

圖 表 要 點

- ◇ 非晶質基板上에서 結晶薄膜의 成長
- ◇ 雪崩에 대한 送電線의 防護
- ◇ 사우디아라비아의 드라이브인 發電所
- ◇ 回轉子와 固定子로 構成된 磁氣베어링
- ◇ 超音波로서 驅動하는 엔진用 燃料噴射裝置
- ◇ 美國에너지省의 電氣試驗自動車
- ◇ 太陽燃料

非晶質基板上에서 結晶薄膜의 成長

結晶基板上에서 薄膜을 에피택셜로 成長하는 경우 基板表面의 結晶格子패턴을 一種의 原子템플레이트로서 作用시켜서 結晶을 成長시킬 수 있다. 現在까지는 非晶質基板上에서는 方向性を 갖는 單結晶層을 디포지트 할 수 없었다.

그러나 最近에는 美國 MIT Lincoln研究所의 Henry Smith氏와 協力者인 Dale Flanders, Michael Geis氏등이 人工의 原子템플레이트를 리소그래피의 方法으로 에칭한 非晶質基板上에 Si의 方向性を 갖는 結晶層을 成

長시키는데 成功했다.

基板表面에 人工의 레리프構造를 만드므로서 非晶質基板上에 單結晶層을 成長시킬 수 있다는 것은 마이크로엘렉트로닉스素子와 太陽電池의 製造에 대하여 새로운 可能性을 展開한 것인데 Smith氏는 이 技術을 Graphoepitaxy라고 하였다.

그레이팅패턴의 周期性은 原子킷수法이 必要없으며 디포지트된 膜이 特性粒子킷수以下이면 良好하므로 1978년에 發表한 最初 Graphoepitaxy의 데몬스트레이션에는 KCl를 使用하였다.

이 경우 그레이팅의 空間的 周期은 320nm이나 79년 7월에는 3.8 μ 의 周期을 갖는 그레이팅으로서 充分하다는 것을 알았으며 이와 같은 그레이팅은 普通 可視光의 포토리소그래피技術로서 할 수 있었음을 認識하였다.

Si의 方向性薄膜을 製作하기 위하여는 熔融실리카(SiO₂) 基板에 Cr의 薄膜을 만들고 포토레지스트를 塗布한 後 3.8 μ 의 그레이팅포토마스크로서 可視光에 露光시킨 것이다.

또한 포토레지스트의 露光部分을 除去하면서 露光되어있는 Cr을 化學的으로 에칭한 後 남아있는 Cr 그리

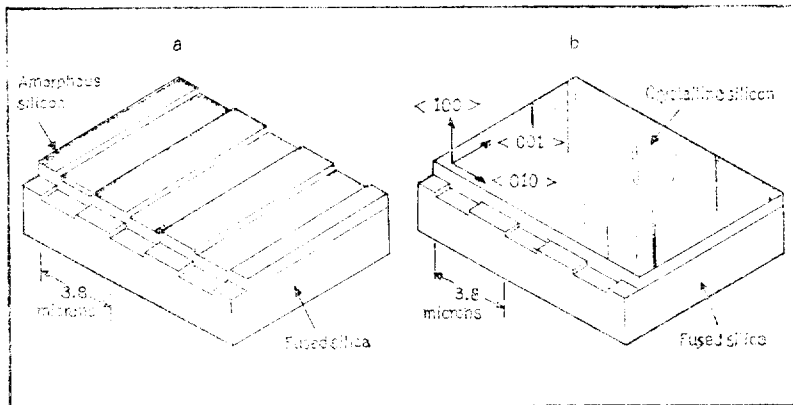


그림 1. 熔融式 실리카의 非晶質基板上에서 실리콘의 薄膜

이딩패턴을 마스크해서 100nm의 깊이에 글라스성 실리콘기판을 反應性 이온에칭으로 한 것이다.

그리고 殘留된 Cr을 除去하여 에칭表面부에 CVD로서 500nm두께의 Si膜을 만들고 레이저結晶化로서 約 10μ의 粒子갯수의 多結晶과 組織化를 圖謀할 수 있다.

