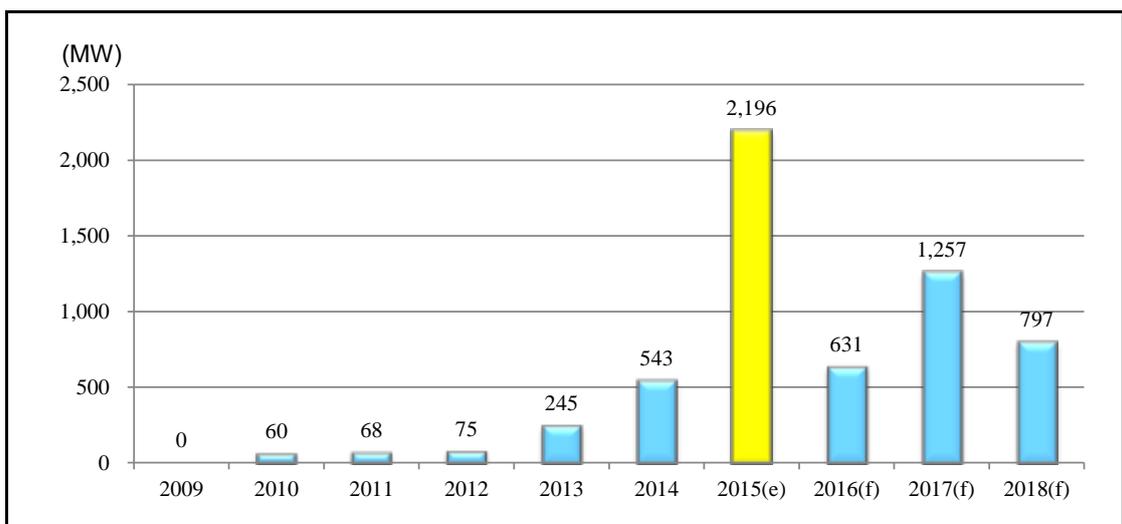
德國離岸風電開發劃分為離岸 12 海里以內之沿海地區與離岸 12~200 海里之經濟海域(Exclusive Economic Zone；EEZ)。兩種地區在環境影響評估(Environmental Impact Assessment；EIA)方面均需遵循 BSH 制訂之環境保護規範，不過申請建設許可則須依循不同的核發單位與法源。沿海地區受「聯邦電力饋入法案」(Bundes-Immissionsschutzgesetz)規範，核發單位為沿海各省相關職權單位；EEZ 地區依循「離岸風力機組安裝條例」(Seeanlagenverordnung)，核發單位為 BSH。



資料來源：工研院 IEK (2015/10)

圖 3 德國離岸風電開發流程

目前德國離岸風電推動目標為 2020 年累計裝置量達 6.5GW，2030 年累計裝置 15GW，2020 年與 2030 年目標曾在 2014 年 3 月頒布之「德國可再生能源改革計畫」進行下調，調整前 2020 年目標為 10GW、2030 年目標為 25GW。在實際裝置方面，德國首座商用化離岸風場於 2010 年開始運轉，2015 年新增裝置量估計為 2,196MW，較 2014 年成長 304.4%，預估 2016 年新增裝置量為 631MW，較 2015 年衰退 71.3%。德國在 2014 年底離岸風電累計安裝量居全球第三位，由於 2015 年快速發展，估計將超越丹麥，累計裝置量居全球第二位。



資料來源：MAKE Consulting；工研院 IEK (2015/10)

圖 4 2009~2018 年德國離岸風電新增裝置量

德國離岸風電 2015~2016 年新增裝置量大幅波動的主要原因為，德國政府額外給予 2015 年底以前併網風場每度 0.02 歐元(新台幣 0.73 元)補助，以加快安裝進度，導致 2015 年產生一波搶裝潮。

德國離岸風電主要獎勵機制為優惠躉購費率。離岸風電所發電力由政府保證收購 20 年，收購價格業者可二選一：(1)一般模式：前 12 年每度 0.15 歐元(約新台幣 5.5 元)，後 8 年每度 0.035 歐元(約新台幣 1.28 元)；(2)加速模式：前 8 年每度 0.19 歐元(約新台幣 6.97 元)，後 12 年 0.035 歐元(約新台幣 1.28 元)。另外，風場地點距離岸邊超過 12 海里，每增加 1 海里收購期延長 0.5 個月；水深超過 20 米，每增加 1 米收購期延長 1.7 個月。

德國規劃在 2018 年小幅調降躉購費率，一般模式前 12 年每度調降 0.01 歐元、加速模式前 8 年調降 0.005 歐元，預計將造成 2017 年裝置量達到另一波小高峰。

### (三)結語

德國政府推動離岸風電採謹慎規劃，逐步推行方式，先公告出離岸風力發電的發展藍圖，設定裝置目標，再逐步發展相關法律規範，如「離岸風力機組安裝條例」，且說明了必須在不對生態環境造成重大影響下發展。

