

## 유기 EL의 재료와 개발동향



**서부원**  
전남대학교 전기공학과 대학원



**구할본**  
전남대학교 전기공학과 부교수

### 1. 서 론

유기 전계 발광(Electroluminescence : EL) 소자는 발광재료로 이용하는 유기재료를 선택함에 따라 쉽게 가시광영역을 전부 cover하는 것이 가능하고, 최근 고효율, 고효율인 재료가 많이 개발되어 연구가 진행되고 있으며, 소자 수명도 실용화를 목표로 일만 시간을 넘는 소자를 제작 가능하게 됨에 따라 실용화도 가능하게 되었다.

유기 EL소자는 그 동작 원리가 무기 EL과 같이 전계에 따른 충돌 여기를 이용하지 않고, 전류 주입형이기 때문에 오히려 유기 발광 다이오드(light emitting diode : LED)라고 부르는 편이 어울린다.

발광 재료에 이용되는 유기 물질로서는 상당히 많은 것들이 연구 개발되고 있지만 통상 이들 발광 재료는 크게 2가지로 분류된다. 즉, 색소 분자라고 불리는 저분자와 도전성 고분자로 불리는,  $\pi$ 공역 고분자 등의 고분자로 크게 나뉘어진다. 좁은 의미에서는 전자를 이용한 것을 유기 EL, 후자를 고분자 EL이라고 부르기도 하지만 양자를 합쳐 유기 EL이라고 총칭한다. 발광의 동작 원리는 양자가 기본적으로는 같지만 이들 재료에 특유한 성질이 있기 때문에, 이들 재료를 조합함으로써 특징이 있는 발광 소자를 실

현할 수 있다.

이들 재료에 따라 유기 EL을 이용한 full color 박막 디스플레이를 실현할 수 있지만 그 외 다양한 응용의 가능성이 있다. 최근, 고분자에 색소를 분산시켜, 새로운 기능을 가지도록 하는 것이 시도되고 있고, 단분자층 정도의 초박막을 적층시킨 구조 등 재료의 복합화에 따라 새로운 기능을 가지도록 하는 시도도 행해지고 있다. 여기에서는 최근의 유기 EL소자에 이용될 수 있는 재료, 소자구조 및 개발동향에 대하여 서술하기로 한다.

### 2. 유기 EL재료

유기 EL의 발광재료를 크게 두 가지로 나누면 저분자계의 색소 분자와 공역 고분자인 도전성 고분자로 분류된다. 기본적으로는 어느 쪽의 재료를 이용해도 같은 모양의 소자구조는 가능하지만 저분자계에서는 dry process를 많이 이용하고, 고분자에서는 wet process를 이용하는 것이 많다. 각각 매우 많은 종류의 것들이 개발되고 있지만, 여기에서는 저분자 발광재료, 고분자 발광재료, 정공 수송재료 및 전자 수송재료로 분류해서 그 대표적인 것을 소개한다.

일반적으로 유기 EL재료에는 발광재료 이외에 정공 수송재료와 전자 수송재료도 포함된다. 발광재료는 전자 수송성을 가지거나 정공 수송성을 가지거나

어는 쪽이든, 모두가 발광재료와 캐리어의 수송 재료를 겸하고 있다.

이 경우 발광재료가 전자 수송성을 가진 경우에는 정공 수송재료와의 헤테로 접합에 의해 p-n접합이 가능하고, 발광재료가 정공 수송재료인 경우에는, 전자 수송과의 헤테로 접합에 따라 p-n접합을 형성하는 것이 가능하다. 또 이들 재료를 이용해서 유기 EL소자로서 응용하는 것에는 단순히 Eg(에너지 밴드 갭)나 HOMO(highest occupied molecular orbital : 最高被占準位), LUMO(lowest unoccupied molecular orbital : 最低空準位) 등의 전자 상태가 목적에 일치하고 있는가, 또한 기판상에 박막을 형성할 때 막 제작의 용이성, 안정성 등이 요구된다.

게다가 안정성 면에서는 광이나 열에 따른 열화성만이 아니고, 막으로서의 안정성 즉 통전 중에 결정화하지 않는 등 비정질의 안정성까지도 고려되어야 한다.

## 2.1 저분자 발광재료

EL의 저분자 유기 재료로서는 상당히 오래전부터 anthracene<sup>1)</sup> 등의 단결정이 알려져 있지만, 내부의 결정을 이용하기 때문에, 수 백볼트의 전압이 필요하므로 실용화에는 바람직하지 않다. 먼저 최초의 본격적인 실용재료로서 주목된 것은 Kodak사에서 개발된 8-hydroxyquinoline aluminum[Alq<sub>3</sub>]<sup>1, 2)</sup>이다. 이 재료는 캐리어 주입에 의해서 효율이 좋게 발광하는 것과 함께 유기 분자선 증착법이라고 불리는, 진공 증착법에 의해 100nm 정도의 박막을 만들 수 있는 장점이 있다.

