(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년03월10일
(11) 등록번호 10-0812438
(24) 등록일자 2008년03월04일

(51) Int. Cl.
*H05B 33/22* (2006.01) *H05B 33/26* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2006-0047075
(22) 출원일자 2006년05월25일
심사청구일자 2006년08월01일
(65) 공개번호 10-2006-0122742
(43) 공개일자 2006년11월30일
(30) 우선권주장
05 011 427.1 2005년05월27일
유럽특허청(EPO)(EP)
05 015 072.1 2005년07월12일
유럽특허청(EPO)(EP)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020040035703 A
*(뒷면에 계속)*
전체 청구항 수 : 총 10 항

(73) 특허권자
**노발레드 아게**
독일 드레스덴 타츠베르크 49 (우: 01307)
(72) 발명자
**레오, 칼**
독일 01219 드레스덴 헤르만슈트라쎄 5
**리센코, 바딤**
독일 01069 드레스덴 호흐슐슈트라쎄 15/102
**겔하아르, 로베르트**
독일 01219 드레스덴 페우어바흐슈트라쎄 3
(74) 대리인
**남상선**

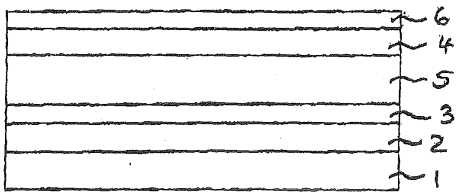
심사관 : 손희수

**(54) 투명 발광 소자**

## *(57) 요 약*

본 발명은 투명 발광 소자, 특히 유기 발광 다이오드(OLED)에 관한 것으로서, 발광 유기층이 상부 및 하부 전극 사이에 배치되는 층 배치를 갖고, 상기 층 배치는 스위칭-오프 상태에서 투명하고 스위칭-온 상태에서 상기 상부 및 하부 전극에 전압을 인가함으로써 상기 발광 유기층에서 생성된 광이 방출되며, 상기 광은 상기 상부 또는 하부 전극을 통해 적어도 약 4:1의 비율에서 방출되고, 가시광선 스펙트럼 영역에서 투명한 유전체층들의 적층부가 상기 상부 또는 하부 전극의 측면 상에 배치된다.

*대표도* - 도1



(56) 선행기술조사문헌
JP2004247106 A
KR1020040065554 A
KR1020050024388 A
KR1020020049812 A

## *특허청구의 범위*

**청구항 1**

발광 유기층이 상부 전극 및 하부 전극 사이에 배치되는 층 배치를 갖고, 상기 층 배치는 스위칭-오프 상태에서 투명하고 스위칭-온 상태에서 상기 상부 전극 및 하부 전극에 전압을 인가함으로써 상기 발광 유기층에서 광이 생성되어 방출되고, 상기 광은 상기 상부 전극 또는 하부 전극을 통해 4:1 또는 그 이상의 비율로 방출되는, 유기 발광 다이오드(OLED)와 같은 투명 발광 소자로서,

가시광선 스펙트럼 영역에서 투명하고 상이한 굴절율들을 갖는 2개 이상의 물질들의 유전체층들로 이루어진 적층부가 상기 상부 전극 또는 하부 전극의 측면 상에 배치되고,

상기 유전체층들은 각각의 경우 (n×λ/4)의 층 두께를 가지며, 여기서 n=1, 2, ...이고, λ는 방출되는 광의 파장이고,

균일한 층 두께를 갖는 상기 적층부에 다수의 반사 대역들이 사용될 수 있도록, 상기 발광 유기층에서 생성되는 광의 상이한 스펙트럼 성분들에 대해 상기 적층부에 의한 반사를 위해 상이한 차수들(orders)의 상기 유전체층들의 적층부가 사용되는, 투명 발광 소자.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

90%를 초과하는 높은 반사력을 갖는 상기 유전체층들의 적층부의 스펙트럼 반사 영역과 상기 발광 유기층에서 생성되는 광의 방출 스펙트럼은 부분적으로 또는 전체적으로 중첩되도록 형성되는 것을 특징으로 하는 투명 발광 소자.

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 유전체층들의 적층부는 상기 상부 전극 또는 하부 전극에 직접 제공되는 것을 특징으로 하는 투명 발광 소자.

