

# 美·日의 半導體 産業 技術의 比較



成 英 權  
高麗大 電氣工學科 教授/工博

특히 어떤 나라의 앞으로의 컴퓨터, 데이터통신, 로봇, 우주항공산업 등의 하이테크 산업의 수준을 결정짓는 것은 반도체라고 할만큼 대단히 중요한 첨단기술이니 만큼 우리나라에서도 정부 당국이나 기업에서 미·일의 장점만을 취합하여 반도체 기술에 관련된 연구개발의 레벨업에 노력을 경주해 주었으면 한다. 발전하는 반도체산업은 신규고용을 창출하는 잠재력을 지니고 있다.

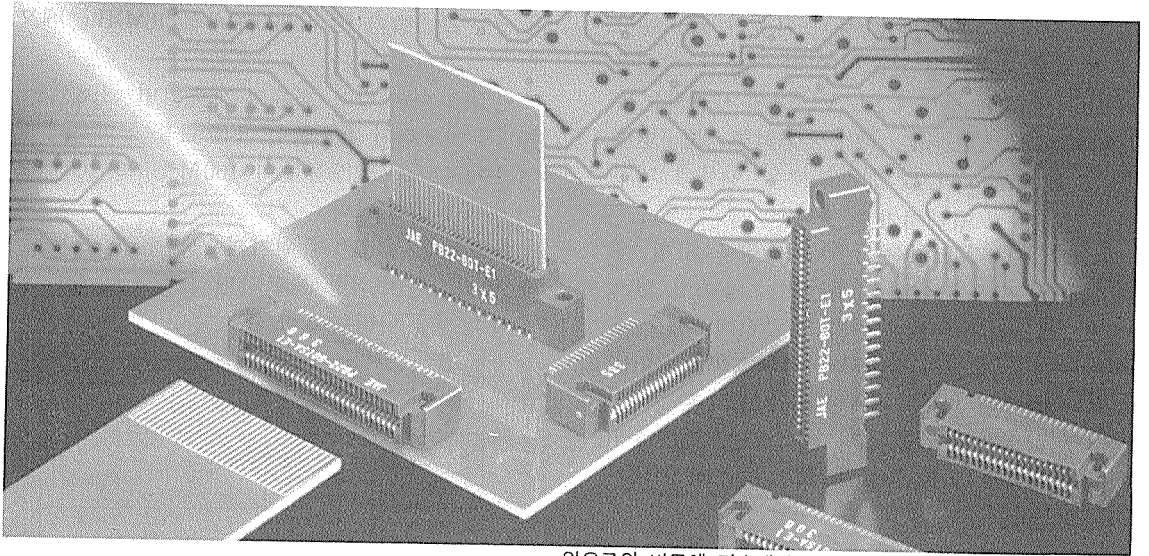
## 1. 序 論

高度 經濟成長 時代는 막이 내리고 資源이나 에너지가 유한하다는 것이 認識되기 시작한 근래에 와서 半導體는 現代 電子工業 材料의 스타이며 아울러 그 半導體 技術은 省資源 省에너지型的인 尖端의인 技術로서 再認識되어 오고 있으며 半導體 그 自體가 오늘날과 같은 半導體 全盛期를 맞이한 것은 널리 알려진 바와 같이 1947년 美國의 Bell研究所의 J. Bardeen, W. H. Brattain, W. B. Shockley가 Tr를 發明하고부터이며 이 Tr를 端緒로 半導體 素子는 IC, LSI에서 VLSI로 나아가 한 편에서는 半導體 레이저도 생겨 이들 素子는 모든 분야에서 활약하고 있다.

특히 「IC는 産業의 기름」이라고 할 수 있을 정도로 半導體 技術은 社會 經濟의 廣範圍한 분야에 크게 영향을 미치고 있어 各國마다 半導體 技術의 研究開發에 주력하고 있다.

한편 우리나라에서도 半導體 技術을 尖端技術의 一分野로써 政策的으로 역점을 두어 先進國 특히美, 日에 따라가기 위해 이 분야의 技術開發 育成을 위해 전력을 다하고 있어 장래가 촉망되고 있다. 그러나 워낙 半導體 産業 技術의 發展速度가 빠르며 開發해야 할 課題가 허다할 뿐만 아니라 國際的인 經濟成長의 둔화를 비롯하여 資源, 에너지의 制約 및 貿易競爭의 심각화 등의 악조건이 수반하고 있으므로 이를 극복하기 위해서는 政策當局과 더불어 產學協同體制로 一面競爭, 一面協力的 獨自的인 戰略으로 半導體産業의 발전에 노력을 경주해야 할 것이다.

이러한 時點에서 오늘날의 半導體産業에서의 世界的인 추세와 美, 日 先進國의 半導體技術面에서의 특징 및 潛勢를 비교·분석하여 우리나라가 차지하고 있는 半導體 技術의 現況과 展望을 탐색하기로 한다. 이것은 앞으로의 우리나라 半導體産業技術의 推進方策을 음미하는 면에서도 的의있는 일이라고 본다.



