

電子工業의 現況과 展望

大韓電子工學會
前會長・名譽會員

李 載 坤

20世紀의 後半은 電子工業과 原子力의 時代라고 합니다. 原子力은 에너지의 革命이며 電子工業은 産業革命이라고 할 수 있습니다. 歐美 各國에서는 勿論 우리나라에서도 最近 電子工業의 振興을 爲하여 政府當局에서 여러가지 措施를 取하고 있다고 듣고 있습니다. 또 各大學에서도 아시는 바와 같이 電子工學科를 新設하고 있습니다.

講演題目을 「電子工業」이라고 하였읍니다마는 英語로 “electronics”라고 하면 電子工業을 意味할 때도 있고 電子工學을 意味할 때도 있으며 또한 電子技術을 意味할 때도 있습니다. 오늘은 이 세가지를 合쳐서 重要한 것만을 簡單히 말씀드리고자 합니다.

〈電子工業의 發展過程〉

먼저 現在까지의 그 發展過程을 簡單히 말씀드리면 1837년에 모을스(Morse)氏가 電信을 實用化함으로써 電話, 眞空管, 無線通信, 放送, TV, 레이다, 電子計算機, 트랜지스터, 미사일, 人工衛星, 集積回路 등으로 發展開發되어 왔다고 볼 수 있습니다.

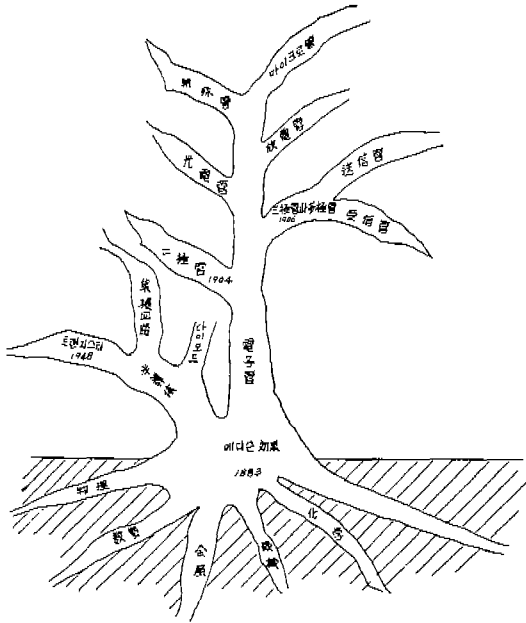
19世紀 初에 電氣에 關한 여러가지의 基礎가 되는 原理가 많이 發明, 發見되었읍니다. 卽 볼타(Volta)에 依하여 電池가 發明되었으며 오옴(Ohm)의 法則, 암페어(Ampère)의 法則, 비오-사바르(Biot-Savart)의 法則, 패러데이(Faraday)의 法則, 주울(Joule)의 法則 등을 들 수 있습니다.

여러분이 알고 계시는 바와 같이 畫家인 모을스氏가 所謂 모을스符號를 考案함으로써 電信이 實用化되기 始作하였고 發明王 에디슨(Edison)氏도 15, 6歲 때 電信手가 되었으며 그後 二重電信, 四重電

信 등을 發明하게 되었읍니다. 1876년에 벨(Bell)氏가 電話를 發明하였는데 現在 우리가 使用하고 있는 電話機의 送話器는 에디슨氏가 發明한 것입니다. 1883년에 에디슨氏는 普通電球 속에 第二極(現在의 眞空管의 陽極과 같은 것)을 挿入하고 電源을 適當히 連結함으로써 電球의 필라멘트로부터 第二極으로 電流가 흐르는 것을 發見하였읍니다. 卽 現在의 二極管의 作用입니다. 그러나 에디슨氏 自身은 그 原理를 理解하지 못하였읍니다. 이 現象을 에디슨效果(Edison Effect)라고 합니다. 眞空管 속의 陰極에서 陽極으로 흐르는 電流를 電子라고 命名한 것은 後에 英國 物理學者인 스톤니(Stoney)氏입니다. 그後 英國 Cambridge 大學의 톰슨(Thomson) 教授에 依하여 仔細히 研究되어 電子의 모든 性質을 알게 되었읍니다. 1896年 伊太利人 말코니(Marconi)氏가 21歲 때 無線電信을 發明하여 實用하게 되었으나 그때까지도 電子工學은 아직 나타나지 못하였읍니다.

