



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년09월10일
(11) 등록번호 10-0857729
(24) 등록일자 2008년09월03일

(51) Int. Cl.

H05B 33/14 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2002-0005846

(22) 출원일자 2002년02월01일

심사청구일자 2007년02월01일

(65) 공개번호 10-2002-0064217

(43) 공개일자 2002년08월07일

(30) 우선권주장

JP-P-2001-00025971 2001년02월01일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP08330073 A

JP10162955 A

전체 청구항 수 : 총 48 항

(73) 특허권자

가부시키키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼

일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398

(72) 발명자

세오사토시

일본국가나가와켄아쓰기시하세398가부시키키가이샤
한도오파이에네루기켄큐쇼내

야마자키슈운페이

일본국가나가와켄아쓰기시하세398가부시키키가이샤
한도오파이에네루기켄큐쇼내

(74) 대리인

이병호, 장훈

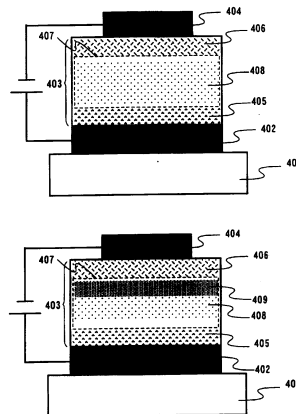
심사관 : 추장희

(54) 유기 발광 소자 및 그 소자를 사용하는 디스플레이 디바이스

(57) 요약

홀 수송 물질로 이루어진 홀 수송 영역, 전자 수송 물질로 이루어진 전자 수송 영역, 홀 수송 물질과 전자 수송 물질 모두 혼합되고 적색 칼라용 삼중항 발광 물질로 도핑된 혼합 영역(발광 영역)은 유기 화합물막에 제공되는 반면, 종래의 적층 구조로 존재하는 각각의 층들 사이의 인터페이스들이 제거되고, 홀 수송, 전자 수송, 발광의 각 기능들이 나타난다. 위에서 상술된 방법에 따라, 적색 칼라용 유기 발광 소자는 전력 소모가 낮고 그 수명이 길게 얻어진다. 따라서 디스플레이 디바이스와 전자 디바이스는 유기 발광 소자를 사용함으로써 제조된다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

애노드(anode)와;

캐소드(cathode)와;

상기 애노드와 상기 캐소드 사이에 제공된 유기 화합물막을 포함하는 유기 발광 소자에 있어서,

상기 유기 화합물막은 홀(hole) 수송 물질을 포함하는 홀 수송 영역 및 전자 수송 물질을 포함하는 전자 수송 영역을 포함하고;

상기 홀 수송 물질 및 상기 전자 수송 물질을 모두 포함하는 혼합 영역은 상기 홀 수송 영역과 상기 전자 수송 영역 사이에 제공되며;

상기 혼합 영역에는 삼중항 여기 상태(triplet excitation state)로부터 적색 칼라 발광을 나타내기 위한 물질이 추가되는, 유기 발광 소자.

청구항 2

애노드와;

캐소드와;

상기 애노드와 접촉하는 홀 주입 영역과;

상기 홀 주입 영역과 상기 캐소드 사이에 제공된 유기 화합물막을 포함하는 유기 발광 소자에 있어서,

상기 유기 화합물막은 홀 수송 물질을 포함하는 홀 수송 영역 및 전자 수송 물질을 포함하는 전자 수송 영역을 포함하고;

상기 홀 수송 물질 및 전자 수송 물질을 모두 포함하는 혼합 영역은 상기 홀 수송 영역과 상기 전자 수송 영역 사이에 제공되며;

상기 혼합 영역에는 삼중항 여기 상태로부터 적색 칼라 발광을 나타내기 위한 물질이 추가되는, 유기 발광 소자.

청구항 3

애노드와;

캐소드와;

상기 캐소드와 접촉하는 전자 주입 영역과;

상기 애노드와 상기 전자 주입 영역 사이에 제공된 유기 화합물막을 포함하는 유기 발광 소자에 있어서,

상기 유기 화합물막은 홀 수송 물질을 포함하는 홀 수송 영역 및 전자 수송 물질을 포함하는 전자 수송 영역을 포함하고;

상기 홀 수송 물질 및 상기 전자 수송 물질을 모두 포함하는 혼합 영역은 상기 홀 수송 영역과 상기 전자 수송 영역 사이에 제공되며;

상기 혼합 영역에는 삼중항 여기 상태로부터 적색 칼라 발광을 나타내기 위한 물질이 추가되는, 유기 발광 소자.

청구항 4

애노드와;

캐소드와;

상기 애노드와 접촉하는 홀 주입 영역;

상기 캐소드와 접촉하는 전자 주입 영역과;

상기 홀 주입 영역과 상기 전자 주입 영역 사이에 제공된 유기 화합물막을 포함하는 유기 발광 소자에 있어서,

상기 유기 화합물막은 홀 수송 물질을 포함하는 홀 수송 영역 및 전자 수송 물질을 포함하는 전자 수송 영역을 포함하고;

상기 홀 수송 물질 및 상기 전자 수송 물질을 모두 포함하는 혼합 영역은 상기 홀 수송 영역과 상기 전자 수송 영역 사이에 제공되며;

상기 혼합 영역에는 삼중항 여기 상태에서부터 적색 칼라 발광을 나타내기 위한 물질이 추가되는, 유기 발광 소자.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 혼합 영역의 일부에 삼중항 여기 상태에서부터 적색 칼라 발광을 나타내기 위한 물질이 추가되는, 유기 발광 소자.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 혼합 영역에는 상기 홀 수송 물질 및 상기 전자 수송 물질보다 최고 점유된 분자 궤도(highest occupied molecular orbital)와 최저 비점유된 분자 궤도(lowest unoccupied molecular orbital) 사이에 더 큰 에너지 차이를 갖는 차단 물질이(blocking material) 추가되는, 유기 발광 소자.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 혼합 영역의 일부에 상기 홀 수송 물질과 상기 전자 수송 물질보다 최고 점유된 분자 궤도와 최저 비점유된 분자 궤도 사이에 더 큰 에너지 차이를 갖는 차단 물질이 추가되는, 유기 발광 소자.

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

제 5 항에 있어서,

상기 혼합 영역의 일부에 상기 홀 수송 물질과 상기 전자 수송 물질보다 최고 점유된 분자 궤도와 최저 비점유된 분자 궤도 사이에 더 큰 에너지 차이를 갖는 차단 물질이 부가되고;

삼중항 여기 상태에서부터 적색 칼라 발광을 나타내기 위한 물질이 부가된 영역은 차단 물질이 부가된 영역보다 애노드 측에 더 가까운, 유기 발광 소자.

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 애노드에서 상기 캐소드 쪽의 방향으로, 상기 혼합 영역 내의 상기 홀 수송 물질의 농도가 감소되고, 상기 혼합 영역 내의 상기 전자 수송 물질의 농도는 증가되는, 유기 발광 소자.

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 혼합 영역은 10 nm 내지 100 nm 범위의 두께를 갖는, 유기 발광 소자.

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삼중항 여기 상태에서부터 적색 칼라 발광을 나타내기 위한 유기 발광 소자로서,

애노드와;

캐소드와;

상기 애노드와 접촉하는 홀 주입 영역과;

상기 홀 주입 영역과 상기 캐소드 사이에 제공된 유기 화합물막을 포함하는 상기 발광 소자에 있어서,

상기 홀 주입 영역에 포함된 물질과 상기 유기 화합물막에 포함된 물질을 포함하는 혼합 영역은 상기 홀 주입 영역과 상기 유기 화합물막 사이에 형성되는, 유기 발광 소자.

청구항 30

애노드와;

캐소드와;

홀 수송 물질을 포함하는 홀 수송 영역과;

삼중항 여기 상태에서부터 적색 칼라 발광을 나타내기 위한 물질과 그 물질에 대한 호스트를 포함하는 발광 영역을 포함하는 유기 발광 소자에 있어서,

상기 홀 수송 물질과 상기 호스트 물질을 포함하는 혼합 영역은 상기 홀 수송 영역과 상기 발광 영역 사이에 형성되는, 유기 발광 소자.

청구항 31

애노드와;

캐소드와;

삼중항 여기 상태에서부터 적색 칼라 발광을 나타내기 위한 물질과 그 물질에 대한 호스트를 포함하는 발광 영역과;

상기 호스트 물질(host material)보다 최고 점유된 분자 궤도와 최저 비점유된 분자 궤도 사이에 더 큰 에너지 차를 갖는 차단 물질을 포함하는 차단 영역을 포함하는 유기 발광 소자에 있어서,

상기 호스트 물질과 상기 차단 물질을 포함하는 혼합 영역은 상기 발광 영역과 상기 차단 영역 사이에 형성되는, 유기 발광 소자.

청구항 32

애노드와;

캐소드와;

삼중항 여기 상태에서부터 적색 칼라 발광을 나타내기 위한 물질과 그 물질에 대한 호스트를 포함하는 발광 영역과;

상기 호스트 물질보다 최고 점유된 분자 궤도와 최저 비점유된 분자 궤도 사이에 더 큰 에너지 차이를 갖는 차단 물질을 포함하는 차단 영역과;

홀 이동도(hole mobility)보다 더 높은 전자 이동도를 갖는 전자 수송 물질을 포함하는 전자 수송 영역을 포함하는 유기 발광 소자에 있어서,

상기 차단 물질과 상기 전자 수송 물질을 포함하는 혼합 영역은 상기 차단 영역과 상기 전자 수송 영역 사이에 형성되는, 유기 발광 소자.

청구항 33

삼중항 여기 상태에서부터 적색 칼라 발광을 나타내기 위한 유기 발광 소자로서,

애노드와;

캐소드와;

상기 캐소드와 접촉하는 전자 주입 영역과;

상기 전자 주입 영역과 상기 애노드 사이에 제공된 유기 화합물막을 포함하는 상기 유기 발광 소자에 있어서,

상기 전자 주입 영역에 포함된 물질과 상기 유기 화합물막에 포함된 물질을 포함하는 혼합 영역은 상기 전자 주입 영역과 상기 유기 화합물막 사이에 형성되는, 유기 발광 소자.

청구항 34

각각의 픽셀들에서 발광 소자들로서 적색 칼라 발광용 유기 발광 소자와, 녹색 칼라 발광용 유기 발광 소자, 및 청색 칼라 발광용 유기 발광 소자가 제공되는 풀칼라 디스플레이 디바이스(full color display device)에 있어서,

상기 적색 칼라 발광용 유기 발광 소자는 제 1 항 내지 제 4 항 및 제 29 항 내지 제 33 항 중 어느 한 항에 따른 상기 유기 발광 소자인, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

제 34 항에 있어서,

상기 녹색 칼라 발광용 유기 발광 소자와 상기 청색 칼라 발광용 유기 발광 소자중 적어도 하나는 단일항 여기 상태(singlet excitation state)로부터 발광을 나타내기 위한 유기 발광 소자인, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

제 34 항에 있어서,

상기 녹색 칼라 발광용 유기 발광 소자와 상기 청색 칼라 발광용 유기 발광 소자중 적어도 하나는 단일항 여기 상태로부터 발광을 나타내기 위한 유기 발광 소자이고;

상기 유기 발광 소자는, 애노드, 캐소드와, 상기 애노드와 상기 캐소드 사이에 제공된 유기 화합물막을 포함하고;

상기 유기 화합물막은 홀 수송 물질을 포함하는 홀 수송 영역과 전자 수송 물질을 포함하는 전자 수송 영역을 포함하며;

상기 홀 수송 물질과 상기 전자 수송 물질을 모두 포함하는 혼합 영역은 상기 홀 수송 영역과 상기 전자 수송 영역 사이에 제공되는, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

청구항 60

삭제

청구항 61

제 34 항에 있어서,

상기 녹색 칼라 발광용 유기 발광 소자와 상기 청색 칼라 발광용 유기 발광 소자중 적어도 하나는 단일항 여기 상태로부터 발광을 나타내기 위한 유기 발광 소자이고;

상기 유기 발광 소자는, 애노드, 캐소드, 상기 애노드와 접촉한 홀 주입 영역과, 상기 홀 주입 영역과 상기 캐소드 사이에 제공된 유기 화합물막을 포함하고;

상기 유기 화합물막은 홀 수송 물질을 포함하는 홀 수송 영역과 전자 수송 물질을 포함하는 전자 수송 영역을 포함하며,

상기 홀 수송 물질과 상기 전자 수송 물질을 모두 포함하는 혼합 영역은 상기 홀 수송 영역과 상기 전자 수송 영역 사이에 제공되는, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 62

삭제

청구항 63

삭제

청구항 64

삭제

청구항 65

삭제

청구항 66

삭제

청구항 67

삭제

청구항 68

삭제

청구항 69

삭제

청구항 70

제 34 항에 있어서,

상기 녹색 칼라 발광용 유기 발광 소자와 상기 청색 칼라 발광용 유기 발광 소자중 적어도 하나는 단일항 여기 상태에서부터 발광을 나타내기 위한 유기 발광 소자이고;

상기 유기 발광 소자는, 애노드, 캐소드, 상기 캐소드와 접촉한 전자 주입 영역과, 상기 애노드와 상기 전자 주입 영역 사이에 제공된 유기 화합물막을 포함하고;

상기 유기 화합물막은 홀 수송 물질을 포함하는 홀 수송 영역과 전자 수송 물질을 포함하는 전자 수송 영역을 포함하며;

상기 홀 수송 물질과 상기 전자 수송 물질을 모두 포함하는 혼합 영역은 상기 홀 수송 영역과 상기 전자 수송 영역 사이에 제공되는, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 71

삭제

청구항 72

삭제

청구항 73

삭제

청구항 74

삭제

청구항 75

삭제

청구항 76

삭제

청구항 77

삭제

청구항 78

삭제

청구항 79

제 34 항에 있어서,

상기 녹색 칼라 발광용 유기 발광 소자와 상기 청색 칼라 발광용 유기 발광 소자중 적어도 하나는 단일항 여기 상태에서부터 발광을 나타내기 위한 유기 발광 소자이고;

상기 유기 발광 소자는, 애노드, 캐소드, 상기 애노드와 접촉한 홀 주입 영역, 상기 캐소드와 접촉한 전자 주입 영역, 상기 홀 주입 영역과 상기 전자 주입 영역 사이에 제공된 유기 화합물막을 포함하고;

상기 유기 화합물막은 홀 수송 물질을 포함하는 홀 수송 영역과 전자 수송 물질을 포함하는 전자 수송 영역을 포함하며;

상기 홀 수송 물질과 상기 전자 수송 물질을 모두 포함하는 혼합 영역은 상기 홀 수송 영역과 상기 전자 수송 영역 사이에 제공되는, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 80

삭제

청구항 81

삭제

청구항 82

삭제

청구항 83

삭제

청구항 84

삭제

청구항 85

삭제

청구항 86

삭제

청구항 87

삭제

청구항 88

제 52 항에 있어서,

상기 애노드에서 상기 캐소드 쪽의 방향으로, 상기 혼합 영역 내에서 상기 홀 수송 물질의 농도가 감소하는 반면, 상기 혼합 영역 내에서 상기 전자 수송 물질의 농도는 증가하는, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 89

제 61 항에 있어서,

상기 애노드에서 상기 캐소드 쪽의 방향으로, 상기 혼합 영역 내에서 상기 홀 수송 물질의 농도가 감소하는 반면, 상기 혼합 영역 내에서 상기 전자 수송 물질의 농도는 증가하는, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 90

제 70 항에 있어서,

상기 애노드에서 상기 캐소드 쪽의 방향으로, 상기 혼합 영역 내에서 상기 홀 수송 물질의 농도가 감소하는 반면, 상기 혼합 영역 내에서 상기 전자 수송 물질의 농도는 증가하는, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 91

제 79 항에 있어서,

상기 애노드에서 상기 캐소드 쪽의 방향으로, 상기 혼합 영역 내에서 상기 홀 수송 물질의 농도가 감소하는 반면, 상기 혼합 영역 내에서 상기 전자 수송 물질의 농도는 증가하는, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 92

제 52 항에 있어서,

상기 혼합 영역은 10nm 내지 100nm 범위의 두께를 갖는, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 93

제 61 항에 있어서,

상기 혼합 영역은 10nm 내지 100nm 범위의 두께를 갖는, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 94

제 70 항에 있어서,

상기 혼합 영역은 10nm 내지 100nm 범위의 두께를 갖는, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 95

제 79 항에 있어서,

상기 혼합 영역은 10nm 내지 100nm 범위의 두께를 갖는, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 96

제 52 항에 있어서,

상기 혼합 영역에는 발광을 나타내기 위한 물질이 부가되는, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 97

제 61 항에 있어서,

상기 혼합 영역에는 발광을 나타내기 위한 물질이 부가되는, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 98

제 70 항에 있어서,

상기 혼합 영역에는 발광을 나타내기 위한 물질이 부가되는, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 99

제 79 항에 있어서,

상기 혼합 영역에는 발광을 나타내기 위한 물질이 부가되는, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 100

제 52 항에 있어서,

상기 혼합 영역의 일부에 발광을 나타내기 위한 물질이 부가되는, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 101

제 61 항에 있어서,

상기 혼합 영역의 일부에 발광을 나타내기 위한 물질이 부가되는, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 102

제 70 항에 있어서,

상기 혼합 영역의 일부에 발광을 나타내기 위한 물질이 부가되는, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 103

제 79 항에 있어서,

상기 혼합 영역의 일부에 발광을 나타내기 위한 물질이 부가되는, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 104

제 34 항에 있어서,

상기 녹색 칼라 발광용 유기 발광 소자와 상기 청색 칼라 발광용 유기 발광 소자중 적어도 하나는 단일항 여기 상태에서부터 발광을 나타내는 유기 발광 소자이고;

상기 유기 발광 소자는, 애노드, 캐소드, 상기 애노드에 접촉하는 홀 주입 영역과, 상기 홀 주입 영역과 상기 캐소드 사이에 제공된 유기 화합물막을 포함하며;

상기 홀 주입 영역에 포함된 물질과 상기 유기 화합물막에 포함된 물질을 포함하는 혼합 영역은 상기 홀 주입 영역과 상기 유기 화합물 막 사이에서 형성되는, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 105

삭제

청구항 106

삭제

청구항 107

삭제

청구항 108

삭제

청구항 109

삭제

청구항 110

삭제

청구항 111

삭제

청구항 112

삭제

청구항 113

제 34 항에 있어서,

상기 녹색 칼라 발광용 유기 발광 소자와 상기 청색 칼라 발광용 유기 발광 소자중 적어도 하나는 단일항 여기 상태에서부터 발광을 나타내는 유기 발광 소자이고;

상기 유기 발광 소자는, 애노드, 캐소드, 홀 수송 물질을 포함하는 홀 수송 영역과, 발광 영역을 포함하며;

상기 홀 수송 물질과 상기 발광 영역에 포함된 물질을 포함하는 혼합 영역은 상기 홀 수송 영역과 상기 발광 영역 사이에 형성되는, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 114

삭제

청구항 115

삭제

청구항 116

삭제

청구항 117

삭제

청구항 118

삭제

청구항 119

삭제

청구항 120

삭제

청구항 121

삭제

청구항 122

제 34 항에 있어서,

상기 녹색 칼라 발광용 유기 발광 소자와 상기 청색 칼라 발광용 유기 발광 소자중 적어도 하나는 단일항 여기 상태에서부터 발광을 나타내는 유기 발광 소자이고;

상기 유기 발광 소자는, 애노드, 캐소드, 발광 영역과, 전자 수송 물질을 포함하는 전자 수송 영역을 포함하며;

상기 전자 수송 물질과 상기 발광 영역에 포함된 물질을 포함하는 혼합 영역은 상기 전자 수송 영역과 상기 발광 영역 사이에 형성되는, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 123

삭제

청구항 124

삭제

청구항 125

삭제

청구항 126

삭제

청구항 127

삭제

청구항 128

삭제

청구항 129

삭제

청구항 130

삭제

청구항 131

제 34 항에 있어서,

상기 녹색 칼라 발광용 유기 발광 소자와 상기 청색 칼라 발광용 유기 발광 소자중 적어도 하나는 단일항 여기 상태에서부터 발광을 나타내는 유기 발광 소자이고;

상기 유기 발광 소자는, 애노드, 캐소드, 상기 캐소드에 접촉하는 전자 주입 영역과, 상기 전자 주입 영역과 상기 애노드 사이에 제공된 유기 화합물막을 포함하며;

상기 전자 주입 영역에 포함된 물질과 상기 유기 화합물막에 포함된 물질을 포함하는 혼합 영역은 상기 전자 주입 영역과 상기 유기 화합물 막 사이에 형성되는, 풀칼라 디스플레이 디바이스.

