

면광원용 저온 소성형 형광체 Paste 특성 연구

이동욱, 남수용

부경대학교 공과대학 화상정보공학부

A Study on the Characteristics of Low Temperature Firing Phosphor Paste for Flat Light Source

Dong-Wook Lee, Su-Yong Nam

Division of Image & Information, Division of Applied Chemical Engineering

Abstract

As manufacturing the low temperature firing paste applicable flat light source for LCD BLU, this study examined the specific quality. For the phosphor pastes, the low temperature firing acryl resin is used as the binder resin. As the result of thermal decomposition characteristics, residual hydroxylcarbon rested under 0.1wt% on 400°C. With the manufactured paste in this study, the flat light source device is manufactured through the screen printing and it brought the almost 100% of special quality radiation about the phosphor brightness.

1. 서 론

LCD는 전자 디스플레이 소자로서 동화상을 구현하기 위해서는 별도로 뛰어난 특성을 가지는 광원이 필요하며, LCD의 광원 역할을 하는 것을 백라이트(Backlight)라고 한다. 그리고 액정 모듈의 후면에서 빛을 조사시키기 위한 광원 자체를 포함하여 광원 구동을 위한 전원 회로 및 균일한 평면광이 되도록 해주는 일체의 부속물로 이루어진 복합체를 Backlight Unit(BLU)라고 한다. BLU는 빛의 조사 방식에 따라 에지형(Edge type) BLU와 직하형(Direct type) BLU, 그리고 면광원용(Flat light source type) BLU로 분류된

다.¹⁾ BLU의 종류 중에서 먼저 에지형(Edge type) BLU는 광원의 위치가 LCD 모듈의 측면에 위치하고 있어 전반적인 휘도의 저하를 피하기 어렵다. 그리고 직하형(Direct type) BLU는 액정 패널에 빛을 조사하는 광원의 위치가 패널의 후면에서 직접 빛을 조사하기 때문에 높은 휘도를 유지할 수 있지만, 구조상 형광 램프가 후면에 위치한다는 점에서 불가피하게 어느 정도의 부피를 요구하므로 박형화에 어려움이 있다. 또한 위와 같은 형태의 BLU를 사용하게 되면, 무엇보다도 인체에 유해한 수은이 램프속에 함유되어 있는 점으로 인해 환경적인 제한이 많다. 따라서 에지형(Edge type) BLU, 직하형(Direct type) BLU와 같이 램프를 사용한 선발광형 CCFL을 대신하여 면광원형 LED BLU, CNT BLU의 연구가 진행되고 있다.(Fig. 1)

