



國內 尖端科學技術의 現況과 展望

工學博士 姜 永 採

科學評論家

1. 半導體 尖端技術

우리나라가 세계에 내놓을 만한 첨단기술 가운데 반도체만큼 짧은 기간내에 눈부신 발전을 가져온 것도 드물다. 실제로 지난 80년대 초반까지만 하더라도 반도체라는 소리를 들어본 사람들이 많지 않았다.

낮놓고 기억자도 모르는 식으로 반도체가 무엇인지, 어떤 용도를 갖는지조차 모르는 경우가 비일비재했다.

그러다가 '84년 삼성전자에서 64KD램 開發과 함께 우리나라에도 본격적인 高密度集積回路 (VLSI)시대가 열렸다고 學界와 연구소에서 발표하자 비로소 반도체가 「산업의 쌀」로 認識되기에 이르렀다.

그 후 우리나라의 半導體技術 개발속도는 비약적인 발전을 거듭했다. 삼성전자가 64KD 램을 내놓은지 2년만인 '86년에 256KD 램 개발을 끝내 미·일 등 반도체 선두주자들과의 기술격차가 4년에서 2년으로 줄어들었다.

그 다음, 선진국이 '86년에 개발 완료한 1메가

D 램을 1년 뒤인 '87년에 전격적으로 선보였다. 불과 1년 차이로 바짝 추격하고 나선 것이다.

4메가 D 램부터는 우리의 자체 개발에 더욱 가속도가 붙어 기술격차가 없어졌다. 4메가는 '88년, 이어 16메가는 '90년으로 우리나라와 선진국 기업들의 개발시기가 거의 같다. 적어도 半導體 메모리 분야의 기술수준만큼은 우리도 세계 최정상급에 올라서게 되었다.

즉, 삼성측이 개발해낸 16메가 D 램의 정보입력 파워는 대단하였다. 엄지손톱만한 크기의 작은 칩 속에 서울 시민이 살고 있는 주택들을 전부 축소해 그려 넣을 수 있을 정도인데, 그것도 집집마다 「住」라는 미세한 글씨가 새겨진 상태이다.

그런데 세계 최대의 메모리용 半導體 생산 메이커인 일본의 NEC 社가 최근 그보다 한수 위인 64메가 D 램을 찍어내는 데 성공했다.

NEC는 머리카락 1개를 150 갈래로 쪼갠 아주 미세한 굵기의 64메가 회로선에 역시 「住」자가 선명하게 새겨진 런던의 전체 시가지도를 그려냈다.

일본에 뒤질세라 미국 반도체위원회는 지난 2월 부시 대통령에게 제출한 리포트에서 앞으로 9년내에 64메가 D램의 16배 용량을 지닌 1기가(GIGA)급 S램 반도체를 범 국가적 차원에서 개발할 계획이라고 말하였다.

일본을 강하게 의식하는 분위기가 歷歷하다. 숨막히는 반도체 개발 競争에서 미·일에 뒤지지 않으려고 분발하는 우리 기업들의 패기도 야심만만하다.

삼성전자, 금성일렉트론, 현대전자 등 반도체 회사와 한국전자통신연구소가 힘을 합쳐 '92년 말까지 64메가 D램을, 이어 2000년까지 1기가 D램을 각각 개발해 낸다는 청사진이다.

미국과 일본을 끝까지 물고 늘어지는 전략으로 여차하면 회심의 역전안타라도 때리겠다는 자세이다.

모든 물건이 그렇듯이 반도체도 개발 못지않게 판로확보가 중요하다. 수천억, 수조원의 투자비를 들여 조그마한 칩 하나를 개발해 놓아도 남보다 한발 앞서 팔지 못하면 破産을 면치 못할 것이다.

먼저 제품개발을 마무리 짓는 일이 가장 중요하다. 말하자면 상품화 경쟁에서 뒤지게 되면 큰일난다. 몇년전 일본 반도체업체들이 세계 1메가 D램시장을 장악하였고 우리 업체가 파고들어 가려고 하면 덤핑 戰略으로 골탕을 먹인적이 한두번이 아니었다.

