



저작자표시-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권으로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

工學碩士 學位論文

디스플레이 산업에서의 정전기관리 시스템 구축을 위한 기초 연구



2007年 1月

釜慶大學校 産業大學院

安全工學科

朴 鐘 桂

工學碩士 學位論文

디스플레이 산업에서의 정전기관리 시스템 구축을 위한 기초 연구

指導教授 李 東 勳

이 論文을 工學碩士 學位論文으로 提出함.

2007年 1月

釜慶大學校 産業大學院

安全工學科

朴 鐘 桂

이 論文을 朴 鐘 桂의 工學碩士
學位論文으로 認准함

2007年 1月



主 審 工學博士 張 聖 祿 (印)

委 員 工學博士 崔 載 旭 (印)

委 員 工學博士 李 東 勳 (印)

- 목 차 -

1. 서 론	1
2. 정전기성 불량 및 정전기 방지대책	4
2-1. 정전기 불량의 예	4
2-1-1. 정전기 방전 (ESD)에 의한 불량	4
2-1-2. 미립자 오염에 의한 불량	10
2-2. 정전기 방지 대책	16
2-2-1. 접지	16
2-2-2. 가습	20
2-2-3. 대전 방지제의 사용	20
2-2-4. 대전 방지 용품 사용	22
2-2-5. 이온나이저 (Ionizer)	23
3. LCD 공정에서의 정전기 관리 시스템 구축을 위한 기초조사 ...	26
3-1 . 각국의 정전기 관리 표준 현황	26
3-2 . Super Clean Room에서 정전기 관리의 개념적 논의	33
3-2-1. 먼지 부착의 관점에서의 정전기 개념	34

3-2-2. 소자 및 회로 손상 관점에서의 정전기 개념	35
3-3. TFT-LCD 주요공정 별 정전기 경향 분석	37
4. LCD 공정에서의 정전기 관리 시스템	40
4-1. 정전기 관리 시스템을 위한 표준의 확립	40
4-2. 각 항목별 관리 주기 설정	43
4-3. TFT-LCD 공정별 정전기제거장치 성능 기준 및 관리기준	45
5. 결론	47
참 고 문 헌	50
Abstract	52

1. 서론

최근 LCD 공정에 있어서 정전기 제어 대책은 정전기 방전 및 부유 미립자 오염제어와 더불어 중요한 환경제어의 문제로 되고 있다. 특히 FPD 산업에 있어서 유리 기판 크기의 급속한 대형화에 의해 정전기 발생이 증가하여 정전기에 의한 미립자 오염과 정전기 방전에 의한 회로 소자의 손실 등 제품의 생산성과 품질을 저하시키는 큰 문제로 대두되고 있다. 이러한 정전기에 의한 제품 장애를 발생원인 별로 분류하면 정전기력에 의해 기인하는 것과 정전기 방전 혹은 전하의 급격한 이동에 기인하는 2가지로 분류 할 수 있다. 주로 제품의 제조 공정에서는 다음과 같은 장애를 일으키고 있다.¹⁻²⁾

① 정전기력에 의한 장애

- a. 미립자의 부착
- b. 정전기력에 의한 제조품 자신의 흡착
- c. 전자 궤도 장애

② 정전기 방전, 급격한 전하 이동에 의한 장애

- a. 미세회로 단선
- b. 미세회로의 절연파괴
- c. 방전에 따른 전자 노이즈 장애

이러한 정전기 방전 및 미립자 오염에 의한 생산 수율의 저하, 제품 품질 및 성능의 저하를 방지하기 위하여서는 설계단계에서부터 제품 포장, 수송 단계에 이르기 까지 계획적이고 지속적으로 전 공정에 대한 정전기 관리가 이루어 져야 하며, 또한 정기적인 정전기 환경 평가가 이루어 져야 한다. 일반적으로 정전기 환경 진단 평가에서 이루어지는 각 항목을 살펴보면 다음과 같다.³⁻⁷⁾

- a. 바닥피복재/시행 바닥의 측정
- b. 의류의 시험
- c. 신발의 시험
- d. 포장재의 시험
- e. 바닥과 신발에 의한 정전기 보호특성 시험
- f. 포장재의 정전기 안전 시험
- g. 이온나이저 성능 평가 시험

상기 기술한 시험 방법은 IEC 정전기 관리 규정인 IEC 61340에서 규정되어 있다. 현재 우리나라는 IEC 61340의 정전기 관리 규정을 따르고 있는 실정이나 그 기준이 모호한 부분이 많고 또한 급속히 발전해 가는 FPD 산업에서 그 세밀한 부분에 이르기 까지 충족해주지 못하는 것 또한 사실이다.

따라서 본 연구에서는 S社의 TFT-LCD 공정의 정전기 환경 진단 평가를 통하여 현 FPD 산업에 실제 적용 가능한 정전기 관리 기준을 마련하

였고, FPD 공정에서의 대전전압을 관리하는 그 기준 설정과 방법을 제시하였다.



2. 정전기성 불량 및 정전기 방지대책

2-1. 정전기성 불량의 예

2-1-1. 정전기방전(ESD)에 의한 불량

실제 정전기의 발생은 특별한 경우를 제외하고는 마찰, 유도, 분극 및 기타 코로나 방전을 원인으로 하는 대전이나 자연계의 음이온 증가 현상에서 발생한다. ESD문제는 사진1)과 사진2)⁸⁾에서와 같이 대전된 인체나 대전물이 전자부품이나 피도물에 방전하게 되면 방전 전류는 전자 부품이나 피도물의 저항이 낮은 영역을 통과하게 되고, 그 크기는 $I = \Delta q / \Delta t$ (I: 방전전류 q:방전량t:방전시간)로 표시되며 일반적으로 방전은 1ms 내에 이루어지므로 방전량이 높으면 높을수록 방전 전류는 강해진다. 또한 $E(H) \propto I$ 관계로 방전 전류가 강할 때 생성되는 열에너지는 방전 전류에 비례하여 Micro-chip 의 열파손(Thermal Breakdown), 기화(Vaporization of Metal) 등의 문제를 발생시킨다.⁹⁻¹¹⁾

표.1은 동일한 물리적 행위를 하였을 때 발생하는 정전기를 습도변화에 따라 측정한 것이다. 본 표에서 정전기 완화에 습도가 기여하는 정도를 알 수 있다. 10 ~ 20 % RH에서의 정전기 발생량은 65 ~ 90 % RH에서의 정전기발생량에 비해 약 20배가 높은 것을 알 수 있다.¹²⁾ 표.2 은 실제로 S社의 실내온도 $22 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, 습도 $55 \pm 5\%$ 의 환경조건을 가지는 EPA구역 내에서 작업자가 착용하는 Latex 재질 및 PVC 재질의 장갑으로 작업 시

접촉할 수 있는 포장재, Polypropylene Box, Acrylic을 마찰시켰을 때 발생하는 대전전압을 측정한 자료이다. 표.2 에서 볼 수 있듯이 가벼운 마찰시 수백V에서 최대 수만V까지 대전되는 것을 볼 수 있다. 이렇듯 발생한 정전기 전하는 EPA내의 제품 수송 자재 및 인체에 축적되었다가 LCD 기관 및 반도체 소자에 접촉, 접근시 ESD 방전으로 이어지며 제품에 크고 작은 영향을 미치게 된다.



표1. 대표적인 정전기 전압 발생현황

정전기의 발생원인	정전기 전압(V)	
	10~20 % RH	65~90 % RH
카펫 위의 보행	35,000	1,500
비닐바닥의 보행	12,000	250
작업대에서의 작업	6,000	100
작업지시서를 넣는 비닐봉투	7,000	600
작업대에서 들어올린 폴리백	20,000	1,200
발포폴리우레탄제 시트달린 작업의자	18,000	1,500

표2. EPA내 작업장갑과 자재의 마찰에 의한 발생 정전기전압

재 질 (작업자 착용물질)	대상 물체	발생 전압[V]
Latex	Polypropylene Box	(+)1200
		(+)1100
		(+)700
	Acrylic	(+)6700
	포장재	(+)3500
PVC	Polypropylene Box	(+)600
		(+)1000~400
		(+)100
	Acrylic	(+)24000
	포장재	(+)18700

이러한 대전된 물체는 다음의 5가지 모델에 의해 정전기 방전을 발생시키게 된다.