오래 전부터 유기 EL의 연구가 행해지고 있는 anthracene은 단결정을 이용하고 있기 때문에 수 백 볼트의 고전압이 필요해서 실용화에는 거리가 멀지만, 이 재료도 박막화 함에 따라 구동전압은 원리적으로는 저하하지만, 큰 전계를 필요로 하는 무기재료를 이용한 EL소자와 같은 원리로 실용화 하는데는 큰 제약이 있다. 그 후, Kodak사에서 개발된 녹색 발광을 하는 Alq<sub>3</sub>의 개발과 함께 정공 수송층과 헤테로 구조의 도입에 따라 저전압 구동, 고휘도의 유기 EL소자가 제작되고 있다. 이들은 단지 단순히 박막화 함에 따라 구동 전압을 낮게 할뿐만 아니라, 캐리어 주입에 따라 발광효율이 높은 재료를 개발한 것, 더욱이 그림 1에 나타낸 것처럼 EL소자의 구조를 연구함에 따라 효율 좋게 발광층에 캐리어를 주입하고, 발광 재결합을 하는 것을 가능하게 했다. 저분자의 유기 색소로서는 색소 레이저 등에 이용하는 것 등이 있고,

또 많이 개발되고 있지만, 여기에 나타낸 캐리어 주입에서 강한 발광을 나타낸 것은 Alq<sub>3</sub>의 개발과 함께 개발된 것이 많다. 그 후 많은 EL용 저분자 발광재료가 응용, 개발되고 있지만 그 주된 것을 그림 2에 나타낸다. 저분자 발광재료는, 주로 유기 분자선 증착법으로 막을 구성하는 경우가 많다. 이방법의 이점은 그림 1과 같이 적층 구조를 제작하는데 좋고, 임의의 두께의 적층 구조를 제작할 수 있다. 그림 2에 나타낸 색소 분자는 유기 분자선 증착법에 따라 막을 구성할 수 있다. 청색의 발광을 나타낸 색소 분자로는 anthracene, cyclopentadiene 유도체[PPCP], 등을 들 수 있다. 녹색 발광을 나타내는 대표적인 것은 Kodak사에서 개발된 Alq<sub>3</sub>가 많이 이용되고 있지만, 그 밖에도 coronene 등을 들 수 있다. Rublen, 8-hydroxyquinoline-Zn complex(ZnO<sub>2</sub>)는 황색의 발광을 나타내고, 적색의 발광을 나타낸 재료로서는 DCM, Nile red등이 있지만 특히 Eu착체, Eu(III):Eu(TTA)는 620nm에서 민감한 발광을 가지고 극도로 단색성이 높은 발광재료로서 이용되고 있다. 단지, 캐리어 수송성의 결함 때문에 캐리어 수송성이 적당히 큰 재료에 혼합해서 이용되는 것이 많다.

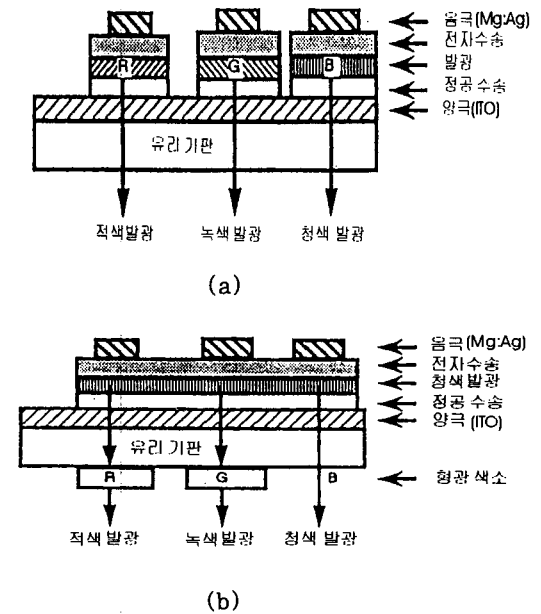


Fig. 1. Schematic of color display devices.  
(a) patterning of emissive devices  
(b) multicolor devices

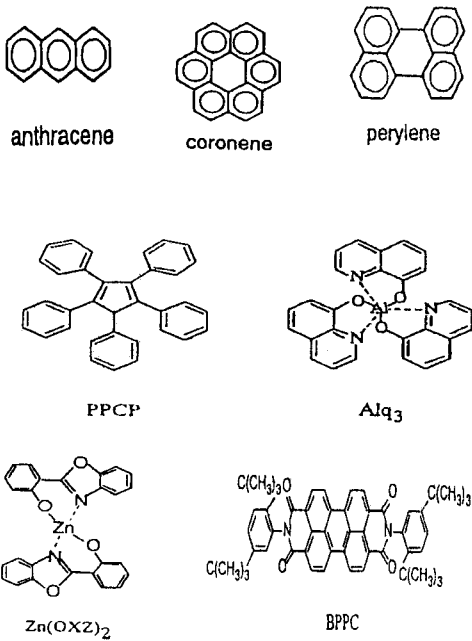


Fig. 2. Low molecular emissive materials.