**청구항 5**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 발광 유기층은 다수의 층들을 가진 층 시퀀스로서 형성되는 것을 특징으로 하는 투명 발광 소자.

**청구항 6**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 층 배치는 백색광을 방출하도록 형성되고, 상기 백색광은 상기 발광 유기층에서 형성되는 광의 다수의 스펙트럼 성분들로 이루어진 것을 특징으로 하는 투명 발광 소자.

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 발광 유기층은 유기 발광 다이오드에서 형성되고, 추가적인 발광 유기층을 갖는 하나 이상의 추가적인 유기 발광 다이오드가 형성되며, 상기 유기 발광 다이오드와 상기 하나 이상의 추가적인 유기 발광 다이오드는 하나가 다른 하나 상부에 적층되는 것을 특징으로 하는 투명 발광 소자.

**청구항 9**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 유전체층들의 적층부의 유전체층들의 일부 또는 전부는 각각의 경우 상이한 굴절율을 갖는 것을 특징으로 하는 투명 발광 소자.

**청구항 10**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 유전체층들의 적층부에서 상기 유전체층들의 일부분 또는 전부에 대해 변조된 굴절율 분포가 형성되는 것을 특징으로 하는 투명 발광 소자.

**청구항 11**

제 10 항에 있어서,

상기 변조된 굴절율 분포는 진동하는(oscillating) 방식으로 형성되는 것을 특징으로 하는 투명 발광 소자.

**청구항 12**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 유전체층들의 적층부에서 상기 유전체층들의 일부분 또는 전부에 대해 연속적으로 증가/감소하는 굴절율들의 시퀀스가 형성되는 것을 특징으로 하는 투명 발광 소자.

# *명 세 서*

## *발명의 상세한 설명*

### *발명의 목적*

#### *발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술*

<8> 본 발명은 투명 발광 소자에 관한 것으로서, 특히 유기 발광 다이오드(OLED)에 관한 것이다.

<9> 유기 발광 다이오드들은 근래에 매우 급속한 발전을 하고 있다. OLED들은 액체 용액으로부터 증착된 폴리머 물질들(cf. J.H. Burroughes외, Nature 347, 6293 (1990))에 대해 기상-증착된 유기 물질들(cf. Tang외, Appl. Phys. Lett. 51 (12), 913 (1978))을 위해 1987년에 처음 개발되었지만, 유기 발광 다이오드들의 효율성과 수명 주기에 대한 뛰어난 파라미터들은 최근 몇년내에 이미 달성되었다. 특히, 녹색-방출 발광 다이오드들에 대해 80 lumen/W 이상의 효율성들이 성공적으로 달성되었다(cf. He외, Appl. Phys. Lett. 85, 3911 (2004)). 적색-방출 및 청색-방출 유기 발광 다이오들에 대해서도 상당히 좋은 값들이 이미 달성되었다.

<10> 이러한 시스템들의 수명이 매우 빨리 증가하였고 몇몇 물질 계에 대해 10,000 시간 값을 훨씬 초과함에 따라, 유기 발광 다이오드들은 조명 시스템들의 애플리케이션들을 위한 관심 거리로 되었다. 유기 발광 다이오드들의 본질적인 장점들은 현재 백열등의 효율성을 능가하고 앞으로 형광등의 효율성에 도달하게 될만큼의 가능한 높은 효율성과 더불어, 글레어(glare)가 없고 많은 애플리케이션들에 대해 적절한 광이 이상적으로 생성될 수 있는 대면적 조명 유닛을 달성할 수 있는 가능성이다.

<11> 유기 발광 다이오드들의 종래의 구조적 배열은 투명 기판, 즉 인듐 주석 산화물(ITO)로 주로 형성되는 투명 애노드로 코팅되는 대부분의 경우 유리를 포함한다. 이러한 투명 기판 위에 능동 유기 층들이 증착되고, 전기적 접촉을 위해 금속 캐소드가 순차적으로 및 부가적으로 증착된다. 금속 캐소드와 투명 애노드 사이에 전압이 인가되면, 유기 발광 다이오드는 기판을 통해 발광한다.

