토너 타입 디스플레이의 광학특성 평가

김백현*, 김영조*
*청운대학교 전자공학과
e-mail: baekhyun.kim@gmail.com

Optical Estimation of Toner type Display

Baek Hyun Kim*, Young-Cho Kim*
*Dept of Electronics Engineering,
ChungWoon University

요 약

본 논문에서는 토너입자를 사용하여 패널을 제작하였다. 실리카가 코팅되어 있는 입자를 사용하여 낮은 충전 전압을 사용하여 입자의 주입층을 제작하였다. 제작한 패널의 전기 및 광학특성을 평가하였으며 cell gap과 구동전압과의 관계와 구동 전과 구동 후의 패널의 반사율을 측정하여 데이터를 추출하였다. 색의 변화를 알아 보기위해 CIE를 측정하여 분석을 하였다.

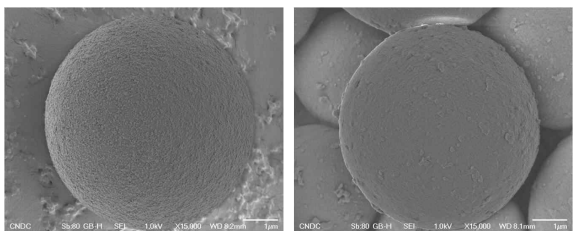
1. 서론

최근 디스플레이 산업은 대면적과 경량화에 모든 관심이 집중되어 있다. 현재 디스플레이는 종이처럼 얇게 만들 수 없다는 기술적 한계가 있다. 이에 차세대 디스플레이인 전자종이에 관심이 집중되고 있다. 전자종이는 종이의 느낌을 가지고 있는 디스플레이로써 종이처럼 두께가 얇아 마음대로 구기거나 휴대가 편리하다. 또한 소비전력이 적으며 광원이 필요 없는 반사형 디스플레이로써 종이와 같이 빛이 있는 곳에서 볼 수 있으며, 전원을 끈 경우에도 이미지가 유지되는 메모리 효과를 가지고 있다. 전자종이의 기술은 크게 전기영동방식, 트위스트볼 방식,QR-LPD방식, 콜레스테릭 액정디스플레등 4가지로 구분되어 연구가 진행 중이다. 이중 현재 가장 많이 진행된 기술개발은, 마이크로캡슐 방식이다. 그러나 응답속도가 느리고 높은 구동전압 해상도가 낮다는 단점이 있다.[3]

따라서 본 연구에서는 응답속도가 뛰어나고 높은 반사율, 낮은 구동 전압의 토너입자형 디스플레이 소자를 제작하여 구동전압 및 광학특성에 대하여 측정 및 분석을 하였다.

2. 입자의 특성

입자에 실리카를 코팅하는 방법에는 2 가지의 방법이 있다. 양의 극성을 가지고 입자에 양의 극성을 가지고 있는 실리카를 코팅하는 것과 음의 극성을 가지고 있는 입자에 음의 극성을 가지고 있는 실리카 코팅을 하는 것이며 다른 방법은 양의 극성을 가지고 있는 입자에 음의 극성을 가지고 있는 실리카를 코팅하는 것과 음의 극성을 가지고 있는 입자에 양의 극성을 가지고 있는 실리카를 코팅하는 것이다. 본 논문에서는 토너입자를 사용하였으며, 음의 입자에 양의 극성을 가지고 있는 실리카를 코팅한 것을 사용하였다.[1]

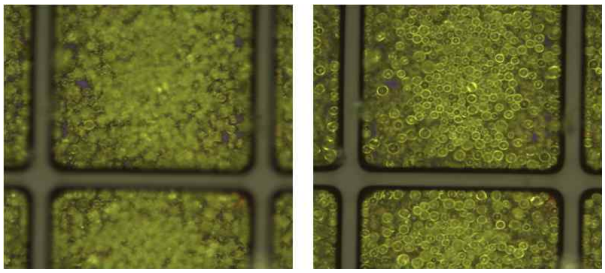


(a) silica-coating (b) no-silica coated

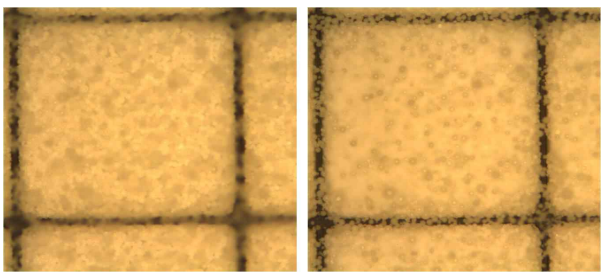
Fig. 1. Atomic force microscope images of toner particle.

