

LCD Ball Spacer 의 하전특성

조현태*, 양남열**, 한장식**, 권순기**, 황재호**, 안강호***

*한양대학교 기계공학과 대학원, **㈜LG생산기술원, ***한양대학교 기계공학과

초록

본 연구에서는 LCD 공정에 사용되는 ball spacer를 전해 연마(Electro-Polishing, EP) 처리된 스테인리스(stainless)관 내부에서 마찰대전으로 하전시켜 하전량을 측정하는 하전 메커니즘과 하전 특성을 관찰하였다. Ball spacer의 농도를 일정하게 하고, 유입하는 공기의 유량을 20lpm, 30lpm으로 변화시키면서 실험하였다. 유입되는 공기의 유량은 일정하게 하여 ball spacer의 농도를 분진공급장치(dust feeder)를 통해 변화시키면서 하전수를 측정하였다. 이 때 측정결과는 EP 처리된 스테인리스관에 유입되는 공기의 유량이 증가했을 때, 하전이 더 많이 되는 것을 보여주었다. 또한 일정한 공기의 유량에서 주입되는 ball spacer의 농도가 증가했을 때 입자당 하전수가 증가하였다.

1. 서론

Ball Spacer 는 2 개의 대향된 Glass 기판 사이의 간격(cell gap)을 제어하여 LCD Panel 의 액정층의 두께를 균일하게 유지하기 위하여 사용되는 재료이다. 액정층이 갖는 특성 가운데 응답 속도(Black 과 White 사이의 전환속도), 시야각, 대비비, 휘도 균일성 등은 액정 층의 두께와 밀접한 관련을 갖기 때문에 간격을 일정하게 유지하는 것이 중요하다. 또한 ball spacer 를 많이 산포할수록 균일한 간격을 유지할 수는 있지만 너무 많이 산포하면 ball spacer 자체는 액정의 배향결함이 되므로 화질을 저하시키는 단점이 있어 적당량을 산포해야 하는 문제점이 있다. 최근에는 이를 개선하기 위해 ball spacer 표면에 Ni, Au 와 같은 전도성 입자를 코팅하여 전류가 흐를 수 있도록 하여 ball spacer 의 이동을 방지하도록 한 방법 등이 이용되고 있다.

Ball spacer 를 산포하는 방법으로는 습식방식과 건식방식을 이용한다. 그러나 습식방식은 환경오염을 야기하는 문제점이 있어 대부분은 건식 방식을 이용하고 있다. 건식 방식으로 ball spacer 을 분진공급장치를 이용하여 EP 처리된 스테인리스관을 통과시킨 후 노즐을 이용해 산포하게 하는 방식을 주로 사용하고 있다.

이 연구에서는 EP 처리된 스테인리스관의 마찰대전에 의한 ball spacer 의 하전을 측정하는 시스템을 구현하였으며 본 시스템을 이용하여 ball spacer 의 하전 특성을 평가하였다.

2. 실험 방법

본 연구에서 사용된 실험 장치도는 Fig.1에 나타내었다. 실제 LCD 기관위에 ball spacer를 산포하는 시스템과 같은 구조로 사용되는 건식 산포방식이다. 실험에서 사용된 장치는 크게 ball spacer 주입 시스템, ball spacer 수의 농도 측정 시스템, ball spacer 하전 측정 시스템으로 나뉘어지며, 사용된 ball spacer는 4.85 μ m Divinyl Benzene Polymer(NATOKO Ball Spacer)을 사용하였으며 EP 처리된 스테인리스관은 내경 3mm, 길이는 3.3m로 사용하였다.

Ball spacer를 고압상태의 EP 처리된 스테인리스관에 주입하기 위하여 압력 용기 안에 분진 공급장치(dust feeder)를 설치하였다. 2.0kg/cm² 이상의 고압으로 압축된 공기는 청정 공급기(clean air supply)를 통하여 분진 공급장치에 주입하였다.

EP 처리된 스테인리스관 안에서 하전된 ball spacer들을 측정하기 위해 Faraday cup을 이용하였으며 Faraday cup에 유입된 하전된 ball spacer들의 하전량은 BNC Cable과 연결되어 있는 미세 전류계(model1486, Keithley Instrument)에서 측정하였다. 측정된 하전량은 PC기반의 Lawbiew(National Instrument)로 짜여진 프로그램을 통해 실시간으로 저장된다.

Ball spacer의 농도와 크기 분포를 측정하기 위해 입자의 공기 역학적 입경에 의해 측정하는 공기 역학적 입자계수기(Aerosizer, TSI 3220)를 사용하였다.

