

海外科學技術動向

編輯部*

■ 차례 ■

- ◇ 表面構造決定을 위한 새로운 方法
- ◇ 量子化 效果로서 100萬分の 11 精度로 $e^2 h$ 를
- ◇ 光纖維에 의한 高感度레이저, 자이로스코우프
- ◇ 光集積회路的 展望
- ◇ NASA에서 MW級의 Redox電池를 開發
- ◇ 새로운 PCB 分解法
- ◇ 끊임없는 RAM의 低價格化, 高密變化 및 高速化

◇ 表面構造決定을 위한 새로운 方法

物質의 表面에서 일어나는 物理的, 化學的 現象의 研究는 25年以上 繼續되었으나 超高眞空技術과 試料表面의 製作技術등으로 因하여 進展하지 못하였으며 現在로서는 進步의 妨害가되는 것은 表面構造의 情報不足으로 알려져있다.

한편 最近까지 表面構造의 情報는 低에너지 電子線 回折 (LEED)에 依存한 것으로서 이것은 整列된 表面構造의 對稱性에 대하여 重電한 情報를 提供하고 있으나 局部的인 原子構造의 定量的인 情報를 주지않기 때문에 다른 方法을 講究하였으며 過去數年間 光子, 이온, 原子등과 電子를 結附시키는 새로운 技術을 發展시켜온 것이다.

또한 光束이 10^6 倍정도 強한 싱크로트론放射의 스토레이징 (高에너지의 荷重粒子들 거의 圓形인 軌道에 長時間에 걸쳐 저장하는 장치이며 주로 高에너지 粒子끼리를 衝突시켜 대단히 높은 에너지의 現象을 연구하기 위하여 사용되는것) 光源의 開發에 의해서 光子를 利用한 많은 方法이 可能하게 되었다.

그리고 本드의 距離를 決定하기 위한 一般的인 方法은 X線吸收의 微細構造를 表面에 應用한 SEXAFS로서 勵起된 값보다 높은 에너지領域에서 吸着된 原子A에 있어서 X線吸收의 에너지依存性을 測定하면 吸收確率에 振動이 나타나는데 이 周期는 A 원자와 隣

接된 A原子 또는 基板의 原子S 距離에 關係되는데 振動의 크기는 原子種數와 周圍原子의 본드길이에 관한 分布情報를 주고 있다.

光子비임偏向方向에 관해서는 表面을 回轉시키므로서 表面原子의 幾向學的 配位를 高精度로서 決定할 수 있으나 2個以上の 結合사이드表面構造를 갖는 것은 이러한 方法으로는 困難하며 光子를 利用한 其他 分光學的 方法은 光電子放出을 直接測定하여야 함으로 定量的인 解析은 多重散亂의 補正이 必要하게 되어 複雜하게 된다.

以上과 같은 利點은 光電子의 空間的 對稱性으로부터 吸收사이드의 對稱性을 매우 迅速히 決定할 수 있으며 또한 吸着原子의 整列配置이 아니라도 良好한 것으로서 表面原子의 座標를 定量的으로 決定하는 것은 困難하나 사이드의 固定에는 寄與할 수 있다고 한다.

그리고 固體에 있어서 整列第一層 또는 吸着原子의 整列層構造는 彈性브라그回折에 의해서도 決定되나 表面內의 散亂은 面內의 表面原子의 座標에 대해서 情報만을 주므로 表面에 垂直한 座標를 決定하기 위해서는 Bragg 피크代身 브라그로드의 強度依存性을 測定하면 된다고 한다.

最近에 發見한 光子를 利用하는 한가지 方法은 基板에서 브라그反射에 의해서 形成된 定在波패턴을 利用하는 것으로서 完全結晶을 브라그피크를 通過시켜서 回轉시키면 入射와 散亂波로서 構成된 表面上的

干渉은 表面에 관해서 連續的으로 移動하는 極大, 極小값을 갖는데 光電子 또는 Auger 電子の 強度를 測定함으로써 吸着原子의 表面座標를 決定할 수 있다고 한다. 그런데 이것은 局所的 構造의 技術로서 整列된 吸着原子의 列을 必要로 하지 않으므로 應用面에서 볼 때 半導體結晶이 限定되어 있는 것이다.

그리고 헬륨原子의 彈性散亂도 基校와 吸着層의 兩쪽을 調査하기 위하여 利用되나 相互作用이 매우 강하므로 表面感度가 높아져 LEED와 똑같이 多重散亂으로서 複雜하게 된다.

또한 加速器로서 만든 高에너지의 이온線은 表面原子와 라더포드散亂을 일으키는데 이 경우에 入射光의 波長은 結晶格子의 間隔보다 짧으므로 相互作用은 回折作用보다도 구슬과 구슬의 衝突이라고 생각하고 있다. 그리고 反發코텍설에 의해서 散亂原子의 後方에 그림자가 생겨서 原子의 散亂效率이 減少시키는데 이온의 에너지, 質量, 散亂原子 및 이온의 에너지

損失로부터 原子種과 質量 및 散亂을 일으키는 깊이를 同定할 수 있다.

또한 큰 角度的 散亂비임을 블록킹함으로서 表面構造決定에 대한 技術의 威力은 增大되는데 基板原子에 關係되는 그림자의 角度依存성과 크기를 組合시켜서 吸着原子에 의한 基板原子의 散亂阻止를 위한 角度依存성을 調整할 수 있다고 한다.

最近 提唱된 한가지의 散亂配置는 表面內 屈折率의 低方向에 따르는 斜入射를 使用해서 表面채너링에 의한 이온束密度的 強變化로부터 吸着사이드를 決定할 수 있다고 한다.