德國認為離岸風電開發有可能對於海洋生態將會造成大範圍且長期的影響，由於離岸風電屬於新技術範疇，規劃之時尚未有實際裝置經驗，因此必須先證明對環境無重大影響，且初期不宜過度開發，因此以漸進式方式逐步推行。

德國政府以長遠穩定之腳步規劃推動離岸風場開發，已具相當成效，估計 2015 年將超越丹麥，成為全球僅次於英國、累計安裝量第二位之國家。離岸風電由於開發過程複雜且牽涉廣泛，包括海洋生態、漁業、航運、國防等因素，加上投資規模龐大，牽涉產業鏈眾多，諸如港口、施工船、海洋地質調查、安規認證、風力機組、水下基座、變電站、電纜、金融保險等，現階段各國推動離岸風電進度多半較原先規劃落後，以致需要下調目標。德國以務實態度，藉由前期進行完整調查與評估，減少離岸風場開始開發後可能面對的環境評估議題，德國發展經驗可作為我國推動離岸風電開發之參考。

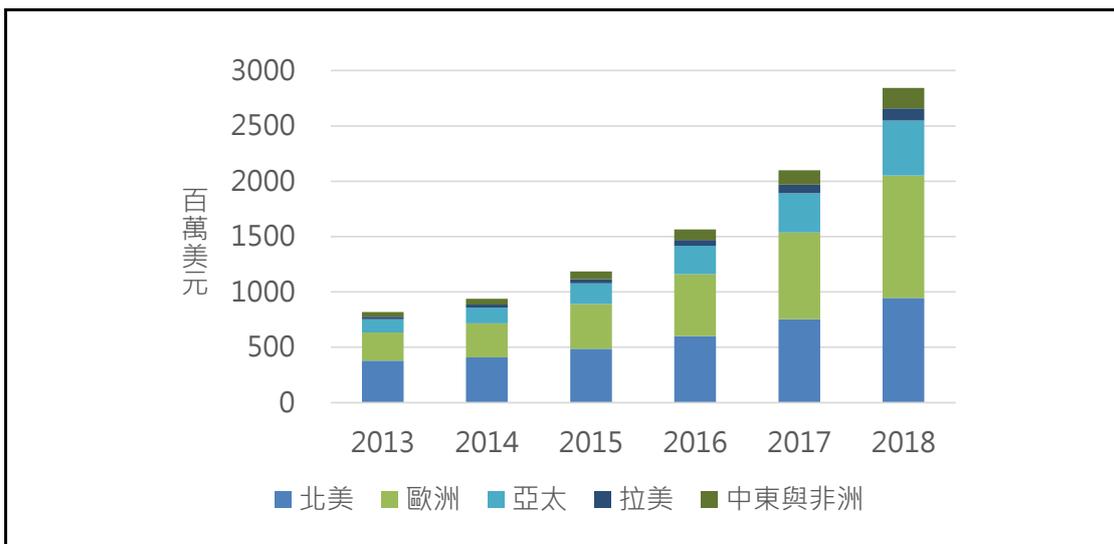


與電力公司需量反應計畫。然而，智慧溫控器也較可編程溫控器價格高，目前市場上智慧溫控器價格，約落 150~250 美金之間。

## 2. 智慧溫控器市場規模

2014 年全球智慧溫控器市場規模達 9.4 億美元，預估 2018 年將成長至 28.4 億美元，年複合成長率達 30.9%，成長力道強勁。各國推動能源效率提升政策與需量反應措施，為帶動溫控器市場成長主要驅動力。美國為市場需求第一大市場，2014 年市佔率達 43.5%，歐洲居次市佔率 32.7%，亞洲地區佔比為 15.2%。

歐美國家經濟條件相對富裕，家庭安裝空調系統相當普及，美國家庭普遍安裝 HVAC，負責室內暖氣、冷氣和通風，而歐洲多數國家處於高緯度地區冬天相當依賴供暖系統，因此歐美國家供暖與供冷費用支出相當可觀，購買智慧溫控器誘因較大。而亞太地區主力市場為日本、韓國、澳洲與紐西蘭，中國大陸在注重建築能效的影響下需求也逐漸萌芽。智慧溫控器市場規模如圖 5 所示。



資料來源：MarketsandMarkets (2013)、工研院 IEK 整理(2015/10)

