

대전방지제 기초이론

(주) SY Chem. R&D Team

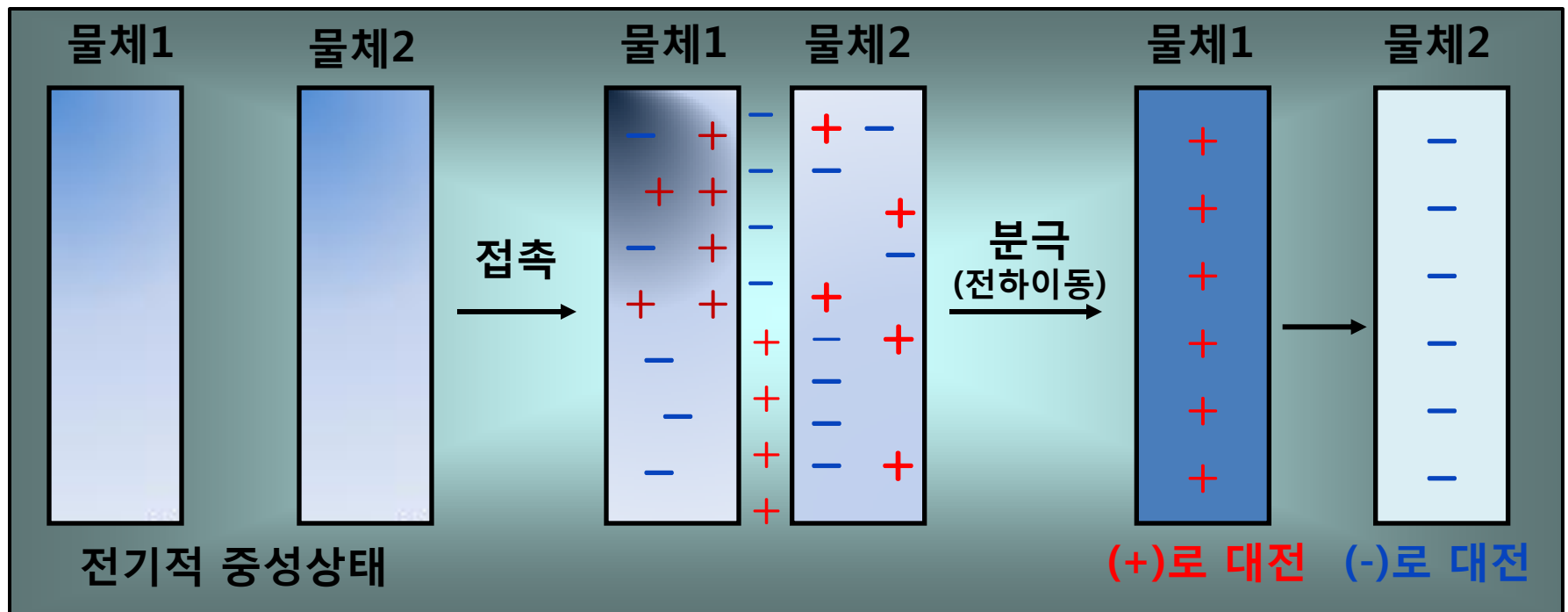
목 차

1. 대전(정전기)-----	3
2. 대전방지제의 작용 메커니즘 -----	11
3. 대전방지제의 종류 -----	15
4. 표면저항 측정 장치 -----	20

1. 대전(정전기)

■ 대전 현상

물질은 보통의 경우 원자핵의 양전하수와 전자의 음전하수가 같아 전기적으로 중성상태 즉, (+)전하량과 (-)전하량이 같은 상태에 있다. 여기에 외부에서 힘을 가하면 전자는 잘 움직여 다른 물체로 이동하게 (물체 사이에서 한쪽은 전자를 빼앗기고 한쪽은 전자를 얻게 됨) 되고, 전하량의 평형이 깨지면 물체는 (-)전기 혹은 (+)전기를 띠게 되는데 이렇게 전기를 띠게 되는 현상을 대전이라 한다.



