

## TiO<sub>2</sub> 나노입자를 이용한 전자종이 제조

이남희, 김종희, 홍완식\*, 장문익\*\*, 안진호\*\*, 황종선\*\*\*, 김선재  
세종대학교, \*세종대학교, \*\*한양대학교, \*\*\*전남도립남도대학

### Preparation of Electronic Paper using TiO<sub>2</sub> Nanoparticles

Nam-Hee Lee, Joong-Hee Kim, Wan-Sik Hong\*, Moon-Ik Jang\*\*, Jin-Ho Ahn\*\*, Jong-Sun Hwang\*\*\*, and  
Sun-Jae Kim

Sejong Uni., \*Sejong Uni., \*\*Hanyang Uni., \*\*\*Jeonnam Provincial Col.

#### Abstract

용액 중에서 나노입자의 전기영동 특성을 이용한 전자종이용 잉크 제조를 위해 TiO<sub>2</sub> 나노입자를 저유전율 용매인 cyclohexane에 혼합한 후 용매와 용질의 비중차를 줄이기 위해 분말 상 polyethylene을 첨가하여 high energy milling의 방법으로 입자분쇄와 동시에 입자 표면에 고분자 층을 코팅하였다. 용액내의 입자 분산성 향상과 용매 착색을 위하여 계면활성제와 oil-blue N을 첨가한 후 전자종이용 잉크를 제조하여 측정된 제타 전위 결과 cyclohexane 내에서 TiO<sub>2</sub>의 제타전위는 -40mV 정도였으나 polyethylene으로 코팅한 후 계면활성제를 첨가하였을 경우 최대 -110mV 이상의 높은 값을 나타내었다. 실제 디스플레이 특성을 평가하기 위해 포토리소그래피를 이용하여 3인치 크기의 ITO glass 위에 10 $\mu$ m의 크기를 갖는 십자형의 격벽을 40 $\mu$ m의 높이로 균일하게 형성한 후 합성된 전자잉크를 주입하여 상부전극과 하부전극사이에 UV 경화제를 도포하여 UV 접합을 실시하였다. 격벽 내에서 입자의 mobility를 측정하여 환산된 전자잉크의 응답속도는 0.1cm/sec로 측정되었으나, 전기영동시 입자들의 움직임에 따른 반사광의 파형을 측정한 경우 0.07cm/sec의 응답속도를 나타내었다.

**Key Words** : 전자종이, TiO<sub>2</sub>, 전기영동, 나노입자, E-paper

#### 1. 서 론

2000년 가까이 인류가 사용해온 종이는 최근 들어 첨단 디지털 기술과 만나 새로운 진화단계로 접어들고 있는데, 그 대표적인 경우가 전자종이이다. 전자종이란 종지와 같은 질감을 가지는 particle-based 반사형 디스플레이 디바이스를 말한다.[1] 전통적인 종이에 디지털 기술이 결합된 차세대 제품으로 종지와 같이 구부릴 수 있고, 종지와 같이 얇고 저렴하게 만들 수 있는 장점을 지닌다.

디스플레이 디바이스는 크게 LCD나 PDP처럼 빛의 방출을 이용하는 방법과 전자종이나 종이처럼 빛의 반사도를 이용하는 방법으로 나눌 수 있다.[2] LCD나 PDP 등의 디스플레이 방식은 주변의 빛의 밝기 변화에 따라 명암도와 반사도가 달라져 너무 밝은 조건 하에서는 디스플레이 품질이 떨어지는 단점이 있다. 그러나 전자종이의 경우에는 주변 밝기의 변화에도 종지와 같은 명암도 및 반사도 특성을 가지므로 주변환경 때문에 LCD나 PDP를 적용하지

못하는 많은 부분의 응용이 예상되어진다. 또 종지와 질감이 비슷해 구부릴 수 있고 넓은 면적에 종이 이상의 높은 명암도를 가지는 전자종이는 제작비용이 저렴할 뿐만 아니라 글자의 재생이 전기적으로 이루어지므로 반영구적으로 사용할 수 있는 장점을 지닌다.

