

海外科學技術

토픽

編輯部

차 례

- ◇ 分散形 計算機에 의한 化石燃料火力發電所의 制御
- ◇ 熱電對溫度 監視裝置
- ◇ 모우터의 技術을 進展시킨 稀土類磁石
- ◇ 送電線의 損傷을 輕減하는 振動댐퍼
- ◇ 새로운 電力技術
- ◇ 太陽電力衛星實現을 위한 第一步

分散形 計算機에 의한 化石燃料 火力發電所의 制御

石油價格의 昂騰에 對處하기 위하여 英國 CEBG(中央發電廳)는 500MW 유닛의 시프트運轉을 導入하였으나 이것은 任意負荷로서 長期間運轉되는데 20MW/min의 負荷變化에 追從함과 同時에 호트스타트時 30分以內에 全出力을 낼 수 있는 能力이 要求되고 있다.

調査結果 廣範圍한 負荷로서 最適의 性能을 發揮하는 새로운 制御方式으로 既存制御方式을 代替하고 보일러의 메탈 溫度모니터시스템을 다시 擴大한다는 것을 條件으로 하여 이것이 可能하게 되었다.

이로 인하여 500MW×4機로 構成된 pembroke石油火力發電所를 1976년에 選定하였고 77년에는 同發電所 制御시스템의 代替에 관한 設計와 計劃을 다음과 같이 決定하였다.

(1) 燃燒制御: 高效率와 低溫腐蝕低減을 위하여 嚴密한 空燃比維持 특히 負荷變動時의 即應動을 얻기 위하여 3個의 制御루우프가 導入되었다. 즉 FDF(插入通風팬)에 의한 空氣量制御 및 IDF(吸出通風팬)에 의한 爐內壓制御 그리고 煙道가스의 Co分析에 의한 空燃比制御이다.

(2) 蒸氣溫度制御: 負荷와 蒸氣流量的 函數로서 주어진 設定方式에 의한 것이며 過熱溫度低減器의 注水量을 制御한다.

(3) 負荷制御: 보일러의 溫度變化를 最低로 하기 위하여 보일러의 에너지入力を 直接操作해서 터어빈을 이것에 追從하도록 하는 制御이며 서브루우프로써 系

統周波數變動에 대하여 보일러貯藏에너지를 放出시키는 制御를 包含한다.

(4) 버어너管理: 過熱器의 메탈溫度變動을 最低로 하기 위하여 32本の 버어너點火位置를 管理한다.

(5) 給水制御: 이것은 既存시스템으로도 充分하다.

(6) 分散形 디지털制御: 作動機의 驅動과 豫備 制御器를 具備한 마이크로프로세서를 베이스로하는 5個의 主要프로세서 즉 플랜트모니터와 豫備用, 디스플레이, 메인디스플레이, 負荷制御器, 蒸氣溫度制御器, 燃燒制御器 및 버어너를 管理하기 위한 컴퓨터로 構成되어 있다.

分散形으로하므로써 從來 애널로그制御方式을 갖으며 個個의 要素事故가 全體시스템에 決定的인 損害를 주지않는 소위 소프트한 劣化의 長點을 確保할 수 있는 것이다. 소프트웨어는 Swepspeed라고 부르는데 이것은 CEBG 技術者가 開發한 것이다. <Electrical Review 204, 20, 1979>

熱電對溫度監視裝置

Columbia江에 位置하고 있는 Grand Coulee댐에는 60,000ft 길이의 高電壓케이블中에 熱電對가 排置되어 있다. 發電機에서 閉閉所까지는 케이블로서 15回路가 接續되어 있으며 發電機로부터 매우 긴 케이블터널을 통해서 케이블送電을 행하고 있는데 플랜트保護의 一環으로서 온라인으로 溫度를 모니터하고 있다.

1980年 第3의 플랜트댐이 完成되었을 때는 出力이 6,500MW가 되었다. 즉 125MW×18機, 600MW×3機 700MW×3機 및 50MW 펌프/發電機×6機였다. 送電電壓은 115kV, 230kV, 525kV였으며 125MW×2機는 115kV, 1000ft 길이의 케이블로서 댐中의 터널과 언덕의 터널을 통해서 送電되고 있다. 125MW×6機는 230kV, 1,500~5,500ft, 600MW와 700MW機는 525kV, 6,400ft 길이로서 케이블은 T形 熱電對로서 溫度를 모니터하고 있으며 약 400個의 熱電對를 分布시켜서 導體溫度와 周圍溫度를 監視하고 있다.

