

액정 Display용 Air Filter의 사양

김 정 호
한 국 캠 브 리 지
필 터 (주) / 공 장 장

1. 서 론

액정 Display(이하 LCD : Liquid Crystal Display)생산 공정의 클린룸에 설치되는 에어 필터의 사양을 소개하여 향후 필터의 유지 관리에 도움을 주고자 한다. 액정이 표시 Device에 최초로 응용된 것은 지금부터 26년전 1968년이다. 액체와 고체의 중간상태인 액정이 발견된것은 1888년이다. 액정이 발견되어 액정의 표시 Device에 응용되기까지 약 80년이 소요되었다. LCD는 손목시계, 탁상계산기등의 표시체제품에 응용되었다. 최근에는 Personal Computer, Video Camera, Multimedia 등에 응용이 확대되고 있다.

현재 주목되고 있는 박막트랜지스터-LCD(이하 TFT-LCD : Thin Film Transistor-LCD)의 응용분야도 급속도로 확대되고 있다. 우리나라에서는 TFT 방식의 칼라 LCD를 개발하였다. 이에따라 국내에서는 TFT 방식의 칼

라 LCD 생산을 위한 클린룸의 시공이 점차 확대되고 있다. 클린룸의 청정도를 제어하는 필터의 사양 결정이 매우 중요하며 나아가 유지·관리도 중요하므로 필터의 사양과 유지·관리 방법을 소개한다.

2. 액정 Display의 사양

액정표시소자는 액정을 이용하여 문자, 숫자, 그래픽 및 영상등을 표시하는 장치로서 두 개의 유리판 사이에 액정을 넣고 전압을 가하여 원하는 화면을 나타내는 장치이다. 고밀도 집적회로(Large Scale Integration)와 TFT-LCD의 사양을 비교하면 표 1과 같다.

표 1의 TFT-LCD의 선폭 크기에 의거 Filter가 포집해야할 입경 크기가 결정된다. TFT-LCD의 제조공정은 공정수가 많고 대단히 복잡하다. 기본적으로 제조공정을 크게 구분하면

표 1. LSI와 TFT-LCD의 사양비교

	L S I	TFT-LCD	비 고
마스크 매수	15 ~ 20	5 ~ 7	
선 폭(μm)	4 Mega Dram : 0.8	1 ~ 5	
집적밀도	4,000,000개	1,000,000~1,500,000개	
기판 Size	실리콘 웨이퍼 6인치	유리 기판 10~20 인치	
클린룸 청정도	Class 10	Class 10~100	Fed. Std. 209D

