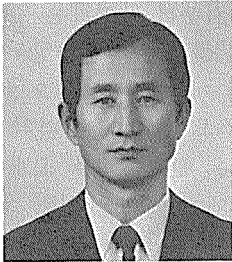


國內 半導体産業의 問題點과 対応方向



柳 遠 榮

韓國電子(株) 社長

반도체기술의
발전을 토대로
컴퓨터기술과 통신기술의
결합·발전으로 출현하게 된
정보화사회는 현대사회의 특징이다.
그 기본이 되는 반도체산업에서는
주변 관련산업의 연구 개발 투자,
전문 기술·기능 인력의 양성,
다양한 제품 개발의 노력,
첨단 제품 편중의 지양 등을
개선해야 할 문제점으로
들 수 있다.

I. 머리말

1948年 트랜지스터의 發明으로 등장하게 된 半導体技術은 그후 40여년 동안 눈부신 발전을 하면서 社会的·經濟的으로 많은 영향을 끼쳤다. 우리는 현재 第2의 産業革命이라고 하는 과도기에 살고 있는데, 이 第2의 産業革命을 거쳐 工業社會는 情報化社會로 이행되어 갈 것이다. 情報化社會는 컴퓨터技術과 通信技術이 고도로 발달함으로써 나타나게 되는 社會인데, 컴퓨터技術과 通信技術의 급속한 발달은 半導体技術의 발달이 없이는 이룩될 수 없는 것이다.

또한 半導体技術의 進歩는 電子産業의 고도화는 물론 他産業에 미치는 영향도 매우 크다. 현재 半導体가 사용되지 않는 電子機器는 거의 없는데 半導体的 사용은 製品을 小型化, 輕量化시킬 뿐만 아니라 信賴性을 높여주고 다양한 機能을 갖게 해주며, 他産業에서도 半導体를 활용함으로써 각종 機器의 精密化와 自動化가 이루어지고 있다. 이처럼 産業의 核으로 등장한 半導体産業은 트랜지스터 時代로부터 IC, LSI, VLSI 時代로 技術이 進歩하는 과정에서 다음과 같은 현저한 特性을 보여주고 있다.

첫째, 半導体産業은 裝置産業으로 막대한 設備投資를 필요로 한다. 製造工程이 복잡한데다 集積度가 향상됨에 따라 設備投資의 규모는 더욱 巨大化하는 경향을 보이고 있다. 이 때문에 半導体産業의 売出額에 대한 設備投資比率은 20% 정도로 他産業에 비해 대단히 높다.

둘째, 半導体産業은 知識集約型産業으로 研究開發分野가 電子工学에만 한정되지 않고 物理, 機械, 電氣, 化工, 材料工学, 시스템工学 등 광범위하게 미치고 있어 研究開發投資 또한 막대하다.

셋째, 技術革新의 속도가 대단히 빠르며 製品의 Life Cycle 또한 매우 짧다. 64KD RAM을 예로 들면 발표된 후 4年만에 쇠퇴기에 접



반도체산업 취약점은 소재 및 부분품의 수입의존도가 높다는 것이다.

어 들었다. 바꿔 말하면 이는 4年이내에 量産体制를 갖추고 利益을 확보해야 한다는 것이다. 앞으로 技術의 進歩는 더욱 빨라지고 製品의 Life Cycle도 더욱 짧아질 전망이다.

네째, 半導체産業은 量産体制가 대단히 중요한 産業이다. 生産量이 2倍가 되면 28%의 原價引下가 가능하다는 결과가 나와 있다. 따라서 早期에 量産体制를 확립함으로써 價格引下를 실현할 수 있고 시장 점유율을 높일 수 있으며 利益을 확보할 수 있는 産業이다.

이러한 半導체産業의 特性에 비추어 볼 때 半導체産業을 리드해 가고 있는 日本의 半導체産業과 비교하여 우리나라의 半導체産業의 現況은 어떠한가, 어떠한 問題點을 안고 있는지 살펴보기로 한다.

