

# 太陽光發電

## 어디까지 왔나

李 基 善

韓國動力資源研究所 太陽光研究室長

太陽光發電은 太陽電池라는 半導體素子를 利用하여 太陽光으로부터 直接 電氣를 生産하는 方式으로서, 太陽電池어레이, 電壓調整器, 蓄電池, 直流/交流變換器 등을 組合하여 太陽光發電시스템을 構成하게 된다. 이 가운데에서도 太陽電池의 價格이 現在 全体시스템 價格의 절반 정도를 차지하는 만큼 매우 중요하다.

태양전지의 가격은 아직도 매우 비싼 편이어서 현재로서는 人工衛星, 벽지의 無線中繼所, 氣象觀測所, 無人등대 또는 落島의 電源 등 이른바 系統線을 연결할 수 없는 地域의 限定된 用途에만 利用되고 있으며, 太陽光發電이 一般 電力과 比較하여 經濟性을 가지기 위해서는 太陽電池의 價格이 앞으로 1/2 내지 1/3程度로 더 減少되어야 한다. 最近 2年間 全世界的으로 太陽光發電에 關한 研究開發費가 大幅的으로 增額되고 있다. 美國의 研究開發費는 年間 1億 2千5百萬弗에 達하며 구라과의 경우는 약 3千弗에 이르고 있다. 여기에 產業界의 投資額을 包含시키면 全世界的으로 太陽光發電에 對한 研究開發費의 規模는 年間 2億弗이 넘는

다. 이렇듯 전세계는 代替에너지源으로서의 太陽光發電 技術開發에 莫大한 投資와 努力을 기울이고 있다.

### 現在の 市場

현재 太陽光發電시스템의 市場은 다음의 3가지로 되어 있다.

- 小規模 發電(約 100Wp程度) — 1979年 한 해 만해도 무선중계소, 비콘, TV 수신용 전원 등으로 수천개의 소규모 발전시스템이 판매되었다.
- 中間規模 發電(數 kWp 程度) — 관개용 揚水機 혹은 보조電源으로서 美國의 Nebraska에 있는 25kW級 揚水機가 1978年度에는 세계에서 가장 큰 것이었으며, 프랑스 南部에서 가동중인 27kW揚水機가 現在로서는 가장 큰 것이다.
- 大規模 發電(大略 10kW 以上) — 未來에는 이러한 새로운 市場이 가장 큰 부분을 차지하게 될 것이다. 美國의 인디언部落과 프랑스가 말리政府에 提供한 병원의 전원시설이 이

러한 경향의 대표적인 것이다. 앞으로 시스템 가격이低下되어生産能力이 증가한다면 向後 2年 以内に 太陽光發電에 의한 50kW 장벽이 쉽게 무너질 추세이다.

## 太陽電池 및 모듈 技術現況

最近 數年間 太陽電池材料, 製造工場 및 封装技術面에서 괘목할 만한 발전이 이루어졌다. 그러나 근본적으로는 技術革新이 이루어지지 않는 않았다.

### 1) 材 料

CdS/Cu<sub>2</sub>S 太陽電池 및 其他 II-VI化合物 太陽電池는 實驗室에서는 괘목할만한 진전을 보여 效率이 10%線을 돌파하였으나 Pilot 生産에서는 아직도 그 절반정도의 效率밖에 얻지 못하고 있다. 性能低下 문제도 완전한 해결을 보지 못한 상태이다. GaAs 太陽電池의 경우 25%의 效率이 보고된 以來 3年이 경과한 後에도 아직 商品化되지 못하고 있다.

非晶質硅素 太陽전지도 많은 진전을 보여 최근 6%까지 도달하였고 日本의 한 회사는 P-n 태양전지로서 3~4% 효율의 태양전지를 생산하였다. 비정질규소 태양전지의 효율이 3~5%정도가 되면 價格이 싸기 때문에 效率과 태양전지의 크기가 별로 문제가 되지 않는 소규모 전원응용 분야에서 實用化 普及가 가능해 질 것으로 보인다.

良質의 多結晶실리콘薄板은 實驗室 혹은 Pilot 規模로 생산되고 있으며, 8% 以上の 효율을 얻고 있다. 多結晶실리콘의 商業化時期는 1983~1985年頃이 될 것으로 전망되고 있다. 이 技術도 Ingot 절단工程이 要求되고 材料의 使用量도 單結晶技術과 마찬가지로 所要된다.

리본 成長 혹은 다른 基板上的의 成長層에 關한 研究가 現在로서는 매우 人氣가 있다. 垂直리본 成長法(Tyco의 EFG法)은 별로 큰 진전이 없는 듯하며, 日本의 한 회사는 水平리본 성장法으로 태양전지를 제작, 판매하고 있다. 리본은 폭이 넓은 경우에는 특히 0.6~1mm정도로 두께가 비교적 두껍다. 따라서

실리콘 所要量이 單結晶이나 Ingot 成長의 경우보다도 더 많다. 그러므로 價格이 싼 太陽電池級 실리콘이 生産되지 않는 한 薄膜成長法(~50 $\mu$ m)이 가장 희망적이다 하겠다.

