

고효율 Evaporation법을 이용한 차세대 OLED 증착기 OLED Equipment for Next Generation using High Efficiency Evaporation Method

박영호, 김종운
선익시스템 부설연구소

초 록 : OLED는 유기물을 이용한 진공 증발 증착법(Evaporation)에 의해 제조하고 있으며, 2세대 기판을 사용하고 있는 현재의 개념으로는 유기물 증착 효율이 수 %에 그치고 증착속도도 수 A/s로 상당히 낮다. OLED 제조의 생산성을 향상하기 위해서 증착속도를 10A/s이상, 제조 단가를 줄이기 위해 재료의 효율도 30% 이상으로 향상시킬 수 있었다.

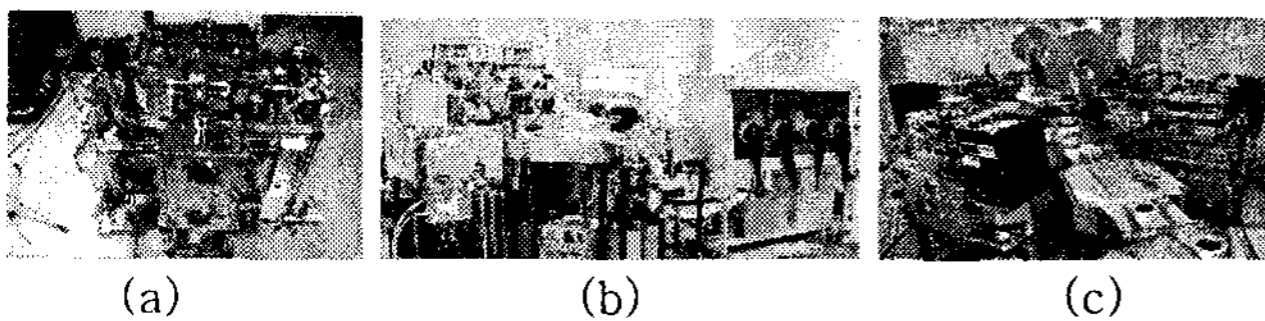
1. 서 론

OLED Panel을 제작하는 공정에서 유기물을 제조 하는 방법에 있어서 저분자 (Small Molecular)는 열원을 사용한 진공 증발 증착법 (Evaporation)을 사용하며, 고분자 (Polymer)의 경우 용매에 녹여 단색의 경우는 스펀코팅 (Spin Coating)을, RGB 칼라의 경우 잉크젯(Inkjet) 방식을 이용하고 있다. 이중 현재 생산중인 증착 방법으로는 evaporation법이 일반적이다. 여기서는 200×200mm² 기판을 주로 사용하는 개발용 장비로 200×200mm² 용의 Sunicel^{Plus200}, 양산용으로 370×470mm²을 사용하는 Sunicel^{Plus00}, 차세대 대면적 장비인 Sunicel^{Plus700}에 대한 장비 소개와 이에 대한 특징을 소개하고자 한다.

2. 본 론

2.1 OLED 증착기의 종류

OLED 증착기로서 갖추어야 하는 특징으로는 증착 두께, 박막 균일도, 증착 박막의 효율과 같은 기본적인 박막 성질과, OLED 소자의 특성을 좌우하는 진공도, 진공의 질 (특히 수분이나 산소의 분압), 증착 도중 자동 정렬기 (auto-aligner)의 정밀도, 그림자 효과(shadow effect) 등 여러 가지 특성을 만족시켜야 한다. 이중 일반적인 분류로는 기판의 크기와 개발용이나 양산용으로 나뉜다. 아래는 <그림 1>의 기판의 크기에 따른 분류이다.