1. 대전(정전기)

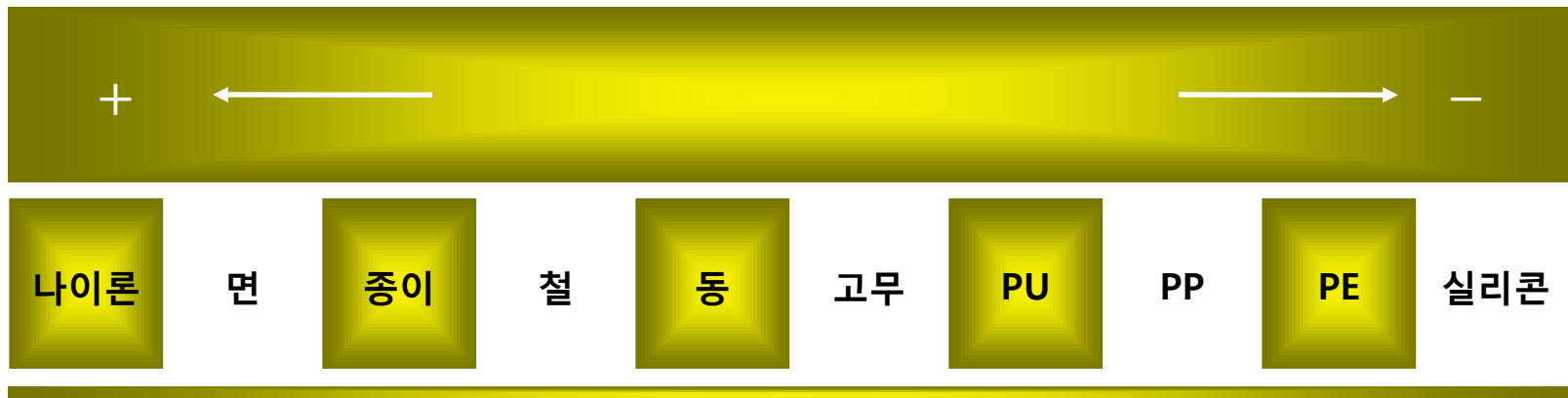
■ 대전 현상

- 1) 접촉 전기 : 두 물체가 접촉에 의하여 전기를 발생하는데 한쪽은 전자가 과잉이 되고 다른 한쪽은 전자가 부족하게 되면서 정전기를 띄게 된다
- 2) 박리전기 : 접촉하고 있는 두 물체를 서로 떼어 놓으면 두 물체는 정전기를 띄게 된다.
- 3) 마찰전기 : 두 물체가 서로 마찰되면 전기가 발생하는데 이때 두 물체는 대전서열에 의해 정(+)과 부(-)로 된다.
- 4) 유동대전 : 액체가 배관을 통해 이송되면서 정전기가 발생 함

1. 대전(정전기)

■ 물질의 대전 서열

종이와 철을 마찰 시키면 종이는(+)로 대전되며, 철은(-)로 대전된다.
가까운 물질간에 접촉되면 대전량이 비교적 적게 된다.



1. 대전(정전기)

■ 정전기 측정법

1) 체적저항(Volume Resistance, $\Omega \cdot \text{cm}$)

체적저항은 주어진 순수한 물질의 고유저항으로, 측정 표면의 저항과 면적 그리고 물체의 두께를 고려한 값이다.

$$\text{체적저항}(\rho_v) = A/t \cdot R_m (\Omega \cdot \text{cm})$$

A : 전극의 접촉 단면적(cm^2), t : 측정물의 두께(cm), R_m : 측정저항(Ω)

2) 표면저항(Surface Resistance, Ω/sq)

얇은 전도성이나, 표면처리된 물질의 저항을 측정한 값으로 실제 접촉한 두 점 사이의 저항이다.

3) 대전압 측정법(Volt)

시료에 인위적으로 전압을 걸어주었을 때 표면에 걸리는 전압 측정

4) 반감기 측정법(second)

대전압이 반으로 줄어드는 시간 측정

1. 대전(정전기) – 전기전도도 측정방법

■ 4 Probe 방법

➤ Four Point Probe(FPP) 측정원리

FPP 방법에는 Single configuration과 Dual configuration 2가지가 있으며 면저항을 측정하는데 사용한다. Single configuration은 가장자리 효과(Edge effects)의 영향을 받기 때문에 주로 Dual configuration를 사용한다.