II. 日本의 半導체産業

半導체技術은 트랜지스터의 원리를 發明한 美國이 宗主國이었으나 이 技術을 이어 받은 日本이 半導체大國으로 성장하고 있음은 우리의 현실적인 対応方向을 모색함에 있어서 중요한 意義를 갖는다 하겠다. 日本의 半導체産業의 발전 과정을 보면 몇가지 특징적인 점이 지적되고 있다.

첫째, 日本의 半導체技術은 철저한 품질추구

에 의한 量産技術로 VLSI 시대를 맞이하여 그 眞價가 발휘되고 있는 점이다.

量産技術으로써 半導체의 微細加工 제조환경의 유지를 위한 淸淨化技術과 그의 관리방법, 製造工程의 능력을 設計에서부터 반영하는 철저한 製造化技術, 美國의 裝備技術을 모방한 것이나 이를 성능면에서 보다 개량·확용해 오면서 取率極大化·철저한 코스트 관리로 가격의 경쟁력을 유지하고 無缺點의 완전품질을 追求해 온 것 등은 品質·코스트에서 세계 제일의 優位性을 확보하는 원동력이 되었다.

둘째, 日本의 半導체산업은 家電, 특히 民生用製品 개발에서부터 시작하여 차츰 通信·컴퓨터用 등 첨단제품으로 점진적인 기술혁신을 도모해 왔다는 점이다.

세계, 日本의 半導체 메이커는 美國과 같이 단독적인 기업으로 존재하지 않고 家電·컴퓨터·通信으로 엮어지는 종합메이커의 사업의 일부로 존재하며 개발력의 집중, 응용제품의 創出과 아이디어 실현을 위하여 企業·그룹 전체의 통합된 戰略의 뒷받침된다. 또한 會社內에서 素材에서부터 關連산업까지 통합이 되어 있어서 견고한 事業基盤이 마련되어 있다.

네째, 日本의 半導체산업은 官民一體의 육성에 의한 것이라고 할 수 있다. 美國에서 IC 開發의 성공 발표가 1958年인데 이로부터 3년 이후인 1961년에 바로 IC 기술을 도입함과 동시

에 草創期부터 日本政府는 IC 산업의 중요성을 인식하고 각종의 진흥시책을 제정하였다. 육성 수단으로 대형프로젝트제도, 중요 기술개발비의 보조, 설비투자의 우선 용자, 稅制面의 우대조치, 국내산업을 육성·보호하기 위한 輸入半導体の 行政指導 및 제한조치 등이 그 예이다.

이러한 특징을 지니고 있는 日本의 半導体産業은 1980년부터 시작된 64K DRAM의 전반기에 美國의 시장을 석권하기 시작하였다. 일본의 반도체는 미국시장에서 14% 정도를 차지하고 있는데 곧 20%를 넘어설 예정이며, 세계시장에서 日本의 半導体는 40% 정도를 차지하고 있다. 이러한 현상이 이른바 최근의 美·日半導体貿易 마찰을 일으킨 요인이 되고 있다.

Ⅲ. 우리나라 半導体産業의 現況

우리나라의 半導体産業은 1960年代 後半 美國의 半導体業체들이 단순 組立生産을 위하여 우리나라에 진출하면서부터 시작되었다. 그 동안 계속 단순 組立위주로 발전해 오던 半導体産業은 1970年代 후반에 들어서면서부터 웨이퍼 加工生産의 중요성이 크게 인식되기 시작하였으며 1980年代에 들어 이를 위한 設備投資가 대대적으로 이루어지게 됨에 따라 國內 半導体産業은 눈부신 成長을 이룩하였다.

지난해에는 세계적인 반도체 경기침체로 국내 반도체산업도 부진을 면치 못하였으나 1978년부터 1984년까지 需給推移를 살펴보면 年平均 25% 이상의 높은 實質成長을 기록했다. 그러나 輸出比率과 輸入依存度を 살펴보면, 輸出比率은 90%를 상회하며, 輸入依存度を 살펴보면 약 50%에 이르고 있다. 이는 우리나라 半導体産業의 構造的 특징을 나타내는 것으로서 단순 組立生産된 제품이 거의 全量이 輸出되기 때문에 國內에서 필요한 제품은 대부분 輸入해야만 하는 현실을 반영한 것이다.

