

## 電子計算機의 發展現況

任 사 류 엘

(IBM電子部品研究所, East Fishkill, N. Y.)

### I. 電子計算機의 歷史

Computer의 進步發展 歷史를 간단히 말씀 드리고 近來에 IBM에서 生産하고 있는 System/360 속에 들어가는 SLT라는 Components을 說明해 드리겠습니다.

오늘날 世界 Computer市場의 特色은 Time-Sharing Concept의 實際應用, Multi-Processor 遠距離 Terminal, 大型 高性能 Computer Real-Time Process Control 및 조그마한 桌上用 電 子 算 機 들 이 니 다.

비록 Computer의 歷史는 짧지만 그동안 Computer는 Business나 Science分野로 널리 파고 들어 그 應用面을 넓히어 왔습니다. 이러한 事實을 美國의 Fortune Magazine에서 다음과 같이 表現하였습니다. 즉 Computer는 이제 人間의 頭腦가 하는 能力을 더욱 擴張시키는 道具가 되어가고 있다. 또한 Data Processing 産業은 우리의 知識을 擴張시키는 産業이 되어가고 있다. 그것이 어느程度까지 擴張시켜 줄지는 아무도 모른다”.

이러한 모든것은 Harvard 大學에서 物理學을 專攻하며 博士課程을 밟고있던 Harvard Aiken이 그의 論文에 나타나는 微分方程式들을 機械를 써서 푸는 方法이 없을까 생각하였을 때부터 비롯되었습니다. 그 사람의 計劃을 說明들은 IBM은 아주 興味를 느낀 나머지 1939年 이러한 機械를 開發 造作하기로 合議를 보았습니다. 이 機械는 1944년에 完成되어 곧 Harvard 大學에 寄贈되었는데 하나의 덧셈을 하는데 3/10秒가 걸려야 했습니다. Mark I이라고 命名된 이 機

械는 史스 最初로 Electro-Mechanical Relay를 使用한 Computer였으며 人類의 歷史에 革命的인 새 時代의 門을 열어놓았습니다.

이 機械가 나타난 바로 直後에 商業用 Computer가 첫 선을 보였고 1948년 韓 國 政府가 樹立된 해에 最初로 商業用 Computer가 生産되었습니다. 1948年 以後이들 電子回路 技術의 發展이 란 놀랄만한 것이었고 그 結果 더욱 더 優秀한 Computer들이 紹介되고 또한 Computer産業이 活潑히 育成되기 시작했습니다.

今年에 美國에서는 80億弗을 Computer 使用하는데 쓴다고들 합니다.

### II. Computer Hardware의 技術的인 發展

지난 20年 동안 모두 다섯 種類의 回路技術이, 導入, 發展되었으며, 이것은 아테와 같이 平均 5年마다 새로운 技術이 導入된다는 것을 意味합니다.

1944—Mark I, 最初의 Computer

1948—最初의 商業用 Computer, Electromechanical

1951—眞空管回路

1958—Transistor回路

1964—Microelectronics回路

1968—Monolithic回路

1958年製의 Computer들 즉 最初의 Transistorized Computer는 Ge Alloyed Transistor를 使用하였지만 곧 이어서 좀 더 빠른 Ge Diffused Mesa Transistor들이 새로 나와 使用되기 始作하였습니다. 實際 Transistor의 크기에 비해 Header의 크기가 얼마나 큰가를 注意해 보

십시오. 이에 反해 SLT Device들은 Header 代  
身 外部化學物質에 對한 保護膜으로 덮여져 있  
습니다.

그림 1과 같이 Computer의 臺數가 世界的으  
로 增加함에 따라 20世紀에 들어와 가장 成長速  
度가 빠른 새로운 産業이 일어났고 그 큰 原因  
의 하나가 近來에 들어와서 急速히 發展해 온  
電子技術이라는 것입니다.