전자종이에 대한 필요성은 1973년 세계적인 석유 파동을 기점으로 진행되었던 에너지 절약운동의 일환으로 대두되었다. 그러나 오늘날에는 단순히 과거의 연장선상이 아닌 새로운 패러다임이 요구되는 정보사회에 상응하는 정보전달 및 공유방식의 새로운 기술로 각광 받고 있다. 특히 최근 각종 모바일 기기의 발달은 디바이스의 크기와 무게를 줄이고 있는 쪽으로 개발되고 있어 전자종이와 같이 플렉시블한 디스플레이 디바이스에 많은 관심이 쏠리고 있다.[3]

무기입자의 전기영동 방식을 이용하는 전자종이 적용에 있어서 가장 중요한 요인은 전기를 인가하였을 경우 입자이동에 따른 빠른 응답속도와 전장을

제거하였을 경우 입자 표면 전하에 의한 정전기적 잔상 즉 디스플레이된 입자를 장시간 유지하는 것이다. 이를 해결하기 위해서는 입자 크기 및 용매내에서 입자의 이동을 제어하기 위한 분산성을 향상시키는 게 필요하다.[4] 이에 본 실험에서는 TiO<sub>2</sub> 나노분말에 고분자를 코팅하여 전자잉크를 제조한 후 다양한 용매내에서의 최적 분산조건을 도출하고, 포토 리소그래피법으로 제조한 격벽내에 전자잉크를 주입하여 무기소재 나노입자를 이용한 전자종이 특성을 평가하고자 하였다.

## 2. 실험방법

### 2.1. 전자종이용 E-ink 제조

저유전율 용매인 cyclohexane, toluene 그리고 tetrachloroethylene(TCE) 30 ml에 각기 다른 pH 조건 즉, pH 1 ~ 8의 조건으로 합성된 TiO<sub>2</sub> 1.46 g을 첨가한 후 TiO<sub>2</sub> 표면에 고분자 층 형성을 위해 용매의 2 ~ 10 wt% PE(polyethylene: Aldrich Co.)를 80 cc 용량의 지르코니아 용기에 동시에 넣었다. 이때 사용된 불은 분쇄효과를 최대화하기 위하여 1 mm와 3 mm 크기의 알루미늄 불을 무게비 50 : 50으로 80 g 넣어 사용하였다. 본 실험에 사용된 planetary-mill (Fritsch Co. Ltd)은 최고 회전속도가 600 rpm까지 가능한 것을 사용하여 회전속도와 분쇄시간이 미치는 영향을 평가하기 위하여 150 ~ 600 rpm의 회전속도로 2 ~ 3 시간 동안 분쇄하였다. 분쇄 후 용액내의 분말과 불을 분리한 후 용액내에서 분말 분산효과를 극대화하기 위하여 양이온성 계면활성제, 음이온성 계면활성제, 비 이온성 계면활성제를 각각 첨가한 후 제타전위측정기(ELS-8000, Otsuka Co. Ltd)를 이용하여 분산도를 측정하였다.

### 2.2. Micro-wall 제조

전자종이의 micro-wall 제작을 위해서 리소그래피 방법을 이용하여 thick PR 패턴을 구현하였고 그 실험순서는 다음과 같다. 아세톤, 메탄올 DI water 순으로 세척한 ITO glass 위에 SU-8 100 (negative type) PR을 적당량 도포한 후 spin coater에서 1 step : 500 rpm (15 sec)과 2 step 3000 rpm (100 sec)로 각각 설정하여 고르게 PR을 도포하고 열충격을 최소화하기 위하여 핫 플레이트에서 10 분 동안 65 °C를 유지한 후 연속적으로 온도를 상승시켜서 20 분 동안 95 °C를 유지하는 방식으로 소프트

베이킹 공정을 진행하였다. 이후, 리소그래피 기술을 이용하기 위하여 설계된 십자형의 패턴을 가지는 마스크를 감광 필름이 도포된 ITO glass 위에 장착하였다. 장착된 ITO glass 위에 UV 노출을 100 초 동안 실시하여 ITO 위에 격벽 형상으로 감광되게 하였다. 하드 베이킹을 위해서 65 °C에서 10 분간 유지한 후 95 °C의 온도로 연속적으로 상승시켜 10 분간 유지하였다. 다음으로 SU-8 현상액에 10 분간 침적시키고 이소프로필알콜 (IPA)을 이용하여 표면 세척 후 질소가스 분사를 하는 방식으로 현상을 실시하였다.