청구항 132

삭제

청구항 133

삭제

청구항 134

삭제

청구항 135

삭제

청구항 136

삭제

청구항 137

삭제

청구항 138

삭제

청구항 139

삭제

청구항 140

제 1 항, 제 2 항, 제 3 항, 제 4 항, 제 29 항, 제 30 항, 제 31 항, 제 32 항, 또는 제 33 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유기 발광 소자는, 비디오 카메라, 디지털 카메라, 모바일 컴퓨터, 개인용 컴퓨터, 셀룰러폰으로 구성되는 그룹중 하나에 통합되는, 유기 발광 소자.

청구항 141

삭제

청구항 142

삭제

청구항 143

삭제

청구항 144

삭제

청구항 145

삭제

청구항 146

삭제

청구항 147

삭제

청구항 148

삭제

청구항 149

제 1 항, 제 2 항, 제 3 항, 제 4 항, 제 29 항, 제 30 항, 제 31 항, 제 32 항, 또는 제 33 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 혼합 영역은 제 1 부분 및 제 2 부분을 가지고, 삼중항 여기 상태에서부터 적색 칼라 발광을 나타내기 위한 물질은 혼합 영역의 제 1 부분에 첨가되고 혼합 영역의 제 2 부분에는 첨가되지 않는, 유기 발광 소자.

청구항 150

제 149 항에 있어서,

상기 제 1 부분은 홀 수송 영역과 전자 수송 영역 중 적어도 하나로부터 떨어져 있는, 유기 발광 소자.

청구항 151

제 1 항, 제 2 항, 제 3 항, 제 4 항, 제 29 항, 제 30 항, 제 31 항, 제 32 항, 또는 제 33 항 중 어느 한 항에 있어서,

삼중항 여기 상태에서부터 적색 칼라 발광을 나타내기 위한 물질은 혼합 영역의 부분에만 첨가되는, 유기 발광 소자.

청구항 152

제 151 항에 있어서,

상기 혼합 영역 부분은 홀 수송 영역 및 전자 수송 영역 중 적어도 하나로부터 떨어져 있는, 유기 발광 소자.

청구항 153

제 1 항, 제 2 항, 제 3 항, 제 4 항, 제 29 항, 제 30 항, 제 31 항, 제 32 항, 또는 제 33 항 중 어느 한 항에 있어서,

삼중항 여기 상태에서부터 적색 칼라 발광을 나타내기 위한 물질은 이리듐 복합체(iridium complex)를 포함하는, 유기 발광 소자.

청구항 154

제 1 항, 제 2 항, 제 3 항, 제 4 항, 또는 제 32 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전자 수송 물질은 2-methyl-8-quinoline 유닛을 포함한 복합체를 포함하는, 유기 발광 소자.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <26> 본 발명은 애노드(anode), 캐소드(cathode), 및 전기장을 적용하여 빛의 방사가 얻어지는 유기 화합물을 포함하는 막(이후 유기 화합물막이라 칭하여지는데)을 갖는 유기 발광 소자, 및 그 유기 발광 소자를 사용하는 디스플레이 디바이스에 관한 것이다. 본 발명은 특히 각 적색, 녹색, 및 청색 칼라의 빛을 방사하는 유기 발광 소자를 픽셀(pixel)로 포함하는 디스플레이 디바이스에 관한 것으로, 여기서는 적색 칼라의 빛을 방사하는 소자의 방사 효율성이 높고, 또한 소자의 수명이 길다. 본 명세서의 디스플레이 디바이스는 발광 소자로 유기 발광 소자를 사용하는 이미지 디스플레이 디바이스를 나타냄을 주목한다. 또한, 유기 발광 소자가 커넥터에 부착된 모듈, 예를 들면 이방성 전도성막(FPC: flexible printed circuit), TAB(tape automated bonding) 테이프, 또는 TCP(tape carrier package), 프린트 배선 보드가 TAB 테이프 또는 TCP의 끝 부분에 제공된 모듈, 및 유기 발광 소자가 COG(chip on glass) 방법에 의해 IC(integrated circuit)에 직접 설치된 모듈은 모두 디스플레이 디바이스에 포함된다.
- <27> 유기 발광 소자는 전기장을 적용함으로써 빛을 방사하는 소자이다. 발광 메커니즘은 다음과 같이 설명된다. 전압은 유기 화합물막을 샌드위치형으로 배치한 전극에 인가되고, 그에 의해 캐소드로부터 주입된 전자와 애노드로부터 주입된 홀(hole)은 유기 화합물막에서 재결합되어 분자를 여기 상태(excitation state; 분자 여기자)로 형성하게 된다. 이어서, 분자 여기자는 기저 상태로 복귀할 때 에너지를 방출하여 빛을 방사한다.
- <28> 이러한 유기 발광 소자에서는 일반적으로 유기 화합물막이 1 μm 이하의 두께인 박막으로 형성된다. 또한, 유기 발광 소자는 유기 화합물막 자체가 빛을 방사하는 자체 발광 소자이므로, 종래의 액정 디스플레이에서 사용되는 백라이트(backlight)를 필요로 하지 않는다. 그러므로, 유기 발광 소자는 매우 얇고 가볍게 만들어질 수 있다는 점에서 유리하다.
- <29> 또한, 예를 들어, 대략 100 내지 200 nm의 두께를 갖는 유기 화합물막에서, 캐리어(carrier) 주입에서 캐리어 재결합까지의 시간은 유기 화합물막의 캐리어 이동성(carrier mobility)을 고려하여 대략 수십 nsec이다. 캐리어 재결합에서 발광까지의 처리를 고려하더라도, 발광 처리는 μsec 내에 이르게 된다. 그러므로, 응답 속도가 매우 높아지는 것이 장점 중 하나이다.
- <30> 더욱이, 유기 발광 소자는 캐리어 주입형 발광 소자이다. 그래서, 직접 전압의 구동이 가능하고, 잡음이 거의 발생되지 않는다. 구동 전압에 대해, 다음과 같은 보고가 있다: 먼저, 유기 화합물막은 대략 100 nm의 두께로 매우 얇고 균일하게 형성된다; 또한, 유기 화합물막에 대해 작은 캐리어 주입 장벽을 만드는 전극 물질이 선택된다; 부가하여, 헤테로(hetero) 구조(여기서는 2층 구조)가 도입된다; 그래서, 100 cd/m^2 의 충분한 밝기가 5.5V에서 실현된다.(참고 1: C.W. Tang 및 S.A. VanSlyke, "유기 전계발광 다이오드(Organic electroluminescent diodes)", Applied Physics Letters, vol.51, No.12,913-915 (1987))
- <31> 두께와 밝기, 고속 응답, 및 직접 저전압 구동과 같은 상기의 소자 특성 이외에, 큰 이점 중 하나는 유기 발광 소자가 매우 다양한 방사 칼라를 갖는다는 점이다. 이러한 이점에 대한 요인은 다양한 유기 화합물 자체이다. 즉, 다양한 방사 칼라에 대한 물질이 분자 설계 (예를 들면, 다양한 치환의 도입)에 의해 전개될 수 있다는 융통성으로 칼라가 풍부해진다.
- <32> 칼라의 풍부성을 사용하는 유기 발광 소자가 가장 많이 적용되는 분야는 풀칼라 평면 패널 디스플레이(full-color flat panel display)라 말할 수 있다. 그 이유는 적색, 녹색, 및 청색의 3가지 주요 칼라의 빛을 방사할 수 있는 많은 수의 유기 물질이 있으므로 유기 물질을 패턴화하여 풀칼라가 쉽게 얻어질 수 있기 때문이다. 상기에 설명된 바와 같은 두께와 밝기, 고속 응답, 및 직접 저전압 구동과 같은 소자 특성은 평면 패널 디스플레이에 적절한 특성으로 간주될 수 있다.
- <33> 한편, 백색 칼라는 적색, 녹색, 및 청색의 모든 칼라의 빛을 방사함으로써 얻어질 수 있다. 3가지 주요 칼라의 빛의 균형은 백색 칼라의 빛을 방사할 때 고려될 필요가 있다. 그래서, 각 칼라에 대해 요구되는 최소 효율성

(여기서는 전력 효율성, 단위는 lm/W)이 도시된다(참고 2: Yoshiharu Sato, "Applied Physics Society Organic Molecules - Bio-electronics Section", Vol.11, No.1, P.88 (2000)).

- <34> 참고 2에 따라, 녹색 칼라 및 청색 칼라에 대해서는 요구되는 값을 넘지만 적색 칼라에 대한 값은 요구되는 값에서 훨씬 부족하다는 보고가 많이 있다. 그러므로, 적색 칼라의 방사 효율성 개선이 풀칼라 평면 패널 디스플레이의 개발에 대한 주요점이다. 이어서, 방사 효율성의 개선은 전력 소모의 감소를 가능하게 한다.
- <35> 적색 칼라의 발광 물질로 뿐만 아니라 일반적인 유기 발광 소자로도 형광 물질이 사용되는 것이 저방사 효율성의 요인 중 하나로 주어진다. 유기 발광 소자에서는 분자 여기자가 기저 상태로 복귀될 때 발광이 일어난다. 발광으로는 단일항 여기 상태(singlet excitation state; S*)(형광(fluorescence))로부터의 발광 및 삼중항 여기 상태(triplet excitation state; T*)(인광(phosphorescence))로부터의 발광이 가능하다. 형광 물질이 사용되는 경우에는 S*(형광)으로부터의 발광만이 기여하게 된다.
- <36> 그러나, 유기 발광 소자에서는 S* 대 T*의 통계적인 발생 비율이 S* : T* = 1 : 3인 것으로 생각된다(참고 3: Tetsuo Tsutsui, "Applied Physics Society Organic Molecules - Bio-electronics Section - Text of the Third Lecture Meeting", P.31 (1993)). 그러므로, 형광 물질을 사용하는 유기 발광 소자에서 내부 양자 효율성의 이론적 제한치(주입된 캐리어에 대해 발생된 광자의 비율)는 S* : T* = 1 : 3을 근거로 25%인 것으로 설정된다. 다른 말로 하면, 형광 물질을 사용하는 유기 발광 소자의 경우, 주입된 캐리어 중 적어도 75%는 낭비된다.
- <37> 반대로, T*로부터의 발광, 즉 인광이 사용될 수 있으면, 방사 효율성은 개선되는 것으로 생각된다(간단히, 3 내지 4배). 그러나, 일반적인 유기 화합물에서는 T*(인광)로부터의 발광이 실온에서 관찰되지 않고, S*(형광)로부터의 발광만이 일반적으로 관찰된다. 그 이유는 유기 화합물의 바닥 상태가 일반적으로 단일 기저 상태(S₀)이므로, T* → S₀ 전이가 금지 전이이고 S* → S₀ 전이가 허용 전이이기 때문이다.
- <38> 그러나, T*로부터 기저 상태로 복귀될 때 방출되는 에너지(이후 "삼중항 여기 에너지"라 칭하여지는)를 발광으로 변환할 수 있는 유기 발광 소자에 대한 공개(presentation)가 최근에 계속 주어졌고, 발광 효율성의 상승에 관심을 두고 있다(참고 4: D.F. O'Brien, M.A. Baldo, M.E. Thompson, 및 S.R. Forrest, "전계 인광 디바이스에서 개선된 에너지 전송(Improved energy transfer in electrophosphorescent devices)", Applied Physics Letters, vol.74, No.3, 442-444 (1999)), (참고 5: Tetsuo Tsutsui, Moon-jae Yang, Masayuki Yabuchi, Kenji Nakamura, Teruichi Watanabe, Taishi Tsuji, Yoshinori Fukuda, Takeo Wakimoto, 및 Satoshi Miyaguchi, "삼중항 방사 센터로 이리듐 복합체를 갖춘 유기 발광 디바이스에서의 높은 양자화 효율성(High Quantum Efficiency in Organic Light-Emitting Devices with Iridium-Complex as a Triplet Emissive Center)", Japanese Journal of Applied Physics, Vol.38, L1502-L1504 (1999)).
- <39> 참고 4 및 참고 5에서는 각각 중심 금속으로 백금을 갖는 금속 복합체(이후 "백금 복합체"라 칭하여지는) 및 중심 금속으로 이리듐을 갖는 금속 복합체(이후 "이리듐 복합체"라 칭하여지는)가 각각 발광 물질로 사용된다. 이들 금속 복합체는 제3 전이 시리즈 소자가 중심 금속으로 도입되는 특성을 갖는 것으로 말할 수 있다. 두 복합체는 모두 실온에서 삼중항 여기를 발광으로 변환시킬 수 있는 물질(이후 "삼중항 발광 물질"이라 칭하여지는)이다.
- <40> 참고 4 및 참고 5에 도시된 바와 같이, 삼중항 여기 에너지를 발광으로 변환할 수 있는 유기 발광 소자는 종래 기술과 비교해 더 높은 내부 양자 효율성을 얻을 수 있다. 이때, 내부 양자 효율성이 더 높아지면 높아질수록, 방사 효율성(lm/W)은 개선된다. 그러므로, 적색 칼라의 발광 소자가 삼중항 여기 에너지를 발광으로 변환할 수 있는 유기 발광 소자(이후 "삼중항 발광 소자"라 칭하여지는)를 사용하여 제작되면, 적색 발광 소자의 방사 효율성이 개선될 수 있다.
- <41> 상기로부터, 단일항 여기 상태에서 발광을 제공하는 유기 발광 소자(이후 "단일항 발광 소자"라 칭하여지는)는 녹색 칼라 및 청색 칼라에 사용되고, 삼중항 발광 소자는 적색 칼라에 적용되어, 그에 의해 3가지 주요 칼라의 빛의 균형이 고려되는 충분히 높은 밝기와 저전력 소모를 갖는 풀칼라 평면 패널 디스플레이가 제작될 것으로 기대된다.
- <42> 그러나, 참고 5의 보고에 따라, 초기 밝기가 500 cd/m²로 설정될 때 일정한 전류 구동의 밝기의 절반 수명은 대략 170 시간이므로, 삼중항 발광 소자는 수명에 문제점이 있다. 한편, 단일항 발광 소자의 경우에는 초기 밝기가 500 cd/m²로 설정될 때 일정한 전류 구동의 밝기의 절반 수명이 수천 시간 내지 수만 시간이다. 그래서, 소

자 수명에 대해서는 단일항 발광 소자가 실질적인 것으로 말할 수 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <43> 그러므로, 종래 기술에서는 단일항 발광 소자가 녹색 칼라 및 청색 칼라에 사용되고 삼중항 발광 소자가 적색 칼라에 적용되어 풀칼라 평면 패널 디스플레이를 제작할 때, 녹색 또는 청색 칼라의 픽셀과 적색 칼라의 픽셀 사이에는 시간에 따른 밝기 변화가 매우 다르다.
- <44> 즉, 이는 3가지 주요 칼라의 빛이 시간 경과에 따라 (수백 시간 이후) 많이 손실되고, 이에 따라, 적색 칼라 발광의 전력 소모가 증가됨을 나타낸다. 그러므로, 매우 중요한 기술적 목적은 삼중항 발광 소자의 수명, 특히 적색 칼라에 대한 삼중항 발광 소자의 수명을 연장하는 것이라 말할 수 있다.