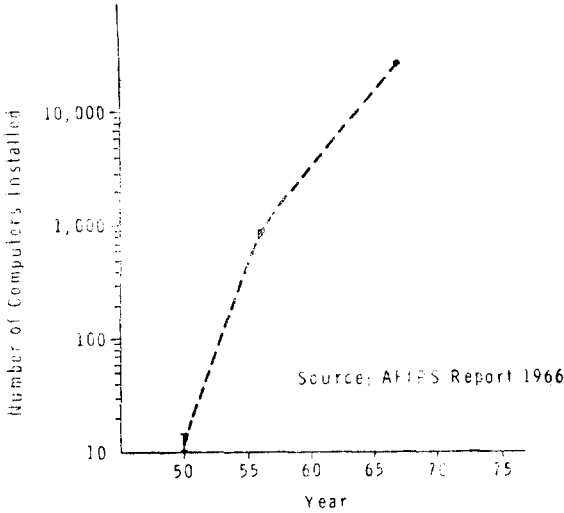


그림 1. 世界電子計算機臺數의 增加狀況

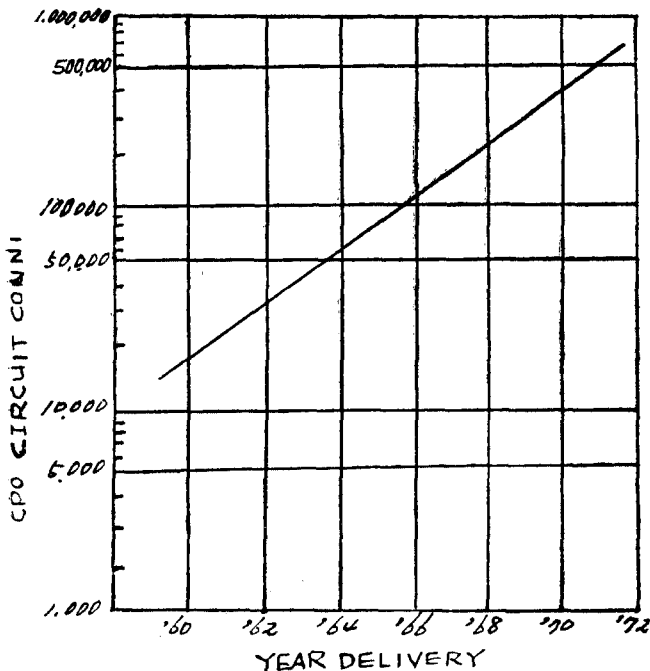


그림 2. 電子計算機回路의 크기의 發展狀況

또한 나날이 發展하는 電子工學은 그림2와 같  
이 每年 더 작은 回路素子를 만들게 하였고 따  
라서 더욱 더 큰 計算能力을 가진 Computer  
System의 生産을 可能하게 하였습니다.

繼續해서 開發된 새로운 技術들은 Computer  
System의 Circuit Speed, 故障率 및 製造價格  
등을 顯著하게 改善할 수 있게 되었습니다. 그림  
3은 論理回路의 遲延時間이 每年 어떻게 적어졌  
는가를 나타낸다.

이와 같이 새로운 技術이 開發될때마다 Co-  
mputer의 speed는 10배이상으로 빨라져 왔다  
는 것을 그림4에서 如實히 알아 볼 수 있습니다  
다시 말해서 Computer의 Speed는 5年 내지 7年  
마다 거의 10배씩 빨라져 왔습니다.

지금까지 公式의으로 發表된 것 中에서는 5  
Nanosecond가 가장 빠른 Delay Time입니다.