<12> 또한, 적어도 부분적으로 투명한 발광 다이오드들의 구조를 가능하게 하는 기술적 개념들이 있다. 이러한 목적을 위해, 예를 들어 투명 전도성 금속 또는 얇고 부분적으로 투명한 금속층(cf. Gu외, Appl. Phys. Lett. 68, 2606 (1996)); Parthasaray외, Appl. Phys. Lett. 76, 2128 (2000))이 캐소드에 제공될 수 있다. 현재까지 제안된 장치들에서, 발광 다이오드의 광은 양방향으로 방출되며, 양방향으로 방출되는 광 부피의 정확한 비율은 층 배치의 구조적 구성에 따라 좌우된다. 이것은 양측면들로부터 판독되는 예를 들어 디스플레이들과 같은 몇

몇 애플리케이션들에 이용가능하다.

<13> 그러나, 투명 발광 다이오드가 양측면들로 발광하는 것은 종종 바람직하지 못하다. 한편, 투명하고 동시에 하나의 방향으로 선택적으로 발광하는 유기 발광 다이오드들을 달성할 수 있다면 매우 유리할 수 있다. 문헌으로부터 공지된 초기 개념들과 관련하여, 양방향에서 광 세기들은 대략적으로 동일하다(cf. Gu외, Appl. Phys. Lett. 68, 2606 (1996); Parthasaray외, Appl. Phys. Lett. 76, 2128 (2000)).

## *발명이 이루고자 하는 기술적 과제*

<14> 본 발명의 목적은 조명 목적으로 보다 양호하고 보다 적합한 투명 발광 소자를 형성하는 것이다.

## *발명의 구성 및 작용*

<15> 본 발명의 목적은 청구항 제1항에 따른 투명 발광 소자에 의해 해결된다. 본 발명의 바람직한 실시예들은 종속 청구항들의 청구 대상이다.

<16> 본 발명에 따른 투명 발광 소자, 특히 유기 발광 다이오드(OLED)는 발광 유기층이 상부 전극 및 하부 전극 사이에 배치된 층 배치를 갖도록 형성되며, 상기 층 배치는 스위칭-오프 상태에서 투명하고 스위칭-온 상태에서 상부 전극 및 하부 전극에 전압을 인가함으로써 발광 유기층에 형성되는 광이 방사되고 상기 광이 상기 상부 전극 또는 하부 전극을 통해 적어도 약 4:1의 비율로 방출되며, 가시광선 스펙트럼 영역에서 투명하고 유전체층들로 이루어진 적층부(stack)가 상부 전극 또는 하부 전극의 측면 상에 배치된다.

<17> 본 발명에 의하면 발광 소자의 스위칭-오프 조건에서 가시광선 스펙트럼 영역의 높은 광 투과도를 달성할 수 있다. 한편, 스위칭-온 조건에서 본 발명의 발광 소자는 하나의 방향으로 백색 또는 컬러 광을 우선적으로 방출할 수 있으며, 여기서 약 4:1의 비율이 달성되거나 초과된다. 제안된 소자를 위해, 바람직하게는 유기 발광 다이오드를 포함하는 발광층 배치의 통합이 유전체층들의 적층부에 구현될 수 있다. 이러한 배치에 의하면, 바람직하게는 발광 유기층에서 생성되는 광의 파장들이 하나의 방향으로 방출된다.

<18> 일 실시예에서 유전체층들의 적층부는 하나의 제한된 스펙트럼 영역에서, 발광 유기층에서 생성된 높은 반사력(90% 초과)을 가진 발광 스펙트럼과 적어도 부분적으로 중첩되는 방식으로 배치되며, 여기서 99%를 초과하는 반사력은 몇몇 층들로 형성될 수 있다. 따라서 이러한 방식으로, 그 일부가 층 시퀀스로서 형성될 수 있는 발광 유기층에서 생성된 광의 상당 부분이 하나의 방향으로만 바람직하게는 상부 또는 하부 전극을 통해 방출될 수 있다.

<19> 동시에, 전체 가시광선 스펙트럼 영역에서 소자의 투과도는 매우 높다. 이것은 예를 들어, 반사 대역이 발광 유기층들의 발광의 필수적인 부분들만을 반사시킬 정도로 좁도록 유전체층들의 적층부가 설계됨으로써 달성될 수 있다. 유전체층들의 적층부 설계는 반사 장치의 가장 단순한 형태로 사용되는 λ/4 층들과 더불어, 스펙트럼 반사 폭이 감소되는 층 적층부의 하나 또는 두개의 부분적 컴포넌트들을 위해 다수의 이러한 두께들을 포함할 수 있다(cf. Macleod, Thin Film Optical Filters, 3rd ed., IOP Publishing 2001). 가능한 가장 높은 투과도를 달성하기 위해, 일반적으로 사용되는 투명한 접촉 물질인 인듐 주석 산화물(ITO)의 층 두께가 최적화되고, 계산값들은 예를 들어 그 최적화가 층 두께 λ/4인 경우임을 나타낸다.

