



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년08월22일  
(11) 등록번호 10-2435031  
(24) 등록일자 2022년08월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 27/148 (2006.01) H01L 27/146 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01L 27/14806 (2013.01)  
H01L 27/14612 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2015-0113386  
(22) 출원일자 2015년08월11일  
심사청구일자 2020년06월16일  
(65) 공개번호 10-2017-0019235  
(43) 공개일자 2017년02월21일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2013175494 A\*  
JP2015070070 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
(72) 발명자  
이석하  
경기도 화성시 동탄반석로 96, 404동 602호(반송동, 솔빛마을경남아너스빌아파트)  
전경아  
경기도 화성시 동탄반석로 232, 134동 2202호(석우동, 예당마을신일유토빌아파트)  
이윤기  
서울특별시 용산구 대사관로15길 8-5, 302호(한남동, 선셋빌라)  
(74) 대리인  
특허법인 고려

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 이창용

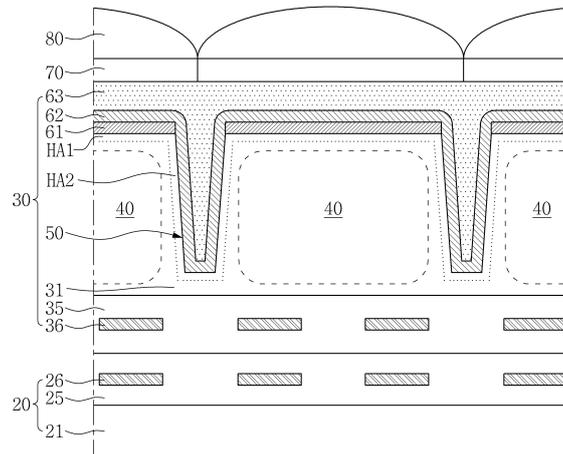
(54) 발명의 명칭 고정 전하막을 갖는 이미지 센서

(57) 요약

기판 내에 형성된 광전 변환부들, 상기 기판의 표면으로부터 상기 광전 변환부들 사이로 연장하는 픽셀 분리 트렌치, 상기 기판의 상기 표면 상에 직접적으로 형성된 제1 고정 전하막, 상기 제1 고정 전하막 및 상기 분리 트렌치의 내벽 상에 직접적으로 형성된 제2 고정 전하막 및 상기 제2 고정 전하막 상에 직접적으로 형성되어 상기 픽셀 분리 트렌치를 채우는 절연층을 포함하는 이미지 센서가 설명된다.

대표도 - 도2a

10A



(52) CPC특허분류  
*H01L 27/1463* (2013.01)

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

기판 내에 형성된 광전 변환부들;

상기 기판의 표면으로부터 상기 광전 변환부들 사이로 연장하는 픽셀 분리 트렌치;

상기 기판의 상기 표면과 접촉하는 제1 고정 전하막, 상기 제1 고정 전하막과 접촉하는 제2 고정 전하막, 상기 제2 고정 전하막은 상기 픽셀 분리 트렌치 내로 연장되어 상기 픽셀 분리 트렌치의 내벽과 접촉하고; 및

상기 제2 고정 전하막과 접촉하되, 상기 픽셀 분리 트렌치를 채우는 절연층을 포함하고,

상기 제1 고정 전하막의 엣지 부분의 하부는 상기 픽셀 분리 트렌치의 상기 내벽의 상부보다 위에 배치되는 이미지 센서.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 제1 고정 전하막은 하프늄 산화물, 하프늄 실리콘 산화물, 티타늄 산화물, 지르코늄 산화물, 마그네슘 산화물, 탄탈륨 산화물, 스칸듐 산화물, 루테튬 산화물, 이트륨 산화물, 란탄 산화물 중 어느 하나를 포함하는 이미지 센서..

**청구항 3**

제1항에 있어서,

상기 제2 고정 전하막은 알루미늄 산화물을 포함하는 이미지 센서.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 제1 고정 전하막 하부 및 상기 광전 변환부의 상부 사이에 형성된 제1 정공 축적 영역; 및

상기 기판 내에 상기 픽셀 분리 트렌치의 측벽 및 바닥면을 따라 형성된 제2 정공 축적 영역을 더 포함하는 이미지 센서..

**청구항 5**

제4항에 있어서,

상기 제1 정공 축적 영역 상에는 서로 다른 금속을 포함하는 두 층의 상기 제1 및 제2 고정 전하막이 형성되고, 및

상기 제2 정공 축적 영역 측면들 상에는 단층의 상기 제2 고정 전하막이 형성되는 이미지 센서.

**청구항 6**

제1항에 있어서,

상기 픽셀 분리 트렌치 내부에 형성된 에어 갭을 더 포함하는 이미지 센서.

**청구항 7**

하부 기판 및 상기 하부 기판 상의 하부 층간 절연층;

상기 하부 층간 절연층 상의 상부 층간 절연층;

상기 상부 층간 절연층 상의 상부 기관;

상기 상부 기관의 상면으로부터 상기 상부 기관의 내부로 연장하여 픽셀 영역들을 정의하는 픽셀 분리 트렌치;

상기 상부 기관의 상기 상면 상에 직접적으로 형성된 금속 산화물을 포함하는 제1 절연층;

상기 제1 절연층 및 상기 픽셀 분리 트렌치의 내벽들 상에 직접적으로 형성된 금속 산화물을 포함하는 제2 절연층; 및

상기 제2 절연층 상에 직접적으로 형성되어 상기 픽셀 분리 트렌치를 채우는 제3 절연층을 포함하고,

상기 제1 절연층은 상기 제2 절연층보다 높은 굴절률을 가지고,

상기 제1 절연층의 엣지 부분의 하부는 상기 픽셀 분리 트렌치의 상기 내벽들의 각각의 상부보다 위에 배치되는 이미지 센서.

### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제2 절연층은 상기 제1 절연층보다 우수한 습기 방지 능력을 갖는 이미지 센서.

### 청구항 9

제7항에 있어서,

상기 기관의 상기 상면 상에는 서로 다른 금속을 포함하는 두 층의 상기 제1 및 제2 절연층들이 형성되고, 및

상기 분리 트렌치의 내벽 및 바닥면 상에는 단층의 상기 제2 절연층이 형성되는 이미지 센서.