20世紀를 넘어서자 1904년에 英國人 플레밍(Fleming) 教授에 依하여 二極眞空管이 發明되었읍니다. 卽 처음으로 電子를 利用하는 部分이 생기게 된 것인데 當時 無線受信用에 使用하였읍니다. 繼續하여 1906년에 美國인 데포레스트(De Forest)氏에 依하여 三極眞空管이 發明되고 眞空管을 利用하여 振幅器, 發振器, 檢波器, 整流器 등 여러가지의 電氣回路가 發明되었으며 眞空管도 漸次 多極管으로 開發되었을 뿐만 아니라 特殊電子管도 多數 發明되었읍니다. 필터가 發明됨으로써 多重通信이 容易하게 되었으며 同時에 眞空管式 增幅器를 使用함으로써 遠距離通信이 可能하게 되었읍니다. (第1圖 參照)

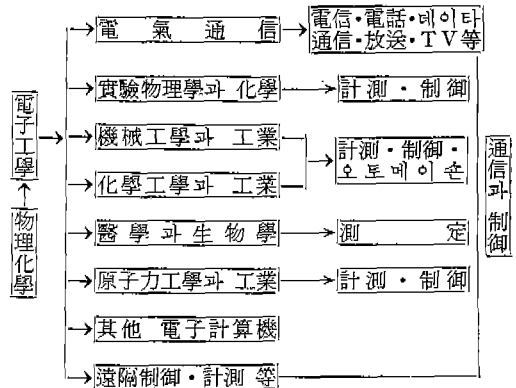
〔第1圖〕



第1次大戰後 即 1920년에 美國에서 처음으로 放送이 開始됨으로써 電子機器(受信機)는 大衆化되었습니다. TV의 實用化로 電子工業은 一層 우리 生活에 密接하게 되었습니다. 第2次大戰 當時 軍事目的으로 베이다가 發明되고 마이크로波通信과 FM, PM 等 變調方式도 加一層 開發되었습니다. 第2次大戰後 即 1950년에 美國의 벨研究所에서 속크레이, 바덴, 브라타인의 3명에 依하여 트랜지스터가 發明됨으로써 電子分野는 眞空 속에서 固體속으로 새 分野를 開拓하게 되었습니다.

第2次大戰까지는 모든 附品을 定期的으로 連結하는 配線이 必要하였습니다. 이 配線은 많은 空間과 面積이 必要하였으며 同時에 手工이 絶對로 必要하였습니다. 그後 프린트配線法이 發明되어 機器는 小型化되었으며 集積회로의 發明으로 機器의 容積은 加一層 小型化되었을 뿐 아니라 輕量化되었습니다. 한편 로켓技術의 進歩로 通信衛星이 1958년에 成功하게 되었습니다. 現在 大西洋과 太平洋上空에 인텔샷(INTELSAT)號가 商用으로 利用되고 있습니다. 集積회로와 電子計算機에 對하여는 다시 말씀하겠습니다. 그외에도 이것들은 多方面으로 利用되고 있는데 그 內容은 大略 第2圖와 같습니다. (第2圖 參照)