또한 레이저走査를 反復하면 粒子갯수가 커지며 4回的 走査로서 그레이딩레티프상의 膜이 完全히 그레이딩方向으로 配向된다. 이것은 마이크로일렉트로닉과 太陽電池에 應用될 수 있다. <Physies Today. '79>

雪崩에 대한 送電線의 防護

시스템의 構成要素中에 弱한 部分을 만들어 놓고 災害時 이 部分이 破壞되도록 함으로써 全體를 求할 수 있다는 아이디어가 있다.

美國 Montana Power社에서는 本 시스템의 理論을 Montana州의 Thompson Falls에서 Idaho州의 Burke까지 雪崩을 일으키기 쉬운 地域에 있는 100KV線路에 適用했다.

즉 導體와 碍子間에 破壞가 容易한 鐵製의 링크로서 雪崩에 의하여 線路가 떨어져있을 때 링크가 切斷되도록 하여 木柱의 하아프백과 같이 木柱를 保護하는 것이다.

導體는 普通 4,000lb로서 氷着時 8,000lb의 張力이 걸리며 最大破壞力은 20,000lb이다. 그리고 링크는 12,000lb에서 破壞된다.

Break-away-link의 概念은 Thompson Falls線路의 雪崩被害를 본 後 1972년에 着想된 것으로서 이 때에 30萬톤의 雪이 最大速度 60m/h로서 落下되었다고 생각되며 全重量은 150臺의 自動車를 運搬하는 貨物列車과 同一한 것이었다.

Montana Power社에서는 本 方式에 의하여 12萬 5,000弗에서 20萬弗을 節約하였으며 復舊도 短期間에 할 수 있었다.

링크는 最初 New York州 Courtland의 Brewer-Titchenor社에 의하여 製作되었으나 現在는 Ohio州 Mansfield의 Ohio Brass社에 의하여 製造되고 있다. <Electrical World. '79>

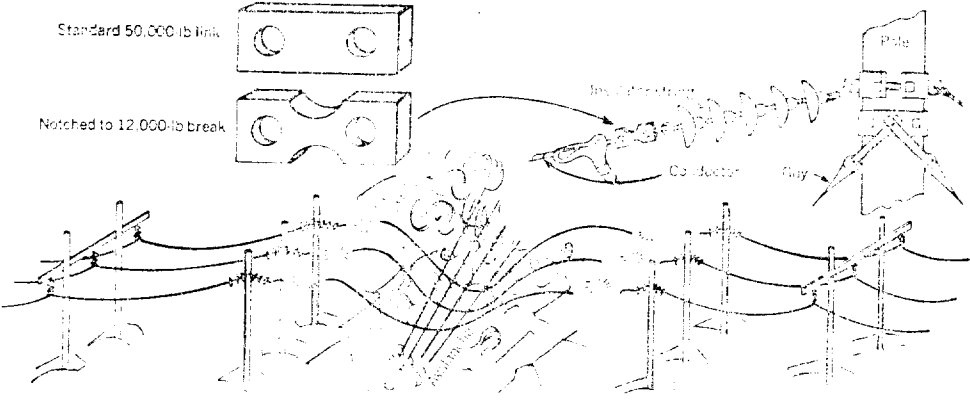


그림 2. 最初의 Break-away-link 概念

사우디아라비아의 드라이브인發電所

Sauid Arabia의 Riyadh Electric Supply社에서는 1976년에 前例없이 電力需要가 增大하여서 이의 供給力을 強化하기 위하여 英國 GEC(General Electric Co.)社에 3種類의 移動式 가스터빈發電所를 發注했다.

1基는 Riyadh空港의 非常用 後備電源으로서, 2基는 33/13.8KV變電所에, 그리고 3基는 主力發電所에 設

置하여 過負荷의 低減에 貢獻하였으며 本 標準化된 퍼케이시發電所는 輸送이 容易하고 遠隔地의 送電系統에 直接 利用될 수 있다.