- ① 인체대전모델(Human Body Model : HBM)
- ② 기계모델(Machine Model : MM)
- ③ 디바이스 대전모델(Charged Device Model : CDM)
- ④ 패키지 대전모델(CPM)
- ⑤ 대전체 유도모델(EBIM)

사진.1 및 사진.2는 ESD에 의한 불량 사진이다.

사진.1은 HBM 모델로서 ESD 펄스가 디바이스 안을 통과할 때 각 소자에서 발생하는 열에 의해 발생한 pn접합파괴와 폴리실리콘 층의 파괴를 보여준다.

사진.2는 CDM 모델로서 펄스 전류에 의해 게이트산화막 파괴와 필드산화막 파괴를 보여준다.

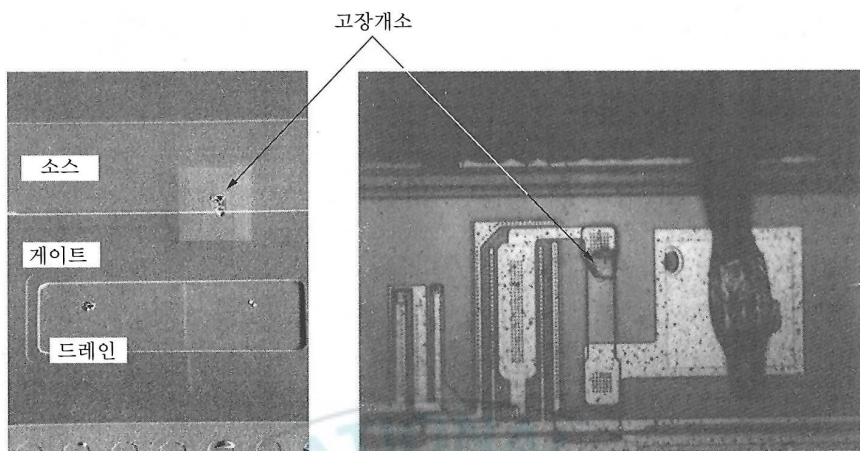


사진1. HBM에 의한 불량사례

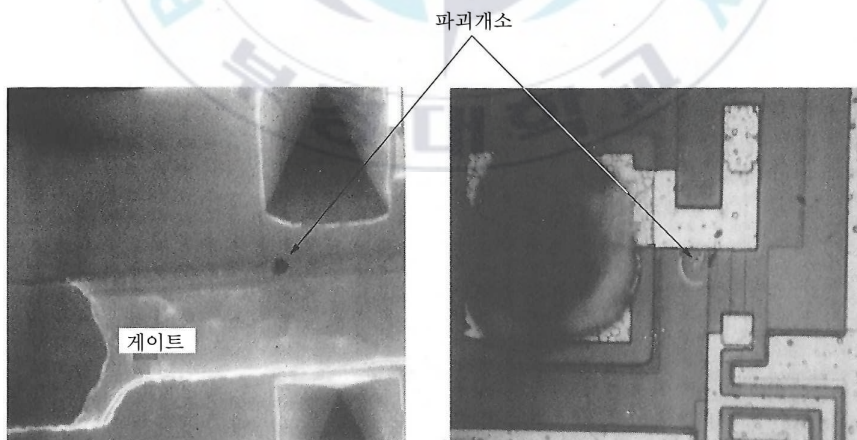


사진2. CDM에 의한 불량사례

2-1-2. 미립자 오염에 의한 불량

클린룸 내에서의 웨이퍼 표면의 입자오염은 반도체 생산이나 신뢰성에 큰 영향을 미치는 것이다. ESD 손상을 억제하는 과정은 분명히 명확하지 않지만 실제로는 ESD가 클린룸 내의 반도체의 생산량이나 마스크의 수명을 감소시키고 있는 데이터는 많이 존재하고 있다.¹³⁻¹⁵⁾ 또한 대전된 웨이퍼에 $0.1\mu\text{m}\sim\text{수}\mu\text{m}$ 의 미립자가 정전기력에 의해 부착하여 표면 오염을 발생시키고 결국 생산수율을 감소시키는 결정적인 원인을 초래한다.

정전기력에 의한 오염은 대전된 웨이퍼의 미립자 흡착 정도를 연구한 1987년 P.Bossard, T.Huffman과 G.Nichols에 의한 실험에서 알 수 있다.¹⁶⁾

당시 실험은 주요 반도체 제조공장의 일반적인 클린룸환경에서 실시하였다. 실험은 24시간, 네 개의 웨이퍼를 5000V로 대전시키는 것이다. 여기에서는 웨이퍼 위의 전하가 표면입자수를 증가시키는지 여부, 그 결과와 위의 이론을 비교하기로 하였다. 실험은 롬이온화 시스템을 끈 경우와 켜진 경우에 실시하고, 24시간 동안의 축적입자를 측정하였다. 이 실험은 연속하여 실시하고 48시간에 종료하였다.

에어졸 입자수는 이온 시스템을 켜고, 끄고 실시하였다. 입자 크기 d에서의 에어졸 계수 AR_d 는 다음 식 (2-1)과 같이 된다.

$$AR_d = \text{\#지름d인 입자 (이온시스템 오프 시)}/$$

$$\text{\#지름d인 입자(이온시스템 온 시)} \quad \text{--- (2-1)}$$

그림1.은 측정한 다섯 가지 크기의 입자의 막대그래프이다. 이것은 지름 d의 입자에서 세제곱피트 당 입자 수를 나타낸 것이다. 이온시스템을 켜 상태에서는 $1\mu\text{m}$ 크기의 입자수는 약 1.6배 저하하고 있다. $1.5\mu\text{m}$ 와 $2\mu\text{m}$ 에서는 각각 2.6배, 1.3배 저하하고 있다. 지름 d인 입자에서의 표면입자의 감소계수는 두 가지 식에서 추정할 수 있지만 이온시스템을 켜 경우와 켜 경우의 표면입자의 계산 값을 비교함으로써 감소계수 SR_d 는 다음 식 (2-2)과 같다.

$$SR_d = \frac{[E_d + X(V_1)]}{[E_d + X_2(V)]} \times AR_d \quad \text{--- (2-2)}$$

평균전압 V_1 , V_2 와 공기속도의 측정값은

$$V_1 = 3875 \text{ V} \quad \text{--- 이온시스템 오프}$$

$$V_2 = 35 \text{ V} \quad \text{--- 이온시스템 온}$$

$$\text{공기유속} = 25 \text{ Ft/min 웨이퍼 상부}$$

상기의 조건으로 1초 동안의 RMS와 24시간에서의 RMS를 계산하였다.

이 값을 사용하면 SR_d 는 다음 식 (2-3)과 같다.

$$SR_d = 10 \times AR_d \quad \text{--- (2-3)}$$

여기에서 $1\mu\text{m}$ 입자의 에어졸 계수 AR_d 는 1.6 이고,

1 μ m, 0.5 μ m, 2 μ m 크기의 입자에서의 표면입자 감소 계수는 다음과 같다.

$$SR_d \approx 16 \text{ ----- } 1\mu m$$

$$SR_d \approx 25 \text{ ----- } 0.5\mu m$$

$$SR_d \approx 13 \text{ ----- } 2\mu m$$

8개의 웨이퍼 표면의 각각에서의 1 μ m와 그것 이상의 실제 입자수를 그림 2.에 나타내었다.

표3.에 이온시스템을 끈 상태에서 24시간 웨이퍼 위에 축적하는 입자 수와 켜진 상태에서의 축적 수와 그 비를 나타내었다. 1 μ m와 2 μ m 크기의 입자에서 예상되는 표면감소계수는 측정데이터 영역 내에서 측정한 평균값에 가깝다. 이것은 1 μ m의 입자영역에서는 정전기가 웨이퍼 표면오염에 중요한 역할을 한다는 것을 나타내고 이온화가 표면입자의 감소에 효과적이라는 것을 명확히 나타내는 것이다.

0.1 μ m의 지름영역의 입자에서는 여기에 나타난 이론에서 웨이퍼 위의 표면입자오염이 크게 감소한다는 것을 나타내고 있다.

