

플렉시블 무기EL 색변환 백색 발광 소자 제작 및 특성평가

김 기령, 안 성일, 금 정훈, 이 흥렬*, 임 태홍*, 이 성의

한국산업기술대학교 신소재공학과

*한국생산기술연구원

The Fabrication and Characteristics of White Emission Using CCM on Flexible Substrate

Gi Ryoung Kim, , Sung Il Ahn, Jeong Hun Kum, Heung Ryeol Lee, Tae Hong Yim, Seong Eui Lee

Dept., of Advanced Materials Engineering, Korea Polytechnic Univ..

*Korea Institute of Industrial Technology

Abstract : EL (electro luminescent) is generally studied as a large size plane light emitting device and flexible light source because of it's simple manufacturing process. In this experiment, we manufactured flexible white emitting light source using Ni-foil with blue phosphor and color change materials. With increasing the thickness of color change material, the luminance of white emission is increased and the color coordinate of white color was shifted to pure white of (0.317,0.328) by strong emission of color change materials excited by blue excitation spectra. Also the luminance level was 30% higher in white emitting light device than blue only light source.

Key Words : white emission , Ni-foil, CCM(color change material)

실험실에서 제작한 유전체로 BaTiO₃와 Glass Frit, TiO₂를 85:10:5의 wt% 비율로 혼합하여 제작된 페이스트를 사용하여 두께 12um로 스크린프린팅 하여 제작하였다.

1. 서 론

EL은 현재 평면 발광형 디바이스로 활발하게 연구가 진행되고 있으며 간단한 제조공정으로 휴대전화용 키패드 광원, 광고판용 광원 등으로 활용되고 있다. 한편 대면적과 플렉시블 광원으로 구현될 수 있는 장점으로, 미래형 평면광원으로 각광 받고 있다. 하지만 면광원으로서의 평면 발광형 디바이스는 단일발광 층으로부터 백색 발광을 얻기 힘들기 때문에 백색을 발광시키기 위한 구조연구가 활발히 진행되고 있다[1-4]. 본 실험에서는 플렉시블 면광원을 구현하고, 공정의 단순화를 목적으로, 유리 기판 혹은 플라스틱 기판대신 전기전도도가 있는 메탈 니켈포일을 사용하여 백색 면광원을 제작 평가 하였다. 백색광을 얻는 방법으로 블루발광 층을 먼저 형성하고, 그 위에 색변환 형광 안료 층(CCM: color change material)을 다층막으로 적층하였다. 색변환 형광안료 층의 두께에 따른 백색광의 발광특성의 변화를 살펴보고 최적의 백색광원의 특성을 평가하였다.

2. 실험

본 실험에서 사용한 소자의 구조는 그림 1과 같으며 기판은 플렉시블 면광원 구현을 위해 ITO glass 대신 전도성이 있는 Ni-foil을 이용하여 제작하였다. 니켈포일은 특정한 형상의 음극에 금속을 전착(electrode position) 한 후 박리시켜 금속제품을 제조하는 전주공정(electro forming process)으로 제조한 것으로 평균 roughness는 50nm, 0.5Ω/cm²의 저항을 가지고 있다. 그림 2에는 전착과정으로 포일을 제작하는 장치개략도를 나타냈었다[5]. 유전물질은

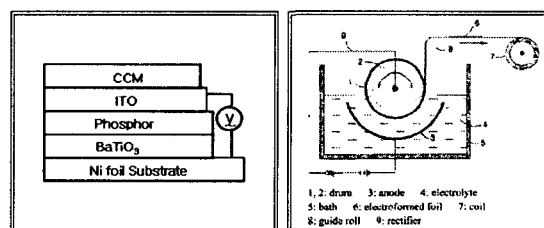


그림 1. 제작한 소자의 구조. 그림 2. 전착장치 개략도

형광체는 듀폰사에서 제조한 8152L을 사용하였으며, 두께 50um로 형성하였다. 전면전극은 DC Magnetron Sputter를 이용하여 O₂(99.5%), Ar(0.5%)인 혼합가스를 이용하여 gas flow rate 3 X 10⁻³scm, 전압280V, 전류30mA의 조건으로 두께 3000 Å, 면저항 120Ω/□인 ITO층을 적층하였다. 색변환 형광안료는 Benzoguanamine 55%, p-Fomaldehyde 30%, Hydroxyethylcellulose 6%의 소량의 원소가 함유되어 있는 것으로 분자식(-C₁₂N₇O₂Hg-)을 가지는 yellow, orange색변환 형광안료와 Binder를 4.7:2.8:92.5의 wt% 비율로 혼합하여 적층하였다. 색변환 안료 층의 두께 따른 발광특성 평가를 위하여, 인쇄 횟수를 달리하여 소자를 제작하였다. 제작한 소자의 측정은 Voltage(40V~190V), Duty(10%), Frequency(20KHz)에서 CS-10w Chroma-meter (Konica Minolta), PR-650 spectrascan (photo research)을 이용하여 휘도와 전류, 전압, 색좌표 및 발광의 파장을 측정하였다.