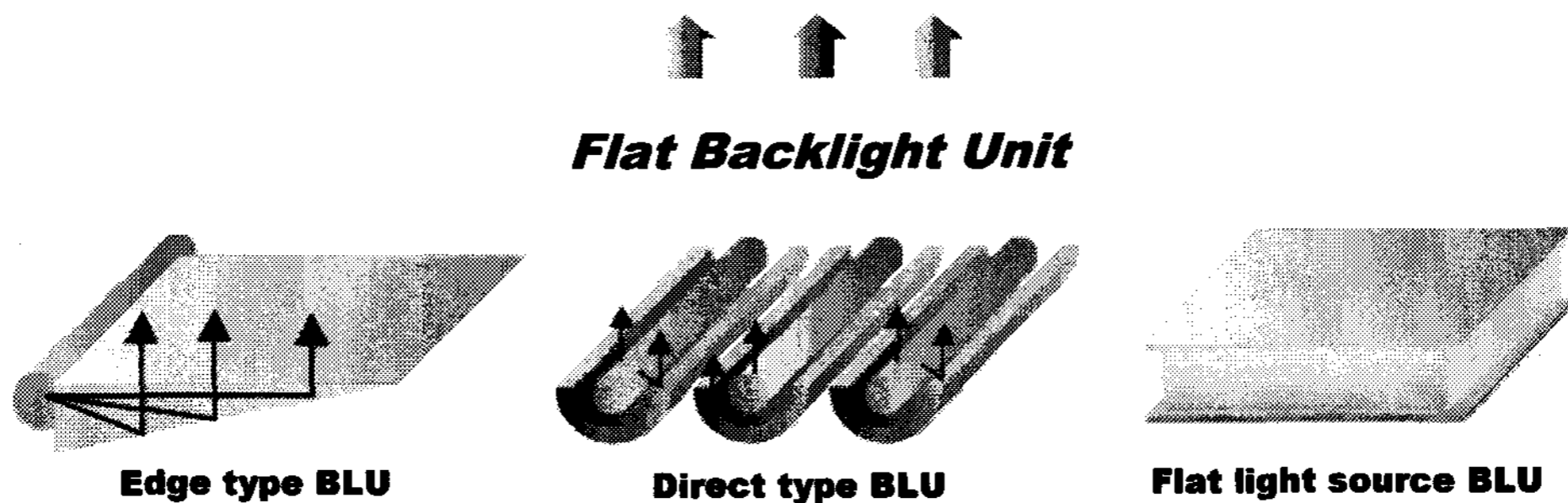


Fig. 1. The classification which it follows in BLU.

Lamp Type	Efficiency	Ra	Life	Environ.	Price
Incandescent Bulb	X	○	X	○	○
Fluorescent Lamp	△	△	△	X	○
Metal Halide Lamp	△	△	△	X	△
Sodium Vapour Lamp	○	X	△	X	△
OLED Lamp	X	△	X	○	X
LED	X	△	○	○	X
CNT Lamp	△	△	△	○	△

[○: Excellent, △: fair, X: poor]

Fig. 2. Performance comparison of various light source.

여러 광원(Fig. 2) 비교하여 보았을 때, CNT BLU는 발광효율, 색상 대비, 수명, 가격 면에서 비교적 우수하고, 특히 인체에 유해한 수은이 없는 점에서 더욱 우수하므로 차세대 신광원으로서 매우 적합하다. 이런 배경으로 본 연구에서는 탄소나노튜브(carbon nanotubes, CNT)를 발광소자로 사용하고 전계방출원리를 이용한 CNT 면광원에 적용

할 수 있는 형광체 paste의 특성을 연구하였다.

형광체 paste를 제조하여 형광막을 형성하기 위해서는 소성이라는 공정을 통해 paste 내부에 존재하는 바인더 성분을 태워서 제거해야 한다. 만약 소성 후에도 내부에 바인더 성분이 잔존하게 되면, 형광체의 휘도 및 수명이 감소하는 결과를 초래하여 신뢰성에 문제가 발생하게 된다. 현재 형광체 paste에 사용하고 있는 레진은 Ethyl cellulose type로서 이를 완전히 열분해 하기 위해서는 500°C 정도의 고온이 필요하다. 하지만 이와 함께 혼합되게 되는 형광체는 420°C 이상이 되면 형광체의 열화가 발생하게 되고 그 이상인 500°C 정도까지 온도가 가해지게 되면 휘도가 30% 정도 저하하는 결과를 초래한다.

따라서 형광체의 열화 방지와 휘도 저하를 방지하기 위해서는 저온에서 완전히 소성되는 형광체 paste를 제조하여 적용하는 것이다. 즉, 저온에서 형광막 내부의 바인더를 완전히 소성시키게 되면, 형광체 고유의 광을 100% 발현시킬 수 있으므로 별도의 장치 없이 휘도를 상승시킬 수 있게 된다. 따라서 본 연구에서는 면광원으로 적용 가능한 저온 소성형 형광체 paste를 제조하였고, 이를 Screen printing을 통해 형광막을 형성하였다. Resin의 열분해 특성을 측정하였고, 휘도를 검토하였다.

