

## Screen Printing법에 의한 Video Phone Tube용 형광막 제조

이 미 영 · 이 종 육 · 김 영 배 · 남 수 용 · 이 상 남 · 문 명 준<sup>\*</sup>  
부경대학교 화상정보공학부 · \*부경대학교 응용화학공학부  
(2005년 1월 6일 접수; 2005년 8월 19일 채택)

## The Preparation of Phosphor Screen for Video Phone Tube by Screen Printing Method

Mi-Young Lee, Jong-Wook Lee, Young-Bae Kim, Su-Yong Nam,  
Sang-Nam Lee and Myung-Jun Moon<sup>\*</sup>

Division of Image and Information, Pukyong National University, Busan 608-739, Korea

\*Division of Applied Chemical Engineering, Pukyong National University, Busan 608-739, Korea

(Manuscript received 6 January, 2005; accepted 19 August, 2005)

The phosphor and ITO(Indium Tin Oxide) films for video phone tube (VPT) were simply prepared by the screen printing and thermal transfer methods. The increasing order of thermal firing of acrylic binder for phosphor and ITO was M6003 < M6664 < A/A1919 < M5001 < M6701 and all mass of binders were perfectly decomposed at lower temperature than 400°C. After thermal firing of phosphor paste, the residual of binder on the surface of phosphor could not be found by SEM. Aerosil as thickner provides the thixotropy property for phosphor paste but decrease the brightness of phosphor screen as residual after thermal firing. Since the thixotropy of M5001 binder without aerosil was shown and the storage modulus of phosphor paste by increasing the angular frequency was not nearly changed and the decrease of the storage modulus of phosphor paste by increasing the strain was remarkably shown. It was possible to prepare the phosphor paste which was predominant in the plate separation and the reproduction of pattern after the screen printing. Since the addition of dispersing agent to improve the printing process decreases the electrical conductivity and light transmission of ITO film, it could be found to be necessary the development of binder for phosphor paste that decreases the amount of dispersing agent possibly and does not use the aerosil as additive.

Key Words : VPT, ITO, Phosphor, Screen Printing, Rheology

### 1. 서 론

정보기술의 급격한 발전에 따라 영상표시장치는 CRT(Cathod Ray Tube)에서 LCD(Liquid Crystal Display) 및 PDP(Plasma Display Panel) 등을 거쳐 수 년안에 FED(Vacuum Fluorescent Display) 및 Flexible OLED(Organic Luminescence Electro Display) 등이 개발되어 디스플레이 산업에도 큰 변화가 예상된다.

그러나 CRT방식의 영상표시장치는 전자총과 전자기장에 의한 전자유도장치 및 형광체의 발광을

이용하는 방식으로 오랜 기술 축적으로 인해 CRT의 부피와 무게에도 불구하고 빠른 응답속도, 고해상도, 고콘트라스트, 낮은 생산단가로 인하여 아직도 컴퓨터 및 TV 모니터로 사용되고 있다. 최근에 VPT(Video Phone Tube)는 가정용 도어폰, 어군탐지 모니터, 대형차의 후방 감시모니터 등에 널리 사용되고 있으며, 향후 중국에서는 주거 환경개선에 따른 아파트 건축의 증가로 VPT의 수요가 급격히 늘어날 전망이다<sup>[1,2]</sup>.

VPT용 형광막을 형성하기 위해 현재 주로 전착<sup>[3]</sup> 및 스팬코팅법<sup>[4,5)</sup>이 적용되고 있다. 따라서 이러한 방법들은 원재료의 손실이 많고 형광체를 이소프로필알콜(IPA)에 용해시켜서 사용하기 때문에 화재의 위험성은 매우 크며, 수율은 낮으며, 휘발성 용

Corresponding Author : Su-Yong Nam, Division of Image and Information, Pukyong National University, Busan 608-739, Korea  
Phone: +82-51-620-1487  
E-mail: suynam@pknu.ac.kr

제에 잔류하는 형광체와 첨가제로 인하여 심각한 수질오염을 발생시키는 방법이다. 그러나 스크린 인쇄법은 필요한 곳에 필요한 만큼의 재료로 원하는 패턴을 형성시킬 수 있기 때문에 최근에 VPT용 형광막 제조방법으로서 열전사법이 연구, 검토되고 있다<sup>6~14)</sup>. 그리고 형광막은 전자빔을 유도하기 위한 ITO(Indium Tin Oxide)<sup>15,16)</sup>층과 발광을 위한 형광층으로 이루어져 전자총에서 주사된 1차 전자가 형광체와 충돌하여 발광한 후 발생되는 2차 전자들이 ITO층에 전달되므로 형광체 입자들의 크기 및 패킹 성 그리고 두께가 형광막의 특성에 중요한 요소가 된다<sup>15)</sup>. 따라서 ITO 및 형광체 페이스트를 제조하기 위해서는 페이스트의 분산성, 소포성 및 레벨링성을 조절할 필요가 있다. 또한 이들 페이스트에 사용되는 바인더는 형광체 및 ITO에 열적 손상을 최소화하고, 소성시키는데 사용되는 열에너지를 최소화하기 위해서는 가능한 저온 열소성형 바인더를 사용하는 것이 바람직하다.

현재 형광체 바인더로서 가장 널리 사용되는 수지는 에칠팔루로스이다. 이 바인더는 인쇄적성이 우수하고, 잔탄(tar)이 거의 남지 않는다는 것이 특징이다. 그러나 소성온도가 480°C라는 고온 소성형이라는 단점을 가지고 있다. 따라서 최근에는 300~380°C에서 소성하는 저온 소성형 아크릴계 바인더가 VFD(Vacuum Fluorescent Display)<sup>16,17)</sup>, PDP<sup>18)</sup>, VPT용 형광체페이스트를 제조할 때 사용되고 있다. 특히 형광체 페이스트에서 제조 시 사용되는 바인

더가 소성 후에 형광체 표면에 잔류하게 되면 발광 휘도 및 발광수명에 영향을 미치게 되어 결국 패널의 신뢰성이 떨어지게 된다. 따라서 형광막을 소성한 후에 형광면에 바인더가 잔류하지 않는 수지를 선택하는 것이 중요하다.

