

유기EL 소자 제작 공정

김 우 영 (하이닉스반도체 유기 EL 팀장)

I. 개 요

유기EL 소자의 제작을 위한 공정은 크게 순서에 따라 Pattern형성공정, 박막증착 공정, 봉지 공정, 모듈조립 공정 등 크게 4가지 공정으로 나뉘어 진다. Panel을 제작하는데 있어서 중요한 것은 유기EL에 적합한 photolithography기술, 재료의 박막화 기술과 유기, 무기, 산화 막의 박막간 hybrid화 기술 등이다. 특히 유기층(정공주입층, 정공수송층, 발광층, 전자수송층)의 형성에는 재료의 특성에 따라 진공증착 방식과^[1,2] spin coating 방식으로 나누어지게 된다. 소자제작을 위한 필수요소 기술분야로는 유기EL용 PR pattern 형성기술, 기판전처리 기술, 유기재료 박막형성기술, 봉지기술, 재료정제기술 등이 있다. 여기서는 재료정제기술을 제외한 저분자 유기EL 각 공정의 구성에 대해 살펴보기로 하였다.

II. Pattern 형성공정

1. ITO 박막

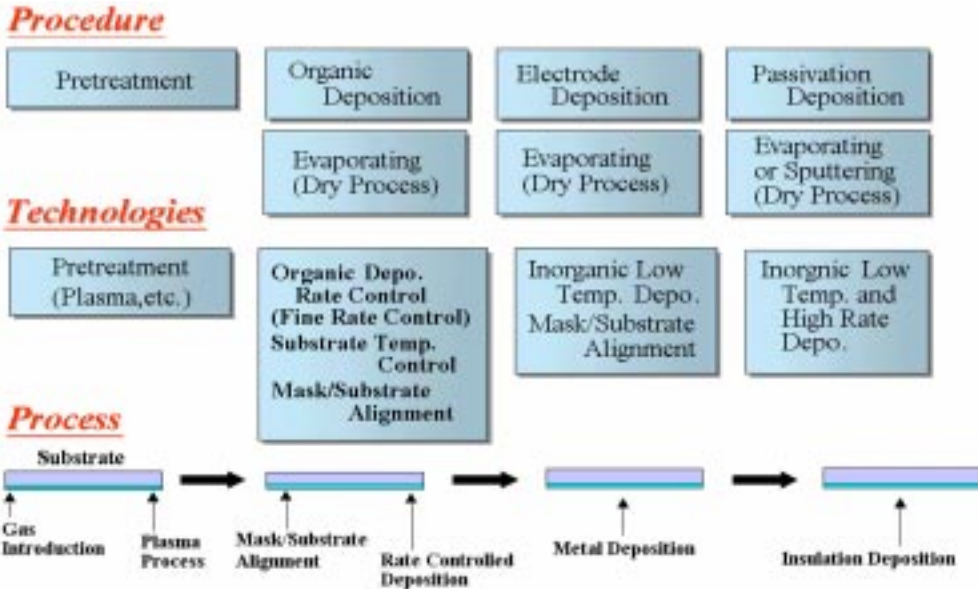
Carrier 주입효율을 향상시키기 위해서는 ITO의 저 저항화와 ITO/유기박막 접합계면의 일함수 값의 적절한 균형이 중요하다. 통상 LCD 용으로 제작되는 ITO 박막은 유리기판 위에 형성되는데 이러한 박막 형성방식을 적용할 경우 저 저항을 얻기 위해 다결정의 표면 균일도가 20nm 정도가 되어야 기판을 사용하여 제작되는 디스플레이에서 항상 문제가 되는 dark spot의 발생을 억제할 수 있다. 유기EL 발광소자는

carrier 주입형 발광소자이기 때문에 hetero 계면간 carrier 주입효율이 소자의 성능에 가장 큰 영향을 주는 요인이다. 따라서 sputtering이나 ion planting과 같은 기술을 이용하여 유기EL 전용 ITO 박막을 제작하는 것이 필요하다. 일반적인 용도로 제작된 ITO 기판을 플라즈마와 같은 적절한 표면처리를 통해 저항특성을 개선하여 풀칼라용 passive matrix 대면적 기판에서도 저항 값이 $10\Omega/\square$ 이하의 성막 조건을 확보해야 한다.

