

# 전계를 이용한 하전된 마이크로입자의 천이 특성

## Transition characteristics of the charged microparticles using the electric field

\*#김승택<sup>1</sup>, 조경용<sup>1</sup>, 박효영<sup>1</sup>, 김형태<sup>1</sup>, 이상호<sup>2</sup>, 김종석<sup>1</sup>

\*#Seungtaek Kim(stkim@kitech.re.kr)<sup>1</sup>, Kyeong yong Cho<sup>1</sup>, Hyoyeong Park<sup>1</sup>, Hyungtae Kim<sup>1</sup>, Sangho Lee<sup>2</sup>, Jongseok Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 한국생산기술연구원 생산시스템연구그룹, <sup>2</sup> 한국생산기술연구원 융합생산기술연구그룹

Key words : Charged micro particle, Particle Transition, Particle Adhesion, Hysterisis

### 1. 서론

하전된 마이크로입자는 전기 영동 방식의 전자 종이에 사용되는 핵심 소재라 할 수 있다[1,2]. 특히 하전 마이크로 입자 기반의 건식 전자 종이는 미디어가 액체인 다른 타입의 전자종이에 비해 매우 우수한 응답 특성을 갖는다[1,2]. 한편, 하전된 입자에 작용하는 쌍안정성의 특징 때문에 전자 종이의 표면 색상의 변경을 위해서는 순간적인 전계의 인가만으로 충분하여, 색상의 유지를 위해서 연속적으로 전계를 인가해 주어야 하는 액체 미디어 기반의 다른 종류의 전자 종이에 비해 저전력 구동이 가능하며, 저가의 Passive Matrix 구동이 가능하여 경쟁력 있는 전자 종이의 하나라 할 수 있다.

본 연구에서는 앞서 언급한 장점을 갖는 건식 기반의 하전된 마이크로입자 타입의 전자종이의 정적 동작 특성을 살펴보기 위해서 ITO 글래스를 상부 및 하부의 투명 전극으로 사용하고 라인타입의 스페이서를 이용하여 샘플을 제작하였다. 제작된 6 개의 샘플에 고전압 발생기를 이용하여 두 전극 사이에 균일한 전계를 가해주고, 외부 조명에 의한 반사도를 인가 전압에 따라서 분석하였다.

### 2. 실험셋업

그림 1 의 (a)는 본 실험 셋업에 대한 사진이며, (b)는 제작된 샘플의 실제 사진이다. 본 실험에서 미세 위치 정렬을 위해서 X, Y, Z, R 의 4 축 매뉴얼 타입 스테이지를 이용하였다.

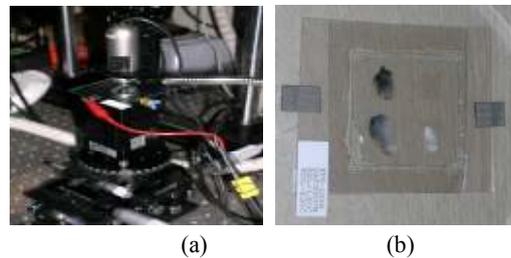


Fig. 1 (a) The photograph for the experimental setup and (b) the photograph for the fabricated sample.

그림 (b)와 같은 샘플을 실험 셋업의 진공 스테이지에 올려 놓고 외부 여기광을 이미지 가이드드 파이버 번들을 통해서 가이드하고 샘플의 표면에 비추었다. 샘플의 윗면에서 여기광에 의한 반사율을 인가 전압에 따라서 측정하고 분석하였다. Table 1 은 제작된 3 개의 샘플에 대한 제작 조건으로 입자의 크기와 전하량은 동일하고 샘플의 전극간 거리, 즉 Air Gap 을 65, 130, 230  $\mu\text{m}$ 로 선택하였다. 전극은  $22\Omega/\square$ 의 면저항값을 갖는 ITO Glass 를 이용하였고, 갭을 유지하기 위해 스페이서와 ITO Glass 전극은 UV 경화 접착제를 사용하여 20 분 노광을 통해 제작하였다.