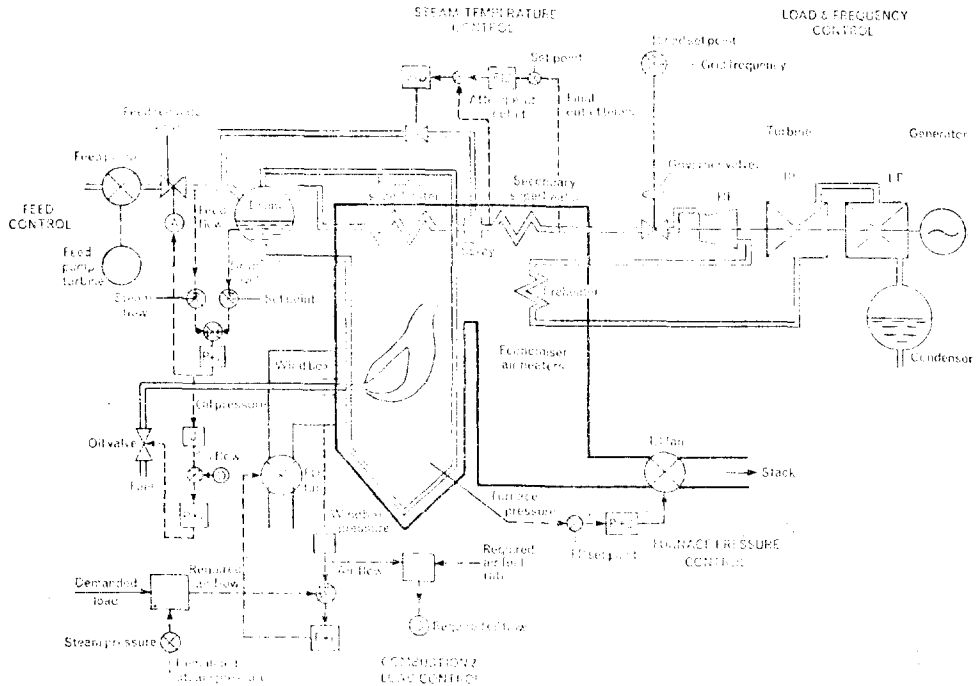


그림 1. Pembroke 發電所의 制御系統 및 보일러排置圖

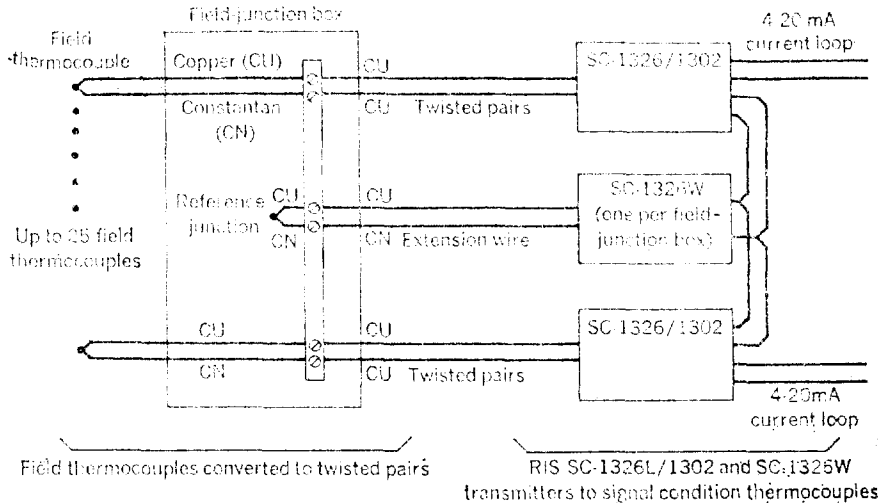


그림 2. 熱電對와 115kV, 230kV 케이블상의 8個 그리고 525kV 케이블상에 15個의 接續箱이 設置된 配線圖

Grand Coulee 댐에 있어서 115kV와 230kV에는 8個의 接續箱을, 그리고 525kV 케이블에는 15個의 接續箱을 터널內에 設置하였다. 溫度送量裝置는 New York州 Rochester의 Rochester Instrument Systems 社에 의하여 完成된 것으로서 送量裝置에는 線形 mV/V의 것과 V/A의 것이 있다.

