



本 根 誌*

/// 알루미늄 安定化 超傳導슬레노이드의 設計

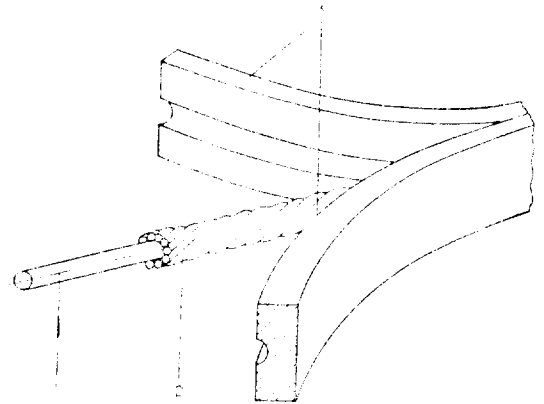
CERN(歐州合同原子力核研究機關)은 Intersecting Storage Rings(ISR)과 同共實驗을 위하여 매우 가벼운 슬레노이드가 必要하게 되었다. 中心에서 發生하는 高에너지粒子가 最少量의 物質中를 橫切해서 外側의 檢出器에 到達하도록 해야된다. 이를 위하여 알루미늄 安定化導體와 알루미늄크라이오스테트를 使用했으며 中心에서 檢出器까지 粒子가 通過하는 厚께는 Al 7.5cm, glass 1.25cm, steel 0.12cm, Cu 0.075cm 및 Nb-Ti 0.025cm 로 되어 있다.

슬레노이드는 鐵요우크로 되어 있으며 또한 2個의 可動홀은 슬레노이드中에 빔을 通過시키기 위한 슬롯트를 갖고 있다. 슬레노이드定數로서는 中心O場 1.5 T, 電流 2200A, 有効口徑 1.38m, 홀間隙 1.8m, 貯藏에너지 3MJ, 磁石低溫部重量 1.7t 및 全重量 70t 등이다. 알루미늄安定化超傳導體는 6×9mm 角形으로서 슬레노이드에는 6層으로 捲線되어 있다.

導體絶緣에는 유리테이프를 使用하였으며 冷却헬륨의 通路도 設置했다. 코일크라이오스테트는 鐵요우크에서 6本の 유리纖維棒으로 支持되고 있다.

코일크라이오스테트의 熱絶緣은 80杖의 알루미늄화 Mylar로서 構成된 2cm 두께의 層으로 행하고 있으며 放射損失은 약 22W로 評價되고 있다. 冷凍機는 4.5K로서 60W의 것을 使用하며 冷却에는 약 120時間의 걸린다.

<Cryogenics 17.2, 1977>



- 1. 스테인리스鋼心
- 2. 11個의 超傳導線
- 3. 알루미늄스트립

그림 1. 導體構成

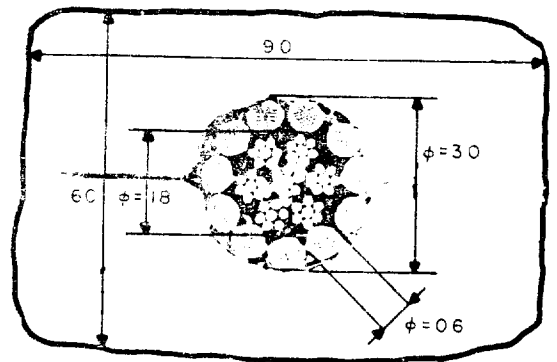
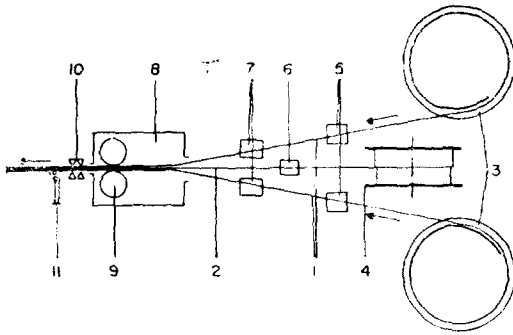


그림 2. 導體斷面

* 正會員 : KORSTIC 技術部次長



- 1. 2個 알루미늄 스트립
- 2. 超傳導케이블
- 3. 4. 스프울
- 5. 크리닝루울
- 6. 7. 플럭스分配所
- 8. 朱錫池
- 9. 2個 로울러
- 10. 스크래퍼

그림 3. 납냉 工程圖

21世紀의 主力인 超傳導界磁 터어빈 發電機

美國의 Allis-Chalmers Power Systems社와 Kraftwerk Union社의 超傳導 터어빈發電機에 관한 技術報告에 의하면 多極機이나 交叉複式機보다 經濟的이며 運轉特性이 優秀한 300MW까지의 單軸터어빈發電機를 實用化할 수 있다고 한다.