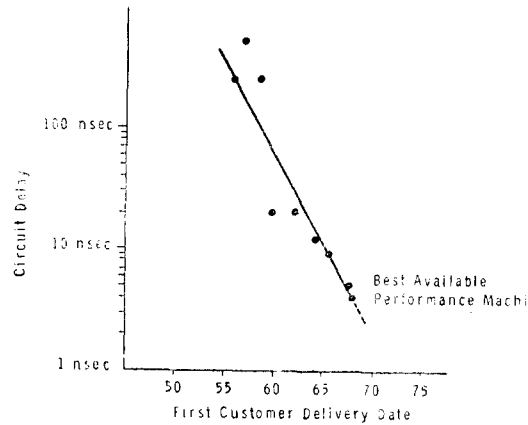


그림 3. 電子計算機論理回路의 遲延狀況

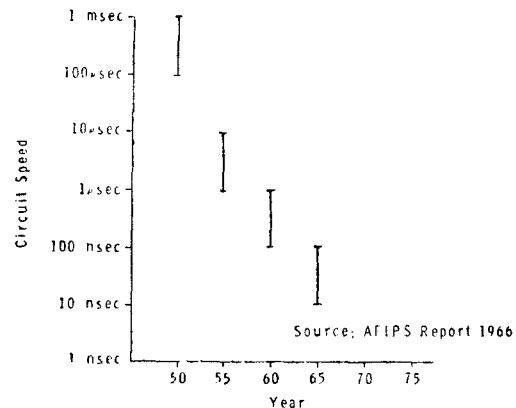


그림 4. 電子計算機의 回路速度

다시말해서 1秒에 2億번 Switching 할 수 있다는 것입니다.

한편 불과 15년이리는 짧은 時間에 Computer의 故障率은 그림5와 같이 初期의 眞空管回路를

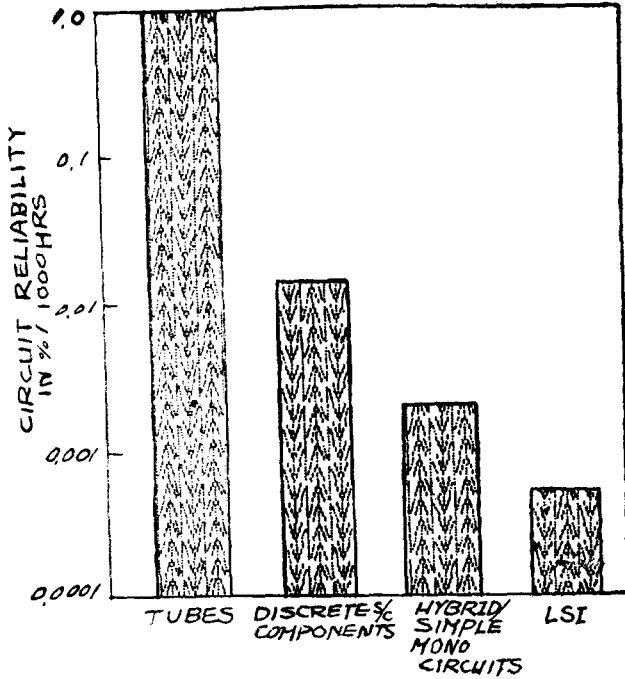


그림 5. 論理回路의 故障率

使用할 때에 비해 約  $10^3$  곱절이나 改善되었다는 事實을 注意해 보십시오.

Computer가 Real-Time으로 利用되고 Computer를 使用해서도 몇時間씩 걸리는 計算을 하게 됨에 따라 Computer의 安定度 또는 故障率은 가장 重要한 問題點이 되고 있습니다.

이때 Circuit Cost도 每 5年乃至 7年마다 約 1/10씩 줄어들고 있음을 그림6에서 보실수 있을 것입니다.

以上の 讀算論理回路와 함께 그림 7과 같이 Memory Speed도 改善되어 왔습니다. Magnetic Core Memory는 1955年 最初로 出荷되었는데 이때의 Memory Speed는  $12\mu\text{sec}$ 였었습니다. 그러나 今年에 引渡된 Thin Film Memory는 자그마치  $120\text{ n}\cdot\text{sec}$ 의 Cycle Time을 갖고 있습니다.

지금까지 나온것 중에서 가장 빠른 Memory는 72bit의 Information(8 English Character)를  $80\text{ n}\cdot\text{sec}$  동안에 읽어낼 수 있습니다.