〔第2圖〕



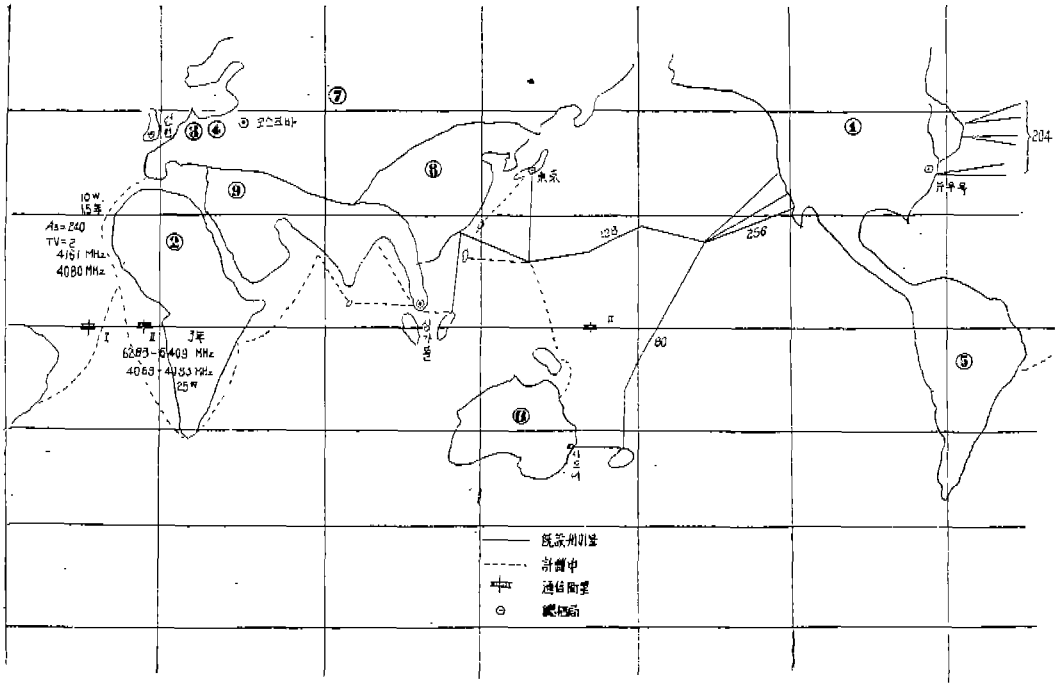
〈電氣通信과 制御計測〉

以上이 大略 現在까지의 發展過程인데 電子技術을 大別하면 電氣通信과 制御計測으로 區分할 수 있습니다.

먼저 電氣通信 關係를 말씀드리면 現在 全世界의 電話機數는 約 2億臺가 넘고 있습니다. 우리나라는 約 30萬臺를 넘을 程度입니다. 全世界는 第3圖와 같이 9個地域으로 區分되어 있는데 우리나라는 ④地域에 屬하고 있습니다. 總括局은 東京, 뉴우욕, 런던, 모스크바, 싱가포르, 시드니 等 6個 地點이며 各國에는 國番이 附與되어 있는데 우리나라의 國番은 82番으로 되어 있습니다. 예를 들면 釜山에서 美國의 시카고에 電話를 걸려면 釜山—서울—東京—뉴우욕—시카고의 順序로 連結되게 됩니다. 그런데 電氣通信을 周波別로 보면 第4圖와 같습니다. 將來에 陸上線과 海底케이블 또는 通信衛星이 計劃대로 完成되면 全世界 어느 곳이든지 即時로 通話할 수 있게 될 것입니다. 一個人이 任意的 地點에서 通話を 하려면 電話局과 個人間은 移動無線機로 連結할 수 밖에 없습니다. 現在 우리나라에서 移動하는 自動車에서 電話를 할 수 있는 것과 같이 個個人이 極小型 移動無線機를 携帶하면 될 것입니다. 事實 外國에서는 一部都市에서 實施하고 있습니다.

다음은 所謂 第3通信이라는 데이터(data) 通信에 對하여 말씀드리면 初期의 電子計算機는 事務室內에서 直接 使用하였는데 現在는 電子計算機를 電話線에 連結함으로써 加入者 電話線을 利用하여 自宅에서 電子計算機를 動作하게 하는 符號傳達이 可能합니다. 이것이 即 데이터通信입니다. 電子計算機

[第3圖]



[第4圖]

音波	VLF	LF	MF	HF	VHF	UHF	SHF	EHF	—	赤外線	光線	紫外線	x線	γ線
0	3	30	300	3,000KHz	30	300	3,000MHz	30	300	3,000GHz	≈6,000A°			
電信電話	超音波	長波無線其他工業應用	放送	短波商用無線・T・V同軸 케이블・레이다	超短波無線	마이크로波 마이크로통신・通信衛星	밀리波通信・十五萬回線・ 4萬/wave guide	레이저 (LASER)						

