<반도체 재료-⑶기능재료(실리콘 웨이퍼)>

신기술 개발로 자급율 "28%" 지속투자 · 품질개선 뒤따라야

반도체의 핵심재료인 실리콘 웨이퍼의 국산 자급화율이 점차 높아지고 있다.

92년 기준 실리콘 웨이퍼의 국내 수요는 1억6300만달러를 기록했는데 이 가운데 400만달러를 국내에서 공급하여 24%의 자급도를 보인 것으로 알려졌다.

이러한 자급도는 91년의 실리콘 웨이퍼 국내 자급도 17.5%에 비해 27%정도 증가한 기록인데 93년에는 28%의 자급도를 기록한 것으로 밝혀졌다.

실리콘 웨이퍼의 국내시장 점유현황을 보면 수입품 75%중 MEMC가 40%를 차지하고 있고, Sinetsu 30%, Wacker 5% 등을 기록하고 있으며 국내기업인 실트론이 25%를 점유하고 있는 것으로 나타났다.

그밖에 최근 생산을 개시한 포스코휼스는 MEMC(40%), 삼성전자(20%), 포항제철(40%) 등이 합작한 회사로 6", 8" 실리콘 웨이퍼를 생산하고 있는데 생산능력은 연간 66MSI로 알려졌다.

동양전자금속은 일본의 Nagano와 합작한 기업으로 OEM방식 생산을 계약했으나 일본 내수시장 불황과 자금사정의 악화로 공급이 거의 이루어지지 못하고 있는 것으로 나타났다.

실리콘 웨이퍼는 삼성전자에서 50% 정도를 소비하고 있고 금성사와 현대전자에서 각각 20%, 그밖에 한국전자, 대우통신, 기타기업에서 10% 정도를 소비하고 있는 것으로 알려졌다.

각사의 제품공급처를 보면 금성사의 경우 실트론 제품을 공급받고 있고, 삼성전자는 MEMC, Sinetsu, Waker, 현대전자는 실트론, MEMC, 신에츠 등에서 각각 공급받고 있는 것으로 밝혀졌다.

93년 상반기에는 삼성전자에 8"실리콘 웨이퍼를 공급한 Wacker의 M/S가 조금 늘어났고 신에츠는 삼성전자의 신제품에 대한 웨이퍼 공급계획에 차질이 생김에 따라 다소 부진한 실적을 보였던 것으로 나타났다.

세계 실리콘 웨이퍼 시장추이

(단위 : MSI, 100만달러)

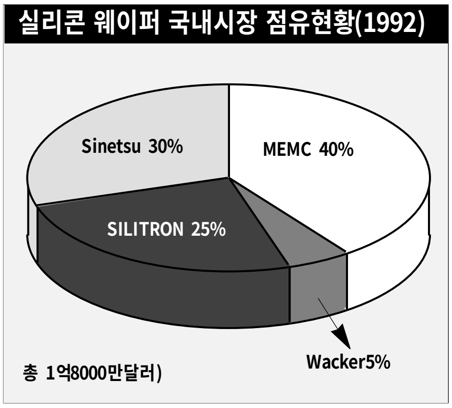
구 분	1991	1992	1993	1994
수 량	1,782	1,889	2,059	2,306
금 액	2,090	2,215	2,414	2,700

국내 실리콘 웨이퍼 수급 추이

(단위 : 100만달러, %)

구 분		1991	1992	1993	1994
수요	내수	153	154	163	193
	수출	0.7	3.2	3.5	5
	계	153.7	157.2	166.5	198
공급	생산	24	27.5	43	59
	수입	130	130	133	144
	계	154	157.5	176	203
자 급 도		15.6	17.5	24	28

실리콘 웨이퍼 국내시장 점유현황(1992)



실리콘 웨이퍼의 세계시장규모는 2053 MSI, 24억1400만달러인 것으로 알려졌다.

실리콘 웨이퍼는 반도체생산에 소요되는 모든 공정재료의 60%(금액기준)를 차지하고 있다.

원료인 Poly Silicone은 세계에서 연간 7800톤을 생산하고 있는데 생산기업으로는 Wacker(24%), Hemlock(20%), Asmi(13%)가 있다.

실리콘 웨이퍼 생산기업의 M/S를 보면 Sinetsu 21%, MEMC(19%), MMC(13%), OTC(12%) 등이고 기타 Koma-tsu, Wacker 등이 있다.

Epi 웨이퍼는 92년부터 생산을 개시했는데 한국LPE가 3" 연산 8500매의 생산능력을 보유하고 있으며, 동양전자금속이 3" 연산 1만8000매의 생산능력을 보유하고 있다.

Epi 웨이퍼의 세계수요는 300MSI이고 생산기업으로는 Sinetsu(25%), OTC(17%) MEMC(14%), Wacker(13%) 등이다.

규사, 규석 등을 정제한 다결정 실리콘(Polycrystal Silicon)을 모체로하여 만들어진 실리콘 웨이퍼는 한쪽면 또는 양면이 극히 깨끗하고 평탄한 경면으로 만들어지며, 반도체 제조 라인에서는 이 실리콘 웨이퍼를 실각, 산화, 확산 등의 화학적 처리와 사진감광기법 등을 이용해 회로간격이 수 마이크론으로부터 서브마이크론에 이르는 반도체 집적회로를 구성하며, 구성소자로는 레지스터, 다이오드, 트랜지스터, 캐피시터 등이다.

