

# 半導體 技術의 現況과 앞으로의 課題



閔 丙 俊  
金星半導體(株) 專務理事 / 工博

현재 국내 대기업들은 자기 외국의 선진 기술과 기술제휴를 맺고 내일의 발전을 기대하고 있다. 그러나 우리가 공동으로 심각하게 생각해 볼 것은 값 비싼 대가를 치르고 도입한 기술을 어떻게 토착화시킬 것이며 우리의 자체 개발 능력을 함양의 발판으로 삼느냐 하는 것이다. 이를 위하여는 한국의 젊은 기술진의 창조적인 의지가 한자리에 응집되어야 하며 기업은 이들의 성장을 위하여 아낌 없는 성원을 보내주어야 한다.

## 1. 序言

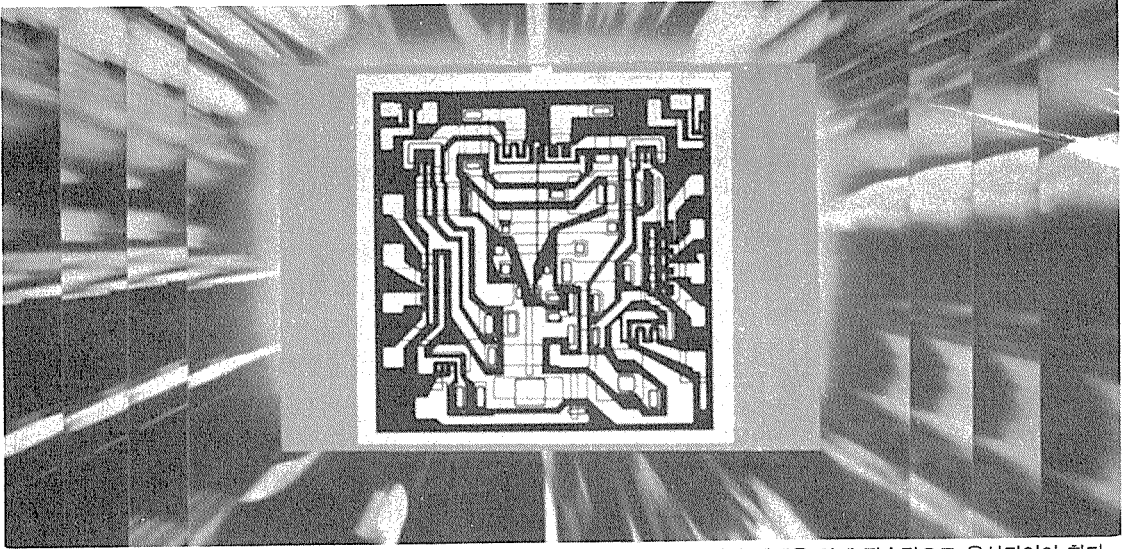
半導體産業은 도시의 시가지나, 길만큼 복잡한 回路를 한개의 Chip 안에 축소시켜 빈틈 없이 넣어야 하는 複雜性에 비하여, 매 2년마다 2배에서 4배까지 集積度와 性能이 증가되는 경이적인 성장 속도를 보여, 이제는 現代 에너지 社會에서의 原油만큼이나 귀중한 것으로 취급되고 있으며, 半導體 Chip의 構成 여하에 따라 사람의 知的인 면을 대변하여 주는 知識의 線路로까지 등장하고 있다.

Dataquest에 따르면 1986년에는 반도체 시장의 세계 규모가 320億弗로 증가될 展望 이라고 한다. Datquest는 이러한 전망의 背景을 性能의 向上(Functionality)을 위한 제품 改革과, 技術의 革新에서 오는 品質 向上(Quality)이 조화되어, 보다 편리하고 우수한 제품을 요구하는 실수요자의 慾求를 만족시켜 주기 때문이라고 설명하고 있다.

지금으로부터 10년 전에 반도체산업은 microprocessor 黎明期를 革命의 신고하면서 부터 제 2, 제 3 세대 microprocessor의 성공, 강력한 Single chip microcomputer의 등장, VLSI의 出現으로 「Silicon에 의한 革新的인 시스템의 誕生」이라는 用語가 거리낌 없이 나돌고 있다. 이렇듯 반도체산업은 한 나라가 産業 近代化를 촉진시키고 문화적 혜택을 누리기 위하여는 必須的으로 育成되어야 할 現代 産業의 核心 要體라고 할 수 있다.

