

海外科學技術トピク

李根喆*

■ 차 례 ■

- ◇ 配電計劃의 最適化
- ◇ 超電導發電
- ◇ 美國에서 슈퍼컴퓨터에 관한 研究開發의 動向
- ◇ 單-프로세서에 의한 單-칩 GaAs 포토레시이머
- ◇ 最近赤外레이저의 進歩
- ◇ Bell 研究所에서 30fs의 光펄스 發生에 成功
- ◇ 高温太陽熱에 의한 金屬의 製造
- ◇ 電氣裝置에 있어서 防蝕保護外箱의 選擇

◇ 配電計劃의 最適化

最近 컴퓨터가 高性能化, 低價格化함에 따라서 配電計劃에 있어서 最適化技術의 適用이 可能하게 되었고 또한 經濟的으로도 迅速한 計劃을 하게 되었다.

그런데 配電系統은 多數의 變電所와 피이더 등으로 構成되어 있고 相互影響을 주고 있다. 따라서 個個의 構成要素의 最適化와 總括的인 最適化를 圖謀할 必要가 있는데 이것이 問題가 되고 있다. 實際로 配電計劃을 行할 경우 變電所레벨의 最適化, 피이더의 同時最適化, 總括的인 系統最適化등 多様な 最適化技術을 適用하고 있다.

變電所레벨의 最適化는 피이더 등을 考慮하지 않고 最小코스트로서 充分한 容量을 갖는 變電所를 多數設置할 수 있는데 이를 위하여 Branch and bound techniques 를 使用하고 있다.

이 方法은 大規模인 變電所地點決定問題를 解決하고 있으나 計算時間은 規模의 增大에 따라서 指數函數的으로 增加하고 있어 例를들면 12地點問題에서는 1分以內, 그리고 20地點에서는 1時間 그리고 40地點問題에서는 24時間이 걸린다고 한다.

한편 피이더計劃의 同時最適化는 쇼트컷트法으로서 피이더系統을 最適化하고 있으며 各負荷點에 대해서 最小經路코스트를 設計할 수 있다고 한다.

總括的인 最適化에는 피이더, 變電所, 電力損失등을 考慮해서 系統으로서 最適化를 求하는 것도 있으며 이를 위하여 大規模問題를 取扱하는 線形移轉法을 開發하였다고 한다.<Electrical World 197, 4, 83>

◇ 超電導發電

超電導發電은 18年前에 小形の 實驗機로서 開發을 始作한 後 現在는 20~50 MW 定格의 프로토타입을 美國, 日本 및 소련에서 試驗하고 있다.

한편 Westinghouse 社에서는 電力研究所의 支援을 얻어 商業用 300 MVA 機를 建設中에 있으며 3~4年以內에 運轉을 開始할 것이라고 한다.

專門家에 의하면 超電導發電機는 從來形에 比하여 40% 小形으로 效率도 1% 以上 向上되었으며 1,000 MW 發電機정도가 30~50%의 經費를 低減시켰다고 한다.

이러한 結果는 超電導狀態에서 導體抵抗이 없어져 電氣의 損失이 없어지기 때문인데 이 狀態에서 溫度는 絶對零度近方에 그리고 導體는 200 A/mm²의 電流密度에 견디게 되는데 이것은 普通 發電機의 10倍以上이 되는 것이다. 또한 電流密度의 上昇에 對應해서 磁速密度는 5 T까지 可能한데 이것은 普通의 約 3倍이로서 이로 因하여 機器는 콤팩트한 構成이 될 수 있다고 한다.

