

報 告

Battelle 記念 Columbus 研究所를 다녀와서

韓國科學技術研究所 電子裝置研究室長

鄭 萬 永

I. 머리말

筆者는 1967年 5月 11日에 서울을 떠나 美國 Ohio 州 Columbus에 있는 Battelle Memorial Institute(韓國科學技術研究所의 姊妹機關)에서 美國의 產業界와 政府로부터 依託契約研究를 하는 方法에 關한 一般的인 것을 1個月間 또 實際 그곳 主任研究員과 함께 이미 韓國에서 하던 일이나 앞으로 할 일에 關하여 4個月間 함께 研究室 일을 하고 나머지 1個月間은 美國 各地에서 열린 電子工學會나 各 研究所 및 電子工場들을 訪問하여 6個月을 보낸 後, 歸國途上에는 日本의 電子工業界를 2週日間 보고 11月末에 歸國하였다.

그間 짧은 時日이었으나 特히 美國에서 契約研究機關으로서는 非營利機關이면서 每年 發展하여 40年の 歷史를 가진 Battelle 記念 研究所에서 듣고 보고, 研究실을 通하여 몇가지 點點을 報告하고자 한다.

II. Battelle 記念 Columbus 研究所의 概況

現在 美國에서 契約 研究機關으로서 獨立의이며 非營利의으로 運營되고 있는 研究所로서는 大小 14個 以上이 있으나 이 가운데서 두개 以上의 總職員數를 갖는 研究所의 規模와 豫算은 다음 表1과 같다.

※ 應用研究를 目的으로 하나의 企業體로서 登場된 應用 科學研究所가 法人體이면서도 株主가 없고 研究所 收入에 對하여 免稅措置가 되어 있는 所謂 非營利研究所의 嚆矢로서 1913年에 設立되었으나 몇초부터 大學의 一部에서 獨立된

[表1] 美國의 代表的 非營利研究所의 規模

研究所名	設立年度	總職員數	研究費 (百萬美元位)	
			1945	1965
Battelle Memorial Inst	1939	5,900	3.017.5	33.0
Stanford Research Inst	1946	3,012	—	10.050.0
MIT Research Inst	1936	1,800	2.010.8	25.5
Cornell Aeronautical Lab	1946	1,340	—	12.322.3
※Mellon Inst	1927	539	2.04.8	6.2

것은 1927年이고 가장 歷史의으로 오래된 存在이므로 追加하였다.

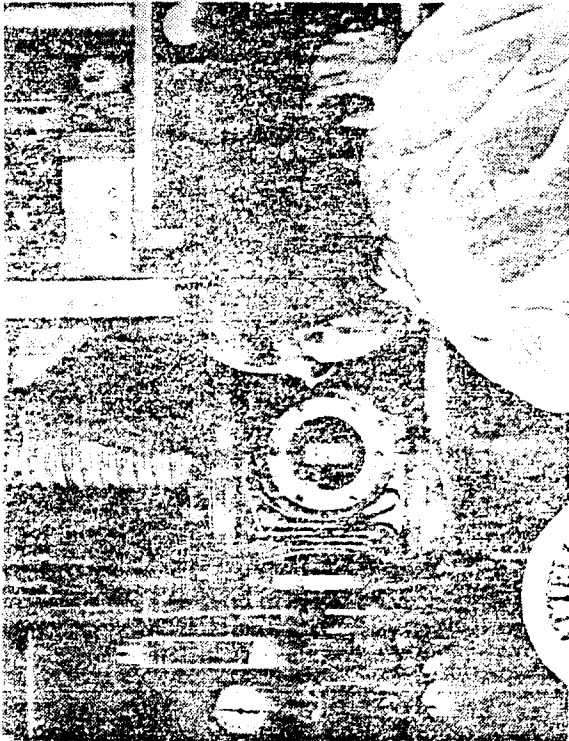
이들中 Battelle 研究所의 規模가 가장 크며 1929年에 中東部 Columbus (Ohio)에서 Gordon Battelle 氏의 遺志로 創立된 科學, 技術 및 工業經濟에 對한 研究機關으로서 Battelle Memorial Institute라고 하였다.

最初의 十年間은 15萬美의 基金으로 金屬材料 및 鑛業分野에 重點을 두고 이 分野에서 快創鋼 등의 좋은 研究實績을 올여서 1937년부터는 委託 研究機關으로서 自立할 수 있는 自己資金을 만들어 마침내 第2次 大戰時부터 政府(主로 陸, 海, 空軍이나 原子力委員會)에서 多額의 委託研究를 받아 大規模의 研究所로서 發展되었다. 二次大戰後는 歐羅巴地域에 德 國 領 土 研究 所 (1952年 創 設, 職 員 390名), 三 灣 島 研究 所 (1952年 創 設, 職 員 800名) 等을 主는 한편 二次大戰 後에는 GE의 Hanford 原子力 研究 所 (職 員 2,000名)도 買 取하여, Battelle Northwest 研究 所라고 하고 今에는 創 設 地인 Columbus 研究 所 (BMCI, 職 員 2,300名)를 中心으로 大家族이 되었다.

BMCI의 機構는 表2과 같고 豫算 及 人員 構成은 表 3, 4와 같다.



