

3. SiPiX's Imaging

LG Micron 이재성

1999년 미국 California의 Silicon Valley에서 설립한 SiPiX imaging은 e-Paper의 원료 및 Display module의 주문 제작, 시장의 성공적인 진입을 위한 기술이전을 제공하고 있는 e-Paper 전문업체이다. California의 Fremont는 연구개발과 Roll-to-Roll 생산방식을 Taiwan의 Chung Li는 module생산 및 application 개발을 담당하고 있다. 또한 Toppan Forms와 합작하여 printing기술로 전극 형성을 성공하여 e-Paper가 일반적인 종이 두께보다 얇고 전극을 포함해서 200 micron보다 얇은 전자 종이를 제작할 수 있으며, XGA(1024 X 768)의 해상도의 패턴을 printing하는 것이 가능해졌다[1]. 이러한 기술을 바탕으로 최근 SiPiX imaging은 신용카드에 전자종이를 탑재하여 사용할 때마다 비밀번호를 새롭게 생성시켜주는 전자 신용카드 개발에 성공하였다. 2005년 미국에서 무려 6만 명의 신용카드 위조 피해자 발생, 피해액은 14억 달러 이상으로 집계되고 있다. 이에 새로운 신용카드는 거래할 때마다 카드에 장착된 버튼을 눌러 마이크로 칩이 액정 화면에 새로운 숫자를 무작위로 생성, 일련번호가 바뀌는 것과 동일한 효과를 제공하는 방식이다. 그림 1은 SiPiX imaging이 실제 credit card에 적용한 제품이다. Smart기능을 채용하여 자유자재로 정보를 수정할 수 있으며, 장점으로는 저전력, 주문에 유연한 사이즈, 충격과 습기에 강한 장점을 보이고 있다[2].



그림 1. SiPix imaging의 Smart card application

SiPiX imaging은 Electrophoretic구동방식의 표시소자로 입자(particle)를 사용하는 것 중, 그림 2의 Microcup안에서 입자(particle)를 전압인가와 미인가 시에 흑(black)과 백(white)의 display를 구현하는 것이다[3]. 이러한 방식은 기본적으로 대량생산이 가능하고 bi-stability에 우수한 특성을 보인다. Microcup은 유동체, 입자(particle)과 같은 정밀한 물질을 포함하

는 미소규모의 용기라고 할 수 있다. Microcup의 구조는 대체로 150 μm 의 얇고 충격과 압력에 저항할 수 있는 유연한 PET plastic layer에 의해 보호된다.

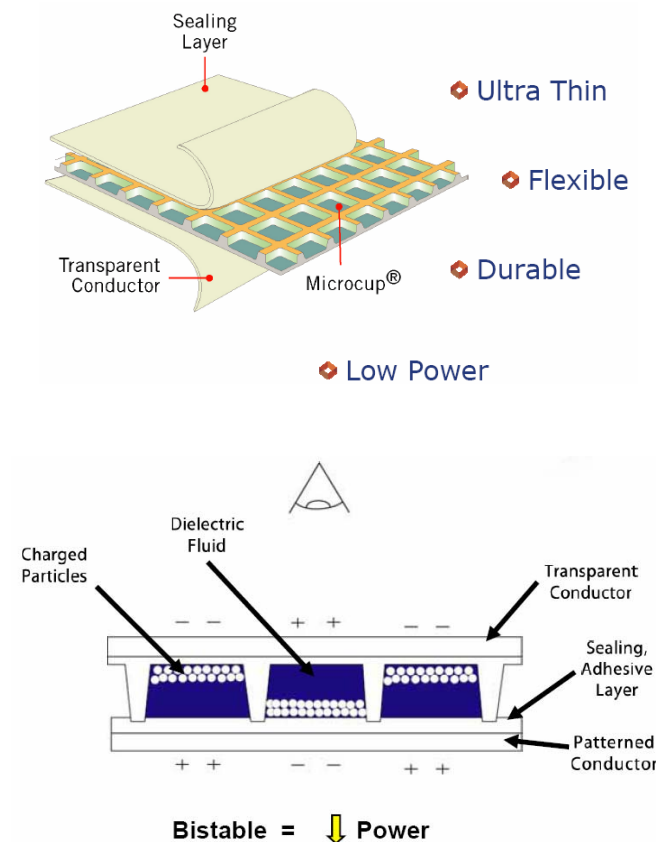


그림 2. Microcup® e-Paper

그림3은 Microcup의 제조공법이 소개되었다. 이러한 방식은 대량생산에 있어서 High speed microembossing process와 Seamless filling, sealing process가 가능하다.