그림 3은 저분자 색소 EL 스펙트럼 예를 나타낸다. EL의 강도는 peak 강도에 있어서 규격화해서 나타내고 있다. 색소분자를 선택함에 따라 청색, 녹색, 적색의 임의의 발광을 얻을 수 있다. 백색 발광을 얻는 시도에서는 몇 가지의 방법이 제안되고 있다. 그 하나로 ITO(indium-tin-oxide : 도전성

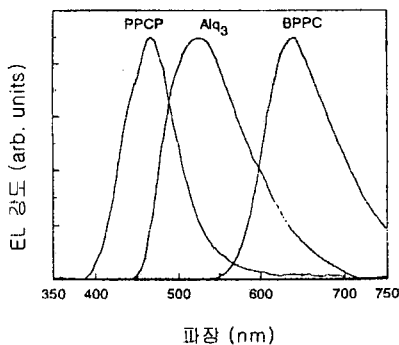


Fig. 3. Typical EL spectra of low molecular emissive materials.

유리) 투명전극 기관 위에 정공 수송층, 청색 발광층, 녹색 발광층, 적색 발광층 마지막으로 음극에서 Mg:Ag전극을 이용해서 청-녹-적색을 동시에 발광시켜 400nm부터 700nm까지 넓은 발광 스펙트럼을 얻고 있다. 다층구조를 이용하지 않고, 각종 발광을 나타내는 색소를 혼합체, 즉, PVK[Poly(N-vinylcarbazole)]에 빨간색부터 청색 발광을 나타내는<sup>3, 4)</sup> DCM, Neil Red의 색소를 doping 해서 동시에 발광시켜 백색 발광을 얻는 시도도 행해지고 있다.

하나의 소자에서 R-G-B 삼원색을 얻는 시도의 한 가지로서, 먼저 전혀 다른 두 색을 한 개의 소자에서 변경하는 시도가 행해지고 있다. 적색과 청색의 발광을 얻는 소자로서는 두가지의 방식이 제안되고 있다. 하나의 방식은 청색 발광층과 적색 발광층 사이에 캐리어 블럭을 만들고, 각각의 발광층에만 캐리어를 주입시키는 소자구성을 하고 있다. 즉 ITO 투명전극 기관상에 적색 발광층(BPPC), 캐리어 블럭층(TPD), 청색 발광층(PDHF)의 순서로 적층하고 마지막에 음극으로서 Mg : In 전극을 이용해서 순 바이어스 때에는 청색 발광층을, 역 바이어스 때에는 적색 발광층을 발광시켜 극성반전에 따라 적색과 청색의 발광을 하나의 소자에서 얻고 있다. 이 소자에서는 음극에 가까운 발광층만 발광하고, 이제 하나의 발광층은 단순히 캐리어 수송층으로서 움직이고 있을 뿐이다. 그림 4에 소자구성을 나타냈다. 이 소자에서는 극성을 반전함에 따라 청색발광과 적색발광을 완전히 변경하는 것이 가능하고, 인가전압의 크기에 따라 발광 강도를 선택하는 것이 가능하다. 그림 5에 극성을 반전함에 따라 청색발광과 적색발광을 변경하는 EL 소자의 발광 스펙트럼을 나타냈다<sup>5)</sup>.

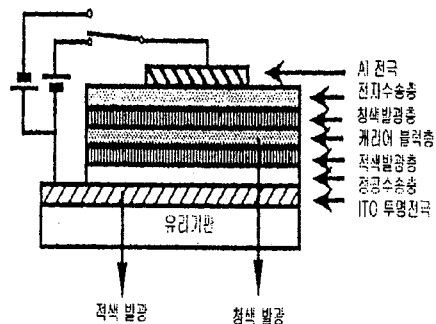


Fig. 4. Schematic of multi-color devices : polarity change device.

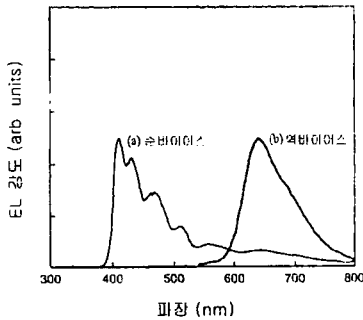


Fig. 5. EL spectra of multi-color device and its device structure.

유기 분자선 증착법을 이용함에 따라 분자의 두께를 제어 할 수 있기 때문에 Alq<sub>3</sub>와 TPD를 교차로 적층한 초격자 구조 EL소자가 만들어지고 있다<sup>6, 7)</sup>. 이 특징은 Alq<sub>3</sub>/TPD 헤테로 구조 소자에 비해서 Alq<sub>3</sub>/TPD 초격자 구조 소자에서는 발광의 FWHM(full width half maximum)이 좁게 되는 점과 발광파장이 한층의 두께가 얇게 됨에 따라 고에너지 측으로 이동하는 점, 또 적층 방향에 더해진 EL 발광의 편광성분은 적층 방향과 수직방향으로 다르고, 발광의 편광성분은 한층의 두께에 따라 달라진 다.