또한 電壓降下에 대하여 自動起動裝置와 蓄電池, 遮斷器, 變壓器 및 保護裝置가 內藏되어 있으며 사우디아라비아의 嚴格한 氣候條件에 맞도록 設計가 變更되어 있다. 定格出力은 9.6MW이나 ISO의 標準에는 14MW이다.

78년에는 再次 8基의 移動式發電所를 Riyadh Electric Supply社에서 發注하였는데 이것은 즉시 電力供給網에 接續되어 約 80MW의 베이스負荷로서 運轉되

었다.

各 移動유닛이 必要한 것은 燃料의 供給과 送電케이블의 結合 및 接地뿐 이며 全發電所는 2臺의 密閉防水形인 로우드트레일러에 搭載되어 있다.

한편 主發電트레일러에는 터어빈, 減速機, 發電機, 遮斷機, 變壓器 및 油冷却器가 內藏되어 있으며 補助트레일러에는 制御室, 燃料輸送유닛 및 가스發生機가 들어있다. <Electrical World. '79>

回轉자와 固定자로 構成된 磁氣베어링

回轉體를 空間에 完全無接觸으로 支持할 수 있는 磁氣베어링의 研究가 從來부터 行하여졌으나 最近에는 電子制御技術의 發達에 의하여 大荷重과 高速回轉 및 高精度의 베어링이 유럽에서 實用化되고 있다.

즉 回轉體의 變位를 檢出하고 이 信號로서 電磁石電流를 制御한다면 無接觸으로서 高負荷容量과 高精度의 베어링이 될 수 있다.

이미 이러한 베어링이 眞空펌프, 壓縮機, 터어빈 및 遠心分離機 등에 使用되고 있으며 샤프트重量 1,100kg, 回轉數 1萬rpm의 것은 經濟的으로도 現實性이 있다고 한다.

回轉軸位置精度를 높이기 위하여는 샤프트兩端에 垂直 2方向과 軸方向의 5軸을 制御할 必要가 있으며 徑方向은 各各 制御回路를 갖는 4個의 電磁石으로 構成되어 있으며 軸方向에는 2個의 電磁石이 使用되고 있다.

이와 같은 5軸制御系는 10個의 制御回路가 必要하며 圓錐形 베어링은 4組의 電磁石과 8個의 制御回路를 갖는다. 또한 磁氣베어링의 構造는 電動機와 비슷하여 固定側에서는 捲線을 갖는 積層鐵心으로 必要한 磁界를 만든다.

그리고 回轉側에는 捲線이 없으나 同一한 積層鐵心으로서, 센서는 分割된 프레임에 捲線되어 있다.

베어링의 負荷容量은 磁性材料의 透磁率로서 決定되며 珪素鋼에서는 40N/cm²이고 Co-Fe-V 合金系에서는 80N/cm²이 可能하다.

制御回路에서는 位相補償回路와 積分回路로서 制御性을 改善하고 있으며 制御系의 應答周波數(f_0)는 閉回路의 게인에 의하여 變化되나 適當한 댐핑을 얻기 위하여는 샤프트의 屈曲모우드振動數보다 낮게 設定하며 系의 剛性은 外亂의 振動數에 의하여 變化되고 0.2 f_0 ~ f_0 가 最少의 剛性區間이 된다.

制御裝置의 信賴性은 MTBF로서 表示되며 例를 들면 回轉子重量 20kg, 回轉數 4萬rpm인 1kVA의 裝

置에서는 66,667時間이고, 回轉子重量 2,000kg, 回轉數 2萬rpm인 10KV의 裝置에서는 22,222時間이다.

電源의 故障은 電池로서 補完하며 簡單한 바이어스 回路와 백업시스템으로서 故障率 zero의 베어링이 可能하다.

磁氣베어링을 從來의 機械베어링과 代替하는 것은 困難하나 航空이나 水中에서 使用되는 機器등과 같이 長期間의 無保守가 必要한 分野에서는 有望하며 또한 腐蝕環境이나 化學處理物을 取扱하는 機器分野에도 應用이 檢討되고 있다.