* 正會員: 高麗大 大學院 博士課程

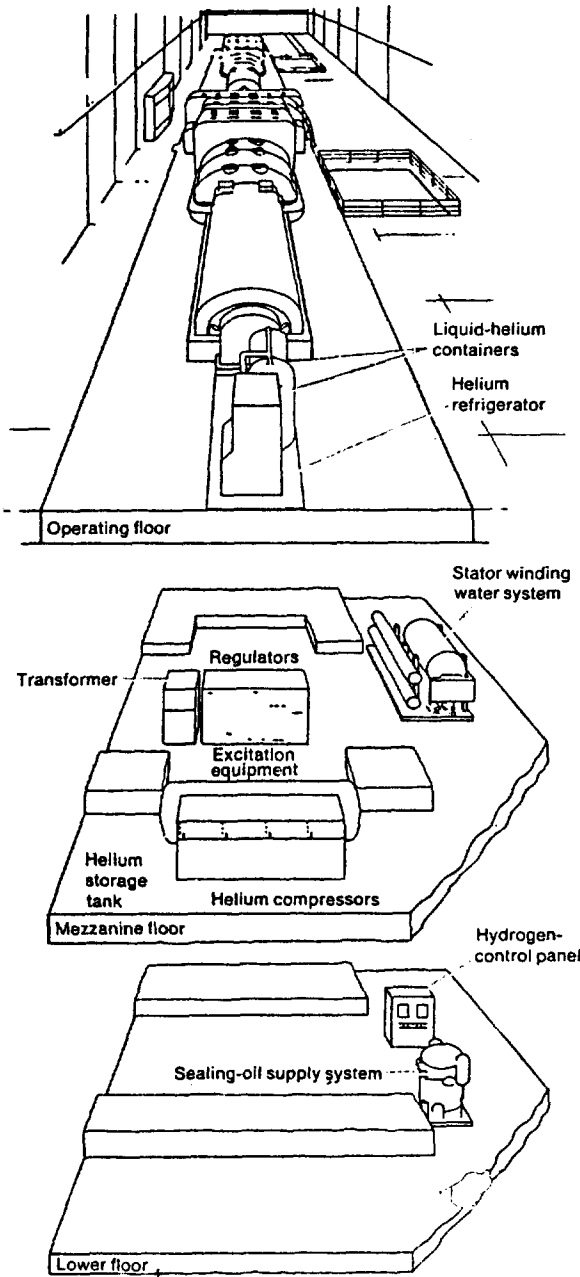


그림 1. 最初の 商業用 300 MVA 超電導 發電機

그런데 超電導發電機의 構成概要를 보면 中心部內側에서 液體헬륨으로 冷却되는 界磁捲線과 超電導철드, 回轉子의 댁퍼와 철드 그리고 空隙을 갖는 固定子는 電機子捲線, 그外側에 磁氣철드와 케이스로 되어 있는데 超電導發電機는 勵磁電流가 크게 되므로 큰 空隙으로 할 수가 있다.

現在 開發中의 課題로서는 電機子捲線의 形狀, 捲線의 支持方法과 材料, 冷却의 効率化, 磁氣철드方式 등이라고 하는데 例를들면 熱의 漏洩을 적게하는 有効한 超電導시스템이 重要한 問題가 되고 있다. 그러나 이것은 低温의 가스化헬륨流를 利用함으로써 解決을 試圖하고 있다.

하여간 超電導發電의 興味있는 特徴의 하나는 無効電力을 多數 吸收할 수 있으며 電氣의 損失의 底減으로부터 약간의 補助裝置 例를들면 水素冷却器가 從來의 것보다 小形이 된다는 것이다.

現在 超電導發電機의 開發은 經濟不況으로 어려움을 겪고 있으나 10年안에는 이 技術이 完成될 것이라고 한다. <IEEE Spectrum 4, 83>

◇美國에서 슈퍼컴퓨터에 관한 研究開發의 動向

美國內에는 約 50臺의 슈퍼컴퓨터가 設置되어 있어 過去20年間에는 世界最高速度의 컴퓨터 本家였으나 最近에는 유럽大學들의 研究와 日本政府主導의 研究로 劣勢에 處해 있게 되었으며 슈퍼컴퓨터의 技術分野에서 漸次 主導的 地位를 잃어가고 있다고 한다.

이로 因하여 美國政府나 學會에서는 슈퍼컴퓨터에 관한 研究를 再調整하지 않으면 美國은 앞으로 指導的 地位를 빼앗길 것이라고 경고하고 있다.

한편 美國防省과 全美科學財團의 依賴에 의해서 슈퍼컴퓨터에 관한 研究調査를 行하고 있는 뉴욕大學의 P. Lax 委員長의 報告書에 따르면 美國은 앞으로 超高性能 (VHP) 컴퓨터와 關連소프트웨어의 開發에 年間 2,500~5,000 萬弗을 投資할 것이라고 하는데 이 投資額으로는 美國이 指導的 地位를 確保하는데 不充分하다고 指摘하였다.

