

인간의 뇌에 도전하는 컴퓨터

초고집적 반도체

어른의 새끼손가락 크기의 반도체 칩(chip) 속에 서울의 복잡한 전 시가(市街)지도가 몽땅 들어간다. 반도체의 초소형화는 궁극적으로 인간의 뇌와 비슷한 수준으로 컴퓨터가 작아지고 가벼워지는 획기적인 인공지능시대의 탄생을 내다보게 한다.

'마법의 돌' '현대산업의 쌀'로 불리는 반도체소자가 세상에 모습을 드러낸 것은 1948년의 일이다. 미국의 벨 연구소가 트랜지스터를 발명한 것이 효시를 이룬다. 반도체소자의 집적도(集積度)는 1개인 트랜지스터시대로부터 60년대 1백개인 IC(集積回路), 70년대 수천~수만개의 LSI(大規模集積回路), 80년대의 수십만개의 VLSI(超大規模集積回路)시대를 거쳐 90년대 ULSI(極大規模集積回路)시대로 접어들었다.

우리나라 기술은 세계적 수준

한마디로 반도체라 하지만 크게 개별소자(個別素子), 기억소자(記憶素子), 논리소자(論理素子) 등 3가지로 나눌 수 있다. 우리나라는 개별과 기억소자분야에서는 세계적 수준에 올라 있다.

기억소자는 레코드판과 같이 단순히 읽는 기능만 갖는 ROM(Read Only Memory)과 테이프레코드와 같이 읽고 쓰는 기능을 함께 갖고 있는 RAM(Random Access Memory)으로 나눌 수 있다.

RAM은 또 기억용량은 적으나 동작

속도가 빠른 SRAM(Static Random Access Memory)과 DRAM(Dynamic Random Access Memory)으로 나뉜다.

기억소자는 현재 일본과 미국을 비롯, 한국이 이미 1메가(M)급을 넘어 4M급이 양산단계에 있고 16M급 역시 곧 양산체제를 갖추고 있다. 기억소자에서 1M란 대략 가로 8cm, 세로 9cm 정도의 반도체 칩 속에 트랜지스터 같은 개별소자가 1백만개 들어 있다는 뜻이다. 16M란 1천6백만개의 개별소자가 들어 있다는 이야기다. 기억소자 용량이 16M가 되면 신문지 1백28쪽분에 해당하는 2백만자의 정보를 수록할 수 있는 능력을 갖게된다.

16M급은 2백만자 수록

기억소자의 용량을 키우는 일은 말하기는 쉽지만 실제로 이를 실현하는 것은 최첨단 기술로 대단히 어려운 일에 속한다. 어른의 새끼손가락 크기의 작은 면적 속에 1천6백만개의 개별소자를 잡아 넣는다고 생각해보면 실감이 갈 것이다.

기억소자를 보다 작은 면적 속에 보다 많은 수의 개별소자를 집어 넣으려는 것은 두말할 필요없이 경쟁력을 높이기 위해서이다. 기억소자의 크기가 작아질수록 이를 이용한 기기의 크기를 작게 할 수 있을뿐 아니라 전기소모를 크게 줄일 수 있기 때문이다. 기억소자의 집적도를 M급으로 만들려면 회로의 선폭이 1천분의 1mm 정도

인간의 뇌와 비슷한 수준으로

컴퓨터가 가볍고 작아지는 인공지능시대가 눈앞에 다가오고 있다.

우리나라에서 양산체제를 갖추고 있는 16M급만 해도

신문 1백28쪽에 해당하는 2백만자의 정보를 수록할 수 있다.

미국과 일본 등지에선 이미

64M급 기억소자 개발에 성공했고

우리나라에선 2백56M급을 만들 수

있는 획기적 방법을 개발해

반도체연구에 활기를 띠고 있다.

가 되어야 한다.

머리카락의 굵기가 10분의 1mm 정도이니 회로가 머리카락 굵기보다 1백분의 1 정도 작아야 한다는 이야기다. 이것이 16M가 되면 회로의 선폭은 1만분의 5mm로 1M의 절반으로 간격이 좁혀져야 한다.

회로의 선폭을 1만분의 5mm 정도로 만들려면 대단히 정밀한 사진을 찍을 수 있어야(露光) 할뿐 아니라 이를 반도체 기판(器板) 위에 새겨 넣을 수 있어야(蝕刻) 한다. 이를 위해 파장이 짧은 영역의 빛을 이용해서 사진을 찍고 식각을 건식(乾式)을 이용하는 등 신기술이 속속 개발되고 있지만 현재의 실리콘을 이용하는 반도체에선 한계가 있게 마련이다.

