

解 說

日本の 太陽에너지 研究 開發現況

李 聖 允*

I. 太陽熱 研究 開發計劃

太陽은 1m²당 약 1kw 程度의 에너지를 地球에 供給하고 있다. 10%의 效率로 日本 地域의 4%의 太陽熱로서 1985年度에 日本에 必要되는 全 에너지를 充當할 수 있다.

그러나 밤과 흐린 날로 因해 太陽에너지 技術은 集熱熱貯藏 및 太陽의 追尾와 같은 문제가 開發되어야 한다. 日本은 現在 消費되는 費用의 1%로 太陽電池를 利用한 太陽 光電池에 의한 發電과 太陽熱에 의한 動力生産의 開發을 計劃하고 있다.

이 두 開發은 모두 1981年과 1985年間의 中間 目標로서 10,000kw의 電力生産系統에 集中하고 있다. 더 나아가서 太陽熱 暖冷房 및 溫水供給은 太陽에너지 工業分野에서 가장 有用한 技術이 될 것이며 이 計劃의 達成을 위한 一次目標은 1985年 末이다.

II. 太陽에너지 研究開發 現況

太陽에너지 工業技術에 대한 研究開發計劃은 두가지로 分類되는데 하나는 國立研究機關에서 遂行되는 것과 다른 하나는 私設研究機關에 委託된 것이다. 國立研究機關은 太陽에너지 技術에 대한 基礎 및 進步의 研究開發課業을 遂行하거나 測定과 評價方法을 開發하고 있다. 太陽에너지 技術의 實用化를 위하여 單價減少 遂行方法의 改善, 施設의 壽命延長을 위한 技術開發은 私設 委託機關에서 遂行되고 있다.

1. 國家研究機關에 의한 研究計劃

가. 太陽에너지 系統

太陽光線의 分光強度의 測定을 위한 機器施設

나. 太陽熱 動力生産, 發電 系統
全 系統으로서 試運轉된 副 系統의 組立施設에 대한 評價.

다. 太陽 光電池 動力 生産系統

새로운 形態의 太陽電池에 대한 理論의이고 實驗的인 研究測定과 評價方法에 대한 研究

라. 太陽熱 暖冷房 및 溫水供給 系統

效果的인 熱管理를 위한 實驗住宅의 設計와 建築

마. 새로운 太陽에너지 利用을 위한 研究開發
새로운 動力生産 系統에 대한 研究, 太陽熱 集熱器와 熱貯藏器에 대한 材質研究 및 高溫 太陽爐에서의 反射物質과 産業的 利用에 대한 研究