700MW 發電機의 固定子捲線은 水冷却을 행하고 있으며 1機當 100個의 熱電對로서 溫度를 監視하고 있다. <Electrical World 191, 12, 1979>

表 1. 送量裝置의 仕様

- Linearized millivolt-to-voltage transmitter**
Input: Copper pairs from field-mounted junction box
Input range: Zero to 150C
Isolation: 600-V ac input-to-output
Common-mode rejection: 140dB (minimum) at 60Hz
Normal-mode rejection: 80dB (minimum) at 60Hz
Open-input protection: Upscale, jumper-selected up-or down-scale
Cold-junction signal-restoration: Voltage-input signal from an SC-1326W thermocouple-to-voltage transmitter

Linearization: $\pm 0.5\%$, or better, conformity to thermo couple curve
Output: Linearized voltage output to isolated voltage-to-current transmitter
Output ripple: 2-mV RMS maximum
Power: 117 volts $\pm 20\%$, 60Hz

2. Isolated voltage-to-current transmitter

Input: Linearized, cold-junction-compensated voltage signals from #1 above and a SC-1326W
Input range: Properly scaled (1-5V dc) to provide zero to 150C analog signal to output
Isolation: 600-V dc input-to-output
Common-mode rejection: 140dB (minimum) at 60Hz
Normal-mode rejection: 80dB (minimum) at 60Hz
Output: 4-20mA dc into any load (zero to 600ohms)
Output ripple: 0.5C (related to input) maximum
Power: 117 volts $\pm 20\%$, 60Hz

힘이 스텝에 발생 하는 것 등이다. 또한 高精度位置決定서브機構로 發展할 것이며 많은 應用이 期待된다. <Electrical Review 204,17, 1979>

表 2. 리니어스테퍼의 仕様

Mechanical:	
Stator rod diameter	0.764 in
length	30 in max.
weight	0.13lb/in
Slider diameter	1.82 in
length	2.90 in
weight	12.5 oz
Step size	0.025 in
Position accuracy	+/-0.005in. in of travel
Position repeatability	+/-0.002 in
Electrical:	
Number of phases	2
Winding resistance	0.47 +/- 0.3 ohms
Winding inductance	1.0 +/- 0.05mH
Current rating	3A/phase continuous
Typical performance:	
Pull-out force	>130 oz static
Pull-in force	80 oz static
Average running force	90 oz 10steps/s
Detent force	> 25 oz
Single step response	>100 steps/s no load
Stepping rate (max.)	>500/s no load

모우터의 技術을 進展시킨 稀土類磁石

稀土類磁石의 에너지積은 알니코磁石의 3~4倍로서 直流토크모우터領域의 改善뿐만 아니라 리니어 스텝모우터나 리니어포스모우터에도 使用할 수 있다.

直流토크모우터는 負荷에 直接附着된 電磁作動機로서 電氣에너지를 토크로 變換해서 位置와 速度 또는 張力の 制御시스템에서 高性能을 發揮하고 있다. 모우터의 心臟部는 回轉子에 사용되는 永久 磁石으로서 從來에는 큰 Alnico 磁石이 使用되었다.

稀土類磁石은 Alnico 磁石에 比하여 誘導値는 낮으나 保磁力이 크고 길이와 面積比를 약간 적게할 수 있는 構造關係로서 漏洩磁束을 全磁束의 약 10%로 크게 低減시킬 수 있다.

稀土類磁石모우터는 마이크로토크가 크고 주어진 토크에 대하여 所要電力이 적으며 또한 過電流減磁와 電氣의 時定數가 적어 將來 모우터의 主流가 될 것이다.