本 發電機는 極低溫冷却 超傳導界磁線이 거의 零抵抗으로서 큰 回轉子암페어數에도 抵抗損失을 無視할 수 있으며 高効率에서 發生하는 磁束은 水冷界磁로서 얻는 것보다 매우 크다. 그러나 勵磁損失이 없어서 큰 磁束密度를 얻을 수 있으나 在來式 發電機容量을 上廻

하는 大定格 高効率發電機가 必要條件이다.

磁束시일드로서 積層鐵心이 必要하나 超傳導發電機는 在來式 發電機보다 短縮形으로서 材料의 利用度나 効率이 높으며 輸送面에서나 運轉費用이 廉價이므로 21世紀에는 大容量機의 主力이 될 것이다.

1990년까지 超傳導發電機는 商用베이스로서 運轉할 수 있다고 豫想되며 2000MVA級 以上에서 主力이 될 것이다.

<Electrical Review 200.33. 1977>

마그네트론 스퍼터링 SiO₂膜

美國의 California州 Mountain View의 perkin-Elmer Ultek社는 從來 高周波다이오드스퍼터링法으로서 약 1桁의 電着率이 큰 高周波마그네트론型 스퍼터링裝置를 開發하여 마그네트론스퍼터 SiO₂膜의 여러 特性을 調査했다.

裝置의 心臟部는 直徑 202mm의 熔融石英製인 標의 圓板, 標의에서 90mm距離의 水冷基板支持臺위에 놓여있는 基板, 冷間壓廷鋼磁極片和 永久알니코磁石에 의한 強力磁場으로 構成되어 있다. 高周波源은 13.56 MHz로서 2kW供給이 可能한 結晶制御形 發生器이며 眞空內壁은 液體窒素로서 冷却된다. 또한 400l/s의 터어브분자流펌프를 具備해서 電着中 水蒸氣의 分壓을 1.0×10^{-6} Torr 以下로 維持한다. 가스入口는 아르곤用과 O₂用 2個가 있으며 基板으로서 研磨된 실리콘 웨이퍼를 사용한다.

電着率은 電着中 O₂分壓에 依存하며 1.8kW로서 O₂을 附加하지 않으면 700Å/min로서 O₂分壓이 약 5.0

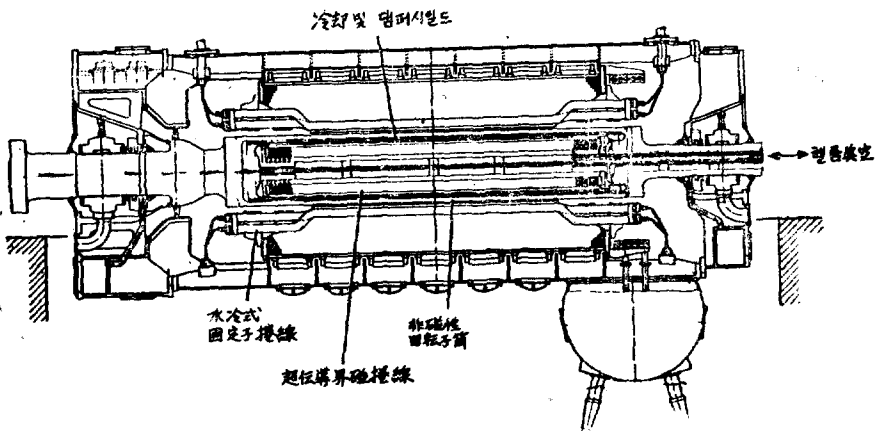


그림 4. 2,400MW, 3000MVA級 超傳導界磁 터어빈發電機斷面

$\times 10^{-6}$ Torr까지는 거의 變化하지 않으나 이 以上에서는 O_2 分壓의 增大과 더불어 顯著的한 低下를 表示하고 약 8.0×10^{-5} Torr 以上에서는 $400 \text{ \AA}/\text{min}$ 이 된다.

또한 製作된 SiO_2 膜의 特性도 O_2 分壓에 依存하며, 不足의 膜은 靑-近紫外線域의 光에 대하여 吸收特性을 表示하며 完全酸化膜보다 屈折率도 높아진다. 에칭률은 O_2 分壓이 8×10^{-5} Torr 以上에서는 $3 \text{ \AA}/\text{s}$ 로 낮으나 O_2 不足의 膜은 약 $7 \text{ \AA}/\text{s}$ 로서 크다.

基板溫度는 基板을 支持臺의 中心에서 벗어난 位置에 놓으므로서 2kW의 高周波電力을 10分維持해도 170°C 을 넘는일은 없다. 따라서 基板을 低溫으로 하고 싶은 경우나 電着後 어니링이 不可能한 경우 마그네트론 스퍼터 SiO_2 膜은 有用하다.