또한 뉴욕大學의 Alan Gottleile 教授가 리더로 되어있는 並列處理컴퓨터에 관한 프로젝트와 같이 3年間에 64臺의 프로세서가 必要한데도 不拘하고 8臺分の 豫算 밖에 없어 危機에 直面하고 있는 研究도 있다고 하며 美國各大學에서 超高性能 컴퓨터에 관한 研究計劃數가 45件以上인데도 不拘하고 政府關係機關에 資金援助를 求하고 있는 實情이라고 한다.

그리고 超高性能컴퓨터에 관한 期待가 政府機關에 따라서 다르다는 것도 問題가 있는데 어떤 機關은 人工知能에의 應用을 第1로 生覺하는가 하면 다른

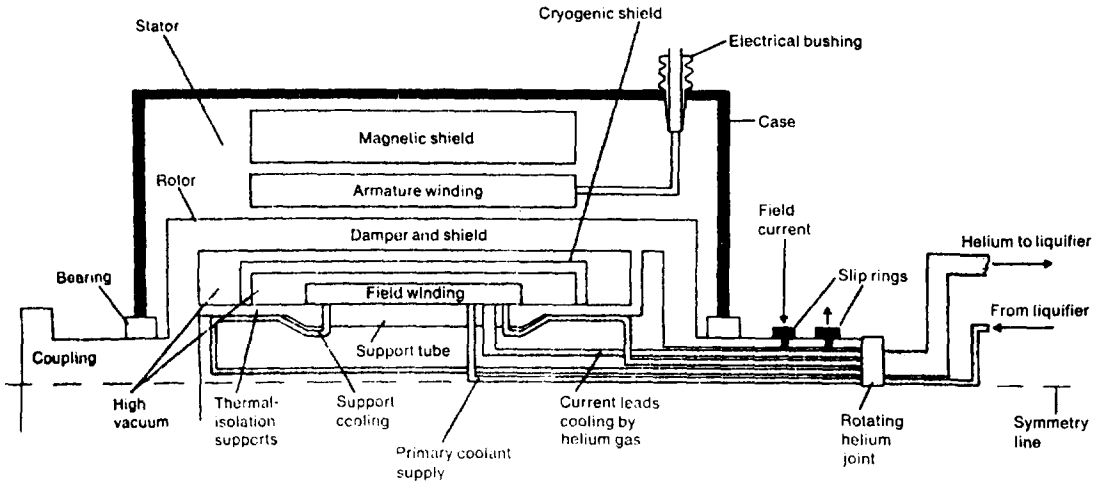


그림 2. 界磁捲線과 超電導실드, 回轉子の 댐퍼와 실드로 構成된 超電導發電機

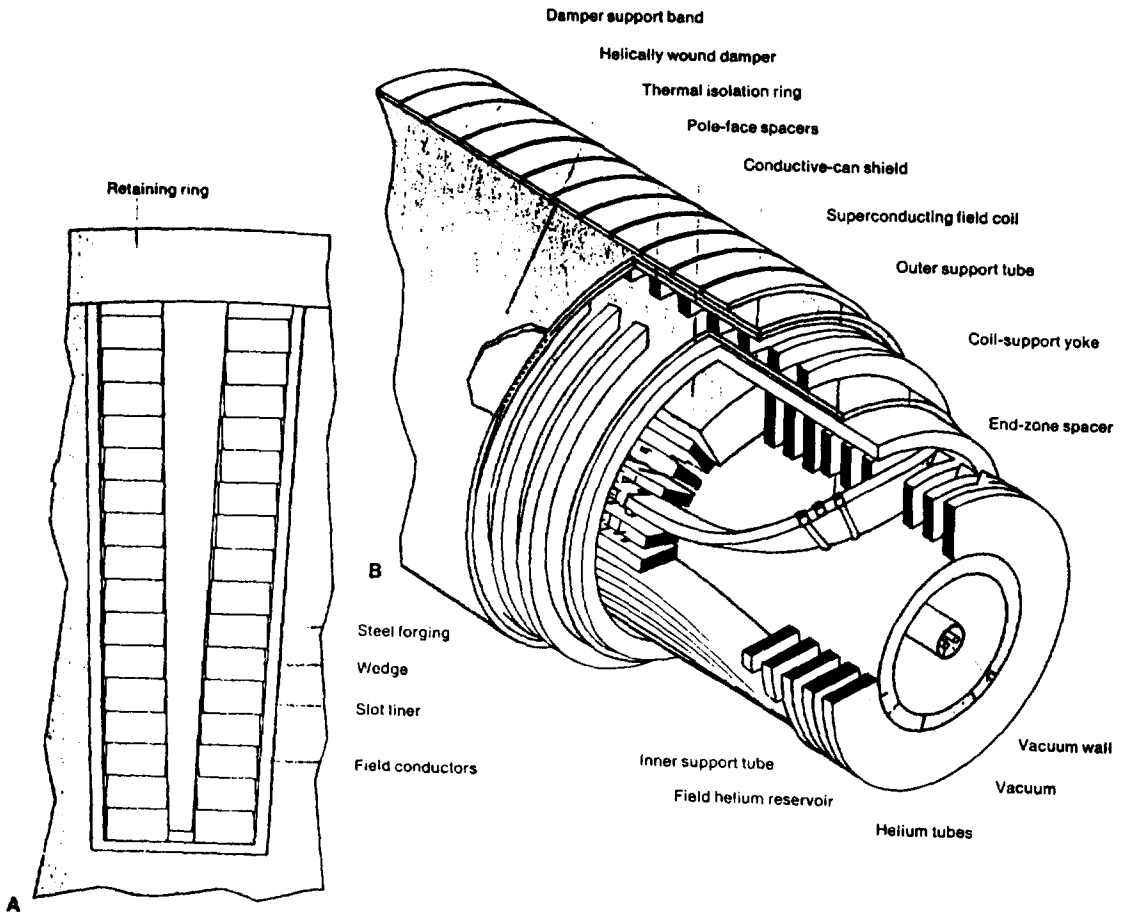


그림 3. EPR I와 Westinghouse 에서 設計한 300 MVA 超電導發電機

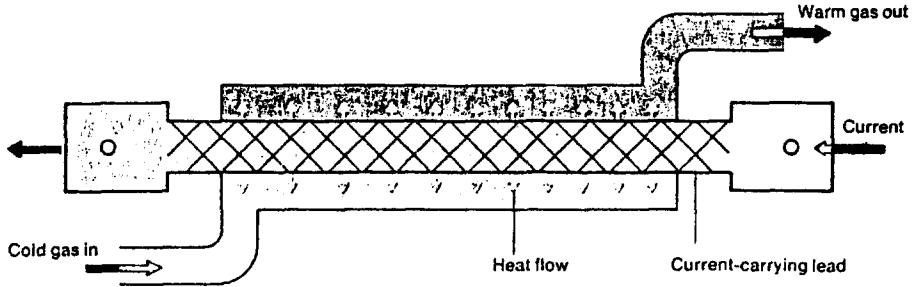


그림 4. 熱絶線形 支持스트러트 및 리이드

機關은 高速科學計算에 興味를 갖고 있다고 한다.