圖 5 智慧溫控器市場規模

### (三)智慧溫控器產品發展趨勢

表 3 針對目前市場上 4 款具代表性溫控器產品，進行比較分析，歸納智慧溫控器產品發展趨勢說明如下文。

表 3 智慧溫控器代表性產品規格分析

| 產品             |                        |                          |  |  |  |
|----------------|------------------------|---|---|--|---|
|                |                        | Nest<br>第三代   | Honeywell Lyric<br>TH8732WF5018   | ecobee3  | Emerson Sensi<br>1F86U-42WF   |
| 定價             |                        | \$249   | \$249   | \$249  | \$159.99  |
| 可控制設備          |                        | 冷暖空調、熱泵   | 冷暖空調、熱<br>泵、熱水系統等   | 冷暖空調、熱<br>泵、除濕機、加<br>濕器等   | 冷暖空調、熱泵   |
| 安裝方式           |                        | 自行安裝  | 自行安裝  | 自行安裝   | 自行安裝  |
| 能源<br>管理<br>功能 | 一週溫度排程<br>設定           | √   | √   | √  | √   |
|                | 設定外出模式                 | √   | √   | √  | √   |
|                | 自動學習                   | √   | √   | √  | √   |
|                | 地理圍欄                   | √   | √   | 透過 IFTTT   | -   |
|                | 即時節能與用<br>電資料反饋        | √   | √   | √  | -   |
|                | 顯示需要多長<br>時間達到目標<br>溫度 | √   | -   | -  | -   |
| 感測<br>器        | 設備狀態感測                 | √   | √   | √  | √   |
|                | 溫度感測器                  | √   | √   | √  | √   |
|                | 濕度感測器                  | √   | √   | √  | √   |
|                | 活動感測器                  | √<br>(近/遠場)   | √   | √  | -   |
|                | 光度感測器                  | √   | -   | -  | -   |
| 外部<br>連結       | 連結家庭<br>自動化平台          | Thread(Nest)  | Lyric   | HomeKit  | -   |
|                | 無線通訊                   | Wi-Fi<br>(802.11b/g/n @<br>2.4GHz, 5GHz)<br>Zigbee(802.15.4<br>@ 2.4GHz)<br>Bluetooth Low<br>Energy (BLE) | Wi-Fi<br>(802.11b/g/n @<br>2.4GHz, 另用<br>915MHz 與遠端<br>控制感測器相連)                   | Wi-Fi(802.11<br>b/g/n @ 2.4<br>GHz )   | Wi-Fi   |
|                | 行動裝置 App               | Nest<br>(iOS/Android)   | Lyric<br>(iOS/Android)  | ecobee3<br>(iOS/Android)   | Sensi<br>(iOS/Android)  |
|                | 整合 IFTTT               | √   | -   | √  | -   |

資料來源：工研院 IEK 整理(2015/10)

## 1. 介面簡單、外型美觀

自從 Nest 一改過去可編程溫控器繁多按鍵的設計，推出外觀時尚、介面簡潔的溫控器產品後，已在市場上引起潮流。其近期發表的幾款新產品，如 Honeywell Lyric 與 ecobee3 等，外觀設計都依循此一原則，並且螢幕設計均較過去大，使用者對於目前溫度設定，以及是否設定在節能模式一目了然。例如 Nest 的溫控器，一旦設定到最省電溫度，螢幕下方會出現一片綠色葉子，透過最直覺的方式提醒使用者節能。

## 2. 自動學習功能

自動學習功能大幅改變過去，可編程溫控器最令人詬病之設定複雜問題，已成為目前自動溫控器的基本功能。自動學習功能，即是透過觀察使用者生活作息與使用紀錄，經過一段時間學習後，可自動依據使用者習慣，調整溫度排程設定。

## 3. 整合多種感測器

目前為了使功能更強大，智慧溫控器產品大多內建，設備狀態、溫度、濕度與活動等感測器。溫濕度感測器主要用來輔助平衡室內溫度舒適性與節能，活動感測器主要用來感知使用者是否在該空間，用以調整溫度模式，甚至 Nest 最新發表的第三代產品，可以在感知有人靠近時，自動開始螢幕顯示，且用戶可以自行設定要顯示溫度或時間。

## 4. 地理圍欄功能(geofencing)

Nest、Honeywell、ecobee 以及 Alarm.com 自己開發的溫控器，都具備地理圍欄功能。地理圍欄即通過智慧手機應用軟體，追縱使用者目前所在位置，自動調節家溫度設定，當用戶離家一定距離時可自動關閉空調設備，或是快到家時先自動打開空調，使用者進家門時溫度已在最舒適的狀態下。

## 5. 連結家庭自動化平台

為了擴大溫控器功能應用，有越來越多智慧溫控器產品，其後端有家庭自動化平台支持，成為智慧家庭的一環，如 Nest 後端平台為 Google 的 Thread、ecobee3 支援 Apple 的 HomeKit、Honeywell 則尚未向 Google 與 Apple 兩大平台靠攏，仍採用自己的後端平台 Lyric。而強大的後端平台，有助於將溫控器與其

他家庭設備連結，以開發新應用，例如需量反應、保全與健康照護。舉例來說，後端應用平台的支援，使溫控器在電力公司需量反應計畫扮演關鍵角色，在電價較高的用電尖峰時段，智慧溫控器接受後端系統指令後，將會自動整溫度一度或兩度，協助電力公司紓緩用電尖峰供電壓力，以及協助用戶節省電費支出。目前美國已有多家電力公司與溫控器廠商合作，由電力公司支付部分或全部溫控器購買費用，提供給參與需量反應方案的用戶使用。