➤ Dual configuration 측정방법

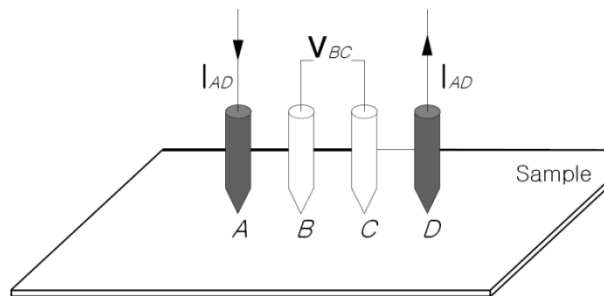
탐침 A와 C에 전류 (I_{AC})를 공급하고, 탐침 B와 D에서 전압 (V_{BD}) 을 측정하여 저항($R_b = V_{BD}/I_{AC}$ [Ω])을 구한 후, 면저항 ($R_s = k_a R_b$ [$\Omega/\text{sq.}$])과 비저항 ($\rho = R_s t$ [Ωcm])을 구하는 원리이다. k_a 는 시료의 크기, 두께, 탐침 간격과 온도 보정계수이며, t 는 도막의 두께이다. R_a 는 Single configuration의 저항값이다.

$$k_a = -14.696 + 25.173 \frac{R_a}{R_b} - 7.872 \left(\frac{R_a}{R_b} \right)^2$$

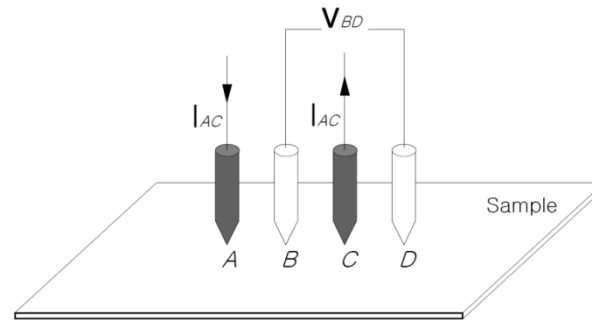
$$1.20 < R_a/R_b < 1.32$$

출처: (주)BEGA자료

1. 대전(정전기) – 전기전도도 측정방법



Single configuration



Dual configuration

■ 부피저항 측정방법

$$\text{부피저항}[\Omega \cdot \text{cm}] = \frac{RtW}{L}$$

$R[\Omega]$ = 측정된 저항 ($R = V / I$)

$t[\text{cm}]$ = 시편의 평균두께

$W[\text{cm}]$ = 시편의 평균폭

$L[\text{cm}]$ = 전극의 평균길이

1. 대전(정전기)

■ 공정에서 정전기 발생 원인

☞ 마찰계수 상승

종이 표면의 자제적인 마찰계수에 의한 정전기 발생

☞ Sheet 마찰력 상승

Winder 공정을 거치면서 마찰력 상승으로 대전량 증가.

공정 별 정전기 발생 Part

Process	Reason
Press → Dryer part	박리, 온도차, 압력, 공기와 마찰
Calender part	밀도 증대
Winder part	대전량 집적

1. 대전(정전기)

