

디스플레이용 PSA 일반 : PDP Filter용 Color-PSA를 중심으로

안덕기 · 이남희 · 한문기 · 방진현 · 이해경 · 염지윤 · 문승호[†]

(주)삼성코닝 연구소
(2007년 7월 20일 접수)

The Review of Pressure Sensitive Adhesive (PSA) in Flat Panel Display : Identification of PSA with Color Dyes in PDP Filter

Duckki Ahn, Namhee Lee, Moonki Han, Jinhyun Pang, Hyegyung Lee, Jiyeon Yeom, and Seungho Moon[†]

Display Materials Lab. R&BD Center, Samsung Corning Co., Ltd.

(Received July 20, 2007)

1. 서 론

현재 FPD (Flat Panel Display) 시장은 급성장을 지속하고 있으며 그 중심에 PDP와 LCD가 있다. LCD의 경우 대형 TV 시장으로의 확산이 빠른 속도로 이루어졌으며 PDP 업체 또한 최근 삼성SDI를 비롯한 LG전자, 마쯔시다 등 모듈 업체들의 적극적인 신규 라인 증설을 통해 향후 대형 시장의 주도권을 차지하기 위해 노력하고 있다. LCD와는 달리 PDP의 경우 모듈 전면에 PDP Filter [1]를 설치해야만 하는데 통상 PDP Filter 시장은 PDP set 시장의 성장세를 그대로 반영하며 통상 set 대비 5~10% 이상이다. 현재 PDP 모듈 및 Filter 시장의 50~60%를 한국 업체가 석권하고 있지만, 대부분의 전자 재료가 그러하듯이 PDP Filter의 각종 핵심 부품에 대한 해외 의존도는 매우 높은 실정이다. PDP Filter를 구성하는 각종 광학 기능 필름뿐만 아니라 이들 필름들을 접합하는데 사용되는 PSA (Pressure Sensitive Adhesive) [2]조차도 대부분 일본으로부터 수입하고 있다.

한편 전자 재료 분야에서 고기능성 점착제 또는 접착제에 대한 요구가 날로 증가하고 있는데 예를 들면 conducting adhesive [3,4] 및 Color-PSA [5] 등을 들 수 있다. Conducting adhesive의 경우 회로를 연결해주는 역할을 하거나 또는 전자파 차폐 용도로도 사용 가능하며 일반적으로 Isotropically Conductive Film (ICF)과 Anisotropically Conductive Film (ACF, z-axis Film)으로 나눌 수 있는데 ICF의 경우 필름을 통해 모든 방향으

로 전기 또는 열을 전달하는데 반해 ACF의 경우 전기 또는 열을 한 방향으로만 전도한다. 따라서 ACF는 상하 기판을 연결하는데 주로 사용되는 반면 ICF type의 경우 디스플레이에 있어 매우 중요한 요소 중의 하나인 EMI 차폐용에 효과적이다. PDP Filter에 사용되는 Color-PSA의 경우 Ne-cut 색소, 근적외선 흡수 색소, 그리고 색 보정 기능을 가지는 색소들을 점착제에 포함시킨 기능성 PSA의 일종이다. 이 경우 별도의 Color Film이 필요 없어짐에 따라 필터 구조 및 Filter 제조 공정 자체가 단순화되며 이는 곧 원가 경쟁력이 높아짐을 의미한다. 하지만 이러한 기능성 PSA의 경우 기존의 점착제에 우리가 원하는 기능을 추가로 부여시켜야 하기 때문에 한 차원 더 높은 기술력이 요구된다. 결국 이러한 광학용 기능성 점착제의 출현은 기존의 supply chain의 변화를 의미하는데 이는 과거 전문적으로 PSA 코팅만을 임가공 형태로 수행했던 PSA 업체들의 역할들이 복잡하지만 고부가가치를 창출할 수 있는 분야로 확장되고 있음을 의미한다.

따라서 본고에서는 디스플레이용 기능성-PSA 관련 핵심 사안들을 PDP Filter용 Color-PSA를 중심으로 설명하고자 하며 우선 PDP 및 PDP Filter에 대한 개략적인 설명을 한 후 기능성 PSA가 가져야 되는 핵심 특성 및 필요 기술들을 정리하고자 한다.

