

논문 2006-43IE-4-1

정공 저지층의 재료변화에 따른 청색유기발광소자의 특성분석

(Analysis of Characteristics of the Blue OLEDs with Changing HBL Materials)

김 중 연*, 강 명 구**, 오 환 술***

(Jung-Yeoun Kim, Myung-Koo Kang, and Hwan-Sool Oh)

요 약

본 연구에서는 정공 저지층이 없는 Type I과 정공 저지층으로 두께가 30Å인 BCP와 BAQ 재료로 사용한 Type II의 청색 유기발광소자를 제작하였다. ITO 박막 위에 N₂ 가스에서 플라즈마 출력이 200 W 일 때, 5.02 eV의 일함수 값을 갖는 ITO를 얻을 수 있었다. Type I 소자는 ITO/2-TNATA/α-NPD/DPVBi/Alq₃/LiF/Al:Li 구조로 되어 있으며, Type II 소자는 ITO/2-TNATA/α-NPD/DPVBi/정공 저지층/Alq₃/LiF/Al:Li 구조로 되어 있다. Type I과 Type II 소자의 특성을 비교하였다 제작된 소자 중에서 특성이 가장 우수한 것은 정공 저지층으로 두께가 30Å인 BAQ 재료를 사용한 Type II 소자이었고, 인가전압 10 V 에서 소자의 전류밀도는 226.75 mA/cm², 휘도는 10,310 cd/m², 발광효율은 4.55 cd/A, 전력효율은 1.43 lm/W 이었다. EL 스펙트럼의 최대 발광 파장은 456 nm, 반치폭은 57 nm 이었고 색좌표값은 x = 0.1438, y = 0.1580 로 NTSC 색좌표 Deep blue영역(x = 0.14, y = 0.08)에 근접한 순수한 청색에 가까운 값을 얻었다.

Abstract

In this paper, two types of blue organic light-emitting device were designed. We have analyzed the characteristics of Type I device without a hole blocking layer, and analyzed the characteristics of Type II device using a hole blocking layer of BCP or BAQ materials with 30 Å thickness. We obtained the ITO having the work function value of 5.02 eV using N₂ plasma treatment method with the plasma power 200 W. Type I device structure was ITO/2-TNATA/α-NPD/DPVBi/Alq₃/LiF/Al:Li, and type II device structure was ITO/2-TNATA/α-NPD/DPVBi/HBL/Alq₃/LiF/Al:Li. We have analyzed the characteristics of Type I and Type II device. The characteristics of the device were most efficiency on occasion of using a hole blocking layer of BAQ material with 30 Å thickness. Current density was 226.75 mA/cm², luminance was 10310 cd/m², current efficiency was 4.55 cd/A, power efficiency was 1.43 lm/W at an applied voltage of 10V . The maximum EL wavelength of the fabricated blue organic light-emitting device was 456nm. The full-width at half-maximum (FWHM) for the EL spectra was 57nm. CIE color coordinates were x=0.1438 and y=0.1580, which was similar to NTSC deep-blue color with CIE color coordinates of x=0.14 and y=0.08.

Keywords : Plasma Treatment, HBL, Blue OLED, BAQ, Work Function

I. 서 론

21세기 정보화시대의 개막에 따라 핸드폰 및 PDA

등 전자기기의 정보표시장치로서 평면 디스플레이의 필요성 및 중요성이 대두되었다. 이러한 정보표시 장치로 사용되는 평면 디스플레이로서 액정 디스플레이(LCD)와 유기발광소자(OLED)가 있으며 무기물을 사용하는 것으로 형광체로부터 형광(Photo-luminescence)을 이용하는 플라즈마 디스플레이 패널(PDP), 전계방출 디스플레이(FED), 전기발광 디스플레이가 있다^[1]. 유기발광소자는 유기박막에서의 자체발광을 이용하므로 TFT-LCD와 달리 백라이트가 필요 없으며 저전력 구동 및 경량화, 박형화가 가능하여 여러 정보화기기 및 가전기

* 정회원, SK 텔레콤
(SK Telecom.)

** 정회원, 극동정보대학 정보통신과
(Dept. of Information Technology and
Communication, KeukDong College)

*** 정회원, 건국대학교 전자공학과
(Dept. of Electronics Engineering, Kon-Kuk
University)

접수일자: 2006년9월11일, 수정완료일: 2006년12월4일

기의 응용에 적용시 다른 평면 디스플레이와 비교하여 모듈화가 용이하고, CRT 와 비교하여 동등 이상의 시야각 및 색감을 나타낼 수 있다. 또한 PMMA 등의 플렉시블한 기판 위에 소자를 제작할 수 있어 전자종이(e-paper) 등의 어플리케이션 적용이 가능하며 의류나 기타 광고판의 용도로 적용이 가능하여 계속적으로 적용분야를 넓혀가고 있다^[2].

유기물질에 의한 전계발광은 유기물 박막에 음극과 양극을 통하여 주입된 전자(Electron)과 정공(Hole)이 재결합(Recombination)하여 여기자(Exiton)를 형성하고 형성된 여기자로부터의 에너지에 의해 특정한 파장의 빛이 발생하는 현상으로 1963년 M. Pope 등에 의해 안트라센(Anthracene)의 단결정에서 처음 발견되었다^[3]. 1982년 Vincett 에 의해 진공증착 방법으로 비정질 안트라센 박막형성을 성공함으로써 오늘날까지 이러한 진공증착 방법이 유기 단분자를 이용한 소자 제작의 표준 방법으로 사용되고 있다^[4]. 1987년 E. Kodak(주)의 Tang 등에 의해 발광층(Emission Layer, EML)과 정공 수송층(Hole Transport Layer, HTL)으로 이루어진 적층형 유기발광소자에 대한 연구가 발표됨으로써 유기발광소자의 연구를 활발히 하는 초석을 만들었다^[5, 6].

양극재료로 사용되는 ITO는 LCD 산업에서 일반적으로 쓰이고 있는 재료이며 550 nm에서 90% 이상 높은 투과율을 가지고 있다. 낮은 저항과 패턴형성 공정이 용이한 장점을 가지고 있으며 높은 일함수를 가지고 있다. ITO의 일함수는 4.7 eV에서 5.1 eV까지 표면처리에 의해 변화가 가능하다^[7, 8]. 또한 표면처리에 의해 소자의 장수명화를 이루었다는 보고도 있다^[9]. 유기물/금속 계면에서 정공주입을 증가시키기 위해서는 ITO의 일함수가 유기물이 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 레벨보다 클수록 좋다. 플라즈마 처리에 의해서 일함수가 변하게 되고 일함수의 변화에 따라 전기적인 특성도 변하게 된다^[10].

본 논문에서는 ITO 박막에 질소(N₂) 가스를 주입한 RF 플라즈마로 전처리하여 양극전극과 정공 주입층간의 에너지 장벽을 낮추어 정공 주입을 원활하게 하였으며 정공 저지층을 사용하여 유기발광소자의 발광효율을 높였다. 본 실험에서 연구한 청색 유기발광소자의 구조는 양극전극으로는 RF 플라즈마로 전처리한 ITO, 정공 주입층으로 2-TNATA, 정공 수송층으로 α-NPD, 발광층으로 DPVBi, 정공 저지층으로 BCP와 BA1q, 전자 수송층으로 Alq₃, 전자 주입층으로 LiF, 음극전극으로 Al 을 사용하여 청색 유기발광소자를 진공증착법으로 제작

하였다. 또한 정공 저지층으로 BA1q와 BCP 단분자 유기물질을 각각 사용하여 유기발광소자의 정공 저지층의 역할과 특성^[11, 12]을 비교 분석하였다.