2. 실험

저온소성형 형광체 paste의 피막 물성 및 인쇄 적성을 좌우하는 바인더 레진은 중량 평균 분자량 50,000~70,000이고 유리전이온도(Tg)가 57°C이며, 고형분이 35wt%인 반응성이 없는 비아크릴레이트 타입의 아크릴수지(SK-CYTEC(주))를 이용하였다. 그리고 면광원의 휘도를 발현하는 형광체는 전자선 여기 형광체를 대상으로 하였으며, 표면에 SiO₂ 처리한 Red, Green, Blue형광체(Fig. 3)를 사용하였다.²⁾

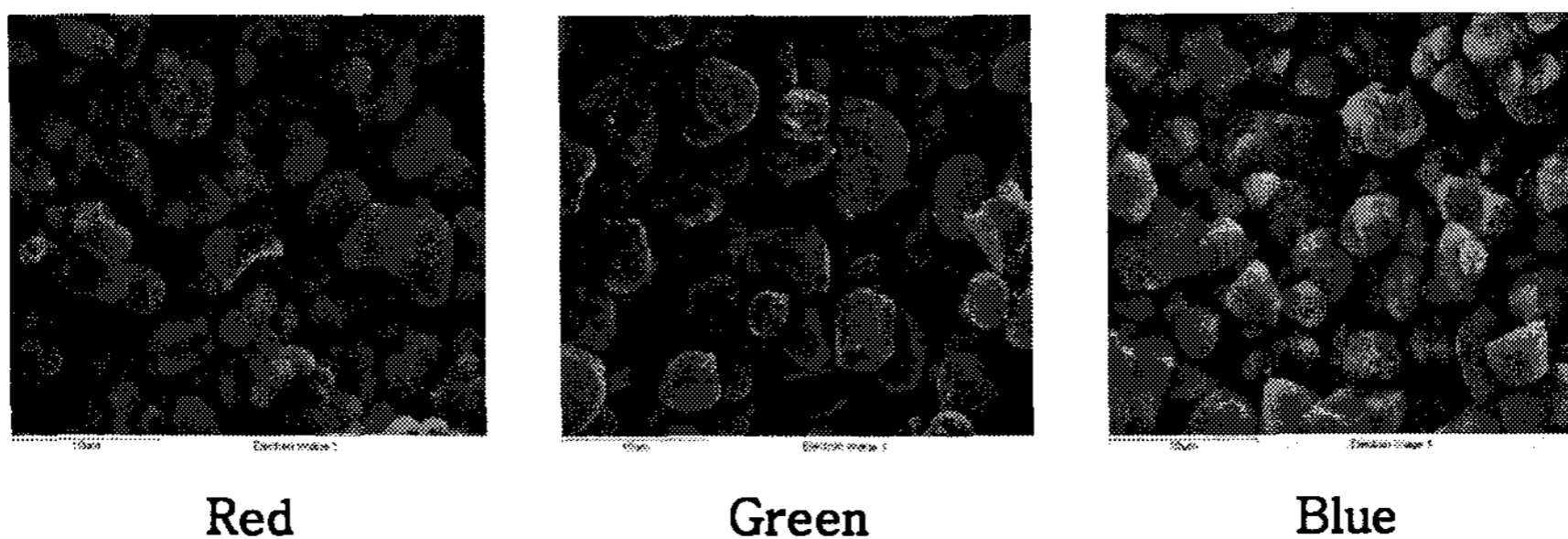


Fig. 3. The SEM Image of R, G, B Phosphors

상기의 재료를 분산성, 젖음성, 인쇄시의 유동성을 고려하여 Table 1과 같은 조합비로 혼합하여 제조하였다. 그리고 면광원으로 사용하기 위해 R, G, B형광체를 적절하게 혼합(Table 2)하였고, 형광체 paste의 제조공정을 Fig. 4에 나타내었다.³⁾