이들의 새로운 技術은 實際로 各種物質에 應用되어 正確한 構造의 情報를 줄 수 있다고 하나 表面全體의 問題에 解答을 줄 수 있는 단 한가지의 方法은 以上과 같은 技術을 組合함으로써 表面問題를 解決할 수 있다고 하며 또한 1980年代에는 表面科學에 큰 進歩를 期待할 수 있을 것이라고 한다.

表 1. 表面構造브로우브와 技術

Probe	Technique	Acronym or descriptive term *	Mono-layers sampled
Photons	Absorption spectroscopy	SEXAFS	1 to 5
	Photoemission	PHD	1 to 5
	Elastic scattering	Bragg reflection diffraction	30
	Interferometry	Standing waves	1000
	Inelastic light scattering	Raman	1000
	Proton-stimulated desorption	PSD	1
Ions	Elastic scattering	Shadowing and blocking	1 to 10
	Secondary ion emission	SIMS	~1
Atoms	Elastic scattering	Helium diffraction	1
	Inelastic scattering		1
Neutrons	Elastic scattering	Neutron diffraction	Bulk
	Inelastic scattering		Bulk
Positrons	Elastic scattering		1 to 5
	Inelastic scattering		
Electrons	Elastic scattering	LEED	1 to 5
	Inelastic scattering	ELS	1 to 5
	Electron stimulated desorption	ESDIAD	1
	Inner shell excitation	EAPFS	1

*SEXAFS, surface x-ray absorption fine structure; PHD, photoelectron diffraction; LEED, low-energy electron diffraction; ELS, electron loss spectroscopy; ESDIAD, electron-stimulated desorption ion angular distributions; EAPFS, electron appearance potential structure.

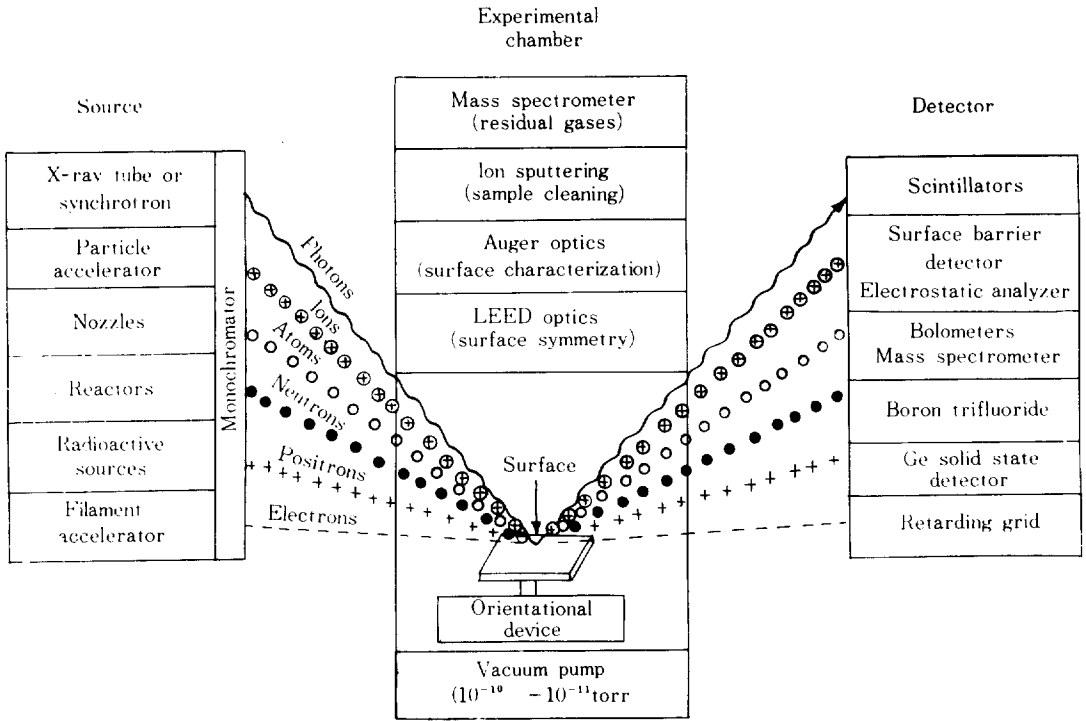
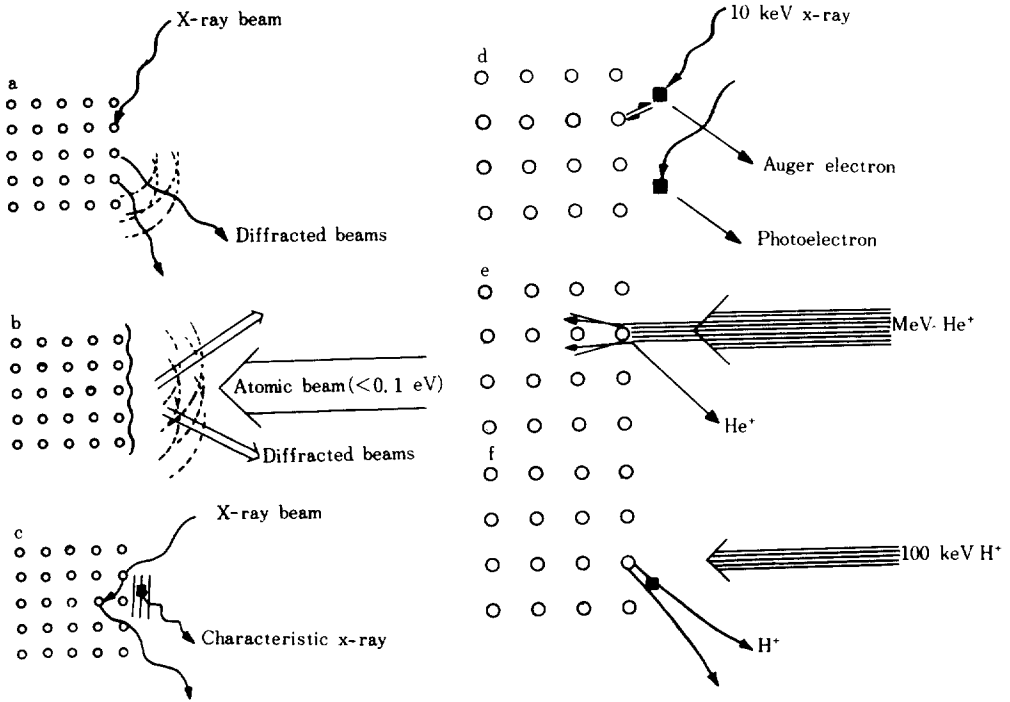