II. 실험

1. ITO 박막의 RF 플라즈마 전처리 공정

N₂ 가스가 주입된 플라즈마로 전처리한 ITO 박막의 특성을 분석하기 위하여 투명전극인 양극 기판으로 유리기판 위에 코팅된 ITO를 사용하였다. 실험에 사용된 ITO의 두께는 1000Å ± 10 % 이며, 면저항(Sheet resistance)은 14 Ω/□인 한화종합화학(주) 제품을 사용하였으며, 면저항 측정은 MM200W인 4 탐침법(Four point probe) 장비를 사용하였다.

플라즈마 처리를 하기 전에 ITO 패턴 형성 및 식각을 위하여 ITO 유리기판의 크기를 2.5 cm × 2.5 cm 절단하여 사용하였으며 양극으로 사용되는 ITO 패턴의 크기는 9 mm × 18 mm 으로 일정한 패턴에 따라 식각하였다.

패턴이 형성된 ITO 표면에 붙어있는 불순물을 제거하기 위하여 열판에서 중성세제로 20 분간 가열하였으며 메탄올(Methanol)과 아세톤(Acetone)으로 세척한 후 탈이온수(DI water)로 세척하였다. 다시 탈이온수가 들어있는 초음파 세척기로 15분간 세척한 후, 질소 가스로 남아있는 용액들을 건조시켰다.

사진공정은 ITO의 접착력을 높이기 위해 먼저 HMDS(Hexamethyldisilazane)를 도포하고, 양성 감광액 AZ 7220 1ml로 스핀코터를 사용하여 약 2 μm 두께의 감광막을 형성하였다. 감광막에 존재하는 잔류물을 제거하기 위하여 90 °C의 오븐에서 30분 동안 소프트 베이킹(Soft bake)를 하였다. 노광은 수은램프를 이용하여 자외선을 12초 동안 쬐어 주었다. AZ 300 100 % 용액에서 현상을 70초 동안 하였으며 60 °C의 오븐에서 30분 동안 베이킹을 하였다. 소자에 필요한 ITO를 제외한 나머지 부분을 제거하기 위한 ITO 식각은 염산(HCl) : 질산(HNO₃) : 탈이온수가 10 : 1 : 2로 혼합된 용액에서 10 분간 실시하였으며 감광액을 제거하기 위해 PR 제거제는 AZ 700으로 30 분간 처리하여 원하는 패턴을 얻었다.

세척된 ITO 박막의 표면처리를 위한 RF 플라즈마 처리공정을 수행하기 위하여 그림 1과 같이 진공증착기의 로딩 챔버>Loading chamber)에 극판을 설치하고 외부에 RF 제너레이터 및 매칭 박스를 설치하여 플라즈

마 챔버를 구성하였다. 로딩 챔버 내에 양극과 음극 기판이 있어 처리할 유리기판을 양 전극 사이에 넣고 진공을 잡은 후 5×10^{-7} Torr 고진공으로 진공을 유지하여 챔버 내부에 있는 다양한 종류의 기체를 제거한 후 플라즈마 처리를 하였다.

2. 정공 저지층 변화에 따른 청색유기발광소자 제작

N_2 가스가 주입된 플라즈마의 출력을 변화시켜 처리한 ITO 박막 위에 정공 주입층으로는 소자의 작동시 줄(Joule) 열손실에 의한 소자열화 및 수명감소를 방지할 수 있도록 높은 온도에서도 변화가 적은 유리전이온도(T_g)가 $112.4\text{ }^\circ\text{C}$ 인 2-TNATA 를 사용하였고, 정공 수송층으로는 낮은 이온화 에너지를 가지는 α -NPD 를 사용하여 ITO와 유기물 층과의 에너지 준위차를 감소시켰으며, 발광층으로는 청색 발광 유기물인 DPVBi 를 사용하였다. 전자 수송층으로는 발광층 안으로 전자의 주입을 원활히 하기 위하여 높은 전자 친화도를 갖는 Alq_3 를 사용하였다. 전자 주입층으로 LiF를 10 Å 정도 매우 얇게 증착한 후에 음극전극으로는 낮은 일함수를 갖고 있는 Al을 사용하였다.

제작을 위해 설계된 정공 저지층이 없는 Type I 구조의 청색 유기발광소자는 ITO/2-TNATA(1000Å)/ α -NPD(500 Å)/DPVBi(400 Å)/ Alq_3 (300 Å)/LiF(10 Å)/Al:Li(1000Å)이다.

청색 유기발광소자의 정공 저지층의 역할과 특성을 분석하기 위하여 Type I 소자의 구조에 정공 저지층으로 BCP와 BAq 유기물을 각각 삽입한 Type II 구조의

청색 유기발광소자를 제작하였다. 정공 저지층은 발광층에 정공을 구속하여 전자-정공의 재결합 영역을 발광층으로 제한하여 발광효율을 높이는 역할을 한다. 소자의 설계구조는 ITO/2-TNATA(1000Å)/ α -NPD(500Å)/DPVBi(400Å)/정공 저지층/ Alq_3 (300Å)/LiF(10Å)/Al:Li(1000Å)로 하였으며 그림 2는 정공 저지층으로 BCP와 BAq를 사용한 Type II 청색 유기발광소자의 구조도이다.

일반적으로 유기발광소자의 제작을 위하여 열증착 원리를 이용한 진공증착기 (Evaporator)를 사용한다. 유기물 진공증착에 사용한 유기 EL 시스템은 단분자 유기물질을 진공상태에서 열을 가해 증발 시키거나 승화시켜 원하는 시료에 박막을 형성시키는 장비이다. 본 실험에서는 유기물과 금속 사이의 오염문제 때문에 유기물 증착에 사용하는 유기 EL 시스템 진공증착기와 금속 증착에 사용하는 진공증착기를 따로 사용하여 청색 유기발광소자를 제작하였다.

유기박막의 증착은 10^{-6} Torr의 고진공 상태에서 다단계 진공증착 방식을 이용하여 기판의 표면에 순차적으로 형성하였다. 증착되는 유기박막의 두께는 매우 얇아서 일반적인 두께 측정 장치로는 그 오차가 매우 크기 때문에 측정이 불가능하다. 따라서 유기박막의 두께 제어를 위해서는 분해능(Resolution)이 뛰어난 센서 시스템이 필요하다. 본 실험의 유기박막 두께 측정 장비로는 금(Au)이 코팅된 6 MHz 크리스탈 센서가 장착되어 0.01 Å의 분해능을 갖는 INFICON社의 XTM/2 Thickness Monitoring 시스템을 사용하였다. 증착하는

