

# 정전기 현상과 예방대책

이영재 / 신한기연(주) 과장

## 1-11-2 대전 액면에서의 방전현상

대전물체가 존재하면 그 주위의 매질중에는 전계가 형성된다.

전계의 크기는 전하량에 비례하여 이것이 커져서 어느 한계치를 넘으면 매질은 전리되어 절연성을 잃은 도전성이 된다. 이것이 방전현상이다.

정전기에서 문제가 되는 기중 방전도 대전량이 점차 커져서 전계강도가 약 30kv/cm 이상이 되었을때에 발생하는 것이라 한다.

그러나 과거에 발생한 재해의 대부분은 그렇지 않고 방전은 대전율이 큰 물체와 접지체와의 거리가 작아졌을 때에 발생하고 있다. 즉 방전이 발생하는 방이쇠 역할은 양자의 거리가 작아지는 것이다.

대전한 석유류에서의 방전도 그 하나는 높은 전위로 되어 있는 대전액면에 접지체가 접근했을 때인데, 접지체의 근처에 발광, 파괴음을 수반한 방전이 발생한다.

예컨데 대전 액면에 접지체로서 금속구를 접근시키면 액면 전위와 금속구의 직경및 이들의 거리에 의하여 정해지는 방전이 발생한다.

또한 이때의 방전을 발광형태로 대별하면 (1) 코로나 방전, (2) 스트리머 코로나 방전, (3) 스파이크 방전의 3종류인데 (2), (3)은 착

화성방전이 될 확률이 높다.

이 두 가지 방전은 접지체의 직경이 약 3mm 이상, 액체가 대전이 부극성일 때에 발생하기 쉽고 직경 15mm 이상에서는 최소 착화에너지 수백 정도인 적유류의 착화성방전이 될 확률이 높다.

물론 대전 전위가 낮을 때에는 접지체가 접근하여도 방전이 발생하지 않는다.

정전기에 기인하여 발생한 재해를 분석하면 착화성방전을 일으킨 대전 물체는 대부분이 땅에서 절연된 도체이다.

구체적으로는 신발류, 마루바닥으로 절연된 인체, 운반할 수 있는 금속성 용기류, 고무, 카스터로 절연된 이동장치 등으로 이들의 도체는 대전이 작아도 방전을 일으키면 방전에너지가 절연물의 그것에 비하여 크기 때문에 착화하여 폭발을 일으킬 확률이 높다.

## 1-12. 재해 방지대책

폭발, 화재를 방지하기 위한 기본은 두말할 것도 없이 착화성방전의 발생방지과 폭발혼합기의 생성방지이다. 그 중에서도 후자의 것은 가장 우선하여 실시해야 하는데, 여기에는 플로우팅 루우프랭크에 의한 기상 공간의 제거, 불활성 가스에 의한 기상 공간의 가스치환등이 실시되고 있다.

### 1-12-1. 대전방지 대책

착화성방전의 방지는 첫째가 대전방지이며, 대전방지이며, 대전방지 대책중 가장 기본적인 것은 접지이다.

이것은 발생한 전하를 대지에 누설시켜서 물체에 전하가 축적하는 것을 방지하는 것이지만, 전하의 발생방지에는 효과가 없는 것이다.

뿐만 아니라 때로는 전하의 발생을 촉진하는 수도 있다. 또한 접지는 도전율이 작은 것에는 효과를 기대할 수 없다.

그렇기 때문에 접지를 실시함에 있어서는 그 대상에 대하여 미리 검토할 필요가 있다.

한편 석유류는 배관의 굵음이나 밸브, 펌프, 필터등의 마찰에 의하여 큰 전하가 발생한다. 따라서 이것들을 경유하여 탱크에 충전할 때에는 유속을 제한하여야 한다.

예컨대 탱크에서의 톱 로딩을 할 때의 최대 허용유속은 어떠한 경우라도 7m/s이하로 억제하도록 하고 있다.

또 보다 안전하도록 하기 위해서는 유속의 제한 뿐만 아니라, 스플래싱의 발생을 방지하는 충전 방법이나 혹은 드롭 파이프를 사용하여야 한다.

석유류의 대전 방지에는 전하의 누설을 촉진시키는 방법도 있는데, 그러기 위해서는 도전율을 크게 하는 대전방지제가 사용된다. 이것은 수 ppm 정도의 혼입으로 도전율이 훨씬 커진다.

### 1-12-2 대전 전위의 억제

착화성 방전은 전위가 높으면 발생한다. 특히 절연물은 그 대전 전위가 낮으면 배면 접지

체가 있는 특수한 경우를 제외하고 여기서는 착화성방전은 발생하지 않는다.

그러므로 접지한 도전성 로우프나 피아노선을 탱크내의 여러 곳에 달아매거나 줄을 치면 액면전위는 작아진다.