<20> 본 발명에서 제안된 배치는 본 실시예에서 유전체층들의 적층부가 하나의 파장을 우선적으로 반사시킬 뿐만 아니라 몇몇 좁은 파장 섹터들을 반사시키는 범위로 확장될 수 있는 것이 바람직하다. 이것은 다양한 두께들의 개별 층들을 가진 몇몇 적층부들의 순차적인 분리에 의해 또는 평면 층 적층부의 더 높은 차수의 반사의 사용에 의해 달성될 수 있다. 이러한 방식으로, 예를 들어 백색 방출 투명 유기 발광 다이오드 또한 달성될 수 있다.

<21> 추가적인 실시예에서, 유전체층들은 λ/4의 두께를 갖고 변조되거나 연속적으로 가변되는 굴절률 프로파일을 갖는 소위 주름(rugate) 필터로서 사용된다. 적절한 설계를 통해, 공동-목표된 높은 반사도 범위 외측의 종래의 브레그(Bragg) 미러들에서 발생하는 반사 대역을 억압하는 장점을 제공한다. 이러한 유전체 필터의 사용은 99%를 초과하는 효율성과 시각적 스펙트럼의 다른 섹터들에서 90%를 초과하는 매우 높은 투과도를 가진 목표된 스펙트럼 범위에서의 반사를 허용할 수 있다.

<22> 본 발명에서 제안된 원리는 매우 일반적인 크기(scale)에 유용하며 예를 들어 층 배치의 정확한 특성과 무관하다. 예를 들어, 진공상태에서 기상 증착되는 층 배치들 뿐만 아니라 용액으로부터 증착된 층 배치들 모두에 대해 유용할 수 있다. 더욱이, 이러한 층 배치들이 하나 또는 몇몇 다이오드들로 이루어진 적층부에 모놀리식으로 집적된다면 유기 발광 다이오드들을 위해 사용될 수도 있다. 이 경우, 방출되는 광은 몇몇 유기 발광 다이

오드들에 의해 형성된다.

<23> 본 발명은 도면들을 참조로 실시예들을 기초로 보다 상세히 설명된다.

<24> 도 1은 발광 소자, 특히 유기 발광 다이오드(OLED)를 위한 투명 층 배치의 개략도를 나타낸다. 기판(1) 상에 유전체층들의 적층부(2)가 배치되고 그 다음 하부 투명 전극(3)이 배치된다. 상부 투명 전극(4)은 하부 전극(3)에 대향하게 배치된다. 유기 영역(5)은 하부 및 상부 전극(3, 4) 사이에 배치된다. 유기 영역(5)은 하나 또는 몇몇 유기 물질들로부터 형성되며 하부 및 상부 전극(3, 4)에 전압이 인가될 때 광이 생성되는 적어도 하나의 발광 유기층을 포함한다. 발광 유기층은 유기 발광 다이오드들에 대해 다양한 형태들로 공지된 바와 같은 단일 층 또는 일련의 층들로서 선택적으로 형성된다. 유사한 방식으로, 유기 영역(5)은 예를 들어, 도핑 또는 비도핑 정공 또는 전자 수송층들과 같은 추가적인 유기층들을 포함할 수 있다. 중간층들도 고려될 수 있다. 투명 층 배치의 마지막 부분은 환경적 영향들을 배제하기 위한 목적으로 작용하는 캡슐화부(encapsulation)(6)로 형성된다.

<25> 투명 발광 소자를 위한 도 1에 따른 층 배치의 바람직한 실시예는 다음의 층들/층 시퀀스들을 포함한다:

<26> 1. 캐리어, 기판

<27> 2. 가시광선 스펙트럼 영역에서 투명한 물질들(유전체들)의 적층부, 예를 들어 각각 λ/4의 두께를 갖는 5개의 $SiO_2/TiO_2$ 층들

<28> 3. 투명 전극, 예를 들어 ITO, 정공-주입 (애노드),

<29> 4. p-도핑된 정공 주입 및 수송 층

<30> 5. 발광 유기층 (이미터 다이(emitter dye)로 선택적으로 도핑됨)

<31> 6. n-도핑된 전자-주입 및 수송 층

<32> 7. 투명 전극, 전자-주입 (캐소드)

<33> 8. 환경적 영향들을 배제하기 위한 캡슐화부

<34> 4번 내지 6번의 층들은 교번으로 유기 영역(5)을 형성한다(도 1 참조).