는 그 動作速度가 漸次 高速化하여 그 運營費도 低廉해지고 있는 傾向에 있는데 여기에 連結되는 電話交換機의 動作速度가 現在의 交換機로는 到底 追いつ지 수가 없습니다. 結局 計算機 速度와 步調를 맞추기 爲하여서는 交換機도 電子式으로 하지 않으면 안되게 되었습니다. 1970年代에는 實用化하게

될 것입니다. 勿論 TV 電話도 普及될 것입니다. 周波數에 對하여는 第4圖와 같이 最初의 音聲周波數에서 漸次 高周波로 開發되어 가고 있는데 高周波가 될수록 機器는 小型化되어야 하며 大電力은 困難하게 되는데 그 代身 多重化는 容易하게 됩니다.

다음 電子計算機에는 Analog型和 Digital型이 있는데 Analog型은 第2次大戰時 美國에서 大砲의 制御, 레이더의 追尾裝置의 設計 또는 計算 等に 使用하였는데 眞空管을 使用한 것입니다. 그 原理는 feedback를 利用하였으며 1950년에는 Digital型이 開發되었습니다. Analog型은 計測하는 量에 比例하여 指示할 수 있게 한 計算機인데 Ohmmeter, Voltmeter, Wattmeter 등은 一種의 Analog型이며 殊盤은 Digital型에 屬합니다.

Analog型 計算機는 1876年 Lord Kelvin教授가 發表한 機械式 微分解析機가 元祖입니다. 實用機를 만든 것은 美國 MIT의 Bush教授이며 第2次大戰을 前後하여 이 機械式 微分解析機가 全世界에서 많이 利用되었으며 戰爭中에 MIT에서 電子式 Analog型 計算機가 開發되었습니다.

Digital 計算機는 英國人 Babbage氏가 元祖라고 하며 그는 1812년에 Digital型 微分解析機를 考案하여 1833년에 analytical engine을 發明하였습니다. 實用機는 1944년에 Harvard大學의 Aiken教授가 IBM社와 共同으로 開發한 relay式 計算機였습니다.

電子計算機 第1號는 Pennsylvania大學의 Man- chley教授와 Eckert教授가 製作한 ENIAC입니다. ENIAC는 電子管 1萬 8千個를 使用한 十進法計算機인데 加減算에 0.2 ms, 乘除算에 3ms 걸렸습니다. 그 後 繼續 研究開發되어 1949년에 亦是 Pennsylvania大學의 Newman教授 등이 製作한 EDVAC가 二進法計算機의 第1號입니다.

商用 計算機의 發展相을 보면 아래와 같습니다.

(1) 1950年代 計算機(第一世代 計算機라 함)

電子管式計算機 時代이며 商用機가 처음으로 使用된 時期입니다. 그 第1號는 1951년에 나온 UNIVAC-1이며 十法進計算機입니다. 加減算에 0.5 ms 乘算에 2ms를 要하였으며 1953년에 IBM에서 IBM-701을 生産하였는데 二進法의 高速機였습니다. 1958년에 固體素子中型機를 生産하게 되었습니다. 當時의 計算機는 規模도 적었고 電子管을 使用하였으므로 그 信賴性은 낮았습니다.

(2) 1960年代 前期 計算機(第二世代 計算機라 함)

이 時代에 트랜지스터計算機가 實用化되기 始作하였습니다. 따라서 信賴性은 높아지기는 하였으나 software가 裝備되지 않으면 計算機를 使用하기가

困難하게 되었습니다. FORTRAN, COBOL, ALGOL等 自然語에 가까운 말로(第二世代에는 機械語를 使用) 프로그램을 쓸 수 있게 되어 使用하기가 容易하게 되었습니다. 그때까지는 計算機의 能力을 加減算 또는 乘算 等の 單純한 演算速度로 評價하였는데 이때부터는 프로그램을 넣고 解答이 印刷되어 나올 때까지의 全體의 處理效率도 評價를 하게 되었습니다. 이 時代에는 1958년의 Philco社製 全트랜지스터計算機 PHILCO-2000 등이 最初이며 各國에서 大型機를 生産하게 되었습니다.