### 2.3. 응답속도 측정

반사 형 디스플레이인 전자종이의 대조비와 응답속도를 측정하기 위해 외부 광원으로 백색 발광 다이오드를 사용하여 광원을 샘플에 조사시킨 후 반사된 빛을 광검출기(photo diode)와 연결된 ammeter (KEITHLEY 485 autoranging pico-ammeter)를 이용하여 측정하였다. 이때 샘플의 위치는 빛의 입사각과 반사각이 같음을 이용하여 45도의 각도를 이루도록 하였으며, 백색 발광 다이오드와 샘플, 샘플과 광검출기와의 거리는 3cm로 일정하게 유지하였다. 측정된 데이터는 가상계측시스템인 LabView(National Instrument, Ver. 7.1)가 인스톨된 컴퓨터를 이용하여 샘플에 연결된 power supply (KEITHLEY 236 SOURCE MEASURE UNIT)의 출력 전압 및 파형 제어와 ammeter에서 검출된 전류를 파형으로 나타내었다.

## 3. 결과 및 고찰

다양한 용액내에서 TiO<sub>2</sub> 입자의 거동을 측정하여 각 용매에 따른 분말 분산특성의 기본 자료로 사용하기 위해 tetrachloroethylene (TCE), toluene, cyclohexane에 상용으로 널리 이용되는 Degussa P-25 분말을 혼합한 후 측정된 zeta-potential 결과를 그림 1에 나타내었다. 전자종이에 이용할 용매는 극성을 띠지 않아 전기영동시 용매와 전극 사이 또는 용매와 분말간의 반응이 발생하지 않도록 유전율이 낮아야 하며, 투명한 액체(clear oil)로서 입자의 영동에 따른 디스플레이 효과를 최대화 시킬 수 있어야 하고 밀도가 TiO<sub>2</sub> 분말의 밀도만큼 높아야 한다. 그림 1에서 보는 바와 같이 비교적 density가 0.78로 TCE(1.62), toluene(1.66) 보다 낮은 cyclohexane을 이용하여 분산 시킨 경우 가장 높은 제타 전위를 나타내었다. 반면에 cyclohexane이나

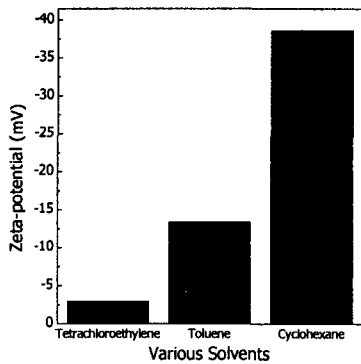


그림 1. 다양한 용매내에서 제타 전위의 변화.

toluene에 비해 밀도가 높아 앞서 설명한 분말과의 비중차가 가장 적은 TCE를 사용하였을 경우 가장 낮은 제타전위가 측정되었다. 이는 용매자체의 높은 밀도에 따라 전기영동에 의해 입자이동시 상대적으로 낮은 밀도를 갖는 toluene이나 cyclohexane에 비해 더디게 진행되기 때문일 것으로 사료된다. 따라서, 용매자체의 밀도가 높아 분말의 분산안정성을 극대화 할 수 있는 조건과 저전력만으로도 입자를 구동시키기 위해 전기영동시 입자의 이동을 최대화시킬 수 있는 두 가지 조건을 만족하는 용매의 적용이 필요할 것으로 생각된다. 본 실험에서는 그림 1의 결과로부터 저유전율, 투명성 등의 요구조건을 만족시키며 가장 우수한 전기영동 특성을 나타낸 cyclohexane을 이용 전자종이 적용을 위한 solvent로 선택하였다.