以上과 같은 複雜한 問題를 解決하기 위하여 약간의 中央調整이 必要한데 Lax 委員會에서는 最高速 컴퓨터의 開發에 관한 美國의 地位를 確保하기 위하여는 多少 問題가 있다고 한다.

하여간 超高性能 컴퓨터의 開發을 컴퓨터科學政策會議下에서 一元化하여야 된다는 提案도 있으나 레이건 大統領이 어떤 判斷을 내릴가 하는 것은 不透明하다고 한다. <Electronics Apr. 83>

이를 위하여 CNET에서는 光學마스크作成시스템을 보다 精密한 電子유닛으로 代替하고 있으며 또한 1 μm 게이트를 實現하기 위하여 Zn 擴散의 制御를 研究하고 있다.

그런데 唯一한 疑問은 포토다이오드를 共通의 마스크프로세서로서 트랜지스터의 半絶緣基板上에 作成할 수 있으나 이 點에 대해서도 CNET는 自信을 갖고 있다. <Electronics 56, 7 '83>

◇單一프로세스에 의한 單一칩 GaAs 포토레시이버

CNET (Centre National d' Etudes des Telecommunication's)에서는 포토다이오드를 사용한 同一의 In-GaAs 技術에 의하여 接合電界效果 트랜지스터를 製造하는데 成功하였다. 이것은 2개의 素子를 集積化해서 單一칩포토레시이버를 實現할 수 있다는 것을 意味하며 또한 光通信시스템용 모노리딕포토레시이버窓을 展開한 것으로 내다보고 있다.