#### (四)結論

短期間智慧溫控器產品市場需求仍以歐美地區為主，國內目前對於此類產品需求性較低，但目前已有廠商打入智慧溫控器產品的供應鏈體系中。觀察智慧溫控器產品發展趨勢，以下兩點提供給我國廠商參考：

1. 未來智慧溫控器的發展，其外觀與功能大同小異，而更能夠吸引消費者購買，主要在後端的應用平台的搭配。然而，如同智慧型手機發展模式，此一趨勢有可能壓縮硬體價格，將擠壓關鍵零組件廠商利潤空間。
2. 智慧溫控器為了強化功能，在相同體積下必須納入更多元件，舉例來說近期發表的幾款產品，各式感測器應用數量大幅增加，而在通訊技術部分，未來也有可能納入 1 種以上通訊技術在其中。因此，廠商若能開發模組化解決方案，將有利於爭取進入國際供應鏈體系。

## 八、日本家庭能源管理系統市場發展趨勢

工研院 IEK 黃雅琪

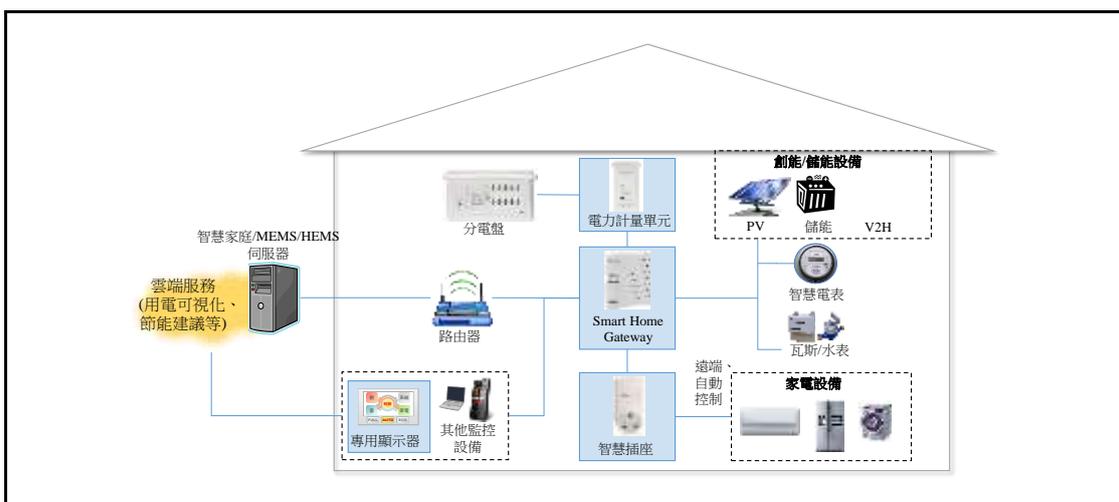
### (一)前言

311 大地震後日本為舒緩供電壓力，大幅增加節能政策力道，並由工商部門拓展至家庭部門，推出多項家庭能源管理系統(Home Energy Management System, HEMS)導入補助與示範計畫，期望 2030 年前可促成全國住宅導入。補助政策帶動市場需求快速成長，吸引多家廠商投入相關產品開發，刺激產業蓬勃發展。然而，在 2015 年補助計畫退場後，面臨著成長速度趨緩的問題。本文透過分析日本 HEMS 市場規模與產品發展趨勢，以期能瞭解與掌握市場發展趨勢。

### (二)市場規模

HEMS 系指運用感測與資通訊技術，使家庭電器、照明等用電設備，可達到網路化互相連動，並進行能源可視化與最適控制。更進階的功能，可進一步將儲能狀態、太陽能發電與電動車充電狀態等納入系統中，同時與智慧電表連結，並可將資料傳到雲端平台進行節能、需量反應等應用服務。

以日本市場而言，基本的 HEMS 硬體設備包含負責進行情報蒐集與下達決策指令的開道器(Smart Home Gateway)、用來量測分電盤電力的「電力計量單元」、智慧插座與能源資訊「專用顯示器」。另外，近年有許多日本廠商發表具計量與通訊功能的智慧分電盤，也常會出現在 HEMS 產品組合中。日本家庭能源管理系統概念示意如圖 6 所示。