이 방법은 전위가 대전량에 비례하지만 정전용량에 반비례하는 것을 이용한 것이다.

따라서 대전량은 적게할 수 없지만 정전용량을 크게 함으로써 전위의 감소를 꾀하는 것이다. 또한 탱크내에 게이지 웰을 설치하면 그 속의 액면단위는 낮아져서 폭발, 화재 등의 방지를 하게 된다.

그러나 외측에는 전위구배가 큰 공간이 생겨서 오히려 방전이 발생하기 쉽게 되므로 외측에서 접지체를 접근시키는 것을 해서는 안 된다.

### 1-12-3. 착화성 방전의 방지

석유류와 같은 절연성 액체는 그 대전을 억제할 수 없을 때가 많다.

그러므로 전향과 같은 전위를 낮게 억제하는 것도 그 하나이다.

그러나 대전액면에서의 착화성 방전(스트리머 코로나방전, 스카이크방전)은 액면 전위가 높고 접지체가 평활한 형상일 때에 발생하기 쉽다.

따라서 방전에너지가 착화에너지보다 작게 되므로 액면에 접근시키는 샘플러나 검척봉의 선단은 그 곡률반경을 1mm 이하의 돌기된 형상으로 하면 좋다.

이러한 돌기한 선단에서 발생하는 방전 에너지는 보통 10uJ 이하이며, 이 방전 에너지에는 수소가스에 착화하는 확률도 매우 작아진다.

한편 착화성방전은 탱크의 크기에 의존하는데, 직방체 형태의 탱크에 대하여 착화성 방전의 발생을 조사한 바에 의하면, 탱크의 길이가 약 2m일 때, 최소의 대전 전하밀도에서 착화성방전이 발생한다. 그러나 탱크의 길이는 작을수록 안전하다.

그러므로 탱크내에서 접지체가 접근하는 곳에는 금속으로 격벽을 설치하여 작은 공간을 만들면 착화방전의 원인이 되기 때문에 공간도 3m<sup>2</sup>이하로 하는 것이 바람직하다.

### 1-13. 정전기의 예방과 대책

일반적으로 산업현장에서의 정전기에 의한 문제점을 해결하기 위해서는 다음 두 가지 방법이 이용되고 있다.

#### 1-13-1. 정전기 대전 방지

정전기발생방지라 함은 처리코저하는 제품에 약품처리 또는 기타의 방법에 의해서 원칙적으로 정전기가 발생하지 않도록 하는 것으로서, 이는 소재의 개발이나 특수소재의 사용에 의해서 가능하다.

그러나 일반적으로 사용되는 소재는 그 특성상 정전기의 발생을 피할 수가 없다.

그러므로 정전기에 의한 재해를 예방하기 위해 각 산업장의 특성에 따라 설정된 관리기준치 이하로 정전기의 대전을 방지 관리하는 것이다.

이것이 곧 정전기의 대전방지 대책으로써 정전기가 누적되어 축적된 상태의 물체를 대전체라고 하며 우리는 이 정전기가 누적되어 과잉 축적되었을 때 발생하는 방전에 의한 여러가지 재해를 예방코져 한다.

#### 1-13-2. 대전방지 대책의 이용

- 1) 원활한 생산공정을 위하여
- 2) 전기적인 충격(전격)과 공포의 예방
- 3) 방전 에너지에 의한 화재, 폭발 예방
- 4) 먼지 흡착 방지와 제거에 의한 품질향상

#### 1-13-3. 전기적인 충격

대전체 또는 인체에 대전되어 있는 정전기가 방전될 때에 작업자는 강한 충격을 받게 된다. 이에 의한 2차적인 행동으로 추락 또는 주위의 위험속에 빠질 수 있으며, 이로인해 작업기피 현상이 발생한다.

#### 1-13-4. 화재와 폭발의 예방

대전체에 정전기가 축적되면 대전체에는 축적 에너지를 갖게 되며, 이 축적 에너지가 과잉 축적되어 주위의 도체로 방전되는 순간 방전에너지가 발생한다. 이때 주위의 가연성 물질에 인화되어 화재 또는 폭발을 일으킨다.

따라서 재해예방을 위해서는 대전 물체에 정전기가 과잉 축적되어 방전하지 않도록 사전에 적절한 제전기를 설치하여 사전 예방 대책을 세우는 것이 우선적이며 바람직하다.