## 2. 國內 半導體 技術의 現況

국내에서의 반도체공업은 1965년 高美半導體가 처음으로 transistor를 組立하기 시작하여 18년 사이에 組立 專門業體 및 Wafer 加工 業體 등을 포함하여 24個 業體로 증가되었다.(電子工業便覽 82-83, 韓國電子工業振興會 刊) 국내 반도체 기술의 발전 중 주요 사항을 열거하여



半導체産業은 産業근대화와 문화적 혜택을 위해 필수적으로 육성되어야 한다.

보면 表 1 과 같이 集約할 수 있다.

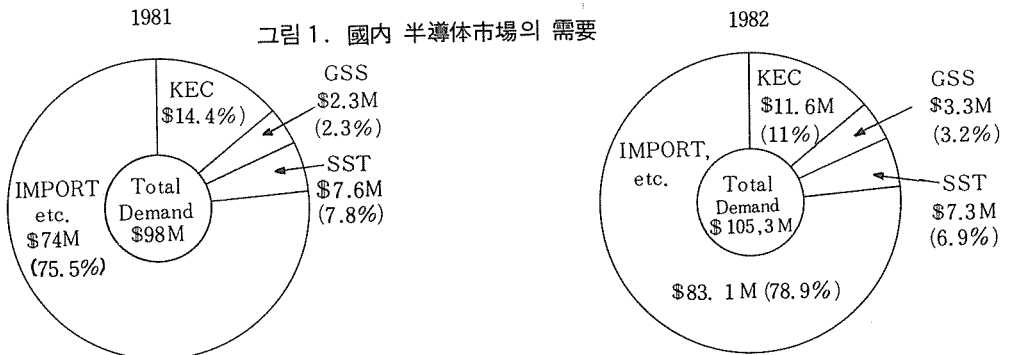
국내 반도체 제조업체 중에서 Wafer 加工 工程을 갖추고 있는 民間 業체는, 三星半導체通信, 金星半導체, 韓國電子의 3 개 업체이며, 반도체 전문 연구소인 韓國 電子技術 研究所 외에, 奮 大韓電線 中央研究所 내에 Pilot Plant 3 인치 Wafer 加工시설을 갖추고 있는 大宇電子가 있으며, 現代電子産業이 국내 반도체 생산 대열에 참가하기 위하여 금년초에 설립 인가를 받기도 했다.

반도체 제조사업의 형태는 Wafer 加工, 組立 assembly), 材料 産業으로 大別할 수 있으며 진정한 의미에서의 반도체 제조사업은 Wafer 加工 事業을 뜻하므로, 여기서는 웨이퍼 가공을 하고 있는 국내 업체를 살펴봄으로써 間接的

로 國內 半導체 産業의 現況을 살펴보기로 하겠다.

#### 가. 三星半導체通信

삼성반도체통신의 前身은 1974년에 설립된 韓國半導체이며, 1982년 12월에 商號를 삼성전자에서 현재의 三星半導체通信으로 변경했으며, 생산 제품은 현재 diode, transistor, Linear I-C, MOS 제품 등으로 국내 웨이퍼 가공 업체 중에서는 생산 규모가 가장 크며, 국내에서는 처음으로 CMOS 時計 chip을 생산하기도 했다. Wafer 가공능력은 3 인치 웨이퍼 1,000매/日의 規模로 알려져 있다. Bipolar 技術이 많이 인정된 삼성반도체통신은 既存 技術을 改良 보완하며, MOS VLSI 및 디지털 ESS용 IC의 生産



(資料: 金星半導체 營業部)