2. 본 론

2.1. PDP Filter

1996년에 발매 개시된 PDP (Plasma Display Panel)는 대형 평판 디스플레이로 일반 소비자에게도 널리 인

[†]Corresponding author: e-mail: seungho.moon@samsung.com

지되게 되었다. 공항 등에서의 게시판에서부터 대화면 업무용 모니터뿐만 아니라 가정용 TV에도 급속히 침투하기 시작했고, 현재 FPD (Flat Panel Display) 시장에서 LCD (Liquid Crystal Display)와 함께 양대 산맥으로 자리 매김을 하고 있다. PDP의 발광 원리는 LCD와 달리 자발광 방식인데 상하판 사이의 공간 내에 채워진 gas에서 방출된 자외선이 형광체와 부딪혀 고유의 가시광선을 방출하는 방법이다.

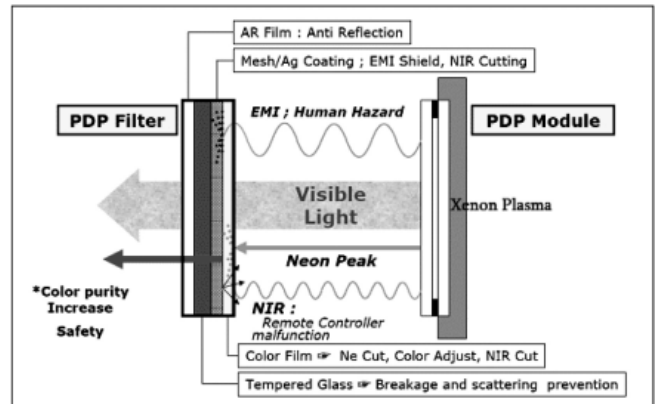
하지만 PDP모듈에서는 가시광뿐만 아니라 시청자들에게 해로운 여러 종류의 빛들이 방출되는데 예를 들면 인체에 유해한 전자기파(EMI, Electromagnetic Interference), 각종 전자제품들의 리모콘 오작동을 유발하는 근적외선(NIR, Near Infrared Rays), 그리고 색순도를 저하시키는 오렌지광 등이다. 따라서 PDP의 경우 상기와 같은 유해한 빛들을 차단하기 위하여 전면 Filter가 필수적인데 통상 고가의 모듈을 보호하기 위해서 여러 장의 광학 필름들이 유리 위에 적층되어 있는 구조를 가진다(Figure 1). 일반적으로 PDP Filter는 유리를 기준으로 하여 전면에 외광을 차단할 수 있는 AR (Anti Reflective) Film이 부착되어 있으며 EMI를 차폐할 수 있는 그물망 모양의 Mesh 필름, 기능성 색소를 포함하는 Color Film이 차례로 접합되어 있다. EMI 차폐를 위해서는 Mesh 필름 이외에 유리 또는 플라스틱 위에 Ag를 Sputtering한 도전막을 사용하기도 한다. 도전막 type의 경우 EMI 차폐능은 Mesh type보다 다소 떨어지지만 도전막층이 자체적으로 NIR을 흡수하기 때문에 NIR-cut 기능이 필요치 않다는 장점이 있다.

통상 각각의 필름들은 PSA를 통해 접합되는데 PSA의 경우 기능성 필름 가공 업체에서 PSA 코팅 전문 업체에 의뢰, 임가공한 후 완제품의 형태로 판매한다. 결국 PDP Filter에는 2~3층의 PSA 층이 존재하는데 이들 PSA 층이 광학 기능을 수행할 수만 있다면 Filter 구조는 매우 단순화해지며 특히 Non-carrier type의 양면 기능성-PSA를 사용할 경우 응용성이 매우 커지게 된다.

2.2. Color-PSA

통상 디스플레이용 PSA의 경우 투명한 아크릴계 접착제가 주로 사용되는데 접착 특성면에 있어서는 기존의 접착제와 크게 다른 점은 없지만 디스플레이소재의 특성상 내구성뿐만 아니라 이물 및 외관 결점에 대한 관리 규격은 매우 엄격한 편이다. 또한 고가의 필름들이 적층되는 구조이므로 라미네이션 공정시 불량 발생 시 필름의 재생을 위하여 흔적이 남지 않은 채 재박리가 되어야 한다. 따라서 이러한 재박리성(Re-work성)이 때로는 매우 중요한 사안이 되기도

(a)



(b)

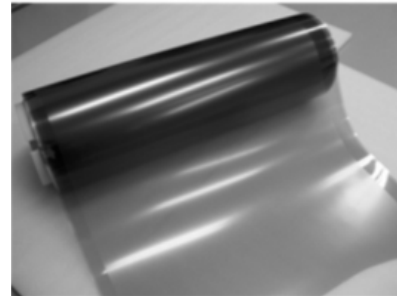


Figure 1. (a) PDP Filter (b) Color-PSA.

