



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년03월17일
(11) 등록번호 10-0813817
(24) 등록일자 2008년03월10일

(51) Int. Cl.

H05B 33/14 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2002-0006976
(22) 출원일자 2002년02월07일
심사청구일자 2007년02월07일
(65) 공개번호 10-2002-0066384
(43) 공개일자 2002년08월16일
(30) 우선권주장
JP-P-2001-00032995 2001년02월08일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP08330073 A
JP10162955 A
US5017863 A
EP1011155 A2

(73) 특허권자

가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398

(72) 발명자

세오사토시

일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤
한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

야마자키순페이

일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤
한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

(74) 대리인

이병호, 장훈

전체 청구항 수 : 총 25 항

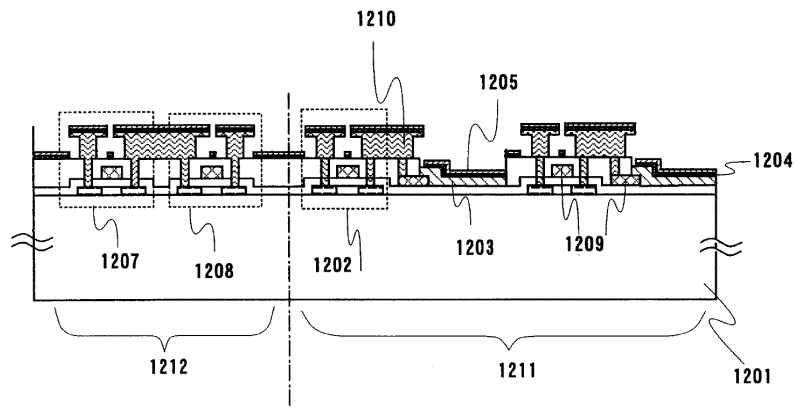
심사관 : 추장희

(54) 발광 장치

(57) 요약

발광 장치 및 저전력 소비로 긴수명을 갖는 전자 기구가 제공된다. 정공 수송 물질로 구성된 정공 수송 영역과, 전자 수송 물질로 구성된 전자 수송 영역, 및 정공 수송 물질과 전자 수송 물질이 고정된 비율로 혼합된 혼합영역이 유기화합물막 내에 형성된다. 혼합영역과 캐리어 수송 영역 사이에는, 고정된 비율이 달성될 때까지 농도 기울기를 갖는 영역들이 형성된다. 또한, 발광 물질을 혼합영역으로 도핑함으로써, 정공 수송, 전자 수송 및 발광 기능들이 각각 발현되며, 종래의 적층 구조의 층들 사이의 모든 계면들이 제거된다. 따라서, 저전력 소비 및 긴 수명을 갖는 유기 발광 소자들이 제공되고, 발광 장치들 및 전자 기구들은 유기 발광 소자들을 이용하여 제조될 수 있다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

유기 발광 소자를 포함하는 발광 장치에 있어서,
 상기 유기 발광 소자는,
 애노드(anode)와,
 캐소드(cathode)와,
 정공 수송 물질(hole transporting material)과 전자 수송 물질(electron transporting material)을 포함하는 유기 화합물막을 포함하며;
 상기 유기 화합물막은, 상기 애노드로부터 상기 캐소드 방향으로,
 상기 정공 수송 물질로 이루어진 정공 수송 영역과,
 상기 정공 수송 물질과 상기 전자 수송 물질의 비가 $x:y$ (여기서 x 와 y 는 양의 정수)가 될 때까지, 상기 전자 수송 물질의 비율이 점진적으로 증가하는 제 1 농도 변화 영역과,
 상기 정공 수송 물질과 상기 전자 수송 물질을 $x:y$ 비로 포함하는 혼합 영역과,
 상기 전자 수송 물질의 비율이 상기 $x:y$ 비보다 더 많이 점진적으로 증가하는 제 2 농도 변화 영역과,
 상기 전자 수송 물질로 이루어진 전자 수송 영역을 포함하는 구조를 가지며;
 여기서, 발광을 실행하기 위한 발광 물질이 추가된 발광 영역이 상기 혼합 영역 내에 형성되는, 발광 장치.

청구항 2

유기 발광 소자를 포함하는 발광 장치에 있어서,
 상기 유기 발광 소자는,
 애노드와,
 캐소드와,
 상기 애노드에 접촉하여 형성된 정공 주입 영역과,
 정공 수송 물질과 전자 수송 물질을 포함하는 유기 화합물막을 포함하며;
 상기 유기 화합물막은, 상기 애노드로부터 상기 캐소드 방향으로,
 상기 정공 수송 물질로 이루어진 정공 수송 영역과,
 상기 정공 수송 물질과 상기 전자 수송 물질의 비가 $x:y$ (여기서 x 와 y 는 양의 정수)가 될 때까지, 상기 전자 수송 물질의 비율이 점진적으로 증가하는 제 1 농도 변화 영역과,
 상기 정공 수송 물질과 상기 전자 수송 물질을 $x:y$ 비로 포함하는 혼합 영역과,
 상기 전자 수송 물질의 비율이 상기 $x:y$ 비보다 더 많이 점진적으로 증가하는 제 2 농도 변화 영역과,
 상기 전자 수송 물질로 이루어진 전자 수송 영역을 포함하는 구조를 가지며;
 여기서, 발광을 실행하기 위한 발광 물질이 추가된 발광 영역이 상기 혼합 영역 내에 형성되는, 발광 장치.

청구항 3

유기 발광 소자를 포함하는 발광 장치에 있어서,
 상기 유기 발광 소자는,
 애노드와,

캐소드와,
 상기 캐소드에 접촉하여 형성된 전자 주입 영역과,
 정공 수송 물질과 전자 수송 물질을 포함하는 유기 화합물막을 포함하며;
 상기 유기 화합물막은, 상기 애노드로부터 상기 캐소드 방향으로,
 상기 정공 수송 물질로 이루어진 정공 수송 영역과,
 상기 정공 수송 물질과 상기 전자 수송 물질의 비가 $x:y$ (여기서 x 와 y 는 양의 정수)가 될 때까지, 상기 전자 수송 물질의 비율이 점진적으로 증가하는 제 1 농도 변화 영역과,
 상기 정공 수송 물질과 상기 전자 수송 물질을 $x:y$ 비로 포함하는 혼합 영역과,
 상기 전자 수송 물질의 비율이 상기 $x:y$ 비보다 더 많이 점진적으로 증가하는 제 2 농도 변화 영역과,
 상기 전자 수송 물질로 이루어진 전자 수송 영역을 포함하는 구조를 가지며;
 여기서, 발광을 실행하기 위한 발광 물질이 추가된 발광 영역이 상기 혼합 영역 내에 형성되는, 발광 장치.

청구항 4

유기 발광 소자를 포함하는 발광 장치에 있어서,
 상기 유기 발광 소자는,
 애노드와,
 캐소드와,
 상기 애노드에 접촉하여 형성된 정공 주입 영역과,
 상기 캐소드에 접촉하여 형성된 전자 주입 영역과,
 정공 수송 물질과 전자 수송 물질을 포함하는 유기 화합물막을 포함하며;
 상기 유기 화합물막은, 상기 애노드로부터 상기 캐소드 방향으로,
 상기 정공 수송 물질로 이루어진 정공 수송 영역과,
 상기 정공 수송 물질과 상기 전자 수송 물질의 비가 $x:y$ (여기서 x 와 y 는 양의 정수)가 될 때까지, 상기 전자 수송 물질의 비율이 점진적으로 증가하는 제 1 농도 변화 영역과,
 상기 정공 수송 물질과 상기 전자 수송 물질을 $x:y$ 비로 포함하는 혼합 영역과,
 상기 전자 수송 물질의 비율이 상기 $x:y$ 비보다 더 많이 점진적으로 증가하는 제 2 농도 변화 영역과,
 상기 전자 수송 물질로 이루어진 전자 수송 영역을 포함하는 구조를 가지며;
 여기서, 발광을 실행하기 위한 발광 물질이 추가된 발광 영역이 상기 혼합 영역 내에 형성되는, 발광 장치.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 발광물질이 추가된, 상기 발광 영역은 상기 혼합 영역 내의 일부인, 발광 장치.

청구항 6

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 정공 수송 물질과 상기 전자 수송 물질의 것보다 더 큰, 그의 채워진 최고 분자궤도(highest occupied molecular orbital;HOMO)와 그의 채워지지 않은 최저 분자궤도(lowest unoccupied molecular orbital;LUMO)사이의 에너지차를 갖는 블록킹 물질이 상기 혼합 영역 내 일부에 추가되는, 발광 장치.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 정공 수송 물질과 상기 전자 수송 물질의 것보다 더 큰 그의 채워진 최고 분자궤도와 그의 채워지지 않은 최저 분자궤도 사이의 에너지차를 갖는 블록킹 물질이 상기 혼합 영역 내 일부에 추가되며,

거기에 추가된 상기 발광 물질을 갖는 상기 발광 영역은 거기에 추가된 상기 블록킹 물질을 갖는 영역 보다 상기 애노드에 더 가깝게 위치되는, 발광 장치.

청구항 8

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 발광 물질은 트리플렛 여기 상태(triplet excitation state)로부터 발광을 실행하는, 발광 장치.

청구항 9

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 혼합 영역 내의 상기 정공 수송 물질의 질량 백분율은, 상기 정공 수송 물질과 상기 전자 수송 물질의 전체 질량에 대하여, 10%와 같거나 더 크고, 90%와 같거나 더 적은, 발광 장치.

청구항 10

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 혼합 영역은 10nm와 같거나 더 크고, 100nm와 같거나 더 작은 두께를 갖는, 발광 장치.

청구항 11

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 따른 발광 장치를 이용하는, 전자 기구.

청구항 12

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 발광 장치는 패시브 매트릭스형(passive matrix type)인, 발광 장치.

청구항 13

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 발광 장치는 액티브 매트릭스형(active matrix type)인, 발광 장치.

청구항 14

발광 장치에 있어서,

애노드와,

캐소드와,

정공 수송 물질과 전자 수송 물질을 포함하는 유기 화합물막을 포함하며;

상기 유기 화합물막은,

상기 애노드에 인접한 상기 정공 수송 물질을 포함하는 정공 수송 영역과,

상기 캐소드에 인접한 상기 전자 수송 물질을 포함하는 전자 수송 영역과,

상기 정공 수송 영역과 상기 전자 수송 영역 사이에 배치되며, 상기 애노드와 상기 캐소드의 방향을 따라 일정한 비율로 상기 정공 수송 물질과 상기 전자 수송 물질을 포함하는 혼합 영역으로서, 상기 혼합 영역은 적어도 부분적으로 발광 물질로 도핑되는, 상기 혼합 영역과,

상기 정공 수송 영역과 상기 혼합 영역 사이에 배치된 제 1 농도 변화 영역으로서, 상기 정공 수송 물질에 대한 상기 전자 수송 물질의 비율이 상기 정공 수송 영역으로부터 상기 혼합 영역으로의 방향으로 상기 제 1 농도 변

화 영역에서 단조롭게(monotonically) 증가하는, 상기 제 1 농도 변화 영역과,

상기 혼합 영역과 상기 전자 수송 영역 사이에 배치된 제 2 농도 변화 영역으로서, 상기 정공 수송 물질에 대한 상기 전자 수송 물질의 비율이 상기 혼합 영역으로부터 상기 전자 수송 영역으로의 방향으로 상기 제 2 농도 변화 영역에서 단조롭게 증가하는, 상기 제 2 농도 변화 영역을 포함하는, 발광 장치.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 발광 장치는 패시브 매트릭스형인, 발광 장치.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 발광 장치는 액티브 매트릭스형인, 발광 장치.

청구항 17

제 14 항에 따른 발광 장치를 포함하는 전자 기구로서,

상기 전자 기구는 비디오 카메라, 디지털 카메라, 이미지 재생 장치(image reproducing device), 모바일 컴퓨터, 퍼스널 컴퓨터, 셀룰러 전화기 및 오디오를 포함하는 그룹으로부터 선택된 하나인, 전자 기구.

청구항 18

발광 장치에 있어서,

애노드와,

캐소드와,

정공 수송 물질과 전자 수송 물질을 포함하는 유기 화합물막을 포함하며;

상기 유기 화합물막은,

상기 애노드에 인접한 상기 정공 수송 물질을 포함하는 정공 수송 영역과,

상기 캐소드에 인접한 상기 전자 수송 물질을 포함하는 전자 수송 영역과,

상기 정공 수송 영역과 상기 전자 수송 영역 사이에 배치되며, 상기 애노드와 상기 캐소드의 방향을 따라 일정한 비율로 상기 정공 수송 물질과 상기 전자 수송 물질을 포함하는 혼합 영역으로서, 상기 혼합 영역은 적어도 부분적으로 발광 물질로 도핑되는, 상기 혼합 영역과,

상기 정공 수송 영역과 상기 혼합 영역 사이에 배치된 농도 변화 영역으로서, 상기 정공 수송 물질에 대한 상기 전자 수송 물질의 비는 상기 정공 수송 영역으로부터 상기 혼합 영역으로의 방향으로 제 1 농도 변화 영역에서 단조롭게 증가하는, 상기 농도 변화 영역을 포함하는, 발광 장치.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 발광 장치는 패시브 매트릭스형인, 발광 장치.

청구항 20

제 18 항에 있어서,

상기 발광 장치는 액티브 매트릭스형인, 발광 장치.

청구항 21

제 18 항에 따른 발광 장치를 포함하는 전자 기구로서,

상기 전자 기구는 비디오 카메라, 디지털 카메라, 이미지 재생 장치, 모바일 컴퓨터, 퍼스널 컴퓨터, 셀룰러 전

화기 및 오디오로 구성된 그룹으로부터 선택된 하나인, 전자 기구.

청구항 22

발광 장치에 있어서,
 애노드와,
 캐소드와,
 정공 수송 물질과 전자 수송 물질을 포함하는 유기 화합물막을 포함하며;
 상기 유기 화합물막은,
 상기 애노드에 인접한 상기 정공 수송 물질을 포함하는 정공 수송 영역과,
 상기 캐소드에 인접한 상기 전자 수송 물질을 포함하는 전자 수송 영역과,
 상기 정공 수송 영역과 상기 전자 수송 영역 사이에 배치되며, 상기 애노드와 상기 캐소드의 방향을 따라 일정한 비율로 상기 정공 수송 물질과 상기 전자 수송 물질을 포함하는 혼합 영역으로서, 상기 혼합 영역은 적어도 부분적으로 발광 물질로 도핑되는, 상기 혼합 영역과,
 상기 혼합 영역과 상기 전자 수송 영역 사이에 배치된 농도 변화 영역으로서, 상기 정공 수송 물질에 대한 상기 전자 수송 물질의 비는 상기 혼합 영역으로부터 상기 전자 수송 영역으로의 방향으로 제 2 농도 변화 영역에서 단조롭게 증가하는, 상기 농도 변화 영역을 포함하는, 발광 장치.

청구항 23

제 22 항에 있어서,
 상기 발광 장치는 패시브 매트릭스형인, 발광 장치.

청구항 24

제 22 항에 있어서,
 상기 발광 장치는 액티브 매트릭스형인, 발광 장치.

청구항 25

제 22 항에 따른 발광 장치를 포함하는 전자 기구로서,
 상기 전자 기구는 비디오 카메라, 디지털 카메라, 이미지 재생 장치, 모바일 컴퓨터, 퍼스널 컴퓨터, 셀룰러 전화기 및 오디오를 포함하는 그룹으로부터 선택된 하나인, 전자 기구.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<27> 발명의 배경

<28> 1. 발명의 분야

<29> 본 발명은 애노드(anode), 캐소드(cathode) 및 전계(electric field)를 가함으로써 발광이 얻어질 수 있는 유기 화합물을 포함하는 막(이하, "유기 화합물막(organic compound film)"이라 칭함)을 갖는 유기 발광 소자(organic light emitting element)를 이용하는 발광 장치(light emitting device)에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 종래의 구동 전압보다 낮은 구동 전압을 가지며 수명이 긴 유기 발광 소자들을 이용하는 발광 장치에 관한 것이다. 본 명세서 중의 용어, 발광 장치는 발광 소자들로서 유기 발광 소자들을 이용하는 이미지 표시 장치들 또는 발광 장치들을 나타냄을 알아야 한다. 또한, 유기 발광 소자들에 커넥터(connector), 예를 들면, 이방도전

성 필름(anisotropic conductive film)(FPC:flexible printed circuit), TAB(tape automated bonding) 테이프, 또는 TCP(tape carrier package)가 부착되는 모듈들(modules), TAB 테이프 또는 TCP의 끝(tip)에 프린트 배선판(printed-wiring board)이 제공되는 모듈들, 및 COG(chip on glass) 방법에 의해 유기 발광 소자들에 IC(집적회로)가 직접 장착된 모듈들은, 상기 발광 장치들의 카테고리에 모두 포함된다.

<30> 2. 관련 기술의 설명

<31> 유기 발광 소자들은 전계를 가함으로써 발광하는 소자들이다. 발광메카니즘(light emitting mechanism)은, 유기 화합물막을 사이에 두고 있는 전극들간에 전압을 가함으로써, 캐소드로부터 주입된 전자들과 애노드로부터 주입된 정공들(holes)을 유기 화합물막 내에서 재결합하여, 여기상태 분자들(excitation state molecules)(이하, "분자 여기자들(molecular excitons)"이라고 칭함)을 형성한다. 그 분자 여기자들이 기저상태에 되돌아갈 때에 에너지가 배출되어 발광한다.

<32> 또, 유기 화합물에 의해 형성된 분자 여기자들이 싱글렛 여기상태(singlet excitation state) 또는 트리플렛 여기상태(triplet excitation state)가 가능하다고 생각되지만, 발광에 기여할 수 있는 어느 쪽의 여기상태의 모든 경우가 본 명세서에 포함된다.

<33> 통상적으로, 유기 화합물막은 이러한 유기 발광 소자에 대해 1 μ m미만의 두께를 갖는 박막에 의해 형성된다. 또한, 유기 발광 소자들은 유기 화합물막들 그 자체가 빛을 방출하는 자기 발광형(self light emitting)의 소자들 이므로, 종래의 액정 표시 장치에 사용되는 것 같은 백 라이트(back light)가 필요하지 않다. 결과적으로, 지극히 박형 경량(thin and light)인 유기 발광 소자를 제조할 수 있는 능력이 큰 장점이다.