■ 저항에 따른 대전 현상

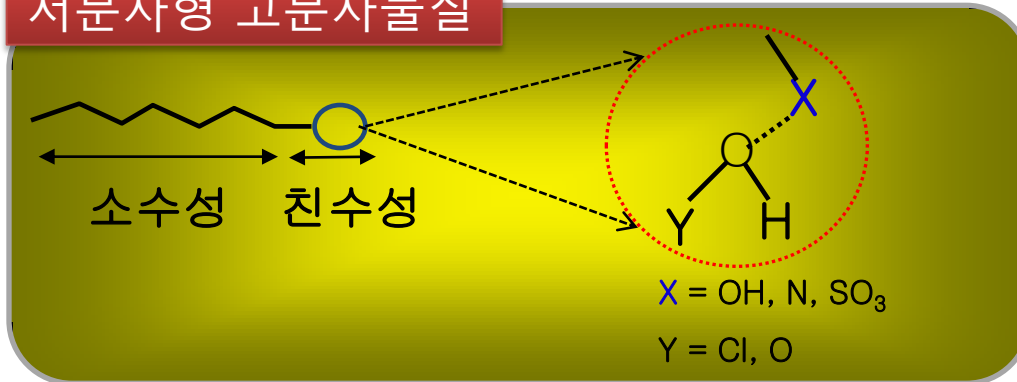
표면 고유저항 (Ω)	대전 현상
10^{13} 이상	대전하가 축적됨
$10^{13} \sim 10^{12}$	대전 후 아주 서서히 감소됨
$10^{12} \sim 10^{10}$	대전 후 즉시 감소됨
$10^9 \sim 10^6$	거의 대전하지 않음
$10^6 \sim 10^3$	전혀 대전하지 않음
10^3 이하	전혀 대전하지 않음