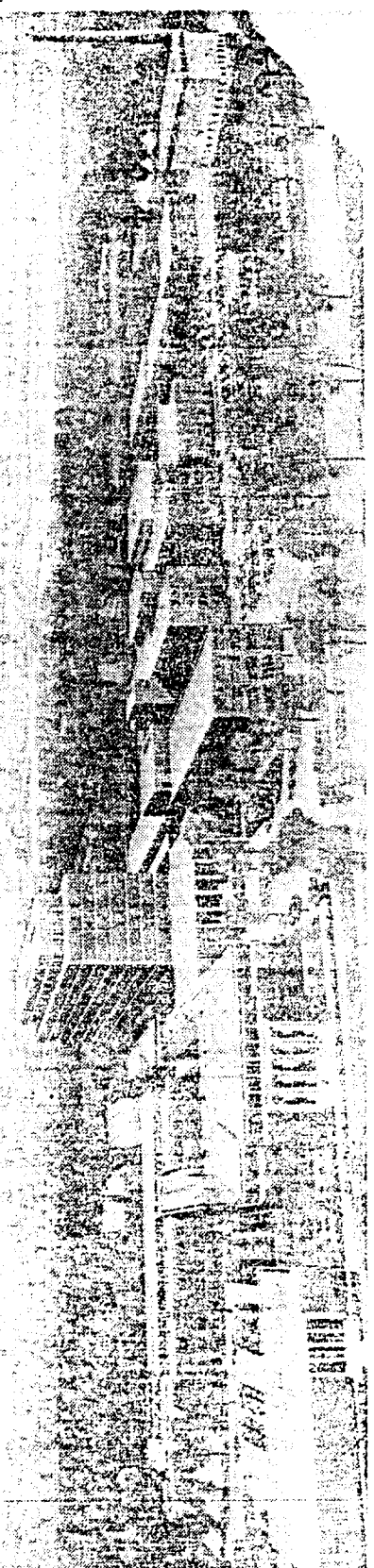
Vapor deposition permits formation of complex shaped, difficult-to-fabricate objects



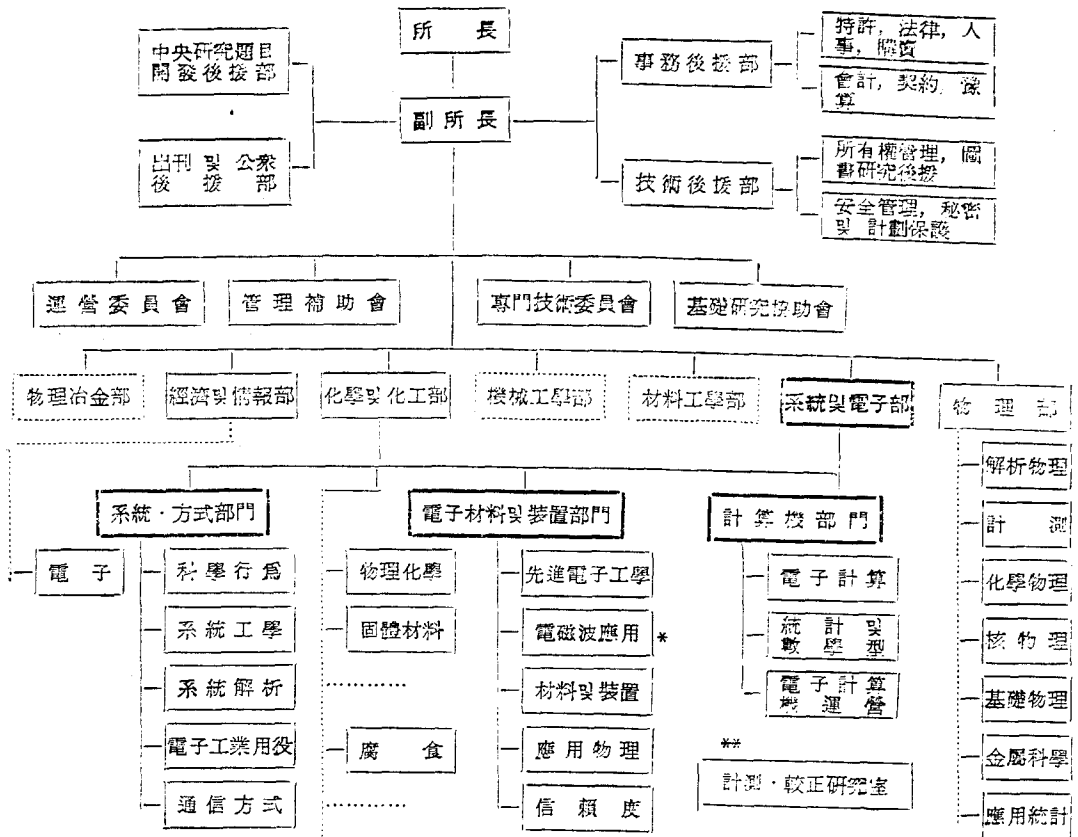
Zone refining used for extreme purity in nonferrous metals