한다[4-7]. 즉, 기존의 점착제가 가져야 하는 내구성, 점착안정성뿐만 아니라 완벽한 외관, 우수한 재박리성이 디스플레이용 점착제가 가져야 하는 추가적인 요구 특성이다. 기능성-PSA 경우 단순 점착기능 이외에 광학 기능이 추가된다. Color-PSA의 경우 Ne-cut 또는 NIR dye 등 모든 염료들이 PSA 층에 혼합되므로 PSA 내에서 염료의 안정성이 가장 기본이 되어야 한다. 이를 위해서는 염료 자체의 안정성도 중요하지만 염료와 PSA 간의 상호작용에 대한 기본적인 체계적인 접근이 필요하다. 따라서 본 절에서는 Color-PSA를 중심으로 디스플레이용 기능성 PSA가 양산 적용하기 위해서는 어떠한 기술적 난제들을 극복해야 하는지에 대해 살펴보기로 한다.

2.2.1. Dye stability in PSA

일반적으로 디스플레이의 경우 10만 시간 정도의 수명을 보장해야 하는데 따라서 내열, 내습 그리고 내광성과 같은 내구성 시험이 필수적이며 통상 고온(60~100°C)에서 장시간(500~1000시간) 가속 시험을 실시하여 판단한다. 가속 시험 전·후의 색상차가 1차적인 판단 기준이며 필름의 UV-Vis. spectrum data를 색좌표(color coordinate)로 변환 후 사용한다.

기존의 PDP Filter용 Color Film의 경우 PMMA와 같

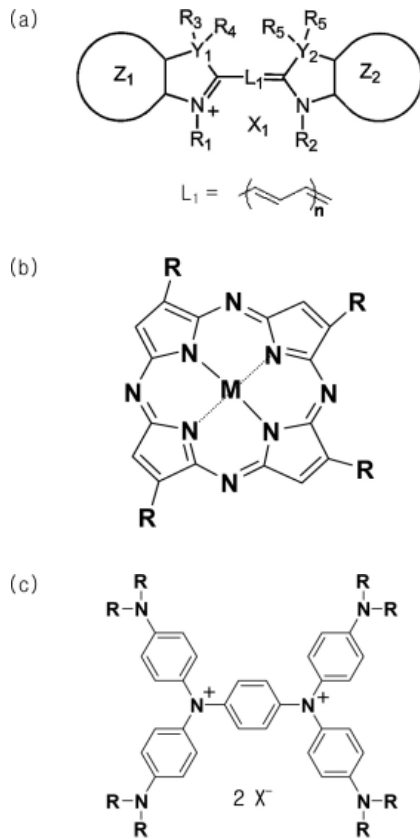


Figure 2. PDP Filter에 사용되는 염료: (a) 시아닌계 Ne-cut 염료, (b) 폴피린계 Ne-cut 염료, (c) 디임모늄계 NIR 염료.

은 아크릴계 고분자에 염료를 혼합한 후 wet-coating 방식으로 만들어지는데 이때 반응성이 거의 없는 안정한 고분자를 사용하기 때문에 색소의 안정성이 크게 문제가 되지 않는다. 더구나 고분자 수지들의 유리전이 온도(T_g)가 80~100°C 수준으로 상온보다 훨씬 높기 때문에 건조 직후 색소의 유동성(mobility)이 현저히 떨어지며 따라서 주변 환경(matrix)에 의한 영향보다는 색소 자체의 안정성이 중요하다고 할 수 있다. 즉 Color Film의 경우 고분자 수지 선정에 있어서는 제약이 많지 않은 편이며 얼마나 안정한 색소를 합성 또는 구매하느냐가 중요하였다.

반면에 Color-PSA의 경우 PSA 내에 염료를 첨가하는데 전체적인 상황이 Color Film과는 매우 다르다. 우선 관능기가 없는 안정한 고분자인 PMMA와는 달리 PSA의 경우 COOH, -OH와 같은 관능기를 포함하고 있을 뿐만 아니라 반응성이 비교적 높은 가교제를 통한 분자사슬간의 가교가 필수적이다. 더구나 통상의 PSA의 경우 건조 후에도 T_g 가 여전히 상온보다 현저히 낮기 때문에 숙성 과정 중에도 dye가 deactivation 및 destruction될 가능성이 매우 크게 된다. 아주 최근에 이러한 염료의 안정성을 collision 이론을 이용, 반

응성과 mobility의 관점으로 해석하고자 하였다[3].