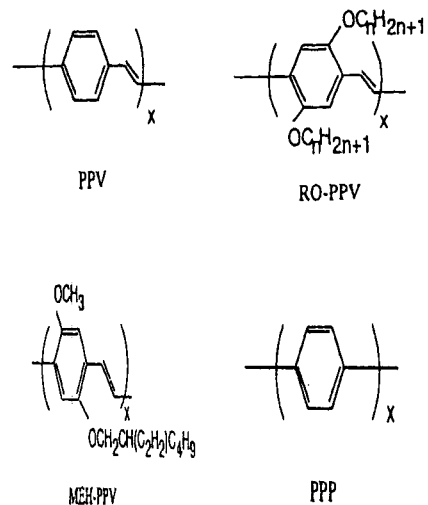
TPD층 중에 단분자층 정도의 두께로 Alq<sub>3</sub>층을 투입한 소자에서는 인가전압에 따라 Alq<sub>3</sub>로부터의 발광과 TPD로부터의 발광 강도가 변화하고, 녹색 청의 발광을 전압에서 조절하는 것이 가능한 발광 색 가변 소자를 실현 가능하다는 보고가 있다.

## 2.2 고분자 발광재료

고분자에 고전계를 인가해서 EL을 실현하는 시도는 PET 등의 절연성 고분자를 이용해서 꽤 오래전부터 연구되고 있지만, 두께가 두껍기 때문에 구동 전압이 높고, 본격적인 실용 재료로서 주목된 것은 박막화한 poly(p-phenylenevinylene) [PPV]<sup>9)</sup>이다. 그 후 발광효율이 높고 막성질이 좋은, EL에 적합한 많은 도전성 고분자가 연구 개발되고 있다. 고분자 발광 재료의 특징은 spin coating 법에 따라 대면적에서 두께가 균일한 박막을 만들 수 있다는 것이 가능하다. 유기 EL에 이용되는 고분자 발광재료의 대표 예를 그림 6에 나타냈다. 이것들 중에는 기판 위에 박막을 형성한 후 열처리 등에 따라 중합반응을

해서, 고분자화 할 필요가 있는 것도 있지만 고분자를 용매 중에 녹이고 spin coating 법으로 막을 만드는 것만으로도 고분자 박막을 형성할 수 있는 도전성 고분자도 최근 많이 개발되고 있다.

Poly(p-phenylenevinylene) [PPV]를 사용해 처음으로 저전압에서 황색의 EL이 보고 되었지만, 그 재료는 전구체로 기판 위에 막을 만들고 열처리를 통해서 고분자화 할 필요가 있다. 그 후, 용매에 녹는 도전성 고분자로서 poly(3-alkylthiophene) [PAT], poly(9, 9-dialkylfluorene) [PDAF], PPV유도체 [MEH-PPV], poly(2, 5-dialkoxy-1, 4-phenylene) [RO-PPV], cyano-substuted-PPV [CN-PPV], DMOS-PPV가 중합되고 열처리에 따른 고분자화 등의 과정이 없이 spin coating 법에 따라 간단히 박막화 할 수 있고, 소자제작도 용이하게 되었다. 그림 6에 나타낸 PAT, MEH-PPV, RO-PPV, RO-PPV, FP-PPP, RO-PPP 등은 전부 spin coating 법에 따라 고분자의 박막제작이 가능하고, EL소자를 쉽게 제작할 수 있다. 고분자 재료를 이용해서 적층 구조를 제작하는 방법으로서서는 다른 용매를 이용해서, 아래쪽의 고분자가 녹지 않도록 적층 하는 시도가 나오고 있다. PAT<sup>9)</sup>는 적색의 발광, MEH-PPV<sup>10)</sup>는 오렌지색 발광, FP-PPP<sup>11)</sup>, RO-PPP<sup>12)</sup>, PPP<sup>13)</sup>는 청색을 나타낸다. 특히 최초의 청색 EL로서 보고된 PDAF는 높은 발광효율 때문에 다시 주목을 모으고 있다. 또 폴리머에 색소분자를 doping 하는 시도도 나오고 있다.



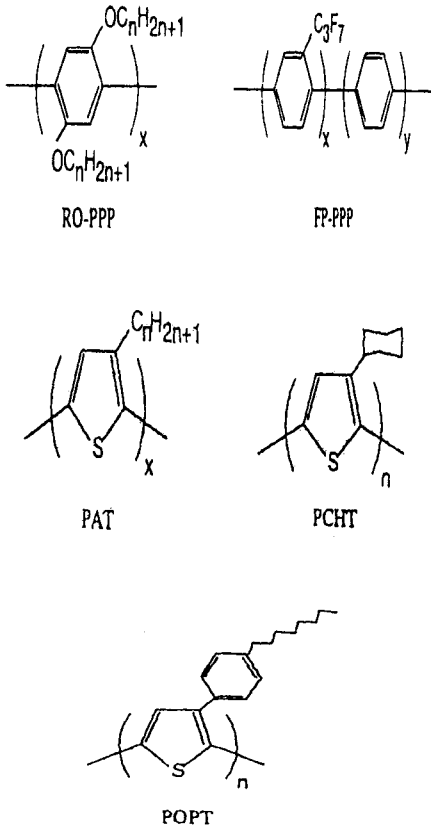


Fig. 6. Polymer emissive materials.