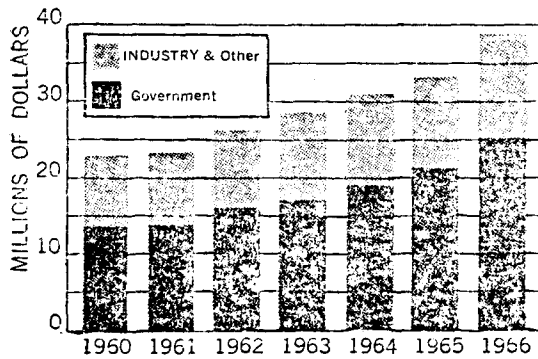
Artist's concept of Battelle-Columbus



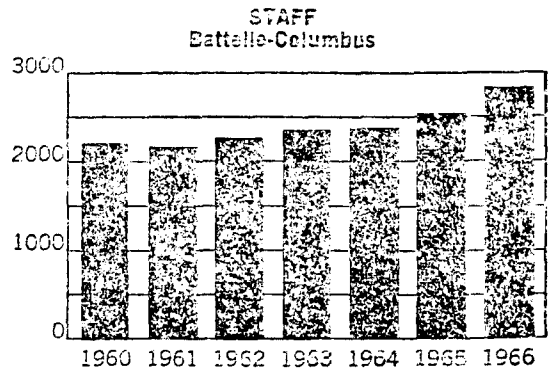
[表 2] BMCI 機構表中에서 電子部門 Group中心으로 본 細部組織



[表3] 年度別研究開發豫算表



[表4] 年度別研究所員累計



Ⅲ. 契約研究의 實態

筆者는 6個月間을 系統 및 電子工學研究部中 電子材料 및 裝置研究室에 자리잡고 있으면서 그 間 契約研究 運營方式과 眞空蒸着에 依한 薄膜抵抗, GaAs를 利用한 Bulk Oscillator, Si를 利用한 Variable Capacitance Diode 製作 및 Disk와 薄膜型 Ceramic Capacitor 製作 實驗等에 各各 4週日씩을 보냈었다.

(가) 契約研究

ATT 나 IBM 또는 RCA 같은 大規模의 會社는 自體의 專屬研究機關인 BTL, IBM Lab, RCA Lab와 같은데서 새로운 研究開發 事業을 할수 있으나 自體研究의 施設이 없는 會社에서는 몇個의 會社가 共通의 研究課題로서 解決을 보아야 할 問題點이 있을때 이러한 問題를 非營利研究機關으로서 共同으로 利用할 수 있는 곳이 있으면 아주 便利하다.

이때 어떤 提示된 問題點에 關해서 本 研究機關의 研究擔當者는 所要時日과 方法 및 報告樣式을 定해서 여기에 所要되는 一切의 것을 내던 여기에 對해서 合議가 이루어져서 委託을 하려는 會社들은 共通으로 그 研究費의 分擔을 하여 相互間에 契約이 成立되어 行해지는 研究가 바로 Battelle 研究所에서 施行하고 있는 契約研究이다.

이때 本 研究內容은 契約當事者가 아닌 會社에 對해서는 一切 秘密이 지켜지고, 또 結實을 본 研究結果로서 特許를 얻으면 그것은 委託을 한 會社만의 所有가 된다. 이와같이 數個의 會社로부터 받는 委託研究는 1966年度에도 13個以上이 되며 그 中에는 金屬分野에 있어서 42個의 會社가 共同으로 各己 1萬弗씩 負擔하여 委託研究를 하고 있는 것도 있다. 여기서 처음부터 이와같은 委託研究에 參加한 會社와, 하지않은 會社와의 差異는 研究結果를 利用할때 1萬弗씩만 내고 自己것으로 自由로 利用할 수 있는 것과 나중에 이를 利用만 하려는 會社는 3~5倍의 使用料와 許可를 얻어야만 利用할수 있는 點이다.

이러한 研究題目은 表2와 같이 各 group 指

導者가 外部로부터 얻어오게 되면 各研究員에게는 專門的인 分野에서 어떤 部分만 解決하던 되도록 各 專門研究題目別로 나누어져서 個個研究員이 일하기 쉽게 하여 주어진다. 따라서 一般研究員은 自己가 直接 會社나 政府機關을 訪問하면서 研究題目을 찾아다니는 必要는 없고 다만 自己가 屬해있는 學術團體 또는 그 分野에서 學問的이나 技術的인 問題가 어떻게 解決되고 있느냐 하는 展望과 가장 効能的인 問題 解決의 能力만 恒常 涵養하고 있으면 된다.

이와같이 專門 分野別로 나누어진 研究題目에 對한 結果는 group 指導者에 따라서 여러面으로 綜合檢討된 結果만을 出版 또는 特許形式으로 해서 委託者에게 주어진다.

이러한 節次 및 問題의 發端은 一般的으로 다음과 같이 해서 이루어진다.

(1) 問題의 發端

- (i) 어떤 問題에서 副次的으로 생겨나는 部內 自然發生
- (ii) 產業界와의 通常的인 接觸으로부터 굴러들어오는 問題點에 對한 反應
- (iii) 研究開發에 對한 政府 要請으로 된 反應

(2) 問題에 對한 接近

- (i) 口頭 또는 書式에 依한 計劃書準備 또는 提示
- (ii) 豫測되는 費用과 時限

(3) 定期的인 中間報告書 提示

(4) (3)에 對한 委託者의 追從

(5) 最終報告書 出刊, 特許等 結果 情報에 對한 所有權 移讓

이와같이 하여 얻어진 契約 研究題目이 實踐됨에 있어서 어떤 group 指導者는 必要한 研究員 및 技能工을 확보하여 모든 給與를 다 들수 있게하고 이것을 뒷받침하는 事務職員 및 管理者의 給與도 overhead로서 확보하여야만이 그루프로서 存續可能하되 이런일에 失敗하면 그루프로서 더 以上 活動을 繼續할 수가 없기때문에 그루프指導者는 그만두고 여기에 따르던 研究員 및 技能工들도 새로운 그루프指導者를 찾아헤어 지거나 다른 會社에 가지 않으면 못있게 된다.

