

액정을 이용한 유기 광도전체의 Charge-Carrier 수송 특성

성정희 · 이 봉[†]

부경대학교 고분자공학과
(1999년 1월 23일 접수)

Charge-Carrier Transport Properties of Organic Photoconductor Doped with Liquid Crystals

Jung-Hee Sung and Bong Lee[†]

Department of Polymer Engineering, Pukyong National University, Pusan 608-739, Korea

[†]e-mail : bong@pine.pknu.ac.kr

(Received January 23, 1999)

요약: 유기 광도전체는 분자 배열이 불규칙한 비정성 고체계로서 charge-carrier 이동도가 무기 광도전체에 비해 매우 낮다. 유기 적층형 광도전체의 전하수송층에 액정 (5CT, 7CB, 8OCB 및 E7)을 혼합시킴으로써, 광도전체에 있어서의 분자 배향이 charge-carrier 수송 특성에 어떠한 영향을 미치는지 관찰하였다. 액정을 혼합시켜 제작한 유기 광도전체는 액정의 농도비가 증가할수록 암감쇄는 거의 0에 가까웠다. 그리고 사용한 액정 가운데 5CT계 액정이 가장 우수한 표면전위 특성을 나타내었다. 특히 2,4,7-trinitrofluorenone에 대해 40 wt%의 농도로 혼합하여 급냉시켜 제작한 5CT계 감광체는 암감쇄도 거의 일어나지 않았으며, 감도면에서도 우수한 값을 나타내었고, 잔류전위도 매우 작게 나타났다.

ABSTRACT: In this study, xerographic properties of double-layer photoconductor doped with liquid crystals as charge-carrier transport material were investigated. The double-layer photoconductor consists of the nematic liquid crystals (5CT, 7CB, 8OCB, and E7) doped with 2,4,7-trinitrofluorenone as a charge-carrier transport material and the metal-free phthalocyanine (H₂Pc) dispersed in polyvinylbutyral as a charge-carrier generation material. In the results of measured surface voltage properties for photoconductor doped with liquid crystals, TNF : 5CT (40 wt%) sample showed the lowest dark decay, the lowest residual voltage and the highest sensitivity among others because the molecular ordering of the liquid crystal enhanced charge-carrier transport mobility.

Keywords: photoconductor, carrier transport material, carrier generation material, xerographic property, liquid crystal.

서 론

급세기 고도화된 정보화 사회에서는 다량의 화상정보를 신속하게 처리, 기록, 전달 및 저장하는 화상정보 system의 개발이 대단히 중요하다. 이에 따라 정보 전달 매체, 기록 매체 및 저장 수단에 대한 새로운 재료의 연구와 개발이 급격히 요구되고 있다.

현재 실용화되고 있는 화상정보 system으로서는 PPC (plane paper copier), LBP (laser beam printer), LED (light emitting diode), 액정광 셔터 프린터 등이 있다. 이러한 광 프린터의 감광체로서 주로 사용되고 있는 재료가 전자 사진용 감광체이다. 전자 사진용 감광체는 크게 무기계 광도전성 재료와 유기계 광도전성 (OPC : organic photo conductor) 제

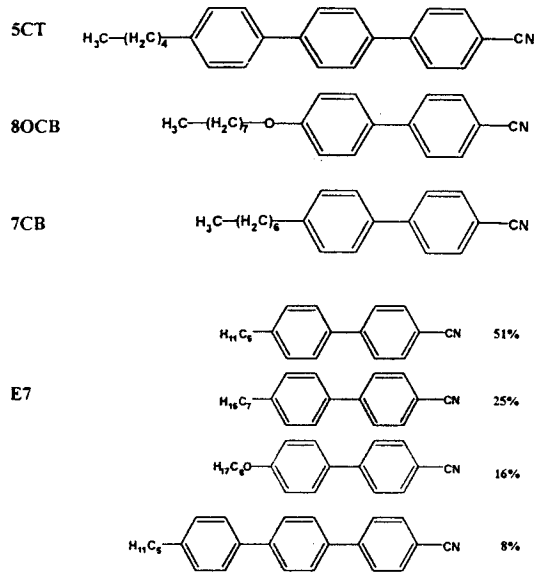
료로 분류된다.¹ 무기계 광도전성 재료는 유기계 광도전성 재료에 비해 copy품질, 악취, 공해성, process의 복잡성 등의 단점으로 인하여 1970년대 후반부터 유기 광도전체로 대체되었다.^{2,3} 그러나 유기계 재료는 무기계 재료에 비해 현저히 낮은 전하 이동도 때문에 감도에 따른 많은 문제점을 안고 있다. 이러한 낮은 전하 이동도의 주원인은 charge-carrier 수송 분자들이 고분자 매트릭스에 무질서하게 분산되어 있기 때문이다. 일반적으로 유기 재료는 분자 배열이 불규칙한 비정성 고체계이기 때문에 charge-carrier 이동도가 낮다. 비정성 고체계는 무질서한 hopping site 때문에 carrier의 hopping 시간이 분자성 결정계보다 느리고, 반대 전극까지 carrier가 모두 도달하지 못해 이동도가 매우 낮다.⁴