C) 가연성가스 및 중기의 최소 착화에너지(공기혼합)

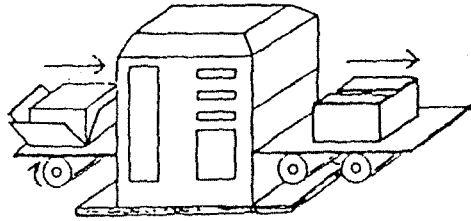
물 질 명	최소착화에너지(μJ)
아세틸렌	0.017
아세톤	1.15
에틸렌	0.07
에틸렌옥사이드	0.06
수소	0.01
비닐아세틸렌	0.082
부탄	0.25
2유화탄소	0.009

# 산업현장에서의 대전 방지 사용예

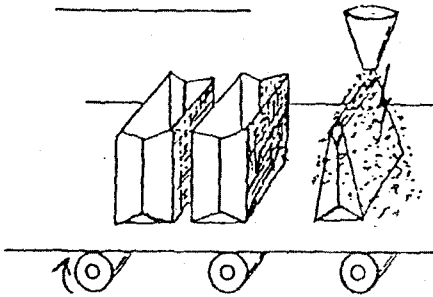
인쇄의 STATIC MARK



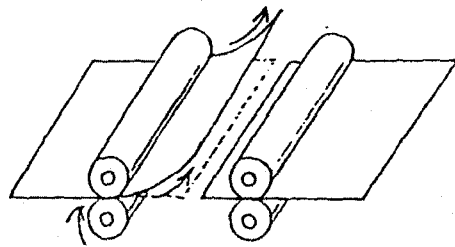
포장기, 제대기 등



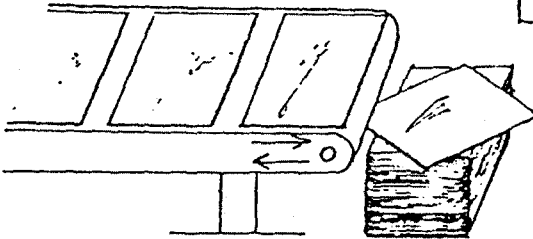
백의 개폐 불량



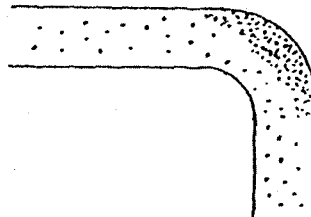
