

반도체·FPD 세정공정 및 기술 동향

김 두 형, 황 경 현

한국기계연구원 · 지능형정밀기계연구부

1. 서론

2000년 하반기부터 세계의 반도체 시장은 전 세계적인 경기하락, PC 및 통신장비의 수요감소, IT산업 둔화의 영향으로 침체 상태가 지속되었으나, 2003년에 국내의 메모리 생산업체가 세계시장의 1위 유지와 4위를 차지하였고 반도체 종합 부문에서 2위를 차지하는 등, 국내와 세계 반도체 시장이 회복되고 있다. 특히 반도체의 수요가 공급을 앞지르고 있으며 이에 따라 2004년의 세계의 반도체 장비시장은 작년 보다 36% 증가한 295억 달러 정도로 예상하고 있다.

디스플레이 분야 또한 반도체 분야와 같이 2003년이 비약적인 시장성장을 거둔 한 해였다. 세계1위의 생산량 자리를 놓고 국내의 2개 기업이 경합을 벌였었고, 차세대 평판디스플레이(FPD) 생산 라인이 속속 건설되고 있다. 더불어 LCD/PDP 등 평판 디스플레이의 장비시장도 상당히 확대되었다.

본 고에서는 반도체와 FPD 생산의 여러 공정 중, 그 횟수는 전체 생산 공정에서 많은 부분을 차지하고 있으나, 비교적 기술자료에서 소홀히 다루고 있는 세정공정에 대하여 종합적으로 기술하고자 한다.

2. 세정기술의 종류

반도체와 평판디스플레이 제조공정에서 사용되고 있는 세정방법을 정리하면 다음 표 1과 같다. 반도체와 LCD, PDP 등의 공정에 따라서 적절한 세정공정이 선택되어 사용된다.

표 1. 반도체·FPD의 세정방법.

습식(wet)세정		건식(dry)세정
물리세정	화학세정	
Brush, Scraping	유기용매	UV
Spray, Jet	중성세제	Plasma
초음파 Cavitation	화학약액	Laser
Megasonic (진동가속도)	기능수	초임계유체 극저온 CO ₂
	순수	

2.1. 습식 세정기술

액체를 용매로 하여 이물질을 제거하는 세정수단을 습식세정이라 하고, 기판에 대하여 기계적/물리적 작용을 가하여 세정하는 물리세정과, 순수 화학 반응만을 이용하는 화학세정으로 나눈다.

대표적인 물리세정 tool은 접촉식인 brush 세정과, 비접촉식인 초음파 세정, 고압세정 등이 있고 화학세정에는 약액세정이 있다. 이에 대한 특징은 다음과 같다.

2.1.1 Brush 세정

브러쉬의 형상은 디스크와 물의 두 가지 종류가 있다. 디스크 브러쉬는 기판과의 접촉시간을 충분히 확보할 수 있으므로 높은 세정효과를 얻을 수 있으나, 브러쉬와 기판이 닿기 시작하는 접촉점의 위치조정이 어렵고 교환에도 시간이 걸리는 문제가 있어 대형 FPD에의 적용은 불합리하다. 물 브러쉬는 기판폭에 맞는 대형 물의 제작이 가능하므로 대형 FPD의 세정에 유리하다. 단 디스크형에 비해서 브러쉬와 디스크 간의 접촉시간이 짧으므로 브러쉬솔의 밀도를 높이든지 회전수를 올리는 등 세정력의 향상을 위한 연구가 필요하다.

2.1.2 초음파 세정

초음파 세정은 일반적으로 40kHz 정도의 주파수에서 발생하는 cavitation 작용을 이용하는 deeping 방식과 1MHz 이상의 주파수에 의한 추진력을 이용하는 shower 식(mega-sonic)으로 구분된다. Deeping 방식은 cavitation에 의한 높은 세정효과가 얻어지는 대신 기판에의 damage, 반송부재에의 damage 및 deeping 처리방식 특유의 기판에의 이물질 재 부착 등의 문제가 있어 이용범위가 한정된다. Shower 방식은 기판에의 damage가 적고 유체가 순환되므로 이물질의 재 부착이 방지되고 정밀 세정에 적합하다.

2.1.3 약액 세정

기판에 대하여 화학적 반응 작용을 일으켜 기판상의 무기물과 유기물질을 제거한다. 세정약액은 running cost, 인체에의 안전성, 내 재료성, 폐액처리 등을 충분히 고려하여야 한다. Wafer 와 유기기판용 세정약액은 여러 가지가 있으나 wafer 용으로는 제거해야 할 불순물의 종류에 따라 다음 표2와 같이 나눌 수 있다.