半導体産業의 貿易収支는 1981년까지 계속 적자를 겪어 오다가 최근에야 貿易赤字에서 탈피할 수 있는 가능성을 보이기 시작했으나(表1참조), 과거에 계속적으로 貿易赤字를 면치 못했던 것은 半導体製品 生産을 위한 素材 및 部分

품을 대부분 輸入해야만 했기 때문이다.

表 1. 半導体産業의 貿易収支推移

單位：百萬달러(經常價格)

區 分	1978	1980	1982	1984	1985
輸 出	321	445	624	1,187	1,062
個別素子	99	124	126	210	179
I C	222	321	498	977	883
輸 入	332	459	582	1,151	1,004
個別素子	43	46	45	92	80
I C	44	81	88	245	261
素材 및 部分品	245	332	449	814	663
貿易収支	-11	-14	42	36	58

資料：EIAK, 「電子·電氣工業統計」

따라서 이들 素材 및 部分品을 제외한 完製品만의 貿易収支를 본다면 압도적인 黒字를 보여왔다. 그러나 素材 및 部分品 輸入을 제외한 貿易収支는 중요한 의미를 갖지 못하며, 우리나라의 半導体産業이 단순 組立위주에서 탈피하고 素材 및 部分品産業이 發展해야만 지속적인 貿易黒字를 유지할 수 있을 것이다.

우리나라 半導体技術 수준은 256K DRAM이 개발되었으므로 상당한 수준에 올라있다고 볼 수 있으나 아직도 취약한 면이 많다.

半導体素子の 製造工程은 대체로 設計工程, 마스크製造工程, 웨이퍼加工工程, 組立工程, 檢査工程 등으로 나눌 수 있는데, 현재 우리나라 半導体業界에서 가장 취약한 분야는 設計工程和 마스크 製造工程이다. 현재 우리나라의 半導体業체들은 독자적인 設計能力을 갖고 있지 못하며, 逆設計(Reverse Engineering)에 의한 複製設計 내지 應用設計 정도가 가능할 뿐이다. 이러한 기술적 취약성을 탈피하기 위하여 各業체에서는 設計技術을 開發·發展시키고자 부단히 노력하고 있다. 設計工程보다 더욱 취약한 分野가 마스크製造工程이다. 현재 우리나라에서는 마스크가 전혀 製作되고 있지 않으며 美國이나 日本에 製作을 의뢰하고 있는 실정이다. 그러나 웨이퍼 加工技術은 1980年代에 들어서면서 半導体産業에 대한 중요성을 실감하게 되고, 이에 따라 대대적인 投資가 행해지게 됨에 따라 급속도로 발전하게 되었다.

Ⅳ. 國內半導体産業의 問題点과 対応方向

세계의 半導体産業은 美國·日本의 선두그룹

과 그 뒤를 쫓고 있는 유럽의 몇나라 그리고 개발도상국 중 우리나라와 台灣 정도라고 생각되므로 우리나라도 上位에 속한다고 볼 수 있다. 또한 製品內容으로 봐서도 256K DRAM이 개발되었으므로 美國이나 日本에 2~3년 정도밖에 뒤지지 않았다고 자부할 수 있겠지만 다음과 같은 몇가지 問題點을 안고 있는 것이 현실이다.