앞으로의 반도체 기술개발연구는 더욱 자본집약적으로 될 것이다.

## 2. 半導體産業 技術의 國際的인 動向

컴퓨터 技術 및 各種 電子工業의 基礎가 되는 半導體 技術에 있어서 우선 世界的으로 사용되는 半導體 素子の 生産은 그림 1에 나타낸 바와 같이 IC를 중심으로 해마다 급격한 신장률을 나타내고 있으며 디스크리이트는 연간 5~8%의 신장률이지만 IC 전체는 수년간 연평균 20% 前

年平均成長率	I C	(MOS)	個 別	光素子
'79~'83	21.2%	25.9	7.5	24.8
'84~'88	19.8	23.5	4.9	20.5

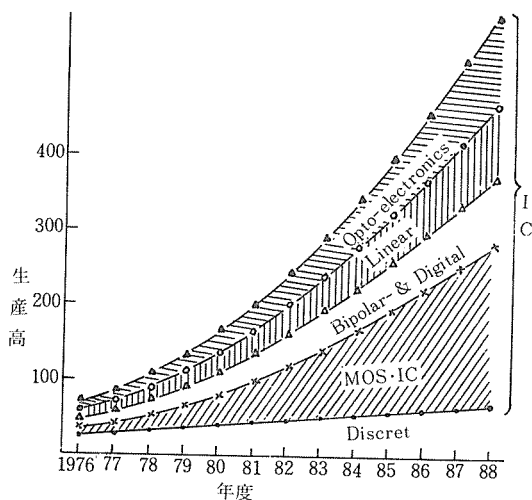


그림 1. 國際的인 半導體 素子の 生産實績과 今後的 生産豫測

後이며 그 중에서도 MOS IC는 연간 25%로 신장하고 있으며 이 傾向은 당분간 계속되리라고 본다.

한편 半導體 素子에 사용되는 Si Wafer는 그림 2에 나타낸 바와 같이 半導體 素子の 신장과 더불어 증가하고 있으며 금년의 消費量은 1980 年の Si 消費量의 거의 2배가 될 것이 예상되고 있다.

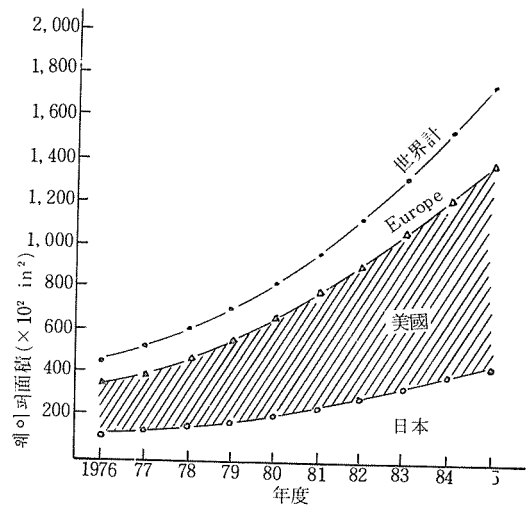


그림 2. Si 웨이퍼의 消費實績과 豫測

반면에 半導體 Device의 동향은 低價格化의 요구가 해마다 간절해짐에 따라 하나의 Si 칩 위에 여러 素子數를 올린 IC가 1950년대後半에 개발된 이래 IC에서 LSI, VLSI로 발전하여 低電

力化, 高速化, 高密度化 등과 아울러 高信賴性 이 강하게 요구되어 왔으며 이와 더불어 그림 3 에 나타낸 바와 같이 LSI, VLSI에 사용되는 Si 材料에 대해 大直徑化, 微小欠陷對應, 超平坦度 加工 등 結晶品質 및 加工技術의 향상에 대한 요구가 해마다 엄해져가고 있다.

IC→LSI→VLSI는 小型 시스템을 Si칩 위 에 實用한 것으로 이미 實用段階에 들어가 있으며 IC 메모리의 容量은 더욱 증가하여 이들 半 導體는 모든 분야에 침투하여 高機能化→集積化 向上→機器의 小型化에의 싸이클이 되풀이 되어 가면서 끊임없이 발전해 나가고 있다. 高成能의 예가 마이크로 프로세서이며 高集積化의 예가 VLSI이다.

디바이스의 動向

低價格化	Si 結晶技術動向	品質項目	CZ	FZ	EP
低電力化		大直徑化	◎	△	○
高速化		結晶의 微小欠陷對策	○	△	◎
高密度化		超平坦度加工化	○	○	—
高集積化		抵抗率의 均一化	○	△	◎
		高抵抗率化	△	◎	○
	갯타링加工	◎	△	○	

結晶製法과 適應度

그림 3. IC, LSI 디바이스 動向과 이에 수반되는 結晶技術 動向

특히 素子數가 10萬개 이상인 VLSI의 代表는 1984년부터 美國과 日本이 先驅的으로 商用化한 256K Bit 메모리이다. 이 메모리는 數 mm角의 Si片내에 約 60萬개의 Tr 등의 素子를 埋込한 本格的인 VLSI이다. 그러나 이 256K Bit가 등장하기 시작한 84年度 초에 그 4배의 記憶容量을 가진 1M Bit 메모리를 美, 日이 잇따라 발표하여 컴퓨터 발전에 크게 기여하고 있다. 현재 1 M Bit用은 實用化 研究段階에 있어 半導體 프로세스開發의 焦點은 완전히 4M Bit 프로세스로 移行하고 있다.