表1. 國內 半導體 技術의 發展

年度	韓 國	美 國
1947 1948		Ge Tr, (Bell Lab) Ge junction Tr. (Schottky)
1950		단결정 Si 성장 (Czochralski)
1951		Diffused junction Si Tr.
1959 1960		Planar Tr. (Fairchild) 1.5cm Si 단결정 성장
1961 1963 1965 1967	고미반도체 Tr. 조립 한국 Fairchild, Motorola	Ep, MOS Tr, Bipolar IC CMOS NMOS NMOS
1969		CCD
1971	diode 제작과 Hybrid IC (KIST)	Single poly, 1k RAM DMOS
1972	Fairchild, Signetics IC 조립 wafer fab, line설치 (KIST)	I <sup>2</sup> L
1973 1974	한국반도체 설립	Isoplanar VMOS, 4-bit μ-p, 4k RAM SOS
1975	TR생산 (KIST, 한국 반도체) LIC (KIST), PMOS (KIST)	
1976	대한반도체, 한국전자 기술연구소 설립	5μ tech. double-poly, 8-bit μ-p, 16k RAM
1977	power Tr, 생산 (삼성 반도체) 방산용 LIC개발 (KIET)	CCD imager, CODBO
1978	PCM중계용 IC개발 (KIET)	64k RAM, 16-bit μ-p
1979	LIC생산 (삼성반도체) 2" Si 단결정 성장 (KIST) 2" Si 태양전지 개발 (KIET Tr. 생산 (한국전자)	HMOS
1980	Tr. 생산 (금성반도체) 4bit u-p (KIET)	2-3μ tech. digital filter
1981	3", 4" Si 단결정 성장 (KAIST) color TV LIC개발 (삼성 전자)	32bit μ-p
1982 1986	32k ROM (KIET)	submicron tech.

資料 : 電子工業便覽 82-83

技術을習得하여 1980년대말에는 기술적으로 自立한다는 目標을 가지고, 특히 지난해에는 ITT로부터의 技術導入에 대하여 정부 승인을 받았는데, 이 技術導入에는 ITT 보유 제품의 設計, 製造 및 應用을 위한 모든 기술과 향후 10년간

ITT가 개발하는 모든 기술 등 폭넓은 분야의 기술도입이 포함되어 있다. 또한, 일본의 Sharp와도 4 비트 CMOS Microcomputer 제조기술 도입 계약을 맺어 New Technology의 早期定着에 힘을 기울이고 있다.

나. 金星半導體

1979년에 大韓半導體를 金星半導體로 商號를 변경하여 出發한 金성반도체는, 美國의 Western Electric과 電子交換機 및 半導體 分리의 기술제휴 계약을 맺어 (1980년 11월), 현재 생산제품은 diode, transistor, LIC를 비롯하여 전자 교환기용 transistor, CDI (Collector Diffusion Isolation), Hybrid IC, Film IC 등을 生産하고 있으며, 웨이퍼 加工能力은 3인치 웨이퍼 500매/일의 規模로 稼動되고 있다.

ECC용 Hybrid IC 제조기술과 Film IC 제조 기술을 保有하고 있으며, bipolar 技術 중 I<sup>2</sup>L 技術에 匹敵하는 CDI 제조기술을 國內에서 唯一하게 갖고 있기도 한 金星半導體는 MOS 제품의 生産을 위하여 지난해 12월 Western Electric의 母會社인 AT&T와 MOS 半導體인 Microprocessor, Microcomputer, 16K RAM, 64K RAM의 기술도입 계약을 맺었고, 금년 4월에는 Z80 Microprocessor family를 금년 下半期부터 生産하기 위하여 Zilog과 기술도입 계약을 맺어 MOS 製品의 본격적인 生産 준비를 하고 있다.

다. 韓國電子

日本의 Toshiba와 50 : 50의 合作으로 1969년에 설립된 韓國電子는 diode, transistor, FET, LED, LIC 등을 生産하고 있으며, transistor는 주로 國內에서 웨이퍼 加工을 거쳐 生産하며 LIC 등은 일본에서 Chip을 들여와 組立生産하는데, 國內 業體 중에서는 市場占有率이 가장 크다. (그림 1 參照)

현재 Toshiba의 資本 참여가 6.25%로 되어 있는 韓國電子는 자체 TV 需給用 IC의 開發 및 Consumer用 세트 개발에 초점을 맞춰 bipolar 제품을 주로 生産하고 있으며, 현재 웨이퍼 220매/일의 施設 規模를 대폭 확장할 것으로 알려져 있다.

라. 韓國電子技術研究所(KIET)

1976년 當時 大統領의 指示로 반도체 분야의 전문 연구와 개발을 수행하며, 최신 기술을 도입하여 업계에 傳授한다는 목적으로 설립된 KIET는, 정부 재원과 IBRD 차관 등으로 구입한 國際的인 施設을 갖추고 있다.

Bipolar 생산 라인과 MOS 생산 라인이 있으며, bipolar로서는 PCM repeater, Dolby IC 등과 MOS로서는 4K SRAM, 32k ROM, 4비트 Microprocessor 등을 開發한 技術이 있으며, 국내 반도체 공업의 技術 蓄積을 위하여 1982년부터 金星半導體, 三星半導體通信, 大宇電子와 I<sup>2</sup>L, Schottky, MOS의 設計 및 工程 技術을 確立하기 위하여 國榮 研究事業으로 共同 開發 중에 있다.