한편 CNET에서는 디지털檢出監界値가 560 Mbit / S에서 -40 dBm이고 1.3~1.5 μm의 波長에서는 感도가 W當 0.7 A인 포토레시이버를 12個月以內에 開發할 것을 考慮하고 있다. 이 素子의 性能은 既存하이브리드포토레시이버와 거의 같으나 價格은 한층 低廉하다고 한다.

이와 같은 技術이 今後 大容量파이버光學通信시스템에 使用될 可能性은 다음과 같은 2가지 理由 즉 프로세스가 單純하며 InGaAs 에 피택션層의 電子移動도가 매우 높다는 것이다. 단 CNET가 試作한 트랜지스터는 게이트 2 μm, 소오스, 드레인間隙 30 μm로서 形狀은 크다고 한다.

◇ 1台的 計測器로서 필드테스트를 自動化

필드서어비스用 計測器의 自動化時代가 到來하였다. Analogic 社의 Checkmate 라고 하는 포터블自動테스터는 필드서어비스가 複雜한 테스트시퀀서를 容易하게 動作시키며 또한 障害個所를 發見할 수 있다고 한다. 만약 對應不可能의 경우에는 Check-mate 를 修理工場과 On line 으로 接續해서 遠隔診斷이 可能한 데 이것은 애널로그디지털시스템과 미케니컬시스템의 診斷이 可能하도록 프로그램化 되어 있다. 其他 프래그래머블테스터와 다른 點은 正確하게 完全히 絶緣된 애널로그 또는 디지털試驗信號를 發生시켜서 그 應答을 表示할 수 있고 이들의 機能은 被診斷시스템의 체크에 完全히 合致하도록 모듈化 되어 있다.

한편 Checkmate 는 로직애널라이저, 패턴제너레이터, 에뮬레이터, 포터블컴퓨터터미널, 애널로그信號發生器, 電壓標準, 멀티미터 및 오실로스코프 등의 機能을 갖기 때문에 많은 경우에는 서어비스技術자에게는 이런 것들이 必要하지 않을 것이다.

또한 被診斷시스템테스트 프로그램과 데이터는 Checkmate 에 미리 記憶되어 있기 때문에 서어비스

메뉴얼 등도 必要하지 않다고 한다. 以外에 Check-mate의 特徵은 被診斷시스템의 實際 使用狀態에 있어서 시스템레벨의 機能테스트를 行하고 볼트레벨의 테스트도 可能한 프로그램을 할 수 있는데 테스트 프로그램은 BASIC의 高速패선으로 記述되고 工場의 試驗技術者가 効率性있게 使用할 수 있다고 한다.

以外에 Checkmate의 CRT 디스플레이는 80×24 行의 文字出力과 512×256 劃素의 그래픽 機能을 갖고 있는데 시스템의 圖面, 테스트順市 및 修理過程의 表示를 行할 수 있다. 그런데 이것은 一般테스트 機器와 機能이 다르기 때문에 被測定시스템마다 必要한 소프트웨어의 開發에 數個月이 걸려서 어느 정도 大量生産機器에 限定되어 있다.

Checkmate는 음성 機能으로서 모뎀 또는 音響結合器를 附着함으로써 遠隔으로 診斷의 機能을 발휘할 수 있다. <Electron Design 31, 7 183>

◇ 最近 遠赤外레이저의 進出

20年前에는 普通 遠赤外(FIR)라고하는 20~1000 μm의 스펙트럼 領域이 強光源도 아니고 感도가 良好한 檢出器도 아니었다.

最近 英國의 Mathias 氏에 의한 直接放電펄스動作形 蒸氣레이저가 FIR 레이저라고하며 그後 物理的 諸過程의 理解와 레이저開發의 努力結果 光펌프 FIR 레이저(OPL)가 出現하였으며 2개의 基本形인 直接放電分子레이저(DDML)와 光펌프 FIR 레이저 및 CO₂ 나 CO의 中赤外分子가스레이저도 考慮한다면 近赤外로부터 밀리波間에 數十本の 發振線을 얻고 있다고 한다.

한편 FIR은 플라즈마 診斷, 分子와 固體의 分光과 電波天文學 등에 널리 使用되고 있으나 振幅, 周波數의 安定化, 發振線의 可同期와 케비티設計에 있어서 複雜한 技術的 進歩가 要求되고 있다.