따라서 오늘날에는 IC 메모리는 K Bit時代에서 M Bit 時代로 移行되어가고 있는 중이다. 이와 같은 IC 메모리는 3년에 4배의 속도로 크게 발전되어 가는 추세에 있어 1987년에는 素子數가 約 1,000萬개인 4M Bit, 2,3年後인 1990

년에는 素子數가 約 4,000萬개의 16M Bit 메모리가 등장하게 된다.

만일 에 이와 같은 흐름이 계속되면 1983년에는 IC 메모리의 素子數는 1億個를 돌파하게 되어 1986년에는 記憶容量이 100M Bit의 IC 메모리가 출현하게 된다.

참고로 Si半導體의 원가와 신뢰성 및 集積度의 年次的인 變化를 圖示하면 그림 4와 같이 급변한 양상을 나타내고 있다.

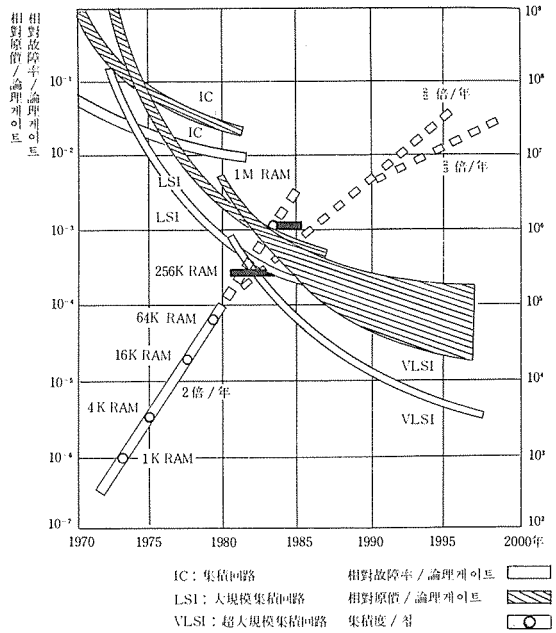


그림 4. 半導體의 原價, 信賴性, 集積度의 變化

이와 같은 半導體의 低廉化, 高信賴性, 高集積化로 인해 IC가 출현되고 아울러 이 IC에 의해 지금까지의 복잡한 오퍼레이션의 단순화가 가능해져 가령 컴퓨터로 通信 네트워크를 이용하여 分散處理하게 되었으나 그 기초는 이 IC의 테크놀로지에 의해 종래의 集中方式에서 分散方式으로 오퍼레이션들이 변모해 가게 된 것이다.

그리하여 單一製品으로서 최대의 市場을 갖는 D-RAM은 격심한 경쟁이 전개되는 VLSI 技術開發의 牽引車로 되어 이제 256K Bit의 量産體制를 맞이하여 1M Bit는 熾烈한 開發競爭의 기미를 보이고 있다.

上述한 VLSI에서의 256K 메모리(D-RAM)에서는 最小 패턴치수는 1μm에 가깝고 1M (D) RAM에 1μm, 次期 4M, 16M(D) RAM

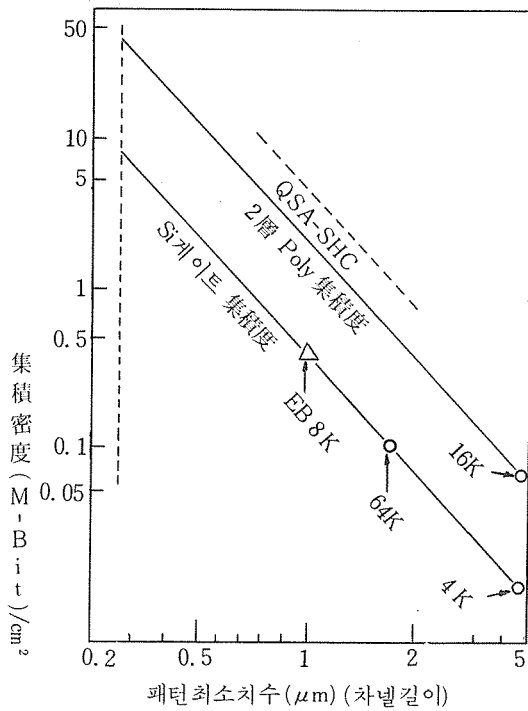


그림 5. 外插에 의한 치수와 集積度와의 관계 豫測

에서는 微細加工 치수에서는 Sub- $\mu$ m 時代에 들어가고 있다.