최근 유기 재료의 저이동도 개선에 대한 연구가 계속 논의되고 있다. 예를 들면 공액 고분자, 유사 공액 고분자, 분자성 doping제 등이 있다. 그러나 이들 계의 사용에도 불구하고 기계적 성질이나, 이동도 사이에는 여전히 많은 문제점이 남아 있다.⁵

본 연구의 목적은 분자 배열이 불규칙한 유기 재료에 액정을 혼합함으로써 분자성 결정에 가까운 환경을 구현하여 고이동도의 광도전체를 제작하는데 있다. 배향성을 가지지 않는 비정성 고체와는 달리, 액정의 분자는 배향성을 가지므로 분자 사이의 질서도가 높아지게 되고, charge-carrier의 hopping을 방해하는 hopping site의 공간적인 틈이 작아져 고이동도의 특성을 가질 수 있다.⁶ 따라서 본 연구에서는 적층형 유기 광도전체의 carrier 수송 재료(CTM: carrier transport material)에 액정을 혼합함으로써 액정이 지니고 있는 분자 배향성이 전하 수송에 어떠한 영향을 미치는지 검토하였다.

실 험

시 료. 본 실험에서 사용한 적층형 유기 감광체 시료는, 전하발생제 (CGM: charge generation material)로서 무금속 프탈로시아닌 (H₂Pc, 동성화학)을 사용하였으며, 전하수송체로서 2,4,7-trinitrofulorenone (TNF, Tokyo Kasei)를 사용하였다. 그리고 전하수송층(CTL: charge transfer layer)의 이동도를 높이기 위해서 전하수송체인 TNF에 액정 4-cyano



Scheme 1. Chemical structure of liquid crystals used in this study.

-4'-pentyltriphenyl (5CT, Merck Japan Ltd.), 4-cyano-4'-octyloxybiphenyl (8OCB, Merck Japan Ltd.), 4-cyano-4'-heptylbiphenyl (7CB, Merck Japan Ltd.), E7 (Merck Japan Ltd.)을 각각 혼합시켰다. 이들 액정의 구조식은 Scheme 1에 나타내었다. 전하발생층 (CGL: charge generation layer)의 polymer binder는 H₂Pc와 가장 상용성이 우수한 polyvinylbutyral (PVB, M.W. 36000)을 사용하였고, 전하수송층의 polymer binder는 기계적 강도와 투명성이 우수한 polycarbonate (PC, M.W. 64000)를 사용하였다.

적층형 유기 감광체 제작.

전하발생층의 제작: CGM인 H₂Pc를 PVB와 1:1의 중량비로 THF에 용해시키고, 초음파 분산기를 이용하여 30분 정도 분산시켰다. 충분히 분산시킨 CGM을 Al기판에 #3 wire bar를 사용하여 약 0.1 μm 두께로 도포하였다. 이 필름은 60 °C에서 2시간 동안 진공 건조기에서 건조시켰다. 건조시킨 필름의 막 두께는 막 두께 측정기 (Seiko Instruments, LE-330)를 사용하여 측정하였다.

전하수송층의 제작: 제작한 CGL위에 CTL을 Fig. 1과 같이 적층하여 유기 적층형 감광체를 제작하였다.

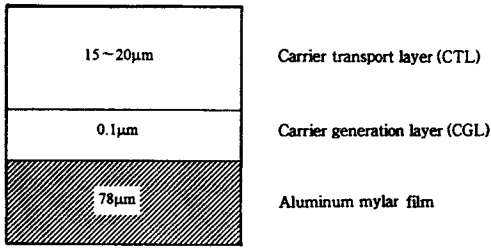


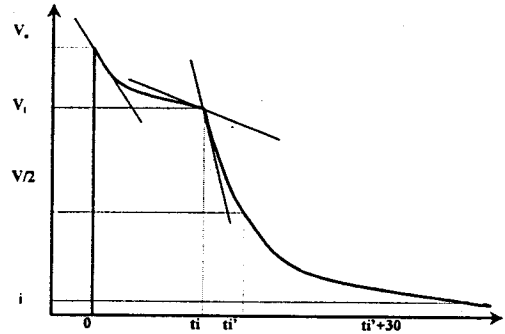
Figure 1. Cross-sectional view of a double layered photoconductor.