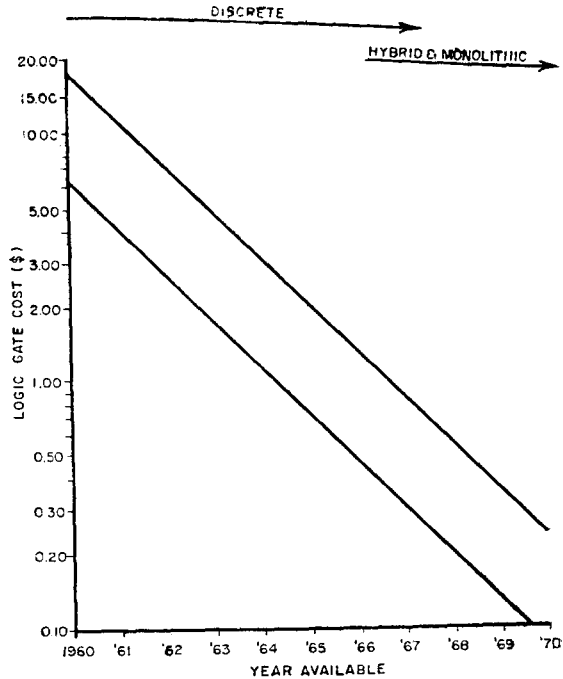


그림 6. 回路當費用節減狀況

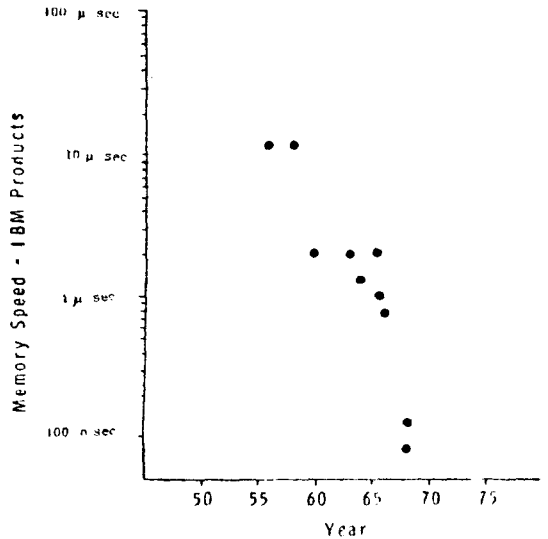


그림 7. 記憶素子速度的 發展狀況

그런데 Logic Element가 改良됨과 同時에 Storage Element도 또한 더욱 빠르고 큰 容量

으로 改善되어 왔습니다.

이러한 速度로 읽을 때

$$\begin{aligned} &8 \text{ Character} \times 12.5 \text{ Million/sec} \\ &\approx 100 \text{ Million Character/sec} \\ &\approx 10 \text{ Million English Words/sec} \end{aligned}$$

The King James' Bible은 總 77萬 單語로 되어 있으므로 이 Memory는 1秒에 이 Bible을 12번 읽을 수 있다는 것이 됩니다.

다음에는 Program의 Instruction들을 貯藏하는 場所인 Main Memory의 Size에 關해서 이야기 하겠습니다. 一般적으로 어떤 Memory Speed가 주어지면 Computation Speed는 記憶容量(Storage Capacity)이 클수록 빨라지게 됩니다. 記憶容量이 커질수록 더욱 큰 問題를 풀 수 있는 것도 勿論 事實입니다. 지금까지 Computer의 記憶容量은 이미 千萬 Character를 넘어가고 있습니다.

Computer 業界는 Core의 Switching Speed를 더 빠르게 하기 위해서 Core의 Size를 繼續 縮小시켜 왔습니다.

한편 LCS Core Plane은 在來의 Core Plane과는 Size가 다릅니다. Core Plane을 크게하면 Computer의 Reliability를 阻害하는 潛在的 要因인 Interconnection을 最小로 하게될뿐만 아니라 Packing Density도 아주 높게 됩니다.

이 Plane의 크기는 약 13×48inch이며 30萬개의 Core를 달고 있습니다.