PDP Filter용 Color Film에 사용되는 색소의 역할은 크게 세 가지로 구분해 볼 수 있는데, 첫째는 590 nm 영역의 오렌지 빛을 차단하는 Ne-cut 색소 그리고 950 nm 주위를 broad하게 흡수하는 NIR-cut 색소, 마지막으로 최종 set 업체가 요구하는 색감을 만족시켜주기 위한 색보정 색소이다[5-7]. 색보정 색소의 경우 상대적으로 소량 적용될 뿐만 아니라 안료와 같은 형태로 PSA 내에서 안정하며 손쉽게 구할 수 있으므로 큰 문제가 되질 않는다. 따라서 본고에서는 Ne-cut 및 NIR-색소를 중심으로 기술하고자 한다.

Figure 2에 나타난 바와 같이 Ne-cut 색소의 경우 크게 폴피린계색소 및 시아닌계색소 두 가지 type으로 분류된다. 색소 구조를 보면 알 수 있듯이 폴피린계 색소의 경우 metal-complex 형태의 안정한 구조로 PSA 내에서도 충분히 안정하다. 가격이 상대적으로 비싸다는 단점이 있으며 구조 변경을 통한 흡수 spectrum의 미세 tuning이 상대적으로 힘들다. 폴피린계 색소의 경우 metal-ligand 사이의 CT (charge transfer)에 의한 가시광 흡수인데 반해 시아닌계 색소의 경우 비편재화(delocalized)되어 있는 π 전자의 여기에 따른 가시광의 흡수가 일어난다. 따라서 시아닌계 색소의 장점 중의 하나는 최대흡수 파장을 상대적으로 쉽게 tuning할 수 있다는 점인데 일반적으로 Figure 2(a)에서 n이 1씩 증가할수록 최대흡수 파장은 약 100 nm 정도 장파장 쪽으로 이동한다. 이는 π 전자가 비편재 되는 공간이 클수록 electronic transition ($n \rightarrow \pi^*$, $\pi \rightarrow \pi^*$) 에너지 gap이 줄어들고 따라서 흡수 영역이 red-shift하게 되기 때문이다. 하지만 PSA 내에서의 안정성 측면에서 시아닌계 색소의 경우 폴피린계 색소에 비해 현저히 떨어져 양산적용하기가 쉽지 않았는데 최근에는 시아닌계 색소이지만 PSA 내에서 내구성이 월등히 향상된 제품들이 나오고 있다. 결국 현재 도전막용 Filter에 사용되는 Ne-cut Color Film의 경우 대부분 폴피린계 색소를 이용한 Color-PSA로 전환되었으며, 현재 원가 절감을 위해 시아닌계 색소를 이용하려는 노력들을 활발히 진행 중에 있다.

이에 반해 NIR 색소가 필요한 Color Film의 경우 (Mesh용 filter) 아직 Color-PSA로 완전히 전환되지 못했는데 이는 NIR 색소로 가장 광범위하게 적용되는 diimmonium 색소(Figure 2(c))의 안정성 때문이다. 때에 따라서 상대적으로 안정성이 높은 프탈로시아닌, Ni-complex 등이 적용되기도 하지만 용해도, 가격 등의 면으로 볼 때 디임모늄계를 완전 대처하기는 힘들다고 보여진다. 일반적으로 디임모늄계 색소의 경우 PSA 내에서 NIR 차단 기능을 쉽게 잃어버리는데 이들 현상에 대한 정확한 원인 규명은 쉬운 일은 아니다. 색