그림 5는 微細加工 치수와 集積度와의 관계를 나타낸 것으로 두 實線은 종래 발표되어 있는 메모리 集積度와 사용된 MOS 트랜지스터의 채널 길이와의 관계를 두 技術에 대해 단순하게 外插한 것이다.

두 技術의 中間 정도를 취하면  $1\mu$ m의 最小치수에 대한 集積度  $1\text{M Bit/cm}^2$ 로 된다. 따라서 이 정도의 集積도라면  $1\mu$ m이며 더욱 高集積도 Margin을 취한다면 Sub- $\mu$ m의 패턴을 정확하게 형성하여야 한다. 따라서 Mega Bit 時代로 移行하기 위해 이 분야의 研究가 美, 日에서 활발하게 進行되어 현재는 集束 이온비임(Focused Ion Beam; FIB)에 의한 패턴링이 주목을 받기 시작하고 있다.

한편 이와 같은 VLSI 技術開發에 수반하여 電荷轉送素子(C. C. D), Bubble 메모리 등의 新機能素子が 出現되어 앞으로 VLSI 技術의 應用에 의해 각종 메모리나 스위치의 單價引下가 가

半導體產業의 成長度		(年) 1950	1960	1970	1980	1990
		黎明期	搖籃期	成熟期	爛熟期	
半導體 디바이스	유니폴라 트랜지스터	1948년 接合型 트랜지스터	1959년 IC	1970년 I <sup>2</sup> L	→	
	접합 게이트		1951년 接합 게이트 트랜지스터	1971년 縱型 接合 트랜지스터	→	
	絶緣 게이트		1957년 絶緣 게이트 트랜지스터	1960년 MOS 型 트랜지스터 → MOSIC	1970년 電卓用 MOSLSI	1971년 마이크로 컴퓨터
	구체적으로 特許에 나타난 技術	接合型 Tr (1948년) 點接觸型 Tr (1947년)	接合 게이트 Tr (1951년) 싸이리스터 (1952년) 메사형 Tr (1955년) 터널 다이오드 (1957년) 킬비特許 (1959년) MOS 型 Tr (1960년) 에피탁살 (1961년)	半導體 레이어 (1962년) C-MOS Tr (1963년) Si 게이트 Tr (1966년) 浮遊 게이트 (1967년) 小型 電卓 (1967년) MNOS 메모리 (1967년)	CCD (1970년) I <sup>2</sup> L (1970년) S-1 Tr (1971년)	1 ½ 마이크로 (1971년)
處理 技術	合金接合 (1948년) 擴散接合 (1949년) 이온注入 (1950년) 에피탁살 (1951년) 존멜트 (1951년)	포토에칭 (1957년) 프레나特許 (1959년)	LTP (1963년) SOS (1964년) 燐處理 (1964년) MOP (1965년) LOCCOS (1966년)	PCT (1970년) X線分光 (1972년)	CDE (1975년)	

그림 6. 주된 半導體 特許의 흐름

능해져 가령 通信에서의 디지털化를 通信端末에 까지 또 情報處理의 分散化를 한층 促進시켜 가까운 將來에 새로운 巨大한 市場開拓에 連繫될 것으로 본다.

금후 半導體素子の 集積度에서의 超高度化가 어떻게 進行되어 가는지 큰 課題로 되어 있다.

### 3. 美, 日의 半導體 技術의 비교

前述한 半導體 技術의 國際的인 추세에 있어 이 方面에서 最先端을 달리고 있는 美國과 日本兩國의 半導體 技術을 對比해 가면서 두 나라의 長短點을 음미해 보기로 한다.

우선 半導體 技術의 획기적인 주된 특히는 역사를 나타낸 그림 6에 의하면 그 거의가 美國人에 의한 것이며 日本은 주로 外國에서의 技術에 의해 半導體 技術水準의 向上에 노력해왔다. 즉 1960~70年代 前半에는 美國의 半導體産業의 技術力이 日本을 훨씬 상회하고 있었으나 日本 政府 當局의 強力한 지원아래 長期國家目標에 의한 研究開發이 政府의 참여나 지도를 받아 推進되면서 막대한 政府資金이 그 研究開發에 활용되어 특히 通商省의 工業技術院을 중심으로 VLSI 研究組合이나 각종 半導體系列의 研究所를 통해 研究가 進展되어 그 結果 오늘날에는 美國과의 技術隔差는 급속하게 축소되어 最新銳의 IC라 할 수 있는 64K RAM 메모리에 있어서는 그림 7에 나타난 바와 같이 精密作業이 關鍵이 되는 하드웨어적인 製品에 있어서는 드디어 美國을 앞질러가는 強點을 보이고 있다.