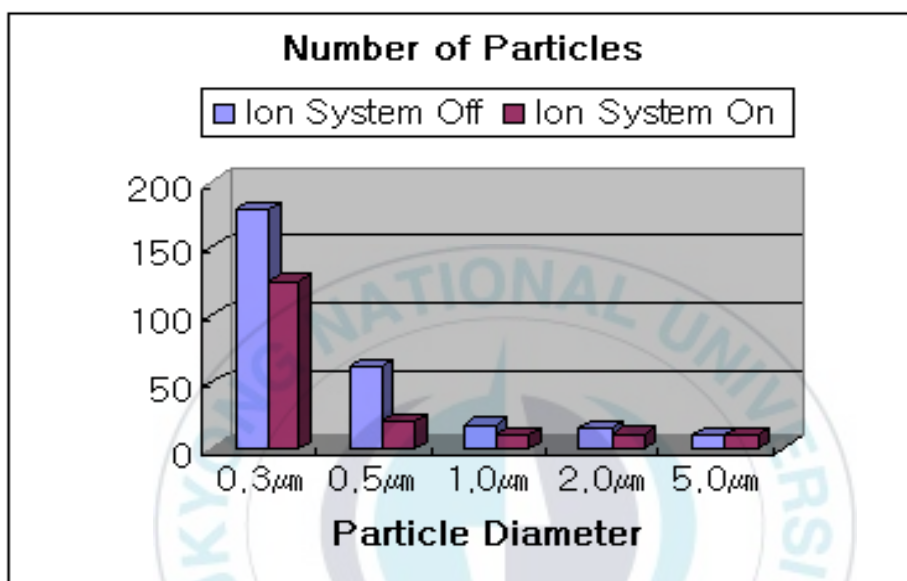


그림1. 이온화 시스템을 온/오프 한 경우의 입자지름과 입자 수

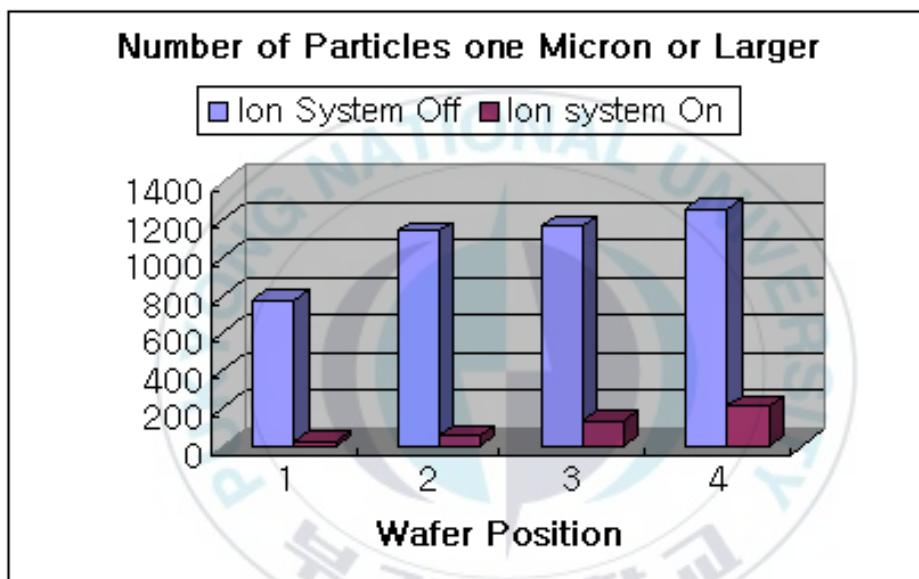


그림2. 24시간 방치 후 100mm웨이퍼 시료들 상부표면에서의 $1\mu\text{m}$ 이상의 입자 수

표3. 이온화시스템 유무에 따른 웨이퍼의 입자오염 특성

웨이퍼 No.	입자 수	이온시스템	비율	R_i
W1	778	OFF	W1/W5	27.8
W2	1143	OFF	W2/W6	20.8
W3	1179	OFF	W3/W7	8.7
W4	1271	OFF	W4/W8	6.1
W5	28	ON		
W6	55	ON		
W7	135	ON		
W8	209	ON		

2-2. 정전기 방지대책

2-2-1. 접지

접지는 물체에 대전된 정전기를 대지로 흘려보내기 위한 대단히 중요한 수단으로 정전기에서는 고유저항이 $10^8 [\Omega \cdot m]$ 이하의 도체인 경우에 접지를 해주어야 한다. 일반적으로 도체를 이용하여 대지와 접촉시키는 것을 접지라고 부른다. 실제로 모든 현상을 다룰 때 지구가 기준이 되고 전기도 지구의 전위를 기준으로 하여 0 V 라고 한다. 그러나 우리가 지표위에 어느 정도의 거리를 두고 도체로 된 파이프, 등을 매설한 다음 두 파이프 간의 저항을 측정하면 얼마 정도의 저항값을 가지게 된다. 이것은 파이프와 지표 간에 접촉저항이 있기 때문이다.

즉 접지를 할 때에는 지표와 충분한 접촉이 되도록 막대 형식의 접지 보다는 판 형식의 접지물을 이용하는 것이 바람직하다. 지구는 금, 은, 동, 알루미늄 등과 같은 도체로는 보이지 않겠지만 무수한 저항이 병렬로 연결되어 있는 것과 마찬가지로 접지 저항이 0 Ω 이라고 가정한다면 대지간의 저항은 0 Ω 이 되게 된다. 또한 접지가 정전기의 대전 방지만이 아니고 전기기기의 접지와 혼용해서 쓰는 경우가 있으나 이는 바람직하지

않으므로 ESD 전용 접지를 사용하여야 한다. 그림3. 은 정전기 확산성 저항값($1 \times 10^6 \sim 1 \times 10^9$)을 가지는 물체의 방전전류와 방전시간 사이의 관계를 나타낸 것이다.

표.5는 표면 저항율에 따라 전기적 전도성에 따른 대전특성과 용도에 대하여 나타낸 표이다. 표면저항이 커지면 대전현상이 크게 일어나고 발생한 정전기의 완화도 어려워지며 표면저항이 작아지면 반대로 정전기의 대전도 적게 일어나고 정전기를 방출하는 특성도 증가하는 것을 알 수 있다. 그러므로 본 표는 물질의 정전기 대전에 대한 특성에 대한 정보를 줌으로서 정전기 대응물질의 저항율을 결정하는데 참고가 될 수 있을 것이다. 각 용도별 접지저항은 다음과 같다.

- ① Main Ground --- 접 지 --- 10Ω 이하
- ② ESD Point Ground --- 전 극 --- 25Ω 이하
- ③ Personal Ground --- 인 체 --- $1M\Omega$ 이하

표5. 표면 고유저항에 따른 대전 특성

표면고유 저항 [[Ω/cm^2]]	대전현상	목적	응용분야
$>10^{13}$	정전하가 축적	절연	절연
$10^{13}\sim 10^{12}$	대전 후 서서히 감쇄	정전상태에서의 장해방지, 전해방지	
$10^{12}\sim 10^{10}$	대전 후 즉시 감쇄	동적상태에서의 장해방지, 필름, 섬유제조공정	대전방지용
$10^{10}\sim 10^6$	거의 대전하지 않음	충전방지, 전도성 부여, 자기기보호, IC Tray	
$10^6\sim 10^3$	거의 대전하지 않음	전자파차폐용 코팅, 클린룸용 바닥재	전자파 차폐
$<10^3$	거의 대전하지 않음	전극, ITO Glass	전극 (ITO, Glass)

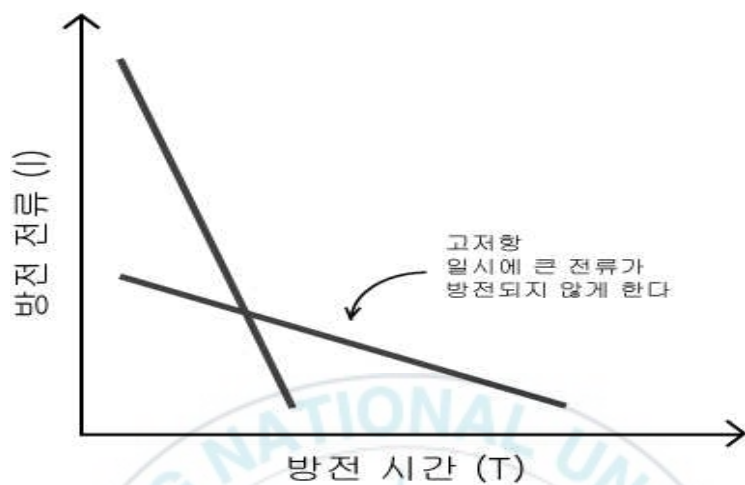


그림3. 물체의 저항 값에 따른 방전전류와 방전시간 특성

2-2-2. 가습

가습에 의해 공기의 상대습도를 높이면 물체표면의 흡습량을 증가시켜 표면 저항율을 저하시키므로 물체는 잘 대전이 되지 않는다. 상대습도는 현장 상황에 따라 다르지만 보통 60-70% 가 적당하다.