<34> 또한, 예를 들면 100~200nm 정도의 두께를 갖는 유기 화합물막에 있어서, 캐리어를 주입하고 나서 재결합까지의 시간은, 유기 화합물막의 캐리어 이동(carrier mobility)을 고려할 때, 수십 ns 정도이고, 캐리어가 재결합할 때부터 발광까지의 처리를 포함하는 경우조차도, 1 μ s 이내에 발광이 도달될 수 있다. 따라서, 발광 소자들이 지극히 빠른 응답속도를 갖는 것이 특징 중 하나이다.

<35> 또한, 유기 발광 소자들이 캐리어 주입형의 발광 소자이기 때문에, 직류전압에서의 구동이 가능하여, 노이즈가 발생하는 것이 어렵다. 구동전압에 관해서는, 5.5V에서 100cd/m²의 충분한 휘도(brightness)는, 우선 100nm 정도의 균일한 막 두께를 갖는 유기 화합물의 초박막을 취하고, 유기 화합물막의 캐리어 주입 장벽을 만들도록 전극물질을 선택하며, 또한, 헤테로 구조(2층구조)를 도입함으로써, 달성되는 것이 보고되었다.(참조문헌 1:C.W.Tang 과 S.A.VanSlyke에 의한, "Organic Electroluminescent Diodes" Applied Physics Letters, Vol. 51, No.12, pp.913 - 915(1987)).

<36> 그러므로, 이들의 박형, 경량, 고속응답성 및 직류저전압구동으로 인해, 유기 발광 소자들은 차세대 플랫 패널 디스플레이 소자들(flat-panel display elements)에 대한 디스플레이 소자들로서 주목되고 있다. 또한, 유기 발광 소자들은 자기 발광형이고 시야각이 넓기(wide field of view) 때문에, 가시성(visibility)도 비교적 양호하고, 휴대장치들의 표시화면들에 사용되는 소자들로서 유효하다고 생각되고 있다.

<37> 참조문헌1에 개시된 유기 발광 소자들에 있어서, 낮은 일계수(work coefficient)를 가지며 비교적 안정한 Mg:Ag 합금은, 유기 화합물 막에 대하여 캐리어 주입 장벽을 더 작게하는 방법으로서, 캐소드에 사용되어, 전자의 주입 특성들을 증가시킨다.

<38> 또한, 유기 화합물막으로서, 방향족 디아민 화합물(aromatic diamine compound)로 형성된 정공 수송층(hole transporting layer)과, 트리스(tris)-(8-キノリノラト(quinolinolate))-알루미늄(이하, "Alq₃"로 칭함)으로 형성된 전자 수송 및 발광층(electron transporting and light emitting layer)이 적층된, 단일 헤테로 구조(single hetero structure)를 적용하는 것은, 캐리어의 재결합 특성의 효율성을 현저하게 증가시킨다. 이것은 아래에 설명될 것이다.

<39> 예를 들면, 유기 발광 소자들이 단지, Alq₃의 단일 층만을 가질 경우, Alq₃가 전자 수송 특성들을 가지며, 캐소드로부터 주입된 모든 전자들 대부분이 정공들과 재결합하지 않고 애노드에 도달하고 발광 효율이 극단적으로 악화될 것이다. 즉, 단층 유기 발광 소자들의 효율을 더 좋게 하기 위해(또는 저전압 구동을 실현하기 위해), 전자들과 정공들 양쪽을 양호한 균형(balance)으로 수송할 수 있는 물질(이하, "바이폴라 물질(bipolar material)"이라 칭함)을 사용할 필요가 있다. Alq₃는 이 조건을 만족시키지 않는다.

<40> 그러나, 상술한 참조문헌1에서와 같은 단일 헤테로 구조를 적용하면, 캐소드로부터 주입된 전자들은 정공 수송

층과 전자 수송 및 발광층 사이의 계면(interface)에 의해 블록킹되어, 전자 수송 및 발광층 내에 갇히게 된다. 그러므로, 캐리어 재결합은 전자 수송 및 발광층에서 양호한 효율로 이루어져서, 양호한 효율을 갖는 발광이 달성된다.

- <41> 이러한 캐리어의 블록킹 기능의 개념을 확장하면, 캐리어의 재결합 영역을 제어하는 것도 용이해진다. 예를 들면, 정공 수송층은, 정공 수송층과 전자 수송층 사이에 정공들을 블록킹(정공 블록킹층)할 수 있는 층을 삽입함으로써 정공 수송층 내에 정공들을 가둠으로써 발광이 성공적으로 이루어진다는 보고가 있었다. (참조문헌2: Kijima, Y., Asai, N., 과 Tamura, S.,의 " A Blue Organic Light Emitting Diode", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 38, pp. 5274-5277(1999)).
- <42> 또한, 참조문헌1의 유기 발광 소자들은, 정공 수송이 정공 수송층에 의해 실행되고, 전자 수송 및 발광은 전자 수송 및 발광층에 의해 실행되는, 기능 분리를 실행한다. 기능 분리의 개념은 또한, 발광층이 정공 수송층과 전자 수송층 사이에 삽입되는, 2중 헤테로 구조(double hetero structure; 3-층구조)의 개념까지도 확대된다. (참조문헌3: Adachi, C., Tokoto, S., Tsutsui, T., 및 Saito, S.,의 "Electroluminescence in Organic Films with a Three-layered Structure", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 27, No.2, pp.L269-L271(1998)).
- <43> 소위 기능 분리의 이점은, 한 종류의 유기물질이 여러 가지 기능들(예컨대, 발광, 캐리어 수송 특성들, 전자들로부터 캐리어 주입 기능들)을 가질 필요가 없게되어, 기능 분리는 분자설계 등에 폭넓은 자유도를 제공한다(예를 들면, 바이폴라 물질에 대해 무리하게 탐색할 필요가 없다)는 점이다. 다시말하면, 발광특성이 좋은 물질, 캐리어 수송 특성이 뛰어난 물질 등을 각각 조합함으로써, 고발광 효율이 달성할 수 있다.
- <44> 그러므로, 참고문헌1에 상술한 적층 구조는 이러한 특성(캐리어 블록킹 기능 및 기능 분리)으로 인해 현재 폭넓게 이용되고 있다.
- <45> 그러나, 상술한 적층 구조를 갖는 각각의 층 사이에는 계면들(이하, "유기 계면들"이라 칭함)이 발달하는데, 이는 그 구조가 이종의 재료(substance)들의 접합으로 이루어지기 때문이다. 유기 계면들의 형성에 따른 2개의 문제점들은 아래에 개시된다.
- <46> 첫째로, 한 문제점은 구동 전압의 추가 감소라는 장애를 겪는다. 실제로, 유기 발광 소자들에 대해, 공역폴리머(conjugate polymer)를 이용하는 단층구조소자들은 구동전압에 대하여 우수하고, 그 상단 데이터 전력효율(1m/W의 단위)은 (싱글릿 여기상태로부터의 발광에 비해)유지된다고 보고되었다. (참조문헌4: Tsutsui, T., J. Applied Physics Society Organic Molecules-Bio-electronics Section, Vol.11, No.1, p.8(2000)). (그러나, 이것은 싱글릿 여기상태로부터의 발광과 비교되며, 트리플릿 여기상태로부터 발광은 제외한다.)
- <47> 참조문헌4에 개시된 공역폴리머들은 바이폴라 물질들이며, 적층 구조의 것과 동등인 캐리어의 재결합 효율의 레벨이 달성될 수 있음을 알아야 한다. 바이폴라 폴리머를 이용하는 등의 방법에 의해, 적층 구조를 사용하지 않고, 캐리어 재결합 효율이 동등하게 이루어질 수 있어, 유기 계면들을 거의 갖지 않는 단층구조가 실제로 구동 전압이 낮아진다. 이것은 유기 계면에서 캐리어 이동이 방해받고 있음을 결과적으로 제시한다.
- <48> 또한, 유기 계면으로 인한 다른 문제점은 유기 발광 소자들에 있어서 소자 수명(소자 열화)에 영향을 미친다는 것이다. 즉, 캐리어 이동이 저해되고 전하가 축적되기 때문에 휘도가 떨어진다.
- <49> 이 열화메카니즘에 관해서는 명백한 이론은 확립되어 있지 않지만, 애노드와 정공 수송층 사이에 정공 주입층을 삽입하고, 더욱이, DC 구동 대신 단파의 AC구동을 실행함으로써, 휘도저하를 억제할 수 있다.(참조문헌5: VanSlyke, S.A., Chen, C.H., 및 Tang, C.W., "Organic electroluminescent devices with improved stability" Applied Physics Letters, Vol.69, No.15, pp.2160 - 2162(1996)). 이것은, 정공 주입층의 삽입과 AC 구동을 이용함으로써 전하 축적을 제거함에 의해 휘도의 저하를 억제할 수 있다는, 실험적인 증거라고 말할 수 있다.
- <50> 상기 논의로부터, 적층 구조는 캐리어 재결합 효율(캐리어 블록킹 기능)을 쉽게 증가시킬 수 있고, 물질들의 선택폭(기능 분리)을 넓힐 수 있다는 장점을 갖는다. 그러나, 캐리어 이동은 유기 계면들의 형성, 특히 캐리어들을 블록킹하는 계면들로 인해 억제되며, 이것은 구동 전압과 휘도의 저하에 영향을 미치게 된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <51> 발명의 요약
- <52> 따라서, 본 발명의 목적은, 종래 사용되던 적층 구조와는 다른 개념의 소자들을 제조하는 것에 의해, 유기 화합

물막 내에 존재하는 유기 계면들을 제거하여, 캐리어 이동을 증가시킴과 동시에, 적층구조의 기능 분리와 같은 복수의 물질들의 기능을 발현(이하, "기능발현(function expression)"이라 칭함)하는 것이다. 또한, 본 발명의 목적은, 기능발현을 이용하여, 종래의 소자들보다 더 낮은 구동전압과 더 긴 소자수명을 갖는 유기 발광 소자들을 제공하는 것이다.

- <53> 또한, 본 발명의 목적은, 유기 발광 소자들을 이용하여, 종래의 장치들보다 더 낮은 구동 전압과 더 긴 수명을 갖는 발광 장치를 제공하는 것이다. 덧붙여, 본 발명의 목적은, 상술한 발광 장치를 이용하여 전자 기구를 제조함으로써 종래의 전자 기구보다 더 낮은 전력 소비와 더 긴 수명을 갖는 전자 기구를 제공하는 것이다.
- <54> 본 발명의 발명자들은 유기 계면을 형성함에 의해 캐리어 이동을 금지하는 모델로서, 이하 2개의 메카니즘을 생각하였다.
- <55> 첫째로, 유기 계면의 물폴로지(morphology)로부터 생기는 하나의 메카니즘을 생각하였다. 유기 발광 소자에 있어서의 유기 화합물막은 통상적으로 비정질 상태막이며, 분자들간의 힘, 주로 쌍극자 상호작용(dipolar interactions)에 따라 유기 화합물의 분자들 응집체에 의해 형성된다. 그러나, 헤테로 구조가 이러한 형태의 분자 응집체를 사용하여 형성되면, 분자의 크기나 형상에서의 차이가 헤테로 구조 계면(즉, 유기 계면)에서 큰 영향을 미치게 할 가능성이 있다.
- <56> 특히, 이들의 분자크기가 크게 다른 물질을 사용하여 헤테로 구조가 형성되는 경우에는, 유기 계면에서의 접합의 정합성(conformity of junction)이 악화된다고 생각된다. 그 개념도를 도 1에 도시하였다. 도 1에 도시된 바와 같이, 작은 분자들(101)로 형성된 제 1층(111)과 큰 분자들(102)로 형성된 제 2 층(112)이 적층된다. 이 경우, 정합성 나쁜 영역(114)은 이 유기 계면(113)내에 발생하게 된다.
- <57> 도 1에 도시된 정합성이 나쁜 영역(114)은 캐리어 이동을 방해하는 장벽(또는 에너지 장벽)이 될 가능성이 있기 때문에, 구동전압이 한층 더 저감하는 것을 방해함을 시사한다. 또한, 에너지 장벽을 극복하지 못하는 캐리어들은 전하로서 축적되어, 상술한 바와 같이 휘도를 저하시킬 가능성이 있다.
- <58> 다른 메카니즘으로서, 적층 구조를 형성(즉, 유기 계면의 형성)하는 공정에서 발생하는 것이 생각된다. 유기 발광 소자들은 적층 구조의 각 층을 형성할 때 오염(contamination)을 피하기 위해, 통상적으로 도 2에 도시된 바와 같이, 멀티 챔버 방법(in-line방식)의 증착 장치(evaporation apparatus)를 이용하여 제조된다.
- <59> 정공 수송층, 발광층 및 전자 수송층(2중 헤테로 구조)의 3층구조를 형성하기 위한 증착 장치를 도 2에 예로서 도시하였다. 먼저, 애노드들(예컨대, 인듐주석산화물; indium tin oxide(이하, "ITO"라 칭함))을 갖는 기판이 반입실(entrance chamber) 내에 반입되며, 자외선 조사실에서 진공분위기속에서 자외선을 조사함으로써 애노드표면을 클리닝(cleaning)한다. 특히, 애노드가 ITO 같은 산화물인 경우 이 처리실에서 산화처리를 실행한다. 또한, 정공 수송층들은 증착실(201) 내에서 형성되며, 발광층들(3색; 도2에 도시된 적, 녹, 청)이 증착실들(202 내지 204) 내에서 형성되며, 전자 수송층들은 증착실(205) 내에서 형성되고, 캐소드들은 적층 구조의 각층을 형성하기 위해 증착실(206) 내에서 형성된다. 최후에, 밀봉실(sealing chamber)에서 밀봉이 마지막으로 실행되고, 반출실(exit chamber)에서 반출된 유기 발광 소자들을 얻는다.
- <60> 이러한 인 라인(in-line)방식의 증착 장치의 특징은, 각 층의 증착은 각각 다른 증착실(201 내지 205)에서 실행된다는 것이다. 다시말하면, 이것은 각 층의 물질들이 서로 혼합하지않는 장치구성이다.
- <61> 그러나, 증착 장치의 내부는 통상적으로 10^{-4} 내지 10^{-5} Pa 정도로 감압되어 있지만, 극소량의 기체성분들(예컨대, 산소와 물)이 남아 있다. 그리고, 이 정도의 진공의 경우, 이 극소량의 기체 성분들이라도, 수초 내에 단분자층 정도의 흡수층(absorbed layer)이 쉽게 형성된다.
- <62> 그러므로, 도 2와 같은 장치를 사용하여 적층 구조의 유기 발광 소자를 제조하는 경우, 각 층의 형성 사이에 큰 간격이 생긴다. 다시 말해, 각 층의 형성 사이의 간격들, 특히 제 2 운반실(conveyor chamber)을 통해 운반이 일어날 때, 극소량의 기체성분들로 인해 흡수층들(이하, "불순물층"이라 칭함)이 형성될 우려가 있다.
- <63> 그 개념도를 도 3에 도시하였다. 도 3은, 2개의 층들을 적층하는 동안, 제 1 유기 화합물(301)로 이루어진 제 1 층(311)과, 제 2 유기 화합물(302)로 이루어진 제 2 층(312) 사이에, 극소량의 불순물(303)(예컨대, 물 또는 산소)로 구성된 불순물층(313)이 형성되는 상태를 도시한다.
- <64> 이렇게 하여 각 층간(즉 유기 계면)에 형성된 불순물층은, 유기 발광 소자들의 완성이후, 캐리어들을 가두어두는(trap) 불순물 영역이 되어, 캐리어들의 이동을 방해하고, 따라서, 구동 전압이 상승된다. 또한, 캐리어들을

가두어두는 불순물 영역이 존재하는 경우, 거기에는 전하가 축적되기 때문에, 상술한 바와 같이, 휘도의 저하를 유발할 가능성이 있다.

