(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0010666
(43) 공개일자 2023년01월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G09G 3/3233 (2016.01) *G06F 3/041* (2006.01)
G06F 3/042 (2006.01) *G09F 9/302* (2006.01)
G09F 9/33 (2006.01) *H10K 19/00* (2023.01)
H10K 50/80 (2023.01) *H10K 59/00* (2023.01)
(52) CPC특허분류
G09G 3/3233 (2013.01)
G06F 3/041 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7042566
(22) 출원일자(국제) 2021년04월30일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2022년12월05일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2021/053604
(87) 국제공개번호 WO 2021/229350
국제공개일자 2021년11월18일
(30) 우선권주장
JP-P-2020-085200 2020년05월14일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼
일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398
(72) 발명자
카와시마 스스무
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
쿠스노키 코지
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
장훈

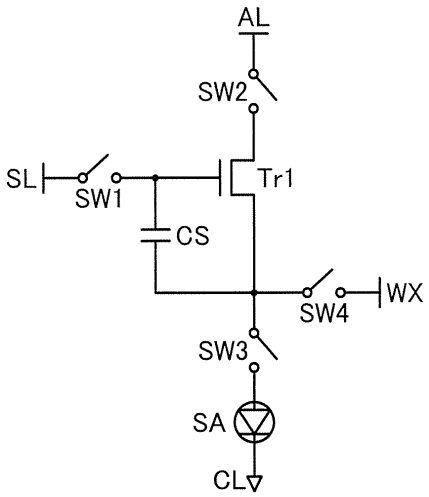
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **표시 장치, 표시 모듈, 및 전자 기기**

(57) 요 약

촬상 기능을 갖는 표시 장치를 제공한다. 고정세의 촬상 장치 또는 표시 장치를 제공한다. 표시 장치는 제 1 스위치 내지 제 4 스위치, 제 1 트랜지스터, 용량 소자, 수발광 소자를 갖는다. 제 1 스위치는 제 1 트랜지스터의 게이트와 접속된다. 제 2 스위치는 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 한쪽과 접속된다. 수발광 소자는 애노드가 제 3 스위치를 통하여 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽과 접속된다. 제 4 스위치는 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽과 접속된다. 용량 소자는 한쪽 전극이 제 1 트랜지스터의 게이트와 접속되고, 다른 쪽 전극이 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽과 접속된다. 수발광 소자는 제 1 색의 광을 발하고, 제 2 색의 광을 수광하고 전기 신호로 변환한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06F 3/042 (2019.05)
G09F 9/302 (2013.01)
G09F 9/335 (2021.05)
H01L 27/288 (2013.01)
H01L 27/3234 (2013.01)
H01L 27/3276 (2022.01)
H01L 51/5203 (2013.01)
G09G 2300/0426 (2013.01)
G09G 2300/0842 (2013.01)

(72) 발명자
와타나베 카즈노리
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
요시즈미 켄스케
일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내

명 세 서

청구범위

청구항 1

표시 장치로서,

제 1 스위치 내지 제 3 스위치와, 제 1 트랜지스터와, 용량 소자와, 수발광 소자와, 제 1 배선 내지 제 3 배선을 갖고,

상기 제 1 배선은 상기 제 1 스위치를 통하여 상기 제 1 트랜지스터의 게이트와 전기적으로 접속되고,

상기 제 2 배선은 상기 제 2 스위치를 통하여 상기 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 한쪽과 전기적으로 접속되고,

상기 수발광 소자는 애노드가 상기 제 3 스위치를 통하여 상기 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽과 전기적으로 접속되고, 캐소드가 상기 제 3 배선과 전기적으로 접속되고,

상기 용량 소자는 한쪽 전극이 상기 제 1 트랜지스터의 게이트와 전기적으로 접속되고, 다른 쪽 전극이 상기 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽과 전기적으로 접속되고,

상기 제 2 배선에는 제 1 전위가 인가되고,

상기 제 3 배선에는 상기 제 1 전위보다 낮은 제 2 전위가 인가되고,

상기 수발광 소자는 제 1 색의 광을 발하는 기능과, 제 2 색의 광을 수광하고 전기 신호로 변환하는 기능을 갖는, 표시 장치.

청구항 2

표시 장치로서,

제 1 스위치 내지 제 4 스위치와, 제 1 트랜지스터와, 용량 소자와, 수발광 소자와, 제 1 배선 내지 제 4 배선을 갖고,

상기 제 1 배선은 상기 제 1 스위치를 통하여 상기 제 1 트랜지스터의 게이트와 전기적으로 접속되고,

상기 제 2 배선은 상기 제 2 스위치를 통하여 상기 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 한쪽과 전기적으로 접속되고,

상기 수발광 소자는 애노드가 상기 제 3 스위치를 통하여 상기 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽과 전기적으로 접속되고, 캐소드가 상기 제 3 배선과 전기적으로 접속되고,

상기 제 4 배선은 상기 제 4 스위치를 통하여 상기 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽과 전기적으로 접속되고,

상기 용량 소자는 한쪽 전극이 상기 제 1 트랜지스터의 게이트와 전기적으로 접속되고, 다른 쪽 전극이 상기 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽과 전기적으로 접속되고,

상기 제 2 배선에는 제 1 전위가 인가되고,

상기 제 3 배선에는 상기 제 1 전위보다 낮은 제 2 전위가 인가되고,

상기 수발광 소자는 제 1 색의 광을 발하는 기능과, 제 2 색의 광을 수광하고 전기 신호로 변환하는 기능을 갖는, 표시 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

제 1 기간에 있어서 상기 제 1 스위치 내지 상기 제 4 스위치는 도통 상태이고, 상기 제 1 배선에는 데이터 전

위가 인가되고, 상기 제 4 배선에는 제 3 전위가 인가되고,

제 2 기간에 있어서 상기 제 1 스위치 내지 상기 제 4 스위치는 비도통 상태인, 표시 장치.

청구항 4

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,

제 3 기간에 있어서 상기 제 1 스위치, 상기 제 3 스위치, 및 상기 제 4 스위치는 도통 상태이고, 상기 제 2 스위치는 비도통 상태이고, 상기 제 1 배선에는 상기 제 1 전위보다 낮은 제 4 전위가 인가되고, 상기 제 4 배선에는 상기 제 2 전위보다 낮은 제 5 전위가 인가되고,

제 4 기간에 있어서 상기 제 1 스위치 및 상기 제 3 스위치는 도통 상태이고, 상기 제 2 스위치 및 상기 제 4 스위치는 비도통 상태이고, 상기 제 1 배선에는 상기 제 2 전위보다 높은 제 6 전위가 인가되고,

제 5 기간에 있어서 상기 제 1 스위치 및 상기 제 3 스위치는 비도통 상태이고, 상기 제 2 스위치 및 상기 제 4 스위치는 도통 상태인, 표시 장치.

청구항 5

표시 장치로서,

제 1 트랜지스터 내지 제 5 트랜지스터와, 용량 소자와, 수발광 소자와, 제 1 배선 내지 제 4 배선을 갖고,

상기 제 2 트랜지스터는 소스 및 드레인 중 한쪽이 상기 제 1 배선과 전기적으로 접속되고, 소스 및 드레인 중 다른 쪽이 상기 제 1 트랜지스터의 게이트와 전기적으로 접속되고,

상기 제 3 트랜지스터는 소스 및 드레인 중 한쪽이 상기 제 2 배선과 전기적으로 접속되고, 소스 및 드레인 중 다른 쪽이 상기 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 한쪽과 전기적으로 접속되고,

상기 제 4 트랜지스터는 소스 및 드레인 중 한쪽이 상기 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽과 전기적으로 접속되고, 소스 및 드레인 중 다른 쪽이 상기 수발광 소자의 애노드와 전기적으로 접속되고,

상기 수발광 소자는 캐소드가 상기 제 3 배선과 전기적으로 접속되고,

상기 제 5 트랜지스터는 소스 및 드레인 중 한쪽이 상기 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽과 전기적으로 접속되고, 소스 및 드레인 중 다른 쪽이 상기 제 4 배선과 전기적으로 접속되고,

상기 용량 소자는 한쪽 전극이 상기 제 1 트랜지스터의 게이트와 전기적으로 접속되고, 다른 쪽 전극이 상기 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽과 전기적으로 접속되고,

상기 제 2 배선에는 제 1 전위가 인가되고,

상기 제 3 배선에는 상기 제 1 전위보다 낮은 제 2 전위가 인가되고,

상기 수발광 소자는 제 1 색의 광을 발하는 기능과, 제 2 색의 광을 수광하고 전기 신호로 변환하는 기능을 갖는, 표시 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 트랜지스터 내지 상기 제 5 트랜지스터 중 하나 이상은 게이트와 백 게이트를 갖고,

상기 게이트와 상기 백 게이트에는 같은 전위가 인가되는, 표시 장치.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

발광 소자를 갖고,

상기 발광 소자는 상기 제 2 색의 광을 발하는 기능을 갖고,

상기 수발광 소자와 상기 발광 소자는 동일한 면 위에 제공되는, 표시 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 수발광 소자는 제 1 화소 전극, 제 1 발광층, 활성층, 제 1 전극을 갖고,

상기 발광 소자는 제 2 화소 전극, 제 2 발광층, 상기 제 1 전극을 갖고,

상기 제 1 화소 전극과 상기 제 2 화소 전극은 동일한 도전막을 가공하여 형성되는, 표시 장치.

청구항 9

표시 모듈로서,

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 기재된 표시 장치와, 커넥터 또는 집적 회로를 갖는, 표시 모듈.

청구항 10

전자 기기로서,

제 9 항에 기재된 표시 모듈과,

안테나, 배터리, 하우징, 카메라, 스피커, 마이크로폰, 터치 센서, 및 조작 버튼 중 적어도 하나를 갖는, 전자 기기.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 일 형태는 표시 장치에 관한 것이다. 본 발명의 일 형태는 촬상 장치에 관한 것이다. 본 발명의 일 형태는 촬상 기능을 갖는 표시 장치에 관한 것이다.

[0002] 또한, 본 발명의 일 형태는 상기 기술분야에 한정되지 않는다. 본 명세서 등에서 개시(開示)하는 본 발명의 일 형태의 기술분야로서는 반도체 장치, 표시 장치, 발광 장치, 축전 장치, 기억 장치, 전자 기기, 조명 장치, 입력 장치, 입출력 장치, 이들의 구동 방법, 또는 이들의 제조 방법을 일례로 들 수 있다. 반도체 장치란 반도체 특성을 이용함으로써 기능할 수 있는 장치 전반을 가리킨다.

배 경 기 술

[0003] 근년, 표시 장치는 고해상도의 화상을 표시하기 위하여 고정세(高精細)화가 요구되고 있다. 또한, 스마트폰, 태블릿형 단말기, 노트북형 PC(퍼스널 컴퓨터) 등의 정보 단말 기기에서 표시 장치는 고정세화에 더하여 저소비 전력화가 요구되고 있다. 또한, 터치 패널로서의 기능, 인증을 위하여 지문을 촬상하는 기능 등, 화상을 표시할 뿐만 아니라 다양한 기능이 부가된 표시 장치가 요구되고 있다.

[0004] 표시 장치로서는 예를 들어 발광 소자를 갖는 발광 장치가 개발되고 있다. 일렉트로루미네선스(Electroluminescence, 이하 EL이라고 기재함) 현상을 이용한 발광 소자(EL 소자라고도 기재함)는 박형 경량화가 용이하고, 입력 신호에 대하여 고속 응답이 가능하고, 직류 정전압 전원을 사용한 구동이 가능하다는 등의 특징을 갖고, 표시 장치에 응용되고 있다. 예를 들어 특허문헌 1에는 유기 EL 소자가 적용된, 가요성을 갖는 발광 장치가 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 특개2014-197522호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 일 형태는 촬상 기능을 갖는 표시 장치를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 본 발명의 일 형태는 고정세의 표시부 또는 촬상부를 갖는 촬상 장치 또는 표시 장치를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 본 발명의 일 형태는 고정세의 화상을 촬상할 수 있는 촬상 장치 또는 표시 장치를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 본 발명의 일 형태는 고감도 촬상을 수행할 수 있는 촬상 장치 또는 표시 장치를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 본 발명의 일 형태는 지문 등의 생체 정보를 취득할 수 있는 표시 장치를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 본 발명의 일 형태는 터치 패널로서 기능하는 표시 장치를 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다.

[0007] 또한, 본 발명의 일 형태는 전자 기기의 부품 점수를 삭감하는 것을 과제 중 하나로 한다. 본 발명의 일 형태는 신규 구성을 갖는 표시 장치, 촬상 장치, 또는 전자 기기 등을 제공하는 것을 과제 중 하나로 한다. 본 발명의 일 형태는 선행 기술의 문제점 중 적어도 하나를 적어도 경감시키는 것을 과제 중 하나로 한다.

[0008] 또한, 이들 과제의 기재는 다른 과제의 존재를 방해하는 것은 아니다. 또한, 본 발명의 일 형태는 이들 과제 모두를 해결할 필요는 없는 것으로 한다. 또한, 이들 이외의 과제는 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 추출할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 형태는 제 1 스위치 내지 제 3 스위치와, 제 1 트랜지스터와, 용량 소자와, 수발광 소자와, 제 1 배선 내지 제 3 배선을 갖는 표시 장치이다. 제 1 배선은 제 1 스위치를 통하여 제 1 트랜지스터의 게이트와 전기적으로 접속된다. 제 2 배선은 제 2 스위치를 통하여 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 한쪽과 전기적으로 접속된다. 수발광 소자는 애노드가 제 3 스위치를 통하여 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽과 전기적으로 접속되고, 캐소드가 제 3 배선과 전기적으로 접속된다. 용량 소자는 한쪽 전극이 제 1 트랜지스터의 게이트와 전기적으로 접속되고, 다른 쪽 전극이 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽과 전기적으로 접속된다. 제 2 배선에는 제 1 전위가 인가되고, 제 3 배선에는 제 1 전위보다 낮은 제 2 전위가 인가되고, 수발광 소자는 제 1 색의 광을 발하는 기능과, 제 2 색의 광을 수광하고 전기 신호로 변환하는 기능을 갖는다.

[0010] 본 발명의 일 형태는 제 1 스위치 내지 제 4 스위치와, 제 1 트랜지스터와, 용량 소자와, 수발광 소자와, 제 1 배선 내지 제 4 배선을 갖는 표시 장치이다. 제 1 배선은 제 1 스위치를 통하여 제 1 트랜지스터의 게이트와 전기적으로 접속된다. 제 2 배선은 제 2 스위치를 통하여 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 한쪽과 전기적으로 접속된다. 수발광 소자는 애노드가 제 3 스위치를 통하여 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽과 전기적으로 접속되고, 캐소드가 제 3 배선과 전기적으로 접속된다. 제 4 배선은 제 4 스위치를 통하여 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽과 전기적으로 접속된다. 용량 소자는 한쪽 전극이 제 1 트랜지스터의 게이트와 전기적으로 접속되고, 다른 쪽 전극이 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽과 전기적으로 접속된다. 제 2 배선에는 제 1 전위가 인가되고, 제 3 배선에는 제 1 전위보다 낮은 제 2 전위가 인가된다. 수발광 소자는 제 1 색의 광을 발하는 기능과, 제 2 색의 광을 수광하고 전기 신호로 변환하는 기능을 갖는다.

[0011] 또한, 상기에서, 제 1 기간에 있어서 제 1 스위치 내지 제 4 스위치는 도통 상태이고, 제 1 배선에는 데이터 전위가 인가되고, 제 4 배선에는 제 3 전위가 인가되는 것이 바람직하다. 또한, 제 2 기간에 있어서 제 1 스위치 내지 제 4 스위치는 비도통 상태인 것이 바람직하다.

[0012] 또한, 상술한 어느 형태에서, 제 3 기간에 있어서 제 1 스위치, 제 3 스위치, 및 제 4 스위치는 도통 상태이고, 제 2 스위치는 비도통 상태이고, 제 1 배선에는 제 1 전위보다 낮은 제 4 전위가 인가되고, 제 4 배선에는 제 2 전위보다 낮은 제 5 전위가 인가되는 것이 바람직하다. 또한, 제 4 기간에 있어서 제 1 스위치 및 제 3 스위치는 도통 상태이고, 제 2 스위치 및 제 4 스위치는 비도통 상태이고, 제 1 배선에는 제 2 전위보다 높은 제 6 전위가 인가되는 것이 바람직하다. 또한, 제 5 기간에 있어서 제 1 스위치 및 제 3 스위치는 비도통 상태이고, 제 2 스위치 및 제 4 스위치는 도통 상태인 것이 바람직하다.

[0013] 본 발명의 다른 일 형태는 제 1 트랜지스터 내지 제 5 트랜지스터와, 용량 소자와, 수발광 소자와, 제 1 배선 내지 제 4 배선을 갖는 표시 장치이다. 제 2 트랜지스터는 소스 및 드레인 중 한쪽이 제 1 배선과 전기적으로 접속되고, 소스 및 드레인 중 다른 쪽이 제 1 트랜지스터의 게이트와 전기적으로 접속된다. 제 3 트랜지스터는 소스 및 드레인 중 한쪽이 제 2 배선과 전기적으로 접속되고, 소스 및 드레인 중 다른 쪽이 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 한쪽와 전기적으로 접속된다. 제 4 트랜지스터는 소스 및 드레인 중 한쪽이 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽과 전기적으로 접속되고, 소스 및 드레인 중 다른 쪽이 수발광 소자의 애노드와 전기적으로 접속된다. 수발광 소자는 캐소드가 제 3 배선과 전기적으로 접속된다. 제 5 트랜지스터는 소스 및 드레인 중 한쪽이 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽과 전기적으로 접속되고, 소스 및 드레인 중 다

른 쪽이 제 4 배선과 전기적으로 접속된다. 용량 소자는 한쪽 전극이 제 1 트랜지스터의 게이트와 전기적으로 접속되고, 다른 쪽 전극이 제 1 트랜지스터의 소스 및 드레인 중 다른 쪽과 전기적으로 접속된다. 제 2 배선에는 제 1 전위가 인가되고, 제 3 배선에는 제 1 전위보다 낮은 제 2 전위가 인가된다. 수발광 소자는 제 1 색의 광을 발하는 기능과, 제 2 색의 광을 수광하고 전기 신호로 변환하는 기능을 갖는다.

[0014] 또한, 상기에서, 제 1 트랜지스터 내지 제 5 트랜지스터 중 하나 이상은 게이트와 백 게이트를 갖고, 게이트와 백 게이트에는 같은 전위가 인가되는 것이 바람직하다.

[0015] 또한, 상기에서, 제 2 색의 광을 발하는 기능을 갖는 발광 소자를 갖는 것이 바람직하다. 이때, 수발광 소자와 발광 소자는 동일한 면 위에 제공되는 것이 더 바람직하다.

[0016] 또한, 상기에서 수발광 소자는 제 1 화소 전극, 제 1 발광층, 활성층, 제 1 전극을 갖는 것이 바람직하다. 또한, 발광 소자는 제 2 화소 전극, 제 2 발광층, 제 1 전극을 갖는 것이 바람직하다. 이때, 제 1 화소 전극과 제 2 화소 전극은 동일한 도전막을 가공하여 형성되는 것이 바람직하다.

[0017] 또한, 본 발명의 다른 일 형태는 상술한 어느 형태의 표시 장치와, 커넥터 또는 집적 회로를 갖는 표시 모듈이다.

[0018] 또한, 본 발명의 다른 일 형태는 상기 표시 모듈과, 안테나, 배터리, 하우징, 카메라, 스피커, 마이크로폰, 터치 센서, 및 조작 버튼 중 적어도 하나를 갖는 전자 기기이다.

발명의 효과

[0019] 본 발명의 일 형태에 따르면 촬상 기능을 갖는 표시 장치를 제공할 수 있다. 또는, 표시부 또는 촬상부를 갖는 촬상 장치 또는 표시 장치를 제공할 수 있다. 또는, 고정세의 화상을 촬상할 수 있는 촬상 장치 또는 표시 장치를 제공할 수 있다. 또는, 고감도 촬상을 수행할 수 있는 촬상 장치 또는 표시 장치를 제공할 수 있다. 또는, 지문 등의 생체 정보를 취득할 수 있는 표시 장치를 제공할 수 있다. 또는, 터치 패널로서 기능하는 표시 장치를 제공할 수 있다.

[0020] 또한, 본 발명의 일 형태에 따르면 전자 기기의 부품 점수를 삭감할 수 있다. 또는, 신규 구성을 갖는 표시 장치, 촬상 장치, 또는 전자 기기 등을 제공할 수 있다. 또는, 선행 기술의 문제점 중 적어도 하나를 적어도 경감시킬 수 있다.

[0021] 또한, 이들 효과의 기재는 다른 효과의 존재를 방해하는 것은 아니다. 또한, 본 발명의 일 형태는 반드시 이들 효과 모두를 가질 필요는 없다. 또한, 이들 이외의 효과는 명세서, 도면, 청구항 등의 기재로부터 추출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 화소의 일례를 나타낸 회로도이다.

도 2의 (A), (B)는 화소 회로의 동작 방법예를 설명하는 도면이다.

도 3의 (A) 내지 (D)는 화소 회로의 동작 방법예를 설명하는 도면이다.

도 4의 (A)는 화소의 일례를 나타낸 회로도이다. 도 4의 (B), (C)는 화소 회로의 동작 방법예를 설명하는 도면이다.

도 5의 (A) 내지 (E)는 화소 회로의 동작 방법예를 설명하는 도면이다.

도 6은 표시 장치의 일례를 나타낸 도면이다.

도 7은 화소의 일례를 나타낸 회로도이다.

도 8의 (A)는 화소의 일례를 나타낸 회로도이고, 도 8의 (B)는 트랜지스터의 회로도이다.

도 9는 화소의 일례를 나타낸 회로도이다.

도 10의 (A), (B)는 표시 장치의 일례를 나타낸 도면이다.

도 11은 화소의 일례를 나타낸 회로도이다.

도 12는 표시 장치의 동작 방법의 일례를 설명하는 도면이다.

도 13은 표시 장치의 동작 방법의 일례를 설명하는 도면이다.

도 14의 (A) 내지 (D)는 표시 장치의 일례를 도시한 단면도이다. 도 14의 (E) 내지 (G)는 화소의 일례를 나타낸 상면도이다.

도 15의 (A) 내지 (D)는 화소의 일례를 나타낸 상면도이다.

도 16의 (A) 내지 (E)는 수발광 소자의 일례를 도시한 단면도이다.

도 17의 (A), (B)는 표시 장치의 일례를 도시한 단면도이다.

도 18의 (A), (B)는 표시 장치의 일례를 도시한 단면도이다.

도 19의 (A), (B)는 표시 장치의 일례를 도시한 단면도이다.

도 20의 (A), (B)는 표시 장치의 일례를 도시한 단면도이다.

도 21의 (A), (B)는 표시 장치의 일례를 도시한 단면도이다.

도 22는 표시 장치의 일례를 도시한 사시도이다.

도 23은 표시 장치의 일례를 도시한 단면도이다.

도 24는 표시 장치의 일례를 도시한 단면도이다.

도 25의 (A)는 표시 장치의 일례를 도시한 단면도이다. 도 25의 (B)는 트랜지스터의 일례를 도시한 단면도이다.

도 26의 (A), (B)는 전자 기기의 일례를 도시한 도면이다.

도 27의 (A) 내지 (D)는 전자 기기의 일례를 도시한 도면이다.

도 28의 (A) 내지 (F)는 전자 기기의 일례를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하에서, 실시형태에 대하여 도면을 참조하면서 설명한다. 다만, 실시형태는 많은 상이한 형태로 실시할 수 있고, 취지 및 그 범위에서 벗어남이 없이 그 형태 및 자세한 사항을 다양하게 변경할 수 있다는 것은 통상의 기술자라면 용이하게 이해할 수 있다. 따라서, 본 발명은 이하의 실시형태의 기재 내용에 한정하여 해석되는 것은 아니다.

[0024] 또한, 이하에서 설명하는 발명의 구성에서, 동일한 부분 또는 같은 기능을 갖는 부분에는 동일한 부호를 상이한 도면 사이에서 공통적으로 사용하고, 이의 반복적인 설명은 생략한다. 또한, 같은 기능을 갖는 부분을 가리키는 경우에는 해치 패턴을 동일하게 하고, 특별히 부호를 붙이지 않는 경우가 있다.

[0025] 또한, 본 명세서에서 설명하는 각 도면에서 각 구성 요소의 크기, 층의 두께, 또는 영역은 명료화를 위하여 과장되어 있는 경우가 있다. 따라서, 반드시 그 스케일에 한정되는 것은 아니다.

[0026] 또한, 본 명세서 등에서의 '제 1', '제 2' 등의 서수사는 구성 요소의 혼동을 피하기 위하여 붙이는 것이며, 수적으로 한정하는 것은 아니다.

[0027] 트랜지스터는 반도체 소자의 일종이며, 전류 또는 전압의 증폭 기능, 도통 또는 비도통을 제어하는 스위칭 동작 등을 실현할 수 있다. 본 명세서에서 트랜지스터는 IGFET(Insulated Gate Field Effect Transistor), 박막 트랜지스터(TFT: Thin Film Transistor)를 포함한다.

[0028] 또한 '소스' 및 '드레인'의 기능은 상이한 극성의 트랜지스터를 채용하는 경우 또는 회로 동작에서 전류의 방향이 변화되는 경우 등에는 서로 바뀌는 경우가 있다. 그러므로, 본 명세서에서는 '소스' 및 '드레인'이라는 용어는 서로 바꿔 사용할 수 있는 것으로 한다.

[0029] 또한, 본 명세서 등에서 '전기적으로 접속'에는 '어떠한 전기적 작용을 갖는 것'을 통하여 접속되어 있는 경우가 포함된다. 여기서 '어떠한 전기적 작용을 갖는 것'은 접속 대상 간에서의 전기 신호의 주고받음을 가능하게 하는 것이면 특별히 제한을 받지 않는다. 예를 들어 '어떠한 전기적 작용을 갖는 것'에는 전극, 배선을 비롯하여 트랜지스터 등의 스위칭 소자, 저항 소자, 코일, 용량 소자, 이 이외의 각종 기능을 갖는 소자 등이 포함된

다.

[0030] 또한, 본 명세서 등에서 노드란 회로를 구성하는 소자들의 전기적 접속을 가능하게 하는 소자(예를 들어 배선 등)를 말한다. 따라서, "A가 접속된 노드"란 A와 전기적으로 접속되고, 또한 전위가 A와 같다고 간주할 수 있는 배선을 말한다. 또한, 배선의 중간에 전기적인 접속을 가능하게 하는 소자(예를 들어 스위치, 트랜지스터, 용량 소자, 인덕터, 저항 소자, 다이오드 등)가 하나 이상 배치되어 있어도, 전위가 A와 같다고 간주할 수 있다면 그 배선은 A가 접속된 노드인 것으로 한다.

[0031] 또한, 본 명세서에서 EL층이란 발광 소자의 한 쌍의 전극 사이에 제공되고, 적어도 발광성의 물질을 포함하는 층(발광층이라고도 부름) 또는 발광층을 포함하는 적층체를 나타내는 것으로 한다.

[0032] 본 명세서 등에서 표시 장치의 일 형태인 표시 패널은 표시면에 화상 등을 표시(출력)하는 기능을 갖는 것이다. 따라서, 표시 패널은 출력 장치의 일 형태이다.

[0033] 또한, 본 명세서 등에서는 표시 패널의 기판에 예를 들어 FPC(Flexible Printed Circuit) 또는 TCP(Tape Carrier Package) 등의 커넥터가 장착된 것, 또는 기판에 COG(Chip On Glass) 방식 등에 의하여 IC가 실장된 것을 표시 패널 모듈, 표시 모듈, 또는 단순히 표시 패널 등이라고 부르는 경우가 있다.

[0034] 또한, 본 명세서 등에서 표시 장치의 일 형태인 터치 패널은 표시면에 화상 등을 표시하는 기능과, 표시면에 손가락, 스타일러스 등의 피검지체가 접촉되거나, 가압하거나, 또는 근접되는 것 등을 검출하는 터치 센서로서의 기능을 갖는다. 따라서, 터치 패널은 입출력 장치의 일 형태이다.

[0035] 터치 패널은 예를 들어 터치 센서를 갖는 표시 패널(또는 표시 장치), 터치 센서 기능을 갖는 표시 패널(또는 표시 장치)이라고도 부를 수 있다. 터치 패널은 표시 패널과 터치 센서 패널을 갖는 구성으로 할 수도 있다. 또는, 표시 패널의 내부 또는 표면에 터치 센서로서의 기능을 갖는 구성으로 할 수도 있다.

[0036] 또한, 본 명세서 등에서는 터치 패널의 기판에 커넥터, IC 등이 실장된 것을 터치 패널 모듈, 표시 모듈, 또는 단순히 터치 패널 등이라고 부르는 경우가 있다.

[0037] (실시형태 1)

[0038] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태의 표시 장치의 구성예 및 구동 방법예에 대하여 설명한다.

[0039] 본 발명의 일 형태는 매트릭스상으로 배치된 복수의 화소를 갖는 표시 장치이다. 화소는 하나 이상의 부화소를 갖는다. 부화소는 하나 이상의 수발광 소자를 갖는다.

[0040] 수발광 소자(수발광 디바이스)는 제 1 색의 광을 발하는 발광 소자(발광 디바이스라고도 함)로서의 기능과, 제 2 색의 광을 수광하고 전기 신호로 변환하는 광전 변환 소자(광전 변환 디바이스라고도 함)로서의 기능을 겸하는 소자이다. 수발광 소자는 다기능 소자(Multifunctional Element), 다기능 다이오드(Multifunctional Diode), 발광 포토다이오드(Light Emitting Photodiode), 또는 양방향 포토다이오드(Bidirectional Photodiode) 등이라고도 부를 수 있다.

[0041] 수발광 소자를 갖는 부화소가 매트릭스상으로 복수 배치됨으로써, 표시 장치는 화상을 표시하는 기능과, 촬상하는 기능을 겸할 수 있다. 그러므로, 표시 장치는 복합 디바이스 또는 다기능 디바이스라고도 부를 수 있다.

[0042] [구성예 1]

[0043] 도 1에, 수발광 소자를 갖는 부화소에 적용할 수 있는 화소 회로의 일부를 나타내었다. 화소 회로는 스위치(SW1), 스위치(SW2), 스위치(SW3), 스위치(SW4), 트랜지스터(Tr1), 및 수발광 소자(SA)를 갖는다. 또한, 화소 회로는 전하를 유지하기 위한 용량 소자로서 용량 소자(CS)를 갖는 것이 바람직하다. 또한, 화소 회로에는 배선(SL), 배선(AL), 배선(CL), 및 배선(WX)이 접속되어 있다.

[0044] 스위치(SW1), 스위치(SW2), 스위치(SW3), 및 스위치(SW4)는 각각 2개의 단자(전극)를 갖고, 상기 단자 간의 도통, 비도통을 제어할 수 있는 소자이다.

[0045] 배선(SL)은 스위치(SW1)를 통하여 트랜지스터(Tr1)의 게이트와 전기적으로 접속되어 있다. 배선(AL)은 스위치(SW2)를 통하여 트랜지스터(Tr1)의 소스 및 드레인 중 한쪽과 전기적으로 접속되어 있다. 수발광 소자(SA)는 애노드가 스위치(SW3)를 통하여 트랜지스터(Tr1)의 소스 및 드레인 중 다른 쪽과 전기적으로 접속되어 있다. 수발광 소자(SA)의 캐소드는 배선(CL)과 전기적으로 접속되어 있다. 배선(WX)은 스위치(SW4)를 통하여 트랜지스터(Tr1)의 소스 및 드레인 중 다른 쪽과 전기적으로 접속되어 있다. 용량 소자(CS)는 한 쌍의 전극 중 한쪽

이 트랜지스터(Tr1)의 게이트와 전기적으로 접속되고, 다른 쪽이 트랜지스터(Tr1)의 소스 및 드레인 중 다른 쪽과 전기적으로 접속되어 있다.

[0046] 도 1에서는 수발광 소자(SA)의 애노드가 트랜지스터(Tr1) 측에 위치하는 구성으로 하였다. 이때, 배선(CL)에 인가되는 전위는 배선(AL)에 인가되는 전위보다 낮은 전위로 할 수 있다. 또한, 수발광 소자(SA)의 캐소드가 트랜지스터(Tr1) 측에 위치하는 구성으로 하여도 좋고, 이 경우에는 배선(AL)보다 높은 전위를 배선(CL)에 인가하는 구성으로 할 수 있다.

[0047] 또한, 도 1 등에서는 트랜지스터로서 n채널형 트랜지스터를 사용하는 예를 나타내었지만, 일부 또는 전부에 p채널형 트랜지스터를 적용할 수도 있다. 이때, 각종 전위, 신호 등을 트랜지스터의 종류에 맞추어 적절히 변경하면 좋다.

[0048] 트랜지스터(Tr1)는 수발광 소자(SA)에 흐르는 전류를 제어하는 기능을 갖는다. 즉, 트랜지스터(Tr1)는 구동 트랜지스터로서의 기능을 갖는다. 트랜지스터(Tr1)는 스위치(SW1)를 통하여 배선(SL)으로부터 공급되는 전위에(데이터 전위)에 따라 수발광 소자(SA)에 흐르는 전류를 제어할 수 있다. 수발광 소자(SA)는 상기 전류에 따른 휘도로 발광할 수 있다.

[0049] 또한, 트랜지스터(Tr1)는 수발광 소자(SA)의 노광 상태에 기초한 신호를 출력하는, 판독 트랜지스터로서의 기능을 갖는다. 구체적으로는 트랜지스터(Tr1)의 게이트에 소정의 전위가 인가되고, 수발광 소자(SA)에서 수광하여 발생한 전하에 기초한 전위가 소스에 인가됨으로써, 게이트-소스 사이의 전압에 따라 트랜지스터(Tr1)의 도통 상태가 변화된다. 트랜지스터(Tr1)를 통하여 배선(AL)으로부터 배선(WX)으로 흐르는 전류에 의하여, 수발광 소자(SA)의 노광 상태의 정보를 취득할 수 있다. 배선(WX)은 판독 배선으로서도 기능한다.

[0050] 이와 같이, 하나의 트랜지스터(Tr1)가 수발광 소자(SA)를 발광 소자로 한 경우의 구동 트랜지스터의 역할과, 수광 소자로 한 경우의 판독 트랜지스터의 역할을 겸함으로써, 화소 회로의 회로 구성을 간략화할 수 있다. 또한, 트랜지스터가 하나 삭감됨에 따라 트랜지스터에 신호를 공급하는 배선 등도 삭감할 수 있다.

[0051] 또한, 용량 소자(CS)는 수발광 소자(SA)를 발광 소자로 한 경우의 유지 용량 소자로서 기능할 뿐만 아니라, 수광 소자로 한 경우의 유지 용량 소자로서도 기능한다.

[0052] 이와 같이, 트랜지스터 및 용량 소자가 복수의 기능을 겸하는 구성으로 함으로써, 화소의 점유 면적의 축소가 가능하게 되어, 정세도가 높은 표시 장치를 실현할 수 있다. 그러므로, 표시 품위가 높은 화상의 표시뿐만 아니라 고정세의 화상의 촬상도 가능하다.

[0053] 이하에서, 도 1에서 예시한 화소 회로의 동작 방법에 대하여 설명한다.

[0054] 우선, 수발광 소자(SA)를 발광 소자로서 사용하는 경우의 동작 방법의 일례에 대하여 도 2의 (A) 및 (B)를 사용하여 설명한다.

[0055] 도 2의 (A)는 트랜지스터(Tr1)의 게이트에 데이터 전위(V_{data})를 가록하는 기간(데이터 기록 기간)의 동작을 모식적으로 나타낸 것이다. 데이터 기록 기간에, 스위치(SW1), 스위치(SW2), 스위치(SW3), 스위치(SW4)를 모두 도통 상태로 한다.

[0056] 하나의 파선 화살표로 나타낸 바와 같이, 데이터 기록 기간에, 트랜지스터(Tr1)의 게이트에는 스위치(SW1)를 통하여 배선(SL)으로부터 데이터 전위(V_{data})가 인가된다. 또한, 다른 하나의 파선 화살표로 나타낸 바와 같이, 트랜지스터(Tr1)의 소스 및 드레인 중 다른 쪽에는 스위치(SW4)를 통하여 배선(WX)으로부터 전위(V_0)가 인가된다. 또한, 이때 용량 소자(CS1)에는 데이터 전위(V_{data})와 전위(V_0)의 전위차에 상당하는 전압이 충전된다.