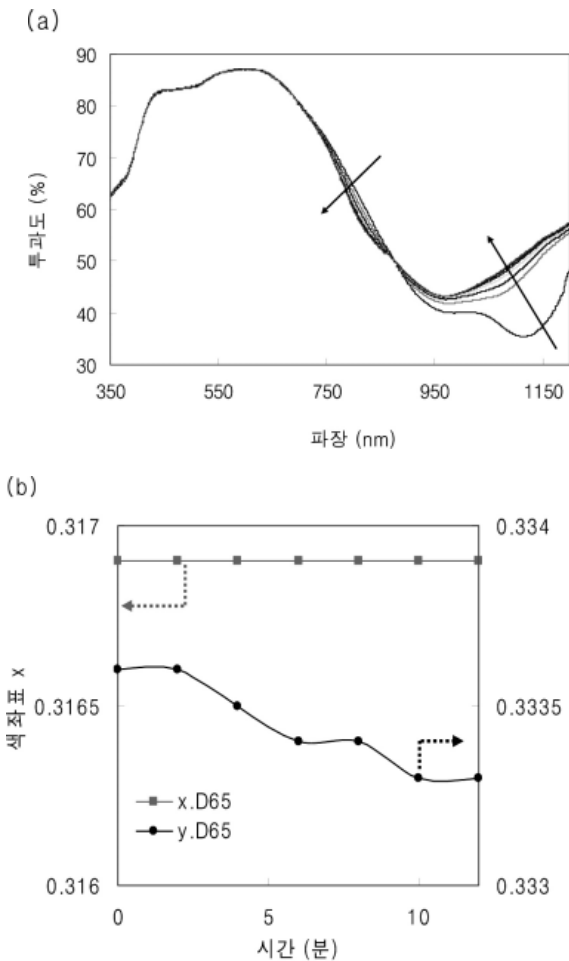


Figure 3. Color-PSA 코팅 직후 건조 시간에 따른 색안정성: (a) UV-Vis. 흡수 스펙트럼 변화, (b) 색좌표 변화.

소 type, PSA 관능기 type, PSA 분자량 및 가교제 종류, 함량 등 워낙 많은 변수들이 관여하기 때문이다. 또한 조성에 따라서 건조 기간 중에 특성이 변화하기도 하고 어떤 경우 가교가 끝난 후에 변화하기도 한다. 대부분의 경우 NIR 흡수능이 저하됨과 동시에 단 파장 영역의 가시광을 흡수하는데 이는 색소가 화학적 변화를 통해 새로운 형태의 색소로 전환되었음을 의미한다.

예를 들면 Figure 3은 Color-PSA 코팅 후 건조기간 동안에 UV-vis spectrum 변화를 관찰한 결과인데 시간에 따른 경시 변화가 상당히 크음을 알 수 있다. 일반적으로 Color Film의 경우 이 기간 동안 spectrum은 거의 변하지 않는다. 하지만 분자량이 매우 큰 PSA를 사용했을 경우 건조 동안에는 큰 변화를 보이지 않지만 열처리 기간 동안 상당히 큰 변화가 있는 관찰된다. 즉 Color-PSA에서의 색소 안정성은 여러 가지 요인에 의해 영향을 받고 있음을 알 수 있는데 구체적으로 -OH기를 가지는 PSA가 색소의 안정성 측면에서 -COOH

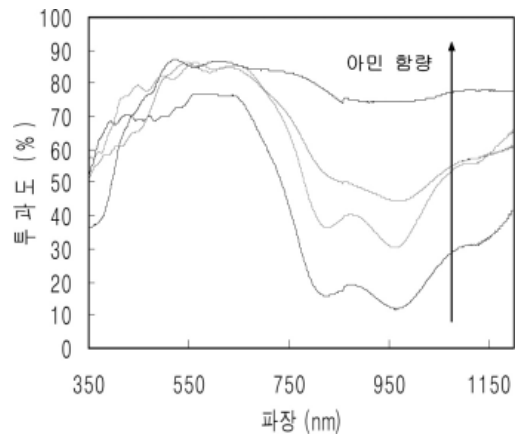


Figure 4. 아민 투입 함량에 따른 Color-PSA 용액의 안정성.

를 가지는 PSA보다 월등히 유리하며 색소가 용매의 polarity 및 치환기에도 매우 민감하게 반응한다는 사실도 관찰되었다[5]. Figure 4는 Color-PSA 용액에 아민을 첨가한 후 색소의 안정성을 확인한 결과인데 첨가한 아민의 함량이 증가할수록 NIR 염료의 기능을 급격히 잃어버리고 있음을 알 수 있다.

결론적으로 PSA 내에서는 색소의 반응, 승화, 응집 등 다양한 물리 화학적 변화가 가능하며 이는 주변 matrix의 환경과 매우 밀접한 관계를 가지고 있기 때문에 이에 대한 정확한 메커니즘을 이해하기 위해서는 model system을 통한 광범위하고 체계적인 연구가 필요하리라 판단된다. 예를 들면 디임모늄 색소를 강제 열처리한 후 어떠한 변화가 일어났는지를 알아보기 위해서 열처리 후 MALDI 측정을 하였으며 그 결과를 Figure 5에 나타내었다. 정확한 분해 메커니즘은 현재로서는 추정하기 매우 어려우나 실험 결과로 볼 때 원래 색소가($m/z=920$) 여러 다른 형태로 분해되고 있음을 알 수 있으며 따라서 어떠한 환경에서 어떤 경로를 통해 어떤 물질로의 전환이 일어나는지에 대한 좀 더 체계적인 연구가 필요하다고 보여진다.