CTM인 TNF에 각 액정을 여러 비율로 혼합한 후, 제작된 CTM은 PC와 1 : 1의 비율로서 혼합시켰다. 각 시료들은 THF에 용해하여 혼합, 교반시킨 후, 급냉시키거나, 공냉시켜서 제작하였다. 위에서 제작한 CGL 위에 #50 wire bar를 사용하여 약 20 µm 두께로 도포하였고, 동일한 방법으로 60 °C에서 2시간 동안 진공 건조기에서 건조시켰다.

감광 특성 측정. 제작된 적층형 유기 감광체의 감광 특성은 전자 사진 특성 중의 하나인 photo-induced discharge curve (PIDC)를 사용하여 측정하였다. 시료대에 제작된 시료를 알루미늄 호일로 접지시킨 후, 시료대를 작동시키면, 코로나 대전부를 지나면서 감광체 표면은 음(-) 또는 양(+)으로 대전된다. 대전된 시료는 표면 전위 측정계의 probe 아래에 놓이게 되고, 이 때 감광체 표면 전위가 기록된다. 감광체 표면의 전위가 일정한 전위에 도달했을 때, Xe 광원으로부터 monochromater를 통해 백색광이 시료의 표면에 조사된다.

광 조사시 적층형 감광체의 CGL에서 전자-정공쌍이 발생하여 전기장에 의해 분리되고, 생성된 광 carrier가 감광체의 표면 전위를 감쇄시킨다. 이것을 비접촉 방전 probe에서 읽어서 AD converter을 거쳐 컴퓨터에 입력시킨 다음, 자료를 처리하여 출력시킨다. 적층형 유기 감광체에 빛을 조사할 때, 시간에 따른 표면 전위의 감쇄는 감광체의 광전 변환 기능을 나타내는 전자 사진 측정법 중의 하나이다.⁷ 이러한 방법으로 측정된 PIDC는 Fig. 2의 방법을 이용하여 반감 노광량, 감도, 광감쇄 속도, 암감쇄 속도 그리고 잔류전위를 구하여 전자 사진 감도를 평가하였다.

시료의 표면 관찰. 시료의 CTL 제작시, 냉각 속도에 따른 액정상의 형태를 관찰하기 위해서, 광학 현



$$V_0: \text{Initial voltage}$$

$$\frac{dV_d}{dt}: \text{Dark decay velocity}$$

$$\left(\frac{dV}{dt}\right)_{t_i} - \left(\frac{dV_d}{dt}\right)_{t_i} = \frac{dV_t}{dt}: \text{Light decay velocity}$$

$$E_{1/2} = \text{Light intensity}(t_i' - t_i) = \text{Half decay exposure}$$

$$V_r: \text{Residual voltage}$$

Figure 2. Charge and discharge curve of photoconductive material.

미경 High-scope (HIROX)를 사용하여 CTL 표면을 관찰하였다.

결과 및 고찰

표면전위 특성. 최종적으로 좋은 화상을 얻으려면, 대전, 노광, 현상, 전사, 정착 등 화상 형성 process의 각 단계에 대한 표면전위 특성이 매우 중요하다.^{8,9} 본 실험에서는 PIDC법에 의한 표면전위 곡선에서부터, 다음과 같은 일반적인 전자사진 특성을 관찰하였다.

초기전위 (V_0): 일반적으로 초기전위는 코로나 방전에 의해 광도전체 표면을 대전시켰을 때, 전하수용능력을 나타내는 특성으로서, 단시간에 높은 전하를 수용 가능한 것이 필요하다.

Fig. 3은 급냉시켜 제작한 시료로서 각 액정들의 농도 비에 따른 초기전위를 나타내었으며, 이 때의 측정조건은 음대전시킨 경우이다. CTM에 액정을 혼합시키지 않고 TNF 단독으로 사용한 시료의 경우에는 초기전위가 매우 높은 결과가 얻어졌다. 그러나, 5CT 혼합계의 경우에는 액정의 양이 증가할수록 초기전위가 증가하는 경향을 나타내었다. 반면에 8OCB 혼합계나 E7 혼합계의 경우에는 액정의 농

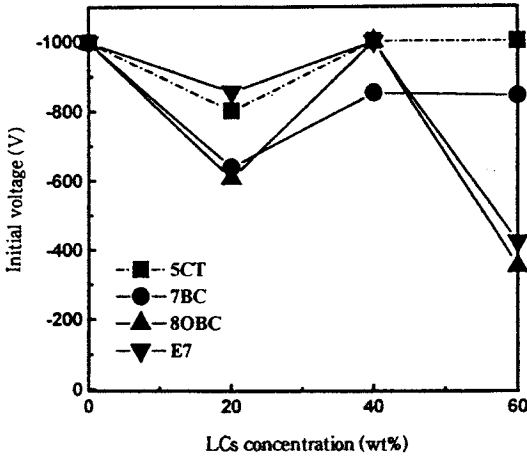


Figure 3. Profile of initial voltage for ice-cooled and negatively charged samples as a function of LCs concentration.