[0057] 도 2의 (B)는 트랜지스터(Tr1)의 게이트 전위가 유지되고, 트랜지스터(Tr1)를 흐르는 전류에 따라 수발광 소자(SA)가 발광하는 기간(유지, 발광 기간)의 동작을 모식적으로 나타낸 것이다. 유지, 발광 기간에서 스위치(SW1) 및 스위치(SW4)를 비도통 상태로 하고, 스위치(SW2) 및 스위치(SW3)를 도통 상태로 한다. 이로써, 트랜지스터(Tr1)를 흐르는 대부분의 전류가 수발광 소자(SA)로 흐른다. 도 2의 (B)에서는 전류의 경로를 파선 화살표로 나타내었다.

[0058] 이어서, 수발광 소자(SA)를 수광 소자로서 사용하는 경우의 동작 방법의 일례에 대하여 도 3의 (A) 내지 (D)를 사용하여 설명한다.

[0059] 도 3의 (A)는 수발광 소자(SA)의 애노드의 전위를 초기화하는 기간(리셋 기간)에서의 동작을 모식적으로 나타낸

것이다. 리셋 기간에 스위치(SW1), 스위치(SW3), 및 스위치(SW4)를 도통 상태로 하고, 스위치(SW2)를 비도통 상태로 한다.

[0060] 하나의 파선 화살표로 나타낸 바와 같이, 리셋 기간에, 수발광 소자(SA)의 애노드에는 스위치(SW4) 및 스위치(SW3)를 통하여 배선(WX)으로부터 전위(V_{RS})가 인가된다. 또한, 용량 소자(CS)의 다른 쪽 전극에도 스위치(SW4)를 통하여 전위(V_{RS})가 인가된다. 전위(V_{RS})는 적어도 배선(CL)에 인가되는 전위보다 낮은 전위로 한다. 전위(V_{RS})는 전위(V_0)보다 낮은 전위로 하는 것이 바람직하다.

[0061] 또한, 수발광 소자(SA)의 캐소드가 트랜지스터(Tr1) 측에 접속되는 구성의 경우, 전위(V_{RS})는 배선(CL)에 인가되는 전위(수발광 소자(SA)의 애노드에 인가되는 전위)보다 높은 전위로 하면 좋다. 또한, 전위(V_{RS})는 전위(V_0)보다 높은 전위로 하면 좋다.

[0062] 또한, 리셋 기간에 트랜지스터(Tr1)의 게이트가 접속되는 노드를 부유 상태로 하지 않고, 소정의 전위를 인가한 상태로 하는 것이 바람직하다. 예를 들어 도 3의 (A)에서, 트랜지스터(Tr1)의 게이트 및 용량 소자(CS)의 한쪽 전극에는 스위치(SW1)를 통하여 배선(SL)으로부터 전위(V_{off})가 인가된다. 전위(V_{off})는 배선(AL)에 인가되는 전위보다 낮은 전위로 하면 좋다.

[0063] 또한, 전위(V_{off})는 트랜지스터(Tr1)를 비도통 상태로 하는 전위로 하는 것이 바람직하다. 예를 들어 전위(V_{RS})에 트랜지스터(Tr1)의 문턱 전압을 더한 전위보다 낮은 전위로 할 수 있다. 특히 전위(V_{off})는 전위(V_{RS})보다 낮은 전위로 하는 것이 바람직하다.

[0064] 도 3의 (B)는 수발광 소자(SA)에서 수광하고, 수발광 소자에 전하가 축적되는 기간(노광 기간)에서의 동작을 모식적으로 나타낸 것이다. 노광 기간에 수발광 소자(SA)에 전하가 축적됨으로써, 수발광 소자(SA)의 애노드-캐소드 간의 전위차(Vc)가 변화된다.

[0065] 노광 기간에 스위치(SW1), 스위치(SW2), 스위치(SW3), 스위치(SW4)를 모두 비도통 상태로 한다. 스위치(SW2)가 비도통 상태이고, 또한 트랜지스터(Tr1)의 게이트에는 전위(V_{off})가 인가된 상태가 유지되기 때문에, 트랜지스터(Tr1)도 비도통 상태가 된다. 또한, 스위치(SW3)가 비도통 상태이기 때문에, 배선(AL)과 수발광 소자(SA) 사이에는 2개의 비도통 상태의 스위치와, 하나의 비도통 상태의 트랜지스터가 있다. 또한, 배선(WX)과 수발광 소자(SA) 사이에도 2개의 비도통 상태의 스위치(스위치(SW3) 및 스위치(SW4))가 있다. 이로써, 수발광 소자(SA)의 애노드 측에 축적되는 전하가 배선(AL), 배선(WX) 등에 유출되는 것을 적합하게 방지할 수 있다. 결과적으로, 수발광 소자(SA)에 의하여 정밀도가 높은 촬상을 실행할 수 있다.

[0066] 도 3의 (C)는 수발광 소자(SA)에 축적된 전하를, 트랜지스터(Tr1)의 소스가 접속되는 노드로 전송(轉送)하는 기간(전송 기간)에서의 동작을 모식적으로 나타낸 것이다. 전송 기간에 스위치(SW1) 및 스위치(SW3)를 도통 상태로 하고, 스위치(SW2) 및 스위치(SW4)를 비도통 상태로 한다.

[0067] 하나의 파선 화살표로 나타낸 바와 같이, 전송 기간에, 수발광 소자(SA)에 축적된 전하는 트랜지스터(Tr1)의 소스 및 용량 소자(CS)의 다른 쪽 전극이 접속되는 노드로 스위치(SW3)를 통하여 전송된다. 전송이 완료되었을 때의 상기 노드의 전위를 V_{sig}로 한다.

[0068] 또한, 다른 하나의 파선 화살표로 나타낸 바와 같이, 전송 기간에, 트랜지스터(Tr1)의 게이트 및 용량 소자(CS)의 한쪽 전극이 접속되는 노드에는 스위치(SW1)를 통하여 배선(SL)으로부터 전위(V_{gp})가 인가된다.

[0069] 용량 소자(CS)의 충전이 완료된 후, 스위치(SW1) 및 스위치(SW3)를 비도통 상태로 함으로써, 트랜지스터(Tr1)의 게이트의 전위 및 소스의 전위가 유지된다.

[0070] 도 3의 (D)는 화소 회로로부터 배선(WX)에 데이터를 출력하는 기간(판독 기간)에서의 동작을 모식적으로 나타낸 것이다. 판독 기간에 스위치(SW1) 및 스위치(SW3)를 비도통 상태로 하고, 스위치(SW2) 및 스위치(SW4)를 도통 상태로 한다.

[0071] 판독 기간에 트랜지스터(Tr1)의 게이트-소스 사이의 전압(V_{gs})(점선 화살표로 나타냄)은 전위(V_{gp}) 및 전위(V_{sig})를 사용하여 $V_{gs}=V_{gp}-V_{sig}$가 된다. 트랜지스터(Tr1)의 게이트-소스 사이의 전압(V_{gs})이 결정되기 때문에, 트랜지스터(Tr1)를 흐르는 전류도 결정된다. 예를 들어 포화 영역에서는, 상기 전압(V_{gs})으로부터 트랜지스터(Tr1)

의 문턱 전압(V_{th})을 뺀 전압의 제곱에 비례하는 전류(I_s)가 트랜지스터(Tr1)의 소스-드레인 사이를 흐른다.

[0072] 전위(V_{gp})는 전위(V_{sig})의 값에 상관없이 트랜지스터(Tr1)가 도통 상태가 되는 전위로 할 수 있다. 즉, 전위(V_{sig})의 값에 상관없이 V_{gs}-V_{th}가 양의 값이 되도록 전위(V_{gp})의 값을 설정할 수 있다.

[0073] 이와 같이, 하나의 트랜지스터가 표시를 위한 구동 트랜지스터의 역할와, 촬상을 위한 판독 트랜지스터의 역할을 겸하는 구성으로 함으로써, 화소 회로가 갖는 트랜지스터의 개수뿐만 아니라, 화소 회로와 접속되는 배선 등의 개수도 삭감할 수 있어, 화소 회로를 간략화할 수 있다. 그러므로, 표시 장치의 고정세화, 고해상도화가 용이해진다. 또한, 배선의 개수를 삭감함으로써 표시 장치의 소비 전력도 저감할 수 있다.

[0074] [변형예]

[0075] 이하에서는, 앞에서 예시한 구성보다 소자의 개수를 더 삭감한 화소 회로의 구성예에 대하여 설명한다.

[0076] 도 4의 (A)에 화소 회로의 일부를 나타내었다. 도 4의 (A)에 나타낸 화소 회로는 스위치(SW1), 스위치(SW2), 스위치(SW3), 트랜지스터(Tr1), 용량 소자(CS), 및 수발광 소자(SA)를 갖는다. 도 4의 (A)에 나타낸 화소 회로는 도 1에서 예시한 구성과 비교하여 스위치(SW4)를 갖지 않는 점 및 배선(WX)을 갖지 않는 점에서 주로 상이하다.

[0077] 배선(AL)은 상기 배선(WX)의 기능을 겸하는 배선이다. 즉, 배선(AL)에는 애노드 전위와 전위(V_{RS})가 상이한 기간에 인가된다. 또한, 배선(AL)은 판독 배선으로서도 기능한다.

[0078] 이하에서, 도 4의 (A)에서 나타낸 화소 회로의 동작 방법에 대하여 설명한다.

[0079] 우선, 수발광 소자(SA)를 발광 소자로서 사용하는 경우에 대하여 설명한다.

[0080] 도 4의 (B)에 나타낸 바와 같이, 데이터 기록 기간에 있어서 스위치(SW1), 스위치(SW2), 및 스위치(SW3)를 모두 도통 상태로 한다. 이로써, 트랜지스터(Tr1)의 게이트에는 스위치(SW1)를 통하여 배선(SL)으로부터 데이터 전위(V_{data})가 인가된다.

[0081] 이어서, 도 4의 (C)에 나타낸 바와 같이, 유지, 발광 기간에 있어서 스위치(SW1)를 비도통 상태로 한다. 이로써, 수발광 소자(SA)에는 트랜지스터(Tr1)의 게이트 전위에 따른 전류가 흐르고, 수발광 소자(SA)는 상기 전류의 크기에 따른 휘도로 발광한다.

[0082] 이어서, 수발광 소자(SA)를 수광 소자로서 사용하는 경우에 대하여 설명한다.

[0083] 도 5의 (A)에 나타낸 바와 같이, 리셋 기간에 스위치(SW1), 스위치(SW2), 및 스위치(SW3)를 모두 도통 상태로 한다. 또한, 트랜지스터(Tr1)의 게이트에는 스위치(SW1)를 통하여 배선(SL)으로부터 전위(V_H)가 인가된다. 또한, 배선(AL)에는 전위(V_{RS})가 인가된다.

[0084] 전위(V_H)는 트랜지스터(Tr1)를 도통 상태로 하는 전위이다. 전위(V_H)는 예를 들어 전위(V_{RS})보다 높은 전위, 또는 배선(CL)에 인가되는 전위(캐소드 전위)보다 높은 전위로 하면 좋다.

[0085] 트랜지스터(Tr1)가 도통 상태가 됨으로써, 수발광 소자(SA)의 애노드에는 스위치(SW2), 트랜지스터(Tr1), 및 스위치(SW3)를 통하여 배선(AL)으로부터 전위(V_{RS})가 인가된다.

[0086] 리셋 기간 후에 도 5의 (B)에 나타낸 바와 같은 동작 기간을 제공하여도 좋다.

[0087] 구체적으로, 도 5의 (B)에서는 상기 리셋 기간 후에 스위치(SW3)를 비도통 상태로 하고, 배선(SL)과 배선(AL)에 각각 전위(V_H)를 인가한다. 이로써, 용량 소자(CS)의 한 쌍의 전극에는 같은 전위(V_H)가 인가되고, 전위차가 생기지 않는 상태가 된다. 마찬가지로, 트랜지스터(Tr1)의 소스-게이트 사이에도 전위차가 생기지 않는 상태가 된다. 트랜지스터(Tr1)의 문턱 전압이 양인 경우에는 트랜지스터(Tr1)가 비도통 상태가 된다.

[0088] 이와 같이, 리셋 기간 후에 용량 소자(CS)를 방전시켜 전하가 축적되지 않는 상태로 함으로써, 촬상 데이터의 노이즈를 저감할 수 있다.

[0089] 이어서, 도 5의 (C)에 나타낸 노광 기간에 있어서 스위치(SW1), 스위치(SW2), 및 스위치(SW3)를 비도통 상태로 한다.

[0090] 이어서, 도 5의 (D)에 나타낸 전송 기간에 있어서 스위치(SW2)를 비도통 상태로 한 채 스위치(SW1)와 스위치(SW3)를 각각 도통 상태로 한다. 이로써, 트랜지스터(Tr1)의 게이트 및 용량 소자(CS)의 한쪽 전극에는 스위치(SW1)를 통하여 배선(SL)으로부터 전위(V_{gp})가 인가된다. 또한, 전송 후의 트랜지스터(Tr1)의 소스 및 드레인 중 다른 쪽 그리고 용량 소자(CS)의 다른 쪽 전극의 전위는 상기와 마찬가지로 전위(V_{sig})가 된다.

[0091] 전송 기간 후로부터 판독 기간까지 스위치(SW1) 및 스위치(SW3)를 비도통 상태로 하여도 좋다.

[0092] 마지막에, 도 5의 (E)에 나타낸 판독 기간에 있어서 스위치(SW1)를 비도통 상태로 하고, 스위치(SW2) 및 스위치(SW3)를 도통 상태로 한다. 여기서 용량 소자(CS)에는 전압(V_{gs})이 충전되어 있기 때문에, 트랜지스터(Tr1)에는 상기 전압(V_{gs})에 따른 전류(I_S)가 흐른다. 이 전류(I_S)를 배선(AL)과 접속된 판독 회로로 검출함으로써, 화소의 데이터를 판독할 수 있다.

[0093] 여기까지가 변형예에 대한 설명이다.

[0094] [구성예 2]

[0095] [표시 장치의 구성예 1]

[0096] 이하에서는 본 발명의 일 형태의 표시 장치의 더 구체적인 구성예에 대하여 설명한다.

[0097] 표시 장치(10)의 구성을 설명하기 위한 블록도를 도 6에 나타내었다. 표시 장치(10)는 표시부(11), 구동 회로부(12), 구동 회로부(13), 구동 회로부(14), 및 회로부(15) 등을 갖는다.

[0098] 표시부(11)는 매트릭스상으로 배치된 복수의 화소(30)를 갖는다. 화소(30)는 부화소(20R), 부화소(20G), 및 부화소(20B)를 갖는다. 부화소(20R)는 수발광 소자를 갖고, 부화소(20G)와 부화소(20B)는 각각 발광 소자를 갖는다.

[0099] 부화소(20R)에는 배선(SL1), 배선(GL), 배선(SE), 및 배선(WX) 등이 전기적으로 접속되어 있다. 부화소(20G)에는 배선(SL2) 및 배선(GL) 등이 전기적으로 접속되어 있다. 부화소(20B)에는 배선(SL3) 및 배선(GL) 등이 전기적으로 접속되어 있다.

[0100] 배선(SL1), 배선(SL2), 및 배선(SL3)은 각각 구동 회로부(12)와 전기적으로 접속되어 있다. 배선(GL)은 구동 회로부(13)와 전기적으로 접속되어 있다. 구동 회로부(12)는 소스선 구동 회로(소스 드라이버라고도 함)로서 기능하고, 배선(SL1), 배선(SL2), 및 배선(SL3)을 통하여 각 부화소에 데이터 신호(데이터 전위)를 공급한다. 구동 회로부(13)는 게이트선 구동 회로(게이트 드라이버라고도 함)로서 기능하고, 배선(GL)에 선택 신호를 공급한다.

[0101] 배선(SE)은 구동 회로부(14)와 전기적으로 접속되어 있다. 구동 회로부(14)는 부화소(20R)에 공급하기 위한 신호를 생성하고, 배선(SE) 등에 출력하는 기능을 갖는다. 또한, 구동 회로부(14)는 후술하는 배선(AEN), 배선(REN) 등에 공급하는 신호를 생성하고, 출력하는 기능을 갖는다. 또한, 구동 회로부(13) 또는 구동 회로부(12)가 배선(AEN), 배선(REN) 등에 공급하는 신호를 생성하는 기능을 가져도 좋다.

[0102] 배선(WX)은 회로부(15)와 전기적으로 접속되어 있다. 회로부(15)는 부화소(20R)로부터 배선(WX)을 통하여 출력되는 신호를 수신하고, 촬상 데이터로서 외부에 출력하는 기능을 갖는다. 회로부(15)는 판독 회로로서 기능한다. 또한, 회로부(15)는 배선(WX)에 공급하는 신호를 생성하고, 출력하는 기능을 갖는다. 그러므로, 회로부(15)는 구동 회로로서의 기능도 갖는다. 또한, 구동 회로부(13) 또는 구동 회로부(12)가 배선(WX)에 공급하는 신호를 생성하고 출력하는 기능을 가져도 좋다.

[0103] [화소의 구성예]

[0104] 도 7에 화소(30)의 회로도의 일례를 나타내었다. 화소(30)는 부화소(20R), 부화소(20G), 및 부화소(20B)를 갖는다. 부화소(20R)는 회로(21R)와 수발광 소자(SR)를 갖는다. 부화소(20G)는 회로(21G)와 발광 소자(ELG)를 갖는다. 부화소(20B)는 회로(21B)와 발광 소자(ELB)를 갖는다.

[0105] 회로(21R)는 트랜지스터(M1), 트랜지스터(M2), 트랜지스터(M4), 트랜지스터(M5), 트랜지스터(M6), 용량 소자(C1) 등을 갖는다.

[0106] 회로(21R)는 수발광 소자(SR)를 발광 소자로서 사용한 경우에, 수발광 소자(SR)의 발광을 제어하기 위한 회로로서 기능한다. 회로(21R)는 배선(SL1)으로부터 인가되는 데이터 전위에 따라, 수발광 소자(SR)를 흐르는 전류를

제어하는 기능을 갖는다.

[0107] 또한, 회로(21R)는 수발광 소자(SR)를 수광 소자로서 사용한 경우에 수발광 소자(SR)의 동작을 제어하기 위한 센서 회로로서 기능한다. 회로(21R)는 수발광 소자(SR)에 역바이어스 전압을 인가하는 기능, 수발광 소자(SR)의 노광 기간을 제어하는 기능, 수발광 소자(SR)로부터 전송된 전하에 기초한 전위를 유지하는 기능, 및 상기 전위에 기초한 신호를 배선(WX)에 출력하는 기능 등을 갖는다.

[0108] 도 7에 나타낸 부화소(20R)는 도 1에서 예시한 구성에 대응한다. 트랜지스터(M2)는 도 1에서의 트랜지스터(Tr1)에 대응한다. 마찬가지로, 트랜지스터(M1)는 스위치(SW1)에, 트랜지스터(M4)는 스위치(SW2)에, 트랜지스터(M5)는 스위치(SW3)에, 트랜지스터(M6)는 스위치(SW4)에 각각 대응한다.

[0109] 트랜지스터(M1)는 게이트가 배선(GL)과 전기적으로 접속되고, 소스 및 드레인 중 한쪽이 배선(SL1)과 전기적으로 접속되고, 소스 및 드레인 중 다른 쪽이 트랜지스터(M2)의 게이트, 용량 소자(C1)의 한쪽 전극과 전기적으로 접속된다. 트랜지스터(M2)는 소스 및 드레인 중 한쪽이 트랜지스터(M4)의 소스 및 드레인 중 다른 쪽과 전기적으로 접속되고, 소스 및 드레인 중 다른 쪽이 트랜지스터(M5)의 소스 및 드레인 중 한쪽, 트랜지스터(M6)의 소스 및 드레인 중 한쪽, 용량 소자(C1)의 다른 쪽 전극과 전기적으로 접속된다. 트랜지스터(M4)는 게이트가 배선(AEN)과 전기적으로 접속되고, 소스 및 드레인 중 한쪽이 배선(AL)과 전기적으로 접속된다. 트랜지스터(M5)는 게이트가 배선(REN)과 전기적으로 접속되고, 소스 및 드레인 중 다른 쪽이 수발광 소자(SR)의 애노드와 전기적으로 접속된다. 트랜지스터(M6)는 게이트가 배선(SE)과 전기적으로 접속되고, 소스 및 드레인 중 다른 쪽이 배선(WX)과 전기적으로 접속된다. 수발광 소자(SR)는 캐소드가 배선(CL)과 전기적으로 접속된다.

[0110] 배선(SL1)에는 데이터 전위(V_{data}), 전위(V_{off}), 전위(V_{gp}) 등이 상이한 기간에 인가된다. 배선(AL)에는 애노드 전위가 인가된다. 배선(CL)에는 캐소드 전위가 인가된다. 도 7에 나타낸 구성에서는 애노드 전위는 캐소드 전위보다 높은 전위로 한다. 배선(WX)에는 전위(V_0), 전위(V_{RS}) 등이 상이한 기간에 인가된다. 또한, 배선(WX)은 판독선으로서의 기능을 갖는다. 배선(AEN), 배선(REN), 배선(GL), 배선(SE)에는 각각 트랜지스터(M4), 트랜지스터(M5), 트랜지스터(M1), 트랜지스터(M6)의 도통, 비도통을 제어하는 신호가 공급된다.

[0111] 트랜지스터(M6)는 판독을 위한 선택 트랜지스터로서 기능한다. 트랜지스터(M6)는 배선(SE)에 공급되는 신호에 의하여 도통, 비도통이 제어된다. 트랜지스터(M6)와 트랜지스터(M4)를 도통 상태로 함으로써, 트랜지스터(M2)와 배선(WX)이 도통되고, 트랜지스터(M2)의 게이트-소스 사이의 전압(V_{gs})에 따른 전류(또는 전압)을 배선(WX)에 출력할 수 있다.

[0112] 부화소(20G)는 회로(21G)와 발광 소자(ELG)를 갖는다. 부화소(20B)는 회로(21B)와 발광 소자(ELB)를 갖는다. 회로(21G)와 회로(21B)는 같은 구성을 갖는다.

[0113] 회로(21G) 및 회로(21B)는 트랜지스터(M1), 트랜지스터(M2), 트랜지스터(M3), 용량 소자(C1)를 갖는다. 트랜지스터(M3)는 게이트가 배선(GL)과 전기적으로 접속되고, 소스 및 드레인 중 한쪽이 용량 소자(C1)의 다른 쪽 전극, 트랜지스터(M2)의 소스 및 드레인 중 다른 쪽, 그리고 발광 소자(ELG) 또는 발광 소자(ELB)의 애노드와 전기적으로 접속되고, 다른 쪽이 배선(VOL)과 전기적으로 접속되어 있다.

[0114] 배선(VOL)에는 정전위가 인가된다. 예를 들어 배선(VOL)에는 상기 배선(WX)에 인가되는 전위(V_0)와 같은 전위가 인가되어도 좋다. 또한, 배선(VOL) 대신에 배선(WX)을 사용하여도 좋다.

[0115] 여기서 회로(21R)의 트랜지스터의 개수와, 회로(21G) 또는 회로(21B)의 트랜지스터의 개수를 비교하면, 그 차이는 단 2개이다. 이와 같이, 본 발명의 일 형태는 발광 소자를 구동하는 회로에 단 2개의 트랜지스터를 추가하기만 하면, 수발광 소자를 발광 소자로서도 수광 소자로서도 기능시킬 수 있는 회로를 구성할 수 있다. 그러므로, 회로(21R)의 점유 면적의 증대를 억제할 수 있어, 화소 밀도가 높은 표시 장치를 실현할 수 있다.

[0116] 스위치로서 기능하는 트랜지스터(M1), 트랜지스터(M3), 트랜지스터(M4), 트랜지스터(M5), 및 트랜지스터(M6)에는 비도통 상태에서의 누설 전류가 매우 작은 트랜지스터를 적용하는 것이 바람직하다. 특히 채널이 형성되는 반도체층에 산화물 반도체를 사용한 트랜지스터를 적합하게 사용할 수 있다. 또한, 트랜지스터(M2)에도 산화물 반도체를 사용한 트랜지스터를 적용함으로써, 공통된 제작 공정을 거쳐 모든 트랜지스터를 형성할 수 있기 때문에 바람직하다. 또한, 트랜지스터(M2)에는 채널이 형성되는 반도체층에 실리콘(비정질 실리콘, 다결정 실리콘, 단결정 실리콘을 포함함)을 적용하여도 좋다. 또한, 이에 한정되지 않고, 일부 또는 모든 트랜지스터에 실리콘을 적용한 트랜지스터를 사용할 수도 있다. 또한, 일부 또는 모든 트랜지스터에 실리콘 이외의 무기 반도체,

화합물 반도체, 또는 유기 반도체 등을 적용한 트랜지스터를 사용하여도 좋다.

[0117] 또한, 도 8의 (A)에 나타낸 바와 같이, 각 트랜지스터에, 백 게이트를 갖는 트랜지스터를 적용한 구성으로 하여도 좋다. 도 8의 (A)에서는 한 쌍의 게이트가 전기적으로 접속되는 구성을 나타내었다.

[0118] 또한, 도 8의 (A)에서는 모든 트랜지스터에서 한 쌍의 게이트가 전기적으로 접속되는 구성으로 하였지만 이에 한정되지 않는다. 화소(30)는 한쪽 게이트를 다른 배선과 접속하는 트랜지스터를 가져도 좋다. 예를 들어 한 쌍의 게이트 중 한쪽 게이트를 정전위가 인가되는 배선과 접속함으로써, 전기 특성의 안정성을 향상시킬 수 있다. 또한, 한 쌍의 게이트 중 한쪽 게이트를 트랜지스터의 문턱 전압을 제어하는 전위가 인가되는 배선과 접속하여도 좋다. 또한, 도 8의 (B)에 나타낸 바와 같이, 한 쌍의 게이트 중 한쪽 게이트를 소스 및 드레인 중 한쪽과 접속한 트랜지스터를 사용하여도 좋다. 이때, 한쪽 게이트를 소스와 접속하는 것이 바람직하다. 예를 들어 화소(30)에서의 트랜지스터(M2), 트랜지스터(M4)에 도 8의 (B)에 나타낸 트랜지스터를 적합하게 사용할 수 있다.

[0119] 또한, 여기서는 트랜지스터 모두가 백 게이트를 갖는 예를 나타내었지만 이에 한정되지 않고, 백 게이트를 갖는 트랜지스터와 백 게이트를 갖지 않는 트랜지스터를 혼재시켜도 좋다.

[0120] [변형예]

[0121] 이하에서는, 일부의 구성이 상기와 상이한 화소의 구성예에 대하여 설명한다.

[0122] 이하에서 예시하는 화소(30A)의 회로도를 도 9에 나타내었다. 도 9에서 예시한 구성예는 도 7과 비교하여 회로(21R), 회로(21G), 및 회로(21B)의 구성이 상이하다.

[0123] 회로(21R)는 도 7에서 예시한 회로(21R)에서 트랜지스터(M6), 배선(WX), 및 배선(SE)이 생략된 것이다. 회로(21R)는 상기 도 4의 (A)에서 예시한 구성에 대응한다.

[0124] 또한, 회로(21G)는 도 7에서 예시한 회로(21G)에서 트랜지스터(M3) 및 배선(VOL)이 생략된 것이다. 또한, 회로(21B)도 마찬가지이다.

[0125] 이러한 구성으로 함으로써, 트랜지스터 및 배선의 개수를 더 삭감할 수 있다. 구체적으로는 도 7에서 예시한 구성과 비교하여, 3개의 트랜지스터와 4개의 배선이 삭감되어 있다. 이러한 구성으로 함으로써, 정세도 및 개구율을 더 높일 수 있다.

[0126] 여기까지가 변형예에 대한 설명이다.

[0127] [표시 장치의 구성예 2]

[0128] 상기에서는 하나의 화소가 3개의 부화소를 갖는 예를 나타내었지만, 이하에서는 하나의 화소가 2개의 부화소를 갖는 예에 대하여 설명한다.

[0129] 도 10의 (A)에는 3×3개의 화소의 배열 방법의 예를 나타내었다. 도 10의 (A)에서는 i행 j열째(i, j는 각각 독립적으로 1 이상의 정수)에서 i+2행 j+2열째까지의 화소를 나타내었다.

[0130] 도 10의 (A)에서는 화소(30G)와 화소(30B)가 행 방향 및 열 방향으로 번갈아 배열되어 있다. 화소(30G)는 부화소(20R)와 부화소(20G)를 갖는다. 화소(30B)는 부화소(20R)와 부화소(20B)를 갖는다.

[0131] 예를 들어 i행 j열째에 위치하는 화소(30G)에는 행 방향으로 연장되는 배선(GL[i]) 및 배선(SE[i])과, 열 방향으로 연장되는 배선(SL1[j]), 배선(SL2[j]), 및 배선(WX[j])이 접속되어 있다.

[0132] 도 10의 (B)에 수발광 소자(SR), 발광 소자(ELG), 및 발광 소자(ELB)의 배열 방법의 예를 나타내었다. 수발광 소자(SR)는 행 방향 및 열 방향으로 등간격으로 배열되어 있다. 또한, 발광 소자(ELG)와 발광 소자(ELB)는 행 방향 및 열 방향으로 각각 번갈아 배열되어 있다. 또한, 수발광 소자(SR), 발광 소자(ELG), 및 발광 소자(ELB) 각각의 형상은 정방형을 배열 방향에 대하여 약 45° 기울인 형상으로 하였다. 이로써, 인접 소자 간 거리를 크게 취할 수 있고, 발광 소자 및 수발광 소자를 따로따로 형성하는 경우에 수율 좋게 제작할 수 있다.

[0133] [구동 방법예]

[0134] 이하에서는 표시 장치의 구동 방법의 일례에 대하여 설명한다.

[0135] 여기서는 도 6에서 예시한, 하나의 화소에 3개의 부화소를 갖는 구성을 예로 들어 설명한다. 더 구체적인 구성을 도 11에 나타내었다. 도 11에는 열 방향으로 인접한 2개의 화소(30)의 회로도를 나타내었다. 여기서는 i행

j열째와 i+1행 j열째의, 2행분의 화소(30)의 회로도를 나타내었다.

[0136] 또한, 이하에서는 표시 장치로서 표시부에 복수의 화소가, M행 N열(M, N은 각각 독립적으로 2 이상의 정수)의 매트릭스상으로 배열된 구성을 갖는 표시 장치로 한다.

[0137] 도 12 및 도 13에, 표시 장치의 동작을 모식적으로 나타내었다. 표시 장치의 동작은 크게 나누어 발광 소자 및 수발광 소자를 사용하여 화상을 표시하는 기간(표시 기간)과, 수발광 소자(센서라고도 함)를 사용하여 촬상하는 기간(촬상 기간)으로 나누어진다. 표시 기간은 화소에 화상 데이터를 기록하고, 상기 화상 데이터에 기초한 표시가 수행되는 기간이다. 촬상 기간은 수발광 소자에 의한 촬상과 촬상 데이터의 판독이 수행되는 기간이다.

[0138] 우선, 도 12를 사용하여, 표시 기간에서의 동작에 대하여 설명한다.

[0139] 표시 기간에 있어서 화소에 대한 데이터의 기록 동작이 반복적으로 수행된다. 그 기간 중 센서의 동작은 수행되지 않는 것(블랭크라고 표기함)으로 한다. 또한, 표시 기간 중에 촬상 동작을 수행할 수도 있다.

[0140] 한 번의 기록 동작에서 1프레임분의 화상 데이터의 기록이 수행된다. 도 12에 나타낸 바와 같이, 한 번의 기록 동작(기록이라고 표기함)으로 1열째로부터 M열째까지, 화소에 대한 데이터의 기록이 순차적으로 수행된다.

[0141] 도 12에서는 i행째와, i+1행째의 데이터의 기록 동작에 따른 타이밍 차트를 나타내었다. 여기서는 배선(GL[i]), 배선(GL[i+1]), 배선(SE[i]), 배선(SE[i+1]), 배선(AEN), 배선(REN), 배선(WX), 배선(SL1[j]), 배선(SL2[j]), 배선(SL3[j])에서의 전위의 추이(推移)를 나타내었다. 각 배선과 각 화소의 접속 관계에 대해서는 도 6 및 도 11을 참작할 수 있다.

[0142] i행째의 기록 기간에, 배선(GL[i]), 배선(SE[i]), 배선(AEN), 배선(REN)에 하이 레벨 전위가 인가된다. 또한, 배선(WX)에 전위(V_0)를 인가한다. 또한, 배선(SL1[j])에 데이터 전위(D_R[i, j])가, 배선(SL2[j])에 데이터 전위(D_G[i, j])가, 배선(SL3[j])에 데이터 전위(D_B[i, j])가 각각 인가된다.

[0143] i+1행째 이후도 상기와 마찬가지로, 해당하는 배선(GL) 및 배선(SE)에 하이 레벨 전위를 인가하고, 배선(SL1), 배선(SL2), 배선(SL3)에 각각 데이터 전위를 인가함으로써, 1행마다 기록을 수행할 수 있다.

[0144] 이러한 기록 동작을 1행째로부터 M행째까지 수행함으로써, 1프레임의 데이터 기록이 완료된다. 표시 기간에 상기 동작을 반복적으로 실행함으로써, 동영상을 표시할 수 있다.

[0145] 이어서, 도 13을 사용하여, 촬상 기간에서의 동작에 대하여 설명한다. 여기서는 글로벌 셔터 방식의 촬상 동작을 수행하는 경우에 대하여 설명한다. 또한, 글로벌 셔터 방식에 한정되지 않고, 롤링 셔터 방식의 구동 방법을 적용할 수도 있다.

[0146] 촬상 기간은 각 화소에서 촬상을 일제히 수행하는 기간(촬상이라고 표기함. 이하, 촬상 기간과 구별하기 위하여 촬상 동작 기간이라고도 부름)과, 순차적으로 촬상 데이터를 판독하는 기간(판독이라고 표기함)으로 나누어진다. 촬상 동작 기간은 초기화 기간, 노광 기간, 및 전송 기간으로 나누어진다. 또한, 판독 기간에 있어서 1행째로부터 M행째까지 1행마다 촬상 데이터의 판독이 실행된다.

[0147] 도 13에는 촬상 동작 기간 및 판독 기간에서의 타이밍 차트를 나타내었다. 여기서는 배선(GL[1:M]), 배선(SE[i]), 배선(SE[i+1]), 배선(AEN), 배선(REN), 배선(SL1[1:N]), 배선(SL2[1:N]), 배선(SL3[1:N]), 배선(WX[1:N])에 대하여 전위의 추이를 나타내었다. 여기서 배선(GL)을 통틀어 배선(GL[1:M])이라고 표기하고, 배선(WX)을 통틀어 배선(WX[1:N])이라고 표기하였다. 마찬가지로, 배선(SL1), 배선(SL2), 배선(SL3)도 각각 통틀어 표기하였다.

[0148] 초기화 기간에 배선(AEN)에 로 레벨 전위를 인가한다. 이로써, 모든 부화소(20R)에서 트랜지스터(M4)가 비도통 상태가 된다. 이로써, 수발광 소자(SR)와 배선(AL)을 전기적으로 절연하여, 수발광 소자(SR)가 의도하지 않게 발광하는 것을 방지할 수 있다.

[0149] 또한, 모든 배선(GL), 모든 배선(SE), 및 배선(REN)에 하이 레벨 전위를 인가한다. 이로써, 부화소(20R)에서의 트랜지스터(M1), 트랜지스터(M5), 및 트랜지스터(M6)가 도통 상태가 된다. 그리고, 모든 배선(SL1)에 전위(V_{off})를, 모든 배선(WX)에 전위(V_{RS})를 인가한다. 이로써, 모든 부화소(20R)에서 리셋 동작이 수행된다.

[0150] 여기서 배선(SL2) 및 배선(SL3)에는 데이터 전위(D_G) 또는 데이터 전위(D_B)가 인가되어도 좋다. 이로써, 발광 소자(ELG) 및 발광 소자(ELB) 중 한쪽 또는 양쪽을 발광시켜, 촬상할 때의 광원으로서 사용할 수 있다.

[0151] 이어서, 노광 기간에 배선(GL), 배선(SE), 배선(REN)에 로 레벨 전위를 인가한다. 이로써, 조사되는 광의 양에 따른 전하가 수발광 소자(SR)에 축적된다.