- <65> 이러한 형태의 메카니즘을 고려하면, 상술한 유기 계면에서 발생하는 문제점들(유기 계면의 몰폴로지의 열화 및 불순물층의 형성)을 극복하기 위해 소자구조와 제조공정 모두에 있어서 종래의 적층 구조 소자들을 벗어날 필요가 있다. 예를 들면, 정공 수송 물질이 전자 수송 물질과 혼합되고(이하, "혼합 단층(mixed single layer)"이라 칭함), 2개의 전극들 사이에 형성된, 단층만을 갖는 유기 발광 소자들은, 유기 계면들을 완전히 제거하는 유기 발광 소자들의 예로서 보고되었다.(참조문헌6: Naka,S.,Shinno,K.I,Okada,H., Onnagawa,H., 및 Miyashita,K., "Organic Electroluminescent devices Using a Mixed Single Layer", Japanese Journal of Applied Physics, Vol.33,No.12B,pp.L1772-L1774(1994).
- <66> 참조문헌6에서, 단층구조는, 1:4의 비율로 정공 수송특성들과 전자 수송특성들을 각각 갖는, 4,4'-비스[N-(3-methylphenyl)-N-phenyl-amino]-biphenyl(이하, "TPD"라 칭함)와 Alq₃를 혼합함으로써 형성된다. 그러나, 단층 구조는 발광 효율 면에서 적층 구조(즉, TPD와 Alq₃로 이루어진 헤테로 구조 및 유기 계면이 형성된)에 비해 열등함을 알 수 있다. 발광 효율이 발광 물질을 도핑함으로써 상당히 개선될 수 있을 지라도, 여전히, 발광 물질로 도핑된 적층 구조에 비해 많은 열등한 사항들이 있다.
- <67> 그 원인으로서, 혼합단층의 경우, 애노드로부터 주입된 정공들과 캐소드로부터 주입된 전자들이 재결합 없이 반대 전극을 통해 빠져나가는 경향이 있기 때문으로 생각된다. 적층 구조는 캐리어 블록킹 기능을 가져서, 이러한 형태의 문제점이 발생하지 않는다.
- <68> 다시말해, 이것은 참조문헌6의 혼합단층에 있어서는, 기능발현이 행하여지고 있지 않기 때문이다. 즉, 상기 기능들 각각을 발현할 수 있는 영역들이 형성되지 않는 경우, 유기 화합물막내에서, 예를 들면, 애노드에 가까운 영역은 정공 수송기능을 보이며, 캐소드에 가까운 영역은 전자 수송기능을 보이고, 발광 영역들(캐리어들이 재결합하는 영역들)은 상기 전극들 모두로부터 분리되는 부분들에 형성되어, 양호한 효율을 갖는 발광이 유기 계면들이 제거되더라도 달성될 수 없다.
- <69> 이러한 점들을 고려해 볼 때, 본 발명의 발명자들은, 유기 계면들을 제거하며, 게다가 참조문헌6과는 달리 기능발현이 가능한 유기 발광 소자를 달성하는 방법을 제안하였다. 그 개념도를 도 4에 도시하였다. 본원에서는, 기관(401)상에 애노드(402)를 제공하였지만, 캐소드(404)쪽을 기관 상에 제공하는 반대의 구조도 이용될 수 있음을 알아야 한다.
- <70> 정공 수송 물질(430)로 이루어진 홀수송 영역(405), 전자 수송 물질(431)로 이루어진 전자 수송 영역(409), 및 정공 수송 물질과 전자 수송 물질이 고정된 비율(이하, "x:y"로 칭함)로 혼합된 혼합 영역(407)은, 도 4에 도시된 소자들에 대해 정공 수송 물질 및 전자 수송 물질을 포함하는 유기 화합물막(403)에 형성된다. 발광 영역(432)은 발광하는 발광 물질(410)을 추가함으로써 혼합 영역(407)에 형성된다.
- <71> 또한, 제 1 농도 변화 영역(406) 및 제 2 농도 변화 영역(408)은 혼합 영역(407)과 정공 수송 영역(405) 사이와, 혼합 영역(407)과 전자 수송 영역(409) 사이에 각각 형성된다. 농도기울기(concentration gradient)는 농도비율이 혼합 영역의 x:y 비에 점진적으로 근접하게 하기 위해 농도 변화 영역들에 형성된다. 농도 프로파일의 개략도는 도 5에 도시되어 있다.
- <72> 정공 수송 물질은, 이 형태의 소자가 형성될 때, 애노드측에서 정공들을 수신 및 수송할 수 있는 반면, 전자 수송 물질은 캐소드측에서 전자들을 수신 및 수송할 수 있다. 또한, 급격한 농도 변화(가장 극단적인 예로, 급격한 변화는 0%로부터 100%까지, 또는 100%로부터 0 %까지 농도가 변하는 종래의 헤테로 구조이다)를 피하기 위해, 완만한 농도 기울기가 농도 변화 영역들(406,408)에 형성되어, 캐리어들에 대한 에너지 장벽이 거의 제거될 수 있다.
- <73> 그러므로, 유기 화합물막(403)에 입력된 캐리어는 큰 에너지 장벽에 의해 방해받지 않고 혼합 영역(407)에 부드럽게 수송된다. 이것은 바로 농도 변화 영역들(406, 408)이 수행하는 중요한 역할이다. 또한, 혼합 영역(407)은 양극성을 갖기 때문에, 정공들과 전자들 모두가 혼합 영역(407)으로 이동될 가능성을 갖게 된다.
- <74> 여기서 중요한 것은, 발광 물질을 포함하는 발광 영역이 혼합 영역(407)에 형성된다는 것이다. 다시 말해, 캐리어들이 재결합 없이 혼합 영역을 통과하는 것을 막을 수 있고, 동시에, 발광 영역은 전극들로부터 이격되며, 혼합 영역(407)에 발광 물질(410)을 첨가함으로써, 전극들에 의한 광증단(이하,"소등(quenching)"이라 칭함)이 방지된다. 따라서, 각 기능(캐리어 수송 및 발광)이 발현될 수 있는 영역들은 참조문헌6의 혼합된 단층과는 다른

유기 화합물막(403) 내에 존재한다.

- <75> 또한, 종래의 적층 구조들과 같은 유기 계면들은 이러한 형태의 소자 내에 존재하지 않는다. 따라서, 상술한 유기 계면에서 발생하는 상술한 문제점들(유기 계면의 몰폴로지 열화 및 불순물층의 형성)이 해결될 수 있다.
- <76> 먼저, 유기 계면의 몰폴로지 열화가 해결될 수 있는 방법에 대한 설명이 도 6을 이용하여 이루어질 것이다. 도 6은 작은 분자들(601)로 구성된 영역(611), 큰 분자들(602)로 구성된 영역(612), 및 작은 분자들(601)과 큰 분자들(602) 모두를 포함하는 혼합 영역(613)으로 이루어진 유기 화합물막의 단면도이다. 농도 변화 영역은 편의를 위해 도면에서 삭제하였음을 알아야 한다. 도 6은 도 1의 유기 계면(113)과 같은 유기 계면이 여기서는 존재하지 않고 정합성이 나쁜 영역(114)도 존재하지 않음을 명확하게 한다.
- <77> 또한, 불순물층의 형성은 해결된다. 도 4에 도시된 것들과 유사한 유기 발광 소자를 제조할 때, 우선, 정공 수송 물질은 증착에 의해 애노드 상에 형성되고, 그 뒤, 정공 수송 물질의 증착동안, 전자 수송 물질이 정공 수송 물질에 부가하여 공증착(co-evaporated)될 상태가 되어 혼합 영역이 형성되며, 그 뒤, 정공 수송 물질의 증착은 전자 수송 물질의 증착이 계속되는 동안 중단된다. 그러므로, 도 2의 것과 유사한 증착 장치를 이용할 때 유기 발광 소자들의 제조동안 발생하는 간격이 존재하지 않는다. 즉, 불순물층이 형성될 틈을 주지 않는다.
- <78> 따라서, 유기 계면들은 본 발명의 유기 발광 소자들에 형성되지 않고, 그러므로, 캐리어 이동은 부드러우며, 구동 전압 또는 소자 수명에 악영향을 미치지 않는다. 또한, 적층 구조의 것과 유사한 기능 분리가 존재하여, 발광 효율에 관련된 문제점들이 없어진다.
- <79> 또한, 본 발명의 구조는, 혼합 접합(mixed-junction)을 가지며, 종래의 적층 구조를 갖는 이종물질들간의 헤테로 접합을 가지지 않으며, 본 발명의 발광 소자들은 새로운 개념에 근거한다.
- <80> 그러므로, 본 발명에 따라, 발광 장치는 유기 발광 소자를 갖도록 형성되며, 상기 유기 발광 소자는,
- <81> 애노드,
- <82> 캐소드, 및
- <83> 정공 수송 물질과 전자 수송 물질을 포함하는 유기 화합물막을 가지며;
- <84> 여기서,
- <85> 상기 유기 화합물막은,
- <86> 정공 수송 물질로 이루어진 정공 수송 영역과,
- <87> 전자 수송 물질의 비율이 정공 수송 물질과 전자 수송 물질 사이의 비율이 $x:y$ (여기서, x 및 y 는 양의 정수)가 될 때까지, 전자 수송 물질의 비율이 점진적으로 증가하는 제 1 농도 변화 영역과,
- <88> 정공 수송 물질과 전자 수송 물질을 $x:y$ 의 비율로 포함하는 혼합 영역과,
- <89> 전자 수송 물질의 비율이 $x:y$ 비로부터 점진적으로 증가하는 제 2 농도 변화 영역과,
- <90> 전자 수송 물질로 이루어진 전자 수송 영역을 포함하며;
- <91> 애노드로부터 캐소드로의 방향에 존재하며,
- <92> 발광하기 위해 발광 물질이 추가된 발광 영역이 상기 혼합 영역에 형성되는, 구조를 갖는다.
- <93> 발광 물질의 채워진 최고 분자궤도(highest occupied molecular orbital;HOMO)와 채워지지 않은 최저 분자궤도(lowest unoccupied molecular orbital;LUMO)사이의 에너지차(이하, "여기 에너지 레벨(excitation energy level)")가 정공 수송 물질과 전자 수송 물질의 것과 비교하여 작은 것이 바람직하다. 이것은 발광 물질의 분자 여기자의 에너지 이동을 막기 위해서이다.
- <94> 또한, 정공들의 주입특성들을 향상시키기 위한 물질(이하, "정공 주입물질"라 칭함)로 이루어진 정공 주입 영역은 도 4에 도시된 유기 화합물막과 애노드사이에 삽입될 수 있다. 더욱이, 전자들의 주입특성들을 향상시키기 위한 물질(이하, "전자 주입물질"이라 칭함)로 이루어진 전자 주입 영역 또한, 캐소드와 유기 화합물막 사이에 삽입될 수 있다. 정공 주입 영역과 전자 주입 영역 모두다 포함될 수 있다.
- <95> 이 경우, 정공 주입 물질과 전자 주입 물질이 전극들로부터 유기 화합물막으로의 캐리어 주입 장벽을 감소시키는 물질들이고, 따라서, 전극들로부터 유기 화합물막으로의 캐리어 이동이 부드러워진다. 상기 물질들은 전자

축적을 제거할 수 있는 효과를 갖는다. 그러나, 상술한 바와 같이 불순물층의 형성을 피한다는 관점에 대해선, 주입물질들과 유기 화합물막 각각 사이에 막들의 형성시 간격이 발생하지 않는 것이 바람직하다.

- <96> 또한, 캐리어 재결합부는 혼합 영역에서의 혼합비(중심에 더 가까울수록 더 양극성 비율이 된다)에 의해 거의 결정된다. 그러므로, 발광 물질은 혼합 영역 내에서 전체 영역에 부가될 수 있고(도 7참조), 혼합 영역의 일부에만 부가될 수 있다(도 7b 참조).
- <97> 또한, 블록킹 물질(411)이 혼합 영역(407)에 추가될 수 있는 구조가 도 8a에 도시되어 있다. 여기서는, 애노드(402)가 기판(401) 상에 형성되어 있지만, 캐소드(404)가 기판상에 형성된 다른 구조가 이용될 수도 있다. 또한, 정공 주입 영역과 전자 주입 영역은 전극들과 유기 화합물막 사이에 형성될 수도 있다.
- <98> 용어, 블록킹 물질은 혼합 영역(407)에 포함된 물질들 중에서 최고의 여기 에너지를 가지며, 캐리어들을 블록킹하는 기능을 하는, 물질을 나타낸다. 또한, 그것은 분자여기자들의 확산을 방지하는 기능도 한다. 혼합 영역(407)에서의 캐리어 재결합 비율은 증가하며, 분자여기자들의 확산은 블록킹 물질(411)이 혼합 영역(407)에 추가되는 경우를 방지하여 고발광 효율이 기대될 수 있다. 그러나, 블록킹 물질들은 종종 정공들 또는 전자들만에 대해 블록킹 기능을 하여, 블록킹 물질이 전체 혼합 영역에 두루두루 추가되는 경우, 혼합 영역 내의 캐리어 균형이 깨질 수 있다. 따라서, 블록킹 물질은 혼합 영역의 일부에만 추가되는 것이 더 바람직하다.
- <99> 또한, 낮은 HOMO 레벨을 갖는 물질들, 즉 정공들을 블록킹 할 수 있는 물질들은 블록킹 물질들에 대해 통상적으로 유효하다. 그러므로, 블록킹 물질(411)을, 발광 물질(410)이 추가되는 영역보다 캐소드층에 더 가까운 장소에 추가하는 기술은 도 8b에 도시된 바와 같이 효과적이다.
- <100> 근년, 발광 효율의 관점에서, 트리플릿 여기상태로부터 기저상태로 돌아갈 때 방출된 에너지(이하, "트리플릿 여기 에너지"라 칭함)를 변환할 수 있는 유기 발광 소자들이 이들의 고발광 효율로 인해 주목받아왔다. (참조문헌7: O'Brien,D.F., Baldo, M.A., Thompson,M.E., 및 Forrest,S.R., "Improved Energy Transfer in Electrophosphorescent Devies", Applied Physics Letters, Vol. 74, No.3, pp.442-444(1999)), 또한, 참조문헌8: Tsutsui,T.,Yang,M.J., Yahiro,M., Nakamura,K., Watanabe,T., Tsuji,T., Fukuda,Y., Wakimoto,T., 및 Miyaguchi,S, "High Quantum Efficiency in Organic Light-Emitting Devices with Iridium-Complex as a Triplet Emissive Center", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 38,pp.L1502-L1504(1999)).
- <101> 백금이 중심 금속인 금속 복합체와, 이리듐이 중심 금속인 금속 복합체가 참조문헌7과 참조문헌8에 각각 이용된다. 이러한 트리플릿 여기 에너지를 발광으로 변환할 수 있는 유기 발광 소자들(이하, "트리플릿 발광 소자들"이라 칭함)은 종래의 발광 소자들보다 더 높은 발광 휘도와, 더 높은 발광 효율을 달성할 수 있다.
- <102> 그러나, 초기 휘도가 500cd/m²로 설정되는 경우, 휘도에 대한 반감기(half-value period)는 참조문헌8에 보고된 예에 따르면 170 시간정도이며, 이것은 소자들의 수명에 문제점이 된다. 발광 물질에 대한 적절한 호스트 물질(host material)을 이용하는 발광층과, 분자여기자들의 확산을 막기 위해 단일 블록킹 물질을 이용하는 블록킹층은 트리플릿 발광 소자들에 있어서는 필수적이어서, 적층 구조가 되며, 다수의 유기 계면의 발생이 짧은 수명을 초래하게 된다고 생각된다.
- <103> 트리플릿 여기상태로부터의 발광에 따른 고휘도 발광 및 고발광 효율, 및 소자의 긴 수명의 지극히 높은 기능을 갖는 발광 소자들은 트리플릿 상태 발광 소자들에 본 발명을 적용함으로써 가능하게 되었다. 트리플릿 분자 여기자들은 싱글릿 분자 여기자들에 비해 큰 분산 거리를 가져서, 블록킹 물질이 혼합 영역에 포함되는 것이 바람직함을 알아야 한다.
- <104> 부수적으로는, 혼합 영역에 있어서 양극성이 필요하여, 정공 수송 물질과 전자 수송 물질의 전체 양에 관련하여, 정공 수송 물질의 질량 백분율을 10%와 같거나 그보다 크고, 90%와 같거나 적게 설정하는 것이 바람직하다. 이 비율은 물질의 조합에 따라 상당히 변할 수 있을 것이다.
- <105> 또한, 혼합 영역은 본 발명의 발광 영역, 즉 캐리어들이 재결합하는 영역을 포함하여, 캐리어들이 통과할 수 없을 정도의 두께가 필수적이다. 그러므로, 혼합 영역은 10nm와 같거나 그보다 큰 두께를 가지는 것이 바람직하다.

발명의 구성 및 작용

- <106> 발명의 상세한 설명

- <107> 실시예 모드
- <108> 본 발명을 실현하는 실시예가 아래에 설명된다. 애노드와 캐소드 중 적어도 하나는 유기 발광 소자로부터 발광을 추출하기 위해 투명해야 한다. 기관 상에 투명한 애노드가 형성되고 이 애노드로부터 발광되는 소자구조가 여기에 설명된다. 실제로, 또한, 광이 캐소드로부터 발광되는 구조와, 광이 기관의 것과는 반대측으로부터 발광되는 구조에, 본 발명을 적용하는 것이 가능하다.
- <109> 유기 발광 소자들을 제조하는 제조공정들은 본 발명을 실현할 때 불순물층들의 형성을 막기 위해 매우 중요하게 된다. 본 발명에 의해 개시된 유기 발광 소자를 제조하는 방법이 먼저 설명된다.
- <110> 도 9a는 증착 장치를 도시하는 상면도이며, 한 진공실(910)은 증착실(943)로서 설정되고, 복수의 증착원들(944;evaporation sources)이 진공실 내에 형성되어 단일 챔버 방법(single chamber method)을 유발한다. 정공 주입물질, 정공 수송 물질, 전자 수송 물질, 전자 주입물질, 블록킹 물질, 발광 물질 및 캐소드 구성물질 같은, 다른 기능들을 갖는 물질들은 각각의 복수의 증착원들로 개별적으로 저장된다.
- <111> 애노드를 갖는 기관(예컨대, ITO)은 먼저, 증착실을 갖는 이 형태의 증착 장치 내의 반입실(940)로 진행하고, 애노드가 ITO 같은 산화물인 경우(도 9a에는 도시되어 있지 않지만, 애노드 표면을 클리닝하기 위한 자외선 조사실을 제조하는 것도 가능하다), 전처리실(941;preprocessing chamber)에서 산화처리가 실행된다. 또한, 유기 발광 소자들을 형성하기 위한 모든 물질들은 진공실(910) 내에서 증착된다. 그러나, 캐소드는 진공실(910)에서 형성될 수 있고, 캐소드는 또한, 별도의 증착실에서 형성될 수도 있다. 이것은, 캐소드를 형성하는 동안의 기간이 하나의 진공실 내, 진공실(910)에서 증착에 의해 발생할 수 있다는 것이다. 밀봉실(942)에서 밀봉이 마지막으로 실행되며, 반출실(exit chamber)로부터 기관이 제거되어, 유기 발광 소자들이 얻어진다. 945는 운반실(conveyor chamber)이다.
- <112> 이 형태의 단일 챔버 방법을 이용하여 본 발명의 유기 발광 소자들을 제조하는 공정들이 도 9b(진공실(910)의 단면도)를 이용하여 설명된다. 3개의 증착원들(유기 화합물 증착원 a(916), 유기 화합물 증착원 b(917) 및 유기 화합물 증착원 c(918))을 갖는 진공실(910)를 이용하여, 정공 수송 물질(921), 전자 수송 물질(922) 및 발광 물질(923)을 포함하는 유기화합물막을 형성하는 공정은, 가장 간단한 예로서 도 9b에 도시되어 있다.
- <113> 먼저, 애노드(902)를 갖는 기관(901)이 진공실(910)의 내부에 들어가서, 고정판(911)에 고정된다.(기관은 통상적으로 증착동안 회전된다.) 그 다음, 진공실(910) 내부는 용기 a(912)가 가열된 이후, 정공 수송 물질(921)을 증착하면서, 압력이 감소(바람직하게는 10^{-4} Pa 또는 그 이하)되며, 셔터 a(914)는 미리 결정된 증착 비($\text{\AA}/\text{s}$ 의 단위)가 달성될 때 개방된다. 따라서, 증착이 시작된다. 셔터 b(915)는 이 시점에 닫힌 채로 유지되고, 용기 b(913)는 또한 가열된다.
- <114> 셔터 b(915)는 정공 수송 영역(903)의 미리 결정된 두께가 달성될 때 점차로 개방되며, 전자 수송 물질(922)의 증착 비는 증가하게 된다. 셔터 a(914)는 개방을 유지하며, 그때 정공 수송 물질의 증착 비를 감소하면서, 또한 점차적으로 닫힐 수 있다. 제 1 농도 변화 영역(904)에서의 농도 기울기는 이때 셔터들을 개방 및 폐쇄하기 위한 속도들에 따라 형성된다.
- <115> 그 다음, 셔터 개방 및 폐쇄 동작들은 미리 결정된 비율 x:y 이 전자 수송 물질(922)에 대한 정공 수송 물질(921)의 비에 대해 달성되고, 혼합 영역(905)이 일정한 증착 레이트로 형성되는 시점에 중단된다. 극소량의 발광 물질(923)은 또한, 혼합 영역(905)(도 9b 참조)을 형성할 때 여기에서는 추가될 수도 있다.
- <116> 셔터 a(914)는 미리 결정된 두께가 혼합 영역(905)에 대해 도달될 때 점차 폐쇄되며, 정공 수송 물질(921)의 증착 레이트가 감소된다. 셔터 b(915)는 그대로 남아 있고, 그것은 점차 개방될 수도 있어서, 전자 수송 물질(922)의 증착 레이트를 증가시킨다. 제 2 농도 변화 영역의 농도 기울기는 셔터들의 개폐 속도에 따라 형성된다. 또한, 셔터 a(914)는 전자 수송 영역을 형성하기 위해 완전히 폐쇄되며, 용기 a(912)의 가열이 중단된다.
- <117> 상술한 동작들은 어떠한 간격들을 발생시키지 않고 모두 실행되므로, 불순물층들은 상기 임의의 영역들 내에 혼합되지 않는다.
- <118> 상술한 유기 발광 소자들 모두를 제조하는 것이 가능하며, 이는 이 방법을 적용함으로써 본 발명의 목적을 달성할 수 있음을 의미한다. 예를 들면, 블록킹 물질이 혼합 영역(905)에 추가되는 경우, 블록킹 물질을 증착하기 위한 증착원이 도 9b에서 설립될 수 있고, 블록킹 물질이 혼합 영역의 형성동안 증착될 수 있다.