도가 40 wt%에서 조금 높은 초기 전위의 결과가 얻어졌으나, 액정의 양이 증가할수록 감소하는 결과를 나타내었다.

Fig. 4는 공냉시켜 제작한 시료로서 각 액정들의 농도 비에 따른 초기전위를 나타내었으며, 이 때의 측정조건도 음대전시킨 경우이다. TNF 단독으로 사용한 시료는 급냉시킨 경우에 비해서 초기전위가 매우 낮음을 나타내었다. 액정 5CT를 혼합시켜 제작한 시료의 초기전위는 액정의 양이 증가할수록 증가하였으나, 급냉한 경우보다는 그다지 높지 않았다. 7BC, 8OBC, E7계의 경우에는, 5CT계 시료보다 매우 높은 초기전위를 나타내었다. 또 급냉시킨 시료에 반해 공냉시킨 시료는 액정의 양이 증가할수록 높은 초기전위를 나타내었다.

이들 결과에서부터 급냉시킨 경우나 공냉시킨 두 경우 모두, TNF 단독으로 사용한 시료보다는 액정을 혼합시켜 제작한 시료에서 더 높은 초기전위 특성을 관찰할 수 있었다. 이는 액정이 극성기를 가지고 있기 때문에 유전율이 높으므로 단시간에 높은 전하를 수용 가능한 것으로 사료된다.

암감쇄 (V_0): 전자사진 특성 중의 한가지인 암감쇄는, 코로나 방전 이후, 노광하기 전까지 대전된 광도 전체 표면의 암저항을 나타낸 것으로 전하 보지성을 나타내는 특성이다. 그리고 광도전체로서 사용하기 위해서는 암감쇄가 20 V/s이하의 값을 가져야 하고,

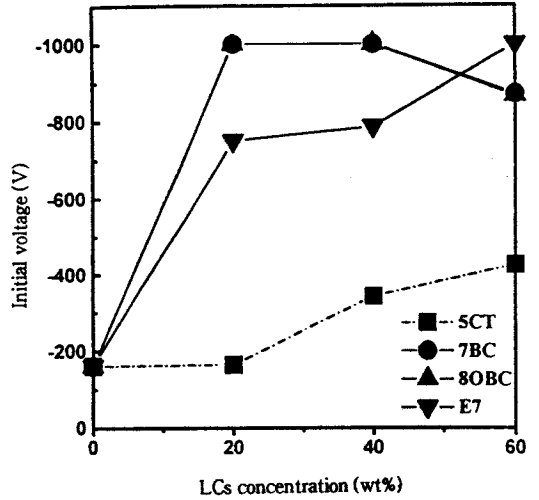


Figure 4. Profile of initial voltage for air-cooled and negatively charged samples as a function of LCs concentration.

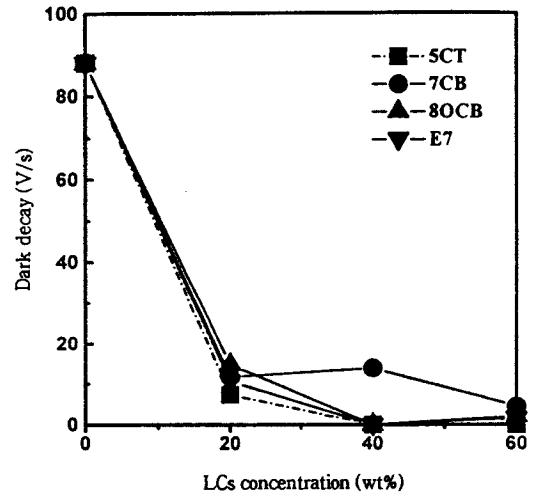


Figure 5. Profile of dark decay for ice-cooled and negatively charged samples as a function of LCs concentration.

0에 가까울수록 우수하다.

Fig. 5는 급냉시켜 제작한 시료로서 각 액정들의 농도 비에 따른 암감쇄의 변화를 나타낸 것이다. 이 때의 측정조건은 음대전시킨 경우이다. 액정을 혼합시키지 않고 TNF를 단독으로 사용하여 제작한 시료는 암감쇄가 너무 커서 광도전체로서 적합하지 않는

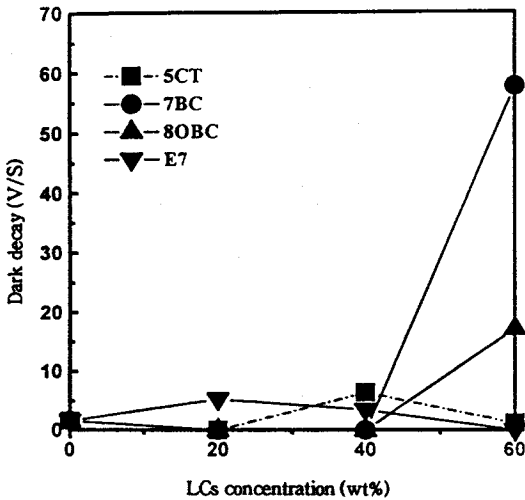


Figure 6. Profile of dark decay for air-cooled and negatively charged samples as a function of LCs concentration.