2-2-3. 대전 방지제의 사용

전자 부품이나 전자 산업에서 우수한 절연체로 사용되어지는 플라스틱은 표면에 대전현상을 일으켜 여러 가지 장애를 일으킨다. 따라서 플라스틱의 대전 방지는 가공 및 사용 중의 재해방지의 관점에 중요한 사항이며 표면 저항을 낮추는 방향이 검토되고 있다. 즉 대전방지제의 도포 또는 반죽해서 연입 한다든지, 도전성 재료를 첨가하기도 한다. 대전 방지제는 각종 계면 활성제로가 있으나, 크게 외부 도포형과 내부 인입형 두 가지가 있다. 외부 도포형은 표면 도포형 이라고도 하며 플라스틱에 물이나 알코올로 희석한 대전 방지액을 Spray, Dipping 등으로 도포하여 액을 부착시키는 방식이다. 내부 연입형은 플라스틱 성형전에 첨가하여 사용하며, 재료에 대해 얼마나의 상용성을 갖느냐가 관건이다. 그림.4는 정전기방지를 위한 대전방지제의 종류 및 화합물 특성을 분류한 것이다.

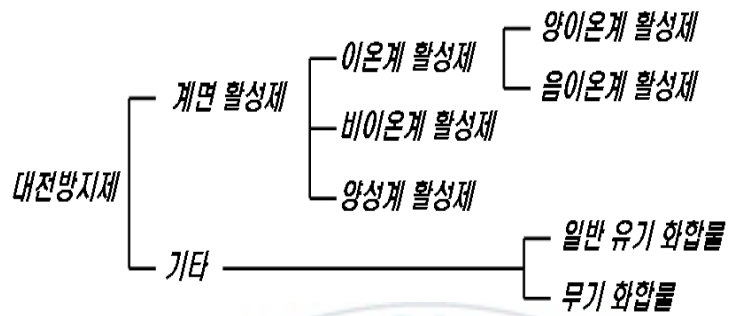


그림4. 대전방지제의 분류



2-2-4. 대전방지 용품 사용

정전기에 약한 전자 부품이나 조립된 기판을 취급할 때에는 꼭 정전기 대책이 된 작업장에서 정전기 대책이 된 작업자만이 취급하여야 하며, 운반이나 보관 시에도 도전성 제품을 이용하여야 한다. 각 대상물 또는 중요 공정별 정전기 대책제품은 다음과 같다.

① 인체를 접지시켜 주거나 대전을 방지하는 제품

- Wrist Strap , Heel Grounder , 대전 방지복 , 제전화 , 제전 장갑

② Conveyor 또는 통로의 바닥이나 Table 등에 설치하여 대전을 안전하게 접지시키는 제품

- Conductive Floor & Mat (전도성 바닥재, 매트) Conductive Table Mat (전도성 테이블 매트)

③ 전자부품 및 조립된 기판을 운반할 때나 포장 시 사용되는 도전성 제품

- Conductive (or Static Dissipative) Part Box , Shielding Bag , Foam , Feild Service Kit , Film

2-2-5. 이온나이저 (Ionizer)

LCD 제조공정에서 가장 일반적으로 사용되고 있는 정전기 제거장치는 공기 주입형 코로나 방전식 정전기 제거장치이다. 제전전극의 끝에서 발생한 코로나 방전에 의해 주위 공기를 ($\pm$)ion 으로 전리시키고 압축 공기로 불어서 피 대전체를 중화시키는 원리로 이용되어진다. 이러한 Ionizer는 하기의 목적에 의해 사용되어진다. 사진 3.은 대표적 Bar Type Ionizer를 포함한 다양한 Ionizer의 모습이다.

① 전자 디바이스의 ESD 손상 방지

대전물의 전하를 억제 및 제거하여 ESD발생을 방지함과 동시에 높은 전계를 억제하여 전자 Device를 보호한다.

② 미립자 흡착에 의한 제품 표면오염 감소

엄격한 Particle관리를 위해 발진의 방지, 내열성, 내약품성을 요구에 따라 Teflon등 고분자 수지제품, 석영 등 고순도의 절연물을 다량 사용.

이러한 절연물은 마찰대전에 의해 종종 10Kv이상의 전위가 발생 전계의 영향에 따라 부유하는 미립자의 흡착은 오염의 원인이 된다.

③ 전자파 장애(EMI)의 감소

ESD에 의한 전자파의 발생에 따라 상승속도가 빠른 전자파는 마이크로 프로세서의 오동작의 원인이 됨.

④ 제품의 핸들링 향상

대전된 전계의 영향에 의해 흡착, 반발에 의한 취급 작업효율의 저하, 손상 대전된 부품, 재료, 치구 등의 전위를 신속하게 줄여 전계의 영향 감소시킨다.

⑤ 제조 치구의 손상 방지

제조에 사용되는 치구의 정전기에 의한 영향을 줄임.

(Ex: Photo Mask Pattern파괴)





사진 3. *Bar Type Ionizer* 및 각종 *Ionizer*의 형태

3. LCD공정에서의 정전기 관리 System 구축을 위한 기초조사

3-1. 각국의 정전기 관리 표준 현황

정전기 관리 기준은 전 세계적으로 다양하게 적용하고 있다. 그 중 주요 국가들이 채택하고 있는 정전기 관리 기준은 IEC, MIL-STD, JIS, EN, JEDS, ESD/EOS 를 들 수 있다. 다음은 세계 주요 국가들이 채택하고 있는 기준에 대해 알아본다.

① 미국

ESD 관련 표준화활동은 당초 미군이 중심이 되어 개시되었다. MIL-STD-1686 [규격 (요구사항)] 과 MIL-HDBK-263 (핸드북) 은 전자부품, 어셈블리 및 장치의 보호를 위한 정전기 관리 관계의 규격으로 1980년에 작성되었다. 미국에서는 이러한 규격을 기본으로 해서 각 업계별로 규격작성을 하고 있다. ESD협회 (Electrostatic Discharge Association) 는 업계 전반에 걸친 규격작성을 하여 용어, 측정방법, 관리방법 및 규격을 작성하고 있다. ANSI/ESDS 20.20-1999 (전기 및 전자부품, 어셈블리 및 장치-전기적으로 기폭되는 폭발성 디바이스를 제외 함 - 의 보호를 위한 정전기 방전관리 프로그램 개발을 위한 ESD협회 규격) 는 미국전자산업계의 규격 [JEDEC(Joint Electron Device Engineering Council) 규격] 작성을 하고 있고 그 중에 정전기 관리의 규격도 포함되어 있다. JEDS 625-A : 1999 [정전기방

전 민감성 (ESDS) 디바이스의 취급에 관한 요구사항]가 정전기 관리 규격이다.. 이와 같이 미국에서는 각 센터별로 독자적인 규격을 갖고 있으므로 통일적으로 IEC 규격을 채용하는 상황은 아니라고 할 수 있다.

② 유럽

유럽 (CENELEC-European Committee for Electrotechnical Standardization : 유럽의 표준화 기관으로 IEC에 대응하는 기관)에서는 IEC 61340시리즈 규격을 기본적으로 그대로 채용하고, 규격번호는 EN 61340 (CENELEC의 규격은 머리에 EN이 붙습니다) 시리즈로 되어 있다. IEC 61340-5-1, 5-2도 동일내용의 규격을 유럽규격으로 채용하고 있고, 규격번호도 EN 61340-5-1 : 2001, EN 61340-5-2 : 2001이며 IEC를 EN으로 바꾸어 사용하고 있다. 이것들은 기술보고서가 아니라 완전한 EN규격이며 유럽의 각 국 규격은 EN 앞에 다시 각 국 고유의 규격명칭을 붙이고 있다.. 예를 들면 영국에서는 BS EN61340-5-1, 독일에서는 DIN EN 61340-5-1로 표시되어 있다.