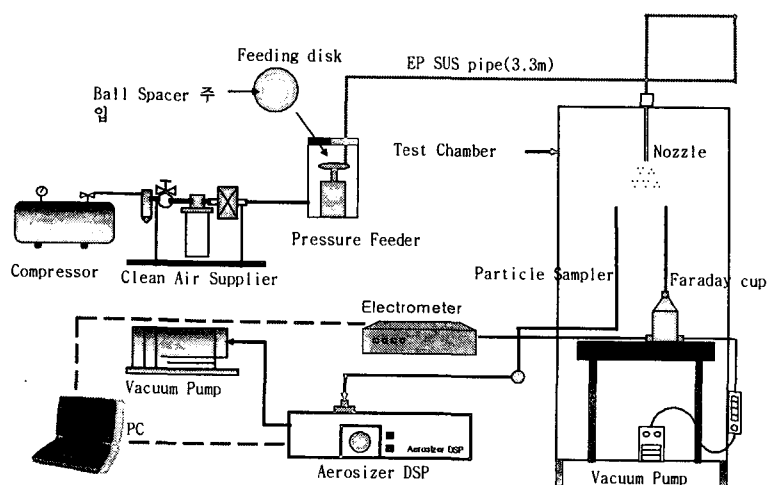


Fig.1 schematic diagram of experimental setup

분진 공급장치로부터 EP 처리된 스테인리스관으로 유입되는 유량에 따른 하전 특성을 보기 위해 20lpm, 30lpm 으로 유량을 조절하고 주입되는 ball spacer 의 농도를 일정하게 하기 위해 분진공급장치 disk 의 속도를 1.2rpm 으로 고정하여 실험을 하였다. 이 때 농도는 공기 역학적 입자계수기의 입자 샘플러관으로부터 4.5lpm 으로 샘플링한 ball spacer 의 개수와 시간으로 계산할 수 있다. 그리고 유량이 일정했을 때 분진공급장치로부터 주입되는 ball spacer 농도를 다르게 하기 위해 20lpm 유량에서 분진공급장치의 disk 의 속도를 1.2rpm, 0.66rpm 으로 실험하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Ball spacer 의 주입 농도를 일정하게 유지시키기 위해 분진공급장치의 disk 회전속도를 1.2rpm 으로 유지하면서 EP 처리된 스테인리스관에 유입되는 공기의 유량을 20lpm, 30lpm 으로 했을 때의 ball spacer 의 전류량을 Faraday cup 으로 측정한 결과가 Fig.2 와 Fig.3 에 나타나 있다. Fig.4 는 공기의 유량이 20lpm 일 때 분진공급장치의 disk 의 회전속도를 0.66rpm 으로 해주었을 때의 전류량을 측정한 결과이다.

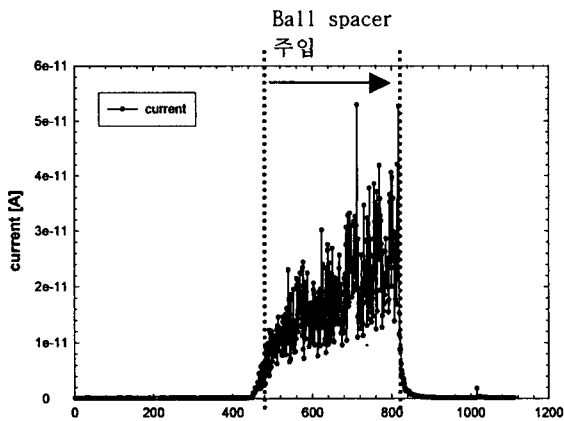


Fig.2 Current variation with charged spacer (20lpm, feeding rate: 1.2rpm)

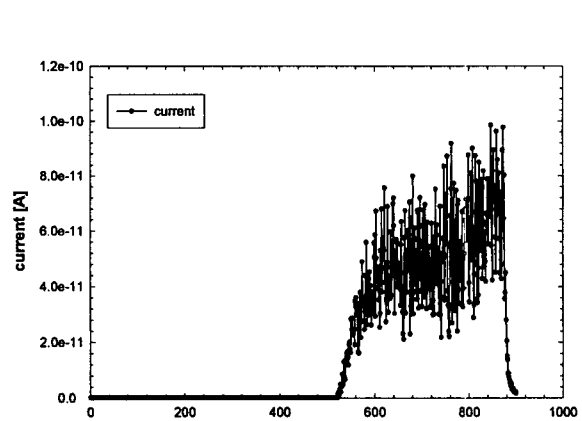


Fig.3 Current variation with charged spacer (30lpm, feeding rate: 1.2rpm)