Table 1 Sample fabrication condition

Sample #	Air Gap ( $\mu\text{m}$ )	Diameter( $\mu\text{m}$ )	Q/m( $\mu\text{C/g}$ )
1	65	6	$\pm 15$
2	130	6	$\pm 15$
3	230	6	$\pm 15$

### 3. 실험결과

그림 2 는 샘플 1 에 대해서 -600V 에서 +600V 까지 20V 씩 증가시키고 감소시켜 얻은 반사율 특성 곡선이다. 그림에서 보는 바와 같이 빨강색의 화살표는 전압을 증가시킬때의 반사율 변화를 나타내고, 파랑색의 화살표는 전압을 감소시킬때의 반사율 변화를 나타낸다. 샘플 1 에대해서 임계 전압은 약 80V 였다.

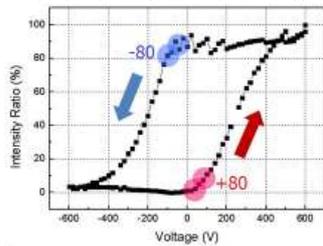


Fig. 2 The reflectivity v.s. applied voltage in the range of -600 to +600 V DC for sample 1

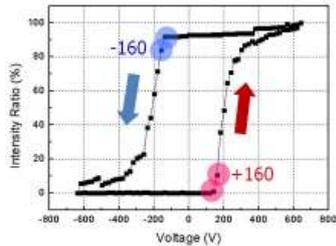


Fig. 3 The reflectivity v.s. applied voltage in the range of -640 to +640 V DC for sample 2

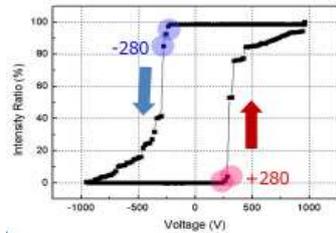


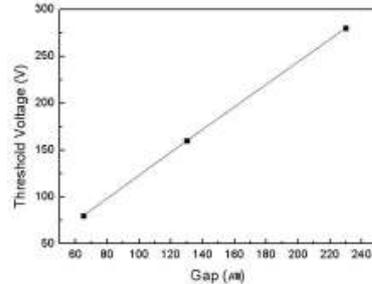
Fig. 4 The reflectivity v.s. applied voltage in the range of -980 to +980 V DC for sample 3

그림 3 은 샘플 2 에 대한 반사율 측정 결과 그래프이며, 임계 전압은 약 160V 였다. 그림 4 는 샘플 3 에 대한 반사율 측정 결과이며, 임계 전압은 약 280V 였다. 위의 실험 결과를 바탕으로 Air Gap 에 따른 임계전압의 그래프를 그림 5 의 (a)에 그에 따른 전계 강도의 값을 그림 5 의 (b)에 나타내었다. 그림 5 의 (a)에서 보는 바와 같이

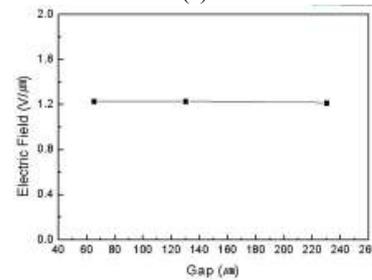
Air Gap 이 커짐에 따라 임계 전압이 증가함을 알 수 있었고, 그림 (b)와 같이 이 때의 전계 강도는 일정하게 유지됨을 확인하였다.

### 4. 결론

두 종류의 하전 입자를 이용하여 전자 종이 샘플을 구성하고 인가 전압을 변화시켜 반사율을 측정하여 비교하여 보았다. Gap 이 커짐에 따라 임계 전압이 비례하여 증가됨을 확인하였고, 이때의 전계강도는 일정하게 유지되었다. 콘트라스트가 중요한 글자를 표현하기 위해서는 샘플 3 번과 같이 가파른 기울기의 샘플이 유리하며, 그레이스케일의 그림을 표현하기 위해서는 샘플 1 과 같이 기울기가 완만한 특성이 유리할 것으로 판단한다.



(a)



(b)

Fig. 5 (a) The threshold voltage and (b) the electric field strength v.s. air gap for 3 samples

### 참고문헌

1. R. Sakurai *et al*, "Color and flexible electronic paper display using QR-LPD technology," SID 06, 1922-1925, 2006
2. Y. Chen *et al*, "Flexible active-matrix electronic ink display," Nature, **423**,136, 2003