

4. Bridgestone's QR-LPD

LG Micron 이재성

우리에게 Tire제조회사로 알려진 Bridgestone은 플라스틱제품, 콘베이어벨트 등을 공급하는 회사이다. 특히, 일본의 Bridgestone사는 PDP용 film-type filter 처음 대량생산한 기업이다. 2002년 '액체가루'라는 액체와 같은 분말형태의 유동성을 가진 고분자를 개발하여 2004년 QR-LPD(Quick Response-Liquid Powder Display)를 이용한 전자종이 기술을 개발하였다. 2006년 Bridgestone은 Hitachi와 전자종이 실용화 계획을 발표하였는데, Bridgestone과 Hitachi는 전자종이 Display의 시장개척 및 사업화를 위해 서로 협력하기로 합의하였다. 이 합의의 가장 큰 목적은 기기업체와 디바이스 업체라는 입장을 가진 두 회사가 협력하여 전자종이 시장을 확대하는 것이다. Bridgestone은 전자종이 공급처를 Hitachi로 제한하고 있는 것은 아니다. Hitachi는 2005년 12월에 JR 동경 역에서 Bridgestone의 전자종이를 채용한 광고 표시 단말의 실증 실험을 수행한 바 있으며, 이와 관련한 다양한 조사를 실시하였다. 이러한 조사 결과를 Bridgestone에도 feedback하여 보다 나은 성능의 전자종이 개발에 지원할 예정이다. 즉, 전자종이를 독점적으로 이용하기 보다는 전자종이 시장의 확대를 위해 서로 협력하는 것이 목적이다 [1].



그림 1. Bridgestone` QR-LPD.

QR-LPD(Quick Response-Liquid Powder Display)의 최대 강점은 $0.2\mu\text{s}$ 이하의 빠른 응답속도(response time), 종이의 흰 면을 나타내 보이는 밝은 이미지, 42% 이상의 반사율, 무한한 쌍방향성, 이상적인 확산 반사율을 가진 넓은 시야 각, 수동 구동과 4 gray-level 이상

의 명암 반 색조 이미지에 의한 대형 Matrix addressing 구동 능력을 제공한다 [2]. 특히, QR-LPD는 전원이 끊어진 경우에도 일종의 ‘Memory’ 기능에 의해 그림을 유지할 수 있는 특성을 가지고 있으며, 시야각도가 거의 180°에 육박하며, 액정보다 제작공정이 간단하고 수지기관형태로 제조할 경우에는 약 0.25mm의 두께로 만들 수 있으므로 종이 얇기와 같은 초박형 Display가 가능하다는 특성을 가지고 있다. 그러나 QR-LPD(Quick Response-Liquid Powder Display) 기술이 사용화 되기 위해서는 200V 이상의 구동전압을 10V대로 현저히 낮추어야 한다.

