

오래된 테이더지만 시각 표시장치(VDT) 장애라고 불리는 사무실 작업자의 건강에 관한 보고를 보면 [눈의 피로, 가려움증]이 가장 많게 79.6%, [시력저하] 48.2%, [어깨, 팔, 손저림], [신경의 피로]의 순이다.

종이와 같은 Hard Copy의 장점과 CRT와 같은 Soft Copy의 장점을 만족하는 기능성을 요구하게 된다.

이와 같은 기능성을 가지는 재료로서 Digital paper는

- ※ 읽기 쉽고
- ※ 원하는때에 원하는 장소에서 읽을수 있고,
- ※ 옛날에는 활자로 공급되던 정보가 전자적으로 취급되고
- ※ 원하는 책을 굳이 서점에 가지않더라도 집에서 직접 주문하고 즉석에서 내용을 검토하고 바로 Digital Paper로 표시되어 읽을수 있다.

표2는 전자종이를 포함한 Digital paper로서 연구되고 있는 기술을 나타낸다.

이와 같은 Digital Paper에 들어갈 수 있는 재료를 일컬어 Digital Paper 용 잉크라고 할 수 있다. 지금까지 연구해왔던 디지털 종이에 사용할 수 있는 재료를 정리하려고 한다.

표 1. Digital Paper의 달성 목표.

분류	항목	달성 목표
기본 기능	視認性	인쇄물 수준의 보기 좋음
	재기록성	소거, 재기록 가능
	像保存容易性	維持에너지가 불필요한 것이 理想
	기록에너지	작을수록 바람직하다
부가 기능	加筆性	표시면에 加筆이 가능
	加筆정보의 재이용성	가필 정보가 디지털 정보로 재이용할수있다.
취급성	Color 표시	Full Color
	可搬性	가볍게 운반이 가능
	薄型性	종이의 두께가 이상적
	屈曲性	종이상태로 접을수있는 것이 이상적

표 2. Digital Paper 의 분류.

Rewritable material		Device	에너지	
물리적	분자	광학이방성	Cholesteric LC/광전도성 積層	광/전압
		고분자 액정	네마틱 액정	전압
	입자	염료분자배향	고분자 強誘電性 液晶	전압
		광산란/상변화	투명백탁형 rewritable	전압/열
화학적	분자	액체이동	microcapsule 전기영동	전압
		입자이동	액체토너전기영동	전압
		입자회전	분체토너 이동	전압
		트위스트볼	Leuco dye발소색 rewritable	열

* 北村 孝司, "Digital Paper서론, 신Imaging 기술의 창조, 일본고분자학회 2001년도 인쇄정보기록표시연구회강연요지집

2. 본 론

디지털종이(Digital Paper)는 예전부터 제창되어오던 Rewritable Paper나 Paper-like Display와 같은 말로 Hard Copy와 Soft Copy의 장점들을 갖는 것으로, 최근 들어 각국에서 더욱 연구가 활발히 되고 있다.

2.1 형상기억수지

형상기억수지는 형상을 고정하는 결정부분과 온도변화에 따라 暖化와 硬化가 가역적으로 일어나는 무정형 부분으로 된 3차원 망(網)구조를 가진 공중합체이다. 그림 2의 (2)처럼 120°C 이상으로 올리면 결정부분이 녹게 되고 변형한 채로 40°C 이하로 식하면 무정형 상태 부분의 물리적 가교에 의해 계속 그 형태로 고정되지만 내부 응력은 남아있기 때문에 기억한 형상으로 되돌아간다. 이 형상의 가역성을 이용함으로써 Laser에 의한 Rewritable 기록이 가능하게 된다.

2.2 고분자/저분자수지형

감열 Rewritable 재료 중에서는 최초로 고분자/저분자 분산형이

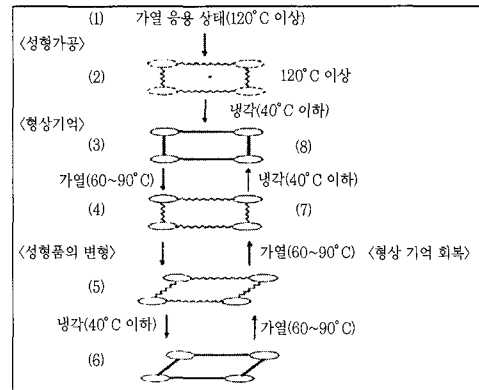


그림 2. 형상 기억 효과의 메카니즘.