### 청구항 10

기관 내에 형성된 광전 변환부들을 정의하는 분리 트렌치들;

상기 광전 변환부들의 수광면 하부 소정 영역에 정공 축적을 유도하도록 상기 기관의 표면 상에 직접적으로 형성된 제1 고정 전하막;

상기 기관 내에 상기 분리 트렌치들의 측벽 및 바닥면을 따라 정공 축적을 유도하도록 상기 제1 고정 전하막 상에 직접적으로 형성되고 상기 분리 트렌치들의 내벽들 상으로 컨포멀하게 연장하는 제2 고정 전하막; 및

상기 제2 고정 전하막 상에 직접적으로 형성되고 상기 분리 트렌치들을 완전히 채우는 실리콘 산화물 층을 포함하며,

상기 제1 고정 전하막의 굴절률은 상기 제2 고정 전하막의 굴절률보다 높고,

상기 제1 고정 전하막의 엣지 부분의 하부는 상기 분리 트렌치들의 상기 내벽들의 각각의 상부보다 위에 배치되는 이미지 센서.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 고정 전하막을 갖는 이미지 센서 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 특히 반사 방지 기능을 가진 제1 고정 전하막 및 습기 방지 기능을 가진 제2 고정 전하막을 모두 가진 이미지 센서에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 고품질의 화상 이미지를 위하여 고해상도를 가진 이미지 센서가 개발되고 있다. 고해상도의 이미지 센서는 높은 집적도와 작은 크기를 갖는다. 실리콘 표면에서 발생하는 열 전자들은 이미지 센서의 암 전류, 다크 레벨 결함, 백점 결함, 및 블루밍 결함 등을 일으킨다. 본 발명은 이미지 센서의 암 전류, 다크 레벨 결함, 백점 결함 및 블루밍 결함 등이 발생하는 것을 억제하고, 수분이 침투하는 것을 방지하여, 집적도를 높일 수 있는 이미지 센서를 제공하는 것이다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0003] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 반사 방지 기능을 가진 제1 정공 축적층 및 습기 방지 기능을 가진 제2 정공 축적층을 모두 가진 이미지 센서를 제공하는 것이다.
- [0004] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 반사 방지 기능을 가진 제1 정공 축적층 및 습기 방지 기능을 가진 제2 정공 축적층을 모두 가진 이미지 센서를 제조하는 방법을 제공하는 것이다.
- [0005] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당 업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0006] 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 의한 이미지 센서는 기관 내에 형성된 광전 변환부들, 상기 기관의 표면 으로부터 상기 광전 변환부들 사이로 연장하는 픽셀 분리 트렌치, 상기 기관의 상기 표면 상에 직접적으로 형성된 제1 고정 전하막, 상기 제1 고정 전하막 및 상기 분리 트렌치의 내벽 상에 직접적으로 형성된 제2 고정 전하막, 및 상기 제2 고정 전하막 상에 직접적으로 형성되어 상기 픽셀 분리 트렌치를 채우는 절연층을 포함할 수 있다.
- [0007] 상기 제1 고정 전하막은 하프늄 산화물, 하프늄 실리콘 산화물, 티타늄 산화물, 지르코늄 산화물, 마그네슘 산화물, 탄탈륨 산화물, 스칸듐 산화물, 루테튬 산화물, 이트륨 산화물, 란타넘 산화물 중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0008] 상기 제2 고정 전하막은 알루미늄 산화물을 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 제1 고정 전하막 하부 및 상기 광전 변환부의 상부 사이에 형성된 제1 정공 축적 영역, 및 상기 기관 내에 상기 픽셀 분리 트렌치의 측벽 및 바닥면을 따라 형성된 제2 정공 축적 영역을 더 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 제1 정공 축적 영역 상에는 서로 다른 금속을 포함하는 두 층의 상기 제1 및 제2 고정 전하막이 형성될 수 있다. 상기 제2 정공 축적 영역 측면들 상에는 단층의 상기 제2 고정 전하막이 형성될 수 있다.
- [0011] 상기 이미지 센서는 상기 픽셀 분리 트렌치 내부에 형성된 에어 갭을 더 포함할 수 있다.
- [0012] 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 의한 이미지 센서는 하부 기관 및 상기 하부 기관 상의 하부 층간 절연층, 상기 하부 층간 절연층 상의 상부 층간 절연층, 상기 상부 층간 절연층 상의 상부 기관, 상기 상부 기관의 상면으로부터 상기 상부 기관의 내부로 연장하여 픽셀 영역들을 정의하는 픽셀 분리 트렌치, 상기 상부 기관의 상기 상면 상에 직접적으로 형성된 금속 산화물을 포함하는 제1 절연층, 상기 제1 절연층 및 상기 픽셀 분리 트렌치의 내벽들 상에 직접적으로 형성된 금속 산화물을 포함하는 제2 절연층, 및 상기 제2 절연층 상에 직접적으로 형성되어 상기 픽셀 분리 트렌치를 채우는 제3 절연층을 포함할 수 있다. 상기 제1 절연층은 상기 제2 절연층보다 높은 굴절률을 가질 수 있다.
- [0013] 상기 제2 절연층은 상기 제1 절연층보다 우수한 습기 방지 능력을 가질 수 있다.
- [0014] 상기 기관의 상기 상면 상에는 서로 다른 금속을 포함하는 두 층의 상기 제1 및 제2 절연층들이 형성될 수 있다. 상기 분리 트렌치의 내벽 및 바닥면 상에는 단층의 상기 제2 절연층이 형성될 수 있다.
- [0015] 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 의한 이미지 센서는 기관 내에 형성된 광전 변환부들을 정의하는 분리 트렌치들, 상기 광전 변환부들의 수광면 하부 소정 영역에 정공 축적을 유도하도록 상기 기관의 표면 상에 직접적으로 형성된 제1 고정 전하막, 상기 기관 내에 상기 분리 트렌치들의 측벽 및 바닥면을 따라 정공 축적을 유도하도록 상기 제1 고정 전하막 상에 직접적으로 형성되고 상기 분리 트렌치들의 내벽들 상으로 컨포멀하게 연장하는 제2 고정 전하막, 및 상기 제2 고정 전하막 상에 직접적으로 형성되고 상기 분리 트렌치들을 완전히 채우는 실리콘 산화물 층을 포함할 수 있다. 상기 제1 고정 전하막의 굴절률은 상기 제2 고정 전하막의 굴절률보다 높을 수 있다.
- [0016] 기타 실시 예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

**발명의 효과**

- [0017] 본 발명의 기술적 사상에 의한 이미지 센서들은 기판의 실리콘 표면 상에 직접적으로 형성된 하프늄 산화물(HfO<sub>2</sub>) 또는 하프늄 실리콘 산화물(Hf<sub>x</sub>Si<sub>y</sub>O<sub>z</sub>)층을 포함하므로, 정공들을 효과적으로 축적할 수 있고, 따라서 기판 내에서 발생하는 열적 전자들을 효율적으로 포집할 수 있다. 따라서, 암 전류, 암 준위, 백점이 방지/억제될 수 있다.
- [0018] 본 발명의 기술적 사상에 의한 이미지 센서들은 기판의 수광면 상에 직접적으로 형성된 반사 방지층 및 상기 반사 방지층 상의 습기 방지층을 포함하므로 하나의 습기 방지층으로 상기 반사 방지층 및 상기 기판 내부로 습기가 침투하는 것을 방지할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 기술적 사상에 의한 이미지 센서들은 정공 축적을 유도할 수 있는 반사 방지층 상에 형성된 정공 축적을 유도할 수 있는 습기 방지층을 포함하므로, 실리콘 질화물(SiN) 층처럼 정공 축적을 유도할 수 없는 반사 방지층 및/또는 정공 축적을 유도할 수 없는 습기 방지층이 필요하지 않다. 따라서 전체적인 절연층의 두께가 얇아질 수 있고, 이미지 센서의 수광 효율이 높아질 수 있다.
- [0020] 본 발명의 기술적 사상에 의한 이미지 센서들은 수광하지 않는 픽셀 분리 트렌치의 내부에는 반사 방지층이 생략되므로, 픽셀 분리 트렌치의 수평 폭이 감소할 수 있다. 따라서, 고화질의 이미지 센서를 형성하는데 유리하다.
- [0021] 본 발명의 기술적 사상에 의한 이미지 센서들은 픽셀 분리 트렌치의 내부에 에어 갭이 형성될 수 있으므로, 광전 변환부들 간의 크로스토크가 낮아질 수 있다.
- [0022] 기타, 언급되지 않은 본 발명의 다양한 효과들은 본문 내에서 언급될 것이다.