2. ITO Patterning

저분자 혹은 고분자물질을 적용한 모든 유기EL 소자들은 상업적으로 용이하게 구할 수 있는 ITO가 Coating된 유리기판을 사용하고 있다. 유기EL 소자 내에서의 전체적인 발광영역은 대략 100nm 정도 두께의 유기물 층에 한정되는데 이러한 박막구조 상에서는 ITO의 Coating이 표면 균일도나 유기층과의 접촉특성이 소자의 발광 특성에 커다란 영향을 미치게 된다. 따라서 광투과 정도, 정공수송층으로의 전하전달 특성 등이 우수한 양극전극으로서의 ITO 특성이 충분히 고려되어야 한다. 유기EL 소자제작공정은 기본적으로 박막이 도포 되는 영역에 기준 하여 진행이 되므로 Plastic 기판 상에서도 적용이 가능한 장점을 가지고 있으나 이는 장래의 기술적인 도전과제로 남겨 두어야 할 것 같다.

유기EL의 Pattern 형성을 위한 공정은 각 단위 공정이 각종 오염에 대해 매우 취약하고 이로 인해 전체 수율의 감소를 유발하는데 상당한 영

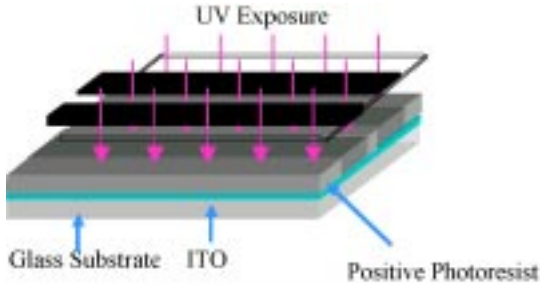


〈그림 1〉 유기EL 소자제작 공정개요

향을 끼치게 됨에 따라 청정한 공정환경과 재료의 순도유지 및 장비의 적정 관리가 중요하다. ITO 유리기판에 묻어있는 유분이나 particle을 제거하기 위하여 ITO glass를 알칼리 또는 중성 세제를 사용하여 puddling이나 ultra sonic처리를 해준 다음 DI water로 세척하고 IR/UV 광원을 조사시켜 고온에서 완전히 건조시킨다. 이 과정이 끝나면 photoresist(PR)를 roll coater 또는 spin coater를 사용하여 ITO 전면에 균일하게 도포 한다. 이 때 사용되는 PR의 두께는 설계된 소자특성에 따라 다르나 어떠한 경우에도 ITO glass 전면에 형성된 박막의 두께 균일도를 5% 이하로 유지하여야 한다. PR의 도포에 영향을 미치는 주요 요소로는 PR의 점도 및 고형분 함유도, roll coater일 경우 roll pith의 깊이, spin coater일 경우 회전속도 등이 있다. 도포된 PR film에 잔존하고 있는 PEGMA와 같은 유기 용매 성분을 제거하고 충분히 경화시켜 광화학 반응이 잘 되도록 하기 위해 pre-bake를 실시하게 되는데 이 때 PR과 기판의 밀착도, 노광 에너지의 양 등이 중요한 요인으로 작용하게 된다. Pre-bake된 기판 위의 PR film

에 원하는 pattern의 photomask를 통하여 UV광을 선택적으로 투과시켜서 노광시키고 PR film에 UV의 선택적인 노광을 거치면서 감광된 부분의 PR이 분자 결합 구조를 변화시키게 되고 이에 따라 알칼리 성분 수용액인 현상액에 용해된다. 〈그림 1〉은 ITO patterning을 위한 exposure(노광) 공정을 나타내고 있다.

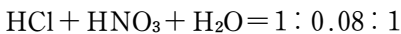
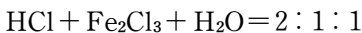
UV 노광을 통한 광화학 반응에 의해 분자구조가 변화된 PR을 유기 용매를 이용해 용해시키는 과정을 development(현상)라고 한다. 이 공정을 통해 용해되는 PR film은 PR의 type에 따라서 크게 positive와 negative PR 두 종류로 분류되는데 positive type일 경우 UV가 조사된 부분만이 현상액에 의해 용해되며 negative type일 경우 UV가 조사되지 않은 부분만이 용해된다. 이 공정에서 고려되어야 할 주요한 parameter에는 노광 시간, 현상액 농도 및 온도, PR 두께, pre-bake 온도 등이 있다. 현상이 끝나면 미미하게 남아있는 PR 내부의 PEGMEA와 같은 solvent를 제거하고 세척 후 완전한 수분제거를 목적으로 후 열처리를 시켜줘야 하는데(post-bake) 이러한 열처리를 통해



〈그림 2〉 ITO Patterning을 위한 노광 공정

PR film이 강산 조건에서의 etching 공정에 대해 충분한 저항성을 가지게 되며 glass 기판과 PR과의 물리적 접착력도 향상된다.