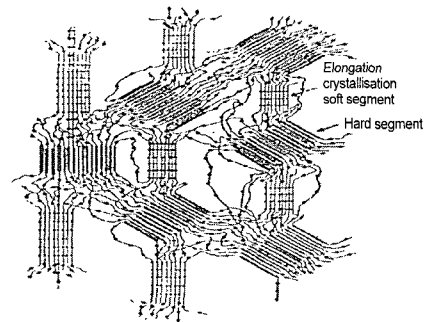


그림 3. polyether segments의 신장 결정화.

실용화되어 포인트카드나 주차카드 등에 널리 쓰여지고 있다. 이것은 고분자/저분자 분산형의 기록·소거가 냉각속도에 의존하지 않기 때문에 Thermal head의 제어가 쉽고 보존성이 좋다.

그림4에 기록재료의 가열·냉각에 따르는 투명도의 변화를 나타내었다. 하나의 Long chain 저분자 입자와 그 주위의 고분자가 가열, 냉각에 따라 틈새의 발생과 소실변화가 나타난다.

백탁상태(A)에서는 고분자와 저분자 입자 사이에 틈새가 생겨 광산란 상태가 되어있다. 이것을 가열하여 고분자의 연화점(Tm) 가까이 되면 저분자의 일부가 용융하고, 용융된 저분자의 체적팽창 때문에 틈새에 저분자가 채워져 틈새(간격)가 소실되어 투명한 상태가 된다(B). 이를 냉각하면 저분자는 결정화하여 간격은 생기지 않고, 실온에서도 투명상태를 유지한다(D). 다음, 용점이 상으로 가열하면 반투명 상태(C)가 된다. 실온까지 냉각시키면 원래의 상태로 돌아온다(A). 고분자 저분자의 두 종류의 재료만으로 수백회 Rewritable 열기록 매체가 가능하다.

그림5는 투명상태(a)와 백탁상태(b)의 크기변화를 TEM으로 찍은 사진이다.

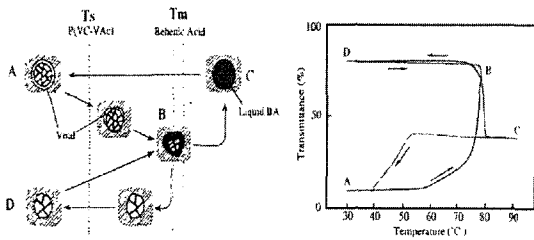
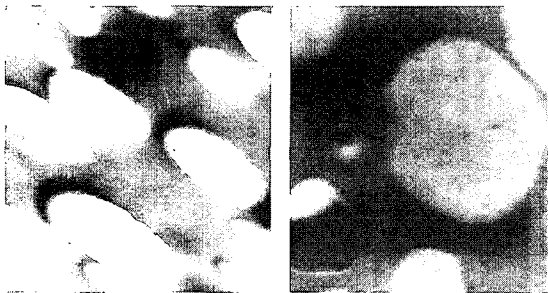


그림 4. 가열 냉각 순환시의 내부구조와 필름의 투광성 변화.



(a) 투명상태 (b) 백탁상태

그림 5. 투명 백탁 필름의 TEM사진.

2.3 Leuco 염료형 Rewritable 재료

흰색 바탕에 흑색화상이 형성되는 Leuco 염료를 발색시키는 방법이 최근 활발히 연구되고 있다. Leuco염료에 현색제를 가하면 발색하여 간단히 고속으로 기록 가능하다. 또한 열 또는 빛에 의해 현색제와 소색제가 반응하여 원래의 무색 상태로 소색된다. 즉

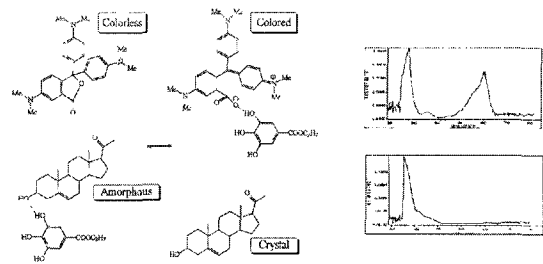


그림 6. Leuco dye의 발/소색시 구조와 흡광도 변화

Leuco염료와 현색제를 혼합용융하여 급냉각하면 발색상태가 되고 재가열하면 소색이 된다.

2.4 전기영동형 Image Display system

두 개의 전극사이에 대전 미립자의 분산액을 넣고 전극사이에 전압을 가하여 미립자의 운동을 제어하고, 광학적 반사특성을 변화시키는 가역 시스템이다.

그림 7~11에 최근 사용되고 있는 개념도를 나타내었다.