現在 商業化되어 있는 單結晶法도 상당한 진전이 이루어지고 있다. 單結晶成長의 自動化로 直徑이 125~150mm인 單結晶을 時間當 10cm씩 成長시키고 있다. 切斷技術도 크게 改善되어 웨이퍼當 손실되는 두께를 500 $\mu$ m로 감소시키게 되었다.

塊狀 成長技術과 薄膜成長技術中 어느 쪽을 擇하느냐 하는 문제는 실리콘材料의 最終價格에 따라 左右될 것이며, 이와 反面 실리콘리본技術의 短點은 材料의 所要量이 너무 큰데에 있다.

### 2) 太陽電池 製造工程

太陽電池 製造工程中 自動化가 가능한 方法만이 앞으로의 흥미의 對象이 되고 있다. 전형적인 擴散爐나 진공증착에 의한 電極製作과 같은 1回 工程들은 비록 현재에도 널리 쓰이고 있기는 하나 이미 낡은 方法으로 간주되고 있다.

固狀-固狀擴散法, Dopant의 Glow Deposition 및 이온注入法 등이 매우 有力한 方法이 되고 있으며, 진공증착이나 사진식각法(Photolithography)에 의한 電極製作法等도 이미 부분적으로 Silk-Screen 技術로 代置되고 있다. 다른 연속工程도 電解法을 利用하여 開發되고 있다. 전반적으로 머지않아 太陽電池製造의 낡은 既存工程은 새로운 연속 自動化工程으로 代置될 것이다.

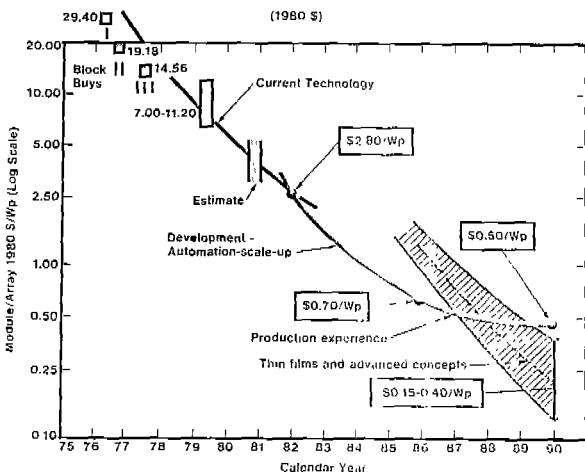
## 시스템價格 分析

太陽光 發電시스템 中에서 가장 重要한 것은 太陽電池이며, 太陽電池의 價格이 아직도 비싸기 때문에 시스템 全體의 價格이 비싸져서 發電單價도 높게 되는 것이다.

過去에는 太陽電池 모듈價格이 시스템 全體價格을 支配하였으나, 오늘날에는 모듈價格이 전체價格의 約 절반을 차지하고 있다. 전체 시스템價格 中에서 모듈價格이 차지하는 比率

은 向後 5年內에 더욱 작아질 것으로 기대되고 있다. 따라서 太陽光發電시스템 價格을 減少시키기 위해서는 우선 太陽電池價格을 감소시키려 하며, 이를 위하여 美國을 비롯한 世界 各國에서 조직적인 연구개발프로그램을 樹立하여 推進中이며, 이의 成果로 최근 4年동안 太陽電池모듈 價格은 피크와트當 約 30달러에서 10달러 内外로 減少되었다.

美國은 1986년까지 太陽電池 모듈價格을 0.7 달러(1980年 不變價格)까지 감소시킬 計劃이며, 이에 對한 太陽電池價格 目標 및 시스템 價格目標은 다음과 같다.



〈그림 1〉 태양전지모듈 가격목표 및 역사

〈표 1〉 美國의 太陽光發電시스템 價格目標

目標年度	모듈價格 (FOB, \$/Wp)	시스템價格 (\$/Wp)	應用分野
1982	≤2.80	6-13	벽지
1986	≤0.70	1.60-2.20	주택
1986	≤0.70	1.60-2.60	中間負荷센터
1990	0.15-0.40	1.10-1.30	中央發電所

위의 시스템價格 目標은 火力發電 시스템과 경쟁할 수 있는 太陽光 發電시스템 價格을 基準으로 하여 設定된 것이다.

표 2는 1979년과 1985년에 있어 10kWp程度의 中間規模 太陽光發電시스템에 대한 概략적인 價格構成을 나타낸 것이다. 1979年度 數値는 토목공사, 설치공사 및 輸送費用이 많이 드는 매우 격리된 地域을 對象으로 한 實際의 값이며, 1985年度의 數値는 基本的인 支援施設이 現場에 있고, 設置工들은 現場에서 훈련시켜 조달하며, 地域에서의 경영조건이 갖추어져 있을 경우의 假定值이다.