<35> 2 또는 3 파장 범위에서 방출되는 투명 유기 발광 다이오드의 구현을 위해, λ/4의 개별적 단일층 두께를 각각 갖는 유전체층들의 몇몇 적층부들은 하나가 다른 하나 상부에 배치될 수 있다. 이러한 방식으로 스펙트럼 대역들은 각각의 경우 반사되고 중첩부에서 방출되는 광의 목표된 스펙트럼을 제공한다.

<36> 유전체 층들의 높은 차수의 주기적인 적층부의 사용에 있어서 추가적인 옵션이 있다. λ/4-배치와 함께, 이러한 높은 차수의 주기적인 적층부들이 각각의 경우에 그 다음 가장 낮은 차수의 주기적인 적층부의 반파장에 놓인다. 이러한 이유로, 몇몇 대역들의 중첩은 가시광선 스펙트럼 범위내에서 거의 달성될 수 없다. 그러나, 다수의 λ/4-층 두께들이 중첩되는 가장 긴 파장에 대해 사용되면, 가시광선 내의 몇몇 스펙트럼 영역들은 균일한 층 두께를 가진 유전체층들의 적층부로부터 중첩될 수 있다.

<37> 바람직한 실시예는 도 2에 도시된 투과 스펙트럼을 보여주며, 다음의 구조적 구성을 갖는다:

<38> 1. 캐리어, 기판, 유리

<39> 2. 각각 13λ/4의 두께를 갖는 3개의 $SiO_2/TiO_2$ 이중 층들을 가진 가시광선 스펙트럼 영역에서 투명한 물질들(유전체들)로 이루어진 유전체층들의 적층부("분산된 브레그 반사기, DBR)

<40> 3. 투명 전극, ITO, 예를 들어, 146nm 두께(도 2에서 연속적인 굵은 점선) 또는 73nm 두께(도 2에서 연속적인 얇은 선)의 정공-주입 (애노드)

<41> 4. p-도핑된 정공-주입 및 수송 층

<42> 5. 발광층 (이미터 다이로 선택적으로 도핑됨)

<43> 6. n-도핑된 전자-주입 및 수송 층

<44> 7. 투명 전극, 전자-주입 (캐소드)

<45> 8. 환경적 영향들을 배제하기 위한 캡슐화부.

<46> 4번 내지 6번의 층들은 유기 영역을 형성한다.

<47> 도 2는 이러한 배치의 투과 스펙트럼을 나타내며, 광학 모델링의 캡슐화부는 고려되지 않는다. 유기층들(3 내지 5)의 전체 두께는 78nm(연속적인 굵은 선) 또는 155nm(연속적인 얇은 점선)로 가정되었고, 층들(6, 7)은 1.38의 굴절율을 가진 λ/4-층으로서 모델링되었다. 그 결과는 각각의 경우에 이러한 배치가 약 630nm, 540nm 및 480nm에서 높은 반사를 나타낸다는 것이다. 이러한 방식으로, 전체 투과도가 여전히 60%를 초과하면서 상기 장치에 의해 비대칭적인 강한 방출이 달성될 수 있다.

<48> 추가적인 바람직한 실시예는 다음의 구조적 구성을 갖는다:

<49> 1. 캐리어, 기판, 유리

<50> 2. 1.45(예, $SiO_2$) 내지 1.6(예, $Al_2O_3$)의 부분적으로 변조된 굴절율을 가진 가시광선 스펙트럼 영역에서 투명 물질들(유전체들)로 이루어진 유전체들의 적층부

<51> 3. 투명 전극, ITO, 예를 들어 77nm 두께의 정공-주입 (애노드)

<52> 4. p-도핑된 정공-주입 및 수송 층

<53> 5. 발광층 (이미터 다이로 선택적으로 도핑됨)

<54> 6. n-도핑된 전자-주입 및 수송 층

<55> 7. 투명 전극, 전자-주입 (캐소드)

<56> 8. 환경적 영향들을 배제하기 위한 캡슐화부

<57> 도 3a는 캡슐화부의 고려 없이 상기 추가적인 실시예에 대한 투과 상태를 도시한다. 유전체층들의 적층부는 부분적으로 사인-형상의 변조된 굴절율을 가진 54개의 층들을 포함하고 550nm의 최대 반사 파장을 위해 구성된다.