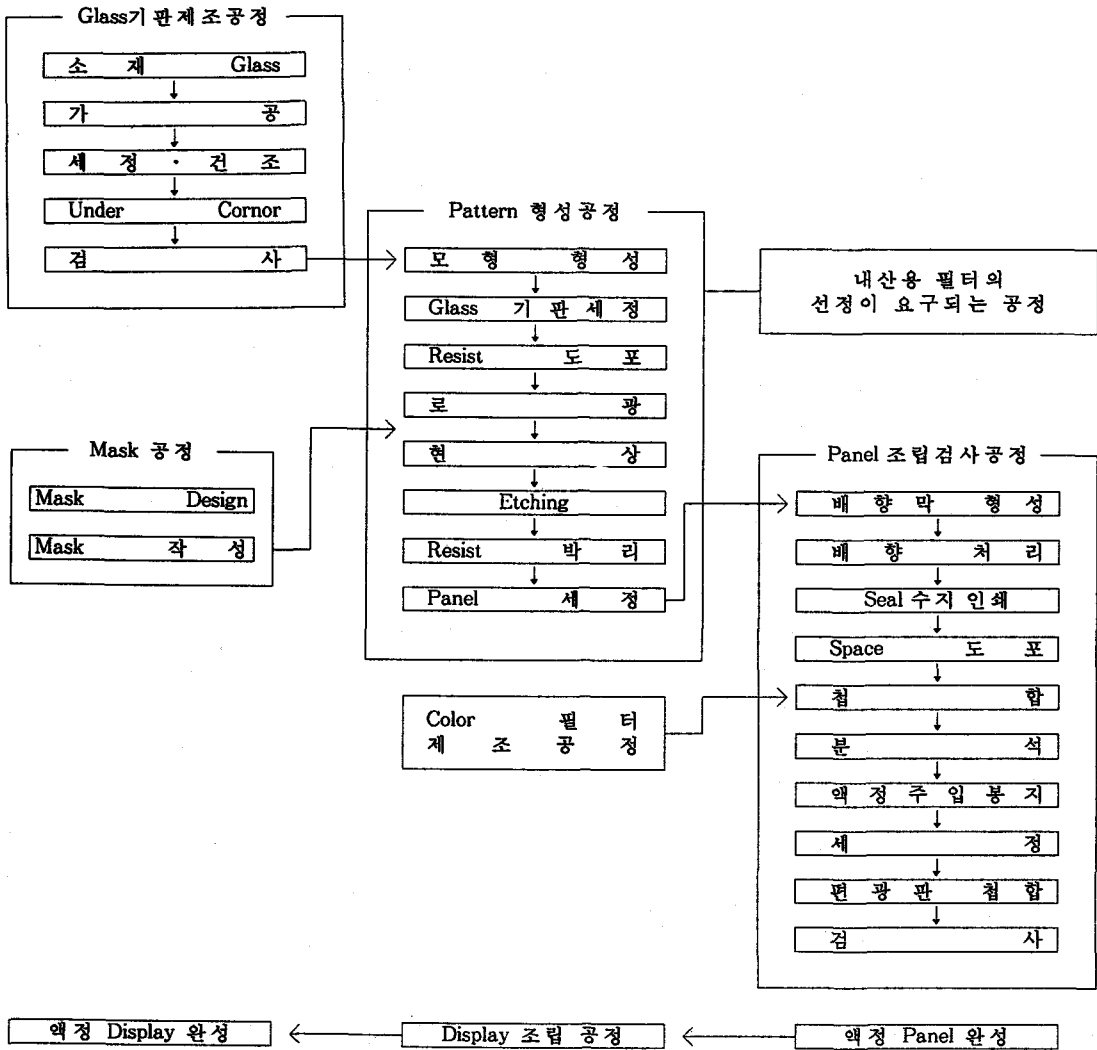


그림 1 TFT-LCD 제조공정

다음과 같이 5가지로 구분된다.

- ① Glass 기판 제조 공정
- ② Mask 공정
- ③ Pattern 형성공정
- ④ Color 필터 제조공정
- ⑤ Panel 조립 및 검사공정

그림 1의 TFT-LCD 제조공정과 그림 2의 LCD 제조공정을 통하여 클린룸의 청정도의 중요성과 세정공정에서 누출되는 각종 세정제로 인하여 필터에서 Out-gas가 발생하므로 세정제에 반응되지 않는 필터의 선정이 필요하다.

