

컬러필터를 이용한 OLED소자의 제작

정동훈, 박 민, 주승기
서울대학교 재료공학부

Abstract : COT-OLED는 컬러필터와 백색 유기 EL층을 형성하는 기술로써 Red, Green, Blue 빛을 내는 유기 EL층을 Hard Mask를 이용하여 독립적으로 증착하는 기존의 OLED소자와는 달리, 사진 식각에 의하여 컬러필터를 형성한 다음 백색 유기 EL층을 Hard Mask를 사용하지 않고 형성하는 제작 방법이다. 본 실험에서는 제작이 어려운 백색 유기 EL층 대신 녹색 유기 EL층을 증착하여 실험하였다.

Key Words : OLED, 컬러필터, TFT

1. 서론

COT-OLED란 그림 1과 같이 TFT 상에 컬러필터와 백색 유기 EL층을 형성하는 기술을 말하는 것으로 Red, Green, Blue 빛을 내는 유기 EL층을 Hard Mask를 이용하여 독립적으로 증착하는 기존의 OLED 소자와는 달리, TFT를 형성하고 사진 식각에 의하여 컬러필터를 형성한 다음 백색 유기 EL층을 Hard Mask를 사용하지 않고 컬러필터 상의 전면에 형성한다.¹

COT-OLED는 백라이트 없이 백색광 OLED의 면발광을 광원으로 하고 TFT를 스위치로 활용한다. 양극과 음극 두 전극 사이에 Red, Green, Blue의 컬러필터와 백색 유기 EL층이 놓이게 되는데 RGB 중 TFT에 의해서 유도된 영역만이 전류가 흐르게 되어 백색광을 발하며 이 백색광은 컬러필터를 통과하게 됨으로써 색이 구현된다.

COT-OLED는 Hard Mask를 사용하지 않고 사진 식각 공정에 의해 컬러필터를 형성함으로써 해상도를 높일 수 있고 면발광 소자를 사용하기 때문에 곡면 표시 소자에 활용될 수 있다는 장점이 있다. 본 실험에서는 COT-OLED의 초기 제작 과정으로써 녹색 유기 EL층 위에 RGB 삼원색의 컬러필터를 증착함으로써 COT-OLED의 제작 가능성을 시험하였다.

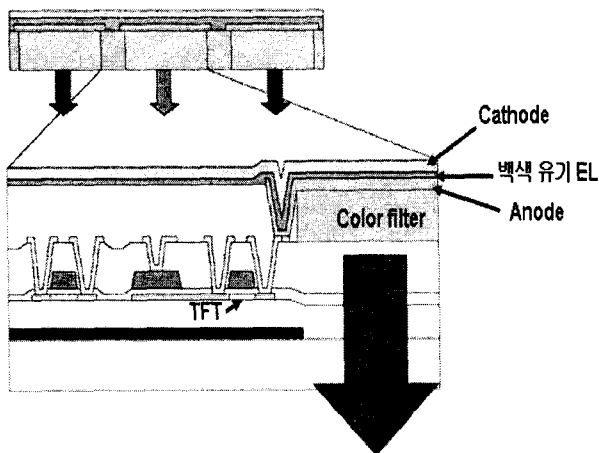


그림 1. COT-OLED 개념도

2. 실험

먼저 황산과 과산화수소를 1:1로 섞고 70℃로 가열한 용액에 Glass를 10분간 담가 표면의 불순물을 제거한 1인치 X 1인치 시편을 준비한다. 그 위에 Spin Coater를 사용하여 LGCR-NS 제품의 청색 컬러필터를 코팅한다. 그 후 패터닝 된 필름 마스크를 사용하고 MJB3를 이용하여 노광정렬한 뒤 130℃ Hot Plate에서 5분간 가열한다. 청색 컬러필터의 일정 부분을 100:1 KOH 용액에 스트립한 후 같은 제품의 적색과 녹색의 컬러필터를 그림 2(A)와 같이 스트립 된 부분에 코팅한다. 그 후 300℃ Hot Plate에서 10분간 가열하여 컬러필터를 완전히 굳힌다.

그 후 Sputter를 이용하여 Cathode 물질인 ITO를 2000~3000 Å 증착한다. 이 때 ITO의 면저항은 10~20Ω/□ 사이로 유지 한다. 그 후 글로브 박스 내에서 Evaporator를 사용하여 녹색 유기 EL층 형성을 위하여 홀수층 (Hole Transfer Layer)인 NPB를 증착(750 Å)하고 연속적으로 발광층 물질인 Alq₃을 증착(600 Å)한 뒤 전자수송층 (Electron Transfer Layer)인 LiF를 증착(50~70 Å)한다. 마지막으로 Evaporator로 Anode 물질인 Al을 증착하여 시편을 완성한다. 그림 2(B)와 같은 Vertical Structure로 모든 시편의 제작을 완료한다.²

그 후 Keithley를 이용하여 ITO와 Al에 전압을 인가하여 전류를 측정한다. 전압을 0.01V 단위로 인가하여 그 때의 전류를 측정하고 컬러필터를 통해 나오는 녹색 유기 EL의 발광을 관찰한다.

