

대전입자형 디스플레이의 충전 Layer 제어와 광학특성 평가

김백현, 김영조
청운대학교

Optical Estimation and Putting Layer Control of Charged Particle type Display

Baek Hyun Kim, Young-Cho Kim
Chungwoon University

Abstract : We have developed charged particle type display using opposite-charged two particles. We fabricated the charged particle type display to be controlled the addressing layers by putting voltage. To get the effect of number of layers, we measured driving voltage, reflectivity, viewing angle, and color characteristics, for 1~2 layer. Reflectivity was different according to the number of layers and wavelength of yellow particles is alike to that.

Key Words : charged particle type display, electronic paper display, driving method, reflectivity, viewing angle, layers

1. 서 론

종이의 발명과 사용은 대략 기원전2세기에 처음으로 중국에서 시작되어 지금까지 사용을 하고 있다. 그러나 컴퓨터의 발달과 네트워크의 발달로 많은 양의 문서를 모니터로 보기 때문에 눈의 피로가 있고 장시간 문서를 보기에는 집중력이 떨어진다. 문서를 네트워크를 이용해 간편히 상대방에게 줄 수 있는 장점이 있으나 이 문서를 프린트해서 보기에는 시간과 비용의 문제가 발생한다. 이러한 문제를 해결할 수 있는 것이 전자종이이다. 전자종이란 종이와 같은 느낌을 가지고 있는 디지털 종이다. 즉 얇고 가볍고 유연성이 있으며 눈으로 봤을 때 눈의 피로가 없고 종이와 비슷한 것을 말하며 정보를 전자적으로 입력, 저장, 삭제할 수 있는 매체를 지칭하며, back light가 필요하지 않은 반사형 디스플레이로 소비전력이 작고 반응 속도가 빠르며 높은 해상도, 넓은 시야각등의 광학특성을 가지고 있으며 더욱이 가벼운 데다가 소비 전력이 작다. 이미지 보존을 위한 외부의 전원이 필요 없는 디지털 종이다.

현재 가장 많은 시제품과 연구가 활발한 것은 마이크로캡슐형 전자종이이다. 그러나 응답속도가 느리고 높은 구동전압 해상도가 낮다는 단점이 있다.

따라서 본 연구에서는 마이크로캡슐형 전자종이 보다 응답속도가 뛰어나고 높은 반사율, 낮은 구동 전압의 대전입자형 디스플레이 소자의 충전 Layer를 제어하여 구동전압 및 광학특성에 대하여 측정 및 분석을 하였다.

2. 실험

2.1 대전 입자의 특징

실험에 사용한 대전입자는 yellow와 black 입자를 사용하였다. 입자의 특징을 알아보기 위해서 광학현미경을 사용하여 크기를 측정하였으며 입자의 특징은 표 1.과 같다. 입자의 크기를 측정을 하고 입자를 패널에 주입을 한다.

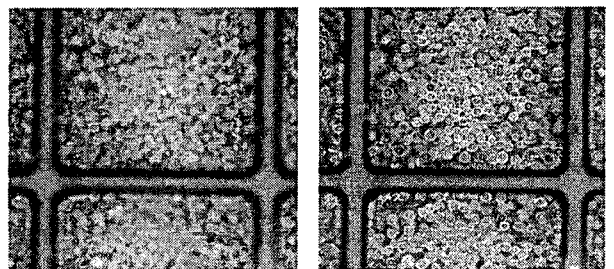
입자의 크기와 제어할 층을 생각하여 셀 사이즈를 결정해야 한다. 실험에 사용한 셀 사이즈는 100×100 μm 와 150×150 μm 의 패널을 사용하였다.

표 1. 대전입자의 사이즈.

Particle properties	yellow	black
Min (ϕ)	2.14 μm	1.67 μm
Max (ϕ)	9 μm	11.05 μm
Mean (ϕ)	6.02 μm	5.96 μm
Number (ϕ)	185	182

2.2 대전입자의 충전 방법 및 구동

입자의 주입은 충전판을 사용하여 입자를 패널에 직접 충전하는 방법을 사용하였으며, 셀 사이즈와 충전 전압을 다르게 하여 충전 layer를 제어하였다. 낮은 전압에서의 입자 충전과 높은 전압에서의 충전은 구동전압에 영향을 미치며, 높은 구동전압은 입자의 뭉침과 입자가 파괴되는 현상이 일어나며, 광학특성에서의 입자의 뭉침은 빛이 패널을 투과하여 반사율 및 시야각, CIE에 영향을 미치기 때문에 구동을 할 때에는 광학측정을 병행해야 한다.