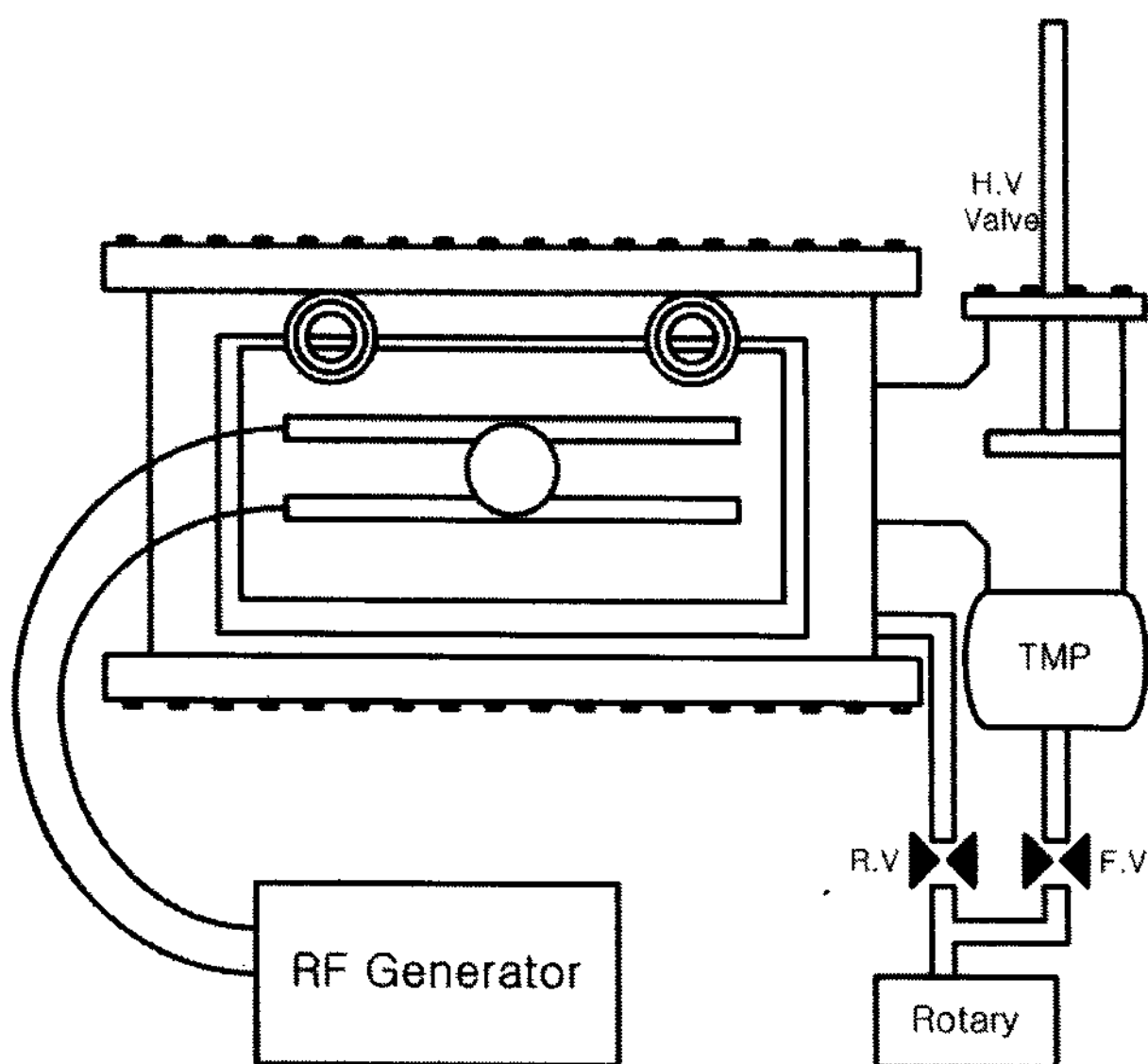


그림 1. 플라즈마 챔버 구성도
Fig. 1. Block diagram of plasma chamber.

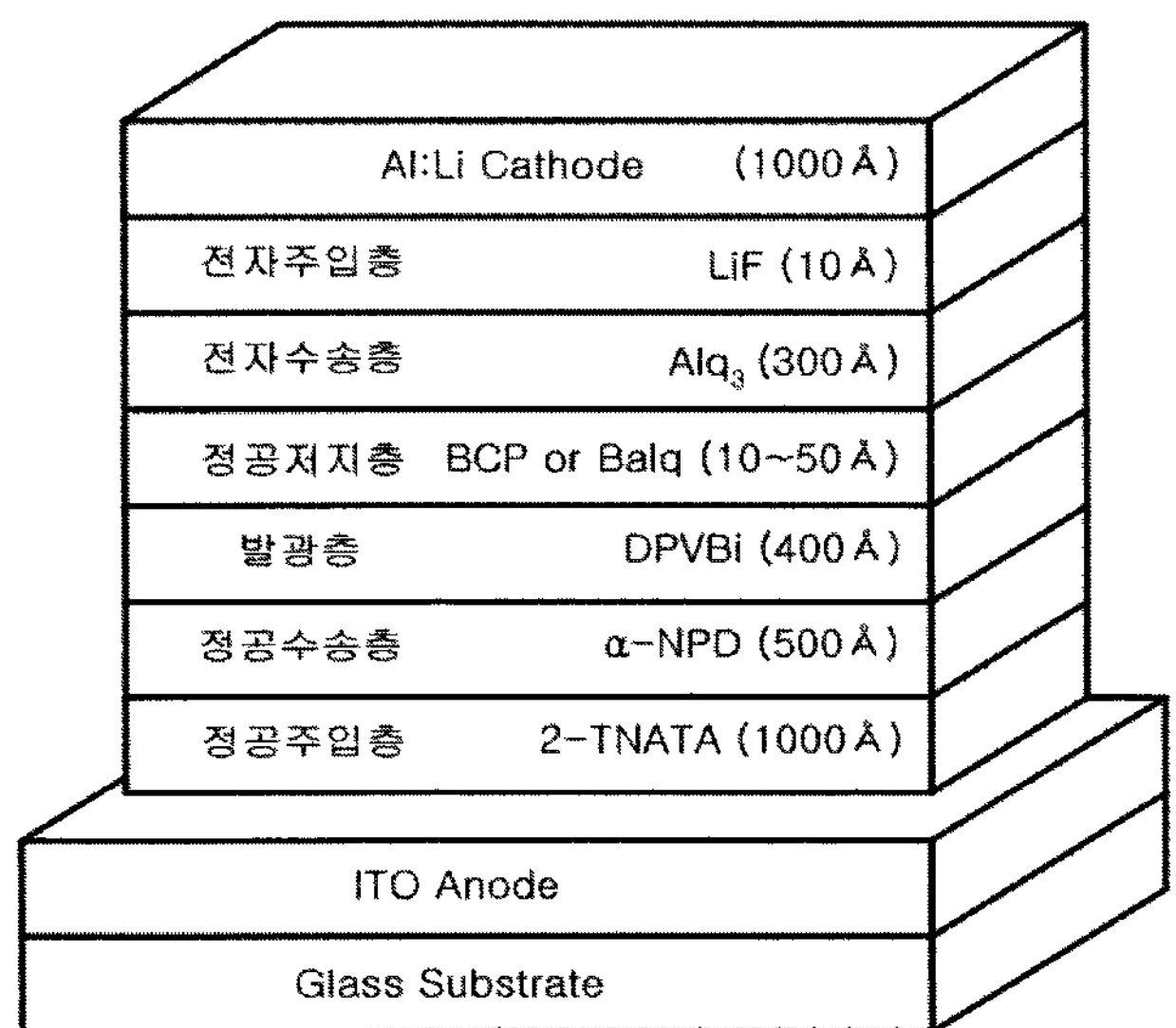


그림 2. Type II의 청색 유기발광소자의 구조
Fig. 2. Structure of the Type II blue OLEDs.