2. 民營 委託機關에 의한 研究計劃

가. 太陽에너지 系統

氣象學的 調查-日射量과 關聯된

(1) 集熱과 工程에 대한 데이터 調査

(2) 既存데이터 蒐集

(3) 地理的인 日射量 分布地圖 蒐集

(4) 觀察

나. 太陽熱 動力生産 系統

拋物圓筒形과 塔形系統

(1) 完全한 實驗施設 設備

(2) 部品과 材質의 開發

다. 太陽電池 動力生産系統

垂直풀링(Pulling)에 의한 실리콘 結晶

(1) 施設의 製作과 基礎研究

(2) 電池의 材質에 대한 研究

水平풀링(Pulling)에 의한 실리콘 結晶

(1) 裝置의 製作과 技術에 대한 研究

(2) 電池의 材質에 대한 研究

非이온 加速蒸着에 의한 얇은 실리콘 結晶膜

(1) 膜의 成形

* 正會員, 韓國原子力研究所

(2) 半導體 接合

이온 加速蒸着에 의한 얇은 실리콘 結晶膜

(1) 裝置의 開發과 試驗

(2) 結晶體의 質의 檢査

새로운 形態의 太陽電池

(1) 여러 形態의 太陽電池 構成에 대한 分析

(2) 太陽熱 集中에 의한 光電池 變換 系統의 開發

(3) 包裝物質에 대한 研究

Ⅱ~Ⅳ價의 半導體들의 複合한 太陽電池

(1) 製作의 여러가지 方法

(2) 質 低下要因

(3) 製作工程에서의 公害防止에 대한 研究

라. 太陽熱 暖·冷房 및 溫水供給 系統

住宅의 太陽熱 利用을 위한 系統

(1) 一次的 試驗住宅의 設計

(2) 副系統들에 대한 開發

既存建物을 위한 系統

(1) 一次的 試驗住宅의 設計

(2) 部品の 設計

(3) 여러가지 系統의 開發

아파트를 위한 系統

(1) 一次的 試驗住宅의 基本設計

(2) 部品の 試驗製作과 試驗

(3) 系統의 分析

大規模의 建物을 위한 系統

(1) 一次的 試驗建物의 基本計劃

(2) 部品の 試驗製作과 試驗

(3) 系統의 分析

플라스틱 材質

(1) 選擇性 透過, 吸收 및 反射膜의 開發

유 리

(1) 選擇性 透過 被膜의 生産技術 評價

(2) 太陽熱 集熱器에 대한 適正構造에 대한 研究

金屬物質

(1) 알루미늄 集熱器의 腐蝕防止에 대한 研究 및 實驗

(2) 選擇性 吸熱被膜에 대한 研究

Ⅲ. 太陽에너지 研究開發 成果

1. 太陽熱 動力生産 系統

가. 太陽熱의 變換을 위한 技術

(1) 發電에 太陽熱 動力生産 系統을 適用하는 것에 대한 研究

이 計劃의 目的은 太陽熱 動力生産系統을 電力生産에 適用하여 未來의 電力供給構造와 그 量을 考慮하며 에너지의 貯藏을 包含한 太陽熱의 動力生産技術과 그 系統의 稼動方法을 研究함에 있다. 1974년에 太陽熱 轉換系統에 關聯된 基本 데이터 即 氣候條件, 未來의 電力需要量의 推定, 에너지 貯藏系統, 單位面積當 太陽電池의 電力生産量 등이 調査되었다.

(2) 太陽熱 動力生産系統에 대한 研究

系統들의 技術的 有用性에 대한 檢討와 基礎研究에 附加하여 效率的이며 長期間 利用할 수 있는 經濟的인 熱變換器의 開發研究을 通하여 太陽熱 動力生産 系統의 理想的構造를 設計, 1974년에 基本데이터가 蒐集되고 副 系統들의 試驗製作이 遂行되었다. 1975년에는 示範 系統의 試驗製作이 遂行되고 集熱器의 吸熱 效率과 熱透過率이 測定되었다.

(3) 太陽熱 動力生産 系統의 材質에 대한 研究

이 計劃은 選擇性 透過 및 吸收塗料를 生産하고 生産品들의 特性을 測定하여 새로운 選擇性物質을 開發하기 위한 것이다. 1974년에 背部吸熱式과 多層相殺濾過式의 選擇性 吸熱塗料가 光學的 常數를 아는 材質로서 製造되어 이들의 特性이 測定되었다. 또한 金屬炭化物(Z,C, HfC 등)과 硼化物(Z,B₂, L₂B₆ 등)의 透過率과 反射率이 測定되고 評價되었다. 이와같이 選擇性 吸收被膜으로서의 이들의 特性들이 밝혀졌다.

나. 圓筒의 拋物形系統에 대한 研究開發

많은 形態의 太陽熱動力系統이 있으나 이 計劃은 圓筒의 拋物形 反射體를 使用하는 集熱器와 圓筒의 拋物形反射體와 時間에 따라 調整되는 平板反射體를 混合한 集熱器의 研究에 必要한 基本資料를 얻기 위한 것이다. 1980년에 完成될

1,000kw 시스템의 설계에 대한 데이터가蒐集되었다. 더 나아가서 集熱器, 選擇性 透過塗料, 吸熱表面, 熱貯藏裝置 등에 대한 연구가 遂行되었다. 塔式 시스템에 대한 연구 開發

(1) 여섯가지형의 시스템들이 研究 對象으로 選擇되었다.

(2) 集中式集熱器, 熱貯藏器 등의 副系統들이 太陽動力生産을 위해 完全한 시스템으로 組立되었다.

(3) 時間에 따른 自動調整裝置에 대한 物質의 研究뿐만 아니라 熱貯藏物質, 熱交換器, 選擇性吸收表面, 選擇性透過皮膜, 反射體 및 다른 部品들에 대한 基本研究가 遂行되었다.

(4) 部品와 物質의 試驗裝置의 製作 뿐만 아니라 熱集中構造에서 基本因子에 대한 分析

(5) 1,000kw 發電所의 建設과 設計에 대한 研究를 위해 設計明細書를 究明하는 것

2. 太陽光電 變換系統

가. 太陽電池에 대한 基本研究

이 研究의 目的은

(1) 低廉한 價格으로 半導體膜을 生産하고 얇은 膜의 電氣의 特性을 測定하는 技術을 開發하기 위함.

(2) 固體 物理學을 適用하여 效果의 太陽 에너지를 電氣에너지로 變換시키기 위한 새로운 可能性을 研究하고 에너지 變換裝置를 製作하기 위함.