2. 대전 방지제의 작용 메카니즘

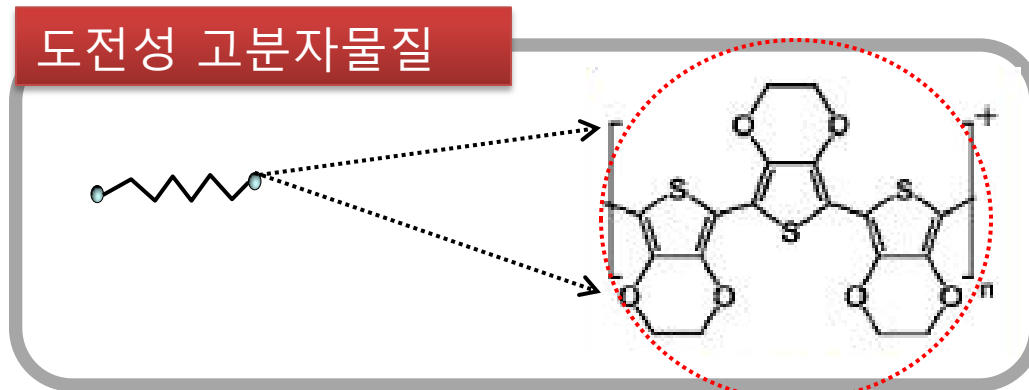
■ 대전방지제 구조

대전 방지제 : 물체(종이)에 전기 저항값을 낮추어 줌으로써 정전기를 방지하는 기능을 하는 물질을 말한다

저분자형 고분자물질



도전성 고분자물질

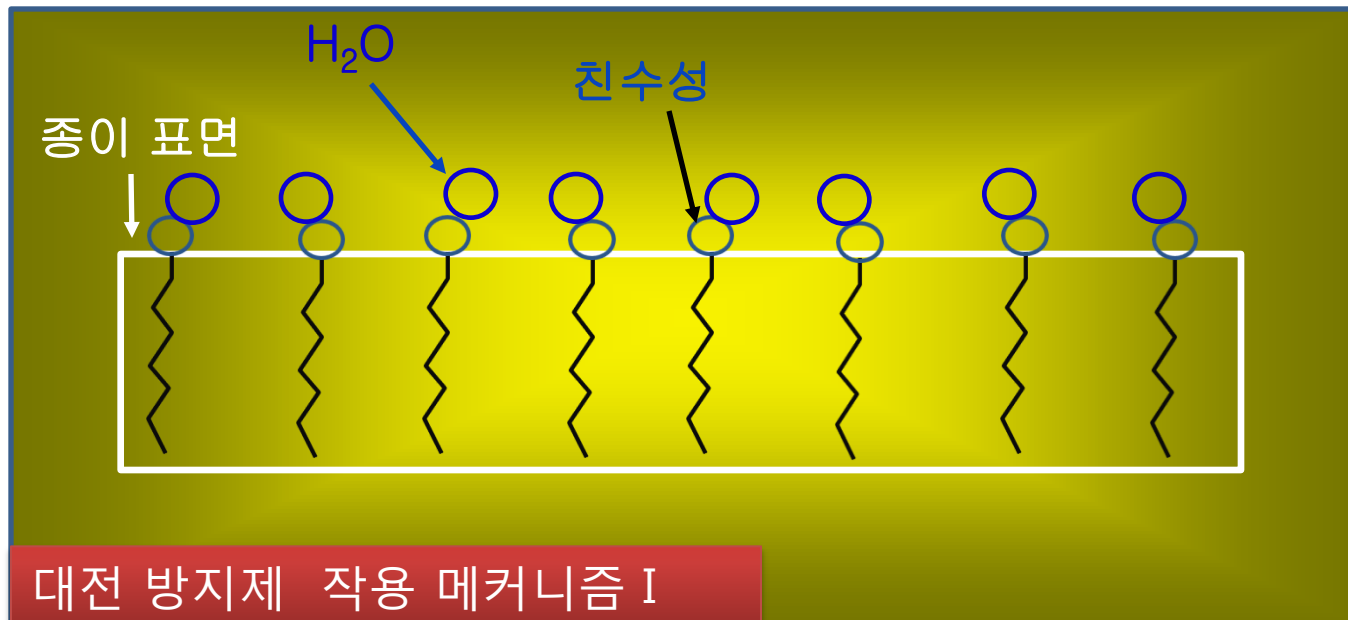


2. 대전 방지제의 작용 메커니즘

■ 대전방지 메커니즘 I

대전 방지 : 물체(종이)에 전기 저항값을 낮추어 줌으로써 정전기를 방지하는 기능을 말한다

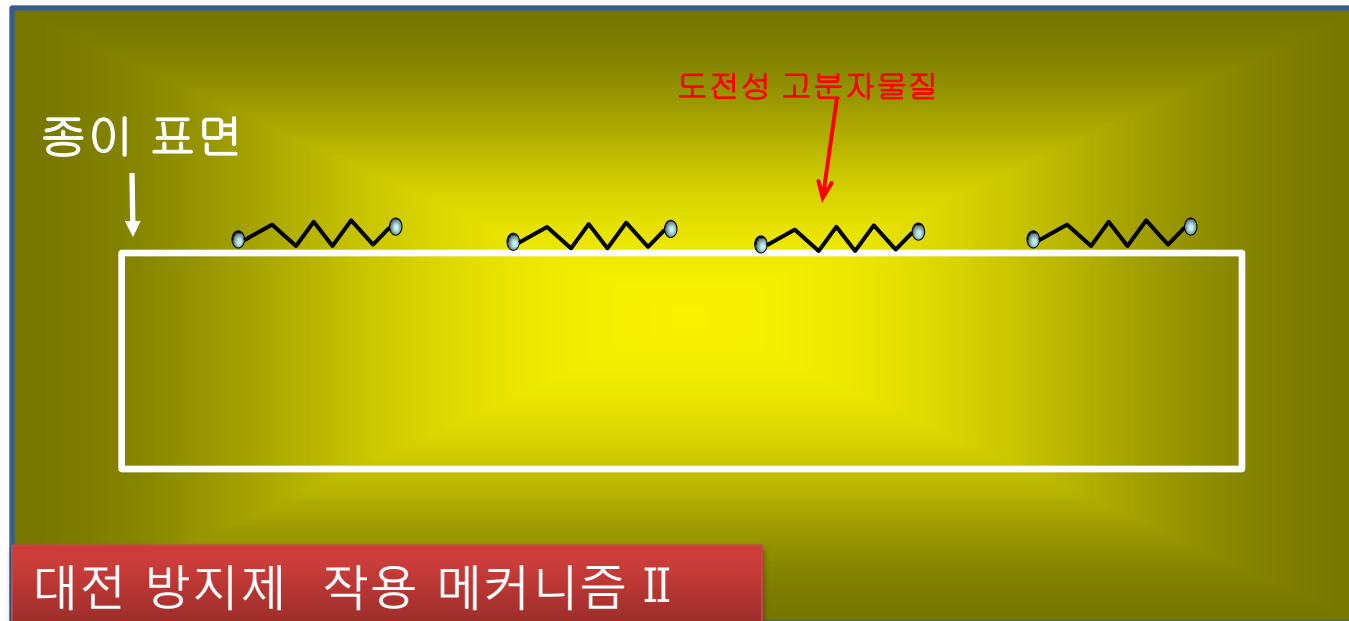
방법 1 : 물체 표면에 친수성을 부여 하여 수분을 흡습함으로써 정전기를 제어 한다.