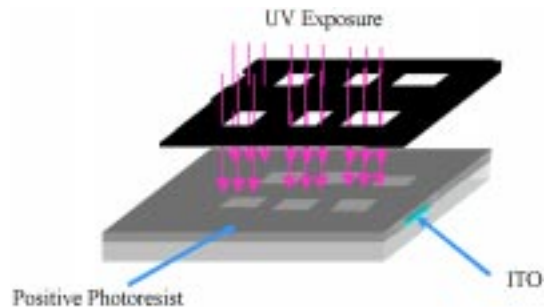
이 과정이 끝나면 glass 기판의 전면에 형성된 ITO film을 현상과정에서 형성된 PR층의 pattern을 통해 선택적으로 제거해 내는 etching 공정을 진행한다. Etching은 그 방법에 따라 크게 wet etching과 dry etching으로 나누어지는데 wet etching은 주로 liquid 상태의 chemical을 사용하는 모든 종류의 etching을 의미하며 dry etching은 plasma를 이용한 모든 식각 공정을 포괄적으로 의미한다. 유기EL의 Patterning 공정에서는 wet etching 방식을 사용한다. ITO 박막의 대표적인 etchant로서는



가 있다. ITO가 etching되고 나면 patterning 된 ITO위에 남아있는 PR을 제거해 주어야 한다. 이 과정을 stripping이라 하며 stripping은 그 방법에 따라 batch 방식과 개별방식이 있는데 batch방식은 cassette에 담긴 기판 전체를 bath에 담가 PR을 제거하는 방식이다. 이 방법은 대형 size의 기판에는 장비의 크기가 너무 커지게 되는 문제가 있으므로 적용하기 어려운 점이 있다. 개별 방식은 낱장으로 glass를 처리하는 방식이다. 일반적으로 유기EL의 patterning 공정에서는 batch 방식을 사용하고 이 때 stripper로는 고농도의 알칼리 용액을 사용한다.

3. 절연층(Insulating Layer) Patterning

ITO patterning이 완성된 glass 기판 위에 진공박막 이후 EL용 유기물이 증착되어 발광 pixel로 작용할 영역을 제외한 모든 영역에 절연층을 형성하는데 이는 각 pixel들이 전기적으로 독립된 구동을 가능케 하기 위함이다. 사용되는 물질로는 주로 photoresist나 polyimide와 같은 전기적으로 충분한 절연효과가 있으면서 감광 특성을 가진 고분자 재료를 사용한다. 먼저 patterning된 ITO glass 기판을 ITO patterning 공정에서와 같은 방법으로 알칼리 또는 중성세제를 사용하여 세정시켜주고 IR/UV를 이용하여 건조시킨다. 이 위에 photoresist나 polyimide를 roll coater 또는 spin coater를 사용하여 균일하게 도포시킨 후 PR 내부에 남아있는 solvent를 제거하고 기판과의 접착성을 유지시키기 위해 pre-bake를 실시한다. Pre-bake가 끝나면 노광 과정을 거치는데 이 노광 단계에서는 insulating layer용으로 설계된 photomask를 통하여 선택적으로 UV광을 투과시켜 발광 pixel 부분의 PR film의 분자구조를 변화시키고 이렇게 분자구조가 변화된 부분은 현상 단계에서 현상액에 의해 용해되어 제거된다. 그 과정을 〈그림 3〉에 나타내었으며 이렇게 형성된 절연층의 pattern은 최종적인 열처리인 post-bake에 의해 음극분리 격벽용으로 사용되는 negative PR이 도포될 때 glass 및 ITO와의 사이에 위치하여 전기적 절연성 및 층간 물리적인 접착 특성의 개선에도 기여하게 된다.



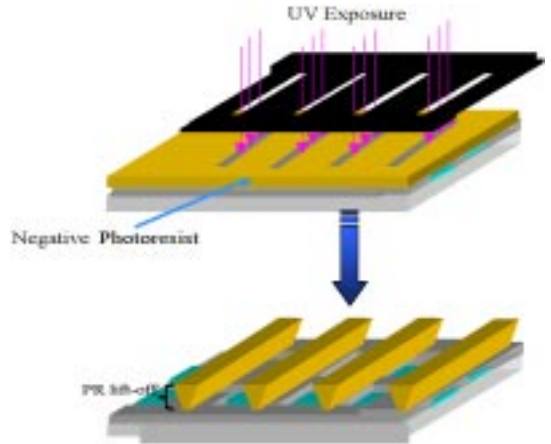
〈그림 3〉 절연층 형성을 위한 노광 공정

4. 음극분리 격벽(Cathode Separator)

Patterning

절연층의 patterning이 완료된 후 ITO pixel 들이 형성된 기판 위에 소위 음극분리 격벽을 patterning하게 되는데 이는 유기물의 진공박막 공정에서 cathode를 형성할 경우 각 pixel들의 cathode line에 의한 전기적 short를 방지하기 위해 반드시 필요하다. 현재 격벽용으로 적용 가능한 물질로는 우선적으로 전기적 절연효과가 있어야 하며 인접 pixel들간의 cathode line을 차단시킬 수 있는 reverse taper angle의 형성이 가능한 negative PR이 적합한 것으로 알려져 있다.