**도면의 간단한 설명**

- [0023] 도 1은 본 발명의 기술적 사상의 실시예들에 의한 이미지 센서의 픽셀 어레이의 상면도이다.  
 도 2a 및 2b는 도 1의 I-I' 선을 따라 절단한 종단면도들이다.  
 도 3a 내지 3f는 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 의한 이미지 센서를 형성하는 방법을 개략적으로 설명하는 도면들이다.  
 도 4는 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 의한 이미지 센서를 형성하는 방법을 개략적으로 설명하는 도면이다.  
 도 5는 본 발명의 기술적 사상의 실시예들에 의한 이미지 센서들 중 하나를 포함하는 전자 시스템의 블록도이다.  
 도 6은 본 발명의 기술적 사상에 의한 이미지 센서들 중 하나를 포함하는 카메라 시스템을 개략적으로 설명하기 위한 블록도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0024] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0025] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprises)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0026] 하나의 소자(elements)가 다른 소자와 '접속된(connected to)' 또는 '커플링된(coupled to)' 이라고 지칭되는 것은, 다른 소자와 직접 연결 또는 커플링된 경우 또는 중간에 다른 소자를 개재한 경우를 모두 포함한다. 반면, 하나의 소자가 다른 소자와 '직접 접속된(directly connected to)' 또는 '직접 커플링된(directly coupled to)'으로 지칭되는 것은 중간에 다른 소자를 개재하지 않은 것을 나타낸다. '및/또는'은 언급된 아이템들의 각각 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다.

- [0027] 공간적으로 상대적인 용어인 '아래(below)', '아래(beneath)', '하부(lower)', '위(above)', '상부(upper)' 등은 도면에 도시되어 있는 바와 같이 하나의 소자 또는 구성 요소들과 다른 소자 또는 구성 요소들과의 상관관계를 용이하게 기술하기 위해 사용될 수 있다. 공간적으로 상대적인 용어는 도면에 도시되어 있는 방향에 더하여 사용시 또는 동작 시 소자의 서로 다른 방향을 포함하는 용어로 이해되어야 한다. 예를 들면, 도면에 도시되어 있는 소자를 뒤집을 경우, 다른 소자의 '아래(below)' 또는 '아래(beneath)'로 기술된 소자는 다른 소자의 '위(above)'에 놓여질 수 있다.
- [0028] 또한, 본 명세서에서 기술하는 실시 예들은 본 발명의 이상적인 예시도인 단면도 및/또는 평면도들을 참고하여 설명될 것이다. 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다. 따라서, 제조 기술 및/또는 허용 오차 등에 의해 예시도의 형태가 변형될 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시 예들은 도시된 특정 형태로 제한되는 것이 아니라 제조 공정에 따라 생성되는 형태의 변화도 포함하는 것이다. 예를 들면, 직각으로 도시된 식각 영역은 라운드지거나 소정 곡률을 가지는 형태일 수 있다. 따라서, 도면에서 예시된 영역들은 개략적인 속성을 가지며, 도면에서 예시된 영역들의 모양은 소자의 영역의 특정 형태를 예시하기 위한 것이며 발명의 범주를 제한하기 위한 것이 아니다.
- [0029] 명세서 전문에 걸쳐 동일한 참조 부호는 동일한 구성 요소를 지칭한다. 따라서, 동일한 참조 부호 또는 유사한 참조 부호들은 해당 도면에서 언급 또는 설명되지 않았더라도, 다른 도면을 참조하여 설명될 수 있다. 또한, 참조 부호가 표시되지 않았더라도, 다른 도면들을 참조하여 설명될 수 있다.
- [0030] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예들을 설명한다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 기술적 사상의 실시예들에 의한 이미지 센서의 픽셀 어레이의 상면도이고, 도 2a 및 2b는 도 1의 I-I' 선을 따라 절단한 종단면도들이다. 예를 들어, 상기 이미지 센서는 본 발명의 기술적 사상이 적용된 후면 조사형 이미지 센서(BIS, Backside illumination Image Sensor)들일 수 있다.
- [0032] 도 1을 참조하면, 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 의한 이미지 센서(10)는 픽셀 영역(PX)들 및 상기 픽셀 영역(PX)들을 둘러싸는 픽셀 분리 영역(PI)들을 포함할 수 있다. 상기 픽셀 분리 영역(PI)들은 상기 픽셀 영역(PX)들을 서로 이격, 분리할 수 있다. 상기 픽셀 영역(PX)들은 포토다이오드 같은 광전 변환 소자를 포함할 수 있고, 상기 픽셀 분리 영역(PI)들은 트렌치 내에 형성된 절연물을 포함할 수 있다.
- [0033] 도 2a를 참조하면, 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 의한 이미지 센서(10)는 하부 소자(20) 및 상부 소자(30)를 포함할 수 있다. 상기 하부 소자(20)와 상기 상부 소자(30)는 서로 본딩될 수 있다.
- [0034] 상기 하부 소자(20)는 하부 기관(21), 상기 하부 기관(21) 상의 하부 층간 절연층(25), 및 상기 하부 층간 절연층(25) 내에 매립된 하부 배선(26)들을 포함할 수 있다.
- [0035] 상기 하부 기관(21)은 실리콘 웨이퍼, 실리콘 게르마늄 웨이퍼, SOI (silicon on insulator) 웨이퍼, 또는 실리콘 상의 실리콘 게르마늄 (SiGe-on-Si) 웨이퍼 중 어느 하나를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 하부 기관(21)은 실리콘 웨이퍼를 포함할 수 있다.
- [0036] 상기 하부 층간 절연층(25)은 실리콘 산화물을 포함할 수 있다. 상기 하부 배선(26)들은, 예를 들어 텅스텐(W) 같은, 수평으로 연장하는 금속 라인들을 포함할 수 있다.
- [0037] 상기 상부 소자(30)는 상부 기관(31), 상기 상부 기관(31) 내의 광전 변환부(40)들, 상기 광전 변환부(40) 사이의 픽셀 분리 트렌치(50)들, 상기 광전 변환부(40)들의 상면 상 및 상기 픽셀 분리 트렌치(50)들 내부의 제1 내지 제3 절연층(61-63)들, 상기 제3 절연층(63) 상의 컬러 필터(70)들 및 상기 컬러 필터(70)들 상의 마이크로렌즈(80)들을 포함할 수 있다. 상기 광전 변환부(40)들은 도 1의 픽셀 영역(PX)들에 대응될 수 있고, 상기 픽셀 분리 트렌치(50)들은 도 1의 픽셀 분리 영역(PI)들에 대응될 수 있다.
- [0038] 상기 상부 기관(31)은 실리콘 웨이퍼 또는 에피택셜 성장층을 포함하는 실리콘 웨이퍼 중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0039] 한편, 상기 상부 기관(31)과 상기 하부 층간 절연층(25) 사이에는 상부 배선(36)을 갖는 상부 층간 절연층(35)이 개재될 수 있다.
- [0040] 상기 광전 변환부(40)들은 포토다이오드(photo diode), 포토 트랜지스터(photo transistor), 포토 게이트(photo gate), 또는 핀드 포토 다이오드(pinned photo diode(PPD)) 중 하나를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 광전 변환부(40)들은 포토다이오드를 포함할 수 있다.