표 2. 반도체 공정의 주요 세정액.

약액	명칭	용도
$NH_4OH:H_2O_2:H_2O=1:1:5$	APM,SC1 (Standard Clean-1)	particle 제거
$H_2SO_4:H_2O_2 = 4:1$	SPM,Pirana	유기물 제거
$HCl:H_2O_2:H_2O = 1:1:5$	HPM,SC2 (Standard Clean-2)	금속오염물 제거
HF+H ₂ O ₂	FPM	금속오염물 제거
HF+H ₂ O	DHF	자연산화막 제거
NH ₄ F+HF+H ₂ O	BHF	산화막 제거, 식각

TFT 기관용으로는 금속이온의 부착을 방지하기 위한 유기 알칼리를 주 성분으로 한 세제를 이용하는 경우가 많다. 세제의 작용은 유기물을 분해한다거나, particle과 기관과의 부착력을 약화시키는 역할을 한다. 이런 상태에서 물리세정(특히 브러쉬 세정)을 이용하면 높은 세정효과를 얻을 수 있다. 세제를 선정하는 요소로서는 세정성, 저 불순물, 저 발포성, 린스성, 폐액처리와 cost 및 장치와의 부합성 등이 있다. 최근에는 light etching 용 약액(rare HF 등)을 사용한 세정장치도 개발되고 있다. 이는 기관 표면에 부착된 금속이온 등의 불순물을 제거하여 기관의 표면특성을 안정시키기 위한 것을 목적으로 하고 있는 저온 poly-Si용으로서 필수 공정으로 되고 있다.

2.1.4 기능수(이온수, 오존수) 세정

현재 반도체 세정 공정은 과산화수소를 근간으로 한 RCA 세정 공정이 가장 널리 사용되고 있다. 이러한 세정 화학액 내에서 과산화수소는 산화제의 역할을 함으로써 오염물과 웨이퍼 표면을 산화시키는 산화제로써의 역할을 하고 있다. 하지만 과산화수소는 세정 공정 동안 분해되어 물을 생성하기 때문에 세정액의 농도를 희석시켜 세정액의 수명을 단축시킨다. 결과적으로 세정액의 사용량이 증가함에 따라 화학 폐수량이 증가하고 폐수 처리 공정 중 탈과산화수소 공정이 반드시 필요하고 그 처리 비용이 증가하고 환경적인 문제점을 야기 시킨다. 이러한 문제점이 많은 과산화수소를 대체하기 위해 현재 새로운 세정 공정에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 연구의 일환으로 과산화수소보다 더욱 강력한 산화제로 알려져 있는 오존의 적용에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 오존은 일반적으로 과산화수소보다 더 강력한 산화제로 알려져 있고 용액 내에서 분해되어 해로운 반응 생성물을 형성하지 않는다. 또한 희석시킨 화학액을 사용하여 화학액의 사용량과 폐수량을 획기적으로 절감함으로써 환경 친화적이고 경제적인 세정 공정의 개발에 많은 장점을 가지고 있다.

이러한 특성을 얻기 위해, 순수를 전기분해와 오존 용해에 의해서 일시적인 활성작용을 가지게 한 것이 기능수이고 일반적으로 이온수 또는 오존수라고 불리고 있다. 기능

수는 순수로서 만들어 지므로 비용이 적게 들고 폐액처리도 거의 필요치 않다. 기능수의 작용 중, 오존수는 이온수와 같이 particle 부착력 약화의 효과를 얻을 수 있고, 유기물의 제거가 가능한 특성에서 UV와 세제의 보조적 작용을 기대할 수 있으며, 금속이온의 제거성질도 있으므로 저온 Poly-Si 용의 세정공정에 사용이 연구되고 있다.

2.1.5 극저온 CO₂ 세정

이산화탄소를 영하 78.5도까지의 저온에서 응축하면 고체화 되어 드라이아이스로 된다. 이 드라이아이스 입자를 불순물이 있는 세정부품의 표면에 분사시키면 일종의 sand blast 공정과 같은 입자의 충돌시 운동에너지, 충돌부위의 순간 액화에 따른 불순물의 용해, 승화시 고체에서 기체로의 부피팽창, 고속기류에 의한 불순물 분리력 등에 의해 표면이 세정된다. 극저온 CO₂ 를 이용한 세정장치는 기존 화학적 세정 기술에 비해 유해폐기물의 배출이 전혀 없으며 세정표면에서의 손상이 적어, 반도체 및 평판디스플레이 제조업체의 환경안전 보장, 공정단축, 수율향상 등을 목표로 세정장치의 개발 및 적용이 연구되고 있다. 세정장치는 clean dry air(CDA) 응축기, CDA dryer, 세정 station, CO₂ 회수 box등으로 구성된다.