분말의 분산안정성을 극대화하기 위해서는 분말 자체의 전하, 용매, 적절한 분산방법 등과 더불어 분말 표면의 전하를 조절하기 위한 분산제 즉 계면활성제의 역할이 대단히 중요하다. 수계 계면활성제를 Degussa의 P-25 분말에 적용하기 위하여 일차적으로 분말을 증류수에 분산시킨 후 수용성 계면활성제를 Critical Micell Concentration (CMC) 이상 첨가하여 분산된 용액 자체를 동결건조 하였다. 이때 수용성 계면활성제를 sodium bis (2-ethylhexyl) sulfosuccinate (Aerosol OT<sup>TM</sup>; AOT), sodium dodecyl sulfate (SDS) 2 가지를 따로 사용하여 수용성 계면활성제 차이에 의한 분말 건조후 특성변화를 관찰하고자 하였다. AOT와 SDS의 CMC는 1.4와 8.9 mM로 각각 첨가하였다. 위와 같은 과정을 거쳐 동결건조된 분말을 solvent인 cyclohexane에 첨가하여 5분간 초음파 분산시킨 후 상온에서 30분간 방치하여 비수계 용매 내에서의 측정된 제타전위

결과를 그림 2에 나타내었다. 또한, 물에 용

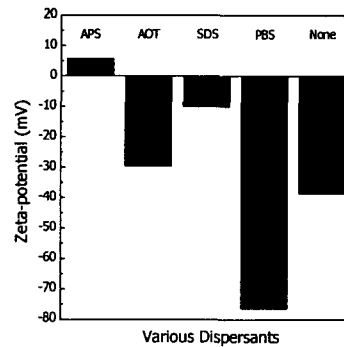


그림 2. 다양한 분산제를 이용한 제타전위의 변화.

해되지 않는 비수계 계면활성제를 이용한 분말의 분산특성을 평가하기 위하여 수계 계면활성제 사용시와 마찬가지로 P-25 분말을 직접 용매인 cyclohexane에 혼합한 후 대표적인 비수계 계면활성제인 polybutene succinimide(PBS)와 APS를 첨가하여 5분간 초음파 분산 시킨 후 분산된 입자의 응력을 제거하기 위하여 30분간 상온에서 방치하였다.

계면활성제인 SDS나 AOT를 사용하였을 경우 저유전체 용매에서 분말의 제타전위는 각각 -10, -30 mV로 측정되었다. 이는 앞에서 설명한 cyclohexane 내에서의 TiO<sub>2</sub> 분말이 갖는 제타전위보다도 낮게 측정되었는데 즉, 음이온성 수계 계면활성제인 SDS나 AOT가 TiO<sub>2</sub> 표면의 음전하와 효과적으로 결합하지 못하고, TiO<sub>2</sub> 표면의 H<sup>+</sup> 이온과 결합하여 결과적으로 제타전위가 상쇄된 것으로 판단된다. 그러나, 비수계 용매에 건조된 분말을 직접 혼합한 경우 음전하를 띤 TiO<sub>2</sub> 입자에 PBS가 강한 음이온성 결합을 하여 적력에 의한 입자간 반발력을 증대시켜 -80 mV 이상의 제타전위가 측정된 반면 APS의 경우 반대로 입자표면의 전하를 + 쪽으로 이동시키는 결과를 나타내었다. 그러므로 최적의 분산특성을 나타낸 PBS를 비수계 계면활성제로 선택하여 향후 실시되는 모든 실험에 분산제로서 사용하였다.