마그네트론 스퍼터膜은 表面의 매우 平坦하며 最大 $15\mu\text{m}$ 두께까지 完全한 平坦을 實現할 수 있으며 結晶의 不完全性도 없다. 또한 약 $1\mu\text{m}$ 두께의 垂直壁을 갖는 알루미늄金屬化패턴상에 電着된 SiO_2 膜은 전혀 尖點를 갖고 있지않은 優秀한 段狀被覆特性을 表示한다. 誘電率은 熱酸化 SiO_2 의 값에 가까우며 絶緣耐力은 良好한 熱酸化 SiO_2 의 약 70~80%이다.

마그네트론 스퍼터 方法에 의해서 MOS론덴서를 試驗의으로 製作한 경우 安定한 放電狀態로서 製作된 MOS론덴서는 熱酸化法에 의한 론덴서와 똑같이 C-V特性을 表示하나 不安定한 放電狀態에서 製作한 것은 C-V曲線이 30V정도 變移했다. 本 마그네트론 스퍼터法은 一般的으로 高品質의 SiO_2 膜을 만들며 또한 CVD (Chemical Vapor Deposition)法과 比較하면 電着率은 充分히 競合할 수 있으나 現段階로 마그네트론 스퍼터法은 MOS터바이스의 계이르酸化物製法으로는 適合하지 않다.

<Solid State Technol 20.4.1977>

高에너지 電子비임에 의한 出力 100 kW 레이저

Stanford大學 物現學科의 John M.J. Madey가 研究한 레이저는 40MV의 電子비임을 利用한 것으로서 現在 最大出力에 比較하여 10倍以上의 出力과 2.5倍以上의 效率를 얻을 수 있다고 한다.

現在까지 固體, 液體 및 氣體를 使用한 레이저는 動作中 加熱되어 에너지가 消費되기 때문에 出力과 效率에 制限을 받으나 眞空管中の 電子이라면 加熱하는 것이 없으므로 시스템에 注入된 에너지의 大部分이 放射로서 變換된다.

California大學의 高에너지 物理研究所에서 超傳導 電子加速器를 組入한 本 레이저시스템은 17ft의 銅 眞空管中에서 動作하는데 管軸方向으로 磁場을 걸어주기 위하여 管을 따라서 超傳導와이어의 코일을 감은 것이다. 레이저에너지비임과 電子비임을 同時에 파이프 로 보내면 레이저비임은 보통 레이저와 같이 鏡間을 往復하나 本 裝置에서의 레이저비임은 파이프의 磁場을 通過할 때 마다 電子비임에서 에너지를 얻는다.

試驗에서 $0.1\mu\text{W}$ 의 레이저비임은 1000億倍인 10kW가 되었으며 電子스토레이징크內에 레이저를 附着하여 電子의 넵핑을 없애고 出力上昇를 計劃하고 있다. 또한 1A, 240MV의 電子스토레이징크를 사용하던 100kW의 可變周波레이저($10\mu\text{m} \sim 0.1\mu\text{m}$)는 50%以上の 效率이 可能하다고 한다.

<Electron Design 25.8.1977>

實効值를 直流로 變換하는 集積回路

美國 Massachusetts州 Norwood의 Analog Devices社에서 發賣하고 있는 實効值를 直流로 變換하는 集積回路인 AD536은 디지털멀티미터를 위하여 開發된 것으로서 廣範圍한 敗路를 開拓했다.

回路는 14핀의 세라믹 DIP에 內藏되어 있으며 交流와 直流를 包含한 複雜한 入力波形을 直接計算하는 모노리직集積回路로서는 最初의 것이라고 생각되며 帶域幅은 100KHz이고 誤差는 $\pm 1\%$ 이다.

AD536은 入力와 出力의 補償을 위하여 포트하기 以前에 레이저로서 處理되며 正負의 波形에 대하여 對稱으로 푸울스케일의 範圍에서 精度를 維持하고 있다.

AD536K은 誤차가 $\pm 2\text{mV} \pm 0.2\%$, AD536J은 $\pm 5\text{mV} \pm 0.5\%$ 로서 溫度範圍는 어느 것이나 $0 \sim 70^\circ\text{C}$ 이며 K型의 價格은 \$18.5, J型은 \$9.95이다.