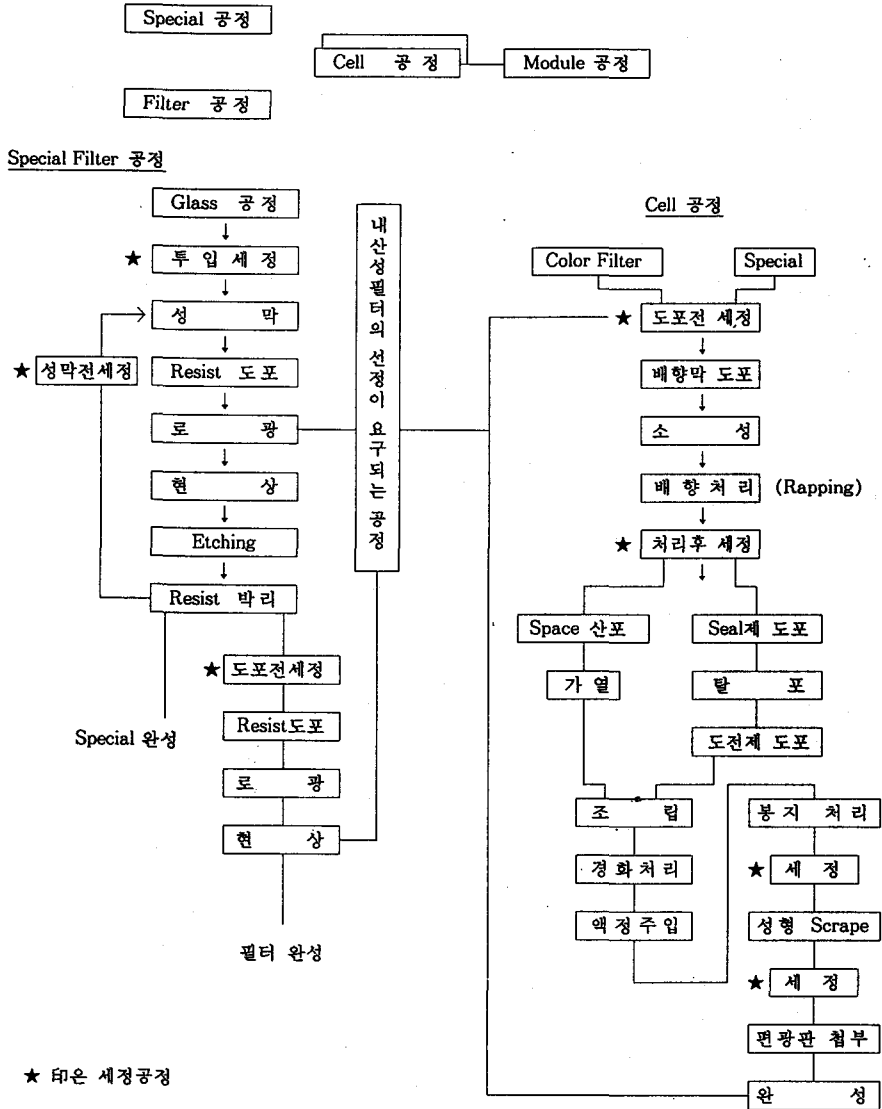


그림 2 LCD 제조공정

3. 클린룸의 조건

어할 수 있어야 한다. 클린룸의 Class는 10~100을 만족시켜야 한다. TFT-LCD의 불량항목과 불량요인은 표 2와 같다.

TFT-LCD용 클린룸은 TFT-LCD의 선폭(1~5 μ m)의 십분의 일인 0.1 μ m 이상의 입자를 제

표 2. TFT 불량항목과 불량요인

	부착입자	유기물 오염막	무기물 오염막	표면형성	비 고
면내 단락	○				○ 및 △는 결함발생요인이 강함.
층간 단락	○	△		△	
단 선	○	○		○	
표시 불량	△	○	○		표시없는것은 결함발생요인 미확인.
점결함불량	○	△	△	△	

표 2와 같이 결함발생의 제일 큰 요인은 미립자이다. 부착입자에 의거 결함발생율이 전체 불량건수의 약 70%이상 차지하고 있다. 겹하여 각종 세정 공정에서 누출되는 유기물 및 무기물 오염에도 결함 발생 요인이 매우 큼을 알 수 있다. 그러므로 유기물 및 무기물 오염방지 대책도 준비되어야 한다.

4. 필터의 사양

필터는 미립자 제거는 물론 세정공정에서는 내산용 필터를 사용하는 것이 타당하다. 클린룸의 청정도 및 내산용을 기준한 필터의 사양은 표 3과 같다.