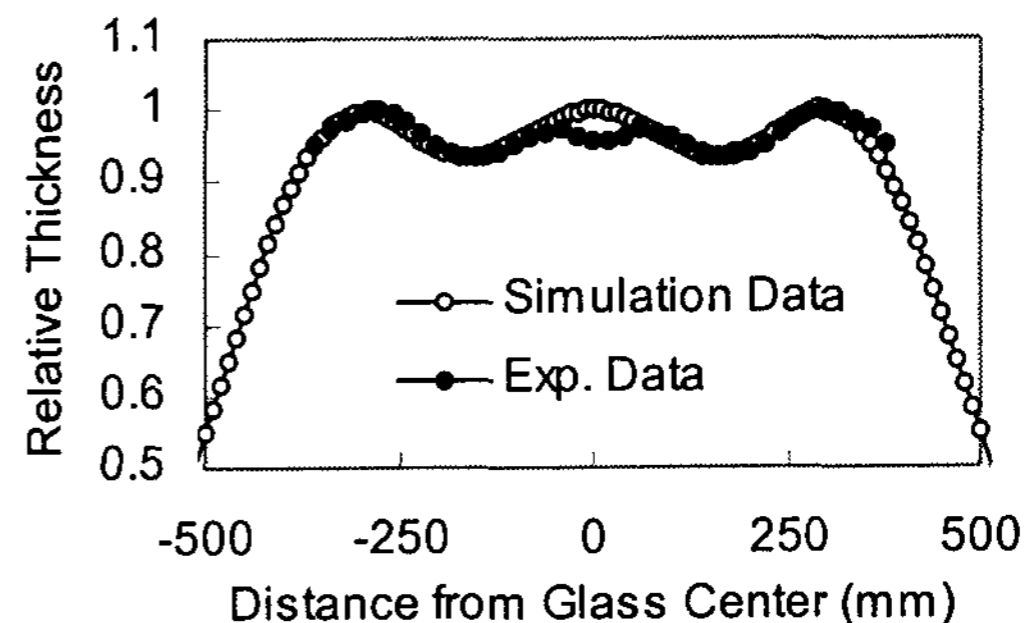
<그림 1> 기판 크기에 따른 장비분류 (a) Sunicel^{Plus100}, (b) Sunicel^{Plus200}, (c) Sunicel^{Plus400}

<그림 1>의 (a)와 같이 기판의 크기가 100×100mm²인 Sunicel^{Plus100}은 4각 cluster tool을 사용하여 단색 OLED 소자를 만들거나 실험용으로 간단한 소자를 만드는 데 주로 사용하며, (b)의 Sunicel^{Plus200}은 8각 cluster tool을 사용하여 천연색 OLED소자 개발용이나 소규모 양산용 장비로 사용하며, (c)와 같이 370×470mm² 기판을 사용하는 Sunicel^{Plus400}은 8각 cluster tool을 2~3개 사용하여 시간당 10~15장 생산이 가능한 양산장비이다.

2.2 OLED 증착기의 구성

OLED 증착기는 진공 증발 증착방법을 사용하기 때문에 1) 고진공 시스템, 2) 증발원, 3) 실시간 두께 측정기 및 조절기, 4) 미세패턴 정렬기 등으로 나뉜다. 고진공 시스템은 최소한 5×10⁻⁷Torr이하의 진공도를 유지한다. 증발원은 유기물을 증발시키기 때문에 가능한 한 외부적인 손상을 억제하기 위해 열 증발법을 사용하며 사용하는 종류나 위치 등에 의해 박막의 두께 균일도를 좌우하는 중요한 요소이다.

점 증착원을 이용하여 박막을 형성하는 경우 두께 분포는 점 증착원의 바로 위에서 가장 두껍고 가장자리로 갈수록 얇아진다. 이러한 분포는 L. Holland, W. Steckelmacher[1] 등이 제안한 것으로서 코사인(cosine) 함수 분포를 가진다고 알려져 있다. 본사에서는 기판의 크기가 작은 100×100mm²에서 370×470mm² 과 같은 양산기뿐만 아니라 차세대 증착기인 4세대(730×920mm²) 기판까지 전산모사(computer simulation)과 실험으로 최적화하고 있다[2]. <그림 2>는 기판과 증발원간의 더리가 300mm일 때 전산 모사한 경우와 실험으로 구한 경우에 거리에 따른 상대적인 박막의 두께를 나타낸 것으로 이론적인 경우와 실험으로 구한 식이 상당히 잘 맞고 있다는 것을 보여 준다[2].



<그림 2> 전산모사한 경우와 실험으로 구한 박막의 상대 두께

OLED 증착기는 진공 증발 증착법이기에 때문에 증착원의 온도 등에 아주 민감하여 실시간 두께 측정기 및 조절기 등에 의해 증착속도를 조절한다. 또한 증착시 미세 패턴도 형성하여야 하기 때문에 미세패턴 정렬기를 동시에 사용하여 증착한다.