이상에서 열거한 내용을 토대로 국내 半導體 技術의 현황을 간추려 보면, 설계능력의 最小 線幅은 이미 5 μm를 제품에 직접 應用하고 있으며(日本의 경우에는 77~79년에 該當), CAD 시스템을 이용한 設計의 自動化를 이룩하기 위하여 집중 노력중이다. 工程 技術은 高附加價值的인 컴퓨터 및 ESS용 반도체의 생산을 위하여 MOS 工程技術을 習得하기 위한 추세로 각 업체가 활발한 움직임을 보이고 있는 것을 감안하면 1~2년 후에는 국내에서도 본격적으로 3.5~3.0 μm의 MOS 제품을 생산 할 수 있을 것으로 판단된다.

3. 向後 技術的 課題

가. MOS 技術의 定着

集積回路 제조기술의 목표는 ① 遍延時間×消

費電力의 값을 최대한 작게 할 것. ② 高集積度와 高收率(high yield)을 얻을 수 있을 것의 두 가지이다. ①의 값은 작을수록 성능이 좋은 素子が 되며, 甞방 중 한편을 개선하려고 하면 다른 한쪽이 희생되고 甞방을 동시에 改善하려면 소자기술의 進歩를 필요로 한다 ②는 IC의 코스트에 관계된다. 收率 向上을 위하여는 gate당 또는 bit당 점유면적을 적게 할 수 있어야 하고 제조공정도 간단하여야 한다.

MOS는 bipolar에 비하여 收率과 集積度가 높아 경제성이 좋으며, 현재 VLSI 기술로서 눈부시게 발전하여 世界 半導體 需要 중 MOS 素子の 비중이 매년 급격히 增大되고 있다. (그림2 參照)

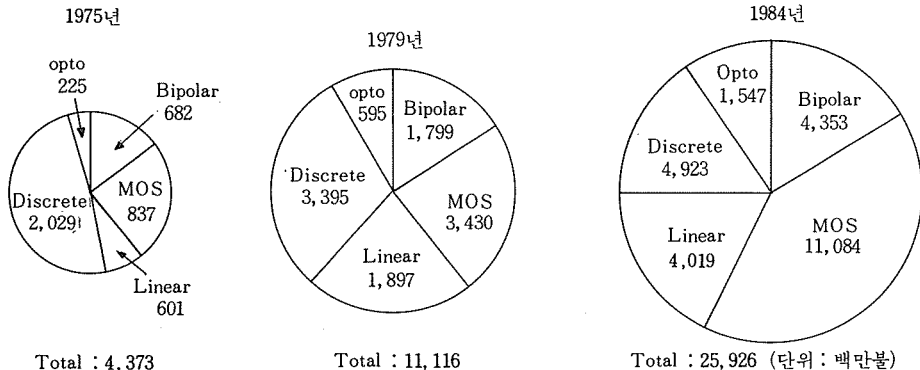
MOS 技術을 사용하여 제작되는 주요 디바이스는 memory와 microprocessor이며 先進 諸國들은 이들의 集積度를 높이기 위하여 노력을 집중시키고 있다. 集積度를 얼마나 높일 수 있는냐는 最小 線幅을 얼마나 줄일 수 있는냐에 의하여 決定된다. 表 2은 각 Device別 最小 線幅을 정리하여 본 것이다.

表 2. Device別 最小線幅

최소선폭 디바이스	5 μm	3 μm	2 μm	1 μm
NMOS	16KDRAM 4K SRAM	64KDRAM 64K ROM 8Bit MPU 16Bit MPU	256KDRAM	1MDRAM
CMOS	-	4 Bit MCU 8 Bit MCU 16K SRAM	64K SRAM 32Bit MPU	

현재 국내 반도체 업계가 MOS에 있어 당면하고 있는 기술적 과제는 다음 세 가지로 나누

그림 2. 世界 半導體 賣出額 (資料: DATAQUEST Inc)



어 볼 수 있다.