표 3. Filter의 사양

	미립자용	미립자+내산용	비 고
클린룸의 청정도	Class 10~100	Class 10~100	Fed. Std. 209D
선폭 (μ m)	1~5	1~5	
결함발생대상 미립자의 입경 (μ m)	0.1~0.3	0.1~0.3	
필터의 포집효율(%)	0.12~0.17 μ m 99.999~99.9999이상	0.12~0.17 μ m 99.999~99.9999이상	Hot DOP Test
정밀 누설검사 실시여부	전수 정밀 누설검사 실시	전수 정밀 누설검사 실시	Scan Test
필터의 종류	일반 Super ULPA 사용	내산용 Super ULPA 사용	
사 용 장 소	세정공정을 제외한 일반 공정에 사용	세정 공정에 사용	

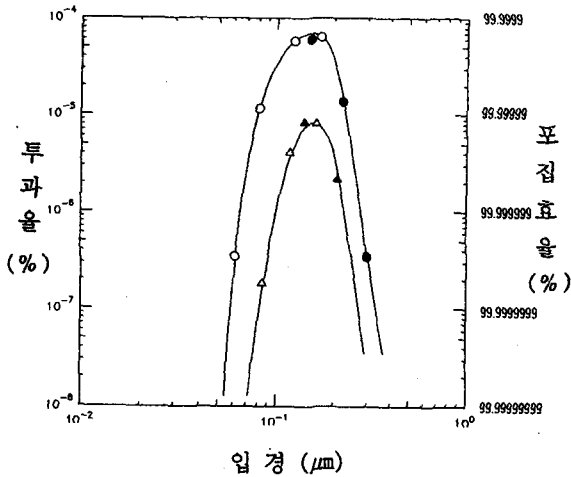
미립자용과 내산용 필터의 구성부재 비교는 표 4와 같다.

표 4. 미립자용과 미립자 + 내산용 필터 구성부재 비교

	미립자용	미립자 + 내산용	비고
여재 (Media)	◎ Micro Glass Fiber+Acrylic Resin • 문제점 : HF 증기에 의거 유해 Gas가 발생됨. $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} \rightarrow \text{SiF}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ gas 물질 발생 $\text{B}_2\text{O}_3 + 6\text{HF} \rightarrow 2\text{BF}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ gas 물질 발생 • 외관이 변화되고 Color 변화도 있음.	◎ Polyester + Micro Glass Fiber + Acrylic Resin • 장점 : 내산성이므로 Media의 인장강도의 변화가 없어 Media의 수명이 연장됨.(3~5배 이상) ◎ PTFE Membrane Media • 장점 : 내 HF이므로 유해 Gas 발생이 없음. • 외관변화가 없음. ◎ Polypropylene Electret Media • 장점 : 내 HF이므로 유해 Gas 발생이 없음. • 외관변화가 없음.	세정공정에서 방출되는 여러 가지 종류의 산(HF, H ₂ SO ₄ , HNO ₃ , 암모니아 등)의 증기와 반응하여 유해 gas가 방출되므로 내산용 Media를 사용하여야 함.
Frame	◎ 금속재료(Al)는 산 증기에 용해 또는 부식되는 문제점이 있음.	◎ Al+알루미늄 처리 +아크릴 메라민 처리 • 장점 : 산 증기에 용해 또는 부식 위험이 없음. ◎ 발포염화 비닐판 • 장점 : 상동 ◎ SUS 판 • 장점 : 상동	
Separator	◎ Al+알루미늄 처리 • 문제점 : 산 증기에 용해 또는 부식 위험이 있음.	◎ Krapt Paper • 장점 : 산 증기에 용해 또는 부식 위험이 없음. • 단점 : 변색 위험이 있음. ◎ Al+Epoxy Coating 처리 • 장점 : 상동 ◎ Polypropylene 합성지 • 장점 : 상동	
접착제	◎ Polyurethane계 및 Chloroprene계 접착제 • 장점 : 산 증기에 용해 또는 부식 위험이 없고 Outgas (인=P) 발생 위험 없음.	◎ Polyurethane계 및 Chloroprene계 접착제 • 장점 : 좌동	
Gasket	◎ Neoprene Sponge • 문제점 : 산 증기에 용해 또는 유해 Gas 방출 가능성이 있음.	◎ 염화비닐 스펀지 • 장점 : 산 증기에 용해 또는 유해 Gas 방출 위험성이 없음.	

4.1. 필터의 포집효율 및 압력손실

미립자용 ULPA의 입경별 포집효율은 그림 3과 같다.