註 1：V2H=Plug-In Vehicle to Home

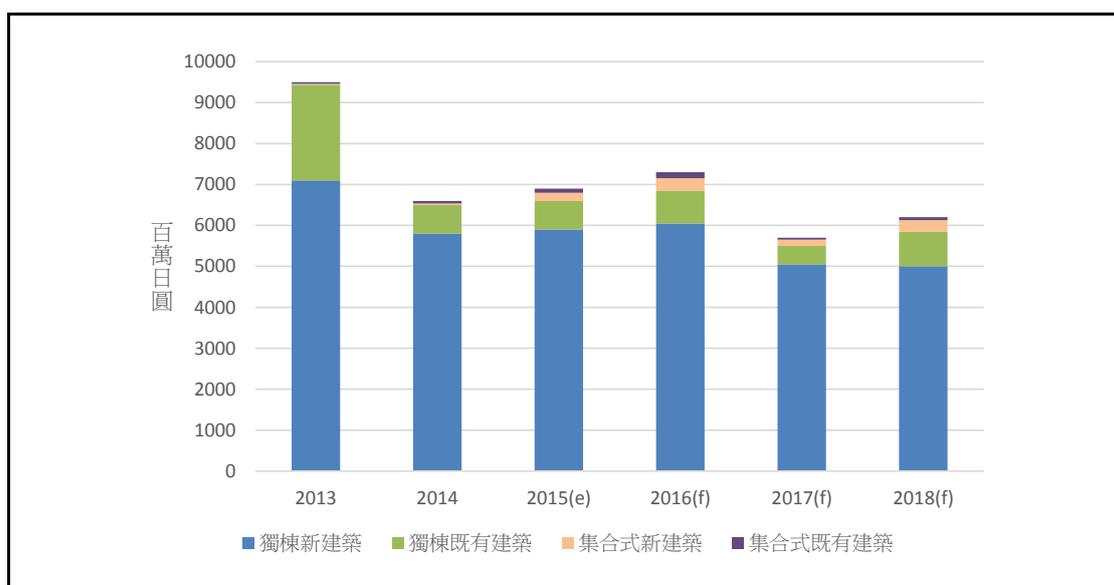
註 2：藍色部分為市場規模統計範疇

資料來源：工研院 IEK(2015/11)

圖 6 日本家庭能源管理系統示意圖

日本政府在 311 地震後，搭配節能政策推出「HEMS 導入補助事業(2012/4~2014/3)」與「HEMS 機器導入支援事業(2014/3~2014/9)」。除了透過設備購買補助提升民眾購買意願外，為了提升 HEMS 附加價值，也推動「大規模 HEMS 情報基盤整備事業」，期望能刺激新商業模式與服務發展。另外有許多地方政府也推出多項補助計畫，如橫濱市、埼玉縣、靜岡縣、神奈川縣等，採取 HEMS 搭配 PV/燃料電池/儲能/EV 充電/需量反應示範提供補助。

依據富士經濟統計，在補助政策帶動下，使 2013 年日本 HEMS 市場規模成長至 95 億日圓，相較於 2012 年大幅成長 82.7%。然而，隨「HEMS 機器導入支援事業」補助於 2014 年 9 月申請結束，市場規模大幅下滑至 66 億日圓，預估 2015 年市場規模達 69 億日圓。顯示在補助退場後，市場需求回歸市場機制，顯見消費者對於 HEMS 產品的成本效益仍感到不符合需求。日本 HEMS 市場規模如圖 7 所示。



資料來源：富士經濟(2015/08)、工研院 IEK 整理(2015/11)

圖 7 日本家庭能源管理系統市場規模

進一步分析導入 HEMS 的住宅型態組成，考量施工相對容易以及系統複雜度相對簡單，目前 HEMS 產品採用以獨棟新建住宅為主。2013 年受到日本即將調高消費稅的影響，使獨棟住宅消費量攀升，智慧住宅與安裝 PV 系統之建案量也大增，而獨棟既有建築部分也因 PV 安裝需求增加，使 HEMS 需求大幅成長。

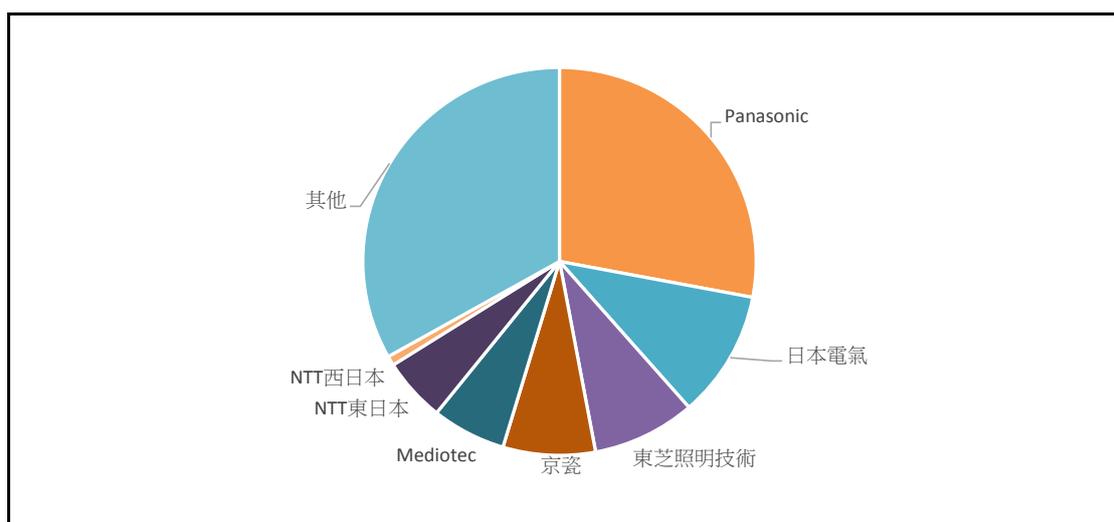
另外，日本政府在 2013/5 推出「集合式住宅能源管理系統(Mansion Energy Management System, MEMS)導入加速化推進事業費補助金」，並一直延續至