[0152] 이어서, 전송 기간에 배선(GL) 및 배선(REN)에 하이 레벨 전위를 인가한다. 이로써, 부화소(20R)에서, 트랜지스터(M1) 및 트랜지스터(M5)가 도통 상태가 된다. 이때, 수발광 소자(SR)에 축적된 전하를 트랜지스터(M2)의 소스가 접속되는 노드로 전송할 수 있다. 또한, 트랜지스터(M2)의 게이트가 접속되는 노드에는 트랜지스터(M1)를 통하여 배선(SL1)으로부터 전위(V_{gp})가 인가된다. 그 후, 배선(GL) 및 배선(REN)에 로 레벨 전위를 인가함으로써, 상기 2개의 노드의 전위가 유지된 상태가 된다.

[0153] 이어서, 행마다 촬상 데이터의 판독이 수행된다. 판독 기간에 있어서 배선(AEN)에 하이 레벨 전위가 인가된다. 또한, 판독 기간에 있어서 배선(SE[1])에서 배선(SE[N])까지, 하이 레벨 전위가 순차적으로 공급됨으로써 모든 화소에 대하여 데이터를 판독할 수 있다. 예를 들어 i행째의 판독에서는 배선(SE[i])에 하이 레벨 전위를 인가함으로써, 배선(WX[1:N])에 i행째의 데이터(D_W[i])가 출력된다. 구체적으로는 하나의 배선(WX[j])에 i행 j열째의 데이터(D_W[i, j])가 출력된다.

[0154] 여기서 노광 기간 중 및 판독 기간 중에 모든 배선(GL)에 로 레벨 전위가 인가되어 트랜지스터(M1)가 비도통 상태가 된다. 이로써, 트랜지스터(M2)의 게이트에 전위(V_{gp})가 인가된 상태로 유지된다. 그러므로, 노이즈가 저감된 촬상을 실행할 수 있다. 또한, 이때 트랜지스터(M1)가 비도통 상태이기 때문에, 배선(SL1)에 인가되는 전위는 불문한다(don't care라고 표기함). 마찬가지로, 배선(SL2) 및 배선(SL3)에 인가되는 전위도 불문한다.

[0155] 또한, 여기서는 하나의 행의 판독에 의하여 하나의 데이터가 출력되는 예를 나타내었지만, 2개의 데이터를 출력하고, 이 2개의 출력 데이터를 사용하여 상관 이중 샘플링(CDS: Correlated Double Sampling)을 수행하여도 좋다. CDS를 수행함으로써, 화소마다의 전기 특성에서의 편차의 영향을 저감할 수 있다.

[0156] 예를 들어 하나의 행의 판독 기간 중에 배선(GL)에 하이 레벨 전위를 인가하고, 배선(SL1)으로부터 소정의 전위를 인가함으로써, 두 번째의 데이터를 배선(WX)에 출력할 수 있다.

[0157] 여기까지가 구동 방법예에 대한 설명이다.

[0158] 본 실시형태에서 예시한 구성예 및 이들에 대응하는 도면 등은 적어도 그 일부를 다른 구성예 또는 도면 등과 적절히 조합할 수 있다.

[0159] 본 실시형태는 적어도 그 일부를 본 명세서에 기재되는 다른 실시형태와 적절히 조합하여 실시할 수 있다.

[0160] (실시형태 2)

[0161] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태의 표시 장치에 대하여 설명한다.

[0162] 본 발명의 일 형태의 표시 장치는 발광 소자 및 수발광 소자를 갖는다.

[0163] 수발광 소자는 발광 소자인 유기 EL 소자와, 수광 소자인 유기 포토다이오드를 조합하여 제작할 수 있다. 예를 들어 유기 EL 소자의 적층 구조에 유기 포토다이오드의 활성층을 추가함으로써 수발광 소자를 제작할 수 있다. 또한, 유기 EL 소자와 유기 포토다이오드를 조합하여 제작하는 수발광 소자는 발광 소자와 공통된 구성으로 할 수 있는 층을 일괄적으로 성막함으로써, 성막 공정의 증가를 억제할 수 있다.

[0164] 예를 들어 한 쌍의 전극 중 한쪽(공통 전극)을 수발광 소자 및 발광 소자에서 공통된 층으로 할 수 있다. 또한, 예를 들어 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 및 전자 주입층 중 적어도 하나를 수발광 소자 및 발광 소자에서 공통된 층으로 하는 것이 바람직하다. 또한, 예를 들어 수광 소자의 활성층의 유무 이외는 수발광 소자와 발광 소자를 동일한 구성으로 할 수도 있다. 즉, 발광 소자에 수광 소자의 활성층을 추가하기만 하면 수발광 소자를 제작할 수도 있다. 이와 같이 수발광 소자 및 발광 소자가 공통된 층을 가짐으로써, 성막 횟수 및 마스크 수를 줄일 수 있어, 표시 장치의 제작 공정 및 제작 비용을 삭감할 수 있다. 또한, 표시 장치의 기존의 제조 장치 및 제조 방법을 사용하여 수발광 소자를 갖는 표시 장치를 제작할 수 있다.

[0165] 또한, 수발광 소자가 갖는 층은 수발광 소자가 수광 소자로서 기능하는 경우와 발광 소자로서 기능하는 경우에서 기능이 상이한 경우가 있다. 본 명세서 중에서는 수발광 소자가 발광 소자로서 기능하는 경우에서의 기능에 기초하여 구성 요소를 호칭한다. 예를 들어 정공 주입층은 수발광 소자가 발광 소자로서 기능할 때에는 정공 주입층으로서 기능하고, 수발광 소자가 수광 소자로서 기능할 때에는 정공 수송층으로서 기능한다. 마찬가지로, 전자 주입층은 수발광 소자가 발광 소자로서 기능할 때에는 전자 주입층으로서 기능하고, 수발광

소자가 수광 소자로서 기능할 때에는 전자 수송층으로서 기능한다.

[0166] 이와 같이 본 실시형태의 표시 장치는 표시부에 수발광 소자와 발광 소자를 갖는다. 구체적으로는 표시부에는 수발광 소자와 발광 소자가 각각 매트릭스상으로 배치되어 있다. 그러므로, 표시부는 화상을 표시하는 기능에 더하여 촬상 기능 및 센싱 기능 중 한쪽 또는 양쪽도 갖는다.

[0167] 표시부는 이미지 센서, 터치 센서 등에 사용할 수 있다. 즉, 표시부에서 광을 검출함으로써, 화상의 촬상이나, 대상물(손가락, 펜 등)의 접근 또는 접촉의 검출등이 가능하다. 또한, 본 실시형태의 표시 장치는 발광 소자를 센서의 광원으로서 이용할 수 있다. 따라서, 표시 장치와 별도로 수광부 및 광원을 제공하지 않아도 되기 때문에 전자 기기의 부품 점수를 삭감할 수 있다.

[0168] 본 실시형태의 표시 장치에서는 표시부가 갖는 발광 소자의 발광을 대상물이 반사하였을 때, 수발광 소자가 그 반사광을 검출할 수 있기 때문에, 어두운 장소에서도 촬상, 터치(접촉 또는 근접) 검출 등이 가능하다.

[0169] 본 실시형태의 표시 장치는 발광 소자 및 수발광 소자를 사용하여 화상을 표시하는 기능을 갖는다. 즉, 발광 소자 및 수발광 소자는 표시 소자로서 기능한다.

[0170] 발광 소자로서는 OLED(Organic Light Emitting Diode), QLED(Quantum-dot Light Emitting Diode) 등의 EL 소자를 사용하는 것이 바람직하다. EL 소자가 갖는 발광 물질로서는 형광을 발하는 물질(형광 재료), 인광을 발하는 물질(인광 재료), 무기 화합물(퀀텀닷(quantum dot) 재료 등), 열 활성화 지연 형광을 나타내는 물질(열 활성화 지연 형광(Thermally Activated Delayed Fluorescence: TADF) 재료) 등을 들 수 있다. 또한, 발광 소자로서 마이크로 LED(Light Emitting Diode) 등의 LED를 사용할 수도 있다.

[0171] 본 실시형태의 표시 장치는 수발광 소자를 사용하여 광을 검출하는 기능을 갖는다. 수발광 소자는 수발광 소자 자체가 발하는 광보다 단파장의 광을 검출할 수 있다.

[0172] 수발광 소자를 이미지 센서에 사용하는 경우, 본 실시형태의 표시 장치는 수발광 소자를 사용하여 화상을 촬상할 수 있다. 예를 들어 본 실시형태의 표시 장치는 스캐너로서 사용할 수 있다.

[0173] 예를 들어 이미지 센서를 사용하여 지문, 장문 등의 데이터를 취득할 수 있다. 즉, 본 실시형태의 표시 장치에 생체 인증용 센서를 내장시킬 수 있다. 표시 장치가 생체 인증용 센서를 내장함으로써, 표시 장치와 별도로 생체 인증용 센서를 제공하는 경우와 비교하여, 전자 기기의 부품 점수를 줄일 수 있어 전자 기기의 소형화 및 경량화가 가능하다.

[0174] 또한, 이미지 센서를 사용하여 사용자의 표정, 눈의 움직임, 또는 동공 직경의 변화 등의 데이터를 취득할 수 있다. 상기 데이터를 해석함으로써, 사용자의 신체적 및 정신적 정보를 취득할 수 있다. 상기 정보를 바탕으로 표시 및 음성 중 한쪽 또는 양쪽의 출력 내용을 변화시킴으로써, 예를 들어 VR(Virtual Reality)용 기기, AR(Augmented Reality)용 기기, 또는 MR(Mixed Reality)용 기기를 사용자가 안전하게 사용할 수 있게 도모할 수 있다.

[0175] 또한, 수발광 소자를 터치 센서에 사용하는 경우, 본 실시형태의 표시 장치는 수발광 소자를 사용하여 대상물의 접근 또는 접촉을 검출할 수 있다.

[0176] 수발광 소자는 수발광 소자에 입사하는 광을 검출하고 전하를 발생시키는 광전 변환 소자로서 기능한다. 입사하는 광의 양에 따라 발생하는 전하량이 결정된다.

[0177] 수발광 소자는 상기 발광 소자의 구성에 수광 소자의 활성층을 추가함으로써 제작할 수 있다.

[0178] 수발광 소자에는 예를 들어 pn형 또는 pin형 포토다이오드의 활성층을 사용할 수 있다.

[0179] 특히 수발광 소자에는 유기 화합물을 포함하는 층을 갖는 유기 포토다이오드의 활성층을 사용하는 것이 바람직하다. 유기 포토다이오드는 박형화, 경량화, 및 대면적화가 용이하고, 형상 및 디자인의 자유도가 높기 때문에, 다양한 표시 장치에 적용할 수 있다.

[0180] 도 14의 (A) 내지 (D)는 본 발명의 일 형태의 표시 장치의 단면도이다.

[0181] 도 14의 (A)에 나타낸 표시 장치(350A)는 기판(351)과 기판(359) 사이에, 수발광 소자를 갖는 층(353)과, 발광 소자를 갖는 층(357)을 갖는다.

[0182] 도 14의 (B)에 나타낸 표시 장치(350B)는 기판(351)과 기판(359) 사이에, 수발광 소자를 갖는 층(353), 트랜지

스터를 갖는 층(355), 및 발광 소자를 갖는 층(357)을 갖는다.

[0183] 표시 장치(350A) 및 표시 장치(350B)는 발광 소자를 갖는 층(357)으로부터 녹색(G)의 광 및 청색(B)의 광이 사출되고, 수발광 소자를 갖는 층(353)으로부터 적색(R)의 광이 사출되는 구성을 갖는다. 또한, 본 발명의 일 형태의 표시 장치에서 수발광 소자를 갖는 층(353)이 발하는 광의 색은 적색에 한정되지 않는다.

[0184] 수발광 소자를 갖는 층(353)에 포함되는 수발광 소자는 표시 장치(350A) 또는 표시 장치(350B)의 외부로부터 입사한 광을 검출할 수 있다. 상기 수발광 소자는 예를 들어 녹색(G)의 광 및 청색(B)의 광 중 한쪽 또는 양쪽을 검출할 수 있다.

[0185] 본 발명의 일 형태의 표시 장치는 매트릭스상으로 배치된 복수의 화소를 갖는다. 하나의 화소는 하나 이상의 부화소를 갖는다. 하나의 부화소는 하나의 수발광 소자 또는 하나의 발광 소자를 갖는다. 예를 들어 화소에는 부화소를 3개 갖는 구성(R, G, B의 3색 또는 황색(Y), 시안(C), 및 마젠타(M)의 3색 등) 또는 부화소를 4개 갖는 구성(R, G, B, 백색(W)의 4색 또는 R, G, B, Y의 4색 등)을 적용할 수 있다. 적어도 1색의 부화소는 수발광 소자를 갖는다. 수발광 소자는 모든 화소에 제공되어 있어도 좋고, 일부의 화소에 제공되어 있어도 좋다. 또한, 하나의 화소가 복수의 수발광 소자를 가져도 좋다.

[0186] 트랜지스터를 갖는 층(355)은 예를 들어 수발광 소자와 전기적으로 접속되는 트랜지스터, 및 발광 소자와 전기적으로 접속되는 트랜지스터를 갖는다. 트랜지스터를 갖는 층(355)은 배선, 전극, 단자, 용량 소자, 저항 소자 등을 더 가져도 좋다.

[0187] 본 발명의 일 형태의 표시 장치는 표시 장치와 접촉되어 있는 손가락 등의 대상물을 검출하는 기능을 가져도 좋다(도 14의 (C)). 또는, 표시 장치와 접근하는(접촉하지 않는) 대상물을 검출하는 기능을 가져도 좋다(도 14의 (D)). 예를 들어 도 14의 (C) 및 (D)에 도시된 바와 같이, 발광 소자를 갖는 층(357)에서 발광 소자가 발한 광을 표시 장치(350B)와 접촉 또는 접근한 손가락(352)이 반사함으로써, 수발광 소자를 갖는 층(353)에서의 수발광 소자가 그 반사광을 검출한다. 이로써, 표시 장치(350B)에 손가락(352)이 접촉 또는 접근한 것을 검출할 수 있다.

[0188] [화소]

[0189] 도 14의 (E) 내지 (G) 및 도 15의 (A) 내지 (D)에 화소의 일례를 나타내었다. 또한, 부화소의 배열은 도시된 순서에 한정되지 않는다. 예를 들어 부화소(311B)와 부화소(311G)의 위치를 반대로 하여도 좋다.

[0190] 도 14의 (E)에 나타낸 화소는 스트라이프 배열이 적용되어 있다. 화소는 적색의 광을 나타내며 수광 기능을 갖는 부화소(311SR), 녹색의 광을 나타내는 부화소(311G), 및 청색의 광을 나타내는 부화소(311B)를 갖는다. 화소가 R, G, B의 3개의 부화소로 이루어지는 표시 장치에서 R의 부화소에 사용하는 발광 소자를 수발광 소자로 변경함으로써, 화소에 수광 기능을 갖는 표시 장치를 제작할 수 있다.

[0191] 도 14의 (F)에 나타낸 화소는 매트릭스 배열이 적용되어 있다. 화소는 적색의 광을 나타내며 수광 기능을 갖는 부화소(311SR), 녹색의 광을 나타내는 부화소(311G), 청색의 광을 나타내는 부화소(311B), 및 백색의 광을 나타내는 부화소(311W)를 갖는다. 화소가 R, G, B, W의 4개의 부화소로 이루어지는 표시 장치에서도 R의 부화소에 사용하는 발광 소자를 수발광 소자로 변경함으로써, 화소에 수광 기능을 갖는 표시 장치를 제작할 수 있다.

[0192] 도 14의 (G)에 나타낸 화소는 펜타일 배열이 적용되어 있다. 도 14의 (G)에서는 화소에 따라 조합이 상이한 2색의 광을 나타내는 부화소를 갖는다. 도 14의 (G)에 나타낸 왼쪽 위의 화소와 오른쪽 아래의 화소는 적색의 광을 나타내며 수광 기능을 갖는 부화소(311SR) 및 녹색의 광을 나타내는 부화소(311G)를 갖는다. 도 14의 (G)에 나타낸 왼쪽 아래의 화소와 오른쪽 위의 화소는 녹색의 광을 나타내는 부화소(311G) 및 청색의 광을 나타내는 부화소(311B)를 갖는다. 또한, 도 14의 (G)에 나타낸 부화소의 형상은 상기 부화소가 갖는 발광 소자 또는 수발광 소자의 상면 형상을 나타낸 것이다.

[0193] 도 15의 (A)에 나타낸 화소는 적색의 광을 나타내며 수광 기능을 갖는 부화소(311SR), 녹색의 광을 나타내는 부화소(311G), 및 청색의 광을 나타내는 부화소(311B)를 갖는다. 부화소(311SR)는 부화소(311G) 및 부화소(311B)와 상이한 열에 배치된다. 부화소(311G)와 부화소(311B)는 같은 열에 번갈아 배치되고, 부화소(311G) 및 부화소(311B) 중 한쪽이 홀수 행에 제공되고, 부화소(311G) 및 부화소(311B) 중 다른 쪽이 짝수 행에 제공된다. 또한, 다른 색의 부화소와 상이한 열에 배치되는 부화소는 적색(R)에 한정되지 않고, 녹색(G) 또는 청색(B)이어도 좋다.

[0194] 도 15의 (B)는 2개의 화소를 나타낸 것이고, 점선으로 둘러싸인 3개의 부화소로 하나의 화소가 구성되어 있다.

도 15의 (B)에 나타낸 화소는 적색의 광을 나타내며 수광 기능을 갖는 부화소(311SR), 녹색의 광을 나타내는 부화소(311G), 및 청색의 광을 나타내는 부화소(311B)를 갖는다. 도 15의 (B)에 나타낸 왼쪽의 화소에서는 부화소(311SR)와 같은 행에 부화소(311G)가 배치되고, 부화소(311SR)와 같은 열에 부화소(311B)가 배치되어 있다. 도 15의 (B)에 나타낸 오른쪽 화소에서는 부화소(311SR)와 같은 행에 부화소(311G)가 배치되고, 부화소(311G)와 같은 열에 부화소(311B)가 배치되어 있다. 도 15의 (B)에 나타낸 화소 레이아웃에서는 홀수 행 및 짝수 행 중 어느 쪽에서도, 부화소(311SR), 부화소(311G), 및 부화소(311B)가 반복적으로 배치되어 있으며, 각 열의 홀수 행과 짝수 행에는 상이한 색의 부화소가 배치된다.

[0195] 도 15의 (C)는 도 14의 (G)에 나타낸 화소 배열의 변형예이다. 도 15의 (C)에 나타낸 왼쪽 위의 화소와 오른쪽 아래의 화소는 적색의 광을 나타내며 수광 기능을 갖는 부화소(311SR) 및 녹색의 광을 나타내는 부화소(311G)를 갖는다. 도 15의 (C)에 나타낸 왼쪽 아래의 화소와 오른쪽 위의 화소는 적색의 광을 나타내며 수광 기능을 갖는 부화소(311SR) 및 청색의 광을 나타내는 부화소(311B)를 갖는다.

[0196] 도 14의 (G)에서는 각 화소에 녹색의 광을 나타내는 부화소(311G)가 제공되어 있다. 한편으로, 도 15의 (C)에서는 각 화소에 적색의 광을 나타내며 수광 기능을 갖는 부화소(311SR)가 제공되어 있다. 각 화소에 수광 기능을 갖는 부화소가 제공되어 있기 때문에, 도 15의 (C)에 나타낸 구성에서는 도 14의 (G)에 나타낸 구성과 비교하여 높은 정세도로 촬상할 수 있다. 이로써, 예를 들어 생체 인증의 정밀도를 높일 수 있다.

[0197] 또한, 발광 소자 및 수발광 소자의 상면 형상은 특별히 한정되지 않고, 원형, 타원형, 다각형, 모서리를 둥글게 한 다각형 등으로 할 수 있다. 부화소(311G)가 갖는 발광 소자의 상면 형상에 대하여 도 14의 (G)에서는 원형인 예를 나타내고, 도 15의 (C)에서는 정방형인 예를 나타내고, 각 색의 발광 소자 및 수발광 소자의 상면 형상은 상이하여도 좋고, 일부 또는 모든 색에서 같아도 좋다.

[0198] 또한, 각 색의 부화소의 개구율은 상이하여도 좋고, 일부 또는 모든 색에서 같아도 좋다. 예를 들어 각 화소에 제공되는 부화소(도 14의 (G)에서는 부화소(311G), 도 15의 (C)에서는 부화소(311SR))의 개구율을 다른 색의 부화소의 개구율과 비교하여 낮게 하여도 좋다.

[0199] 도 15의 (D)는 도 15의 (C)에 나타낸 화소 배열의 변형예이다. 구체적으로는 도 15의 (D)의 구성은, 도 15의 (C)의 구성을 45° 회전시킴으로써 얻어진다. 도 15의 (C)에서는 2개의 부화소로 하나의 화소가 구성되는 것으로 하여 설명하였지만, 도 15의 (D)에 나타낸 바와 같이 4개의 부화소로 하나의 화소가 구성된다고 간주할 수도 있다.

[0200] 도 15의 (D)에서는 점선으로 둘러싸인 4개의 부화소로 하나의 화소가 구성되는 것으로 하여 설명한다. 하나의 화소는 2개의 부화소(311SR)와, 하나의 부화소(311G)와, 하나의 부화소(311B)를 갖는다. 이와 같이, 하나의 화소가 수광 기능을 갖는 부화소를 복수로 가짐으로써, 높은 정세도로 촬상할 수 있다. 따라서, 생체 인증의 정밀도를 높일 수 있다. 예를 들어 촬상의 정세도를 표시의 정세도의 루트 2배로 할 수 있다.

[0201] 도 15의 (C) 또는 (D)에 나타낸 구성이 적용된 표시 장치는 p개(p는 2 이상의 정수)의 제 1 발광 소자와, q개(q는 2 이상의 정수)의 제 2 발광 소자와, r개(r는 p보다 크고, q보다 큰 정수)의 수발광 소자를 갖는다. p와 r는 r=2p를 만족시킨다. 또한, p, q, r는 r=p+q를 만족시킨다. 제 1 발광 소자 및 제 2 발광 소자 중 한쪽이 녹색의 광을 발하고, 제 1 발광 소자 및 제 2 발광 소자 중 다른 쪽이 청색의 광을 발한다. 수발광 소자는 적색의 광을 발하며 수광 기능을 갖는다.

[0202] 예를 들어 수발광 소자를 사용하여 터치 검출을 수행하는 경우, 광원으로부터의 발광이 사용자에게 시인되기 어려운 것이 바람직하다. 청색의 광은 녹색의 광보다 시인성이 낮기 때문에, 청색의 광을 발하는 발광 소자를 광원으로 하는 것이 바람직하다. 따라서, 수발광 소자는 청색의 광을 수광하고 전기 신호로 변환하는 기능을 갖는 것이 바람직하다.

[0203] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일 형태의 표시 장치에는 다양한 배열의 화소를 적용할 수 있다.

[0204] 본 실시형태의 표시 장치는 화소에 수광 기능을 제공하기 위하여 화소 배열을 변경할 필요가 없기 때문에, 개구율 및 정세도를 저감시키지 않고 표시부에 촬상 기능 및 센싱 기능 중 한쪽 또는 양쪽을 부여할 수 있다.

[0205] [수발광 소자]

[0206] 도 16의 (A) 내지 (E)에 수발광 소자의 적층 구조의 예를 도시하였다.

[0207] 수발광 소자는 한 쌍의 전극 사이에 적어도 활성층 및 발광층을 갖는다.

[0208] 수발광 소자는 활성층 및 발광층 이외의 층으로서, 정공 주입성이 높은 물질, 정공 수송성이 높은 물질, 정공 블록성이 높은 물질, 전자 수송성이 높은 물질, 전자 주입성이 높은 물질, 전자 블록성이 높은 물질, 또는 양극성 물질(전자 수송성 및 정공 수송성이 높은 물질) 등을 포함하는 층을 더 가져도 좋다.

[0209] 도 16의 (A) 내지 (C)에 나타낸 수발광 소자는 각각 제 1 전극(180), 정공 주입층(181), 정공 수송층(182), 활성층(183), 발광층(193), 전자 수송층(184), 전자 주입층(185), 및 제 2 전극(189)을 갖는다.

[0210] 또한, 도 16의 (A) 내지 (C)에 나타낸 수발광 소자는 각각 발광 소자에 활성층(183)을 추가한 구성이라고 할 수 있다. 그러므로, 발광 소자의 제작 공정에 활성층(183)을 성막하는 공정을 추가하기만 하면 발광 소자의 형성과 병행하여 수발광 소자를 형성할 수 있다. 또한, 발광 소자와 수발광 소자를 동일 기판 위에 형성할 수 있다. 따라서, 제작 공정을 크게 늘리지 않고, 표시부에 촬상 기능 및 센싱 기능 중 한쪽 또는 양쪽을 부여할 수 있다.

[0211] 발광층(193)과 활성층(183)의 적층 순서는 한정되지 않는다. 도 16의 (A)에서는 정공 수송층(182) 위에 활성층(183)이 제공되고, 활성층(183) 위에 발광층(193)이 제공되어 있는 예를 도시하였다. 또한, 도 16의 (B)에서는 정공 수송층(182) 위에 발광층(193)이 제공되고, 발광층(193) 위에 활성층(183)이 제공되어 있는 예를 도시하였다. 또한, 활성층(183)과 발광층(193)은 도 16의 (A), (B)에 도시된 바와 같이 서로 접촉하여도 좋다.

[0212] 도 16의 (C)에 도시된 바와 같이, 활성층(183)과 발광층(193) 사이에 버퍼층이 끼워져 있는 것이 바람직하다. 버퍼층으로서는 정공 주입층, 정공 수송층, 전자 수송층, 전자 주입층, 정공 블록층, 및 전자 블록층 등 중 적어도 1층을 사용할 수 있다. 도 16의 (C)에서는 버퍼층으로서 정공 수송층(182)을 사용하는 예를 도시하였다.

[0213] 활성층(183)과 발광층(193) 사이에 버퍼층을 제공함으로써 발광층(193)으로부터 활성층(183)으로 들뜬 에너지가 이동하는 것을 억제할 수 있다. 또한, 버퍼층을 사용하여 미소 공진(마이크로캐비티) 구조의 광로 길이(캐비티 길이)를 조정할 수도 있다. 따라서, 활성층(183)과 발광층(193) 사이에 버퍼층을 갖는 수발광 소자에서는 높은 발광 효율을 얻을 수 있다.

[0214] 도 16의 (D)에 도시된 수발광 소자는 정공 수송층(182)을 갖지 않는 점에서 도 16의 (A), (C)에 도시된 수발광 소자와 상이하다. 수발광 소자는 정공 주입층(181), 정공 수송층(182), 전자 수송층(184), 및 전자 주입층(185) 중 적어도 1층을 갖지 않아도 된다. 또한, 수발광 소자는 정공 블록층, 전자 블록층 등 다른 기능층을 가져도 좋다.

[0215] 도 16의 (E)에 도시된 수발광 소자는 활성층(183) 및 발광층(193)을 갖지 않고, 발광층과 활성층을 겸하는 층(186)을 갖는 점에서, 도 16의 (A) 내지 (C)에 도시된 수발광 소자와 상이하다.

[0216] 발광층과 활성층을 겸하는 층(186)으로서는 예를 들어 활성층(183)에 사용할 수 있는 n형 반도체와, 활성층(183)에 사용할 수 있는 p형 반도체와, 발광층(193)에 사용할 수 있는 발광 물질의 3개의 재료를 포함하는 층을 사용할 수 있다.

[0217] 또한, n형 반도체와 p형 반도체의 혼합 재료의 흡수 스펙트럼의 가장 낮은 에너지 측의 흡수대와, 발광 물질의 발광 스펙트럼(PL 스펙트럼)의 최대 피크는 서로 중첩되지 않는 것이 바람직하고, 충분히 떨어져 있는 것이 더 바람직하다.

[0218] 수발광 소자에서 광을 추출하는 측의 전극에는 가시광을 투과시키는 도전막을 사용한다. 또한, 광을 추출하지 않는 측의 전극에는 가시광을 반사하는 도전막을 사용하는 것이 바람직하다.

[0219] 수발광 소자를 발광 소자로서 구동할 때, 정공 주입층은 양극으로부터 정공 수송층에 정공을 주입하는 층이다. 정공 주입층은 정공 주입성이 높은 재료를 포함하는 층이다. 정공 주입성이 높은 재료로서는 정공 수송성 재료와 억셉터성 재료(전자 수용성 재료)를 포함하는 복합 재료, 또는 방향족 아민 화합물(방향족 아민 골격을 갖는 화합물) 등을 사용할 수 있다.

[0220] 수발광 소자를 발광 소자로서 구동할 때, 정공 수송층은 정공 주입층에 의하여 양극으로부터 주입된 정공을 발광층으로 수송하는 층이다. 수발광 소자를 수광 소자로서 구동할 때, 정공 수송층은 활성층에서 입사된 광에 기초하여 발생한 정공을 양극으로 수송하는 층이다. 정공 수송층은 정공 수송성 재료를 포함하는 층이다. 정공 수송성 재료로서는 정공 이동도가 1×10^{-6} ㎠/Vs 이상인 물질이 바람직하다. 또한, 전자 수송성보다 정공 수송성이 높은 물질이면 이들 이외의 물질도 사용할 수 있다. 정공 수송성 재료로서는 π전자 과잉형 헤테로 방향족 화합물(예를 들어 카바졸 유도체, 싸이오펜 유도체, 퓨란 유도체 등), 방향족 아민 화합물 등의 정공 수송

성이 높은 재료가 바람직하다.

[0221] 수발광 소자를 발광 소자로서 구동할 때, 전자 수송층은 전자 주입층에 의하여 음극으로부터 주입된 전자를 발광층으로 수송하는 층이다. 수발광 소자를 수광 소자로서 구동할 때, 전자 수송층은 활성층에서 입사된 광에 기초하여 발생한 전자를 음극으로 수송하는 층이다. 전자 수송층은 전자 수송성 재료를 포함하는 층이다. 전자 수송성 재료로서는 전자 이동도가 $1\times10^{-6}cm^2/Vs$ 이상인 물질이 바람직하다. 또한, 정공 수송성보다 전자 수송성이 높은 물질이면 이들 이외의 물질도 사용할 수 있다. 전자 수송성 재료로서는 퀴놀린 골격을 갖는 금속 착체, 벤조퀴놀린 골격을 갖는 금속 착체, 옥사졸 골격을 갖는 금속 착체, 싸이아졸 골격을 갖는 금속 착체 등 이외에, 옥사다이아졸 유도체, 트라이아졸 유도체, 이미다졸 유도체, 옥사졸 유도체, 싸이아졸 유도체, 페난트롤린 유도체, 퀴놀린 배위자를 갖는 퀴놀린 유도체, 벤조퀴놀린 유도체, 퀴녹살린 유도체, 다이벤조퀴녹살린 유도체, 피리딘 유도체, 바이피리딘 유도체, 피리미딘 유도체, 그 이외에 질소 함유 헤테로 방향족 화합물을 포함하는 π전자 부족형 헤테로 방향족 화합물 등 전자 수송성이 높은 재료를 사용할 수 있다.

[0222] 수발광 소자를 발광 소자로서 구동할 때, 전자 주입층은 음극으로부터 전자 수송층에 전자를 주입하는 층이다. 전자 주입층은 전자 주입성이 높은 재료를 포함하는 층이다. 전자 주입성이 높은 재료로서는 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 또는 이들의 화합물을 사용할 수 있다. 전자 주입성이 높은 재료로서는 전자 수송성 재료와 도너성 재료(전자 공여성 재료)를 포함하는 복합 재료를 사용할 수도 있다.

[0223] 발광층(193)은 발광 물질을 포함하는 층이다. 발광층(193)은 1종류 또는 복수 종류의 발광 물질을 가질 수 있다. 발광 물질로서는 청색, 자색, 청자색, 녹색, 황록색, 황색, 주황색, 적색 등의 발광색을 나타내는 물질을 적절히 사용한다. 또한, 발광 물질로서 근적외광을 발하는 물질을 사용할 수도 있다.

[0224] 발광 물질로서는 형광 재료, 인광 재료, TADF 재료, 퀀텀닷 재료 등을 들 수 있다.

[0225] 형광 재료로서는 예를 들어 피렌 유도체, 안트라센 유도체, 트라이페닐렌 유도체, 플루오렌 유도체, 카바졸 유도체, 다이벤조싸이오펜 유도체, 다이벤조퓨란 유도체, 다이벤조퀴녹살린 유도체, 퀴녹살린 유도체, 피리딘 유도체, 피리미딘 유도체, 페난트렌 유도체, 나프탈렌 유도체 등이 있다.

[0226] 인광 재료로서는 예를 들어 4H-트라이아졸 골격, 1H-트라이아졸 골격, 이미다졸 골격, 피리미딘 골격, 피라진 골격, 또는 피리딘 골격을 갖는 유기 금속 착체(특히 이리듐 착체), 전자 흡인기를 갖는 페닐피리딘 유도체를 배위자로 하는 유기 금속 착체(특히 이리듐 착체), 백금 착체, 희토류 금속 착체 등이 있다.

[0227] 발광층(193)은 발광 물질(게스트 재료)에 더하여 1종류 또는 복수 종류의 유기 화합물(호스트 재료, 어시스트 재료 등)을 가져도 좋다. 1종류 또는 복수 종류의 유기 화합물로서는 정공 수송성 재료 및 전자 수송성 재료 중 한쪽 또는 양쪽을 사용할 수 있다. 또한, 1종류 또는 복수 종류의 유기 화합물로서 양극성 재료 또는 TADF 재료를 사용하여도 좋다.

[0228] 발광층(193)은 예를 들어 인광 재료와, 들뜬 복합체를 형성하기 쉬운 조합인 정공 수송성 재료 및 전자 수송성 재료를 갖는 것이 바람직하다. 이러한 구성으로 함으로써, 들뜬 복합체로부터 발광 물질(인광 재료)로의 에너지 이동인 ExTET(Exciplex-Triplet Energy Transfer)를 사용한 발광을 효율적으로 얻을 수 있다. 발광 물질의 가장 낮은 에너지 측의 흡수대의 파장과 중첩되는 발광을 나타내는 들뜬 복합체를 형성하는 조합을 선택함으로써, 에너지가 원활하게 이동되어 효율적으로 발광을 얻을 수 있다. 이 구성에 의하여, 발광 소자의 고효율, 저전압 구동, 장수명을 동시에 실현할 수 있다.

[0229] 들뜬 복합체를 형성하는 재료의 조합으로서는 정공 수송성 재료의 HOMO 준위(최고 점유 분자 궤도 준위)가 전자 수송성 재료의 HOMO 준위 이상의 값인 것이 바람직하다. 정공 수송성 재료의 LUMO 준위(최저 비점유 분자 궤도 준위)가 전자 수송성 재료의 LUMO 준위 이상의 값인 것이 바람직하다. 재료의 LUMO 준위 및 HOMO 준위는 사이클릭 볼타메트리(CV) 측정에 의하여 측정되는 재료의 전기 화학 특성(환원 전위 및 산화 전위)으로부터 도출할 수 있다.

[0230] 들뜬 복합체의 형성은 예를 들어 정공 수송성 재료의 발광 스펙트럼, 전자 수송성 재료의 발광 스펙트럼, 및 이들 재료를 혼합한 혼합막의 발광 스펙트럼을 비교하여, 혼합막의 발광 스펙트럼이 각 재료의 발광 스펙트럼보다 장파장 측으로 시프트하는(또는 장파장 측에 새로운 피크를 갖는) 현상을 관측함으로써 확인할 수 있다. 또는, 정공 수송성 재료의 과도 포토루미네선스(PL), 전자 수송성 재료의 과도 PL, 및 이들 재료를 혼합한 혼합막의 과도 PL을 비교하여, 혼합막의 과도 PL 수명이 각 재료의 과도 PL 수명보다 장수명 성분을 갖거나, 지연 성분의 비율이 커지는 등의 과도 응답의 차이를 관측함으로써 확인할 수 있다. 또한, 상술한 과도 PL은 과도 일렉트로

루미네선스(EL)라고 바꿔 읽어도 좋다. 즉, 정공 수송성 재료의 과도 EL, 전자 수송성을 갖는 재료의 과도 EL, 및 이들의 혼합막의 과도 EL을 비교하여, 과도 응답의 차이를 관측하는 것에 의해서도 들뜬 복합체의 형성을 확인할 수 있다.

[0231] 활성층(183)은 반도체를 포함한다. 상기 반도체로서는 실리콘 등의 무기 반도체 및 유기 화합물을 포함하는 유기 반도체를 들 수 있다. 본 실시형태에서는 활성층이 갖는 반도체로서 유기 반도체를 사용하는 예를 나타낸다. 유기 반도체를 사용함으로써, 발광층(193)과 활성층(183)을 같은 방법(예를 들어 진공 증착법)으로 형성할 수 있어, 제조 장치를 공통화할 수 있기 때문에 바람직하다.