또 이 Plane은 72개의 64×64Mmat로 構成되어 있으며 이 Matrix들은 4行 18列로 配列되어 있습니다.

여기 보시는 Box에는 800萬 Byte Core가 들어있고 8μsec의 Cycle Time을 갖고 있습니다. Memory Speed를 더욱 빠르게 하기 위해서 다른 여러가지 技術이 開發되고 있습니다.

이러한것중의 한가지로 Magnetic Thin Film Memory가 있습니다. 이 3"×3" Cu Plate는 매우 얇은 Ni-Fe Cobalt Film으로 된 4,128 bit의 記憶容量을 갖고있습니다. 이 Memory는 記憶容量이 100萬 Byte를 넘을때도 120 n·sec의 Cycle Speed를 갖고 있습니다. 여러가지 Hardware Technology가 開發되지 않았으면 Comp-

uter System이 더욱 複雜하여지고 便利하여진다는 일은 不可能하였을 것입니다. 다시 말해서 Logic Delay, Computer Size Memory Speed, Memory Size 및 Computer Architecture 등의 分野에서의 進歩,發展은 또한 Computing Speed의 進歩發展과 直結되는 것입니다. 여기서 그림 8은 加算等時間의 短縮狀況을 나타내며 表 1은 乘算時間의 그것을 나타내고 있다.

實際 Computer를 使用하는 使用者의 立場에

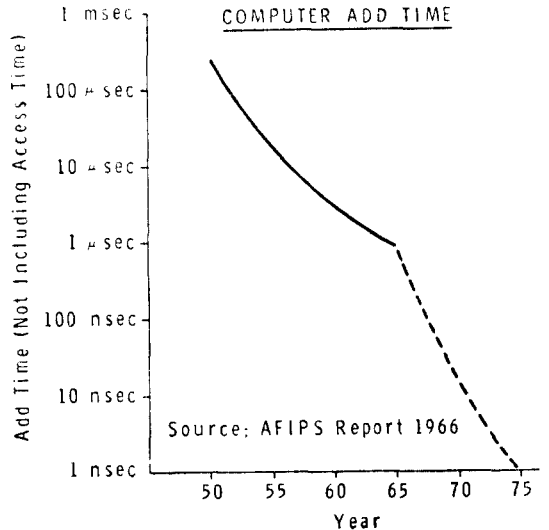


그림 8. 加算時間의 短縮狀況

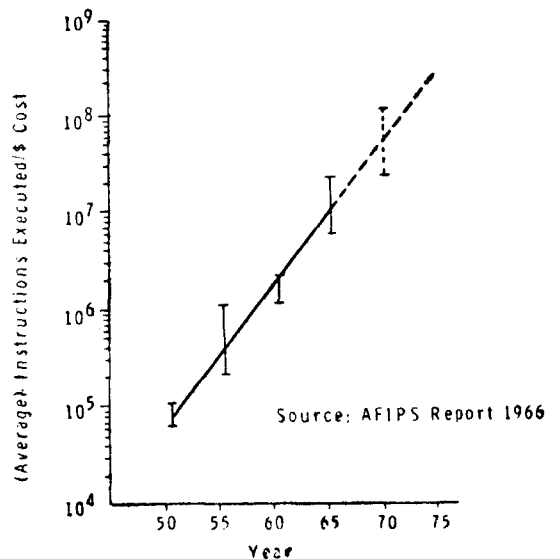


그림 9. 計算費用의 節減狀況

	Time Per Sec	No. of Digits
1940	2	10
1946	40	10
1953	2,000	10
1958	100,000	10
1964	400,000	10
1968	5,500,000	14

表 1. Multipliction Time

서 보던 그들에게 重要한 것은 이러한 Speed 보  
다도 1 Dollar의 돈으로 몇번의 計算을 Comp-  
uter가 할 수 있는냐하는 것일 것입니다.

다음 그림 9에서 볼수 있는 바와같이 Compu-  
tation Cost는 1950年과 1965年 사이의 15年동  
안 1/100로 줄어들었습니다.