따라서 이 곳 研究員들의 대우도 大學보다는 좋고 一流會社와 같으나 다만 一般會社와 다른 것은 一線研究分野에서 더 以上 일을 關控해 나 갈수 없을 때에는 外部機關과의 接觸에서 오랜 經驗을 살려, 많은 契約研究의 題目을 따올 수 있고 또 한편에서는 用役 또는 技術情報管理 職으로 되어 일을 繼續할수 있다. 이때는 即 한 研究成果를 頒배보다는 月給이 약간 적으나 마 差後의 職場을 保證해주기 때문에 安心하고 自己가 屬해있는 이 研究機關에서 一生을 마쳐려고 하는 點이 다른 一般會社와는 差別 特色이라 할수 있다. 특히 여기서 注目해야 할것은 亦是 研究所인단처 가장 研究能力을 發揮하면서 成員을 늘리고 있을때에 가장 많은 給與를 받을 수 있는 點이라 하겠다.

이러한 것은 같은 大學에서 同期로 있는 사람이라도 數年 後엔 그 사람의 能力에 따라 給與도 倍以上 差異가 날수있기 때문에 그사람의 給與를 묻는것은 그 사람의 能力을 묻는것임으로 相對 方에 對한 가장 큰 失禮가 된다는것도 여기서 肯定할수 있을 것이다.

IV. 實驗室 實務

먼저 非營利機關이던서 獨立된 本 研究所에서는 基金에다 自己 資金이 생기는데로 研究施設을 확충해 가는데 B.M.C.I는 金屬工業分野에서 두드러진 研究實績이 있었기 때문에 여기에 設置되어 있는 電子顯微鏡만 해도 RCA, Siemens, JOE, Hitachi 등등에서 購入한 것과 自體에서 만든것을 합쳐서 7臺가 되는데 남은것이나 最近것이다 쉬고 있는것이 없고 目的에 따라서 제 각기 活用되고 있는데 이것을 運營補修하는 것 만은 이를 같은 部에서 하나 쓰고 싶으면 어느 部의 누구든지 Use Rate에 依한 使用料만 支拂하던 마음대로 쓸수가 있어 구태여 어떤 機器는 반드시 自己 所屬으로 해야만 된다는 概念은 없고 오히려 自己가 保管하던 補修까지 맡게 되므로 더 구할게 되는 수가 많다. 이때의 어떤 機器의 use rate는 會計職員과 研究員이 合議해서 다음과 같은 基準에서 時間當 使用料금이 定

해진다.

- (1) 可動可能時間(壽命)
- (2) 補修 및 行政支拂費
- (3) 收容費(電氣, 가스, 水道)

이와같이 實驗室內의 모든 機器들은 必要에 따라서 何時 何人이라도 自己가 使用한 時間을 카드에 記入하여 使用料를 支拂하게 되던 쓸수 있으므로 매우 便利하며 이러한 것은 各部의 技能工이 몇사람 전문적으로 機器 管理를 하고 있다. 한편, 이들은 研究員의 研究室實驗이 바쁠 때에는 어떤 研究員의 指示에 따라 實驗일만하는데 그때는 自己가 그 研究員 밑에서 일한 時間에 對한 署名을 받아서 그 研究員이 하고있는 研究題目豫算으로부터 人件費를 支拂받도록 되고 그루프指導者는 恒常 이와같은 技能工이 늘고 있지않게 잘 配置를 하여야 할 모든 責任을 지고 있기 때문에 이들을 主任研究員이라고도 한다.

(가) 眞空蒸着

筆者가 第一 먼저 한 實驗室 일은 眞空蒸着 研究室에서 英國人인 Dr. B. F. Nicolson 과 함께 薄膜受動素子製作 및 그 機器動作評價方法이었다. 여기에 設置된 裝置는 CVC製眞空蒸着裝置 3臺와 直流스팟타링 및 두께 計測器와 Varian 製 Vac. Ion Pump로된 裝置들이었다.

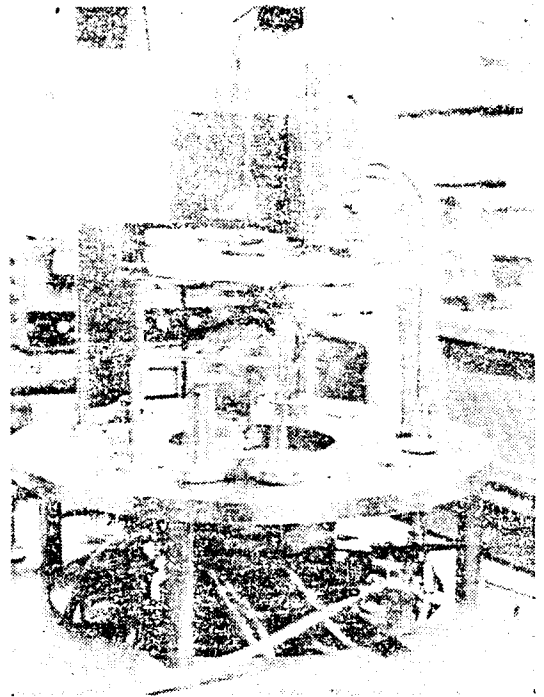
첫째로 Ni-Cr 膜은 쉽게 電熱線으로 쓰는 導線을 잘라서 被 蒸着 物質에 蒸着시키기 前에 豫備 蒸發을 시킨 後 遮蔽板을 除去하면서부터는 英國의 Edward會社에서 나온 膜두께 指示計의 檢出部를 被蒸着體 가카이에 두고 蒸着 速度도 調節하면서 希望하는 두께의 膜을 正確하게 얻을 수 있었다.