발명의 구성 및 작용

- <45> 본 발명은 상기를 고려하여 이루어졌으므로, 본 발명의 목적은 적색 칼라에 대한 삼중항 발광 소자의 밝기 감소를 억제하고, 소자의 수명을 연장하는 것이고, 본 발명의 또 다른 목적은 높은 발광 효율성 및 더 긴 수명을 갖는 적색 칼라에 대한 유기 발광 소자를 제공하는 것이다.
- <46> 또한, 본 발명의 또 다른 목적은 적색 칼라에 대해 삼중항 발광 소자를 사용하고 녹색 칼라 및 청색 칼라에 대해 단일항 발광 소자를 사용함으로써, 3가지 주요 칼라의 빛의 균형이 보다 바람직하고, 그 외에 전력 소모가 더 낮고, 시간에 따라 칼라 사이의 변동 변화량이 종래 기술 보다 더 작은 디스플레이 디바이스를 제공하는 것이다. 더욱이, 본 발명의 또 다른 목적은 그 디스플레이 디바이스를 사용함으로써 종래 기술 보다 더 낮은 전력 소모를 갖고 시간이 경과되어도 디스플레이 부분이 결코 페이드(fade)되지 않는 명확한 디스플레이를 나타내는 전기 디바이스를 제공하는 것이다.
- <47> 단일항 발광 소자와 삼중항 발광 소자 사이의 차이에 관계없이, 유기 발광 소자는 일반적으로 참고 1에 도시된 바와 같이 적층 구조(헤테로(hetero) 구조)가 형성되는 특성을 갖는다. 참고 1에서는 예를 들어, 방향성 디아민(aromatic diamine)으로 구성된 홀 수송층과 Alq_3 ((8-quinolinolate)-aluminum)으로 구성된 전자 수송 발광층이 적층된 단일 헤테로 구조가 유기 화합물막에 적용되고, 그에 의해 캐리어 재결합 효율성이 빠르게 증진된다. 이는 다음과 같이 설명된다.
- <48> 예를 들어, 유기 발광 소자가 Alq_3 단일층만을 포함하는 경우, Alq_3 이 전자 수송 특성을 가지므로 캐소드로부터 주입되는 전자들 대부분은 홀과 재결합하지 않고 애노드에 이른다. 그래서, 방사 효율성이 매우 낮다. 즉, 단일층을 갖는 유기 발광 소자가 효율적으로 빛을 방사하게 만들기 위해(또는 낮은 전압으로 구동하도록) 안정된 균형을 유지하면서 전자 및 홀 모두를 수송할 수 있는 물질(이후 "쌍극 물질(bipolar material)"이라 칭하여지는)을 사용할 필요가 있다. Alq_3 은 그 요구조건을 만족시키지 못한다.
- <49> 그러나, 참고 1에 도시된 단일 헤테로 구조가 적용될 때, 캐소드로부터 주입된 전자는 홀 수송층과 전자 수송 발광층의 인터페이스에서 차단되어(blocked) 전자 수송 발광층에서 실링된다(sealed). 그러므로, 전자 수송 발광층에서 효율적으로 캐리어 재결합이 실행되어 효율적으로 발광된다. 즉, 헤테로 구조의 도입으로 인한 캐리어의 차단 기능이 기술의 핵심이다.
- <50> 또한, 참고 1의 유기 발광 소자에서는 기능 분리가 실현된다. 즉, 홀 수송층은 홀의 수송을 실행하고 전자 수송 발광층은 전자의 수송과 발광을 실행한다. 이러한 기능 분리의 이점은 한 종류의 유기 물질이 기능 분리를 실현함으로써 다양한 기능(발광 특징, 캐리어 수송 특징, 전극으로부터의 캐리어 주입 특징 등)을 동시에 가질 필요가 없어, 분자 설계 등이 큰 자유도를 가질 수 있다(예를 들어, 쌍극 물질을 강제로 찾을 필요가 없다). 즉, 만족스러운 발광 특징을 갖는 물질, 뛰어난 캐리어 수송 특징을 갖는 물질 등이 서로 결합되고, 그에 의해 높은 방사 효율성이 쉽게 달성될 수 있다.
- <51> 그러나, 상술된 적층 구조는 다른 재료(substance)의 접합(junction)이다. 그래서, 각 층 사이에 인터페이스(이후 "유기 인터페이스"라 칭하여지는)가 발생된다. 유기 발광 소자 수명에 대한 영향은 유기 인터페이스의 형성으로부터 유도되는 문제점으로 생각된다. 즉, 캐리어 이동은 유기 인터페이스에서 방해되고(disturbed), 전하의 축적으로 인해 밝기가 저하된다.
- <52> 비록 이러한 하락 메커니즘에 대해 명확한 이론이 설립되지 않았지만, 밝기의 감소는 애노드와 홀 수송층 사이에 홀 주입층을 삽입하고, 부가하여 dc 구동 대신에 직사각형파의 ac 구동을 실행함으로써 억제될 수 있다(참고

5: S.A. VanSlyke, C.H. Chen, 및 C.W. Tang, "개선된 안정성을 갖는 유기 전계발광 디바이스(Organic electroluminescent devices with improved stability)", Applied Physics Letters, Vol.69, No.15, 2160-2162 (1996)). 이는 홀 주입층을 부가하고 ac 구동을 사용하여 전하 축적을 제거함에 따라 밝기의 감소가 억제될 수 있는 실험적인 증거인 것으로 말할 수 있다.

<53> 여기서, 참고 4에 도시된 적색 칼라에 대한 삼중항 발광 소자의 소자 구조는 도 1에 도시된다. 도 1에서는 α -NPD(4,4'-bis[N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino]-biphenyl)가 홀 수송층으로 사용된다. CBP(4,4'-dicarbazole-biphenyl)이 발광층의 호스트 물질(host material)로 사용된다. PtOEP(2,3,7,8,12,13,17,18-octaethyl-21H, 23H-porphyrin-platinum)는 삼중항 발광 물질로 사용되고, BCP(basocuproin)는 차단층으로 사용되고, Alq₃은 전자 수송층으로 사용되고, 또한 Mg:Ag 합금은 캐소드로 사용된다.

<54> 삼중항 발광 소자는 일반적으로 발광 물질에 적절한 호스트 물질(도 1에서는 CBP) 및 분자 여기의 확산을 방지하는 차단 물질(도 1에서는 BCP)을 필요로 하므로, 도 1에 도시된 바와 같은 다중층 구조를 취한다. 그래서, 많은 수의 유기 인터페이스가 발생된다. 그러므로, 이는 삼중항 발광 소자가 짧은 수명을 갖는 요인으로 생각된다.

<55> 상기 문제점을 극복하기 위해서는 캐리어 이동이 유기 인터페이스에서 방해되는 원인을 생각하고 이를 개선하는 것이 중요하다. 이어서, 본 발명자는 이후 설명된 두 메커니즘을 유기 인터페이스의 형성으로 인해 캐리어 이동이 방해되는 모델로 먼저 생각한다.

<56> 먼저, 메커니즘 중 하나로, 유기 인터페이스의 형태로부터 유도된 메커니즘이 주어질 수 있다. 유기 발광 소자의 유기 화합물막은 일반적으로 비결정질 상태의 막이고, 주로 쌍극 상호작용(dipole interaction)으로 구성된 분자들 사이의 힘으로 서로 유기 화합물의 분자들을 밀착시켜 형성된다. 그러나, 분자의 집합을 사용하여 헤테로 구조가 형성되면, 분자 사이에서 크기 및 형상의 차이는 헤테로 구조의 인터페이스(즉, 유기 인터페이스)에 많은 영향을 줄 가능성이 있다.

<57> 특히, 분자들의 크기가 서로 많이 다른 물질을 사용하여 헤테로 구조를 형성하는 경우, 유기 인터페이스에서 접합의 균일성이 악화되는 것으로 생각된다. 그 개념도는 도 2에 도시된다. 도 2에서는 작은 분자(201)로 구성된 제1 층(211) 및 큰 분자(202)로 구성된 제2 층(212)이 적층된다. 이 경우에는 형성된 유기 인터페이스(213)에서 열악한 균일성을 갖는 영역(214)이 발생된다.

<58> 도 2에 도시된 열악한 균일성의 영역(214)은 캐리어 이동을 방해하는 장벽(또는 에너지 장벽)이 되므로, 영역(214)은 구동 전압을 더 감소시키는데 장애물이 되는 것으로 제안된다. 또한, 에너지 장벽을 넘을 수 없는 캐리어는 전하로 축적되어 상술된 바와 같이 밝기를 감소시킬 가능성이 있다.

<59> 또 다른 메커니즘으로, 적층 구조를 형성하는(즉, 유기 인터페이스를 형성하는) 처리 과정으로부터 유도된 메커니즘이 주어질 수 있다. 적층 구조의 유기 발광 소자는 일반적으로 캐리어 차단 및 기능 분리의 관점에서 각 층들의 형성시 일어나는 오염을 방지하기 위해 도 3에 도시된 다중챔버형(인-라인형(in-line type)) 증착 장치를 사용하여 제작된다.

<60> 도 3은 홀 수송층, 발광층, 전자 수송층의 3층 구조(이중 헤테로 구조)를 형성하기 위한 증착 장치의 개념도이다. 먼저, 애노드를 갖는 기판(ITO(indium-tin oxide)이 로딩 챔버로 수송되고, 자외선 조사 챔버에서 진공 대기 중 자외선이 조사되고, 그에 의해 애노드의 표면이 청소된다. 특히, 애노드가 ITO와 같은 산화물인 경우에는 전처리 챔버에서 산화 처리가 실행된다. 또한, 적층 구조의 각 층들을 형성하기 위해, 증착 챔버(301)에서는 홀 수송층이 형성되고, 증착 챔버(302 내지 304)에서는 발광층이 형성되고(도 3에서는 적색, 녹색, 및 청색의 3가지 칼라), 증착 챔버(305)에서 전자 수송층이 형성되고, 증착 챔버(306)에서 증착에 의해 캐소드가 형성된다. 마지막으로, 실링 챔버에서는 실링이 실행되고, 이어서 기판은 언로딩 챔버로부터 수송된다. 이와 같이, 유기 발광 소자가 얻어진다.

<61> 이러한 인-라인형 증착 디바이스의 특징은 각 층들이 다른 증착 챔버(301 내지 305)에서 증착에 의해 형성된다는 점이다. 즉, 디바이스는 각 층들의 물질이 서로 거의 혼합되지 않는 구조를 갖는다.

<62> 한편, 비록 증착 디바이스의 내부가 일반적으로 대략 10^{-4} 내지 10^{-5} pascal로 감압되더라도, 매우 작은 양의 기체 구성성분(산소, 습기 등)이 존재한다. 그래서, 상술된 바와 같은 진공 정도의 경우, 매우 작은 양의 기체 성분이라도 수초 내에서도 대략 단일층의 흡수층을 쉽게 형성하게 된다.

<63> 도 3의 디바이스를 사용하여 적층 구조를 갖는 유기 발광 소자를 제작하는 경우에는 각 층들의 형성 사이에 큰

간격이 발생된다는 문제점이 있다. 즉, 매우 작은 양의 기체 성분으로 구성된 흡수층(이후 "불순물층"이라 칭하여지는)이 각 층들의 형성 사이의 간격에, 특히 제2 전송 챔버를 통해 기판을 전송할 때 형성될 우려가 있다.

<64> 각 층들 사이에(즉, 유기 인터페이스 상에) 형성된 불순물층은 유기 발광 소자의 완성 이후에 캐리어 이동을 간섭하도록 캐리어를 붙잡아 놓는(trap) 불순물 영역이 된다. 그래서, 불순물층은 또한 구동 전압이 상승되게 한다. 또한, 캐리어를 붙잡아 놓는 불순물 영역이 존재할 때, 그 영역에는 전하가 축적된다. 그래서, 상술된 바와 같이 밝기가 감소될 가능성이 있다.

<65> 상술된 메커니즘을 고려하여, 종래의 적층 구조 소자는 유기 인터페이스에 대한 문제점(불순물층의 형성과 유기 인터페이스의 형태 악화)을 극복하기 위해 소자 구조 및 제작 처리에 대해 모두 새로운 것으로 대체될 것이 요구된다.

<66> 부가하여, 삼중항 발광 소자의 경우에는 적층 구조 소자의 경우와 같이 기능 분리가 실현되어야 하는 제한이 있다. 그 이유는 삼중항 발광 물질이 열악한 캐리어 수송 특징을 가져 도펀트(dopant)로 사용되어야 하므로 적절한 호스트 물질에 도핑(doping)이 행해지는 발광 영역이 제공될 필요가 있기 때문이다. 또한, 삼중항 분자 여기자의 확산 길이는 단일 분자 여기자 보다 더 길어서, 분자 여기자의 확산을 방지하는 차단 물질이 또한 요구된다. 즉, 유기 인터페이스가 제거되더라도, 삼중항 발광 소자는 유기 화합물막의 기능 분리 없이 효율적으로 발광에 이르지 못한다.

<67> 상기 내용을 고려하여, 본 발명자는 유기 인터페이스가 제거되고 유기 화합물막에서 기능 분리가 실현된 삼중항 발광 소자를 실현하는 기술을 고안하였다. 그 개념도는 도 4a 및 도 4b와 도 5에 도시된다.

<68> 도 4a에서, 유기 화합물막(403)에는 홀 수송 물질로 구성된 홀 수송 영역(405), 전자 수송 물질로 구성된 전자 수송 영역(406), 및 홀 수송 물질과 전자 수송 물질이 혼합된 혼합 영역(407)이 제공된다. 또한, 혼합 영역(407)에서는 삼중항 발광 물질(408)이 도핑된다. 여기서는 비록 애노드(402)가 기판(401)상에 제공되지만, 캐소드(404)가 기판에 제공되는 역구조가 취해질 수 있다.

<69> 이러한 소자를 형성하는 경우, 홀 수송 물질은 애노드 측에서 홀을 수신하여 수송할 수 있고, 전자 수송 물질은 캐소드 측에서 전자를 수신하여 수송할 수 있다. 또한, 혼합 영역(407)이 쌍극 특성을 가지므로, 홀과 전자가 모두 혼합 영역(407)에서 이동될 수 있다. 그래서, 혼합 영역(407)에서의 캐리어 재결합이 발광을 일으킨다. 그러나, 이 경우에는 삼중항 분자 여기자의 확산이 방지된다는 관점에서 삼중항 발광 물질의 최고 점유 분자 궤도(highest occupied molecular orbital, HOMO) 및 최저 비점유 분자 궤도(lowest unoccupied molecular orbital, LUMO) 사이의 에너지 차이(이후 "여기 에너지 레벨"이라 칭하여지는)가 홀 수송 물질 및 전자 수송 물질과 비교해 작은 것이 바람직하다.

<70> 또한, 도 4a에 도시된 소자에서는 각 기능이 표현될 수 있는 영역이 유기 화합물막(403)에 존재한다. 기능의 표현이 실현되고, 그 외에 종래 적층 구조에서 보았던 유기 인터페이스가 존재하지 않는다. 그러므로, 상술된 유기 인터페이스로부터 유도되는 문제점(불순물층의 형성 및 유기 인터페이스의 형태 악화)이 해결될 수 있다.

<71> 먼저, 유기 인터페이스의 형태 악화에 대한 해결법이 도 6을 참고로 설명된다. 도 6은 작은 분자(601)로 구성된 영역(611), 큰 분자(602)로 구성된 영역(612), 및 작은 분자(601)와 큰 분자(602) 모두를 포함하는 혼합 영역(613)을 포함한 본 발명에서 설명되는 유기 발광 소자를 도시한다. 도 6으로부터 명백해지는 바와 같이, 도 2에 존재하는 유기 인터페이스(213)는 존재하지 않고, 열악한 균일성을 갖는 영역(214)도 존재하지 않는다.

<72> 또한, 불순물층의 형성에 대한 해결법은 간단하고 명확하다. 도 4a 및 도 4b의 유기 발광 소자를 형성하는 경우에는 다음과 같이 처리를 실행하는 것이 바람직하다. 홀 수송 물질은 애노드에서 증착되고, 전자 수송 물질은 혼합 영역을 형성하도록 공동 증착의 형태로 중간에 증착되기 시작하고, 혼합 영역의 형성 이후에는 홀 수송 물질의 증착이 중단되고, 이어서 전자 수송 물질이 증착된다. 그러므로, 증착 디바이스를 사용하여 유기 발광 소자가 제작될 때 발생하는 도 2에 도시된 간격이 존재하지 않는다. 즉, 불순물층을 형성하는 시간이 존재하지 않는다.

<73> 상술된 바와 같이, 본 발명의 삼중항 발광 소자에서는 유기 인터페이스가 형성되지 않으므로 캐리어 이동이 매끄럽다. 그래서, 소자 수명에 악영향을 주지 않는다. 또한, 기능 분리는 적층 구조에서와 같이 실현되어 방사 효율성에도 문제가 없다.

<74> 도 4a에서, 홀 주입 특징을 증진시키기 위한 물질(이후 "홀 주입 물질"이라 칭하여지는)로 구성된 홀 주입 영역은 애노드와 유기 화합물막 사이에 삽입될 수 있음을 주목한다. 또한, 전자 주입 특징을 증진시키기 위한 물질

(이후 "전자 주입 물질"이라 칭하여지는)로 구성된 전자 주입 영역은 캐소드와 유기 화합물막 사이에 삽입될 수 있다. 더욱이, 홀 주입 영역과 전자 주입 영역이 모두 삽입될 수 있다.

- <75> 이 경우, 홀 주입 물질 또는 전자 주입 물질은 전극으로부터 유기 화합물막으로의 캐리어 주입을 위해 장벽을 작게 만드는 물질이므로, 전극에서 유기 화합물막으로의 캐리어 이동이 매끄러워지고 전하의 축적이 제거되는 효과를 갖는다. 그러나, 각 주입 물질 및 유기 화합물막은 상술된 바와 같이 불순물층의 형성이 방지된다는 견지에서 각 주입 물질 및 유기 화합물막이 그 사이에 간격을 두지 않고 피착되는(deposited) 것이 바람직하다.
- <76> 또한, 발광 영역은 가능한 한 많이 전극으로부터 거리를 유지하여, 전극 물질로의 에너지 이동으로 인한 쿼칭(quenching)이 방지될 수 있다. 그러므로, 도 4a에 도시된 유기 발광 소자에서는 삼중항 발광 물질이 도핑되는 영역이 혼합 영역(407)의 전체 영역이 되지 않고 일부(특히, 중심 부분)가 될 수 있다.
- <77> 더욱이, 도 4b에 도시된 바와 같이, 삼중항 발광 물질(408) 이외에, 차단 물질(409)이 혼합 영역(407)으로 도핑되는 것이 바람직하다. 차단 물질(409)은 캐리어나 분자 여기자를 차단하는 기능의 물질이고, 바람직하게 혼합 영역(407)에 포함된 물질 중에서 가장 큰 여기 에너지 레벨을 갖는다. 차단 물질의 도핑은 혼합 영역(407)에서 캐리어 재결합 비율을 개선시킬 수 있고 분자 여기자의 확산을 방지할 수 있다. 그래서, 방사 효율성이 개선되는 것으로 생각된다.
- <78> 차단 물질(409)은 혼합 영역(407)에 걸쳐 도핑될 수 있음을 주목한다. 그러나, 차단 물질은 일반적으로 많은 경우에서 홀 및 전자 중 하나를 차단하는 기능을 가지므로, 도핑이 혼합 영역 전체에 실행되면, 혼합 영역의 캐리어 균형이 손실될 수 있다. 그러므로, 차단 물질이 도핑되는 영역은 혼합 영역 전체가 아니라 영역 일부(특히, 끝 부분)가 될 수 있다.
- <79> 특히, 차단 물질(409)이 홀 차단 특징을 갖는 경우, 홀 차단 물질은 도 4b에 도시된 바와 같이 삼중항 발광 물질(408)이 도핑되는 영역 보다 캐소드 측에 더 가까운 영역으로 도핑되고, 그에 의해 효율적으로 발광이 이루어진다.
- <80> 한편, 홀 수송 물질 및 전자 수송 물질을 모두 포함하는 혼합 영역에서는 농도 경사도(gradient)가 형성되므로, 캐리어 균형의 제어 견지에서 애노드로부터 캐소드 쪽의 방향으로 홀 수송 물질의 농도가 점차적으로 감소되고 전자 수송 물질의 농도가 점차적으로 증가되는 것이 바람직하다. 또한, 본 발명에서는 혼합 영역이 또한 캐리어 재결합 영역이다. 그래서, 혼합 영역이 10 nm 이상의 두께를 갖는 것이 바람직하다.
- <81> 한편, 유기 인터페이스가 제거되고, 그 외에 삼중항 발광 물질이 홀 수송 물질 및 전자 수송 물질로 구성된 혼합 영역까지 도핑되는 소자 구조로 그 기능을 나타낸다. 부가하여, 도 1의 종래 적층 구조를 근거로 하는 적층 구조에서 유기 인터페이스에 혼합 영역이 제공되는 것은 유효한 방법이다. 그 개념도는 도 5에 도시된다.
- <82> 도 5는 애노드(502), 홀 주입 물질로 구성된 홀 주입 영역(503), 홀 수송 물질로 구성된 홀 수송 영역(504), 삼중항 발광 물질이 도핑된 호스트 물질을 포함하는 발광 영역(505), 차단 물질로 구성된 차단 영역(506), 전자 수송 물질로 구성된 전자 수송 영역(507), 전자 주입 물질로 구성된 전자 주입 영역(508), 및 캐소드(509)가 기판(501)에 제공된 유기 발광 소자를 도시한다. 본 발명에서 모든 영역(503 내지 508)이 사용될 필요는 없고, 적어도 영역(504 내지 507)이 존재하는 것으로 충분하다. 그러나, 편의상 모든 영역이 도시된다. 여기서는 애노드(502)가 기판(501)에 제공되지만, 캐소드(509)가 기판에 제공되는 역구조가 취해질 수 있음을 주목한다.
- <83> 이때, 본 발명의 특성은 관심 공간에서 상단 및 하단 영역에 사용되는 각 물질(예를 들면, 공간(512)의 경우 홀 수송 물질 및 호스트 물질)이 각 영역 사이에 있는 공간(511 내지 515) 중 하나에서 혼합되는 것이다. 다른 말로 하면, 각 영역 사이에 있는 공간(511 내지 515)이 도 5에서 점선으로 도시되더라도, 실제로는 유기 인터페이스가 존재하지 않는다. 혼합 영역이 제공된다고 말할 수 있다.
- <84> 삼중항 발광 소자에서는 또한 유기 인터페이스가 형성되지 않으므로 캐리어 이동이 매끄럽다. 그래서, 소자 수명에 악영향을 주지 않는다. 또한, 기능 분리가 적층 구조에서와 같이 실현되므로, 방사 효율에 대해서도 문제가 없다.
- <85> 상술된 바와 같이, 종래 적층 구조는 다른 재료(substance)의 간단한 접합(헤테로 접합)이지만, 도 4a 및 도 4b와 도 5에 예시화된 본 발명의 구조는 그대로 혼합-접합이다. 그래서, 도 4a 및 도 4b와 도 5에 도시된 유기 발광 소자는 새로운 개념을 근거로 하는 유기 발광 소자라 말할 수 있다.
- <86> 또한, 적색 칼라에 대한 삼중항 발광 물질은 도 4a 및 도 4b와 도 5에 도시된 개념을 근거로 하는 삼중항 발광 소자로 사용되고, 그에 의해 방사 효율성이 종래 기술 보다 더 높고 수명이 더 긴 적색 칼라에 대한 유기 발광

소자가 제공될 수 있다. 또한, 적색 칼라에 대해 삼중항 발광 소자를 사용하고 녹색 및 청색 칼라에 대해 단일항 발광 소자를 사용함으로써, 3가지 주요 칼라의 빛의 균형이 보다 바람직하고, 그 외에 전력 소모가 종래 기술 보다 더 낮고 시간에 따른 칼라 변동의 변화량이 더 작은 디스플레이 디바이스가 제작될 수 있다.