- <119> 또한, 정공 주입 영역 및 전자 주입 영역이 형성되는 경우, 각 주입물질을 위한 증착원들은 동일한 진공실, 진공실(910) 내에 설정될 수 있다. 예를 들면, 정공 주입 영역은 애노드(902)와 정공 수송 영역(903) 사이의 증착에 의해 형성되는 경우, 간격없이, 애노드(902) 상에 정공 주입물질을 증착한 직후, 정공 수송 물질(921)을 증착함으로써 불순물층의 형성을 모면할 수 있다.
- <120> 그 다음, 정공 주입물질들, 정공 수송 물질들, 전자 수송 물질들, 전자 주입물질들, 블록킹물질들, 발광 물질들 같은 물질들에 대한 바람직한 물질들의 예들이 아래에 주어진다. 본 발명의 유기 발광 소자들로 이용될 수 있는 물질들은 아래에 설명하는 물질들에 한정되지 않음을 알아야 한다.
- <121> 프탈로시아닌(phthalocyanine; 이하, "H2Pc"라 칭함)과 구리 프탈로시아닌(copper phthalocyanine; 이하 "CuPc"라 칭함) 같이, 유기 화합물이 이용되는 경우, 정공 주입물질들로서는 포르피린 화합물들(porphyrin compounds)이 효과적이다. 도전성 고분자 화합물(conductive polymer compound)에 화학도핑(chemical doping)이 진행되는 물질들과, 폴리스티렌 술폰산(polystyrene sulphonic acid; 이하, "PSS"라 칭함)이 도핑된 폴리에틸렌 디옥시티오푸란(polyethylene dioxythiofuran; 이하, "PEDOT"라 칭함) 및 폴리아닐린(polyaniline)같은 물질들도 있다. 또한, 고분자 화합물 절연체들(polymer compound insulators)은 평탄화(leveling)에도 효과적이고, 폴리이미드(polyimide; 이하 "PI"라 칭함)가 종종 이용된다. 또한, 금이나 백금의 금속 박막들, 알루미늄 산화물의 초박막들(이하, "알루미나"라 칭함) 같은, 무기 화합물들도 이용된다.
- <122> 방향성 아민 화합물들(즉, 벤젠 고리 및 질소 사이에 본드를 갖는 화합물)은 정공 수송 물질들로서 가장 폭넓게 이용된다. 상술한 TPD 외에도, 4,4'-bis(N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino)-(biphenyl(이하, "α-NPD"라 칭함), 4,4',4"-tris(N,N-diphenyl-amino)-triphenylamine(이하, "TDATA"라 칭함), 및 4,4',4"-tris[N-(3-methylphenyl)-N-phenyl-amino]-triphenylamine(이하, "MTDATA"라 칭함) 등의, 스타부스트(starburst) 방향성 아민 화합물들 같은, TPD의 유도체들이 폭넓게 이용되는 물질들로서 주어질 수 있다.
- <123> 금속착물들(metal complexes)이 전자 수송 물질들로서 종종 이용되며, Alq₃, 상술한 바와 같이, tris(4-methyl-8-quinolinolate) aluminum(이하, "Almq₃"라 칭함), 및 bis(10-hydroxybenzo[h]-quinolate) beryllium(이하, "BeBq₂"라 칭함)와 같은, 퀴놀린 골격들 또는 벤조 퀴놀린 골격들을 갖는 금속착물들이, 혼합된 리간드 착물 bis(2-methyl-8-quinolinolate)-(4-hydroxy-biphenyl)-aluminum(이하, "BALq"라 칭함) 와 같은 물질들로서 존재한다. 또한, bis[2-(2-hydroxyphenyl)-benzooxazolate]zinc(이하, "Zn(BOX)₂"라 칭함), bis[2-(2-hydroxyphenyl)-benzothiazolate]zinc(이하, "Zn(BTZ)₂"라 칭함)와 같은, 옥사졸(oxazoles) 또는 티아졸레이트(thiazolate) 리간드들을 가진 금속착물들이 있다. 또한, 금속착물들 외에도, 2-(4-biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole(이하, "PBD"라 칭함), 및 1,3-bis[5-(p-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole-2-yl] benzene(이하, "OXD-7"이라 칭함)와 같은, 옥사디아졸(oxadiazole) 유도체들도 전자 수송특성들을 갖는다. 3-(4-tert-butylphenyl)-4-phenyl-5-(4-biphenyl-1,2,4-triazole(이하, "TAZ"라 칭함), 3-(4-tert-butylphenyl)-4-(4-ethylphenyl)-5-(4-biphenyl-1,2,4-triazole(이하, "p-EtTAZ"라 칭함)와 같은 트리아졸(triazole) 유도체들, 및 바소페난스렌(vashophenanthrene; 이하, "BPhen"이라 칭함) 및 바소쿠프로인(vasocuproin; 이하, "BCP"라 칭함)과 같은 페난스롤린(phenanthroline) 유도체들 또한, 전자 수송특성들을 갖는다.
- <124> 상술한 전자 수송 물질들은 전자 주입물질들로서 이용될 수도 있다. 또한, 리튬 플루오르화물 같은 알칼리 금속 할로젠 화합물들의 절연체들의 초박막들 및, 리튬 산화물 같은 알칼리 금속 산화물이 종종 이용된다. 더욱이, 아세틸아세테이트(acetylacetate; 이하, "Li(acac)"라 칭함) 및 8-퀴놀리노레이트-리튬(quinolinolate-lithium; 이하, "LiQ"라 칭함)같은 알칼리 금속착물들도 효과적이다.
- <125> 상술한 금속들, BALq, OXD-7, TAZ, p-EtTAZ, BPhen, BCP 등은 이들의 고 여기 에너지 레벨로 인해 블록킹 물질들로서 효과적이다.
- <126> 상술한, Alq₃, Almq₃, BeBq₂, BALq, Zn(BOX)₂, 및 Zn(BTZ)₂와 같은 금속착물들 외에도, 다양한 종류의 형광성 안료(fluorescent pigments)들 또한, 발광 물질들로서 효율적이다. 또한, 발광 물질로서는 트리플렛 발광 물질들을 이용하는 것이 가능하며, 주금속으로서 백금과 이리듐을 갖는 착물들이 주로 이용된다. tris(2-phenylpyridine) iridium(이하, "Ir(ppy)₃"라 칭함) 및 2,3,7,8,12,13,17,18-octaethyl-21H,23H-porphyrin-platinum(이하, "PtOEP"라 칭함)와 같은 물질들이 트리플렛 발광 물질들로 알려져 있다.

- <127> 종래의 발광 소자들보다 더 낮은 구동전압과 더 낮은 소자수명을 갖는 유기발광소자들은 상술한 다른 기능들을 갖는 물질들을 조합하고, 본 발명의 유기 발광 소자들에 이들을 적용함으로써 제조될 수 있다.
- <128> 실시예들
- <129> 실시예1
- <130> 정공 주입물질로 이루어진 정공 주입 영역이 애노드(402)와 유기 화합물막(403) 사이에 삽입되는 유기 발광 소자의 특정예가 도 7a의 유기 발광 소자들에 대해 이 실시예에 도시된다.
- <131> 먼저, 100nm 정도의 두께로 스퍼터링함으로써 ITO로부터 막이 형성되고 애노드(402)가 형성된 글라스 기판(401)이 준비된다. 애노드(402)를 갖는 글라스 기판(401)은 도 9a 및 9b에 도시된바와 같이 진공실 내부로 운반된다. 5 종류의 물질들(4개의 물질들은 유기 화합물들이고, 하나는 캐소드가 되는 금속이다)을 증착하기 위해, 이 실시예에서는, 5개의 증착원들이 필요하다.
- <132> 정공 주입물질 CuPc는 먼저, 20nm 증착하고, 20nm 두께의 CuPc 증착이 완료되면, 3Å/초의 증착 레이트로 정공 수송 물질 α-NPD의 증착이 간격을 생성하지 않고 시작된다. 간격이 형성되지 않기 때문에, 상술한 바와 같이, 불순물층의 생성을 막는다.
- <133> 20nm의 두께를 갖는 α-NPD 만으로 구성된 정공 수송 영역(405)를 형성한 이후, α-NPD의 증착 레이트가 3Å/초로 고정유지되는 동안, 전자 수송 물질 Alq₃ 증착원에 대한 셔터가 점차 개방된다. 따라서, 10nm 정도의 두께를 갖는 농도 기울기를 갖는 제 1 농도 변화 영역(406)이 형성된다. Alq₃의 증착 레이트는, 10nm의 두께가 제 1 농도 변화 영역(406)에 도달할 때 3Å/초가 되도록 조절된다.
- <134> 그 다음, Alq₃의 증착 레이트는, α-NPD와 Alq₃ 사이의 증착 레이트가 1:1이 되도록 3Å/초로 고정되고, 혼합 영역(407)은 공증착에 의해 형성된다. 형광성 안료 N,N'-디메틸 퀴나크리돈(dimethyl quinacridon; 이하, "MQd"라 칭함)이 발광 물질(410)로서 동시에 추가된다. MQd의 증착 레이트는 MQd의 비율이 전체 1wt% 정도가 되도록 제어된다.
- <135> MQd의 증착은 30nm의 두께에 혼합 영역(407)이 달한 이후 중단되고, α-NPD 증착원에 대한 셔터는 3Å/초로 고정된 Alq₃의 증착 레이트에 점차 근접해진다. 따라서, 농도 기울기를 갖는 제 2 농도 변화 영역(408)은 10nm 정도의 두께를 갖도록 형성된다. α-NPD의 증착은 제 2 농도 변화 영역(408)이 10nm의 두께에 달할 때 중단된다.
- <136> 또한, 전자 수송 영역(409)은 단지 Alq₃를 증착하기 위해 계속됨으로써 형성될 수 있다. 그 두께가 40nm로 설정된다. 마지막으로, MQd로부터 발생된 녹색광을 발광하는 유기 발광 소자는, 캐소드로서 150nm 정도의 두께로 Al:Li 합금을 증착함으로써 얻어진다.
- <137> 실시예2
- <138> 도 8b에 도시된 유기 발광 소자의 특정 예가 이 실시예에 도시된다.
- <139> 먼저, 100nm 정도의 두께로 스퍼터링에 의해 ITO로부터 막이 형성되고, 애노드(402)가 형성된 글라스 기판(401)이 준비된다. 그 뒤, 애노드(402)를 갖는 글라스 기판(401)은 도 9a 및 9b에 도시된 바와 같이, 진공실 내부로 운반된다. 5 종류의 물질들(4개의 물질들은 유기 화합물들이고, 하나는 캐소드가 되는 금속이다)을 증착하기 위해, 이 실시예에서는 5개의 증착원들이 필요하다.
- <140> 단지 정공 수송 물질 MTDATA(3Å/초의 증착 레이트)로부터의 30nm의 두께에 정공 수송 영역(405)을 형성한 이후, MTDATA 증착원에 대한 셔터는 점차 폐쇄되고, 전자 수송 물질 PBD의 증착원에 대한 셔터는 점차 개방된다. 따라서, 기울기를 갖는 10nm의 정도의 두께의 제 1 농도 변화 영역(406)이 형성된다. 일단, 제 1 농도 변화 영역(406)이 10nm의 두께에 달하면, MTDATA의 증착 레이트는 1Å/초가 되도록 조절되며, PBD의 증착 레이트는 4Å/초가 되도록 조절된다.
- <141> 그 다음, MTDATA 및 PBD의 증착 레이트들이 각각 1Å/초 및 4Å/초로 고정됨에 있어서, MTDATA 및 PBD에 대한 증착 레이트가 1:4로 형성되도록, 혼합 영역(407)은 공증착에 의해 30nm의 두께로 형성된다. 형광성 안료 페리렌(perylene)은 발광 물질(410)로서, 혼합 영역(407)의 중간 10nm(즉, 30nm 두께의 혼합 영역의 10 및 20nm 레벨들 사이)에 추가된다. 페리렌의 추가는 전체 중량에 대한 페리렌의 비율이 5wt% 정도가 되도록 실행된다. 또한, BCP는 블록킹 물질(411)로서, 혼합 영역(407)의 최종 10nm(즉, 30nm 두께의 혼합 영역의 20 및 30 nm 레벨

들 사이)에 추가된다. BCP의 추가는 증착 레이트의 비가 MTDATA:PBD:BCP=1:4:5(다시 말해, BCP는 5Å/초의 비율로 증착된다)가 되도록 실행된다.

<142> BCP의 증착은 30nm의 두께에 혼합 영역(407)이 도달한 이후 중단되고, MTDATA 증착원의 서터는 PBD의 증착 레이트가 4Å/초로 고정되는 동안 점차 폐쇄된다. 따라서, 농도 기울기를 갖는 제 2 농도 변화 영역(408)은 10nm 정도의 두께로 형성된다. MTDATA의 증착은 제 2 농도 변화 영역(408)이 10nm에 도달할 때 완료되도록 조절된다.

<143> 또한, 전자 수송 영역(409)은 단지 PBD를 증착하기 위해 계속함으로써 형성되어, 그 두께는 30nm로 이루어진다. 마지막으로, 페리렌으로부터 발생된 청색광을 발광하는 유기 발광 소자는 150nm 정도의 두께로 캐소드로서 Al:Li 합금을 증착함으로써 얻어진다.

<144> 실시예3

<145> 정공 주입물질로 이루어진 정공 주입 영역이 애노드(402)와 유기 화합물막(403) 사이에 삽입되고, 전자 주입물질로 이루어진 전자 주입 영역이 각각 캐소드(404)와 유기 화합물막(403) 사이에 삽입되며, 트리플릿 발광 물질이 유기 발광 소자에 발광 물질로서 적용되는, 특정 예가 이 실시예에서 논의된다. 소자구조는 도 10에 도시된다.

<146> 먼저, 100nm 정도의 두께로 스퍼터링함으로써 막이 ITO로부터 형성되며, ITO가 형성된 글라스 기판(1000)이 준비된다. 그 뒤, ITO를 갖는 글라스 기판은 도 9a 및 9b에 도시된 바와 같이 진공실 내부로 운반된다. 7 종류의 물질들(5개의 유기 화합물 물질과, 캐소드가 되는 2개의 무기화합물)을 증착하기 위해 이 실시예에서는 7개의 증착원들이 필요하다.

<147> 먼저, 정공 주입물질 CuPc는 20nm 증착되고, 20nm 두께의 CuPc 증착이 완료될 때, 정공 수송 물질 α-NPD의 증착은 간격을 형성하지 않고 3Å/초의 증착 레이트로 시작된다. 간격이 형성되지 않기 때문에 상술한 바와 같이, 불순물층의 형성을 막을 수 있다.

<148> 20nm 두께의 α-NPD로만 이루어진 정공 수송 영역을 형성한 이후, 전자 수송 물질 BAlq 증착원의 서터는 점차 개방되며, 동시에 α-NPD의 증착 레이트는 3Å/초로 고정유지된다. 따라서, 농도 기울기를 갖는 제 1 농도 변화 영역(1001)은 10nm 정도의 두께를 갖도록 형성된다. BAlq의 증착 레이트는 제 1 농도 변화 영역이 10nm 두께에 달할 때 3Å/초가 되도록 조절된다.

<149> 그 다음, BAlq의 증착 레이트가 3Å/초로 고정되고, 혼합 영역(1002)이, 이들의 증착 레이트 비가 1:1이 되도록, α-NPD와 BAlq를 공증착함으로써 20nm의 두께로 형성된다. 트리플릿 발광 물질 PtOEP는 발광 물질로서, 혼합 영역의 중간 10nm(즉, 20nm 혼합 영역의 5와 15nm 레벨들 사이)에 추가된다. 상기 비는 PtOEP가 전체 비중의 6wt% 정도되도록 설정된다.

<150> α-NPD의 증착원의 서터는 혼합 영역이 20nm 두께에 달한 이후 점차 폐쇄되며, 동시에 BAlq의 증착 레이트는 3Å/초로 고정유지된다. 따라서, 농도 기울기를 갖는 10nm 정도의 두께의 제 2 농도 변화 영역(1003)이 형성된다. α-NPD의 증착은 제 2 농도 변화 영역이 10nm의 두께에 달할 때 중단되도록 조절된다.

<151> 또한, 전자 수송 영역은 단지 BAlq 만을 증착하기 위해 계속함으로써 형성된다. 그 두께는 10nm로 설정된다. 전자 주입물질 Alq₃의 증착은, 간격을 형성하지 않고, BAlq의 증착이 완료됨과 동시에 시작되며, 30nm 정도의 두께로 증착된다. 간격이 형성되지 않기 때문에, 상술한 바와 같이, 불순물층의 형성이 방지된다.