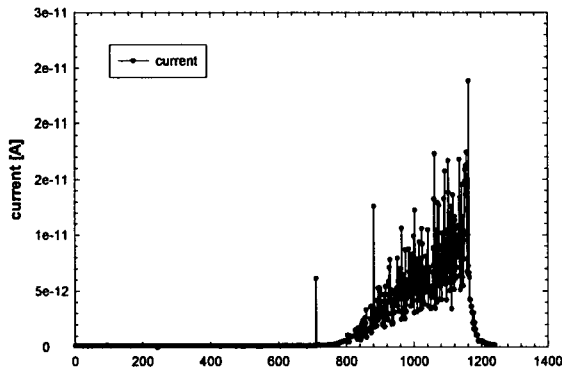


Fig.4 Current variation with charged spacer (20lpm, feeding rate: 0.66rpm)

Fig.5 는 Faraday cup 으로 측정된 ball spacer 의 전류량을 공기 역학적 입자계수기로 측정된 ball spacer 의 총 개수로 나누어준 ball spacer 한 개당의 하전수를 나타낸 것이다. Fig.5 의 결과로부터 농도가 일정한 상태에서 유입되는 공기의 유량이 클수록 속도가 증가하여 ball spacer 간의 충돌과 관벽과의 충돌이 많아져서 ball spacer 들의 마찰에너지가 증가하여 더 많이 하전이 되기 때문에 30lpm 일때 더 많은 하전된 전류량을 가지고 있는 것을 알 수

있다. 또한 유량이 20lpm 으로 일정한 상태에서 ball spacer 의 농도가 높을수록 ball spacer 들 사이의 충돌 횟수가 많아져 마찰에너지가 증가하여 1.2rpm 일때가 하전된 전류량이 많은 것을 알 수 있다.

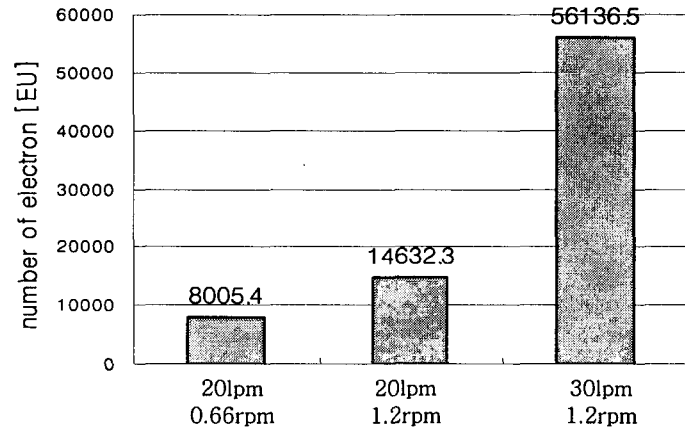


Fig.5 Average number of charge for single ball spacer

4. 결론

Ball spacer 를 하전시키는 메커니즘으로 EP 처리된 스테인리스관 내부에서의 관벽과의 마찰과 ball spacer 간의 충돌에 의한 하전을 이용하였다. 이 연구에서의 결과에서 보듯이 유입되는 유량과 ball spacer 의 유입량이 증가함에 따라 ball spacer 간의 마찰에너지가 증가하여 하전량이 증가함을 볼 수 있다. 이것은 ball spacer 와 마찰력 사이의 마찰량이 증가할 때 하전량이 증가하는 것을 의미한다. 특히 마찰대전에서는 유입되는 공기의 유량에 의한 영향이 입자의 농도에 의한 영향보다 크다는 것을 알 수 있다.

후기

본 연구는 두뇌한국 21 프로젝트와 LG 생산기술원의 지원에 의한 것입니다.

참고문헌

- [1] W.C.Hinds, "Aerosol Technology," 2nd Ed. Wiley, New York, 1999
- [2] P.C.Reist, "Aerosol Science & Technology," 2nd Ed. McGraw-Hill, 1993
- [3] Flagan.R.C, "History of Electrical Aerosol Measurements," Aerosol Sci.Tech., 28, 301-380, 1998
- [4] Smith,W.B., Felix,L.G., Hussey,D.H., Pontius,D.H., and Sparks,L.E., "Experimental Investigations of Fine Particle Charging by Unipolar Ions," J.Aerosol Sci., 9, 101, 1977
- [5] M.Nifuku, H.Enomoto, "Evaluation of the explosibility of malt grain dust based on static electrification during pneumatic transportation" J.Loss Prevention. Pro. Ind., 14, 509-514, 2001