따라서, 본 연구에서는 아크릴계 열가소성 수지를 형광체 및 ITO와 혼합하여 페이스트를 제조하고, 이 페이스트들의 절도 및 레올로지 특성을 rheometer를 사용하여 조사하였다. 또한, 제조된 형광막은 열전사기를 이용하여 VPT 판넬유리에 전사시켜 형광막 및 ITO막을 형성시켜 형성된 형광막 및 ITO막의 물성을 검토하여 휘발성 용제와 수질오염을 최소화로 하는 최적 제조조건의 VPT용 환경친화형 형광막을 형성시키는 것을 본 연구의 목적으로 하였다.

## 2. 실험

### 2.1. 형광체 및 ITO 페이스트 제조

본 실험에 사용된 열소성 수지(SK-UCB, Negami)들의 물성을 Table 1에 나타냈다. 형광체는 국내에서 신규 개발한 형광체(DINO사)를 사용하였고, 용제는 terpineol을 사용하였다.

신규 형광체 페이스트의 제조는 Table 2에 주어진 배합에 따라 아크릴수지를 terpineol과 혼합한 후 소량의 분산제를 넣고 고속 교반기를 이용하여 1000 rpm으로 20분 동안 교반한 후, 형광체를 1/2씩 2회에 걸쳐 투입하여 2000 rpm에서 30분 동안 교반하였고, 분산 후 마지막으로 첨가제로서 에어로졸(aerosol)

Table 1. The physical properties of acryl resins as binder used in phosphor pastes

	A/A1919	M5001	M6701	M6003	M6664
Monomer	MMA	EMA	STM n-BMA	n-BMA	n-BMA i-BMA
Molecular weight (Mw)	50,000~100,000	300,000~400,000	180,000~280,000	250,000~350,000	150,000~250,000
T <sub>g</sub> (°C)	80.0	75.4	34.3	27.4	54.5
Viscosity (mPa · s)	2,400	400	367	120	160
Solid content (wt%)	50	12	11	12	11

Table 2. The recipe of phosphor pastes with different acrylic binder

No.	Binder	Phosphor	Additives	
(1)	A/A1919*			
(2)	M5001			
(3)	M6701	Phosphor	Aerosil	Dispersing additive
(4)	M6003			
(5)	M6664			
wt%	20	80	0.3phr	1phr

\*A/A1919 is diluted by terpineol in the ratio of 3:7.

을 0.3 wt% 넣고 30분간 교반시켜 형광체 페이스트를 제조하였다.

ITO 페이스트의 제조는 ITO 분말(나노 신소재: 순도 99.99 %, 입자크기  $\leq 1\mu\text{m}$ )과 에탄올(순도: 99.9%)을 3 : 7의 비로 혼합하였고, 고속 교반기(Dispermat CV ; Germany)를 이용하여 ITO sol을 제조하였다. 그리고 스크린 인쇄법으로 ITO sol을 ITO 박막으로 만들기 위하여 Table 1의 열소성 수지 중 A/A1919를 ITO sol과 8 : 2의 비율로 혼합하고, 페이스트의 접착성, 점도 및 인쇄적성을 향상시키기 위해 소량(0.2~1.0%)의 분산제(BYK-168), 소포제(BYK-080) 및 레벨링제(BYK-361)를 첨가한 후, 고속 교반기를 이용하여 1000 rpm으로 30분 동안 교반하여 2,400~4,500 cps의 점도를 갖는 ITO 페이스트를 제조하였다.

## 2.2. 형광막 및 ITO박막의 제조

Fig. 1은 기존의 열전사법 I과 본 연구에서 개발한 열전사법 II의 공정을 비교하여 나타냈다. 새롭게 개발하려고 하는 열전사법 II는 ITO와 접착제를 한번의 공정으로 인쇄하여 제작 공정을 단순화 시

켰다. 따라서, Fig. 2에서와 같이 스크린 인쇄법과 열전사법을 적용하여 형광막 및 ITO막을 형성시킨 후에 450°C에서 소성시켜 바인더를 완전히 제거하여 VPT용 형광막을 제조하였다. 이 때 열전사기는 반자동 시스템으로 온도는 상온에서 300°C까지 2°C 간격으로 조정할 수 있으며 압력은 0.1~10 kg중까지 0.2 kg중 간격으로 조절할 수 있는 기기를 사용하였다. 본 실험에서는 전사압력을 4 kg를 가하였으며, 전사온도는 110°C로 설정하여 패널에 전사시켰다.

## 2.3. 특성 분석

ITO박막의 광학적 특성은 Screen DS-550(Dainippon, Japan)을 사용하여 백색광에 대한 투과율을 측정하였고, UV-VIS spectrometer(Hitachi, U-2001)를 사용하여 300~900 nm 영역에서 2 nm 간격으로 각 파장에 따른 투과율을 측정하였다. ITO의 전기적 특성을 조사하기 위해 Digital multimeter(Fluke, USA)를 사용하여 ITO박막의 비저항치를 측정하였다.