表 1. 磁氣베어링의 電力損失

System	Bearing Loss, KW	Controls* Loss, KW	Total Loss, KW
Active magnetic bearing	1	2.5	3.5
Sleeve (oil) bearing	152	326	478

* Electronic controls for the active magnetic bearings, pumps and axial balancing device losses for the sleeve bearing. Conventional ball bearings are excluded from the comparison, because they are not suitable for this application.

Active magnetic bearing losses are significantly lower than those of a conventional sleeve bearing for similar load. The data are for two radial bearings and one axial bearing of a turbocompressor that has a shaft weighing 1,000kg. The shaft rotates at 10,000r/min, and the axial load is 1,040kg in each direction.

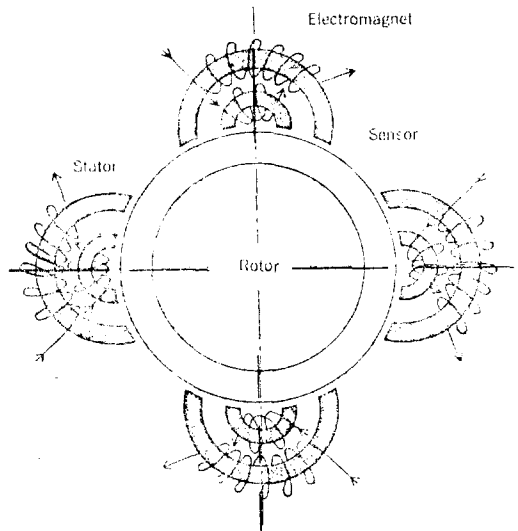


그림 3. 回轉子, 固定子, 센서코일 및 歸還루우프로서 構成된 磁氣베어링

그러나今後 15톤程度の 負荷容量의 베어링이 實用化되기 위하여는 積層磁性材料와 高出力트랜지스터의 2가지 問題가 있다.

現在는 17KHz의 스위칭周波數에 對하는 8個의 트랜지스터를 使用하고 있으며 이것과 同一 周波數로서 36~45KVA 또는 450V, 80~100A의 것이 必要하다.

積層鐵心은 現在 0.1mm두께가 있으나 回路의 應答時間과 放熱의 問題로서 1/3~1/2의 것이 必要하다.

機械的 強度도 現在 硅素鋼의 限界로서 周速度 200 m/s보다도 빠른300m/s의 새로운 磁性材料를 研究하고 있으며 한 가지 問題는 電磁石用 電線의 改良으로 現在 磁氣베어링의 使用限界는 233°C이나 原子爐用에 試驗되고 있는 모우터블로워는 세라믹絶緣線을 使用해서 540°C로서 運轉되고 있다.