<152> 1nm 정도의 두께로 LiF와 150nm 정도의 두께의 알루미늄을 증착함으로써 최종적으로 캐소드가 형성되며, 따라서, PtOEP로부터 발생하는 적색광을 발광하는 트리플릿 발광 소자가 얻어진다.

<153> 실시예4

<154> 이 실시예는 본 발명에 따른 유기 발광 소자를 포함하는 발광 장치를 도시한다. 도 11은 본 발명의 유기 발광 소자를 이용하는 액티브 매트릭스 발광 장치를 개략적으로 도시한다.

<155> 여기서는, 박막 트랜지스터(이하, TFT라 칭함)가 능동소자로 이용되었다. 그러나, 능동소자는 MOS 트랜지스터일 수 있다. 예로 도시된 TFT는 탑 게이트형 TFT(top gate TFT)(구체적으로는 플레이너 TFT;planar TFT이다)이지만, 바텀 게이트형 TFT(bottom gate TFT)(전형적으로 역스태거형(reverse stagger) TFT이다)가 대신 이용될 수 있다.

<156> 도 11a에서, 1101은 기판을 의미한다. 여기서 이용된 기판은 가시광을 투과한다. 구체적으로는, 글라스 기판,

석영 기판, 수정 글라스 기판 또는 플라스틱 기판(플라스틱막을 포함)이 이용될 수 있다. 기판(1101)은 기판의 표면 상에 형성된 절연막을 포함하는 기판을 칭한다.

- <157> 기판(1101) 상에는, 화소부(1111) 및 구동회로(1112)가 제공된다. 화소부(1111)를 먼저 설명하겠다.
- <158> 화소부(1111)는 이미지를 표시하는 영역이다. 복수의 화소들이 기판 상에 배치되며, 각각의 화소에는, 유기 발광 소자에 흐르는 전류를 제어하기 위한 TFT(1102)(이하, 전류제어 TFT라 칭함), 화소 전극(애노드)(1103), 유기 화합물층(1104) 및 캐소드(1105)가 제공된다. 전류제어 TFT만이 도 11a에 도시되어 있지만, 각각의 화소는 전류제어 TFT의 게이트에 가해진 전압을 제어하기 위한 TFT를 갖는다(이하, 스위칭 TFT라 칭함).
- <159> 여기서, 전류제어 TFT(1102)는 p-채널 TFT가 바람직하다. n-채널 TFT가 대신 사용될 수 있지만, 전류제어 TFT가 도 11에 도시된 바와 같이 유기 발광 소자의 애노드에 접속되는 경우, 전류제어 TFT로서 p-채널 TFT가 전류소모를 줄이는 장점이 있다. 스위칭 TFT는 n-채널 TFT 또는 P-채널 TFT에 의해 형성될 수 있음을 알아야 한다.
- <160> 전류제어 TFT(1102)의 드레인은 화소 전극(1103)에 전기적으로 접속된다. 이 실시예에서, 4.5 내지 5.5eV의 일함수를 갖는 도전성 물질이 화소 전극(1103)의 물질로서 이용된다. 따라서, 화소 전극(1103)은 유기 발광 소자의 애노드로서 기능한다. 전형적으로, 인듐 산화물, 주석 산화물, 아연 산화물 또는 이들의 조합(예를 들면, ITO)인, 광투과성 물질이 화소 전극(1103)을 위해 이용된다. 화소 전극(1103) 상에, 유기 화합물층(1104)이 형성된다.
- <161> 유기 화합물막(1104) 상에는, 캐소드(1105)가 제공된다. 캐소드(1105)의 물질은 2.5 내지 3.5eV의 일함수를 갖는 도전성 물질이 바람직하다. 전형적으로, 캐소드(1105)는 알칼리 금속원소 또는 알칼리 토금속 원소(alkaline-earth metal element)를 포함하는 도전성막, 또는 알루미늄을 포함하는 도전성막, 또는 상술한 도전성막들 중 하나 위에 알루미늄 또는 은막(silver film)을 쌓음으로써 얻어진 적층으로부터 형성된다.
- <162> 화소 전극(1103), 유기화합물막(1104) 및 캐소드(1105)로 구성된 층은 보호막(1106)으로 덮인다. 보호막(1106)은 산소와 수분으로부터 유기 발광 소자를 보호하기 위해 제공된다. 보호막(1106)으로 적당한 물질들은 실리콘 질화물, 실리콘 산화질화물, 알루미늄 산화물, 탄탈륨 산화물, 및 탄소(특히, 다이아몬드형 탄소)가 있다.
- <163> 그 다음, 구동회로(1112)를 설명한다. 구동회로(1112)는 화소부(1111)에 보내질 신호들(게이트 신호들 및 데이터 신호들)의 타이밍을 제어하기 위한 영역을 포함하며, 시프트 레지스터, 버퍼 및 래치 뿐만 아니라, 아날로그 스위치(트랜스퍼 게이트;transfer gate) 또는 레벨 시프터를 포함할 수 있다. 도 11a에서, 이러한 회로들의 기본적인 단위는 n-채널 TFT(1107) 및 p-채널 TFT(1108)로 구성된 CMOS 회로이다.
- <164> 공지된 회로구조들은 시프트 레지스터, 버퍼, 래치 및 아날로그 스위치(트랜스퍼 게이트) 또는 레벨 시프터에 적용될 수 있다. 화소부(1111) 및 구동회로(1112)가 도 11a의 같은 기판 상에 제공되며, IC 또는 LSI는 기판상의 구동회로(1112)를 배치하는 것 대신에 기판에 전기적으로 접속될 수 있다.
- <165> 화소전극(애노드)(1103)는 도 11a의 전류제어 TFT(1102)에 전기적으로 접속되지만, 캐소드는 전류제어 TFT 대신에 접속될 수 있다. 이 경우, 화소 전극은 캐소드(1105) 물질로 구성되는 반면, 캐소드는 화소 전극(애노드)(1103) 물질로 구성된다. 이 경우의 전류제어 TFT는 n-채널 TFT가 바람직하다.
- <166> 도 11a에 도시된 발광 장치는 화소 전극(1103)의 형성이 배선(1109)의 형성에 앞선 공정에 의해 제조된다. 그러나, 이 공정은 화소 전극(1103)의 표면을 거칠게 할 수 있다. 거칠어진 화소 전극(1103)의 표면은 이것이 전류 구동형 소자이기 때문에 유기 발광 소자의 특성을 열화시킬 수 있다.
- <167> 도 11a의 변경안으로서, 화소 전극(1103)은 도 11b에 도시된 발광 장치를 얻기 위해 배선(1109)을 형성한 이후 형성된다. 이 경우, 화소 전극(1103)으로부터의 전류 주입은 도 11a의 구조에 비해 개선될 수 있다.
- <168> 도 11a 및 11b에서, 정테이퍼형 뱅크 구조(forward-tapered bank structure)(1110)는 화소부들(1111)에 배치된 화소들을 서로 분리한다. 이 뱅크 구조가 역테이퍼형(reverse-tapered)인 경우, 뱅크구조와 화소 전극 사이의 접촉이 회피될 수 있다. 이 예는 도 12에 도시되어 있다.
- <169> 도 12에서, 배선은 또한, 분리부로서 동작하며, 배선 및 분리부(1210)가 형성된다. 도 12에 도시된 배선 및 분리부(1210)의 형상(즉, 처마구조;structure with eaves)은 배선을 구성하는 금속 및 상기 금속보다 에칭 레이트가 낮은 물질(예를 들면, 금속 질화물)을 적층하여 그 뒤, 에칭함으로써 얻어진다. 이 형상은 캐소드(1205)와 화소 전극(1203) 또는 배선사이에 회로단락을 방지할 수 있다. 통상적인 액티브 매트릭스 발광 장치와는 달리, 화소 상의 캐소드(1205)는 (패시브 매트릭스 장치의 캐소드와 비슷한) 도 12의 장치에서 스트립된다(striped).

- <170> 도 13a 및 13b는 도 11b에 도시된 액티브 매트릭스 발광 장치의 외관을 도시한다. 도 13a는 그 상면도를 도시하고, 13b는 13a의 라인 p-p'를 따라 취한 단면도이다. 도 11의 부호들은 도 13에서 사용된다.
- <171> 도 13a에서, 1301은 화소부를 나타낸다. 1302는 게이트 신호측 구동회로를 나타내며, 1303은 데이터 신호측 구동회로를 나타낸다. 게이트 신호측 구동회로(1302) 및 데이터 신호측 구동회로(1303)에 보내질 신호들은 입력 배선(1304)을 통해 TAB(테이프 자동 접착) 테이프(1305)로부터 입력된다. 도면에는 도시되지 않았지만, TAB 테이프(1305)는 TAB 테이프에 IC(집적회로)를 제공함으로써 얻어진 TCP(테이프 캐리어 패키지)로 대체될 수 있다.
- <172> 1306은 도 11b에 도시된 유기발광 장치의 상단부에 제공된 커버부재이며, 수지로 형성된 밀봉부재(1307)에 접촉된다. 커버부재(1306)는 산소 및 수분이 전달되지 않는 어떤 물질로도 될 수 있다. 이 실시예에서, 도 13B에 도시된 바와 같이, 커버부재(1306)는 플라스틱부재(1306a)와 플라스틱부재(1306a)의 앞뒤에 각각 형성된 탄소막들(특히 다이아몬드형 탄소막들)(1306b, 1306c)로 구성된다.
- <173> 도 13B에 도시된 바와 같이, 밀봉부재(1307)는 유기 발광 소자가 밀폐공간(1309) 내에 완벽하게 밀봉되도록 수지로 구성된 밀봉부재(1308)로 덮혀진다. 밀폐공간(1309)은 불활성가스(전형적으로 질소가스 또는 희가스(raregas)), 수지 또는 불활성 액체(예를 들면, 퍼플루오로 알칸;perfluore alkane)의 전형적인 실예인 액화 플루오르화 탄소)로 채워진다. 또한, 공간내에 흡수제 또는 탈산소제를 놓는 것이 유효하다.
- <174> 이 실시예에 도시된 발광 장치의 표시면(시청자에 의해 영상이 관찰될 면) 상에 편광판이 제공될 수 있다. 편광판은 외부로부터의 입사광의 반사를 줄이는 효과를 가지기 때문에, 표시면이 시청자에게 반사되는 것을 방지한다. 일반적으로, 원형 편광판이 채용된다. 그러나, 유기화합물막으로부터의 광이 편광판으로부터 반사되는 것과 뒤쪽으로 돌아가는 것을 막기 위해, 굴절율을 조절함으로써 내부반사가 적은 구조를 갖는 편광판이 바람직하다.
- <175> 본 발명에 따른 임의의 유기 발광 소자가 이 실시예의 발광 장치에 포함된 유기 발광 소자로서 이용될 수 있다.
- <176> 실시예5
- <177> 이 실시예는 본 발명에 따른 유기 발광 소자를 포함하는 발광 장치의 일예로서 액티브 매트릭스 발광 장치를 도시한다. 실시예4와는 달리, 이 실시예의 발광 장치에서는, 능동소자가 형성되는 기관의 반대측으로부터 광(이하, 상방발광(upward emission)이라 칭함)이 취해진다. 도 14는 이 도면의 단면도이다.
- <178> 여기서는, 박막 트랜지스터(이하, TFT라 칭함)가 능동소자로 이용되지만, 능동소자가 MOS 트랜지스터가 될 수 있다. 예로서 도시된 TFT는 탑 게이트 TFT(구체적으로는 플래너형 TFT)이지만, 버텀 게이트 TFT(전형적으로는 역스태거형 TFT)가 대신 이용될 수 있다.
- <179> 이 실시예의 기관(1401), 화소부에 형성된 전류제어 TFT(1402) 및 구동회로(1412)는 실시예4의 것들과 동일한 구조를 갖는다.
- <180> 전류제어 TFT(1402)의 드레인에 접속된 제 1 전극(1403)은 이 실시예에서는 애노드로 이용되므로, 큰 일함수를 갖는 도전성 물질로부터 바람직하게 형성된다. 도전성 물질의 전형적인 예들로는 니켈, 팔라듐, 텅스텐, 금 및 은 같은 금속들이 있다. 이 실시예에서, 제 1 전극(1403)은 바람직하게는 광을 투과시키지 않는다. 더 바람직하게는, 상기 전극은 광 반사가 높은 물질을 이용한다.
- <181> 제 1 전극(1403) 상에는, 유기 화합물막(1404)이 형성된다. 유기화합물막(1404)에는 제 2 전극(1405)이 제공되며, 이는 이 실시예에서 캐소드로 기능한다. 따라서, 제 2 전극(1405)의 물질은 2.5 내지 3.5eV의 일함수를 갖는 도전성 물질이 바람직하다. 전형적으로, 알칼리 금속 원소 또는 알칼리 토금속 원소를 포함하는 도전성막, 또는 알루미늄을 포함하는 도전성막, 또는 상술한 도전성막들 중 하나 상에 알루미늄이나 은막이 적층됨으로써 얻어진 적층이 이용된다. 그러나, 광투과성은 제 2 전극(1405)의 물질을 위해 필요불가결하다. 그러므로, 제 2 전극을 사용할때에는, 약 20nm 두께의 초박막으로 금속이 바람직하게 형성된다.
- <182> 제 1 전극(1403)으로 구성된 층, 유기화합물막(1404) 및 제 2 전극(1405)은 보호막(1406)으로 덮혀진다. 보호막(1406)은 산소 및 수분으로부터 유기 발광 소자를 보호하기 위해 제공된다. 이 실시예에서는, 그것이 광을 투과하는 한 보호막으로 임의의 물질이 이용될 수 있다.
- <183> 제 1 전극(애노드)(1403)은 전류제어 TFT(1402; 도14)에 전기적으로 접속되지만, 캐소드가 대신 전류제어 TFT에 접속될 수 있다. 이 경우, 제 1 전극은 캐소드물질로 형성되는 반면, 제 2 전극은 애노드 물질로 형성된다. 이 경우의 전류제어 TFT는 n-채널 TFT가 바람직하다.
- <184> 1407은 커버부재이며, 수지로 형성된 밀봉부재(1408)와 접촉된다. 커버부재(1407)는 산소와 물을 제외한 광을

투과하는 한 어떠한 물질도 될 수 있다. 이 실시예에서는 글라스가 이용된다. 밀폐공간(1409)은, 불활성가스(전형적으로는 질소가스 또는 희가스), 수지, 또는 불활성액체(예를 들면, 퍼플루오르 알칸의 일레인 액화 플루오르화 탄소)로 채워진다. 공간을 흡수제 또는 탈산소제를 놓는 것이 효과적이다.

<185> 게이트 신호측 구동회로 및 데이터 신호측 구동회로로 보내질 신호들은 입력 배선(1413)을 통해 TAB(테이프 자동 접착) 테이프(1414)로부터 입력된다. 도면에는 도시되지 않았지만, TAB 테이프(1414)는 IC(집적회로)가 TAB 테이프에 제공됨으로써 얻어지는 TCP(테이프 캐리어 패키지)로 대체될 수 있다.

<186> 이 실시예에 도시된 발광 장치의 표시면(시청자에 의해 관찰될 이미지가 표시되는 면) 상에 편광판이 제공될 수 있다. 편광판은 외부로부터의 입사광의 반사를 줄이는 효과가 있기 때문에, 표시면이 시청자에게 반사되는 것을 막는다. 일반적으로 원 편광판이 채용된다. 그러나, 유기화합물막으로부터의 광이 편광판으로부터 반사되는 것과 뒤쪽으로 돌아가는 것을 막기 위해, 굴절율을 조절함으로써 내부반사가 적은 구조를 갖는 편광판이 바람직하다.

<187> 본 발명에 따른 임의의 유기 발광 소자가 이 실시예의 발광 장치에 포함된 유기 발광 소자로서 이용될 수 있다.

<188> 실시예6

<189> 이 실시예는 본 발명에 따른 유기 발광 소자를 포함하는 발광 장치의 일례로서 패시브 매트릭스 발광 장치(passive matrix light emitting device)를 도시한다. 도 15a는 이 도면의 상면도이며, 도 15b는 도 15a의 p-p'를 따라 취한 단면도이다.

<190> 도 15a에 있어서, 1501은 기관을 나타내며, 여기서, 이 기관은 플라스틱 물질로 이루어진다. 이용될 수 있는 플라스틱 물질은 폴리이미드, 폴리아미드, 아크릴 수지, 에폭시 수지, PES(polyethylene sulfide), PC(polycarbonate), PET(polyethylene terephthalate) 또는 PEN(polyethylene naphthalate)의 막 또는 판이다.

<191> 1502는 도전성 산화막으로부터 형성된 주사선들(애노드들)을 나타낸다. 이 실시예에서, 도전성 산화막은 갈륨 산화물로 아연 산화물을 도핑함으로써 얻어진다. 1503은 금속막으로부터 형성된 데이터선들(캐소드들)을 나타낸다. 1504는 아크릴 수지로 형성된 뱅크를 나타낸다. 뱅크들은 데이터선들(1503)을 서로 분리하는 격벽들(partition walls)으로서 기능한다. 주사선들(1502) 및 데이터선들(1503)은 각각 스트라이프 패턴들을 형성하며, 그 패턴들은 오른쪽 각에서 서로 교차한다. 도 15a에 도시되지는 않았지만, 유기화합물막은 주사선들(1502)과 데이터 선들(1503) 사이에 삽입되며, 교차부(1505)는 화소로서 기능한다.

<192> 주사선들(1502)과 데이터선들(1503)은 TAB 테이프(1507)를 통해 외부 구동회로에 접속된다. 1508은 주사선들(1502)의 매스(mass) 로 구성된 배선들의 그룹을 나타낸다. 1509는 데이터선들(1503)에 접속된 접속 배선들(1506)의 매스(mass) 로 구성된 배선들의 그룹을 나타낸다. 도시되지는 않았지만, TAB 테이프(1507)는 IC를 TAB 테이프에 제공함으로써 얻어지는 TCP로 대체될 수 있다.

<193> 도 15b에서, 1510은 밀봉부재를 나타내며, 1511은 밀봉부재(1510)가 플라스틱부재(1501)에 접착된 커버부재를 나타낸다. 밀봉부재(1510)로는 광경화수지(photo-curable resin)가 이용될 수 있다. 밀봉부재의 바람직한 물질로는 가스 누출이 거의 없고 수분을 거의 흡수하지 않는 물질이다. 커버부재는 기관(1501)과 동일한 물질로 이루어지는 것이 바람직하며, 글라스(석영 글라스를 포함) 또는 플라스틱이 이용될 수 있다. 여기서, 플라스틱 물질이 커버부재로 이용된다.