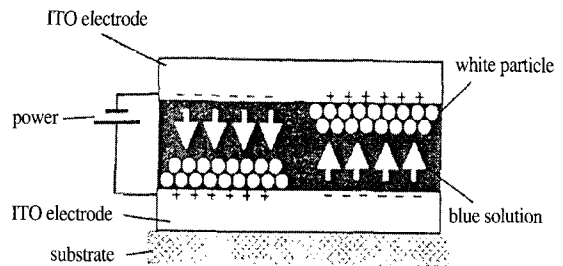


그림 7. 전기영동형 화상 디스플레이의 구성 개념도.

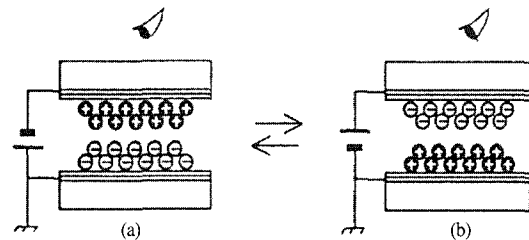


그림 8. 절연성입자를 사용하는 토너 표시소자의 메카니즘.

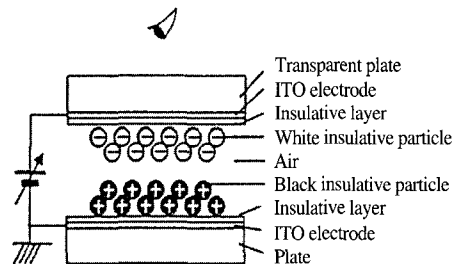


그림 9. 절연성 입자를 사용하는 토너표시 소자의 구조.

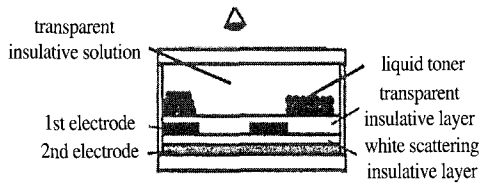


그림 10. 표면구동형 전기영동 디스플레이.

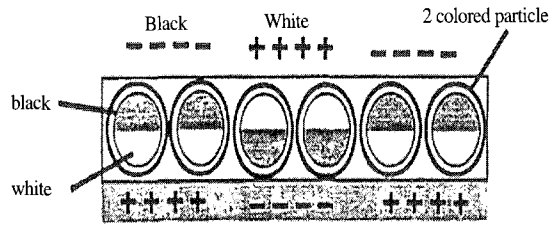


그림 14. 트위스트 볼 디스플레이.

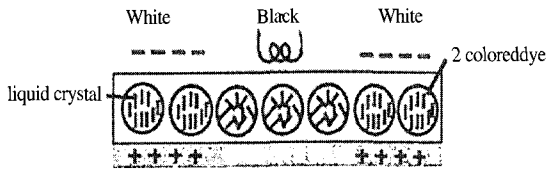


그림 11. 2색성 염료/액정형 디스플레이.

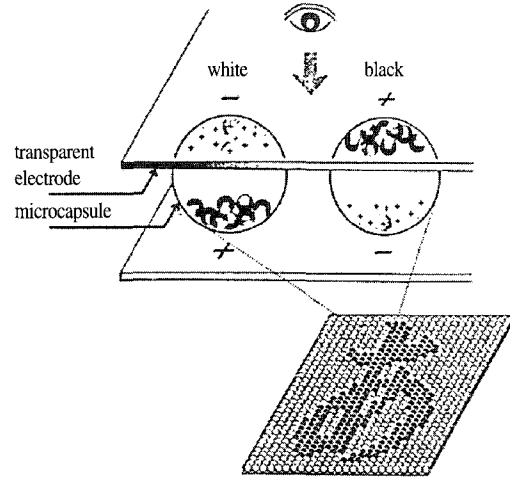


그림 15. E ink의 작동 원리.

2.5 전기영동형 Microcapsule ink

(일본凸판 인쇄(주)종합 연구소재기술연구소 鈴木 克宏)

IT혁명이 시작된 이후 Net work에 의해 세계는 급속히 가까워졌다. 매일 많은 정보가 발신되고, 현재도 그 범위를 유무선을 불구하고 퍼져가서 접속에 대해서는 [언제나 어디서나] 라고 하는 시대가 머지않아 찾아올 것이다. 중요하다고 생각되면 종이에 프린트해서 읽게된다.