작년부터 반도체 시장의 主力商品으로 떠오른 1메가 D램의 경우 국내 생산(수출포함)은 삼성 월 800만개, 금성과 현대 각 월 100만개씩을 합해 평균 1천만개에 달한다.

관계자들은 1메가 D램만은 우리나라가 세계 최대 生産國이라고 입을 모은다. 이에 힘입어 삼성전자의 경우 지난해 9억 7천만달러어치의 메모리용 반도체 판매실적을 올려 일본의 도시바·NEC·히타치·후지쓰·미쓰비시에 이어 世界市場 占有率 6위에 올랐다.

삼성전자는 또 메모리와 비메모리 제품을 모두 망라한 지난해 반도체 매출 集計結果, 13억 1

천500만달러로 세계 15위를 마크하면서 2.3%의 시장 점유율을 나타냈다.

메모리 분야에서 독보적인 立地를 구축한 일본은 랭킹 20결 안에 10개사가 포함되는 氣焰을 토하면서 전체 반도체 시장의 절반 수준인 49.5%를 장악한 걸로 나타났다.

지난해 세계반도체 시장규모는 '89년 대비 2% 늘어난 584억 달러선에 육박했으며 미국은 일본 다음으로 많은 34.9%의 마켓셰어를 기록했다.

단일 제품으로 가장 볼륨이 큰 메모리 시장에선 우리나라가 미국에 이어 세계 3위를 차지하였다.

하지만 마이크로프로세서와 주문형 반도체 등을 포함한 전체 반도체시장 파워에 있어서는 우리의 시장 점유율이 5% 선에 그쳐 미국과 일본 및 유럽세에 밀려나고 있다.

유럽업체중엔 랭킹 10위의 필립스(지난해 매출 19억 3천만달러, 시장 셰어 3.3%), 12위의 SGS 톰슨(14억 6천만 달러 2.5%), 16위의 지멘스(12억 2천만 달러 2.1%) 등이 반도체 부문 간판기업들이다.

여기에서 우리 반도체업체가 안고 있는 핸디캡이 무엇인지는 明白하다. 메모리, 즉 記憶素子分野나 工程 및 製造技術에 한해서는 세계적 수준에 도달하였다.

그러나 ASIC(주문형 반도체)이나 마이크로프로세서 같은 非 메모리용 반도체에 대한 독자적인 설계능력은 아직 미흡하다.

半導體 市場展望

세계 반도체市場 규모는 올해 655억 달러로 늘어날 전망이다. 이어 '92년 800억달러, '93년 1천 10억 달러 등으로 연평균 20~25%의 伸張 勢를 보여 오는 2000년에는 2천억달러로 부풀어 오를 것으로 분석된다.

이미 올해 4메가 D램의 수요가 급증, 1메가 D램을 빠르게 대체해 나가고 있다.

올 한해 동안 1억 2천만개(25억 달러 규모)

이상의 4메가 D램이 販賣될 예정이고 '92년엔 62억 달러(1메가 D램 44억 달러선) 규모로 급신장해 메모리 主導 상품으로 부상할 전망이다.

이같은 엄청난 황금먹이를 따먹기 위해 일본 도시바는 월 200만개씩 생산하던 4메가 D램을 올들어 월 300만개 수준으로 늘렸으며, 히타치도 월 200만개에서 250만개로 늘려 생산에 나서는 등 우리업체들을 향해 공격과 牽制의 策을 늦추지 않고 있다.

이에 맞서 우리는 삼성전자가 작년말까지 월 50만개씩 생산하던 4메가 D램을 올들어 100만개 이상으로 늘렸고 금성과 현대 등도 4메가 D램의 早期 量産体制 구축을 서두르고 있다.

2. NC 尖端制御技術

우리나라 메카트로닉스 技術은 하드웨어 측면에선 그동안의 組立經驗에 힘입어 어느 정도 기술축적이 쌓인 단계다. 소프트웨어 부문과 핵심요소기술도 국산화개발이 활발히 추진되고 있다.

로봇·NC 공작기계·무인 운반차 등 자동화 시설에서 복사기·카메라·자동차 전장부품 같은 내구 소비재에 이르기까지 메카트로닉스 기술의 적용범위는 광범위하다.