그림 1. 表面構造實驗用 主要部品



(a) 表面에서의 X線回折 (b) 原子빔회折 (c) 定在波技術
(d) 表面吸收의 微細構造 (e) 이온陰影 (f) 이온陰影 및 阻止

그림 2. 새로운 表面構造技術의 構想

◇ 量子化 홀 효과로서 100 萬分の 1 精度로 e^2/h 를

最近 量子力學限界에 있어서 홀 효과에 대한 實驗에 의하면 이들이 抵抗의 基本的인 單位로서 使用될 수 있다고 證明되었다. 그리고 이 實驗과 量子力學的인 量子化 홀 抵抗에 관하여 東京大學 宅藤氏의 數式間에는 100 萬分の 1 以內의 精度와 微細構造定數의 獨立決定法을 提供하고 있으며 새로운 α 의 測定法에 의해서 量子電磁氣의 檢證이 되었다.

한편 1年前 西獨의 K. Vonklitzing 氏는 실리콘 MOSFET 트랜지스터로서 홀 抵抗이 $R_H = h/e^2 n$ (n : 란다우레벨의 數)로서, 그리고 MKS 單位에서는 h/e^2 으로서 約 25813 Ω 이었으며 微細構造定數는 $\alpha = (e^2/h) (\mu\text{oc}/2)$ 이라고 나타내었다. 또한 1980 年 가을에 Bell Labs 의 D. Tsui 와 A. Gossard 氏는 GaAs-AlxGa1-xAs 헤테로 接合에서 同一한 效果를 얻었다.

量子化 홀 효과는 極低溫과 強磁場中에서 일어나는데 極低溫에서의 電子는 트랜지스터의 正게이트電壓에 의해서 電位谷의 基底狀態中에 埋沒된다. 그리고 게이트電場에 의해서 捕捉電子가 表面에 直角인 8方向으로 움직이지않도록 中程度の 磁場을 8方向으로 加하고 表面에 따라서 움직이는 電子를 X 方向의 電場으로서 動作시키면 普通 홀 효과가 觀測된다.

그런데 磁場을 150 KG 程度로 強하게 하면 縮退되어 있는 電子의 基底狀態는 分離된 란다우레벨로 나누어지고 n 번째의 Landau 레벨에 있는 電子는 $(n+1/2) h\omega_c$ (ω_c : 사이크로트론 周波數)의 레벨을 갖게 된다. 또는 페르미 準位를 2 個의 란다우準位間에 오도록 게이트電壓을 調節하면 페르미準位下의 란다우레벨準位는 完全히 點有되는데 上部는 비는 特異한 現象이 일어난다. 그리고 X-Y 面內의 電場으로서 點有된 란다우準位の 2次元 氣體中의 電子는 磁場과의 相互作用에 의해서 Y 方向만으로 드리프트되므로 電場方向으로는 電流가 흐르지않게 된다.

홀 導電率 σ_{xy} 는 散亂된다면 매우 簡單한 形態를 갖게 되는데 홀 導電率은 Ne/B (N : 電子의 2次元 密度)로서 주어지고 페르미 準位가 란다우準位間에 있을 때는 B 依存性이 消失되는데 電子密度는 簡單한 nBe/h 로 주어져 $\sigma_{xy} = ne^2/h$ 또는 2次元 홀 抵抗 $R_H = h/e^2 n$ 이 된다.

한편 Von Klitzing 氏의 實驗은 홀 抵抗의 段階의 減少를 나타내는데 目的이 있는 것으로서 게이트電壓을

올리면 電流方向의 電壓降下에는 周期的으로 큰 最小值가 나타나 오묘的인 散亂損失이 전혀없다는 것을 알았으며 이와 同時에 電流와 直角方向으로 나타나는 홀 電壓은 一連의 段階的인 平坦한 特性을 나타내어 各段階에서의 홀 抵抗은 正確히 $h/e^2 n$ 이 되었다고 한다.

또한 D. Tsui 와 A. Gossard 氏는 에피택셜 成長의 GaAs-AlxGa1-xAs 헤테로接合을 使用해서 同一한 結果를 얻었는데 이 경우에 電位의 谷은 AlxGa1-xAs 層에 있어서 이온化한 도우너와 傳導帶의 端曲으로서 되었으며 페르미準位の 移動에는 磁場의 變化를 使用하였다.

理論家間에 惹起되는 疑問은 외 物質의 性質에 無關係하게 理論式과 一致하는가 하는 것으로서 實際로는 不純物이나 表面의 不完全性에 依存되나 安藤氏와 R. Prange 氏는 局所化된 不純物狀態는 홀 電流에 影響을 주지 않는다고 提示하였다.