2.1.6 초임계유체 세정

액체와 기체 공존하는, 즉 그 상을 구별할 수 없는 상태인 임계점(CO₂의 경우 31.1℃, 72.8기압) 이상에서의 유체를 초임계유체라고 하며, 초임계 유체를 이용하는 건식 세정 기술의 원리 및 공정은 매우 단순하다. 이산화탄소를 용매로 사용하는 경우에는, 펌프를 이용하여 기체를 임계 압력 이상으로 가압하여 액체로 상변화시킨 후 임계 온도이상으로 온도를 유지시키면 사용에 적합한 초임계 유체상태로 머물게 한다. 제거하고자 하는 불순물들을 초임계 이산화탄소에 용해시킨 후 이를 분리조로 이동시키고 압력을 낮추면 이산화탄소는 불순물들과 분리되어 기체상태로 된다. 분리된 기체 이산화탄소는 냉각되어 액체 상태로 전환되고 이를 온도를 올려서 초임계 상태로 변환 순환시킴으로서 세정 공정에 재 이용되는 순환사이클을 반복한다.

이와 같은 기술을 이용하면 고순도의 세정이 요구되는 반도체 웨이퍼의 표면세정과 미세한 기공으로 이루어진 소재의 세정에 적용될 수 있다. 이때 세정원리는 동일하며, 부품 표면과 내부에 반데르발스 인력 등에 의해서 부착되어 있는 오염물들을 초임계 상 용매의 강한 용해력을 이용하여 원하는 수준까지 오염물의 농도를 낮출 수 있다.

초임계유체는 높은 용해력, 빠른 물질이동과 열이동, 낮은 점도, 높은 확산계수 그리고 낮은 표면장력으로 인한 미세공으로의 빠른 침투성 등의 특징이 있고, 상온에서의 조업이 가능하고 세척 후 건조단계가 불필요하며, 세정공정의 단순성 및 경제성, 그리고 세정 대상물의 손상방지과 폐수나 악취 등의 발생이 없는 환경에 친화적인 공정등의 장점이 있다.

2.2. 건식 세정기술

2.2.1 UV 세정

UV세정의 주된 목적은 유기물의 제거이다. 특히 wet 세정전에 UV 처리를 행하는 것은 기판표면을 친수화시켜 wet 공정의 세정성능을 향상 시킨다. 일반적으로는 185nm, 284nm 파장을 중심으로 한 저압 수은 램프와, 172nm를 사용하는 excimer 램프가 있다. 접촉각 저하 능력에서 보면 시간 차는 있으나 양자는 비슷한 효과가 있고, device의 표면 특성에 따라서 UV파장의 적합, 부적합이 판단된다. 또한 excimer 램프는 순간적인 on/off가 가능하고, 인체에의 영향이 적은 장점이 있다.

2.2.2 레이저 세정

레이저 세정은 오염 제거 대상물에 에너지 밀도가 높은 펄스 형태의 레이저광을 조사해 표면을 깎아 내는 것으로서 오염물을 제거하는 것이다. 표면 오염물과 모재와의 가공성의 차이를 이용해서 모재에 영향을 주지 않고 표면에 붙어있는 것만을 제거할 수 있으므로, 세정에 이용되고 있다. 레이저 세정에는 주로 Nd:YAG 레이저, 엑시머 레이저가 쓰이고 있다.

2.2.3 플라즈마 세정

플라즈마 세정은 플라즈마를 이용하여 시료 표면에 존재하는 오염물질을 제거하는 것을 말하며 화학적인 방법과 물리적인 방법으로 나눌 수 있다. 화학적인 방법은 그림 1과 같이 시료 표면의 오염물질을 플라즈마 내에 존재하는 활성종과 반응시켜 제거하는 방법으로 주로 유기물이 대상이며 방전 가스로는 산소를 사용한다. 이 경우 유기물은 플라즈마 상태에서 결합이 깨진 산소원자, 오존 및 여기 입자들이 유기물과 반응하여 기체 상태인 수분과 이산화탄소의 형태로 제거된다. 물리적인 방법은 그림 2와 같이 시료 표면에 고에너지 이온을 충돌시켜 표면의 오염물질을 제거하는데 이 방법은 표면 개질 효과도 함께 얻을 수 있으며 무기물 제거에도 사용할 수 있다. 만약 이온의 입사 에너지가 과다하면 시료 표면에 손상을 줄 수 있어 주의하여야 한다. 실제 플라즈마 세정 공정에서는 두 가지 효과가 동시에 작용하며 적용 대상 및 공정에 따라 적절한 방법을 사용해야 한다.