첫째, 外國과의 技術提携를 통하여, MOS 기술 중 가장 큰 비중을 차지하고 있는 NMOS 기술을 조속히 定着시킬 것, 둘째, 導入된 NMO-S 기술을 기반으로 하여 CMOS 기술을 開發하고 세계적인 추세에 발맞추어 기존 NMOS 제품을 CMOS化 할 것

세째, 先進 諸國은 현재의 3 $\mu$ m 기술을 1985년부터 1~2 $\mu$ m로 발전시키려고 적극 노력중 인바, 우리도 年次的 계획을 세워 最小 線幅을 줄여 나갈 것 등이다.

#### 나. 設計 自動化(CAD) 技術

IC 제조기술이 급속도로 진보함에 따라 오늘 날에는 10만個 이상의 transistor로 구성된 복잡한 VLSI까지 생산되고 있다. 이와 같이 集積度가 급격히 증가함으로 인하여 集積回路 設計를 위한 시간과 개발비용이 엄청나게 커지게 되고 특히 誤謬가 발생되었을 때 debugging 하는 일이 거의 限界에 이르게 되었다. 이와 같은 어려움을 해결하기 위한 方案으로 CAD (Computer Aided Design)시스템이 導入되면서 設計技術이 비약적으로 발전하게 되었다. 그 이유는 logic 設計에서 마스크가 나오는 과정을 手作業보다 속도가 빠르고 정확도가 높은 기계를 통해 設計하므로, 信賴度를 높이고 生産單價를 낮추며 효율을 높일 수 있기 때문이다.

그림 3의 (a)와 (b)는 CAD 시스템의 기본 구조를 圖式化한 것이다.

위와 같은 CAD 시스템을 이용하여 4K RAM을 設計할 경우 그 效果는 表 3과 같다.

表 3. 4K RAM 設計時 CAD 設置 效果

區 分	手作業設計時	設計自動化時
Engineer	2 명	1 명
女 工	4 명	—
期 間	8 개월	1 개월

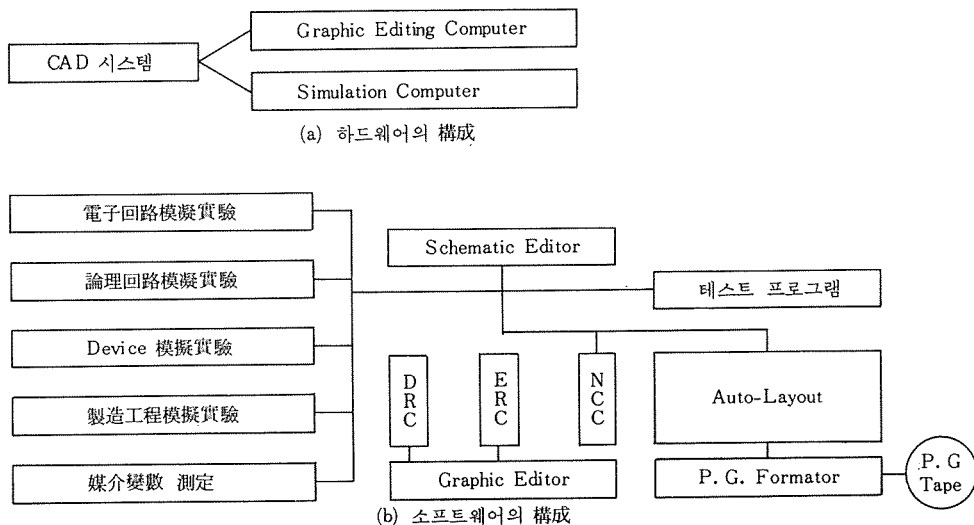
(a) 開發 人員의 節減

區 分	手作業設計時	設計自動化時
電子回路設計	표준 해석 프로그램	10 <sup>4</sup> Gate 해석 Parameter 최적화
論理回路設計	—	LSI 이상 Logic 설계
Device 設計	手動 2차원 解析	프로그램 2, 3차원해석
Layout 設計	手動 Layout 1,000Gate 도면제작 2달	자동 Layout 1,000 Gate 도면제작 5시간
製造工程設計	Test 운전을 통한 수동해석 설계기간 3개월	Program을 통한 解 析 설계기간 0.5개월

(b) 開發 能力 向上

최근 美國은 SPICE II, SUPREM 등의 중요 CAD용 소프트웨어의 海外 輸出을 금지하였으며, 기타 우리가 도입 가능한 소프트웨어도 그 가격이 엄청나게 비싸 국내 업체들이 CAD 기술을 조속히 실현하는 데 애로사항으로 지적되고 있다. 국내 업체들도 CAD용 소프트웨어의 自體開發을 위하여 적극 노력하여야 할 것으로 생각된다.