[0232] 활성층(183)이 갖는 n형 반도체의 재료로서는 풀러렌(예를 들어 C_{60}, C_{70} 등), 풀러렌 유도체 등의 전자 수용성의 유기 반도체 재료를 들 수 있다. 풀러렌은 축구공과 같은 형상을 갖고, 상기 형상은 에너지적으로 안정적이다. 풀러렌은 HOMO 준위 및 LUMO 준위의 양쪽이 깊다(낮다). 풀러렌은 LUMO 준위가 깊기 때문에, 전자 수용성(억셉터성)이 매우 높다. 일반적으로, 벤젠과 같이 평면에 π전자 공액(공명)이 퍼지면 전자 공여성(도너성)이 높아지지만, 풀러렌은 구체 형상이기 때문에 π전자가 크게 퍼짐에도 불구하고, 전자 수용성이 높아진다. 전자 수용성이 높으면 전하 분리가 고속으로, 효율적으로 일어나기 때문에, 수광 소자에 있어 유익하다. C_{60}, C_{70}은 모두 가시광 영역에 넓은 흡수대를 갖고, 특히 C_{70}은 C_{60}과 비교하여 π전자 공액계가 크고, 장파장 영역에도 넓은 흡수대를 갖기 때문에 바람직하다.

[0233] 또한, n형 반도체의 재료로서는 퀴놀린 골격을 갖는 금속 착체, 벤조퀴놀린 골격을 갖는 금속 착체, 옥사졸 골격을 갖는 금속 착체, 싸이아졸 골격을 갖는 금속 착체, 옥사다이아졸 유도체, 트라이아졸 유도체, 이미다졸 유도체, 옥사졸 유도체, 싸이아졸 유도체, 페난트롤린 유도체, 퀴놀린 유도체, 벤조퀴놀린 유도체, 퀴녹살린 유도체, 다이벤조퀴녹살린 유도체, 피리딘 유도체, 바이피리딘 유도체, 피리미딘 유도체, 나프탈렌 유도체, 안트라센 유도체, 쿠마린 유도체, 로다민 유도체, 트라이아진 유도체, 퀴논 유도체 등을 들 수 있다.

[0234] 활성층(183)이 갖는 p형 반도체의 재료로서는 구리(II)프탈로사이아닌(Copper(II) phthalocyanine; CuPc), 테트라페닐다이벤조페리플란텐(Tetraphenyldibenzoperiflanthene; DBP), 아연 프탈로사이아닌(Zinc Phthalocyanine; ZnPc), 주석 프탈로사이아닌(SnPc), 퀴나크리돈 등 전자 공여성의 유기 반도체 재료를 들 수 있다.

[0235] 또한, p형 반도체의 재료로서는 카바졸 유도체, 싸이오펜 유도체, 퓨란 유도체, 방향족 아민 화합물 등을 들 수 있다. 또한, p형 반도체의 재료로서는 나프탈렌 유도체, 안트라센 유도체, 피렌 유도체, 트라이페닐렌 유도체, 플루오렌 유도체, 피롤 유도체, 벤조퓨란 유도체, 벤조싸이오펜 유도체, 인돌 유도체, 다이벤조퓨란 유도체, 다이벤조싸이오펜 유도체, 인돌로카바졸 유도체, 포르피린 유도체, 프탈로사이아닌 유도체, 나프탈로사이아닌 유도체, 퀴나크리돈 유도체, 폴리페닐렌바이닐렌 유도체, 폴리파라페닐렌 유도체, 폴리플루오렌 유도체, 폴리바이닐카바졸 유도체, 폴리싸이오펜 유도체 등을 들 수 있다.

[0236] 전자 공여성의 유기 반도체 재료의 HOMO 준위는 전자 수용성의 유기 반도체 재료의 HOMO 준위보다 얕은(높은) 것이 바람직하다. 전자 공여성의 유기 반도체 재료의 LUMO 준위는 전자 수용성의 유기 반도체 재료의 LUMO 준위보다 얕은(높은) 것이 바람직하다.

[0237] 전자 수용성의 유기 반도체 재료로서 구형인 풀러렌을 사용하고, 전자 공여성의 유기 반도체 재료로서 평면에 가까운 형상의 유기 반도체 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 비슷한 형상의 분자끼리는 모이기 쉬운 경향이 있고 같은 종류의 분자가 응집되면, 분자 궤도의 에너지 준위가 가깝기 때문에 캐리어 수송성을 높일 수 있다.

[0238] 예를 들어 활성층(183)은 n형 반도체와 p형 반도체를 공증착하여 형성하는 것이 바람직하다.

[0239] 발광층과 활성층을 겸하는 층(186)은 상술한 발광 물질, n형 반도체, 및 p형 반도체를 사용하여 형성하는 것이 바람직하다.

[0240] 정공 주입층(181), 정공 수송층(182), 활성층(183), 발광층(193), 전자 수송층(184), 전자 주입층(185), 및 발광층과 활성층을 겸하는 층(186)에는 저분자계 화합물 및 고분자계 화합물 중 어느 쪽이든 사용할 수 있고, 무기 화합물을 포함하여도 좋다. 각 층은 증착법(진공 증착법을 포함함), 전사법, 인쇄법, 잉크젯법, 도포법 등의 방법으로 형성할 수 있다.

[0241] 이하에서는 도 17 내지 도 19를 사용하여 본 발명의 일 형태의 표시 장치가 갖는 수발광 소자 및 발광 소자의 자세한 구성에 대하여 설명한다.

[0242] 본 발명의 일 형태의 표시 장치는 발광 소자가 형성된 기판과는 반대 방향으로 광을 사출하는 톱 이미션형, 발광 소자가 형성된 기판 측으로 광을 사출하는 보텀 이미션형, 및 양면으로 광을 사출하는 듀얼 이미션형 중 어느 것이어도 좋다.

[0243] 도 17 내지 도 19에서는 톱 이미션형 표시 장치를 예로 들어 설명한다.

[0244] [구성예 1]

[0245] 도 17의 (A), (B)에 도시된 표시 장치는 기판(151) 위에 트랜지스터를 갖는 층(355)을 개재(介在)하여 청색(B)의 광을 발하는 발광 소자(347B), 녹색(G)의 광을 발하는 발광 소자(347G), 적색(R)의 광을 발하며 수광 기능을 갖는 수발광 소자(347SR)를 갖는다.

[0246] 도 17의 (A)에서는 수발광 소자(347SR)가 발광 소자로서 기능하는 경우를 도시하였다. 도 17의 (A)에서는 발광 소자(347B)가 청색의 광을 발하고, 발광 소자(347G)가 녹색의 광을 발하고, 수발광 소자(347SR)가 적색의 광을 발하는 예를 도시하였다.

[0247] 도 17의 (B)에서는 수발광 소자(347SR)가 수광 소자로서 기능하는 경우를 도시하였다. 도 17의 (B)에서는 발광 소자(347B)가 발하는 청색의 광과, 발광 소자(347G)가 발하는 녹색의 광을 수발광 소자(347SR)가 검출하는 예를 도시하였다.

[0248] 발광 소자(347B), 발광 소자(347G), 및 수발광 소자(347SR)는 각각 화소 전극(191) 및 공통 전극(115)을 갖는다. 본 실시형태에서는 화소 전극(191)이 양극으로서 기능하고, 공통 전극(115)이 음극으로서 기능하는 경우를 예로 들어 설명한다.

[0249] 본 실시형태에서는 발광 소자와 마찬가지로, 수발광 소자(347SR)에서도, 화소 전극(191)이 양극으로서 기능하고, 공통 전극(115)이 음극으로서 기능하는 것으로 가정하여 설명한다. 즉, 수발광 소자(347SR)는 화소 전극(191)과 공통 전극(115) 사이에 역바이어스를 인가하여 구동함으로써 수발광 소자(347SR)에 입사하는 광을 검출할 수 있다.

[0250] 공통 전극(115)은 발광 소자(347B), 발광 소자(347G), 및 수발광 소자(347SR)에 공통적으로 사용된다.

[0251] 발광 소자(347B), 발광 소자(347G), 및 수발광 소자(347SR)가 갖는 한 쌍의 전극의 재료 및 막 두께 등은 같게 할 수 있다. 이로써, 표시 장치의 제작 비용의 삭감 및 제작 공정의 간략화가 가능하다.

[0252] 도 17의 (A), (B)에 도시된 표시 장치의 구성에 대하여 구체적으로 설명한다.

[0253] 발광 소자(347B)는 화소 전극(191) 위에 버퍼층(192B), 발광층(193B), 및 버퍼층(194B)을 이 순서대로 갖는다. 발광층(193B)은 청색의 광을 발하는 발광 물질을 갖는다. 발광 소자(347B)는 청색의 광을 발하는 기능을 갖는다.

[0254] 발광 소자(347G)는 화소 전극(191) 위에 버퍼층(192G), 발광층(193G), 및 버퍼층(194G)을 이 순서대로 갖는다. 발광층(193G)은 녹색의 광을 발하는 발광 물질을 갖는다. 발광 소자(347G)는 녹색의 광을 발하는 기능을 갖는다.

[0255] 수발광 소자(347SR)는 화소 전극(191) 위에 버퍼층(192R), 활성층(183), 발광층(193R), 및 버퍼층(194R)을 이 순서대로 갖는다. 발광층(193R)은 적색의 광을 발하는 발광 물질을 갖는다. 활성층(183)은 적색의 광보다 단파장의 광(예를 들어 녹색의 광 및 청색의 광 중 한쪽 또는 양쪽)을 흡수하는 유기 화합물을 갖는다. 또한, 활성층(183)에는 가시광뿐만 아니라, 자외광을 흡수하는 유기 화합물을 사용하여도 좋다. 수발광 소자(347SR)는 적색의 광을 발하는 기능을 갖는다. 수발광 소자(347SR)는 발광 소자(347G) 및 발광 소자(347B) 중 적어도 한쪽의 발광을 검출하는 기능을 갖고, 양쪽의 발광을 검출하는 기능을 갖는 것이 바람직하다.

[0256] 활성층(183)은 적색의 광을 흡수하기 어려우면서 적색의 광보다 단파장의 광을 흡수하는 유기 화합물을 갖는 것이 바람직하다. 이로써, 수발광 소자(347SR)는 적색의 광을 효율적으로 발하는 기능과, 적색의 광보다 단파장의 광을 높은 정밀도로 검출하는 기능을 가질 수 있다.

[0257] 화소 전극(191), 버퍼층(192R), 버퍼층(192G), 버퍼층(192B), 활성층(183), 발광층(193R), 발광층(193G), 발광층(193B), 버퍼층(194R), 버퍼층(194G), 버퍼층(194B), 및 공통 전극(115)은 각각 단층 구조이어도 좋고, 적층 구조이어도 좋다.

[0258] 도 17의 (A), (B)에 도시된 표시 장치에서 버퍼층, 활성층, 및 발광층은 소자마다 따로따로 형성되는 층이다.

[0259] 버퍼층(192R), 버퍼층(192G), 버퍼층(192B)(이하, 통틀어 버퍼층(192)이라고도 함)은 각각 정공 주입층 및 정공 수송층 중 한쪽 또는 양쪽을 가질 수 있다. 또한, 버퍼층(192R), 버퍼층(192G), 버퍼층(192B)은 전자 블록층을 가져도 좋다. 버퍼층(194B), 버퍼층(194G), 버퍼층(194R)(이하, 통틀어 버퍼층(194)이라고도 함)은 각각 전자 주입층 및 전자 수송층 중 한쪽 또는 양쪽을 가질 수 있다. 또한, 버퍼층(194R), 버퍼층(194G), 버퍼층(194B)은 정공 블록층을 가져도 좋다. 또한, 발광 소자를 구성하는 각 층의 재료 등에 대해서는 상술한 수발광 소자를 구성하는 각 층의 설명을 참조할 수 있다.

[0260] [구성예 2]

[0261] 도 18의 (A), (B)에 도시된 바와 같이, 발광 소자(347B), 발광 소자(347G), 및 수발광 소자(347SR)는 한 쌍의 전극 사이에 공통된 층을 가져도 좋다. 이로써, 제작 공정을 크게 늘리지 않고, 표시 장치에 수발광 소자를 내장할 수 있다.

[0262] 도 18의 (A)에 도시된 발광 소자(347B), 발광 소자(347G), 및 수발광 소자(347SR)는 도 17의 (A), (B)에 도시된 구성에 더하여 공통층(112) 및 공통층(114)을 갖는다.

[0263] 도 18의 (B)에 도시된 발광 소자(347B), 발광 소자(347G), 및 수발광 소자(347SR)는 버퍼층(192R), 버퍼층(192G), 버퍼층(192B), 버퍼층(194R), 버퍼층(194G), 및 버퍼층(194B)을 갖지 않고, 공통층(112) 및 공통층(114)을 갖는 점에서 도 17의 (A), (B)에 도시된 구성과 상이하다.

[0264] 공통층(112)은 정공 주입층 및 정공 수송층 중 한쪽 또는 양쪽을 가질 수 있다. 공통층(114)은 전자 주입층 및 전자 수송층 중 한쪽 또는 양쪽을 가질 수 있다.

[0265] 공통층(112) 및 공통층(114)은 각각 단층 구조이어도 좋고, 적층 구조이어도 좋다.

[0266] [구성예 3]

[0267] 도 19의 (A)에 도시된 표시 장치는 수발광 소자(347SR)에, 도 16의 (C)에 도시된 적층 구조를 적용한 예이다.

[0268] 수발광 소자(347SR)는 화소 전극(191) 위에 정공 주입층(181), 활성층(183), 정공 수송층(182R), 발광층(193R), 전자 수송층(184), 전자 주입층(185), 및 공통 전극(115)을 이 순서대로 갖는다.

[0269] 정공 주입층(181), 전자 수송층(184), 전자 주입층(185), 및 공통 전극(115)은 발광 소자(347G) 및 발광 소자(347B)와 공통된 층이다.

[0270] 발광 소자(347G)는 화소 전극(191) 위에 정공 주입층(181), 정공 수송층(182G), 발광층(193G), 전자 수송층(184), 전자 주입층(185), 및 공통 전극(115)을 이 순서대로 갖는다.

[0271] 발광 소자(347B)는 화소 전극(191) 위에 정공 주입층(181), 정공 수송층(182B), 발광층(193B), 전자 수송층(184), 전자 주입층(185), 및 공통 전극(115)을 이 순서대로 갖는다.

[0272] 본 실시형태의 표시 장치가 갖는 발광 소자에는 마이크로캐비티 구조가 적용되어 있는 것이 바람직하다. 따라서, 발광 소자가 갖는 한 쌍의 전극 중 한쪽은 가시광에 대한 투과성 및 반사성을 갖는 전극(반투과·반반사 전극)인 것이 바람직하고, 다른 쪽은 가시광에 대한 반사성을 갖는 전극(반사 전극)인 것이 바람직하다. 발광 소자가 마이크로캐비티 구조를 가짐으로써, 발광층으로부터 얻어지는 발광을 양쪽 전극 사이에서 공진시켜, 발광 소자로부터 사출되는 광을 강하게 할 수 있다.

[0273] 또한, 반투과·반반사 전극은 반사 전극과 가시광에 대한 투과성을 갖는 전극(투명 전극이라고도 함)의 적층 구조로 할 수 있다. 본 명세서 등에서는 반투과·반반사 전극의 일부로서 기능하는 반사 전극을 화소 전극 또는 공통 전극이라고 기재하고, 투명 전극을 광학 조정층이라고 기재하는 경우가 있지만, 투명 전극(광학 조정층)도 화소 전극 또는 공통 전극으로서의 기능을 갖는다고 할 수 있는 경우가 있다.

[0274] 투명 전극의 광의 투과율은 40% 이상으로 한다. 예를 들어 발광 소자에는 가시광(파장 400nm 이상 750nm 미만의 광) 및 근적외광(파장 750nm 이상 1300nm 이하의 광) 각각의 투과율이 40% 이상인 전극을 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 반투과·반반사 전극의 가시광 및 근적외광 각각의 반사율은 10% 이상 95% 이하로, 바람직하게는 30% 이상 80% 이하로 한다. 반사 전극의 가시광 및 근적외광 각각의 반사율은 40% 이상 100% 이하로, 바람직하게는 70% 이상 100% 이하로 한다. 또한, 이들 전극의 저항률은 $1\times10^{-2}\Omega\,cm$ 이하인 것이 바람직하다.

[0275] 정공 수송층(182B), 정공 수송층(182G), 정공 수송층(182R)은 각각 광학 조정층으로서의 기능을 가져도 좋다. 구체적으로는 발광 소자(347B)는 한 쌍의 전극 사이의 광학 거리가 청색의 광을 강하게 하는 광학 거리가 되도

록, 정공 수송층(182B)의 막 두께를 조정하는 것이 바람직하다. 마찬가지로, 발광 소자(347G)는 한 쌍의 전극 사이의 광학 거리가 녹색의 광을 강하게 하는 광학 거리가 되도록, 정공 수송층(182G)의 막 두께를 조정하는 것이 바람직하다. 또한, 수발광 소자(347SR)는 한 쌍의 전극 사이의 광학 거리가 적색의 광을 강하게 하는 광학 거리가 되도록, 정공 수송층(182R)의 막 두께를 조정하는 것이 바람직하다. 광학 조정층으로서 사용하는 층은 정공 수송층에 한정되지 않는다. 또한, 반투과·반반사 전극이 반사 전극과 투명 전극의 적층 구조인 경우에는 한 쌍의 전극 사이의 광학 거리란, 한 쌍의 반사 전극 사이의 광학 거리를 가리킨다.

[0276] [구성예 4]

[0277] 도 19의 (B)에 도시된 표시 장치는 수발광 소자(347SR)에, 도 16의 (D)에 도시된 적층 구조를 적용한 예이다.

[0278] 수발광 소자(347SR)는 화소 전극(191) 위에 정공 주입층(181), 활성층(183), 발광층(193R), 전자 수송층(184), 전자 주입층(185), 및 공통 전극(115)을 이 순서대로 갖는다.

[0279] 정공 주입층(181), 전자 수송층(184), 전자 주입층(185), 및 공통 전극(115)은 발광 소자(347G) 및 발광 소자(347B)와 공통된 층이다.

[0280] 발광 소자(347G)는 화소 전극(191) 위에 정공 주입층(181), 정공 수송층(182G), 발광층(193G), 전자 수송층(184), 전자 주입층(185), 및 공통 전극(115)을 이 순서대로 갖는다.

[0281] 발광 소자(347B)는 화소 전극(191) 위에 정공 주입층(181), 정공 수송층(182B), 발광층(193B), 전자 수송층(184), 전자 주입층(185), 및 공통 전극(115)을 이 순서대로 갖는다.

[0282] 정공 수송층은 발광 소자(347G) 및 발광 소자(347B)에 제공되고, 수발광 소자(347SR)에는 제공되지 않는다. 이와 같이 활성층 및 발광층 이외에도 발광 소자 및 수발광 소자 중 한쪽에만 제공되는 층이 있어도 좋다.

[0283] 이하에서는 도 20 내지 도 25를 사용하여 본 발명의 일 형태의 표시 장치의 자세한 구성에 대하여 설명한다.

[0284] [표시 장치(310A)]

[0285] 도 20의 (A), (B)에 표시 장치(310A)의 단면도를 도시하였다.

[0286] 표시 장치(310A)는 발광 소자(190B), 발광 소자(190G), 및 수발광 소자(190SR)를 갖는다.

[0287] 발광 소자(190B)는 화소 전극(191), 버퍼층(192B), 발광층(193B), 버퍼층(194B), 및 공통 전극(115)을 갖는다. 발광 소자(190B)는 청색의 광(321B)을 발하는 기능을 갖는다.

[0288] 발광 소자(190G)는 화소 전극(191), 버퍼층(192G), 발광층(193G), 버퍼층(194G), 및 공통 전극(115)을 갖는다. 발광 소자(190G)는 녹색의 광(321G)을 발하는 기능을 갖는다.

[0289] 수발광 소자(190SR)는 화소 전극(191), 버퍼층(192R), 활성층(183), 발광층(193R), 버퍼층(194R), 및 공통 전극(115)을 갖는다. 수발광 소자(190SR)는 적색의 광(321R)을 발하는 기능과, 광(322)을 검출하는 기능을 갖는다.

[0290] 도 20의 (A)에서는 수발광 소자(190SR)가 발광 소자로서 기능하는 경우를 도시하였다. 도 20의 (A)에서는 발광 소자(190B)가 청색의 광을 발하고, 발광 소자(190G)가 녹색의 광을 발하고, 수발광 소자(190SR)가 적색의 광을 발하는 예를 도시하였다.

[0291] 도 20의 (B)에서는 수발광 소자(190SR)가 수광 소자로서 기능하는 경우를 도시하였다. 도 20의 (B)에서는 발광 소자(190B)가 발하는 청색의 광과, 발광 소자(190G)가 발하는 녹색의 광을 수발광 소자(190SR)가 검출하는 예를 도시하였다.

[0292] 화소 전극(191)은 절연층(214) 위에 위치한다. 화소 전극(191)의 단부는 격벽(216)으로 덮여 있다. 서로 인접한 2개의 화소 전극(191)은 격벽(216)에 의하여 서로 전기적으로 절연되어 있다('전기적으로 분리되어 있다'라고도 함).

[0293] 격벽(216)으로서는 유기 절연막이 적합하다. 유기 절연막에 사용할 수 있는 재료로서는 아크릴 수지, 폴리이미드 수지, 에폭시 수지, 폴리아마이드 수지, 폴리이미드아마이드 수지, 실록산 수지, 벤조사이클로뷰텐계 수지, 페놀 수지, 및 이들 수지의 전구체 등을 들 수 있다. 격벽(216)은 가시광을 투과시키는 층이다. 격벽(216) 대신에 가시광을 차단하는 격벽을 제공하여도 좋다.

[0294] 표시 장치(310A)는 한 쌍의 기판(기판(151) 및 기판(152)) 사이에 수발광 소자(190SR), 발광 소자(190G), 발광

소자(190B), 및 트랜지스터(342) 등을 갖는다.

[0295] 수발광 소자(190SR)는 광을 검출하는 기능을 갖는다. 구체적으로는 수발광 소자(190SR)는 표시 장치(310A)의 외부로부터 입사되는 광(322)을 수광하고, 전기 신호로 변환하는 광전 변환 소자이다. 광(322)은 발광 소자(190G) 및 발광 소자(190B) 중 한쪽 또는 양쪽의 발광을 대상물이 반사한 광이라고도 할 수 있다. 또한, 광(322)은 렌즈를 통하여 수발광 소자(190SR)에 입사하여도 좋다.

[0296] 발광 소자(190G) 및 발광 소자(190B)는 가시광을 발하는 기능을 갖는다. 구체적으로는 발광 소자(190G) 및 발광 소자(190B)는 화소 전극(191)과 공통 전극(115) 사이에 전압을 인가함으로써, 기판(152) 측으로 광을 사출하는 전계 발광 소자이다(광(321G), 광(321B) 참조).

[0297] 버퍼층(192), 발광층(193), 및 버퍼층(194)은 유기층(유기 화합물을 포함하는 층) 또는 EL층이라고도 할 수 있다. 화소 전극(191)은 가시광을 반사하는 기능을 갖는 것이 바람직하다. 공통 전극(115)은 가시광을 투과시키는 기능을 갖는다.

[0298] 화소 전극(191)은 절연층(214)에 제공된 개구를 통하여 트랜지스터(342)가 갖는 소스 또는 드레인과 전기적으로 접속된다. 트랜지스터(342)는 발광 소자 또는 수발광 소자의 구동을 제어하는 기능을 갖는다.

[0299] 수발광 소자(190SR)와 전기적으로 접속되는 회로의 적어도 일부는 발광 소자(190G) 및 발광 소자(190B)와 전기적으로 접속되는 회로와 동일한 재료 및 동일한 공정에서 형성되는 것이 바람직하다. 이로써, 2개의 회로를 따로따로 형성하는 경우와 비교하여, 표시 장치의 두께를 얇게 할 수 있고 제작 공정을 간략화할 수 있다.

[0300] 수발광 소자(190SR), 발광 소자(190G), 및 발광 소자(190B)는 각각 보호층(195)으로 덮여 있는 것이 바람직하다. 도 20의 (A) 등에서는 보호층(195)이 공통 전극(115) 위에 접하여 제공되어 있다. 보호층(195)을 제공함으로써, 수발광 소자(190SR) 및 각 색의 발광 소자 등에 불순물이 들어가는 것이 억제되고, 수발광 소자(190SR) 및 각 색의 발광 소자의 신뢰성을 높일 수 있다. 또한, 접착층(142)에 의하여 보호층(195)과 기판(152)이 접합되어 있다.

[0301] 기판(152)의 기판(151) 측의 면에는 차광층(BM)이 제공되어 있다. 차광층(BM)은 발광 소자(190G) 및 발광 소자(190B)와 중첩되는 위치, 그리고 수발광 소자(190SR)와 중첩되는 위치에 개구를 갖는다. 또한, 본 명세서 등에서 발광 소자(190G) 또는 발광 소자(190B)와 중첩되는 위치란, 구체적으로는 발광 소자(190G) 또는 발광 소자(190B)의 발광 영역과 중첩되는 위치를 가리킨다. 마찬가지로, 수발광 소자(190SR)와 중첩되는 위치란, 구체적으로는 수발광 소자(190SR)의 발광 영역 및 수광 영역과 중첩되는 위치를 가리킨다.

[0302] 도 20의 (B)에 도시된 바와 같이, 발광 소자(190G) 또는 발광 소자(190B)의 발광이 대상물로 반사된 광을 수발광 소자(190SR)는 검출할 수 있다. 그러나, 발광 소자(190G) 또는 발광 소자(190B)의 발광이 표시 장치(310A) 내에서 반사되고, 대상물을 통하지 않고 수발광 소자(190SR)에 입사되는 경우가 있다. 차광층(BM)은 이러한 미광의 영향을 억제할 수 있다. 예를 들어 차광층(BM)이 제공되지 않는 경우, 발광 소자(190G)가 발한 광(323)은 기판(152)에서 반사되고, 반사광(324)이 수발광 소자(190SR)에 입사하는 경우가 있다. 차광층(BM)을 제공함으로써, 반사광(324)이 수발광 소자(190SR)에 입사하는 것을 억제할 수 있다. 이로써, 노이즈를 저감하고, 수발광 소자(190SR)를 사용한 센서의 감도를 높일 수 있다.

[0303] 차광층(BM)으로서는 발광 소자로부터의 발광을 차단하는 재료를 사용할 수 있다. 차광층(BM)은 가시광을 흡수하는 것이 바람직하다. 차광층(BM)으로서 예를 들어 금속 재료, 혹은 안료(카본 블랙 등) 또는 염료를 포함하는 수지 재료 등을 사용하여 블랙 매트릭스를 형성할 수 있다. 차광층(BM)은 적색 컬러 필터, 녹색 컬러 필터, 및 청색 컬러 필터의 적층 구조를 가져도 좋다.

[0304] [표시 장치(310B)]

[0305] 도 21의 (A)에 도시된 표시 장치(310B)는 발광 소자(190G), 발광 소자(190B), 및 수발광 소자(190SR)가 각각 버퍼층(192) 및 버퍼층(194)을 갖지 않고, 공통층(112) 및 공통층(114)을 갖는 점에서 표시 장치(310A)와 상이하다. 또한, 표시 장치에 대한 아래의 설명에서, 앞에서 설명한 표시 장치와 같은 구성에 대해서는 설명을 생략하는 경우가 있다.

[0306] 또한, 발광 소자(190B), 발광 소자(190G), 및 수발광 소자(190SR)의 적층 구조는 표시 장치(310A), 표시 장치(310B)에 나타낸 구성에 한정되지 않는다. 각 소자에는 예를 들어 도 16 내지 도 19에 도시된 적층 구조 등을 적절히 적용할 수 있다.

[0307] [표시 장치(310C)]

[0308] 도 21의 (B)에 도시된 표시 장치(310C)는 기판(151) 및 기판(152)을 갖지 않고, 기판(153), 기판(154), 접착층(155), 및 절연층(212)을 갖는 점에서 표시 장치(310B)와 상이하다.

[0309] 기판(153)과 절연층(212)은 접착층(155)에 의하여 접합되어 있다. 기판(154)과 보호층(195)은 접착층(142)에 의하여 접합되어 있다.

[0310] 표시 장치(310C)는 제작 기판 위에 형성된 절연층(212), 트랜지스터(342), 수발광 소자(190SR), 발광 소자(190G), 및 발광 소자(190B) 등을, 기판(153) 위로 전치함으로써 제작되는 구성을 갖는다. 기판(153) 및 기판(154)은 각각 가요성을 갖는 것이 바람직하다. 이로써, 표시 장치(310C)의 가요성을 높일 수 있다. 예를 들어 기판(153) 및 기판(154)에는 각각 수지를 사용하는 것이 바람직하다.

[0311] 기판(153) 및 기판(154)으로서는 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN) 등의 폴리에스터 수지, 폴리아크릴로나이트릴 수지, 아크릴 수지, 폴리이미드 수지, 폴리메틸메타크릴레이트 수지, 폴리카보네이트(PC) 수지, 폴리에터설폰(PES) 수지, 폴리아마이드 수지(나일론, 아라미드 등), 폴리실록산 수지, 사이클로올레핀 수지, 폴리스타이렌 수지, 폴리아마이드이미드 수지, 폴리우레탄 수지, 폴리염화바이닐 수지, 폴리염화바이닐리덴 수지, 폴리프로필렌 수지, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 수지, ABS 수지, 셀룰로스 나노섬유 등을 각각 사용할 수 있다. 기판(153) 및 기판(154) 중 한쪽 또는 양쪽에는 가요성을 가질 정도의 두께를 갖는 유리를 사용하여도 좋다.

[0312] 본 실시형태의 표시 장치가 갖는 기판에는 광학 등방성이 높은 필름을 사용하여도 좋다. 광학 등방성이 높은 필름으로서는 트라이아세틸셀룰로스(TAC, 셀룰로스트라이아세테이트라고도 함) 필름, 사이클로올레핀 폴리머(COP) 필름, 사이클로올레핀 공중합체(COC) 필름, 및 아크릴 필름 등을 들 수 있다.

[0313] 이하에서는 도 22 내지 도 25를 사용하여 본 발명의 일 형태의 표시 장치의 더 자세한 구성에 대하여 설명한다.

[0314] [표시 장치(100A)]

[0315] 도 22에 표시 장치(100A)의 사시도를 도시하고, 도 23에 표시 장치(100A)의 단면도를 도시하였다.

[0316] 표시 장치(100A)는 기판(152)과 기판(151)이 접합된 구성을 갖는다. 도 22에서는 기판(152)을 파선으로 명시하였다.

[0317] 표시 장치(100A)는 표시부(162), 회로(164), 배선(165) 등을 갖는다. 도 22에서는 표시 장치(100A)에 IC(집적 회로)(173) 및 FPC(172)가 실장되어 있는 예를 도시하였다. 그러므로, 도 22에 도시된 구성은 표시 장치(100A), IC, 및 FPC를 갖는 표시 모듈이라고 할 수도 있다.

[0318] 회로(164)로서는 예를 들어 주사선 구동 회로를 사용할 수 있다.

[0319] 배선(165)은 표시부(162) 및 회로(164)에 신호 및 전력을 공급하는 기능을 갖는다. 상기 신호 및 전력은 FPC(172)를 통하여 외부로부터 배선(165)에 입력되거나 또는 IC(173)로부터 배선(165)에 입력된다.

[0320] 도 22에서는 COG(Chip On Glass) 방식 또는 COF(Chip on Film) 방식 등에 의하여 기판(151)에 IC(173)가 제공되어 있는 예를 도시하였다. IC(173)로서는 예를 들어 주사선 구동 회로 또는 신호선 구동 회로 등을 갖는 IC를 적용할 수 있다. 또한, 표시 장치(100A) 및 표시 모듈은 IC를 제공하지 않는 구성으로 하여도 좋다. 또한, IC를 COF 방식 등에 의하여 FPC에 실장하여도 좋다.

[0321] 도 23에, 도 22에 도시된 표시 장치(100A)의 FPC(172)를 포함하는 영역의 일부, 회로(164)를 포함하는 영역의 일부, 표시부(162)를 포함하는 영역의 일부, 및 단부를 포함하는 영역의 일부를 각각 절단한 경우의 단면의 일례를 도시하였다.

[0322] 도 23에 도시된 표시 장치(100A)는 기판(151)과 기판(152) 사이에 트랜지스터(201), 트랜지스터(205), 트랜지스터(206), 트랜지스터(207), 발광 소자(190B), 발광 소자(190G), 수발광 소자(190SR) 등을 갖는다.

[0323] 기판(152)과 절연층(214)은 접착층(142)에 의하여 접착되어 있다. 발광 소자(190B), 발광 소자(190G), 수발광 소자(190SR)의 밀봉에는 고체 밀봉 구조 또는 중공 밀봉 구조 등을 적용할 수 있다. 도 23에서는 기판(152), 접착층(142), 및 절연층(214)으로 둘러싸인 공간(143)이 불활성 가스(질소, 아르곤 등)로 충전되어 있고, 중공 밀봉 구조가 적용되어 있다. 접착층(142)은 발광 소자(190B), 발광 소자(190G), 수발광 소자(190SR)와 중첩하여 제공되어 있어도 좋다. 또한, 기판(152), 접착층(142), 및 절연층(214)으로 둘러싸인 공간(143)을 접착층

(142)과는 상이한 수지로 충전하여도 좋다.

[0324] 발광 소자(190B)는 절연층(214) 측으로부터 화소 전극(191), 공통층(112), 발광층(193B), 공통층(114), 및 공통 전극(115)이 이 순서대로 적층된 적층 구조를 갖는다. 화소 전극(191)은 절연층(214)에 제공된 개구를 통하여 트랜지스터(207)가 갖는 도전층(222b)과 접속되어 있다. 트랜지스터(207)는 발광 소자(190B)의 구동을 제어하는 기능을 갖는다. 화소 전극(191)의 단부는 격벽(216)으로 덮여 있다. 화소 전극(191)은 가시광을 반사하는 재료를 포함하고, 공통 전극(115)은 가시광을 투과시키는 재료를 포함한다.

[0325] 발광 소자(190G)는 절연층(214) 측으로부터 화소 전극(191), 공통층(112), 발광층(193G), 공통층(114), 및 공통 전극(115)이 순서대로 적층된 적층 구조를 갖는다. 화소 전극(191)은 절연층(214)에 제공된 개구를 통하여 트랜지스터(206)가 갖는 도전층(222b)과 접속되어 있다. 트랜지스터(206)는 발광 소자(190G)의 구동을 제어하는 기능을 갖는다.

[0326] 수발광 소자(190SR)는 절연층(214) 측으로부터 화소 전극(191), 공통층(112), 활성층(183), 발광층(193R), 공통층(114), 및 공통 전극(115)이 이 순서대로 적층된 적층 구조를 갖는다. 화소 전극(191)은 절연층(214)에 제공된 개구를 통하여 트랜지스터(205)가 갖는 도전층(222b)과 전기적으로 접속되어 있다. 트랜지스터(205)는 수발광 소자(190SR)의 구동을 제어하는 기능을 갖는다.

[0327] 발광 소자(190B), 발광 소자(190G), 수발광 소자(190SR)가 발하는 광은 기판(152) 측으로 사출된다. 또한, 수발광 소자(190SR)에는 기판(152) 및 공간(143)을 통하여 광이 입사한다. 기판(152)에는 가시광에 대한 투과성이 높은 재료를 사용하는 것이 바람직하다.

[0328] 화소 전극(191)은 동일한 재료 및 동일한 공정으로 제작할 수 있다. 공통층(112), 공통층(114), 및 공통 전극(115)은 발광 소자(190B), 발광 소자(190G), 수발광 소자(190SR)에 공통적으로 사용된다. 수발광 소자(190SR)는 적색의 광을 나타내는 발광 소자의 구성에 활성층(183)을 추가한 구성을 갖는다. 또한, 발광 소자(190B), 발광 소자(190G), 수발광 소자(190SR)는 활성층(183)과 각 색의 발광층(193)의 구성이 상이한 것 이외는 모두 공통된 구성으로 할 수 있다. 이로써, 제작 공정을 크게 늘리지 않고 표시 장치(100A)의 표시부(162)에 수광 기능을 부가할 수 있다.

