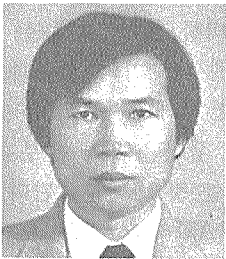


半導體 IC의 設計技術과 動向



金 弘 培

淸州大 半導體工學科 教授/工博

미래의 산업인 반도체 산업은 앞으로 전자산업의 주종을 이룰 것으로 전망되며, 현재는 VLSI에서 ULSI가 소개될 전망에 따라 설계기술의 다양화가 필요로 한다. 따라서 최근에는 특별 주문형 IC인 ASIC의 출현에 따라 ASIC의 설계기술의 필요성이 증대되고 있다.

1. 最近 半導體 IC의 動向

최근 半導體 IC의 技術과 動向을 파악해 보면, 디지털 메모리 IC 분야에는 E²PROM (electrically erasable programmable ROM), 16M Bit DRAM의 試製品이 생산되었으며 아날로그 IC 분야에는 한 칩에 아날로그 및 디지털 素子가 결합되어 생산되고 있다.

또한 각반도체 제작회사들은 半導體 IC 工程 技術을 개발하여 高密度 半導體 IC를 생산하기 위해 끊임없이 노력을 하고 있다.

비록 1989년경에 일시적인 半導體 불경기가 도래할 것이라는 관측도 있지만 半導體 시장은 다른 어느 때보다 더욱 호황을 보일 전망이다.

이에 따라, 半導體 제작회사들간의 기술개발 경쟁이 점점 더 심화될 것으로 전망된다.

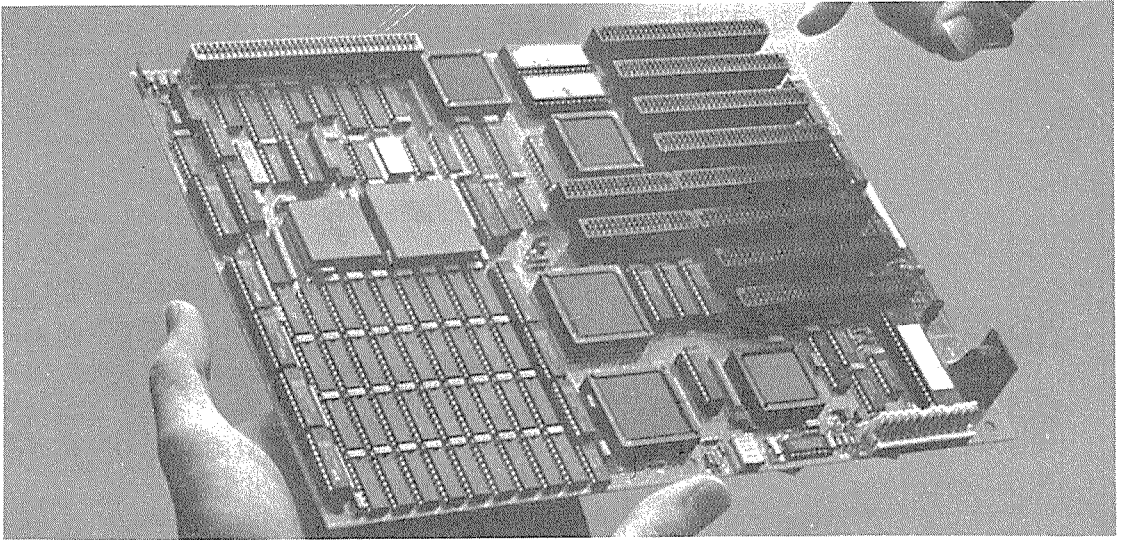
따라서 국내의 半導體 생산회사들은 해외의 반도체 기술 및 동향을 끊임없이 파악하여야 한다.

이에 따라 최근 개발된 半導體 IC인 프로그램 가능 롬(programmable ROM), 16M Bit DRAM과 集積度 향상을 위한 半導體 IC의 스케일링(scaling) 기술, 아날로그 IC설계 동향, 특정용 주문반도체 등을 중심으로 최근 半導體 設計技術 및 動向을 소개하고자 한다.