<IEEE Spectrum, '79>

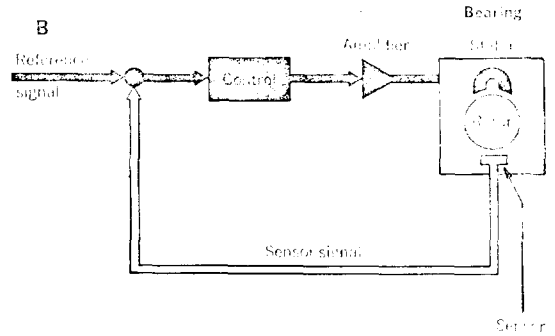


그림 4. 50KHz 캐리어의 센서코일로써 位置서어보루 우프까지 0.002v/μm을 傳達

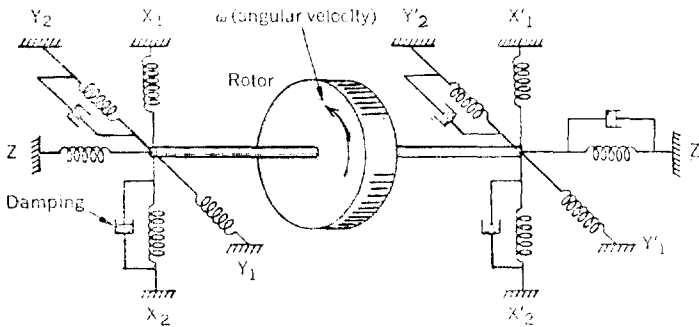


그림 5. 歸還을 갖는 磁氣的 서스펜션시스템

超音波로서 驅動하는 엔진用 燃料 噴射裝置

英國의 Plessey Automotive Products社에서는 超音波를 利用해서 自動車燃料의 流量을 制御하는 燃料 噴射裝置를 開發했다.

디젤 엔진으로서 燃料를 霧化하는 경우 超音波를 使用하는 例가 있으나 燃料流量의 制御에 超音波를 利用하여 試驗한 것은 最初이다.

本 噴射裝置의 特徵은 電氣的으로 超音波를 制御하고 裝置自體의 共振를 利用함으로써 燃料의 流量을 變化시키는 것으로서 自動車의 電氣化를 實現하는 觀點에서 볼때 作動機의 一部로서 使用할 수 있다.

그림 6에서 左端에는 噴射裝置를 振動시키기 위하여 壓電性세라믹圓板이 附着되어 있으며 보울瓣은 燃料의 噴射를 制御하는 唯一한 可動部로서 直徑 0.4mm의 噴射口를 開閉한다.

噴射裝置를 驅動하기 위하여 外部發振回路에서 60 KHz의 電壓을 壓電性세라믹圓板에 印加하고 驅動電力은 流量制御에 對해서 8~15W의 範圍에 設定한다.

非驅動時 噴射裝置內의 燃料壓力에 의하여 보울이 噴射口를 閉鎖하는데 裝置全體가 60KHz의 超音波에 共振하면 보울과 밸브가 60KHz로서 接觸을 反復하면서 燃料는 霧狀으로 噴射된다.

流量制御는 60KHz의 超音波를 100Hz程度의 펄스로서 펄스幅變調를 行하는데 共振과 非共振의 比率을 펄스의 On時間과 off時間의 比率로서 決定한다.

펄스幅과 燃料流量과의 關係는 線形으로서 噴射裝置內의 燃料壓力은 流量에 影響을 미치지 않는다.

噴射裝置의 機械的 構造는 簡單하나 物理的인 特性의 把握과 製造上의 問題解決에는 12년이 걸릴 것이다 한편 Plessey Automotive Products社에서는 噴射裝置를 自社에서 生産하지 않고 各 自動車메이커에 製造 라인을 돌 것이다. <Electronics, '79>

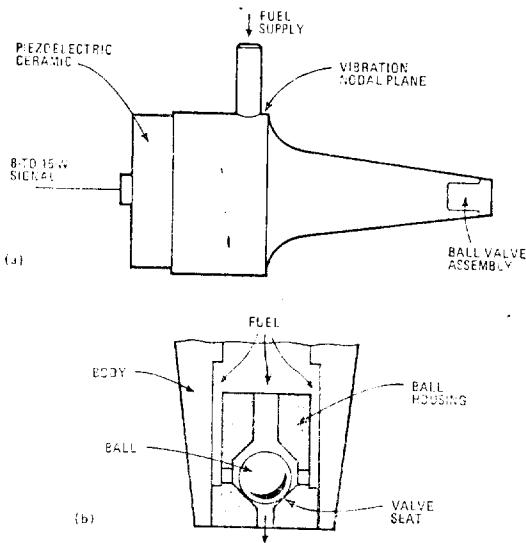


그림 6. Plessey Automotive Products社의 簡單한 超音波燃料噴射裝置

美國에너지省의 電氣試驗自動車

美國에너지省(DOE)이 General Electric社와 契約하여 開發한 電氣試驗自動車 1 (ETV-1)은 1회의 充電으로서 乘客 2人을 100mile까지 走行할 수 있는 實用車로서 窓은 유리代身 폴리카보네이트樹脂를 使用하여 輕量化를 圖謀한 것이다.