[0329] 기판(152)의 기판(151) 측의 면에는 차광층(BM)이 제공되어 있다. 차광층(BM)은 발광 소자(190B), 발광 소자(190G), 수발광 소자(190SR) 각각과 중첩되는 위치에 개구를 갖는다. 차광층(BM)을 제공함으로써, 수발광 소자(190SR)가 광을 검출하는 범위를 제어할 수 있다. 또한, 차광층(BM)을 가짐으로써, 대상물을 통하지 않고 발광 소자(190G) 또는 발광 소자(190B)로부터 수발광 소자(190SR)에 광이 직접 입사하는 것을 억제할 수 있다. 따라서, 노이즈가 적고 감도가 높은 센서를 실현할 수 있다.

[0330] 트랜지스터(201), 트랜지스터(205), 트랜지스터(206), 및 트랜지스터(207)는 모두 기판(151) 위에 형성되어 있다. 이들 트랜지스터는 동일한 재료 및 동일한 공정으로 제작할 수 있다.

[0331] 기판(151) 위에는 절연층(211), 절연층(213), 절연층(215), 및 절연층(214)이 이 순서대로 제공되어 있다. 절연층(211)은 그 일부가 각 트랜지스터의 게이트 절연층으로서 기능한다. 절연층(213)은 그 일부가 각 트랜지스터의 게이트 절연층으로서 기능한다. 절연층(215)은 트랜지스터를 덮어 제공된다. 절연층(214)은 트랜지스터를 덮어 제공되고, 평탄화층으로서의 기능을 갖는다. 또한, 게이트 절연층의 개수 및 트랜지스터를 덮는 절연층의 개수는 한정되지 않고, 각각 단층이어도 좋고 2층 이상이어도 좋다.

[0332] 트랜지스터를 덮는 절연층 중 적어도 하나의 층에, 물, 수소 등의 불순물이 확산되기 어려운 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 이로써, 절연층을 배리어층으로서 기능시킬 수 있다. 이러한 구성으로 함으로써, 외부로부터 트랜지스터로 불순물이 확산되는 것을 효과적으로 억제할 수 있어, 표시 장치의 신뢰성을 높일 수 있다.

[0333] 절연층(211), 절연층(213), 및 절연층(215)으로서는 각각 무기 절연막을 사용하는 것이 바람직하다. 무기 절연막으로서는 예를 들어 질화 실리콘막, 산화질화 실리콘막, 산화 실리콘막, 질화산화 실리콘막, 산화 알루미늄막, 질화 알루미늄막 등의 무기 절연막을 사용할 수 있다. 또한, 산화 하프늄막, 산화질화 하프늄막, 질화산화 하프늄막, 산화 이트륨막, 산화 지르코늄막, 산화 갈륨막, 산화 탄탈럼막, 산화 마그네슘막, 산화 란타넘막, 산화 세륨막, 및 산화 네오디뮴막 등을 사용하여도 좋다. 또한, 상술한 절연막을 2개 이상 적층하여 사용하여도 좋다. 또한, 기판(151)과 트랜지스터 사이에 하지막을 제공하여도 좋다. 상기 하지막에도 상기 무기 절연막을 사용할 수 있다.

[0334] 여기서 유기 절연막은 무기 절연막과 비교하여 배리어성이 낮은 경우가 많다. 그러므로, 유기 절연막은 표시

장치(100A)의 단부 근방에 개구를 갖는 것이 바람직하다. 이로써, 표시 장치(100A)의 단부로부터 유기 절연막을 통하여 불순물이 들어가는 것을 억제할 수 있다. 또는, 유기 절연막의 단부가 표시 장치(100A)의 단부보다 내측에 위치하도록 유기 절연막을 형성하고, 표시 장치(100A)의 단부에서 유기 절연막이 노출되지 않도록 하여도 좋다.

[0335] 평탄화층으로서 기능하는 절연층(214)에는 유기 절연막이 적합하다. 유기 절연막에 사용할 수 있는 재료로서는 아크릴 수지, 폴리이미드 수지, 에폭시 수지, 폴리아마이드 수지, 폴리이미드아마이드 수지, 실록산 수지, 벤조사이클로뷰텐계 수지, 페놀 수지, 및 이들 수지의 전구체 등을 들 수 있다.

[0336] 도 23에 도시된 영역(228)에서는 절연층(214)에 개구가 형성되어 있다. 이로써, 절연층(214)에 유기 절연막을 사용하는 경우에도, 절연층(214)을 통하여 외부로부터 표시부(162)에 불순물이 들어가는 것을 억제할 수 있다. 따라서, 표시 장치(100A)의 신뢰성을 높일 수 있다.

[0337] 트랜지스터(201), 트랜지스터(205), 트랜지스터(206), 및 트랜지스터(207)는 게이트로서 기능하는 도전층(221), 게이트 절연층으로서 기능하는 절연층(211), 소스 및 드레인으로서 기능하는 도전층(222a) 및 도전층(222b), 반도체층(231), 게이트 절연층으로서 기능하는 절연층(213), 그리고 게이트로서 기능하는 도전층(223)을 갖는다. 여기서는 동일한 도전막을 가공하여 얻어지는 복수의 층에 같은 해치 패턴을 부여하였다. 절연층(211)은 도전층(221)과 반도체층(231) 사이에 위치한다. 절연층(213)은 도전층(223)과 반도체층(231) 사이에 위치한다.

[0338] 본 실시형태의 표시 장치가 갖는 트랜지스터의 구조는 특별히 한정되지 않는다. 예를 들어 플레이너(planar)형 트랜지스터, 스태거형 트랜지스터, 역스태거형 트랜지스터 등을 사용할 수 있다. 또한, 톱 게이트형 및 보텀 게이트형 중 어느 쪽의 트랜지스터 구조로 하여도 좋다. 또는, 채널이 형성되는 반도체층 상하에 게이트가 제공되어 있어도 좋다.

[0339] 트랜지스터(201), 트랜지스터(205), 트랜지스터(206), 및 트랜지스터(207)에는 채널이 형성되는 반도체층을 2개의 게이트로 협지하는 구성이 적용되어 있다. 2개의 게이트를 접속하고 이들에 동일한 신호를 공급함으로써, 트랜지스터를 구동하여도 좋다. 또는, 2개의 게이트 중 한쪽에 문턱 전압을 제어하기 위한 전위를 공급하고, 다른 쪽에 구동시키기 위한 전위를 공급함으로써, 트랜지스터의 문턱 전압을 제어하여도 좋다.

[0340] 트랜지스터에 사용하는 반도체 재료의 결정성에 대해서도 특별히 한정되지 않고 비정질 반도체, 단결정 반도체, 및 단결정 이외의 결정성을 갖는 반도체(미결정 반도체, 다결정 반도체, 또는 일부에 결정 영역을 갖는 반도체) 중 어느 것을 사용하여도 좋다. 단결정 반도체 또는 결정성을 갖는 반도체를 사용하면 트랜지스터 특성의 열화를 억제할 수 있기 때문에 바람직하다.

[0341] 트랜지스터의 반도체층은 금속 산화물(산화물 반도체라고도 함)을 갖는 것이 바람직하다. 또는, 트랜지스터의 반도체층은 실리콘을 가져도 좋다. 실리콘으로서는 비정질 실리콘, 결정성 실리콘(저온 폴리실리콘, 단결정 실리콘 등) 등을 들 수 있다.

[0342] 반도체층은 예를 들어 인듐과, M(M은 갈륨, 알루미늄, 실리콘, 붕소, 이트륨, 주석, 구리, 바나듐, 베릴륨, 타이타늄, 철, 니켈, 저마늄, 지르코늄, 몰리브데넘, 란타넘, 세륨, 네오디뮴, 하프늄, 탄탈럼, 텅스텐, 및 마그네슘 중에서 선택된 1종류 또는 복수 종류)과, 아연을 갖는 것이 바람직하다. 특히 M은 알루미늄, 갈륨, 이트륨, 및 주석 중에서 선택된 1종류 또는 복수 종류인 것이 바람직하다.

[0343] 특히 반도체층으로서 인듐(In), 갈륨(Ga), 및 아연(Zn)을 포함하는 산화물(IGZO라고도 기재함)을 사용하는 것이 바람직하다. 또는, 인듐, 갈륨, 아연, 및 주석을 포함하는 산화물을 사용하는 것이 바람직하다. 또는, 인듐 및 아연을 갖는 산화물을 사용하는 것이 바람직하다.

[0344] 반도체층이 In-M-Zn 산화물인 경우, 상기 In-M-Zn 산화물에서의 In의 원자수비는 M의 원자수비 이상인 것이 바람직하다. 이러한 In-M-Zn 산화물의 금속 원소의 원자수비로서 In:M:Zn=1:1:1 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=1:1:1.2 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=2:1:3 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=3:1:2 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=4:2:3 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=4:2:4.1 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=5:1:3 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=5:1:6 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=5:1:7 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=5:1:8 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=10:1:3 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=6:1:6 또는 그 근방의 조성, In:M:Zn=5:2:5 또는 그 근방의 조성 등을 들 수 있다. 또한, 근방의 조성이란, 원하는 원자수비의 ±30%의 범위를 포함한 것이다.

[0345] 예를 들어 원자수비가 In:Ga:Zn=4:2:3 또는 그 근방의 조성이라고 기재된 경우, In의 원자수비를 4로 하였을 때, Ga의 원자수비가 1 이상 3 이하이고, Zn의 원자수비가 2 이상 4 이하인 경우를 포함한다. 또한, 원자수비

가 In:Ga:Zn=5:1:6 또는 그 근방의 조성이라고 기재된 경우, In의 원자수비를 5로 하였을 때, Ga의 원자수비가 0.1보다 크고 2 이하이고, Zn의 원자수비가 5 이상 7 이하인 경우를 포함한다. 또한, 원자수비가 In:Ga:Zn=1:1:1 또는 그 근방의 조성이라고 기재된 경우, In의 원자수비를 1로 하였을 때, Ga의 원자수비가 0.1보다 크고 2 이하이고, Zn의 원자수비가 0.1보다 크고 2 이하인 경우를 포함한다.

[0346] 회로(164)가 갖는 트랜지스터와 표시부(162)가 갖는 트랜지스터는 같은 구조이어도 좋고, 상이한 구조이어도 좋다. 회로(164)가 갖는 복수의 트랜지스터의 구조는 모두 같아도 좋고, 2종류 이상 있어도 좋다. 마찬가지로, 표시부(162)가 갖는 복수의 트랜지스터의 구조는 모두 같아도 좋고, 2종류 이상 있어도 좋다.

[0347] 기판(151)에서 기판(152)이 중첩되지 않은 영역에는 접속부(204)가 제공되어 있다. 접속부(204)에서는 배선(165)이 도전층(166) 및 접속층(242)을 통하여 FPC(172)와 전기적으로 접속되어 있다. 접속부(204)의 상면에서는 화소 전극(191)과 동일한 도전막을 가공하여 얻어진 도전층(166)이 노출되어 있다. 이로써, 접속부(204)와 FPC(172)를 접속층(242)을 통하여 전기적으로 접속할 수 있다.

[0348] 기판(152)의 외측에는 각종 광학 부재를 배치할 수 있다. 광학 부재로서는 편광판, 위상차판, 광 확산층(확산 필름 등), 반사 방지층, 및 집광 필름 등을 들 수 있다. 또한, 기판(152)의 외측에는 먼지의 부착을 억제하는 대전 방지막, 오염이 부착되기 어렵게 하는 발수성의 막, 사용에 따른 손상의 발생을 억제하는 하드 코트막, 충격 흡수층 등을 배치하여도 좋다.

[0349] 기판(151) 및 기판(152)에는 각각 유리, 석영, 세라믹, 사파이어, 수지 등을 사용할 수 있다. 기판(151) 및 기판(152)에 가요성을 갖는 재료를 사용하면, 표시 장치의 가요성을 높일 수 있다.

[0350] 접착층으로서는 자외선 경화형 등의 광 경화형 접착제, 반응 경화형 접착제, 열 경화형 접착제, 혐기형 접착제 등 각종 경화형 접착제를 사용할 수 있다. 이들 접착제로서는 에폭시 수지, 아크릴 수지, 실리콘(silicone) 수지, 페놀 수지, 폴리이미드 수지, 이미드 수지, PVC(폴리바이닐클로라이드) 수지, PVB(폴리바이닐뷰티랄) 수지, EVA(에틸렌바이닐아세테이트) 수지 등을 들 수 있다. 특히 에폭시 수지 등의 투습성이 낮은 재료가 바람직하다. 또한, 2액 혼합형 수지를 사용하여도 좋다. 또한, 접착 시트 등을 사용하여도 좋다.

[0351] 접속층으로서는 이방성 도전 필름(ACF: Anisotropic Conductive Film), 이방성 도전 페이스트(ACP: Anisotropic Conductive Paste) 등을 사용할 수 있다.

[0352] 트랜지스터의 게이트, 소스, 및 드레인 이외에, 표시 장치를 구성하는 각종 배선 및 전극 등, 도전층에 사용할 수 있는 재료로서는 알루미늄, 타이타늄, 크로뮴, 니켈, 구리, 이트륨, 지르코늄, 몰리브데넘, 은 탄탈럼, 및 텅스텐 등의 금속, 그리고 상기 금속을 주성분으로 하는 합금 등을 들 수 있다. 이들 재료를 포함하는 막을 단층으로 또는 적층 구조로 사용할 수 있다.

[0353] 또한, 투광성을 갖는 도전 재료로서는 산화 인듐, 인듐 주석 산화물, 인듐 아연 산화물, 산화 아연, 갈륨을 포함하는 산화 아연 등의 도전성 산화물, 또는 그래핀을 사용할 수 있다. 또는, 금, 은, 백금, 마그네슘, 니켈, 텅스텐, 크로뮴, 몰리브데넘, 철, 코발트, 구리, 팔라듐, 및 타이타늄 등의 금속 재료, 또는 상기 금속 재료를 포함하는 합금 재료를 사용할 수 있다. 또는, 상기 금속 재료의 질화물(예를 들어 질화 타이타늄) 등을 사용하여도 좋다. 또한, 금속 재료, 합금 재료(또는 이들의 질화물)를 사용하는 경우에는 투광성을 가질 정도로 얇게 하는 것이 바람직하다. 또한, 상기 재료의 적층막을 도전층으로서 사용할 수 있다. 예를 들어 은과 마그네슘의 합금과, 인듐 주석 산화물의 적층막 등을 사용하면 도전성을 높일 수 있기 때문에 바람직하다. 이들은 표시 장치를 구성하는 각종 배선 및 전극 등의 도전층, 발광 소자 및 수발광 소자가 갖는 도전층(화소 전극, 공통 전극 등으로서 기능하는 도전층) 등에도 사용할 수 있다.

[0354] 각 절연층에 사용할 수 있는 절연 재료로서는 예를 들어 아크릴 수지, 에폭시 수지 등의 수지, 산화 실리콘, 산화질화 실리콘, 질화산화 실리콘, 질화 실리콘, 산화 알루미늄 등의 무기 절연 재료가 있다.

[0355] [표시 장치(100B)]

[0356] 도 24에 표시 장치(100B)의 단면도를 도시하였다.

[0357] 표시 장치(100B)는 보호층(195)을 갖는 점에서 표시 장치(100A)와 주로 상이하다. 표시 장치(100A)와 같은 구성에 대해서는 자세한 설명을 생략한다.

[0358] 발광 소자(190B), 발광 소자(190G), 및 수발광 소자(190SR)를 덮는 보호층(195)을 제공함으로써, 발광 소자(190B), 발광 소자(190G), 및 수발광 소자(190SR)에 물 등의 불순물이 들어가는 것을 억제하여, 발광 소자

(190B), 발광 소자(190G), 및 수발광 소자(190SR)의 신뢰성을 높일 수 있다.

[0359] 표시 장치(100B)의 단부 근방의 영역(228)에서, 절연층(214)의 개구를 통하여 절연층(215)과 보호층(195)이 서로 접촉하는 것이 바람직하다. 특히 절연층(215)이 갖는 무기 절연막과 보호층(195)이 갖는 무기 절연막이 서로 접촉하는 것이 바람직하다. 이로써, 유기 절연막을 통하여 외부로부터 표시부(162)에 불순물이 들어가는 것을 억제할 수 있다. 따라서, 표시 장치(100B)의 신뢰성을 높일 수 있다.

[0360] 보호층(195)은 단층이어도 적층 구조이어도 좋고, 예를 들어 보호층(195)은 공통 전극(115) 위의 무기 절연층과, 무기 절연층 위의 유기 절연층과, 유기 절연층 위의 무기 절연층을 갖는 3층 구조이어도 좋다. 이때, 무기 절연막의 단부를 유기 절연막의 단부보다 외측으로 연장시키는 것이 바람직하다.

[0361] 또한, 수발광 소자(190SR)와 중첩되는 영역에 렌즈가 제공되어 있어도 좋다. 이로써, 수발광 소자(190SR)를 사용한 센서의 감도 및 정밀도를 높일 수 있다.

[0362] 렌즈는 1.3 이상 2.5 이하의 굴절률을 갖는 것이 바람직하다. 렌즈는 무기 재료 및 유기 재료 중 적어도 한쪽을 사용하여 형성할 수 있다. 예를 들어 수지를 포함하는 재료를 렌즈에 사용할 수 있다. 또한, 산화물 및 황화물 중 적어도 한쪽을 포함하는 재료를 렌즈에 사용할 수 있다.

[0363] 구체적으로는 염소, 브로민, 또는 아이오딘을 포함하는 수지, 중금속 원자를 포함하는 수지, 방향족 고리를 포함하는 수지, 황을 포함하는 수지 등을 렌즈에 사용할 수 있다. 또는, 수지와, 상기 수지보다 굴절률이 높은 재료의 나노 입자를 포함하는 재료를 렌즈에 사용할 수 있다. 산화 타이타늄 또는 산화 지르코늄 등을 나노 입자에 사용할 수 있다.

[0364] 또한, 산화 세륨, 산화 하프늄, 산화 란타넘, 산화 마그네슘, 산화 나이오븀, 산화 탄탈럼, 산화 타이타늄, 산화 이트륨, 산화 아연, 인듐과 주석을 포함하는 산화물, 또는 인듐과 갈륨과 아연을 포함하는 산화물 등을 렌즈에 사용할 수 있다. 또는, 황화 아연 등을 렌즈에 사용할 수 있다.

[0365] 또한, 표시 장치(100B)에서는 보호층(195)과 기판(152)이 접착층(142)에 의하여 접합되어 있다. 접착층(142)은 발광 소자(190B), 발광 소자(190G), 및 수발광 소자(190SR)와 각각 중첩되어 제공되어 있고, 표시 장치(100B)에는 고체 밀봉 구조가 적용되어 있다.

[0366] [표시 장치(100C)]

[0367] 도 25의 (A)에는 표시 장치(100C)의 단면도를 도시하였다.

[0368] 표시 장치(100C)는 트랜지스터의 구조가 표시 장치(100B)와 상이하다.

[0369] 표시 장치(100C)는 기판(151) 위에 트랜지스터(208), 트랜지스터(209), 및 트랜지스터(210)를 갖는다.

[0370] 트랜지스터(208), 트랜지스터(209), 및 트랜지스터(210)는 게이트로서 기능하는 도전층(221), 게이트 절연층으로서 기능하는 절연층(211), 채널 형성 영역(231i) 및 한 쌍의 저저항 영역(231n)을 갖는 반도체층, 한 쌍의 저저항 영역(231n) 중 한쪽과 접속되는 도전층(222a), 한 쌍의 저저항 영역(231n) 중 다른 쪽과 접속되는 도전층(222b), 게이트 절연층으로서 기능하는 절연층(225), 게이트로서 기능하는 도전층(223), 그리고 도전층(223)을 덮는 절연층(215)을 갖는다. 절연층(211)은 도전층(221)과 채널 형성 영역(231i) 사이에 위치한다. 절연층(225)은 도전층(223)과 채널 형성 영역(231i) 사이에 위치한다.

[0371] 도전층(222a) 및 도전층(222b)은 각각 절연층(225) 및 절연층(215)에 제공된 개구를 통하여 저저항 영역(231n)과 접속된다. 도전층(222a) 및 도전층(222b) 중 한쪽은 소스로서 기능하고, 다른 쪽은 드레인으로서 기능한다.

[0372] 발광 소자(190G)의 화소 전극(191)은 도전층(222b)을 통하여 트랜지스터(208)의 한 쌍의 저저항 영역(231n) 중 한쪽과 전기적으로 접속된다.

[0373] 수발광 소자(190SR)의 화소 전극(191)은 도전층(222b)을 통하여 트랜지스터(209)의 한 쌍의 저저항 영역(231n) 중 다른 쪽과 전기적으로 접속된다.

[0374] 도 25의 (A)에서는 절연층(225)이 반도체층의 상면 및 측면을 덮는 예를 도시하였다. 한편으로, 도 25의 (B)에 도시된 트랜지스터(202)에서 절연층(225)은 반도체층(231)의 채널 형성 영역(231i)과 중첩되고, 저저항 영역(231n)과는 중첩되지 않는다. 예를 들어 도전층(223)을 마스크로서 사용하여 절연층(225)을 가공함으로써 도 25의 (B)에 도시된 구조를 제작할 수 있다. 도 25의 (B)에서는 절연층(225) 및 도전층(223)을 덮어 절연층(215)이 제공되고, 절연층(215)의 개구를 통하여 도전층(222a) 및 도전층(222b)이 각각 저저항 영역(231n)과 접

속되어 있다. 또한, 트랜지스터를 덮는 절연층(218)을 제공하여도 좋다.

[0375] 또한, 표시 장치(100C)는 기판(151) 및 기판(152)을 갖지 않고, 기판(153), 기판(154), 접착층(155), 및 절연층(212)을 갖는 점에서 표시 장치(100B)와 상이하다.

[0376] 기판(153)과 절연층(212)은 접착층(155)에 의하여 접합되어 있다. 기판(154)과 보호층(195)은 접착층(142)에 의하여 접합되어 있다.

[0377] 표시 장치(100C)는 제작 기판 위에 형성된 절연층(212), 트랜지스터(208), 트랜지스터(209), 트랜지스터(210), 수발광 소자(190SR), 및 발광 소자(190G) 등을, 기판(153) 위로 전치함으로써 제작되는 구성을 갖는다. 기판(153) 및 기판(154)은 각각 가요성을 갖는 것이 바람직하다. 이로써, 표시 장치(100C)의 가요성을 높일 수 있다.

[0378] 절연층(212)에는 절연층(211), 절연층(213), 및 절연층(215)에 사용할 수 있는 무기 절연막을 사용할 수 있다.

[0379] 상술한 바와 같이, 본 실시형태의 표시 장치는 어느 색을 나타내는 부화소에 발광 소자 대신에 수발광 소자를 제공한다. 수발광 소자가 발광 소자와 수광 소자를 겸함으로써, 화소에 포함되는 부화소의 개수를 늘리지 않고, 화소에 수광 기능을 부여할 수 있다. 또한, 표시 장치의 정세도, 각 부화소의 개구율 등을 저하시키지 않고 화소에 수광 기능을 부여할 수 있다.

[0380] 본 실시형태는 적어도 그 일부를 본 명세서에 기재되는 다른 실시형태와 적절히 조합하여 실시할 수 있다.

[0381] (실시형태 3)

[0382] 본 실시형태에서는 앞의 실시형태에서 설명한 OS 트랜지스터에 사용할 수 있는 금속 산화물(산화물 반도체라고도 함)에 대하여 설명한다.

[0383] 금속 산화물은 적어도 인듐 또는 아연을 포함하는 것이 바람직하다. 특히 인듐 및 아연을 포함하는 것이 바람직하다. 또한, 이들에 더하여 알루미늄, 갈륨, 이트륨, 주석 등이 포함되는 것이 바람직하다. 또한, 붕소, 실리콘, 타이타늄, 철, 니켈, 저마늄, 지르코늄, 몰리브데넘, 란타넘, 세륨, 네오디뮴, 하프늄, 탄탈럼, 텅스텐, 마그네슘, 코발트 등 중에서 선택된 1종류 또는 복수 종류가 포함되어도 좋다.

[0384] 또한, 금속 산화물은 스퍼터링법, 유기 금속 화학 기상 성장(MOCVD: Metal Organic Chemical Vapor Deposition)법 등의 화학 기상 성장(CVD: Chemical Vapor Deposition)법, 원자층 퇴적(ALD: Atomic Layer Deposition)법 등에 의하여 형성할 수 있다.

[0385] <결정 구조의 분류>

[0386] 산화물 반도체의 결정 구조로서는 비정질(completely amorphous를 포함함), CAAC(c-axis-aligned crystalline), nc(nanocrystalline), CAC(cloud-aligned composite), 단결정(single crystal), 및 다결정(poly crystal) 등을 들 수 있다.

[0387] 또한, 막 또는 기판의 결정 구조는 X선 회절(XRD: X-Ray Diffraction) 스펙트럼을 사용하여 평가할 수 있다. 예를 들어 GIXD(Grazing-Incidence XRD) 측정에 의하여 얻어지는 XRD 스펙트럼을 사용하여 평가할 수 있다. 또한, GIXD법은 박막법 또는 Seemann-Bohlin법이라고도 한다.

[0388] 예를 들어 석영 유리 기판에서는 XRD 스펙트럼의 피크의 형상이 거의 좌우 대칭이다. 한편으로, 결정 구조를 갖는 IGZO막에서는 XRD 스펙트럼의 피크의 형상이 좌우 비대칭이다. XRD 스펙트럼의 피크의 형상이 좌우 비대칭인 것은 막 내 또는 기판 내의 결정의 존재를 명시하고 있다. 바꿔 말하면, XRD 스펙트럼의 피크의 형상이 좌우 대칭이 아니면, 막 또는 기판은 비정질 상태라고 할 수 없다.

[0389] 또한, 막 또는 기판의 결정 구조는 극미 전자선 회절법(NBED: Nano Beam Electron Diffraction)에 의하여 관찰되는 회절 패턴(극미 전자선 회절 패턴이라고도 함)으로 평가할 수 있다. 예를 들어 석영 유리 기판의 회절 패턴에서는 헤일로(halo)가 관찰되고, 석영 유리가 비정질 상태인 것을 확인할 수 있다. 또한, 실온에서 성막한 IGZO막의 회절 패턴에서는 헤일로가 아니라 스폿 형상의 패턴이 관찰된다. 그러므로, 실온에서 성막한 IGZO막은 결정 상태도 비정질 상태도 아닌 중간 상태이고, 비정질 상태라고 결론을 내릴 수 없는 것으로 추정된다.

[0390] <<산화물 반도체의 구조>>

[0391] 또한, 산화물 반도체는 구조에 착안한 경우, 상기와는 상이하게 분류되는 경우가 있다. 예를 들어 산화물 반도체는 단결정 산화물 반도체와 이 이외의 비단결정 산화물 반도체로 나누어진다. 비단결정 산화물 반도체로서는

예를 들어 상술한 CAAC-OS 및 nc-OS가 있다. 또한, 비단결정 산화물 반도체에는 다결정 산화물 반도체, a-like OS(amorphous-like oxide semiconductor), 비정질 산화물 반도체 등이 포함된다.

[0392] 여기서 상술한 CAAC-OS, nc-OS, 및 a-like OS에 대하여 자세히 설명한다.

[0393] [CAAC-OS]

[0394] CAAC-OS는 복수의 결정 영역을 갖고, 상기 복수의 결정 영역은 c축이 특정 방향으로 배향되는 산화물 반도체이다. 또한, 특정 방향이란, CAAC-OS막의 두께 방향, CAAC-OS막의 피형성면의 법선 방향, 또는 CAAC-OS막의 표면의 법선 방향을 말한다. 또한, 결정 영역이란, 원자 배열에 주기성을 갖는 영역이다. 또한, 원자 배열을 격자 배열로 간주하면, 결정 영역은 격자 배열이 정렬된 영역이기도 하다. 또한, CAAC-OS는 a-b면 방향에서 복수의 결정 영역이 연결되는 영역을 갖고, 상기 영역은 변형을 갖는 경우가 있다. 또한, 변형이란 복수의 결정 영역이 연결되는 영역에서, 격자 배열이 정렬된 영역과 격자 배열이 정렬된 다른 영역 사이에서 격자 배열의 방향이 변화되는 부분을 가리킨다. 즉, CAAC-OS는 c축 배향을 갖고, a-b면 방향으로는 명확한 배향을 갖지 않는 산화물 반도체이다.

[0395] 또한, 상기 복수의 결정 영역은 각각 하나 또는 복수의 미소한 결정(최대 직경이 10nm 미만인 결정)으로 구성된다. 결정 영역이 하나의 미소한 결정으로 구성되는 경우, 상기 결정 영역의 최대 직경은 10nm 미만이 된다. 또한, 결정 영역이 다수의 미소한 결정으로 구성되는 경우, 상기 결정 영역의 크기는 수십nm 정도가 되는 경우가 있다.

[0396] 또한, In-M-Zn 산화물(원소 M은 알루미늄, 갈륨, 이트륨, 주석, 타이타늄 등에서 선택된 1종류 또는 복수 종류)에서, CAAC-OS는 인듐(In) 및 산소를 갖는 층(이하, In층)과, 원소 M, 아연(Zn), 및 산소를 갖는 층(이하 (M, Zn)층)이 적층된 층상의 결정 구조(층상 구조라고도 함)를 갖는 경향이 있다. 또한, 인듐과 원소 M은 서로 치환될 수 있다. 따라서, (M, Zn)층에는 인듐이 포함되는 경우가 있다. 또한, In층에는 원소 M이 포함되는 경우가 있다. 또한, In층에는 Zn이 포함되는 경우도 있다. 상기 층상 구조는 예를 들어 고분해능 TEM(Transmission Electron Microscope) 이미지에서 격자상(格子像)으로 관찰된다.

[0397] 예를 들어 XRD 장치를 사용하여 CAAC-OS막의 구조 해석을 수행할 때, $\theta/2\theta$ 스캔을 사용한 Out-of-plane XRD 측정에서는 c축 배향을 나타내는 피크가 $2\theta=31^\circ$ 또는 그 근방에서 검출된다. 또한, c축 배향을 나타내는 피크의 위치(2θ의 값)는 CAAC-OS를 구성하는 금속 원소의 종류, 조성 등에 따라 변동되는 경우가 있다.

[0398] 또한, 예를 들어 CAAC-OS막의 전자선 회절 패턴에서 복수의 휘점(스폿)이 관측된다. 또한, 어떤 스폿과 다른 스폿은 시료를 투과한 입사 전자선의 스폿(다이렉트 스폿이라고도 함)을 대칭 중심으로 하여 점대칭의 위치에서 관측된다.

[0399] 상기 특정 방향에서 결정 영역을 관찰한 경우, 상기 결정 영역 내의 격자 배열은 기본적으로 육방 격자이지만, 단위 격자는 정육각형에 한정되지 않고 비정육각형인 경우가 있다. 또한, 상기 변형에서 오각형, 칠각형 등의 격자 배열을 갖는 경우가 있다. 또한, CAAC-OS에서는 변형 근방에서도 명확한 결정립계(그레인 바운더리)를 확인할 수 없다. 즉, 격자 배열의 변형에 의하여 결정립계의 형성이 억제되어 있는 것을 알 수 있다. 이는 CAAC-OS가 a-b면 방향에서 산소 원자의 배열이 조밀하지 않거나, 금속 원자가 치환되는 것 등에 의하여 원자 사이의 결합 거리가 변화되는 것 등에 의하여 변형을 허용할 수 있기 때문이라고 생각된다.

[0400] 또한, 명확한 결정립계가 확인되는 결정 구조는 소위 다결정(polycrystal)이다. 결정립계는 재결합 중심이 되고, 캐리어가 포획되어 트랜지스터의 온 전류의 저하, 전계 효과 이동도의 저하 등을 일으킬 가능성이 높다. 따라서, 명확한 결정립계가 확인되지 않는 CAAC-OS는 트랜지스터의 반도체층에 적합한 결정 구조를 갖는 결정성 산화물 중 하나이다. 또한, CAAC-OS를 구성하기 위해서는 Zn을 갖는 구성이 바람직하다. 예를 들어 In-Zn 산화물 및 In-Ga-Zn 산화물은 In 산화물보다 결정립계의 발생을 억제할 수 있기 때문에 적합하다.

[0401] CAAC-OS는 결정성이 높고, 명확한 결정립계가 확인되지 않는 산화물 반도체이다. 따라서, CAAC-OS는 결정립계에 기인하는 전자 이동도의 저하가 일어나기 어렵다고 할 수 있다. 또한, 산화물 반도체의 결정성은 불순물의 혼입, 결함의 생성 등에 의하여 저하되는 경우가 있기 때문에, CAAC-OS는 불순물, 결함(산소 결손 등)이 적은 산화물 반도체라고 할 수도 있다. 따라서, CAAC-OS를 갖는 산화물 반도체는 물리적 성질이 안정된다. 그러므로 CAAC-OS를 갖는 산화물 반도체는 열에 강하고 신뢰성이 높다. 또한, CAAC-OS는 제조 공정에서의 높은 온도(소위 thermal budget)에 대해서도 안정적이다. 따라서, OS 트랜지스터에 CAAC-OS를 사용하면 제조 공정의 자

유도를 높일 수 있게 된다.

[0402] [nc-OS]

[0403] nc-OS는 미소한 영역(예를 들어 1nm 이상 10nm 이하의 영역, 특히 1nm 이상 3nm 이하의 영역)에서 원자 배열에 주기성을 갖는다. 바꿔 말하면, nc-OS는 미소한 결정을 갖는다. 또한, 상기 미소한 결정은 크기가 예를 들어 1nm 이상 10nm 이하, 특히 1nm 이상 3nm 이하이기 때문에 나노 결정이라고도 한다. 또한, nc-OS에서는 상이한 나노 결정 사이에서 결정 방위에 규칙성이 보이지 않는다. 그러므로, 막 전체에서 배향성이 보이지 않는다. 따라서, nc-OS는 분석 방법에 따라서는 a-like OS 또는 비정질 산화물 반도체와 구별할 수 없는 경우가 있다.

예를 들어 XRD 장치를 사용하여 nc-OS막의 구조 해석을 수행할 때, è/2è 스캔을 사용한 Out-of-plane XRD 측정에서는 결정성을 나타내는 피크가 검출되지 않는다. 또한, 나노 결정보다 큰 프로브 직경(예를 들어 50nm 이상)의 전자선을 사용하는 전자선 회절(제한 시야 전자선 회절이라고도 함)을 nc-OS막에 대하여 수행하면 헤일로 패턴과 같은 회절 패턴이 관측된다. 한편으로, 나노 결정의 크기와 가깝거나 나노 결정보다 작은 프로브 직경(예를 들어 1nm 이상 30nm 이하)의 전자선을 사용하는 전자선 회절(나노빔 전자선 회절이라고도 함)을 nc-OS막에 대하여 수행하면, 다이렉트 스폿을 중심으로 하는 링 형상의 영역 내에 복수의 스폿이 관측되는 전자선 회절 패턴이 취득되는 경우가 있다.

[0404] [a-like OS]

[0405] a-like OS는 nc-OS와 비정질 산화물 반도체의 중간의 구조를 갖는 산화물 반도체이다. a-like OS는 공동(void) 또는 저밀도 영역을 갖는다. 즉, a-like OS는 nc-OS 및 CAAC-OS와 비교하여 결정성이 낮다. 또한, a-like OS는 nc-OS 및 CAAC-OS와 비교하여 막 내의 수소 농도가 높다.

[0406] <<산화물 반도체의 구성>>

[0407] 다음으로, 상술한 CAC-OS에 대하여 자세히 설명한다. 또한, CAC-OS는 재료 구성에 관한 것이다.

[0408] [CAC-OS]

[0409] CAC-OS란, 예를 들어 금속 산화물을 구성하는 원소가 0.5nm 이상 10nm 이하로, 바람직하게는 1nm 이상 3nm 이하로, 또는 그 근방의 크기로 편재된 재료의 한 구성이다. 또한, 이하에서는 금속 산화물에 하나 또는 복수의 금속 원소가 편재되고, 상기 금속 원소를 갖는 영역이 0.5nm 이상 10nm 이하로, 바람직하게는 1nm 이상 3nm 이하로, 또는 그 근방의 크기로 혼합된 상태를 모자이크 패턴 또는 패치 패턴이라고도 한다.

[0410] 또한, CAC-OS란, 재료가 제 1 영역과 제 2 영역으로 분리하여 모자이크 패턴을 형성하고, 상기 제 1 영역이 막 내에 분포된 구성(이하 클라우드상이라고도 함)이다. 즉, CAC-OS는 상기 제 1 영역과 상기 제 2 영역이 혼합된 구성을 갖는 복합 금속 산화물이다.