EN 61340-5-1 이전에 유럽에서 채용되어 있던 정전기 관련 규격명은 EN 100 015시리즈이지만 규격번호가 EN으로 통일되기 전에는 CECC 00 015시리즈라 불리었으며. 이것은 CENELEC 안에 전자부품 관련규격을 작성하는 기관이 독립해서 존재하고, 그 기관이 CECC (CENELEC Electronic Components committee)라 불리고 있었기 때문이다. 현재는 규격작성 기관은 모두 CENELEC로 통일되어 사용되고 있다.

③ 일본

일본은 JIS (Japanese Standards Association) 에서 정한 규격을 채택하고 있다. 일본은 2차대전중에 다양한 착화물의 이동이나 폭발물 생산 관리 시에 정전기에 대한 위험을 없애기 위해 정전기에 대한 연구가 시작되었다. 그 후 작업환경이나 수술실, 위험한 환경 등 다양한 분야에서 가능하도록 ESD 관리 연구가 이루어졌다. 특히 70년대 후반 왕성한 연구가 진행되었으며, 일본전자부품신뢰성센터가 실시한 연구의 일환으로 80년대에는 건물 전체를 고려한 ESD 관리가 이루어졌고 JIS 일본 공업 표준에 ESD 관리 규격도 규정되어졌다.

④ 한국

한국은 1963년 5월 공업 진흥청이 IEC (International Electrotechnical Commission) 회원국으로 가입하면서 정전기 표준 역시 IEC 국제 표준을 따르고 있다. 최근 국내 전자 산업이 급속히 발달함에 따라 정전기의 관리에 따르는 문제점이 심각해지고 있으며, 이에 따라 한국기술표준원은 정전기 기술 표준의 작성을 검토 중이다.

⑤ IEC 국제 표준 규격

정전기관련 표준화 활동을 하고 있는 TC는 IEC/TC 101 (정전기)이며 TC 15 (절연재료)의 SC 15D의 활동을 이어받아 1995년 10월에 설립되었다. 정전기의 일반원리, 측정방법, 시물레이션방법, 전자디바이스의 보호방법 등에 대한 국제규격을 담당하고 있다.

TC 101이 작성하고 있는 정전기 관련 규격번호는 IEC 61340이며 일련의 규격은 IEC 61340 시리즈 규격이라 불린다. 그 규격의 일람을 표3에 나타내었다. IEC 61340 시리즈 규격에는 그 내용에 따라 이하의 4종류가 있다. 표1은 IEC61340 시리즈의 개요를 나타낸 것이다.

a. 국제규격(International Standard ; IS)……“IEC에 의해 채용된 공적으로 이용 가능한 규격”이라고 정의되어 있다.

b. 타입2의 기술보고서(Technical Report ; TR type 2)……“다루어진 주제가 아직 기술적으로 개발 중에 있는 혹은 별도의 이유로 금방은 아니지만 앞으로 국제규격으로서 합의가 얻어질 가능성이 있는 경우에 TC 또는 SC의 다수결에 의해 발행될 것이다”고 정의되어 있다. IEC 61340-5-1이 이 분류에 들어간다.

c. 기술시방서(Technical Specification ; TS)……타입2의 기술보고서와 마찬가지로 1999년부터 타입2의 기술보고서가 기술시방서라 불리게 되었으며, IEC 61340-5-2가 이 분류에 들어간다.

d. 기술보고서(Technical Report ; TR)……1999년 이후의 기술보고서

(Technical Report) (타입2의 머리말은 없다)는 “일반적으로 규격 (JS) 또는 기술시방서 (TS)로서 발행되는 문서와는 다른 종류의 수집데이터를 포함시킨 정보문서”라고 정의되어 있다.



표1. IEC 61340 시리즈의 규격

규격번호 IEC 61340-	제 명	개 요	심 의 상 황
일반			
Part 1	Guide to the principle of electrostatic phenomena	정 전기 방 전 현 상 의 기 초	CD단계에서 중지, 신규 제안단계로 되돌아감
Part 1-2	Definitions of all parts of the electrostatics-series 61340-x-y	용어(각 규격의 용어의 정리)	CD단계
측정방법			
Part 2-1	Measurement methods-Ability of materials and products to dissipate static electric charge	전 하 확 산 성 능 의 측 정 방 법	IS로서 발행
Part 2-2	Measurement methods-Measurement of chargeability	대전성의 측정방 법	TR로서 발행
Part 2-3	Methods of test for determining the resistance and resistivity of solid planar materials used to avoid electrostatic charge accumulation	저 항 및 저 항 륜 측 정 방 법	IS로서 발행
디바이스시험방법			
Part 3-1	Methods for simulation of electrostatic effects-Human body model(HBM)-Component testing	HBM 시 물 레 이 션 방법	IS로서 발행
Part 3-2	Methods for simulation of electrostatic effects-Machine model (MM)-Component testing	MM 시 물 레 이 셴 방법	IS로서 발행
Part 3-3	Methods for simulation of electrostatic effects-Charged device model(CDM)-Component testing	CDM시물레이션 방법	TC47(반 도 체)와 합동작업이 된다.
Part 3-4	Electrostatic discharge simulation-Socketed device model (SDM)-Component testing	SDM시물레이션 방법	TC47(반 도 체)와 합동작업이 된다.

특정 응용			
Part 4-1	Standard test method for specific applications-Electrostatic behavior of floor coverings and installed floors	바닥 피복재/시행 바닥의 특성	edition 2가 IS로서 발행
Part 4-2	Standard test method for specific applications-Test methods for garments	의류의 시험방법	신규 제안단계
Part 4-3	Standard test method for specific applications-Footwear	신발의 시험방법	IS로서 발행
Part 4-4	Standard test method for specific applications-Electrostatic protection of flexible intermediate bulk containers(FIBC)-Test methods and requirements	포장재의 시험 방법	신규 제안단계
Part 4-5	Standard test method for specific applications-Methods for characterizing the electrostatic protection of footwear and flooring in combination with a person	바닥과 신발에 의한 정전기보호 특성 평가방법	IS로서 발행
Part 4-6	Standard test method for specific applications-Test methods for the electrostatic safety of intermediate bulk containers(IBC)	포장재의 정전기 안전의 시험방법	CD단계
ESD보호방법			
Part 5-1	Protection of electronic device electrostatic phenomena-General requirements	ESD보호대책-요구사항	edition 2용 심의 개시 : CD단계
Part 5-2	Protection of electronic device electrostatic phenomena-User guide	ESD보호대책-사용자가이드	edition 2용 검토단계
Part 5-3	Protection of electronic device electrostatic phenomena-Test methods for packaging intended for electrostatic discharge sensitive devices	ESDS용 포장의 시험방법	신규 제안단계

3-2. Super Clean Room에서 정전기 관리의 개념적 논의

TFT LCD공정에서의 정전기 관리는 크게 ESD에 의한 정전기 소자 파괴 및 패턴파괴와 정전흡입력에 의한 먼지부착을 들 수 있다 공정에서 모든 정전기를 완벽하게 제거하는데 최종 목적을 두면 가장 이상적이겠지만 이로 인하여 정전기 제거라는 어떤 항목을 위하여 과도한 투자가 이루어 질 것이고 그에 수반하는 유지 보수 문제도 역시 뒤따르게 되며 하여 그렇게 한다고 하더라도 완벽한 정전기 방지책이 되는 것도 아니기 때문에 정전기를 제거하는데 있어서 어떤 기준이 되는 개념이 필요하게 된다. 그러므로 제조 공정 중에 발생하는 정전기를 소자가 파괴하지 않는 범위의 안정권 내에서 관리하며, 정전기 관리에 들어가는 관리적인 손실을 최소화하는 대책이 필요할 것이다.¹⁷⁻²¹⁾

3-2-1. 먼지부착의 관점에서의 정전기 개념

정전기성 오염의 관점에서 보면 사실 모든 공정이 본 범주에 들어간다 하지만 추상적으로 모든 공정을 정전기 측면에서 안정화해야 한다는 생각은 세부화 되지 못한 관리방법이고 어떻게 할 것인가에 대한 답을 얻기 힘들기 때문에 주요항목에 대하여 분류하는데 있어서의 아래와 같은 개념적 분류가 필요하다. 정전기에 의한 오염은 발생하는 정전압도 물론 영향을 미치지만 앞에서 논한 바와 같이 크린룸에서는 제품의 정전기 보유 시간에 가장 큰 영향을 받는다. 그러므로 아래와 같은 개념의 도입이 필요하다.