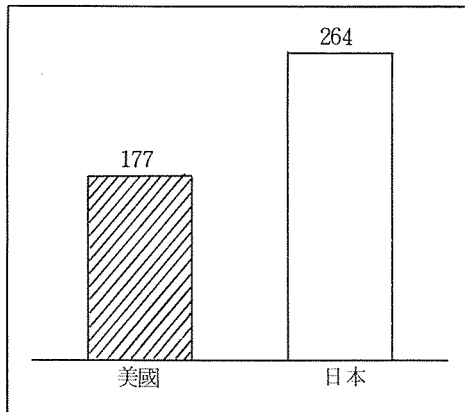


그림 7. 64K RAM의 出荷額(單位 1,000부)

아울러 VLSI開發에 있어서도 표 1에 나타난 바와 같이 日本은 美國과 어깨를 나란히 精力的으로 그 研究開發을 實施하여 상당한 성과를 올리고 있다.

한편 美國은 종래부터 확립된 技術基盤을 토대로 各企業에서 VLSI 開發을 실시하고 있는 외에 日本 半導體産業界가 日本 政府의 원조에 의한 VLSI開發을 推進하고 있는 것에 刺戟되어 표 1에 나타난 바와 같이 美國防省의 國家프로젝트인 VHSI(Very High Speed Integration) 계획아래 超高速 IC의 開發을 推進시키면서 상당한 성과를 얻어 半導體 技術開發의 最先端을 달리고 있다.

표 1. 美·日의 VLSI 計劃

	美 國	日 本
開發 期間	1976년부터 6년간	1976년부터 4년간
政府助成開發資金	2.0억弗	1.5억弗
開發 內容	VHSI (Very High Speed Integration) ● 論理디바이스 clock×gate수>3×10 <sup>12</sup> (例) Bipolar, 30Kgate 200MHz MOS, 150Kgate, 30MHz ● Memory 디바이스 2M 비트 ● 最小線幅 0.5μm 칩면적 1cm 角 ● 溫度範圍 -55~+125℃ ● 信頼性 0.1%/1,000시간	VLSI 技術研究組合에서 VLSI 技術의 研究開發을 실시 ┌ 共同研究所 ├ 2 그룹研究所 └ ● 次世代 컴퓨터用 VLSI素子 開發을 위한 基礎技術이 主體 ● 技術內容 ① 微細加工技術 ② 結晶技術 ③ 設計技術 ④ 프로세스 ⑤ 試驗評價技術 ⑥ 디바이스技術

그러나 VLSI의 第1世代라고 할 수 있는 64K Bit 메모리 素子에 있어서는 前述한 바와 같이 美, 日 企業의 出荷時期가 거의 같으며 이 方面에서의 美, 日의 技術隔差는 축소되었을 뿐만 아니라 일부에서는 日本이 앞서고 있다.

또 그림 8에 나타난 바와 같이 半導體 技術에 관련된 論文의 採擇審査가 대단히 엄하여 高度의 技術 獨創力이 요구되는 國際 固體回路 會議에서도 日本國의 論文의 採擇이 급증하고 있는 것 등으로 미루어 볼 때 日本의 研究水準의 質的 向上은 현저하며 國際的인 貢獻度도 향상되고 있

다.

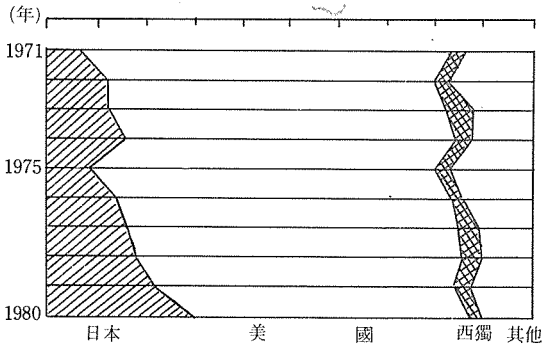


그림 8. 國際 固體回路會議 採擇 論文의 國別 比率의 推移

따라서 美國系의 半導體企業은 軍당국이나 NASA(美 航空宇宙局)의 강력한 지원하에 1978년에 있어서 世界의 IC市場의 占有率이 7割 가까이 차지하여 日本의 2割前後에 비해 壓倒的인 優위에 있었던 것이 근래에 와서는 美國市場에서의 日本製 IC의 경쟁력이 강화되어 감에 따라 美國에서는 위기감마저 감돌고 있는 상태이다.

이와 같이 日本의 半導體製品 경쟁력의 강화는 後述하는 바와 같이 그들의 IC製品의 品質管理 등의 부분적인 技術에서 美國에 대비하여 優位에 있다고 할 수 있다. 그러나 美, 日 兩國의 半導體製品의 構造面에서 보면 美國은 産業用 및 軍需用機器가 6割 이상의 큰 비중을 차지하고 있는 것에 비해 日本은 家庭用 電子機器가 5割 이상을 차지하고 있어 日本의 半導體工業은 家庭用 技術에 있어서는 世界의 先端을 달리고 있지만 産業用에서는 美國에 대해 뒤떨어지고 있다. 그 이유는 前述한 바와 같이 美國에서는 거대한 軍部需要나 宇宙關聯 需要에 뒷받침되어 모험이 크게 뒤따르는 先端的인 技術이 발전하여 이 波及效果에 의해 産業用技術의 水準이 높아진 것에 비해 日本에서는 技術적으로도 後發國이므로 企業은 冒險이 큰 先端分野의 技術開發보다 이미 開發된 外國技術을 導入하여 그 應用技術의 開發이나 製品競爭力の 확보에 필요한 합리화, 省力化, 品質管理 등의 技術의 充實性에 치중하였기 때문에 家庭用 技術의 水準이 높아지고 家庭用 電子機器의 國際競爭力이 뒤따르는 것이라고 생각된다.