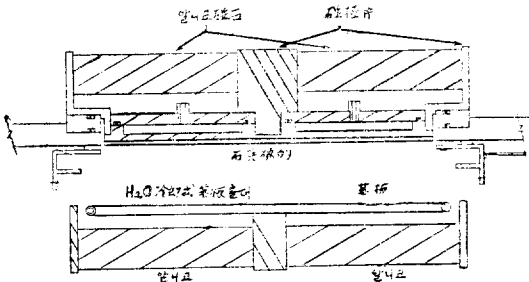


그림 5. 마그네트론 스퍼터링 製置

外部部品으로는 似周波의 컷오프 때문에 콘덴서 1個만으로 68 μ F 콘덴서로서 10Hz의 피이크리플值를 1%로 줄이고 있다. 電源電壓은 單一 電源을 사용할 때는 5~36V이고 兩源일 경우 $\pm 2.5 \sim \pm 18V$ 로서 피이크信號電壓에 左右된다.

AD536의 한가지 特徵은 補助로서 dB出力를 가지며 實効值의 對數值가 別度로 端子에 引出된 것이다.

<Electronics 50.10.1977>

超精密制御를 할 수 있는 分子비임에 피택시

最近 Bell研究所에서는 多層半導體結晶의 各層 두께를 原子크기 정도로 매우 微細한 치수까지 精密하게 制御할 수 있는 分子비임에피택시(Molecular Beam Epitaxy)라고 부르는 새로운 結晶成長프로세스를 開發하고 있다.

分子비임에피택시는 超高眞空中에서 加熱된 基板웨이퍼에 結晶成長에 必要한 成分의 비成을 各各에 퓨전온에서 照射한다. 特徵은 成長層의 表面이 매우 平坦하므로 均一한 두께를 갖는 層을 成長시킬 수 있으나 가장 큰 特徵은 극히 얇은 高品質의 에피택셜層을 豫定된 도펀트成分프로파일로 成長시키므로써 指定된 機能을 갖는 結晶을 製作할 수 있는 點이다.

連續적으로 變化하는 프로파일을 얻기 위하여는 도펀트의 온온溫度를 變化시키며 스텝狀의 프로파일을 얻기 위하여는 셔터로서 도펀트비임을 온오프시키면 된다. 이와같이 도펀트프로파일을 制御한 GaAs層을 이용해서 100~200GHz周波數領域의 바락터다이오드, 低雜音-高出力 FET 및 超低雜音미리波 믹서다이어드를 만들 수 있다.

GaAs基板上에 SiO₂薄膜패턴을 그린 웨이퍼에 分子비임에피택시方法을 適用하면 SiO₂膜에 緻密한 半絶緣性 多結晶 GaAs가 成長되며 GaAs基板이 露出된 部分

에는 普通 GaAs에피택셜層이 成長된다. 이경우 各層上表面의 높이가 같아지며 디바이스製造面에서 簡單한 플레이너 비임리이드接觸을 이용할 수 있어 디바이스의 寄生容量을 매우 낮게할 수 있다.

分子비임에피택시 方法으로 GaAs結晶의 Ga原子 一部 또는 全部를 Al原子로 置換할 수 있으며 이 置換 때문에 結晶成長에 큰 障害를 주지 않는다.

注入型 레이저나 光集積디바이스에는 複雜한 多層構造가 必要하나 分子비임에피택시 方法으로 Ga 또는 Al 原子비임의 照射時間을 셔터의 開閉에 의하여 매우 精密하게 制御할 수 있으며 GaAs基板上에 純粹한 GaAs로부터 GaAs에 이르기까지 任意成分의 多層膜을 成長시킬 수 있다. 現在 더블헤테로다인 構造의 注入型 레이저는 液相에피택셜로서 만들 수 있으나 分子비임에피택시 方法을 이용하면 精密한 치수로서 制御된 大面積으로 均一한 結晶成長을 實現할 수 있고 複雜한 헤테로構造의 디바이스도 可能하다. 그러나 Bell研究所에서는 이미 100°C溫度에서 CW動作으로 分子비임에피택시 더블헤테로構造인 레이저를 實現하고 있으며 또한 새로운 디바이스의 應用을 目標로 얇은 超薄膜多層構造를 分子비임에피택시 方法으로 製作하고 있다.

이중 하나가 quantum well構造라고 하는 것으로서 GaAs基板上에 AlGaAs層과 GaAs層을 相互 100層 정도로 積層한 것으로서 各層의 두께는 보통 10⁻³~10⁻² μ m 정도이다. Al GaAs層을 充分히 두껍게(0.02 μ m) 하면 GaAs層의 各 potential well은 서로 分離되어 多層構造의 光스펙트럼 吸收特性은 매우 尖銳한 피이크를 나타내는데 이것은 各 GaAs層의 두께가 거의 같다는 것을 表示한다.

또 하나는 monolayer構造라고 하는 것으로서 相互 反子크기의 치수로서 積層한 것이다. 이미 數千層의 積層으로서 全體 두께는 1 μ m의 構造를 實現하였으며 透過形 電子顯微鏡寫眞도 얻고 있다.

<Bell Lab Record 55.4.1977>