[0411] 여기서 In-Ga-Zn 산화물에서의 CAC-OS를 구성하는 금속 원소에 대한 In, Ga, 및 Zn의 원자수비를 각각 [In], [Ga], 및 [Zn]이라고 표기한다. 예를 들어 In-Ga-Zn 산화물에서의 CAC-OS에서, 제 1 영역은 [In]이 CAC-OS막의 조성에서의 [In]보다 큰 영역이다. 또한, 제 2 영역은 [Ga]이 CAC-OS막의 조성에서의 [Ga]보다 큰 영역이다. 또는, 예를 들어 제 1 영역은 [In]이 제 2 영역에서의 [In]보다 크며, [Ga]이 제 2 영역에서의 [Ga]보다 작은 영역이다. 또한, 제 2 영역은 [Ga]이 제 1 영역에서의 [Ga]보다 크며, [In]이 제 1 영역에서의 [In]보다 작은 영역이다.

[0412] 구체적으로는 상기 제 1 영역은 인듐 산화물, 인듐 아연 산화물 등이 주성분인 영역이다. 또한, 상기 제 2 영역은 갈륨 산화물, 갈륨 아연 산화물 등이 주성분인 영역이다. 즉, 상기 제 1 영역을 In을 주성분으로 하는 영역이라고 바꿔 말할 수 있다. 또한, 상기 제 2 영역을 Ga을 주성분으로 하는 영역이라고 바꿔 말할 수 있다.

[0413] 또한, 상기 제 1 영역과 상기 제 2 영역 사이에서 명확한 경계를 관찰할 수 없는 경우가 있다.

[0414] 또한, In-Ga-Zn 산화물에서의 CAC-OS란, In, Ga, Zn, 및 O를 포함하는 재료 구성에서, 일부에 Ga을 주성분으로 하는 영역을 갖고, 일부에 In을 주성분으로 하는 영역을 갖고, 이들 영역이 모자이크 패턴이며 무작위로 존재하는 구성을 말한다. 따라서, CAC-OS는 금속 원소가 불균일하게 분포된 구조를 갖는 것으로 추측된다.

[0415] CAC-OS는 예를 들어 기판을 의도적으로 가열하지 않는 조건에서 스퍼터링법에 의하여 형성할 수 있다. 또한, CAC-OS를 스퍼터링법에 의하여 형성하는 경우, 성막 가스로서 불활성 가스(대표적으로는 아르곤), 산소 가스, 및 질소 가스 중에서 선택된 어느 하나 또는 복수를 사용하면 좋다. 또한, 성막 시의 성막 가스의 총유량에 대

한 산소 가스의 유량비는 낮을수록 바람직하고, 예를 들어 성막 시의 성막 가스의 총유량에 대한 산소 가스의 유량비를 0% 이상 30% 미만, 바람직하게는 0% 이상 10% 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0416] 또한, 예를 들어 In-Ga-Zn 산화물에서의 CAC-OS에서는 에너지 분산형 X선 분광법(EDX: Energy Dispersive X-ray spectroscopy)을 사용하여 취득한 EDX 매핑으로부터, In을 주성분으로 하는 영역(제 1 영역)과, Ga을 주성분으로 하는 영역(제 2 영역)이 편재되고 혼합된 구조를 갖는 것을 확인할 수 있다.

[0417] 여기서 제 1 영역은 제 2 영역과 비교하여 도전성이 높은 영역이다. 즉, 제 1 영역을 캐리어가 흐름으로써, 금속 산화물의 도전성이 발현된다. 따라서, 제 1 영역이 금속 산화물 내에서 클라우드상으로 분포됨으로써, 높은 전계 효과 이동도(μ)를 실현할 수 있다.

[0418] 한편으로, 제 2 영역은 제 1 영역과 비교하여 절연성이 높은 영역이다. 즉, 제 2 영역이 금속 산화물 내에 분포됨으로써, 누설 전류를 억제할 수 있다.

[0419] 따라서, CAC-OS를 트랜지스터에 사용하는 경우에는 제 1 영역에 기인하는 도전성과 제 2 영역에 기인하는 절연성이 상보적으로 작용함으로써, 스위칭 기능(On/Off 기능)을 CAC-OS에 부여할 수 있다. 즉, CAC-OS는 재료의 일부에서는 도전성 기능을 갖고, 재료의 일부에서는 절연성 기능을 갖고, 재료의 전체에서는 반도체로서의 기능을 갖는다. 도전성 기능과 절연성 기능을 분리함으로써, 양쪽의 기능을 최대한 높일 수 있다. 따라서, CAC-OS를 트랜지스터에 사용함으로써, 높은 온 전류(I_{on}), 높은 전계 효과 이동도(μ), 및 양호한 스위칭 동작을 실현할 수 있다.

[0420] 또한, CAC-OS를 사용한 트랜지스터는 신뢰성이 높다. 따라서, CAC-OS는 표시 장치를 비롯한 다양한 반도체 장치에 최적이다.

[0421] 산화물 반도체는 다양한 구조를 갖고, 각각이 상이한 특성을 갖는다. 본 발명의 일 형태의 산화물 반도체는 비정질 산화물 반도체, 다결정 산화물 반도체, a-like OS, CAC-OS, nc-OS, CAAC-OS 중 2종류 이상을 가져도 좋다.

[0422] <산화물 반도체를 갖는 트랜지스터>

[0423] 이어서, 상기 산화물 반도체를 트랜지스터에 사용하는 경우에 대하여 설명한다.

[0424] 상기 산화물 반도체를 트랜지스터에 사용함으로써, 전계 효과 이동도가 높은 트랜지스터를 실현할 수 있다. 또한, 신뢰성이 높은 트랜지스터를 실현할 수 있다.

[0425] 트랜지스터에는 캐리어 농도가 낮은 산화물 반도체를 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들어 산화물 반도체의 캐리어 농도는 $1\times10^{17}cm^{-3}$ 이하이고, 바람직하게는 $1\times10^{15}cm^{-3}$ 이하이고, 더 바람직하게는 $1\times10^{13}cm^{-3}$ 이하이고, 더 바람직하게는 $1\times10^{11}cm^{-3}$ 이하이고, 더 바람직하게는 $1\times10^{10}cm^{-3}$ 미만이고, $1\times10^{-9}cm^{-3}$ 이상이다. 또한, 산화물 반도체막의 캐리어 농도를 낮추는 경우에는 산화물 반도체막 내의 불순물 농도를 낮추고, 결함 준위 밀도를 낮추면 좋다. 본 명세서 등에서, 불순물 농도가 낮고, 결함 준위 밀도가 낮은 것을 고순도 진성 또는 실질적으로 고순도 진성이라고 한다. 또한, 캐리어 농도가 낮은 산화물 반도체를 고순도 진성 또는 실질적으로 고순도 진성인 산화물 반도체라고 부르는 경우가 있다.

[0426] 또한, 고순도 진성 또는 실질적으로 고순도 진성인 산화물 반도체막은 결함 준위 밀도가 낮기 때문에, 트랩 준위 밀도도 낮아지는 경우가 있다.

[0427] 또한, 산화물 반도체의 트랩 준위에 포획된 전하는 소실되는 데 걸리는 시간이 길어, 마치 고정 전하처럼 작용하는 경우가 있다. 그러므로, 트랩 준위 밀도가 높은 산화물 반도체에 채널 형성 영역이 형성되는 트랜지스터는 전기 특성이 불안정해지는 경우가 있다.

[0428] 따라서, 트랜지스터의 전기 특성을 안정적으로 하기 위해서는 산화물 반도체 내의 불순물 농도를 저감하는 것이 유효하다. 또한, 산화물 반도체 내의 불순물 농도를 저감하기 위해서는 근접한 막 내의 불순물 농도도 저감하는 것이 바람직하다. 불순물로서는 수소, 질소, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 철, 니켈, 실리콘 등이 있다.

[0429] <불순물>

[0430] 여기서 산화물 반도체 내에서의 각 불순물의 영향에 대하여 설명한다.

[0431] 산화물 반도체에 14족 원소 중 하나인 실리콘, 탄소 등이 포함되면, 산화물 반도체에서 결함 준위가 형성된다.

그러므로, 산화물 반도체에서의 실리콘 또는 탄소의 농도와 산화물 반도체와의 계면 근방의 실리콘 또는 탄소의 농도(이차 이온 질량 분석법(SIMS: Secondary Ion Mass Spectrometry)에 의하여 얻어지는 농도)를 2×10^{18}atoms/cm^3 이하, 바람직하게는 2×10^{17}atoms/cm^3 이하로 한다.

[0432] 또한, 산화물 반도체에 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속이 포함되면, 결함 준위를 형성하고 캐리어를 생성하는 경우가 있다. 따라서, 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속이 포함되는 산화물 반도체를 사용한 트랜지스터는 노멀리 온 특성을 갖기 쉽다. 그러므로, SIMS에 의하여 얻어지는 산화물 반도체 내의 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 농도를 1×10^{18}atoms/cm^3 이하로, 바람직하게는 2×10^{16}atoms/cm^3 이하로 한다.

[0433] 또한, 산화물 반도체에 질소가 포함되면, 캐리어인 전자가 발생하고 캐리어 농도가 증가되어 n형화되기 쉽다. 그러므로, 질소가 포함되는 산화물 반도체를 반도체에 사용한 트랜지스터는 노멀리 온 특성을 갖기 쉽다. 또는, 산화물 반도체에 질소가 포함되면, 트랩 준위가 형성되는 경우가 있다. 이 결과, 트랜지스터의 전기 특성이 불안정해지는 경우가 있다. 그러므로, SIMS에 의하여 얻어지는 산화물 반도체 내의 질소 농도를 5×10^{19}atoms/cm^3 미만으로, 바람직하게는 5×10^{18}atoms/cm^3 이하로, 더 바람직하게는 1×10^{18}atoms/cm^3 이하로, 더욱 바람직하게는 5×10^{17}atoms/cm^3 이하로 한다.

[0434] 또한, 산화물 반도체에 포함되는 수소는 금속 원자와 결합하는 산소와 반응하여 물이 되기 때문에, 산소 결손을 형성하는 경우가 있다. 상기 산소 결손에 수소가 들어감으로써 캐리어인 전자가 생성되는 경우가 있다. 또한, 수소의 일부가 금속 원자와 결합하는 산소와 결합하여, 캐리어인 전자를 생성하는 경우가 있다. 따라서, 수소가 포함되는 산화물 반도체를 사용한 트랜지스터는 노멀리 온 특성을 갖기 쉽다. 그러므로, 산화물 반도체 내의 수소는 가능한 한 저감되어 있는 것이 바람직하다. 구체적으로는 산화물 반도체에서 SIMS에 의하여 얻어지는 수소 농도를 1×10^{20}atoms/cm^3 미만으로, 바람직하게는 1×10^{19}atoms/cm^3 미만으로, 더 바람직하게는 5×10^{18}atoms/cm^3 미만으로, 더욱 바람직하게는 1×10^{18}atoms/cm^3 미만으로 한다.

[0435] 불순물이 충분히 저감된 산화물 반도체를 트랜지스터의 채널 형성 영역에 사용함으로써, 안정적인 전기 특성을 부여할 수 있다.

[0436] 본 실시형태는 적어도 그 일부를 본 명세서에 기재되는 다른 실시형태와 적절히 조합하여 실시할 수 있다.

[0437] (실시형태 4)

[0438] 본 실시형태에서는 본 발명의 일 형태의 전자 기기에 대하여 도 26 내지 도 28을 사용하여 설명한다.

[0439] 본 실시형태의 전자 기기는 본 발명의 일 형태의 표시 장치를 갖는다. 예를 들어 전자 기기의 표시부에 본 발명의 일 형태의 표시 장치를 적용할 수 있다. 본 발명의 일 형태의 표시 장치는 광을 검출하는 기능을 갖기 때문에, 표시부에서의 생체 인증, 터치 동작(접촉 또는 접근)의 검출 등을 수행할 수 있다. 이로써, 전자 기기의 기능성 및 편리성 등을 높일 수 있다.

[0440] 전자 기기로서는 예를 들어 텔레비전 장치, 데스크톱형 또는 노트북형 퍼스널 컴퓨터, 컴퓨터용 등의 모니터, 디지털 사이니지, 파칭코기 등의 대형 게임기 등 비교적 큰 화면을 갖는 전자 기기 이외에, 디지털 카메라, 디지털 비디오 카메라, 디지털 액자, 휴대 전화기, 휴대용 게임기, 휴대 정보 단말기, 음향 재생 장치 등이 있다.

[0441] 본 실시형태의 전자 기기는 센서(힘, 변위, 위치, 속도, 가속도, 각속도, 회전수, 거리, 광, 액체, 자기, 온도, 화학 물질, 음성, 시간, 경도(硬度), 전기장, 전류, 전압, 전력, 방사선, 유량, 습도, 경사도, 진동, 냄새, 또는 적외선을 측정하는 기능을 포함하는 것)를 가져도 좋다.

[0442] 본 실시형태의 전자 기기는 다양한 기능을 가질 수 있다. 예를 들어 다양한 정보(정지 화상, 동영상, 텍스트 화상 등)를 표시부에 표시하는 기능, 터치 패널 기능, 달력, 날짜, 또는 시각 등을 표시하는 기능, 다양한 소프트웨어(프로그램)를 실행하는 기능, 무선 통신 기능, 기록 매체에 기록된 프로그램 또는 데이터를 판독하는 기능 등을 가질 수 있다.

[0443] 도 26의 (A)에 도시된 전자 기기(6500)는 스마트폰으로서 사용할 수 있는 휴대 정보 단말기이다.

[0444] 전자 기기(6500)는 하우징(6501), 표시부(6502), 전원 버튼(6503), 버튼(6504), 스피커(6505), 마이크로폰(6506), 카메라(6507), 및 광원(6508) 등을 갖는다. 표시부(6502)는 터치 패널 기능을 갖는다.

[0445] 표시부(6502)에 본 발명의 일 형태의 표시 장치를 적용할 수 있다.

[0446] 도 26의 (B)는 하우징(6501)의 마이크로폰(6506) 측의 단부를 포함하는 단면 개략도이다.

[0447] 하우징(6501)의 표시면 측에는 투광성을 갖는 보호 부재(6510)가 제공되고, 하우징(6501)과 보호 부재(6510)로 둘러싸인 공간 내에 표시 패널(6511), 광학 부재(6512), 터치 센서 패널(6513), 프린트 기판(6517), 배터리(6518) 등이 배치된다.

[0448] 보호 부재(6510)에는 표시 패널(6511), 광학 부재(6512), 및 터치 센서 패널(6513)이 접착층(도시하지 않았음)에 의하여 고정되어 있다.

[0449] 표시부(6502)보다 외측의 영역에서 표시 패널(6511)의 일부가 접히고, 이 접힌 부분에 FPC(6515)가 접속되어 있다. FPC(6515)에는 IC(6516)가 실장되어 있다. FPC(6515)는 프린트 기판(6517)에 제공된 단자에 접속되어 있다.

[0450] 표시 패널(6511)에는 본 발명의 일 형태의 플렉시블 디스플레이를 적용할 수 있다. 그러므로, 매우 가벼운 전자 기기를 실현할 수 있다. 또한, 표시 패널(6511)이 매우 얇기 때문에 전자 기기의 두께를 억제하면서 대용량 배터리(6518)를 탑재할 수도 있다. 또한, 표시 패널(6511)의 일부를 접어 화소부의 이면 측에 FPC(6515)와의 접속부를 배치함으로써 슬림 베젤의 전자 기기를 실현할 수 있다.

[0451] 표시 패널(6511)에 본 발명의 일 형태의 표시 장치를 사용함으로써, 표시부(6502)에서 촬상을 수행할 수 있다. 예를 들어 표시 패널(6511)로 지문을 촬상하여 지문 인증을 수행할 수 있다.

[0452] 표시부(6502)가 터치 센서 패널(6513)을 더 가짐으로써, 표시부(6502)에 터치 패널 기능을 부여할 수 있다. 터치 센서 패널(6513)로서는 정전 용량 방식, 저항막 방식, 표면 탄성파 방식, 적외선 방식, 광학 방식, 감압 방식 등 다양한 방식을 사용할 수 있다. 또는, 표시 패널(6511)을 터치 센서로서 기능시켜도 좋고, 이 경우 터치 센서 패널(6513)을 제공하지 않아도 된다.

[0453] 도 27의 (A)에 텔레비전 장치의 일례를 도시하였다. 텔레비전 장치(7100)는 하우징(7101)에 표시부(7000)가 제공되어 있다. 여기서는 스탠드(7103)에 의하여 하우징(7101)을 지지한 구성을 나타내었다.

[0454] 표시부(7000)에 본 발명의 일 형태의 표시 장치를 적용할 수 있다.

[0455] 도 27의 (A)에 도시된 텔레비전 장치(7100)는 하우징(7101)이 갖는 조작 스위치, 별체의 리모트 컨트롤러(7111) 등에 의하여 조작할 수 있다. 또는, 표시부(7000)에 터치 센서를 가져도 좋고, 손가락 등으로 표시부(7000)를 터치함으로써 텔레비전 장치(7100)를 조작하여도 좋다. 리모트 컨트롤러(7111)는 상기 리모트 컨트롤러(7111)로부터 출력되는 정보를 표시하는 표시부를 가져도 좋다. 리모트 컨트롤러(7111)가 갖는 조작 키 또는 터치 패널에 의하여 채널 및 음량을 조작할 수 있고, 표시부(7000)에 표시되는 영상을 조작할 수 있다.

[0456] 또한, 텔레비전 장치(7100)는 수신기 및 모뎀 등을 갖는 구성으로 한다. 수신기에 의하여 일반적인 텔레비전 방송을 수신할 수 있다. 또한, 모뎀을 통하여 유선 또는 무선으로 통신 네트워크에 접속함으로써, 한 방향(송신자로부터 수신자) 또는 쌍방향(송신자와 수신자 사이, 또는 수신자끼리 등)의 정보 통신을 수행할 수도 있다.

[0457] 도 27의 (B)에 노트북형 퍼스널 컴퓨터의 일례를 도시하였다. 노트북형 퍼스널 컴퓨터(7200)는 하우징(7211), 키보드(7212), 포인팅 디바이스(7213), 외부 접속 포트(7214) 등을 갖는다. 하우징(7211)에 표시부(7000)가 제공되어 있다.

[0458] 표시부(7000)에 본 발명의 일 형태의 표시 장치를 적용할 수 있다.

[0459] 도 27의 (C), (D)에 디지털 사이니지의 일례를 도시하였다.

[0460] 도 27의 (C)에 도시된 디지털 사이니지(7300)는 하우징(7301), 표시부(7000), 및 스피커(7303) 등을 갖는다. 또한, LED 램프, 조작 키(전원 스위치 또는 조작 스위치를 포함함), 접속 단자, 각종 센서, 마이크로폰 등을 가질 수 있다.

[0461] 도 27의 (D)는 원주상 기둥(7401)에 제공된 디지털 사이니지(7400)이다. 디지털 사이니지(7400)는 기둥(7401)의 곡면을 따라 제공된 표시부(7000)를 갖는다.

[0462] 도 27의 (C), (D)에서 표시부(7000)에 본 발명의 일 형태의 표시 장치를 적용할 수 있다.

[0463] 표시부(7000)가 넓을수록 한번에 제공할 수 있는 정보량을 늘릴 수 있다. 또한, 표시부(7000)가 넓을수록 사람

의 눈에 띄기 쉽고, 예를 들어 광고의 선전(宣傳) 효과를 높일 수 있다.

[0464] 표시부(7000)에 터치 패널을 적용함으로써, 표시부(7000)에 화상 또는 동영상을 표시할 뿐만 아니라, 사용자가 직관적으로 조작할 수 있어 바람직하다. 또한, 노선 정보 또는 교통 정보 등의 정보를 제공하기 위한 용도로 사용하는 경우에는 직관적인 조작에 의하여 사용성을 높일 수 있다.

[0465] 또한, 도 27의 (C), (D)에 도시된 바와 같이, 디지털 사이니지(7300) 또는 디지털 사이니지(7400)는 사용자가 소유하는 스마트폰 등의 정보 단말기(7311) 또는 정보 단말기(7411)와 무선 통신에 의하여 연계할 수 있는 것이 바람직하다. 예를 들어 표시부(7000)에 표시되는 광고의 정보를, 정보 단말기(7311) 또는 정보 단말기(7411)의 화면에 표시시킬 수 있다. 또한, 정보 단말기(7311) 또는 정보 단말기(7411)를 조작함으로써, 표시부(7000)의 표시를 전환할 수 있다.

[0466] 또한, 디지털 사이니지(7300) 또는 디지털 사이니지(7400)에 정보 단말기(7311) 또는 정보 단말기(7411)의 화면을 조작 수단(컨트롤러)으로 한 게임을 실행시킬 수도 있다. 이로써, 불특정 다수의 사용자가 동시에 게임에 참가하여 즐길 수 있다.

[0467] 도 28의 (A) 내지 (F)에 도시된 전자 기기는 하우징(9000), 표시부(9001), 스피커(9003), 조작 키(9005)(전원 스위치 또는 조작 스위치를 포함함), 접속 단자(9006), 센서(9007)(힘, 변위, 위치, 속도, 가속도, 각속도, 회전수, 거리, 광, 액체, 자기, 온도, 화학 물질, 음성, 시간, 경도, 전기장, 전류, 전압, 전력, 방사선, 유량, 습도, 경사도, 진동, 냄새, 또는 적외선을 측정하는 기능을 포함하는 것), 마이크로폰(9008) 등을 갖는다.

[0468] 도 28의 (A) 내지 (F)에 도시된 전자 기기는 다양한 기능을 갖는다. 예를 들어 다양한 정보(정지 화상, 동영상, 텍스트 화상 등)를 표시부에 표시하는 기능, 터치 패널 기능, 달력, 날짜, 또는 시각 등을 표시하는 기능, 다양한 소프트웨어(프로그램)에 의하여 처리를 제어하는 기능, 무선 통신 기능, 기록 매체에 기록된 프로그램 또는 데이터를 판독하여 처리하는 기능 등을 가질 수 있다. 또한, 전자 기기의 기능은 이들에 한정되지 않고, 다양한 기능을 가질 수 있다. 전자 기기는 복수의 표시부를 가져도 좋다. 또한, 전자 기기에 카메라 등을 제공하여, 정지 화상, 동영상 등을 촬영하고 기록 매체(외부 또는 카메라에 내장)에 저장하는 기능, 촬영한 화상을 표시부에 표시하는 기능 등을 가져도 좋다.

[0469] 이하에서 도 28의 (A) 내지 (F)에 도시된 전자 기기의 자세한 사항에 대하여 설명한다.

[0470] 도 28의 (A)는 휴대 정보 단말기(9101)를 도시한 사시도이다. 휴대 정보 단말기(9101)는 예를 들어 스마트폰으로서 사용할 수 있다. 또한, 휴대 정보 단말기(9101)에는 스피커(9003), 접속 단자(9006), 센서(9007) 등을 제공하여도 좋다. 또한, 휴대 정보 단말기(9101)는 문자, 화상 정보 등을 그 복수의 면에 표시할 수 있다. 도 28의 (A)에서는 3개의 아이콘(9050)을 표시한 예를 도시하였다. 또한, 파선의 직사각형으로 나타낸 정보(9051)를 표시부(9001)의 다른 면에 표시할 수도 있다. 정보(9051)의 예로서는 전자 메일, SNS, 전화 등의 착신의 알림, 전자 메일, SNS 등의 제목, 송신자명, 일시, 시각, 배터리의 잔량, 안테나 수신의 강도 등이 있다. 또는, 정보(9051)가 표시되는 위치에는 아이콘(9050) 등을 표시하여도 좋다.

[0471] 도 28의 (B)는 휴대 정보 단말기(9102)를 도시한 사시도이다. 휴대 정보 단말기(9102)는 표시부(9001)의 3면 이상에 정보를 표시하는 기능을 갖는다. 여기서는 정보(9052), 정보(9053), 정보(9054)가 각각 상이한 면에 표시되어 있는 예를 나타내었다. 예를 들어 사용자는 옷의 가슴 포켓에 휴대 정보 단말기(9102)를 수납한 상태에서, 휴대 정보 단말기(9102) 위쪽에서 볼 수 있는 위치에 표시된 정보(9053)를 확인할 수도 있다. 사용자는 휴대 정보 단말기(9102)를 포켓으로부터 꺼내지 않고 표시를 확인하고, 예를 들어 전화를 받을지 여부를 판단할 수 있다.

[0472] 도 28의 (C)는 손목시계형 휴대 정보 단말기(9200)를 도시한 사시도이다. 또한, 표시부(9001)는 그 표시면이 만곡되어 제공되고, 만곡된 표시면을 따라 표시를 수행할 수 있다. 또한, 휴대 정보 단말기(9200)는 예를 들어 무선 통신 가능한 헤드세트와 상호 통신함으로써 핸즈프리로 통화할 수도 있다. 또한, 휴대 정보 단말기(9200)는 접속 단자(9006)에 의하여 다른 정보 단말기와 상호로 데이터를 주고받거나 충전할 수도 있다. 또한, 충전 동작은 무선 급전에 의하여 수행하여도 좋다.

[0473] 도 28의 (D) 내지 (F)는 접을 수 있는 휴대 정보 단말기(9201)를 도시한 사시도이다. 또한, 도 28의 (D)는 휴대 정보 단말기(9201)가 펼친 상태의 사시도이고, 도 28의 (F)는 접은 상태의 사시도이고, 도 28의 (E)는 도 28의 (D) 및 (F) 중 한쪽으로부터 다른 쪽으로 변화되는 도중의 상태의 사시도이다. 휴대 정보 단말기(9201)는 접은 상태에서는 가반성이 우수하고, 펼친 상태에서는 이음매가 없고 넓은 표시 영역에 의하여 표시의 일람성(一覽性)이 우수하다. 휴대 정보 단말기(9201)가 갖는 표시부(9001)는 힌지(9055)에 의하여 연결된 3개의 하우

징(9000)으로 지지되어 있다. 예를 들어 표시부(9001)는 곡률 반경 0.1mm 이상 150mm 이하로 구부릴 수 있다.

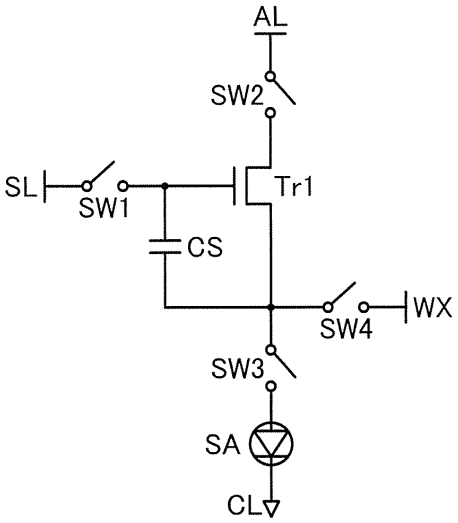
[0474] 본 실시형태는 적어도 그 일부를 본 명세서에 기재되는 다른 실시형태와 적절히 조합하여 실시할 수 있다.

부호의 설명

[0475] Tr1: 트랜지스터, SW1: 스위치, SW2: 스위치, SW3: 스위치, SW4: 스위치, SA: 수발광 소자, CS: 용량 소자, AL: 배선, CL: 배선, WX: 배선, SL: 배선, V_{data}: 데이터 전위, V_{gp}: 전위, V_{gs}: 전압, V_{off}: 전위, V_{RS}: 전위, V_{sig}: 전위, SL1: 배선, SL2: 배선, SL3: 배선, GL: 배선, SE: 배선, AEN: 배선, REN: 배선, SR: 수발광 소자, ELB: 발광 소자, ELG: 발광 소자, M1: 트랜지스터, M2: 트랜지스터, M3: 트랜지스터, M4: 트랜지스터, M5: 트랜지스터, M6: 트랜지스터, 10: 표시 장치, 11: 표시부, 12: 구동 회로부, 13: 구동 회로부, 14: 구동 회로부, 15: 회로부, 20R: 화소, 20B: 화소, 20G: 화소, 21R: 회로, 21B: 회로, 21G: 회로, 30: 화소, 30A: 화소, 30B: 화소, 30G: 화소

도면

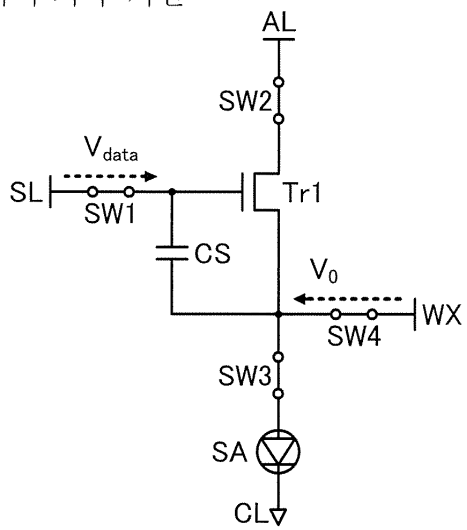
도면1



도면2

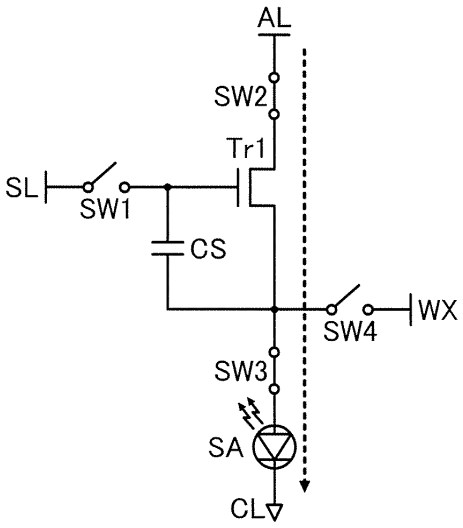
(A)

데이터 기록 기간

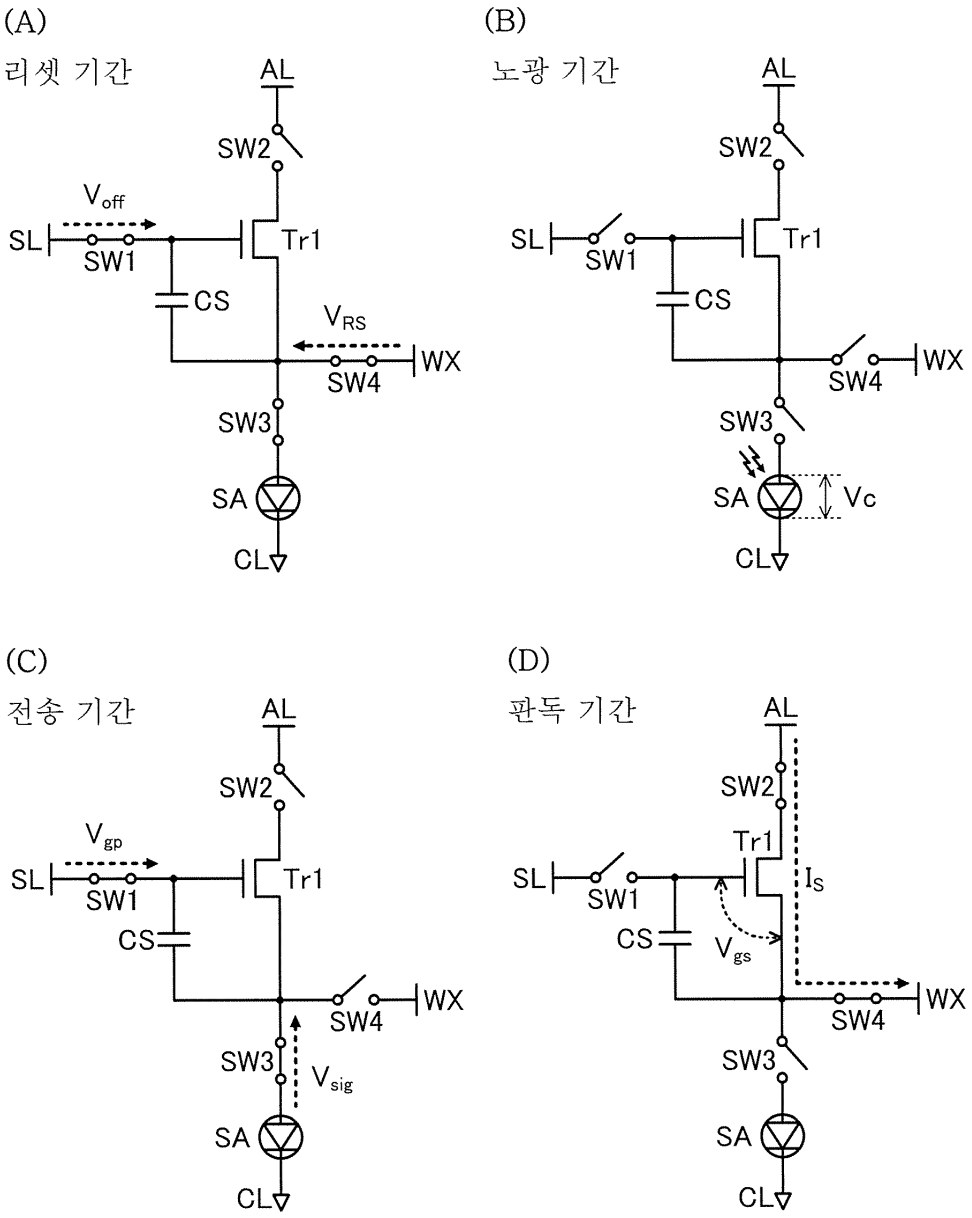


(B)

유지, 발광 기간

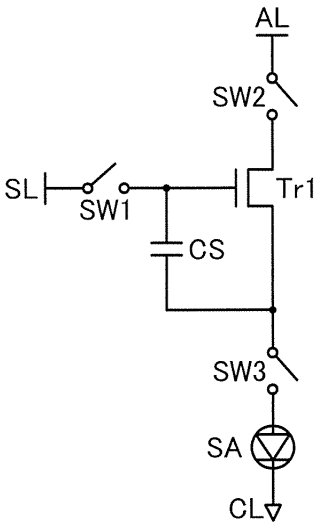


도면3


(A)
리셋 기간
AL
SW2
Voff
SL
SW1
Tr1
CS
VRS
WX
SW4
SW3
SA
CL
(B)
노광 기간
AL
SW2
SL
SW1
Tr1
CS
WX
SW4
SW3
SA
Vc
CL
(C)
전송 기간
AL
SW2
Vgp
SL
SW1
Tr1
CS
WX
SW4
SW3
Vsig
SA
CL
(D)
판독 기간
AL
SW2
Tr1
SL
SW1
IS
CS
Vgs
WX
SW4
SW3
SA
CL

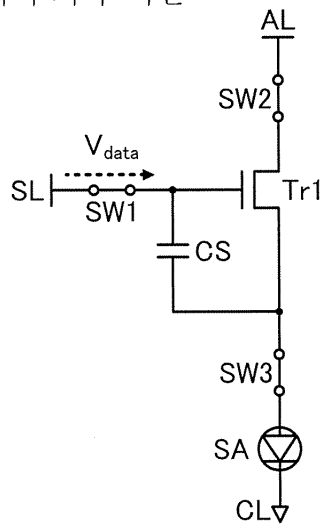
도면4

(A)



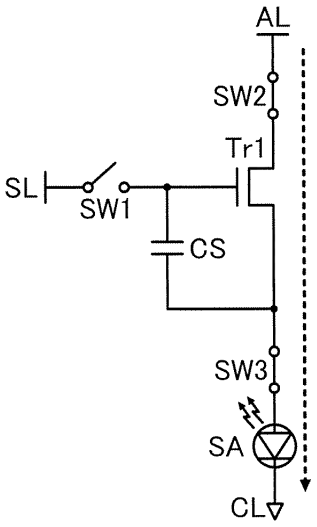
(B)