2015/1 才截止，間接帶動 HEMS 在集合式住宅市場之需求。MEMS 可協助社區管理公共區域能源使用進行節電，並且可進一步與各家庭的 HEMS 進行連動控制。

預估在未有新補助政策利多出台的情況下，必須等到 2016 年 4 月實施電力零售市場自由化，以及智慧電表與 HEMS 互通介面開通後，在應運而生的新商業模式帶動下，才能再度使 HEMS 市場大幅成長。

### (三) 產品發展趨勢

2014 年日本 HEMS 市佔率前四大廠商為 Panasonic、日本電氣(NEC)、東芝照明技術與京瓷，市佔率分別為 28%、10.6%、8.5%與 7.6%，合計超過一半的市場。廠商來自包含家電/照明設備、儲能、PV 系統、IT 與電信產業組成多元，市佔率分佈如圖 8 所示。



資料來源：富士經濟(2015/08)、工研院 IEK 整理(2015/11)

圖 8 2014 年日本家庭能源管理系統廠商市佔率

進一步分析主要廠商產品內容，如表 4 所示。當中多數產品已具備將家電、PV、儲能系統與 EV/PHV 充電等資訊可視化功能，且大多採用手機或電腦作為顯示與控制之介面，並已經有產品具備遠端控制家電與儲能系統運作之功能。在服務內容部分，提供節能諮詢與連網功能已為基本服務，另外也有廠商開始鏈結 PV 監控與保全等其他服務，以增加 HEMS 附加價值。

表 4 日本住宅建造商設置 HEMS 搭配創能與儲能設備概況

| 功能    | 廠商                  | Panasonic  | 日本電氣     | 東芝照明     | 京瓷             | Mediatec | NTT 東日本        | NTT 西日本        |
|-------|---------------------|------------|----------|----------|----------------|----------|----------------|----------------|
|       | 產品名稱                | Smart HEMS | 雲端型 HEMS | FEMINITY | HOUSMILE -Navi | エコ一太     | FLET'S Miruene | 光 BOX+ EMS 對應版 |
| 可視化   | 智慧電表互通              |            |          | ●        |                |          | ●              | ●              |
|       | 電力使用量 (分電盤)         | ●          | ●        | ●        | ●              | ●        | ●              |                |
|       | 電力使用量 (插座)          |            |          |          | ●              |          | ●              |                |
|       | 瓦斯使用量               | ●          |          | ●        | ●              | ●        |                |                |
|       | 水使用量                | ●          |          | ●        | ●              | ●        |                |                |
|       | PV 發電量              | ●          | ●        | ●        | ●              | ●        | ●              |                |
|       | 儲能系統狀況              | ●          | ●        | ●        | ●              |          |                |                |
|       | EV/PHV 充電狀況         | ●          | ●        | ●        |                |          |                |                |
| 顯示    | 專用顯示器               | ●          |          | ●        |                |          |                |                |
|       | 其他裝置如智慧手機等          | ●          | ●        | ●        | ●              | ●        | ●              | ●              |
| 操作/控制 | 負載設備控制              | ●          | ●        | ●        |                |          |                | ●              |
|       | 儲能控制                | ●          |          | ●        | ●              |          |                |                |
| 服務    | 節能諮詢                | ●          | ●        | ●        | ●              | ●        | ●              | ●              |
|       | 專門網站 (耗電排名等)        |            | ●        |          |                | ●        | ●              | ●              |
|       | Internet connection | ●          | ●        | ●        | ●              | ●        | ●              | ●              |
|       | 其他(PV 監視、保全等)       | ●          | ●        |          | ●              | ●        |                |                |

資料來源：富士經濟(2015/08)、工研院 IEK 整理(2015/11)

在產品價格部分，以 Panasonic 與東芝產品為例，僅 Home gateway 的價格就達 3~10 萬日圓不等，再加上電力計量器、智慧分電盤等產品，價格可能會達到 20 萬日圓以上。若是家中既有設備無法與 HEMS 連結，還需將家中設備換