끝으로 R. Laughlin 氏는 홀 導電率의 正確한 e^2/h 量子化의 一般的인 證明을 하였으나 이것은 電磁的 相互作用의 게이지不變性과 移動度갭의 存在에만 依存되는 것이라고 하였다. 그런데 Von Klitzing 氏의 方法을 利用해서 NBS로서 微細構造定數 α 을 1000 萬分の 1 程度로 測定하고 있다.

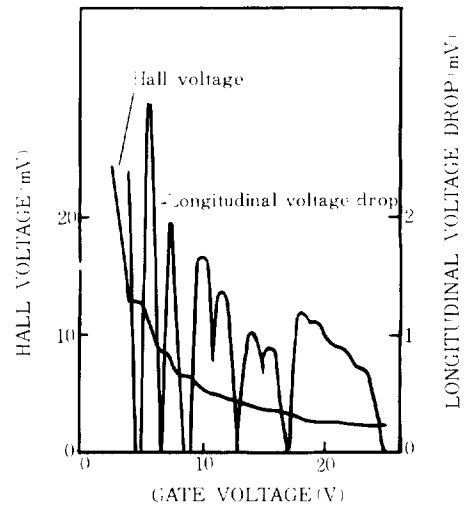


그림 3. Von Klitzings MOSFE 에 대하여 Hall 電壓으로 測定한 Hall 抵抗

◇ 光纖維에 의한 高感度 레이저, 자이로스코우프

光線을 루우프狀의 導波路에 同時에 順方向과 逆方向으로 通해서 루우프를 角運動시키면 2個의 線路間에서 位相差가 생기며 소위 Sagnac效果 (1913年)가 있으나 레이저나 光파이버의 出現으로 이 效果를 檢出하는 高精度의 裝置가 開發되어 루우프狀의 共振管을 갖는 링. 레이저자이로스코우프와 最近 進前되고 있는 光파이버, 자이로스코우프가 實用化段階에 있다고 한다.

한편 링. 레이저, 자이로는 He-Ne 레이저의 共振管을 여러개의 反射鏡으로 3角 또는 4角形의 루우프狀으로 한 것으로서 63년에 提案된 以來 改良을 하여 왔으며 最近에는 보잉 767, 757 旅客機에 搭載하였는데 루우프의 角回轉이 低速일 때는 周波數의 引込現象을 일으키므로 이를 防止하기 위하여 루우프에 低周波振動을 주는 더더링 (dithering) 方法 으로서 Honeywell 社製品の 裝置가 있다.

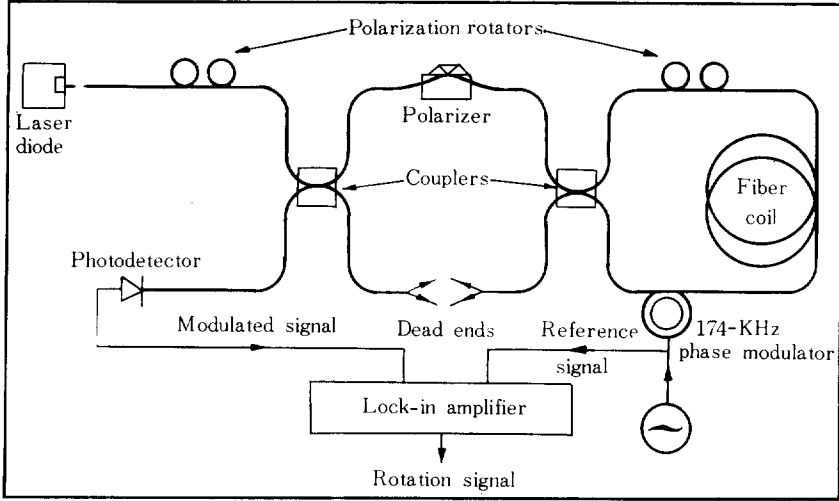


그림 4 . Stanford 에서 開發한 完全集積化 光纖雜자이로 스코우프

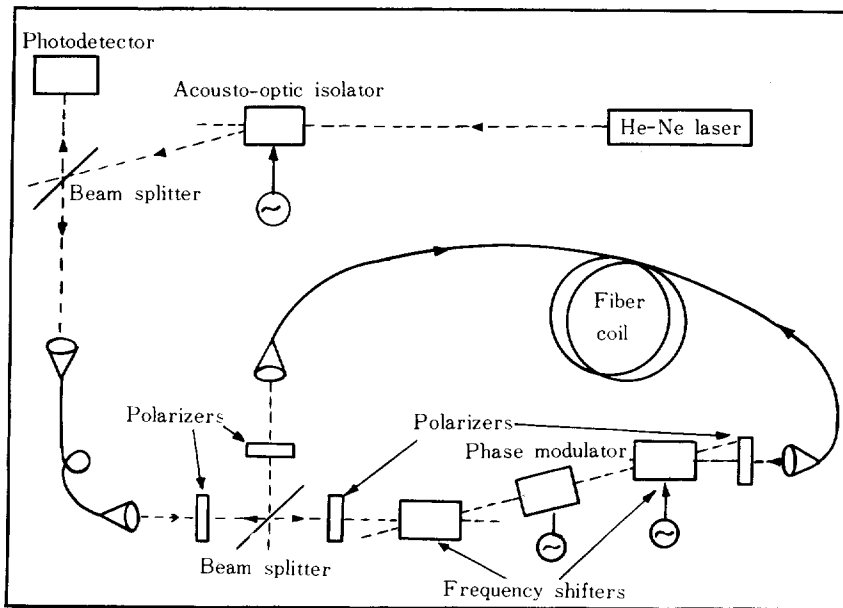


그림 5 . MIT 의 光纖雜자이로 스코우프

또한 低損失性 光纖維가 出現함으로써 微小角速度의 Sagnac 偏移測定이 可能하게 되었으며 Telefunken Thomson CSF 에서는 $15^\circ/h$ 程度의 精度를 갖는 裝置를 發表하였다. 그런데 이것은 機械的인 차이로 에 比하여 優秀하다고 判明되었으며 또한 링. 레이저 다이오드와 比較해도 레이저光源이 獨立되어 있어 周波數引込現象의 防止가 不必要하며 가스레이저를 使用할 경우에도 Fizeau 의 問題가 없다고 한다.