ROLL에 삼입불량과 구겨짐



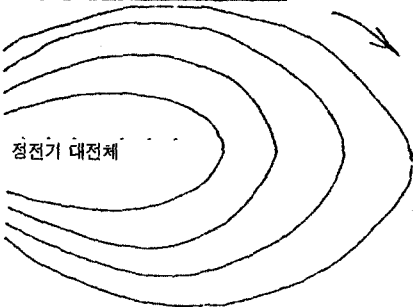
정렬 불량



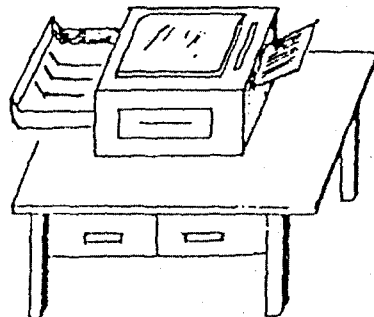
이송파이프의 정전기

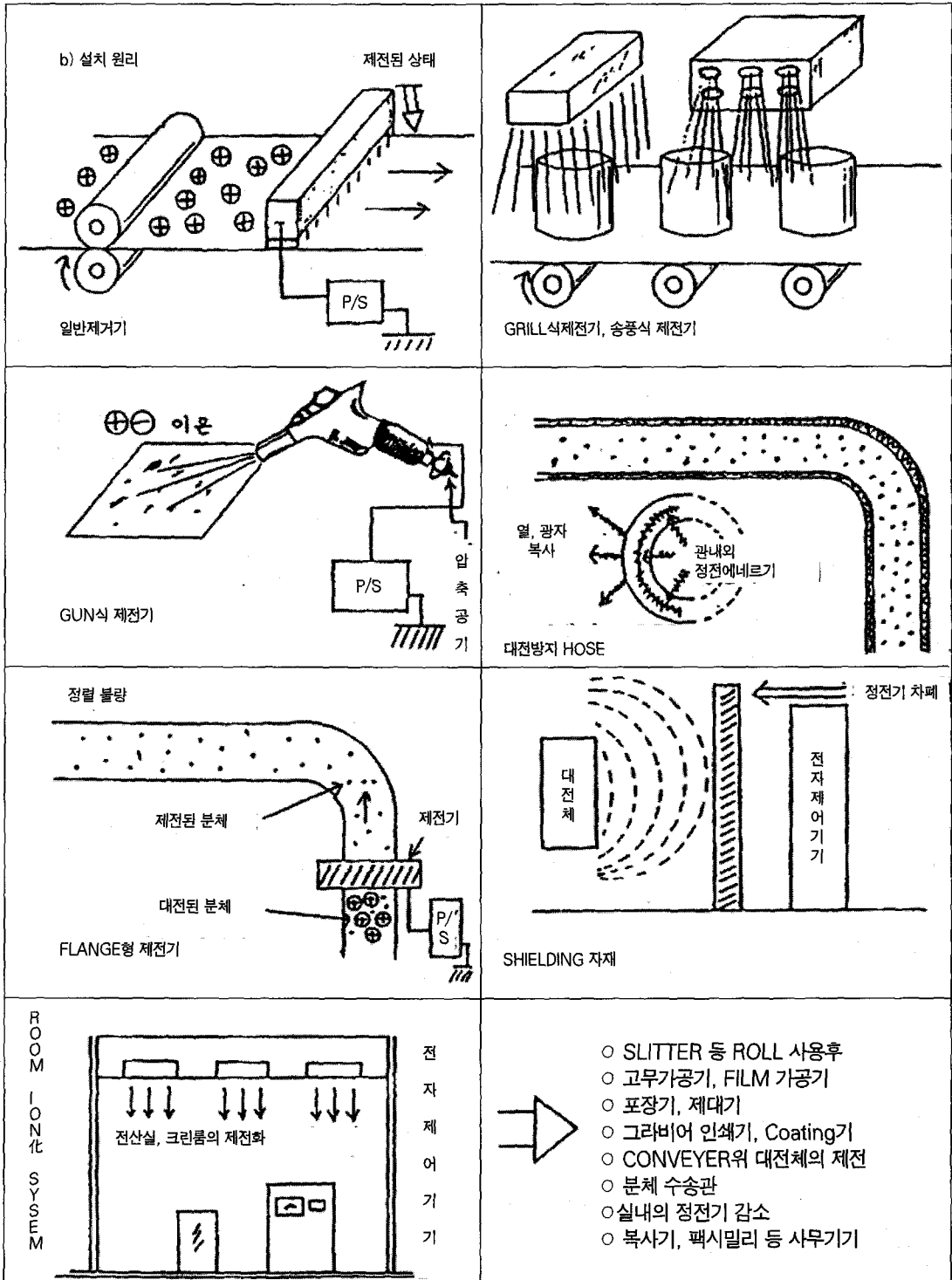


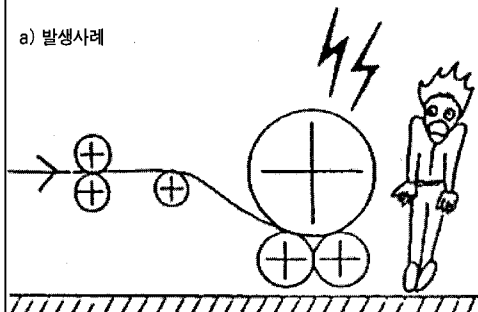
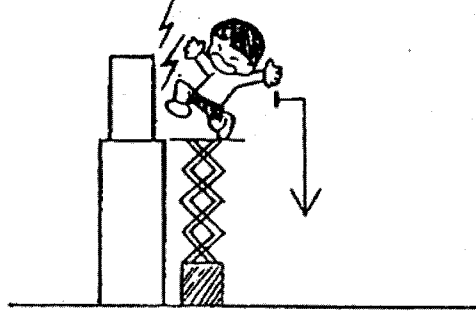
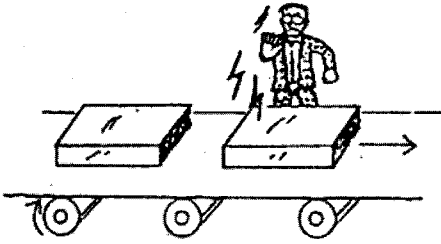
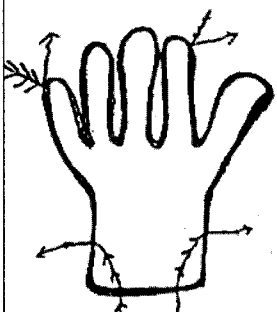
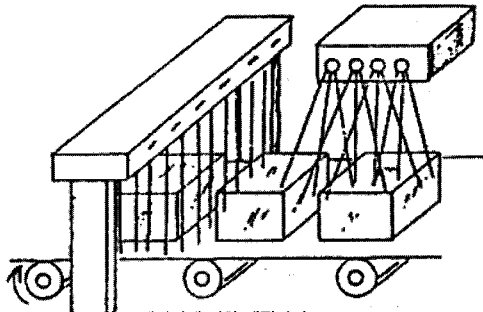
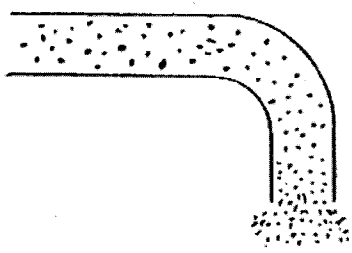
전자 제거기 오동작