그림 3. CAD 시스템의 構成



### 다. Gate Array의 開發

CAD기술 개발과 밀접하게 연관되어 개발할 수 있는 技術이 Gate Array이다. Gate Array란 일종의 半注文형 IC로서, 디지털回路에 필요한 gate들을 일정하게 비례한 마스크를 이용하여 metal 공정을 제외한 나머지 공정을 마친 웨어퍼를 갖고 需要者가 필요로 하는 특정한 기능내지 기술적 사양을 提示하면, CAD를 이용하여 metal 連結 마스크를 設計하고 metal 공정을 거쳐 하나의 새로운 IC로 생산하여 주는 것이다.

시스템 製造業體가 자신이 필요한 회로를 완전한 LSI로 개발하기 위하여는 많은 資金과 人力, 時間이 소모된다. 그러나 gate array를 사용하면 단지 metal 마스크만 CAD技術을 이용하여 개발하기 때문에 개발시간을 단축시킬 수가 있으며, 특히 생산량이 적은 경우, 경제적으로 더욱 유리하다.

Gate Array의 世界市場은 1980년 9,000萬弗이었고 매년 75%의 고도성장을 계속하여 1985년에는 15億弗에 달한 것으로 예상된다.

Gate Array는 需要者가 요구하는 사양과 납품시기를 맞춰 공급하는 것이 勝敗의 關鍵이므로, 이를 위하여는 CAD技術이 要體가 됨을 강조하는 바이다.

### 라. 실리콘 이외의 半導體 素材 開發

현재 선진 各國에서 次世代用 半導體 素材로서 각광을 받고 있는 것은 GaAs (갈륨비소)이다. GaAs는 表4에서 보는 바와 같이 電子 移動도가 Si에 비하여 두드러지게 크기 때문에 전기적 抵抗이 작고 電子의 주행 속

表 4. Si과 GaAs의 物理的 特性

	융 점 (°C)	Energy Gap (eV)	전자이동도 (cm <sup>2</sup> /sec V)	hole 이동도 (cm <sup>2</sup> /sec V)
Si	1,410	1.1	1,300	1,800
GaAs	1,237	1.4	8,000	700

도도 빨라 10GHz (1G Hz=10<sup>9</sup>Hz) 이상의 超高周波用 素子の 재료로서 有望시 되고 있다.

이미 美國과 日本에서는 GaAs를 이용하여 gate당 지연시간 10<sup>-10</sup>秒 이하의 IC가 試驗製作되어 발표되고 있으며, 이러한 GaAs의 개발은 더욱 가속화되어 1990년에는 약 20億弗 규모의 市場을 형성할 것으로 추정되고 있다.

GaAs의 또 한가지 有望 應用 분야는 光通信 技術로, 光通信에 사용되는 發光素子로서 Ga-AlAs를 素材로 한 반도체 레이저를 응용하려는 研究가 海外에서 활발히 進行되고 있다.

현재의 국내 기술 수준은 실리콘 加工 技術도 아직 정착되지 못한 단계이므로, 보다 고도의 기술을 요하는 GaAs에 지금 당장 도전하기에는 곤란할 것이다. 그러나 가까운 미래에는 국내에서도 이 분야에 적극적인 연구 개발 노력을 기울여야 先進國의 尖端 技術과 경쟁할 수 있을 것이다.

## 4. 結 論

國內의 半導體 産業은 이제 비로서 胎動되었다고 하여도 과언이 아닐 것이다. 이제 그 첫 章을 여는 중요한 시점에 서서 筆者는 本稿를 통하여 미비하나마 國內 半導體 技術의 현황을 概括하고, 우리가 당면하고 있는 시급한 기술적 課題들을 지적하고자 노력하였다. 앞서서도 언급한 바와 같이, 현재 국내 대기업들은 각기 外國의 先進技術과 技術提携를 맺고 내일의 발전을 기대하고 있다. 그러나 우리가 공동으로 심각하게 생각하여 볼 것은, 값비싼 代價를 치르고 도입한 기술을 어떻게 토착화 시킬 것이며, 우리의 자체개발 능력 함양의 發판으로 삼느냐 하는 것이다. 이를 위하여는 韓國의 젊은 技術陣의 創造的인 의지가 한 자리에 응집되어야 하며, 企業은 이들의 성장을 위하여 아낌없는 聲援을 보내주어야 함을 마지막으로 강조하는 바이다.