우리나라에서는 濕氣와 氣溫變化 때문에 이와 같은 眞空裝置操作에는 애로가 많으나 여기서는 機械점프가 恒常 들고있고, 排氣孔에서 나오는 汚染된 空氣는 室外로 排出해버리기 때문에 쓰고 있을때는 擴散펌프만 넣으면 되므로 꽤 便利하였다. 그리고, 우리가 흔히 擴散펌프의 眞空 速度만을 두고 眞空裝置全體의 眞空性能의 良·否를 論할때가 있는데, 이때 擴散펌프만의 眞空 速度는 基準面을 擴散펌프의 冷却트랩 端面에

두고 있기 때문에 많이 다르다. 그것은 實際의 蒸着裝置로서는 여기에 벨자를 裝置하고있고 機械집프를 包含한 全眞空排氣管路가 結계되어 있기 때문에 蒸着物을 裝置하여 被蒸着面에서의 眞空도를 재던 上記擴散펌프만의 그것과는 대개 수십 배 100倍 以上이나 眞實値와는 다른 데가 많다. 따라서 蒸着機의 眞空도는 벨자內에서 測定함이 正確하고 또 蒸着物을 加熱하여 排出되는 氣스를 베이킹하고 있을때의 벨자內의 實際의 眞空도는 떨어질 것이므로 充分히 베이킹이 다 된후에 遮蔽板을 열어서 希望하는 蒸着 速度로서 所望하는 두께를 얻는것이 正統的인 蒸着方法이라고 할수 있겠다.

한편 베이킹 하고있을 동안의 眞空速度를 더 빨리하기 위해서는 벨자 上部를 液體窒素로 冷却할수 있는 排管을 하여 所謂 Meisner Trap을 만들어본 結果 10^{-6} 에서 10^{-6} 까지 眞空도를 上昇시킬수 있었으나 蒸着膜의 固着性에서는 큰 效果를 보지 못하였었다. 特히 $BaTiO_3$ 薄膜을 얻기 위하여 텅스텐線에다 上記粉末을 알콜로 混合한 페이스트로하여서 塗付하여 $1,300^{\circ}C$ 以上에서 蒸着시켜보았으나 膜의 固着性和 一樣性을 얻기가 아주 困難하였었다. 또 Cu , CdS , $CdSe$, PbI_2 등의 各種 膜을 만들어서 溫度變化에 따르는 特性變化를 보려고 하였으나 이때도 膜의 固着性이 가장 問題였었다.

여기서 膜의 固着性을 좋게하기 위하여 CVC 製 直流스파타링裝置로써 被蒸着物質의 表面을 코로나 氣中放電方式으로 淨化해본 結果 所期의 膜을 얻을수 있었었다. 한편 Ta , Ti , Cr 같은 高融點의 金屬物로써 가장 汚染密度가 적으면서 一樣하고 強固한 膜을 酸化石珪素膜위에 立히려고 RF스파타링도 試圖하여보았다. 寫眞 2와 같은 NRC의 四極스파타링裝置를 써본結果 豫想대로 發生된 "프라즈"이 그리드電極에 걸어주는 支配電壓으로 圓柱狀範圍內에 잘 調節되었으며 特히 被蒸着物質이 金屬이 아닌 誘電體膜 등 Boron Nitride ($150\text{\AA}/\text{min}$), Almina ($300\text{\AA}/\text{min}$), Fused Quartz ($1,000\text{\AA}/\text{min}$) 등의 膜을 입히는데는 아주 便利한 機械임을 確認하였었다.



寫眞 2. 4極스파타링裝置

(나) Bulk Oscillation用 GaAs Diode와 Tunneling用 Si Varactor Diode의 製作.

GaAs와 같은 金屬間 化合物 半導體에 있어서는 어떤 素體에 어떤 電壓 以上을 걸게되면 電壓 增加에 따르는 電流는 反對로 減少하는 負抵抗特性으로 마이크로波를 發生시키는 現象이 일찌기 IBM의 Dr. Gunn에 依해서 1963년에 發見되었었다. 그後 BTL에서도 同一한 現象을 確認한 結果 이것은 Ge, Si에서는 볼수없는 III-V族 金屬間 化合物인 n型 GaAs, InP나 CdTe에서만 일어나는 現象으로서 두電子 傳導帶間에서 일어나는 傳達 電子效果에 依한것이 밝혀져 이를 利用하던 종래의 트랜지스터나 Varactor에서 얻지 못하던 마이크로波 領域에서 reflex klystron에 代替할수 있는 裝置를 얻을수 있을 것이라고 보고 最近 各方面에서 여기에 對한 研究가 活潑해지고 있다.

여기서 筆者는 中國사람인 Dr. Y. F. Chang과 함께 n型 GaAs를 使用하여 Bulk Oscillator를 만들려고 하였다. 이때 $2,800V/cm$ 以上에서 負抵抗

잡에 의한 發振이 일어나는 本 現象은 素體의 動作層에서의 電子密度가 $10^{14}/\text{cm}^3$ 以上 있어야 하였다.

그러나 이러한 比抵抗이 높은 GaAs 素體를 판 드는것 自體도 아직 鍍着의 方法이 알려지지 않았고 또 여기에다 볼 (ohm) 接觸에 의한 電壓을 붙이는 것도 아주 힘든 일이었다.