COUNTER	DB+CNC	LAS-226
0.84 m/sec	○	●
0.5 m/sec	△	▲

면 속	0.84m/sec	0.35m/sec
압력손실	24mmH ₂ O	9.5 mmH ₂ O
0.12 ~ 0.17 μm	99.9999%	99.9999 %
0.07 μm	99.99999%	99.99999 %
0.05 μm	99.999999%	99.999999 %
	Over	Over

그림 3 미립자용 ULPA의 입경별 포집효율

미립자+내산용(Polyester+Micro Fiber Media) ULPA의 입경별 포집효율은 그림 4와 같다.

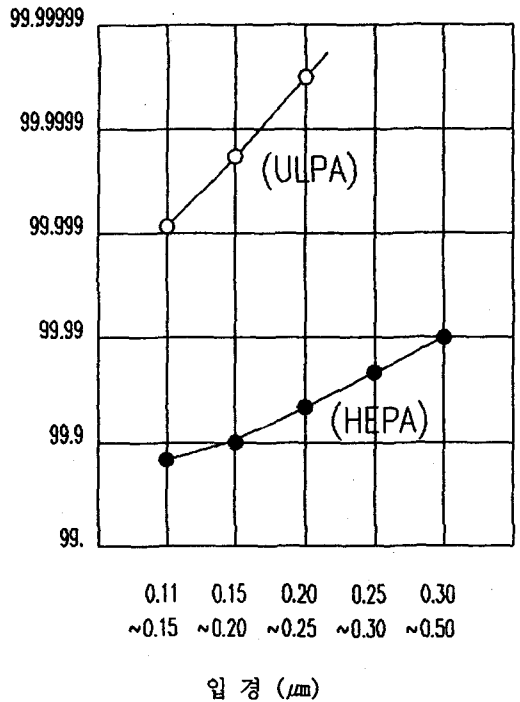


그림 4 미립자+내산용(Polyester+Micro Fiber Media) ULPA의 입경별 포집효율 (상기 포집효율보다 Up-grade 된 것도 가능)

미립자+내산용(Polyester+Micro Fiber Media)ULPA의 풍량과 압력손실 관계는 그림 5와 같다.

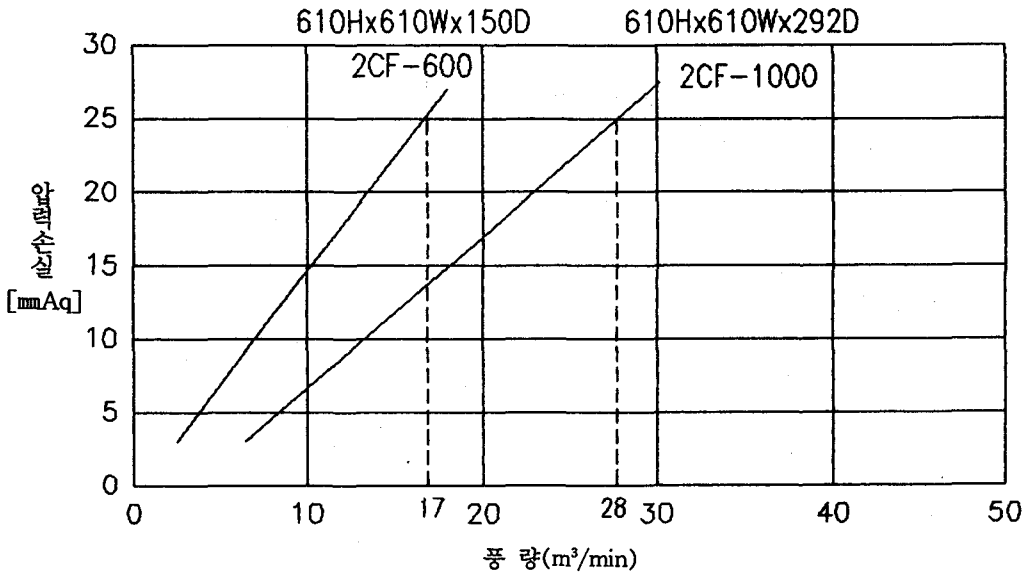


그림 5 미립자+내산용(Polyester+Micro Fiber Media)ULPA의 풍량에 따른 압력손실

미립자+내산용(P.P Electret Media) 여재의 입경별 투과율선도는 그림 6과 같다. 평형 대전 입자는 방사선 동위원소에 의거 볼트만 평형대전 상태에 중화된다. 여기에서 대전상태는 대기전의 상태에 상당한다.