그러나 메카트로닉스의 주요 부문은 로봇·NC 공작기계·PLC(Programmable Logic Controller)·CAD/CAM·서보 전동기·센서·자동화 전자화 시스템·정보 표준화 등이다.

核心重要技術을 선진국과 비교하면 NC 공작기계 기술에선 국내업체의 NC 제어기술이 선진국업체와 공동개발 내지는 일부업체의 자체개발 단계에 있다.

한국전자(주)가 엘렌브레들리社와 기술 제휴, 선반용 및 MC(복합 공작기계)용 NC 장치 국산화에 나서고 있고 금성산전이 지멘스社와 기술 제휴로 市販段階에 들어서 있다.

통일(주)이 FANUC 6T/M급의 NC 장치를 이미 개발, 自社 기계에 부착, 시판중이며 금성계전은 FANUC OT/M급의 NC 장치 및 모터드

라이브를 개발해 상품화했다.

현재 기술수준은 各社가 FANUC社의 6T/M급 또는 OT/M의 開發能力을 보유하고 있고 경쟁체제하에서 2~3년내에 최신 기술에 접근할 것으로 예상된다는 게 전문가들의 見解이다.

기계본체 기술에선 스핀들의 高速化 수준이 국내의 경우 6천~1만 rpm(분당 회전속도)으로 선진국의 3만(볼베어링)~6만 rpm(자기베어링)보다 5~10년 정도 落後된 실정이다.

스핀들의 윤활, 온도제어기술도 독창적 개발 능력이 뒤떨어진 상태이며, NC 선반, 머시닝센터의 위치결정정도, 반복거환정도 등 공작기계의 정밀도도 2~5 μ m 수준으로 일본에 비하여 1~3년정도 뒤떨어져 있다.

로봇 분야에선 本体技術은 본체의 構造解析 및 설계가 일본의 70% 수준에 이르는 등 독자모델의 설계능력이 미약하다.

메인 컨트롤러는 5~6軸까지는 국산화가 됐으나 多軸 同時制御 기술 및 다중 프로세서의 설계기술이 부족하며 하모닉 드라이브, 볼 스크류 등 精密機械와 要素部品 등도 정밀도나 내구성이 아직 충분치 못해 해외 도입부품에 의존하거나 일부 업체에서 국산화를 시도하고 있는 상황이다.

로봇의 應用技術은 앞으로 많은 노력이 기울여져야 할 분야이다. 인간과의 대화에 필요한 로봇 언어 기술, 情報入力 및 동작 프로그램에 필요한 오프-라인 프로그래밍, 시스템화에 필요한 컴퓨터 네트워크 기술 등이 낙후되어 선진국의 40~60% 수준에 그치고 있다.

지난 70년대 효성정밀(주)에서 기초적인 플레이백 로봇팔을 개발한 것이 국내 메카트로닉스 기기의 효시다. '77년부터 NC 선반을 중심으로 제한적인 國內生産이 이루어졌고, CAD/CAM 시스템은 '80년대에 들어 보급되기 시작했다.

선진국의 경우 50년대에 NC 공작기계를 개발했고 로봇은 '60년대부터 實用化되기 시작했다. 메카트로닉스 산업의 발전단계를 선진국과 비교해볼 때 한국은 대체로 20년이 뒤쳐져 출발한셈

이다.

로봇 技術만 보면 선진국의 경우 지각, 판단 기능을 갖는 지능 로봇의 개발을 거쳐 학습제어 기능을 갖는 로봇의 개발이 예측되고 있으며 극한 로봇의 개발단계에 와 있다. 특히 로봇의 이용이 보편화되어 있는 게 선진국의 특징이며, 일본은 약 20만대의 로봇을 보유하고 있다.

核心部品은 아직도 외국에 의존

한국의 로봇 기술은 國產化段階이며 이용상황도 이용 기초단계라고 할 수 있다. 우리나라가 보유중인 로봇 대수는 약 2천500대에 불과하다.

현재 주요 제품의 국산화율은 NC공작기계의 경우 NC 선반은 60~80%, 머시닝센터 50~70%, NC 방전가공기 20~30%이며, 로봇은 3~4축 多關節形이 60%, 5~6축 多關節形이 30~40%, 直交座標形이 40~60%이다.