리니어스텝모우터는 圓筒狀의 固定子로드와 周圍를 둘러싼 슬라이드유닛으로 構成되어 있으며 슬라이드를 리지트에 附着하면 로드는 可動部가 된다. 스트루이 짧으면 最適한 리니어스텝모우터의 動特性을 얻을 수 있으며 슬라이더는 로드에서 動作하는데 2個 捲線內의 電流와 SmCO₅ 永久磁石으로 制御할 수 있고 別度로 變換器가 必要치 않아 閉루우프制御로 運轉할 수 있다.

리니어포스모우터는 플로트타입으로서 슬라이더拘束時 25lb 連續과 50lb 피크定格의 것이 있으나 5~1000lb 피크의 것이 對象으로 考慮되고 있다. 連續定格은 捲線 溫度로서 피크定格은 機械的인 構造에 制約을 받는다.

본 모우터의 特徵은 백래쉬가 없는 리니어運動, 高 效率 및 負荷質量에 加해지는 可動部の 質量이 낮으며

送電線의 損傷을 輕減하는 振動댐퍼

架空送電線의 導體가 바람에 의하여 振動함으로써 損傷을 招來하는데 이를 防止하기 위하여 制動裝置가 널리 使用되고 있다. 그러나 現在 Stockbridge 振動 댐퍼의 特性은 아직 問題가 있다.

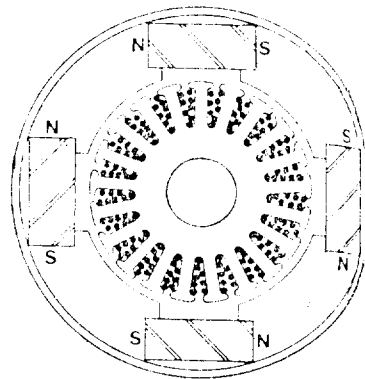


그림 3. 從來 Alnico 磁石構造의 直流電動機

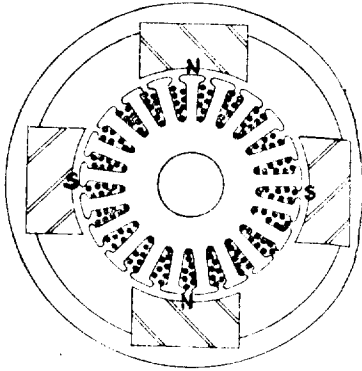


그림 4. 稀土類磁石構造의 直流모우터

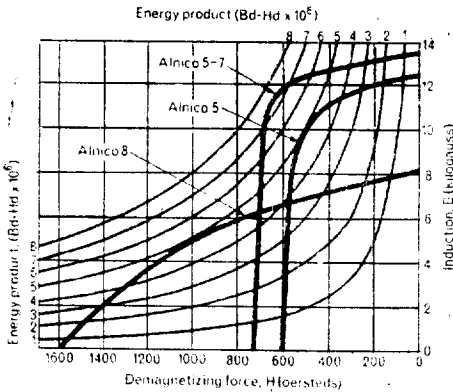


그림 5. 代表的인 Alnico의 磁性特性

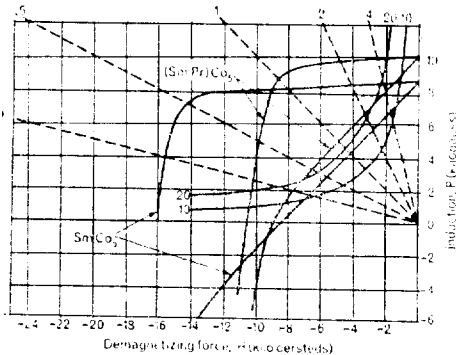


그림 6. 代表的인 稀土類磁石의 磁性特性

본 덤퍼는 1925년에 發明된 以來 많은 改良을 行하 였으나 原設計의 原理는 그대로 남아 있다.

새로운 Dogbone 덤퍼(犬骨形 덤퍼)는 自由度를 增 대하기 위하여 메신저케이בל의 비틀림모우드의 概念을 導入한 것으로서 兩端에서 메신저케이블에 대하여 重

心에 오프세트를 設置한 것이다. 각 自由度에 있어서 共振周波數는 메신저케이블의 特性에 의하여 固定되 기 때문에 어떠한 條件에서도 良好한 特性을 얻을 수 있다.