형광체 페이스트를 제조할 때 사용한 아크릴바인더의 소성(열분해)특성 및 형광체입자의 충진 상태를 확인하기 위해서 스크린패널에 열전사된 형광면

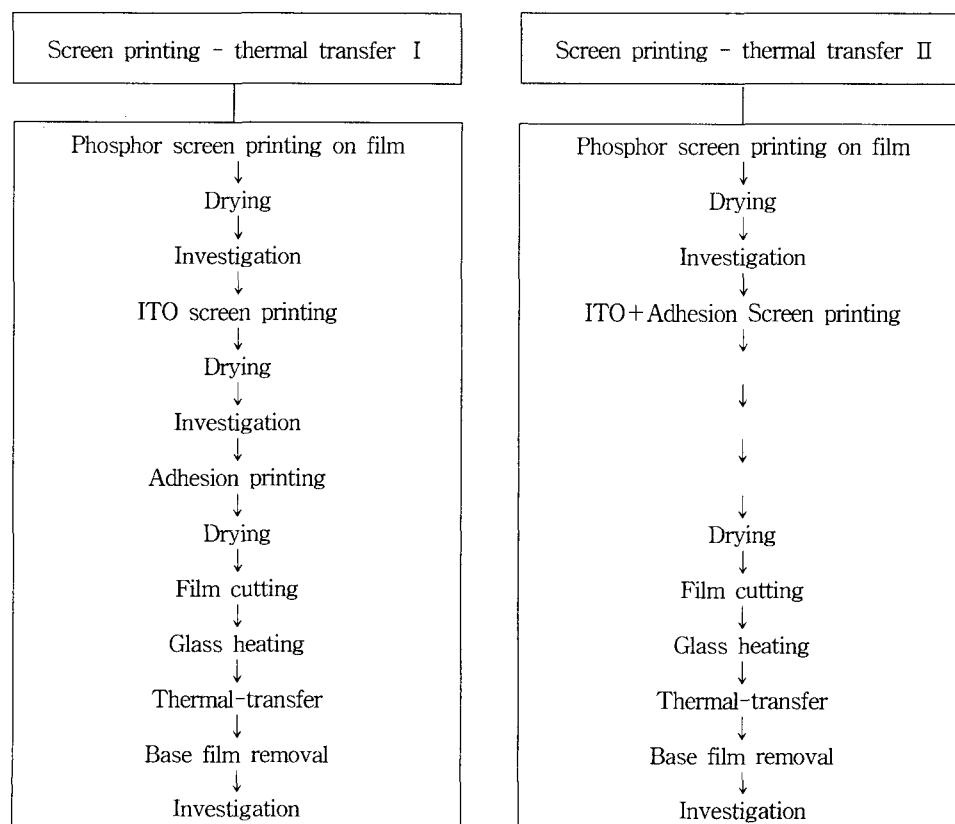


Fig. 1. Comparison of screen printing - thermal transfer I and II processes.

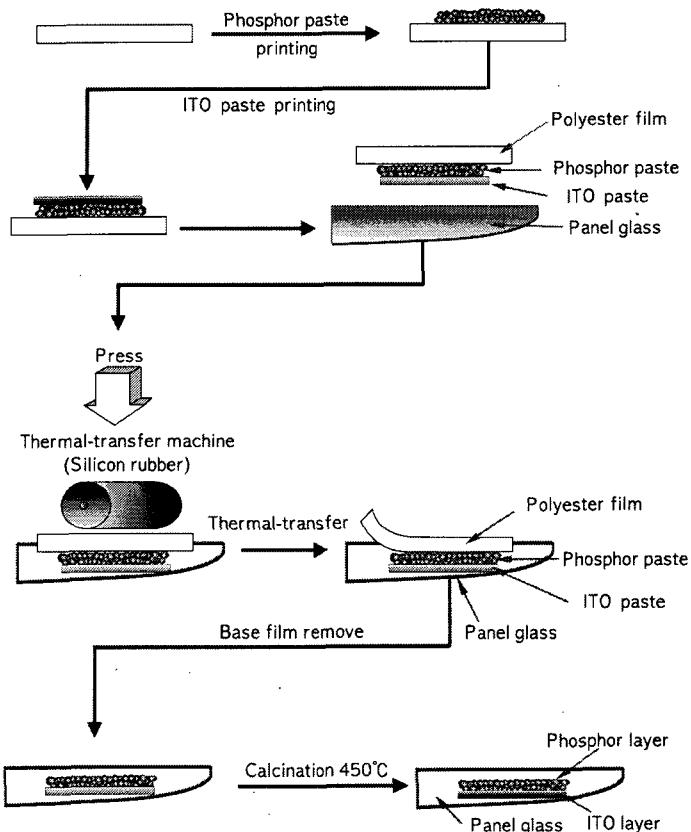


Fig. 2. Schematic diagram of the screen printing and thermal transfer process II for the preparation of phosphor screen.

을  $450^{\circ}\text{C}$ 에서 소성한 후에 SEM(S-2400, Hitachi, Japan)으로 관찰하였다. 형광체 페이스트의 열분해 특성은 TGA-7(Perkin-Elmer, USA)을 사용하였고, 측정온도는  $50^{\circ}\text{C}$ 에서  $700^{\circ}\text{C}$ 까지  $10^{\circ}/\text{min}$ (in air) 간격으로 측정하였다. 형광체 페이스트의 레올로지 특성을 검토하기 위해서 Stress Rheometer(Haake RheoStress 100)를 이용하여 정상전단 점도와 동적 점탄성을 직경이 35 mm의 평행판위에서 시료간격은 0.8 mm로 설정하여 측정하였다. 형광체 페이스트에는 유기용제가 포함되어있기 때문에 용제의 증발을 방지하기 위해서 실험 중에 측정부를 유리로 만든 용기로 덮어서 용제증발을 억제하고, 측정온도는  $25^{\circ}\text{C}$ 로 하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 바인더의 소성특성

Fig. 3은 형광체 바인더로 사용되는 저온 소성형 아크릴계 수지인 A/A1919, M5001, M6701과 M6003과 M6664에 대한 열분해 결과로 M6664와 M6003은  $170^{\circ}\text{C}$ 부근에서 2차 열분해가 일어나  $270^{\circ}\text{C}$ 부근에서