① 정전기성 오염의 방지를 위한 개념적 분류

- a. 정전기성 오염이란 앞 공정의 정전기로 인하여 발생한다.
- b. 정전기성 오염이 문제가 된다면 낮은 정전압이라도 오랫동안 유지되는 문제가 없게 하여야 한다.
- c. 정전기 발생공정은 완벽한 정전기 제거 후 차기 공정으로의 송부의무가 있음.

② TFT-LCD에서의 주요 관련 공정

- a. 모든 Glass Cassette 정채공정 (Stocker, Loader & Unloader)
- b. Cassette 삽입 전 또는 후 차기 공정대기 시 공정
- c. P/R 또는 PI등 액상 Layer Coating후 경화 전 공정
- d. Exposure공정

3-2-2 소자 및 회로 손상 관점에서의 정전기 개념

정전기성 소자파괴의 관점에서 보면 정전기의 발생 Peak값이 높은 공정
에 해당된다고 볼 수 있다. 이러한 공정은 정전기제거 능력이 매우 높은
제전기의 설치가 필수라고 할 수 있으며 특히 표면이 아직 경화 되지 않
은 상태의 경우는 액상의 막과 먼지가 혼입되어 경화 되어 버리는 경우와
정전기성 파괴를 동시에 만들어 낼 수 있으므로 오염과 소자 파괴를 동시
에 생각하여야 한다.

① 정전기성 방전에 의한 손상방지를 위한 개념적 분류

- a. 정전방전한계까지 발생 정전압이 도달하지 못하도록 빠른 정전기 제거
가 요구 됨
- b. 정전기 제거장치만을 대량 설치하는 것이 문제를 해결하는 해답이 아
니라는 사고필요
- c. 정전기발생을 최소화하는 대책을 우선 세우고 난 후 정전기 제거장치
의 설치 및 선정이 진행되어야 함.
- d. 정전기 발생 요인에 대한 고려가 필요

박리 속도 / 부착 압력 / 물질의 정전용량 / 차기공정

② 주요관련 공정

- a. Exposure 공정
- b. Spin Dry 공정

- c. Cure & Bake 공정
- d. Rubbing 공정
- e. Photo Resist & Polyamide Coating 공정
- f. Polarizer Attachment 공정 등



3-3. TFT-LCD 주요공정 별 정전기 경향 분석

본 장에서는 TFT LCD 공정에서의 세부공정별 정전기에 의한 문제발생을 정전기 오염과 정전기성 소손 불량인 ESD 불량의 관점에서 그 경향을 분류 하여 보았다. 본 장의 내용은 장기간의 현장경험과 수많은 TEST의 결과로 이루어진 것이며 각 공정별 관리 기준의 관점을 정하는데 조언이 될 것이며 나아가 필수적으로 고려되어야 하는 정전제거장치의 설치 및 운용방침을 세우는 데에도 도움을 줄 수 있을 것이라 생각된다. 이 표의 내용에 따라 3-1에서 논하였던 개념적인 관점에서의 해결방안을 동원한다면 TFT LCD공정에서의 정전기관리에 대한 보다 시스템적인 관리기준과 방침을 정하는데 체계적인 방법으로의 안내를 받게 될 것이다.

표 6. TFT-LCD 세부공정별 정전기성 문제의 경향

번호	공정명	세부 공정명	ESD문제	정전기성 오염
1	C/F (COLOR FILTER)	Glass Wet Cleaning		●
		Cr or Organic B/M Layer Process	●	●
		B/M (Black Matrix) Process	●	●
		R/G/B Process (Bake/Development etc.)	●	●
		ITO Layer Process	●	●
2	TFT (Thin Film Transistor)	Glass Wet Cleaning Process		●
		Photo Resist Coating	●	●
		PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition)		●
		Sputtering		●
		Exposure	●	●
		Etching		●
3	CELL	TFT Array	●	●
		ITO (Indium Tin Oxide) Layer Process	●	●
		P/R Coating	●	●
		Developing		●
		Etching		●
		Stripping		●
		HPCP (Hot Plate & Cool Plate)	●	●
		P/I Coating	●	●
		Cure	●	●
		Bake	●	●
		Rubbing	●	●
		Photonic Rubbing		●

		Rubbing Cleaning		●
		Spacer Scattering		●
		SEAL Print	●	●
		ODF (One Drop Filling)	●	●
		LC Injection		●
		Assembly		●
		END SEAL		●
		Hot Press or Aging	●	●
		Scribe	●	
		Edge Grind	●	
		Pol' Attachment	●	
4	MODULE	PAD Cleaning	●	
		ACF Attachment	●	
		TAB Bonding	●	
		Temporary Bonding	●	
		Main Bonding	●	
		PCB Bonding	●	
		Protecting Layer Attachment	●	
		Bezel Assembly	●	
		Final Test	●	
		Every Work Stage	●	
		INDEX	●	●
		GLASS LOAD, UNLOAD		●
		CASSETTE Deck		●
		MOVING CONVEYOR		●

4. LCD공정에서의 정전기 관리 시스템

4-1. 정전기 관리 시스템을 위한 표준의 확립

LCD 제조 공정에서 정전기 관리는 FAB이라고 칭하는 PANEL공정 내에 투입하는 모든 자재 및 치공구류를 포함하고, FAB 내부에서 발생한 정전기를 유효하게 접지로 흘리기 위한 또한 각 설비 내부에서 공정 흐름에 따라 발생하는 정전기를 억제하는 것으로 이루어진다. 이러한 각종 관리를 위하여 관리기준을 정하여야 하는데 본 장에서는 2장에서 설명하였던 내용 중에서 가장 Display산업에서 현실적으로 적용 가능한 내용을 중점적으로 추려서 관리 표준화 하는데 주안점을 두어 표.7과 같은 내용의 정전기방지 용품들의 성능에 대한 기준을 만들었다. 본 표준은 기술적, 현실적, 국가표준관리 부문의 방향성 3가지의 부문에 대하여 종합적으로 판단하였다.

표.7 에는 각종 정전기 방지용품들에 대한 성능기준 뿐만 아니라 기준의 강도까지 설정하여 각 항목별 반드시 지켜야하는 수준과 관리 조절 가능한 수준, 권고 수준의 3단계의 관리강도를 구분하여 안내 함으로서 현장 실정에 맞는 표준으로 재구성되어졌다. 본 표준은 규정에 대하여 무조건적인 관리규정화 하는데 발생하는 시간적 손실 및 비용의 지출을 막고 실제 공정에서 정전기 관리의 필수적인 기준을 준다는데 의의가 있다.

㉞ 7. ESD Protective item requirements

Item requirements	Surface resistance R_s or end-to-end resistance R_e or point-to-point resistance R_p Ω	Resistance to EPA ground or groundable point R_g Ω	Charge decay	Standard mandatory level			Remarks
				Lv. 1	Lv. 2	Lv. 3	
Working surfaces, storage racks, trolleys and carts	$1 \times 10^4 \leq R_g \leq 1 \times 10^{10}$	$7.5 \times 10^5 \leq R_g \leq 1 \times 10^{10}$		●			
Seating		$R_g \leq 1 \times 10^{10}$		●			
Garments	$\leq R_p \leq 1 \times 10^{12}$ For minimum value		To 10% of initial value(maximum 1000V) in less than 2s		●		See note 1
Gloves and finger cots			To 10% of initial value(maximum 1000V) in less than 2s	●			
Wrist bands not worn		$R_p \leq 1 \times 10^5$		●			
Cords for wrist bands	$7.5 \times 10^5 \leq R_e \leq 5 \times 10^6$			●			
Tools		$R_g \leq 1 \times 10^{12}$	To 10% of initial value(maximum 1000V) in less than 2s			●	See note 2
Ionizer			To decay from 1000V to 100V in 20s maximum		●		See note 3