- [0041] 상기 제1 절연층(61)은 상기 상부 기관(31)의 표면, 예를 들어 상기 광전 변환부(40)로 빛이 입사하는 면 상에 직접적으로 컨포멀하게 형성될 수 있다. 상기 제1 절연층(61)은 하프늄 산화물(HfO<sub>2</sub>), 하프늄 실리콘 산화물(Hf<sub>x</sub>Si<sub>y</sub>O<sub>z</sub>)층, 티타늄 산화물(TiO<sub>2</sub>), 지르코늄 산화물(ZrO<sub>2</sub>), 마그네슘 산화물(MgO), 탄탈륨 산화물(Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 스칸듐 산화물(Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 루테튬 산화물(Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 이트륨 산화물(Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 란탄 산화물(La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 같은 고유전율(high-k)을 갖는 금속 산화물층을 포함할 수 있다.
- [0042] 상기 제1 절연층(61)은 제1 고정 전하막일 수 있다. 상세하게, 상기 제1 절연층(61) 하부 계면, 즉 제1 절연층(61)과 광전 변환부(40) 상부 사이의 영역에 정공 축적을 유도할 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 절연층(61)은 전자가 풍부한 (electron-rich) 금속 산화물층을 포함하므로 상기 제1 절연층(61) 하부 표면에 정공들이 축적되는 것을 유도할 수 있다. 상기 제1 절연층(61) 하부 표면에 축적된 정공들은 상기 상부 기관(31)의 실리콘 표면 및/또는 상기 실리콘 표면과 가까운 영역에서 발생하는 열적(thermal) 전자들을 포집할 수 있다. 즉, 제1 절연층(61)에 의해 제1 정공 축적 영역(HA1)이 형성될 수 있다. 따라서, 상기 제1 절연층(61)은 상기 광전 변환부(40)의 암 전류, 다크 레벨 결함, 백점 결함, 및/또는 블루밍(blooming) 결함들을 방지/억제할 수 있다. 따라서, 상기 광전 변환부(40)의 광전 변환 특성이 향상될 수 있다.
- [0043] 부가하여, 상기 제1 절연층(61)은 반사 방지층일 수 있다. 상세하게, 상기 제1 절연층(61)은 상기 광전 변환부(40)로 입사하는 빛이 상기 상부 기관(31)의 표면으로부터 반사되는 것을 방지/억제할 수 있다. 즉, 상기 제1 절연층(61)은 정공 축적을 유도할 수 있고 및 상기 광전 변환부(40)로 입사하는 빛이 반사하는 것을 방지할 수 있다. 따라서, 상기 광전 변환부(40)의 수광 효율이 증가할 수 있다.
- [0044] 도 1의 상기 픽셀 어레이 내에서 상기 픽셀 영역(PX)들의 표면들, 즉 상기 상부 기관(31)의 상기 표면들은 완전하게 상기 제1 절연층(61)으로 덮일 수 있다. 상기 제1 절연층(61)은 상기 픽셀 분리 트렌치(50) 내부로 연장하지 않을 수 있다. 구체적으로, 상기 제1 절연층(61)은 상기 픽셀 분리 트렌치(50)의 내벽 및/또는 바닥면 상에 형성되지 않을 수 있다. 상기 픽셀 분리 트렌치(50)는 상기 광전 변환부(40)로 빛이 입사하는 수광면이 아니므로 상기 픽셀 분리 트렌치(50)의 내벽들 및 바닥면 상에 반사 방지층이 형성될 필요가 없다. 따라서, 본 발명의 기술적 사상에 의한 이미지 센서(10A)는 반사 방지층이 없으므로 상기 픽셀 분리 트렌치(50)의 수평 폭이 줄어들 수 있고, 상기 이미지 센서(10A)의 집적도를 향상시킬 수 있다.
- [0045] 상기 제2 절연층(62)은 상기 제1 절연층(61)의 상면 및 측면, 및 상기 픽셀 분리 트렌치(50)의 내벽들 및 바닥면 상에 직접적으로 컨포멀하게 형성될 수 있다. 상기 픽셀 분리 트렌치(50)는 상기 상부 기관(31)의 상기 표면으로부터 상기 광전 변환부(40)들 사이로 연장하여 상기 광전 변환부(40)들을 정의(define)할 수 있다. 상기 제2 절연층(62)은 알루미늄 산화물(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)층 같은 전자가 풍부한 (electron-rich) 금속 산화물 층을 포함할 수 있다.
- [0046] 상기 제2 절연층(62)은 제2 고정 전하막일 수 있다. 상세하게, 상기 제2 절연층(62)도 정공 축적을 유도할 수 있다. 즉, 제2 절연층(62)의 형성으로 인하여 픽셀 분리 트렌치(50)의 측벽 및 바닥면을 따라 상부 기관(31)내에 제2 정공 축적 영역(HA2)이 형성될 수 있다. 따라서, 상기 상부 기관(31)의 상기 표면, 즉 상기 광전 변환부(40)의 상기 수광면과 인접한 영역 내에서 발생하는 암 전류, 다크 레벨 결함, 백점 결함, 및/또는 블루밍 결함이 더욱 방지/억제될 수 있다. 또한, 상기 제2 절연층(62)은 상기 픽셀 분리 트렌치(50)의 내벽들 및 바닥면 상에 직접적으로 컨포멀하게 형성될 수 있다. 따라서, 상기 제2 절연층(62)은 상기 픽셀 분리 트렌치(50) 또는 상기 픽셀 분리 트렌치(50)와 인접한 상기 광전 변환부(40)의 측면들 내에서 발생하는 암 전류, 다크 레벨 결함, 백점 결함, 및/또는 블루밍 결함이 방지/억제될 수 있다.
- [0047] 상기 제2 절연층(62)은 습기 방지층일 수 있다. 상세하게, 상기 제2 절연층(62)은 습기(moisture)가 상기 제1 절연층(61) 및 상기 상부 기관(31) 내부로 침투하는 것을 방지할 수 있다. 따라서, 상기 이미지 센서(10A)의 상기 광전 변환부(40)의 신뢰성이 향상될 수 있다.
- [0048] 본 발명의 기술적 사상에 의한 이미지 센서(10A)는 반사 방지층 상에 습기 방지층이 형성되므로, 하나의 습기 방지층이 상기 방사 방지층과 기관을 모두 보호할 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 절연층(61) 상에 실리콘 질화물(SiN) 같은 추가적인 습기 방지층이 형성될 필요가 없다. 따라서, 상기 광전 변환부(40)들과 상기 컬러 필터(70)들 및 상기 마이크로 렌즈(80)들 사이의 거리(높이)나 작아질 수 있으므로, 이미지 센서(40)의 수광 효율 및 광전 변환부(40)들의 광전 변환 효율이 향상될 수 있다.
- [0049] 상기 제1 절연층(61)으로 예시된 하프늄 산화물(HfO<sub>2</sub>)의 굴절률은 약 2.0이며, 티타늄 산화물(TiO<sub>2</sub>)의 굴절률은