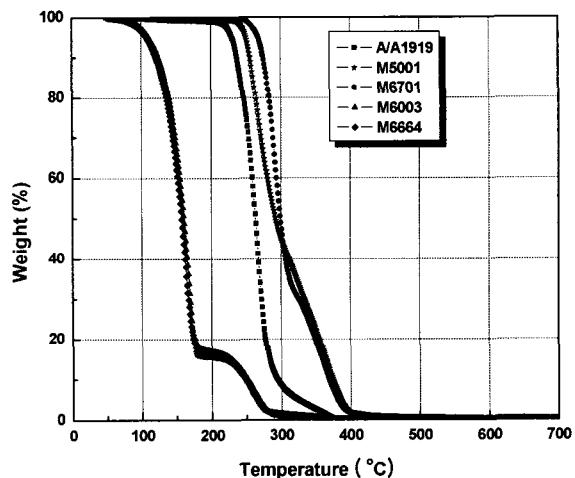
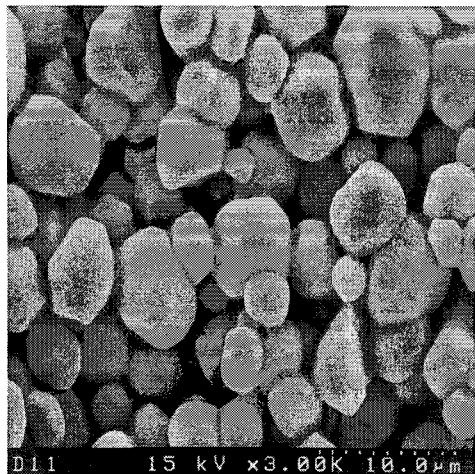
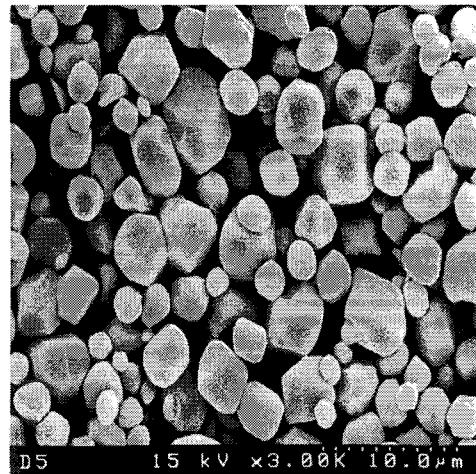


Fig. 3. TGA curve of acryl binder used in this work.

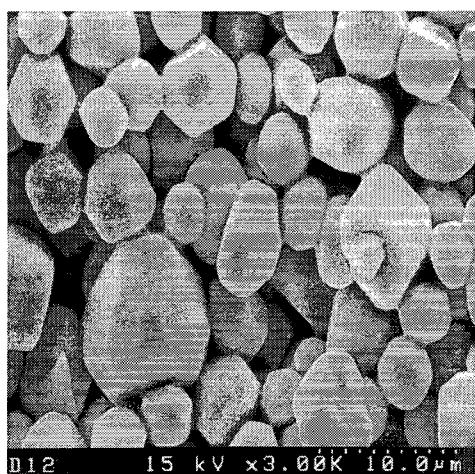
잔류수지가 약 1% 미만으로 떨어졌으며, A/A1919는  $220^{\circ}\text{C}$ 근처에서 1차 열분해가 일어나  $370^{\circ}\text{C}$ 근처에서 거의 0%로 떨어졌다. 그리고 M5001과 M6701은 2차 열분해가  $300^{\circ}\text{C}$  근처에서 일어나  $400^{\circ}\text{C}$  근처



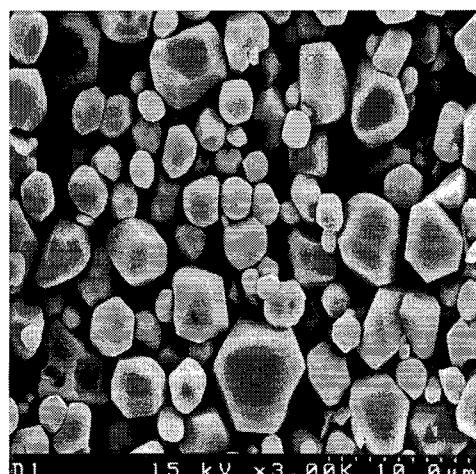
A/A1919(a)



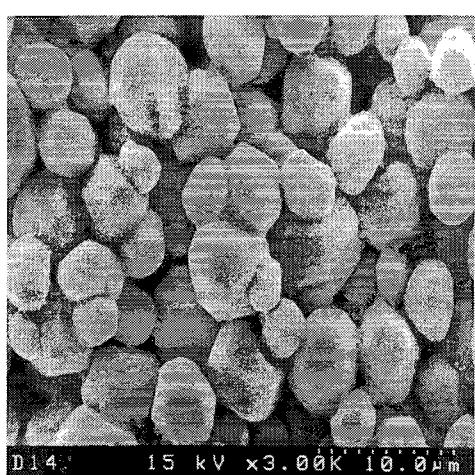
A/A1919(b)



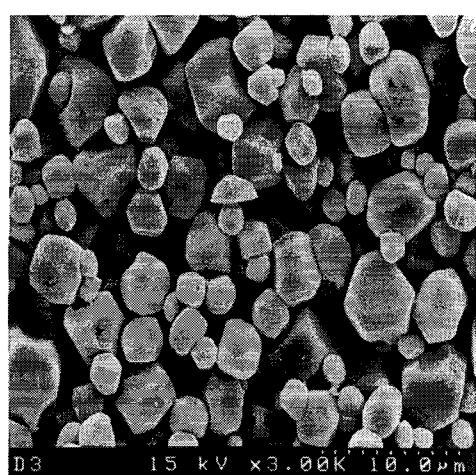
M5001(a)



M5001(b)



M6003(a)



M6003(b)

Fig. 4. Microphotographs of phosphor screen for A/A1919, M5001, and M6003 binder (a) with aerosil and (b) without aerosil after the thermal firing.

