

## 5. E Ink`s Microencapsulated EPDs

LG Micron 이재성

최근 Motorola가 발표한 ‘MONOTINE F3’가 “Best Ultra Low Cost Handset 2007”로 선정되었다. 이 휴대폰은 E-ink Display를 채용하여 Battery 소모를 크게 줄이는 한편, 첨단과 저가의 절묘한 조화를 이루어 삼성의 X820이 가지고 있는 기록을 보다 2.1mm 얇은 8.8mm 정도의 두께로 Ultra-slim bar type이다. E-ink`s Display를 채용하여 소비 전력이 낮을 뿐만 아니라, 높은 contrast로 직사 광선 아래에서도 잘 보이는 장점을 가지고 있다. 이 제품은 현재 저가제품시장을 목적으로 판매전략을 잡고 있다. 이러한 장점은 휴대폰이 구현하는 Display 부분에서 낮은 소비전력을 제공하며, 저가의 E-ink`s EPDs를 사용하여 이룰 수 있는 결과이다.



그림 1. World`s First Mobile Phone with EPDs “MOTOPHONE”



그림 2. Polymer Vision`s “Cellular-Book” with rollable display

또한, Phillips's incubator venture인 접을 수 있는(rollable) Display 개발 전문업체인 Polymer Vision은 Barcelona에서 열리고 있는 3GSM 행사에서 이동통신 기능이 내장된 접을 수 있는 e-Book인 "Readius"를 공개했다. Readius라는 이름보다는 "Celluar Book"이라는 닉네임으로 불리는데, GSM, GPRS, EDGE, UMTS 등 2G, 2.5G, 3G을 아우르는 다양한 이동통신 네트워크를 지원하는 특성 때문이다. Display는 E-ink's EPDs를 이용하여 Gray-scale만 제공되지만, 전력소비가 크지 않아 내장 Battery에 한번 충전을 하면 10일 까지도 사용 가능한 장점을 가지고 있다. 이렇듯, E-ink's Encapsulated EPDs (electrophoretic displays)는 electrophoresis방식을 이용하여 전자종이를 개발하고 있는 대표적인 주자이다. 1997년 MIT Media Lab으로부터 분리 설립된 E-ink는 기존 electrophoresis가 가지고 있는 colloid 상에서 입자 간의 뭉침이나 침전을 해결하기 위해 비중을 맞춘 유체에 전하를 띤 미립자를 분산시켜 투명하게 코팅하여 100~200 $\mu$ m의 투명 encapsulation으로 제작하였다 [1]. 그림 3.을 통해 간단히 설명하면 다음과 같다. Electronic ink란 Film 위에 처리되어 전자 Display에 이용되는 특수한 소재이다. Electronic ink는 화학, 물리, 전자 기술의 결합으로 발명된 신소재로 Electronic ink의 핵심 성분은 머리카락 지름 정도 크기의 수백 만개의 작은 microcapsule이다. 각각의 microcapsule 안에는 (+)로 charge된 백색분말과 (-)로 charge된 흑색 분말들이 액체와 함께 채워져 있다. 여기에 (-)전기를 가하게 되면 백색 분말이 microcapsule의 위쪽으로 올라와 사람의 눈에 보이게 되며 동시에 흑색 분말은 바닥으로 내려와 숨겨지게 된다. 반대의 경우에는 흑색분말이 위로 올라와 그 부위가 검게 보이게 된다. 실제 E-ink EPDs를 위해서는 ink가 plastic film 위에 coating된 후, 회로층과 laminate 되어야 하고, 회로층은 pixel의 pattern을 형성하게 된다. Microcapsule들은 액상의 'carrier medium'과 섞이게 되어 Screen printing이 가능하게 되며 궁극적으로 유리, Plastic, 섬유 심지어 종이에 이르기까지 어떠한 표면에도 인쇄가 가능하다 [2].