첫째, 半導體産業을 뒷받침할 수 있는 주변산업이 유치단계에 있다는 점이다. 즉 초고순도 化工약품, 초고순도금속재료, 각종 제조장치를 위한 정밀기계공업이 매우 약하다는 것이다. 단기적으로는 他國에서 輸入해서 사용해도 되겠지만 차후 4M급의 반도체제품을 他國보다 먼저 開發하려면 化工약품, 금속재료, 제조장치 등을 개발하지 않는 한 선두를 달릴 수 없고 항상 뒤를 쫓는 결과가 될 뿐이다. 뒤를 쫓는 것은 첨단 반도체산업에서는 치명적인 약점이 된다. 첨단 반도체제품은 수명이 3~4년 정도에 불과하므로 1~2년만 늦게 개발되어도 벌써 그 가격이 매우 하락하여 開發費用의 회수가 불가능하기 때문이다.

따라서 半導體産業의 육성과 그 주변산업의 육성은 병행되어야 한다. 이를 위해서 정부의 研究開發費 보조가 시급하며, 國家의 基幹産業인 만큼 稅制上 혜택을 부여하여 충분한 對外競爭力을 갖추도록 하여야 한다. 또한 半導體産業은 資本集約적이기 때문에 設備 및 施設資金 등에 대한 金融上의 支援도 절대로 필요한 政策 중의 하나이다.

둘째, 專門技術入力和 經驗이 많은 技能人力이 매우 적다는 것이다. 技術人力의 確保策으로 가장 효율적인 方法으로는 業界의 自体養成이겠으나, 역시 大學에서 집중적으로 專門家를 養成하는 것이 가장 바람직하다고 본다. 한편 半導體業界의 실정으로 볼 때 技術人力의 養成에 못지 않게 經驗이 많은 技能人力의 양성이 시급하다. 半導體製品의 최후의 경쟁은 좋은 제조장치와 훌륭한 技能社員에 의한 収率(Yield) 다툼이기 때문이다. 따라서 國家的 次元에서 專門大學의 확충을 통하여 우수한 技能人力이 많이 배출될 수 있도록 정책적인 뒷받침이 마련되어야 할 것이다.

세계, 生産되고 있는 半導體製品의 品種이 다양하지 못하다는 점이다. 日本은 다이오드, 트랜지스터를 위시해서 產業界에서 필요로 하는 半導體製品이 전부 갖추어져 있으나 우리나라는 아직도 라디오, 카세트, TV용의 半導體製品도 100% 國産化가 이루어져 있지 못한 실정이다.

個別半導體와 集積回路의 生産比重을 表2에서 보면 韓國의 個別半導體 生産비중은 美國보다는 높으나, 日本 및 西歐諸國보다 현저히 낮은 수준에 머물러 있다. 개별반도체는 집적회로에 비하여 技術水準이 낮고, 投資危險性 및 投資規模가 작으며, 規模의 經濟로 인한 先發企業의 利點이 약하므로 韓國의 現狀件으로 보아 앞으로 國際市場에서의 占有率을 높일 수 있는 가능성이 크다 할 것이다.

表 2 個別半導體 및 集積回路의 生産比重 (1984년도)

	美 國	日 本	西 歐	韓 國
個別半導體	13.3	24.7	42.1	19.8
集積回路	86.7	75.3	57.9	80.2
計	100.0	100.0	100.0	100.0

資料 : KIET

集積回路 중 현재 國內 大企業들이 집중 투자하고 있는 Dynamic RAM은 제품이 標準化되어 規模의 經濟가 현저하므로 先發企業의 獨占的地位가 강하고 또한 投資所要의 大規模化에 비하여 製品의 Life Cycle이 3~4년에 불과하여 價格曲線이 급강하하므로 後發企業의 生産開始가 先發企業의 生産開始보다 1년 이상 뒤떨어질 때에는 収益確保가 대단히 어려워진다. 따라서 이 부문에의 投資는 美國·日本의 先發企業과의 新製品生産의 時差를 재빨리 단축시키면서 가까운 장래에 오히려 그들보다 集積度가 더욱 높은 제품을 보다 빨리 開發하는 것이 可能해질 때에 經濟的으로 妥當性을 지닐 수 있다.

따라서 個別半導體와 集積回路間의 均衡發展 및 集積回路 內에서의 記憶素子와 論理素子사이, 또한 標準製品과 注文型製品 사이의 均衡發展이 이루어지도록 해야 할 것이다.