그림 7은 고분자 발광재료의 EL 스펙트럼의 예를 나타낸다. EL의 강도는 peak 강도에 있어서 규격 화해 표시하고 있다. 재료를 선택함에 따라 청색, 녹색, 적색의 임의의 발광을 얻을 수 있다. 형광이 나오지 않는 것으로 생각되었던 polyacetylene도 적당한 측쇄를 도입함으로써 발광효율이 높고, 강한 청색 내지 녹색의 EL 발광이 실현되었다<sup>14)</sup>.

Poly(methyl-phenylsilane) [PMPS]를 이용해서 300nm 자외광 EL이 보고되고 있다<sup>15)</sup>.

PMPS는 다른 도전성 고분자와 다르고, 탄소 대신에 규소를 골격으로 가지며, 정공 수송능력이 우수하기 때문에 발광재료보다도 캐리어 수송재료로서 알려져 있지만, 금지대폭이 넓기 때문에 발광재료로서 이용함에 따라 자외선 영역의 발광을 얻을 수 있다. 이것은 고분자를 이용한 자외선 영역의 EL에서 최초의 보고이다. 이 실리콘 고분자는 측쇄에 적당한 치환기를 도입함에 따라 가시광 영역을 포함해서 넓은 스

펙트럼 범위에서의 발광이 가능하게 된다.

또 주쇄에 공역 oligomer를 투입함에 따라 특징적으로 강한 EL 발광이 관측되고 있다. 도전성 고분자는 정공 수송능력에 우수한 것이 많다. 특히 PVK는 발광재료에 이용되기 보다는 정공 수송층에 이용되는 것이 많다. Eu 착체 등 캐리어 수송능력이 나쁜 색소 분자 등을 PVK에 도핑함에 따라 발광층으로서 이용할 수 있다.

더욱이 도전성 고분자의 경우도 셀 어셈블리 법에 따라 다른 적층 초격자 소자가 제작되고, EL을 얻을 수 있다. 도전성 고분자의 EL의 경우도 전자 블럭층을 가진 다층 적층 구조로서 전압의 극성에 따른 가변 색의 EL을 실현 가능성이 밝혀져 있다.

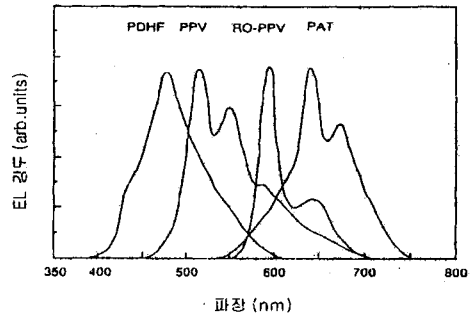


Fig. 7. Typical EL spectra of polymer materials.

### 2.3 정공 수송재료

정공 수송 재료로서 대표 예를 그림 8에 나타냈다. 비행기 등에서 광 전도체로서 유기 광 전도체가 이용되기 때문에 많은 저분자 재료가 연구 개발되고 있다. Kodak 사의 Tang 등이 제작한 헤테로 구조 소자에서는 발광층으로 이용한  $Alq_3$ 는 전자 수송능력을 가지고 있기 때문에 정공 수송층으로서 이용하는 Diamine과  $Alq_3$  외의 헤테로 구조에 따라 p-n 접합을 제작할 수 있고, 높은 발광효율과 휘도가 보고됐다. 그후 많은 연구자들로부터 헤테로 구조 소자가 제작되었지만,  $Alq_3$ 는 전자 수송능력이 우수하기 때문에 정공 수송재료 TPD 등과의 헤테로 구조를 이용해서 EL소자를 제작함에 따라 발광 효율이 향상한다. 정공 수송재료를 크게 나누면 아민계, 스티벤계, 스타베스트계 등으로 나눌 수 있다. 아민계의 TPD는 EL소자의 정공 수송층으로서 크게 이용되고 있지

만, 유리 전이점이 낮고, 장시간의 동작, 대전류 구조에 따라 결정화하고, 발광효율을 저하시키는 결점이 있다. 그곳에서 유리 전이점을 상승시켜 결정화하기 어려운 정공 수송재료로서 스타베스트계가 유효하다는 보고가 있다. 고휘도의 EL 소자를 제작하는 것에는 유리 전이점이 높은 정공 수송재료를 이용해서 헤테로 전압을 제작할 필요를 가지고 있고, 많은 연구기관에서 개발이 진행되고 있다.