에서 0% 까지 떨어지고 잔류물이 거의 없고, 소성 후에 형광체의 특성에 영향을 미치지 않으므로 소성 온도만이 형광체 바인더 선택의 중요한 요소임을 나타내었다. 그리고, 폴리에스텔 필름에 형광막 및 ITO막을 형성시킨 후에 이것을 스크린 팬넬에 열을 가하여 전사시켜야 하므로, ITO 페이스트에 사용되는 수지는 앞선 실험 결과<sup>17)</sup>에 따라 형광막과의 열용해 접착성이 우수한 A/A1919를 사용하였다.

Fig. 4는 A/A1919(a, b), M5001(a, b)과 M6003(a, b)를 바인더로 사용한 형광체 페이스트를 450°C에서 10분간 소성한 후의 형광체 표면을 SEM으로 관찰하여 얻어진 결과를 나타냈다. 그리고 에어로질을 첨가했을 경우(a)와 첨가하지 않았을 경우(b)를 비교해보면 바인더의 종류와 관계없이 SiO<sub>2</sub>가 주성 분인 에어로질은 형광막에 잔류물이 남으므로, 일반적으로 PDP, VFD, VPT의 형광막을 제조할 때 에어로질을 소량 첨가하여 요변성을 부가하는 경우보다 형광막의 가장 중요한 발광 휘도를 고려한다면 바인더에 의해 요변성을 부여하고, 에어로질을 첨가하지 않는 것이 발광휘도를 향상시키는데는 효과적일 것이다.

### 3.2. ITO 박막의 전기 · 광학적 특성

Table 3은 저온 열소성 수지 중 열분해 특성이 우수한 A/A 1919의 수지와 ITO sol, 그리고 용제로서 terpineol을 최적조성비율로 제조한 ITO 페이스트에 첨가된 분산제, 소포제 및 레벨링제 등 첨가제의 변화량에 따라 제작된 ITO 박막의 전기저항과 DS-550을 사용하여 백색광에 대한 광학적 특성을 측정한 값이다. 이 결과를 보면 ITO 박막은 첨가된

분산제, 실리콘계 소포제에 의해 광투과율이 미침가시의 91%에서 60%로 현저히 감소되는 결과를 보였다. 그러나 ITO 박막의 레벨링성을 증가하기 위해 첨가한 폴리아크릴계 레벨링제는 광의 투과율에는 거의 영향을 미치지 않았다. Fig. 5(a), (b)에서 볼 수 있듯이 ITO 박막의 광학적 특성은 UV-VIS Spectrometer를 사용하여 300에서 900 nm 영역에서 측정한 투과 스펙트럼에서도 같은 양상을 보였다. 백색 광의 투과율을 측정한 결과와 같이 분산제와 소포제는 ITO 박막의 가시광선의 전 영역에서 투과율을 상당히 감소시키는 역할을 하였다. 이는 첨가된 분산제와 실리콘계 소포제는 소성시킨 후에도 일부가 ITO입자에 잔존함으로서 투명도를 저하시킨다고 할 수 있다. 그리고 VPT용 형광막에서 아노드의 역할과 이차 전자들을 포획하는 역할을 하는 투명 전극 ITO막의 허용되는 최대 비저항값은 약 100kΩm 이하이다. Table 3에서 분산제를 첨가한 ITO 박막은 87~120kΩm으로 첨가제 없는 박막이 최소 32~23 kΩm 정도인 것에 비해 허용치 이하로 전기전도성이 떨어지는 경우도 생겼다. 이 같은 현상은 소성 시에 나노입자들의 응집에 따른 경계면의 형성으로 전도성이 감소한 것으로 생각된다. 그러나 소포제의 첨가는 전기 전도를 방해하는 기포를 제거하는 효과로 전도도에 영향을 미치지 않았고, 레벨링제는 표면의 거칠기와 관계되므로 ITO 막의 벌크 전기 전도성에는 영향을 미치지 않았다.

### 3.3. 형광체 페이스트의 레올로지 특성

Fig. 6(a)와 (b)는 전단속도의 변화에 따른 점성을 변화를 측정한 결과를 나타낸 것이다. Fig. 6(a)에

Table 3. The light transmission and resistance of ITO thin film according to various additives

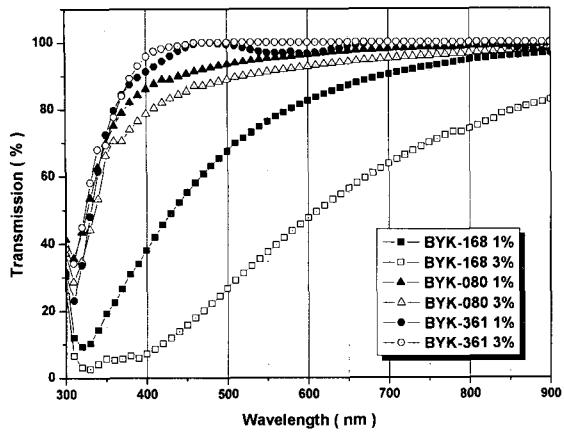
	Additive	Light Transmission (%)	Resistance (kΩm)
1	BYK-168 <sup>a</sup> 1%	80.20	108
2	BYK-168 3%	64.11	120
3	BYK-080 <sup>b</sup> 1%	85.72	50
4	BYK-080 3%	85.72	43
5	BYK-361 <sup>c</sup> 1%	91.80	38
6	BYK-361 3%	91.80	43
7	BYK-168 1% +BYK-080 1%	85.50	87
8	BYK-168 0.75% + BYK-080 2.25%	33.09	90
9	BYK-168 0.30% + BYK-080 2.70%	58.20	99
10	No additive(7:3) <sup>d</sup>	92.02	23
11	No additive(8:2) <sup>d</sup>	92.02	32