약 2.6이며, 지르코늄 산화물( $ZrO_2$ )의 굴절률은 약 2.2이다. 한편, 상기 제2 절연층(62)으로 이용된 알루미늄 산화물( $Al_2O_3$ )의 굴절률은 약 1.63이다. 따라서, 상기 제1 절연층(61)이 상기 제2 절연층(62) 보다 굴절률이 높은 물질로 형성됨으로써 우수한 반사 방지 특성을 갖는다.

- [0050] 상기 제1 절연층(61)으로 이용된 하프늄 산화물( $HfO_2$ ), 하프늄 실리콘 산화물 ( $Hf_xSi_yO_z$ )층, 티타늄 산화물( $TiO_2$ ), 지르코늄 산화물( $ZrO_2$ ), 마그네슘 산화물( $MgO$ ), 탄탈륨 산화물( $Ta_2O_5$ ), 스칸디움 산화물( $Sc_2O_3$ ), 루테튬 산화물( $Lu_2O_3$ ), 이트륨 산화물( $Y_2O_3$ ), 란탄 산화물( $La_2O_3$ ) 등은 습기에 약하므로, 상기 제1 절연층(61) 상의 상기 제2 절연층(62)으로 이용된 알루미늄 산화물( $Al_2O_3$ )이 상기 하프늄 산화물( $HfO_2$ ) 및 상기 상부 기판(31)을 습기로부터 보호할 수 있다.
- [0051] 본 발명의 기술적 사상에 의한 상기 이미지 센서(10A)는 상기 광전 변환부(40)의 상기 수광면 상에 형성된 2층의 정공 축적층들 및 상기 픽셀 분리 트렌치(50)의 상기 내벽들 및 상기 바닥면 상의 단층의 정공 축적층을 가질 수 있다.
- [0052] 상기 제3 절연층(63)은 상기 제2 절연층(62) 상에 형성되고, 상기 픽셀 분리 트렌치(50)를 채울 수 있다. 상기 제3 절연층(63)은 상기 제1 절연층(61) 및 상기 제2 절연층(62)보다 두꺼울 수 있다. 상기 제3 절연층(63)은 실리콘 산화물( $SiO_2$ ) 같은 절연물을 포함할 수 있다. 상기 제3 절연층(63)은 상기 제1 절연층(61) 및 상기 제2 절연층(62)보다 낮은 유전율 및 우수한 필링 특성을 가질 수 있다.
- [0053] 도 2b를 참조하면, 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 의한 이미지 센서(10B)는 상기 픽셀 분리 트렌치(50) 내에 형성된 에어 갭(AG)을 더 포함할 수 있다. 상기 에어 갭(AG)은 낮은 굴절률을 가지므로, 상기 광전 변환부(40)들 사이의 크로스토크가 감소할 수 있다.
- [0054] 도 3a 내지 3f는 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 의한 이미지 센서(10A)를 형성하는 방법을 개략적으로 설명하는 도면들이다.
- [0055] 도 3a를 참조하면, 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 의한 이미지 센서(10A)를 형성하는 방법은 하부 기판(21)을 준비하고, 상기 하부 기판(21)의 일면 상에 하부 배선(26)을 가진 하부 층간 절연층(25)을 형성하고, 상부 기판(31)을 준비하고, 상기 상부 기판(31) 내에 광전 변환부(40)들을 형성하고, 상기 상부 기판(31)의 제1면, 예를 들어 하면 상에 상부 배선(36)을 가진 상부 층간 절연층(35)을 형성하는 것을 포함할 수 있다.
- [0056] 예를 들어, 상기 방법은 실리콘 웨이퍼를 포함하는 상기 하부 기판(21)의 상기 일면 상에 텅스텐(W) 같은 금속을 포함하는 하부 배선(26)을 형성하고, 및 상기 하부 기판(21) 상에 상기 하부 배선(26)을 감싸는 하부 층간 절연층(25)을 형성하는 것을 포함할 수 있다. 상기 하부 층간 절연층(25)은 실리콘 산화물( $SiO_2$ )을 포함할 수 있다. 상기 하부 층간 절연층(25)은 다층으로 형성될 수 있다.
- [0057] 예를 들어, 상기 방법은 실리콘 웨이퍼를 포함하는 상기 상부 기판(31)의 상기 하면 상에 텅스텐(W) 같은 금속을 포함하는 상부 배선(36)을 형성하고, 및 상기 상부 기판(31) 상에 상기 상부 배선(36)을 감싸는 상부 층간 절연층(35)을 형성하는 것을 포함할 수 있다. 상기 상부 층간 절연층(35)은 실리콘 산화물( $SiO_2$ )을 포함할 수 있다. 상기 상부 층간 절연층(35)은 다층으로 형성될 수 있다.
- [0058] 상기 광전 변환부(40)를 형성하는 것은 이온 주입 공정을 수행하는 것을 포함할 수 있다. 상기 광전 변환부(40)들은 후속 공정에서 형성될 수도 있다.
- [0059] 도 3b를 참조하면, 상기 방법은 상기 하부 기판(21) 상의 상기 하부 층간 절연층(25)과 상기 상부 기판(31)의 하면 상의 상기 상부 층간 절연층(35)을 본딩하고, 및 상기 상부 기판(31)을 씨닝(thinning) 것을 포함할 수 있다. 상기 상부 기판(31)을 씨닝하는 것은 상기 상부 기판(31)의 상면을 그라인딩 하는 것을 수행하는 것을 포함할 수 있다.
- [0060] 도 3c를 참조하면, 상기 방법은 상기 상부 기판(31)의 상기 상면 상에 제1 절연층(61)을 직접적으로 컨포멀하게 형성하는 것을 포함할 수 있다. 상기 제1 절연층(61)은 원자층 증착(ALD, Atomic Layered Deposition) 공정에 의해 형성된 하프늄 산화물( $HfO_2$ ), 하프늄 실리콘 산화물 ( $Hf_xSi_yO_z$ ), 티타늄 산화물( $TiO_2$ ), 지르코늄 산화물( $ZrO_2$ ), 마그네슘 산화물( $MgO$ ), 탄탈륨 산화물( $Ta_2O_5$ ), 스칸디움 산화물( $Sc_2O_3$ ), 루테튬 산화물( $Lu_2O_3$ ), 이트륨 산화물( $Y_2O_3$ ), 란탄 산화물( $La_2O_3$ ) 중 어느 하나의 금속 산화물을 포함할 수 있다. 제1 절연층(61)의 하부 표면

에 제1 정공 축적 영역(HA1)이 형성될 수 있다. 상기 광전 변환부(40)는 상기 제1 절연층(61)을 형성하기 전에 형성될 수도 있다.