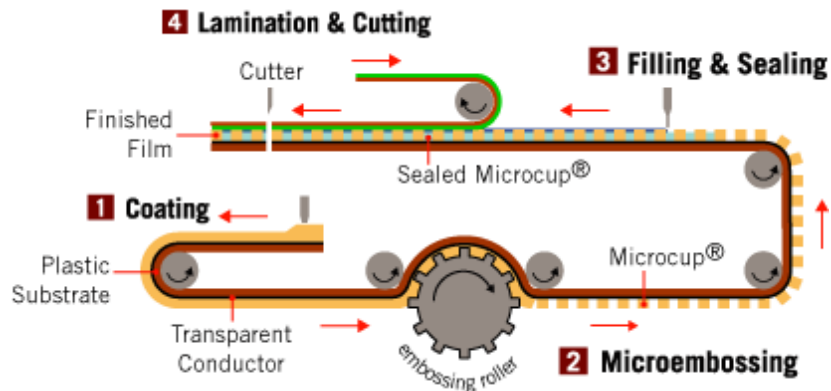


그림 3. roll-to-roll© manufacturing

ITO와 같은 투명 전도체가 코팅된 PET plastic sheet는 coater를 통해 특정한 resin을 표면에 유지시킨 후, Microembosser는 resin을 통해 3차원 구조를 가진 mold을 통해 성형된다. 이러한 점은 submicron과 non-aqueous density-matched particles을 안정하게 채용할 수 있다.

Microembossed patternings은 그림 4 에서와 같이 micro scale로 제작된다. 본 그림은 micro scale의 mold와 mold로 형성된 Microcup의 참조그림이다.

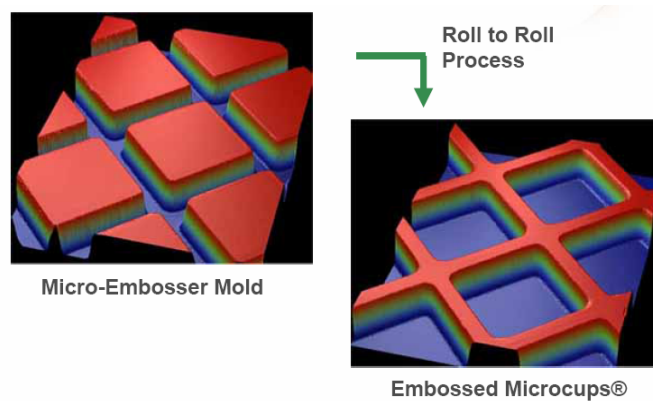


그림 4. Microembossed Patternings

이러한, Microcup ® roll-to-roll © Manufacturing process는 주문형 embosser mold shape로 다양한 형태로 성형가공이 가능하다. 그 예로 그림 5.와 같이 정사각형구조와 육각형 구조 또한 microcup으로의 제작이 가능하다. ITO/PET구조의 Seamlessly sealed Microcup은 lamination 전에 80℃ oven안에 5일 정도 보관을 하여도 weight loss를 발생하지 않는 우수한 특성을 보였다. Cell gap은 15~30 μm를 일정 유지한다.