처음 절연층이 patterning된 ITO 기판 위에 negative PR을 도포 시키는데 이 때 이미 형성된 절연층은 pattern 형성 시 내부에 함유되어 있는 solvent 및 수분이 충분히 제거되도록 post-bake과정을 거쳤으므로 별도의 세정 및 경화공정을 반복할 필요는 없다. 단, ITO pixel표면의 세정은 진공박막 공정 투입 전 UV cleaning을 통하여 실시하는 것이 바람직하다. Cathode line이 확실히 분리되고 reverse taper angle이 잘 형성되도록 하기 위해 negative PR film의 두께는 약 3~5 μm 를 유지하도록 한다. 또한 Negative PR과 patterning된 insulating layer 혹은 ITO와의 접착력을 향상시키고 기판 전면에 걸쳐 균일한 노광이 이루어질 수 있도록 하기 위해 pre-bake를 추가로 실행한 후 cathode separator 형성용으로 설계된 photomask를 통해 UV를 선택적으로 노광시킨다. 이를 통해 negative PR은 UV가 조사된 부분에서 가교결합이 일어나게 되는데 이후 PEB(Post Exposure Bake) 단계에서 PR 분자구조 내 amine 기의 diffusion에 의해 이 가교결합은 강화가 된다. 현상 과정에서는 가교결합이 일어나지 않은 PR부분이 용해되어 제거되며 pattern이 형성되어 남아있는 PR은 post-bake과정을 통해 더욱 그 결합이 치밀해지고 수분 및 잔존 solvent가 제거된다. 이 공정에서 UV energy의 양과 현상 시간은 중요한 parameter로서 분리 격벽의



〈그림 4〉 음극분리 격벽의 Patterning 공정

reverse taper angle 형성의 정도를 좌우하게 되고, PEB조건 또한 separator의 critical dimension에 영향을 미치게 된다. 즉, UV energy량이 과다하거나 현상 시간이 너무 짧으면 reverse taper angle이 커지게 되어 cathode line의 분리가 어렵게 되고, PEB 시간이 너무 길거나 온도가 높으면 critical dimension이 증가하여 결과적으로 효과적인 reverse taper angle형성을 어렵게 한다. 〈그림 4〉는 음극분리격벽과 그 형성과정을 간략하게 묘사하였다.

III. 진공 박막증착 공정

1. Patterning된 기판의 전처리

ITO 기판의 상태에 따라 ITO 표면의 일함수 (약 4.67eV)와 정공수송층의 표면 일함수 (5.20eV)와의 접합계면에는 표면 전위 차가 발생하게 되고 여기에 기인하여 소자의 발광개시전압에서 수 V의 차이가 생기게 된다. 또한 기판 표면의 오염과 수분 흡착에 따라 ITO 표면의 일함수는 0.5-1.0eV의 큰 변화가 나타난다.^[3,4] ITO의 접합표면전위를 정공수송층의 표면전위에 적합한 수준으로 유지하기 위한 전처리 기술로는 1) 평행평판형 방전을 이용한 ITO 표면산화법 ; 2) 진공상태에서 UV 자외선을 이용하여 생성된

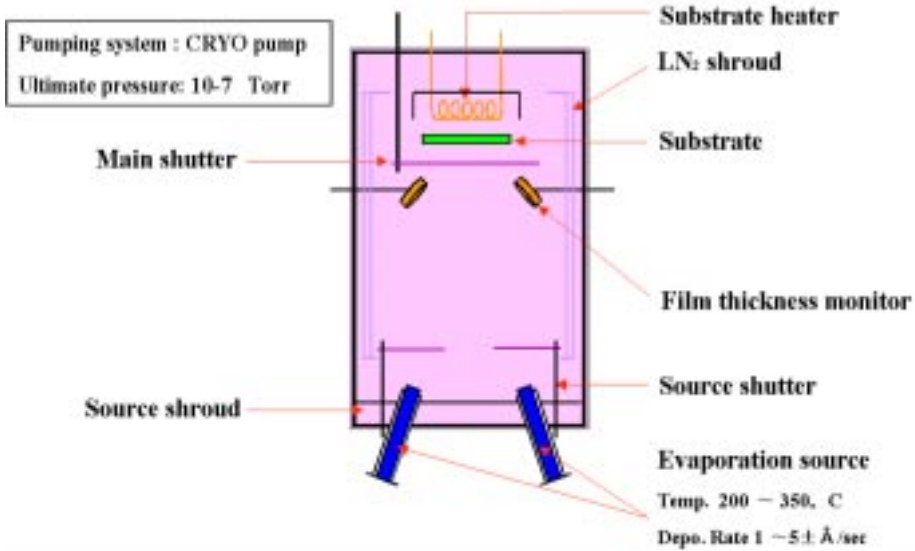
오존을 통해 ITO 표면을 산화하는 방법 ; 3) 플라즈마에 의해 생성된 산소 라디칼을 이용하여 ITO 표면을 산화하는 방법 등 대략 3종류가 있다. 기관의 상태에 따라 위의 3가지 방법 중 한가지를 선택하게 되는데 어떤 방식을 이용하든지 공통적으로 ITO 표면의 산소이탈을 방지하고 수분 및 유기물의 잔류를 최대한 억제해야 전처리의 실질적인 효과를 기대할 수 있다.