유기물의 두께를 균일하게 하기 위하여 본 장비에는 시편 회전모터가 장착되어 있어 시편을 최대 15 RPM까지 회전시켜 준다. 금속증착에 사용한 진공증착기는 2개의 진공펌프를 가지고 있으며 10^{-3} Torr 진공도까지는 로터리펌프를 사용하고 10^{-6} Torr의 진공도를 위해서는 확산펌프를 사용하였다. 본 실험에서는 전자 주입층으로 LiF를 약 10 Å 정도로 매우 얇게 증착한 후 알루미늄을 1000 Å 증착하였다.

N_2 가스와 플라즈마의 출력을 200 W 로 처리한 ITO 박막 위에 2-TNATA(1000Å)/ α -NPD(500Å)/DPVBi(400Å)/정공저지층/Alq₃(300Å)/LiF(10Å)/Al:Li(1000Å) 구조로 하여 정공 저지층이 없는 구조(Type I)와 정공저지층으로 두께가 30Å인 BCP와 BAq 재료로 사용한 구조(Type II)의 청색 유기발광소자를 제작하였다.

III. 측정 및 고찰

1. N_2 가스에서 플라즈마 출력이 200W 일 때 ITO 특성 평가

ITO 박막에 플라즈마 처리를 위한 프로세스 챔버의 진공도는 1.2×10^{-1} Torr 유지하였고 반응 시간은 5 분간 실시하였다. 면저항은 MM200W인 4 탐침법 장비를 사용하여 측정하였고 일함수는 Riken Keiki 社의 atmospheric photoelectron emission analyzer (AC-2) 를 사용하여 측정하였으며 ITO 표면의 rms roughness 는 AFM(Atomic Force Microscopy)을 이용하여 측정하였다. 표 1은 N_2 가스에서 플라즈마 출력이 200 W 일 때 ITO 박막의 특성을 나타낸 것이다.

표 1. N_2 가스에서 플라즈마 출력이 200 W 일 때 ITO 박막의 특성

Table 1. Characteristics of the ITO surface treated by N_2 plasma gas and 200 W plasma power.

소자구분	일함수(eV)	면저항(Ω/\square)	rms roughness(Å)
N_2 -200 W	5.02	14.83	24.4
As-received	4.80	14.00	44.1

2. 정공 저지층 재료변화에 따른 청색유기발광소자 특성 분석

제작된 청색 유기발광소자의 전류-전압-광출력(I-V-L)특성은 Newport optical powermeter 1830-C 와 Keithley 2400 Sourcemeter 로 구성된 시스템을 이용하여 측정하였고, EL 스펙트럼과 색좌표는 Minolta

社의 CS-1000 Spectroradiometer 를 이용하여 측정하였다.

Type I 소자는 N_2 가스와 플라즈마의 출력을 200 W 로 처리한 ITO 박막 위에 2-TNATA/ α -NPD/DPVBi/Alq₃/LiF/Al:Li 구조로 되어있고, Type II 소자는 Type I 소자의 기본 구조에 정공 저지층으로 BCP 를 사용한 소자와 BAq 를 사용한 소자로 되어있으며, 청색 유기발광소자의 정공 저지층 유무에 따른 특성과 정공 저지층의 재료 선택에 따른 특성을 비교하였다. 표 2는 정공 저지층이 없는 Type I 소자와 정공 저지층으로 BCP 와 BAq 를 사용한 Type II 소자의 특성을 나타낸 것이며 평가에 사용된 인가전압은 10 V 로 하였다.

그림 3에서 정공 저지층이 없는 Type I 소자의 전류밀도는 110.66 mA/cm^2 이고 정공 저지층 재료로 BCP 를 사용한 Type II-1 소자의 전류밀도는 160.44 mA/cm^2 로 Type I 소자보다 45.0 % 증가되었으며 BAq 를 사용한 Type II-2 소자의 전류밀도는 226.75 mA/cm^2 로 Type I 소자보다 104.9 % 증가하였다. 정공 저지층의 유무에 따라 전류밀도는 45.0 % 이상의 증

표 2. 정공 저지층의 재료변화에 따른 소자의 특성
Table 2. Characteristics of blue OLEDs with changing HBL materials.

소자구분		전류밀도 (mA/cm^2)	휘도 (cd/m^2)	발광효율 (cd/A)	P.E (lm/W)
I	no HBL	110.66	4,396	3.19	1.00
II-1	BCP 30Å	160.44	6,419	4.00	1.26
II-2	BAq 30Å	226.75	10,310	4.55	1.43

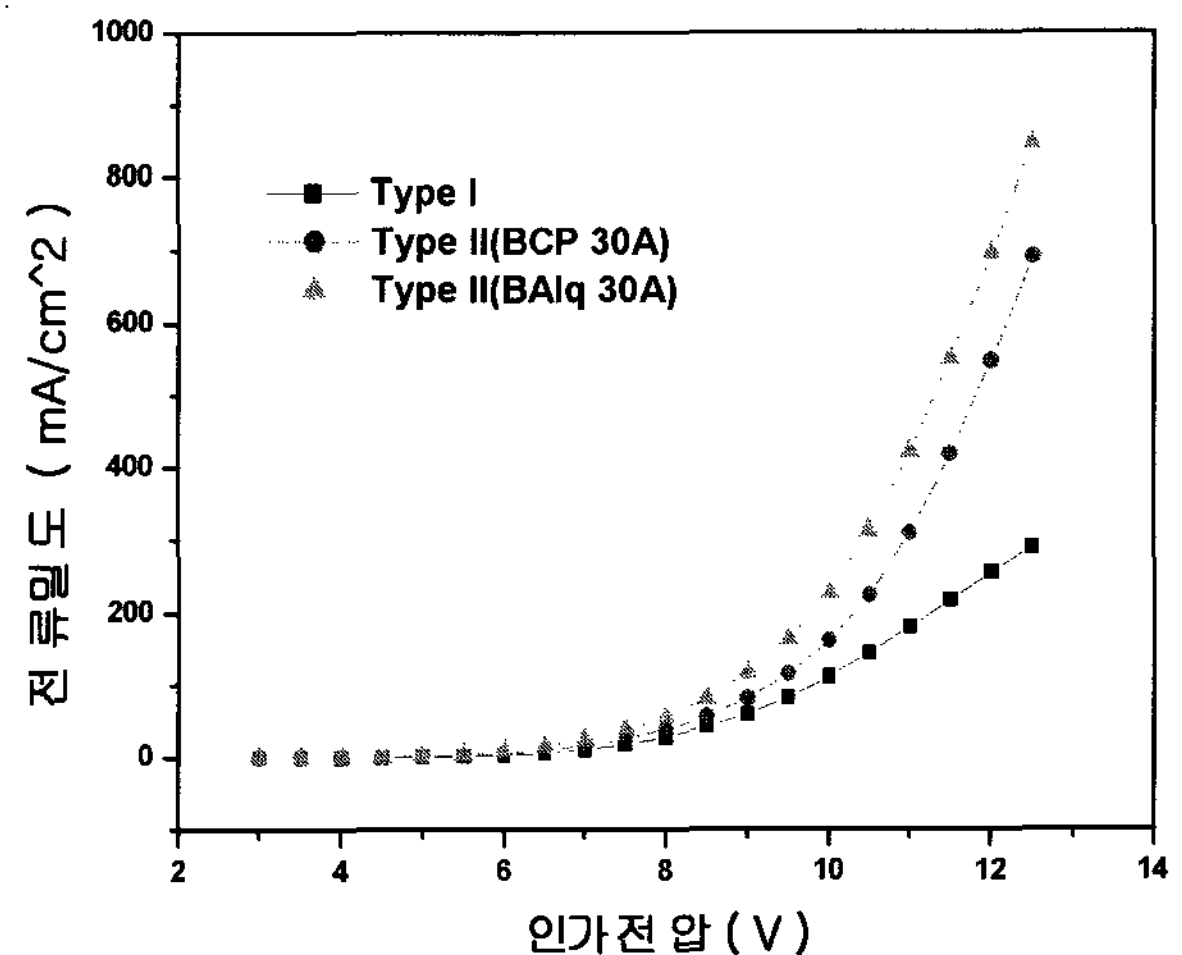


그림 3. 정공 저지층의 재료변화에 따른 소자의 전류밀도

Fig. 3. Current density of blue OLEDs with changing HBL materials.