2.2.2. Re-work성

앞 장에서 광학 필터는 두 종류 이상의 광학 필름이 적층된 구조를 가지며, 각각은 점착제에 의해 적층되어 있음을 설명하였다. 이러한 광학 필터는 PDP 패널 유리에 직접 부착되거나 또는 지지 수단에 의해 패널 유리 앞쪽에 배치되는데 광학 필름의 적층시 정확한 위치에 부착되지 않거나 기포가 발생하면 이를 다시 떼어내고 재부착하여야 한다. Figure 6에서 볼 수 있듯이 점착층의 피부착물에 대한 접착력이 투명 기재에 대한 접착력보다 높을 경우 피부착면에 잔사가 남을 수 있다. 결국 재부착을 위해서는 잔사의 제거가 요구되며 잔사 제거가 어려울 경우 피부착물을

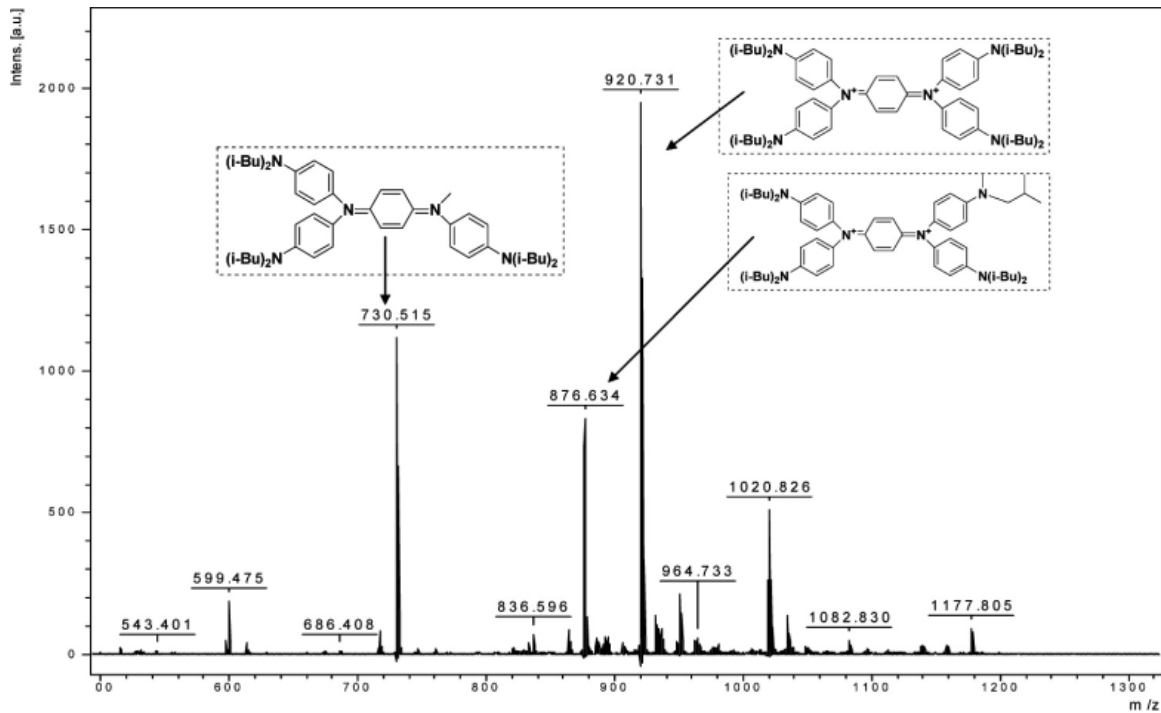


Figure 5. 디임모늄 색소의 강제 열처리 후 MALDI 결과.

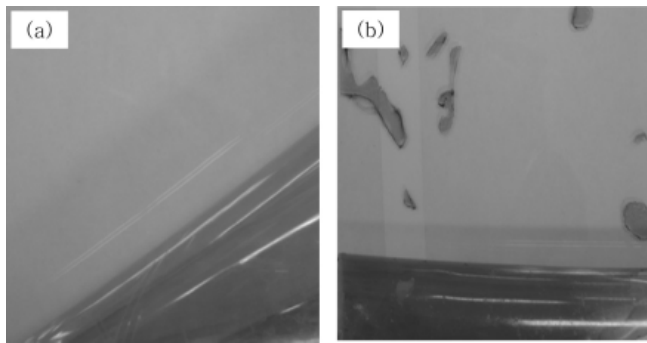


Figure 6. PSA 재박리 특성에 따른 재박리 후 표면 상태. (a) 양호, (b) 불량.