<194> 도 15c는 화소영역의 구조를 확대한 도면이다. 1513은 유기화합물막을 나타낸다. 뱅크들(1504)의 하부층들은 상부층들보다 더 좁으며, 따라서, 뱅크들은 물리적으로 데이터선들(1503)을 서로 분리할 수 있다. 밀봉부재(1510)로 둘러싸인 화소부(1514)는 수지로 형성된 밀봉부재(1515)에 의해 외부공기와 차단된다. 따라서, 유기화합물막의 열화가 방지된다.

<195> 본 발명에 따라 상술한 바와 같이 구성된 발광 장치에 있어서, 화소부(1514)는 주사선들(1502), 데이터선들(1503), 뱅크들(1504) 및 유기화합물막(1513)으로 구성된다. 그러므로, 발광 장치는 매우 간단한 공정으로 제조될 수 있다.

<196> 이 실시예에 도시된 발광 장치의 표시면(시청자에 의해 관찰될 이미지가 표시되는 면) 상에 편광판이 제공될 수 있다. 편광판은 외부로부터의 입사광의 반사를 줄이는 효과가 있기 때문에, 표시면이 시청자에게 반사되는 것을 막는다. 일반적으로 원 편광판이 채용된다. 그러나, 유기화합물막으로부터의 광이 편광판으로부터 반사되는 것과 뒤쪽으로 돌아가는 것을 막기 위해, 굴절율을 조절함으로써 내부반사가 적은 구조를 갖는 편광판이 바람직하다.

다.

- <197> 본 발명에 따른 임의의 유기 발광 소자가 이 실시예의 발광 장치에 포함된 유기 발광 소자로서 이용될 수 있다.
- <198> 실시예7
- <199> 이 실시예는 상기 장치를 모듈로 만들기 위해, 프린트 배선판을 실시예6에 도시된 발광 장치에 부착하는 일예를 도시한다.
- <200> 도 16a에 도시된 모듈에 있어서, TAB 테이프(1604)는 기관(1601)(여기서는 픽셀부(1602)와 배선들(1603a,1603b)을 포함한다)에 부착되며, 프린트 배선판(1605)은 TAB 테이프(1604)를 통해 기관에 부착된다.
- <201> 프린트 배선판(1605)의 기능적 블록 다이어그램이 도 16b에 도시되어 있다. 적어도 I/O 포트들(입력 또는 출력 포트들)(1606,1609), 데이터 신호측 구동회로(1607) 및 게이트 신호측 구동회로(1608)로서 기능하는 IC가 프린트 배선판(1605) 내에 제공된다.
- <202> 이 명세서에서, TAB 테이프를 그 표면에 형성된 픽셀부를 갖는 기관에 부착하고, 구동회로로서 기능하는 프린트 배선판을 상술한 바와 같이 TAB 테이프를 통해 기관에 부착함으로써 구성된 모듈은 외부 구동회로를 갖는 모듈로 특별히 명명된다.
- <203> 본 발명에 개시된 임의의 유기 발광 소자가 이 실시예의 발광 장치에 포함되는 유기 발광 소자로서 이용될 수 있다.
- <204> 실시예8
- <205> 이 실시예는 상기 장치를 모듈로 만들기 위해, 프린트 배선판을 실시예4,5,또는 6에 도시된 발광 장치에 부착하는 일예를 도시한다.
- <206> 도 17a에 도시된 모듈에 있어서, TAB 테이프(1705)는 기관(1701)(여기서는 픽셀부(1702), 데이터 신호측 구동회로(1703), 게이트 신호측 구동회로(1704) 및 배선들(1703a,1704a)을 포함한다)에 부착되며, 프린트 배선판(1706)은 TAB 테이프(1705)를 통해 기관에 부착된다. 프린트 배선판(1706)의 기능적 블록 다이어그램은 도 17b에 도시된다.
- <207> 도 17b에 도시된 바와 같이, 적어도 I/O 포트들(1707,1710) 및 제어부(1708)로서 기능하는 IC가 프린트 배선판(1706) 내에 제공된다. 메모리부(1709)는 여기에는 제공되었지만 항상 필수적인 것은 아니다. 제어부(1708)는 영상 데이터의 보정 및 구동회로들의 제어를 위한 기능들을 갖는 부이다.
- <208> 이 명세서에서, 유기 발광 소자가 상술한 바와 같이 형성된 기관에 제어기로서의 기능을 갖는 프린트 배선판을 부착함으로써 구성된 모듈은 외부 제어기를 갖는 모듈로서 특별하게 명명된다.
- <209> 본 발명에 개시된 임의의 유기 발광 소자가 이 실시예의 발광 장치에 포함된 유기발광소자로서 이용될 수 있다.
- <210> 실시예9
- <211> 이 실시예는 실시예3에 도시된 트리플릿 발광 소자가 디지털 시간 그레이 스케일 디스플레이(digital time gray scale display)에 따라 구동되는 일예의 발광 장치를 도시한다. 이 실시예의 발광 장치는 트리플릿 여기상태로부터 발광하는 광을 이용함으로써 디지털 시간 그레이 스케일 디스플레이에서 균일한 영상들을 제공할 수 있어, 매우 유용하다. 본 발명의 구동 방법은 이 실시예에 제한되는 것이 아니며, 다른 공지된 방법들도 이용될 수 있음을 알아야 한다.
- <212> 도 18a는 유기 발광 소자를 이용하는 화소의 회로구조를 도시한다. Tr은 트랜지스터를 나타내며, Cs는 저장 캐패시터를 나타낸다. 도 18c의 회로 구성에서, 소스선은 트랜지스터 Tr1의 소스에 접속되며, 게이트선은 트랜지스터 Tr1의 게이트에 접속된다. 또한, 전원공급선은 저장 커패시터 Cs와 트랜지스터 Tr2의 소스에 접속된다. 본 발명의 유기 발광 소자의 애노드가 트랜지스터 Tr2의 드레인에 접속되기 때문에, 캐소드는, 그 사이에 삽입된 유기 발광 소자를 갖는 트랜지스터 Tr2의 반대측 상에 있다. 이 회로에서, 게이트선이 선택될 때, 전류는 소스선으로부터 Tr1으로 흐르며, 신호에 대응하는 전압은 Cs에 축적된다. 그 뒤, Tr2의 게이트-소스 전압(V_{gs})에 의해 제어된 전류는 Tr2와 유기 발광 소자로 흐른다.
- <213> Tr1이 선택된 이후, Tr1은 Cs의 전압(V_{gs})을 유지하기 위해 OFF로 전환된다. 따라서, V_{gs} 의 양에 따라 전류가 계속해서 흐른다.

- <214> 도 18b는 디지털 시간 그레이 스케일 디스플레이에 따르는 이 회로를 구동하기 위한 차트를 도시한다. 디지털 시간 그레이 스케일 디스플레이에서, 한 프레임은 복수의 서브프레임들로 분할된다. 도 18b는 한 프레임이 6개의 서브프레임들(SF1-SF6)로 분할되는 6비트 그레이스케일을 도시한다. TA는 기록시간이다. 이 경우, 도면에 도시된 바와 같이, 서브프레임들의 발광 기간들의 비는 32:16:8:4:2:1이다.
- <215> 도 18c는 이 실시예의 TFT 기관의 구동회로들을 개략적으로 도시한다. 도 18c의 기관 구성에서, 도 18a에 도시된 전원 공급선과 캐소드는 시프트 레지스터로부터, 래치 1, 래치 2, 화소부의 순서로 화소부에 연결된다. 래치 1은 디지털 신호로 입력되며, 영상 신호들은 래치 2에 입력된 래치 펄스들에 의해 화소부에 전달될 수 있다. 게이트 구동기와 소스 구동기는 같은 기관에 제공되며, 픽셀 회로 및 상기 구동기들은 디지털적으로 구동되도록 설계된다. 따라서, TFT 특성의 파동은 상기 장치에 영향을 끼치지 않으며, 상기 장치는 균일한 영상들을 디스플레이할 수 있다.
- <216> 실시예10
- <217> 이 실시예에서, 예시적인 액티브 매트릭스형 정전류 구동회로가 설명되며, 이는 본 발명의 유기 발광 소자에 정전류를 흘림으로써 구동된다. 이 회로 구조는 도 21에 도시되어 있다.
- <218> 도 21에 도시된 화소(2110)는 단일선 Si, 제 1 주사선 Gj, 제 2 주사선 Pj 및 전원선 Vi를 갖는다. 또한, 화소(2110)는 Tr1, Tr2, Tr3, Tr4, 혼합된 접합형의 유기 발광 소자(2111) 및 유지 커패시터(retention capacitor)(2112)를 갖는다.
- <219> Tr3 및 Tr4의 양 게이트들은 제 1 주사선 Gj와 접속된다. Tr3의 드레인 및 소스에 대해서는, 하나는 신호선 Si와 접속하고, 다른 하나는 Tr2의 소스와 접속한다. 또한, Tr4의 드레인과 소스에 대해서는, 하나는 Tr2의 소스에 결합되고, 다른 하나는 Tr1의 게이트에 결합된다. 따라서, Tr3의 소스 및 드레인 중 하나와 Tr4의 소스 및 드레인 중 하나는 서로 접속된다.
- <220> Tr1의 소스는 전원선 Vi에 접속되고, 드레인은 Tr2의 소스와 접속된다. Tr2의 게이트는 제 2 주사선 Pj와 접속된다. 또한, Tr2의 드레인은 유기 발광 소자(2111)의 화소 전극과 결합된다. 유기 발광 소자(2111)는 화소 전극, 카운터 전극(counter electrode) 및 화소 전극과 카운터 전극사이에 제공되는 유기 발광 소자층을 갖는다. 유기 발광 소자(2111)의 카운터 전극에는 발광패널의 외부에 제공된 전원에 의해 정전압이 가해진다.
- <221> Tr3 및 Tr4는 n-채널형 TFT와 p-채널형 TFT 모두를 채택할 수 있다. 그러나, Tr3 및 Tr4의 극성들은 동일하다. 또한, Tr1은 n-채널형 TFT 및 p-채널형 TFT 모두를 채택할 수 있다. Tr2는 n-채널형 TFT 및 p-채널형 TFT 모두를 채택할 수 있다. 극성에 대해서는, 발광전극의 화소전극 및 카운터 전극의 경우에는, 그 중 하나는 애노드이며, 다른 하나는 캐소드이다. Tr2가 p-채널형 TFT인 경우, 애노드로는 화소 전극을, 캐소드로는 카운터 전극을 이용하는 것이 바람직하다. 다른 한편으로는, Tr2가 n-채널형 TFT인 경우, 캐소드로는 화소전극을, 애노드로는 카운터 전극을 이용하는 것이 바람직하다.
- <222> 유지 커패시터(2112)는 Tr1의 게이트와 소스사이에 형성된다. 유지 커패시터(2112)는 Tr1의 게이트와 소스사이에 전압(V_{GS})을 더 확실하게 유지하기 위해 제공된다. 그러나, 그것이 필수적으로 제공되는 것은 아니다.
- <223> 도 21에 도시된 화소에서, 신호선 Si에 공급된 전류는 신호선구동회로의 전류원에서 제어된다.
- <224> 상술한 회로구조를 적용함에 의해, 유기 발광 소자에 정전류를 흘림으로써 휘도가 유지될 수 있으므로, 정전류 구동이 실현된다. 본 발명의 혼합 영역을 갖는 유기 발광 소자는 종래의 유기 발광 소자에 비해 더 긴 수명을 갖는다. 유기 발광 소자는 상술한 정전류구동을 실현함으로써 더 긴 수명이 달성되기 때문에 더 효율적이다.
- <225> 실시예11
- <226> 상술한 본 발명의 발광 장치들은 저전력 소비 및 긴수명의 장점을 갖는다. 따라서, 표시부들에 그러한 발광장치들을 포함하는 전자 기구들은 종래의 것보다 전력소모가 적고 내구성이 뛰어나다. 저전력 소비는 편리성과 직접 관련이 있기 때문에(배터리수명이 길어진다), 이러한 장점들은 휴대용 장비 같이, 배터리를 전원으로 사용하는 전자 기구들에게는 매우 효율적으로 이용된다.
- <227> 상기 발광 장치는 자기 발광형이므로, 액정디스플레이들 중 하나로서, 백 라이트의 필요성을 제거하며, 1 μ m 이하의 두께를 갖는 유기 화합물막을 갖는다. 그러므로, 상기 발광 장치는 얇고 가볍게 제조될 수 있다. 따라서, 이들의 표시부들로서 발광 장치를 포함하는 전자 기구들은 종래의 것보다 더 얇고 가벼워진다. 이것은 편리성(가벼움 및 이들을 나르는데 있어서의 소형화)과 직결하며, 휴대용 장비 및 그 밖의 다른 전자 장비들에 특히

유용하다. 더욱이, 박형화(소형)가 되면, 수송(많은 장비들은 대량으로 수송될 수 있다) 및 설치(공간 절감)에 관해서는 전자 기구들 모두에서 유용하게 됨은 의심할 여지가 없다.

<228> 자기 발광형이 되면, 발광 장치는 액정표시장치보다 밝은 장소에서 더 양호한 가시성과 넓은 시야각을 가지는 특성이 있다. 그러므로, 이들의 표시부로서 발광 장치를 포함하는 전자 기구들은 또는 디스플레이를 보는데 있어서 더 용이한 장점을 갖는다.

발명의 효과

<229> 요약하면, 본 발명의 발광 장치를 이용하는 전자 기구들은 종래의 유기 발광 소자들의 장점에 덧붙여, 얇고/가벼우며 높은 가시성을 가지며, 저전력 소비 및 긴 수명의 특징을 가지므로, 매우 유용하다.

<230> 이 실시예는 본 발명의 발광 장치의 표시부들을 포함하는 전기장비들의 일예를 도시한다. 그 특정예들은 도 19a 및 20b에 도시된다. 본 발명에 개시된 임의의 소자들은 이 실시예의 전자 기구에 포함된 유기 발광 소자로 이용될 수 있다. 이 실시예의 전자 기구에 포함된 발광 장치는 도 11 내지 18에 도시된 구조들 중 임의의 것을 가질 수 있다.

<231> 도 19a는 유기 발광 소자를 이용하는 표시 장치를 도시한다. 이 디스플레이는 케이스(1901a), 지지체(1902a), 표시부(1903a)를 포함한다. 표시부(1903a)로서 본 발명의 발광 장치를 이용함으로써, 이 디스플레이는 얇고 가벼워질 뿐만 아니라 내구성이 뛰어나게 될 수 있다. 따라서, 수송이 간단하게 되며, 설치에 있어서 공간이 절감되고 수명시간은 길어진다.

<232> 도 19b는 비디오 카메라를 도시하며, 이 비디오 카메라는 본체(1901b), 표시부(1902b), 오디오입력부(1903b), 동작스위치(1904b), 배터리(1905b) 및 이미지수신부(1906b)를 포함한다. 표시부(1902b)로서 본 발명의 발광 장치를 사용함으로써, 비디오 카메라는 얇고 가벼워질 수 있고, 전력을 덜 소비한다. 따라서, 배터리 소비는 감소되고 비디오 카메라를 휴대하기 편리해진다.

<233> 도 19c는 디지털 카메라를 도시하며, 이 디지털 카메라는 본체(1901c), 표시부(1902c), 집안부(1903c; eye piece portion) 및 동작 스위치(1904c)를 포함한다. 표시부(1902c)로서 본 발명의 발광 장치를 이용함으로써, 디지털 카메라는 얇고 가벼워지며, 전력을 덜 소비한다. 따라서, 전지 소비가 감소되어 디지털 카메라를 휴대하기 편리해진다.

<234> 도 19d는 기록매체가 설치된 이미지재생장치(image reproducing device)를 도시한다. 이 장치는 본체(1901d), 기록매체(CD,LD 또는 DVD 같은)(1902d), 동작 스위치(1903d), 표시부 A(1904d) 및 표시부 B(1905d)를 포함한다. 표시부 A(1904d)는 주로 이미지 정보를 표시하는 반면, 표시부 B(1905d)는 주로 문자 정보를 표시한다. 표시부 A(1904d) 및 표시부 B(1905d)로서 본 발명의 발광 장치를 사용함으로써, 이미지재생장치는 전력을 덜 소비하며, 얇고 가벼울 뿐만 아니라 내구성이 뛰어나게 될 수 있다. 기록 매체가 설치된 이미지재생장치는 CD 플레이어 및 게임기들을 포함할 수도 있다.

<235> 도 19e는 (휴대용) 모빌 컴퓨터를 도시하며, 이 컴퓨터는 본체(1901e) 표시부(1902e), 이미지수신부(1903e), 스위치(1904e) 및 메모리 슬롯(1905e)을 포함한다. 표시부(1902e)로서 본 발명의 발광 장치를 사용함으로써, 휴대용 컴퓨터는 얇고 가벼우며 전력을 덜 소비할 수 있다. 따라서, 배터리 소비가 감소되어 컴퓨터를 휴대하기 덜 불편해진다. 휴대용 컴퓨터는 플래시 메모리 또는 비휘발성 메모리들을 집적함으로써, 얻어진 기록 매체에 정보를 저장할 수 있고 저장된 정보를 재생할 수 있다.

<236> 도 19f는 본체(1901f), 케이스(1902f), 표시부(1903f) 및 키보드(1904f)를 포함하는 퍼스널 컴퓨터를 도시한다. 표시부(1903f)로서 본 발명의 발광 장치를 사용함으로써, 퍼스널 컴퓨터는 얇고 가벼우며 전력을 덜 소비할 수 있다. 발광 장치는, 휴대될 수 있는 노트북 퍼스널 컴퓨터 또는 다른 퍼스널 컴퓨터들에 대하여 전력 소비 및 가벼움에서 큰 장점을 갖는다.

<237> 이러한 전자 기구들은 이제, 인터넷 같은 전자통신선들 및 무선전파 같은 무선 통신을 통해 전송된 주파수 정보, 특히 애니메이션 정보를 증가하면서 표시된다. 유기 발광 소자들이 매우 빠른 응답속도를 가지기 때문에, 상기 발광 장치는 애니메이션 표시에 적절하다.