2. 프로그램 可能 롬(EPROM)

현재 Flash 메모리 또는 롬분야는 Intel, Sequ Technology, 도시바 社 등이 경쟁을 하고 있다. EPROM은 자외선에 의해 재프로그램 할 수 있으며, 대략 1개당 20분 이상의 시간이 소요된다.

이에 비하여 새로 개발된 E²PROM은 가격이 비싸지만 한번에 1Byte를 재프로그램하므로 재프로그램(reprogramming) 시간이 빠르고



ASIC은 국내·외에서 1~2년내에 본격적으로 보급될 것으로 전망된다.

쉽다는 장점이 있다.

그러나 E²PROM의 메모리 集積度는 EPROM에 비하여 낮은 편이다. (E²PROM은 256K Bit, EPROM은 1M Bit 정도)

그러나 E²PROM 내에 단일 트랜지스터 메모리 셀의 면적을 작게 하면 곧 EPROM의 集積度에 도달할 것으로 전망된다.

최근 Seeq Technology社에서 생산된 E²PROM은 512K Byte를 저장하며, 최소 100에서 최대 1,000의 기록(write) 사이클이 제공되고 호출(access) 시간은 200nsec, 메모리 셀의 크기(size)는 25nm², 최대 제거(erase) 시간은 7.5 sec 정도이다.

이와 비교하여 日本의 도시바社에서 생산된 256K Bit E²PROM은 최소 100의 기록 사이클과 호출시간은 170nsec, 200nsec, 250nsec이고 메모리 셀 크기는 36nm², 제거시간은 약 1 초 정도이다.

Intel社 제품인 256K Bit E²PROM은 12V, 5V 전원을 사용하고 있으며 Texas Instrument社는 올해에 5V 단일 전원만을 사용한 256K Bit E²PROM을 소개할 예정이다.

3. 16M Bit DRAM 技術 動向

대부분의 DRAM(Dynamic RAM) 사용자들

은 이제서야 256K Bit DRAM에서 1M Bit DRAM으로 전환되고 있다고 보지만 일본의 도시바, 독일의 Simens社는 4M Bit DRAM의 샘플을 생산중이며 IBM社는 Sematech社에 4M Bit DRAM 생산설비를 설치하여稼動中이다.

비록 메가 비트 레벨 메모리의 생산과 設計技術이 충분하지 못한 상태이지만 1989년말경에는 16M Bit DRAM 생산을 위해 일부 半導體 제작회사들이 참여할 것으로 분석된다.

작년초 16M Bit DRAM의 試製品이 日本의 마쓰시다, 히다찌, 도시바社에 의해 소개되었고 4M DRAM에 이어 곧 생산될 전망이다. 소개된 마쓰시다社의 16M Bit DRAM은 0.5μm 설계규칙(design rule)으로 제작되었으며 65 nsec의 호출시간, 3,500만개의 트랜지스터, 커패시터가 내장이 되었고 메모리 셀 크기는 3.3 nm² 정도이며 4M Bit DRAM 메모리 셀에 비하여 절반 정도의 크기로 제작되었다.

또한 도시바社는 16M Bit DRAM을 0.7μm 설계규칙으로 제작하였고 70nsec의 호출시간, 3,400만개의 회로소자를 내장하고 있다.

이러한 16M Bit DRAM의 이용도는 고속처리 영상(image) 시스템 설계와 고화질 TV(high definition TV) 설계에 많이 응용될 전망이다.

4. 半導體 IC의 스케일링 감소

현재 메가비트 레벨의 정적(static) 또는 동적(dynamic) 램의 메모리 셀 내의 커패시터 등은 이미 거의 최소화된 크기로 축소된 것으로 간주된다.