(3) 새로운 形態의 矽리콘 結晶을 評價하기 위함.

(4) 太陽電池 半導體와 그 物性을 評價하기 위함.

(5) 半導體 結晶을 利用하여 優秀한 太陽電池를 開發하기 위함.

1974年度에 在來의 眞空蒸着技術에 의해 I_nS_n 의 얇은膜에 대한 構造와 電氣의 特性을 研究한 結果 낮은 蒸氣源溫度와 높은 眞空狀態에서 裝造된 蒸氣蒸着膜이 좋은 結果를 나타냈으며 分子沈澱의 基本現象을 理解할 수 있게 되었다. 半導體의 光電氣 및 熱電氣의 效果를 效果의 利用함에 대한 理論的인 研究가 遂行되었다. 그 結果로

서 높은 性能値를 갖고 있는 熱電氣의 셀(Cell)과 큰에너지 (gap) (G_2A , 0.5, P 0.5, Cds 등)을 形成하는 光電氣의 半導體 셀을 複合하여 總效率를 增加시킬 수 있게 되었다. 矽리콘 太陽電池에 力點을 두고 矽리콘 複合結晶膜에 P-N 接合을 形成시켜 製造되는 複合結晶 薄膜太陽電池에 關係 基礎研究가 遂行되었다. 薄膜 太陽電池에 關係 다섯가지의 特許申請이 接受되고 結晶成長構造 리본(ribbon) 結晶成長의 分析法 및 單結晶 웨이퍼(wafer)의 流動測定에 關係 다른 研究가 進行되었다. 日射量의 세기, 直達日射量과 擴散日射量에 대한 分光強度測定 및 太陽電池의 分光特性의 測定方法에 對해서도 研究되었다. 새로운 物質로 製造된 太陽電池에 關係 II-V價와 III-V價 半導體들의 壽命을 測定하는 方法들에 關係 比較研究가 이루어졌다. 여러가지 形態의 物質로 製造된 SBD 셀의 特性計算과 Si, G_2A , 및 G_2A,P 를 利用하는 셀의 試驗生産이 遂行되었다. 太陽電池의 理論的 效率를 計算함으로써 이러한 太陽電池에서 表面再結合速度의 影響을 減少시킬 수 있음을 發見하였다.

나. 垂直풀링(Pulling)法에 의한 矽리콘 리본(Ribbon) 結晶에 대한 研究開發.

1974년에 主要한 目標은 리본結晶의 成長方法을 開發하는 것이었다.

(1) 리본結晶 成長形態의 發展

(2) 成長리본結晶을 위한 未來의 技術探究

(3) 리본結晶의 特性 分析

리본結晶 成長에 使用되는 毛細管에 關係 研究다. 水平풀링法에 의한 矽리콘 熔融爐와 結晶成長의 完成工程의 主 部品들을 試驗 製作하여 기초 데이터를 얻는 것이었다.

(1) 結晶成長 工程의 各段階에서 適成條件이 明細되었다.

(2) 單 리본結晶들은 約 200mm/min의 풀링速度에서 成功的으로 抽出되었다.

(3) 段階的 設計, 計劃, 每 段階의 作動教範書 및 다른 問題點들을 考慮하여 大規模로 完成되었다.

다. 非이온 加速蒸着過程에 의한 矽리콘薄膜

製造方法에 관한 比較 研究

(1) 太陽電池의 特性檢討와 接合 生成에 관한 研究

(2) 薄膜太陽電池의 製造方法에 관한 豫備研究

(3) 結晶條件에 관한 研究

라. 이온加速蒸着過程에 의한 실리콘 結晶薄膜의 研究開發

이온放射蒸着 過程을 통해 低廉한 費用으로 실리콘 薄膜을 製造하는 方法과 太陽電池 및 接合 成形의 特性을 評價함으로 素子 加速成長過程에 대한 比較研究가 實施되었다.

마. 새로운 形態의 太陽電池의 研究開發

太陽電池를 위한 適正構造를 開發하기 위해

(1) 適正設計를 위한 基本 데이터가 쉘 製造에 대한 比較的 實驗들이 實施되었다.

(2) 電極材料의 經費節減을 위한 經濟分析이 實施되었다.

(3) 低廉하고 大量生産에 容易한 包裝材料가 選擇되고 大量生産에 適當한 容器가 設計되었다.

바. Ⅱ-Ⅳ價의 半導體化合物을 使用한 太陽電池의 研究 및 開發

(1) Ⅱ-Ⅳ價 半導體에서 質이 低下되는 構造가 分析되고 主要因이 거의 解說되었다.