그림 15에서 마이크로캡슐 1개마다 무수한 백색계 미립자(Titania함유)가 청색 염료용액 속에 분산되어 있다. 이 마이크로캡슐에 전압을 가하면 그 극성에 따라 (-)로 대전한 백색계 미립자가 다른 전하를 갖는 전극을 향해 전기영동 하는 현상을 이용한 것으로 e-ink라고 한다.

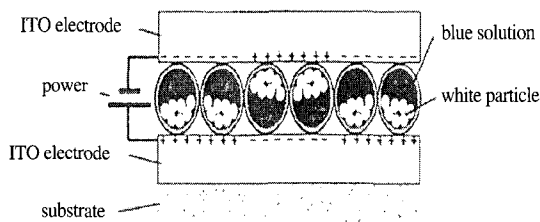


그림 12. 전기영동 마이크로 캡슐 잉크의 구성 개념도.

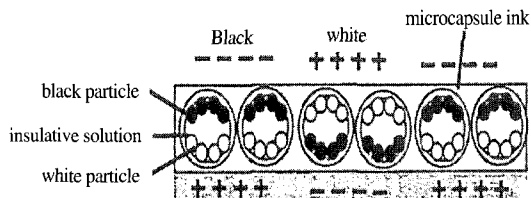


그림 13. 마이크로캡슐 전기영동 디스플레이.

※ e-ink의 특징

- ① 인쇄물과 같은 물질에 의한 흑백 표시
완전산란에 의한 표시로 넓은 시야각 확보
모든 환경의 조명을 적절히 이용
- ② 화상의 메모리성
메모리성과 응답속도는 가변적
메모리성 중시, 응답속도 중시로 조정가능
15msec의 응답속도, 10분 이상의 메모리성
- ③ 輕薄化
편광판이 불필요
- ④ Flexible 가능
구부러짐 등의 변형에 영향을 받지 않음
떨어뜨려도 깨지지 않는 필름제작 가능
- ⑤ 대면적 제작 용이
마이크로캡슐의 잉크를 필름에 도포로 Roll process 가능

⑥ 해상력 - 캡슐의 크기는 해상력에 영향이 없음

앞으로 e-ink는 마이크로캡슐화 기술을 이용하여 인쇄, 정보기술, 표시분야에 활발히 활용될 것이다.

3. 결론

기존의 정보전달은 종이 인쇄가 주류였으나 정보의 디지털화 및 인터넷의 보급으로 정보전달에 반드시 종이나 인쇄가 필요없는 디지털 재료(잉크)를 사용하는 재료의 연구가 필요하다.

종이의 장점을 살리고 디지털정보를 수용할 수 있는 해상도, 종이감각, 운반성등을 고려한 재료의 개발이 필요하다. 정보의 종류와 실제 사용자의 목적에 따라 무수한 재기록이 가능할 것이며 환경, 자원을 고려한 재료의 개발이 필요하다.

참고 문헌

- [1] Y. Hatate and H.Yoshizawa, Encapsulated Particles, the Polymeric Materials Encyclopedia , Vol. 6, 4341, CRC Press, USA, 1996.
- [2] Y. Hotta, "Recent Trend of Rewritable Marking Technology, The Imaging Society. of Japan, Vol. 35(No. 3), 1996, p 148-154.
- [3] M. Yasuda, G.Jo, K.Hoshino and T.Kitamura, "Role of Charge Transport layer in Toner Display by Electrical Particle Movement", IS&T's NIP 17 International Conference on Digital Printing Technologies, 2001, p 744-747.
- [4] S. Takayama, H.Nishizawa and K.Naito, "Rewritable marking medium using leuco compound", '96 Japan Hard Copy, The Imaging Society of Japan, 1996, p 57-60.
- [5] N. K.Sheridon, "The gyricon-A twisting ball display" PPIC/Japan Hardcopy '98, p 81, 1998.
- [6] H. Hanada, Development of the Display using Rewritable Marking Media, Japan Hardcopy' 99, The Imaging Society of Japan 1999, p 225-228.
- [7] M. Omodani, "Current Technologies for Digital Paper, CMC, 2001.
- [8] J. Jacobson " Electronic ink and electronic paper", Japan Hard copy '98, The Imaging Society of Japan, 1998, p 81.

저 자 약 력

성 명 : 김영순

❖ 학 력

- 1969년 동국대 화학과 이학사
- 1976년 동국대 대학원 화학과 이학석사
- 1983년 일본 東海(Tokai)대학광학공학과 공학박사

❖ 경 력

- 1969년 - 1972년 새한칼라(주)
- 1984년 - 현재 동국대 화학과 교수