전자종이 적용을 위한 백색 안료인 TiO<sub>2</sub> 분말의 용액내 침전현상을 방지하기 위해 TiO<sub>2</sub> 표면에 비중이 비교적 가벼운 고분자 코팅층을 형성하여 전체적인 입자의 비중을 낮추고자 하였다. 그러나, 분말상 TiO<sub>2</sub> 표면에 균질한 고분자 코팅층을 형성하기 위해서는 교반속도, 온도, 압력, 냉각속도와 같은 다양한 공정변수 제어가 필요하다. 따라서, cyclohexane, PE 그리고 TiO<sub>2</sub>를 동시에 혼합한 후

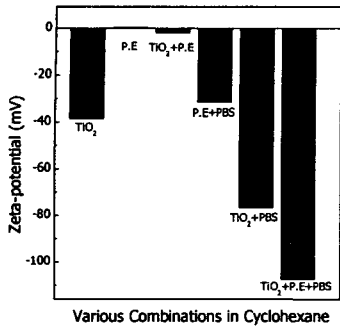


그림 3. 다양한 분산조건에서 TiO<sub>2</sub> 분말의 제타전위 변화.

분말 분쇄와 동시에 높은 제타전위를 부여할 수 있는 고분자 코팅층을 형성할 수 있다면 전자종이용 백색안료 적용에 혁신을 이룰 수 있을 것이다. 따라서 저유전용매인 cyclohexane에서 TiO<sub>2</sub>의 polymer 코팅층과 계면활성제의 효과를 측정하기 위하여 PE, PE + TiO<sub>2</sub>, PE + PBS, TiO<sub>2</sub> + PBS, TiO<sub>2</sub> + PE + PBS에 대한 제타전위 측정결과를 그림 3에 나타내었다.

순수한 TiO<sub>2</sub> (P-25)를 cyclohexane에 혼합하여 5분간 초음파 분산시킨 후 측정된 제타전위는 -40 mV로 그림 1의 측정 결과를 사용하였다.

Cyclohexane 내의 PE 분말을 사용하여 녹인 후 희석하여 측정된 제타전위는 0 mV에서 약한 + 전위를 갖는 것으로 측정되었다. 또한, planetary milling 방법으로 TiO<sub>2</sub> 분말에 PE를 코팅하여 측정된 제타전위는 순수한 TiO<sub>2</sub> 분말보다는 + 쪽으로 크게 이동하여 -5 mV 정도를 나타내어 분말 표면에 코팅된 PE의 영향으로 TiO<sub>2</sub> 자체의 표면전하가 상쇄되었을 것으로 판단된다. 같은 방법으로 음이온성 비수계 계면활성제인 PBS를 TiO<sub>2</sub>와 PE에 각각 첨가하여 측정된 결과 평균 30 mV 이상의 제타전위가 증가됨을 확인하였다. 또한 TiO<sub>2</sub> 분말에 PE를 planetary mill을 이용하여 코팅한 후 PBS를 첨가한 분말의 전기영동결과는 -110 mV의 가장 우수한 제타전위를 나타내었다. 이는 TiO<sub>2</sub> 표면에 코팅된 PE가 계면활성제 흡착을 위한 anchoring group으로의 역할을 하였기 때문으로 생각된다. 그림 5에 planetary milling에 의해 합성된 PE 입자와 PE에 의해 코팅된 TiO<sub>2</sub> 분말의 전자현미경 관찰결과를 나타내었다. PE 입자의 모양은 전형적인 고분자 화합물의 불규칙한 형상을 나타내고 있으며, 입자크기는 약 2 μm의 크기를 나타내고 있다. 그러나 TiO<sub>2</sub>가 코팅된 그림 5의 (b)를 보면 planetary milling을 실시

하였을 경우 50 ~ 100 nm의 크기를 갖는 PE가

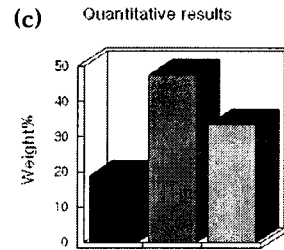


그림 4. Planetary milling에 의해 고분자 층을 코팅시킨 TiO<sub>2</sub> 입자의 전자현미경 관찰결과 (a), (b)와 EDX 분석결과(c).