a: Dispersing agent

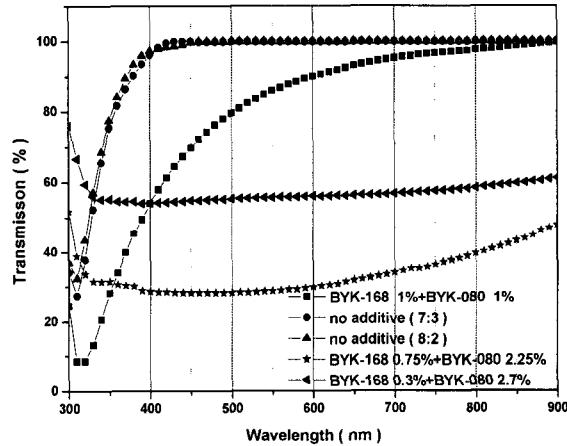
b: Defoaming agent

c: Leveling agent

d: The ratio of acrylic binder(A/A1919) and ITO sol



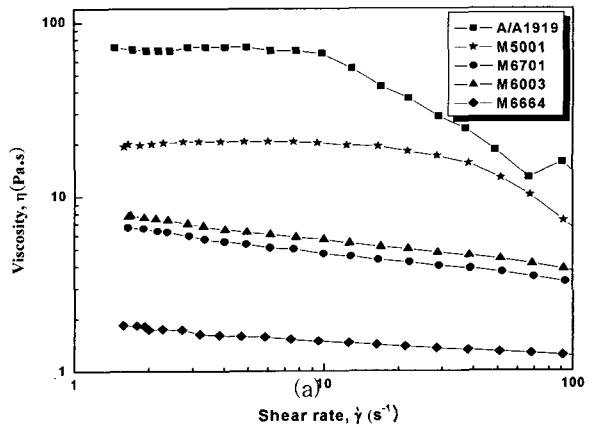
(a)



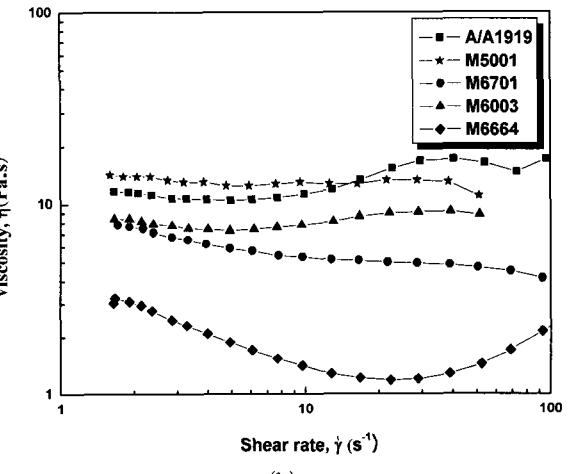
(b)

Fig. 5. The influence of various additives on transmission of ITO screen in visible light region.

서 에어로질을 첨가했을 경우 M6664, M6701, M6003의 경우는 전단속도의 증가에 따라 점도변화가 거의 없음을 알 수 있다. 즉 Newtonian 유동특성과 유사한 거동을 나타내고, 이는 에어로질의 첨가나 수지의 분자량에 의한 효과가 거의 나타나지 않고, 수지의 bulky한 pendant기에 의한 약한 van der Walls 힘에 의해 응집 구조가 유지됨을 알 수 있었다. 반면 M5001과 A/A1919는 고전단속도에서 전단속도의 증가에 따라서 점도가 급격하게 감소하고 있음을 알 수 있다. 이것은 낮은 전단속도에서 에어로질과 수지의 극성기애 의해 형성된 형광체입자의 응집구조가 높은 전단속도에서 파괴됨으로 나타나는 점도거동이다. 그러나 Fig. 6(b)에서 에어로질을 첨가하지 않은 형광체페이스트 경우에는 다른 점도거동을 나타낸다. 낮은 점도의 페이스트



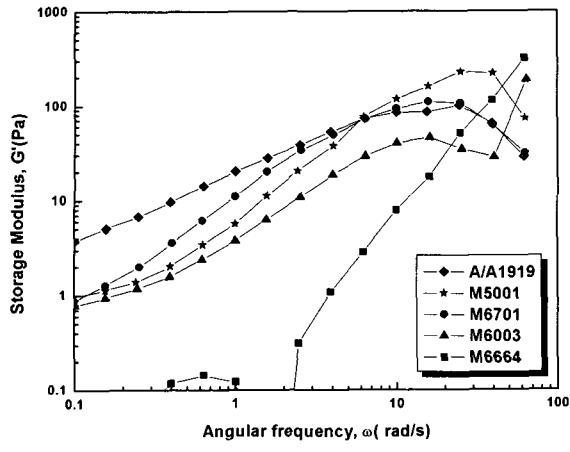
(a)



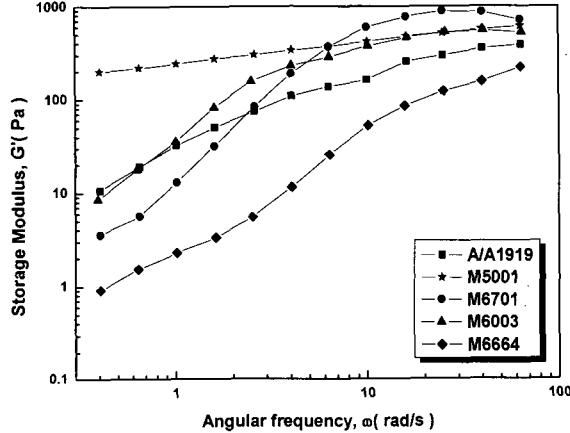
(b)

Fig. 6. The dependence of shear rate on the viscosity of phosphor pastes (a) with aerosil and (b) without aerosil.