ETV-1은 嚴重한 安全基準에 合格한 것으로서 30 mph에서 콘크리트와 衝突해도 電池 또는 構造部가 座席으로 들어간다는 電池液의 漏液, 電池-配線의 短絡 또는 乘客이 傷害를 받지않도록 設計되어 있다.

驅動電動機는 電機子와 磁界의 電力을 制御하기 위하여 트랜지스터화된 초퍼를 갖는 分離勵磁形 直流電動機로서 이것으로서 前輪을 驅動한다.

電動機의 出力은 最大 41HP이고 連續해서 20HP이다. 그리고 電機子의 制御速度範圍는 0~2,500rpm, 磁場制御速度範圍는 2,500~5,000rpm, 定格電壓 96V, 電流는 175A이다.

트랜지스터화된 초퍼는 GE社가 새로이 開發한 것으로서 400A의 電流를 1μs로서 遮斷할 수 있고 초퍼回路的 電力用 트랜지스터모듈은 重量이 1lb이하의 輕量級으로서 만약에 多量生産한다면 50弗以下가 될 것이다.

電池는 Globe Union社製의 鉛酸式으로서 에너지密度는 17Wh/lb이고 1個當 重量은 60lb로서 500회의 放電에 견딘다.

車體의 設計와 製造는 Chrysler社가 擔當하였으며 自動車의 프론트엔더, 窓글라스輪郭, 보디사이드 및 리어스보일러 등의 形狀은 風洞試驗에 의하여 決定한 것이다.

엔더보디는 HSLA鋼, 펜더, 도어, 푸우트이고 電池 트레이는 알루미늄으로서 호일은 鑄造알루미늄製이다. 自動車의 크기는 호일베이스 98in, 길이 169.4in, 幅 65.7in, 높이 56.1in로서 重量은 3,320lb이다.

<Machine Design, '79>

太陽燃料

現在 太陽에너지의 가장 有望한 利用法은 太陽光의 蒐集과 變換에 의해서 暖房이나 溫水 및 카르노機關에 의한 電氣의 發生 또는 太陽電池로서 太陽光을 電力으로 直接變換하는 것 등을 들 수 있다.

그러나 에너지貯藏이 必要한 경우 附加의인 段階가 必要한데 化石燃料資源이 不足한 現在로서는 太陽에너지를 効率的이고 經濟的인 方法으로 直接變換해서 化學燃料로서 蓄積하는 것이 매우 바람직하다.

現在 많은 研究者가 實用的인 太陽燃料發生反應에 관한 8項目의 一般의인 必要條件을 調査하였으나 이러한 條件을 全部 滿足시키는 것은 光合成反應 뿐이라는 것을 알았다.

또한 光에너지를 化學에너지로 變換하는 경우 어떤 限界가 존재하는데 本 熱力學的인 限界에 대하여 많은 研究가 進行되고 있다. 이것은 染料溶液中에 添加되어 있는 黑色物體에 外部로부터 太陽光을 쬐이게 되면 光에 의하여 勵起된 染料의 濃度가 많아지게 되는 것으로 說明할 수 있다.

化學的 에너지로서 最終적으로 蓄積possible한 것은 入射된 光子의 全에너지가 化學的 에너지로 變換된 것의 12~13%정도에 지나지 않으나 光合成인 경우에도 理想條件下에서 効率は 6%정도이며 實際의 現場條件에서는 1~3%정도에 지나지 않는다.

그리고 燃料生成反應에 있어서 가장 重要한 條件은 反應生成物質이 低廉하며 容易하게 購入할 수 있어야 하는데 大氣와 水中에 含有되어있는 物質이 바람직하다. 이러한 경우를 具體적으로 결정하는 基準은 光化學反應에 대한 波長의 길이 425mm보다 커야된다.

따라서 光化學에너지의 蓄積反應中에서 물로부터의 水素와 酸素의 發生이 가장 魅力的인 것으로 생각되며 水素는 그 자체로서 理想的인 燃料로 使用되고 있다.