메카트로닉스 관련기술의 국내기술은 전체적으로 볼 때 외국 모델의 기술도입이나 模倣段階를 벗어나 자체 기술을 축적해 가는 단계이나 핵심 부품은 외국에 의존, 생산하는 실정이다.

산업용 로봇의 경우 先導業체들은 7~8개社로, 지난해 各社 매출실적은 起亞機工 90억원, 현대 로보트산업 70억원, 금성산전 40억원, 대우중공업 50억원, 두산기계 40억원, 삼성항공 40억원, 금성기전 9억원으로 나타났다.

두산기계는 스폿 웰딩용 4축 직교좌표 로봇과 수직다관절로봇 2기종, 수평다관절 4축 로봇을 개발했다.

금성산전은 직접구동형 로봇을 세계 네번째로 개발했고 수평다관절 로봇과 直接驅動形 로봇을 2000년대 세계 일류화상품으로 육성한다는 전략이며, 금성기전도 4개의 DC 서보모터를 동시에 작동하는 4축 구동방식의 円筒座標形 로봇을 생산, 공급하고 있다.

현대중공업은 직교좌표형 로봇을 개발했고 대우중공업은 다관절형 다목적 로봇인 NOVA-10을 개발, 국내 공급 확대와 수출증대에 주력하고 있다. 현재 年間 300대의 생산능력을 가진

4축 동시제어의 캔트리 로봇을 개발해 상품화했다.

삼성항공은 4축 수평다관절 로봇을 제작, 상품화한데 이어 정밀기계조립용 와이즈맨 로봇을 개발 공급하고 있으며, 효성중공업은 AC 서보모터 및 드라이브 技術을 활용, 운반용 로봇 개발을 완료하고 量産에 들어갔다.

CNC 공작기계 등의 핵심장비인 CNC 장치는 '78년 이후 한국화낙의 合作會社인 일문화낙이 10여년간 국내 CNC 시장을 90% 이상 독점해왔다. CNC 개발과 국산품 판매에 가장 적극적인 업체는 금성산전과 금성기전, 한국 산업전자 등으로 한국산업전자는 '89년 경기도 利川 공장을 완공, 한국형 CNC 시스템 양산에 들어갔다.

대우중공업도 自社가 생산하는 공작기계에 국산 CNC 장치를 채용키로 함에 따라 화낙社에도 전장을 낸 상태이다. 금성산전은 CNC 유닛, 서보모터, 드라이브 유닛 등 고성능 CNC 공작기계의 많은 부문을 기계발 완료한 상태이다.

금성기전은 다기능 1축 CNC 장치를 개발, 공급해 왔고 금년에도 3축 제어 CNC 컨트롤러를 개발했다.

현대중전기는 '89년에 미국의 신시내티 미라크론社와 기술제휴로 CNC 장치 사업을 強化하고 있으며 (주)통일도 自社 生産加工機械에 裝着하기 위해 CNC 장치의 국산화를 적극 추진하고 있다.

國內 CNC장치 메이커들은 지난해 한국화낙이 330억원, 금성산전이 45억원, 통일이 5억원의 매출을 각각 기록했다.

3. 新素材 尖端技術

新素材 산업 기술수준은 선진국에 비해 크게 뒤떨어져 있는 실정이다. 전문가들은 적어도 10년 이상은 落後돼 있다고 말하고 있다.

시장규모에 있어서도 세계수준과는 비교가 안될 정도이며 지난해 世界 新素材市場 규모는 약

880억 달러였다. 이 중 미국, 일본, 유럽국가들이 차지하는 비중이 90% 이상이나 된다.

반면에 국내 시장은 29억달러線에서 그쳤으며 세계시장의 3% 수준밖에 안되는 규모다. 지난 '87년(14억 달러) 이후 연평균 27.4%의 고도성장을 해왔다고는 하지만 세계시장에 비하면 아직도 「바위와 제란」적인 셈이다.

그러나 앞으로 정부와 기업의 新素材 연구개발에 대한 투자가 획기적으로 집중된다면 이들 선진국들과의 기술격차를 대폭 줄여나갈 수 있을 것으로 전문가들은 기대하고 있다. 이들의 주장에 따르면 향후 5년 내외, 그리고 10년 후에는 3년 안팎까지 기술수준을 앞당길 수 있다는 것이다.