따라서 筆者는 $N=10^{14}/\text{cm}^3$, $N^+=10^{19}/\text{cm}^3$ 의 epitaxial wafer로서 實驗을 試圖하려했으나 이러한 市販 wafer는 없고 特別히 研究室用으로 Monsanto나 TI에 發注하려고 문의 해봤더니 잘 나올때가 納期 2個月로 1인치 圓板으로 해서 2,000弗 以上이라 하므로 결국 $N=10^{14}/\text{cm}^3$ 의 素體를 研究所內에서 求하여 여기에 Si-As로 合金을 만들어서 Hetero Junction Diode 를 만드는 方法으로 合金 再生層의 電子 密度를 $10^{19}/\text{cm}^3$ 以上으로 하고 動作層은 $10^{14}/\text{cm}^3$ 그대로 維持할수 있도록 合金 溫度 上昇 및 下降速度를 여러가지로 바꾸어 試圖해 본 結果 1分間에 15°C 上昇에다 10°C 下降으로 眞空爐에다 水素개스를 通하면서 所望하는 合金層을 動作層과 사이에서 epitaxial 한 것과 같게 얻을수 있었다.

이러한 것을 또 한번 反對面에서도 되돌이 하여 샌드위치型으로 動作層을 完全한 平行 對稱 合金 再生層으로 만들려고 하였으나 圓形 治具 關係로 理想의인 것을 얻지 못한채 우선 TO-18 케이스에 Die 接觸하여 리드線을 알미늄線으로 熔接하여 이로서 發振試驗을 試圖했으나 cavity와의 整合 및 裝着이 좋지 못하여 1N23 케이스에도 試圖했으나 이미 이때는 시간적인 여유가 없어 歸國한 뒤 혼자서 할수있는 過程까지의 經驗을 얻는데 그쳤었다.

現在까지 研究所에서 얻어지고있는 n型 GaAs 의 兩面 epitaxial wafer에 의한 Gunn, LSA 및 Silicon IMPATT Diode에 의한 周波數, 電力特性은 다음 그림1과 같다.

한편 Dr. G. Kramer와 함께 放送波帶에 있어서 同調 Varicon 代身에 쓸수있는 Si Varactor Diode를 擴散法에 의하여 製作하여 보았다.

처음 n型 Si의 比抵抗은 $10\Omega\text{cm}$ 였고 여기에다 1面은 隣을 表面 密度 $10^{18}/\text{cm}^3$ 가 되도록 擴

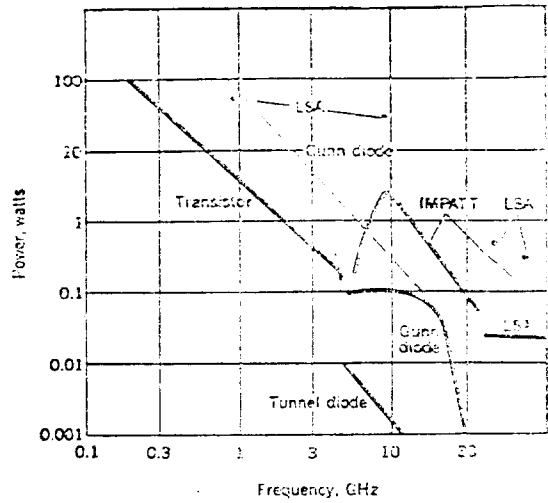


그림1. 圓板다이오드波發生裝置性能比較

散시켜 거기에다 Al을 眞空 蒸着한 後 PN 合金에 의한 接觸面을 만들었다. 그리하여 反對面은 Ni coating을 한 電壓에다 lead를 붙이고 한쪽 面에는 Al위에 lead를 붙여서 TO-18에 裝着하여 試驗해본 結果 製作 過程에 있어서의 處置不良으로 soft break down이 많이 일어났기 때문에 side etching을 하여 多少 改良을 하였으나 doping을 많이 하는것과 break down voltage를 높이는것과는 相反되는 現象으로 完全 clean room에서 本格的인 製作을 하게되면 20:1 程度의 可變容量比를 얻는것은 그렇게 어렵지 않겠

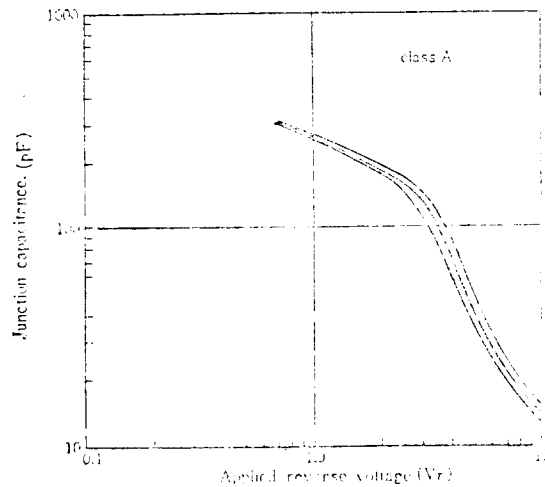


그림2. 同調用可變容量Diode特性

으나 同時に 漏洩 電流가 적고 Q의 값이 높은 것을 얻으려면 cut and try에 의한 많은 試驗 資料를 얻어야만 實用할수 있는 Diode Varicon이 만들어지겠다.

그 一例로서 어떤 연구소에서 최근 만든 結果는 다음 그림2와 같다.

(다) BaTiO₃의 Disk와 Thin Film Capacitor 製作.

가장 發展된 最近의 IC 製作法에 있어서도 100pF 以上の 容量值가 必要한 電氣 回路에 있어서는 不得已 monolithic IC에서 hybrid IC로 되고 그때 100pF 以上の C, 20KΩ 以上の R을 어떻게 하면 작게 얻을수 있는가 하는 것은 큰 問題이다.