Table 1. Recipe of Phosphor paste

	Phosphor	Resin	Solvent	Dispersing agent
Paste	65	24.5	10.5	1phr

Table 2. Recipe of Phosphors

	Red	Green	Blue	Total
Phosphor	20	36.9	43.1	100

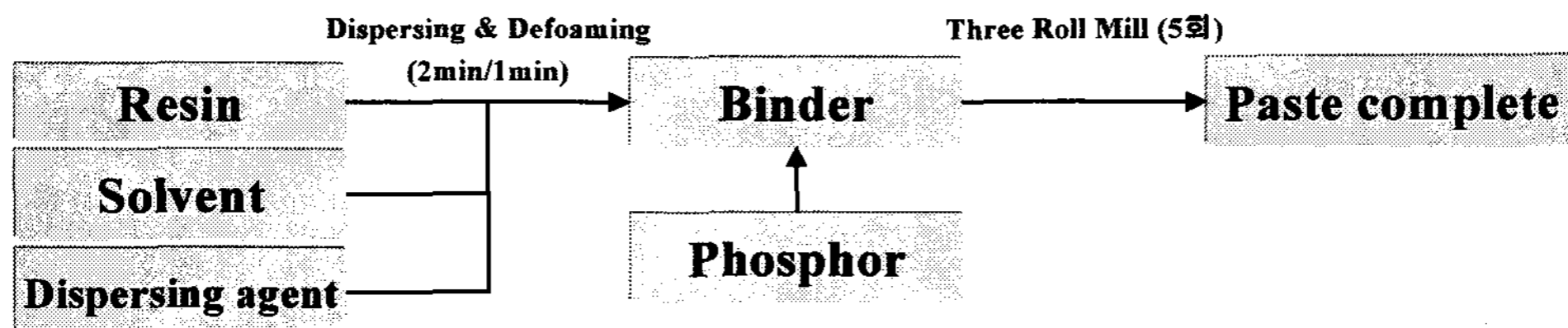


Fig. 4. Manufacture process of Phosphor paste.

제조된 형광체 paste는 SUS #200mesh 로 제판된 스크린 판을 이용하여 인쇄하였다. 사용한 인쇄기는 LSP-560L(Line system, Korea) 반자동 스크린 인쇄기이며, 이 때의 인쇄 조건은 스크린 인쇄판과 종이 사이의 간격은 2.5mm이고, 스퀴지 압력은 스퀴지가 망사에 접촉하였을때 0.5mm정도로 압이 가해지도록 하였으며, 스퀴지 각도는 80°, 인쇄 속도는 0.125m/s, 도포속도는 0.2m/s로 하였다. 인쇄된 형광막은 열풍 건조기(Jisico)를 이용하여 120℃에서 15min간 건조시켜 형성하였다.

제조된 형광체 paste에서 바인더 레진의 열분해 특성은 TGA(Perkin-elmer, USA)를 이용하여 측정하였고, 바인더의 소성 특성은 석영 glass를 통해 검토하였다. 바인더 특성 검토를 위한 방법은 석영 glass에 바인더를 2g 넣고 이를 150℃에서 15시간 건조한 후의 중량과, 이를 400℃에서 소성한 후에 잔류하는 바인더의 중량을 비교하였다. 혼합된 형광체의 발광색상은 254nm의 자외선을 조사하여 PR-650 SpectraScan spectroradiometer를 사용해 측정하였고, 형광체의 휘도는 소성전 기준으로 하여 400℃에서 소성 공정을 진행한 후의 형광체에 대한 상대휘도를 Cathodoluminescence (가속전압 : 10kV)로 측정(JEOL JSM-6490LV, Japan-Gatan MonoCL3+, USA)하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1. 바인더 레진의 열분해 특성

형광체 paste에서 바인더 성분 중 많은 양을 차지하고 있는 레진의 열분해 특성은 매우 중요하다. 본 연구에서 사용된 레진의 열분해 특성을 TGA(Fig. 5)를 통해 검토한 결과, 220°C 정도에서 열분해가 시작되어 350°C 정도에서 완료됨을 볼 수 있고, 350°C에서는 약 0.5%, 400°C에서는 약 0.3% 정도 잔존함을 알 수 있다.