成可與 HEMS 主機互通的機種，此都是要導入 HEMS 必須考量的成本。HEMS 價格案例如表 5 所示。

表 5 日本 HEMS 價格案例

| 品牌        | 案例          | 產品內容   | 價格             |
|-----------|-------------|--|----------------|
| Panasonic | 新建築<br>適用案例 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Home gateway AiSEG (MKN700)(4 萬)</li> <li>• 智慧分電盤(AiSEG 通信型 BHN85143) Number of Circuits 14+3 回路(8.74 萬)</li> <li>• 顯示器 Smile Support E-type (9.6 萬)</li> </ul> | 22.3 萬<br>日圓   |
|           | 舊建築<br>適用案例 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Home gateway AiSEG set product (MKN7321KHE)(10.7 萬)</li> </ul>  | 10.7 萬<br>日圓   |
| 東芝        | 案例 1        | Home gateway HEM GW 13A (3 萬)+電力計量器(S) HEM-EME1A (4.8 萬)+空調 Adapter HEM-AC11A (1.6 萬)  | 9.4 萬<br>日圓    |
|           | 案例 2        | Home gateway HEM GW 13A (3 萬) + 電力計量器 HEM-EME1A-B1 (8.48 萬) + 空調 Adapter HEM-AC11A (1.6 萬)+LED 智慧照明燈具  | 21.56 萬<br>日圓~ |

資料來源：各公司網站、工研院 IEK 整理(2015/11)

考量僅訴求節能難以吸消費者目光，故發展新商業模式，成為日本下一階段發展重點。例如積水房屋與夏普正在發展 HEMS 結合高齡者健康管理服務；NEC 與 ORIX 合資的儲能系統租賃公司 One Energy，正在發展 HEMS 結合儲能租賃服務；三井不動產與東芝合作，結合商店促銷執行需量反應等。

#### (四)結論

由日本 HEMS 市場發展，得到以下兩點值得我國借鏡之處：

1. 安裝 PV 系統或儲能系統的住宅，有將創能、儲能與用能達到最適化協調運用的需求，若單只管理家庭耗能設備，對於 HEMS 必要性不大。
2. 只仰賴節省能源費用支出，不足以均衡導入 HEMS 產品之花費。在補助政策退場後，HEMS 市場要穩定發展，必須在商業模式上有所創新突破，並且必須將各地家庭生活型態之差異納入考量。

## 九、本季重要商情分析

104 年第四季躍升四大產業之發展狀況，對於我國相關產業之正負面影響說明如下。

太陽光電產業在研發、產業整合等議題持續進行中。由於產業環境不斷變化，太陽光電產業需要適當的創新與經營整合，才能創造更高的價值，但也需要配合大環境的變因，才有成功的機會。以 Direct Wafer 技術為例，雖然在實驗室可達到不錯的成果，但因製程與過去有相當大的差別，需要產業鏈的配合才能達到提高價值的効果，這就要視資金取得狀況與技術能否持續突破才可達成。

LED 成本下降已是不變的趨勢，且在中國大陸廠商進入全球照明市場影響下，全球照明市場集中度將持續下滑。而 LED 本身發光效率已達到一定程度，未來效率要大幅提升難度較高，因此美國 DOE 投入螢光粉以及提高取光效率技術開發，期望進一步提升 LED 發光效率以及降低成本之目標。

風力發電市場方面，德國認為離岸風電開發有可能對於海洋生態將會造成大範圍且長期的影響，因此必須先證明對環境無重大影響，且初期不宜過度開發，因此以漸進式方式逐步推行。德國以務實態度，藉由前期進行完整調查與評估，減少離岸風場開始開發後可能面對的環境評估議題。

能源資通訊產業中，智慧溫控器產品市場需求短期間仍以歐美地區為主，未來發展因其外觀與功能大同小異，後端的應用平台的搭配才是關鍵所在。在 HEMS 方面，只仰賴節省能源費用支出，不足以均衡導入 HEMS 產品之花費，必須在商業模式上有所創新突破，並且必須將各地家庭生活型態之差異納入考量。

表 6 第四季躍升產業發展對我國相關產業之正負影響

| 影響  | 事件名稱   | 影響說明   |
|-----|--|--|
| 待觀察 | 電子專業代工大廠 Flextronics 併購美國太陽光電追日系統廠商 NEXTracker | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Flextronics 收購太陽光電追日系統廠商 NEXTracker，被視為對太陽光電產業長期持正向態度，普遍認為將可發揮設計和製造上的專業，讓追日系統成本有效降低，使專案採用追日系統的普及程度更高。</li> <li>● Flextronics 目前的營收著重在智慧手機、蘋果相關產品等，推出整體方案之可能性不高；1,375MW 的太陽光電模組產能應依然維持代工策略。</li> </ul> |
|     | LED 元件技術發展概述                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 持續降低 LED 成本已成為不變的趨勢，LED 已從過去一味追求提高發光效率的技術指標，逐漸轉成低成本技術發展。因此掌握低成本技術以及達到規模經濟將是會在 LED 元件產業成功關鍵因素。</li> </ul>  |

