



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년09월09일  
(11) 등록번호 10-2704197  
(24) 등록일자 2024년09월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 27/146 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01L 27/14605 (2013.01)  
H01L 27/14609 (2023.08)  
(21) 출원번호 10-2019-0165596  
(22) 출원일자 2019년12월12일  
심사청구일자 2022년11월14일  
(65) 공개번호 10-2021-0074654  
(43) 공개일자 2021년06월22일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2019161171 A\*  
KR1020170040124 A\*  
JP2015153912 A  
KR1020190088457 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
에스케이하이닉스 주식회사  
경기도 이천시 부발읍 경충대로 2091  
(72) 발명자  
곽호영  
충청북도 청주시 흥덕구 2순환로 1106, 서청주과  
크자이 114-803  
(74) 대리인  
특허법인태평양

전체 청구항 수 : 총 13 항

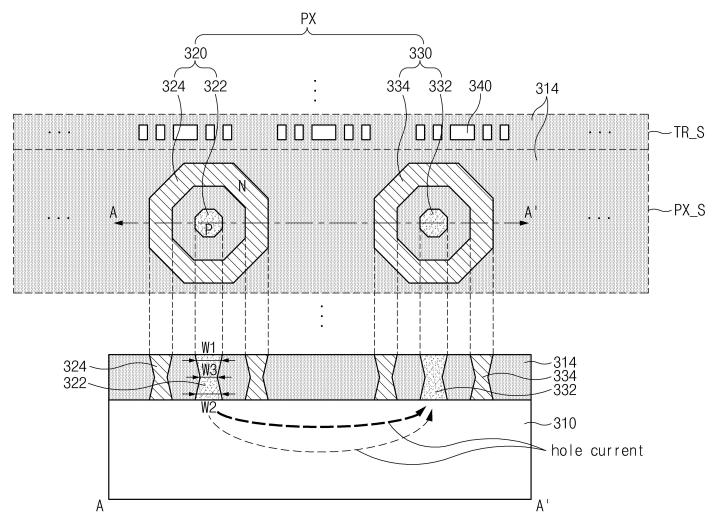
심사관 : 이현석

(54) 발명의 명칭 이미지 센싱 장치

(57) 요약

본 기술의 일 실시예에 따른 이미지 센싱 장치는 제 1 면 및 상기 제 1 면과 대향되는 제 2 면을 가지며, 상기 제 1 면으로 입사된 광에 응답하여 소수 캐리어들(minority carriers)을 생성하는 반도체 기판, 상기 제 2 면에 위치하며 상기 반도체 기판에 다수 캐리어 전류(majority carrier current)를 발생시켜 상기 소수 캐리어들의 이동을 제어하는 복수의 제어 영역 및 상기 제어 영역들과 이웃하게 상기 제 2 면 하부에 위치하며, 상기 다수 캐리어 전류에 의해 이동하는 상기 소수 캐리어들을 캡처하는 복수의 검출 영역들을 포함할 수 있다. 상기 복수의 제어 영역들은 각각 상부 영역, 하부 영역 및 상기 상부 영역과 상기 하부 영역 사이에 위치하는 중간 영역을 포함하며, 상기 중간 영역은 상기 상부 영역 및 상기 하부 영역 보다 수평 단면적이 작게 형성될 수 있다.

대표도 - 도2



**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

제 1 면 및 상기 제 1 면과 대향되는 제 2 면을 가지며, 상기 제 1 면으로 입사된 광에 응답하여 소수 캐리어들(minority carriers)을 생성하는 반도체 기관;

상기 제 2 면에 위치하며, 상기 반도체 기관에 다수 캐리어 전류(majority carrier current)를 발생시켜 상기 소수 캐리어들의 이동을 제어하는 복수의 제어 영역들; 및

상기 제어 영역들과 이웃하게 상기 제 2 면에 위치하며, 상기 다수 캐리어 전류에 의해 이동하는 상기 소수 캐리어들을 캡처하는 복수의 검출 영역들을 포함하며,

상기 복수의 제어 영역들은 각각 상부 영역, 하부 영역 및 상기 상부 영역과 상기 하부 영역 사이에 위치하는 중간 영역을 포함하며,

상기 중간 영역은 상기 상부 영역 및 상기 하부 영역 보다 수평 단면적이 작게 형성되는 이미지 센싱 장치.