<87> 더욱이, 상술된 디스플레이 디바이스에서는 본 발명에서 설명된 혼합 접합이 종래의 적층 구조와 다르게 녹색 칼라 및 청색 칼라에 대해 단일항 발광 소자로 실시되는 것이 바람직하다. 즉, 도핑되는 삼중항 발광 물질이 녹색 칼라 또는 청색 칼라에 대한 단일 발광 물질로 대체되거나, 캐리어 수송 물질이 도 4a 및 도 4b 또는 도 5에서 도핑되지 않고 빛을 방사하게 되는(또는 녹색 칼라나 청색 칼라에 대한 빛을 방사하는 물질이 선택되는) 것이 바람직하다.

<88> 이후에는 본 발명을 실시하는 실시예 모드가 설명된다. 유기 발광 소자에서는 빛을 방사시키도록 애노드(anode) 및 캐소드(cathode) 중 적어도 하나가 투명한 것으로 충분함을 주목하여야 한다. 본 실시예 모드에서는 투명 애노드가 기판 상에 형성되어 애노드로부터 빛을 취하는 소자 구조를 기초로 설명이 이루어진다. 실제로는 또한 투명 캐소드가 기판 상에 형성되어 캐소드로부터 빛을 취하는 구조 및 기판의 반대측에서 빛을 취하는 구조에 본 발명을 적용하는 것도 가능하다.

<89> 본 발명을 실시할 때는 불순물층의 형성을 방지하기 위해 유기 발광 소자의 제작 처리가 중요하다. 먼저, 혼합 영역의 형성에 초점을 맞추어 본 발명에서 설명되는 혼합 영역을 갖는 삼중항 발광 소자를 제작하는 방법이 설명된다.

<90> 도 7a는 증착 디바이스의 상면도이다. 증착 디바이스는 하나의 진공 탱크(710)가 증착 챔버로 구성되고 다수의 증착 소스가 진공 탱크에 제공되는 단일 챔버형이다. 다수의 증착 소스에는 각각 홀 주입 물질, 홀 수송 물질, 전자 수송 물질, 전자 주입 물질, 차단 물질, 발광 물질, 및 캐소드의 구성 물질과 같이 다른 기능을 갖는 다양한 물질이 분리되어 제공된다.

<91> 상술된 바와 같은 증착 챔버를 갖는 증착 디바이스에서는 먼저 애노드(ITO 등)를 갖는 기판이 로딩 챔버로 수송된다. 애노드가 ITO와 같은 산화물인 경우, 전처리 챔버에서 산화 처리가 행해진다(비록 도 7a에는 도시되지 않았지만, 애노드의 표면을 깨끗이 하기 위해 자외선 조사 챔버를 제공하는 것이 또한 가능하다). 또한, 유기 발광 소자를 형성하는 모든 물질들은 진공 탱크(710)에서 증착된다. 그러나, 캐소드는 진공 탱크(710)에서 형성되거나, 캐소드를 형성하도록 또 다른 증착 챔버가 제공될 수 있다. 간략하게, 캐소드의 형성을 통해 진공 탱크(710)에서 증착이 행해지는 것이 바람직하다. 마지막으로, 실링 챔버에서는 실링이 행해지고, 기판은 유기 발광 소자를 구하도록 언로딩 챔버로부터 기판이 수송된다.

<92> 이러한 단일 챔버형 증착 디바이스를 사용하여 본 발명에 따른 삼중항 발광 소자를 제작하는 처리는 도 7b(진공 탱크(710)의 단면도)를 참고로 설명된다. 도 7b는 가장 간단한 예로 3개의 증착 소스(유기 화합물 증착 소스 a(716), 유기 화합물 증착 소스 b(717), 및 유기 화합물 증착 소스 c(718))를 갖는 진공 탱크(710)를 사용하여 홀 수송 물질(721), 전자 수송 물질(722), 및 삼중항 발광 물질(723)로 구성된 유기 화합물막을 형성하는 처리를 도시한다.

<93> 먼저, 애노드(702)를 갖는 기판(701)이 진공 탱크(710)로 수송되고, 고정 테이블(711)로 고정된다(기판은 일반적으로 증착시 회전되도록 만들어진다). 다음에는 진공 탱크(710)의 내부가 감압되고(10^{-4} pascal 이하가 바람직하다), 이어서 홀 수송 물질(721)을 증발시키도록(vaporize) 컨테이너 a(712)가 가열된다. 미리 결정된 증착율(단위: Å/s)이 구현된 이후에, 셔터 a(714)는 개방되고 그에 의해 증착이 시작된다. 이때, 셔터 b(715)가 닫혀 컨테이너 b(713)가 또한 가열된다.

<94> 이후에는 셔터 a(714)가 개방되면서 셔터 b(715)가 개방되어, 홀 수송 영역(703)을 형성한 이후 혼합 영역(704)을 형성하도록 전자 수송 물질(722)이 공동 증착된다. 따라서, 홀 수송 영역(703)과 혼합 영역(704) 사이에 불순물층이 혼합되지 않는다. 혼합 영역(704)이 형성되면 매우 작은 양의 삼중항 발광 물질(723)이 또한 도핑됨을 주목한다(도 7b에 도시된 상태).

<95> 또한, 전자 수송 영역을 형성하기 위해, 셔터 a(714)가 셔터 b(715)와 함께 닫히면서, 컨테이너 a(712)의 가열이 종료된다. 따라서, 혼합 영역(704)과 전자 수송 영역 사이에 불순물층이 형성되지 않는다.

<96> 홀 주입 영역 또는 전자 주입 영역이 형성된 경우, 각 주입 물질에 대한 증착 소스는 똑같은 진공 탱크(710)에 제공될 수 있음을 주목한다. 도 7b에서, 예를 들어 애노드(702)와 홀 수송 영역(703) 사이에 홀 주입 영역이 제공된 경우, 홀 수송 물질(721)은 홀 주입 물질이 애노드(702)에 증착된 이후 간격을 주지 않고 증발된다. 그래

서, 불순물층의 형성이 방지될 수 있다.

- <97> 상술된 방법이 적용되면, "발명이 이루고자 하는 기술적 과제"에서 설명된 모든 유기 발광 소자를 제작하는 것이 가능하다. 예를 들어, 도 5에 도시된 바와 같이 각 영역 사이에 혼합 영역이 제공되는 경우에도, 유사한 공동 증착을 사용하는 것이 가능하다. 이 경우에도 간격이 존재하지 않으므로 불순물층의 형성이 방지될 수 있다. 또한, 유기 발광 소자는 혼합 영역이 단일항 발광 소자에 제공되는 경우에서도 유사한 기술에 의해 제작될 수 있다.
- <98> 다음에는 디스플레이 디바이스를 제작할 때 각 픽셀에 대한 증착 과정이 도 8 및 도 9a 내지 도 9e의 도면에 도시된다. 도 8은 디스플레이 디바이스가 제작될 수 있는 증착 디바이스의 예를 도시한다. 증착 디바이스는 언뜻 보아 도 3에 도시된 것과 유사한 것처럼 보이지만, 그 사이에는 많이 다른 점이 있다. 적층 구조의 각 층(즉, 각 물질)에 대해 분리된 증착 챔버가 제공되는 도 3에 도시된 증착 디바이스와 다르게, 각 칼라(적색, 녹색, 및 청색)의 픽셀 형성을 위해 증착 챔버가 분리되어 제공되고, 특정한 칼라 픽셀을 형성하기 위한 모든 물질(캐소드 물질을 제외하고)의 증착 소스가 도 8에 도시된 증착 디바이스에서 한 증착 챔버(801, 802, 또는 803)에 제공된다.
- <99> 중요한 것은 관심 있는 특정 칼라 픽셀에 대해, 모든 기능적 물질(홀 수송 물질, 전자 수송 물질 등)이 캐소드의 형성까지 간격을 두지 않고 증착되므로, 불순물층의 형성을 방지한다는 것이다. 캐소드는 마지막으로 캐소드 증착 챔버(804)에서 픽셀과 공통적으로 피착되는 것이 바람직함을 주목하여야 한다.
- <100> 이 경우, 불순물층은 캐소드와 전자 수송 영역(또는 전자 주입 영역) 사이에 형성된다. 그러나, 캐소드 물질은 캐소드가 증착될 때 스퍼터링(sputtering)에서와 같이 어느 전자 수송 영역(또는 전자 주입 영역)으로 주입된다. 이러한 효과로, 불순물층이 제거되어, 문제가 발생되지 않는다. 물론, 캐소드의 피착은 각 증착 챔버(801 내지 803)에서 행해질 수 있다.
- <101> 공지된 기술인 섀도우 마스크(shadow mask)가 각 칼라의 픽셀 응용에 사용된다. 그 상태는 도 9a 내지 도 9e에 도시된다. 먼저, 도 9a에 도시된 바와 같이, 투명 전극(애노드)(902)이 뱅크(bank) 형상의 구조(903)에 의해 적색 픽셀(911), 녹색 픽셀(912), 및 청색 픽셀(913)로 나뉘는 기관(901)은 적색 픽셀에 대한 유기 화합물막(904)을 형성하도록 적색 픽셀을 위한 증착 챔버(801)에 수송된다(홀 주입 영역 또는 전자 주입 영역은 존재하거나 존재하지 않을 수 있지만, 여기서는 생략된다). 이때, 기관은 물질이 다른 칼라의 픽셀(녹색 픽셀 및 청색 픽셀)로 혼합되지 않도록 패턴화된 금속 마스크(914)로 덮인다(도 9b).
- <102> 다음에는 기관이 녹색 픽셀에 대한 유기 화합물막(905)을 형성하도록 녹색 픽셀을 위한 증착 챔버(802)에 수송된다. 금속 마스크(914)는 이전 위치로부터 쉬프트된 위치에 있으므로, 그 물질은 다른 픽셀로 혼합되지 않는다(도 9c). 이는 청색 픽셀에 대한 유기 화합물막(906)을 형성하는 경우와 유사하다(도 9d). 마지막으로, 캐소드 증착 챔버(804)에서는 캐소드(907)가 3개의 픽셀과 공통적으로 피착된다(도 9e).
- <103> 각 칼라 픽셀의 유기 화합물막에 대한 형성 순서는 임의의 순서가 될 수 있음을 주목하여야 한다. 디스플레이 디바이스의 상술된 제작 방법에서는 적색, 녹색, 및 청색의 순서로 형성이 이루어진다.
- <104> 이하에는 홀 주입 물질, 홀 수송 물질, 전자 수송 물질, 전자 주입 물질, 차단 물질, 발광 물질, 캐소드의 구성 물질 등에 대해 바람직한 물질이 리스트된다. 그러나, 본 발명의 유기 발광 소자에 대해 사용되는 물질은 그에 제한되지 않는다.
- <105> 홀 주입 물질로는 유기 화합물 중에서 포르피린(porphyrin) 기반의 화합물이 효과적이고, H₂Pc(phthalocyanine), CuPc(copper phthalocyanine) 등이 주어진다. 전도성 폴리머(polymer) 화합물에 화학적 도핑이 행해지는 물질이 존재하고, PSS(polystyrenesulfonic acid)로 도핑된 PEDOT(polyethylene dioxythiophene), 폴리아닐린(polyaniline), PVK(polyvinyl carbazole) 등이 주어질 수 있다. 또한, 애노드의 평평함에 대해서는 절연체의 폴리머 화합물이 효과적이고, PI(polyimide)가 때로 사용된다. 부가하여, 비유기 화합물이 사용되고, 금, 백금 등으로 구성된 금속 박막 이외에 산화알루미늄(이후 "알루미나(alumina)"라 칭하여지는)의 초박막이 주어진다.
- <106> 홀 수송 물질로는 방향성 아민 기저의(즉, 벤젠 고리와 질소의 결합으로) 화합물이 가장 널리 사용된다. 널리 사용되는 물질로는 상술된 TPD에 부가하여, TDATA(4,4',4"-tris(N,N-diphenyl-amino)-triphenylamine)의 유도체인 α -NPD(4,4'-bis[N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino]-biphenyl) 및 MTDATA(4,4',4"-tris[N-(3-methylphenyl)-N-phenyl-amino]-triphenylamine)과 같은 스타버스트(starbutst)형 방향성 아민 기저의 화합물

이 주어질 수 있다.

- <107> 전자 수송 물질로는 금속 복합체가 때로 사용되고, 상술된 Alq_3 , $Almq_3$ (tris(4-methyl-8-quinolinolate)aluminum)와 같은 퀴놀린(quinoline) 골격이나 벤조퀴놀린(benzoquinoline) 골격을 갖는 금속 복합체 및 혼합 리간드(ligand) 복합체인 $BeBq_2$ (bis(10-hydroxybenzo[h]-quinolinolate beryllium), $BAlq$ (bis(2-methyl-8-quinolinolate)-(4-hydroxy-biphenyl)-aluminum) 등이 주어진다. 또한, $Zn(BOX)_2$ (bis[2-(2-hydroxyphenyl)-benzooxazolate]zinc 및 $Zn(BTZ)_2$ (bis[2-(2-hydroxyphenyl)-benzothiozolate]zinc)와 같은 옥사졸(oxazole) 또는 티아졸(thiazole) 리간드를 갖는 금속 복합체가 주어진다. 더욱이, 금속 복합체에 부가하여, PBD (2-(4-biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole) 및 $OXD-7$ (1,3-bis[5-(p-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole-2-yl]benzene)과 같은 옥사디아졸(oxadiazole) 유도체, TAZ (3-(4-tert-butylphenyl)-4-phenyl-5-(4-biphenyl)-1,2,4-triazole) 및 $p-EtTAZ$ (3-(4-tert-butylphenyl)-4-(4-ethylphenyl)-5-(4-biphenyl)-1,2,4-triazole)과 같은 트리아졸(triazole) 유도체, 및 $BPhen$ (bathophenanthroline) 및 BCP (bathocuproin)과 같은 페난트롤린(phenanthroline) 유도체가 전자 수송 특성을 갖는다.
- <108> 상술된 전자 수송 물질은 전자 주입 물질로 사용될 수 있다. 부가하여, 불화리튬과 같은 알칼리 할로젠 금속 또는 산화리튬과 같은 알칼리 산화금속과 같은 절연체로 형성된 초박막(ultrathin film)이 가끔 사용된다. 또한, $Li(acac)$ (lithium acetylacetonate) 및 Liq (8-quinolinolate-lithium)과 같은 알칼리 금속 복합체가 또한 효과적이다.
- <109> 차단 물질로는 높은 여기 에너지 레벨 때문에 상술된 $BAlq$, $OXD-7$, TAZ , $p-EtTAZ$, $BPhen$, BCP 등이 효과적이다.
- <110> 적색 칼라에 대한 삼중항 발광 물질로는 $PtOEP$ 로 약칭되는(2,3,7,8,12,13,17,18-octaethyl-21H, 23H-porphyrin-platinum), $Ir(btp)_2(acac)$ 로 약칭되는(bis[2-(2-pyridyl)-benzo[b]thiophene]-acetylacetonate-iridium 등이 공지되어 있다.
- <111> [실시예 1]
- <112> 본 실시예에서는 전자 주입 물질로 구성된 전자 주입 영역이 캐소드(404)와 유기 화합물막(403) 사이에 삽입된 도 4a에 도시된 유기 발광 소자가 특정하게 예시화된다.
- <113> 먼저, 스퍼터링에 의해 대략 100 nm의 두께로 ITO막이 피착되고, 애노드(402)가 형성된 유리 기판(401)이 준비된다. 애노드(402)를 갖는 유리 기판(401)은 도 7a 및 도 7b에 도시된 바와 같이 진공 탱크로 수송된다. 본 실시예에서는 5개 종류의 물질(유기 화합물에 대응하는 4 종류와 캐소드가 되는 금속에 대응하는 한 종류)이 증착되므로 5개의 증착 소스가 필요하다.
- <114> 이어서, 홀 수송 물질인 α -NPD가 3 Å/s의 증착율로 증착되어 40 nm 두께의 홀 수송 영역이 형성된다. 이후에, α -NPD에 대한 증착율이 3 Å/s로 고정된 동안, 전자 수송 물질인 $BAlq_2$ 의 증착이 또한 3 Å/s의 증착율로 시작된다. 즉, α -NPD와 Alq_3 의 비율비가 1:1인 혼합 영역(407)이 공동 증착에 의해 형성된다.
- <115> 혼합 영역(407)은 30 nm의 두께로 형성되고, 이때 혼합 영역(407)에서 20 nm에 대응하는 중간 영역(즉, 30 nm의 혼합 영역에서 5 nm 내지 25 nm)은 4 wt%의 비율에서 발광 물질(408)로서 적색 칼라에 대한 삼중항 발광 물질인 $PtOEP$ 로 도핑된다. α -NPD 및 $BAlq_2$ 는 각각 높은 여기 에너지 레벨(excitation energy level)을 가지므로, 본 실시예에서는 도 4b에 도시된 바와 같은 차단 물질(409)이 요구되지 않는다.
- <116> 혼합 영역(407)의 두께가 30 nm에 이른 이후에, α -NPD의 증착이 완료될 때, $BAlq_2$ 의 증착은 계속되고, 그에 의해 전자 수송 영역(406)이 형성된다. 그 두께는 10 nm로 설정된다. 또한, $BAlq_2$ 의 증착은 완료되고, 동시에 전자 주입 물질인 Alq_3 의 증착이 간격을 두지 않고 시작되어 대략 40 nm 만큼 증착된다. 간격을 두지 않는 이유는 상술된 바와 같이 불순물층의 형성을 방지하기 위한 것이다. 마지막으로, 캐소드인 Al:Li 합금은 대략 150 nm의 두께를 갖도록 증착된다. 그래서, $PtOEP$ 로부터 유도되는 적색 칼라를 방사하기 위한 삼중항 발광 소자가 얻어진다.
- <117> [실시예 2]