| 影響 | 事件名稱   | 影響說明  |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 由於 LED 元件與照明產品標準各國仍持續制定中，廠商往往面臨龐大檢測費用以及檢測時間冗長等問題，因此美國 DOE 亦投入測試與檢測設備發展，期望能加速檢驗流程，進而降低相關費用。</li> <li>● LED 本身發光效率已達到一定程度，未來效率要大幅提升難度較高，因此美國 DOE 投入螢光粉以及提高取光效率技術開發，期望進一步提升 LED 發光效率以及降低成本之目標。</li> </ul>   |
|    | Kyocera 與 韓 華 Q-Cells Japan 之太陽能電池專利訴訟達成合解           | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 專利為屬地主義，在產品銷售地若沒有專利登記，則容易被其他廠商切入搶占市場。因此，在確定產品的主要銷售地後，在當地應進行適當的專利佈局，以保護自身的商業利益。</li> <li>● 以 Kyocera 的案例來看，利用三柵線結構在市場的主流地位，來換取其他公司的技術，可說是專利戰最好的成果模式。</li> <li>● 雖然太陽光電產業的專利戰並不如資通訊產業，但歐美日廠商不乏偶爾會採用此作法來打擊獲利良好或有富爸爸的企業。為此，在切入新市場的同時，了解當地廠商之佈局與技術狀況，對於未來在當地之利益可達到一定的保護效果。</li> </ul> |
|    | 全球智慧溫控器市場發展趨勢  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 短期間智慧溫控器產品市場需求仍以歐美地區為主，國內目前對於此類產品需求性較低，但目前已有廠商打入智慧溫控器產品的供應鏈體系中。</li> <li>● 未來智慧溫控器的發展，其外觀與功能大同小異，而更能夠吸引消費者購買，主要在後端的應用平台的搭配。</li> <li>● 智慧溫控器為了強化功能，在相同體積下必須納入更多元件。因此，廠商若能開發模組化解決方案，將有利於爭取進入國際供應鏈體系。</li> </ul>   |
|    | 德國離岸風電發展現況與展望  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 德國認為離岸風電開發有可能對於海洋生態將會造成大範圍且長期的影響，因此必須先證明對環境無重大影響，且初期不宜過度開發，因此以漸進式方式逐步推行。</li> <li>● 德國政府以長遠穩定之腳步規劃推動離岸風場開發，已具相當成效，估計 2015 年將成為全球累計安裝量第二位之國家。</li> <li>● 離岸風電由於開發過程複雜且牽涉廣泛，現階段各國推動離岸風電進度多半較原先規劃落後，以致需要下調目標。德國以務實態度，藉由前期進行完整調查與評估，減少離岸風場開始開發後可能面對的環境評估議題。</li> </ul>               |
|    | 美國多晶矽晶圓廠商 1366 科技 “Direct Wafer”，推升多晶 PERC 電池效率達 19% | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 雖然驗證在多晶 PERC 電池已達到不錯的轉換效率，然而目前 1366 科技僅有 15MW 的晶圓產能，影響力和市場開拓力道無法與其他一線量產大廠相提並論。</li> <li>● 近年電池和模組價格低落，廠商也期盼成本再有下降；Direct Wafer 若擴產順利將具價格吸引力，但其新廠總投資金額預估為 7 億美元，是一大門檻，在目前終端產品價格低迷、全球景氣起伏波動極大的情況下，投資人對於投入大筆金額換取一個未來，意願可能相對較低。</li> </ul>   |

| 影響 | 事件名稱                       | 影響說明   |
|----|----------------------------|--|
|    | 日本家庭能源管理系統市場發展趨勢           | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 安裝 PV 系統或儲能系統的住宅，有將創能、儲能與用能達到最適化協調運用的需求，若單只管理家庭耗能設備，對於 HEMS 必要性不大。</li> <li>● 只仰賴節省能源費用支出，不足以均衡導入 HEMS 產品之花費。在補助政策退場後，HEMS 市場要穩定發展，必須在商業模式上有所創新突破，並且必須將各地家庭生活型態之差異納入考量。</li> </ul>  |
| 負面 | 由 Osram 欲出售照明事業部，看照明市場發展趨勢 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Philips 與 Osram 重組照明事業，所產生的市場空間，中國大陸 LED 照明廠商勢必積極爭取。以中國大陸過去慣有價格競爭擴大市場占有率經營模式，及目前龐大的廠商家數與產能研判，未來包括 LED 元件與照明產品價格恐將持續下滑。且在中國大陸廠商進入全球市場影響下，全球照明市場集中度將持續下滑。</li> <li>● 中國大陸照明製造商在政府扶植下，除主導中國大陸內需市場，擴大生產規模創造價格競爭優勢外，也積極發展國際市場，且預期中國大陸廠商將以價格競爭來擴大市場占有率，使得 LED 照明產品價格進一步下滑。</li> </ul> |