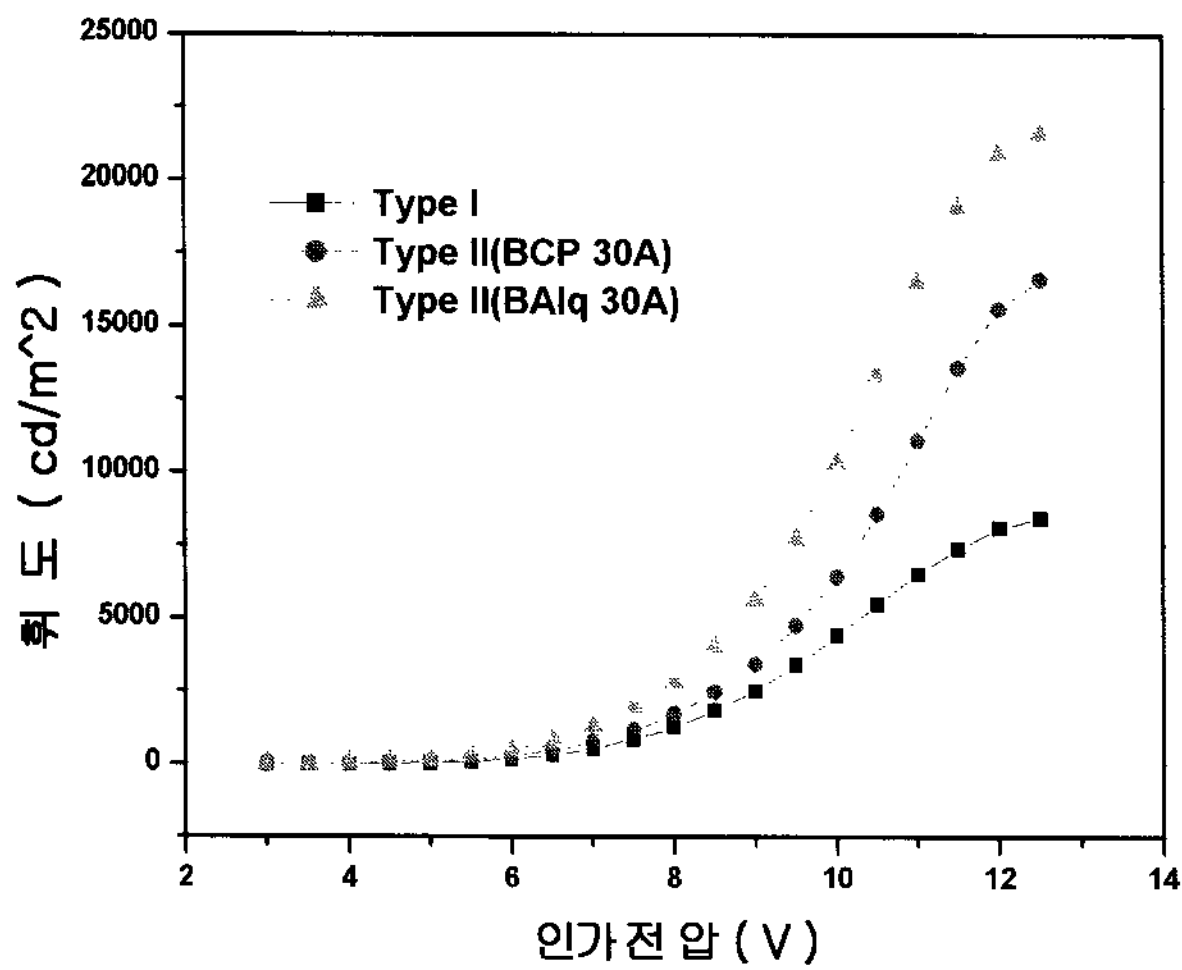


그림 4. 정공 저지층의 재료변화에 따른 소자의 휘도
Fig. 4. Brightness of blue OLEDs with changing HBL materials.

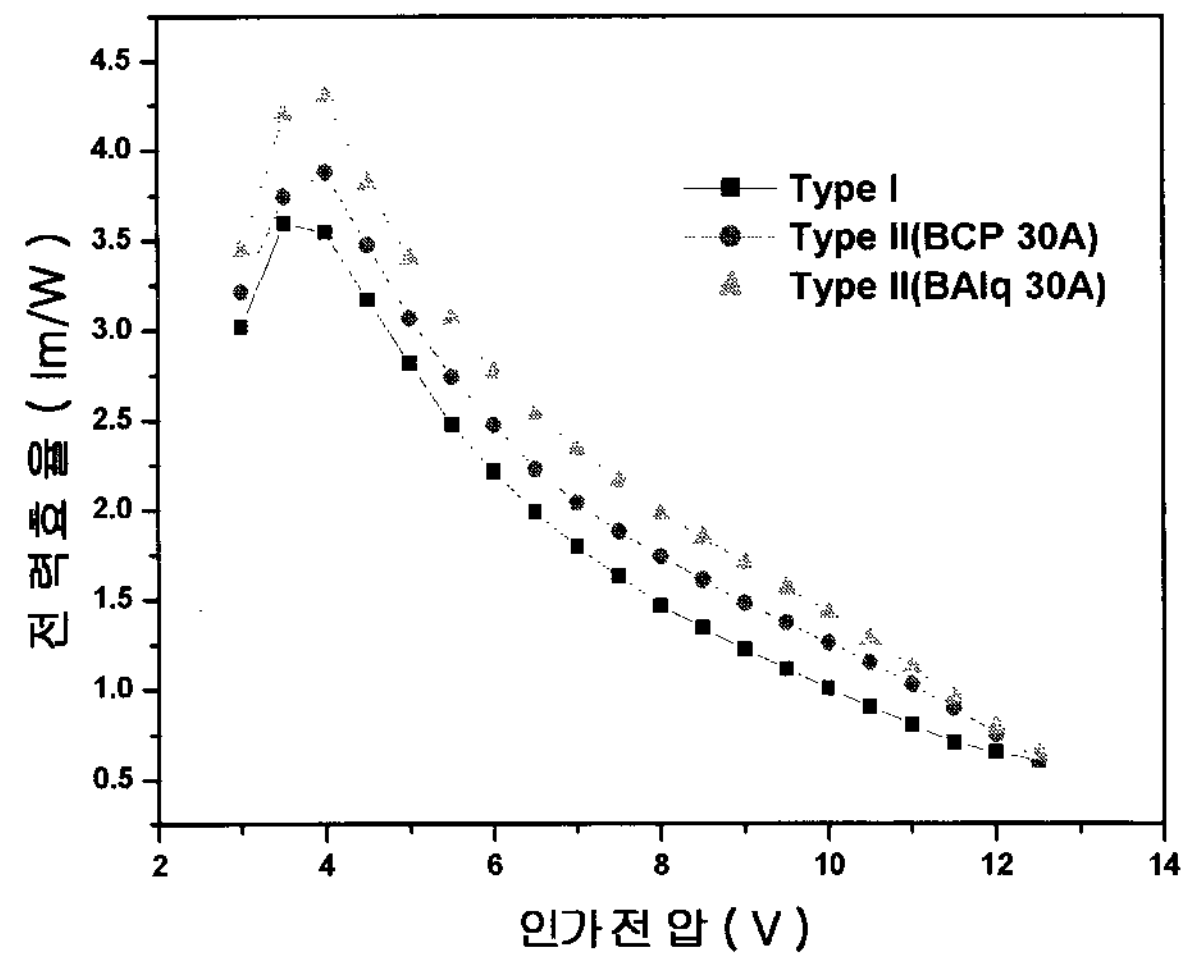


그림 6. 정공 저지층의 재료변화에 따른 소자의 전력효율
Fig. 6. Power efficiency of blue OLEDs with changing HBL materials.