**청구항 2**

청구항 1에 있어서, 상기 중간 영역은

상기 하부 영역보다 폭이 1/2배가 되는 크기로 형성되는 것을 특징으로 하는 이미지 센싱 장치.

**청구항 3**

청구항 1에 있어서, 상기 복수의 검출 영역들은

상기 제어 영역들과 동일한 수직 단면 구조로 형성되는 것을 특징으로 하는 이미지 센싱 장치.

**청구항 4**

청구항 1에 있어서, 상기 복수의 검출 영역들은

내측면과 외측면의 수직 단면이 서로 다른 비대칭 수직 단면 구조로 형성되는 것을 특징으로 하는 이미지 센싱 장치.

**청구항 5**

청구항 1에 있어서, 상기 복수의 제어 영역들은

제 1 타입의 불순물들을 포함하며, 일정 거리 이격되는 제 1 제어 영역 및 제 2 제어 영역을 포함하는 것을 특징으로 하는 이미지 센싱 장치.

**청구항 6**

청구항 5에 있어서, 상기 복수의 검출 영역들은

상기 제 1 타입의 불순물과 특성이 반대되는 제 2 타입의 불순물들을 포함하며, 상기 제 1 제어 영역 및 상기 제 2 제어 영역을 각각 둘러싸는 제 1 검출 영역 및 제 2 검출 영역을 포함하는 것을 특징으로 하는 이미지 센싱 장치.

**청구항 7**

청구항 1에 있어서, 상기 제어 영역들과 상기 검출 영역들은

소자분리막에 의해 분리되는 것을 특징으로 하는 이미지 센싱 장치.

**청구항 8**

반도체 기판에 입사된 광을 광전변환하여 소수 캐리어들(minority carriers)을 생성 및 검출하는 복수의 유닛 픽셀들이 제 1 방향 및 상기 제 1 방향과 교차되는 제 2 방향으로 연속적으로 배열되는 픽셀 어레이를 포함하며,

상기 유닛 픽셀들은

상기 반도체 기판에 다수 캐리어 전류(majority carrier current)를 발생시켜 상기 소수 캐리어들의 이동을 제어하는 제 1 제어 영역과 제 2 제어 영역; 및

상기 다수 캐리어 전류에 의해 상기 반도체 기판 내에서 이동하는 상기 소수 캐리어들을 캡처하는 제 1 검출 영역과 제 2 검출 영역을 포함하며,

상기 제 1 및 제 2 제어 영역들 각각에서,

상부 영역과 하부 영역은 동일한 수평 단면적을 가지며 상기 상부 영역과 상기 하부 영역 사이에 위치하는 중간 영역은 상기 상부 영역 및 상기 하부 영역과 다른 크기의 수평 단면적을 갖는 이미지 센싱 장치.

### 청구항 9

청구항 8에 있어서, 상기 중간 영역은

상기 상부 영역과 상기 하부 영역보다 폭이 1/2배가 되는 크기로 형성되는 것을 특징으로 하는 이미지 센싱 장치.

### 청구항 10

청구항 8에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 검출 영역들은

상기 제 1 및 제 2 제어 영역들과 동일한 수직 단면 구조로 형성되는 것을 특징으로 하는 이미지 센싱 장치.

### 청구항 11

청구항 8에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 검출 영역들은

내측면과 외측면의 수직 단면이 서로 다른 비대칭 수직 단면 구조로 형성되는 것을 특징으로 하는 이미지 센싱 장치.