이렇게 제조된 IC, LSI, VLSI ULSI 등의 칩들은 컴퓨터, 전자장비 등의 주부품으로 사용된다.

실리콘은 일반적으로 단결정, 다결정, Amorphous의 3종류로 구분되는데, 특히 Amorphous는 대면적화가 가능하여 태양전지 등의 큰 면적을 요구하는 용도에 적합하다.

반도체소자의 기판재료로 사용되는 단결정 실리콘은 소자의 수율향상, 성능향상 등을 위하여 대구경화, 고순도화, 결함제어, 표면평탄화 등의 문제 개선을 지행시키고 있다.

반도체소자와 실리콘웨이퍼 품질의 관계를 살펴보면 Bipola IC, NMOS, CMOS 등 프로세서 조건이 다른 경우는 물론이고, 동일품종 즉 1M 및 4M DRAM소자 계열중에서도 소자 생산업체에 따라 요구품질이 다르게 나타나고 있다. 더욱이 앞으로는 반도체소자가 커스톰화되어 종류가 더욱 다양화되고 고집적화되어 여러가지 복잡한 기술이 채택되기 때문에 실리콘에 대한 요구품질도 다양하게 나타날 것으로 전망된다.

따라서 실리콘 웨이퍼 제조기업으로서는 각각의 반도체소자 처리과정에 따라 적합한 결정체를 공급해 주어야만 한다.

실리콘웨이퍼는 반도체소자나 집적회로의 기판으로 사용될때 결정성장시 주입되는 Dopants의 종류에 따라 음(Electron)과 양(Hole)의 전류흐름을 갖는 기능을 지니며, 주입되는 불순물의 양에 따라 원하는 저항값이 제어된다.

반도체의 종류에는 Si, Ge 등의 단일원소 반도체와 GaAs 등의 화합물 반도체가 있으며 상업적으로 Si가 가장 널리 쓰인다.

단결정의 제조방법에는 FZ(Flowting Zone)법과 CZ(Czochralski)법 MCZ(자장인가 CZ)법 등이 있다.

FZ법은 성장속도가 빠르고 산소농도를 낮게 조절할 수 있어 고순도에서 높은 저항률의 결정을 얻을 수 있지만 대구경화가 어렵기 때문에 현재는 양산성과 대구경화가 용이한 CZ법이 주류를 이루고 있다.

IC용 단결정은 거의 전부 이 방법으로 제조를 하고 있으나 민생용 Power Device, Bipolar IC, Discrete의 수요증가로 FZ경정의 수요도 증가추세에 있다.

MCZ웨이퍼는 현재 CCD용과 Power Device용으로 사용되고 있으나 앞으로 8"이상의 대구경 웨이퍼 제조에는 MCZ 단결정이 사용될 것이다.

대표적인 반도체용 단결정은 현재 IC시장의 95%이상을 차지하고 있는 실리콘과 차세대 반도체재료로서 각광을 받고있는 GaAs, Gap, InP와 군사용 사격통제 야간규칙 및 열추적 장비의 필수소재인 MCT(HgCdTe) 단결정이다.

현재 실리콘웨이퍼의 규격은 6"가 주류를 이루고 있으나 16M DRAM생산에서는 8"가 사용될 추세이므로 8"기판의 상용화가 곧 도래될 것으로 전망된다. 8"기판에 있어서는 산소농도, 결정결함 등의 결정품질의 문제와 대구경에서 수반되는 고평판도 기판 가공기술의 개발이 우선하여야 한다.

Epi 기판은 MOS분야의 시장증가, 고속SRAM, Gate Array, Analog/Digital 혼합Devive의 수요증대가 되면 Epi기판 시장도 확대될 것으로 기대된다.

단결정 성장시킨 Si결정에는 전기전도도를 위해 의도적으로 참가하는 불순물(B,P,Sb 등) 이외에는 가능한 불순물을 억제시켜야 하며, 결정성장시 인위적으로 주입되는 Dopant에 의해 도체와 부도체 사이의 전기전도도를 가지게 된다.

실리콘웨이퍼는 고순도의 다결정 실리콘을 용융시켜 특정방향으로 성장시킨 단결정 실리콘으로서, 이 성장방향은 Device Process에 기계적 성질, 확산, 식각 등에 영향을 준다.

실리콘웨이퍼의 표면은 Device Process의 원활함과 고품질 회로를 구성하기 위해, 회로제조시 치명적인 영향을 주는 표면 Damage (Paticle, Scratch등) 또는 미량의 화학적 성분이 표면에 잔존해서도 안

되며, 극도의 평탄도가 요구된다.
한편, 국내 실리콘웨이퍼 산업의 문제점을 보면 웨이퍼내에 라이프타임이 불균형하다는 것과 품질의 신뢰도 및 일관성 결여를 들 수 있다.
라이프타임을 늘리고 균일하게 하는 것이 이러한 문제를 해결하는 한가지 방법이고 Particle, flatness & Metal Impurities등과 관련, 품질개선을 위한 기술개발, 지속적 투자 및 공급, 사용자간 주기적 기술교류 등이 다른 개선방안으로 지적된다.

<화학저널 1994/2/1>