이상 美, 日 兩國의 半導體 技術力의 概況을 대비해 보았으나 兩國의 技術發展의 배경이 달라 이를 음미해 보기로 한다.

### 1) 美國의 경우

美國의 半導體産業의 技術力은 1960年代에서 1970年 前半까지는 압도적으로 日本을 능가하고 있었다. 그러나 1970年代 中半부터 日本과 政府當局이 頭腦集約的인 半導體 技術에서 美國을 Catch up 할 것이라는 長期 國家目標을 설정하여 정력적으로 주력한 이래 폭발적인 發展을 이루게 되자 서서히 美, 日間의 半導體 技術力의 격차가 축소되어 오늘날에는 대등하게 되었다. 이에 여러가지 원인이 있겠으나 우선 원래 美國人의 國民性이 대단히 獨創的이고 開拓精神이 넘쳐 모든 새로운 일이나 研究開發에 항상 長期的인 眼目아래 꾸준히 파고 들어가는 氣質을 갖고 있다.

따라서 半導體 技術도 美國의 각 企業들이 別個로 獨창적인 半導體 技術을 開發하였으나 企業들간에 重複研究가 많았고 아울러 설계에서 판매까지의 實用化期間이 상당히 길다. 이에 반해 後發國인 日本은 政府의 강력한 지원아래 企業間의 共同研究開發이나 技術의 相互利用에 의해 大量生産을 短期間에 이룰 수 있었다. 특히 64K DRAM에 있어서는 日本이 이의 大量生産을 開始하자 前記한 그림 7에서 본 바와 같이 이 方面에서 美國은 완전히 日本에게 추월당하고 말았다.

이와 같이 日本의 IC 64K DRAM의 量産技術이 美國을 능가하게 된 최대 원인은 工場의 生産性 向上에 있다고 본다. 즉 美國의 半導體 企業은 組立部門을 거의 東南亞의 노동력에 의존한 것에 대해 日本은 自國에서 할 뿐만 아니라 이를 위한 自動化를 試圖하여 品質이나 信賴性面에서 手工業製品보다 向上시켜 規格合格品の 製造效率을 向上시켜 저렴화에 기여시켰다.

이 64K DRAM의 開發을 계기로 日本은 다른 半導體 製品分野에서도 先驅的인 技術力을 수반하게 되고 向上시켜 더욱 躍進을 거듭하게 되었다. 또 다른 요인으로는 研究開發費의 充當率의 격차이다. 즉 日本에서는 半導體産業의 매상고에서 차지하는 研究開發費의 充當률이 13~16%인데 비해 美國은 10%에 불과하다. 그러나 1970年代 後半부터 參與의식(Participation)과 自己

完成意識(Achievement)이 강한 美國人인지라 美國政府는 강한 美國의 再建을 앞세워 世界的 技術的 先驅者로서의 地位를 堅持하려고 國家的인 High Technology Project를 세워 推進하기 시작하였다. 가령 美國政府內에서도 最大豫算을 지니고 있는 Pentagon(國防省)은 前記한 포 1에 나타난 바와 같이 1978年 10月부터 「VHS(超高速) IC 프로젝트」라는 대규모적인 6年 계획을 발족시켜 정력적으로 추진시키고 있다. 이것이 완성되면 컴퓨터나 그 周邊技術은 그 양상을 일변할 것으로 보이며 그 到達目標은 아래와 같다.

① 最低 2M Bit RAM의 開發

② 0.5 $\mu$  單位의 프린트 配線이나 加工이 短時間에 大量으로 行해질 수 있는 超微細加工 技術의 開發

한편 業界는 業界대로 SRC(半導體 研究組合)를 설립하여 중요한 尖端의인 研究를 추진시켜 그 결과 그 성과와 코스트를 共有하며 아울러 研究의 重複에 의한 낭비를 억제하는 등 성공을 기하고 있다. 이 組合의 目標은

① 美國의 大學과 契約하여 半導體 研究를 추진한다.

② 그 契約를 통해 大學院生이나 教授陣의 半導體 研究에 的 참가를 촉진하며 아울러 半導體 研究에 참여하는 學生數를 증가시킨다.

③ 大學의 研究設備를 最新化시켜 그 부족을 緩和한다.

등에 있다. 따라서 원래 포텐셜이 높은 美國인 지라 앞으로의 美國의 半導體 技術의 비약적인 발전이 기대된다.