2. 대전 방지제의 작용 메커니즘

■ 대전방지 메커니즘 II

방법2 : 물체 표면에 도전성 물질을 도포하여 전기 저항을 낮춤으로써 정전기를 제어한다.

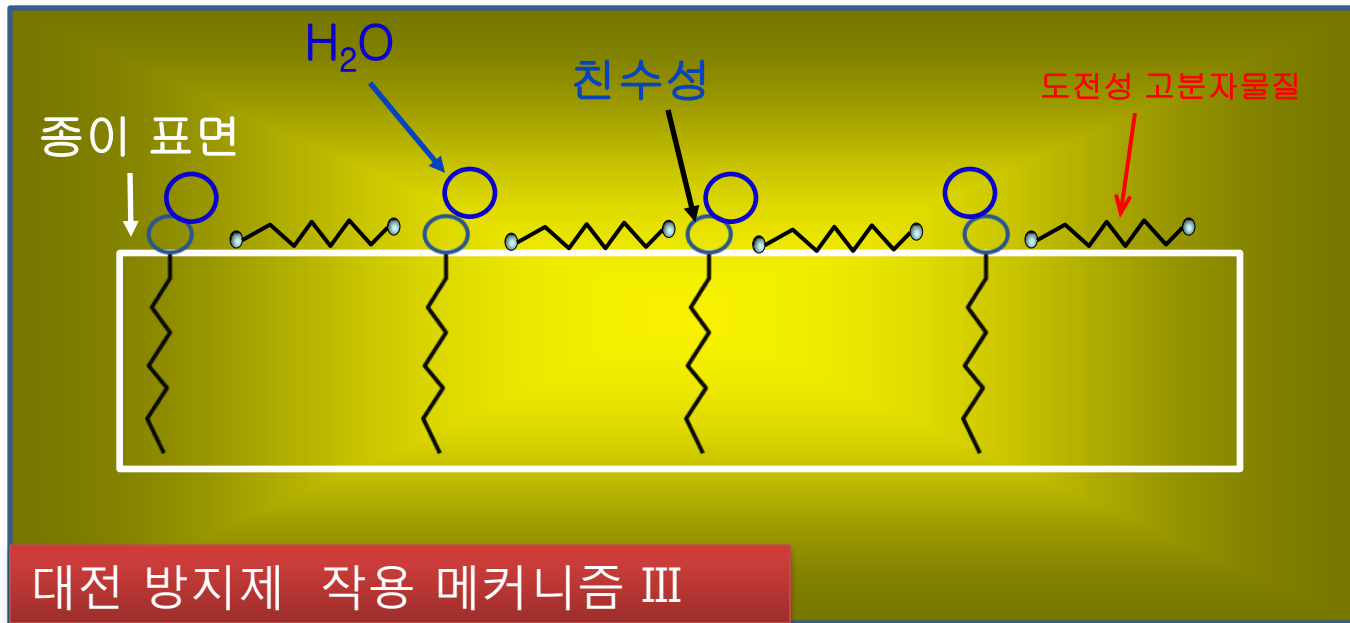


2. 대전 방지제의 작용 메카니즘

■ 대전방지 메커니즘 III

방법3 : 에스와이캠 방식

복합 형으로 물체 표면에 약한 친수성을 부여 함과 동시에 도전성 물질을 도포하여 전기 저항을 낮춤으로써 정전기를 제어한다.