코팅된 TiO<sub>2</sub> 입자들이 존재하고 있으며, 응집된 입자라 할지라도 300 nm의 크기를 넘지 않고 있음을 알 수 있다. 그림 5 (c)에 이 분말에 대한 EDX (Horiba Co. Ltd) 정량적 분석결과를 나타내었다. PE로 코팅된 TiO<sub>2</sub> 입자에 대해 carbon으로 이루어진 PE가 코팅되어 있음을 알 수 있다. 여기에 나타내지는 않았지만 carbon의 분포는 매우 균질하다는 것을 확인하였다. 마찬가지로 분말 합성온도의 변화에 따른 PE의 코팅여부를 확인하기 위하여 가열온도를 40, 60, 80 °C로 변화시켜 측정된 FT-IR 분석결과를 그림 5에 나타내었다. 그림에서 보이듯이 40°C의 반응온도에서는 대부분의 폴리에틸렌이 녹지 않아 TiO<sub>2</sub> 표면에 코팅이 안되었음을 FT-IR을 통해 확인할 수 있다. 60 °C의 온도에서는 TiO<sub>2</sub> 표면에 첨가된 폴리에틸렌의 일부는 코팅 되었으나 일부는 분말상태로 남아 TiO<sub>2</sub> 입자의 일부는 코팅

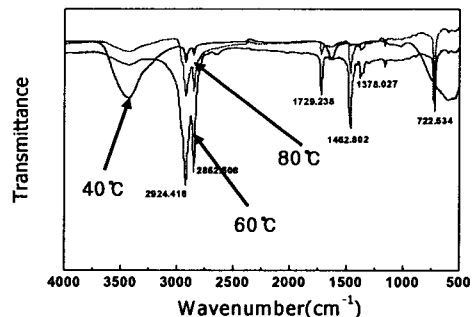


그림 5. 다양한 코팅 온도에서 PE가 코팅된 TiO<sub>2</sub>

입자의 FT-IR 분석결과.

이 되어있지 않음을 알 수 있었다. 그러나 80 °C에서는 폴리에틸렌이 충분히 녹아 침가된 TiO<sub>2</sub> 입자 표면에 코팅이 이루어 졌음을 알 수 있다. 그러므로 PE를 TiO<sub>2</sub> 분말에 효과적으로 코팅하기 위해서는 80°C 이상의 가열온도가 필요함을 알 수 있다.

전자잉크를 주입하기 위한 기판 제조를 위해 포토리소그래피 기술을 적용하였다. 먼저 같은 크기의 원판인 마스크를 제작하기 위하여 본 실험에서는 비교적 저가에 제작할 수 있는 소프트 마스크를 설계/제작하여 이용하였으며 1차적으로 제작하였던 마스크는 아래 그림 6과 같이 4각형 우물모양을 구성하기 위한 패턴으로 구성되었다. 그러나 이 micro-wall 패턴은 후속단계에서 잉크를 채워 넣을 때에 어려움이 있어 주입 용이성의 개선을 위해 디자인을 개선하게 되었다. 그림 7에서 볼 수 있듯이 pixel과 pixel 사이를 완벽히 분리하지는 않고 가운데 벽을 뚫어 놓음으로써 전자종이용 잉크가 용이하게 흘러 갈 수 있는 통로를 마련하고 전체패턴의 가장자리 테두리선을 추가함으로 해서 잉크가 더 이상 외부로 누출되지 않도록 설계 및 제작 하였다.

전자종이 micro-wall의 셀 크기는 가로×세로가 각각 150 μm, 200 μm, 500 μm, 1 mm, 2 mm 로 제작 하였으며, 셀간의 간격은 10 ~ 400 μm 사이즈로 제작하였다.

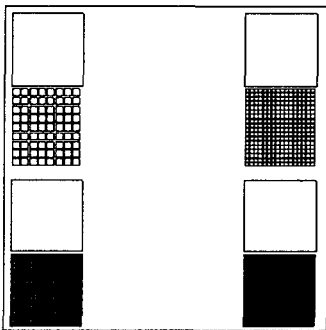


그림 6. 전자종이 적용을 위해 설계된 closed cubic cell의 마스크 형상.