그런데 直接放電分子레이저는 코히런트 FIR放射의 가장 強力한 소스이나 有用한 出力을 얻을 수 있는 線數와 氣體媒質의 種類는 比較的 적다고 하며 H₂O와 D₂O의 蒸氣가 가장 實用的인 氣體로서 CW動作에는 H₂O의 28 μm와 118 μm의 2本の 使用되고 있다고 한다.

가장 興味있는 것은 HCN과 DCN으로서 이들의 主要線은 337과 311 μm의 2本 및 200 μm 近方的

4本으로서 이들레이저는 窒素, 헬륨, 메탄, 또는 重水素에탄의 混合氣體를 흘려서 動作시키는데 全體 시안化物放電의 主要敏點은 管壁에 重合體가 附着되어 出力을 低下시킨다는 것이다.

이에 대한 對策으로서 管壁을 高溫으로 維持하다가 周期的으로 水蒸氣放電을 行하여 크린업하는 方法을 取하고 있으나 어느것이나 시안레이저應用에 障害가 되고 있으며 6m길이의 HCN레이저는 337 μm로서 600 mw 以上の 出力을 얻고 있다.

한편 直接放電分子레이저에는 5KV, 2A 정도의 直流電源이 必要하며 電流安定化電源은 어느것이나 高電力廣帶域 掃還루우프를 갖고있는데 出力을 샘플링하고 케비티周波數와 電流를 制御하는 掃還루우프를 附加한 結果 安定度가 改善되었고 短期間의 周波數安定度가 約 10 KHz 였다고 한다.

또한 펄스動作의 電力供給에는 10~20KV 로서 100 J의 에너지를 貯藏하는 콘덴서가 適當하며 光펌프 FIR레이저에 의한 基本的인 限界는 CO₂ 勵起放射가 分子가스中을 통과할 때 吸收係數가 적다는 物理機構에 根據을 두고 있다. 例을 들면 메틸알콜 氣體中에 9 P 36 CO₂ 비임을 118 μm放射로 變換하는 경우 勵起電力의 10%까지는 50%가 吸收된다면 必要한 케비티길이는 1m 또는 6m가 된다.

따라서 光펌프 FIR레이저가 2개의 케비티를 갖으므로 制御시스템은 直接放電分子레이저보다 한층 複雜하게 되며 가장 重要한 機構는 勵起線中心을 吸收線에서 充分한 周波數間隔으로 畝세트하는 것이라고 한다.

그런데 遠赤外出力은 184.6 μm로서 80 mW 이고 光펌프遠赤外레이저의 出力은 遠赤外範圍에서는 2.3 μW~100 mW이나 펄스動作은 1 MW에서 動作한다. 또한 遠赤外스펙트럼 領域은 8 옥타브에 걸쳐 있으므로 檢出에는 名種센서가 必要하다고 하며 파이로에렉트릭, Ge, Si 도우핑, 高純度 InSb, Ge, Ga 포토컨덕터, 高純도에피택설 GaAs, 點接觸 다이오드와 포토리소그라프다이스트 등이 檢出器로 使用되고 있다. <Laser Focus 3月, 83>

◇ Bell 研究所에서 30fs의 光펄스發生에 成功

30fs(3×10⁻¹⁴ 秒)라는 것은 6200 Å의 赤色光에 14回振動하는데 相當하는 것으로서 서브 PS光 펄프가 最初로 試作된 것은 1974年이었으나 81년에 이

르러 美國 Bell 研究所구름이 30fs 의 光펄스發生에 成功하였다.

이 Bell 研究所구름의 임무는 IBM구름이 開發한 單一모우드파이버에 의한 PS펄스壓縮技術과 Bell自體에서 開發한 衝突펄스, 링色素레이저를 利用하는데 目的이 있다고 한다.

한편 IBM구름이 開發한 펄스壓縮技術은 30年以後 레이더技術에서 찾아볼 수 있는데 처프(chirp)된 즉 直線의으로 周波數掃引한 信號를 分散形遲延線으로 傳送함으로써 펄스의 高周波部分이 低周波部分에 追尾되어 펄스壓縮이 行하여 진다.