(2) 汚染防止技術에 대한 研究製造, 및 使用時 發生하는 汚染 危險을 防止하기 위한 研究가 行해졌다. 研究結果製造段階에서 公害를 주지 않고 半導體를 生産할 수 있는 可能性이 確認되었다.

(3) 새로운 製造方法의 研究 및 開發

顯著한 經費節減을 위한 새로운 製造方法이 研究되고 半導體 製造가 試圖되었다.

3. 太陽熱 暖 冷房 및 給湯系統

가. 評價制度의 研究

이 計劃의 目的은 더운 날씨에서는 땀을 흘리는 熱에 대한 生理的 構造를 지닌 마네킹을 開發하여 太陽熱 暖 冷房 및 給湯系統에서의 溫度條件의 評價方法을 蒐集하는 것이다. 建物內의 便安한 條件과 關聯된 데이터는 建物과 關聯된 技術問題中 特別한 研究 計劃으로서 1973年 以來 蒐集되어 왔다. 1974年에 溫度條件을 判別하는 마네킹이 開發되었다. 이 마네킹은 알미늄으로

製作되었고 17개의 加熱器와 다른 裝置들이 內部에 附着되었다.

나. 既存 住宅系統의 適用 技術開發

建物의 熱의 特性과 內部의 環境改善 및 太陽熱 冷房의 開發은 住宅의 既存建物系統의 開發의 優先 課題이다. 1974年에 系統의 熱的均衡, 暖 冷房 및 溫水供給을 위한 公式 및 集熱器와 蓄熱器에 대한 研究가 遂行되었다. 다음 結論들이 얻어졌다.

(1) 熱 平衡計算 프로그램의 作成

(2) 暖冷房 및 溫水供給系統에 대한 經濟性과 에너지保存의 評價되었다.

(3) 既存技術에 의한 平板式集熱器의 適正設計 範圍가 明確하게 되었다.

(4) 熱 貯藏 物質들이 選擇되고 問題點들이 檢討되었다.

다. 太陽熱 住宅을 위한 系統의 開發研究

(1) 系統의 分析

이 系統이 蒐集된 데이터에 의해 太陽의 집과 保溫施設의 經濟性을 測定하였으며 또한 既存技術과 氣候條件에 대하여도 分析되었다.

(2) 部品과 材料의 開發

이 系統에 適當한 部品構造가 太陽熱 集熱器와 空氣調和機에 대한 基本研究와 併行하여 實施되었다.

(3) 一次 試驗住宅에 대한 基本設計 太陽熱住宅設計가 “KJ 方法”에 따라 試驗모델이 設計되고 製作되었다.

라. 아파트를 위한 系統에 대한 研究 開發

(1) 아파트를 위한 設計工程이 斜明되었다.

(2) 1990년까지 建物의 建設需要에 대한 展望이 검토되었다.

(3) 着想計劃이 세워졌다.

(4) 에너지流動計算이 遂行되고 여러 形態의 暖冷房 및 給湯系統中에서 基本系統들이 選定되었다.

(5) 여러가지의 太陽熱 集熱器의 性能 分析 프로그램이 開發되어 集熱器의 性能이 測定되었다.

(6) 여러 形態의 空氣調和器들이 研究되고 基本 明細書가 檢討되었다.

다. 大規模 建物을 위한 系統의 研究 開發

(1) 大規模 建物에 대하여 建設과 設置에 대한 計劃과 有用한 日射量과 暖冷房所要熱量에 대한 計算이 遂行되었다.

(2) 實際의 系統設計를 위해 熱 貯藏에 관한 基本研究가 實施되었다.

(3) 太陽熱 冷房에 適當한 冷凍機가 檢討되었고 試驗器具들이 設計 데이터를 얻기위해 製造되었다.

(4) 全世界의 太陽熱 集熱器에 대한 研究狀況이 調査되었고 集熱器 性能이 比較 實驗되었다.

바. 플라스틱 材料의 研究開發

(1) 選擇透過性膜, 選擇吸收 및 反射被膜에 관한 既存技術이 檢討되고, 再評價되었으며 플라스틱 材料를 利用하는 皮膜技術에 관한 基本研究가 實施되었다.

(2) 여러가지의 吸收被膜 材料의 光學的 特性들을 測定하기 위한 技術이 研究되었으며 模造太陽이 設計되고 製作되어 評價에 使用되었다.