3. 대전 방지제의 종류

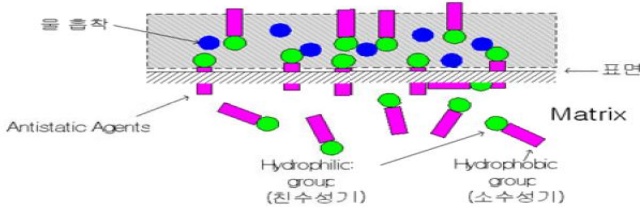
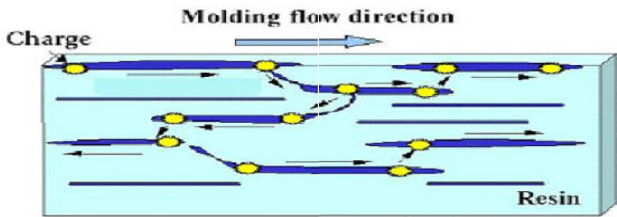
■ 대전방지제 종류

구분	종류	특성
전도성 Carbon	카본 블랙	습도 무관 Color 제한
전도성 고분자	Polyaniline Polypyrrole PEDOT	습도 무관 높은 가격
Nano Size Metal	ITO ATO Silver	습도 무관 높은 가격
저분자형 고분자 (계면활성제)	Amine계 Glycerine계 Amide계 Quaternary ammonium salt Phosphate	습도 의존 낮은 가격

3. 대전 방지제의 종류

■ 대전방지제의 종류

대전방지제는 사용한 전도성 첨가제에 따라 저분자형과 고분자형으로 분류된다.

분류	저분자형	고분자형
구조		
단점	<ul style="list-style-type: none"> • 인쇄성 저하, 오염성 높음. • 습도 의존성이 큼. 	<ul style="list-style-type: none"> • 비교적 고가 • 수지와 용해성과 친화성이 나쁨.
장점	<ul style="list-style-type: none"> • 비교적 저가격. • 무색-투명성이 높음. • 수지와 용해성, 친화성이 우수. • 생분해성이 좋음. 	<ul style="list-style-type: none"> • 첨가량이 적음. • Bleed out이 적어 오염성이 적음. • 세척에 효과 유지. • 표면특성 우수 • 수지분산성이 우수하여 적용수지 • 범위가 넓음.