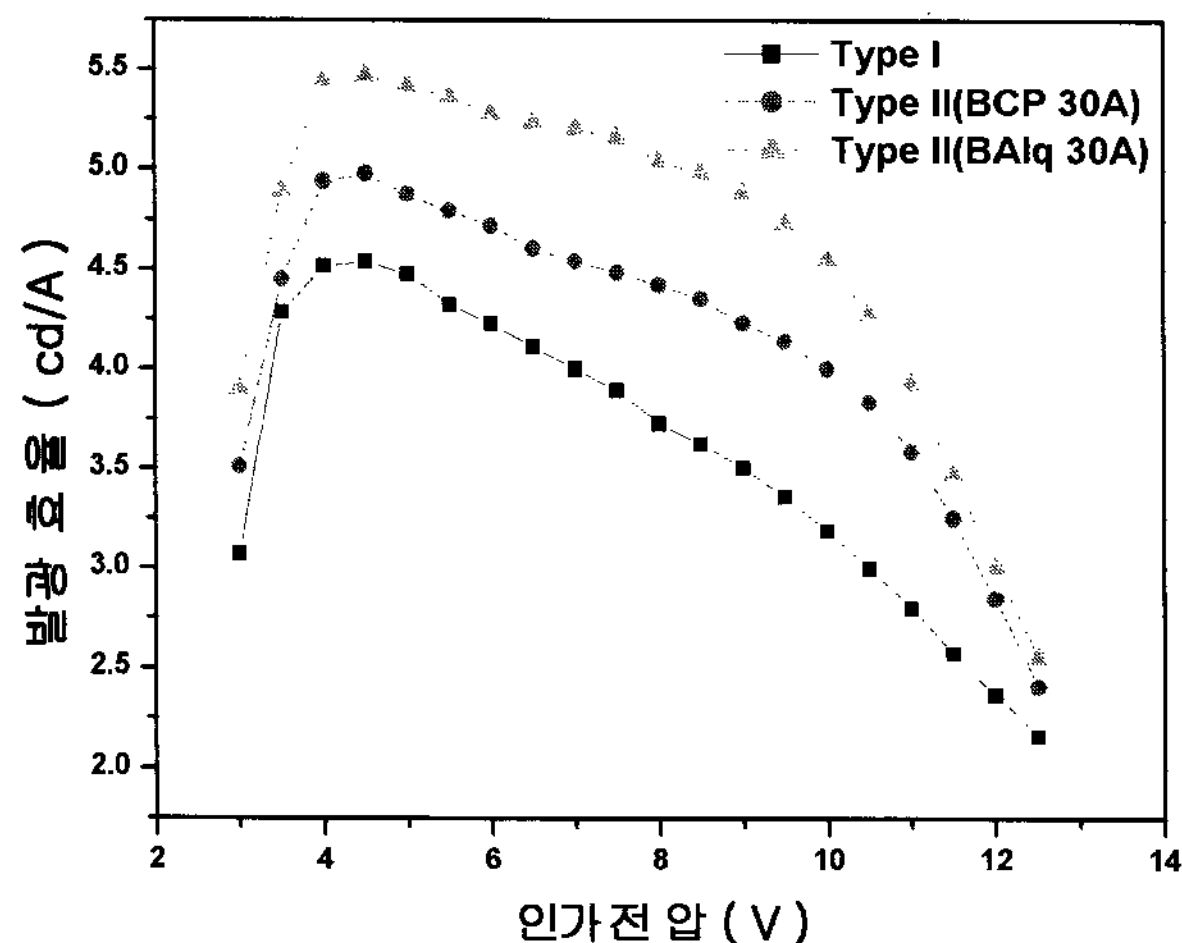


그림 5. 정공 저지층의 재료변화에 따른 소자의 발광 효율
Fig. 5. Current efficiency of blue OLEDs with changing HBL materials.