진공정에서 ITO, 절연층, 음극분리 격벽을 patterning한 glass 기관을 유기박막 증착 공정에 투입하기 전, 기관에 존재하는 particle을 제거하기 위해 DI water로 세정한 다음, 추가로 초음파를 이용하여 세정한다. 이때 절연층과 음극분리 격벽에 영향을 주지 않는 정도의 초음파 세기와 시간에 대한 조건의 선정이 중요하다. ITO 표면을 세정할 때 acetone이나 methyl alcohol과 같은 유기 용매를 사용한 초음파 세정이 필요하지만 이러한 극성 유기용매들은 patterning된 절연층과 음극분리 격벽을 부분적으로나마 용해시킬 가능성 때문에 적용하기 곤란하다. 이렇게 초음파 세정을 한 기관을 oven에서 baking하여 잘 건조시킨 다음에 vacuum chamber에 투입하여 UV ozone cleaning 과정을 거치게 되는데 이 과정에서는 chamber내에 산소 gas를 공급하고 chamber내 진공도를 $2\sim 3 \times 10^{-1}$ torr 정도로 유지하면서 UV lamp를 작동시켜 O₂ gas가 UV광과 반응하여 발생하는 ozone에 의해 기관을 세정하게 된다. 세정공정이 끝난 후 마지막으로 ITO 양극전극의 표면특성을 향상시키기 위해 plasma 처리를 하게 되는데 이 과정은 UV ozone cleaning과 마찬가지로 Ar 또는 산소 gas를 공급하면서 chamber내 진공을 $2\sim 3 \times 10^{-1}$ torr로 유지하여 RF generator에 의해 plasma를 발생시키고 이 때 발생한 plasma는 ITO 표면을 식각하여 표면특성을 개선한다. 이 경우 역시 이미 형성되어 있는 절연층과 음극분리 격벽에 영향을 주지 않기 위해 RF generator power의 적절한 조절이 필요하다.

2. 유기박막 증착공정

유기재료는 무기재료와는 달리 높은 증기압을 가진 물질이 많고 증발이 가능한 온도도 100°C 부근에서 500°C까지 광범위하게 분포한다. 유기 EL 소자에 사용할 재료물질은 1) 높은 증기압을 가지며 ; 2) 고온에서 분해, 변성이 용이하지 않고 ; 3) 분말 상태에서 열 전이도가 낮은 특성을 갖추어야 한다. 그리고 풀칼라 소자를 위해서는 host 재료 대비 dopant 재료는 0.5-2mol% 정도의 비율로 제어가 가능해야 하는데^[5] 이 때 dopant의 박막 내 균일한 분포가 이루어지도록 조절하는 기술이 중요하다. 종래에는 텅스텐 재질의 boat가 장착된 저 저항 가열방식의 증발원을 이용하여 유기재료를 증착시켜 왔으나 이러한 방식은 가열 시 일어나는 열분포의 불균형으로 인해 유기재료와 금속 증발원의 접촉부분에 변성이 야기될 가능성이 있어 큰 문제가 되고 있다. 그러므로 열 전도가 양호하고 증발속도에 대한 제어가 용이한 구조를 가진 증발원의 개발이 매우 중요하다. 유기EL 소자는 3-6 종류의 재료가 다른 박막으로 구성되어 있어 동일한 chamber내에서 증착을 시도할 경우 유기 증발원 상호간의 영향이 불가피하며 더욱이 dopant를 사용할 경우는 상호 오염의 정도가 한층 심각하게 소자에 영향을 미칠 것으로 보인다. 따라서 본격적인 제품의 생산을 위해서는 정공층, 발광층, 전자수송층간의 영향을 방지하고 공정시간을 단축하여 생산성을 향상시킬 수 있는 방안이 모색되어야 할 것이다. 또한 풀칼라 소자의 제작을 위해서는 기관 상에 고정세 증착 패턴을 형성할 수 있는 metal shadow mask에 관련된 기술도 확립되어야 한다. <그림 5>는 유기박막 증착을 위한 박막 형성 chamber, 재료증발원, thickness monitor, metal shadow mask 등으로 구성되어 있는 진공 Chamber의 구조를 보여 주고 있다.