응답속도는 전자종이 전기영동 시 입자들의 움직임에 따른 반사광의 변화를 측정함으로써 구할 수 있다. Power supply에서 50 V의 구형파를 전자종이 샘플에 인가하여 반사되는 빛의 파형을 관찰 하였다. 양의 전압이 인가되면 입자들이 떠오르면서 점점 화면이 흰색으로 변하게 되고 반사되는 빛도 증가하게 될 것이다. 반대로 음의 전압이 인가되면 화

면이 파란색으로 변하고 반사되는 빛은 점점 줄어 들게 될 것이다. 이때의 반사광 파형을 측정하여

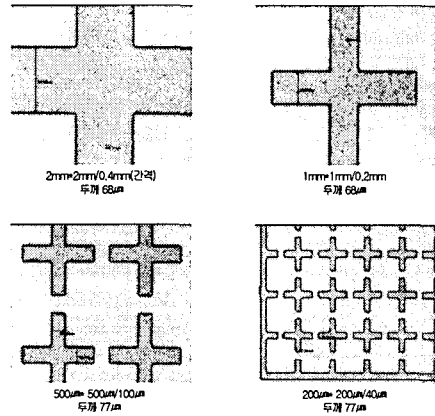


그림 7. 포토레지스트에 의해 제조된 마스크의 광학 현미경 관찰결과.

전자종이의 응답 속도를 구할 수 있다.

정확한 파형을 관찰하기 위해서 ammeter의 analog output 단자에 디지털 오실로스코프 (Tektronix : TDS3014B)를 연결하였다. 오실로스코프에서 관찰된 파형은 PC로 보내어지고, 이것을 다시 LabVIEW를 이용하여 rise time과 fall time을 계산 하였다. LabVIEW는 파형 계산 외에 power supply의 제어를 담당 한다. 그림 8은 전자종이용 잉크에서 제조된 전자종이 샘플의 응답 파형을 오실로스코프에서 나타난 그림이다. 전압을 20 V~55 V 까지 높여가며 응답 속도를 측정 하였다.

그림 9의 파형에서 사각형의 펄스는 전자종이의 구형파로 전자 종이에 인가되는 전압을 나타내고, 이 구형 파의 극성 변화에 따라 마치 RC회로의 충전 곡선과 같은 파형이 나타난다. 이것은 전자 잉크의 입자들이 극성에 따라 움직이면서 반사되는 빛의 양이 변화하여 나타나는 것이다. 이 파형에서 최고점과 최저점에 도달하는데 걸리는 시간을 구하면 응답 속도를 구할 수 있다. 구형파에 인가되는 전압의 세기에 따라서 응답 속도는 다르게 나타나는데, 그림 9는 샘플에 무리를 주지 않는 최대 전압인 55 V의 파형에서 LabVIEW에 의해 계산된 rise time과 fall time을 나타낸다.

그림 10의 파형에서 사각형의 펄스는 50 V의 구형파를 나타내고, 이 구형파의 극성 변화에 따라 마치 RC회로의 충전 곡선과 같은 파형이 나타난다. 이것이 전자잉크의 입자들이 극성에 따라 움직이면서 반사되는 빛의 양이 변화하는 것이다. 이 파형에서 계산된 rise time과 fall time은 각각 124.4

ms와 152.67 ms 이다. 분산 system이 담겨져 있는 격벽의 높이가 100 micron이었을 때 반전에 의한 전압 차이는 100 V가 되므로 104 V/cm의 전기장이 걸리게 된다. 따라서 측정된 응답 속도로 미루어 볼 때 입자들이 전기 영동에 의해 움직이는 속도는 대략  $7 \times 10^{-2}$  cm/sec 정도가 되고 mobility는  $7 \times 10^{-7}$  cm<sup>2</sup>/Vsec 정도로 측정되었다.