것으로 나타났다. 그러나 액정을 혼합시켜 제작한 시료들은 액정의 농도가 증가할수록 암감쇄가 0에 가깝게 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 액정이 고유 전율을 가졌기 때문에 전하 보지성이 우수하여, 암 상태에서 감쇄가 적게 일어나는 것으로 생각된다.

Fig. 6은 공냉시켜 제작한 시료로서 각 액정들의 농도 비에 따른 암감쇄의 변화를 나타낸 것이다. 이때의 측정조건도 음대전시킨 경우이다. 공냉시킨 시료의 암감쇄는 급냉한 시료와 반대로 액정의 양이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 시료를 제작할 때, 냉각속도에 따른 액정의 분산정도에 기인하는 것으로 사료된다.

이상의 결과에서부터, 액정을 혼합시킨 유기 광도전체의 암감쇄는 액정의 농도와 냉각 속도에 크게 의존하는 것으로 나타났다. 급냉한 시료에서 더 우수한 암감쇄 특성을 얻을 수 있었던 것은, 시료를 제작할 때, 냉각속도에 따른 액정의 분산정도 차이에 기인하는 것으로 사료된다. 따라서 급냉시킨 시료는 TNF에 대한 액정의 분산상태가 용이하여 액정상이 잘 발달되었으나, 공냉시켜 제작한 시료는 TNF와 액정과의 상분리가 일어나 액정이 불순물로서 작용하여 전하 보지성이 낮아 암 상태에서 감쇄가 크게 일어나는 것으로 생각된다.

잔류전위 (V_r): 노광하여 화상이 형성되어 현상한

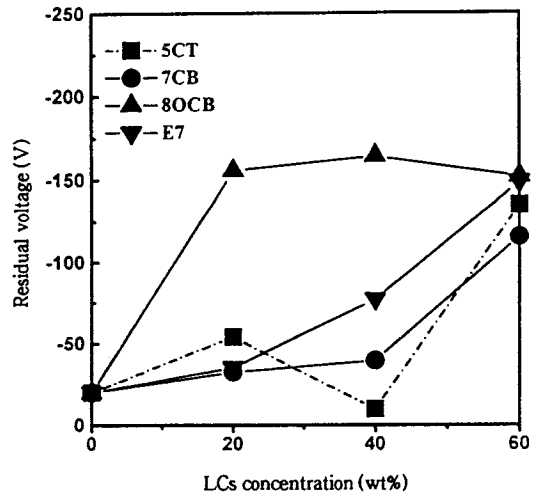


Figure 7. Profile of residual voltage for ice-cooled and negatively charged samples as a function of LCs concentration.

후, 표면전위가 0이 되는 광도전체는 거의 없으며, 약간의 전위가 남아있게 된다. 이것을 잔류전위라고 한다. 일반적으로 광도전체를 반복하여 사용하면 잔류전위가 서서히 증가하여 깨끗한 화상의 형성이 어렵다. 잔류전위가 발생하는 주 요인은 광도전층 중을 이동하는 전자, 정공이 트랩되면서 광도전체의 적층면에 축적되기 때문이다.

Fig. 7은 급냉시켜 제작한 시료로서 각 액정들의 농도 비에 따른 잔류전위 특성을 나타낸 것이며, 이때의 측정 조건은 음대전시킨 경우이다. 관찰한 결과, 40 wt%의 농도비를 가지는 5CT의 시료가 가장 낮은 잔류전위를 나타내었다. 암감쇄 특성의 경우에는 액정의 양이 증가할수록 암감쇄가 거의 일어나지 않는 경향을 나타내었으나, 잔류전위 특성에서는 액정의 양이 증가할수록 잔류전위가 높은 것을 관찰할 수 있었다. 그러나 40 wt%의 5CT를 TNF에 혼합시킨 시료에서는 액정을 혼합시키지 않은 시료보다 더 낮은 잔류전위를 나타내었다.

이상의 결과에서 미루어 보아, 액정의 농도 비가 TNF에 비해서 너무 많으면 트랩으로서 작용하여 hopping하지 못한 전자나 정공이 광도전체 표면에 남아있게 되므로 잔류전위가 크게 되는 것으로 사료된다. 그러나 최적의 농도 비(40 wt%)를 가지는 5CT계 시료에서는, 전자나 정공이 액정 분자의 배열

에 의한 높은 질서도 때문에, 반대 전극까지 효율 좋게 이동하게 된다. 따라서 hopping 수송에 의해 이동된 전자나 정공은 광도전체 표면에서 모두 증화되므로, 잔류전위가 0에 가깝게 된다.