인 M6664, M6701과 M6003은 에어로질을 첨가했을 경우와 유사한 특성을 나타내지만, A/A1919는 고전단속도에서 점도의 변화가 크지 않은 점도 거동을 보여주고 있고, 고분자량인 M5001만 고전단속도에서 점도의 감소를 나타내는 요변성을 보여준다. 이것은 에어로질이 분산입자인 형광체들과 결합해 응집구조를 주로 이루는 역할을 하고, 고분자량의 수지가 아니면 거의 영향을 주지 않음을 알 수 있다. 이 결과로서 낮은 점도의 형광체 페이스트에서는 에어로질의 효과가 그다지 나타나지 않지만 에어로질의 점증 현상이 나타나는 높은 점도에서는 그 효과가 크게 나타남을 알 수 있었다. 형광체 입자의 응집구조는 저장탄성율( $G'$ )의 각주파수 의존성을 측정하여 확인할 수 있다. Fig. 7(a)에서 에어로질을 첨가한 형광체 페이스트의 경우에는 모두 각주파수



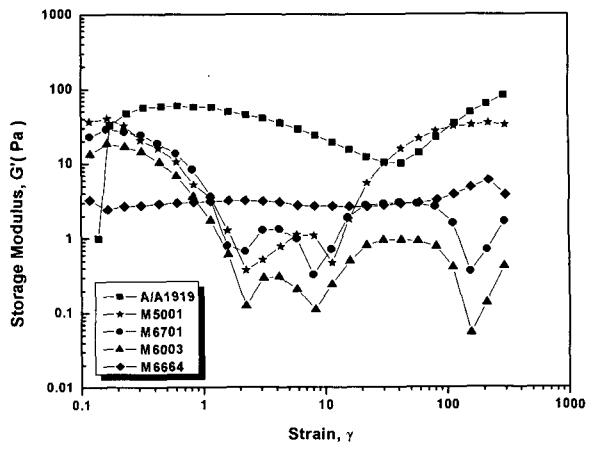
(a)



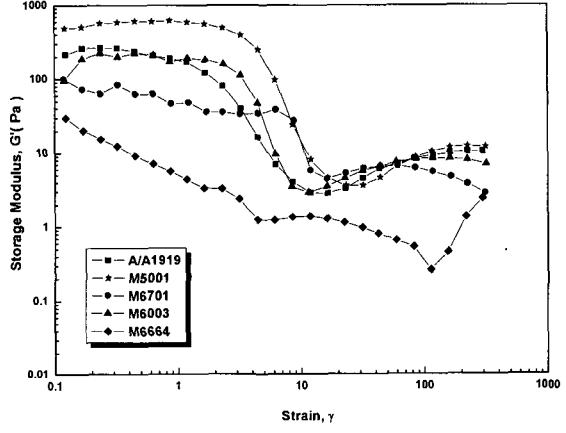
(b)

Fig. 7. The dependence of angular frequency on the storage modulus  $G'$  of phosphor pastes (a) with aerosil and (b) without aerosil.

의 증가에 따라 거의 직선적으로 증가하고 있음을 볼 수 있다. 일반적으로 저농도 응집 분산계의 입자 농도가 높아지면 입자간에 서로 결합하여 응집구조가 성장하고, 어떤 임의의 한계치를 넘으면 무한대의 응집체로 된다. 이러한 무한대의 응집체가 전체 계에 형성되면 분산계는 고체로서의 특성인 높은 저장탄성율( $G'$ )을 나타낸다. 그러나 본 연구에서 사용한 형광체페이스트의 경우에는 에어로졸이 첨가된 경우에 낮은 주파수에서 어느 것이나 액체적인 응답을 나타내므로 젤구조를 형성하고 있다고 보기 어려우나 높은 주파수에서는 고체와 같은 탄성을 나타낼 수 있다. 그리고 Fig. 7(b)의 에어로졸을 첨가하지 않은 계에 대해서는 M5001을 제외한 나머지 분산계에서는 Fig. 7(a)와 유사한 특성을 나타



(a)



(b)

Fig. 8. The dependence of strain on the storage modulus  $G'$  of phosphor pastes at 1 Hz (a) with aerosil and (b) without aerosil.

내고 있음을 볼 수 있다. 특히 M5001은 거의 모든 주파수에서 저장 탄성율의 변화가 거의 없고, 이는 M5001 수지 자체의 높은 분자량에 의한 효과로 생각된다.

Fig. 8은 응집구조의 역학적 특성을 검토하기 위해서 1 Hz의 일정한 주파수로 응력진폭을 변화시키면서 동적 점탄성을 측정하여 얻어진 결과를 나타내었다. 일반적으로 응집분산계에 있어서 진폭을 증가시키면 응집구조가 파괴되어 저장 탄성율은 급격하게 감소되는 특성을 나타낸다. Fig. 8(a)의 경우를 보면 응집 분산계가 진폭을 크게 하면 응집구조가 파괴되어 저장탄성율( $G'$ )은 급격하게 감소하는데 A/A1919의 경우 40까지는 감소하다가 그 이상에서는 증가하고 있음을 볼 수 있다. 이것은 분산되어 있던

형광체 입자들이 강한 응력에 의해서 재응집됨으로서 탄성율이 증가되는 것이라고 할 수 있다. 그러나 M6003, M6701, M5001의 경우에는 응력진폭의 증가에 따라서 저장 탄성율의 감소, 증가가 반복됨을 알 수 있다. 이와 같은 분산계는 응력진폭의 증가에 따라서 응집구조가 파괴되었다가 다시 형성되는 것이 반복되고 있는 현상이다. 즉 외력에 따라서 분산계에 포함된 형광체 입자들의 유동성이 강하게 나타나서 슬립성을 나타내고 있다는 것이다. 그러나 이들 중에서 페이스트 점도가 가장 낮은 M6664는 응력진폭이 증가하더라도 저장 탄성율이 거의 일정하게 유지되다가 60이상에서 약간의 증가를 나타내고 있다. 이것은 페이스트의 점도가 낮기 때문에 60 이하의 응력진폭에 의해서는 탄성특성이 거의 나타나지 않음을 나타내고 있다. 이것은 다른 분산계와는 달리 페이스트 입자간에 3차원 망목구조가 형성되지 않고, 응력진폭에 따른 유동성이 그대로 유지되고 있음을 알 수 있다.