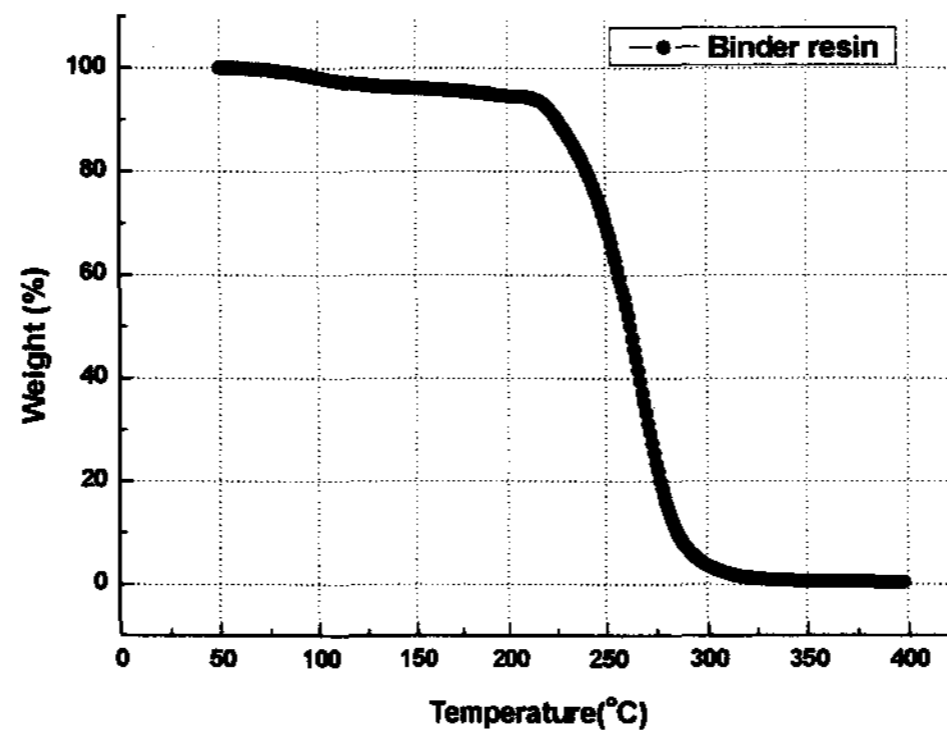


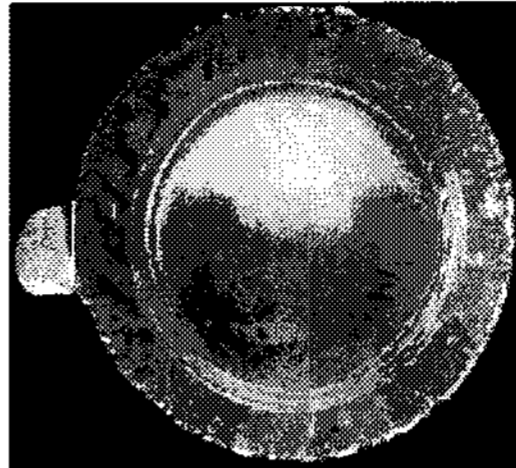
Fig. 5. TGA result of binder resin.

3-2. 바인더의 소성 특성

바인더 레진은 여러 가지 탄소성분으로 이루어진 고분자이다. 그러므로 바인더 레진 내부의 분자사슬들은 열에너지에 받게 되면 결합이 끊어지게 되고, 소성이 진행되면서 여러 가지 형상으로 남게 된다.⁴⁾ 이와 같은 바인더 성분은 소성을 통해 대부분 제거가 되지만, 만약 재(ashes)와 같이 되거나 혹은 검게 그을린 형상으로 남아 있게 된다면, 결국 형광체가 발광할 때에 휘도 저하의 원인이 되므로 BLU로는 불리한 점이 있다.

본 실험에서 사용한 바인더의 소성특성(Table 3)을 검토한 결과, 잔류하는 탄소의 양은 약 0.03%인 것을 알 수 있다. 그리고 소성한 이후의 형상을 관찰해 보면 바인더가 깨끗하게 잘 제거된 것을 확인할 수 있고, 또한 표면의 형상도 바인더가 타면서 남긴 흔적만이 존재해 훌륭한 소성특성을 나타냄을 확인할 수 있었다. 이는 레진의 TGA 측정과도 일치하는 결과를 나타내었다.