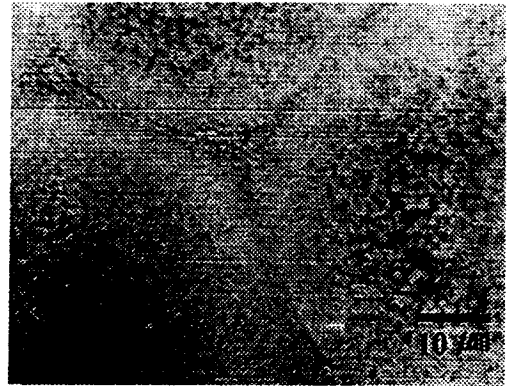
또 다른 액정에 비해서 5CT의 잔류전위가 0에 가까운 이유는, 5CT가 terphenyl기를 가지고 있기 때문이다. 최근 M. Yokoyama의¹⁰ 보고에 의하면, 전자나 정공은 phenyl기의 결합위치 방식이나, 결합수의 증가에 따라서 분자 내의 이동성이 증가한다고 한다. 그러므로 5CT는 biphenyl기를 가지는 다른 액정에 비해 terphenyl기 구조를 가지고 있기 때문에, 전자나 정공이 광도전체의 표면까지 효율 좋게 잘 이동하여 표면에서 완전히 증화되므로 잔류전위가 남지 않게 된다.

냉각속도에 따른 Charge-Carrier 수송 특성.

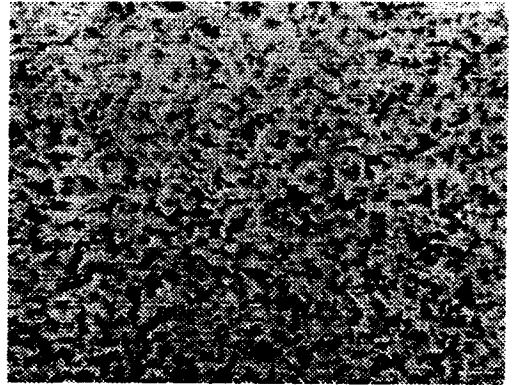
시료의 표면 관찰: 본 실험에서 관찰한 시료 가운데, 가장 우수한 특성을 나타낸 5CT계 시료의 표면을 광학 현미경으로 관찰하였다. Fig. 8에서 관찰한 결과, 급냉시킨 계에서는 액정상이 잘 생성되어 있는 것을 관찰할 수 있었으며, 공냉시킨 계에서는 TNF와 액정이 상분리를 일으켜 5CT가 결정상으로 존재하고 있음이 관찰되었다. 따라서 TNF에 액정을 혼합하여 급냉시켜 제작한 시료는 공냉시킨 시료보다 분산 상태가 용이하여 액정상의 영역이 잘 발달되었기 때문에, 액정의 분자가 배열에 의해서 질서도가 높아지게 되어 carrier 수송 이동도가 증가하는 것으로 생각된다.

감도 (S): 감도는 광도전성 재료의 흡광율, carrier 발생율, drift 이동도에 따라서 결정된다. 따라서 감도를 측정함으로써 charge-carrier 수송 특성을 관찰할 수 있다. 본 연구에서는 Xe 램프를 광원으로 사용하여 일정한 표면전위를 감쇄시키는데 필요한 노광량을 구하여 감도를 얻어내었다. 즉 초기전위를 1/2까지 감쇄시키는데 필요한 반감 노광량 ($E_{1/2}$)을 구한 후, 역수를 취하여 구하였다.

Fig. 9는 급냉시켜 제작한 시료로서 각 액정들의 농도 비에 따른 감도를 나타낸 것으로, 이 때의 측정 조건은 음대전시킨 경우이다. 감도면에서도 40 wt%의 농도 비를 가지는 5CT계 시료가 가장 우수한 경향을 나타내었고, 전자사진용 광도전체로서 가장 적합하다. 앞의 결과와 마찬가지로, 공냉시켜 제작한 시료에 비해서 급냉시켜 제작한 시료의 전자사진 특



(a)



(b)

Figure 8. Optical microphotographs of TNF: 5CT samples; (a) ice-cooled sample and (b) air-cooled sample.

성이 더 우수하게 나타났으며, 본 실험에서 사용한 액정 가운데, 5CT계 시료가 암감쇄도 거의 일어나지 않고, 잔류전위도 매우 작으며, 감도도 매우 높은 가장 우수한 경향을 나타내었다. 또한 40 wt%의 특정 농도에서 모든 전자사진 특성이 우수했다.