그 이유는 메가 비트 레벨 DRAM의 MOS 트랜지스터 셀은 커패시터 층이 형성되므로, 커패시터 내의 실리콘 Dioxide의 분극상수가 매우 작다면 커패시터에 충전되는 전하량이 매우 낮게 되어 MOS 트랜지스터 셀의 동작 특성이 불안정하게 되므로 현재 메가 비트 DRAM의 메모리 셀은 최소화 되었다고 분석된다.

이에 따라 여러 半導體 회사들은 10년전에 개발된 Trenching 技術로 이 문제를 해결하고자 하고 있으며, 또 다른 방법으로 磁化(ferroelectric) 技術을 이용한 방법을 시도하고 있다.

Trenching 기술은 그림 A, B, C에 설명하였듯이, MOS 트랜지스터 셀 내의 커패시터 층을 접음(folding)하여 Trench 형태로 구성해서 MOS 기판에 식각(etching)한 것을 의미하여 동일 IC 면적 내에 더 많은 MOS 트랜지스터 셀을 접어 넣게 된다.

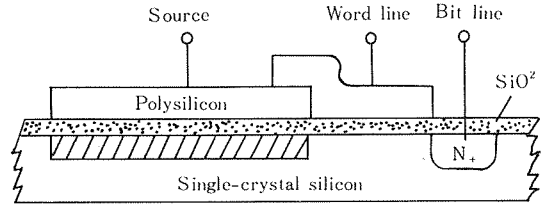
Texas Instrument와 도시바 사는 Trenching 技術을 선두적으로 채택한 회사이며 특히, Texas 사는 Trenching 技術을 4M Bit DRAM에 적용하였고 16M Bit DRAM 제작까지 적용하고 있다.

그러나 Trenching 기술은 평면(planar) 기술로부터 변화된 것이지만 결코 쉬운 기술은 아닌 것으로 분석된다.

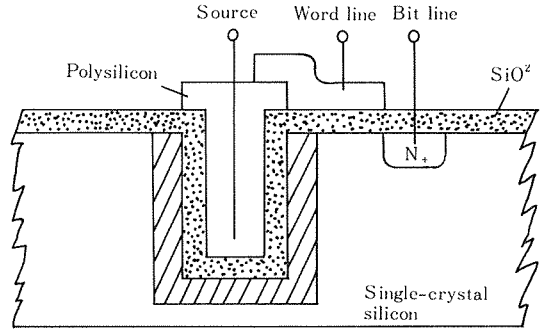
왜냐 하면 Trenching은 MOS 기판 내에 수 μm 깊이와 그 깊이의 몇분의 1에 해당하는 폭을 정확하게 식각을 해야하기 때문이다.

따라서 Trenching 技術을 사용하기 위해서는 새롭고 정확한 생산장비인 Dry Etching, Sputtering 장비 및 高度의 CVD 技術, X-ray lithography 技術 등을 필요로 한다.

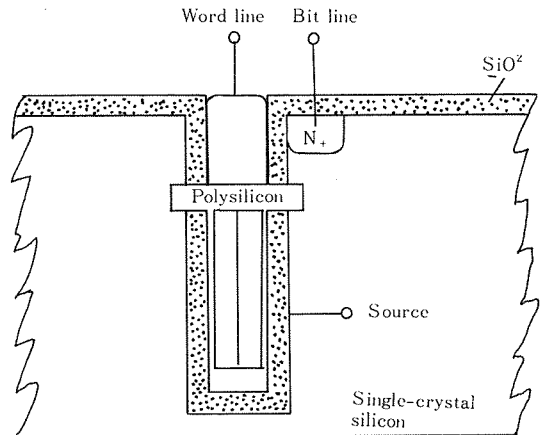
이 방법 외에 미국의 Ramtron 사는 磁化物質이 Silicon Dioxide보다 높은 분극 상수를 가지는 점을 착안하여, 단위 cm^2 당 $10\mu\text{C}$ 을 갖는 PIT 필름을 사용하여 메가 DRAM 設計를 시도하고 있다.