그리고 링. 레이저. 차이로에서는 光비임이 自動的으로 共振管中을 多數回轉하고 있으나 光파이버레이저에서는 適當한 圓筒에 코일狀으로 光파이버를 捲線하면 良好하다고 하며 精度向上에 必要한 것은 航行 裝置에 要求되는 $0.01\%h$ 의 角速度測定 때문에 雜音레벨을 低下시키고 있다고 한다.

現在 開發에 從事하고 있는 2개의 구름은 Stanford 大學의 J. Shaw 氏와 MIT 大學의 S. Ezekiel 氏로서 使用되는 光파이버는 어느것이나 코아直徑이 $0.8\mu m$ 의 單一모우드形式이라고 한다.

여기서 Stanford 大學의 것을 보면 全長 $780m$ 을 $7cm\phi$ 의 圓통에 감은 루우프를 使用하고 있으며 偏光器, 偏光面의 回轉器 및 $174KHz$ 의 位相變調器등을 전부 集積回路로 構成하고 있다. 또한 精度는 $0.1/h$ 로서 GaAs의 LD(Laser Diode)光源을 使用하고 있으며 變調波 $174KHz$ 의 第1高調波의 振幅變化를 檢出해서 偏移周波數를 零으로 操作하고 있다.

이와 反對로 MIT의 것은 全長 $200m$ 을 $9.5cm\phi$ 의 圓통에 감은 루우프를 使用하고 있으며 反射鏡에 의한 雜音防止를 위하여 個別素子나 裝置를 使用하고 있다. 또한 測定精度는 $0.1/h$ 로서 HeNe 레이저의 光源을 利用하고 있으며 時間的인 코히던트는 反射鏡面의 低周波振動으로 除去하고 있는데 루우프의 角 偏移測定에는 Bragg 反射素子에 의한 音響光學的인 周波數 偏移器의 調整으로서 偏移周波數를 零으로 操作하고 있다. 그런데 Thomson CSF, Telefunken社以外의 여러 會社에서도 同一한 開發을 進行시키고 있다고 한다.

◇ 光集積回路의 展望

工場과 事務所등에는 光通信이나 데이터링크로서 效率的인 光學시스템이 提度될 것이라고 하며 現在 Bell 研究所에서 研究한 集積光學系의 各素子에 대한 動作原理를 보면 다음과 같다.

즉 光에 메시지를 실려서 보내는 데는 各種 디바이스 즉 光源과 光을 傳送하기 위한 導波管으로서의 光

纖維, 光檢知器 그리고 必要한 波長만을 取하는 필터나 導波管間의 스위칭등으로 되어 있다. 初期의 光回路를 보면 레이저, LED 및 光纖維등을 適當한 電子回路素子和 各各의 個別素子を 組合시켜서 構成한 結果 各素子の 配置는 溫度드리프트, 振動, 濕氣 및 먼지 등에 의한 故障이 많았다고 한다.

그리고 前에는 單一基板上에 다른 素子를 使用해서 各素子를 構成하는 하이브리드形의 技術이 確立되었으나 最近에는 모노리딕光集積回路라고 하는 單一半導體材料를 使用해서 레이저, 導波管 및 光檢知器를 單一基板上에 構成할 수 있게 되었다.

하이브리드나 모노리딕은 어느것이나 基本的인 構成要素를 보면 얇은 필름狀導波管으로서 ZnS를 利用한 $1\mu m$ 前後의 두께로 되어 있으며 프리즘이나 렌즈등을 組合하여 $5GH_z$ 程度의 動作速度를 갖는 스위칭回路로 되어 있다. 또한 $300 \times 50\mu m$ 크기의 레이저 다이오드의 導波管을 利用해서 1ft 길이의 He-Ne 레이저에 匹敵하는 mW의 光出力을 얻고 있다.

이와같은 光디바이스中에서 光波의 傳播는 普通 Si 集積回路中 電流의 漂遊와 同一하게 生覺할 수 없다. 한편 光導波管中 光傳播의 基本原理는 2個 媒質間 境界面에의 入射角과 屈折角 및 各媒質의 屈折率間의 關係를 나타내는 Snell의 法則으로서 基板이나 周邊보다 큰 屈折率을 갖는 材料로서 만든 導波管中の 光은 壁面으로 臨界角보다 큰 入射角으로 入射하는 경우 全反射를 일으키므로 長距離傳播가 可能한 것이다.

물론 嚴密한 光의 電磁波論에 의하면 全反射인 경우에도 약간의 光에너지가 外側媒質에 漏洩되는데 이것을 消散波(evanescent wave)라고 부른다. 또한 光波長 程度의 導波管中에서 傳播를 이와같이 上下兩面에서 全反射의 反復을 取하는 것보다도 兩面에서 反射光의 干涉을 考察한 進行方向에 直角인 波面의 傳播모우드를 使用해서 取扱하고 있다. 그리고 存在할 수 있는 모우드 는 필름의 두께, 基板과 導層의 屈折率 및 光波長값에 의해서 決定된다고 한다.