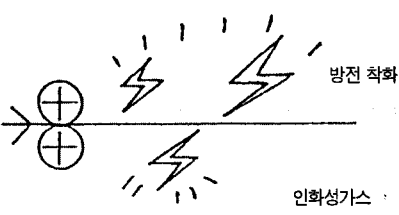
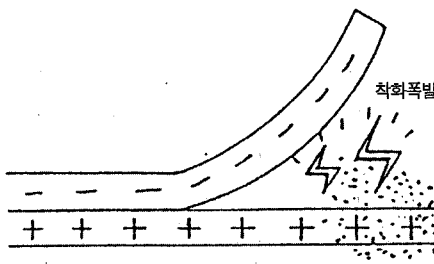
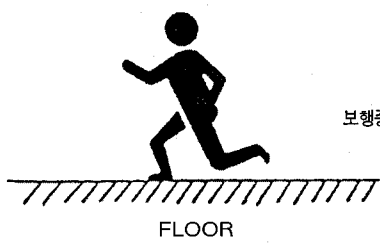
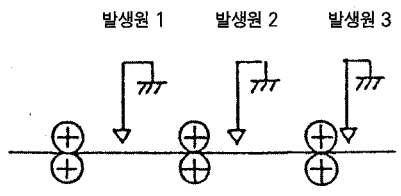
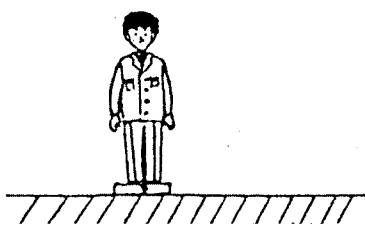


복사기, 팩스밀리등 사무기기





<p>a) 발생사례</p>  <p>WINDER 충격</p>	 <p>충격에 의한 추락</p>
 <p>작업자의 불안</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 작업자의 심리적 불안</li> <li>○ 작업능률의 저하</li> <li>○ 불량품 증가</li> <li>○ 생산성 감소</li> <li>○ 작업자의 안전사고</li> </ul>
<p>b) 사용례</p>  <p>정전기 차폐 코로나 방전에 의해 소멸</p> <p>코로나 방전에 의해 소멸</p>	 <p>제전기에 의한 대전방지</p>
 <p>대전방지 HOSE 사용</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>접지</li> <li>전압인가식 제전기</li> <li>대전방지 FILM</li> <li>제전 BRUSH</li> <li>제전 HOSE</li> <li>기타 적절한 대책에 의해 안전대책 강구</li> </ul>

<p>a) 발생사례</p>  <p>방전 착화 인화성가스</p>	 <p>착화폭발 인화성분진</p>
 <p>보행중 대전 FLOOR</p>	<p>기타 여러가지 발생사례</p>
<p>b) 대책</p>  <p>발생원 1    발생원 2    발생원 3</p> <p>발생원 마다 설치 정전기 축적방지</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자기 방전식 제전기 설치</li> <li>○ 방폭형 전압인가식 제전기 설치</li> <li>○ 에어파지식 제전기 설치</li> <li>○ 방폭형 기타자재 사용</li> <li>○ 인화성 개스의 종류와 농도 측정</li> <li>○ 대전방지 HOSE 사용</li> </ul>
 <p>작업자의 대전방지 용품 착용</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 대전방지 작업부</li> <li>○ 대전방지 장갑</li> <li>○ 대전방지 작업화</li> <li>○ 기타 대전방지 용품 사용</li> </ul>

### B) 대전성의 관리

대전성 구분	도전율(s/m)	표면고유저항( $\Omega$ )
비대전성	$10^9$ 초과	$10^9$ 이하
저대전성	$10^{10} \sim 10^8$	$10^9 \sim 10^{11}$
대전성	$10^{12} \sim 10^{10}$	$10^{11} \sim 10^{13}$
고대전성	$10^{14} \sim 10^{12}$	$10^{13} \sim 10^{15}$
초대전성	$10^{14}$ 이하	$10^{15}$ 초과