측 정 기 : DMA+CNC

시험입자 : NaCl

Key	여 과 속 도	대 전 상 태
△	5.3 m/sec	무대전
■		평형대전
□	2.5 m/sec	무대전
▼		평형대전
▽	1.5 m/sec	무대전
●		평형대전

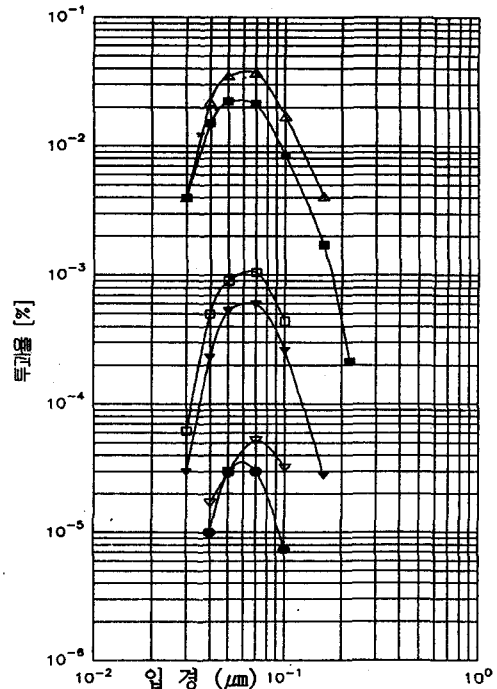


그림 6 P.P Electret Media의 입경별 투과율

외기통풍시 P.P Electret 여재의 입경별 투과율변화는 그림 7과 같다.

여과속도 : 10cm/sec

유효여재면적 : 14cm²

입경계수기 : ROYCO 226

투과율 측정 입자 : 대기진

key	운전조건(대기진 부하조건)
●	실내 대기진 직접 부하
▲	비색법 90% 여재를 Pre Filter에 사용
□	청정공기 통과, 투과율 측정시의 외기 도입

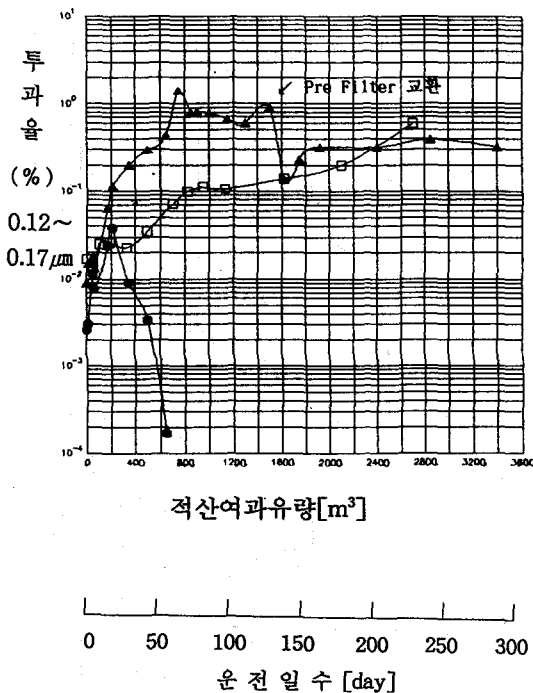


그림 7 외기통풍시 P.P Electret 여재의 입경별 투과율변화

미립자용 ULPA의 먼풍속별 압력손실 변화는 다음 그림 8과 같다.