Table 3. Residual Hydroxylcarbon wt% of Binder after Calcination

	Binder
Shell	
Residual Hydroxylcarbon	0.0345145

3-3. 혼합된 형광체의 발광 색상

254nm의 자외선을 조사하여 발광 색상을 측정된 결과, Bluish-white로 발광하는 것을 확인할 수 있었다.(Fig. 6)

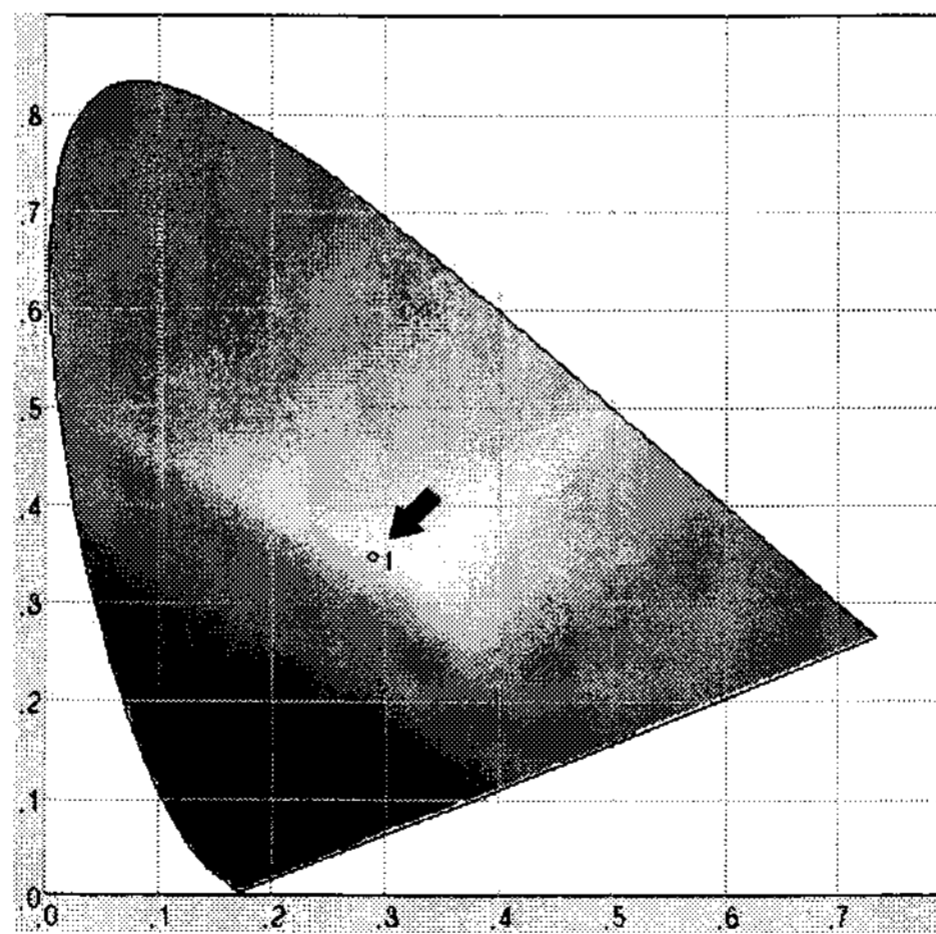


Fig. 6. CIE color coordinate of blend phosphors.

3-4. 휘도 측정

소성전 기준으로 하여 400℃에서 소성 공정을 진행한 후, 형광체에 대한 상대휘도를 측정하여 Table 4에 나타내었다. 측정 결과, 100%에 가까운 휘도로 발광되는 것이 측정되었다.

Table 4. Luminance Measurement of Phosphor Layer for Phosphor

Measurement Condition	10kV	4 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$
SAMPLE	Luminance	Relative Luminance
Paste	2.045	100
Paste	2.057	100

⇒ 동일 paste 2회에 걸쳐 실험.

참 고 문 헌

- 1) GeunHyung Kim, "A PMMA composite as an optical diffuser in a liquid crystal display backlight unit(BLU)", European Polymer Journal, 41, 1729 (2005).
- 2) GeunHyung Kim, "Analysis of thermo-physical and optical properties of a diffuser using PET/PC/PBT copolymer in LCD backlight unit", Displays, 26, 41 (2005).
- 3) Jong Heo, "Generation of white light from oxy-fluoride nano-glass doped with Ho^{3+} , Tm^{3+} and Yb^{3+} ", Materials Letters, 61, 3751 (2007).
- 4) Analía Va' zquez, "Thermal degradation and fire resistance of unsaturated polyester, modified acrylic resins and their composites with natural fibres", Polymer Degradation and Stability, 91, 256 (2006).