### 청구항 12

청구항 8에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 제어 영역들은

제 1 타입의 불순물들을 포함하며, 서로 일정 거리 이격되게 배치되는 것을 특징으로 하는 이미지 센싱 장치.

### 청구항 13

청구항 12에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 검출 영역들은

상기 제 1 타입의 불순물과 특성이 반대되는 제 2 타입의 불순물들을 포함하며, 상기 제 1 제어 영역과 상기 제 2 제어 영역을 각각 둘러싸도록 형성되는 것을 특징으로 하는 이미지 센싱 장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 이미지 센싱 장치에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 이미지 센서(image sensor)는 광학 영상을 전기 신호로 변환시키는 장치이다. 최근 들어, 컴퓨터 산업과 통신 산업의 발달에 따라, 디지털 카메라, 캠코더, PCS(personal communication system), 게임 기기, 경비용 카메라, 의료용 마이크로 카메라, 또는 로봇 등의 다양한 분야에서 이미지 센서의 수요가 증가하고 있다.

[0003] 이미지 센서를 이용해 3차원 영상을 얻기 위해서는, 색상(color)에 관한 정보뿐만 아니라 대상 물체(target

object)와 이미지 센서 사이의 거리(또는 깊이)에 관한 정보가 필요하다.

- [0004] 대상 물체와 이미지 센서 사이의 상기 거리에 관한 정보를 얻는 방법은 크게 패시브(passive) 방식과 액티브(active) 방식으로 나눌 수 있다.
- [0005] 패시브 방식은 대상 물체로 빛을 조사하지 않고, 대상 물체의 영상 정보만을 이용하여 대상 물체와 이미지 센서 사이의 거리를 계산하는 방식이다. 이러한, 패시브 방식은 스테레오 카메라(stereo camera)에 적용될 수 있다.
- [0006] 액티브 방식으로는 삼각 측량(triangulation) 방식과 TOF(time-of-flight) 방식 등이 있다. 삼각 측량(triangulation) 방식은 이미지 센서로부터 일정 거리에 있는 광원, 예컨대 레이저(laser)에 의해 조사되고 대상 물체로부터 반사된 빛을 감지하고, 감지 결과를 이용하여 대상 물체와 이미지 센서 간의 거리를 계산하는 방식이다. TOF 방식은 대상 물체로 빛을 조사한 후 빛이 대상 물체로부터 반사되어 돌아올 때까지의 시간을 측정하여 대상 물체와 이미지 센서 사이의 거리를 계산하는 방식이다.
- [0007] 이미지 센서에는 CMOS(complementary metal-oxide semiconductor) 이미지 센서와 CCD(charge-coupled device) 센서가 있다. CMOS 이미지 센서는 CCD 이미지 센서보다 전력 소모가 적고, 제조 단가가 낮고, 크기가 작아서 스마트폰 또는 디지털 카메라와 같은 모바일 기기에 널리 사용되고 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0008] 본 발명의 실시예는 기판 내에서의 정공(hole)의 이동도(mobility)를 향상시켜 센싱 속도를 향상시킬 수 있는 이미지 센싱 장치를 제공하고자 한다.
- [0009] 본 발명의 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재들로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0010] 본 기술의 일 실시예에 따른 이미지 센싱 장치는 제 1 면 및 상기 제 1 면과 대향되는 제 2 면을 가지며, 상기 제 1 면으로 입사된 광에 응답하여 소수 캐리어들(minority carriers)을 생성하는 반도체 기판, 상기 제 2 면에 위치하며 상기 반도체 기판에 다수 캐리어 전류(majority carrier current)를 발생시켜 상기 소수 캐리어들의 이동을 제어하는 복수의 제어 영역들 및 상기 제어 영역들과 이웃하게 상기 제 2 면에 위치하며, 상기 다수 캐리어 전류에 의해 이동하는 상기 소수 캐리어들을 캡처하는 복수의 검출 영역들을 포함할 수 있다. 상기 복수의 제어 영역들은 각각 상부 영역, 하부 영역 및 상기 상부 영역과 상기 하부 영역 사이에 위치하는 중간 영역을 포함하며, 상기 중간 영역은 상기 상부 영역 및 상기 하부 영역 보다 수평 단면적이 작게 형성될 수 있다.
- [0011] 본 기술의 다른 실시예에 따른 이미지 센싱 장치는 반도체 기판에 입사된 광을 광전변환하여 소수 캐리어들(minority carriers)을 생성 및 검출하는 복수의 유닛 픽셀들이 제 1 방향 및 상기 제 1 방향과 교차되는 제 2 방향으로 연속적으로 배열되는 픽셀 어레이를 포함하며, 상기 유닛 픽셀들은 상기 반도체 기판에 다수 캐리어 전류(majority carrier current)를 발생시켜 상기 소수 캐리어들의 이동을 제어하는 제 1 제어 영역과 제 2 제어 영역; 및 상기 다수 캐리어 전류에 의해 상기 반도체 기판 내에서 이동하는 상기 소수 캐리어들을 캡처하는 제 1 검출 영역과 제 2 검출 영역을 포함할 수 있다. 상기 제 1 및 제 2 제어 영역들 각각에서, 상부 영역과 하부 영역은 동일한 수평 단면적을 가지며 상기 상부 영역과 상기 하부 영역 사이에 위치하는 중간 영역은 상기 상부 영역 및 상기 하부 영역과 다른 크기의 수평 단면적을 가질 수 있다.