- <118> 본 실시예에서는 도 5에 도시된 유기 발광 소자가 특정하게 예시화된다.
- <119> 먼저, 스퍼터링에 의해 대략 100 nm의 두께로 ITO 막이 피착되고, 애노드(502)가 형성된 유리 기판(501)이 준비된다. 애노드(502)를 갖는 유리 기판(501)은 도 7a 및 도 7b에 도시된 바와 같이 진공 탱크로 수송된다. 본 실시예에서는 8 종류의 물질(유기 화합물에 대응하는 7 종류와 캐소드가 되는 금속에 대응하는 한 종류)이 증착되므로 8개의 증착 소스가 필요하다.
- <120> 이어서, 홀 주입 물질인 CuPc가 10 nm 만큼 증착되어 홀 주입 영역(503)을 형성한 이후, CuPc가 증발되는 동안 홀 수송 물질인 α -NPD의 증착이 시작되고, 그에 의해 CuPc와 α -NPD로 구성된 혼합 영역(511)이 형성된다. 혼합 영역(511)은 10 nm의 두께를 갖도록 설정된다.
- <121> 다음에는 CuPc의 증착이 중단되고, α -NPD만이 30 nm 만큼 증착되어 홀 수송 영역(504)을 형성한다. 이후에는 α -NPD가 증발되는 동안 호스트 물질인 CBP의 증착이 시작되고, 그에 의해 α -NPD와 CBP로 구성된 혼합 영역(512)이 형성된다. 혼합 영역(512)은 10 nm의 두께를 갖도록 설정된다.
- <122> 다음에는 α -NPD의 증착이 중단되고, CBP가 20 nm 만큼 증착되어 발광 영역(505)을 형성한다. 발광 영역(505)을 형성하는 동안에는 적색 칼라에 대한 삼중항 발광 물질로 PtOEP가 4 wt%로 도핑된다. 이후에는 PtOEP의 증발이 종료되고, CBP가 증발되는 동안 차단 물질인 BCP의 증착이 시작되어, CBP와 BCP로 구성된 혼합 영역(513)이 형성된다. 혼합 영역(513)은 5 nm의 두께를 갖도록 설정된다.
- <123> 이어서, CBP의 증착이 중단되고, BCP가 10 nm만큼 증착되어 차단 영역(506)을 형성한다. 이후에, BCP가 증발되는 동안, 전자 수송 물질인 Alq₃의 증착이 시작되고, 그에 의해 BCP와 Alq₃으로 구성된 혼합 영역(514)이 형성된다. 혼합 영역(514)은 5 nm의 두께를 갖도록 설정된다.
- <124> 이어서, BCP의 증착이 중단되고, Alq₃이 증착되어 40 nm의 두께로 전자 수송 영역(507)을 형성한다. Alq₃의 증착이 종료되고, 동시에 전자 주입 물질인 Li(acac)의 증착이 간격을 두지 않고 시작되어 대략 2 nm 만큼 증착된다. 간격을 두지 않는 이유는 상술된 바와 같이 불순물층의 형성이 방지되기 때문이다.
- <125> 마지막으로, 캐소드인 알루미늄이 대략 150 nm의 두께로 증착된다. 그래서, PtOEP로부터 유도되는 적색 칼라를 방사하기 위한 삼중항 발광 소자가 얻어진다.
- <126> [실시예 3]
- <127> 본 실시예에서는 도 9a 내지 도 9e에 도시된 디스플레이 디바이스의 각 픽셀 구조가 특정하게 예시화된다. 도 8에 도시된 증착 디바이스가 증착 디바이스로 사용되어 각 픽셀을 형성한다. 도 8 및 도 9a 내지 도 9e의 참고 번호는 여기서 이후 참고됨을 주목하여야 한다.
- <128> 먼저, 도 9a에 도시된 기판은 적색 픽셀을 위한 증착 챔버(801)로 수송되어, 도 10a에 도시된 바와 같이 적색 칼라에 대한 삼중항 발광 소자가 제작된다. 여기서는 CuPc가 홀 주입 물질이고, α -NPD가 홀 수송 물질이고, BA1q₂가 전자 수송 물질이고, Alq₃이 전자 주입 물질이다. PtOEP는 α -NPD와 BA1q₂로 구성된 혼합 영역으로 도핑된다. 그 무게 비율은 α -NPD : BA1q₂ : PtOEP = 20 : 80 : 4로 설정된다. CuPc와 α -NPD 사이 및 BA1q₂와 Alq₃ 사이에 간격이 발생되지 않도록 주의를 기울여 불순물층의 형성을 방지한다.
- <129> 다음에는 기판이 녹색 픽셀을 위한 증착 챔버(802)로 수송되어, 도 10b에 도시된 혼합 영역을 갖는 녹색 단일항 발광 소자가 제작된다. 여기서는 CuPc가 홀 주입 물질이고, α -NPD가 홀 수송 물질이고, Alq₃이 전자 수송 물질 및 발광 물질이다. 혼합 영역의 무게 비율은 α -NPD : Alq₃ = 50 : 50으로 설정된다. CuPc와 α -NPD 사이에 간격이 발생되지 않도록 주의를 기울여 불순물층의 형성을 방지한다.
- <130> 또한, 기판은 청색 픽셀을 위한 증착 챔버(803)로 수송되어, 도 10c에 도시된 혼합 영역을 포함하는 청색 단일항 발광 소자가 제작된다. 여기서는 CuPc가 홀 주입 물질이고, α -NPD가 홀 수송 물질 및 발광 물질이고, BA1q₂가 전자 수송 물질이고, Alq₃이 전자 주입 물질이다. 혼합 영역에서의 무게 비율은 α -NPD : BA1q₂ = 20 : 80으로 설정된다. CuPc와 α -NPD 사이 및 BA1q₂와 Alq₃ 사이에 간격이 발생되지 않도록 주의를 기울여 불순물층의 형성을 방지한다.
- <131> 마지막으로, Al : Li 합금은 캐소드로 대략 150 nm 만큼 증착된다. 그래서, PtOEP로부터 유도된 적색 칼라 발광

을 위한 픽셀, Alq_3 으로부터 유도된 녹색 칼라 발광을 위한 픽셀, 및 α -NPD로부터 유도된 청색 칼라 발광을 위한 픽셀이 사용되는 풀칼라 디스플레이 디바이스가 실현될 수 있다.

- <132> [실시예 4]
- <133> 본 실시예에서는 실시예 3에 도시된 바와 같은 풀칼라 발광 디바이스의 전체적인 구조가 설명된다.
- <134> 도 11은 본 발명의 유기 발광 소자를 사용하는 액티브 매트릭스(active matrix) 발광 디바이스의 단면도이다. 비록 여기서는 박막 트랜지스터(이후 TFT라 칭하여지는)가 액티브 소자로서 사용되지만, MOS 트랜지스터가 또한 사용될 수 있음을 주목하여야 한다.
- <135> 또한, 여기서 도시된 예는 TFT로 상단 게이트 TFT(top gate TFT; 특정하게, 평면 TFT(planer TFT))를 사용하지만, 하단 게이트 TFT(bottom gate TFT; 전형적으로, 역스태거 TFT(reverse stagger TFT))가 또한 사용될 수 있다.
- <136> 참고 번호(1101)는 도 11에서 기판을 나타내고, 기판으로는 가시 광선이 통과할 수 있는 기판이 사용된다. 특정하게, 유리 기판, 수정 기판, 결정화 유리 기판, 또는 플라스틱 기판(플라스틱막을 포함하는)이 사용될 수 있다. 표면에 형성된 절연막은 또한 기판(1101)에 포함됨을 주목한다.
- <137> 기판 상에는 픽셀 부분(1111) 및 드라이버 회로 부분(1112)이 형성된다. 픽셀 부분(1111)이 먼저 설명된다.
- <138> 픽셀 부분(1111)은 이미지 디스플레이를 실행하기 위한 영역이다. 기판 상에는 다수의 픽셀이 존재하고, 각 픽셀에는 유기 발광 소자에 흐르는 전류량을 제어하기 위한 TFT(이후 전류 제어 TFT라 칭하여지는)(1102), 픽셀 전극(애노드)(1103), 유기 화합물막(1104), 및 캐소드(1105)가 형성된다. 비록 도 11에서는 전류 제어 TFT만이 도시되지만, 전류 제어 TFT의 게이트에 인가되는 전압량을 제어하기 위한 TFT(이후 스위칭 TFT라 칭하여지는)도 또한 형성된다.
- <139> 전류 제어 TFT(1102)에는 p-채널 TFT가 사용되는 것이 바람직하다. n-채널 TFT를 사용하는 것도 가능하지만, 유기 발광 소자의 애노드가 도 11에 도시된 바와 같이 전류 제어 TFT에 연결되는 경우에는 p-채널 TFT를 사용하는 것이 전류 소모량을 보다 효과적으로 억제할 수 있다.
- <140> 또한, 픽셀 전극(1103)은 전류 제어 TFT(1102)의 드레인에 전기적으로 접속된다. 4.5 내지 5.5 eV의 작업 계수(work coefficient)를 갖는 전도성 물질이 실시예 4에서 픽셀 전극(1103)을 위한 물질로 사용되므로, 픽셀 전극(1103)은 유기 발광 소자의 애노드로 동작한다. 픽셀 전극(1103)으로는 산화인듐, 산화주석, 산화아연, 또는 이들의 화합물(ITO와 같은)이 전형적으로 사용된다. 픽셀 전극(1103)상에는 유기 화합물막(1104)이 형성된다.
- <141> 부가하여, 유기 화합물막(1104)상에는 캐소드(1105)가 형성된다. 캐소드(1105)를 위한 물질로는 작업 계수 2.5 내지 3.5 eV를 갖는 전도성 물질을 사용하는 것이 바람직하다. 캐소드(1105)로는 알칼리 금속 원소 또는 알칼리 토금속 원소, 알루미늄을 포함하는 전도성막, 이들 전도성막과 알루미늄 또는 은과의 적층을 포함하는 전도성막 등이 전형적으로 사용될 수 있다.
- <142> 또한, 픽셀 전극(1103), 유기 화합물막(1104), 및 캐소드(1105)로 구성된 층은 보호막(1106)으로 덮인다. 보호막(1106)은 산소 및 습기로부터 유기 발광 소자를 보호하기 위해 형성된다. 보호막(1106)의 물질로는 질화실리콘, 질산화실리콘, 산화알루미늄, 산화탄탈, 또는 탄소(전형적으로, 다이아몬드형 탄소)가 사용된다.
- <143> 다음에는 드라이버 회로(1112)가 설명된다. 드라이버 회로(1112)는 픽셀 부분(1111)에 전송된 신호(게이트 신호 및 데이터 신호)의 타이밍을 제어하기 위한 영역이고, 쉬프트(shift) 레지스터, 버퍼, 래치(latch), 아날로그 스위치(전송 게이트), 및 레벨 쉬프터가 형성된다. n-채널 TFT(1107) 및 p-채널 TFT(1108)로 구성된 CMOS 회로는 이들 회로의 기본 유닛으로 도 11에 도시된다.
- <144> 쉬프트 레지스터, 버퍼, 래치, 아날로그 스위치(전송 게이트), 및 레벨 쉬프터 회로의 회로 구조에는 공지된 구조가 사용될 수 있음을 주목하여야 한다. 또한, 비록 도 11에서는 픽셀 부분(1111) 및 드라이버 회로(1112)가 똑같은 기판 상에 형성되지만, IC 또는 LSI가 또한 드라이버 회로를 형성하지 않고 전기적으로 접속될 수 있다.
- <145> 더욱이, 도 11에서는 픽셀 전극(애노드)(1103)이 전류 제어 TFT(1102)에 전기적으로 접속되지만, 캐소드가 전류 제어 TFT에 접속된 구조가 또한 사용될 수 있다. 이 경우, 픽셀 전극은 캐소드(1105)와 똑같은 물질로 형성될 수 있고, 캐소드는 픽셀 전극(애노드)(1103)과 똑같은 물질로 형성될 수 있다. 이 경우에는 전류 제어 TFT가 n-채널 TFT인 것이 바람직하다.

- <146> 도 11에 도시된 발광 디바이스는 픽셀 전극(1103)을 형성한 이후 배선(1109)을 형성하는 단계로 제작되는 것이다. 이 경우에는 픽셀 전극(1103)이 표면 거칠기(surface roughness)를 가질 가능성이 있다. 유기 발광 소자는 전류 구동 소자이므로, 그 특성은 픽셀 전극(1103)의 표면 거칠기로 인해 변하게 되는 것으로 생각된다.
- <147> 도 12에 도시된 바와 같이, 배선(1209)을 형성한 이후 픽셀 전극(1203)이 형성되는 발광 디바이스가 고려될 수 있다. 이 경우에는 픽셀 전극(1203)으로부터의 전류 주입이 도 11의 구조와 비교해 개선된다.
- <148> 또한, 픽셀 부분(1111) 및 픽셀 부분(1211)에 배열된 각 픽셀은 각각 도 11 및 도 12에서 포지티브 테이퍼 뱅크형(positive taper bank shape) 구조(1110, 1210)에 의해 분리된다. 뱅크형 구조는 또한 뱅크형 구조가 예를 들어, 역테이퍼 구조를 사용하여 픽셀 전극과 접촉하지 않도록 구성될 수 있다. 그 예는 도 13에 도시된다.
- <149> 도 13에는 배선 및 분리 부분 모두로 동작하는 배선 및 분리 부분(1310)이 형성된다. 도 13에 도시된 배선 및 분리 부분(1310)의 형상(오버행(overhang)을 갖는 구조)은 배선을 구성하는 금속과 상기 금속보다 더 낮은 에칭 비율을 갖는 물질(예를 들면, 질화금속)을 적층하고 그에 에칭을 실행함으로써 형성될 수 있다. 이러한 형상으로 인하여, 픽셀 전극(1303)이나 배선과 캐소드(1305) 사이의 단락 회로가 방지될 수 있다. 일반적인 액티브 매트릭스 발광 디바이스와 다르게, 픽셀상의 캐소드(1305)가 스트라이프 형상(패시브 매트릭스 발광 디바이스(passive matrix light emitting device)의 캐소드와 유사하게)으로 주어지는 구조가 도 13에 도시됨을 주목하여야 한다.
- <150> 도 12의 액티브 매트릭스 발광 디바이스의 외형도는 도 14에 도시된다. 도 14a는 상단 표면도를 도시하고, 도 14a가 선 P-P를 따라 절단된 단면도는 도 14b에 도시됨을 주목하여야 한다. 또한, 도 12에서 사용되는 기호가 도 14a 및 도 14b에서도 또한 사용된다.
- <151> 도 14a의 참고번호(1401)는 픽셀 부분을 나타내고, 참고번호(1402)는 게이트 신호선 드라이버 회로를 나타내고, 또한 참고번호(1403)는 데이터 신호선 드라이버 회로를 나타낸다. 또한, 게이트 신호선 드라이버 회로(1402) 및 데이터 신호선 드라이버 회로(1403)로 전송된 신호는 TAB(tape automated bonding) 테이프(1405)로부터 입력 배선(1404)을 통해 입력된다. 도면에는 도시되지 않았지만, IC(integrated circuit)가 TAB 테이프에 형성된 TCP(tape carrier package)가 TAB 테이프(1405) 대신에 접속될 수 있음을 주목하여야 한다.
- <152> 참고번호(1406)는 도 12에 도시된 유기 발광 소자 위에 형성된 커버 물질을 나타내고, 커버 물질(1406)은 수지로 구성된 실란트(sealant)(1407)를 사용하여 결합된다. 그 물질을 통해 산소 및 습기가 통과할 수 없는, 임의의 물질이 커버 물질(1406)로 사용될 수 있다. 도 14b에 도시된 바와 같이, 실시예 4에서는 플라스틱 물질(1406a)로 구성되고 플라스틱 물질(1406)의 앞면 및 뒷면에 형성된 탄소막(1406b, 1406c)(특정하게, 다이아몬드와 같은 탄소막)을 갖는 커버가 사용된다.
- <153> 부가하여, 실란트(1407)는 수지로 구성된 실링 물질(1408)로 덮이고, 유기 발광 소자는 도 14b에 도시된 바와 같이 폐쇄 공간(closed space; 1409)에 완전히 캡슐화된다(encapsulated). 실링 공간(1409)은 불활성 기체(전형적으로, 질소 기체나 희귀 기체), 수지, 또는 불활성 액체(예를 들면, 액체 상태의 탄화불소, 전형적으로 퍼플루오로알칸(perfluoroalkane))로 채워질 수 있다. 부가하여, 흡습제(hygroscopic agent) 또는 탈산소제(deoxidant)를 형성하는 것도 효과적이다.
- <154> 또한, 실시예 4에 따른 발광 디바이스의 디스플레이 표면(이미지가 관찰되는 표면)에는 편광 플레이트(polarization plate)가 또한 형성될 수 있다. 편광 플레이트는 외부로부터 입사되는 반사광을 억제하고, 사용자의 자체 이미지가 디스플레이 표면에 투사되는 것을 방지하는데 효과적이다. 일반적으로, 원편광 플레이트가 사용된다. 그러나, 유기 화합물층으로부터 방사된 빛이 편광 플레이트에 의해 반사되어 내부로 복귀되는 것을 방지하기 위해 굴절률을 조정하여 작은 내부 반사를 제공하는 구조를 사용하는 것이 바람직하다.
- <155> 본 발명에 의해 설명되는 임의의 유기 발광 소자가 실시예 4의 발광 디바이스에 포함된 유기 발광 소자로 사용될 수 있음을 주목하여야 한다.
- <156> [실시예 5]
- <157> 본 실시예에서는 본 발명에 의해 설명되는 유기 EL 디바이스를 포함하는 발광 디바이스의 한 예로 패시브 매트릭스(passive matrix) 발광 디바이스가 설명된다. 도 15a는 상면도이고, 도 15b는 점선 P-P'을 따라 도 15a를 절단하여 구해진 단면도이다.
- <158> 도 15a에서, 참고번호(1501)는 기판을 나타내고, 여기서는 플라스틱 부재가 사용된다. 플라스틱 부재로는 폴리이미드(polyimide), 폴리아미드(polyamide), 아크릴 수지(acrylic resin), 에폭시 수지(epoxy resin),

PES(polyether sulfone), PC(polycarbonate), PET(polyethylene terephthalate), 또는 PEN(polyether nitrile)로 구성된 플레이트 형상 또는 막 형상의 부재가 사용될 수 있다.