실리콘반도체의 이론적 선폭한계는 1만분의 1mm(0.1마이크론)이다. 이만한 선폭을 갖게되면 개별소자 10억개(1G)까지 넣을 수 있게 된다. 그러나 현재의 기술로 양산할 수 있는 한계는 2백56M급을 만들 수 있는 1만분의 2mm로 보고 있다.

지금 만들어지고 있는 반도체는 파장이 짧은 자외선을 이용, 실리콘기판 위에 패턴을 달구어 붙이는 방법을 사용하고 있는데 이때 전자파(電磁波)의 파장이 짧으면 짧을수록 보다 많은 소자를 집어 넣을 수 있다. 현재 짧은 파장의 자외선을 이용해서 만들 수 있는 반도체의 한계는 64M 정도로 보고 있다.

64M 이상의 초고집적도를 갖는 반도체를 만들려면 이보다 짧은 파장을 이용해야 한다. 그래서 지금 강구되고 있는 것이 X선을 이용하는 싱크로트론 방사광(SOR)장치이다. 이 방법을 이용할 때 집적도는 지금보다 훨씬 높

아질 것으로 보고 있으나 SOR을 사용한 반도체 제조라인을 건설하는데 돈이 엄청나게 많이 들어 실현여부는 불투명한 상태이다.

美·日선 64M급 개발 성공

현재 우리나라는 16M급까지는 일본과 미국에 비해 뒤지지 않지만 64M급 이상의 높은 집적도를 갖는 반도체를 실현하려면 노광과 식각기술은 물론 초청정 등 관련기술의 수준을 높이지 않으면 안된다.

현재 일본과 미국, 유럽 여러나라는 64M급 기억소자 개발에 성공하고 있다. 우리나라는 최근 반도체소자를 평면으로 단순히 쌓아 올라가는 방식(積層)에서 입체적으로 잡아 넣은 획기적인 방법을 개발함으로써 현재의 기술로 2백56M급 기억소자를 만들 수 있는 길을 열어 놓았다.

그러나 현실적으로 64M급 이상으로 가려면 새로운 기술이 접목되지 않으면 안된다. 최근 반도체 개발에 여러가지 새로운 소재(素材)와 방법이 모색되고 있는 것은 여기에 있다. 지금 활발하게 연구되고 있는 신소재(新素材) 반도체로는 화합물반도체가 꼽힌다.

화합물반도체 가운데 주목을 끌고 있는 것이 갈륨(Ga)과 비소(As) 화합물이다. 갈륨과 비소 화합물로 만든 갈륨비소반도체는 실리콘보다 전자의 이동속도가 빨라 연산(演算)속도가 50배에 달한다. 또 고온과 방사선 등 비교적 열악한 환경에서도 잘 기능하고 빛을 내는 특성을 갖고 있어 활용도가 크게 기대되고 있다.

문제는 갈륨비소반도체를 만드는 비용이 아직은 실리콘반도체에 비해 1백배 정도 비싸게 먹힌다는 단점이다.

그래서 갈륨비소반도체는 인공위성과 같은 우주개발분야와 군사용 등 특수 목적으로만 사용되고 있는 실정이다.

우리나라는 1984년 한국과학기술원이 국내에서 처음으로 갈륨비소반도체를 만들어 보는데 성공한 후 삼성전자·금성전자·삼성코닝 등이 산업화하고 있다. 선진 외국에서는 갈륨비소기판 위에 알루미늄 등을 증착(蒸着)시켜 전자이동 속도를 현재의 갈륨비소반도체 보다 2백배나 높이는 방법도 연구되고 있다.

바이오칩·초전도칩 등 관심

이밖에 관심을 끌고있는 신소재 반도체로는 바이오칩과 초전도칩이 있다. 바이오칩은 단백질이나 효소같은 생물재료를 반도체에 이용하는 것이다. 바이오칩이 실용화되면 집적도는 천문학적인 수치로 올라간다. 바이오칩이 성공하면 집적도는 16M급 실리콘반도체 보다 6백만~5천만배나 올라갈 수 있을 것으로 보고 있다.

이렇게 되면 휴대용 슈퍼컴퓨터시대가 탄생하게 된다. 초전도칩은 영하 2백도 이하의 극저온에서 격자(格子)가 없어지는 초전도현상을 반도체에 응용하는 것으로 역시 전자이동 속도가 빨라지게 되어 집적도를 크게 높일 수 있게 된다.

초전도칩은 1990년 미국의 컨덕터스를 비롯해서 일본의 몇개 반도체업체들이 개발에 상당한 진척을 보이고 있는 것으로 알려져 있다. (榮)