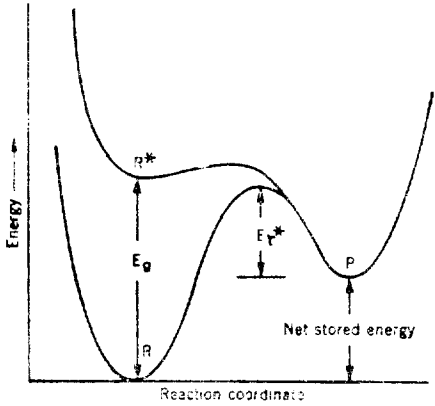
最近 V. Balzahi 등은 觸媒로서 遷移金屬을 利用한 몇 가지의 사이클을 고려하고 있으며 이것들은 에너지에 對應하는 波長의 最低值에 의해서 5가지로 分類될 수 있다.

James R. Bolton氏는 波長이 가장 짧은 C5의 경우를 例로하여 隔壁으로 區分된 水槽에 光化學反應을 發

生시켜서 酸素와 水素를 分離하여 얻었다.

以外에도 많은 研究者들은 獨自인 方法으로 研究하고 있지만 가장 効率的인 에너지貯藏의 過程은 光合成에 作用하는 것이다.

가장 期待되는 것은 물이 水素와 酸素로 分解되는 反應을 여러 方面에서 검토하고 있으며 實用的인 燃料



E_g : 最少에너지점

E_r^* : P-R反應을 위한 活性化에너지

그림 7. 光化學反應 R-P의 에너지프로파일

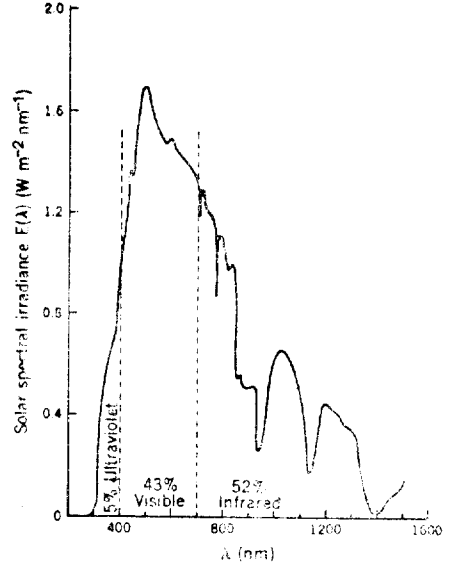


그림 8. AM(Air Mass) 1.2의 에너지 스펙트럼 分布

表 2. N_2 , CO_2 및 H_2O 에 의한 諸 燃料發電形 反應

Reaction	ΔH° (kJ/mole)*	ΔG° (kJ/mole)	n^+	Δe° (V)	$\lambda_{max}(nm)^*$	
					One phot- o system	Two phot- o systems
$H_2O(l) \rightarrow H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$	286	237	2	1.23	611	77
$CO_2(g) \rightarrow CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$	283	257	2	1.33	581	845
$CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow HCOOH(l) + \frac{1}{2}O_2(g)$	270	286	2	1.48	543	804
$CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow HCHO(g) + O_2(g)$	563	522	4	1.35	576	840
$CO_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow CH_3OH(l) + \frac{3}{2}O_2(g)$	727	703	6	1.21	616	881
$CO_2(g) + 2H_2O(l) \rightarrow CH_4(g) + 2O_2(g)$	890	818	8	1.06	667	932
$N_2(g) + 3H_2O(l) \rightarrow 2NH_3(g) + \frac{3}{2}O_2(g)$	765	678	6	1.17	629	895
$CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow \frac{1}{6}C_6H_{12}O_6(s) + O_2(g)$	467	480	4	1.24	607	872

* ΔH° and ΔG° are the standard enthalpy and standard Gibbs free energy, respectively. All thermodynamic data have been obtained from (29) except data for $C_6H_{12}O_6(s)$, which were obtained from (30). n^+ is the number of electrons which should be transferred in an electrochemical reaction for the reaction as written. λ_{max} is calculated from Eq. 19, assuming that η_{chem} is given by Eq. 20 and n doubled for two photosystems.