<159> 참고번호(1502)는 전도성 산화막으로 구성된 주사선(scan line; 애노드층)을 나타낸다. 본 실시예에서는 산화아연에 산화갈륨이 부가된 전도성 산화막이 사용된다. 참고번호(1503)는 금속막으로 구성된 데이터선(캐소드층)을 나타낸다. 참고번호(1504)는 아크릴 수지로 구성된 뱅크를 나타낸다. 뱅크(1504)는 데이터선(1503)을 분리하기 위한 고립벽(isolation wall)으로 동작한다. 주사선(1502)과 데이터선(1503)은 모두 스트라이프 형상으로 형성되고 서로 직교하여 제공된다. 도 15a에 도시되지 않았지만, 유기 화합물층은 주사선(1502)과 데이터선(1503) 사이에 샌드위치형으로 놓이고 교차 부분(1505)은 픽셀이 됨을 주목하여야 한다.

<160> 주사선(1502)과 데이터선(1503)은 TAB 테이프(1507)를 통해 외부 드라이버 회로와 접속된다. 참고번호(1508)는 주사선(1502)의 세트에 구성된 배선 그룹을 나타내고, 참고번호(1509)는 데이터선(1503)과 접속된 접속 배선(1506)의 세트에 구성된 배선 그룹을 나타냄을 주목하여야 한다. 또한, 도시되지 않았지만, TAB 테이프(1507) 대신에, IC가 TAB 테이프에 제공된 TCP가 주사선 및 데이터선과 접속될 수 있다.

<161> 도 15b에서, 참고번호(1510)는 실링 부재를 나타내고, 참고번호(1511)는 실링 부재(1510)를 통해 플라스틱 기관(1501)에 부착된 커버 부재를 나타낸다. 실링 부재(1510)로는 바람직하게 광경화 수지(light curable resin)가 사용되고, 기체 제거 특성이 더 작고 낮은 흡습성을 갖는 물질이 바람직하다. 커버 물질은 기관(1501)과 똑같은 물질로 구성되는 것이 바람직하고, 유리(수정 유리를 포함하는) 또는 플라스틱이 사용될 수 있다. 여기서는 플라스틱 부재가 사용된다.

<162> 다음에는 픽셀 영역(1512)의 구조에 대한 확대도가 도 15c에 도시된다. 참고번호(1513)는 유기 화합물층을 나타낸다. 도 15c에 도시된 바와 같이, 뱅크(1504)는 상단층의 폭이 하단층보다 더 좁은 형상으로 형성되므로, 데이터선(1503)이 물리적으로 서로 분리될 수 있음을 주목하여야 한다. 실링 부재(1510)로 둘러싸인 픽셀 부분(1514)은 수지로 구성된 실링 부재(1515)에 의해 외부 공기가 차단되어, 유기 화합물층의 변형이 방지되는 구조가 얻어진다.

<163> 상기 구조를 갖는 본 발명의 발광 디바이스에서, 픽셀 부분(1514)은 주사선(1502), 데이터선(1503), 뱅크(1504), 및 유기 화합물층(1513)으로 구성된다. 그래서, 발광 디바이스가 매우 간단한 처리로 제작될 수 있다.

<164> 또한, 본 실시예에서 설명되는 발광 디바이스의 디스플레이 화면(이미지 관찰 표면)에는 편광 플레이트가 제공될 수 있다. 이 편광 플레이트는 외부로부터 입사된 빛의 반사가 억제되는 효과를 갖고, 관찰자가 디스플레이 화면에 반사되는 것을 방지한다. 일반적으로, 원편광 플레이트가 사용된다. 유기 화합물층으로부터 방사된 빛이 편광 플레이트에 의해 반사되어 내부로 복귀되는 경우를 방지하기 위해, 굴절률이 내부 반사를 줄이도록 조절되는 구조를 사용하는 것이 바람직하다.

<165> 본 실시예의 발광 디바이스에 포함된 유기 EL 소자로는 본 발명에 의해 설명되는 임의의 유기 EL 소자가 사용될 수 있음을 주목하여야 한다.

<166> [실시예 6]

<167> 본 실시예에서는 실시예 5에서 설명된 발광 디바이스에 프린트 배선 보드가 제공되는 모듈의 예가 설명된다.

<168> 도 16a에 도시된 모듈에서는 TAB 테이프(1604)가 기관(1601)에 부착되고(여기서는 픽셀 부분(1602) 및 배선(1603a, 1603b)을 포함하여) 프린트 배선 보드(1605)가 TAB 테이프(1604)를 통해 기관(1601)에 부착된다.

<169> 여기서는 프린트 배선 보드(1605)의 기능적 블록도가 도 16b에 도시된다. 프린트 배선 보드(1605)의 내부에는 적어도 I/O 포트(입력 포트와 출력 포트)(1606, 1609), 데이터 신호측 드라이버 회로(1607), 및 게이트 신호측 드라이버 회로(1608)로 동작하는 IC가 제공된다.

<170> 그러므로, 픽셀 부분이 기관 표면에 형성된 기관에 TAB 테이프가 부착되고 드라이버 회로의 기능을 갖는 프린트 배선 보드가 TAB 테이프를 통해 기관에 부착된 모듈은 본 명세서에서 특정하게 드라이버 회로 외부 모듈이라 칭하여진다.

<171> 본 실시예의 발광 디바이스에 포함된 유기 EL 소자로는 본 발명에 의해 설명되는 임의의 유기 EL 소자가 사용될 수 있음을 주목하여야 한다.

<172> [실시예 7]

- <173> 본 실시예에서는 실시예 4 또는 5에서 설명된 발광 디바이스에 프린트 배선 보드가 제공되는 모듈의 예가 설명된다.
- <174> 도 17a에 도시된 모듈에서는 TAB 테이프(1705)가 기판(1701)에 부착되고(여기서는 픽셀 부분(1702), 데이터 신호측 드라이버 회로(1703), 게이트 신호측 드라이버 회로(1704), 및 배선(1703a, 1704a)을 포함하는) 프린트 배선 보드(1706)가 TAB 테이프(1705)를 통해 기판(1701)에 부착된다. 프린트 배선 보드(1706)의 기능적인 블록도는 도 17b에 도시된다.
- <175> 도 17b에 도시된 바와 같이, 프린트 배선 보드(1706)의 내부에는 적어도 I/O 포트(1707, 1710) 및 제어 부분(1708)으로 동작하는 IC가 제공된다. 여기서는 메모리 부분(1709)이 제공되지만, 이는 반드시 제공되는 것은 아님을 주목하여야 한다. 또한, 제어 부분(1708)은 드라이버 회로의 동작, 이미지 데이터의 정정 등을 제어하는 기능을 갖는다.
- <176> 그러므로, 유기 EL 소자가 형성된 기판에 제어기의 기능을 갖는 프린트 배선 보드가 부착된 모듈은 본 명세서에서 특정하게 제어기 외부 모듈이라 칭하여진다.
- <177> 본 실시예의 발광 디바이스에 포함된 유기 EL 소자로는 본 발명에 의해 설명되는 임의의 유기 EL 소자가 사용될 수 있음을 주목하여야 한다.
- <178> [실시예 8]
- <179> 실시예 8에서는 실시예 1 및 2에 의해 도시된 것과 같은 삼중항 발광 소자가 디지털 시간 그레이 스케일(digital time gray scale) 디스플레이에 의해 구동되는 발광 디바이스의 예가 도시된다. 실시예 8의 발광 디바이스는 삼중항 여기 상태에서부터 방사되는 빛을 사용하여 높은 효율성의 발광이 얻어질 수 있고, 동시에 디지털 시간 그레이 스케일 디스플레이를 사용하여 균일한 이미지가 얻어질 수 있기 때문에 매우 유용하다.
- <180> 도 18a에는 유기 발광 소자에서 사용되는 픽셀의 회로 구조가 도시된다. 참고기호(Tr1, Tr2)는 트랜지스터를 나타내고, 참고기호(Cs)는 저장 캐패시터(storage capacitor)를 나타낸다. 전류는 게이트선이 선택되는 경우 이 회로의 소스선에서 트랜지스터(Tr1)로 흐르고, 그 신호에 대응하는 전압은 저장 캐패시터(Cs)에 저장된다. 트랜지스터(Tr2)의 게이트와 소스 사이의 전압(Vgs)에 의해 제어되는 전류는 트랜지스터(Tr2) 및 유기 발광 소자에 흐른다.
- <181> 트랜지스터(Tr1)는 Tr1이 선택된 이후 off 상태에 놓이고, 저장 캐패시터(Cs)의 전압(Vgs)이 저장된다. 그러므로, 전압(Vgs)에만 의존하는 전류는 계속하여 흐를 수 있다.
- <182> 도 18b에는 디지털 시간 그레이 스케일 디스플레이에 의해 이 종류의 회로를 구동시키는 것을 도시하는 도면이 도시된다. 한 프레임(frame)은 다수의 서브-프레임(sub-frame)으로 나뉘고, 6 비트 그레이 스케일은 도 18b에서 한 프레임이 6개의 서브-프레임으로 나뉘어 도시된다. 이 경우에는 각 서브-프레임에 대한 발광 주기의 비율은 32 :: 16 :: 8 :: 4 :: 2 :: 1이 된다.
- <183> 도 18c에는 실시예 8에서 TFT 기판의 드라이버 회로에 대한 개념이 도시된다. 게이트 드라이버 및 소스 드라이버는 똑같은 기판 상에 형성된다. 픽셀 회로와 드라이버는 디지털 드라이버를 실행하도록 설정되므로, TFT 특성에서 분산에 의해 영향을 받지 않는 균일한 이미지가 얻어질 수 있다.
- <184> [실시예 9]
- <185> 상기 실시예에서 설명된 본 발명의 발광 디바이스는 낮은 전력 소모 및 긴 수명의 이점을 갖는다. 따라서, 디스플레이 유닛으로 그 발광 디바이스를 포함하는 전자 제품은 종래의 것 보다 더 적은 전력을 소모하여 동작될 수 있고 오래간다. 그 이점은 낮은 전력 소모가 바로 편리성으로 이어지므로(배터리가 더 오래 지속되므로) 휴대용 장비와 같이 전원으로 배터리를 사용하는 전자 제품에 특히 매우 유용하다.
- <186> 발광 디바이스는 자체 발광이므로, 액정 디스플레이에서와 같이 백라이트(backlight)의 필요성을 제거하고, 그 두께가 1 μm 이하인 유기 화합물막을 갖는다. 그러므로, 발광 디바이스가 얇고 가볍게 만들어질 수 있다. 디스플레이 유닛으로 상기 발광 디바이스를 포함하는 전자 제품은 따라서 종래의 것 보다 더 얇고 가볍다. 이는 직접적으로 편리성에 이어져(가벼움과 수송 편의성), 특히 휴대용 장비 및 그와 유사한 다른 전자제품에 매우 유용하다. 또한, 얇아지는 것(부피가 없는)은 의심할 여지도 없이 수송(많은 수의 제품들이 대량으로 수송될 수 있다) 및 설치(공간 절약)에서 모든 전자 제품에 유용하다.
- <187> 자체 발광이므로, 상기 발광 디바이스는 밝은 곳에서 액정 디스플레이 디바이스 보다 더 나은 가시성을 갖고 넓

은 시야각을 갖는 것으로 특징 지워진다. 그러므로, 디스플레이 유닛으로 상기 발광 디바이스를 포함하는 전자 제품은 또한 디스플레이를 볼 때 편리하여 유리하다.

- <188> 요약하면, 본 발명의 발광 디바이스를 사용하는 전자 제품은 종래 유기 발광 소자의 이점, 즉 얇고 가벼움, 높은 가시성에 부가하여, 낮은 전력 소모의 특성, 및 긴 수명의 새로운 특성을 가지므로, 매우 유용하다.
- <189> 본 실시예는 본 발명의 발광 디바이스를 디스플레이 유닛으로 포함하는 전자 제품의 예를 도시한다. 도 19 및 도 20에는 특정한 예가 도시된다. 본 실시예의 전자 제품에 포함된 유기 발광 소자는 본 발명에 따른 임의의 소자가 될 수 있다. 본 실시예의 전자 제품에 포함된 발광 디바이스는 도 11 내지 도 18에 포함된 임의의 구성을 가질 수 있다.
- <190> 도 19a는 유기 발광 소자를 사용하는 디스플레이 디바이스를 도시한다. 디스플레이는 케이스(1901a), 지지 베이스(1902a), 및 디스플레이 유닛(1903a)으로 구성된다. 본 발명의 발광 디바이스를 디스플레이 유닛(1903a)으로 사용함으로써, 디스플레이는 얇고 가벼울 뿐만 아니라 오래간다. 따라서, 수송이 간략해지고, 설치시 공간이 절약되고, 수명이 길다.
- <191> 도 19b는 메인 본체(1901b), 디스플레이 유닛(1902b), 오디오 입력 유닛(1903b), 동작 스위치(1904b), 배터리(1905b), 및 이미지 수신 유닛(1906b)으로 구성된 비디오 카메라를 도시한다. 본 발명의 발광 디바이스를 디스플레이 유닛(1902b)으로 사용함으로써, 비디오 카메라가 얇고 가벼워질 수 있고, 전력을 덜 소모한다. 따라서, 배터리 소모가 감소되고, 비디오 카메라의 수송이 덜 불편하다.
- <192> 도 19c는 메인 본체(1901c), 디스플레이 유닛(1902c), 대안 유닛(eye piece unit; 1903c), 및 동작 스위치(1904c)로 구성된 디지털 카메라를 도시한다. 본 발명의 발광 디바이스를 디스플레이 유닛(1902c)으로 사용함으로써, 디지털 카메라가 얇고 가벼워질 수 있고, 전력을 덜 소모한다. 따라서, 배터리 소모가 감소되고, 디지털 카메라의 수송이 덜 불편하다.
- <193> 도 19d는 기록 매체를 갖춘 이미지 재생 디바이스(image reproducing device)를 도시한다. 디바이스는 메인 본체(1901d), 기록 매체(CD, LD, 또는 DVD와 같은)(1902d), 동작 스위치(1903d), 디스플레이 유닛(A)(1904d), 및 디스플레이 유닛(B)(1905d)으로 구성된다. 디스플레이 유닛(A)(1904d)은 주로 이미지 정보를 디스플레이하는 반면, 디스플레이 유닛(B)(1905d)은 주로 텍스트 정보를 디스플레이한다. 본 발명의 발광 디바이스를 디스플레이 유닛(A)(1904d) 및 디스플레이 유닛(B)(1905d)으로 사용함으로써, 이미지 재생 디바이스는 전력을 덜 소모하고, 얇고 가벼워질 수 있고, 또한 오래간다. 저장 매체를 갖춘 이미지 재생 디바이스는 CD 플레이어 및 게임기를 포함한다.
- <194> 도 19e는 메인 본체(1901e), 디스플레이 유닛(1902e), 이미지 수신 유닛(1903e), 스위치(1904e), 및 메모리 슬롯(slot)(1905e)으로 구성된(휴대용) 이동 컴퓨터를 도시한다. 본 발명의 발광 디바이스를 디스플레이 유닛(1902e)으로 사용함으로써, 휴대용 컴퓨터가 얇고 가벼워질 수 있고, 전력을 덜 소모한다. 따라서, 배터리 소모가 감소되고, 컴퓨터의 수송이 덜 불편하다. 휴대용 컴퓨터는 비휘발성 메모리를 집적하여 얻어진 기록 매체 또는 플래시(flash) 메모리에 정보를 저장할 수 있고, 저장된 정보를 재생할 수 있다.
- <195> 도 19f는 메인 본체(1901f), 케이스(1902f), 디스플레이 유닛(1903f), 및 키보드(1904f)로 구성된 개인용 컴퓨터를 도시한다. 본 발명의 발광 디바이스를 디스플레이 유닛(1903f)으로 사용함으로써, 개인용 컴퓨터가 얇고 가벼워질 수 있고, 전력을 덜 소모한다. 상기 발광 디바이스는 특히 노트북 개인용 컴퓨터나 수송되는 다른 개인용 컴퓨터에 대해 배터리 소모 및 경량에 대해 큰 이점을 갖는다.
- <196> 이들 전자 제품들은 인터넷과 같은 전자 통신선 및 무선파(radio wave)와 같은 무선 통신을 통해 전송된 주파수 정보가 증가됨에 따라 특히, 애니메이션 정보를 디스플레이한다. 유기 발광 소자는 매우 빠른 응답 속도를 가지므로, 그 발광 디바이스는 애니메이션 디스플레이에 적절하다.
- <197> 도 20a는 메인 본체(2001a), 오디오 출력 유닛(2002a), 오디오 입력 유닛(2003a), 디스플레이 유닛(2004a), 동작 스위치(2005a), 및 안테나(2006a)로 구성된 휴대폰을 도시한다. 본 발명의 발광 디바이스를 디스플레이 유닛(2004a)으로 사용함으로써, 휴대폰이 얇고 가벼워질 수 있고, 전력을 덜 소모한다. 따라서, 배터리 소모가 감소되고, 휴대폰의 수송이 쉽고, 또한 메인 본체가 컴팩트해진다.
- <198> 도 20b는 메인 본체(2001b), 디스플레이 유닛(2002b), 및 동작 스위치(2003b, 2004b)로 구성된 오디오(특정하게, 카 오디오)를 도시한다. 본 발명의 발광 디바이스를 디스플레이 유닛(2002b)으로 사용함으로써, 오디오가 얇고 가벼워질 수 있고, 전력을 덜 소모한다. 비록 본 실시예에서는 카 오디오가 예로

취해지지만, 그 오디오는 가정용 오디오가 될 수 있다.

- <199> 도 19 내지 도 20에 도시된 전자 제품에는 주변의 밝기를 검출하는 수단으로 광센서를 가진 전자제품을 제공함으로써 전자 제품이 사용되는 주변의 밝기에 따라 방사되는 빛의 휘도를 변조하는 기능을 제공하는 것이 효과적이다. 사용자는 주변의 밝기에 대한 방사광의 휘도의 대조비가 100 내지 150인 경우 어려움 없이 이미지 또는 텍스트 정보를 인식할 수 있다. 이 기능으로, 주변이 밝을 때 보다 나은 시청을 위해 이미지의 휘도가 상승될 수 있고, 주변이 어두울 때 전력 소모를 감소하도록 이미지의 휘도가 낮아질 수 있다.
- <200> 적색 칼라에 대한 삼중항 발광 소자의 휘도 감소는 본 발명을 실시함으로서 소자 수명을 연장시키기 위해 억제될 수 있다. 그래서, 방사 효율성이 높고 종래 기술과 비교해 수명이 긴 적색 칼라에 대한 유기 발광 소자가 제공될 수 있다.
- <201> 또한, 적색 칼라에 대해 삼중항 발광 소자를 사용하고 녹색 및 청색 칼라에 대해 단일항 발광 소자를 사용함으로써, 종래 기술과 비교해 3가지 주요 칼라의 빛의 균형이 바람직하고, 그 외에, 전력 소모가 낮고, 또한 시간에 따른 칼라 변동의 변화량이 적은 디스플레이 디바이스가 제공될 수 있다. 더욱이, 상술된 디스플레이 디바이스를 사용함으로써, 종래 기술과 비교해 전력 소모가 낮고 시간이 경과하여도 결코 바래지 않는(never fades) 명확한 디스플레이를 나타내는 디스플레이 부분을 갖는 전기 디바이스가 제공될 수 있다.