### E) 대전물체와 착화에너지

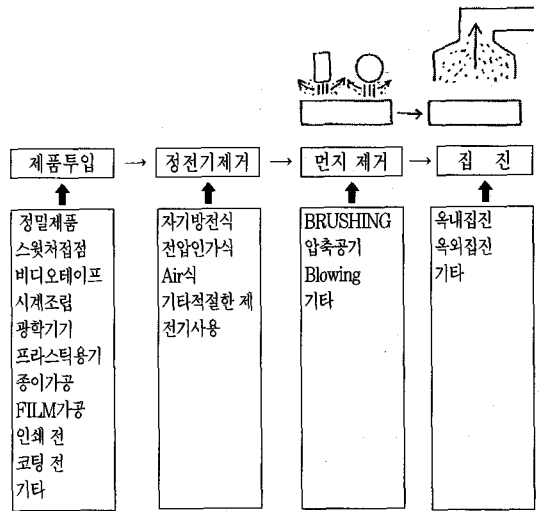
구분	최소착화에너지( $\mu$ J)
<ul style="list-style-type: none"> <li>대전물체의 전위 1kv 이상</li> <li>대전전하 밀도 <math>1 \times 10^7</math> c/m<sup>2</sup> 이상</li> </ul>	10
<ul style="list-style-type: none"> <li>대전물체의 전위 5kv 이상</li> <li>대전전하 밀도 <math>1 \times 10^6</math> c/m<sup>2</sup> 이상</li> </ul>	100
<ul style="list-style-type: none"> <li>대전 물체에 작업자 접근시 전격 감지</li> <li>대전물체에 직경 3m/m 금속체 접근시 파괴음, 발광이 있을때</li> <li>대전전하 밀도 <math>1 \times 10^4</math> c/m<sup>2</sup> 이상</li> <li>연면 방전 발생</li> </ul>	100

### 1-13-5. 품질 향상과 정전기(SDC system에 대하여)

정전기의 대전에 의한 재해는 작업공정상의 TROUBLE, 전기적인 충격에 의한 작업자의 심리적 불안과 공포, 이로 인한 작업능률의 저하, 또 방전에 의한 착화와 폭발 등이 있으며, 이외에도 현대산업의 눈부신 발전에 따른 합성수지제품 사용의 증가, 제품의 경량화와 최소화, 외관상의 미에 대한 수요자의 요구 등에 따라 모든 제품의 생산 현장은 먼지를 제거한다.

그리고 실내에 먼지의 유입을 방지하기 위하여 크린룸 설비를 하고 작업자에게 무진복을 착용토록하여 제품으로 부터 먼지를 격리시키는데 전력을 다하고 있는 실정이다.

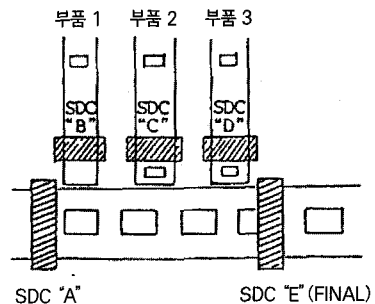
따라서 당사는 이러한 수요자의 요구를 충족시키기 위해 SDC system(static Dust Collecting)을 전문화하여 전 산업에 응용코져 한다.



### SDC system 사용예

#### A) 비디오 테이프 조립공정

- SDC "A"에서 CASE의 제전제진



- SDC "B" ~ "D"로부터 크리닝된 부품 공급
- SDC "E"에서 조립전 최종 CLEANING
- 조립후 포장전 등에서 CLEANING후 PACKING을 함이 좋음