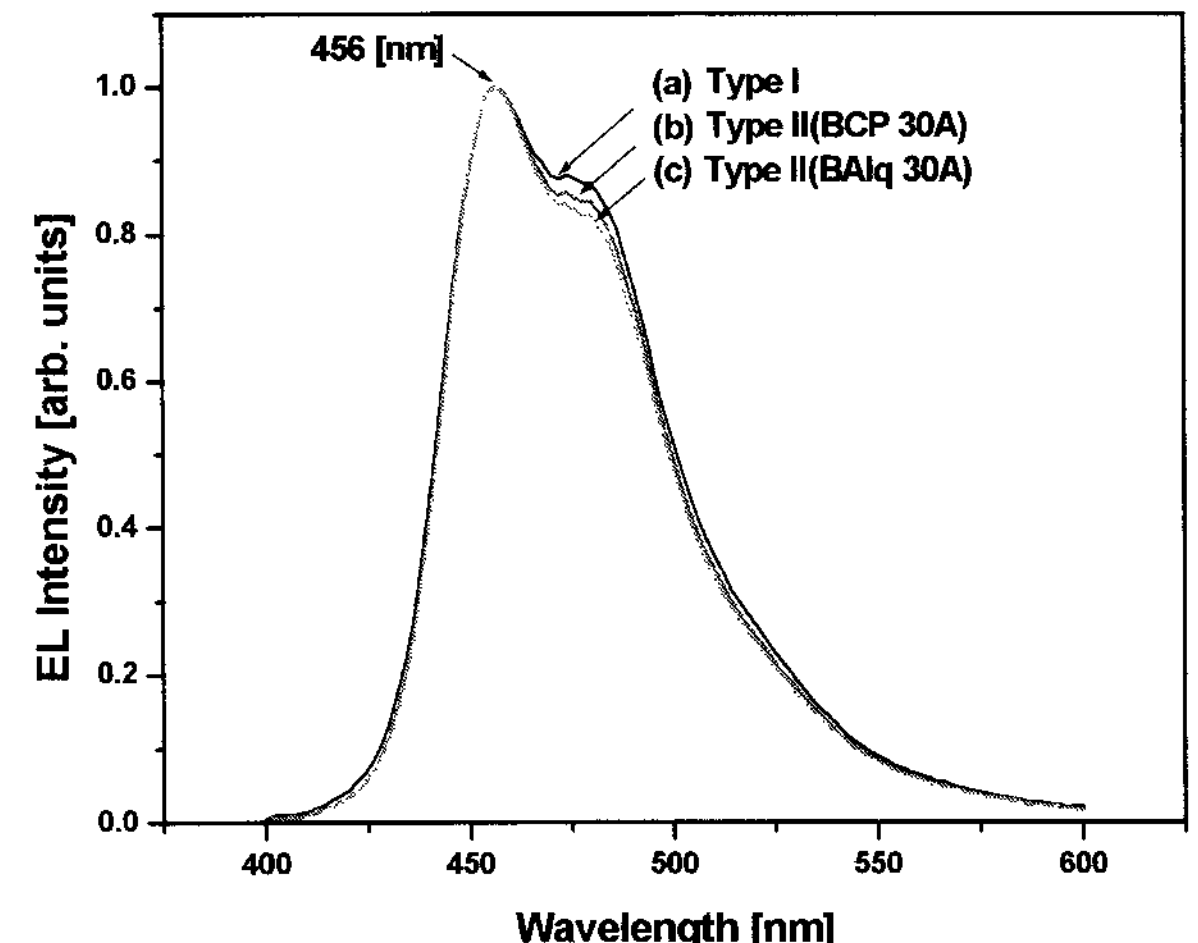


그림 7. 정공 저지층의 재료변화에 따른 소자의 EL 스펙트럼
Fig. 7. EL spectra of blue OLEDs with changing HBL materials.

가를 보였으며 정공 저지층의 재료 선택에 따라 100.0 % 이상의 전류밀도 증가도 가능함을 알 수 있다.

그림 4에서 Type I 소자의 휘도는 $4,396 \text{ cd/m}^2$ 이고 Type II-1 소자의 휘도는 $6,419 \text{ cd/m}^2$ 로 Type I 소자보다 46.0 % 증가하였고 Type II-2 소자의 휘도는 $10,310 \text{ cd/m}^2$ 로 Type I 소자보다 134.5 % 증가하였다. 정공 저지층이 없는 소자와 정공 저지층으로 BCP 를 사용한 소자의 휘도 증가율은 전류밀도의 증가율과 비슷하지만 BAlq를 사용한 소자의 휘도 증가율은 전류밀도의 증가율보다 29.6 % 더 높은 증가율을 나타냈다. 이는 BCP 를 사용한 소자보다 BAlq 를 사용한 소자의 효율이 더 좋다는 것을 알 수 있다.

그림 5에서 Type I 소자의 발광효율은 3.19 cd/A 이

고 Type II-1 소자의 발광효율은 4.00 cd/A 로 Type I 소자보다 25.4 % 증가하였고 Type II-2 소자의 발광효율은 4.55 cd/A 로 Type I 소자에 비하여 약 42.6 % 증가하였다.

그림 6에서 Type I 소자의 전력효율은 1.00 lm/W 이고 Type II-1 소자의 전력효율은 1.26 lm/W 로 Type I 소자보다 26.0 % 증가하였고 Type II-2 소자의 전력효율, 1.43 lm/W 로 Type I 소자보다 43.0 % 증가하였다. 따라서 청색 유기발광소자에 정공 저지층을 삽입함으로써 소자의 효율을 25.7 % 향상시킬 수 있으며, 또한 정공 저지층의 재료로 BAlq 를 사용하면 소자의 효율을 42.8 % 향상시킬 수 있음을 알 수 있다.

그림 7에서 각 소자의 최대 발광파장은 456 nm 로 모

두 같았으며 (a)는 정공 저지층이 없는 Type I 소자의 사이드 로브이고, (b)는 Type II-1 소자의 사이드 로브, (c)는 Type II-2 소자의 사이드 로브를 나타낸다. 정공 저지층이 없는 소자의 사이드 로브 크기가 가장 크고 BAlq 를 사용한 소자의 사이드 로브 크기가 가장 작다.

이는 Type I 소자에서는 정공 저지층이 없어 주입되는 정공들이 발광층을 넘어 전자 수송층의 Alq₃와 재결합하여 발광하기 때문에 사이드 로브가 가장 크게 나타나는 것으로 사료되며, 정공 저지층을 삽입한 Type II 소자는 정공 저지층의 유기물 특성에 따라 전자 수송층으로 넘어가는 정공들을 저지하는 정도의 차이 때문에 사이드 로브 크기가 차이가 나는 것으로 사료된다. 정공 저지층의 재료로 BAlq를 사용한 소자의 사이드 로브의 크기가 가장 작고, 반치폭의 크기는 57 nm로 모든 소자가 거의 차이가 없다. 반치폭이 같다는 것은 소자의 색순도가 비슷하다는 것을 의미하며 표 3은 Type I 소자와 Type II 소자의 색좌표값을 나타낸 것이다.

표 3. 정공 저지층의 재료변화에 따른 소자의 색좌표값

Table 3. CIE coordinates of blue OLEDs with changing HBL materials.

소자구분		X	Y
Type I	no HBL	0.1456	0.1639
Type II-1	BCP 30Å	0.1441	0.1599
Type II-2	BAlq 30Å	0.1438	0.1580