重形에 대해서도 製造가 簡單해서 코로나特性和 無線障害의 特性을 改善하고 있다. 예를들면 Dogbone 덤퍼의 32mm 導體를 試驗한 結果 相間電壓 500kV 以 上에서도 可視코로나가 發生되었다.

또한 메신저케이블도 制動特性을 좋게하기 위하여 從來 7本の 燃線에 대하여 19本の 燃線을 使用하였 으며 電磁라이브레이터로서 덤퍼實驗室에서 實驗을 行하 였다. CIGRE(國際送電網會議)에서 最近 새로운 實驗 方法을 提示하였는데 이것이 Washington 州立大學과 Bonneville Power Administration의 開發에 嚆矢가 된 것이다.

Dogbone 덤퍼의 屋外實驗은 1977年 오스트랄리아의 132kV 線路를 使用하였다. 其他 덤퍼는 高振動레벨 을 表示하였으나 본 덤퍼는 全振動을 消滅시켰으며 現 在 여러나라에서 再次實驗을 進行中에 있다.

<Electrical Review International 204, 22, 1979>

새로운 電力技術

美國 California州 EI Segundo에 所在하고 있는 International Rectifier社의 H. William Collins氏 와 Brian Pelly氏는 FET의 利點을 그대로 維持하면 서 바이폴라트랜지스터에 相當하는 電壓, 電流 및 定 格電力을 갖는 HEXFET라고 부르는 새로운 FET를 發表했다. 이것은 새로운 플레너技術에 의한 것으로서 高再現性을 갖고 있으며 Si의 使用에 대해서도 바이폴 라技術과 實質的으로 同一한 것이다.

最近까지는 on抵抗이 낮고 電壓特性이 높은 六面積 의 電力用 MOSFET를 만들었으나 HEXFET에 의해 서 第2世代의 플레너 MOSFET 技術을 製作할 수 있 었다.

最初의 製品은 IRF 300으로서 直流 500V의 高드레 인-소오스블로킹電壓과 0.05Ω의 낮은 on抵抗을 갖고 있다. 電壓制御素子이므로 FET는 매우 높은 入力임 피던스를 갖고 있으며 驅動電流은 매우 작아서 制御에 必要한 回路가 매우 單純하다.

이것은 多數캐리어素子이므로 FET는 少數캐리어遲 延時間을 갖지 않으며 따라서 同等한 寸수의 바이폴라 트랜지스터보다 帶域幅과 스위칭時間이 10~100倍 程 도 改良되었다.

또한 FET는 順方向콘덕턴스의 溫度特性이 負이므로 局部的인 호트스포트의 發生이 없고 바이폴라트랜지스터와 같은 2次 降伏故障機構가 나타나지 않는다.

또한 溫度係數가 負이므로 並列 MOSFET가 容易하게 製作되며 MOSFET의 電氣의 파라미터의 溫度安定性도 同等한 바이폴라素子보다도 一般的으로 優秀하다.

多數의 六角形 소오스셀을 共通 Si 게이트로서 相互 結線을 행하고 게이트上的 金屬膜은 電流를 통하게 하는 소오스에 接續된 것으로서 六角形 소오스셀의 周邊과 게이트下에 있는 채널로서 電流가 變調된다.

連續으로 12A, 펄스로서 30A를 處理할 수 있는 100V IRF 130의 最大 on抵抗은 0.18Ω이고 連續 4A, 펄스 8A의 400V 블로킹 電壓인 IRF 330의 on 抵抗은 1.0Ω이다.

그리고 IRF 430은 高블로킹 電壓形으로 500V의 特性을 갖고 있으며 어느 것이나 直流電力消費는 75W로서 內部熱입피턴스는 1.6C/W이다. <Electron Design 27, 12, 1979>

/// 太陽電力衛星實現을 위한 第一歩

太陽電力衛星(SPS)에 관한 考察은 1960年代의 各種 宇宙計劃의 成功이나 石油에 代替되는 에너지의 一源으로서 現實의 話題가 되었다.