**발명의 효과**

- [0012] 본 발명의 실시예는 CAPD(Current-Assisted Photonic Demodulator) 타입의 픽셀 구조에서 정공의 이동도를 향상시킴으로써 센싱 장치의 광효율을 향상시킬 수 있다.
- [0013] 또한, 본 발명의 실시예는 정공의 이동도를 향상시킴으로써 센싱 장치의 센싱 속도를 향상시킬 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예들에 따른 이미지 센싱 장치의 구성을 개략적으로 도시한 구성도.
- 도 2는 도 1의 픽셀 어레이에 포함된 유닛 픽셀의 평면 모습 및 단면 모습을 예시적으로 보여주는 도면.

도 3a 내지 도 3d는 도 2에서의 제어 영역 및 검출 영역을 형성하는 방법을 설명하기 위한 공정 단면도들.

도 4는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 제어 영역 및 검출 영역의 단면 모습을 보여주는 도면.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0015] 이하, 본 발명의 일부 실시 예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명의 실시 예를 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 실시 예에 대한 이해를 방해한다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예들에 따른 이미지 센싱 장치의 구성을 개략적으로 도시한 구성도이다.
- [0017] 도 1을 참조하면, 이미지 센싱 장치는 TOF(time of flight) 원리를 이용하여 거리를 측정할 수 있다. 이러한 이미지 센싱 장치는 광원(100), 렌즈 모듈(200), 픽셀 어레이(300) 및 제어회로(400)를 포함할 수 있다.
- [0018] 광원(100)은 제어회로(400)로부터의 클락 신호(MLS)에 응답하여 대상 물체(1)에 광을 조사한다. 광원(100)은 적외선 또는 가시광을 발광하는 레이저 다이오드(LD; Laser Diode)나 발광 다이오드(LED; Light Emitting Diode), 근적외선 레이저(NIR; Near Infrared Laser), 포인트 광원, 백색 램프 및 모노크로메이터(monochromator)가 조합된 단색(monochromatic) 조명원, 또는 다른 레이저 광원의 조합일 수 있다. 예를 들어, 광원(100)은 800nm 내지 1000nm의 파장을 가지는 적외선을 발광할 수 있다. 도 1에서는 설명의 편의를 위해 하나의 광원(100)만을 도시하였으나, 복수의 광원들이 렌즈 모듈(200)의 주변에 배열될 수도 있다.
- [0019] 렌즈 모듈(200)은 대상 물체(1)로부터 반사된 광을 수집하여 픽셀 어레이(300)의 픽셀들(PX)에 집중 시킨다. 렌즈 모듈(200)은 유리 또는 플라스틱 표면의 집중 렌즈 또는 다른 원통형 광학 원소를 포함할 수 있다. 렌즈 모듈(200)은 볼록한 구조를 가지는 집중 렌즈를 포함할 수 있다.