Wrist strap as worn		$7.5 \times 10^5 \leq R_g \leq 3.5 \times 10^7$		●			
Gloves and finger cots as worn		$7.5 \times 10^5 \leq R_g \leq 1 \times 10^{12}$		●			
Footwear as worn on metal plate		5×10^4 (1×10^5 per shoe) $\leq R_g \leq 1 \times 10^8$		●			
Floors		$\leq R_g \leq 1 \times 10^9$ For minimum value		●			

※ Standard Mandatory Level

- Lv.1 : 불이행 시 정전기로 인한 불량 및 장애가 예상되며 반드시 규격을 준수해야 하는 수준. (예, 바닥, 작업테이블, 의자, 작업복, 도전화 등)

- Lv.2 : 불이행시 정전기로 인한 불량 및 장애가 예상되나 공정 특성에 맞추어 규격 레벨의 조절이 가능한 수준. (예, Ionizer, 보호 헬멧 등)

- Lv.3 : 직접적으로 생산 아이템에 영향을 주지 못하며, 치공구류의 경우 생산 아이템이 직접 접촉하는 품목만을 선택적으로 규격 준수를 하는 수준.(예, 볼펜, 외부포장재, 노트, 렌치, 드라이버 등)

※ Note 1. 의복의 외부에 착용하는 제전복(상, 하의)의 경우는 IEC 규격을 반드시 준수하여야 하나, 머리 두건, 속바지의 경우는 공정 특성에 따라 Level의 조절이 가능하다.

Note 2. 대부분 치공구류의 경우는 생산 제품을 직접 다루지 않는 이상 제품에 ESD에 의한 손상을 야기할 가능성이 없으며, Item을 직접 다루는 집게, 이송 대차 등은 반드시 규격에 부합되어야 합니다.

Note 3. Ionizer는 공정 특성에 맞게 설치되어야 합니다. 컨베이어 혹은 이송 롤러 위의 경우 Ionizer 직하 부분에 존재하는 정지시간을 고려하여 Decay time을 조절하여야 하며, Stoker 및 Cassette의 경우 장시간 중간체가 정지되어짐으로 급속한 제전으로 인한 역대전 현상을 방지하기 위해 서서히 중화시키는 것이 권고되어집니다.

4-2. 각 항목별 관리 주기 설정

본 장에서는 4-1.에서 설명하였던 내용인 표준에 대한 관리주기에 대하여 논하고자 한다. 기준 또는 규정이라는 것은 지켜져야 하고 관리되어야 한다. 처음에 공장이 설립되고 그 당시 관리 기준에 맞추어 모든 것이 공사가 이루어지고 현장에 설치되고 적합한 재료와 치공구류 등이 투입되었다 하더라도 그 모든 것이 영원히 처음기준대로 유지되고 있을 수는 없다는 것은 명백하다. 이러한 이유로 4-1.에서 논하였던 표준에 대한 관리주기의 설정이 필요하며 각 항목별 가장 적합한 주기를 각각 나누어 설정하는 노력도 역시 필요한 것이다. 이러한 관리주기의 설정은 규정의 지속적 준수를 확인하는 데에도 그 의미가 있지만 어떤 불량 발생했을 때 기술적으로도 이력관리를 하는 것으로 어떤 정전기와 관련한 문제가 발생한 시점과 정전기 표준관리 조사서에 따른 변동사항이 발생한 시점과의 문제발생의 원인을 찾는 기술적 자료로서의 역할 또한 할 수 있다. 우선 각 관리 항목에 대하여 현실적으로 가장 합리적인 수준의 관리주기를 두어 준수하는데 부담을 줄이고 효과적인 면에서도 무리가 없는 선에서 만들어 졌고 국제적인 표준에 입각하여 설명되어져 있다. 표.8은 IEC61340에서 규정하고 있는 정전기관련 주기적 관리 및 점검에 대한 주기와 방법에 대하여 명기한 표이다. 본 표를 가지고 공정에서의 점검표를 만들 수 있으며 점검시의 주의사항까지도 명시하였다.

표 8. IEC 61340-5-1, 5-2의 규정

점검빈도	품 목		검사방법	주 의 점
1. 일일	a. 접지선의 접속부의 점검		육안검사	가동부의 접속
	b. 의복류		육안검사	택이나 마킹 등의 식별
	c. 트롤리	캐스터	육안검사	절연체의 부착
		드래그 체인	육안검사	오염, 녹의 발생, 불순물의 부착, 새시 부분과의 접속
	d. 이오나이저		육안검사	위치와 방향
	e. 영역에 필요한 절연물		육안검사	정전기의 발생에 주의
	f. 손목 띠			주석1)
	g. 비행구적 신발			주석1)
	h. 항구적 신발			
2. 월간	a. 접지접속	작업표면 EBP, 바닥, 의자, 트롤리, 현장 작업용구, 매트, 작업장, 랙	전기적 접속성의 점검을 샘플링검사	
		b. 이온화 장치 시스템		
3. 년간	a. VDU, 기기, 배선, 기타 고전압배선 근처의 영역		샘플링검사	
	b. 정전계			
	c. 표준과 라벨			가동이나 오염, 파손, 표시의 부정기입
	d. 비일회용 의류			주석2)
	e. 항구적인 신발			착용한 상태에서
	f. 일회용 의류		샘플링검사	도입검사

주1) 적어도 작업일마다 통상적인 착용상태에서 점검하도록 권장됩니다. 더욱이 그 기능성 점검은 시프트의 개시 시의 제품을 다루기 전에 실시합니다. 건성피부의 작업자가 손목 띠나 신발을 사용하는 경우에는 착용부분 아래의 피부가 충분히 땀이 배서 도통성이 생겨서 리스트스텝 신발 테스터에서 “합격”이 될 때까지 시간을 요합니다.

주2) 어떤 종류의 의류는 대전방지제 등 화학약품에 의해 정전기확산성과 대전방지성을 보강하고 있는 것이 있습니다. 이런 의류를 사용하고 있는 경우는 세탁중에 대전방지 특성의 열화가 급격히 나타나는 수가 있으므로 반년마다 검사에 의해 빈번하게 점검을 하여야 합니다.

4-3. TFT LCD공정별 정전기 제거장치 성능 기준 및 관리기준

국제적으로 사용되는 IEC, MIL-STD, JIS, EN, JEDS, ESD/EOS에서 제공하는 기준은 대부분 치공구 및 재료에 대한 정전기관리 기준에 그 초점이 맞추어 있고 정전기제거장치에 대한 관리기준은 매우 미약하거나 너무 추상적으로 기술 되어져 있거나 아예 없어 실용적인 부분에서의 응용을 하거나 참고 사용하는데 어려움이 있다. 그러므로 본장에서는 Display산업에서 정전기 제거 및 관리를 위하여 필수적으로 사용되는 Ionizer의 각 공정별 관리 기준, 권장 설치공정, 설치 거리에 대한 기준을 제공하는데 목적을 두고 논하고자 한다. Display산업에서 사용되는 정전기제거장치에 따라 제조자의 기준에 맞추어 변경하여 사용한다면 정전기관리 및 설치의 목적을 이루는 데는 큰 무리가 없을 것이다.

표.9는 공정의 종류를 공정 속도로 분류하여 각 공정별 정전기제거장치의 바람직한 설치거리, 성능, 각종 정전기제거장치의 기준등에 따라 설정한 내용을 나타내었다.

표.10은 크린룸의 정도에 따라 공정을 분류한 것으로 공정에 장착된 정전기 제거장치의 청소, 방전전극 교체 그리고 점검주기에 대한 사항을 나타낸 것이다.