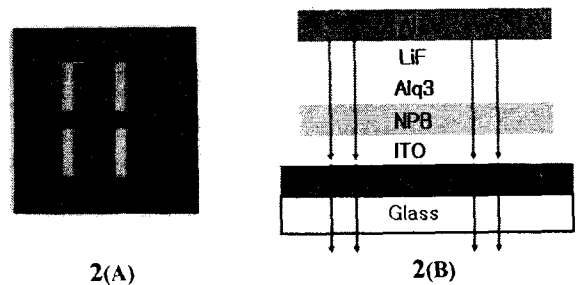


그림 2(A). RGB 컬러필터를 증착한 Glass 시편
2(B). 컬러필터와 녹색 유기 EL을 증착한 시편

3. 결과 및 고찰

위의 실험 결과를 보면 다음과 같다. 그림 3과 같이 제작된 시편의 녹색 유기 발광은 5.55V에서 Turn-On 됨을 알 수 있다. 그 후 안정적으로 작동하며 전압의 증가량을 높일수록 발광 효율이 좋아지다가 25V근방에서 유기 물질이 타게 되어 발광을 멈춘다.

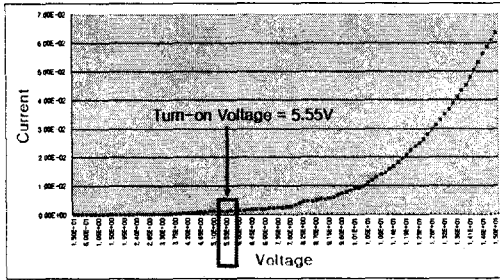


그림 3. 초기 시편 발광 범위의 전압과 전류

제작된 시편의 발광 모습은 그림 4와 같다. 녹색으로 발광된 빛이 컬러필터를 통과하면서 각각의 컬러필터의 색으로 재현된다. 그러나 제작된 시편에서 면발광을 하고 있는 빛의 색이 흰색이 아니고 녹색이므로 컬러필터를 통하여 정확한 RGB색이 구현되는 것을 볼 수는 없다. 그러나 실험을 통하여 이와 같은 시도가 분명 COT-OLED의 초석이 됨을 알 수 있다.

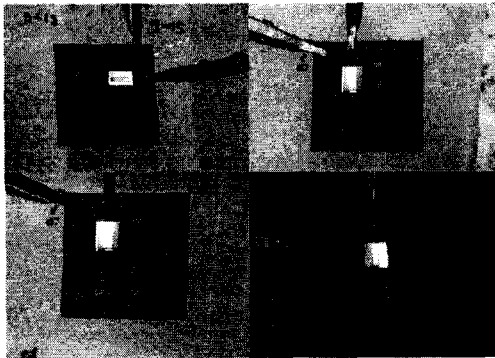


그림 4. 컬러필터를 통과하여 나오는 녹색 유기 EL

4. 결론

본 실험은 COT-OLED를 제작하기 위한 기초적인 실험으로써 COT-OLED 제작에 앞서 컬러필터의 효율과 내구성을 알아보고 앞으로 적용할 TFT와 백색 유기 EL 물질을 사용하기 전 단계로 진행하였다. 결과에서와 같이 안정적인 발광 전압과 전류를 보였으며 색표현성도 우수하였다. Turn-On Voltage 는 5.55V로 홀수송층과 전자수송층의 두께를 조절하여 3V이하로 낮출 수 있을 것으로 보이며 발광층 물질을 백색 발광으로 대체하고 현재 짧은 발광 시간을 패키징을 통하여 상업화가 가능하도록 연장한다면 다음으로 진행할 COT-OLED 제작에 있어서 큰 어려움은 없다고 본다.

감사의 글

본 연구를 위해 힘써주신 EML 선후배 여러분과 교수님 그리고 네오폴리 직원 여러분께 감사드립니다.

참고 문헌

- [1] 부품·소재 기술개발 사업계획서
저가 QVGA급 AMOLED 패널 개발에 관한 글
- [2] C.W. Tang and A. VanSluke Appl. Phys. Lett. 51(21),
21 September 1987