사. 유리 材料의 研究開發

(1) 既存材料에 關한 檢討

(2) 새로운 試驗材料의 製造와 研究

(3) 平板集熱器를 위한 標準 유리, 試驗材料의 製造와 研究

既存材料에 關한 研究結果 0.90의 吸收率과 赤外線 反射率 0.15의 높은 性能을 나타내었다. 여러가지의 集熱器 모델에 대한 理論的 計算에 의해 얻어진 結果에 基礎하여 여러 集熱器 모델들이 試驗用으로 製作되었다. 두 가지의 光 集中系統

(1) 반달形 렌즈와

(2) 프레넬(fresnel) 렌즈가 集熱器의 덮개 利用으로 研究되었다.

아. 金屬材料의 研究開發

이 計劃의 基本目的은 陰極 腐食防止法에 基礎된 亞鉛皮膜 方法과 類似한 方法으로 腐蝕防止構造를 研究하는 것이다. 이 研究開發은 基本材料로서 알루미늄을 使用하는 平板式 集熱器中 특히 優秀한 銅본드 集熱器에 대해 遂行되었다.

1974年 以後에

(1) 알루미늄 吸熱板의 使用期間을 延長하기위해 腐蝕防止에 대한 研究가 遂行되었다.

(2) 물에 의한 腐蝕試驗을 위한 器具가 設計되고 試驗 製作되었다.

(3) 알루미늄 吸熱板의 選擇性 吸熱度を 높이기 위한 基本研究가 實施되었다.

4. 其 他

가. 太陽에너지 利用을 위한 研究

全世界의 1) 全 系統 2) 動力生産 3) 光電力生産 4) 太陽爐 5) 太陽의 집(暖·冷房 및 給湯)에 關한 技術 開發狀과 技術 및 經濟的 影響에 대해 調査 研究가 遂行되었다.

나. 氣象調査

(1) 日本과 外國의 日射量 데이터가 蒐集되었다.

(2) 氣象 데이터의 利用을 위해 必要되는 日射量測定과 統計를 위한 明細書가 蒐集되었다.

(3) 既存데이터에 基礎하여 全 天空日射量 日射時間의 季節과 그리고 地域的 分布가 調査되어 地理學的 分布圖가 그려졌다.

다. 太陽光線의 分光 測定에 대한 研究

이 計劃의 目的은 紫外線으로부터 可視線과 赤外線 範圍의 分光強度 測定이 遂行되었다.

라. 새로운 動力生産 系統의 研究

太陽에너지의 熱 이온 動力系統은 太陽에너지를 利用하는 直接的 動力生産 技術이다.

1974년에는

(1) 光 集中 反射體, 太陽 追跡器具, 熱 이온 動力生産 部品 등에 關한 技術的 問題點들이 檢討되었다.

(2) 熱 이온 動力生産 器具의 設計가 完成되었다.

(3) 熱 이온 動力生産의 熱 傳達에 있어 가장 優秀한 것으로 評價되고 있는 히이트 파이프(Heat Pipe)의 熱 傳道性과 瞬間 反應性이 測定되었다. 電力의 極超短波 透過에 대한 研究는 宇宙의 電力生産을 위한 基本 構造에서의 核心이다. 1974년에 20kw程度의 極超短波 生産構造가 設計되고 試驗 製作되었다.

媒介體로서 低沸點의 冷却劑를 利用하는 熱엔진에 의한 動力生産은 宇宙에서 動力生産의 한 가지 方法이다. 磁石 發電機—流體力學(MHD) 計劃에서 超傳導性 電磁氣의 冷却 利用을 위한 大量 液體化機械의 開發技術에 根據하여 한계(寒劑)膨脹터빈이 設計되고 試驗製作되었다.

마. 材料에 대한 研究

이 研究의 目的은 太陽에너지의 産業的 利用뿐 아니라 熱貯藏 材料의 高溫適用, 太陽爐에 의한 熱 이온動力生産 等과 같은 太陽熱 工程分野에서 새로운 材料를 開發하는 것이다. 太陽熱 蒐集器 材料 高融點을 갖는 耐火性 酸化物의 高溫度放出

과 反射가 測定되었다. 同時에 低溫에서 選擇된 物質의 放熱과 反射에 대한 測定의 方法이 研究되었다. 熱貯藏物質—알카리鹽, 有機物質, 無機水化合物에 대한 熱貯藏物質로서의 妥當性이 그들의 溶解와 固體化 過程의 動力學的 分析에 의하여 研究되었다. 더구나 密度, 粘度比熱과 熱貯藏裝置의 設計에 대한 必學的인 다른 基本 데이터가 測定되었다. 그리고 熱擴散에 關係하는 새로운 測定方法이 開發되었고 알카리鹽에 應用되었다. 熱媒體로서 使用된 合金에서 개스의 溶解에 대한 그리고 貯藏媒體에 그들의 反應에 대한 다른 研究들이 있었다.