(3) 今日의 商用計算機(第三世代 計算機라 함)

IBM은 1964년에 IBM System-360을 發表하면서 電子計算機가 第三世代에 이르렀다고 宣言하였습니다. 第三世代 計算機의 特徵은 大型機에서 小型機까지 一貫한 software로 通用할 수 있게 한 것이며 製造業者나 使用者가 計算機의 規模를 變更하는 경우 在來의 프로그램을 使用할 수 있게 하는 것인데 이것은 事實 困難할 뿐 아니라 計算機의 規模에 따라 프로그램을 거기에 맞게 하는 것이 機能을 100% 利用하기가 容易한 것입니다.

다음은 汎用性인데 從來의 計算機는 科學計算用, 事務用 등으로 區別하였는데 이 差를 software와 計算機 構成의 選擇(記憶容量, 入出力裝置의 台數等)으로 吸收한 點,

다음은 優先處理, 同時處理, 多重處理인데 即 途中에서 優先의 處理 또는 通信線을 利用한 on-line real time 處理와 多重處理를 하는 system管理 프로그램을 利用하는 點,

그다음은 software의 完備인데 情報處理 system이 擴大됨에 따라 software의 比重이 커지므로 software의 完備가 必要하게 된 點,

끝으로 集積回路를 採用한 點입니다. 即 計算速度의 向上, 信賴性에 對한 要求, 低廉한 價格 등으로 보아 集積回路의 採用이 必要하게 된 것입니다.

現在 電子計算機數는 大體로 美國이 約 3萬臺, 日本과 獨逸이 2,000臺 以上입니다. 우리나라에는 汎用은 1臺 뿐입니다. 勿論 特殊用 小型은 또 있습니다. 電子計算機의 速度는 現在 1回 加算에 4百萬分之 1秒 程度입니다. 人間은 殊盤으로 1回 加算에 0.2秒가 必要합니다. 將來에는 電子計算機의 速度는 1回 加算에 1億分之 1秒 程度로 될 것입니다. 1億分之 1秒라면 光速으로 3미터 밖에 進行 못하는 時間입니다. 따라서 集積回路가 絶對로 必要하게 될 것

입니다. 電子計算機는 이렇게 高速度이지만 人間이 하는 모든 일을 代行할 수는 없는 것입니다. 다만 人間이 指示하는데로 忠實히 高速度로 行動을 할 뿐이라고 할 수 있습니다.

〈電子管과 半導體〉

電子管의 發展過程은 第1圖와 같은데 1950년에 트랜지스터가 發明되자 漸次 電子管의 領域을 侵犯하고 있지만 트랜지스터는 電子管의 領域을 侵犯할 수 없는 것이며 今後 더욱 發展될 것으로 생각됩니다. 即 高出力管, 超高周波 電子管, 光電管 등이 電子管으로서 獨占하고 있는 領域입니다. 電子管은 眞空中의 電子運動을 電界나 磁界로 制御하여 各種 物理量을 目的에 依하여 交換하는 一種의 變壓器라고 할 수 있습니다. 即 送信管, 受像管, 마이크로波 電子管, 밀리波 電子管 等等입니다.