3. 대전 방지제의 종류

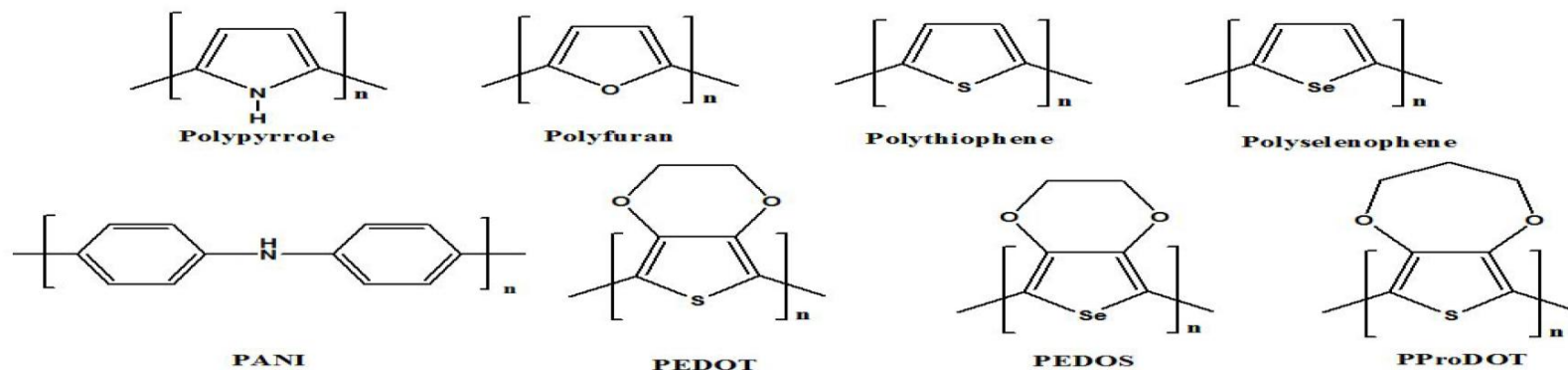
■ <앞 장에 이어짐..>

분류	저분자형	고분자형
종류	<ul style="list-style-type: none">• 양이온계 : Quaternary ammonium compounds• 음이온계 : Alkylsulfonates, Alkylsulfates, Alkylphosphites, Sodium alkylsulfonates 비이온계 : Ethoxylated alkylamines, Fatty acid esters, Glycerides Alkylamines , Polyethylene Glycol esters	<ul style="list-style-type: none">• 전도성 고분자 -Polyaniline계 -Polypyrrole계 -Polythiophene계• Ion complex polymer (ICP)• Carbon black• Carbon fiber• Carbon nanotube

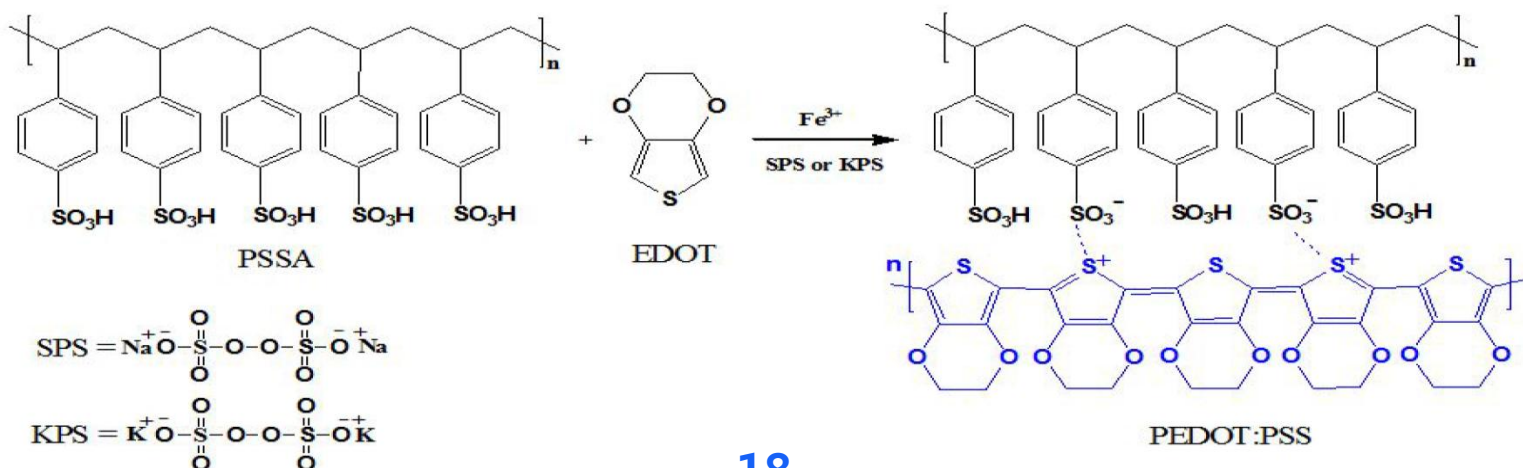
3. 대전 방지제의 종류

고분자형 대전방지제

➤ 전도성 고분자의 예



➤ 투명 대전방지 코팅제에 사용되는 전도성 고분자



3.. 대전 방지제의 종류

■ 대전방지제 구비 조건

- Size degree 유지
- Printability 유지
- Size Press 조액과 상용성이 좋을 것.
(Viscosity, Ionic Trouble등이 없을 것.)
- 습도 의존성이 적어서, 저 습도에서도 대전방지 성능을 유지할 것.
- 고온(150°C)에서 황변현상이 없을 것.
- 냄새가 없을 것.
- 기포가 적을 것.

4. 표면저항 측정 장비

■ 정전기 측정기기



제조사 : TOA

Model : Ultra Megohmmeter SM-8210

4. 표면저항 측정장치

■ 정전기 측정기기



제조사 : SIMCO in JAPAN

Model : ST- 4