- [0061] 도 3d를 참조하면, 상기 방법은 상기 제1 절연층(61) 상에 트렌치 마스크(M)를 형성하고, 상기 트렌치 마스크(M)를 식각 마스크로 이용하는 식각 공정을 수행하여 상기 상부 기관(31) 내에 픽셀 분리 트렌치(50)를 형성하는 것을 포함할 수 있다. 상기 트렌치 마스크(M)는 포토레지스트 또는 실리콘 질화물(SiN) 또는 실리콘 산화물(SiO<sub>2</sub>)을 포함하는 하드 마스크를 포함할 수 있다. 이후, 상기 트렌치 마스크(M)는 제거될 수 있다.
- [0062] 도 3e를 참조하면, 상기 방법은 상기 제1 절연층(61)의 상면 및 상기 픽셀 분리 트렌치(50)의 내벽들 및 바닥면 상에 제2 절연층(62)을 키포말하게 형성하는 것을 포함할 수 있다. 상기 제2 절연층(62)은 원자층 증착(ALD) 공정에 의해 형성된 알루미늄 산화물(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 같은 금속 산화물을 포함할 수 있다. 제2 절연층(62)의 형성으로 인해 픽셀 분리 트렌치(50)의 측벽 및 바닥면을 따라 제2 정공 축적 영역(HA2)이 형성될 수 있다.
- [0063] 상기 방법은 상기 제2 절연층(62)을 형성하기 전에 상기 픽셀 분리 트렌치(50)의 상기 내벽들 및 바닥면 상에 형성된 자연 산화막을 제거하는 세정 공정을 수행하는 것을 포함할 수 있다. 따라서, 상기 제2 절연층(62)은 상기 픽셀 분리 트렌치(50)의 상기 내벽들 및 상기 바닥면 상에 직접적으로 형성될 수 있다. 상기 세정 공정은 불화 질소(NF<sub>3</sub>)를 이용하는 건식 세정 공정 또는 불산(HF)을 이용하는 습식 세정 공정을 수행하는 것을 포함할 수 있다.
- [0064] 도 3f를 참조하면, 상기 방법은 증착 공정, 필링 공정, 또는 코팅 공정 중 하나를 수행하여 상기 제2 절연층(62) 상에 상기 픽셀 분리 트렌치(50)를 채우는 제3 절연층(63)을 형성하는 것을 포함할 수 있다. 상기 방법은 CMP (chemical mechanical polishing) 공정을 수행하여 상기 제3 절연층(63)의 상면을 평탄화하는 것을 더 포함할 수 있다.
- [0065] 이후, 도 2a를 참조하면, 상기 방법은 상기 제3 절연층(63) 상에 상기 광전 변환부(40)와 수직으로 정렬하는 컬러 필터(70)들을 형성하고, 및 상기 컬러 필터(70)들 상에 마이크로 렌즈(80)들을 형성하는 것을 포함할 수 있다.
- [0066] 도 4는 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 의한 이미지 센서(10B)를 형성하는 방법을 개략적으로 설명하는 도면이다. 도 4를 참조하면, 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 의한 이미지 센서(10B)를 형성하는 방법은 도 3a 내지 3f를 참조하여 설명된 공정들을 수행하되, 상기 픽셀 분리 트렌치(50) 내에 에어 갭(AG)이 형성되도록 상기 제3 절연층(63)을 형성하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 방법은 상기 제3 절연층(63)을 형성하기 위한 절연물의 유동성 및/또는 갭 필 특성을 낮추어 증착 공정 또는 필링 공정을 수행하는 것을 포함할 수 있다. 상기 방법은 CMP (chemical mechanical polishing) 공정을 수행하여 상기 제3 절연층(63)의 상면을 평탄화하는 것을 더 포함할 수 있다.
- [0067] 이후, 도 2b를 참조하여, 상기 방법은 상기 제3 절연층(63) 상에 상기 광전 변환부(40)와 수직으로 정렬하는 컬러 필터(70)들을 형성하고, 및 상기 컬러 필터(70)들 상에 마이크로 렌즈(80)들을 형성하는 것을 포함할 수 있다.
- [0068] 도 5는 본 발명의 기술적 사상의 실시예들에 의한 이미지 센서(10A, 10B)들 중 하나를 포함하는 전자 시스템(300)의 블록도이다. 도 5를 참조하면, 본 발명의 기술적 사상의 일 실시예에 의한 전자 시스템(300)은 입력 장치(310), 출력 장치(320), 프로세서 장치(330) 및 메모리 장치(340)를 포함할 수 있다. 상기 프로세서 장치(330)는 각각 해당하는 인터페이스를 통해서 상기 입력 장치(310), 상기 출력 장치(320) 및 상기 메모리 장치(340)를 제어할 수 있다. 상기 전자 시스템(300)은 비디오 카드, 사운드 카드, 메모리 카드, USB 장치 등과 통신하거나, 다른 시스템과 통신할 수 있는 포트를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 전자 시스템(300)은 컴퓨터 시스템, 카메라 시스템, 스캐너, 차량용 네비게이션, 비디오 폰, 감시 시스템, 자동 포커스 시스템, 추적 시스템, 동작 감지 시스템, 이미지 안정화 시스템, 또는 이 외의 이미지 센서를 이용하는 시스템일 수 있다. 상기 입력 장치(310)는 이미지 센서(100)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 입력 장치(310)는 본 발명의 기술적 사상에 의한 실시예들에 따른 이미지 센서(10A, 10B) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상기 프로세서 장치(330)는 적어도 하나의 마이크로 프로세서, 디지털 신호 프로세서, 마이크로 컨트롤러, 그리고 이들과 유사한 기능을 수행할 수 있는 논리 소자들 중에서 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 상기 입력 장치(310)와 상기 출력 장치(320)는 데이터를 입출력 할 수 있는 적어도 하나의 장치를 포함할 수 있다.
- [0069] 도 6은 본 발명의 기술적 사상에 의한 이미지 센서들(10A, 10B) 중 하나를 포함하는 카메라 시스템(400)을 개략