<238> 도 20a는, 본체(2001a), 오디오출력부(2002a), 오디오입력부(2003a), 표시부(2004a), 동작스위치(2005a) 및 안테나(2006a)를 포함하는 셀룰러 전화기를 도시한다. 표시부(2004a)로서 본 발명의 발광 장치를 이용함으로써,

셀룰러 전화기는 얇고 가벼우며, 전력을 덜 소비할 수 있다. 따라서, 배터리 소비가 감소되어, 셀룰러 전화기를 휴대하기 용이해지며, 본체가 간단해진다.

<239> 도 20b는, 본체(2001b), 표시부(2002b) 및 동작 스위치들(2003b,2004b)을 포함하는, 오디오(특히 카오디오)를 도시한다. 표시부(2002b)로서 본 발명의 발광 장치를 이용함으로써, 오디오는 얇고 가벼우며 전력을 덜 소비할 수 있다. 이 실시예에서는 카오디오가 일례로서 취해졌지만, 상기 오디오는 홈 오디오가 될 수 있다.

<240> 배경환경의 밝기를 검출하기 위한 측정수단으로서 포토센서를 전자 기구들에 제공함으로써 전자 기구가 이용되는 배경환경의 밝기에 따라, 조사된 광의 휘도를 변조하는 기능을 도 19a 및 20b에 도시된 전자 기구들에 제공하는 것이 효율적이다. 사용자는 배경환경에서 조사된 광의 휘도의 일정 비율이 100 내지 150인 경우 어려움 없이 이미지 또는 문자 정보를 인식할 수 있다. 이 기능으로, 이미지의 휘도는, 사용환경이 밝아질 때 더 좋은 가시성을 위해 증가되는 반면, 사용환경이 어두울때는 전력 소비를 줄이기 위해 이미지의 휘도가 낮아질 수 있다.

<241> 본 발명의 발광 장치를 광원으로서 이용하는 다양한 전자 기구들은 얇고 가벼우며 전력을 덜 소비한다. 따라서, 이들은 매우 유용한 기구들이 될 수 있다. 백 라이트 또는 프론트 라이트 또는 조명기구의 광원과 같은 액정표시장치의 광원들은 광원으로서 본 발명의 발광 장치를 통상적으로 이용한다.

<242> 이 실시예에 따른 도 19a 내지 20b에 도시된 전자 기구들의 표시부들로서 액정표시장치들이 이용될 때, 이러한 액정표시장치들이 백 라이트 또는 프론트 라이트로서 본 발명의 발광장치를 이용하는 경우, 전자 기구들은 얇고 가벼우며 전력을 덜 소비할 수 있다.

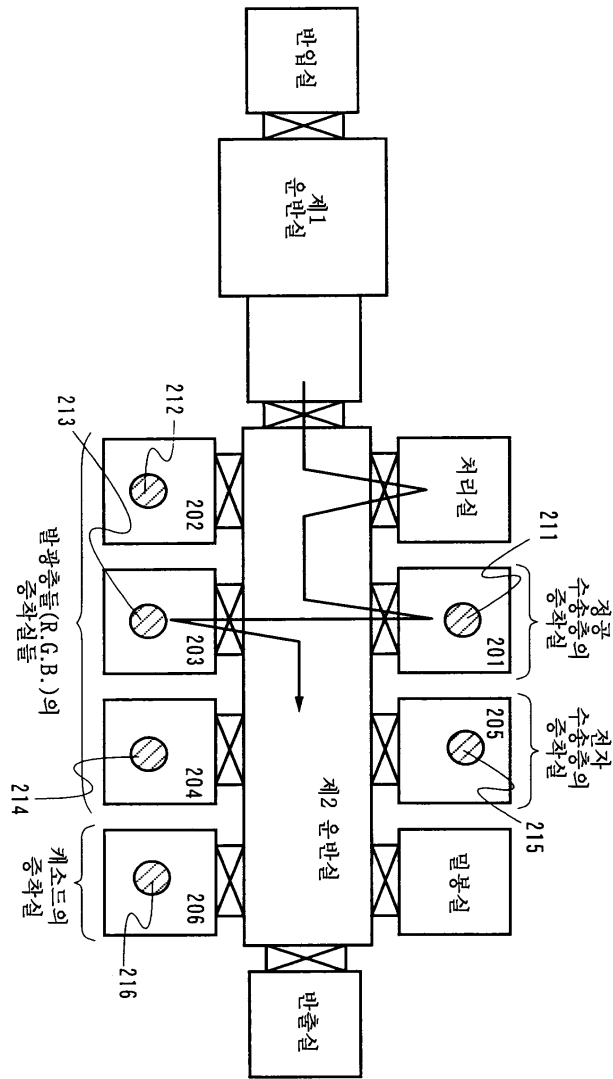
저전력소비와 뛰어난 수명을 갖는 발광장치가 본 발명을 구현함으로써 얻어질 수 있다. 또한, 밝고, 저전력소비를 가지며, 긴 수명을 갖는 전자기구가 광원 또는 표시부로서 이 유형의 발광장치를 이용함으로써 얻어질 수 있다.

<243> 본 발명의 바람직한 실시예들에서, 농도 변화 영역은 정공 수송 영역과 혼합 영역 사이에, 또한, 전자 수송 영역과 혼합 영역 사이에 각각 배치된다. 그러나, 본 발명은, 단지 하나의 농도 변화 영역이 혼합 영역과 정공 수송 영역 및 전자 수송 영역 중 소망의 하나사이에 삽입되는 발광 장치를 포함할 수도 있다.

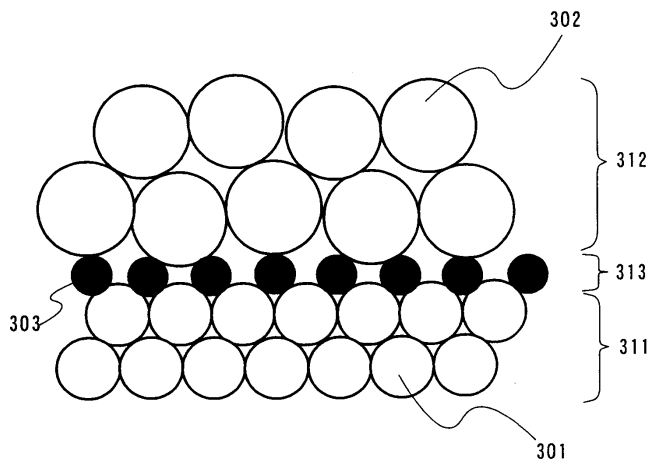
도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 유기 계면 상태를 도시하는 도면.
- <2> 도 2는 증착 장치를 도시하는 도면.
- <3> 도 3은 불순물층의 형성을 도시하는 도면.
- <4> 도 4는 유기 발광 소자의 구조를 도시하는 도면.
- <5> 도 5는 농도 프로파일을 도시하는 도면.
- <6> 도 6은 혼합 영역 상태를 도시하는 도면.
- <7> 도 7a 및 7b는 유기 발광 소자의 구조를 도시하는 도면.
- <8> 도 8a 및 8b는 유기 발광 소자의 구조를 도시하는 도면.
- <9> 도 9a 및 9b는 증착 장치를 도시하는 도면.
- <10> 도 10은 유기 발광 소자의 구조를 도시하는 도면.
- <11> 도 11a 및 11b는 발광 장치의 단면 구조들을 도시하는 도면.
- <12> 도 12는 발광 장치의 단면 구조를 도시하는 도면.
- <13> 도 13a 및 13b는 발광 장치의 상면 구조와 단면 구조를 각각 도시하는 도면.
- <14> 도 14는 발광 장치의 단면 구조를 도시하는 도면.
- <15> 도 15a 내지 15c는 발광 장치의 상면 구조와 단면 구조를 각각 도시하는 도면.
- <16> 도 16a 및 16b는 발광 장치의 구조들을 도시하는 도면.
- <17> 도 17a 및 17b는 발광 장치의 구조들을 도시하는 도면.