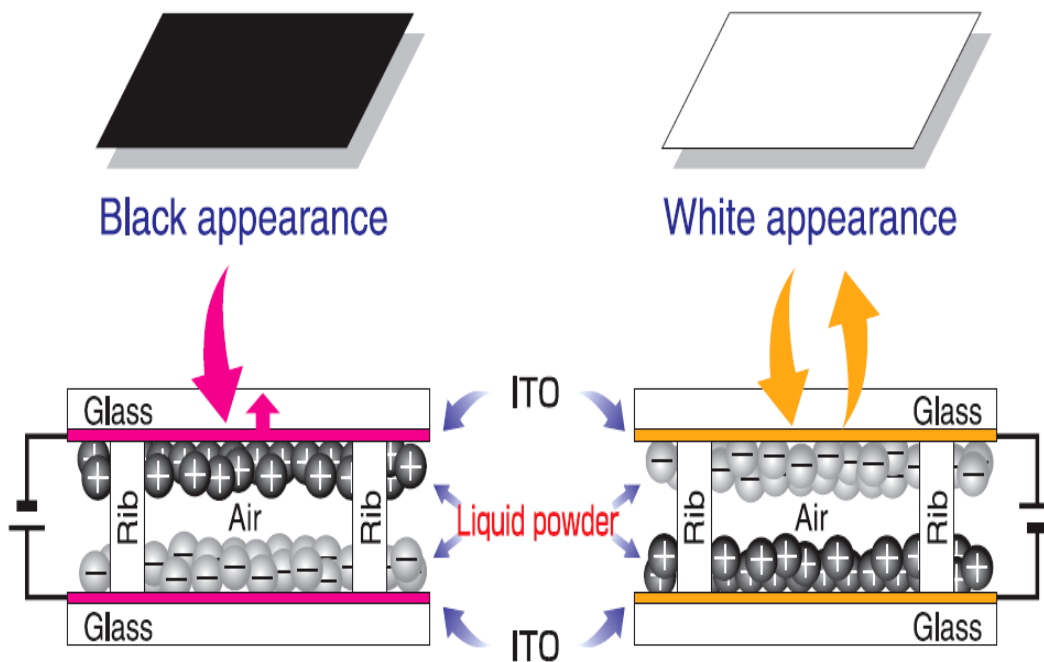


그림 2. Operation principle

그림 2는 Bridgestone의 QR-LPD(Quick Response-Liquid Powder Display) operation원리를 나타낸 그림이다[3]. 일반적인 전기영동방식으로 색깔의 표시소자로 입자 (Particle)를 사용하는 전자종이는 Colloid에 분산된 입자가 유체의 저항으로 갖게 되는 응답속도(response time)의 한계를 극복해야 한다. 이에 Bridgestone's QR-LPD는 분산성이 매우 좋은 액체와 같은 유동성을 특징으로 하는 입자인 분류체(Liquid powder)를 잉크소재로 사용한다. 이러한 Liquid powder는 E-ink의 상용화된 전자 책에서도 응답속도가 느려 잔상이 오래 남는 문제점을 극복할 수 있다. 또한, 유체의 매질이 액체가 아닌 기체를 사용하여 저항을 크게 줄일 수 있다. 왜냐하면, 응답속도는 유체점도에 반비례하기 때문이다.

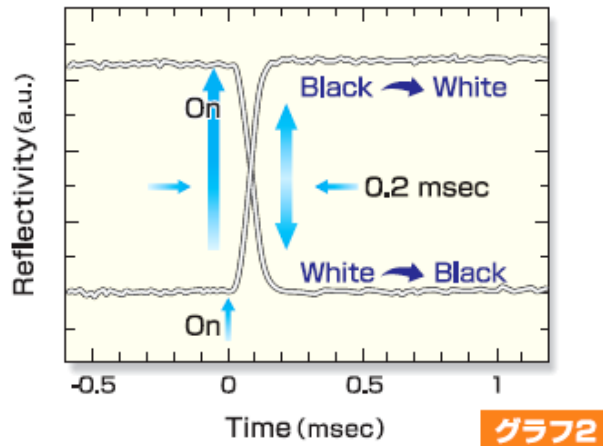


그림 3. Response of reflectivity

그림 3은 빠른 응답속도에 대응하는 대조비(contrast ratio)를 보여주는 것으로, 짧은 시간이지만, 검정색에서 흰색으로 또는 흰색에는 검정색으로의 변환이 잘 일어나는 것을 알 수 있다. 또한, 전자종이방식 중에서 가장 명암비가 선명하다.

前面板に付着した電子粉流体の表面反射を利用した表示のため、非常に広視野角です。

Reflectivity is measured with varying α and β is fixed. (Method: EIAJ ED-2523 condition B)

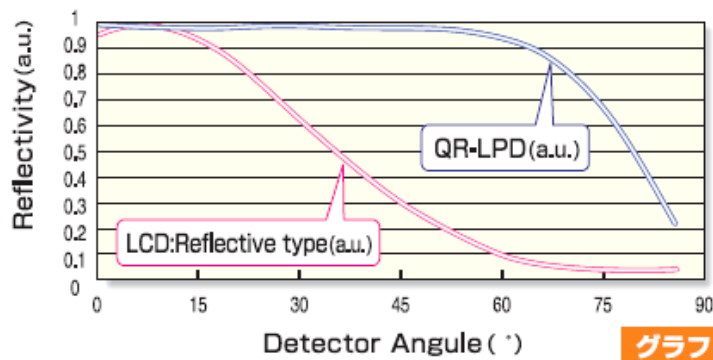


그림 4. QR-LPD's Detector angle.

QR-LPD방식의 넓은 시야각이 반사형 LCD와 비교된 것이 그림 4에 나타나 있다. 기존의 LCD는 45도의 시야에서 반사율이 30%로 떨어지지만, QR-LPD방식은 최상의 상태를 그대로 유지하는 것을 알 수 있다. 60도의 시야각에서 작아지기 시작해서 이후 감소하지만, 기존의 반사형 LCD에 비해 폭넓은 시야각을 가지고 있는 것을 확인할 수 있다.

지난 SID 2006에서 LG전자에서는 그림 5에서 보듯이 320X240 해상도의 5.7" panel

을 제작하여 발표하였다. 픽셀의 격벽은 벌집모양의 육각형모양으로 형성되었다. 또한, 휘어질 수 있는 한계가 격벽의 존재로 인해 작은 곡률까지만 가능하다.



그림 5. LGE QR-LPD [4].

이상 살펴본 QR-LPD방식이 동영상 구현할 수 있을 만큼 빠른 응답속도를 갖고 있지만, 구동전압이 커서 동영상을 구현할 수 있는 전자종이에 적용하기가 힘든 점이 있다. 또한, 큰 명암비를 갖고 있지만, Gray-scale을 구현하는 것이 어려운 문제이고, 칼라를 구현하기 어렵다.

참고문헌

- [1] <http://techon.nikkeibp.co.jp/article/NEWS/20060315/114953>
- [2] 김훈, 이양두, 이주원, 김광호, 김종무, 주병권, “SID 2003 분석보고서”, EP&C 07. 2003
- [3] 이미정, 한정인, 문대규, “입자기술에 기반한 E-Paper기술동향”, EIC 2005
- [4] S.H. Kwon et al., “Flexible paper-like display using charged polymer particles”, SID 2006.