여기서 이미 말한바와 같이 最大의 誘電率을 갖는 誘電 物質이 BaTiO₃인 以上 이것을 利用하여 眞空 蒸着法으로 薄膜을 얻으려 했으나 膜 密度의 一樣性和 薄膜으로 하였을때의 誘電率이 어떤 溫度로 燒成하나 700~800 以上 오르지 않기 때문에 이方法을 포기하고 普通 ceramic

capacitor로서 使用되는 disk를 얼마나 얇게 만들수 있는가. 또 이때 어떤 添加劑에 따라서 燒成時의 結晶이 어떻게 커지는가 하는것을 보기 위하여 Ta₂O₅를 넣은것과 안넣은것을 比較 檢討해 보았다. 이때의 結晶 構造의 顯微鏡寫眞은 各 各 아래 寫眞3의 (가), (나)와 같다.

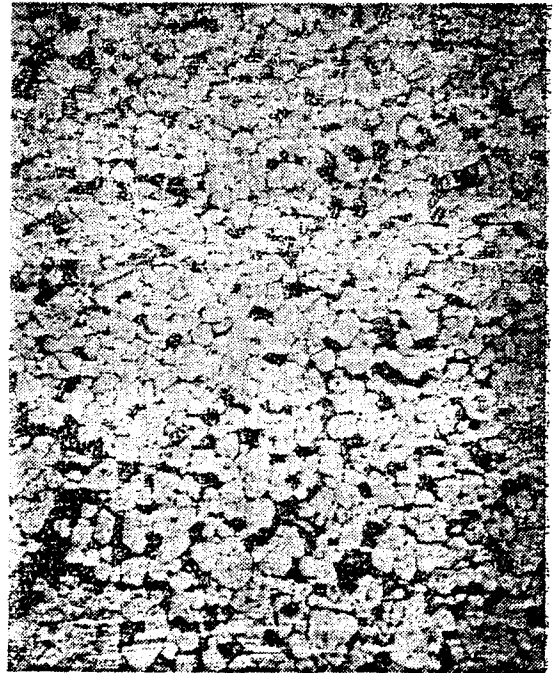
특히 平均 結晶의 크기가 0.2μ 以下이고 여기에 2.5% Ta₂O₅를 添加했을때 誘電率이 가장 큰 2,800~3,000의 값을 -40°C에서 +50°C 사이에서 나타내었으며, 誘電 損失도 0.02 以下로서 가장 좋은 結果를 나타내었다.

그러나 이와같은 것으로서 capacitor를 만들때 그 두께는 얇으면 얇을수록 容量值가 커지는데 0.25mm 程度에서는 圓板으로서의 機械的인 強度를 維持하기가 困難하고 또 單位 두께에 對한 電壓 規格이 問題가 된다.

그 關係는 그림3과 같이 두께 t가 20mils 以上 即 0.5mm 以上에서는 積層板에 의한 monolithic capacitor와 같게 된다. 即 두께를 0.5mm. 以下로 얇게하여서 또 機械的인 強度를 維持할



(가) 500倍



(나) 500倍

寫眞3. Ceramic Disk Capacitor의 微細構造

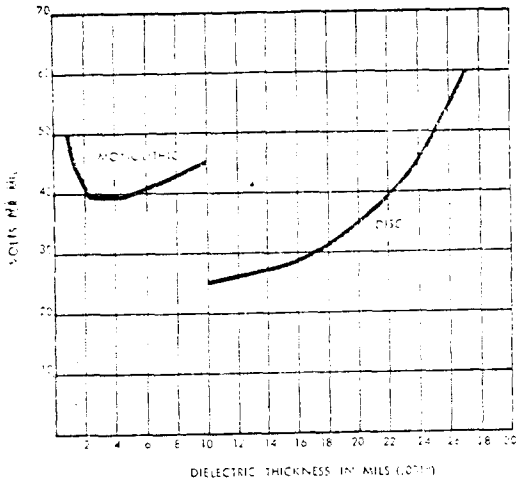


그림 3. Disk와 積層板Capacitor特性

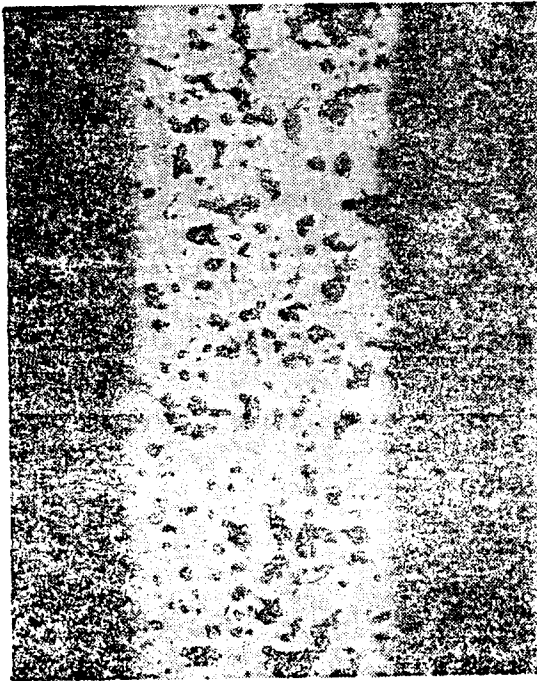
수 있도록 하려면 從來의 어떠한 加添劑를 써도 disk로서는 不可能하므로 여기서 筆者는 아직 量産化할 수 없고 手工業으로서도 將次的 hybrid

IC에 適應할수 있는 薄膜 ceramic 로서 積層板으로 큰 容量値를 얻을수 있는 本 製作法을 窯業 研究所의 施設만 利用해서 單獨으로 試圖하여 보았다.