그리고 Fig. 8(b)의 경우를 보면 Fig. 8(a)와 다르게 어느 분산계나 응력진폭의 증가에 따라서 저장 탄성율이 감소하다가 10과 100에서 다시 증가하고 있음을 나타내고 있다. 이것은 진폭이 증가함에 따라서 외력에 의해서 파괴되었던 구조가 다시 응집되어 초기보다 큰 응집구조를 형성함으로써 높은 저장 탄성을 나타낸다고 할 수 있다.

그러나, M5001의 경우 에어로질의 첨가 없이도 높은 분자량에 의해 요변성을 나타내며, 각주파수의 증가에 따른 저장탄성율도 거의 일정한 값을 가지고, 전단응력의 증가에 따른 저장탄성율의 감소도 명확하게 나타나기 때문에 스크린 인쇄 후의 판 분리특성 및 패턴재현성이 우수한 형광체 페이스트를 만들 수 있었다.

#### 4. 결 론

VPT용 형광막을 제조하기 위해 필요한 ITO 층과 형광막의 제조 공정을 단순화하여 형광체, 바인더, 용제 등의 원재료 손실과 제조 단가를 최소화하고, 동시에 환경문제도 개선시킬 수 있는 제조 방법을 개발하였다.

VPT용 ITO층과 형광막의 제조를 위한 스크린 인쇄법과 열전사법에 적합한 형광체와 ITO페이스트를 위한 바인더로 사용된 열소성형 아크릴 수지의 소성특성은 M6003 < M6664 < A/A1919 < M5001 < M6701 순으로 400°C 이하의 온도에서 100% 소성되어 잔여분이 없음을 알 수 있었다.

형광체 페이스트의 경우에도 에어로질이 첨가되지 않으면 소성 후 SEM 사진에서 형광체 표면에

잔여분이 남아있지 않으나 증점제인 에어로질의 첨가는 소성 후에도 남아 휘도를 저하시킨다. 따라서 형광체 페이스트를 제조할 때 에어로질의 첨가에 따른 레올로지 특성을 보면 M5001의 경우 에어로질의 첨가 없이도 요변성을 나타내며, 각주파수의 증가에 따른 저장탄성율도 거의 일정한 값을 가지고, 전단응력의 증가에 따른 저장탄성율의 감소도 명확하게 나타나기 때문에 스크린인쇄 후의 판 분리특성 및 패턴재현성이 우수한 형광체 페이스트를 만들 수 있었다.

인쇄적성을 향상시키기 위한 레벨링제는 ITO 박막의 광투과성이나 전기전도성에 큰 영향을 미치지 않았으나, 분산제는 소성한 ITO 박막의 광투과성과 전기전도성을 현저히 저하시키므로 분산제의 첨가를 줄이고, 휘도를 저하시켰다. 따라서 에어로질을 사용하지 않고, 휘발성 용제와 수질오염을 최소화하는 VPT용 환경 친화형 형광막 제조 방법을 제시하고, VPT 공정의 개선을 기대할 수 있을 것이다.

#### 감사의 글

본 연구는 2004년도 지역전략사업 석박사 연구인력 양성사업의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

#### 참 고 문 헌

- 誠前田, 1985, 電子技術, フラットCRT, 27(5), 12-16.
- Kenzi, Y and U. Tsutomu, 1987, テレビジョン學會技術情報, Monochrome Flat CRT, 11(13), 31-35.
- Hu, J., A. J. Snell and A. E. Owen, 1998, Constant current Forming in Cr/P<sup>a</sup>-Si:H/V thin film device, J. Non-Crystalline Solids, 227(30), 1187-1191.
- Day, N., 2004, GMP in pharmaceutical processing and its implications for centrifuges, Filtration and Separation, 41(2), 20-23.
- Leung, W., 2004, Separation of dispersed suspension in rotating test tube, Separation and Purification Technology, 38, 99-119.
- 남수용, 2003, 특수인쇄, 대한교과서(주), 213.
- 日本國 特許廳, 公開特許公報, 特開1994-234508.
- 日本國 特許廳, 公開特許公報, 特開1995-267416.
- 日本國 特許廳, 公開特許公報, 特開1995-267417.
- 日本國 特許廳, 公開特許公報, 特開1995-267418.
- 日本國 特許廳, 公開特許公報, 特開1995-267419.
- 日本國 特許廳, 公開特許公報, 特開1995-295672.

- 13) 日本國 特許廳, 公開特許公報, 特開1997-64133.
- 14) 南壽龍, 李賢哲, 大坪泰文, 2002, 融光体層のスクリーン印刷と熱轉寫による平面モノクロムCRTの開発, 日本印刷學會誌, 39(6), 28-33.
- 15) Ozawa, L., 2002, Electron flow route at phosphor screen in CRTs, Materials Chemistry and Physics, 73, 144-150.
- 16) Ha, S. H., C. H. Chang, S. Y. Nam and S. H. Cho, 2001, Development of High-Definition VFD Anode Pattern using Watersoluble UV Curable Resin, 8th Soc. Infor. Display, 24-27.
- 17) 이종육, 남수용, 김두훈, 2003, VFD용 형광체 paste의 레올로지특성과 패턴제작, 한국인쇄학회 추계학술발표회 초록, 135-143.
- 18) 민경재, 우진호, 남수용, 김광영, 2001, 스크린인쇄법에 의한 PDP 격벽형성 연구, 한국인쇄학회지, 19, 138-148.