生成시스템을 開發하고 있다.

今後 化學者, 物理學者 및 生物學者들은 實驗段階에서 研究를 더욱 開發하여 經濟性있는 시스템을 育成해야 될 것이다. <Science. '79>

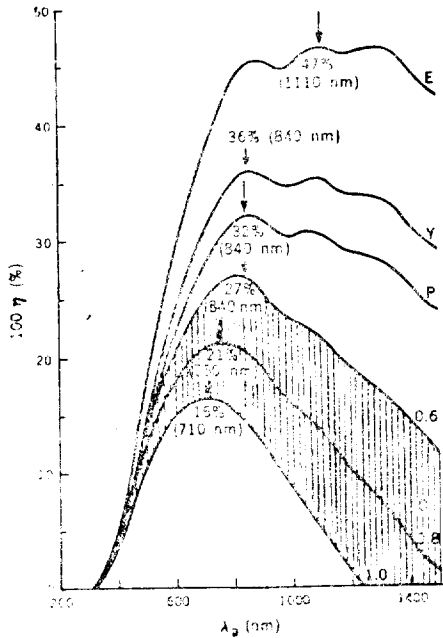


그림 9. 에너지갭 E_g 에 대한 波長 λ_g 의 函數로서 η_E , η_s , η_p 및 η_c 效率의 플롯트

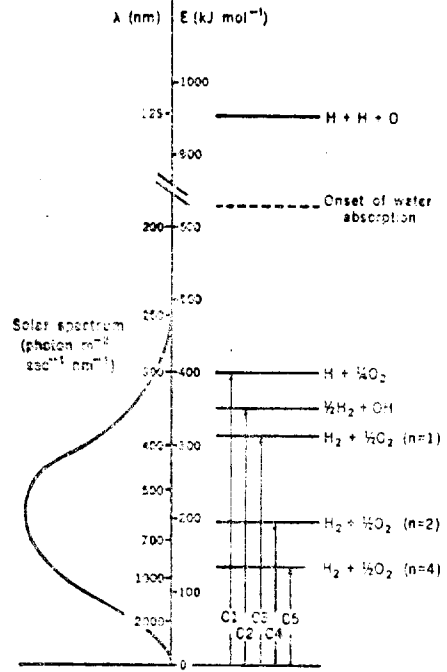


그림 10. 태양스펙트럼과 比較할 경우 液體에너지와 關聯된 中間狀의 에너지

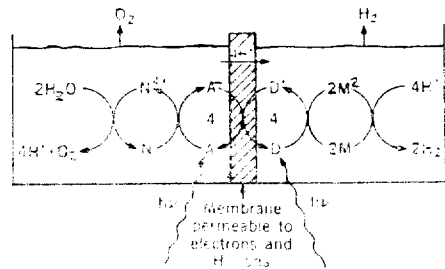


그림 11. 直列로 連結된 2個의 光化學反應에 의한 光分解圖

→ p.9 계속

대하여서는 온국민이 한덩어리가 되어 그야말로 國民的運動으로 보다 적극적인 姿勢로 대처해 나가야 한다는 것이다.

두번째로는 에너지政策은 서로 關連되는 여러가지 政策과 有機的인 연계하에서 추진되어 나가야 한다. 즉 에너지문제는 政治, 外交, 貿易, 經濟協力, 産業構造, 工業技術, 立地問題 등과 밀접한 關係를 가지고 있다.

따라서 어디까지나 에너지問題는 종합된 시스템으로서 파악되어야 하며 시스템적인 接近으로 해결해 나가야 할 것이다.

다음을 에너지危機에 대해서 우리에게 남겨진 시간은 얼마 없다. 현실점에서 구체화할 수 있는 政策은 서슴없이 과감하게 실천에 옮기도록 하지 않으면 안될 것이다.