3. 결과 및 검토

백색광을 발광시키기 위한 여러 가지 방법 중에 blue 발광층 위에 색변환 형광안료 층을 적층하여 두께에 따른 휘도변화와 색좌표 변화추이를 실험하였다. 그림3은 365nm의 여기 광원을 이용하여 yellow와 orange 색변환 형광안료의 PL스펙트럼을 측정된 것이다. yellow 색변환 형광안료는 450nm~600nm 파장대의 영역을 가지고 있으며,

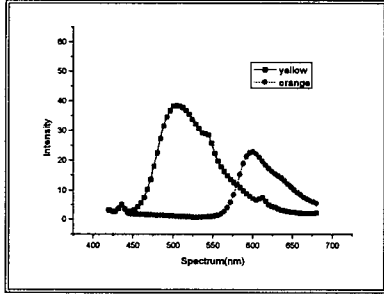


그림3. yellow, orange 색변환 형광안료 spectrum

orange 색변환 형광안료는 570nm~680nm의 파장대의 영역을 가지고 있는 것으로 관찰되어졌다. 우리는 두 가지 색변환 형광안료를 혼합하여 blue 발광층 위에 적층시켜 색좌표 이동 상태를 관찰하였다. 표1은 블루발광 층의 파장대인 470nm일 때 색변환 형광안료 층의 두께 변화에 따른 투과율 변화를 나타낸 것이며 색변환 형광안료 층의 두께가 증가할수록 투과율이 현저하게 감소함을 보이고 있다.

두께(um)	7.2	10.5	13.9
투과율(470nm)	20.62%	2.18%	0.28%

표1. 색변환 형광안료 두께에 따른 투과율

구분(um)	X	Y
7.2	0.242	0.266
10.5	0.276	0.300
13.9	0.311	0.322

표2. 색변환 형광안료 층 두께에 따른 색좌표

표2는 색변환 형광안료 층의 두께변화에 따른 색좌표이며 색변환 형광안료 층의 두께가 증가함에 따라 white 좌표(0.33,0.33) 범위에 근접하고 있음을 볼 수 있다. 그림4는 블루발광 층의 발광 스펙트럼과 발광된 파장에 의해 색변환 형광안료에 의하여 여기 되어 나타나는 스펙트럼을 측정된 그래프이다. 색변환 형광안료의 두께가 증가함에 따라 intensity가 증가하고 있으며 색변환 형광안료 층의 두께가 10um이상일 때 색변환 형광안료 층의 intensity가 더 이상 증가하지 않으면서, 두 파장대의 조합에 의하여 순수한 white로 발광하는 것이 관찰되었다. 그림5는 제작한 소자의 색변환 형광안료 층의 두께변화에 따른 휘도변화 특성을 측정된 그래프이다. 그래프는 EL의 특성대로 전압

이 증가함에 따라 EL 휘도가 증가하는 일반적인 경향을 보여주고 있으며, 색변환 형광안료 층의 두께가 증가할수록 휘도가 감소하는 현상을 보여주고 있다. 이는 표1에서와 같이 투과율감소로 인한 영향으로 휘도가 감소하고 있는 것이다. 그러나 blue 발광층만 적층되어 있는 소자보다 색변환 형광안료 층이 적층되어 있는 소자의 휘도가 평균 30% 상승 되어졌다. 이는 blue광 에너지에 의하여 여기된 색변환 형광안료 층의 발광휘도와 blue층의 발광휘도가 함께 기여하여 휘도가 상승되어 진 것으로 판단된다.

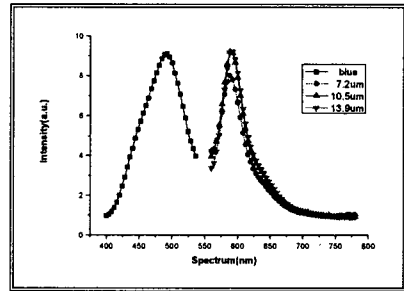


그림4. 형광안료 layer수에 따른 스펙트럼

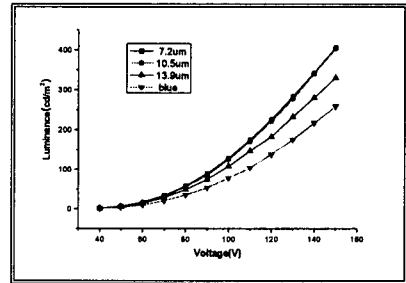


그림5. 색변환 형광안료 두께에 따른 전압-휘도.

4. 결론

본 실험은 blue 발광층 위에 유기물계 색변환 형광안료 재료를 이용하여 간단한 공정으로 white 발광을 구현하였다. 색변환 형광안료의 두께가 증가함에 따라 blue발광 층의 발광이 색변환 형광안료 층에 여기 되어 휘도의 증가와 더불어 색좌표가 white좌표로 이동하고 있음을 알 수 있었다. 또한 색변환 형광안료 층이 적층됨에 따라 휘도가 감소하는 경향이 있지만 blue발광 층의 휘도보다 평균 30% 휘도상승 효과가 있는 결과가 나왔다.

참고 문헌

- [1]C.W. Ko, Y.T. Tao, Appl. Phys. Lett. 79 (2001) 4234.
- [2]C.H. Chuen, Y.T. Tao, Appl. Phys. Lett. 81 (2002) 4499.
- [3]Feng Li, Gang Cheng, Yi Zhao, Jing Feng, Shiyong Liu, Ming Zhang, Yuguang Ma, Jiacong Shen, Appl. Phys.Lett. 83 (2003) 4716.
- [4]Wu Xiao-Ming, Hua Yu-Lin, Wang Zhao-Qi, Yin Shou-Gen, Zheng Jia-Jin, Deng Jia-Chun, M.C. Petty, Chin. Phys. Lett. 23 (2006) 1012.
- [5]T.H.Yim, H.Y.Lee, Transactions of Materials Processing Vol.14, No2, pp 121-125(2005)