2) 日本의 경우

前述한 바와 같이 日本의 半導體 技術은 1960年 代에서 1970年 代 前半까지에는 美國과 的 격차가 심해 後進性을 면치 못했으나 1970年 度부터 日本 政府 當局의 일관된 産業政策 즉 Target 政策에 의해 輸入割當이나 外貨의 배제라는 수단을 통해 日本의 半導體 産業을 보호해 왔으며 아울러 半導體 技術開發에 있어서도 美國의 個別 技術開發에 비해 日本은 企業間의 共同研究開發이나 技術의 相互利用으로 大量生産을 촉진해 왔다. 그 결과 半導體 産業에서의 技術力을 향상하게 되고 이에 따라 生産設備도 건설하면서 半導體

體製品의 輸入을 효과적으로 제한하는 한편 輸出드라이브를 걸면서 自國內市場을 安定的으로 支配하기에 이르렀다.

특히 共同研究開發인 경우 參加企業끼리의 競爭없이 그 研究成果를 분할하여 世界市場에서의 競爭力을 向上시켜 美國보다 2年 늦은 1960年 代末에 IC를 開發한 이래 오늘날은 半導體技術의 美國에 대한 Catch Up 時代는 지나 지금까지 마스터한 技術의 收穫期를 맞이하고 있으며 製品의 構造面에서도 차츰 美國과 같이 工業用 웨이트도 높아져 家庭用과 産業用이 半半으로 되었다.

이리하여 日本의 半導體 技術은 처음에는 美國의 原型을 빌려 시작하였음에도 불구하고 오늘날과 같이 日本自體의 독특한 近代技術을 發展시킨 그 바탕은 日本의 國民性에 있다고 본다. 즉 小型加工品을 좋아하고 緻密하고 緻細한 日本人들의 기질과 또한 儒敎의 침투에 의해 近代化能力이 발생하였다고 볼 수 있다. 원래 日本의 企業은 전통적으로 日本의 武士階級에 의한 現場優先主義에 있다. 武의 基本은 自己 스스로가 몸을 움직인다는 것에 있으므로 이 전통이 肉體勞動을 輕視하는 풍조가 나타나지 않고 오늘날의 企業에 이어져 많은 業種에서 優秀한 理工系學部 卒業生들이 대거 生産現場에 투입 배치되어 模倣技術의 습득 및 技術의 蓄積 및 改善에 힘써 왔으며 이 點이 理工系 出身이 바로 研究 또는 設計의 職務에 配置되는 美國의 경우와는 다른 것이다.

그러나 模倣大國인 日本은 새로운 技術의 실용화와 개량에는 강하나 創造해내는 것에는 약한 것 같다. 가령 美國에서의 實用化技術의 成功率은 0.6%이나 日本에서는 70%이다. 이것은 日本이 美國의 開發對象物을 보고 成功 可能性이 높은 것만 택해 開發하기 때문이며 이와 같이 新製品의 開發은 하지 않으나 外國의 製品화된 것을 改良하고 製品의 品質을 向上시키는 點에서는 拔群의 力量을 發揮하는 것이 日本人이다. 前記한 그림 7에서 본 바와 같이 64K RAM 등 精密作業이 關鍵이 되는 Hardware적인 製品에서는 強點을 나타낸다. 이것은 美國의 경우 前述한 바와 같이 組立工程은 低質인 後進國에서 行해 왔으나 日本은 自國에서 組立하되 IC와 케이스를

연결한 自動 Bonder 를 開發하여 手工業에 의한 不均一性과 不安定性을 현저하게 감소시켜 획기적으로 品質을 향상시킨 결과이다.

또 LSI를 多用한 컴퓨터가 간혹 原因不明의 誤動作을 일으키나 美國에서는 그 원인을 철저히 규명하여 결국 패킹물인 세라믹에서 나오는 放射線이 원인이라는 것을 밝혀내었으나 日本은 이를 역이용하여 LSI 신뢰성과 품질 향상에만 몰두하여 不良率이 美國의 것이 1%를 상회하는

데 반해 日本의 것은 0.1%를 下廻하게 되어 LSI의 世界市場을 석권하고 있다. 이러한 양상은 물론 日本의 尖端技術研究所에서도 그렇다. 日本의 國策研究機關인 VLSI研究所에서도 그림9에 나타난 바와 같이 새로운 VLSI의 開發은 전연없고 거기가 新技術의 實用化와 改良에만 집중되고 있다. 따라서 日本의 半導體 技術은 손으로 하는 精密作業은 강하나 頭腦를 활용하는 半導體 Software分野에서는 美國과의 격차가 아주 크다.