네째, 社會의 분위기에도 약간의 問題가 있다고 생각된다. 즉 첨단, 첨단하면서 Sub-Micron급의 제품에만 社會의 눈과 귀가 기울어져 있다는 점이다. 실제로 전세계 반도체제품 수

요 중에서 첨단제품의 비율은 그렇게 높지 않고 (분류에 따라 다르겠지만 25% 내외) 그 중심이 되는 것들은 2,000~5,000소자 정도의 製品群이 차지하고 있는 실정이다.

첨단제품에 의한 파급효과가 대단히 크므로 장래를 생각하여 물론 첨단제품에 대한 研究開

發도 대단히 중요하지만 현실에도 눈을 돌려 첨단 아닌 일반 半導體製品이 얼마나 輸入되고 있는지도 바라보면서 수입대체를 위한 첨단 아닌 일반제품을 생산할 수 있는 기반을 다지고 均衡 있는 發展을 위한 정책과 환경이 이루어져야 할 것이다.

用語解説

■ 3次元 Device

Transistor 등의 素子を 3次元(立体)的으로 배치한 集積回路. 현재의 집적회로는 그 소자가 2차원적으로 배치되어 최소 線幅도 1 μ m를 밑도는 것까지 미세화시켜 고밀도화를 도모한다. 그러나 2次元 배치에 의한 집적화에도 한계가 있어서, 配線 거리도 단축시킬 수 있고 고밀도화에 적합한 3次元 Device가 개발되고 있다.

3次元 Device를 형성하는 기본 기술은 SiO₂에 Polysilicon膜을 結晶으로 해서 Transistor를 형성하는 SOI(Silicon on Insulator) 기술이다. 이 기술은 70년대말부터 80년대초에 걸쳐서 Laser 再結晶法에 의해 實用이 되었다. 이에 따라 Amorphous 絶緣膜상에 堆積한 Polysilicon을 Laser Beam으로 한번 溶融시킨 다음 固化시키면, 結晶의 크기는 100배 이상이 되고 MOS FET의 電子 移動도도 Bulk의 Silicon Wafer와 같은 値를 얻을 수 있다.

메사추세츠 工科大学은 79년에 絶연막을 지닌 3次元 집적회로의 구상을 발표하고 80년에는 n形 基板上에 MOS FET를 만들고, 그 Gate상에 Gate 酸化膜을 형성시켜, 그 위에 Polysilicon을 설치 Laser Anneal에 의해 再結晶시킨 MOS를 만들었다. 83년에는 Bulk의 p Channel MOS FET와 그 위에 만든 SOI를 조

합시킨 3차원 Inverter를 7段으로 접속한 본격적인 3차원 Inverter를 개발하였다.

최근에는 3차원 SOI MOS Device로서 3층 구조의 것이 富士通과 三菱電機에 의해 발표되었다. 前者의 그것은 SRAM에서, 6 Transistor로부터 되는 CMOS Memory Cell을 이용한 것으로 Free Frop p Channel CMOS FET는 1階의 Bulk Silicon에, n Channel MOS FET는 2階의 SOI층에, n Channel MOS FET로부터 되는 Transfer Gate는 3階의 SOI에 만든다. 後者は 1, 2, 3階와 n Channel MOS FET를 조합시킨 것으로 각 층간은 CVD 酸化膜으로 메워져 平坦化된다.

3차원 Device의 이점은 高集積化·高密度化 외에 階層에 응하여 적절한 素子を 조합시킬 수 있다. SOI이므로 漂遊容量은 작고, 고속이며, 並行·並列 처리에 적합하며, 腦 및 視神經의 인식 기구와 유사한 階層 처리도 가능하다.

■ CMOS (Complementary Metal Oxide Semi-conductor (相補性金屬酸化膜半導體))

MOS IC중에서 動作 속도(演算 속도)는 늦지만, 消費電力을 아주 작게 한 IC. 電卓, 손목 時計 등 휴대용 商品에 사용되는 일이 많다.