A. 256K-bit dynamic RAM cell structure



B. 1M-bit DRAM cell structure



C. 4M-bit DRAM cell structure

□ Transistor

▨ Storage area

이 방법은 현재 Ramtron, 일본의 NMB社가 서로 협력하여 4M Bit DRAM 개발에 적용하고 있다.

5. 아날로그 IC 動向

아직까지 半導體 製作 및 技術은 메모리 IC, 디지털 IC에 중점을 두어 왔지만 앞으로는 高水準의 精密形 아날로그 IC의 設計와 제작이 요구되고 있다.

이에 따라, 최근에 생산된 아날로그 IC는 한 칩 내에 아날로그와 디지털 회로를 내장한 혼합형 IC를 소개하고 있다.

산호세에 있는 Micro Linear社는 작년에 FB3480이라는 바이폴라 반주문형 IC(semicustom IC)를 소개하였으며, 이는 PWM용 제어기에 사용된다.

이 아날로그 IC는 처음으로 아날로그 Array 技術을 사용하였으며 일반 사용자가 PWM 제어기능을 선택할 수 있는 사양을 갖고 있다.

또한 미국 Texas의 Crystal Semiconductor社는 아날로그 IC의 성능 파라미터가 시간, 온도 변화에 관계없이 일정한 출력을 유지할 수 있는 안정한 상태를 갖도록 자체 디지털 조정 회로를 설계하여 12, 14, 16Bit A/D 변환기에 적용 및 응용하였다.

이와 비슷한 IC로 Analoge Device社는 한 칩에 8Bit A/D 변환기, 2개의 8Bit D/A변환기, 200KHz Track Hold 증폭기, 2개의 완충(buffer) 증폭기, 전압조정기가 내장된 집적회로를 설계하였다.

이에 따라 아날로그 회로에 디지털 제어회로가 부가된 칩의 생산이 증가될 전망이며, 1990년경에는 VLSI의 핵심소자일 것으로 예상되는 Bi CMOS 형태 즉, 바이폴라 트랜지스터와 CMOS 회로가 결합된 칩을 설계하여 널리 사용될 전망이다.

6. 國際間的 技術協力과 그 動向

현재 美國內의 半導體 회사들은 日本의 半導

體 제작기술을 능가하기 위한 협력기구를 결성하였으며, 독일의 Siemen社, 네덜란드의 필립스社 등은 메가 프로젝트인 SRAM, DRAM 메가 비트 개발에 협력체를 구성하여 연구 진행 중이며, 이보다 큰 유럽공동반도체협력기구인 JESSi(Joint European Submicron Silicon)가 결성되어 1995년까지 0.3 μ m 설계규칙으로 64M Bit DRAM 開發 즉, ULSI(Ultra LSI)에 중점을 두고 있다.

JESSi 유럽공동반도체협력기구는 칩 개발뿐만 아니라, 設計 시스템, 電子材料, 半導體 生産設備 및 製作技術 분야까지 연구 개발할 전망이다. 최근에는 SGS-Thomson, 이탈리아의 Brianza 등이 협력체로 가입하였다.

이러한 국제협력기구간의 결성과 더불어 國際間的 半導體 技術교환이 현재 활발하게 진행되고 있다.

그 예로서, Motorola社는 도시바社의 DRAM 工程技術을 도입하고 그 댓가로 32Bit 마이크로 프로세서 기술을 교환하였다.

美國 산호세에 있는 VLSI Technology社는 그들의 특용 IC인 ASIC(Application Specific IC) Tool을 日本 히다찌社의 1 μ m CMOS 공정기술과 교환하였다.

그밖에 美國의 Texas Instrument社와 國內의 三星電子(株)는 DRAM 技術의 교환이 이루어졌으며, 현재 세계 각국간의 技術協力과 병합이 끊임없이 이루어지고 있다.

7. ASIC의 出現과 맺음말

미래의 산업인 半導體 産業은 앞으로 電子産業의 주종을 이룰 것으로 전망된다.