〈표 2〉 太陽光發電시스템 設置費用內譯 (US \$)

	1979	1985
<b>kWp當 費用</b>		
太陽電池板	10m <sup>2</sup>	8m <sup>2</sup>
包裝 (Encapsulation)	10×450=4,500	8×100=800
실리콘	8×400=3,200	6×60=360
製造	8×300=2,400	6×30=180
一般經費, 利潤	5,000	660
太陽電池板價格	15,000	2,000
蓄電池 (24時間)	1,000	800
土木工事構造物	3,000	500
DC/AC 變換器	2,000	300
設置費用	1,500	300
輸送	2,000	1,000
利潤, 雜費用	5,500	1,100
<b>kWp當 總費用</b>	<b>30,000</b>	<b>6,000</b>
<b>kWh當 費用</b>		
年間分割金 (利率 6%) (太陽電池壽命 20年, 蓄電池壽命 10年)	2,500	500
年間維持補修費	500	100
年當設置總費用	3,000	600
kWh當 費用	2	0.40

에너지 貯藏문제는 未來의 시스템價格에 있어 가장 큰 要素가 되고 있으며, 만족할만한 價格低下의 전망이 뚜렷하지 않다. 蓄電池의 性能, 特히 壽命을 改良하기 위하여 많은 努

력이 경주되고 있다. 1990년까지는 蓄電池의 壽命이 15~20年으로 될 展望이나 現在로는 壽命이 最大로 10년까지 도달할 수 있는 것으로 생각되기 때문에 이러한 蓄電池의 性能改良은 全体 投資費用에 큰 영향을 미칠 수가 있다. 이러한 用途의 蓄電池는 자동차, 電氣自動車, 잠수함 등과 같은 다른 應用分野와는 달리 別異한 特性을 지니고 있다. 太陽光發電 시스템의 蓄電池는 무게, 부피, 높은 순간 Power 및 높은 充電 혹은 放電率이 별로 중요치 않은 反面, 다른 축전지에 비해 낮은 損失과 낮은 維持費 및 낮은 價格의 것이어야 한다. 따라서 太陽光發電用 鉛蓄電池에 關한 研究가 太陽光發電研究의 한 主要한 課題가 되고 있다.

## 太陽光發電의 展望

앞에서 살펴본 바와 같이 1985년까지 太陽光 發電單價가 \$ 0.4/kWh 정도로 높음에도 불구하고, 특히 開發途上國家의 離隔地域은 太陽光發電시스템의 크나큰 市場이 되고 있다. 他에너지價格은 더욱 비싸다. 예를 들어 소규모 디젤엔진(보통 100kW)에 의한 發電單價는 平均 \$ 1/kWh 정도이며, 遠隔地에서는 때때로 \$ 2/kWh 를 넘는다. 유럽에 있어 코르시

카섬의 예를 들면 水力과 並用으로 20MW의 大型디젤발전기로 섬 全体에 전력을 공급하고 있다. 여기서의 生産價格은 핵발전이나 보통 발전소의 約 3倍이고, 판매가격은 대략 5배 내지 6배에 達하고 있다.

美國의 경우 1986년까지 피크와트당 0.7달러의 목표를 세우고 있는 反面 불란서에서는 1990년까지 피크와트당 \$ 1~\$ 2가 될 것으로 展望하기도 한다. 비록 太陽電池 모듈價格이 피크와트당 \$ 1를 上廻한다 하더라도 현재 디젤발전기가 點하고 있는 小規模내지 中間規模 發電所의 數百萬弗 市場과 경쟁하기 위한 大規模의 太陽光發電產業이 形成될 수 있을 것이다. 만약 모듈가격이 0.5달러 以下로 감소된다면 太陽光發電이 大規模의 火力 또는 原子力發電과 경쟁할 수 있으므로 市場은 매우 寬容적으로 變할 것이다.

결론적으로 太陽光發電이 널리 實用化되기 위해서는 복잡한 기술적 및 경제적 配慮가 뒤따라야 한다. 해결해야 할 問題가 무엇인가도 알게 되었고, 또 어려운 問題에 對한 可能한 해결策도 그 方向이 提示되어 있다. 앞으로 豫想되는 太陽光發電의 利得은 확실히 현재 여기에 投與되고 있는 막대한 노력과 資金을 正當化하고도 남는다 하겠다.

### 水中實驗을 할 機體

British Aerospace(NAE)사의 146 항공기 앞머리 부분이 물 속에서 有用한 역할을 하기 위한 준비가 한창 진행되고 있다.

이 비행기의 동체는 水中實驗이 실시될 BAE사의 해럴드工場에서 거대한 물 탱크 속에 들어가게 되는데, 주로 客室加壓이 주기적으로 되풀이 될 이 實驗은 5월에 시작하여 약 12개월 동안 계속될 것이다. 이것은 25년간 실제로 여객수송 서비스에 就役하는 것과 맞먹는다.

146기는 두 機種의 민간 여객기로서 공급될 것이다. 좌석 70 내지 90석의 146-100기는 길이 1,070m 이하의 滑走路에서 이륙할 수 있고, 高地帶, 高溫度의 비행장에서 뛰어난 능력을 발휘할 것이다. 그리고 이 비행기는 포장을 하지 않은 滑走路나 地面이 단단하지 못한 滑走路에도 이륙이 가능하다.