光인 경우에는 電氣의으로 처프할 수 없어 이 代身 2黃化炭素와 같은 光學的인 非線形 液體의 使用을 考慮하였으나 이들의 液體는 自己集束效果등 不利한 點등이 있으므로 IBM구름은 單一모우드光파이버를 代身利用하였다. 또한 이들은 單一모우드光파이버에 의해서 처프된 光펄스를 使用하였으며 이것을 分散形 回折格子로서 壓縮하여 450fs 의 光펄스發生에 成功하였다고 한다.

또한 可飽和吸收體를 利用한 受動모우드 同期色素 레이저는 可飽和吸收體의 非線形 때문에 效果的인 펄스壓縮이 될 수 있다고 하나 今番 Bell 研究所의 구름은 링레이저를 使用하여 2個의 對同펄스를 可飽和吸收年의 内部에서 코히런트하게 衝突시켜서 數十fs의 光펄스를 發生시키는데 成功하였다고 한다.

그리고 衝突펄스링레이저에서 90fs의 光펄스를 길이 15Cm의 偏波保存單一모우드파이버에 入射시키고 3倍로 스펙트럼幅을 넓힌후 1對의 平行回折格子로서 壓縮을 行한바 30fs 의 光펄스를 얻었다고 한다.

끝으로 Bell 研究所의 구름은 2段의 光파이버壓縮을 利用해서 5fs 까지 얻을 수 있다고 하며 Bell 研究所以外에도 Rochestes 大學이나 cornell 大學에서도 이와 비슷한 技術로서 數十fs 의 光펄스를 만들었는데 이들의 超短波펄스는 物質中の 超高速過程研究에 有用하다고 한다.<Physics Today 35, 2, '83>

◇ 高温太陽熱에 의한 金屬의 製造

美國Minnesota 大學 工學部에서 最近 電力과 化石燃料의 使用을 減少시키기 위하여 太陽光線의 利用이 可能한가를 調査하였는데 이것은 太陽光線을 極度로 集中해서 高溫度處理의 熱源으로 使用한다는 것이다.

특히 高温電解處理에 의한 熱源이 重要하여 電子爐도 考慮되나 中程度의 高度에 適合하다고 한다. 또한 化石熱料의 最大斷熱炎의 溫度는 約 2,300 K이나 實際溫度는 한층 낮으며 太陽光線을 集中한 集熱器는 高温에 있어서 優秀한 熱源이 된다는 것이다.

따라서 太陽熱을 增強하여 高温으로하고 이로因한 電解에 의하여 氧化物, 黃化物등의 鹽에서 金屬을 製造할 수 있다고 생각하고 Minnesota 大學 工學部에서는 ZnO에서 Zn을 回收할 豫備研究를 行하고 있다.

이 경우 化學反應은 $ZnO \rightarrow Zn + 0.5O_2$ 인데 이러한 變化를 가져오는 理想的인 裝置로서는 反應器一分離器, 高温熱交換器, 冷却器 및 燃料셀등으로 構成된 裝置를 考慮하고있으며 壓力은 이 裝置内에서는 전부 같다고한다.

그런데 298.15 K의 亜鉛氧化物은 먼저 逆流形(高温) 熱交換器에 넣고 또 熱交換中을 下降하는 物質로부터 豫熱된 後 反應器의 電解셀에 들어가는데 이 物質의 溫度가 電解셀의 溫度보다 낮으면 電解셀의 溫度로하기 위하여 充分한 熱을 加하게 된다.

다음에 ZnO를 Zn와 O_2 로 電解하기 위하여 充分한 電力을 加하고 다시 溫度를 一定하게 維持하게한 後 必要한 熱量을 供給하는데 電解된 Zn와 O_2 는 熱交換器에 들어가게 된다.

이 裝置의 使用範圍를 생각하면 電解셀에 出入하는 材料의 狀態는 溫度와 壓力에 의하여 變化되는데 反應器의 壓力이 ZnO의 解離壓보다 以下이면 原料의 흐름은 氣化하여 Zn와 O_2 의 蒸氣가 되며 또한 Zn의 蒸氣壓보다 壓力이 높으면 Zn은 凝縮相이 된다.

지금 ZnO, Zn, O_2 의 溫度, 壓力에 의한 變化를 明確히하기 위하여 1,500~2,500K의 溫度 0.01~100 氣壓의 壓力에 있어서 狀態圖를 作成하면 前述한 全體의 成分이 蒸氣가 되는 I의 領域과 ZnO는 固相, Zn은 蒸氣相이 되는 IIa의 領域, ZnO는 液相, Zn은 蒸氣相이 되는 IIb의 領域 및 Zn은 液相, ZnO은 固相이 되는 III領域으로 나누어지며 이 狀態圖에서 Zn을 固體, 液體, 氣體에 따라서 求할때 熱力學的 利點을 制定할 수 있다.