현재 VLSI에서 ULSI가 소개될 전망에 따라 設計技術의 다양화가 필요로 한다. 최근 특별주문형 IC인 ASIC의 출현에 따라 ASIC 設計技術의 필요성이 증대되고 있다.

ASIC은 특별주문생산을 해야 하는 대신 방대하고 복잡한 회로를 특수용도에 적합하게 만드는 장점이 있다.

현재 ASIC의 설계방법(design methods)은

반주문형 IC 일종인 표준 셀, PLA, PAL, 게이트 어레이, 매크로 셀 등을 많이 사용하고 있으며 VLSI 자동설계 CAD Tool인 실리콘 컴파일러 기능을 개발하여 ASIC 전용의 CAD 설계장비 Tool로 사용되고 있다.

특히, ASIC 설계를 위한 CAD Tool에는 다른 CAD Tool에서 개발되지 않은 방법인 PLA에 의한 논리합성, 다단논리합성 (multilevel logic

synthesis) 방법 등을 사용하고 있다.

따라서 ASIC은 국내·외에서 1~2년내에 본격적으로 보급될 것으로 전망된다.

이에 따라 국내에서는 반도체 회사들간의 공동 연구가 더욱 필요하며, 많은 R & D의 투자가 따라야겠으며 ASIC 설계에 많은 관심이 요구된다.

用語解説

■ RGB端子 : Color TV는 光의 3원색인 R(Red), G(Green), B(Blue)로 Color를 재현시키고 있다. 구체적으로는 TV전파가 수상기내의 영상회로나 Video회로를 지난 후 Drive회로에서 R, G, B의 색 신호로 분리되어 Braun관에 입력되고 RGB 螢光體의 발광도에 의해 색을 재현한다. RGB端子란 Braun관의 R, G, B 각각의 단자에 직접 신호를 입력하는 단자로 RGB단자부 TV는 Personal Computer 본체와 이 단자를 접속하면 TV가 PC용 Display가 되어 선명한 화상을 낼 수 있다.

■ ROM (Read Only Memory) : Memory 속에서 임의의 기억단위 (Memory Cell)를 수시로 외부회로와 접속할 수 있으나 기억내용의 읽어내기 전용으로 밖에 쓸 수 없으며 새로운 기입을 할 수 없는 Memory 기억내용은 Memory 제조시에 기입된가 통상의 Memory 작동법과는 다른 방법으로 기입된다. 컴퓨터의 계산실행순서처럼 미리 정해져있고 몇 번이고 사용되는 정보의 기억에 쓰이는 수가 많다. Memory Cell의 구성소자수가 RAM보다 적으므로 RAM에 비해 대용량의 것이 개발되고 있다.

ROM은 제조 공정에서 정보를 넣은 Mask ROM,

외부로부터 고전압을 걸므로써 정보의 입력을 할 수 있고 紫外線의 照射에 의해 정보의 소거가 가능한 EP·ROM (UV Light Erasable and Programmable ROM), 여기에 전기적으로 정보의 입력, 소거가 가능한 EEP·ROM (Electrically Erasable and Programmable ROM) 등이 있다.

정보의 입출력이 가능한 RAM과 같이 각종 ROM도 대용량화가 추진되고 있으며 Mask ROM에서는 현재 1MBit급까지 상품화되고 있다. 주로 漢子 Printer 및 Wordprocessor의 漢子 Data 수록용 Memory로 사용되는 것으로 1MBit 기종에서는 2개의 IC로 16×16Dot 문자로 漢字 4,000자를 수록할 수 있다.

EP·ROM은 최대 256 KBit 기종이 개발되어 있다. 이 Memory는 각종 Micro Computer 응용 System으로 특히 다품종소량용으로서의 사용이 중심이 된다.

Micro Computur에서는 EP·ROM이 부착된 Piggy Back Type 이라고 불리어지는 것도 증가되어 왔다. EEP·ROM은 16KBit정도의 기종이 생산되고 있으며 EP·ROM에 비해 고가격이므로 큰 시장을 형성치는 못하고 있다.