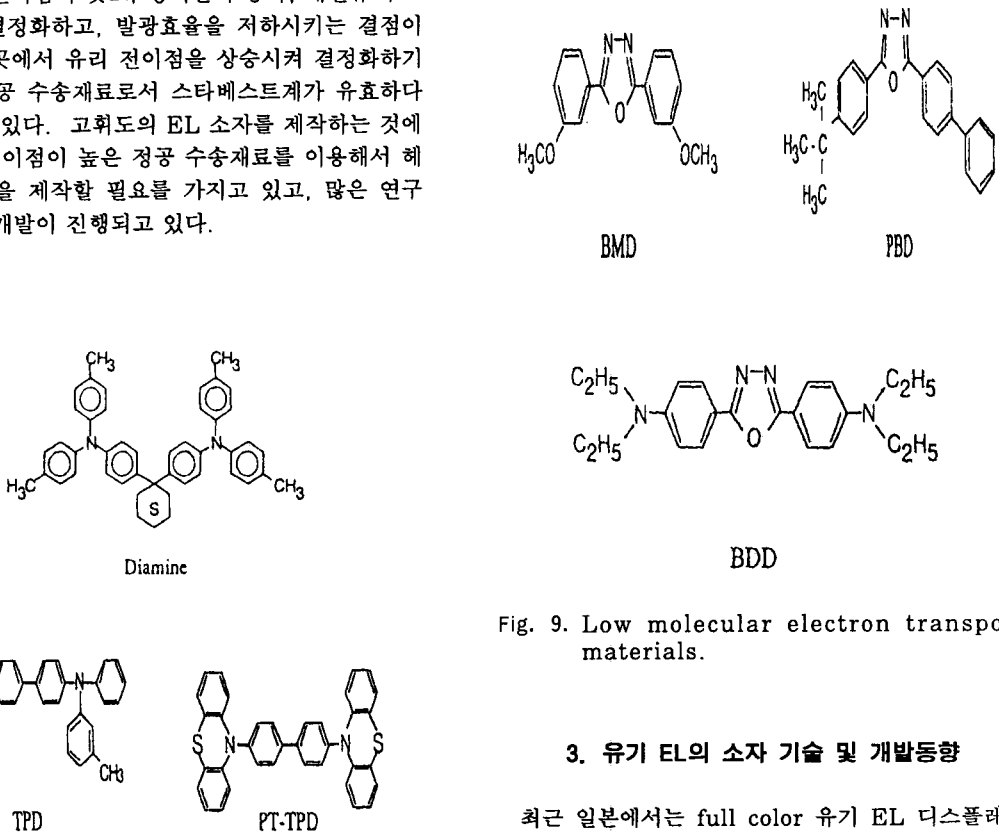


Fig. 9. Low molecular electron transport materials.

Fig. 8. Low molecular hole transport materials.

### 2.4 전자 수송재료

전자 수송재료로서 PBD를 비롯해서 많은 각종 분자가 연구 개발되고 있지만, 그 대표 예를 그림 9에 나타냈다. 여기서 나타난 재료는 저분자계의 색소이고, 먼저 나타난 유기분자선 증착에 따라 적층구조를 형성하기 때문에 발광재료와 헤테로 구조, double 헤테로 구조를 쉽게 형성할 수 있는 이점을 가진 색소로서 PBD가 많이 이용되고 있지만, PBD 자신을 발광층으로 이용하면 청색의 발광을 나타낸다. 단지 결정화 하기 쉬운 등의 결점이 있지만, 전자 수송재료로서는 자주 이용되고 있다. 녹색의 발광효율이 높은 발광층으로서 많이 이용된다. Alq<sub>3</sub>는 전기적으로는 전자 수송성을 가진 전자 수송층으로서 이용되기도 한다. 이 경우에는 Alq<sub>3</sub>는 발광층이 아니고 전자 수송층으로서 이용되고, Alq<sub>3</sub> 중에 분산해서 전자 수송성을 가지는 재료로서 이용하는 것도 있다.

### 3. 유기 EL의 소자 기술 및 개발동향

최근 일본에서는 full color 유기 EL 디스플레이의 개발이 잇따르고 있다. 일본 Pioneer에서는 첨가제로서 quinacridone 유도체를 발광층에 첨가함으로써 고 휘도, 고효율화에 성공하였다. quinacridone을 사용한 경우 4V에서 약 300cd/m<sup>2</sup>, 최고 휘도 100,000cd/m<sup>2</sup>, 외부 양자 효율 3.8%의 녹색 유기 EL 제작에 성공하였다. 96년에는 256×64 도트의 단순 매트릭스 형식의 녹색 단색 디스플레이를 발표하였으며, 97년 말에는 자동차용 FM 수신기에 유기 EL 디스플레이를 탑재해 세계최초로 유기 EL 소자의 실용화에 성공하였다.

패널의 크기는 94.7mm×21.1mm이고 녹색 발광, 휘도 100 cd/m<sup>2</sup>, 전 화소 점등시 소비전력 0.5W, 휘도 반감기까지의 수명은 6,000시간 이상이다. 일반적으로 문자 표시의 경우는 소비전력이 1/5인 0.1W 정도이고, 백라이트를 부착한 액정 디스플레이보다도 소비전력이 낮다.