- [0020] 픽셀 어레이(300)는 2차원 구조로 연속적으로 배열된{예를 들어, 컬럼(column) 방향 및 로우(row) 방향으로 연속적으로 배열된} 복수의 유닛 픽셀들(PX)을 포함한다. 유닛 픽셀들(PX)은 반도체 기판에 형성될 수 있으며, 각 유닛 픽셀(PX)은 렌즈 모듈(200)을 통해 수신된 광을 그에 대응하는 전기 신호로 변환하여 픽셀 신호를 출력할 수 있다. 이때, 픽셀 신호는 대상 물체(1)에 대한 색상을 나타내는 신호가 아닌 대상 물체(1)와의 거리를 나타내는 신호일 수 있다. 각 유닛 픽셀(PX)은 입사된 광에 의해 기판 내에서 생성된 신호 캐리어들(signal carriers)(예컨대, 전자)들을 전계의 포텐셜 차이를 이용하여 검출하는 CAPD(Current-Assisted Photonic Demodulator) 타입의 픽셀일 수 있다. 예를 들어, 각 유닛 픽셀(PX)은 입사광에 의해 생성된 소수 캐리어들(minority carriers)(예컨대, 전자들)을 검출하기 위한 검출 영역, 전자들을 검출 영역으로 유도하기 위한 다수 캐리어 전류(majority carrier current)(예컨대, 정공 전류(hole current))를 기판 내에 형성하는 제어 영역을 포함할 수 있다. 이때, 제어 영역은 다수 캐리어들(예컨대, 정공(hole))의 이동 능력(mobility of the majority carriers)을 향상시키기 위해 단면 구조가 항아리 형태 또는 호리병 형태로 형성될 수 있다.
- [0021] 제어 회로(400)는 광원(100)을 제어하여 대상 물체(1)에 광을 조사하고, 픽셀 어레이(300)의 유닛 픽셀들(PX)을 구동시켜 대상 물체(1)로부터 반사된 광에 대응되는 픽셀 신호들을 처리하여 대상 물체(1)의 표면에 대한 거리를 측정한다.
- [0022] 이러한 제어 회로(400)는 로우 디코더(410), 광원 드라이버(420), 타이밍 컨트롤러(430), 포토게이트 컨트롤러(440) 및 로직 회로(450)를 포함할 수 있다.
- [0023] 로우 디코더(row decoder; 410)는 타이밍 컨트롤러(timing controller; 430)로부터 출력된 타이밍 신호에 응답하여 픽셀 어레이(300)의 유닛 픽셀들(PX)을 구동시킬 수 있다. 예를 들어, 로우 디코더(410)는 복수의 로우라인들(row lines) 중에서 적어도 어느 하나의 로우라인(row line)을 선택할 수 있는 제어 신호를 생성할 수 있다. 이러한 제어 신호는 선택 트랜지스터를 제어하는 선택 신호 및 전송 게이트의 동작을 제어하기 위한 전송 신호를 포함할 수 있다.
- [0024] 광원 드라이버(light source driver; 420)는 타이밍 컨트롤러(430)의 제어에 따라 광원(100)을 구동시킬 수 있는 클락 신호(MLS)를 생성할 수 있다. 광원 드라이버(42)는 클락 신호(MLS) 또는 클락 신호(MLS)에 대한 정보를 포토 게이트 컨트롤러(28)로 공급할 수 있다.
- [0025] 타이밍 컨트롤러(430)는 로우 디코더(410), 광원 드라이버(420), 포토게이트 컨트롤러(440) 및 로직 회로(450)

의 동작을 제어하기 위한 타이밍 신호를 생성할 수 있다.