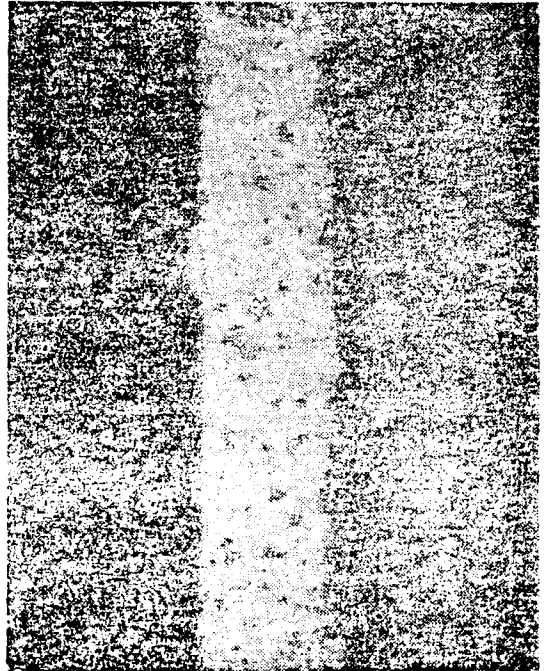
即 Barium Titanyl Oxalate를 約 650°C에서 16時間 以上 燒解시켜 0.06~0.10 μ 의 微細 粉末을 만들어서 이것을 Amyl Acetate의 溶媒로써 풀어서 結合劑로 Nitrocellulose로써 顯微鏡 유리 위에 扞려서 乾燥시킨 膜을 約 90 μ 까지로 해서 10mm 四方으로 얻었다.

이것을 研磨된 Barium Zirconate Plate 사이에 샌드위치 狀으로 쌓아서 처음에는 810°C에서 有機結合劑 및 溶劑를 蒸發시키고 계속 1,370°C에서 約 5分間 本燒成을 한 結果 寫眞4(나)와 같이 50 μ 의 膜을 얻을 수 있었다.

여기서 本 燒成等 shrinkage에 依한 表面의 平坦度는 上記 Barium Zirconate Plate의 두께만으로서는 不充分하였으나 一次的으로 膜을 얻는 過程은 再現性이 있었다.



(가) 500倍



(나) 500倍

寫眞 4. 積層Ceramic Capacitor의 微細構造

이러한 膜에 白金 또는 Palladium과 같은 것으로 電極板으로 交代로 積層으로 10~16枚까지로 하면 0.1 μ F까지의 capacitor를 2~3mm 角의 平板層으로서 쉽게 얻을수 있어서 電子計算機用은 勿論이고 將次 hybrid IC 에서는 現在의 disk ceramic 만큼 많이 쓰이게 될 것이다.

V. 結 論

5個月間의 實務를 통하여 依託研究의 本質과 그곳 研究員들과 人的交流의 구름다리를 놓을수 있었고 또 여기사람들의 紹介로 電子工業誌에 紹介된 바와 같은 美國의 38個가 넘는 電子企業體를 1個月間에 걸쳐 살살히 돌아보고 다닐 수 있었다는 것은 큰 所得으로 안다. 이동안에 參席할수 있었던 IEEE 主催의 International Electronic Devices Conf. Radiation Effect Conf. Reliability Conf. 및 ARINCO主催의 IC Seminar (1週間)에 參席한 結果들은 다음 機會에 別途 報告드리기로하고 이만 그친다.

餘 談

Columbus Ohio는 人口 60萬의 州聯邦政府가 있는 곳으로서 緯도가 서울과 비슷하기 때문에 無窮花꽃을 비롯하여 大概의 이곳 꽃들도 볼수 있었으나 가장 두더러지게 다른것은 하루終日

自動車로 달려도 山을 볼수없는 글짜그대로의 大平原에 位置하고 있었다. 따라서 5月에서 8月까지는 9時가까이 되어야 해가 西쪽地平線아래를지게 되므로 낮이 길어서 退勤後 몇 時間이나 運動을 즐길수 있었다. 특히 本研究所가 바로 Ohio州立大學과 나란이 있어서 大學運動場을 自由로 쓸수있는데 모든 運動場이나 뜰은 포장道路를 除外하고는 잔디밭으로 되어있었고, 庭球場은 아스팔트로 되어있으면서 約60面以上이 鐵條網넛트로하여 練習用으로 있었기 때문에 마음대로 庭球場 그곳 大學生들과 함께 즐길수 있어서 그동안 韓國에서 나왔던배가 이로써 다들 어가고 身心兩面으로 人間改造에 도움이 되었었다. 이곳에 있는 昨年 電子工業調査때 다녀간 Peet, Bengston氏를 비롯하여 韓國에 關心이 있는 研究所員들은 모두 몇번이나 自己내 집으로 招請도하고 親切히 그곳 習慣과 水上스키까지 배우게된 것은 人間的으로 벅 다듯한 待遇로서 平生잊지 못하겠다. 지금도 Peet氏房에는 韓國에서한 講演會때 使用한 한글스케줄 廣告를 걸어 놓고 오는 사람마다 자랑하던 것이 어제같이 눈앞에 얼룩거리며 여러분께 安否잘 傳하랴하면서 眞心으로 우리나라 電子工業發展을 生贖해 주는데 對해서는 눈시울을 뜨겁게 하면서 헤어졌다.