1998년 9월경에 26만색의 full color를 실현한 유기 ELD를 개발했다. Pioneer가 이번에 개발한 유기 EL 디스플레이는 5.2인치의 화면에 가로 3백20×세로 2백40의 화소 수를 실현한 것으로 두 전극 사

이에 유기화합물 막을 끼워 발광할 때 화소를 구성하는 셀을 각각 적, 청, 녹색으로 점등시키는 독립발광소자 방식을 이용해 full color화를 실현했다.

지금까지 흑백 유기 EL 디스플레이를 생산해 카오디오용 디스플레이에 적용해 왔으나 이번 full color 유기 EL 디스플레이의 개발을 계기로 앞으로 카 내비게이션 시스템 및 휴대정보단말기(PDA), 소형 노트북PC 등으로 용도를 넓혀 나갈 계획이다.

「일본 경제 신문」에 따르면 NEC, Pioneer, 이데미쓰홍산 등 3개 업체는 각각 풀 컬러 유기 EL 디스플레이의 시험제작에 성공했으며 오는 2000년 휴대단말기용 등으로 실용화할 방침이다. 유기 EL 디스플레이는 시야 각이 넓고 응답속도도 빠르며 두께를 2mm 이하로 극히 얇게 만들 수 있기 때문에 휴대전화 등으로의 응용이 기대되고 있다. NEC가 시작한 유기 EL 디스플레이는 5.7인치 크기로 적, 청, 녹색을 발광하는 EL 소자를 하나의 화소에 집어넣는 독립발광소자 방식을 채택하고 있다. 화소 수는 가로 3백20에 세로 2백40이고, 밝기는  $\text{m}^2$ 당 100 칸델라로 노트북형 PC의 액정화면 밝기와 거의 같은 수준이다. Pioneer가 시작한 유기 EL 디스플레이도 독립발광소자 방식을 채택하고 있으며, 크기는 5.2인치형이다. 현재 수명이 2천시간으로 짧기 때문에 당장 실용화하기는 어려운데, 앞으로 보완해 2000년 차량 자동 항법장치(카 내비게이션)용 디스플레이로 제품화할 계획이다. 이데미쓰홍산의 시작 제품은 20인치형 크기로 유기재료가 발광하는 청색에 가까운 색을 색 변환용 유기막을 사용해 청, 녹, 적색으로 변환시키는 컬러화 방식을 사용하고 있다. 수명은 약 3만 시간으로 실용 수준에 육박한다. 이데미쓰홍산은 이의 상품화와 관련해 자체 제작에는 착수하지 않고 10여 개의 관련 제조업체들에 기술공여 등을 추진해 나갈 방침이다. 풀 컬러 유기 EL 디스플레이는 현재 일본에서 NEC 등 3사 이외에도 소니, 산요전기, 미쓰비시화학, TDK, 규슈마쓰시타전기, 세이코엡슨, 도요타중앙연구소 등이 개발 및 실용화를 추진중이다. 일본 이외에서는 영국의 케임브리지 디스플레이 테크놀로지, 네덜란드의 필립스, 미국의 유닉스, IBM 등이 착수하고 있다. 「일경산업신문」에 따르면 TDK는 박형 평면디스플레이 중의 하나로 액정표시장치(LCD)보다 영상출력이 뛰어난 유기 전계발광(EL) 디스플레이를 최근 개발하고 내년 초에 샘플을 출할 계획이다. TDK는 디스플레이시장이 평면, 박형화 추세를 배경으로 구조변화가 진행되고 있는 가운데 PC 및 휴대 정보 기기 분야를 중심으로 폭넓은 수요가 예상되는 EL디스플레이로 시장을 공략키로 했

다고 밝혔다. TDK가 이번에 개발한 제품은 표시화소 수가 2백56×64도트이며 화소 간격은 0.33mm, 휘도는  $1\text{m}^2$ 당 최대 1백50칸델라인 것으로 알려졌다. 또 반응속도는 1 $\mu\text{s}$ 이며 구동IC를 실장한 칩은 글라스(COG)모듈 두께를 3mm 이하로 낮췄다. 시제품 단계에서 확인한 수명은 5천시간 이상인 것으로 나타났다. 양산단계에서도 타사제품에 비해 수명이 길 것으로 보고 있다. 이번 시제품의 전체 크기는 1백5×20mm이며 이중 화면의 크기는 80×20mm로 알려졌으며 색은 현재 청, 적, 녹색 등 단색표시로 7색까지 출력할 수 있다. TDK는 이 제품을 내년 후반부터 카 내비게이션이나 PDA용으로 양산할 계획이며 앞으로는 풀컬러화와 대형화에 초점을 맞추고 개발에 박차를 가할 계획이다. 또 일본 소니가 청색의 신형 유기 전계발광(EL) 소자를 개발했다고 「일경산업신문」이 최근 보도했다. 소니의 신형 소자는 녹색을 내는 유기 EL 소자의 내부에 백프로인이라는 물질을 집어넣어 층을 형성한 것이 특징으로 이로써 발광색이 파장 4백60nm인 청색을 실현했다. 휘도는 9.5V에서 평방인치당 1만 칸델라 이상으로 종래의 50배를 넘어서며 발광 수명은 현재 시험중인데 실용화 기준인 1만 시간 이상이 될 것으로 예상된다. 소니는 이미 기술 개발한 녹색 소자와 이번 성과를 토대로 적색 소자도 개발해 풀컬러의 유기 EL 소자 디스플레이를 오는 2005년까지 개발할 방침이다.