- [0026] 포토게이트 컨트롤러(photogate controller; 440)는 타이밍 컨트롤러(430)의 제어에 따라 포토 게이트 컨트롤 신호들을 생성하여 이들을 픽셀 어레이(300)로 공급할 수 있다. 도 1에서는 설명의 편의를 위하여 포토게이트 컨트롤러(28)에 대해서만 설명하나, 제어 회로(400)는 타이밍 컨트롤러(430)의 제어에 따라 복수의 포토다이오드 컨트롤 신호들을 생성하여 이들을 픽셀 어레이(40)로 공급하는 포토다이오드 컨트롤러를 포함할 수 있다.
- [0027] 로직 회로(logic circuit; 450)는 타이밍 컨트롤러(430)의 제어에 따라 픽셀 어레이(300)로부터의 픽셀 신호들을 처리하여 대상 물체(1)와의 거리를 계산할 수 있다. 로직 회로(450)는 픽셀 어레이(100)로부터 출력된 픽셀 신호들에 대해 상관 이중 샘플링(correlated double sampling)을 수행하기 위한 상관 이중 샘플러(CDS: correlated double sampler)를 포함할 수 있다. 또한, 로직 회로(450)는 상관 이중 샘플러로부터의 출력 신호들을 디지털 신호들로 변환하기 위한 아날로그-디지털 컨버터를 포함할 수 있다.
- [0028] 도 2는 도 1의 픽셀 어레이에 포함된 유닛 픽셀의 평면 모습 및 단면 모습을 예시적으로 보여주는 도면이다.
- [0029] 도 2를 참조하면, 픽셀 어레이(300)는 제 1 방향 및 제 1 방향과 교차되는 제 2 방향으로 연속적으로 배열되는 복수의 유닛 픽셀(PX')들을 포함할 수 있다.
- [0030] 예를 들어, 픽셀 어레이(300)는 서브 픽셀 어레이들(PX\_S) 및 픽셀 트랜지스터 어레이들(TR\_S)을 포함할 수 있다.
- [0031] 서브 픽셀 어레이들(PX\_S) 각각은 제 1 방향을 따라 배열되는 복수의 유닛 픽셀(PX)들을 포함할 수 있다. 각 유닛 픽셀(PX)은 기판(310)에서 이웃하게 배치되는 한 쌍의 신호 검출부들(320, 330)을 포함할 수 있다.
- [0032] 기판(310)은 반도체 기판, 예를 들어 P형 반도체 기판을 포함할 수 있다. 기판(310)은 광이 입사되는 제 1 면 및 제 1 면과 대향되는 제 2 면을 포함할 수 있다. 신호 검출부들(320, 330)은 기판(310)의 제 2 면에 형성될 수 있다.
- [0033] 각 신호 검출부(320, 330)는 제어 영역들(Control Regions)(322, 332) 및 검출 영역들(Detection Regions)(324, 334)을 포함할 수 있다.
- [0034] 제어 영역들(322, 332)은 P형 불순물 영역을 포함할 수 있다. 제어 영역들(322, 332)은 p+ 확산 영역 및 p-웰을 포함할 수 있다. 제어 영역들(322, 332)은 도전라인들을 통해 로우 디코더(410)와 연결되어, 로우 디코더(410)로부터 복조제어신호를 인가받을 수 있다. 예를 들어, 제어 영역들(322, 332)에는 각각 복조제어신호로서 서로 다른 레벨의 제어전압이 인가될 수 있다. 이러한 제어 영역들(322, 332) 간의 전위차에 의해 기판(310) 내에는 다수 캐리어들(정공들)의 이동(다수 캐리어 전류)이 발생할 수 있으며, 입사광에 의해 기판(310) 내에서 생성된 소수 캐리어들(예컨대, 전자들)은 이러한 다수 캐리어 전류(정공 전류)에 의해 이동이 제어될 수 있다.