그림 1은 원자현미경을 사용하여 입자의 표면 상태를 관찰한 이미지이다. 그림 1의 (a)은 입자에 실리카 코팅이 되어 있는 것이다. (b)는 입자의 표면에 실리카 코팅이 없는 것이다. 입자에 실리카가 코팅되어 있는 것과 없는 것의 차이는 실리카 코팅이 되어 있는 입자는 입자의 주입과정에서 입자의 뭉침이 없으며, 고르게 입자의 주입이 되며, 낮은 전압에서 입자를 주입 할 수 있다. 그러나 입자에 실리카가 없는 것은 입자의 주입과정에서 입자의 뭉침이 있으며, 불규칙하게 입자가 주입된다.

2.1 입자의 주입 층



(a) Putting panel of silica-coating particles

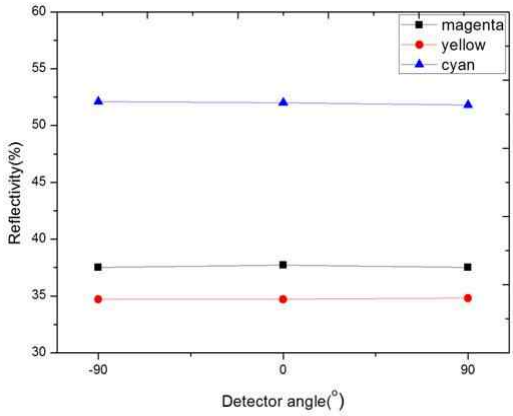


(b) Putting panel of no-silica coated particles

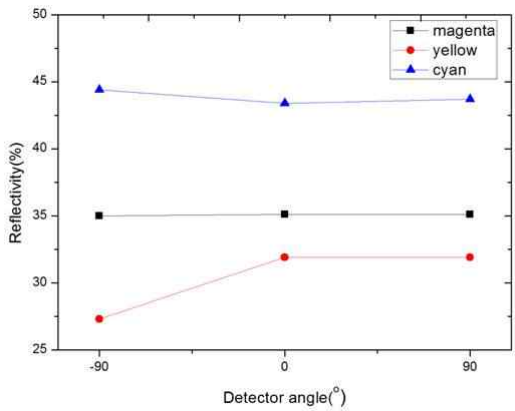
Fig. 2. Microscope photograph of 1~2 layers of particles.

그림 2는 입자 표면에 실리카 코팅이 되어있는 입자와 없는 입자를 사용하여 150×150㎛²인 패널에 입자를 주입한 사진이다. 그림 2(a)는 입자에 실리카 코팅이 되어 있는 입자를 주입하였으며, 광학 현미경의 초점을 달리하여 입자의 층을 관찰한 것이다. 입자의 주입에서 실리카의 코팅으로 입자의 유동성이 커서 입자의 주입하는 과장에서 입자의 손상이 없었으며, 쉽게 입자를 주입할 수 있었다. 또한 쉽게 패널에 입자를 주입할 수 있으며 1~2층의 입자의 주입층을 확인할 수 있었다. (b)는 입자에 실리카 코팅이 없는 입자를 사용하여 입자를 주입한 것이다. 입자의 주입과정에서 입자의 뭉침 현상이 심하여 입자의 주입층을 확인 할 수 없었으며 입자가 불규칙하게 주입되었으며 입자의 주입층을 확인할 수 없었으며 입자의 유동성이 작아서 뭉침현상으로 인하여 많은 양의 입자가 필요하였으며 여러 번의 입자 주입이 필요하였으며, 입자의 데미지가 심했다.

3. 결과 및 검토



(a) Reflectivity of Putted panel before driving



(b) Reflectivity of Driving panel

Fig. 3. Angular dependence of reflectivity.

그림 3은 패널의 구동 전과 구동 후의 반사율을 측정한 것이다. RT-300S 이등방산란 특성평가 장비를 이용하여 각도 변화에 따른 반사율을 측정을 하였다. 이 장비의 측정 가능한 각도는 Incident(Θ)는 0°에서 60°이며 Polar(Θ)는 -85°에서 85°이며 Azimuth(Θ)는 0°에서 360°이다. 이는 여러 각도에서 측정 가능하며, 패널의 전 영역을 측정하였다. 그림 3 (a)은 구동 전 패널의 반사율을 측정한 데이터 이며, 측정한 각도는 Incident(Θ)는 30°에서 광을 조사하였으며 Polar(Θ)는 0°에 수광부를 고정을 하였으며, Azimuth(Θ)의 각을 90°와 0° 그리고 -90°의 세 곳에서 측정하였다. 구동전의 패널에서는 패널의 전체의 반사율 값이 변화가 없었다. 이는 패널의 입자

주입이 고르게 분포된 것을 알 수 있다. 그림 3(b)은 구동 후의 반사율을 측정한 데이터이며 구동 전 패널과 같은 측정 방법을 사용하였다. 구동 전 패널과 비교해 봤을 때 반사율 값이 다르다는 것을 확인하였다. 이는 입자가 Azimuth(Θ) -90° 부분에서 입자의 양이 다른 곳 보다 상대적으로 많이 있으며, 구동함에 있어 입자의 뭉침이 있어 반사율 값이 다르게 된 것이다.