본 SPS는 太陽에너지를 마이크로波로 變換하여 地上의 受信局으로 보내고 地上에서는 通常 電力으로 變換하는 시스템으로서 10年間 SPS에 관하여 美國에너지省과 NASA에서는 共同으로 參考시스템을 開發했다. 參考시스템은 SPS의 프로토타입이나 細部設計로 되어 있는 것은 아니고 概念設計式으로서 SPS의 技術的, 環境的, 經濟的, 社會的인 問題를 評價하는 가이드라인의 役割을 맡어 왔다. 본 시스템은 에너지省이 NASA의 2個 設備를 利用해서 實施한 結果를 總合한 것이므로서 하나는 Johson 宇宙센터가 Boeing Aerospace社를 主契約者로서 實施한 것이며 다른 하나는 Marshall 宇宙飛行센터가 Rockwell International社를 主契約者로서 實施한 것이다.

參考시스템은 最終有效電力 5GW, 全體의 크기는 5.3×10.4×5km, 太陽에너지를 直流電壓으로 變換하는 太陽電池는 GaAlAs 또는 Si로서 重量은 GaAlAs 電池인 경우 34×10⁶kg이고 Si 경우 51×10⁶kg이다.

骨組는 輕量의 黑鉛으로서 衛星은 35,900km의 靜止軌道(GEO)에, 補給基地는 480km의 低軌道(LEO)에 設置한다.

GaAlAs素子의 경우 反射板은 太陽電池의 兩側에 있

으며 面積은 53km²으로서 Si素子에서는 52km²이다. 마이크로波送信안테나는 直徑 1km로서 地上에서 파이롯트비임으로 指向한다.

太陽電池의 直流出力을 마이크로波로 變換하기 위하여는 70kW 出力의 클라이스론을 101,552個 使用하며 周波數는 2.45GHz이다. 地上에서는 受信안테나와 整流素子가 一體가 되는 Rectenna(Rectifying antenna)가 어레이狀으로 10×13km 配置된 안테나로 設備되어 있다. 衛星으로부터의 到來電力密度는 中心部에서 23mW/cm², 端部에는 1mW/cm², 끝에서 1km 떨어지면 0.1mW/cm²으로서 美國 마이크로波放射基準 10mW/cm²의 1/100이다.

表 3. 太陽電力衛星의 參考特性

SPS generation capability with utility interface		5GW
Overall dimensions (km)		5.3×10.4×5
Power conversion-photovoltaic options		GaAlAs, silicon
Satellite mass (kg)		34×10 ⁶ , 51×10 ⁶
Structure material		Graphite composite
Construction location		Geosynchronous Earth Orbit at 35 900km, with staging base in low earth orbit at 480km
Transportation		
Earth to LEO		
Cargo, payload	Vertical-takeoff, winged two-stage transport, 424 tonne payload	
Personnel, number	Modified shuttle, with capacity for 75persons	
LEO to GEO		
Cargo	Electric space tug	
Personnel, number	Two-stage LOX/LH ₂ orbit transfer vehicle, with capacity for 160persons	
Microwave power transmission		
No. of antennas	1	
dc-rf converter	Klystron	
Frequency, GHz	2.45	
Receiving antenna dimensions, km	10×13	
Power density at receiving antenna, mW/cm ²		
Center	23	
Edge	1	
Source: DOE/NASA Reference System Report, Satellite Power System—Concept Development and Evaluation; DOE/ER-0023, October 1978.		

SPS의 全體電力效率는 63%로서 매우 效率이 높은 시스템이다. SPS의 建設은 高度 480km의 LEO까지 有效搭載量 424t, 重量 11040t, 길이 154m의 宇宙貨物船으로 資材를 搬入하고 低軌道에서 靜止軌道까지는 이온엔진의 牽引로켓트를 사용하고 靜止軌道에서 衛星을 組立한다.