예를들면 電解セル中에 있어서 Zn 氣體보다도 Zn 液體를 만드는 편이 熱力學的으로 有利한데 이것은 Zn 氣體는 逆流熱交換器에 不適當하고 其他 液體에서는 電極選擇의 問題가 發生된다는 것이다.

한편 熱力學的으로는 燃料셀의 出力, 電解에 必要한 電力 및 加해야할 熱등을 計算해서 圖示하면 領域 I에 있어서 必要電力은 매우 적으나 凝縮된 ZnO

相은 이 領域에서는 熱力學的으로 不安定하게 되어 電解裝置의 設計가 困難하다는 것이다.

또한 領域Ⅱ와Ⅲ에서 壓力이 上昇하든가 溫度가 低下하면 必要電力이 增加하는데 加해야할 熱과 電力의 和는 이 裝置에 必要한 에너지로서 加해야할 熱이 一定한 曲線은 大體的으로 一定한 電力의 曲線에 平行하게 된다.

그런데 一定한 熱效率을 나타내는 曲線을 본다면 領域Ⅰ에 있어서의 熱效率은 溫度또는 壓力 어느 것에도 關係가 없으며 또한 領域Ⅱ와Ⅲ에 있어서 電解セル의 溫度와 더불어 熱效率은 上昇되나 여기서 注目해야할 값은 領域Ⅲ의 熱效率은 領域Ⅱ의 경우 보다 Zn蒸氣가 發生하므로 不適當하다는 것이다.

<Energy 8, 4, '83>

◇ 電氣裝置에 있어서 防蝕保護外箱의 選擇

腐蝕危地域에서 使用하는 電氣裝置用의 外箱에는 鑄鐵과 유리強化폴리에스텔, 알루미늄 亜鉛鑲金軟鋼 및 스테레스鋼등의 各種 材料가 使用되고 있으나 腐蝕環境의 狀態, 機械的 強度와 直接化學腐蝕을考慮하여 材料를 選擇할 必要가 있다고 한다.

한편 腐蝕形式에는 一般環境腐蝕, 孔蝕(pitting), 균열腐蝕, 電位腐蝕, 粒界腐蝕 및 應力腐蝕등 이 있

으며 이 中에서 電位腐蝕과 피팅이 問題가 되고 電位腐蝕이 金屬에 큰 影響을 주고있다. 또한 피팅은 酸化膜의 部分破壞와 같은 材料의 缺陷에 의한 것으로서 이 때문에 스테레스鋼製의 外箱을 使用하게 된다.

그러나 스테레스材料의 最高級인 304 나 316도 塩素에 弱하므로 몰리브덴을 첨가해서 耐蝕性을 改善하여 價格을 높이고 있다. 이때문에 유리強化 폴리에스텔을 널리 利用하고 있는 傾向이 있으며 靜電荷를 除去하기 위하여 카본을 넣은 材料도있다.

한편 플라스틱被覆軟鋼製는 外箱이 絶緣되어 있으므로 케이블入口의 配裝등은 別度의 接地가 必要하게 된다. 또한 從來의 鑄鐵製는 耐炎性에 適合하나 무거운 缺點이 있으므로 重量과 價格面에서 鋼製가 有利하게 될 것이다.

또한 外箱을 附設한 後의 保守用 塗裝에는 耐候性 顏料를 첨가한 塩素化폴리머베이스의 고무狀케인트가 使用되고 있으며 6~8時間 硬化해서 8~10時間에 2回塗裝할 수 있다고 한다.

以上은 陸上인 경우이나 海上에서는 보다 嚴格한 것이 要求되고있고 특히 石油프로젝트에서는 耐炎性과 耐蝕性이 強한 것이 必要하다. 스테레스鋼 316은 現在 最適한 外箱材料로서 英國, 東南아시아, 오스트레일리아 및 美國에서는 海上施設의 標準이되고있다. 그러나 電位腐蝕의 위험이 있어 이에 대한 對策이 檢討되고 있다 (Electrical Review March, 83)