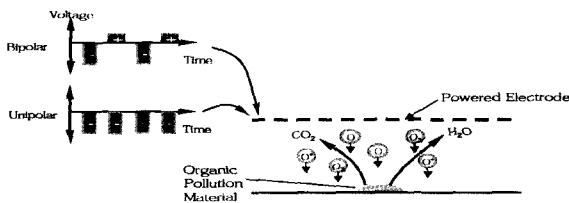


그림 1. 플라즈마에 의한 화학적 세정.

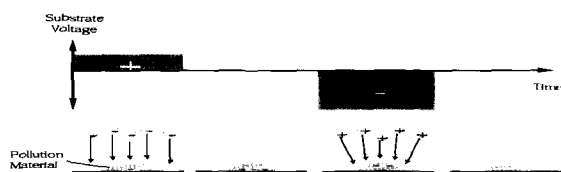


그림 2. 펄스전원에 의한 물리적 세정.

2.3. 기타 세정관련기술

2.3.1 액 치환 기술

세정장치는 기관상의 부착액을 새로운 액으로 치환하면서 이물을 제거하는 원리이다. 새로운 액으로의 치환속도에 따라서 처리시간과 액의 사용량이 결정되므로 효율적인 약액의 치환은 공정시간 단축과 장치의 소형화로 연결된다. 수세처리를 예로 들면 다음과 같다.

먼저 수평반송에 의한 수세처리에는 기관에 부착된 약액을 순수 spray 로서 약액의 농도를 얇게 해 가는 희석 수세로 된다. 이 방법에는 수세에 시간이 걸릴 뿐만 아니라, 대형 기관일수록 particle이 재 부착할 가능성이 높게 된다. Spin 방식에 의한 수세처리에는 원심력에 의한 치환수세이다. 이 방법은 회전중심에 액을 공급하는 것만으로 소량 치환이 가능한 반면 배면 수세가 불가능한 단점이 있다. 한편 경사 반송에 의한 수세처리는 중력을 이용한 치환수세이다. 이 방법은 경사의 상부에 액을 공급함으로써 소량치환이 가능하다. 또한 표면과 배면의 균일 세정처리도 가능하므로 수평처리와 spin처리의 단점을 보완할 수 있다.

2.3.2 분위기 제어기술

우수한 세정장치로서 particle을 제거해도 장치에서의 발전과 건조처리과정에서 재오염되면 세정의 의미가 없어진다. 장치의 발전을 저감시키는 대책으로서 구동부를 완전히 격리하고, 기관의 배면에 반송 roller에 의한 흔적이 부착되지 않도록 해야 된다. 또한 건조시에 particle이 부착되지 않도록 down flow를 장치내에 설치하여 분위기의 청정도를 확보할 수 있도록 하는 기류의 밸런스를 고려해야 한다.

2.3.3 정전기 제어기술

제품의 공정시간 단축과 pattern의 미세화가 진전됨에 따라 정전기 대책이 중요시 된다. 이는 기관에 대전되어 있는 particle이 재부착하거나 배선 pattern의 파괴를 일으킬 수 있기 때문이다. 대책으로서는 순수의 비저항을 조정한다거나 건조부의 재질과 처리방법 연구, ionizer의 설치등이 있으나, 기관의 종류와 공정에 의해서 대전량과 허용치에 차이가 있으므로, 장치마다 다른 대응책이 강구된다. 안정한 정전기제어를 실시하기 위해서는 정전기 발생 메카니즘의 규명이 필요하다.

3. 분야별 세정공정

3.1. 반도체 제조분야

3.1.1 반도체 제조의 세정공정

반도체 제조공정에 있어서의 세정은 wet station, 또는 track 장비의 일부 공정으로서 노광, 건식예칭, 이온주입, 산화/CVD/metalization 에 의한 성막 등 각종 공정의

전처리 및 후처리로서 사용되어지며, 반도체 전체 공정수의 20~30% 정도를 점유하고 있다.

표 3. 국제반도체기술로드맵(세정관련, 2002년판).