그런데 두께 $1\mu m$ 또는 이보다 얇은 導波管에 光을 入射시키는 것은 容易하지 않으나 Bell 研究所에서 發明한 프리즘커플러의 使用이 可能하다고 한다. 프리즘의 入射角을 프리즘과 導波管中에 傳播 모우드를 一致시키고 兩要素間의 空隙을 통해서 消散波가 프리즘으로부터 導波管中에 進入할 수 있도록 함으로서 效率이 良好한 光波의 入射가 可能한 것이다.

또한 한개의 導波管으로부터 다른 導波管이나 基板中の 傳播에서는 導波管端을 傾斜지게 切斷하는 方法을 Bell 研究所에서 開發하였는데 傳播方向의 變化

에는 可能性導波管이나 曲線形의 導波管, 프리즘 및 렌즈 등을 使用하고 있다.

한편 프리즘렌즈素子등도 薄層導波管과 同程度의 크기로 形成할 수 있는데 ZnS를 프리즘이나 렌즈狀으로 基板에 蒸着하고 그 위에 보다 低屈折率의 폴리스티렌薄層을 커버함으로서 普通 렌즈나 프리즘과 똑같은 役割을 行할 수 있다.

또한 導波管을 形成하고 있는 薄層表面 또는 基板面에 光進行方向에 直角이 되도록 等間隔으로 平行한 並列凹凸의 溝를 많이 形成한다는 것은 結晶格子에서 브라그反射와 同一한 現象을 나타내는 것이되며 溝의 間隔을 波長의 1/2값이 되도록 決定하면 結晶格子에서 브라그의 反射條件이 成立되는데 反射光은 큰 波長依存性을 나타내어 光學的인 밴드필터로서 作用하게 된다.

끝으로 導波管과 브라그의 反射는 光學的의 共振器로서 作用하게 되는데 이것은 發振器의 形成이 可能함을 意味하며 또한 安定한 레이저發振用 光波振動의 制御用으로서도 利用할 수 있다고 Bell研究所에서 確認하였다고 한다.

力貯藏시스템이 運轉에 들어가서 電力貯藏코스트가 크게 低下될 것이라고 한다.

한편 레독스시스템은 最初로 風力發電이나 太陽光發電의 蓄電裝置로서 注目되었으나 低負荷時에 數千 Kwh를 蓄電해서 피크負荷時에 放電하는 電力事業의 負荷平均化의 手段으로서 生覺되고 있다.

또한 레독스시스템은 電氣化學的 蓄電시스템인데 2개의 레독스커블을 使用해서 充電과 放電을 위한 酸化와 環元을 行하고 2개의 反應溶液(鹽化크롬과 鹽化鐵)을 高選擇性의 이온交換膜을 갖는 플로우셀의