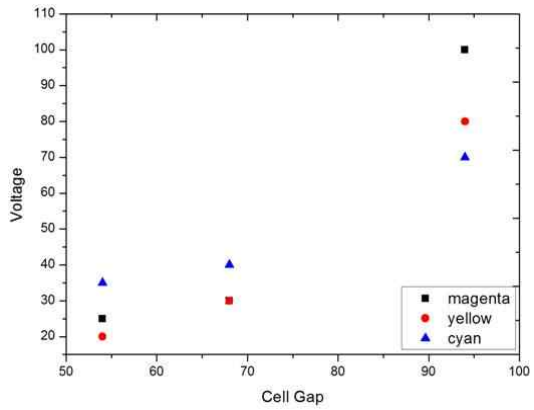


Fig. 4. Relationship between cell gap and voltages of color toner particles

그림 4는 cell gap에 따른 구동 전압을 측정한 것이다. 상하판 전극의 차이 (cell gap)을 두어 구동 전압을 측정하였으며, 입자의 주입 층은 2층으로 주입을 하였다. 3개의 토너 입자는 구동 전압이 다르게 측정 되었으며, cell gap이 높아짐에 따라 구동 전압도 높아 졌다. 이는 전극과 전극 사이가 멀어짐에 따라 입자의 이동 거리가 멀어져서 상대적으로 높은 전압을 인가하여야 입자가 이동을 한다. 구동 전압을 측정하는 기준은 반사율 장비를 활용 하였으며 측정 방법은 다음과 같다.[2]

구동하기 전 패널의 상하판 반사율을 측정하고 구동후에 반사율을 측정한다. 구동후에 반사율을 측정하기전에 패널을 구동하기 전에 aging을 하며 aging은 입자의 분포를 고르게 하며, 두 입자의 대전량이 증가되어 구동전압이 낮아지는 효과가 있다. 이때 반사율을 측정해야 하며 측정은 반사율 장비에서의 Incident(Θ)는 30°에서 광을 조사하였으며, Polar(Θ)는 0°에서 수광부를 고정하여 패널을 측정하였다. 상하판을 합착했을 때 최대 반사율이 나올 때의 전압(V_0)과 반사율 값의 중간 반사율의 전압(V_1)을 측정하여 구동 전압을 찾는다. 즉 $V_D = V_0 - V_1$에 의해 구동전압을 정의하였다.

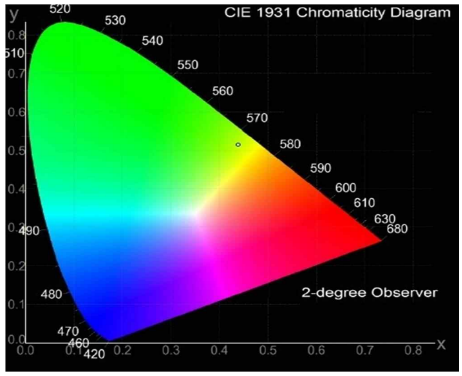


Fig. 5. CIE 1931 Chromaticity Diagram of yellow particles

그림 5는 yellow의 토너 입자를 패널에 주입하여 구동 후 측정한 색좌표 데이터이다. 입자의 주입층에 상관없이 yellow의 색좌표 값은 같은 포인트에 측정되었다. 또한 파장도 같은 위치에서 측정하였다. 입자의 주입층은 색좌표와 상관없다는 것을 알 수 있다.

4. 결 론

실리카가 코팅되어 있는 토너입자를 사용하여 다른 입자 주입층의 패널을 제작하여 패널의 광학특성 평가를 하였다. 실리카가 코팅되어 있는 입자는 유동성이 커서 입자의 주입층을 쉽게 하였으며 제작한 패널의 반사율 값을 보면 타 전자종이와 비교 했을 때 비슷한 반사율 값을 가지고 있었다. 또한 색좌표에서의 값도 구동하기 전의 색좌표 값을 가지고 있다. 그러나 구동 후 입자의 뭉침이 있어 이러한 문제만 해결된다면 전자종이의 재료로써 적용 가능하다.

감사의 글

본 연구는 2008년 소재원천기술개발사업(과제번호 M20070100131)지원으로 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참고문헌

[1] T.Z. Kosc, “Particle display technologies become,” Optics & Photonics News, pp.18(2005)
[2] R. Hattori, S. Yamada, “Ultra Thin and Flexible Paper-Like Display using QR-LPD Technology,” SID 04 Digest, 35, pp.136(2004)
[3] G. Crawford, “Fundamentals of Flexible Flat-Panels Displays and Novel Reflective Displays,” SID 05 Short Course, S-1 pp.51(2005)