연도	2003	2005	2007	2010	2013	2016
DRAM 웨이퍼치 (nm)	100	80	65	45	32	22
MPU 웨이퍼치 (nm)	107	80	65	50	35	25
Wafer Diameter (mm)	300	300	300	300	300	450
Particle 크기 (nm, 표면)	50	40	33	23	16	11
Particle 개수 (cm ² 당, 표면)	0.085	0.069	0.056	0.056	0.034	0.03
Wafer 표면 particle 개수	59	48	39	39	24	48
Particle 크기 (nm, 배면)	200	200	200	200	200	200
Particle 개수 (cm ² 당, 배면)	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
Wafer 배면 particle 개수	468	468	468	468	468	468
메탈이온수 (1E9/cm ² , 표면)	5	5	5	5	5	5
메탈이온수 (1E10/cm ² , 배면)	1	1	1	5	5	5
유동이온수 (1E10/cm ²)	2.7	3.1	2.8	3.12	3.36	3.48
유기물 원자수 (1E13/cm ²)	1.8	1.3	1.0	0.73	0.53	0.37
산소원자수 (1E12/cm ²)	10	10	10	1	1	1
Wafer 표면 water mark 수	1	1	1	1	1	1

위의 표3은 2002년 국제반도체기술로드맵(ITRS)를 참조하여 세정에 관련된 부분만 정리한 것이다. 표에서와 같이 반도체 세정공정의 요구사항은 기술적 한계까지를 필요로 하고 있으며, 관련 장비업체는 이에 부응하기 위한 차세대 세정장비, 측정장비를 개발하고 있다.

반도체 공정의 세정기술은 1965년 미국 RCA회사의 Werner Kern 과 David Puotinen 이 실리콘 표면의 습식화학세정에 관한 체계적인 연구를 수행하여 1970년에 발표한 이른바 RCA 세정이 여전히 업계에서 널리 이용되고 있다. 일반적으로 세정 공정은 유기물, 파티클, 금속 그리고 자연 산화막의 순서로 제거하게 된다. 기존의 RCA세정 방법은 각각의 오염물에 대한 세정 용액이 다르고 그 용액을 순서대로 사용하여 웨이퍼 표면의 오염물을 제거하였다. 하지만, 장비의 거대화에 의한 foot print 증가, 화학액과 DI Water의 과다한 사용에 의한 환경적인 문제가 제기됨에 따라 세정 공정이 좀더 간편하고 장비를 소형화 할 수 있는 방향으로 연구가 진행되고 있다.

궁극적으로 세정의 단계를 줄이는 것뿐 아니라 한 단계의 공정으로 모든 세정을 완료하고 또한 Cluster chamber를 이용하여 세정 공정이 끝난 후에도 공기중에 노출되는 것을 방지하여 산화막의 성장과 오염물의 재부착을 방지하는 방향으로 연구가 진행되고 있고 반드시 실현되

어야 할 과제이기도 하다. 다음 그림 3은 유럽 IMEC에서 제안한 세정 공정의 변천을 보여 주고 있다. 최종적으로 single wafer cleaning 공정과 cluster chamber 공정이 이루어 져야 한다고 제안하고 있다.

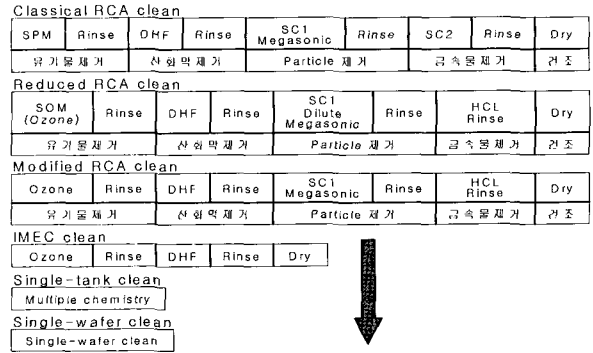


그림 3. IMEC이 제안한 반도체 세정공정 추이.

3.1.2 반도체 제조의 건조공정

패턴이 미세화 됨에 따라 미세 패턴 홀의 남아 있는 물의 완전한 제거가 더욱 중요하게 인식되고 있다. 패턴 사이에 잔류하는 물은 고온 공정에서 원하지 않는 산화막을 형성시킬 수 있고 이로 인해 전기적인 단선의 원인이 되기도 한다.

습식 세정 공정 중 중요한 요소중의 하나는 웨이퍼 세정 후 표면의 화학액이 남아 있지 않도록 효과적으로 rinse하는 것과 웨이퍼 표면의 water marker 오염물의 재부착을 방지하기 위한 건조 공정이다.