유기 EL device는 일반적으로 투명양극전극과 음극전극사이에 여러층의 유기층을 포함하여 구성하는데 ITO, insulator, cathode separator가 pattern된 glass 위에 HIL, HTL, EML, ETL, HBL, Metal cathode를 순차적

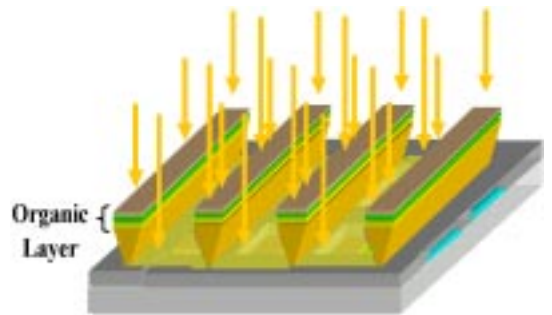


〈그림 5〉 유기박막 증착을 위한 진공 Chamber의 구조

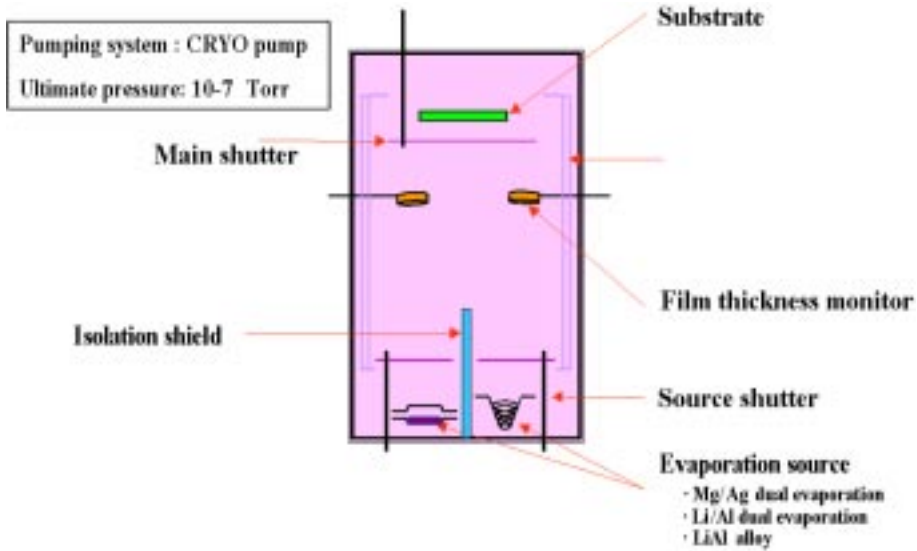
으로 성막한 구조를 가진다. 첫째, 정공주입층 (HIL: Hole Injection Layer)은 소자 내에 정공의 주입이 원활하도록 하기 위해 조성되는데 대개 CuPc 또는 m-MTDATA 같은 물질을 사용하고 1.0×10^{-6} torr 이상의 진공에서 1~2 Å/sec의 증착률로 성막한다. 둘째, 정공수송층 (HTL: Hole Transport Layer)은 양극으로부터 주입된 정공을 발광층으로 수송하는 것을 목적으로 하는데 일반적으로 α -NPD 또는 TPD 등의 물질을 사용한다. 셋째, 발광층(EML: Emitting Layer)은 음극과 양극으로부터 공급된 전자와 정공의 재결합이 이루어지면서 발광이 일어나는 영역이다. 이 때 발광층에 적용되는 유기물질의 고유 파장에 따라 여러가지 발광색을 구현할 수 있는데 host와 dopant의 구성비를 원하는 소자의 발광특성에 따라 조정하게 된다. 보통 발광효율을 최대한 향상시키고 색도를 조절하기 위해 다양한 종류의 host와 dopant를 선택하여 동시증착 함으로써 발광층을 형성한다. 넷째, 전자수송층(ETL: Electron Transport Layer)은 음극으로부터 공급되는 전자의 원활한 수송을 목적으로 적용한다. 전자수송층의 재료로는 Alq₃ 또는 TAZ이 사용되고 있으나 보

통 발광층에 dopant를 적용하는 경우 발광층의 host 물질로 이용되는 Alq₃가 전자수송체로서의 특성도 가지고 있어 보다 널리 사용되고 있다. 발광 효율을 향상시키고 금속전극과 유기층간의 계면특성을 개선하기 위해 추가로 완충층(Buffer Layer)을 성막하기도 하는데 주로 LiF와 같은 무기 절연물질을 사용하여 5~10 Å 정도의 두께로 증착한다.