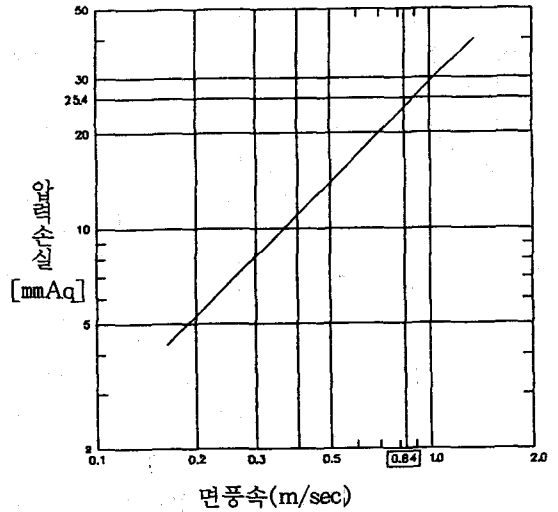


그림 8 미립자용 ULPA의 먼풍속별 압력손실

외기통풍시 P.P Electret Media의 압력손실 변화는 다음 그림 9와 같다.

여과속도 : 10cm/sec

유효여재면적 : 14cm²

key	운전조건(대기분진 부하조건)
●	실내 대기분진 직접 부하
▲	비색법 90% 여재를 Pre Filter에 사용
□	청정공기 통과, 투과율 측정시의 외기 도입

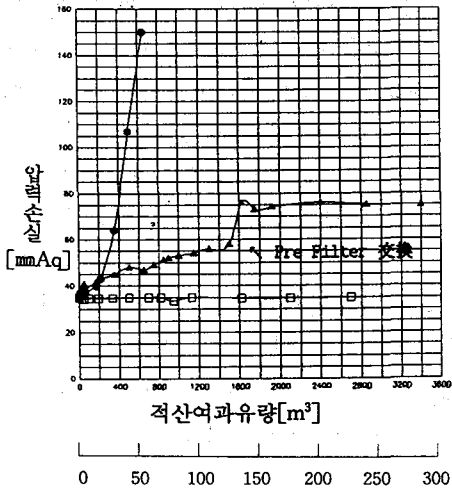


그림 9 외기통풍시 P.P Electret Media의 압력손실 변화

미립자+내산용(P.P Electret Media) ULPA의 정격유량으로 사용시 대기진으로 Test하였을 때 투과율 변화의 추정현황은 다음 그림 10과 같다.

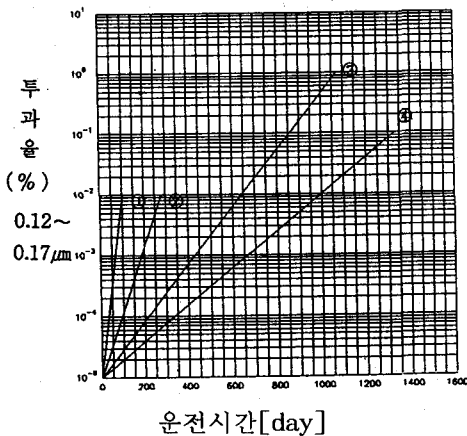


그림 10 미립자+내산용 ULPA(P.P Electret Media)의 정격유량으로 사용시의 대기분진에 대한 투과율 변화 추정선도

- ①, ② : 비색법 90% 정도의 Pre Filter를 사용했을 때의 투과율 추정선
- ③, ④ : 무진공기를 통풍했을 때의 투과율 추정선

미립자+내산용(P.P Electret Media) 여재의 가열 온도에 따른 투과율 변화는 그림 11 및 12와 같다.