유기EL디스플레이는 백라이트가 필요 없는 자기발광타입 표시기로 휘도가 높고 옥외에서도 잘 보이는 데다 박형, 저소비전력 특성을 갖추고 있어 차세대 디스플레이로 떠오르고 있다.

#### 4. 맺음말

10만  $\text{cd}/\text{m}^2$  이상의 휘도를 가진 유기 EL 소자, 1만 시간 이상의 수명을 가진 EL 소자가 보고되고, 또 집적회로 레벨의 저전압에서 구동할 수 있는 유기 EL 소자가 제작되고 있다. 실용화의 조건이 정리되고 있으며, 유기 EL을 이용한 디스플레이어가 곧 상용화될 것이다. 유기 EL 소자의 당면 첫 번째 문제점은 소자 수명이지만, 재료의 열화보다도 산화되기 쉬운 금속을 이용하고 있기 때문에 발생하는 전극의 산화, 혹은 전극의 박리 등 소자 구조상으로부터 오는 열화요인이 원인의 하나이다. 유기 EL 소자의 개발은 LCD, 플라즈마 디스플레이 등과 경쟁관계에 있지만 소형화, 경량화,省电력화 등의 목적에 맞게 활용되는 분야가 선택될 것이다. 또 최근 고분자를 이용한 레이저의 연구도 점점 실행되고 있고, 무기

반도체 대신에 새로운 발광재료로서 장래 기대된다. 금후에는 새로운 보다 특성이 좋은 발광재료, 무기반도체에는 볼 수 없는 특성을 가진 재료를 개발하는 것과 함께 소자 구성상의 연구에 따라 새로운 기능을 부여하는 것도 가능해지고, 디스플레이어 등으로의 응용을 고려한 유기 EL소자의 개발이 기대된다.

### 참 고 문 헌

1. M. Pope, H. P. Kallmann and P. Magnante, *J. Chem. Phys.* vol 38 pp. 2042-2046, 1963.
2. C. W. Tang and S. A. VanSlyke, *Appl. Phys. Lett.*, vol. 51, pp. 913-915, 1987. C. W. Tang, S. A. VanSlyke and C. H. Chen, *J. Appl. Phys.*, vol 65. pp. 3610-3616, 1989.
3. 佐藤, 電子情報通信學會技術報告, OME 94-78, Vol. 94, no. 535, pp. 1-6, 1995.
4. J. Kido, W. Ikeda, M. Kimura and K. Nagai, *Jpn. J. Appl. Phys.*, vol. 35, pp. S394-L396, 1996.
5. M. Hamaguchi, A. Fujii, Y. Ohmori and K. Yoshino, *Jpn. J. Appl. Phys.* vol. 35, p. L1462, 1996.
6. Y. Ohmori, A. Fujii, M. Uchida, C. Morishima, K. Yohino, *Appl. Phys. Lett.*, vol. 62, pp. 3250-3252, 1993.
7. Y. Ohmori, A. Fujii, M. Uchida, C. Morishima, K. Yohino, *Appl. Phys. Lett.*, vol. 63, pp. 1871-1873, 1993.
8. J. H. Burroughes, D. D. C. Bradley, A. R. Brown, R. N. Marks, K. Mackay, R. H. Friend, P. L. Burns and A. B. Holmes, *Nature*, vol. 347, pp. 539-541, 1990.
9. Y. Ohmori, M. Uchida, K. Muro, K. Yoshino, *Jpn. J. Appl. Phys.*, vol. 30, pp. L1938-L1940, 1991.
10. D. Braun and A. J. Heeger, *Appl. Phys. Lett.*, vol. 58, pp. 1982-1984, 1991.
11. M. Hamaguchi, H. Sawada, J. Kyokane and K. Yoshino, *Chem. Lett.*, p. 257, 1996.
12. M. Hamaguchi, H. Sawada, J. Kyokane and K. Yoshino, *Jpn. J. Appl. Phys.*, vol. 34, pp. L587-L589, 1995.
13. G. Grem, G. Leditzky, Bruni Ullrich and G. Leising, *Advanced Materials*, vol. 4, pp. 36-37, 1992.
14. K. Tada, R. Hidayat, M. Hirohaa, M. Teraguchi, T. Masuda and K. oshino, *Jpn. J. Appl. Phys.*, vol. 35, pp. L1138-L1141, 1996.
15. A. Fujii, K. Yoshimoto, M. Yoshida, Y. Ohmori, K. Yoshino, *Jpn. J. Appl. Phys.*, vol. 34, pp. L1365-L1367, 1995.