이상의 결과에서부터, 본 실험에서 제작한 유기 광도전체는 IBM에서 개발한 PVK-TNF의 전하이동 증감형 광도전체와 같이,¹¹ TNF는 전자수용체로서 작용하고 액정은 전자공여체로서 작용하는 전하수송 착체를 형성하게 되어 CTM으로서 작용하는 것으로 생각된다. 그리고 TNF에 액정 5CT를 용해시킨 후, 급냉시켜 제작한 시료는 분산 상태가 용이하여 액정상의 영역이 잘 생성되었기 때문에, 액정의 분자가 배열에 의해서 질서도가 높아지게 되어, carrier의

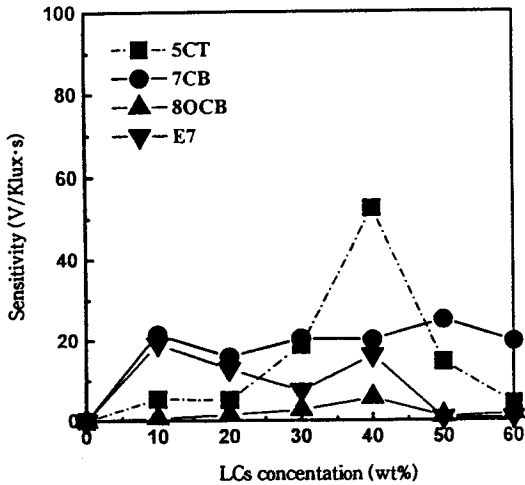


Figure 9. Profile of sensitivity for ice-cooled and negatively charged samples as a function of LCs concentration.

hopping site간의 공간적인 틈이 작아져 carrier 수송 이동도가 증가한 것으로 사료된다.

전하수송체에 대한 Polymer Binder의 영향. 일반적으로 CTL을 전하수송체 단독으로 쓰면 표면 강도가 약하기 때문에 polymer binder를 사용한다. Polymer binder로서 사용되는 재료들은 CTM과 상용성, 결합력이 우수해야 하고, 내마모성이 우수한 수지를 사용해야 하며, 하층 즉, CGM과의 접착성도 우수해야 한다. 그리고 가장 중요한 것은 polymer binder의 재료 선택에 의해서 광감도에 현저한 영향을 미치게 되므로, 재료의 선택이 매우 중요하다. 따라서 본 실험에서 제작한 액정을 혼합시킨 유기 광도전체에는 어떤 polymer binder가 가장 적합한지, 여러 종류의 polymer binder를 사용하여 각각의 표면 전위 특성을 관찰하였다.

Table 1은 앞의 결과에서 가장 높은 감도를 가지는 TNF : 5CT (40 wt%) 시료에 여러 종류의 polymer binder를 중량비 1 : 1로 혼합시켜 감광체의 전자사진 특성을 평가한 것이다. 그 결과, 이들 계에서도 음대전시켜 제작한 시료들이 양대전시켜 제작한 시료들보다, 모든 특성에서 더 우수한 경향을 나타내었다. 특히 PVB를 polymer binder로 사용한 감광체가 가장 높은 감도를 나타내었으며, 초기전위도 높았다. 이와 같은 결과는 본 연구에서 사용한 polymer

Table 1. Xerographic Data of the TNF:5CT (40 wt%) Samples with Various Polymer Binder^a

charging	polymer binder	V_0 (V)	V_d (V/s)	$E_{1/2}$ (Klux·s)	S (V/Klux·s)	V_r (V)	ϵ
negative	PE ^b	-970.5	7.6	3.0	148.3	-15.5	3.1
	PVB ^c	-931.0	3.9	1.9	235.3	-33.6	3.3
	PMMA ^d	-1002.2	15.3	21.7	20.8	-77.0	3.0
	PC ^e	-1000.9	0	13.5	35.7	-18.7	2.9
positive	PE	846.4	9.9	4.3	86.1	18.2	3.1
	PVB	655.5	3.8	1.3	227.8	24.3	3.3
	PMMA	726.1	4.4	31.2	10.8	69.2	3.0
	PC	787.7	9.0	22.1	16.4	50.9	2.9

^a Corona voltage: -8 kV, +8 kV, light intensity: 11.6 Klux. ^b PE: Polyester. ^c PVB: Polyvinylbutyral. ^d PMMA: Polymethylmethacrylate. ^e PC: Polycarbonate.

binder중에서 PVB의 유전율(ϵ)이 높기 때문인 것으로 생각된다. 5CT를 혼합시킨 유기 광도전체에 가장 적합한 polymer binder로서는 PVB이었고, 전자사진 특성은 polymer binder의 유전율과 의존성을 가지는 것으로 나타났다. 즉 유전율이 높은 binder일수록 전자사진 특성은 증가하는 결과가 얻어졌다.