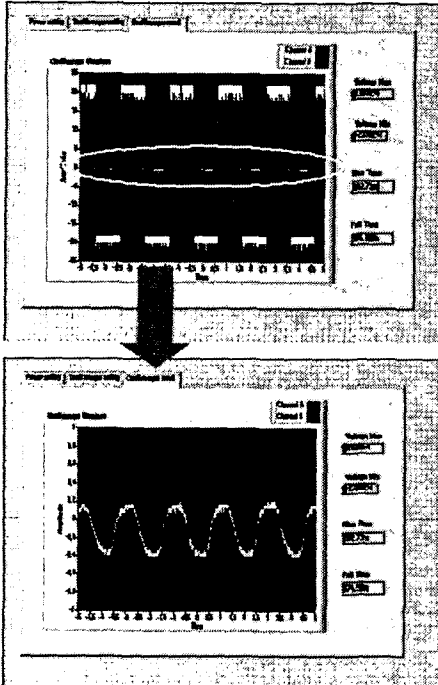


그림 8. 20 V 전압인가 시 전자잉크의 응답파형.

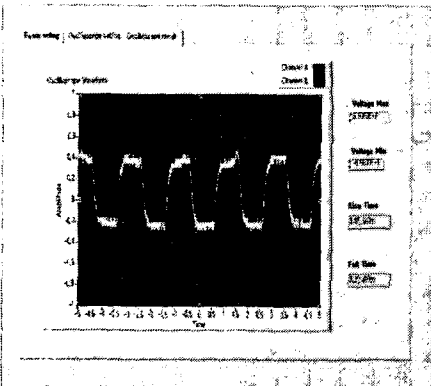


그림 9. 55 V 전압인가 시 전자잉크의 응답파형.

#### 4 결론

1. 전자종이 적용용 잉크 제조를 위해 상업적으로 널리 사용되는 P-25 TiO<sub>2</sub> 분말을 TCE, toluene,

cyclohexane에 혼합하여 제타전위 측정결과 cyclohexane에 혼합된 분말의 경우 -80 mV의 높은 제타전위를 나타내었다.

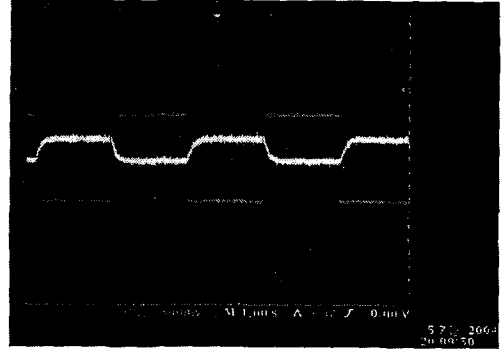


그림 10. 50 V 전압 인가 시 rise time과 fall time에 의해 측정된 전자잉크의 응답속도.

2. 분산제가 제타전위에 미치는 영향을 평가하기 위하여 AOT, SDS, APS, PBS 등을 첨가한 후 측정된 제타전위 결과 PBS를 첨가하였을 경우 가장 높은 제타전위를 나타내었다.
3. Planetary mill에 의해 합성된 고분자가 코팅된 분말에 분산제인 PBS를 첨가하여 cyclohexane 내에서 측정된 제타전위는 -100 mV 이상의 높은 값을 나타내었으며, 분말의 pH 또한 별다른 영향을 주지 않은 것으로 사료된다.
4. SU-8 100 레지스트를 이용한 photo-lithography 공정을 통해 원하는 크기의 격벽패턴을 성공적으로 구현할 수 있었다.
5. 전자종이 샘플의 응답속도는  $7 \times 10^{-2}$  cm/sec, mobility는  $7 \times 10^{-7}$  cm<sup>2</sup>/Vsec 정도로 측정되었다.

#### 감사의 글

본 연구는 과학재단 R-01-2002-000-00338의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

#### 참고문헌

- [1] J.I. Pankove, Color Reflection Type Display Panel (Tech. Note No.535, RCA Lab., Princeton, NJ, 1962).
- [2] I. Ota, J. Honishi & M. Yoshiyama, Electrophoretic image display panel. Proc. IEEE 61, 832-836(1973).
- [3] D. Davis, A.Khan, C. Jones, X.Y.Huang, and J.W.Doane, J. SID, Vol7, No.1, p43,1999.
- [4] M.Bryning and R.Cromer, Proc. SID 98, 37.4, 1998.