데이터 기록 기간

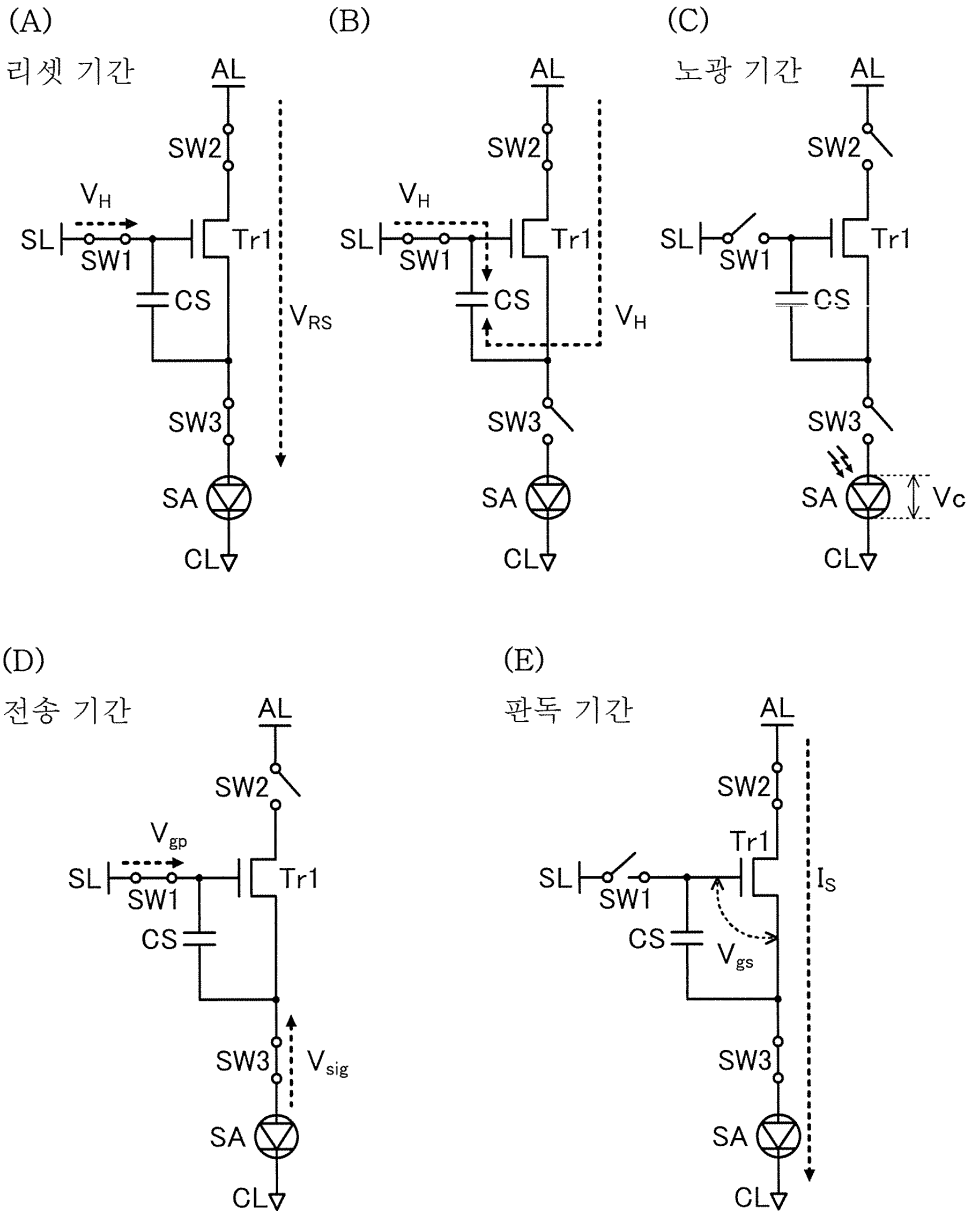


(C)

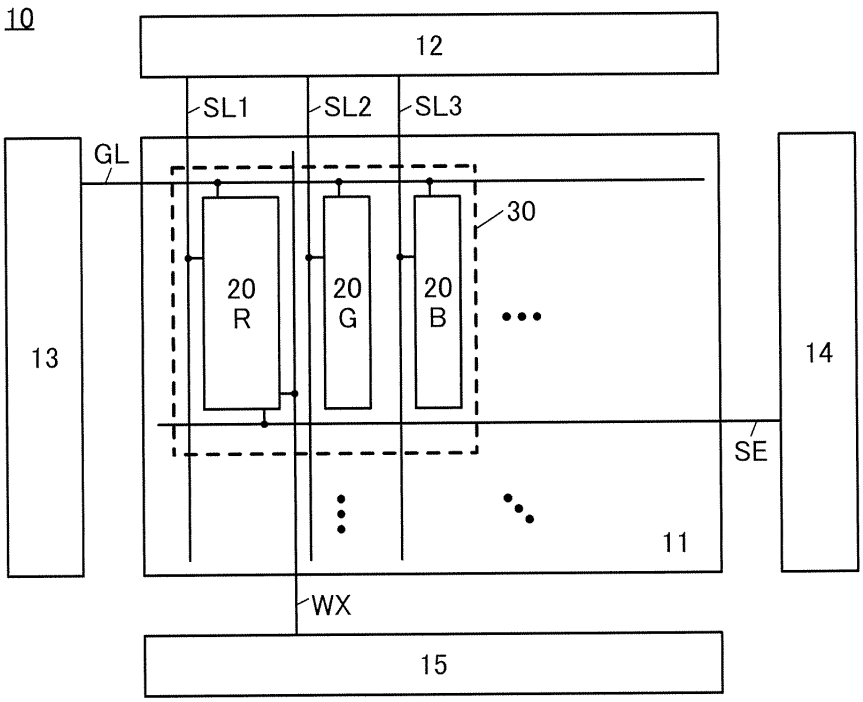
유지, 발광 기간



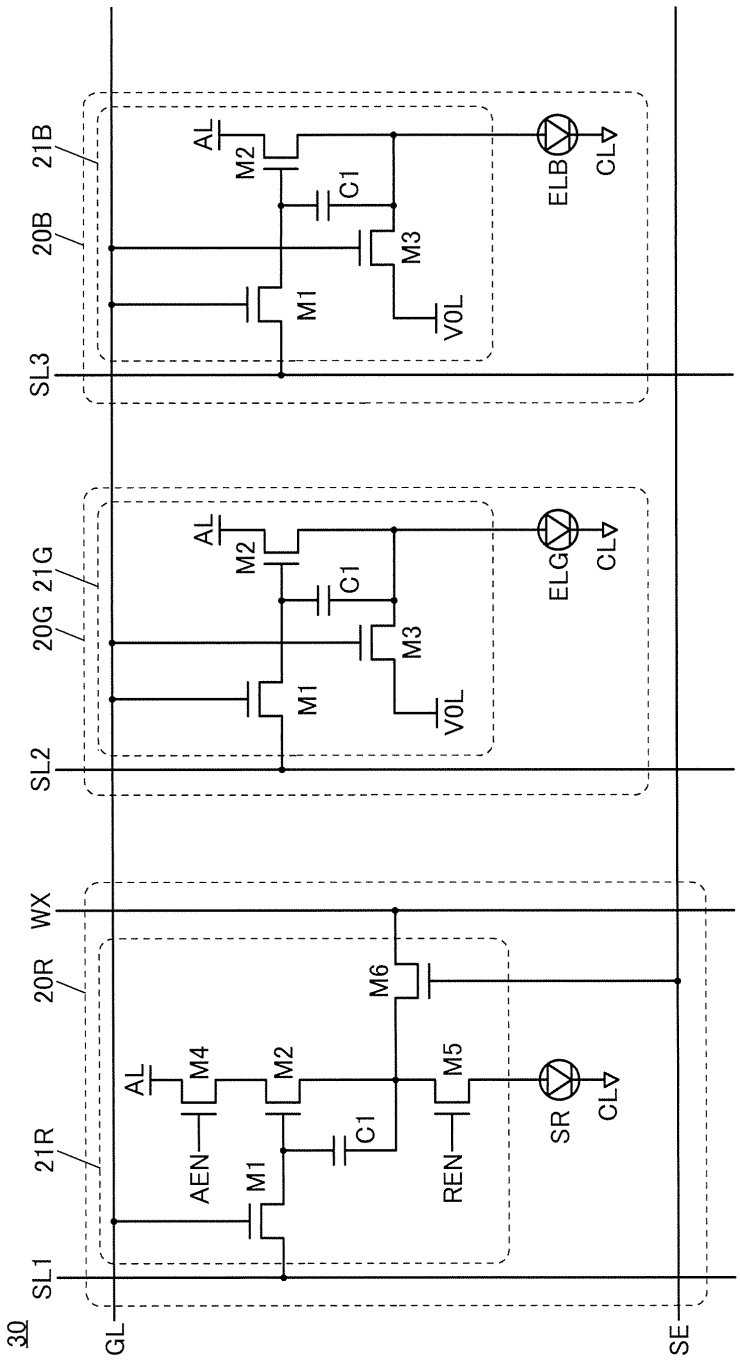
도면5


(A)
리셋 기간
AL
SW2
V_H
SL
SW1
Tr1
CS
V_{RS}
SW3
SA
CL
(B)
AL
SW2
V_H
SL
SW1
Tr1
CS
V_H
SW3
SA
CL
(C)
노광 기간
AL
SW2
SL
SW1
Tr1
CS
SW3
SA
Vc
CL
(D)
전송 기간
AL
SW2
V_{gp}
SL
SW1
Tr1
CS
SW3
V_{sig}
SA
CL
(E)
판독 기간
AL
SW2
Tr1
SL
SW1
I_S
CS
V_{gs}
SW3
SA
CL

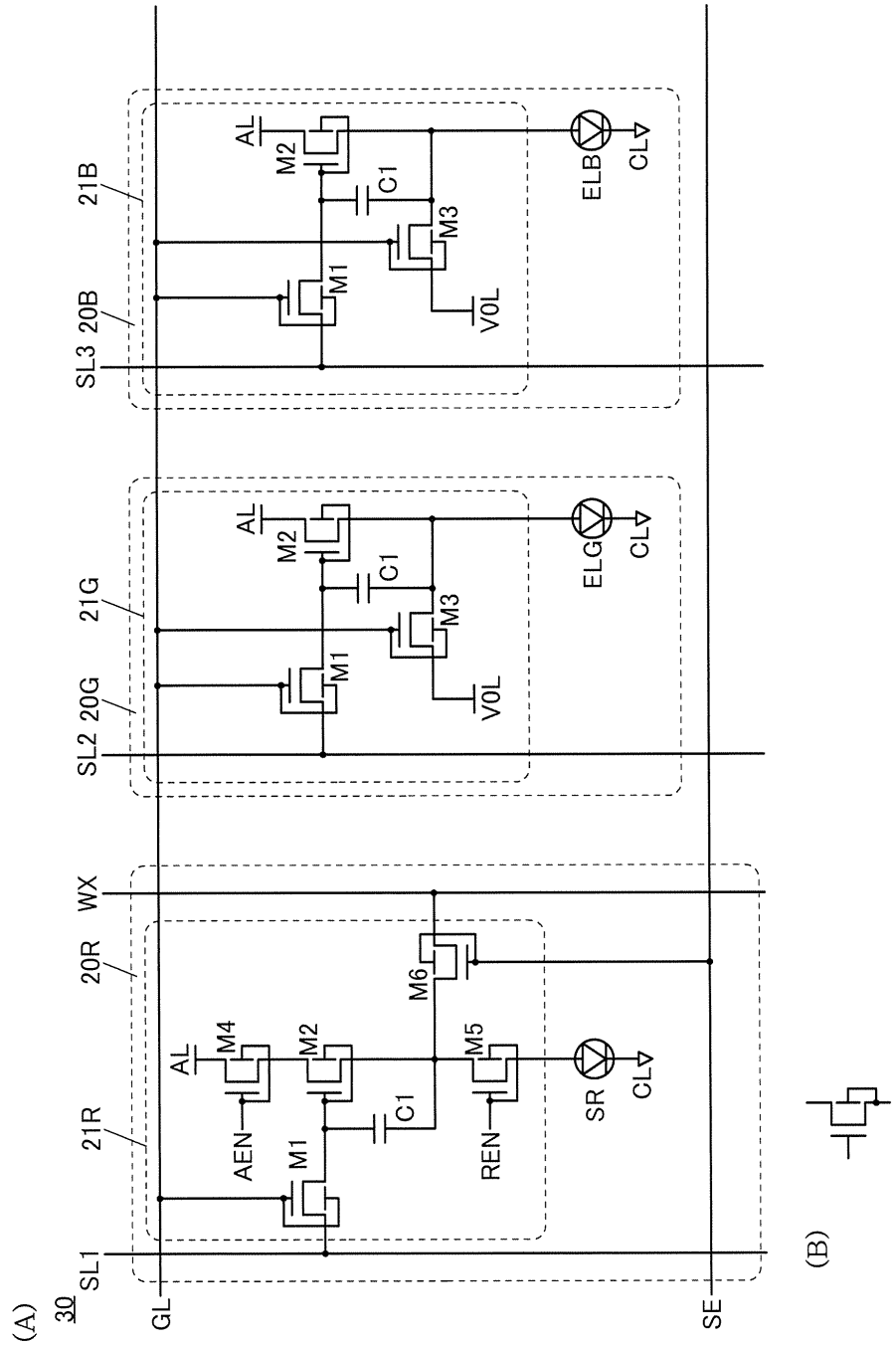
도면6



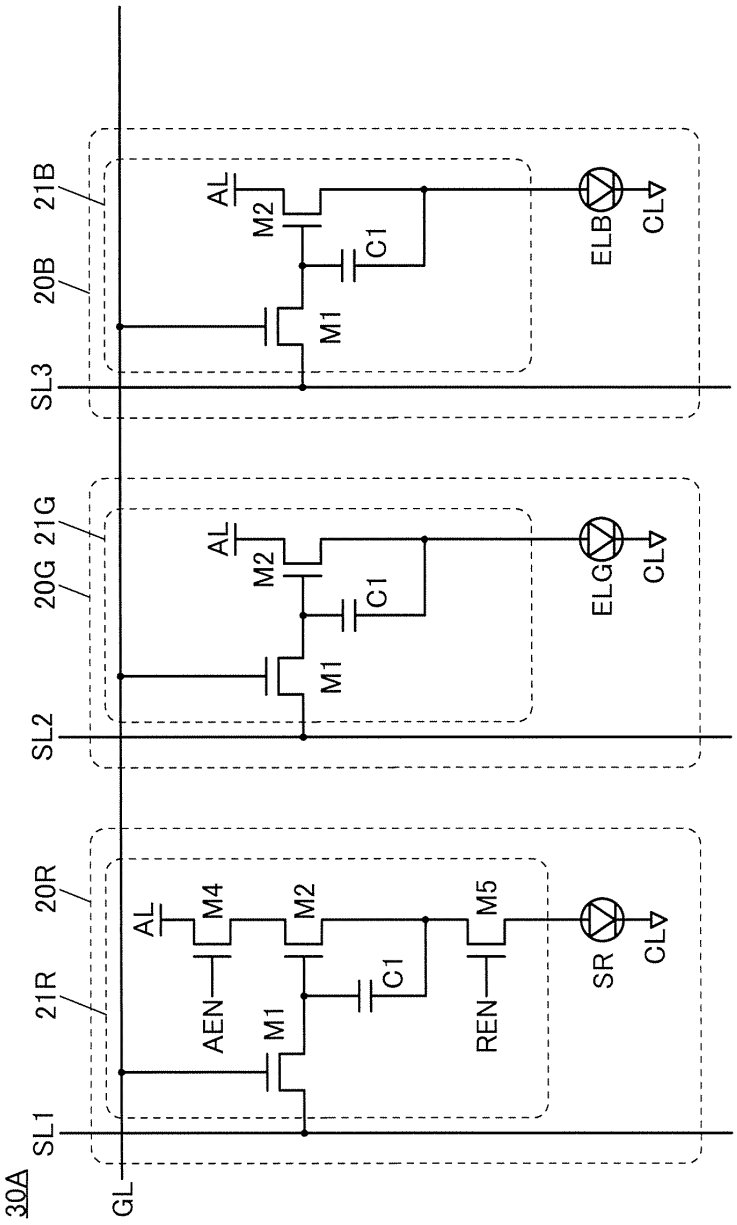
도면7


30
GL
SE
SL1
21R
20R
WX
SL2
20G
21G
SL3
20B
21B
AL
AEN
M1
M2
M3
M4
M5
M6
C1
REN
SR
ELG
ELB
CL
V0L

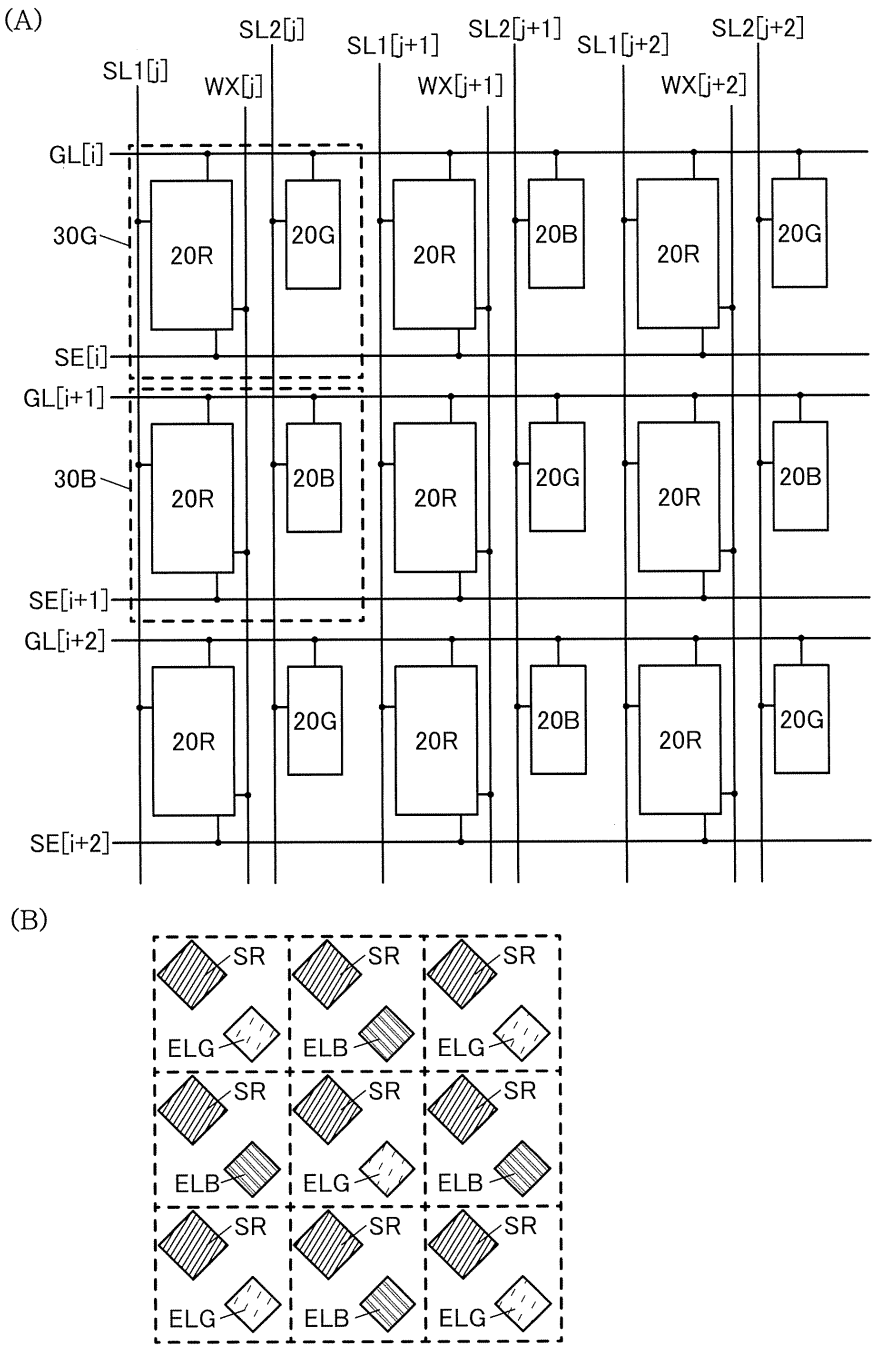
도면8


(A)
30
SL1
GL
21R
20R
WX
SE
AL
M4
M2
M6
M5
AEN
M1
C1
REN
SR
CL
SL2
20G
21G
ELG
SL3
20B
21B
ELB
M3
V0L
(B)

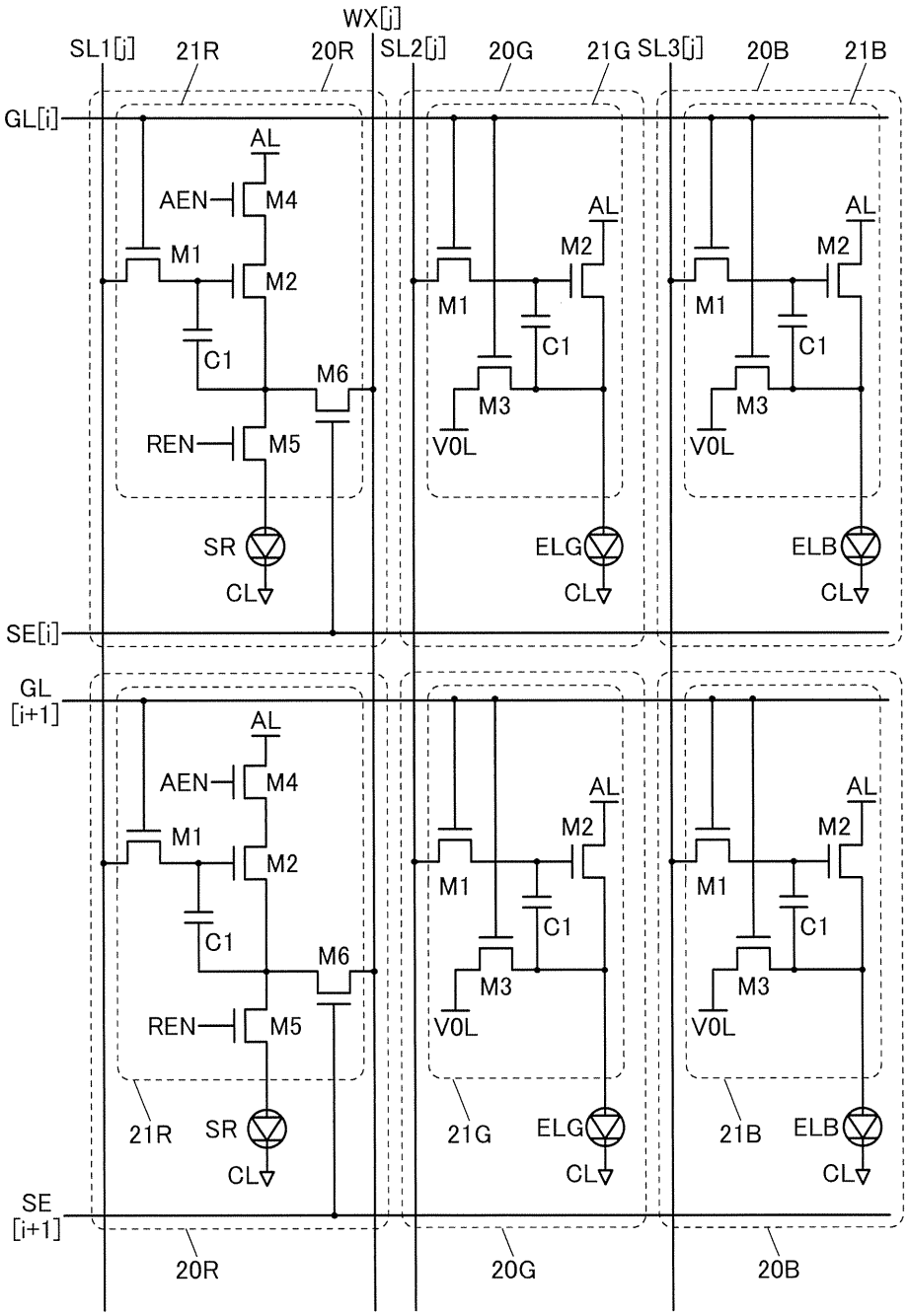
도면9


30A
GL
SL1
SL2
SL3
21R
20R
20G
21G
20B
21B
AL
M4
M2
M5
AEN
M1
C1
REN
SR
ELG
ELB
CL

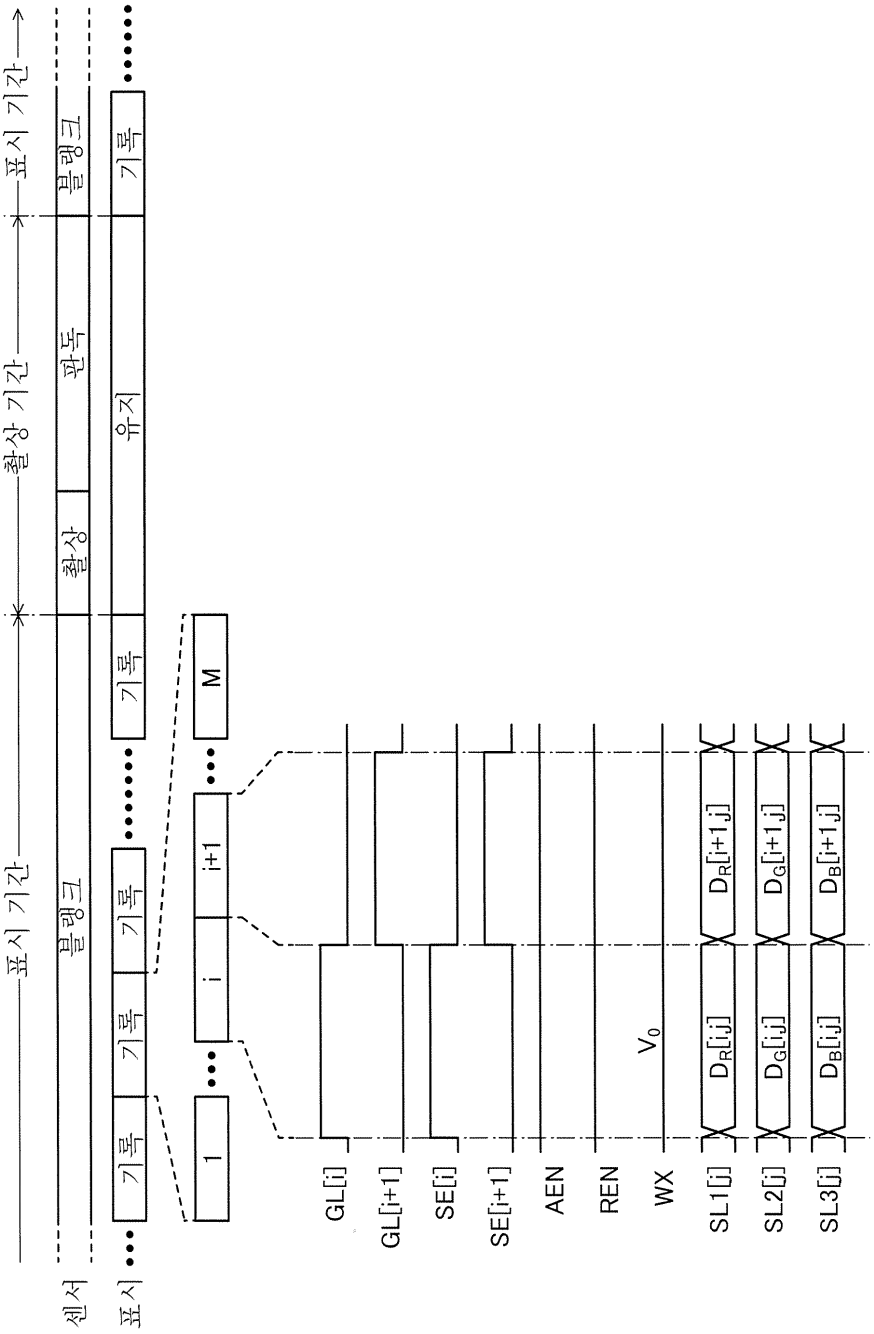
도면10


(A)
SL1[j]
SL2[j]
SL1[j+1]
SL2[j+1]
SL1[j+2]
SL2[j+2]
WX[j]
WX[j+1]
WX[j+2]
GL[i]
30G
SE[i]
GL[i+1]
30B
SE[i+1]
GL[i+2]
SE[i+2]
20R
20G
20B
(B)
SR
ELG
ELB

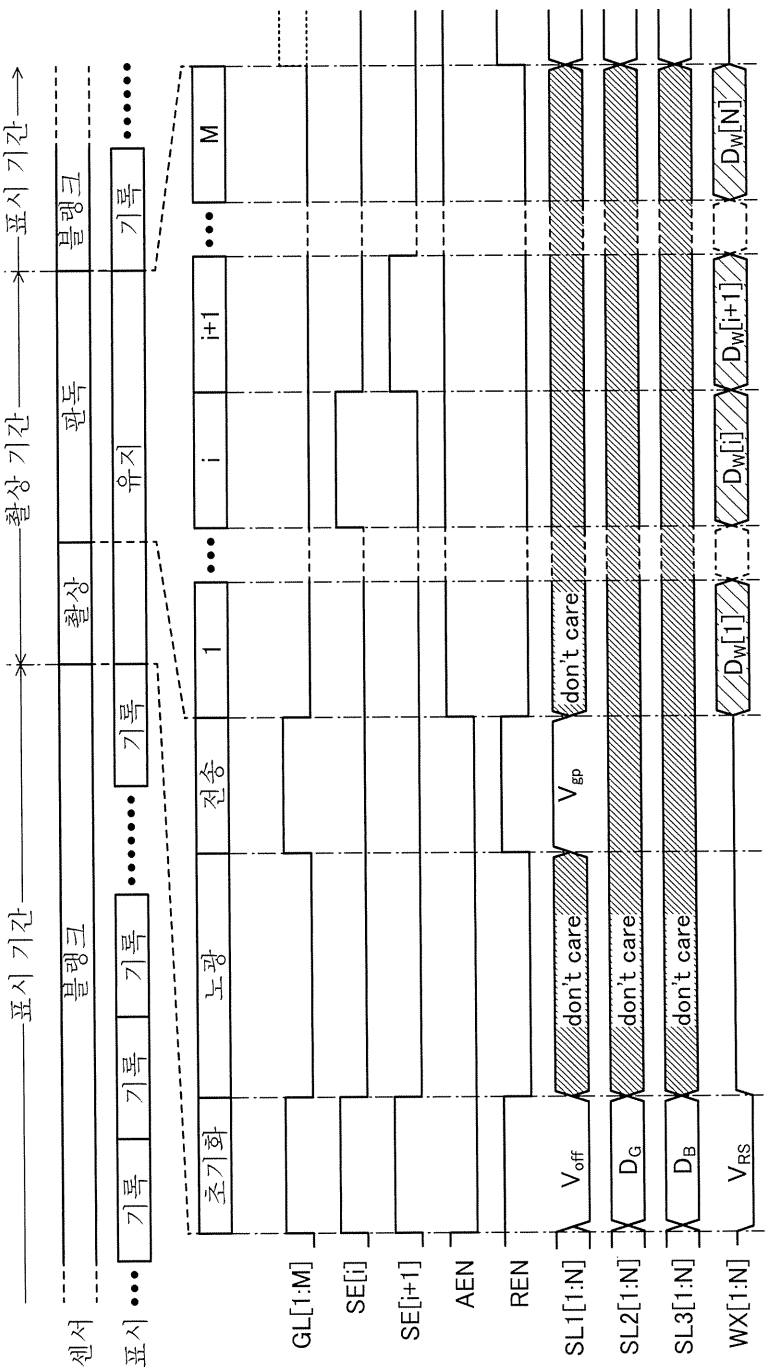
도면11


WX[j]
SL1[j]
21R
20R
SL2[j]
20G
21G
SL3[j]
20B
21B
GL[i]
AL
AEN
M4
M1
M2
C1
M6
REN
M5
SR
CL
M3
V0L
ELG
ELB
SE[i]
GL
[i+1]
SE
[i+1]

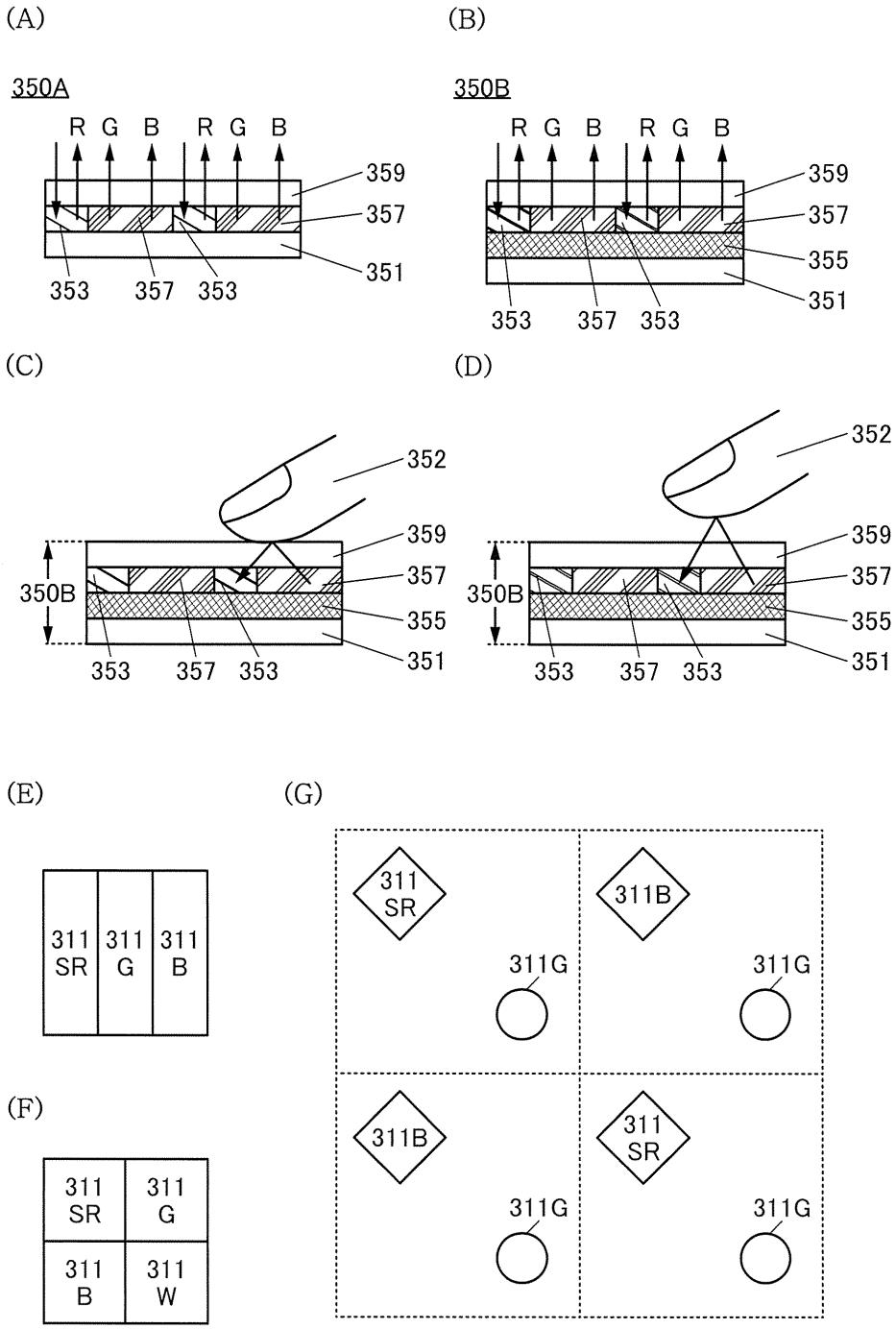
도면12


표시 기간
활상 기간
표시 기간
센서
표시
블랭크
기록
기록
기록
기록
활상
판독
블랭크
유지
기록
1
i
i+1
M
GL[i]
GL[i+1]
SE[i]
SE[i+1]
AEN
REN
WX
SL1[j]
SL2[j]
SL3[j]
V0
DR[i,j]
DG[i,j]
DB[i,j]
DR[i+1,j]
DG[i+1,j]
DB[i+1,j]

도면13

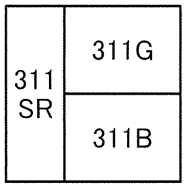

표시 기간
촬상 기간
표시 기간
센서
블랭크
촬상
판독
블랭크
표시
기록
기록
기록
기록
유지
기록
초기화
노광
전송
1
i
i+1
M
GL[1:M]
SE[i]
SE[i+1]
AEN
REN
SL1[1:N]
SL2[1:N]
SL3[1:N]
WX[1:N]
don't care
don't care
don't care
don't care
V_{off}
V_{gp}
D_G
D_B
V_{RS}
$D_W[1]$
$D_W[i]$
$D_W[i+1]$
$D_W[N]$