RGB sub-pixel로 구성된 풀칼라 소자의 제작을 위해서는 안정된 metal shadow mask 기술이 필수적인데 여기에는 mask의 정확한 위치 제어 방법, 열팽창을 방지할 수 있는 방법, mask와 기판의 정밀도 등이 충족되어야 한다. 예를 들



〈그림 6〉 유기박막 증착공정

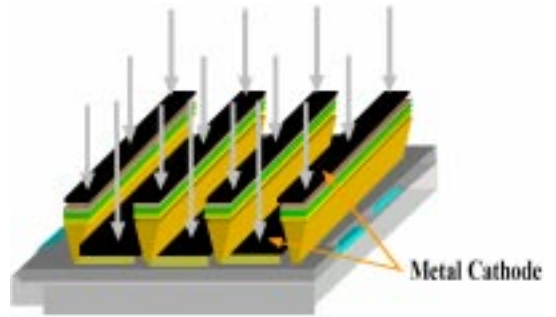


〈그림 7〉 금속전극 증착을 위한 진공 Chambe

면 짧은 시간 내에 10 micron 정도의 오차 내에서 전형적인 4축 방향의 alignment가 가능해야 한다.

3. 금속전극 증착공정

전극막의 형성은 유기박막의 형성 후 진행이 되는데 저온에서 플라즈마 등에 따른 막의 손상을 가급적 피해야 하고 낮은 일함수를 가진 활성 금속재료를 사용하는 관계로 성막시 잔류 불순물에 의한 오염을 최대한 배제해야하므로 고 진공의 배기 시스템이 반드시 필요하다. 가능한 한 전극증착 chamber의 대기중 개폐를 최소화하고 증착재료의 교환 빈도를 최대한 억제하는 것이 중요하다. 금속재료는 일반적으로 Mg, Ag, MgAg-Li, LiAl, LiF-Al 등이 주로 사용되고 있으며 단일막의 동시 증착이나 다른 종류의 재료를 복층으로 증착하는 방식을 이용한다. 특히 Li이나 LiF와 같은 물질을 증착할 경우 대면적 기관의 경우 증발량을 제어하여 막의 균일도를 유지하는 것이 필요하다. 또한 금속재료는 450°C-1200°C의 고온에서 증발되므로 증발원의 복사열에 이미 형성된 유기박막이 손상을 입을 가능성이 존재하기 때문에 기관의 온도 상승을 80°C-



〈그림 8〉 금속전극 증착공정

100°C 이하로 억제해 주어야 한다. 전극증착 chamber는 금속증발원과 thickness monitor, 기관 및 metal shadow mask(〈그림 7〉)로 구성되어 있다. Al을 증착재료로 적용할 경우 Al의 일함수가 상대적으로 다른 금속에 비해 높아서 막의 전기저항을 낮추는 것이 증착속도를 고려한 성막조건 선정에 주의가 필요하다.

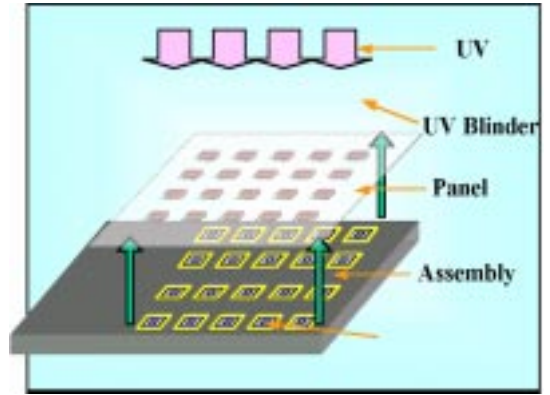
IV. 봉지공정

일반적으로 상업용 디스플레이 제품과 마찬가지로 유기EL 소자에서도 수분과 산소로부터의 차단은 봉지공정의 핵심이라고 할 수 있다. 현재

는 유기물 막과 금속 capsule에 의한 봉지가 가장 많이 적용되고 있으나 이는 디스플레이 기판의 재질이 glass인 경우에만 실질적인 적용이 가능하고 고분자 필름과 같은 유연성이 있는 기판에 적용하기에는 문제가 있다. 최근에는 기판의 표면에 직접 여러층의 고분자막과 무기물막을 적층하여 앞서 언급한 금속 capsule 봉지를 효과적으로 대체하기 위한 새로운 시도가 이루어지고 있다.