◇ NASA에서 MW級의 Redox 電池를 開發

美國NASA의 Redox 시스템計劃이 實現된다면 10年以内に 數MW의 高信賴度와 長壽命의 電池式 電

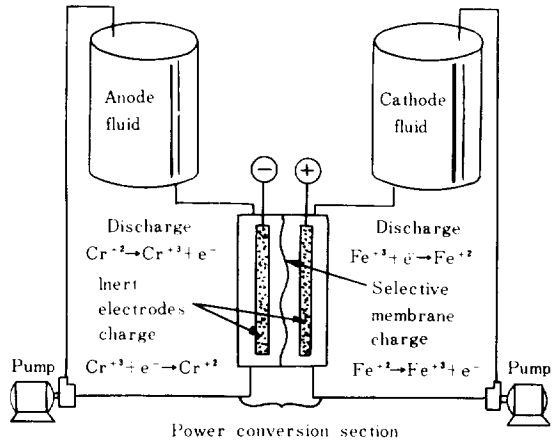


그림 6. 基本的인 Redox flow cell의 메카니즘

Hydrogen from chromium tank

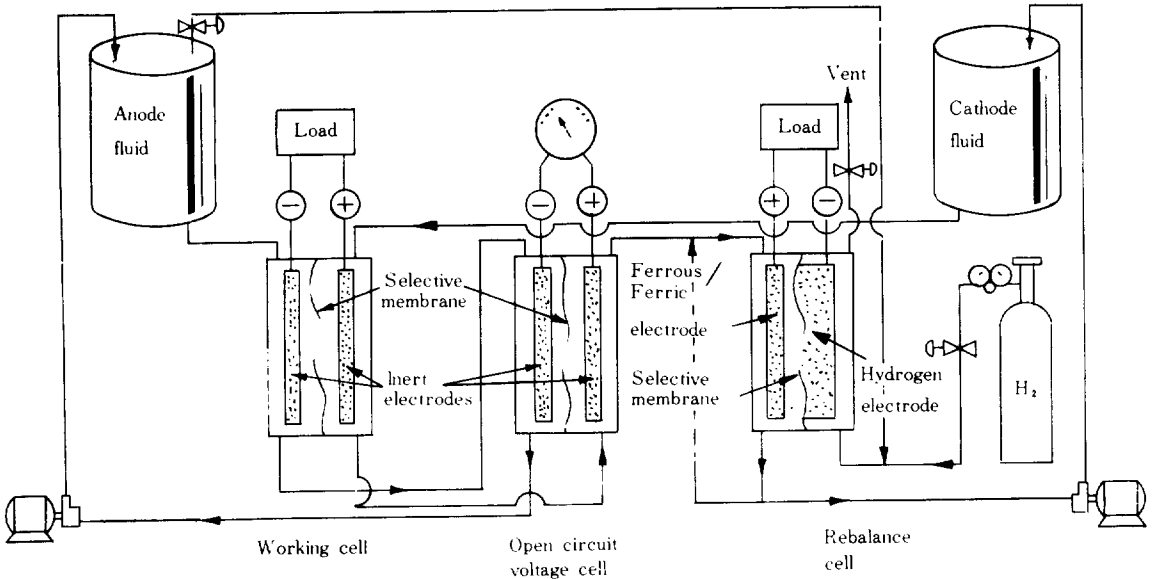


그림 7. 運轉에 들어간 代表的인 Redox 시스템

筒을 통해 펌프압함으로서 化學에너지를 電氣에너지로 變換하는데 反應溶液이 筒을 循環하면 시스템으로부터 電氣에너지가 나오게 되는데 特徵을 보면 다음과 같다. 첫째, 蓄電容量 (KWh) 은 溶液의 濃度와 貯藏탱크의 크기로 決定되며 電力 (KW) 도 筒中電池의 구름數로서 決定된다. 이때문에 長期間의 蓄電에 有利하다. 둘째, 基本的으로 사이클壽命에 制限이 없으며 溶液은 마일드한 性質을 갖는 파이프, 탱크 및 펌프등에 高價인 材料를 要하지 않는다. 셋째, 高反應性物質이나 毒物을 使用하지 않으므로 安定性이 높고 公害가 없다. 또한 레독스電池製造때문에 工業技術로서 燃料電池와 水電解産業이 發展하게 된다.

또한 NASA에서 1 kw, 120 V 시스템의 試驗에 成功한 結果를 보면 筒을 停止시키지 않고 全體의 再平衡狀態를 얻었으며, 正確, 連續, 電子의으로 充電狀態를 表示하였다. 以外에 充放電時에 電壓은 許容範圍內에 維持되는데 20 ~ 30年運轉後의 容量損失은 25%가 될 것이라고 한다.

本 시스템의 크기는 10 kw, 50 h 즉 500 kwh定格으로서 2個의 탱크는 直徑 3.3 m, 筒은 0.6 × 0.6 × 1.2 m, 셀面積은 20.9 m²으로서 코스트는 60 弗 kw/h 와 鉛-酸電池의 100 弗 / kw/h 보다 低廉하다고 한다. 그런데 NASA에서는 1973年中에는 數kw의 것을 그리고 數年後에는 數MW의 것을 建設할 豫定이라고 한다.

◇ 새로운 PCB 分解法

美國에서는 使用 또는 貯藏되고 있는 폴리염화비닐 (PCB)에 대하여 廢棄處理의 要求가 高潮되고 있으며 이를 위한 各種處理方法을 講究하고 있다.

PCB (Polychlorinated Biphenyls)가 化學的으로 처음 合成된 것은 1981年이었으나 1929年頃부터 美國 몬산토케미컬의 前身인 스완사가 製造를 開始했으며 그 後 유럽에서도 生産되었다. 그런데 PCB는 監素系의 有機化合物로서 DDT, BHC 및 헥사클로로펜 등과 構造上 매우 類似한 化合物이며 비페닐에 鐵粉등을 觸媒로하여 130 °C 程度에서 加熱시키고 鹽素가스를 通함으로서 比較的 容易하게 合成할 수 있다. 또한 PCB의 種類는 Cl이 附加되는 位置와 數에 따라서 理論上으로 210種이나 되며 PCB의 商品으로는 3~6鹽化合物이 가장 많다고 한다.

한편 PCB는 酸, 알칼리, 酸化劑 등의 藥品에 대하여 매우 安定하며 耐熱, 難燃性이고 電氣의 絶緣性이 良好함과 同時에 水難溶성과 脂溶性 등의 優秀한 性

質을 갖고 있다. 또한 PCB는 自然界에 存在하는 毒性物質로서 廣範圍한 使用때문에 避할 수 없는 産業上의 事故나 環境, 産業汚染을 招來하게 되었으며 그 結果, 食品을 汚染시킨다는 問題點이 있어서 美國에서는 1977年以後 製造를 中止하였으나 아직도 約 7億 5千萬bb의 PCB를 使用하거나 貯藏되어 있다고 한다. 그리고 PCB는 發癌物質以外에 皮膚, 神經 및 肝臟障害 등에도 關聯되어있다고 하며 특히 環境汚染物質로서 問題가 된것은 1966年 스웨덴의 S. J. Jensen 이 有機鹽素劑의 分析中 Chain pickerel 등의 魚類와 독수리의 臟器 및 난개에 PCB가 含有 되었음을 最初로 報告하였던 것이다.

最近 Franklin 研究所에서는 EPA에 대하여 PCB의 處理過程을 說明할 豫定인데 이 過程은 熔融 나트륨과 폴리에치렌 그리고올로부터 만든 Sodium glycolate (Na PEG)을 使用해서 PCB에서 鹽素를 除去한 後 分解生成物을 空氣로 酸化시키고 未反應鹽素를 完全히 酸化한다는 것이다.

그리고 Acurcex waste Technologies 社도 EPA에 대하여 實地說明을 計劃하고 있으나 나트륨을 包含한 反應劑를 使用하고 있으며 詳細한 說明을 避하고 있다고 한다. 즉 試藥은 現場에서 만들고 PCB를 發熱分解해서 NaCl 과 폴리페닐을 生成시키고 10%의 높은 PCB 濃度에도 適用可能하다고 하는데 35 ft의 トレ일러로서 運搬할 수 있는 250 gal / h의 實驗用 유닛을 建設中에 있다.

Sun Ohio 社의 PCBX 프로세스도 나트륨에 칼슘이 包含된 還元劑라고 생각되는 試藥을 使用하고 있는데 反應은 適合한 溫度와 壓力下에서 行하고 있다. 또한 PCB의 濃度는 1,000 ppm을 1 ppm으로 1萬ppm의 高濃度에도 50ppm으로 減少시킬 수 있는 데 PCBX 유닛은 40ft トレ이터레일러로서 廢棄場所까지 運搬할 수 있다고 한다.