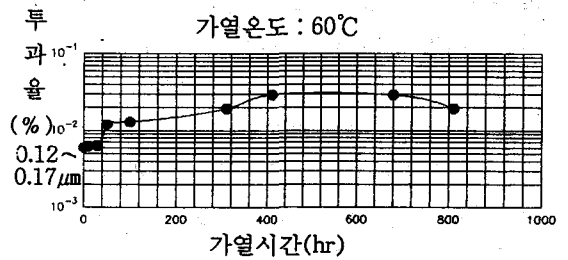


그림 11 P.P Electret 여재 가열에 따른 투과율 변화

투과율 측정시 여과속도 : 5.3cm/sec
 입자 계수기 : ROYCO 226
 시험입자 : Cold DOP(대전량 조정 없음)

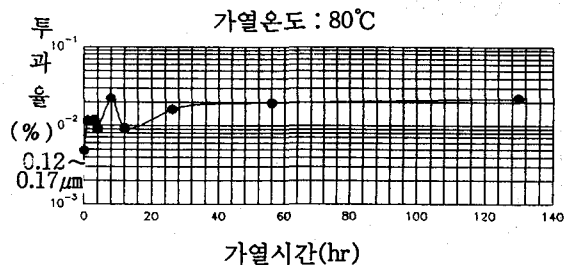


그림 12 P.P Electret 여재 가열에 따른 투과율 변화

투과율 측정시 여과속도 : 5.3cm/sec
 입자 계수기 : ROYCO 226
 시험입자 : Cold DOP(대전량 조정 없음)

이상과 같이 액정 Display의 생산 공정별 필터의 사양 구별 선정이 필요하므로 최근에는 미립자의 포집효율이 만족되면서 내산도 가능한 ULPA를 개발하여 TFT-LCD 생산용 클린룸에 설치하고 있다.

4.2. 필터의 유지 관리

클린룸에서의 필터의 유지 관리는 Check Sheet에 의거 정기적으로 관리하여야 한다. 클린룸에서의 필터 및 관련 설비의 유지 관리는 다음 표 5에 의거 실시한다.

표 5에 의거 실내압청정압차를 계속 Check 하여 초기 압차의 약 1.3배 이상되면 공조기의 과부하로 인한 고장(Trouble)을 방지시키기 위하여 필터를 교환하여야 한다.

5. 결 론

액정 Display용 Air Filter의 사양은 클린룸의 청정도 향상 및 내산성 향상, 경제성, 수명

연장등을 고려하여 선정하여야 한다. 클린룸의 청정도 향상을 위하여 Separator의 Aluminium화 (Epoxy coating 처리하여 내산성 향상)로 변천되고 있고 경제성 향상을 위하여 필터의 저압력 손실화(대풍량화 및 minipleat화)를 이룩하여 공조기의 소요 동력을 감소시키고 있다.

특히 액정 Display의 생산 공정에는 세정 공정이 많으므로 세정액(산증기)의 분출로 인하여 필터의 산화가 우려되므로 필터를 내산화시켜 수명 연장이 필수적이다.

- 참 고 문 헌 -

1. 한국캠브리지필터(株)의 에어 필터 Manual
2. 日本캠브리지필터(株)의 내무기약품용 Filter Manual (1991. 9.17)
3. Clean Technology (1992.10) : vol.2, No.10
4. DAN 산업(株)의 Clean Air Engineering Manual
5. 韓國캠브리지필터(株)의 "Clean Room 및 Air Filter 기술 Seminar" (1989. 10. 6)

뉴스

’94 중기거점 기술개발사업 세미나 개최

상공자원부의 기술드라이브 정책의 일환으로 주요 업종별 핵심복합기술을 일괄개발하는 중기 거점 기술개발사업이 본격적으로 추진됨에 따라 당원은 '94년도 중기거점기술개발사업으로 공고된 3개 과제(선박용 항해통신 장비, 반도체 장비 국산화 개발, 디지털 VCR 캠코더 개발)에 대한 기술개발 방향을 정립하고, 연구기획 단계에서 조사된 기술 및 시장동향의 검증과 사업제안요구서(RFP)에서 제시한 기술개발의 목표, 연구체계, 연구소요자원등에 대한 효율적 추진방안 모색을 위해 '94. 8. 30~31.(양일간) 당원에서 관련 기술분야의 전문가 및 정부 관련자들이 참석한 가운데 세미나를 개최하였다.

이번 세미나는 관계 전문가의 의견을 수렴하여 향후 중기거점기술개발 전략을 수립하고 연구 생산성을 높일 수 있는 연구평가 관리모형을 구축하기 위하여 개최한 것이다.