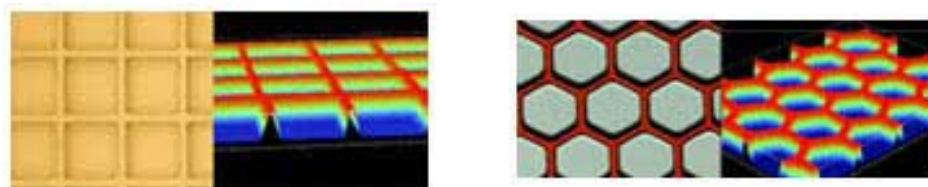


그림 5. Square Grid & Hexagonal Grid

SiPiX imaging는 Microcup과 Top sealing 기술에 기반을 둔 수동구동형 Microcup Electrophoretic Displays(PMEPDs)와 a-Si TFT 능동 Ectrophoretic Display(AMEPDs)의 영상안

정성을 보고했다. 이 Display 제품은 roll-to-roll방식에 의해 저비용과 고효율의 능동, 수동 구동 Matrix Microcup EPDs을 제안하였고, 2003년 SID에서 a-Si TFT에 기반을 둔 Microcup AMEPDs의 제작을 시연하였다[4].

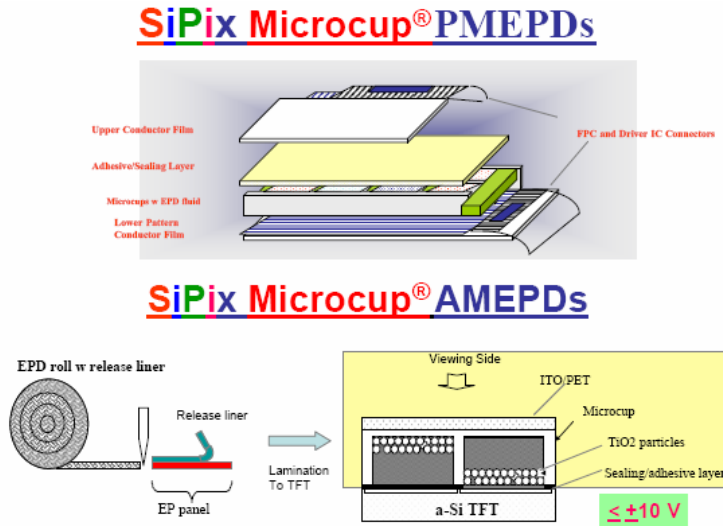


그림 6. SiPiX Microcup PMEPPDs & AMPEDS

Electroretrostatic 구동방식 중 SiPix Microcup EPDs는 Microcapsule EPDs에 비해 Cell gap이 현저히 작아 Microcup과 fluid 간의 개별적인 최적화가 가능하며 가장 큰 장점은 high throughput & high yield, roll-to-roll process 및 우수한 physicomechanical 특성으로 인한 연속적인 filling/sealing이 가능하며, Narrow한 cell gap을 통해 submicron particles을 채용하여 낮은 전압에서도 약 $1000\mu\text{m}^2/\text{Vs}$ 이상의 응답속도를 기대할 수 있다.

SiPix Microcup^R vs. Microcapsule EPDs

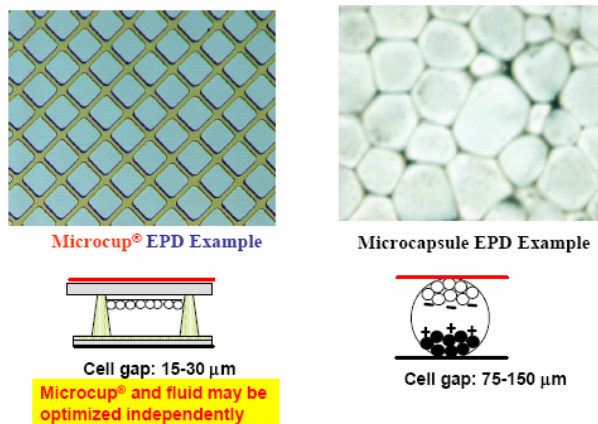


그림 7. SiPiX Microcup VS Microcapsule EPDs의 비교

참고문헌

- [1] http://news.hankooki.com/lpage/it_tech/200702/h2007020710031423760.htm
- [2] Nikkei BP, “Toppan Forms, SiPiX사의 롤투를 방식의 전자종이 개발”, Oct 25, 2005
- [3] Comiskey B, Albert JD, Yoshizawa H, Jacobson J (1998) An electrophoretic ink for all-printed reflective electronic displays. *Nature* 394:253-255.
- [4] 김훈, 이양두, 이주원, 김광호, 김종무, 주병권, “SID 2003 분석보고서”, EP&C 07. 2003