발명의 효과

- <202> 본 발명에 의하면, 적색 칼라에 대한 삼중항 발광 소자의 밝기 감소를 억제하고, 소자의 수명을 연장하며, 발광 효율성 및 더 긴 수명을 갖는 적색 칼라에 대한 유기 발광 소자가 제공된다.

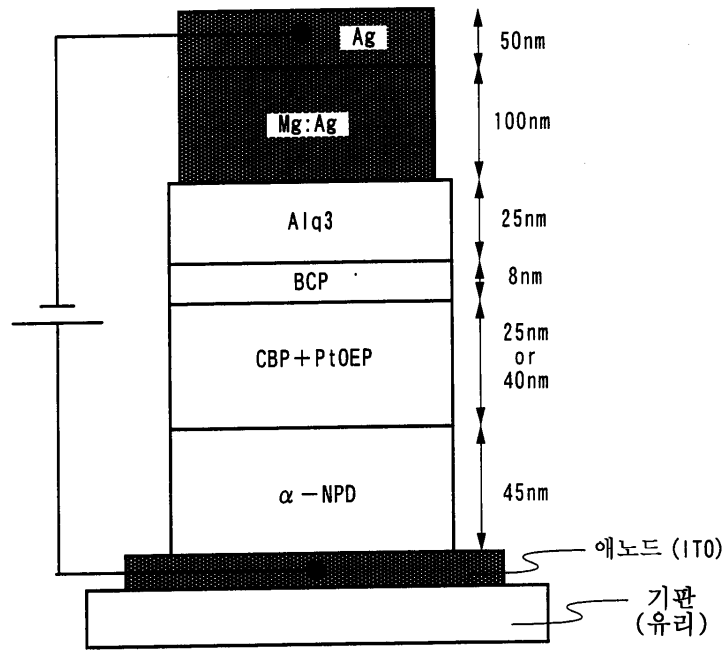
도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 종래 유기 발광 소자의 구조를 도시하는 도면.
- <2> 도 2는 유기 화합물막의 상태를 도시하는 도면.
- <3> 도 3은 증착 디바이스의 구조를 도시하는 도면.
- <4> 도 4a 및 도 4b는 유기 발광 소자의 구조를 도시하는 도면.
- <5> 도 5는 유기 발광 소자의 구조를 도시하는 도면.
- <6> 도 6은 유기 화합물막의 상태를 도시하는 도면.
- <7> 도 7a 및 도 7b는 증착 디바이스의 구조를 도시하는 도면.
- <8> 도 8은 증착 디바이스의 구조를 도시하는 도면.
- <9> 도 9a 내지 도 9e는 디스플레이 디바이스를 형성하는 과정을 도시하는 도면.
- <10> 도 10a 내지 도 10c는 각 픽셀(pixel)의 구조를 도시하는 도면.
- <11> 도 11은 디스플레이 디바이스의 단면 구조를 도시하는 도면.
- <12> 도 12는 디스플레이 디바이스의 단면 구조를 도시하는 도면.
- <13> 도 13은 디스플레이 디바이스의 단면 구조를 도시하는 도면.
- <14> 도 14a 및 도 14b는 디스플레이 디바이스의 상단 표면 구조 및 단면 구조를 도시하는 도면.
- <15> 도 15a 내지 도 15c는 디스플레이 디바이스의 상단 표면 구조 및 단면 구조를 도시하는 도면.
- <16> 도 16a 및 도 16b는 디스플레이 디바이스의 구조를 도시하는 도면.
- <17> 도 17a 및 도 17b는 디스플레이 디바이스의 구조를 도시하는 도면.
- <18> 도 18a 내지 도 18c는 디스플레이 디바이스의 구조를 도시하는 도면.
- <19> 도 19a 내지 도 19f는 전기 디바이스의 특정한 예를 도시하는 도면.
- <20> 도 20a 및 도 20b는 전기 디바이스의 특정한 예를 도시하는 도면.

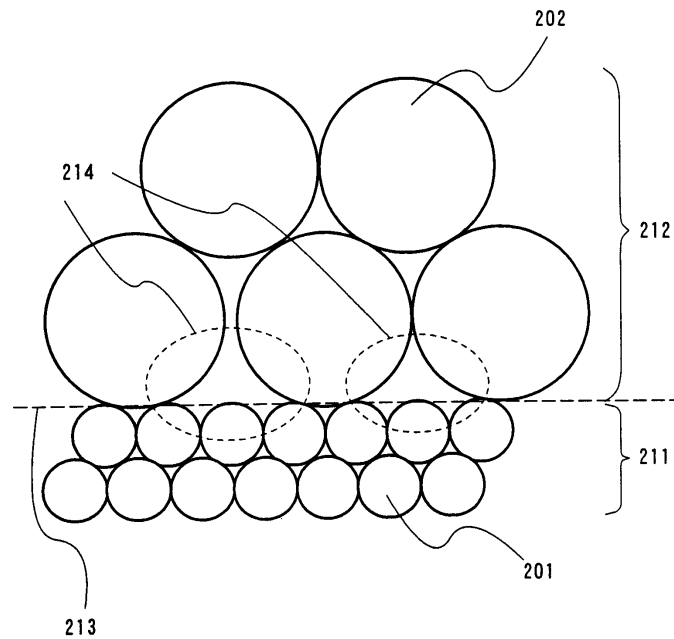
- <21> *도면의 주요부분에 대한 부호의 설명*
- <22> 407; 혼합 영역 409; 차단 물질
- <23> 501; 유리 기판 502; 애노드
- <24> 504; 홀 수송 영역 505; 발광 영역
- <25> 506; 차단 영역 507; 전자 수송 영역