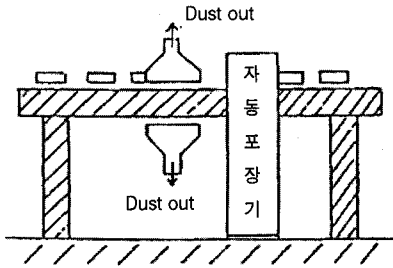
- 기타 공정에도 응용가함

#### B) 포장전의 SDC



## 포장강좌2

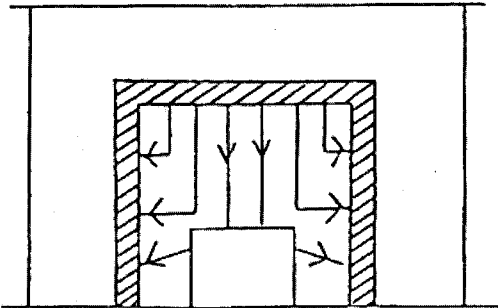
- 포장전 내용물의 제진과 제진



- 컨베이어에 자동 투입 가능
- 집진 HOOD는 상부 또는 상하설치
- 수동식도 가능

### C) PASS BOX의 SDC

- 크린룸의 Pass Box에 설치



- 투입되는 물품의 정전기 및 먼지 제거
- BLOWING 및 집진
- 집진기 별도 설치

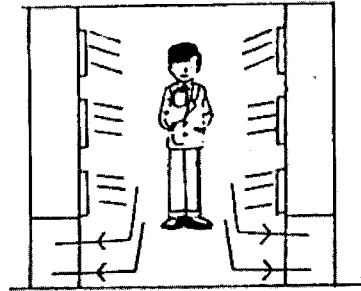
### D) AIR SHOWER의 SDC

- 클린룸의 AIR SHOWER에 설치
- 이온화된 공기에 의해 인체의 대전을 제거하며 정전기

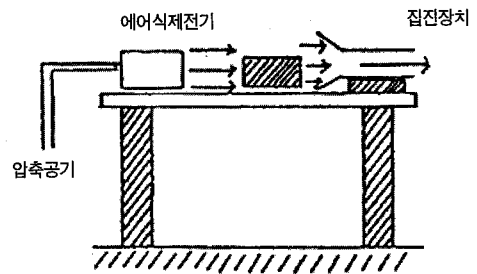
기에 의해 흡착된 분진도 제거

- 기존 AIR SHOWER에 추가 설치하는 사양점도 필요

### E) 작업대 위의 SDC



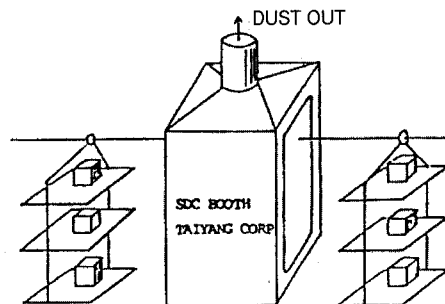
- 작업대 위의 작업물의 정전기 제거 및 분진제거



- 콤프레샤를 이용한 압축 공기 이용
- 집진에 의한 실내 청결도 유지

### F) TROLLEY CONVEYER의 SDC

- TV, MONITOR의 브라운관

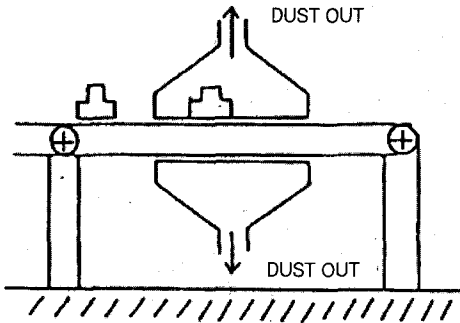


- 플라스틱 용기 및 CASE의 코팅전 공정
- 강력한 ION SHOWER에 의해 정전기·분진 동시 제거
- 외부 공기 유입차단

- 오염된 공기 완전 차단
- 집진기는 일체형 또는 분리형 가능

### G) BELT(ROLLER) CONVEYER의 SDC

- CONVEYER상의 제품에 대한 정전기 및 먼지를 동

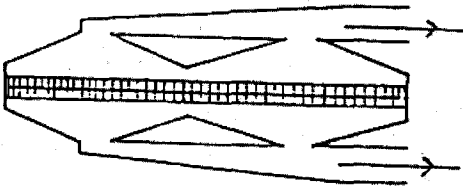


### 시 제거

- 오염된 공기의 집진
- 상부 혹은 하부 설치(상하 동시 설치 가능)
- 압축공기 또는 BRUSH 사용
- 각종 정밀 제품 조립

### H) WIDE TYPE의 SDC

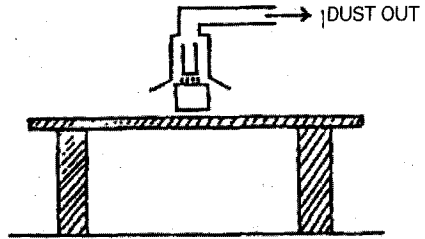
- 종이 FILM등의 정전기와 분진 동시 제거



- WIDE TYPE으로써 2,000m/m이상도 가능
- 제품의 주행속도에 따라 사양변경
- 제지 공정, FILM 가공 및 SHEET 가공

### I) POINT TYPE의 SDC

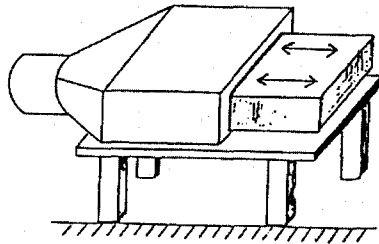
- 좁은 SPACE의 제전과 제진



- 원형과 각형
- 기타 특수사양도 가능

### J) ONE BY ONE SDC

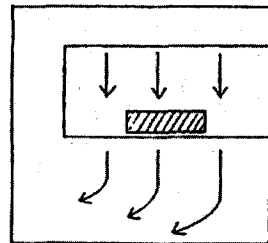
- 수동식 SDC System으로써 다용도 사용



- 분사시간 임의조정
- 설치 간편
- 정전기 및 분진 동시 제거
- CLEANING 확인 용이

### K) CLEAN BENCH의 SDC

- CLEAN BENCH내의 이온화 공기공급

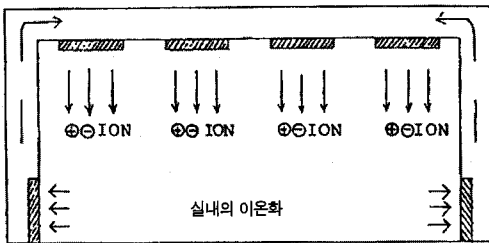


## 포장강좌2

- 내부의 정전기 제거 및 대전방지
- 제품의 분진제거
- 부분적인 ION BALANCE SYSTEM
- 정밀제품, 광학기기, 시계 등 조립
- 스윗치류 등의 조립
- 인쇄 및 제판작업