적으로 설명하기 위한 블록 다이어그램이다. 도 6을 참조하면, 본 발명의 기술적 사상에 의한 카메라 시스템(400)은, 이미지 센싱부(410, image sensing part), 이미지 신호 처리부(420, image signal processing part), 및 이미지 표시부(430, image display part)를 포함할 수 있다. 상기 이미지 센싱부(410)는 컨트롤 레지스터 블록(411), 타이밍 제네레이터(412), 램프 제네레이터(413), 버퍼부(414), 액티브 픽셀 센서 어레이(415), 로우 드라이버(416), 상관 이중 샘플러(417, CDS, correlated double sampler), 비교부(418), 및 아날로그-디지털 변환부(419)를 포함할 수 있다. 상기 컨트롤 레지스터 블록(411)은 상기 이미지 센서(400)의 동작을 전체적으로 제어할 수 있다. 특히, 상기 타이밍 제네레이터(412), 상기 램프 제네레이터(413), 및 상기 버퍼부(414)에는 직접적으로 동작 신호를 전송할 수 있다. 상기 타이밍 제네레이터(412)는 상기 이미지 센싱부(410)의 여러 구성 요소들의 동작 타이밍의 기준이 되는 신호를 발생할 수 있다. 상기 타이밍 제네레이터(412)에서 발생된 동작 타이밍 기준 신호는 상기 로우 드라이버(416), 상기 상관 이중 샘플러(417), 상기 비교부(418), 및/또는 상기 아날로그-디지털 변환부(419) 등에 전달될 수 있다. 상기 램프 제네레이터(413)는 상기 상관 이중 샘플러(417) 및/또는 상기 비교기(418) 등에 사용되는 램프 신호를 생성, 전송할 수 있다. 상기 버퍼부(414)는 래치부를 포함할 수 있다. 상기 버퍼부(414)는 외부로 송신할 이미지 신호를 임시적으로 저장할 수 있다. 상기 액티브 픽셀 센서 어레이(415)는 외부 이미지를 센싱할 수 있다. 상기 액티브 픽셀 센서 어레이(415)는 다수 개의 액티브 픽셀 센서들을 포함하며, 상기 각 액티브 픽셀 센서들은 본 발명의 기술적 사상에 의한 이미지 센서들(10A, 10B) 중 하나 포함할 수 있다. 상기 로우 드라이버(416)는 상기 액티브 픽셀 센서 어레이(415)의 로우를 선택적으로 활성화시킬 수 있다. 상기 상관 이중 샘플러(417)는 상기 액티브 픽셀 센서 어레이(415)로부터 발생된 아날로그 신호를 샘플링하고 출력할 수 있다. 상기 비교부(418)는 상기 상관 이중 샘플러(417)에서 전송된 데이터와 그 아날로그 기준 전압들에 따라 피드백된 램프 시그널의 기울기 등을 비교하여 다양한 참조 신호를 발생할 수 있다. 상기 아날로그-디지털 변환부(419)는 아날로그 이미지 데이터를 디지털 이미지 데이터로 변환할 수 있다.

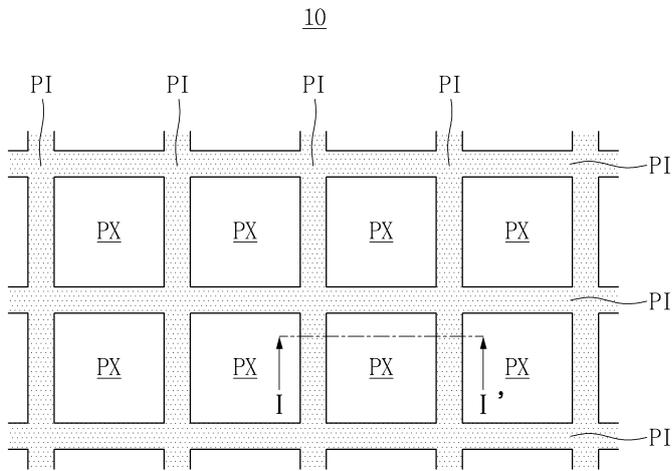
[0070] 이상, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예에는 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

**부호의 설명**

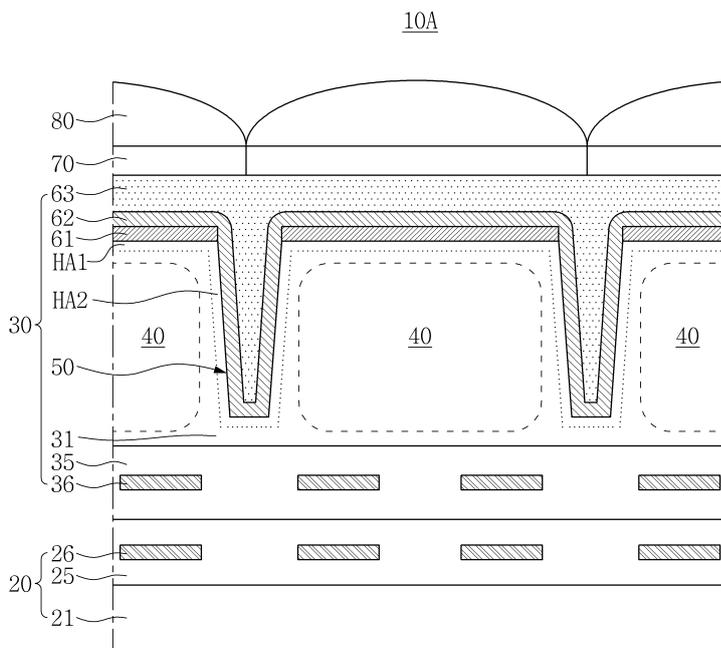
- [0071]
- 10, 10A, 10B: 이미지 센서
  - PX: 픽셀 영역
  - 20: 하부 소자
  - 25: 하부 층간 절연층
  - 30: 상부 소자
  - 35: 상부 층간 절연층
  - 40: 광전 변환부
  - 61: 제1 절연층
  - 63: 제3 절연층
  - 80: 마이크로 렌즈
  - AG: 에어 갭
  - HA2: 제2 정공 축적 영역
  - PI: 픽셀 분리 영역
  - 21: 하부 기관
  - 26: 하부 배선
  - 31: 상부 기관
  - 36: 상부 배선
  - 50: 픽셀 분리 트렌치
  - 62: 제2 절연층
  - 70: 컬러 필터
  - M: 트렌치 마스크
  - HA1: 제1 정공 축적 영역