표 9. 정전기 제거장치의 성능기준

	이송제품제전	고정제품제전	분위기 제전	고속제전
권장 Decay Time	1~3초 이내	5초 ~ 7초 이내	15초 이내	1초 이내
공정예	반송로공정 작업장소	공정 Buffer제품 대기장소	Room 제품적치장소	고속Film이송 순간박리공정
일반적 설치거리 (AC Pulse의 경우)	50 ~ 100mm	100 ~ 500mm	500~1,000mm	50mm
Ion Balance	±100이내	±100이내	±100이내	±100이내
Peak to Peak 전압	±500이내	±300이내	±100이내	±500이내

표 10. 정전기 제거장치의 관리주기 기준

	방전전극 청소주 기(권장사항)	전극 교체주기 (권장사항)	기능Check 주기 -Decay Time -Ion Balance
반도체, LCD Line	1회/1Month	1회/1year	1회/6Month
Module Line	1회/1Month	1회/2year	1회/6Month
Super Clean Room 환경	1회/1Month	1회/1year	1회/6Month

5 . 결론

본 논문에서는 지금까지 국제적인 정전기 기준과 정전기로 인하여 발생하는 각종 문제점, Display산업에서 발생할 수 있는 정전기문제점들에 대한 개념적 논의, Display산업에서의 적용가능한 정전기기준 그리고 그 정전기관리 기준을 유지하는데 필요한 관리주기와 이를 시행하는데 필요한 정전기관리 시스템의 순서를 규정한 Flow Chart를 다음과 같이 제시 하였다.

표 11. Display산업에서의 정전기관리 시스템 Flow Chart

	단계	세부 항목 설명	주요담당
1	Employment Step	-전문가 채용단계	인력개발부서
2	Plant Design Step	-정전기 전문가에 의한 Ionizer 설치위치 선정	정전기전문가
3	Set-up Step	-설정된 장소에의 설치와 설치된 Ionizer의 최적화 실시	
4	Pilot Production Step	-Ionizer 추가 설치 Point 발굴	
5	Check Step	-정전기 Standard에 의거한 점검 -Hardware & Software	
6	Mass Product Step	-제품 정전압 확인 및 규정에 의한 유지 보수 실시 -주기적인 정전기 관리 교육	

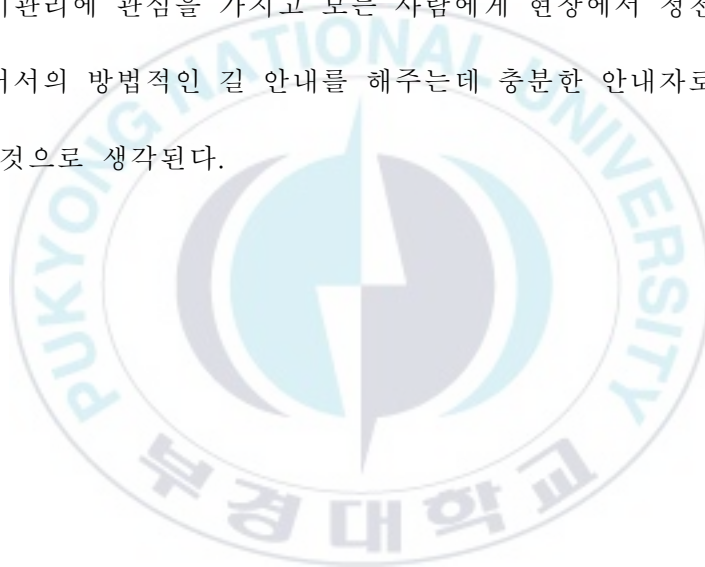
7	Maintenance Step	3 ~ 6번까지의 과정을 정해진 주기에 맞추어 반복 실시	
8	Electrostatic Factors finding Step	정전기 발생요소에 대한 연구과정	
9	Production Design Step	정전기에 내성을 가질 수 있는 재료선정 및 회로 변경 등의 방안	

정전기를 관리하는데 필요한 순서와 항목에 대하여 연구한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 공정의 처음부터 끝까지 모든 공정을 공정과 정전기의 측면에서 문제를 인식하고 해결하려는 정전기전문가의 선정이 선행 되어야 한다.
2. 현장에 적용되는 정전기관리의 각 항목에 대한 명확한 선정이 필요하며 이러한 정전기관리 대상 항목에 대한 관리기준이 설정되어야 한다.
3. 주기적인 유지관리로 변경사항에 대한 발 빠른 대처와 정전기 표준의 준수여부에 대한 확인이 주기적으로 이루어져야 한다.

4. 관리적인 정전기에 대한 일차 System이 완료된 후에는 각종 정전기 발생 함수에 대한 연구가 연이어 이루어져 야만 한다.

본 논문에서 제시한 정전기관리 시스템은 관리 기준과 관련한 내용만 각각의 산업에 걸쳐 맞추어 새롭게 제작한다면 어떤 디스플레이 산업에서라도 적용 가능한 것으로 실제 공정에서 정전기에 대한 담당을 하고 있거나 혹은 정전기관리에 관심을 가지고 모든 사람에게 현장에서 정전기 관리를 하는데 있어서의 방법적인 길 안내를 해주는데 충분한 안내자로서의 역할이 가능할 것으로 생각된다.



참고문헌

- (1) Toshiro HIGUCHI ; FPD製造において静電氣の利用と對策- 静電氣を利用した薄板ガラスの取り扱い, Clean technology(N272), pp 8~12, (2004)
- (2) A. H. Meitzler, H. M. B'ryan and H. F. Tiersten ; IEEE Trans Sonics and ultrasonics, SU-20, 233, (1973)
- (3) K Murray and V Gross, "Ozone and Small Particle Production by Steadystate DC Hood Ionization" : EOS/ESD symposium Proceeding (1989)
- (4) 阪田 : 次世代クリーンルームの静電氣對策, RCJ 第2回 EOS / ESD シンポジウム予告集 (1992)
- (5) ESD Association. : Standard for Protection of Electrostatic Discharge Susceptible Items - Ionization, EOS/ESD
- (6) ESD Association : For the Protection of Electrostatic Discharge Susceptible Items - Selection and Acceptance of Air Ionizers, ESD-ADV3.2 (1995)
- (7) 이덕출, 이동훈, 정재희, 변종산, Y. Tabata : 静電氣의 基礎와 障・災害防止, 웅보출판사, p90 (1994)
- (8) 이 동훈 : 電氣安全工學, 부경대학교출판부, pp 197-220 (1990)
- (9) B.Y.H.Liu, B.Fardi, K.H.Ahn : Proceeding of 33rd Annual Technical

Meeting of the IES, May, p. 461, (1987)

(10) 鈴木政典, 山路辛郎 : 空気清浄, 26, 48 (1989)

(11) 鈴木政典, 和泉貴晴・鋒治幸, 石川昌義 : Clean Technology, 10 (1992)

(12) TOSHITAZU NUMAGUCHI, Static Control Product for Electronics Industry, Elcetro & Communications Systems, Technical Report, (1997)

(13) 鈴木政典 : Clean Technology, 2 (1992)

(14) 日本電子部品信頼性センター便 : イオナイザーの規格に関する動向調査研究報告書, R-5-ES-02 (1994)

(15) P.Bossard, Voyager Technologies, Inc., and T.Huffman and G.Nichols, Motorola, Inc. : Room Ionization: Can it Significantly Reduce Particle Contamination 6.1, (1987)

(16) R. Wilson : Proceeding of 33rd Annual Technical Meeting of the IES, MAY, p. 466 (1987)

(17) 富岡秀起 : クリーンテクノロジー, Oct, p. 19 (1997)

(18) 鈴木政典, 佐藤朋旦, 鋒治幸, 石川昌義 : 月刊 Display 6 (2000)

(19) 韓鳳熙, X線回折의 基礎, 동명사, pp55~57 (1983)

(20) 江見 準 : '88 クリーンテクノロジーシンポジウム, p. 3~11 (1988)

(21) 鈴木政典, 和泉貴晴, 鋒, 治幸, 石川昌義 : クリーンテクノロジー, June, p. 18 (1992)

*A Basic Study for the Establishment of
Electrostatic Management System in the
Display Industry*

Jong - Gye Park

Division of Safety Engineering, Graduate School of Industry,

Pukyong National University

Abstract

By this Study for the Establishment of Electrostatic Management System in the Display Industry, the electrostatic management standard for FPD industry was obtained and the control standard of static electricity generated in FPD major processes was also made. The results of this paper are as follow ;

1. It should be needed a Electrostatic Expert who can conduct the phenomenon in the process line to be focused on electrostatics from the first step to the last step on the electrostatic management system.

2. The electrostatic standard was established in the every process which is needed the electrostatic control in the plant.

3. It should be accomplished the electrostatic audit by the standard not to make any changed items without electrostatic control.

4. It is needed the study about electrostatic functions in the process immediately after basic electrostatic management was established in the plant.

The management system was able to be used in any display-industry field if the standard proposed would be changed suitable for each industry.