도면14

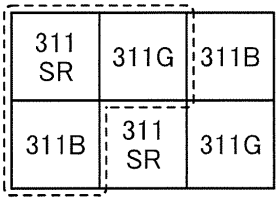

(A)
350A
R G B R G B
359
357
351
353 357 353
(B)
350B
R G B R G B
359
357
355
351
353 357 353
(C)
352
359
357
355
351
350B
353 357 353
(D)
352
359
357
355
351
350B
353 357 353
(E)
311 SR
311 G
311 B
(F)
311 SR
311 G
311 B
311 W
(G)
311 SR
311G
311B
311G
311B
311G
311 SR
311G

도면15

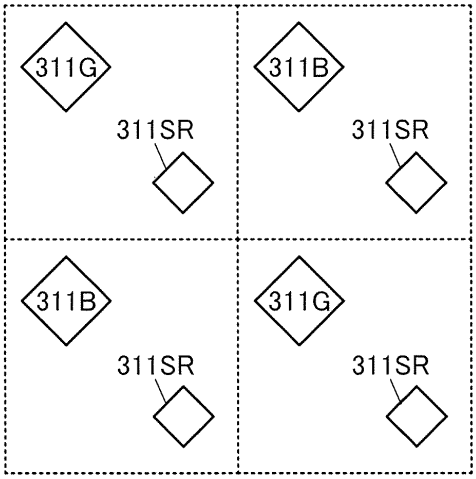
(A)


311
SR
311G
311B

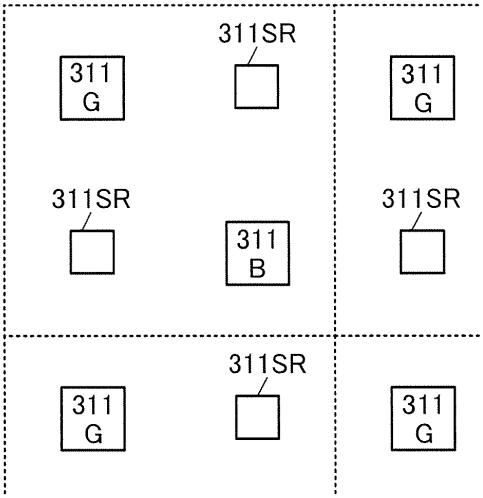
(B)


311
SR
311G
311B
311B
311
SR
311G

(C)

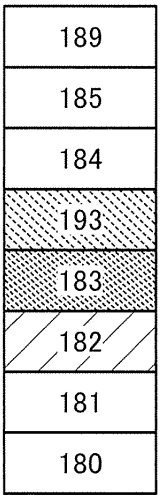

311G
311SR
311B
311SR
311B
311SR
311G
311SR

(D)

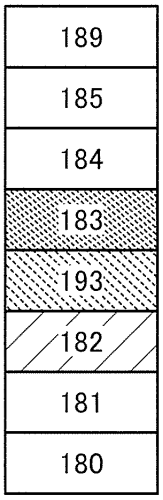

311SR
311
G
311
G
311SR
311SR
311
B
311SR
311
G
311
G

도면16

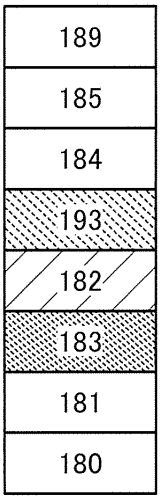
(A)


189
185
184
193
183
182
181
180

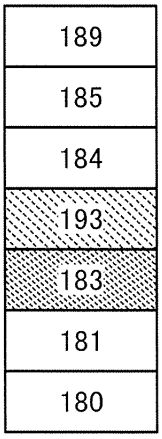
(B)


189
185
184
183
193
182
181
180

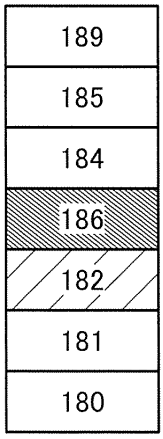
(C)


189
185
184
193
182
183
181
180

(D)

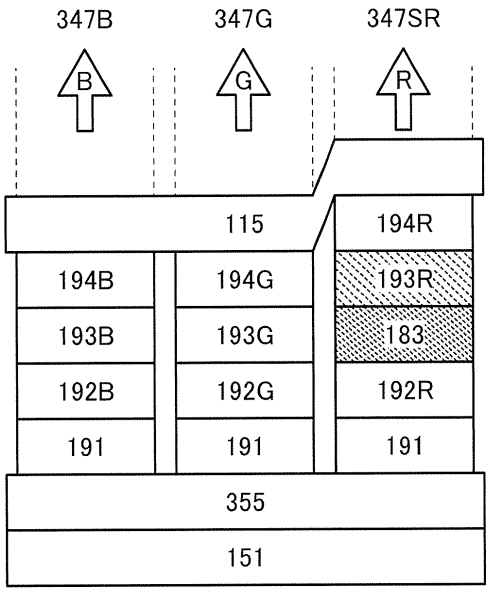

189
185
184
193
183
181
180

(E)

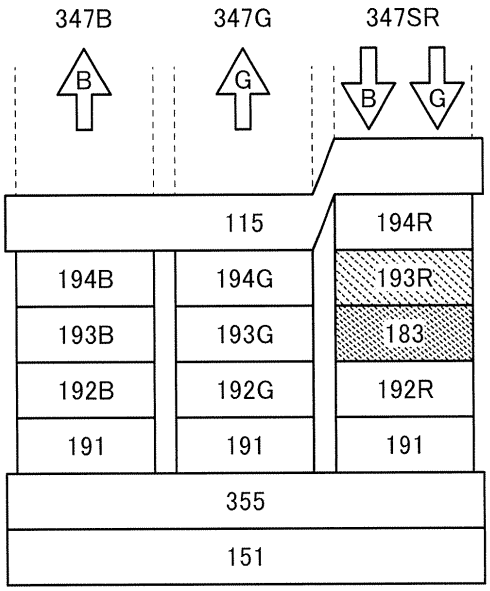

189
185
184
186
182
181
180

도면17

(A)

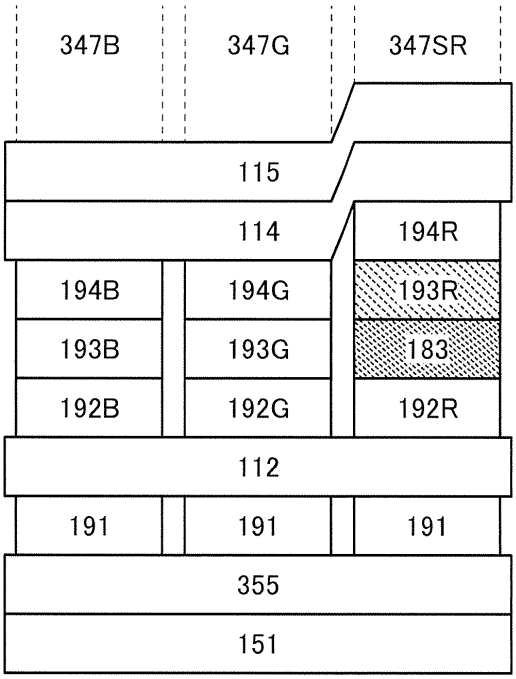

347B
347G
347SR
B
G
R
115
194R
194B
194G
193R
193B
193G
183
192B
192G
192R
191
191
191
355
151

(B)

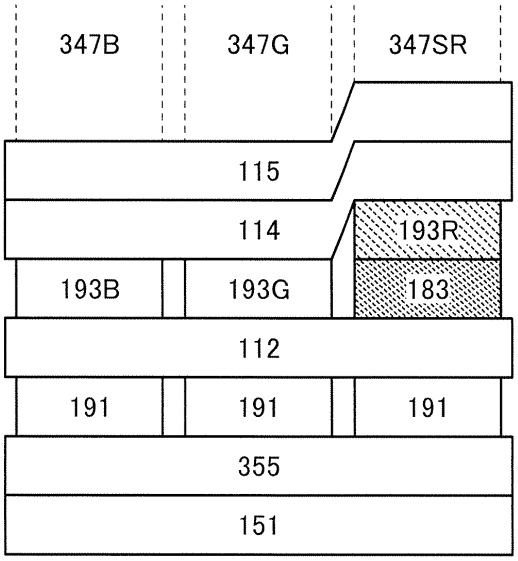

347B
347G
347SR
B
G
B
G
115
194R
194B
194G
193R
193B
193G
183
192B
192G
192R
191
191
191
355
151

도면18

(A)

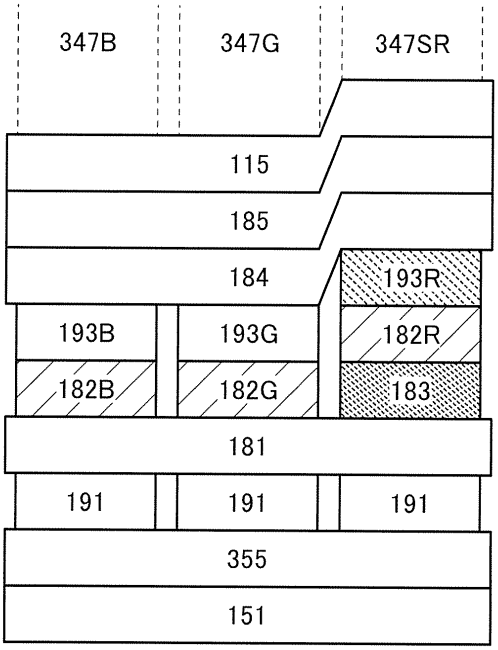

347B
347G
347SR
115
114
194R
194B
194G
193R
193B
193G
183
192B
192G
192R
112
191
191
191
355
151

(B)

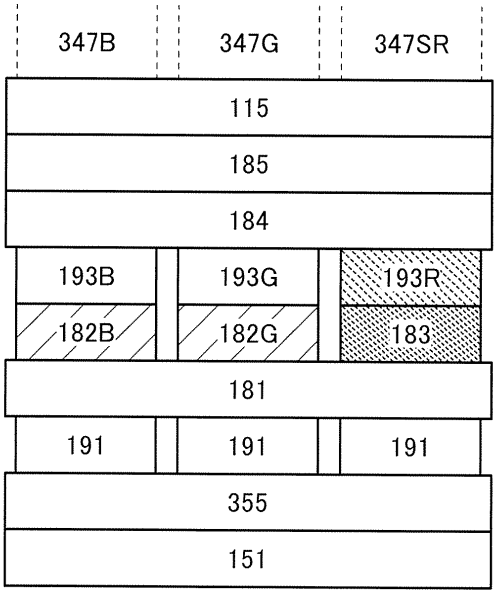

347B
347G
347SR
115
114
193R
193B
193G
183
112
191
191
191
355
151

도면19

(A)

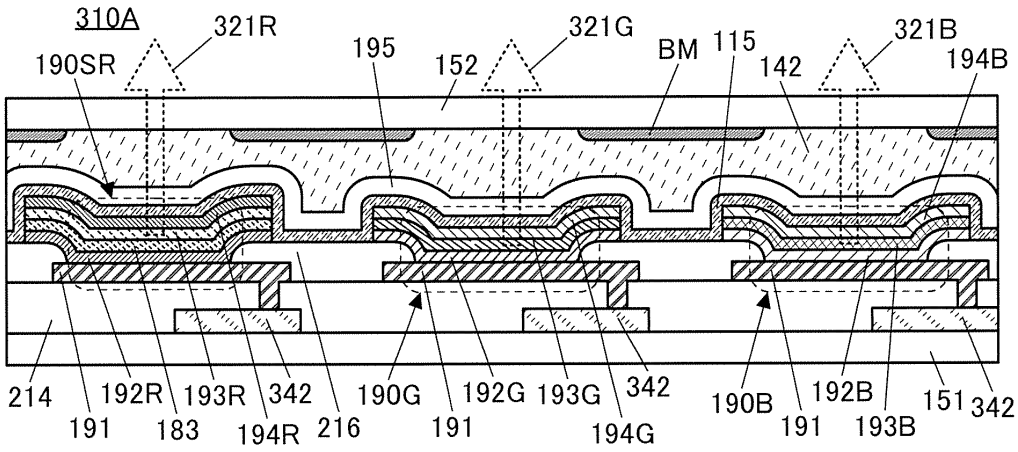

347B
347G
347SR
115
185
184
193R
193B
193G
182R
182B
182G
183
181
191
191
191
355
151

(B)

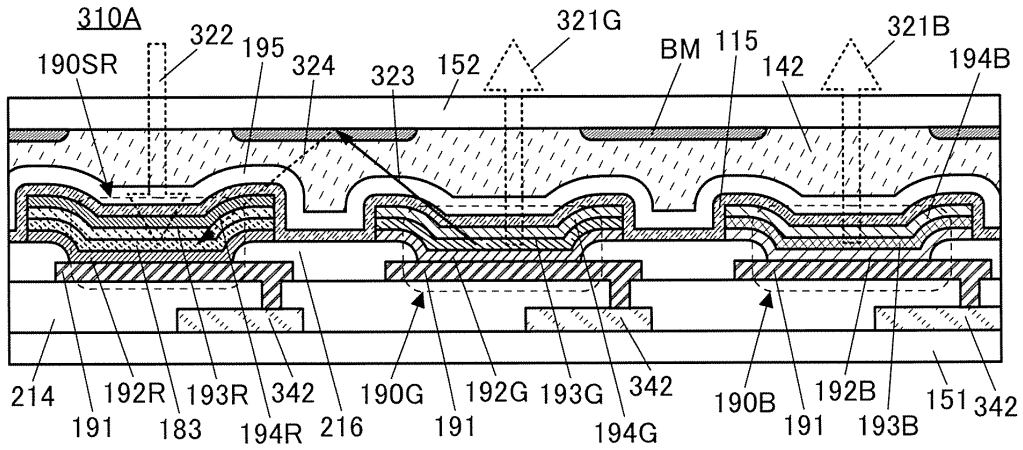

347B
347G
347SR
115
185
184
193B
193G
193R
182B
182G
183
181
191
191
191
355
151

도면20

(A)

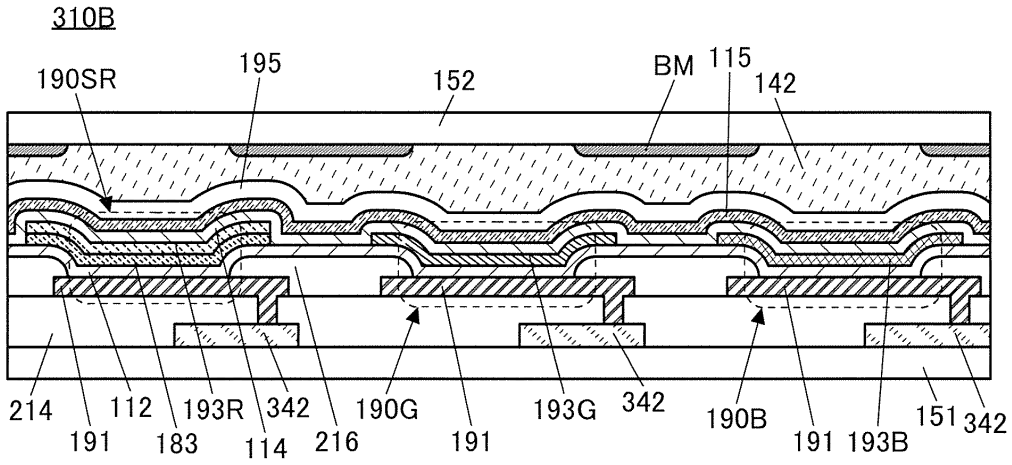

310A
321R
190SR
195
152
321G
BM
115
142
321B
194B
214
191
192R
183
193R
194R
342
216
190G
191
192G
193G
194G
342
190B
191
192B
193B
151
342

(B)

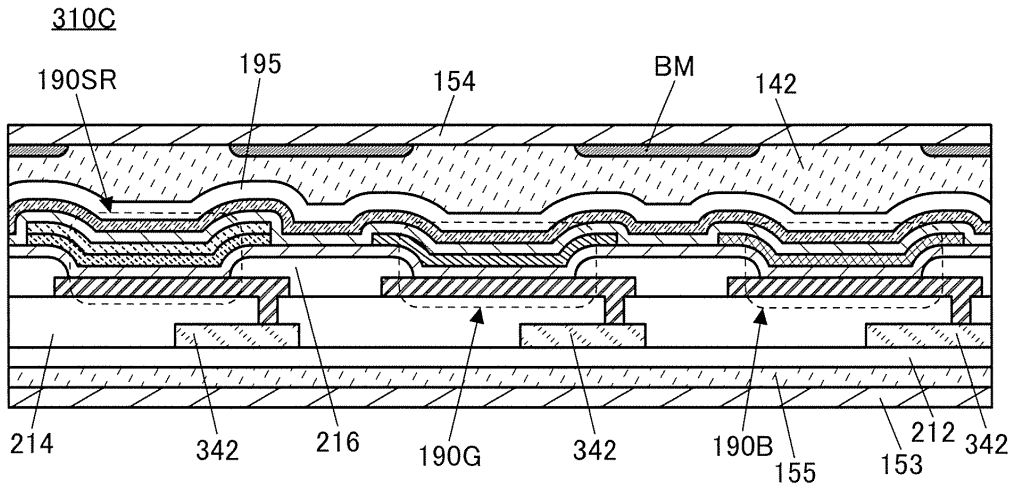

310A
322
190SR
195
324
323
152
321G
BM
115
142
321B
194B
214
191
192R
183
193R
194R
342
216
190G
191
192G
193G
194G
342
190B
191
192B
193B
151
342

도면21

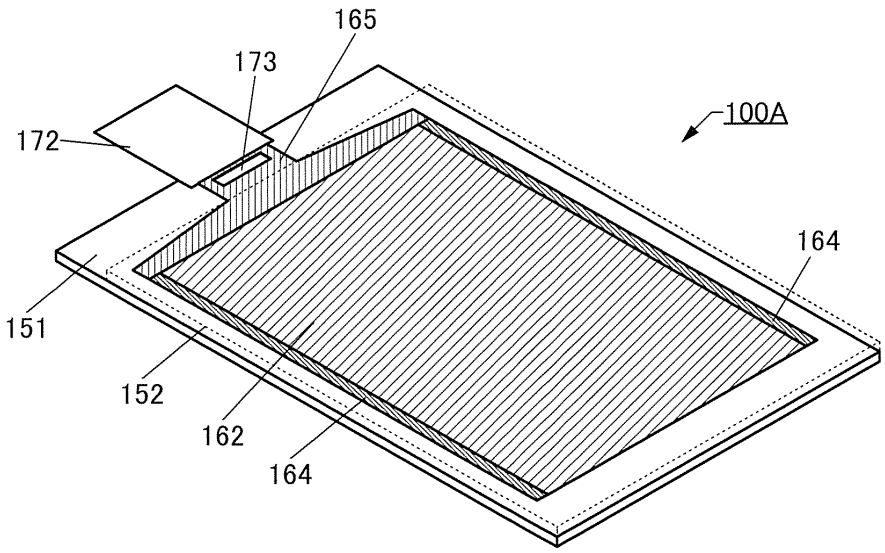
(A)


310B
190SR
195
152
BM
115
142
214
191
112
183
193R
114
342
216
190G
191
193G
342
190B
191
193B
151
342

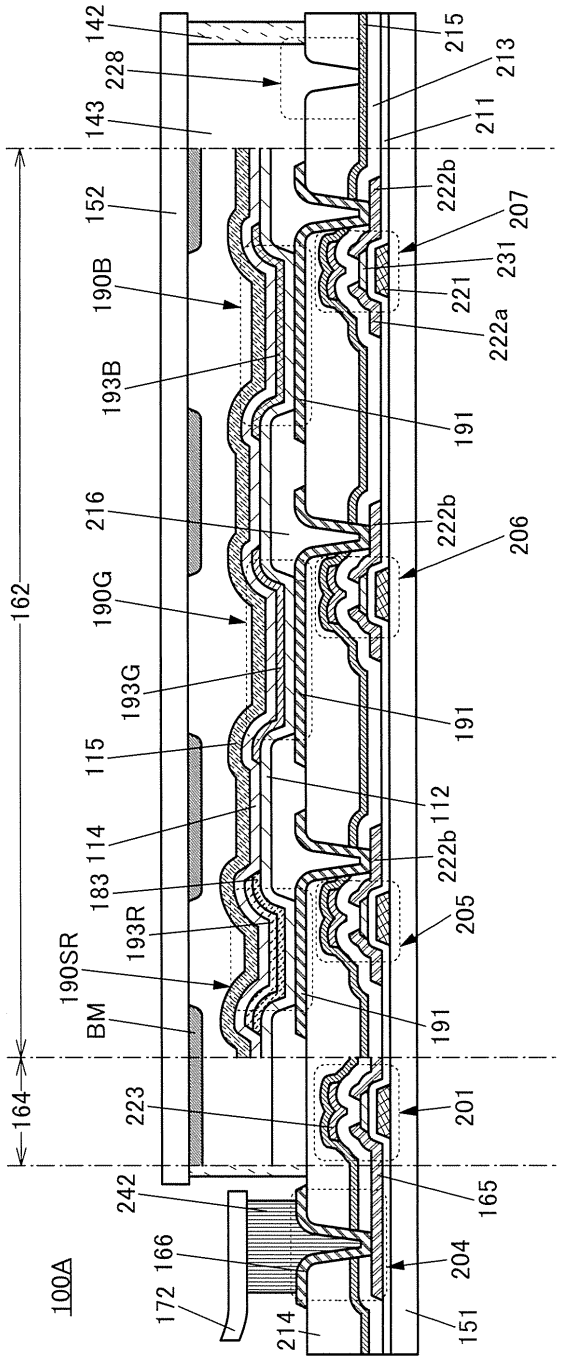
(B)


310C
190SR
195
154
BM
142
214
342
216
190G
342
190B
155
153
212
342

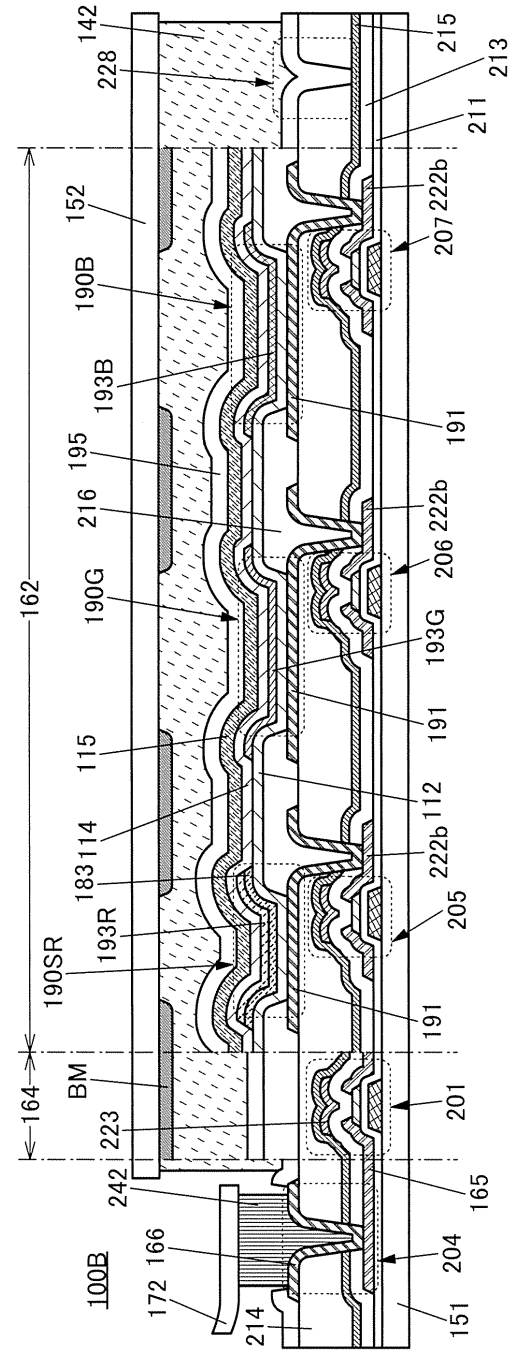
도면22



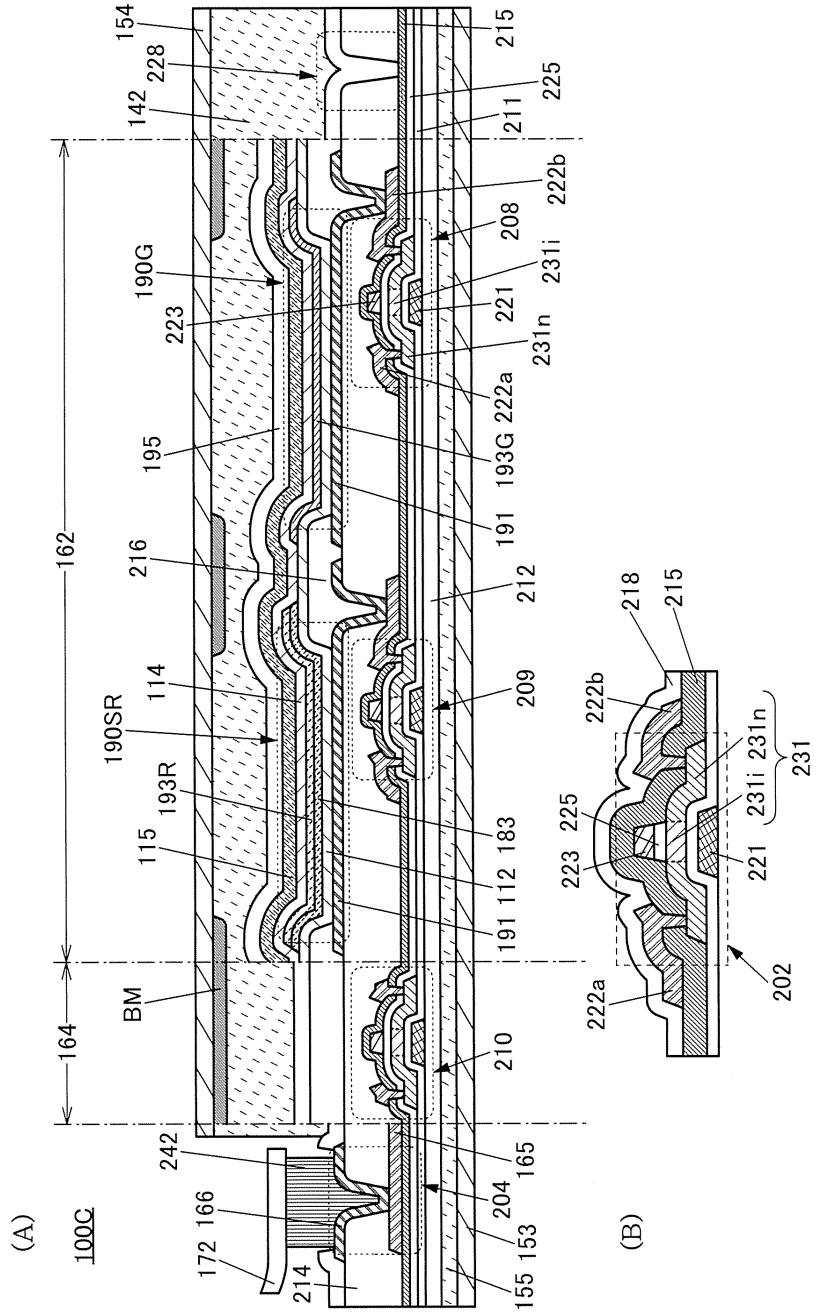
도면23


142
228
143
152
190B
193B
216
190G
193G
115
114
183
193R
190SR
BM
223
242
166
172
214
100A
151
204
165
201
205
191
112
222b
206
207
231
221
222a
211
213
215
162
164

도면24

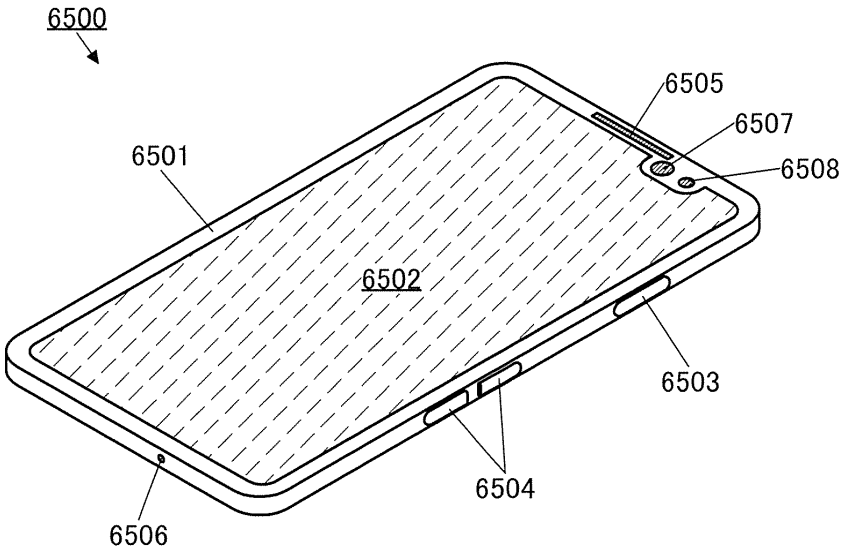

142
228
215
213
211
152
222b
207
190B
193B
191
195
216
222b
206
190G
193G
191
115
112
114
222b
183
205
193R
190SR
191
162
164
BM
223
201
242
165
166
204
100B
172
214
151

도면25

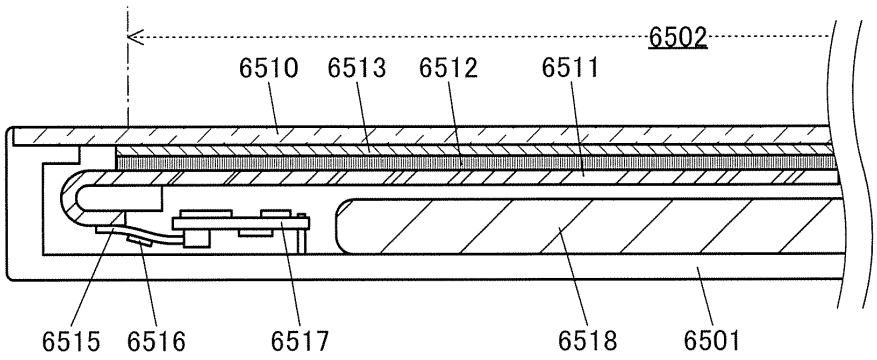

(A)
100C
154
228
142
215
225
211
222b
208
190G
231i
223
221
231n
222a
195
193G
191
216
212
162
114
209
190SR
193R
115
183
112
BM
210
164
242
165
204
166
153
172
214
155
(B)
218
215
222b
231n
231
231i
225
223
221
222a
202

도면26

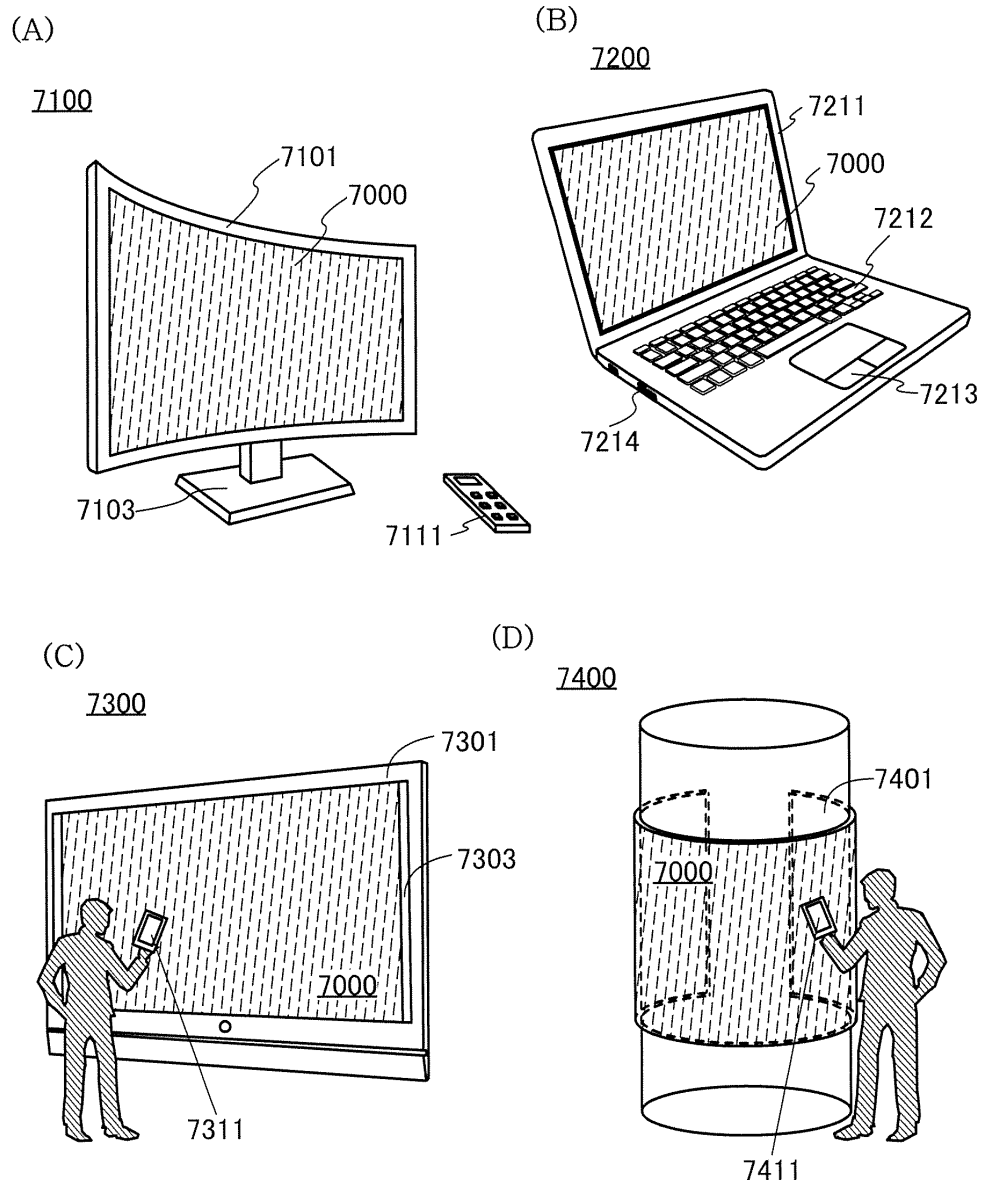
(A)


6500
6505
6507
6508
6501
6502
6503
6504
6506

(B)


6502
6510
6513
6512
6511
6515
6516
6517
6518
6501

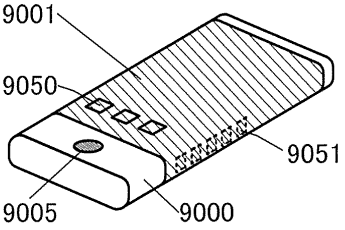
도면27


(A)
7100
7101
7000
7103
7111
(B)
7200
7211
7000
7212
7213
7214
(C)
7300
7301
7303
7000
7311
(D)
7400
7401
7000
7411

도면28

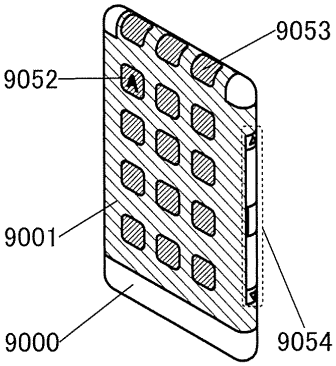
(A)

9101



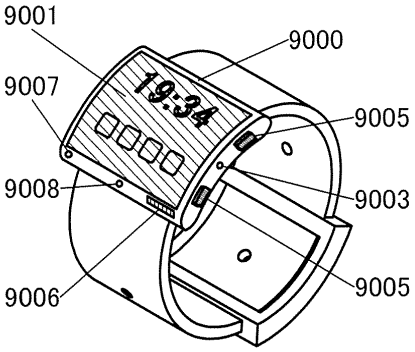
(B)

9102



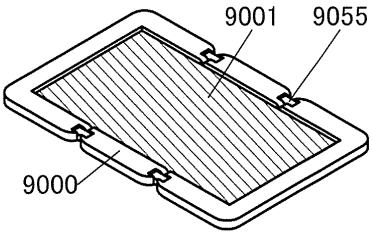
(C)

9200



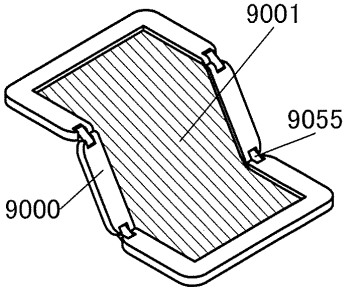
(D)

9201



(E)

9201



(F)

9201