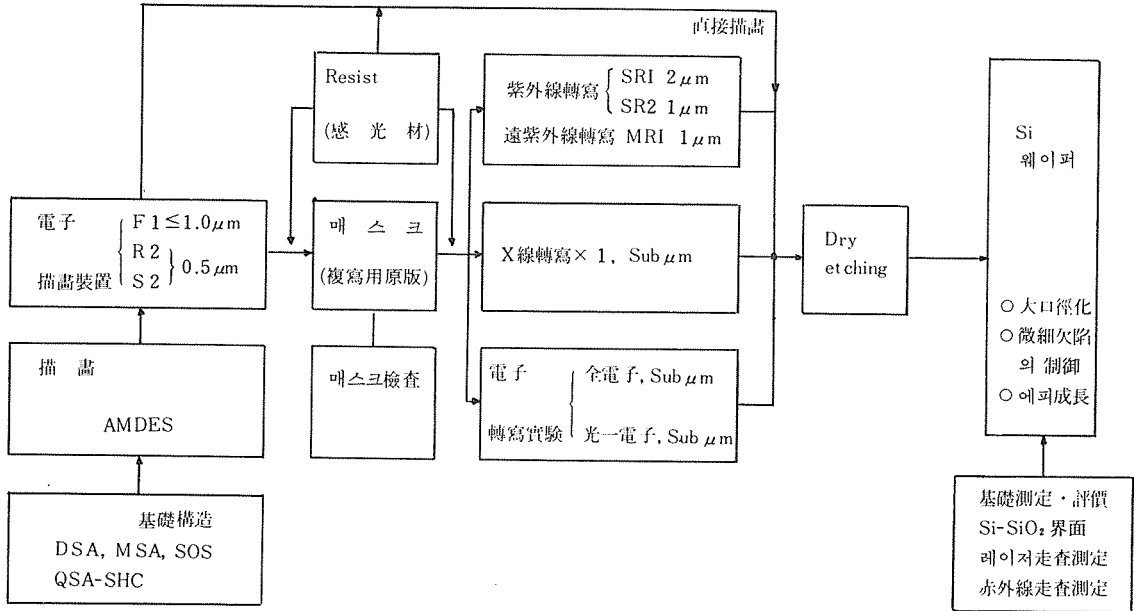


그림 9. VLSI 共同研究所에서 開發한 基礎的·共通의 技術의 概要

예컨대 그림10에 나타난 마이크로프로세서의 경우처럼 Software가 關鍵이 되는 분야에서 아직도 美國에 비해 훨씬 落後되고 있는 상태이다. 그러나 현재 이 점을 각성하여 獨創性 研究開發에 注力하고 있으며 앞으로 두고봐야 할 것이다.

#### 4. 結論

이상으로서 오늘날의 美, 日 兩國의 半導體 技術의 概況을 대비해 보았으나 요컨대 과거 30年 間의 半導體 技術의 폭발적인 成長이나 成功은 정력적인 研究開發에 기인한 것이며 그 연구들이 새롭고 급속하게 進歩하는 技術 및 새로운 製造法이 案出되는 등 半導體産業은 앞으로도 급속하게 변모해, 研究開發에 의존할 것이며 國際

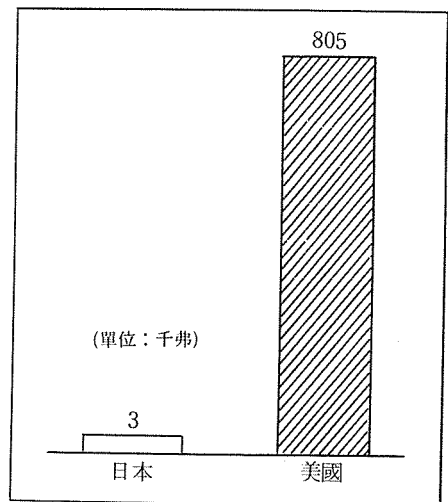


그림10. 16Bit 마이크로 프로세서의 出荷額



的인 競爭은 더욱 치열해 질 것이다. 특히 어떤 나라의 앞으로의 컴퓨터, 데이터通信, 로보트, 宇宙航空産業 등의 하이테크 産業의 水準을 決定 짓는 것은 半導體라고 할 만큼 대단히 중요한 尖端技術이니만큼 우리나라에서도 政府 當局이나 企業에서 美, 日의 장점만을 取合하여 半導體 技術에 관련된 研究開發의 Level Up에 노력을 傾注해 주었으면 한다. 發展하는 半導體産業은 新規雇用을 創出하는 잠재력을 지니고 있으며 아울러 安全保障, 生産性的의 向上이라는 國家

目標에도 기여하는 바가 클 뿐만 아니라 우리나라 國民生活의 質的인 향상을 招來하는 귀중한 資産임을 인식하여 육성시켜 주었으면 한다.

아울러 앞으로의 半導體 技術開發 研究는 더욱 資本集約的으로 되므로 個個의 企業이나 研究所의 能力을 증가하는 大型研究가 불가피하게 되니 參與 企業이나 研究者는 既成概念에 사로잡히지 않고 國家的인 規模로서 有機的인 協同體制아래 자유로운 發想의 展開나 創造的인 技術開發을 추진해 나가기를 바라는 바이다.

- 열사용기기를 선택할 때는 「KS」, 또는 「열」자가 표시된 규격품을 쓰자.
- 아파트 난방에도 열량계를 붙이자.