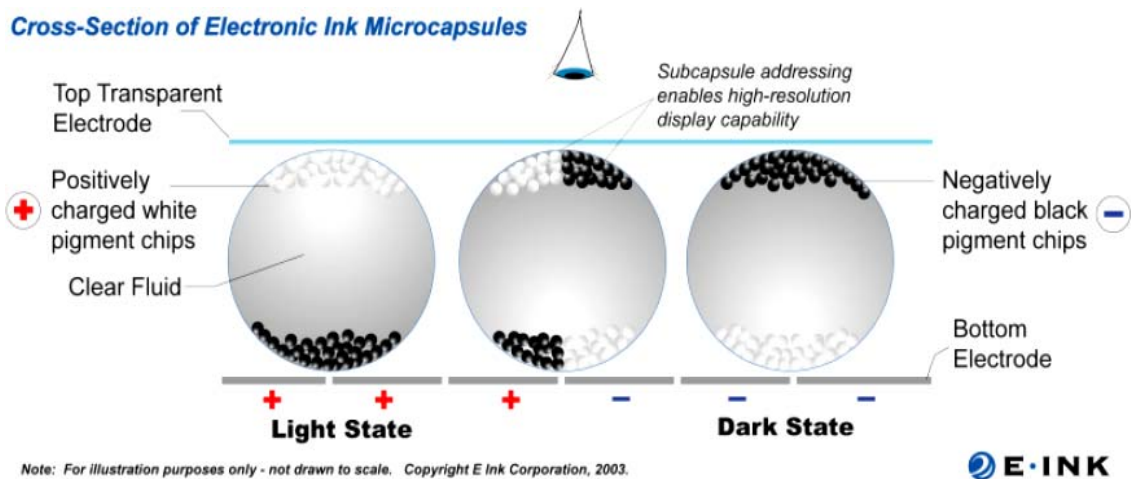


그림 3. Microcapsule Electrophoretic 구동원리

E-ink's Business strategy는 microcapsule을 공급하고 Display module 및 applications은 전문업체를 통해 협력하는 시스템을 취하고 있다. 2000년 11월에 Lucent 사의 Bell lab과 printing method을 이용한 organic transistor를 결합한 전자종이를 개발하여 저가 공정으로 flexible한 구현이 가능함을 보여 주었다. 2004년에는 영국의 Plastic logic사와 곡률반경이 5mm까지 구부러지며 50dpi 급 해상도를 갖는 전자종이도 발표하였다. E-ink는 이러한 Business strategy를 계속해서 확장하여 Sony's Librie(e-book) 상용화에 성공하였다. Toppan Printing이 잉크를 담은 전면기판과 Phillips가 능동구동 후면기판을 개발하였다. 특히, E-ink사는 Toppan Printing과 color ink개발을 2001년 공동 개발을 하여 2002년 7월 5 inch, 80dpi급 4,096 color 전자종이를 발표한 사례가 있으며, 상업화를 목표로 개발 중이다. 이외에도 Seiko Epson, Seiko와 국내에서는 LG Phillips LCD가 개발을 하였으며, E-ink는 전자종이의 상업화를 주도하면서 시장을 형성하는 중이다. [1, 2]. 그림 4. 5. 6. 7.은 E-ink의 EPDs(Electrophoretic Displays)을 이용하여 상업화를 목적으로 개발된 예를 보여주고 있다.



그림 4. Sony's Librie



그림 5. Seiko 손목시계



그림 6. Organic thin film e-Paper

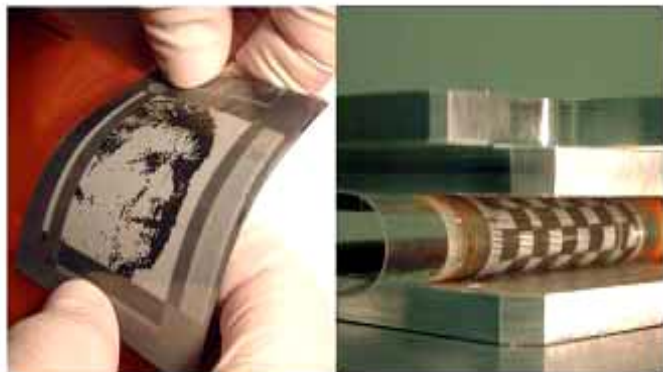


그림 7. 50 dpi e-Paper

E-ink's encapsulated EPDs는 초기에는 푸른색 유체에 백색 TiO<sub>2</sub> particle를 분산시키는 방법으로 푸른 바탕에 흰 글자를 표시하였다. 현재는 투명 유체에 흑색과 백색의 다른 전하를 가진 입자를 분산시켜 흰 바탕에 검은 글씨를 표시하고 있다. Micro capsule을 30µm 크기까지 제작하여 높은 해상도로 표시가 가능하고, 약 40%의 reflectivity rate와 10:1 이상의 High contrast를 갖는 특징이 있다 [1].

앞으로의 E-ink's encapsulated EPDs는 시장확장을 위한 다양한 application을 선보이면서 또한 상용화를 위한 여러 model을 출시할 것으로 여겨진다. 앞에서 선보인 예 말고도 E-ink사는 2008년 프랑스 최대 경제일간지 Les Echos와 신문 유통에 새장이 될 수 있는 전자페이퍼 신문 발간을 위한 개발이 진행 중이다. 특히, Les Echos의 전자페이퍼 신문은 인터넷 사이트를 무선 랜으로 접속, 휴대용 Display에 지면을 다운 받는 형식으로 방대한 정보량과 인터넷의 속도를 겸비한 신기술을 선보일 예정이다. 현재 상용화에 가장 앞선 application을 선보인 E-ink는 전면에는 application의 major급 업체를 통한 시장선점 확보와 안으로는 값싼 재질과 간단한 제조공정을 통한 저가의 ink를 공급하고자 협력하고 있다.

#### 참고문헌

[1] 이미정, 한정인, 문대규, "입자기술에 기반한 E-Paper 기술동향, EIC 2005.

[2] <http://www.e-ink.com/company/partners.html>.