교체하여야 하며 따라서 이로 인해 공정이 복잡해지고 제조 비용이 증가하게 된다.

현재 재박리성 향상 관련 많은 특허들이 공개되었는데 저분자 또는 중합성 siloxane 단량체를 첨가하는 등 PSA 조성 변경을 통한 내용들이 주를 이룬다. 하지만 점착력과 재박리성은 일반적으로 반비례의 관계에 있으며 기타 다른 요구 특성들을 모두 만족하여야 함으로 단순한 조성 변경만을 가지고는 한계가 있다고 보여지며 이는 특히 기능성 PSA의 경우 더욱 어려워진다.

이러한 재박리성은 무기재 양면 PSA (Non-carrier PSA, NC-PSA)의 경우 더욱 중요해진다. 왜냐하면 무기재 양면 PSA의 경우 Base Film이 필요 없는 등 제

조 비용이 현저히 감소할 뿐만 아니라 광학필름들을 적층하는 데 있어 적층 순서면에 있어 여러 변형된 형태가 가능해진다. 하지만 기재 type의 PSA 필름과는 달리 재박리시 피착체에 남아 있을 가능성이 매우 커지게 되어 재박리성이 확보되지 않고서는 양산 적용하는 데 한계가 있다. 그러나 이러한 NC-PSA의 경우에도 코팅 후 장시간이 경과하지 않을 경우, 즉 PSA의 숙성이 완료되기 이전에, 첫 번째 피착체와 라미네이션할 수 있다면 PSA가 그 시점까지는 soft하기 때문에 어느 정도 점착력을 증가시켜 기재 type 수준의 재박리성을 확보할 수도 있다. 바꾸어 말하면 국내에서 NC-PSA를 생산할 경우 그 효율성이 매우 클 수 있음을 의미한다.

2.2.3. 외관특성

디스플레이의 특성상 완벽한 필름 외관은 가장 기본적인 요구 사항이다. 일반적으로 PSA의 외관은 PSA 자체의 내구성과도 밀접한 관계를 가지는데 여러 가지 경로를 통해 발생한다고 알려져 있다. 예를 들면 브리스터성(발포성)은 haze와 관련되는데 고분자의 응집력 부족시 모노머 등 휘발성 성분의 발포에 의해 발생한다. 점착제와의 상용성 저하 또는 밀착성 부족으로 인해 벗겨짐 현상도 발생하는데 이로 인해 생기는 현상을 은갈레(Emile Galle)라고 한다. 그 외 편광 필름 외곽 지역으로부터 점착제의 열화가 서서히 진

행되어 발생하는 액자현상, 고온 다습 환경에서의 내구성 실험 후 실온으로 냉각시 공기 중의 수분이 흡착, 결로되어 발생하는 백탁 현상, 굴절률 조절 기능을 가지는 tackifier 등의 첨가물들의 상분리에 의해 생기는 백화현상 등이 있다. 결국 이러한 문제들은 gel 분율의 조정, 산화 방지제의 첨가, 입자와의 상용성 증가 등 PSA 조성 변경을 통해 해결하려 하고 있으며 현재 대부분의 PSA 수지 전문 업체들은 내열성 관련 충분한 기술력을 보유하고 있다고 판단된다.

좀 더 현실적이고 미세한 문제들은 공정에서 발생하는데 예를 들면 코팅 공정 조건 불안정으로 인한 TD (Transverse Direction) 및 MD (Machine Direction) 방향의 줄무늬뿐만 아니라 각종 이물에 의한 놀림 현상 등이 가장 흔한 불량 인자들 중의 하나이다. Color-PSA의 경우 색을 띄는 염료들이 PSA 층에 녹아 있는 상태이기 때문에 이러한 불량들이 일반 투명 PSA에 비해 훨씬 더 잘 두드러진다. 다시 말하면 코팅외관에 대한 관리 규격이 훨씬 더 엄격해야 함을 의미한다. Clean room 설비는 기본 1000 class 이하를 요구하며 핵심 부분인 코팅 헤드에 대해서는 100 Class와 별도의 Clean booth를 필요로 한다. 또한 각종 롤러 및 winder에 대한 관리 규격 또한 엄격해야 하며 원부재인 각종 필름, 예를 들면 Base Film, 이형 Film 및 보호필름으로부터 유입될 수 있는 이물질조차도 최소화해야만 한다.