수분과 산소에 의한 열화를 방지하기 위해 질소/dry의 분위기에서 UV 경화제를 사용하여 소자를 봉지하는 것이 일반적인데 아직까지는 소자의 박막 형성 후 봉지공정을 거쳐 일관적으로 시스템의 제작까지 이르게 하는 체계는 아직은 완전한 수준에 도달하지는 못했다. Polypara-xylene와 같은 고분자물질이나^[6] SiO₂, MgF₂, In₂O₃ 등과 같은 무기금속화합물을 passivation용으로 적용하기도 하고 고분자 필름이나 SUS박막 등을 encapsulation용으로 사용하기도 한다. 증발원으로는 텅스텐 boat를 이용한 저저항 가열방식, electron beam 발원, sputter 증발원 등이 주로 사용되고 있다.

봉지 공정은 sealing cover 세정, 건조제 & film 부착공정, UV sealant dispensing, 성막 공정이 끝난 panel과의 합착, UV light curing의 순서로 진행하게 된다. Sealing cover cleaning은 patterning된 glass 세정과 동일한 조건에서 이루어지는데 초음파 세정, UV ozone 세정, plasma treatment의 순서로 진행된다. 먼저 acetone과 같은 유기용매에 담근 후 초음파 세정을 실시하고, UV ozone 세정과 plasma treatment를 실시한다. Sealing cover 세정을 3가지 과정으로 진행하는 이유는 sealing 후 cover에서의 gas 발생을 방지하고 patterning된 glass와의 접착력을 개선하기 위해서이다. 대개의 경우, UV sealant는 glass와 glass간의 접착강도는 우수하지만 sealing cover와 glass와의 접착력은 미흡하기 때문에 plasma treatment를 통해 sealing cover 표면특성을 개선을 통해 이러한 문제의 일정수준 해결이 가능하다.



〈그림 9〉 UV를 이용한 소자 봉지 공정

소자의 봉지를 위해 UV 경화제가 가져야할 특성으로는 도포시 적정한 형상유지 및 탈포성, 저온에서의 빠른 경화성, 낮은 수축성 및 투습성 등이 있다.^[7]

UV sealant는 점도 및 형상유지 능력이 있어야 하는데 점도가 너무 높을 경우 dispensing하기 어렵고 점도가 너무 낮으면 dispensing후 dispenser를 통해 역 방향으로 유출되는 현상이 발생하게 된다. 또 Dispensing한 후 일정수준 형상유지가 되지 않으면 봉지를 위한 가압 시 panel의 active area에 손상을 줄 수 있기 때문에 sealant의 점도 선정이 매우 중요하다. UV sealant는 spacer를 혼합하여 탈포 작업을 해서 syringe type의 용기에 담아 공급할 수 있어야 한다. 탈포 작업이 이루어지지 않으면 dispensing 공정 중 발생한 기포에 의해서 dispensing line이 끊어질 수 있다. UV sealant dispensing 공정이 끝난 다음 glass를 cover 위에 위치하게 하고 UV광을 mask를 통해 조사한다. 이 때 UV curing에 사용하는 광원은 sealant의 경화조건을 고려하여 선정해야 한다.

V. 맺음말

위에서 언급한 유기EL 소자의 각 공정들을 연속적으로 수행하기 위해서는 1) 대형기판에 균일한 표면특성을 가진 박막의 증착이 가능해야 하

고, 예를 들면 400 mm × 400 nm 기관에서 5% 이내의 균일도; 2) 현재 봉지공정 때문에 지연되고 있는 TACT time(4분)이 충분히 단축되어 일괄공정에서의 생산효율이 극대화되어야 하며; 3) 풀칼라 소자의 생산이 가능한 미세 Alignment 기술이 확보되어야 하며; 4) 재료의 안정적인 공급 및 구동과 관련된 주변 기술이 확립되어야 하며; 5) shadow mask에 의한 유기 막의 상호오염을 방지할 수 있는 등과 관련된 기술의 지속적인 개선이 이루어져야만 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] T. Nagasawa, *Monthly Display* **2000**, *6*, 42.
- [2] 淺田幹夫, 有機EL製造裝置, *Electronics 實裝技術(技術調査會)*, **2000**, 7월호, p. 42.
- [3] F. Furakawa, Y. Terasaka, H Ueda and M. Matuura : 29-a-NK-3. *44th Seminar of Applied Physics* **1997**.
- [4] A. Berntsen, Y. Croonen, R. Cuijpers, B. Habets, C. Liedenbaum, H. Schoo, R. Visser, J. Vleggaar and P. Vab de Weijer, *SPIE (International Society of Optical Engineering)* Vol **3148**.
- [5] C. W. Tang, S. A. Vanslyke and C. H. Chen, *J. Appl. Phys* **1989**, *65*, 3610.
- [6] K. Yamashita, T. Mori, and T. Mizutani: 3-a-2Q-12, *58th Academic Lecture of Applied Physics* **1997**.
- [7] T. Iida, *Monthly Display* **2000**, *6*, 38.