新素材산업은 투자가치가 매우 큰 산업이다. 첨단기술 산업의 技術革新을 가능케하는 核心素材를 개발하는 것으로서 附加價值가 대단히 높다.

뿐만 아니라 관련산업에 미치는 영향이 지대하고 더욱이 新素材産業의 발전 여하에 따라 국가산업 전반의 국제경쟁력이 크게 좌우된다고 해도 과언이 아닐 정도로 21세기 未來産業을 주도하게 될 필수산업중의 하나다.

더욱이 세계시장 규모도 오는 2천년에는 3천 300억달러선까지 올라갈 것으로 전망되어 세계 각국들이 열을 올리고 있는 산업이다.

그래서 先進 各國들은 자국산업의 국제경쟁력 강화를 위해 산업구조를 新素材·정보통신·生命工學·우주항공 등 尖端産業 중심으로 개편하는데 앞을 다투고 있고 전례없는 R&D 투자경쟁을 벌이고 있다.

국내시장 역시 앞으로 10년 동안 20% 내외의 성장이 가능할 것이라는 기대가 지배적이다.

업계의 관심이나 참여가 날로 늘어나 오는 2천년에는 세계시장의 5% 수준인 191억달러까지는 무난히 성장할 것으로 예상되고 자급물에 있어서도 현재의 20% 수준에서 2000년에는 70%수준까지 끌어 올릴 전망이다.

그러나 新素材개발사업에는 고도의 기술이 필요하고 막대한 자금과 高級技術人力이 뒷받침되

야 하기 때문에 간과할 수 없는 어려움도 많다.

현재 국내 신소재 생산업체수는 약 80여개사 정도이다. 이 중 절반정도는 파인세라믹스 분야의 개발에 주력하고 있다. 신소재는 재질에 따라 新金屬·파인세라믹스·高分子新素材·복합재료 등으로 크게 구분되는데, 이 중 요업재료로서 특성을 지닌 파인 세라믹스 분야가 가장 활발히 개발되고 있다.

신금속분야에서는 기존재료의 기계적, 열적 기능 등을 향상시키거나 電氣·電子 및 광학적 기능 등 새로운 특성을 부여하는 방향으로 기술개발이 진행되고 있다.

파인세라믹스 분야는 기존재료의 低 코스트화, 고성능화, 高溫 高强度構造材料 및 신기능 재료 개발의 포커스가 맞춰져 있고 특히 신요업 공정 기술과 열기관의 세라믹스化, 세라믹스 고온 초전도재료 등의 연구가 활발히 진행되고 있다.

또 고분자 신소재분야에서는 高性能 高分子와 高技能性 高分子를 중심으로 새로운 소재의 제조기술 및 신가공기술 개발에 노력하고 있으며 특히 고분자 합성에 의한 품종 다양화, 정보산업용 고분자, 고분자 분리막 등의 연구가 활발한 편이다.

복합재료분야 역시 FRP를 중심으로 한 고성능 強化劑 및 매트릭스 樹脂의 개발, 混成物에 의한 다양한 物性具現, 효율적인 성형 가공기술 개발 등에 중점을 두고 개발에 拍車를 가하고 있다. 전반적으로 상업성이 큰 品目과 기반기술 축적이 요구되는 품목 등에 대한 개발이 활발히 추진되고 있는 것이다.

그러나 新素材 산업의 획기적인 발전을 위해서는 업체가 현실적으로 직면한 몇가지 문제점이 선결되어야 한다는 점이 공통된 견해이다. 소재산업 구조취약, 원천기술 부족, 연구개발비 부족, 전문인력 부족 등과 같은 고질적인 발전 저해요소가 먼저 제거되어야 한다.

사실 국내 기업들의 연구개발에 대한 투자나 전문인력 확보현황은 선진국에 크게 미치지 못하고 있는 실정이다. 연구투자비는 매출액의

2% 수준이고 研究人力 또한 전체 종업원수의 2%선 밖에 되지 않는다.

반면에 先進國 기업들의 평균수준은 5%를 훨씬 웃도는 수준이다. 뿐만 아니라 신소재 관련 설비 및 원료의 국산화율도 30% 미만에 머무르고 있는 것이 국내 산업계의 현실이다.