도면

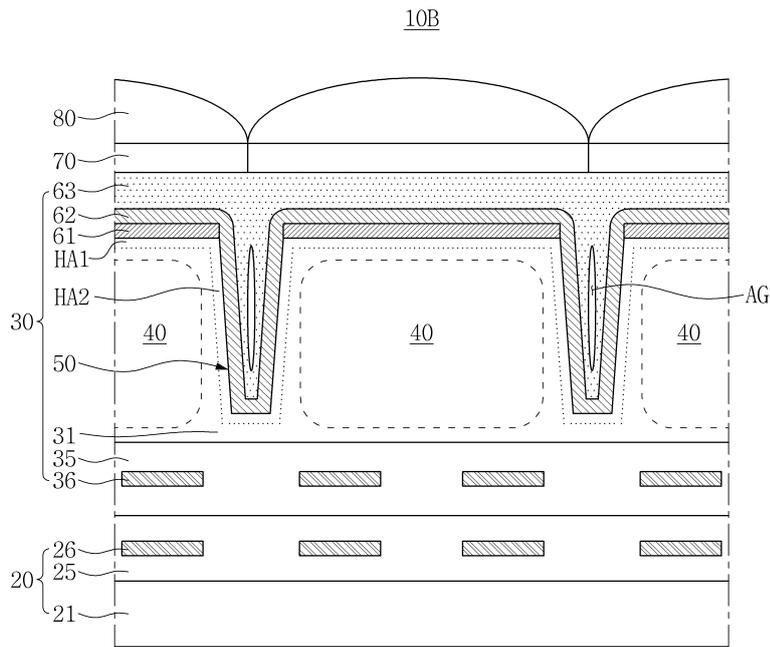
도면1



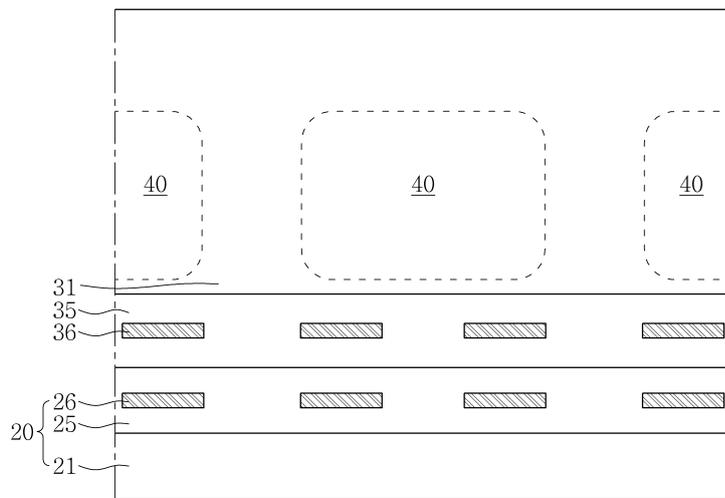
도면2a



도면2b

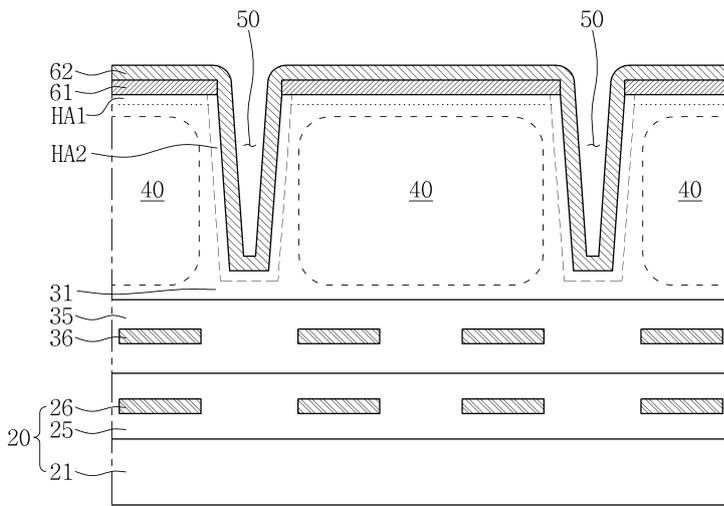


도면3a

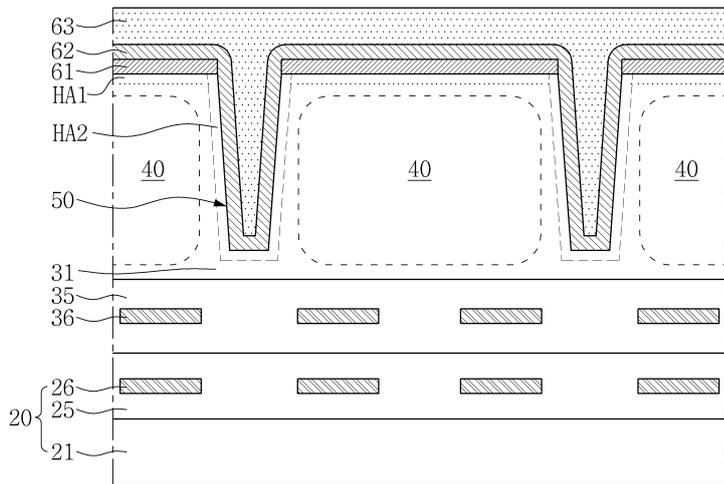




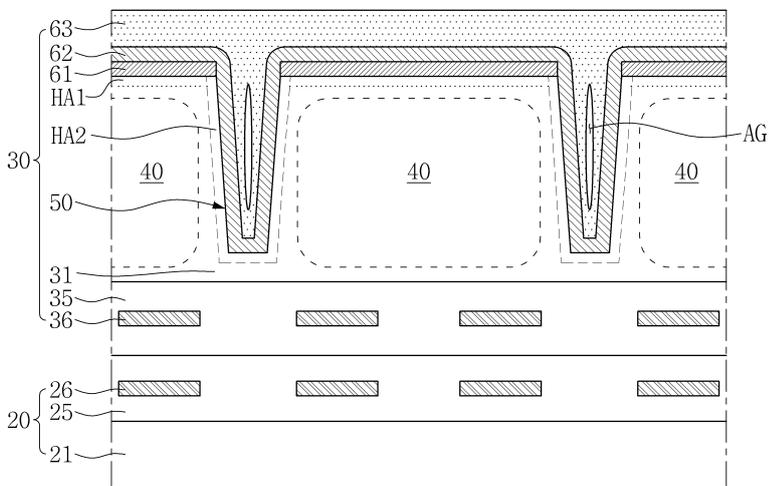
도면3e



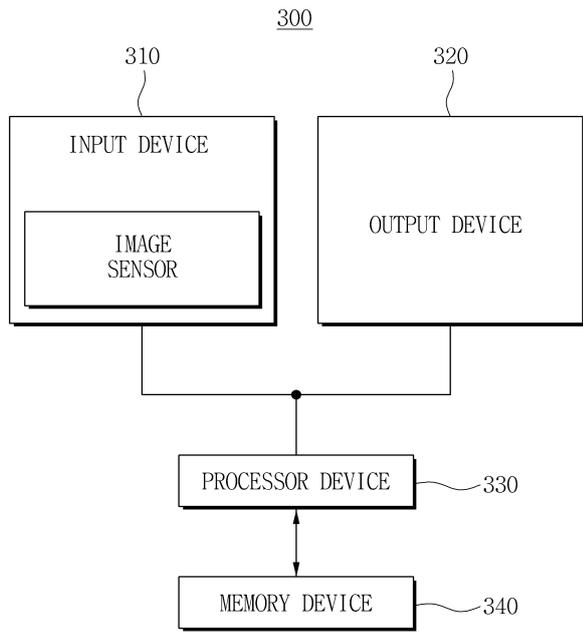
도면3f



도면4



도면5



도면6