### E) ION BALANCE SYSTEM

- 실내공기의 ION화에 의해 정전기의 "0" (ZERO)화



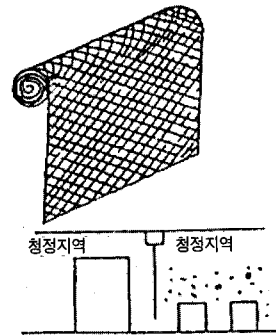
- 대전된 실내 모든 제품의 신속한 "0"화
- 실내의 "0"화에 의해 제품의 정전기 인가 방지
- 실내의 설비물의 정전기에 의한 먼지 흡착을 방지하여 먼지의 FILTERING을 원활케 하며
- 따라서 실내의 청정도를 높임
- 향온흡습에 의한 정전기의 대전현상 방지
- 실내의 정전기 방전에 의한 전자제어기기의 오동작 예방

### SDC System에 필요한 기타제품

#### A) Anti-Static pvc sheet

대전방지 PVC SHEET로서 오염지역과 청정관리지역을 분리하기 위한 커텐으로 사용하며 대전방지 처리가 되어 있어 정전기의 발생을 억제 하며 분진 등의 흡착을 막는다.

WIDTU : 1,000m/m



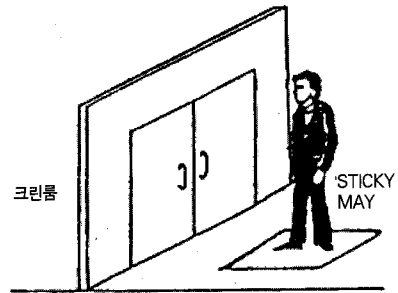
THICKNESS : 0.3m/m, 0.4m/m

재질 : 연질 PVC

ROLL : 50m

#### B) STICKY MAT

- CLEAN - ROOM의 출입시 실내화 등의 분진을 접



착제에 의해 제거

- 30장이 1매로 되어 있어 오염된 Film은 제거 사용하여 사용관리가 간편

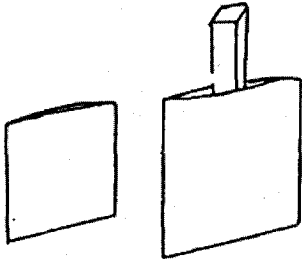
○ SIZE : 600 × 900m/m

600 × 1,200m/m

Packing : 30pcs / pad

#### C) Anti-Static Bag

- 대전방지 PE BAG으로써 정전기의 대전을 방지
- 정전기에 의한 먼지의 흡착을 방지



- 내용물(제품)을 정전기와 먼지로부터 보호 및 분리 보관
- 크린룸의 실내에서 오염물 제거용

D) 대전방지 작업화

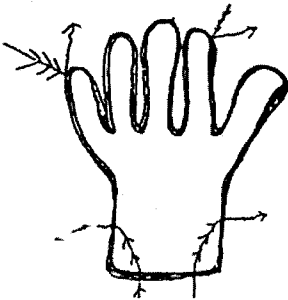
- 실내의 보행시 정전기 발생 방지



- 분진의 흡착 방지
- 실내의 정전기 발생을 억제

E) 대전방지 장갑

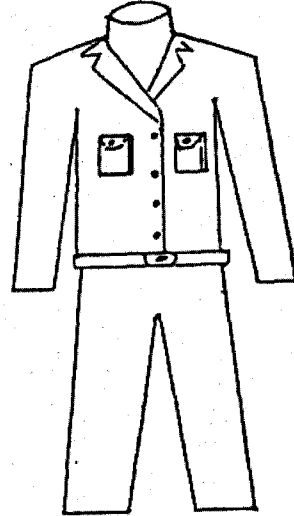
- 인체의 정전기를 소멸하여 제품보호



- 제품의 정전기를 소멸시켜 인체의 전격을 방지
- 먼지의 흡착등을 방지한다.

F) 대전방지 작업복

- 특수 제전사를 사용



- 탁월한 제전효과
- 방폭지역등 사용
- 작업복과 무진복이 있음
- 사양에 따라 제작

G) 기타 관련용품

- WRIST BAND(STRAP)
- FOOT BAND(STRAP)
- CONDUCTIVE TILE
- CONDUCTIVE CARRIER BOX (계속)

**매년 2월 25일은  
(사)한국포장협회가 제정한  
「포장인의 날」입니다.**