특히 최근에는 모든 라미네이션 공정들이 Roll-to-Roll (R2R) 또는 Roll-to-Sheet의 형태로 전환되고 있는데 따라서 이들 코팅 roll에 대한 사전 검사가 상대적으로 힘이 들기 때문에 불량 롤이 사전 검수 없이 공정으로 투입될 수도 있다. Sheet-to-sheet 라미네이션의 경우 각 필름롤을 punching하는 공정에서 불량 필름을 검출, 라미네이션 공정 투입 전에 제거 가능하지만 R2R 공정의 경우 Filter 완제품 생산 후 불량 여부가 검출 가능하므로 불량 비용이 증가할 수밖에 없다.

3. 결 론

지금까지 디스플레이용 PSA가 지녀야 하는 요구 특성들을 Color-PSA를 중심으로 기술하였다. PSA의 경우 PDP Filter뿐만 아니라 LCD에 있어서도 필수적인 소재이며 최근 들어 국내의 많은 코팅전문 업체들이 PSA 국산화를 위해 노력하고 있지만 들이는 노력에 비해 개발 속도는 상대적으로 느린 편이며 기술적인 완성도 면에서도 아직은 큰 차이가 존재한다. 결국 일본의 major 업체들이 국내로 진출하고 있는 반면 국내 대다수의 PSA 전문 업체들의 전반적인 기술 수준은 광학 grade를 생산할 만한 설비 및 기술 수준을 아직

까지 갖추지 못한 상태이다. 더구나 Color-PSA와 같은 기능성 PSA의 경우 PSA 코팅 기술뿐만 아니라 dye 합성 기술, dye 안정화를 위한 formulation 기술 및 set 업체가 요구하는 광학특성을 만족시키는 색배합 기술 등 다양한 기술들이 융합되어야 하므로 업체간의 유기적인 공동 연구가 절실한 분야이다. 예를 들면 일단 내구성이 확보된 후에는 색감에 대한 미세 tuning이 필요하다. 이미 적용되고 있는 제품을 대체하기 위해서는 혼용해서 사용 가능할 정도로 색감을 완벽하게 일치시켜야만 하는데 이는 그리 쉬운 작업이 아니다. 현재 매우 많은 종류의 Ne-cut 색소들이 있으며 색감을 정확히 일치시키기 위해서는 투과율 및 반사율 spectrum을 타깃 제품과 일치시켜야 하는데 따라서 film으로부터의 색소 추출 및 합성 그리고 color-matching program을 이용한 최적의 recipe 개발 등 많은 기술적인 know-how가 필요하다. Color-PSA뿐만 아니라 전도성-PSA 등 앞으로 점착제를 이용한 전자 재료용 시장은 발전 가능성이 매우 크다고 판단되며 따라서 점착제의 국산화를 통한 원가 절감, 안정적인 수급망 확보 등의 단기적인 목표보다는 고기능성 PSA를 target으로 선진 제품보다 품질, 기능, 그리고 원가 측면에서 한층 더 upgrade된 제품 개발을 위해 노력해야 한다고 보여진다.

참 고 문 헌

1. T. Okamura, S. Fukuda, S. Koike, H. Saigou, T. Kitagawa, M. Yoshikai, M. Koyama, T. Misawa, and Y. Matsuzaki, *7th International Display Workshops*, Kobe, Japan, 171 (2000).
2. I. Benedek and L. J. Heymans, *Pressure-Sensitive Adhesives Technology*, 1st ed.; Marcel Dekker: New York (1997).
3. C. T. Murray, R. L. Rudman, M. B. Sabade, and A. V. Poicus, *MRS Bull.*, 449 (2003).
4. J. A. Pomposo, J. Rodriguez, and H. Grande, *Synthesis Metals*, **104**, 107 (1999).
5. S. Moon, D. Ahn, M. Han, E. Cho, I. Shon, and S. Shon, To be submitted to *Dye and Pigment*.
6. H. Choi, S. Park, Y. Lee, I. Hwang, J. Kim, and H. Cho, *US patent*, 0186421 (2005).
7. L. Ma, X. Wang, B. Wang, J. Chen, J. Wang, K. Huang, B. Zhang, Y. Cao, Z. Han, S. Qian, and S. Yao, *Chem. Phys.* **285**, 85 (2002).
8. E. Arunkumar, C. C. Forbes, and B. D. Smith, *Eur. J. Org. Chem.* **45**, 4051 (2005).
9. M. Ma, G. Sun, *Dyes and Pigment*, **63**, 39 (2004).