웨이퍼 세정 후 표면에는 여러 화학액들이 잔류하게 된다. 특히 점성이 큰 화학액의 경우 표면에 잔류하는 양은 더욱 증가하게 되고 이런 화학액들이 다시 오염물의 근원으로 작용하게 된다. 또한, rinse 후 웨이퍼를 초순수에서 꺼낼 때 웨이퍼 표면에 오염물들이 재부착될 위험도 존재한다. 이에 웨이퍼 표면의 화학액을 효과적으로 제거하고 재오염을 방지하기 위한 rinse 공정 개발이 무엇보다 중요하다. 예를 들어 점성이 큰 화학액을 효과적으로 제거하기 위해 초순수를 가열해서 사용하고 초순수의 사용량을 줄이고 rinse 효과를 증대시키기 위해 single wafer spin rinse 같은 방법이 중요하게 되었다. 또한 기존의 웨이퍼 건조 방법인 centrifugal spin 건조 방식은 웨이퍼 표면이나 패턴 사이의 water mark를 완전히 제거할 수 없으며 웨이퍼에 stress를 유발시키고 정전기력에 의한 오염물의 재오염을 발생시키는 문제를 안고 있다. 질소 분위기 건조에 의해 water mark의 문제가 어느 정도 해결하더라도 다른 여러 문제점을 야기시킬 수 있다. 현재 가장 널리 사용되고 있는 건조 방법은 IPA (Isopropyl Alcohol)를 사용하여 Marangoni effect를 응용한 건조이다. 이는 평탄한 웨이퍼의 표면에 water mark를 남기지 않을 뿐 아니라 웨이퍼 표면의 particle 을 제거하는데 효과적이긴 하나 표면장력에 의존성이 커서 고 단차패턴의 wafer에서는 water mark가 발생

하기도 한다. 따라서 이의 해결을 위해서는 보다 복합적이고 통합된 기능의 건조장치의 개발이 필요하다.

3.2. LCD 제조분야

3.2.1 LCD 제조의 세정공정

액정 패널의 제조공정은 유리 기판위에 마이크론 크기의 미세가공처리가 반복되므로, 기판상에 particle, 유기물 등의 오염물이 부착되면 미세가공처리에 악영향을 미치고 안정된 생산라인을 구축하기가 불가능하다. 따라서 청정화 기술이 각 공정의 모든 장치에 공통의 과제로 되어 있다. 그 중에서 세정공정은 전체 공정의 약 30%를 차지하며 수율을 좌우하는 중요한 요소이다. 따라서 세정장치에서의 발전을 억제하고 세정효과를 높이기 위한 세정기술은 제품의 생산성을 크게 좌우하는 중요한 기술의 하나이다. 또한 패널이 대형화하고 정세화함에 따라서 액정패널 표면의 청정도가 더욱더 요구된다. 이 절에서는 액정 패널제조에 있어서의 세정공정에 대한 세정기술과 세정방식에 대하여 기술한다.

3.2.2 LCD 제조공정별 세정

그림4에서와 같이 array 공정에 있어서의 세정은 단선과 단락의 원인이 되는 particle과, 성막시의 막부착력 저하를 야기시키는 유기물 오염과, 접촉 불량을 일으키는 자연 산화막등 여러 가지의 오염물 제거를 목적으로 하고 있다. 이 array 공정에서의 세정성능향상은 제품의 수율과 생산성 향상에 직접적인 영향을 준다. 주로 사용하는 세정방법은 초음파 세정, 브러쉬 세정, 고압 제트 세정의 물리적 세정과, UV, 오존수, 이온수, 수소수, DHF를 이용한 약액세정이 있다.

또한 panel 공정의 세정에 있어서도, 액정 panel의 품질 향상, 화소의 정세화, 제조표시의 다단계화가 진행됨에 따라 불순물에 대한 세정성능의 요구도가 높아지고 있다.