作業員은 NASA가 開發하고 있는 宇宙往復船을 75人 乘으로 改造하여 LEO까지 運搬하고 LEO에서 GEO까지는 151t의 有效搭載量과 16人乘의 貨物旅客宇宙船이 考慮되고 있다. 輸送시스템은 SPS計劃의 價格을

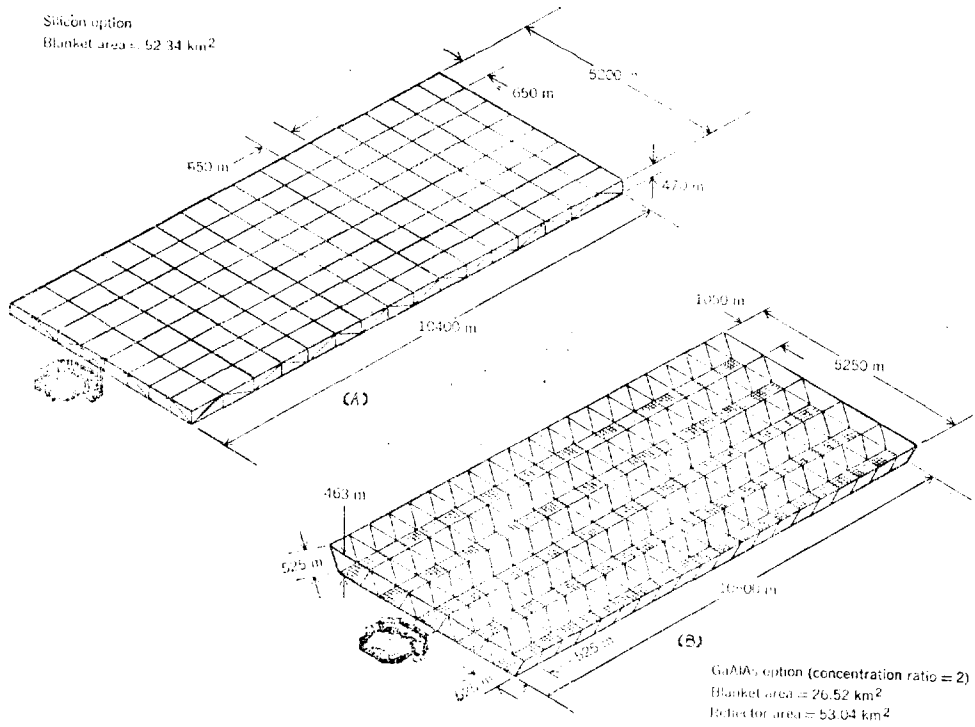


그림 7. 태양電力衛星시스템에 利用될 2個의 光電池

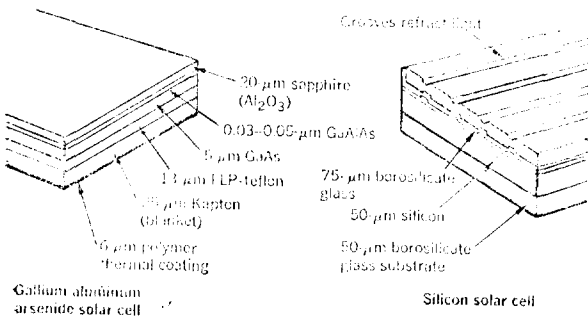


그림 8. 2個의 太陽電力衛星用 光電池에 關한 斷面圖
支配하는 重要한 要素로서 全體計劃의 關鍵이 되고 있으며 SPS 實現에는 技術的, 經濟的, 環境的인 많은 問題를 繼續調查해야 한다.

마이크로波電力傳送에서는 클라이스트론의 開發, 位相制御, 送信안테나의 開發, Rectenna의 材質 및 構造 등이 重要한 問題가 되나 太陽電池어레이에서는 低價格素子の 開發과 熱어니링의 特性이 檢討課題가 된다. 其他 30年間 SPS의 壽命에 걸리는 마이크로波傳送 안테나의 로터리조인트, 宇宙空間에서 建設用 크레인 및 物資輸送用 各種 宇宙船의 엔진등이 困難한 開發要素가 되며 또한 地上用 크레인의 建設에는 公共的인 配應가 必要하다.

에너지省은 SPS에 關한 各種 評價를 끝마치고 에너지의 代替手段으로서 有效한다면 80年度에도 關連技術의 開發에 着手한 意向을 갖고 있으며 議會에서도 豫算的 配應를 表示하고 있다. <IEEE Spectrum 13, 5, 1979>