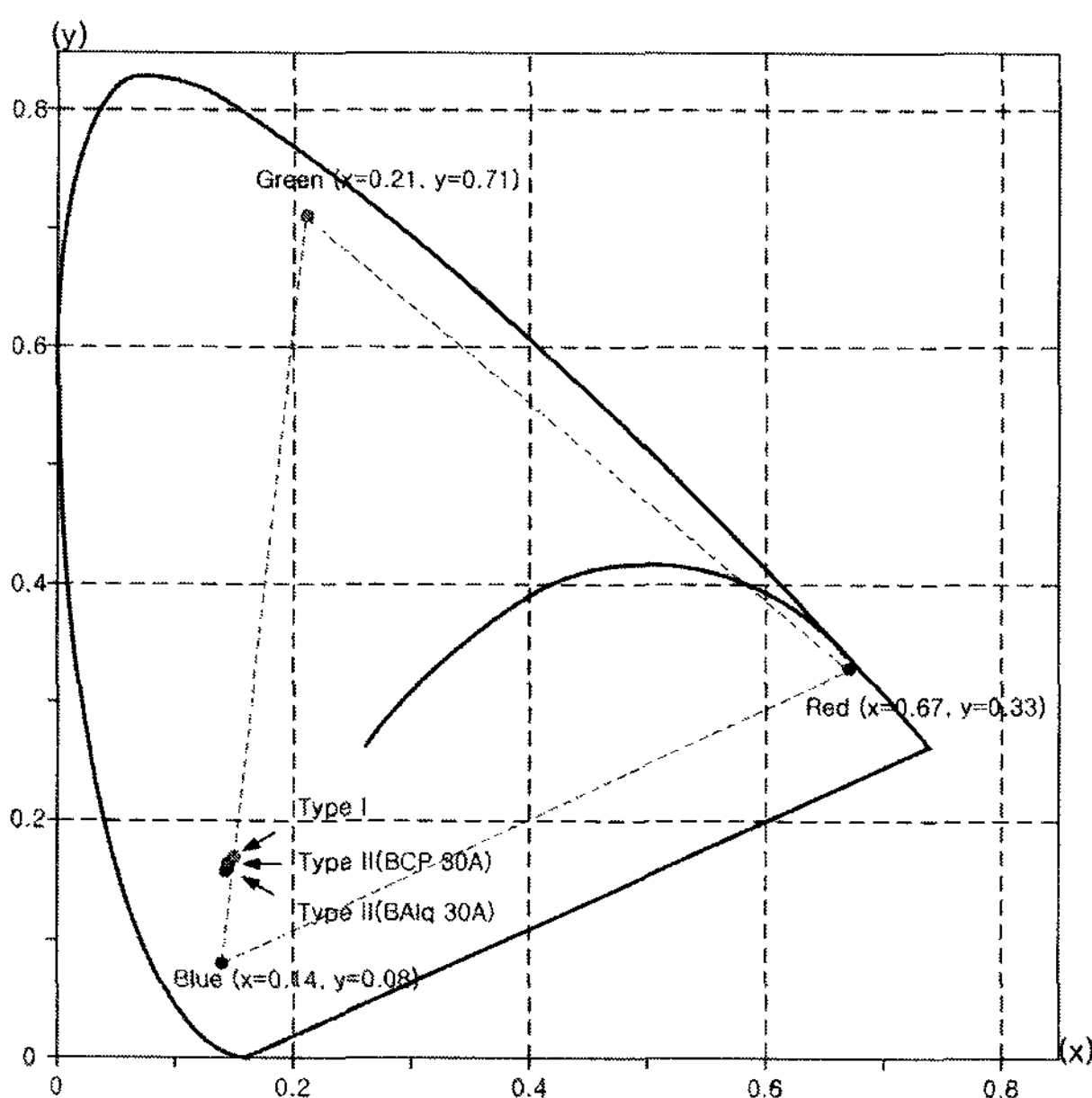


그림 8. 정공 저지층의 재료변화에 따른 소자의 색좌표
Fig. 8. CIE coordinates of blue OLEDs with changing HBL materials.

그림 8은 Type I 소자와 Type II 소자의 색좌표를 나타낸 것으로 Type I 소자의 색좌표값은 $x = 0.1456$, $y = 0.1639$ 이고 Type II-1 소자의 색좌표값은 $x = 0.1441$, $y = 0.1599$, Type II-2 소자의 색좌표값은 $x = 0.1438$, $y = 0.1580$ 으로 NTSC 삼각좌표 Blue 영역에서 보면 Type II-2 소자가 Deep Blue 영역에 가장 근접해 있고 그 다음이 BCP를 사용한 Type II 소자이고 Deep Blue 영역에서 가장 멀리 떨어져 있는 소자가 정공 저지층이 없는 Type I 소자이다. 그러나 정공 저지층의 유무나 재료에 따른 색순도는 거의 차이가 없음을 알 수 있다.

IV. 결 론

본 연구에서는 N₂ 가스에서 플라즈마 출력이 200 W 일 때 정공 저지층이 없는 Type I 구조와 정공 저지층으로 두께가 30Å인 BCP와 BAlq 재료를 사용한 Type II 구조의 청색 유기발광소자를 제작하여 소자의 특성을 분석, 비교하였다. ITO 박막 위에 N₂ 가스에서 플라즈마 출력이 200 W 일 때 5.02 eV의 일함수 값을 갖는 ITO를 얻을 수 있었다. Type I 소자는 ITO/2-TNATA/a-NPD/DPVBi/Alq₃/LiF/Al:Li 구조로 되어 있으며, Type II 소자는 ITO/2-TNATA/a-NPD/DPVBi/정공저지층(BCP or BAlq)/Alq₃/LiF/Al:Li 구조로 되어있다. 그 중에서 특성이 가장 우수한 것으로 평가된 소자는 N₂ 가스가 주입된 플라즈마의 출력을 200 W로 처리한 ITO 박막 위에 2-TNATA(1000Å)/a-NPD(500 Å)/DPVBi(400 Å)/BAlq(30 Å)/Alq₃(300 Å)/LiF(10Å)/Al:Li(1000Å) 구조로 된 Type II-2 소자 이었고 인가전압 10 V에서 소자의 전류밀도는 226.75 mA/cm², 휘도는 10,310 cd/m², 발광효율은 4.55 cd/A, 전력효율은 1.43 lm/W 이었다. EL 스펙트럼의 최대 발광 파장은 456 nm, 반치폭은 57 nm 이었고 색좌표값은 $x = 0.1438$, $y = 0.1580$ 로 NTSC 색좌표 Deep blue 영역 ($x = 0.14$, $y = 0.08$)에 근접한 순수한 청색에 가까운 값을 얻었다.

정공 저지층의 유무에 따라 소자의 효율은 45.0 % 이상 증가되어 정공 저지층은 발광층에 정공을 구속하여 전자-정공의 재결합 영역을 발광층으로 제한하여 발광효율을 향상시킴을 알 수 있었다. 또한 정공 저지층의 재료로 BCP를 사용한 소자보다 BAlq를 사용한 소자의 효율이 최대 14.1 % 정도 우수함을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] M. Morimoto and H. Watanabe, "Flat Panel Displays", NEC Technical Journal, Vol. 49, No. 1, pp. 82-86, 1996.
- [2] 키도준지, 정호균, 김광남, 에디슨 이후의 대혁명 유기 EL, 광문각, 2004.
- [3] H. Kallmann and M. Silver, "Symposium on electrical conductivity in organic solids", Journal of the Franklin Institute, Vol. 273, pp. 521, 1962.
- [4] P. S. Vincett, W. A. Barlow and R. A. Hann, G. G. Roberts, "Electrical conduction and low voltage blue electroluminescence in vacuum-deposited organic films", Thin Solid Films, Vol. 94, pp. 171-183, 1982.
- [5] C. W. Tang and S. A. VanSlyke, "Organic electroluminescent diodes", Appl. Phys. Lett., Vol. 51, No. 12, pp. 913-915, 1987.
- [6] C. W. Tang and S. A. VanSlyke, and C. H. Chen, "Electroluminescence of doped organic thin films", J. Appl. Phys., Vol. 65, No. 9, pp. 3610 - 3616, 1989.
- [7] J. S. Kim, M. Grandtrm, and R. H. Friend, "Indium-tin oxide treatments for single- and double-layer polymeric light-emitting diodes", J. Appl. Phys., Vol. 84, No. 12, pp. 6859-6870, 1998.
- [8] J. Kido, 有機 EL 材料"ディスプレイ, pp. 258-266, 2001.
- [9] J. S. Kim, F. Cacialli, R. H. Friend, R. Daik, W. J. Feast, "Electro-luminescence lifetime and efficiency of polymer LEDs with surface-treated anodes", Synthetic Metals, Vol. 102, pp. 1065 - 1066, 1999.
- [10] S. Jung, N. G. Park, M. Y. Kwak, B. O. Kim, K. H. Choi, Y. J. Cho, Y. K. Kim and Y. S. Kim, "Surface treatment effects of indiumtin oxide in organic light-emitting", Optical Materials, Vol. 21, pp. 235-241, 2003.
- [11] Y. Sato, S. Ichinosawa, T. Ogata, M. Fugono and Y. Murata, "Blue-emitting organic EL devices with a hole blocking layer", Synthetic Metals, Vol. 111-112, pp. 25-29, 2000.
- [12] T. Y. Chu, Y. S. Wu, J. F. Chen and C. H. Chen, "Characterization of electronic structure of aluminum(III) bis(2-methyl-8-quinolinato) - 4 - phenylphenolate (BAIq) for phosphorescent organic light emitting devices", Chemical Physics Letters, Vol. 404, pp. 121-125, 2005.

저 자 소 개

김 중 연(정회원)

전자공학회논문지 제39권 TE편 2호 참조

강 명 구(정회원)

전자공학회논문지 제39권 TE편 2호 참조

오 환 술(정회원)

전자공학회논문지 제39권 TE편 2호 참조