(a) 1 layer

(b) 2 layer

Fig. 1. Microscope photograph of 1~2 layers of particles

그림 1은 대전입자의 충전 Layer를 나타낸 그림이다. 격벽의 높이와 셀 사이즈와 입자의 크기를 고려하여, 충전 전압을 다르게 하여 충전한 것이다. 충전 Layer가 구동전압과 광학특성에 어떠한 영향을 주는지 알아보기 위하여 1 layer와 2 layer를 제어하여 구동전압과 광학 특성을 분석 하였다. 그림 1(a)는 1 layer이며 (b)는 2 layer이다, 입자 주입은 상판과 하판에 따로 충전을 하여 합착을 하며, 상판과 하판의 반사율을 측정한다. 구동하기 전에 aging을 하며 aging은 입자의 분포를 고르게 하며, 두 입자의 대전량이 증가되어 구동전압이 낮아지는 효과가 있다. aging 전압은 V_{th} 보다는 높게 V_D 보다는 낮은 전압을 짧은 시간동안 인가한다. 구동전압은 0V부터 전압을 인가하여 반사율을 측정하여 구동전압을 찾는다. 합착했을 때 최대 반사율이 나올 때의 전압(V_0)과 반사율 값의 중간 반사율의 전압(V_1)을 측정하여 구동 전압을 찾는다. 구동 전압의 식은 $V_D = V_0 - V_1$ 이다.

3. 결과 및 검토

합착을 한 후 yellow의 반사율은 1 layer일 때 10%이고 2 layer일 때 16%이었다. 구동전압을 찾고 반사율을 측정한 결과 그림 2와 같이 1 layer는 7%이고 2 layer는 12%였다.

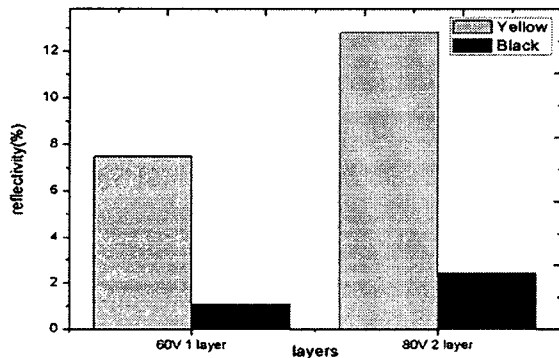


Fig. 2. Relationship between layers and reflectivity

그림 2에서와 같이 yellow은 낮은 반사율이 측정되었다, 그 이유는 컬러입자를 사용하면 상대적으로 낮은 반사율 값을 측정한다. 많은 입자의 충전 layer는 높은 구동전압을 적은 입자의 충전 layer는 낮은 구동전압을 요구한다.

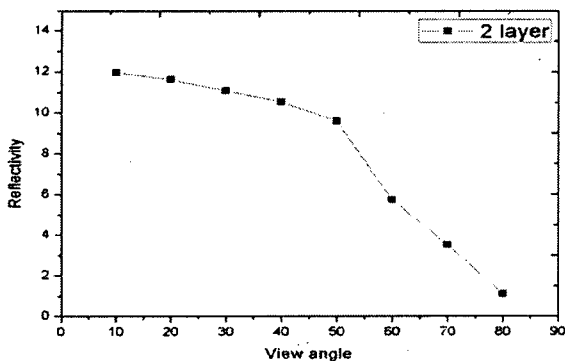


Fig. 3. Angular dependence of reflectivity

그림 3은 수광부를 10도에서부터 80도까지 10도 간격으로 이동하여 반사율을 측정한 시야각이다. 50도 부분에서 점차 반사율이 작아지지만 넓은 시야각을 가지고 있는 것을 알 수 있다.[1]

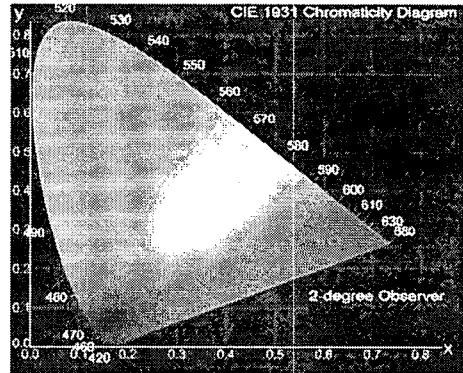


Fig. 4. CIE 1931 Chromaticity Diagram of yellow particles

그림 4는 yellow의 색좌표를 나타낸 그림이다. 1 layer와 2 layer는 충전 layer에 상관없이 같은 포인트에 측정되었다. 또한 파장도 같은 위치에서 측정하였다. 충전 layer의 제어는 색좌표와 상관없다는 것을 알 수 있다.[2]

4. 결론

본 연구에서는 대전입자형 디스플레이의 충전 layer를 제어하여 구동전압과 광학특성을 분석 하였다. 대전입자를 직접 패널에 충전하는 방법을 이용하여 충전 전압을 다르게 하여 충전 layer를 제어할 수 있었다. 반사율 값을 이용하여 1 layer와 2 layer의 구동 전압을 찾을 수 있었다. 충전 layer를 제어함으로써 낮은 구동전압을 인가할 수 있다. 입자의 균일화와 작은 입자의 개발을 한다면 입자 충전 layer를 3 layer 이상 충전한다면 반사율 및 시야각도 크게 향상될 것이다.

감사의 글

본 연구는 2007년 소자원첨기술개발사업(과제번호 M20070100131)지원으로 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참고 문헌

- [1] H. Gates, R. Zehner, H. Doshi, and J. Au, "5 sized electronic paper display for document viewing," *SID Symposium Digest Tech. Papers* 36, 1214-217 (2005).
- [2] R. C. Liang, J. Hou, J. Chung, X. Wang, C. Pereira, and Y. Chen, "icrocup active and passive matrix electrophoretic displays by roll to-roll manufacturing processes," *SID Symposium Digest Tech. Papers* 34, 838-41 (2003).