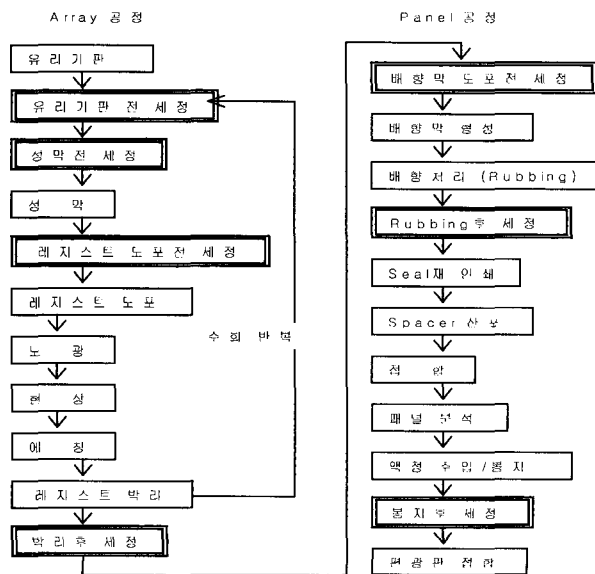


그림 4. 액정패널 제조공정.

3.2.3 LCD 세정의 특징

LCD 공정의 세정 특징은 입하된 유리기판의 세정에서는 다수의 강하게 부착된 이물질의 존재가 예상되므로, UV와 브러쉬, 세제를 사용한 강력세정이 필요하다. 한편 공정간 (성막전후, 도포전) 세정에는 브러쉬의 선택처리가 필수이고, 순수의 사양만으로 세정력이 부족할 경우에는 기능수를 검토할 필요가 있다. 또한 성막후 세정과 도포전 세정을 겸비하고 전후의 공정장치를 in-line화 하여 공정과 라인을 간소화할 필요가 있다.

3.2.4 LCD 제조의 건조공정

세정의 최종공정인 건조는 높은 청정도를 유지하면서, 재오염이 발생되지 않을 것이 요구된다. 건조방식으로는 air knife식과 원심력을 이용한 spin 방식, 알코올 증기 건조, 진공건조, 열풍건조, 적외선 건조등이 있다. 주로 air knife 식과 spin 방식이 사용되고 있으나, 대형 기판에 대한 spin 방식에서의 기판파손의 우려가 크고 장치의 소형화가 불가능하므로 air knife 방식이 선호되고 있다.

3.3. PDP 제조분야

3.3.1 PDP 제조의 세정공정

PDP의 세정은 기판세정, 스크린판 세정, re-work 세정의 3 종류로 분류된다. 그 외 MgO 성막등의 각종 공정에 필요한 치구들의 세정이 있으나 여기서는 기판세정에 대해서만 기술한다.

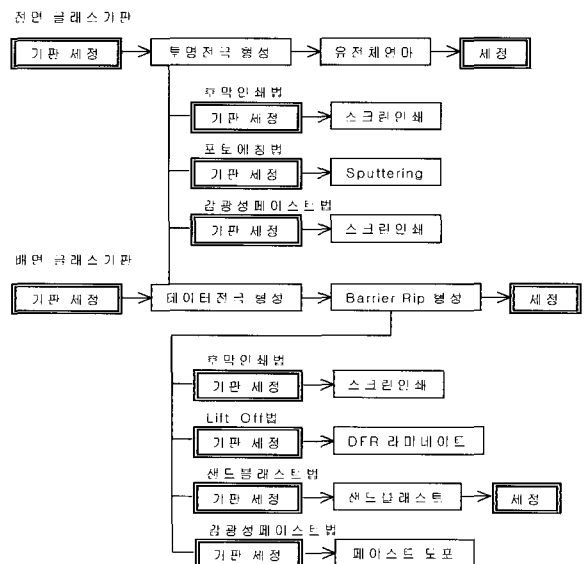


그림 5. PDP 제조에서의 세정공정.

그림 5 에서와 같이 PDP의 patterning의 각 공정 전후에 세정공정이 필요하고 또한 현상, 에칭, 레지스터 박리등 각종 약액으로 처리하는 공정 후에는 반드시 세정이 행해진다.

3.3.2 PDP 제조공정별 세정

기판세정은 유리기판의 포장과 수송시에 부착된 오염을 제거하는 장치반입 세정과 공정중에 실시하는 공정내 세정이 있다. 장치반입 세정은 이물질들을 확실하게 제거하기 위하여 브러쉬와 초음파에 의한 물리적 처리를 병용하는 경우가 많다. 염기세정제의 shower와 브러쉬로서 오염물을 탈락시키고, 강력하게 부착된 이물질은 물리적으로 흡착, 파괴시키며 화학적으로 이온 흡착되어 있는 것을 분리분해 시킨다. 전기적으로 결합된 것은 계면활성제를 사용하여 결합을 끊어 준다. 정전기에 의한 대전을 방지하기 위해서 ionizer나 CO₂ 고 도전을 사용하는 경우도 있다. 또한 기판상의 유기물을 완전히 제거하기 위해서는 UV 조사가 유효하다. 세정액으로서는 계면활성제를 포함한 중성 세제를 사용하는 경우가 많고 최후에 순수로 세정한다.