半導體와 比較하여 優秀한 點을 列擧하면 半導體는 結晶體를 制御하여 여러가지의 動作을 시키는 것인데 캐리어(carrier) 結晶體內를 移動할 때는 配列原子와 相互作用을 하여 반드시 衝突에 依한 熱을 發生하게 되기 때문에 大電力을 얻으려면 큰 電流가 必要하므로 必然的으로 大量的 熱을 發生하게 되는데 半導體는 物性上 그 電氣의 性質이 熱에 依한 影響에 敏感하여 그 機能을 잃거나 破壞되게 됩니다. 따라서 半導體는 그 發生하는 熱의 處理如何에 따라 그 適用價値가 決定됩니다. 反面에 電子管에 있어서는 熱은 생기지만 그 處理가 容易하므로 大電力管을 製造할 수 있고 또 使用할 수 있습니다. 마이크로波 領域에서도 連續波로 MW 程度의 電子管도 可能하게 되었습니다. 또 眞空中의 空間 電荷를 制御하는 電子管에서 그 高周波 限界는 電子가 眞空中을 走行하는 時間에 依하여 決定되는 것과 같이 半導體에서는 結晶體中을 走行하는 캐리어의 移動의 難易(移動度)가 高周波 動作에 密接한 關係가 있습니다. 即 半導體로 高周波를 動作시키려면 캐리어의 走行(移動)方向의 두께를 얇게 하여야 할 것입니다. 따라서 半導體는 漸漸 小型化되고 또 熱處理는 漸漸 困難하게 됩니다. 即 一定한 電力에 對하여 그 許容 周波數의 限界가 생깁니다.

電子管에서 周波가 높아지면 小型化되고 機械加工의 限度에 이르게 되지만 最近 밀리波 領域에서 100 W의 電子管을 生産하게 되었습니다. 勿論 微少한 電力이면 半導體로도 밀리波(10 W 程度)를 發

生하게 되었으므로 將來가 期待됩니다. TV 用 受像管과 攝影管은 現在로서는 電子管이 獨占하고 있는 現狀입니다. 트랜지스터의 長點은 電力消耗가 적고 構造가 簡單하고 壽命이 길고 小型輕量이며 耐振動性이 強하여 여러가지로 電子管에 比하여 優秀한 點이 많습니다.

〈集積回路(I. C.=Integrated Circuit)〉

30年前의 電子回路의 構成法은

- (1) 電氣의 性能에 惡影響을 주지 않는 配置와 配線
- (2) 납땜을 할 수 있는 配置와 配線
- (3) 故障部分의 交換의 容易性
- (4) 機械의 強度, 外圍條件等 使用條件에 對한 保護
- (5) 性能調節의 容易性

等을 主體로 考慮하고 設計 考察의 主體는 電子回路의 機能에 두었습니다. 그 後 部分의 規格化와 部分配置의 合理化, 配線法의 合理化 및 小型化 등이 進歩되고 電子機器의 應用範圍가 擴大되고 複雜하게 되자 信賴性 向上의 必要를 느끼게 되어 部分品 및 配線接續에 對한 信賴性 向上 등이 進歩하게 되었습니다. 이런 結果로 部品交換을 하는 方式을 拋棄하고 單位基本回路의 交換으로 轉換되어 剩餘空間의 有効한 使用과 極小型化 또는 高密度實裝法 등의 새로운 方法이 생겼습니다. 合理的 配線技術과 部品配置技術이 進歩되었습니다. 이런 方式은 처음에는 軍事技術이 主體가 되어 信賴性이 높고 使用法과 製作이 容易하도록 하는데 重點을 두고 經濟性은 第二次的인 問題이었습니다.

이런 背景으로 생긴 것이 印刷配線法과 같은 二次回路方式의 發明이고 아울러 트랜지스터의 發明으로 超小型化를 目標로 電子回路의 構成法에 새로운 考察을 하게 되었습니다. 거기에 經濟性을 加味하게 된 結果로 集積回路에 到達하게 되었다고 볼 수 있습니다. 勿論 必要한 半導體 集積回路의 原型은 트랜지스터 發明機 即 1952년에 英國人 Dummer 氏에 依하여 發表되었습니다.

實로 集積回路는 트랜지스터·라디오와 電子計算機와 같이 電子工學과 電子工業에 있어서의 重要한 發明이라고 할 수 있습니다. 集積回路의 將來의 進歩는 그 基礎에 있는 根本思想에 새로운 系統構成工學, 回路構成工學, 機械部分工學과 基礎製造技術 등이 創造되면서 研究開發될 것입니다.

(1968. 4. 10)