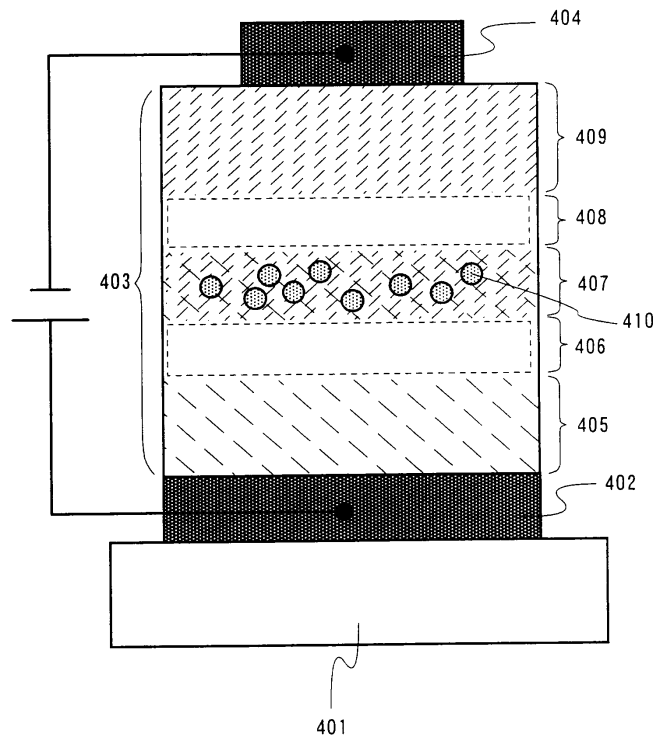
도면2



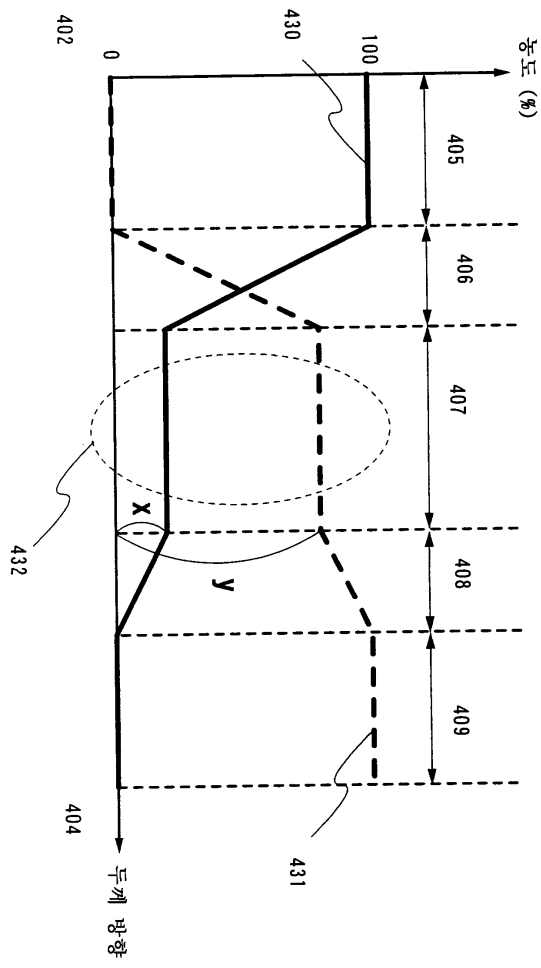
도면3



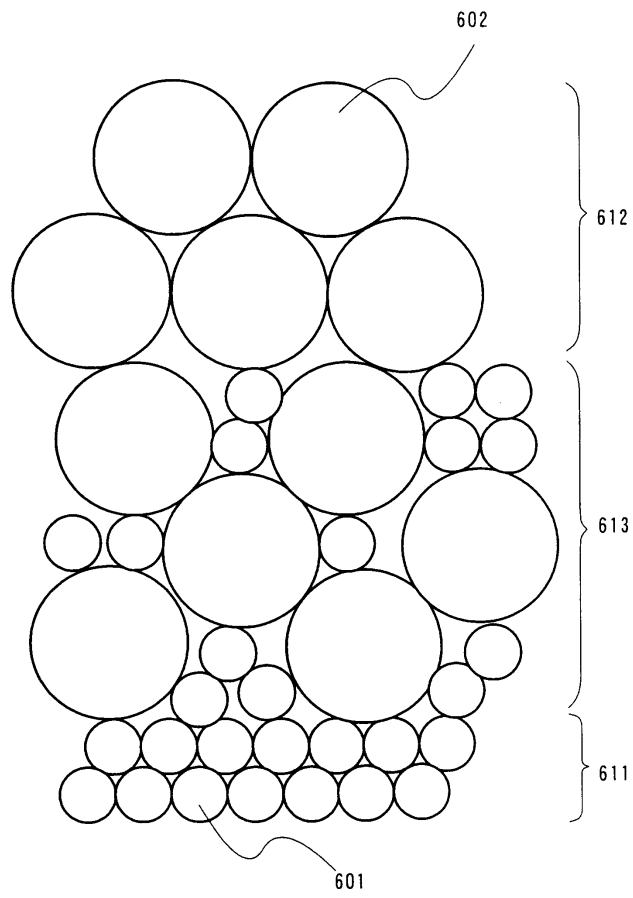
도면4



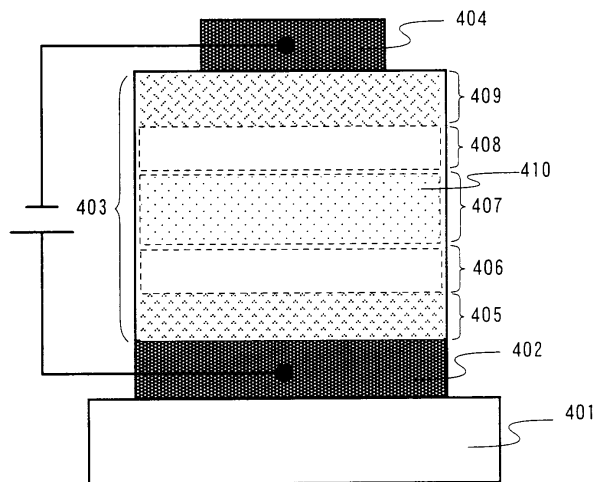
도면5



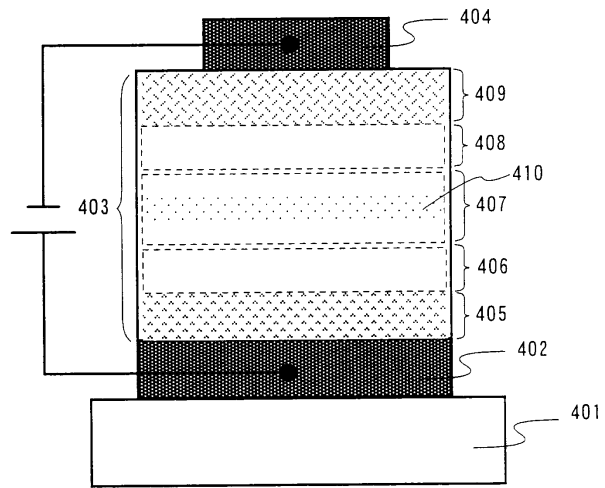
도면6



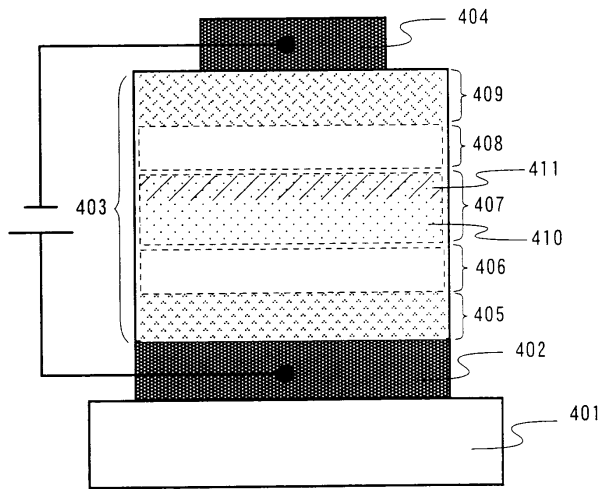
도면7a



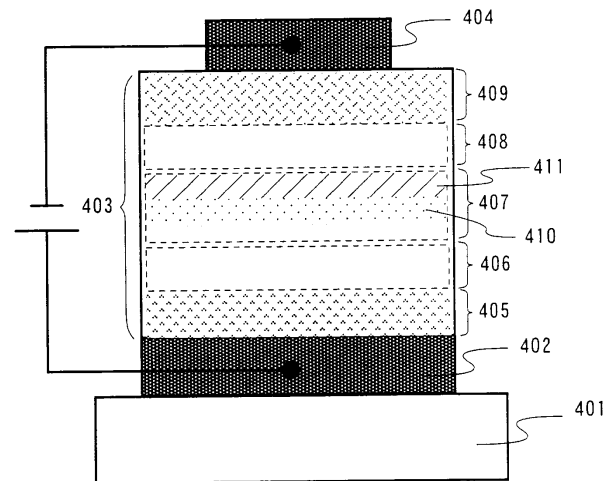
도면7b



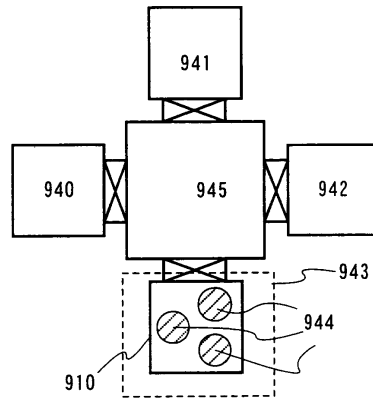
도면8a



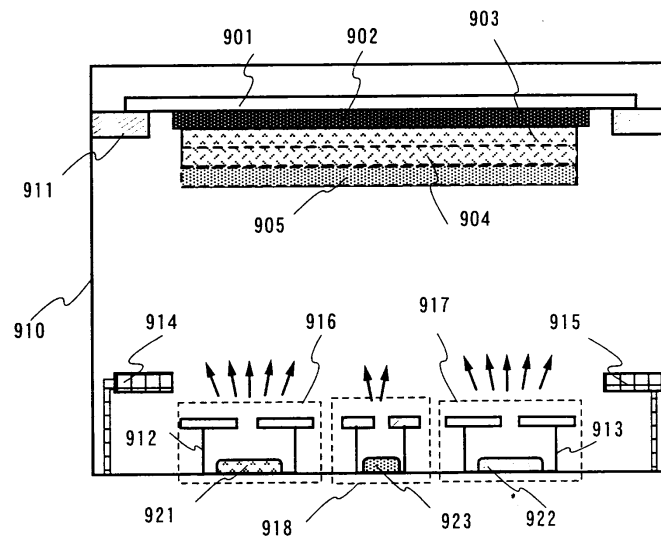
도면8b



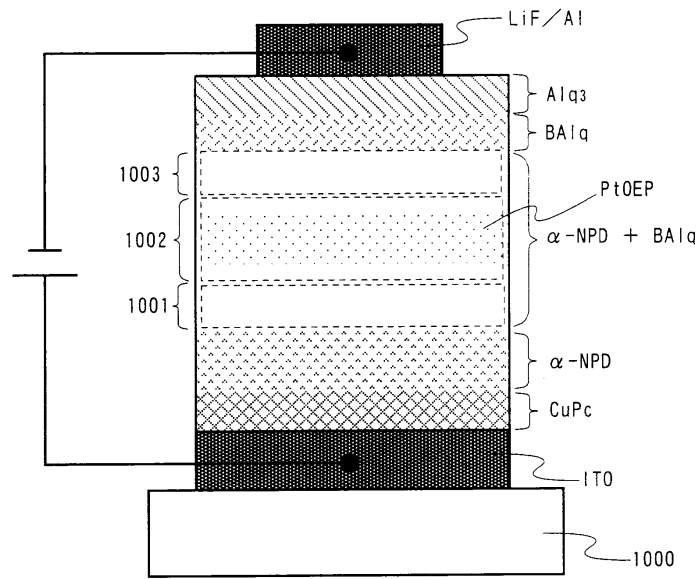
도면9a



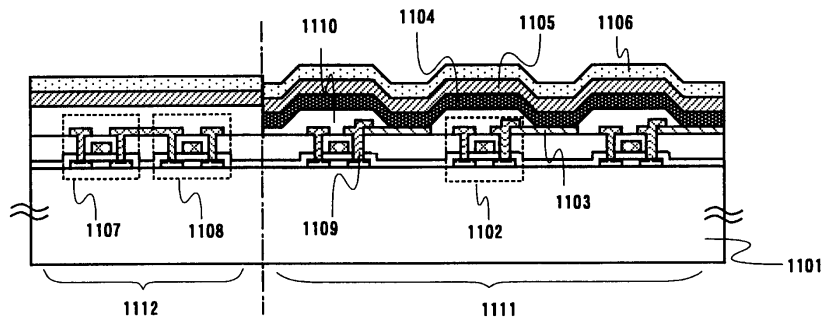
도면9b



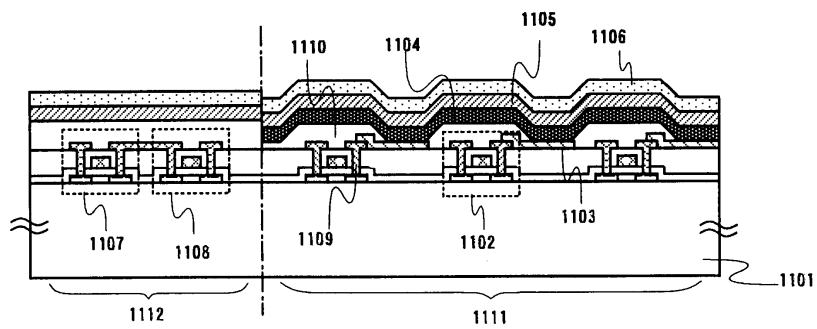
도면10



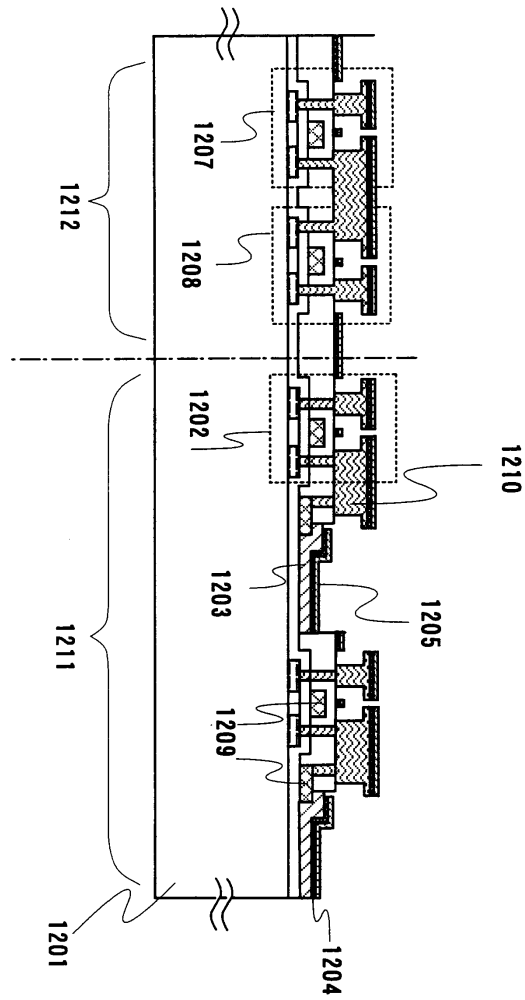
도면11a



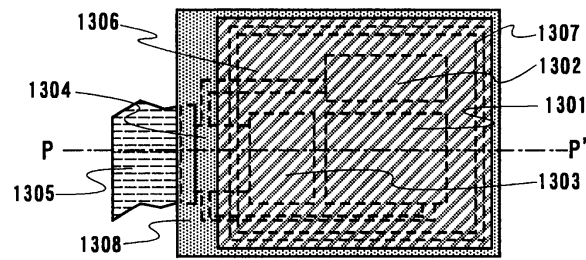
도면11b



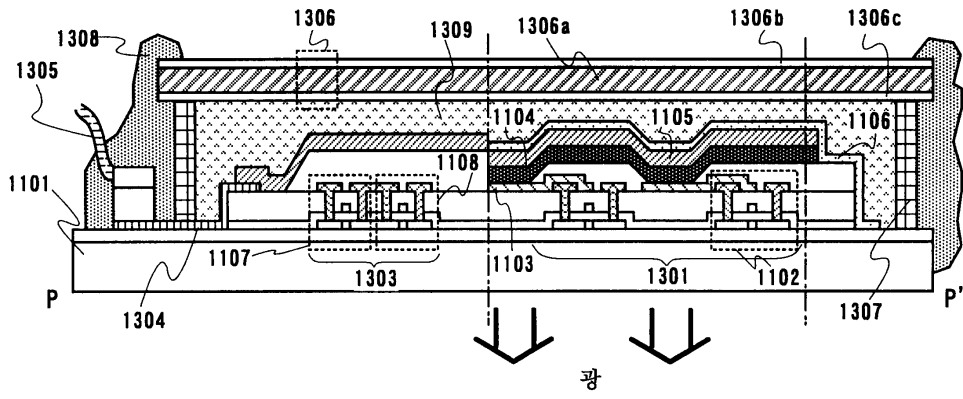
도면12



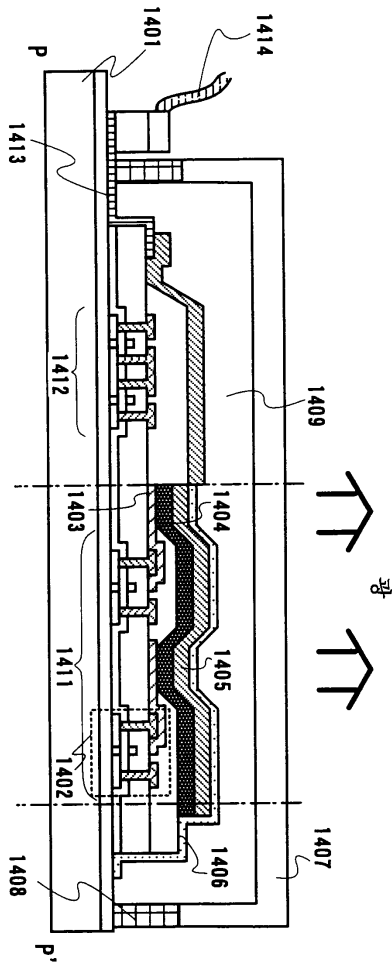
도면13a



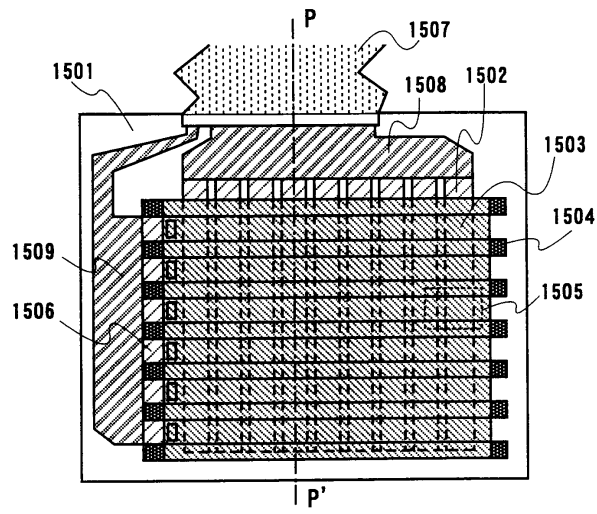
도면13b



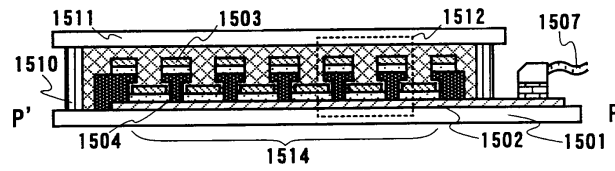
도면14



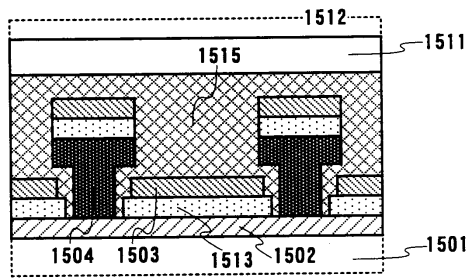
도면15a



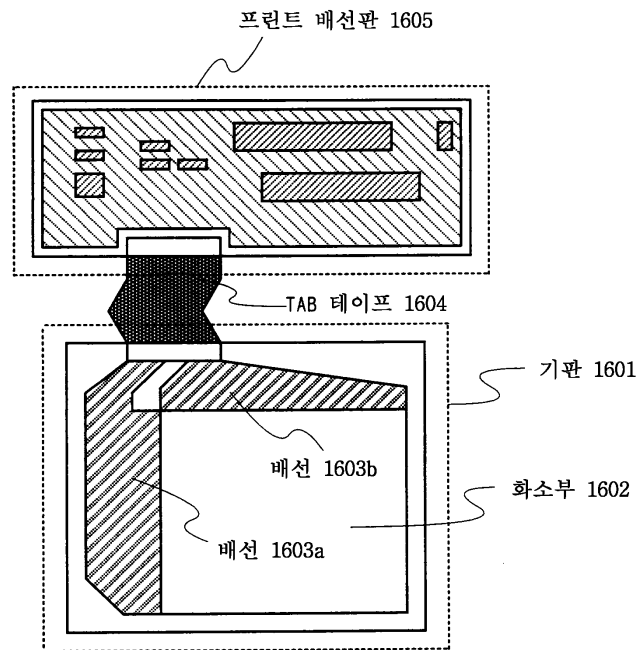
도면15b



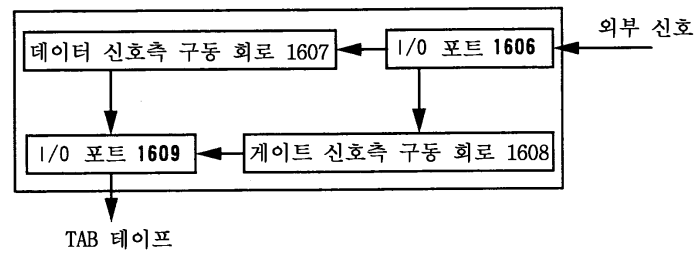
도면15c



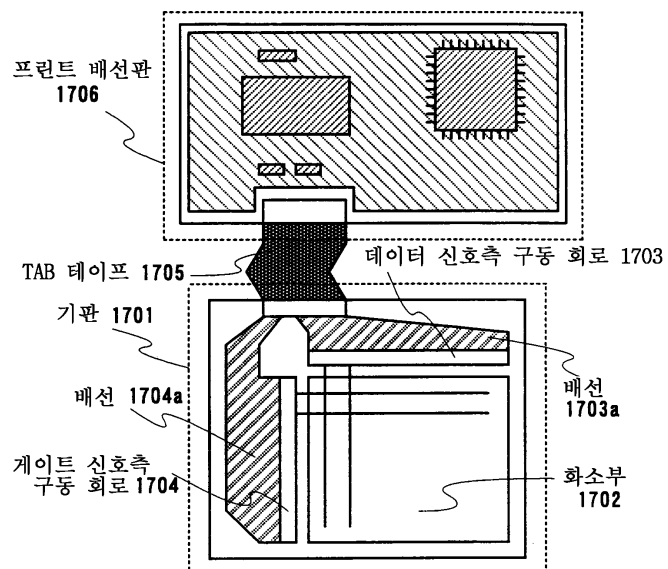
도면16a



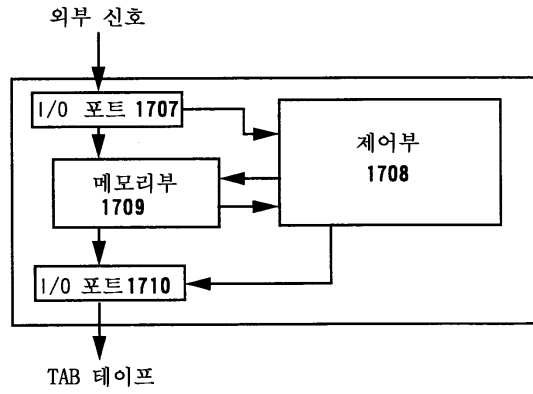
도면16b



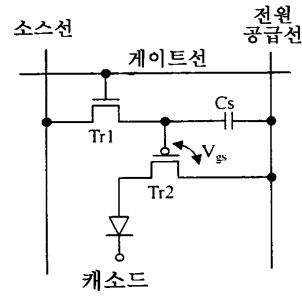
도면17a



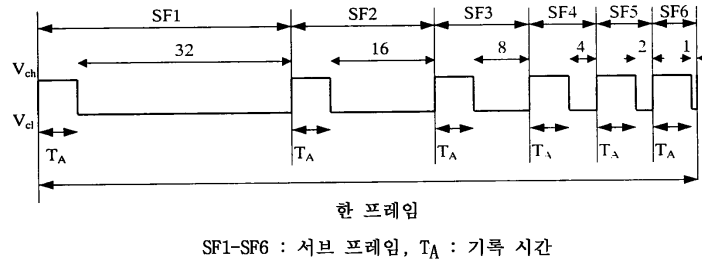
도면17b



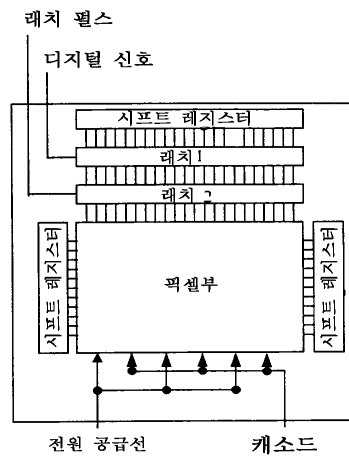
도면18a



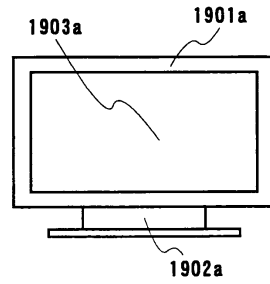
도면18b



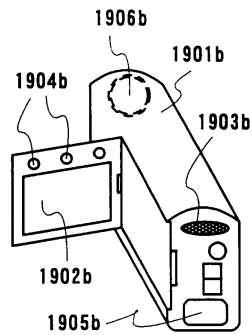
도면18c



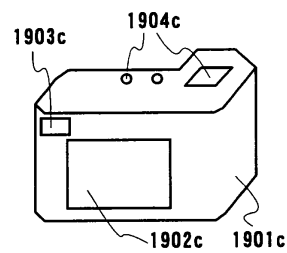
도면19a



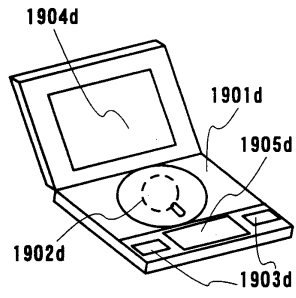
도면19b



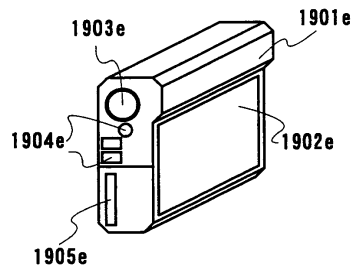
도면19c



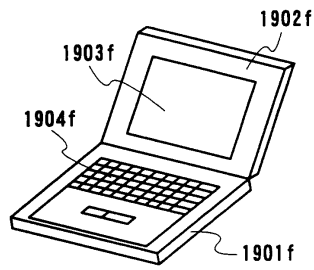
도면19d



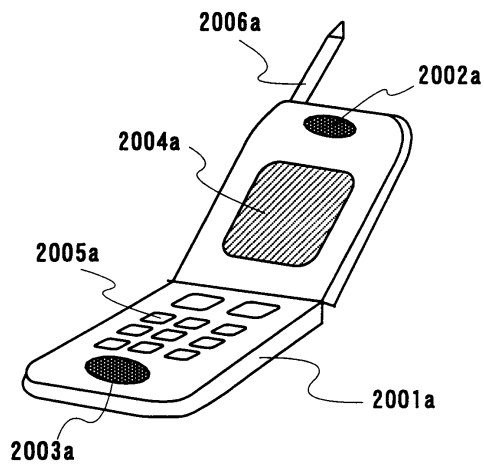
도면19e



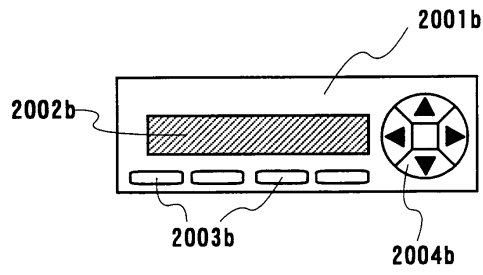
도면19f



도면20a



도면20b



도면21