공정내 세정은 기판에 형성된 구성요소에 영향을 주지 않도록 하는 것이 무엇보다 중요하다. 브러쉬에 의한 세정이 주류를 이루며, 고압세정, air jet, 고주파 jet, air shower 등이 병용된다.

기판표면연마, 절단후 측면연마, 유전체 연마후의 세정은 브러쉬와 초음파(28~44kHz)를 사용한 순수가 사용되며, 후막인쇄와 노광전 세정에는 세정의 대상물질이 금속, 유리, 유리등이므로 중성계의 세정제를 사용하여 나이론계의 roll brush, 고압 샤워로서 세정하고 순수로서 린스한다. 격벽공정후의 세정 또한 세정제 샤워, roll brush 세정, 고압 샤워, 초음파 샤워, final shower 및 건조공정을 거친다.

3.3.3 PDP 제조의 건조공정

LCD의 건조와 같이 air knife 방식이 주류를 이루고 있고, 소형 기판에서는 spin 방식도 채택되고 있다. 또한 건조시 IR, UV 조사 및 냉각을 통하여 표면개질을 행하는 경우도 있으며, 레지스터 도포전, DFR의 laminating 전에는 수분의 완전한 제거를 위하여 IR의 조사가 필요한 경우가 많다.

4. 결론

이상에서 반도체 제조와 LCD/PDP 등 평판디스플레이의 제조공정에서 사용되는 세정공정에 대하여 개괄적으로 기술하였다. 반도체 제조와 FPD제조는 공정상의 유사성이 많아 장비업체의 대다수가 양 산업 분야의 공정장비를 생산하고 있다. 국내에서는 반도체 장비 전문 중소기업이 지난 3~4년의 경기침체 동안 반도체 장비분야에서, 사업의 다각화 측면에서 공정이 유사한 디스플레이 제조장비분야로 진출하여 성공을 거두고 있는 사례도 있다.

2004년은 세계의 반도체 설비 투자가 사상최대에 이르러 국내의 장비시장이 작년보다 30%증가한 7조원대가 될 것이라고 전망되고 있고, LCD 산업 또한 수출부진에서 작년의 100억 달러의 2배 가까운 200억 달러를 예상하고 있으며, PDP 산업은 국내의 양대사가 3기라인의 구축에

착수하는 등 장비의 수요가 폭발적으로 늘어나고 있다.

이러한 수요에 발맞추어 국내의 장비산업계는 핵심장비와 고가 부품 및 대량 소모품의 국산화에 더욱 더 매진하고, 연구계에서는 장비의 고품질, 고급화와 신뢰성향상연구에 힘써, 시장과 생산량이 증가하고, 제품이 고급화 할수록 선진국 기술과 장비에 의존하는 상태에서 적극적으로 탈피해야 하겠다.

참고문헌

1. SEMATECH, International Technology Roadmap for Semiconductors 2002 Update
2. 박영춘, "반도체 세정공정 및 장치기술동향," 5·6월호, 2003, 반도체산업
3. 1998 반도체 technology 대전
4. 2000 FPD technology 대전
5. 2003 FPD technology 대전
6. <http://aerosol.che.cau.ac.kr/>
7. <http://www.plasmapower.co.kr/data.html>
8. <http://mme.hanyang.ac.kr/>

..... 저 자 소 개



《김 두 형》

- 1982년 서울대학교 기계설계학과(공학사).
- 1990년 한국과학기술원생산공학과(공학석사).
- 2003년 한국과학기술원 기계공학과(공학박사).

- 1982년~현재 한국기계연구원 지능형정밀기계연구부 로봇제어그룹 책임연구원.
- 주요업무 : 로봇 및 자동화기술개발, PDP 및 반도체 생산 장비개발연구.
- 학위논문 : Kinematic-Dynamic Analysis and Control of Container Crane with Auxiliary Cables.



《황 경 현》

- 1976년 서울대학교 기계공학과(공학사).
- 1978년 한국과학기술원기계공학과(공학석사).
- 1986년 오하이오 주립대 기계공학과(공학박사).

- 1978년~현재 한국기계연구원 선임연구부장 책임연구원.
- 주요업무 : 연구원 행정 연구사업 총괄, 레이저 응용기술, 미세기공.
- 학위논문 : Some Problems of Localized Crack Closure due to Nearby Concentrated Loads.