도면

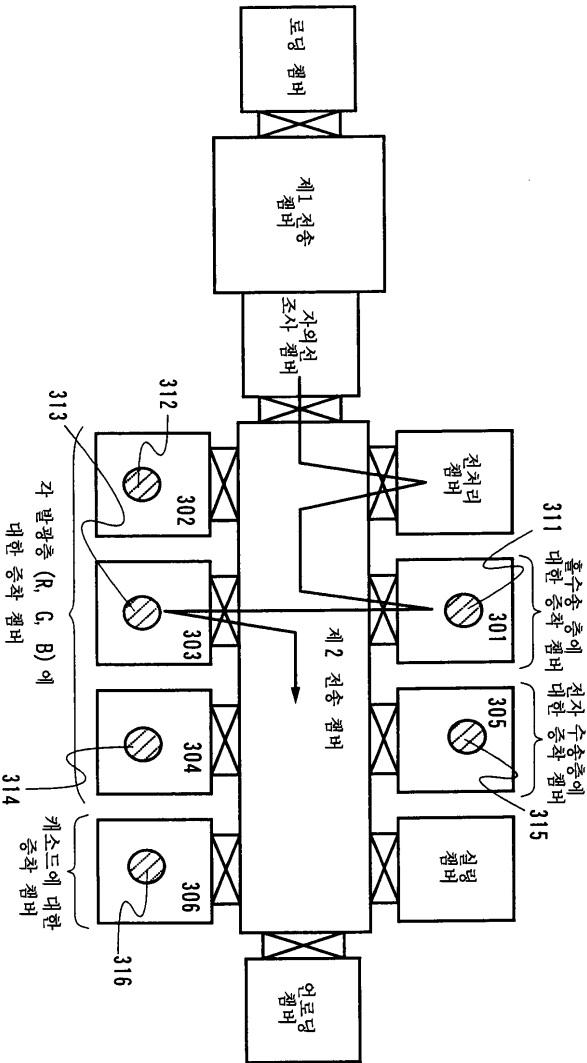
도면1



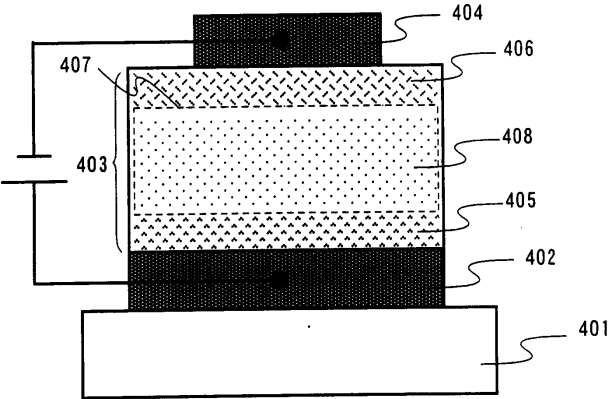
도면2



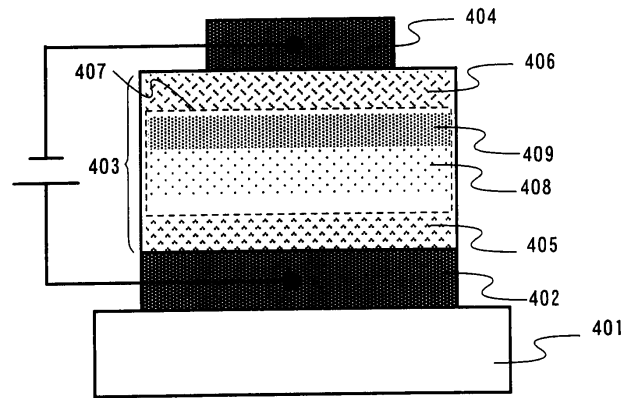
도면3



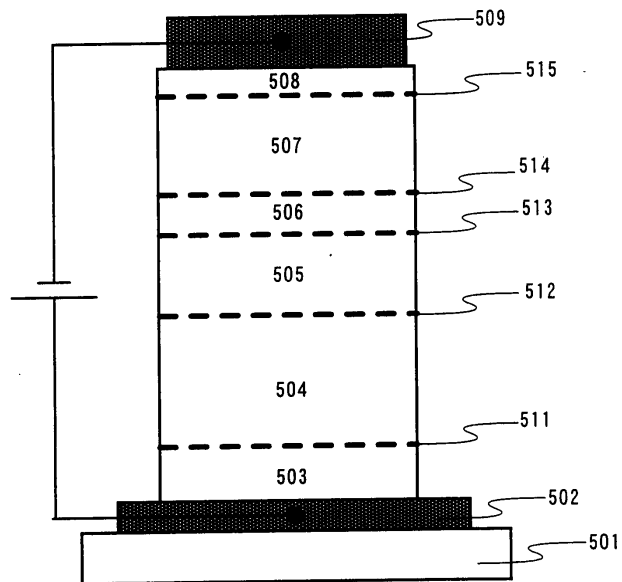
도면4a



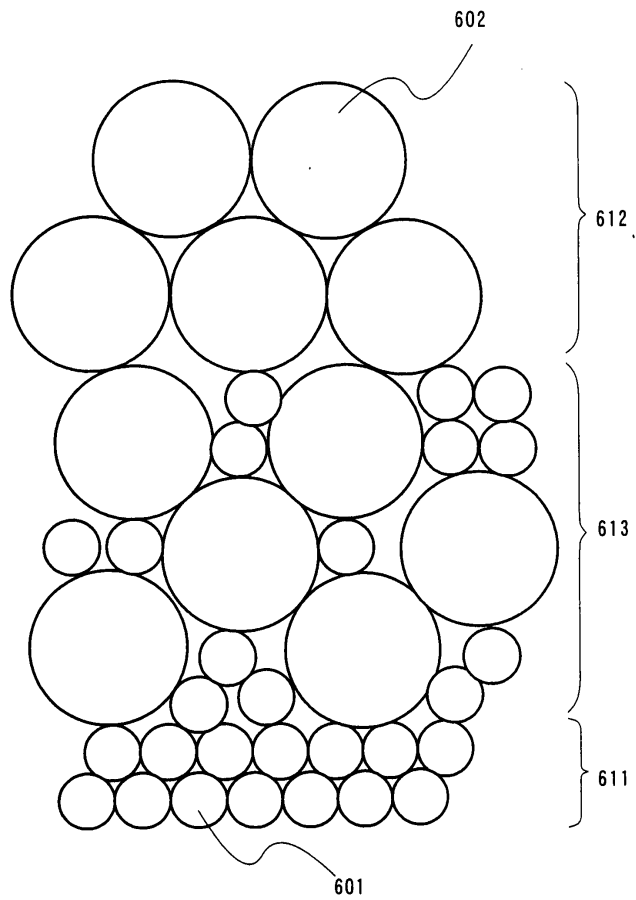
도면4b



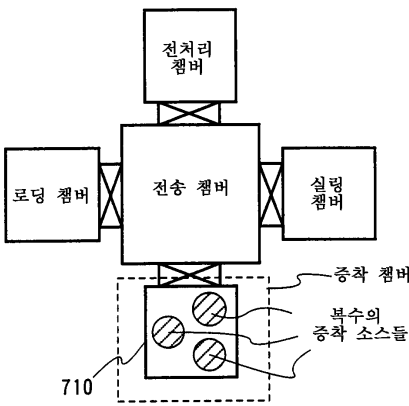
도면5



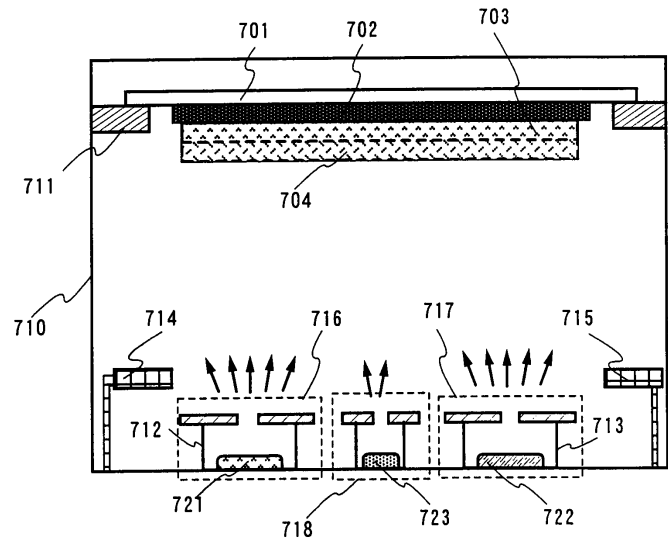
도면6



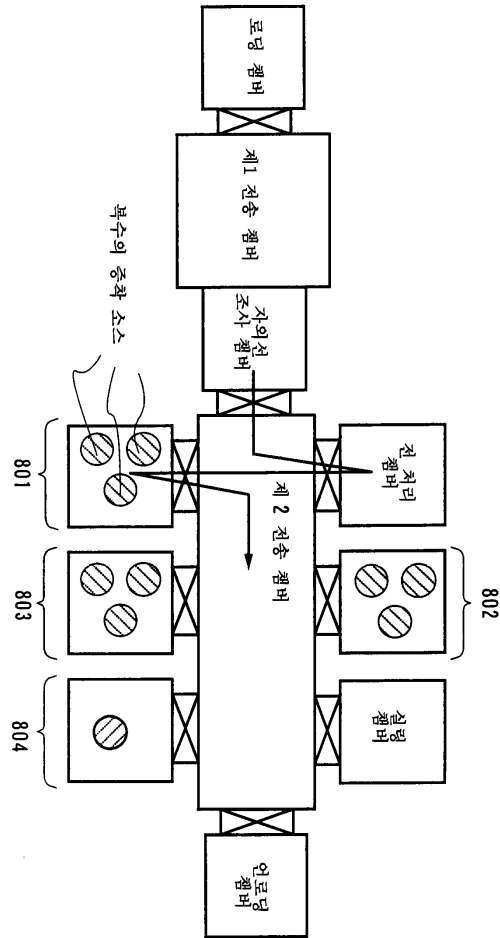
도면7a



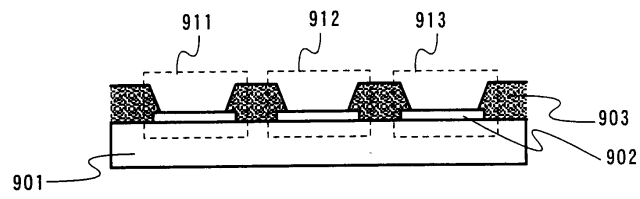
도면7b



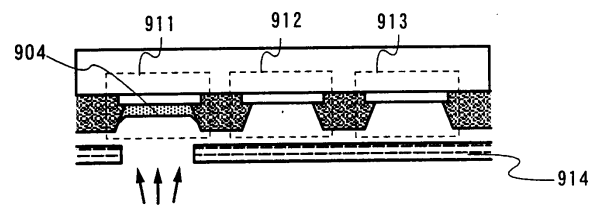
도면8



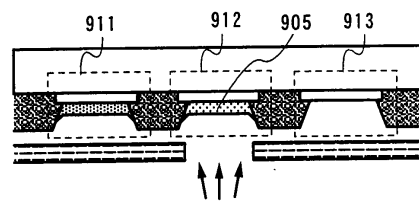
도면9a



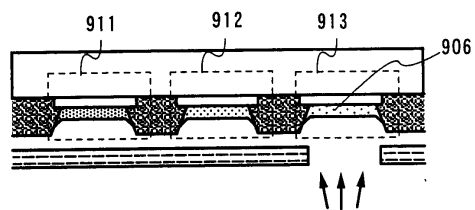
도면9b



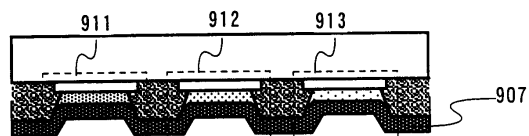
도면9c



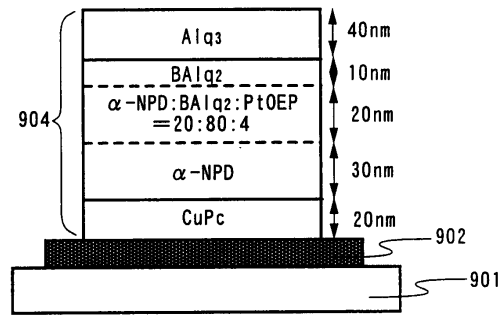
도면9d



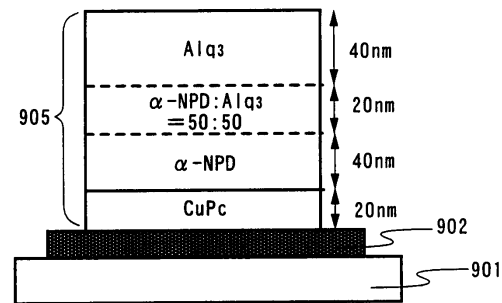
도면9e



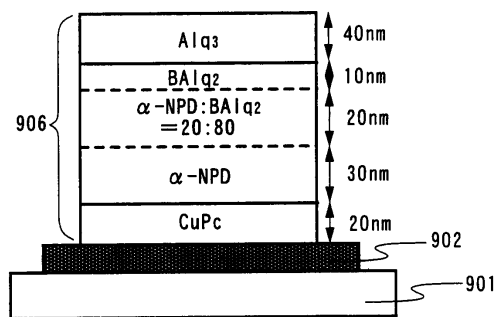
도면10a



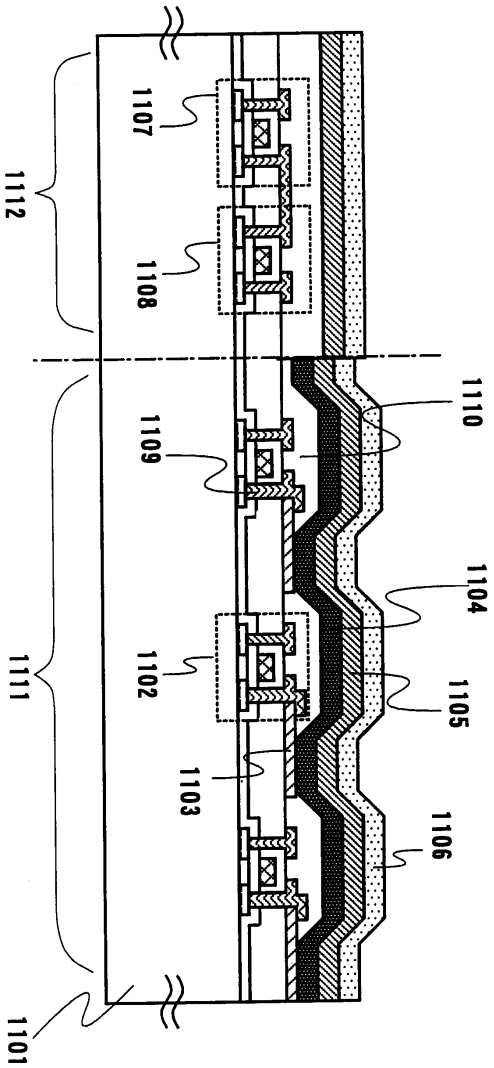
도면10b



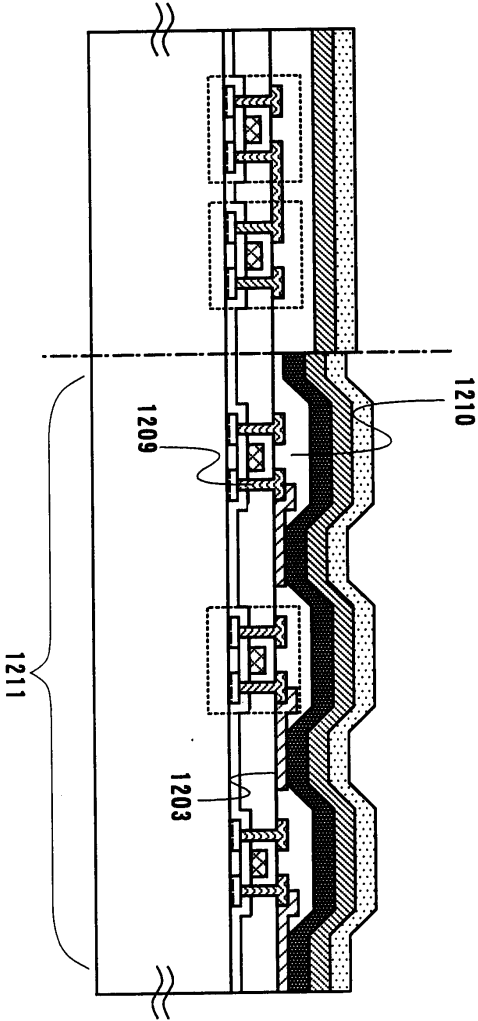
도면10c



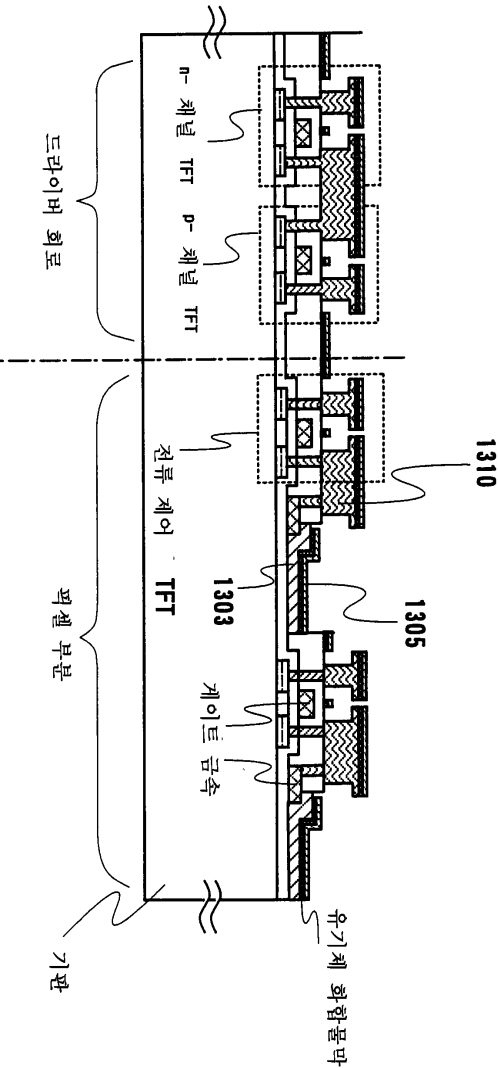
도면11



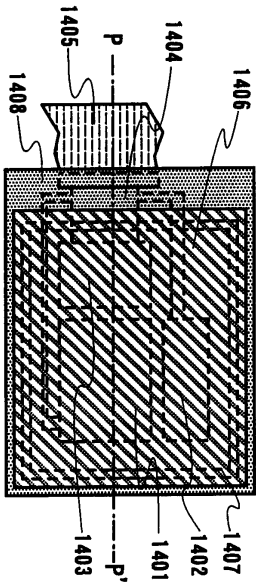
도면12



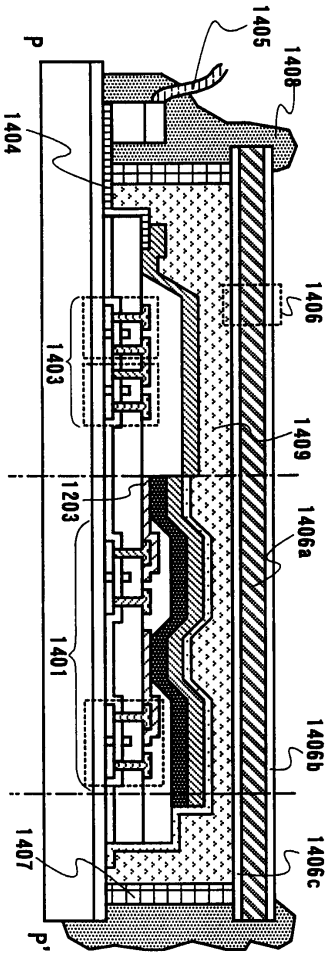
도면13



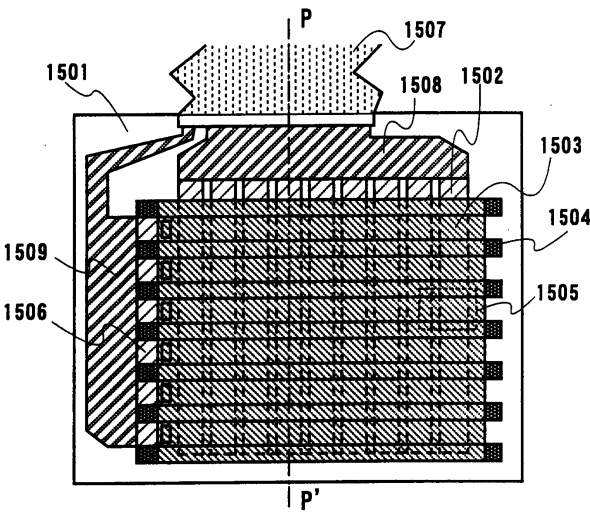
도면14a



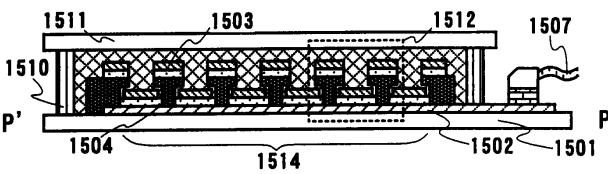
도면14b



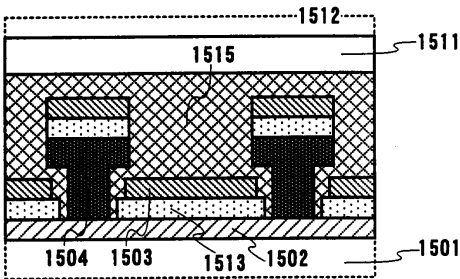
도면15a



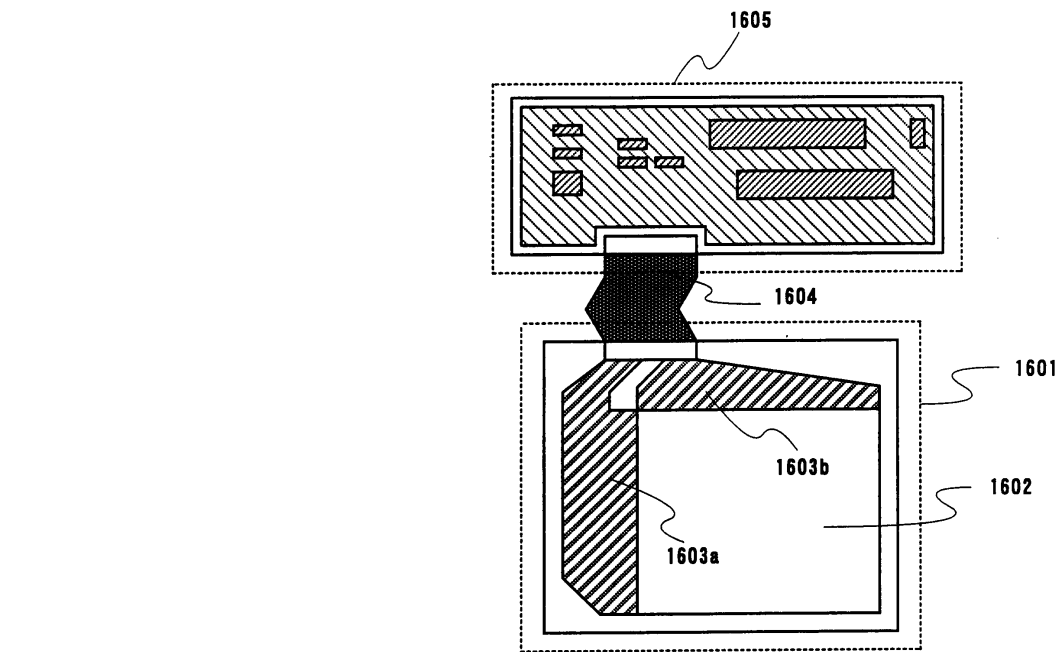
도면15b



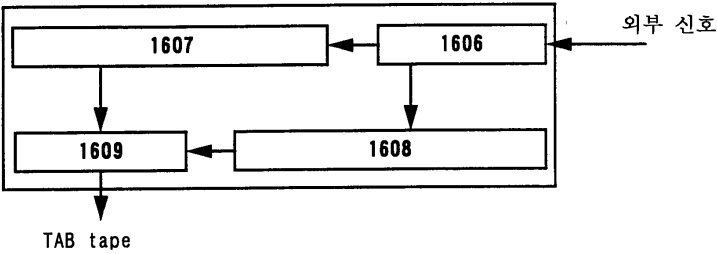
도면15c



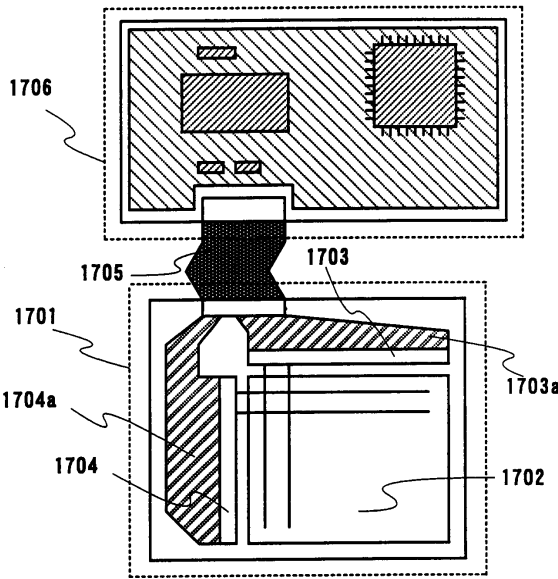
도면16a



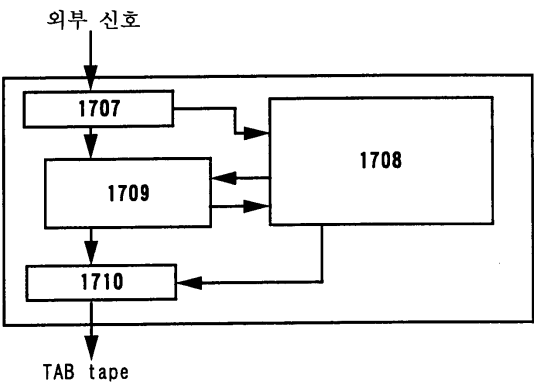
도면16b



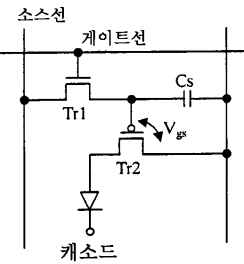
도면17a



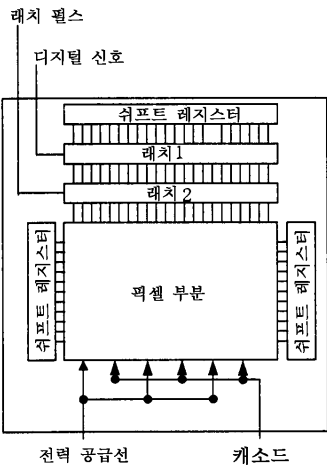
도면17b



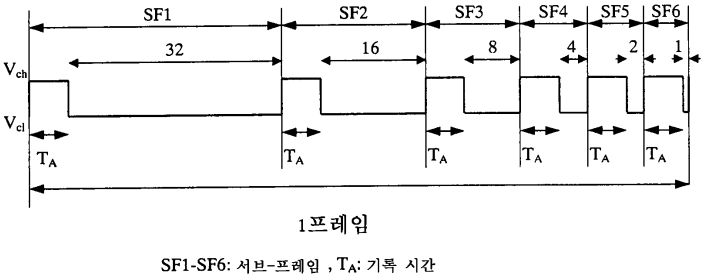
도면18a



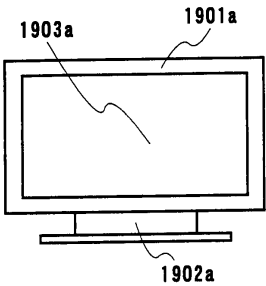
도면18b



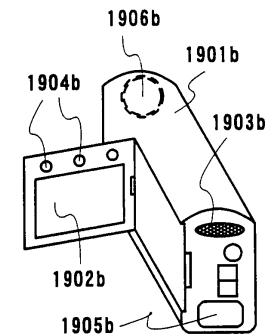
도면18c



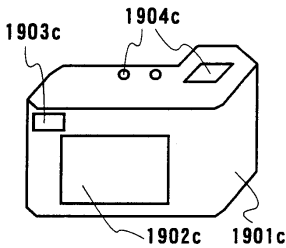
도면19a



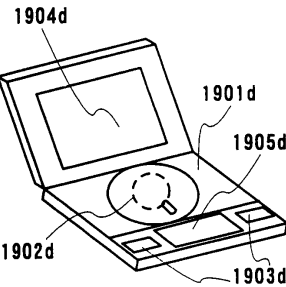
도면19b



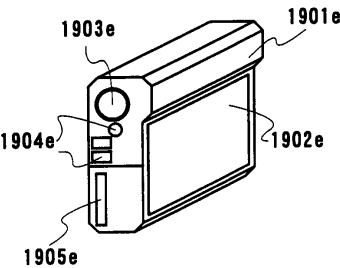
도면19c



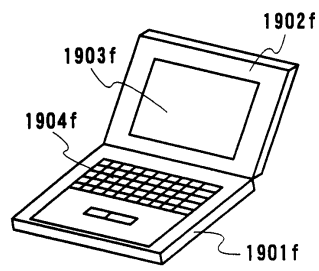
도면19d



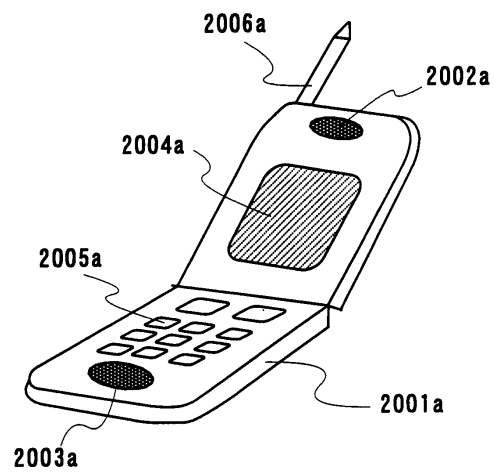
도면19e



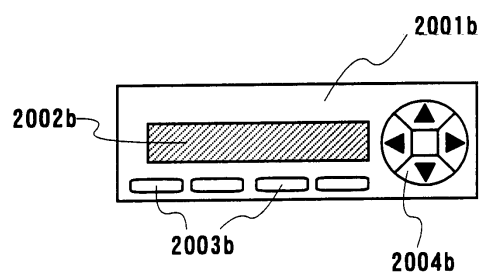
도면19f



도면20a



도면20b



专利名称(译)	有机发光器件和使用其的显示器件		
公开(公告)号	KR100857729B1	公开(公告)日	2008-09-10
申请号	KR1020020005846	申请日	2002-02-01
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社半导体能源研究所		
申请(专利权)人(译)	株式会社绒布器肯kyusyo极限戴哦		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社绒布器肯kyusyo极限戴哦		
[标]发明人	SEO SATOSHI 세오사토시 YAMAZAKI SHUNPEI 야마자키슈운페이		
发明人	세오사토시 야마자키슈운페이		
IPC分类号	H05B33/14 H01L27/32 H01L51/50		
CPC分类号	H01L51/5096 H01L27/3244 H01L27/3281 H01L27/3211 H01L2251/5384 H01L51/5008 H01L51/5016 H01L51/5048 H01L2251/5376		
代理人(译)	李, 何炳 李昌勋		
优先权	2001025971 2001-02-01 JP		
其他公开文献	KR1020020064217A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

向有机化合物膜，由空穴传输材料制成的空穴传输区域，由电子传输材料制成的电子传输区域，提供与空穴传输材料和电子传输材料混合并掺杂有用于红色的三重态抗发光材料的混合区域（发光区域），虽然去除了传统层压结构中存在的各层之间的界面，但是出现了空穴传输，电子传输和光发射的各自功能。根据上述方法，用于红色的有机发光装置具有低功耗和长寿命。因此，通过使用有机发光元件来制造显示装置和电子装置。