또한 Goodyear Fire & Rubber 社에서도 熱媒體處理를 위하여 自社用으로 開發하였으며 Sodium Naphthalene 을 使用함으로서 發熱還元反應으로서 500 ppm으로 부터 10ppm 以下로 低減시켰다고 한다.

그리고 캐나다의 Royal Military College 에서는 PCB의 酸化로서 오존을 使用하는 프로세스를 開發中에 있으나 아직도 實驗室段階에 있으며 現在 6~8倍의 過剩오존 (PCB와 重量比는 約 1 : 1)을 使用해서 PCB를 90~95%로 分解하고 있으나 本 시스템은 電氣의 經費가 높다고 한다. 또한 아직도 PCB 分析의 問題點, 許容量, 有機鹽素系 農藥과의 關聯性, PCB 代替品 및 化學物質汚染 등 解決되지 않

았거나, 確立되지 않은 問題가 많이 남아 있다고 한다.

◇ **끊임없는 RAM의 低價格化, 高密度化 및 高速化**

81年度の 國際半導體回路會議 (ISSCC) 에서 RAM의 動向을 보면 高密度化以外에 高速과 低價格化의 傾向을 나타내었으며 또한 80年度 ISSCC의 中心은 다이내믹 RAM이 中心이었으나 今年에는 스테틱 RAM과 高速化, 高密度化 및 不良率의 低下에 의한 利益率向上을 目的으로 한 冗長化設計로 注目되었다.

한편 64K비트다이내믹 RAM에서는 큰 價格低下가 豫想되었으나 構成方法의 標準化가 되어 있지 않았으며 또한 메이커間에 供給電壓으로서 5V, 16핀패케이지화가 統一되어 있지 않았으나 리플레쉬 周期로서 256/4mS의 系列과 128/2mS의 系列로 2等分되고 있다. 16K비트 스테틱RAM은 互換性의 問題가 없으며 JEDEC에 의한 配列로 되어있다.

ISSCC에 있어서 스테틱RAM의 性能을 望望한다면 東芝와 日立은 18nS의 4K비트素子를 그리고 Intel과 NEC에서는 25nS의 4K와 16비트의 素子를 各各 發表하였다. 또한 東芝, 日立 및 Intel은 從來부터 速度의으로 無理한 CMOS로서 構成 하였으며 특히 東芝에서는 CMOS/SOS技術과 2μm의 채널길이를 그리고 日立은 改良形 Mi CMOS II 프로세스와 2μm길이를 使用하였다.

Intel은 새로운 HMOS - CMOS 프로세스를 使用해서 4K비트素子로서 25nS의 高速화와 90mW의 消費電力으로 抑制하고 있으며 프로세스는 P形半導體에 n웰(우물)을 使用해서 P 채널素子를 構成하고 있다. 그런데 이 構造는 HMOS II素子보다 20%程度로 프로세스가 複雜하나 매우 高速化되어 있으며 NEC에서는 1.5μm채널을 利用한 NMOS 스테틱 RAM에 대하여 16 및 64K비트構成의 RAM을 發表

하였다.

한편 ISSCC의 冗長性設計에 대한 話題로서 Intel에서는 同社의 先導的인 2167, 16K비트스테틱RAM에 대한 意義를 不良率低下에 의한 生産性의 向上에 있다고 말하고 있으며 이에 대한 一例로서 日立의 4K비트 Hi - CMOS II 스테틱RAM에 대하여 冗長性을 갖게하고 있다. 그런데 冗長性을 갖게하는 方法으로서는 各 메이커의 獨自의인 方法 例를들면 列單位 또는 兩者에 冗長性을 갖게하는 方法이나 電壓 또는 레이저로서 熔斷하는 方法을 들고 있다.

또한 注目되는 冗長性設計를 보면 日立에서는 스페아레디코우더의 프로그램에 레이저펄스를 使用하고 2個의 n⁺領域에 놓인 眞性폴리실리코늄을 加熱해서 링크抵抗을 10⁹Ω에서 10³Ω으로 低下시키는 方法을 行하고 있는데 ISSCC에서는 RAM을 發表한 메이커의 約 折半數에 대하여 冗長性의 設計와 實施 또는 檢討를 勸奨하고 있다.

그리고 ISSCC에서 討論된 唯一한 다이내믹RAM은 Inmos의 64K비트RAM으로서 冗長性과 内部에서 自己리플레쉬의 特徵을 갖고 있어 擬似스테틱RAM이라고도 말하고 있으며 面積을 5%增加함으로써 5倍의 生産性이 可能하다고 發表하고 있다.

擬似스테틱RAM의 考察은 MOSTEK에서 數年前부터 計劃한 것으로서 將來 64K비트 RAM까지 시리즈화를 目標로 하고 있으며 同社의 32K비트 RAM은 1셀當 1個의 액세스트랜지스터와 3個의 크로스結合트랜지스터 및 1個의 커패시턴스로 構成되어 있어 外部 클록이 必要없다고 한다.

Intel에서도 32K비트의 擬似스테틱RAM을 發表하였는데 이 메모리도 冗長性과 自己리플레쉬機能을 갖고 있다. 끝으로 Intel의 目標은 8비트 또는 16비트單位로서 액세스하는 28핀패케이지로서 將來 4M 바이트까지 擴張할 수 있는 大容量메모리라고 하는데 低消費電力의 HMOS 또는 HMOS - CMOS프로세스를 使用할 것이라고 한다.