대전성. 양대전성 감광체로서의 실용화가 가능한지 살펴보기 위해서, 앞에서 관찰했던 시료 가운데 가장 우수한 전자사진 특성을 가지는 40 wt%의 5CT시료를 음대전했을 때, 양대전했을 때의 특성을 각각 비교하였다. Table 1에서 나타낸 것과 같이, 음대전시켰을 때의 특성이 양대전시킨 경우보다 모든 특성에서 우수하였다. 그러나 양대전시킨 시료는 잔류전위만 개선된다면, 양대전성 감광체로서 적합하다고 생각된다. 현재 상용되고 있는 음대전성 광도전체는 코로나 방전에 의해 감광체 표면을 음대전시켜 상노광을 행한다. 이 때 발생하는 오존이 환경면에서 매우 심각한 문제로 대두되고 있다.^{12,13} 따라서 오존발생량이 없는 양대전성 광도전체의 개발이 시급하다. 액정을 혼합한 시료가 혼합하지 않는 시료에 비해, 암감쇄가 큰 폭으로 감소하지 않으므로 잔류전위의 특성만 개선시킨다면 양대전성 광도전체로서 가능하다고 생각된다.

결 론

본 연구는 유기 적층형 광도전체의 전하수송층에 액

정을 혼합시킴으로써, 전체에 있어서의 분자 배향이 charge-carrier 수송 특성에 어떠한 영향을 미치는지 관찰하였다. 그 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

액정을 혼합시켜 제작한 유기 광도전체는 액정의 농도 비가 증가할수록 암감쇄는 거의 0에 가까웠다. 그리고 사용한 액정 가운데 5CT계 액정이 가장 우수한 표면전위 특성을 나타내었다. 특히 TNF에 대해 40 wt%의 농도로 혼합시켜 제작한 5CT계 감광체는 암감쇄도 거의 일어나지 않았고, 감도면에서도 우수한 값을 얻을 수 있었으며, 잔류전위도 작았다. 또한 급냉시켜 제작한 시료의 경우가 공냉시켜 제작한 시료의 경우보다 전자사진 특성이 우수했다.

전하수송층을 전하수송제 단독으로 쓰면 표면 강도가 약하기 때문에 polymer binder를 사용한다. 그리고 polymer binder의 선택에 따라 광도전체의 전자사진 특성에 영향을 미치게 된다. TNF/5CT계에 가장 적합한 polymer binder는 PVB이었다. 이는 다른 polymer binder에 비해서 PVB가 고유전율을 가지기 때문에 높은 감도를 얻을 수 있었던 것으로 추측된다. 따라서 polymer binder의 유전율이 높을수록 전자사진 특성은 증가하게 된다.

현재 오존 발생을 줄이기 위해서는 양대전성 광도전체가 시급하다. 우리가 사용한 광도전체에서는 양대전보다는 음대전시의 표면전위의 변화가 더 우수했다. 양대전시의 문제점은 잔류전위가 크다는 점이다. 이 점만 잘 해결된다면 양대전성 광도전체로서의 가능성도 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. I. Takehiko, "Organic Non-silver Hydride Photonic Materials", p. 61, J. Soc. Publi. Center, Tokyo, 1992.
2. W. D. Gill, *J. Appl. Phys.*, **43**, 5033 (1972).
3. I. Takehiko, "Organic Non-silver Hydride Photonic Materials", p. 75, J. Soc. Publi. Center, Tokyo, 1992.
4. M. Dekker, "Organic Photoreceptor for Imaging System", ed. by B. J. Thompson, p. 6, Eastman Kodak Company Rochester, New York, 1993.
5. H. Scher and E. W. Montroll, *Phys. Rev. Lett.*, **12**, 2455 (1975).
6. D. Adam, F. Closs, T. Frey, D. Harrer, H. Ringsdorf, P. Schuhmacher, and K. Siemenemeyer, *Phys. Rev. Lett.*, **70**, 457 (1993).
7. D. Adam, W. Romhildt, and D. Harrer, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **35**, 1826 (1996).
8. I. Takehiko, "Organic Non-silver Hydride Photonic Materials", p. 82, J. Soc. Publi. Center, Tokyo, 1992.
9. M. Dekker, "Organic Photoreceptor for Imaging System", ed. by B. J. Thompson, p. 39, Eastman Kodak Company Rochester, New York, 1993.
10. H. Tanaka, Y. Yamaguchi, and M. Yokoyama, *J. Electrophotography*, **29**, 366 (1990).
11. M. Van der Auweraer, F. C. Schryver, P. M. Borsenberger, and H. Bassler, *Adv. Mater.*, **6**, 199 (1994).
12. M. Funahashi and J. Hanna, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **35**, 1707 (1996).
13. M. Funahashi and J. Hanna, *Phys. Rev. Lett.*, **78**, 2184 (1993).