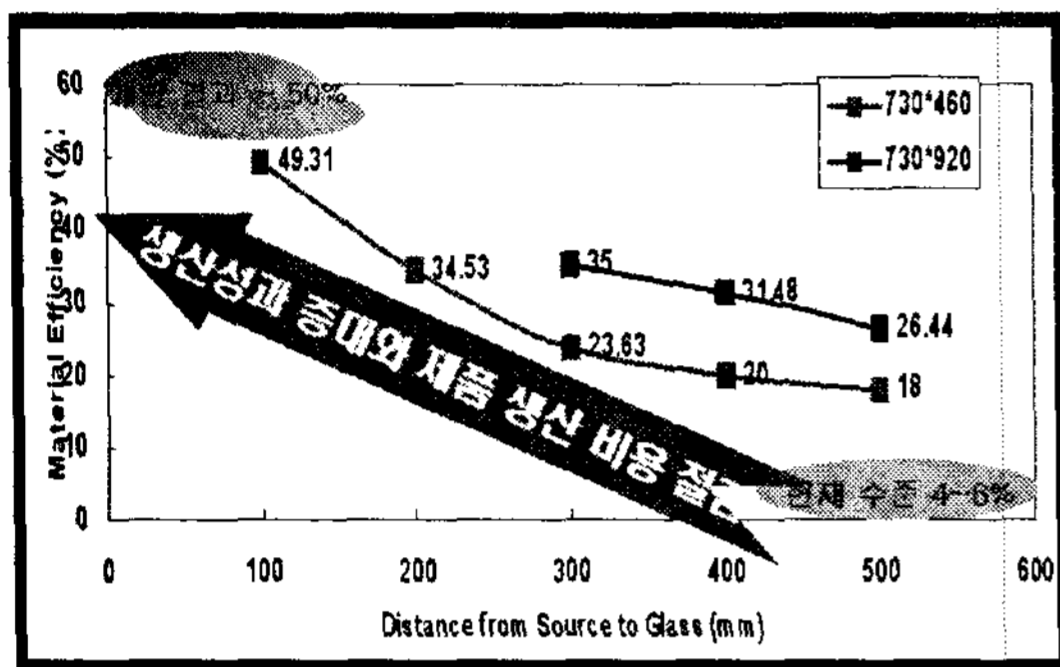
2.3 증착율

현재 점증착원의 증착 방식으로 양산되고 있는 2세대 급의 증착 장비의 TACT time은 3분~5분 정도 이다. TACT Time을 2분 이하로 단축하기 위해서는 무엇보다 증착율의 향상이 필요 하다. 현재 점증착원 방식은 최대 3A/s 정도 이다. 이 이상 증착율을 상승 시키면 증착물질이 심하게 튀기는 이른바 스피팅(Spitting) 현상이 발생 하

며 또한 증발구의 입구가 막혀(Clogging) 증착이 안 되는 현상이 발생 한다. 본 연구에서는 증착율을 최대 20A/s 까지 향상시켜도 스피팅이나 막힘 현상이 없이 안정적으로 증착율을 제어할 수 있는 증착원을 개발, 평가 하였다.

2.4 증착효율

증착효율은 증착원에 주입한 재료 대비 실제 기판에 증착한 재료의 비이다. <그림 3>는 기판과 증착원간 거리에 따른 증착 효율이다. 현재 양산중인 증착원은 점 증착원으로 약 5% 정도이지만 향후에는 재료의 소모를 줄여야만 생산 비용을 절감할 수 있기 때문에 새로운 증착원의 개발이 필수 이다. 새로운 고 효율의 증착원을 사용하였을 경우 기판의 크기와 거리에 따라서 20~50%로 4~10배의 증착 효율을 개선할 수 있었다.



<그림 3> 기판과 증착원간의 거리에 따른 증착 효율

3. 결 론

현재 양산중인 OLED 소자는 진공증발 증착원에 의해 제조되고 있다. 이러한 디스플레이 소자는 제조 비용에 민감하기 때문에 기판의 크기를 가능한 한 크게, 재료의 효율을 극대화 하여 생산 비용 절감, 소자의 성능 향상 등이 반드시 필요로 한다. 본 사에서는 이러한 필요성에 맞추어 현재 양산중인 기판보다 4배인 4세대 기판에서 증착 두께 균일도 확보뿐만 아니라, 증착속도 향상과 재료의 효율을 향상시킬 수 있는 기술을 확보하였다. 향후 이러한 기술을 OLED 생산 공정에 적용함으로써 OLED의 양산화에 기여할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Holland L., and W. Steckelmacher, Vacuum, 2,346, (1952).
- [2] 박영호, 양호식, 김종운, "OLED Equipment for Low Cost Manufacturing Method", CVCE 2006, .