Speed라는 말하나의 숫자로 Computer를 말할  
수는 없습니다.

예를 들면 System/360 Model 95는 1分間에  
3億3千萬번(330 Million) 즉 1秒에 550萬번의 14  
자리 곱셈을 할 수 있습니다.

### Ⅲ. SLT(Hybrid IC)技術

이제 부터는 現在 IBM System/360 Compute  
에서 사용하고 있는 Micro-Electronics Packa-  
ging Technique에 關해서 여러분들과 이야기하  
고자 합니다. IBM에서는 이 Technique를 SLT  
즉 Solid Logic Technology라는 새로운 말로 부  
릅니다. IBM과 비슷한 Circuit Construction  
Techniques를 사용하는 다른 Maker들은 이것을  
“Thick Film Technology” 또는 Hybrid Tech-  
nology”라고 呼稱하기도 합니다.

#### (.) 回 路

Computer 内部의 Logic Circuit의 大部分은  
Boolean Operant, 즉

+ = or

= and

~ = not

들입니다.

다시 말하면 “and” Circuit, “or” Circuit,  
“Invertor” Circuit들입니다. 여러분들도 아시다  
시피 “or”와 “Invert”가 가능하다면 De Morgan  
의 定理에 의해서 “and”도 施行 可能합니다.

즉,  $A+B=A \cdot B; A \cdot B=A+B$

끼꾸로 “and”와 “Invert”가 可能하면 „or”도 施  
行 可能합니다.

즉,  $A \cdot B=A+B; A \cdot B=A+B$

Diode Transistor Logic(DTL)을 使用하면 良  
好한 Noise Margin, 높은 Fan-in and Fan-out  
Power, 適當한 回路의 Switching Speed를 얻  
을 수 있습니다.

高性能 機械에서는 Emitter Coupled Logic  
(ECL) 또는 Current Switching Logic(CSL)를  
使用하여 從來의 Diode보다 더 빠른 Transistor  
의 Switching Speed를 얻고 있습니다.

Semiconductor Device는 아직도 傳統적인 方  
法 즉 Masking, Etching, Diffusion이라는 過  
程에 의하여 生産되고 있습니다. 그런데 그 傳統  
적인 方法과 다른점이 하나 있다면 그것은  
Terminal Design입니다.

이러한 Device들의 表面은 2 $\mu$  두께의 防蝕用  
유리層으로 덮여 있습니다. Extended Terminal  
위의 이 유리層을 뚫고 구멍이 파여집니다. 이  
구멍을 덮기 위해서 金屬性物質이 蒸發되어지고  
뒤따라 납을 蒸發시킵니다. 그리고 直徑 5mil in  
의 Metallic Ball이 Metallic Mask를 써서 이 蒸  
發된 납위에 놓여지고 이 다음 Module 組立方  
法을 얘기 할 때 이 Terminal Design의 有益性  
을 말씀드리겠습니다.

#### (다) Module

Bare Substrate 1/2”×1/2” Alumina

Scened Lands

Resistor Screened

Pinned

Tinned

Resistor Trimmed

Chip Join

Encapsulation

#### (라) Versatility

Capacitor

Chips

Transformer

Stacked Modul

Delay Line

## Large Substrate

理論的인 分析과 實習의 結果에 의하면 보다 빠른 Speed를 얻기 위해서는 Emitter의 Stripe를 줄이고 밑넓이를 줄이지만 그 반면 High Junction Impurity Gradients와 Total Base Doping은 그대로 維持해야 한다는 것이 알려졌습니다.

오늘날 지금보다 더 빠른 Computer를 必要로 하는 分野는 여러군데가 있습니다. 예를 들면 Geophysical Hydrodynamics 알기 쉽게 말하면 日氣豫報과 海流研究에 從事하는 學者들은 全地球上의 日氣를 正確히 豫報하기 위해서는 오늘날의 가장 빠른 Computer보다 50배나 더 빠른 Computer가 있어야 한다고 말하고 있습니다.