4. 光尖端産業

선진국들은 이른바 光産業시대로 접어들었다. 기계산업과 전자산업을 제치고 새로 등장한 光産業이란 도대체 어떤 것을 말할까. 쉽게 말해 빛의 성질을 응용한 부품·기기 시스템을 말하는데, 이같은 제품들은 모두 초고속·초정밀·비접촉이라는 특징을 갖고 있다.

결프전에서 미국이 이라크를 장난감처럼 요리할 수 있었던 것도 따지고 보면 光産業의 발전 때문이다. 요즘 한창 말썽을 빚는 공해문제도 광산업이 발전하면 무공해 시대에서 살 수 있어 공해문제가 해결될 것이다.

光産業은 크게 4가지로 분류할 수 있는데, 레이저·레이저관련 응용기기·尖端結像器機·광소재 및 부품 등이다.

레이저 기술분야는 단연 美國이 주도하고 있으나 상품화시키는데 있어서는 日本이 앞서고 있다. 국내 업체로서는 코리아레이저가 선발업체로 나서고 있으나 技術水準은 아직 절음마 단계에 지나지 않는다. KAIST와 표준연구소를 비롯한 레이저 관련 연구소에서는 이 分野의 기초 실험을 하고 있을 정도이다.

레이저용으로 상품화를 서두르고 있는 것은 光情報機器와 광통신이다. 光 LAN·光 VAN·光 송수신기·광섬유등의 광통신기술은 국내에서도 고 발전가능성이 높게 평가되고 있다.

광 섬유는 금성전선의 4개 업체가 참여하고 있는데, 기술수준은 비록 수입된 기술이긴 하지만 역수출을 하고 있을 정도이다.

광 송·수신기 분야는 回線容量 싸움인데 국내서는 90메가급이 상용화된 상황이고 565메가급

을 상용화하고 있고 지금은 2.5기가급을 눈앞에 두고 있다.

LAN은 소규모 빌딩에 한해 광을 이용하고 있으나 경제성에서 뒤떨어져 제 모습을 잃고 있다. 그러나 멀지 않아 대규모 시스템을 개발한다는 계획을 세워 놓고 있다.

광 정보산업에서 일본·미국 등은 특히 바코드·광 디스크 장치등을 우선적으로 실용화 시켰고 레이저 프린터도 상품화해 사무자동화에 革新을 기하고 있다.

국내에서도 조만간에 상용화될 것으로 보이는 바코드리더 시장은 코리아 레이저를 비롯해 6개 업체가 참여하고 있는데, 생산체계를 갖추고 있는 곳은 두 업체밖에 없다.

광디스크 장치와 레이저프린터 분야에서는 '94년까지 光 디스크 재료와 시스템 설계 기술을 개발한다는 1단계 목표를 세워놓고 있다.

材料加工과 의료용 레이저 분야는 그야말로 가뭄을 맞고 있지만 금성전선이 작년에 1.5kW급 CO₂ 레이저를 개발하는 데 성공했고, 원다레이저社도 500W급 YAG 레이저를 생산해 범으로써 「무안타」의 행진을 하고 있다.

光産業분야에서 세계의 문을 두드리고 있는 곳은 카메라, 복사기 등의 첨단결상기기분야이다.

세계 카메라 시장을 席卷하고 있는 일본의 技術을 이전받은 국내업체들은 「오토포커스 줌 (AF Zoom)」 카메라로 작년에 5천500만 달러를 수출하고 있으며, 올해는 1억 달러를 達成한다는 계획이다.

그러나 렌즈설계를 비롯한 製品設計技術이 뒤떨어져 있고 超高速 서터 기능이 발달하지 못해 한계에 부딪히고 있다. 일본이 8천분의 1초의 서터 기능을 갖고 있는 반면에 우리나라는 고작 500분의 1초에 불과한 실정이다.

국내 복사기 시장은 기존 3사에 최근에 가진 3사까지 참여하는 혼잡한 양상이고, 미국과 일본의 복사기는 소형화·인텔리전트·컬러化되고 있으며 일반용지로도 복사할 수 있는 新機種을 만들어 내는 狀況이다.