<58> 도 3b는 유전체층들의 적층부에서 가변하는 굴절율 분포를 나타내며, 가변하는 굴절율들 중 하나는 적층부의 각각의 유전체층에 할당된다. 유전체층들의 적층부 상에는 77nm 두께의 ITO 층이 있다. 유기층들의 전체 두께는 162nm이고 7번 층(투명 전극)의 전체 두께는 100nm이다. 이러한 구성은 80%를 초과하는 전체 투과도를 가진 약 550nm의 높은 반사를 허용할 수 있다.

<59> 유전체층들의 적층부의 적어도 하나의 부분적인 적층부에서 연속적으로 증가/감소되는 굴절률을 갖는 인접 층들의 시퀀스를 구성할 수도 있다. 이러한 증가/감소는 특히 부분적인 적층부의 개별 층들의 다양한 층 두께에 의해 달성될 수 있다. 본 발명을 방해하는 정지 대역들(stop bands)의 보조적인 최대 진동(oscillating auxiliary maxima)은 이러한 방식으로 억제될 수 있다.

<60> 상세한 설명, 청구범위 및 도면에서 기술된 바와 같은 본 발명의 특징들은 다양한 실시예 형태들의 본 발명의 달성을 위한 임의의 조합에서 뿐만 아니라 개별적으로 중요할 수 있다.

## *발명의 효과*

<61> 본 발명에 의하면, 발광 목적으로 보다 양호하고 보다 적합한 투명 발광 소자를 형성할 수 있는 효과가 있다.

## *도면의 간단한 설명*

<1> 도 1은 발광 소자를 위한 투명 층 배치의 개략도이다.

<2> 도 2는 도 1에 따른 층 배치의 실시예에 대한 투과 스펙트럼이다.

<3> 도 3a 및 도 3b는 변조된 굴절율을 갖는 도 1에 따른 층 배치의 추가적인 실시예에 대한 투과 스펙트럼 및 굴절율 분포이다.

<4> ※ 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

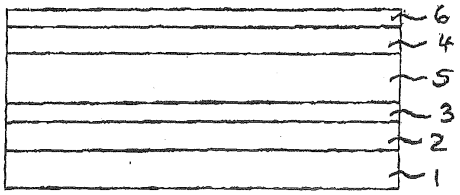
<5> 1: 기판 2: 적층부

<6> 3: 하부 전극 4: 상부 전극

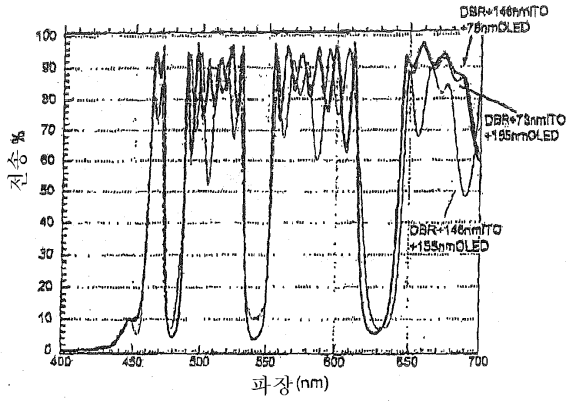
<7> 5: 유기 영역 6: 캡슐화부

## 도면

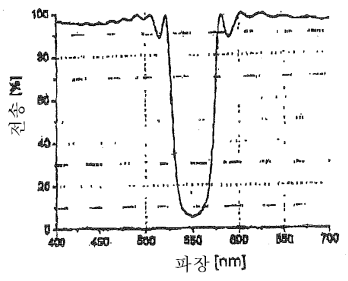
### 도면1



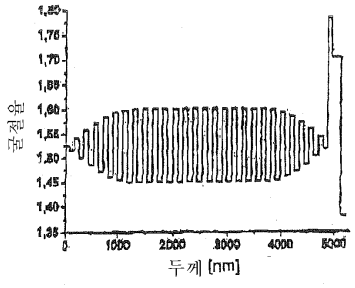

### 도면2




### 도면3a



도면3b


굴절율
1,80
1,75
1,70
1,65
1,60
1,55
1,50
1,45
1,40
1,35
0
1000
2000
3000
4000
5000
두께 [nm]