- [0035] 검출 영역들(324, 334)은 N형 불순물 영역을 포함할 수 있다. 검출 영역들(324, 334)은 n+ 확산 영역 및 n-웰을 포함할 수 있다. 각 신호 검출부(320, 330)에서, 검출 영역들(324, 334) 각각은 해당 제어 영역(322, 332)을 링 형태로 둘러싸도록 형성될 수 있다. 도 2에서는 검출 영역들(324, 334)이 팔각형의 링 형태로 형성되는 경우가 예시적으로 도시되었으나, 이에 한정되지 않고 원형 또는 임의의 다각형 형태로 형성될 수 있다. 또한, 검출 영역들(324, 334) 각각은 해당 제어 영역(322, 332)을 링 형태로 완전히 둘러싸는 형태가 아니라 적어도 일부 영역이 분리된 형태로 형성될 수 있다.
- [0036] 검출 영역들(324, 334)은 기판(310)에 입사된 광에 의해 생성된 소수 캐리어들(전자들)이 다수 캐리어 전류에 의해 이동할 때 그 소수 캐리어들을 캡처(capture)할 수 있다. 검출 영역들(324, 334)에는 동일한 레벨의 전압이 인가되되, 제어 영역(322)에 인가되는 전압보다는 높고 제어 영역(332)에 인가되는 전압보다는 낮은 레벨의 전압이 인가될 수 있다.
- [0037] 제어 영역들(322, 332) 및 검출 영역들(324, 334)이 형성된 액티브 영역은 소자분리막(314)에 의해 정의될 수 있다. 제어 영역들(322, 332)이 형성되는 액티브 영역과 검출 영역들(324, 334)이 형성되는 액티브 영역은 소자분리막(314)에 의해 아이솔레이션될 수 있다. 제어 영역들(322, 332) 및 검출 영역들(324, 334)은 소자분리막(314)에 의해 아이솔레이션된 액티브 영역들에 P형 불순물 또는 N형 불순물이 주입되어 형성될 수 있다. 소자분리막(314)은 기판(310)의 제 2 면이 일정 깊이로 식각된 트렌치에 절연물질이 매립된 STI(Swallow Trench Isolation) 형태로 형성될 수 있다. 이러한 소자분리막(314)은 산화막을 포함할 수 있다.
- [0038] 본 실시예에서 제어 영역들(322, 332)의 수직 단면 구조는 상부면을 포함하는 상부 영역(upper portion), 하부

면을 포함하는 하부 영역(lower portion) 및 상부 영역과 하부 영역 사이에 위치하는 중간 영역을 포함할 수 있다. 이때, 상부 영역(upper portion)의 폭(W1)과 하부 영역(lower portion)의 폭(W2)은 실질적으로 동일하게 형성되며, 중간 영역(middle portion)의 폭(W3)은 상부 영역과 하부 영역들의 폭(W1, W2)보다 작게 형성될 수 있다. 예를 들어, 각 제어 영역(322, 332)은 상부 영역과 하부 영역의 수평 단면적은 실질적으로 동일하면서 중간 영역의 수평 단면적이 상부 영역과 하부 영역의 수평 단면적 보다 작은 모래시계(hourglass) 형태로 형성될 수 있다. 중간 영역의 폭(W3)은 상부 영역과 하부 영역들의 폭(W1, W2)의 약 1/2배 정도의 크기로 형성될 수 있다( $W3 \approx 1/2 \times W1$ ,  $W3 \approx 1/2 \times W2$ ).

- [0039] 검출 영역들(324, 334)의 수직 단면의 구조도, 도 2에서와 같이, 제어 영역들(322, 332)의 수직 단면 구조와 동일한 형태로 형성될 수 있다.
- [0040] 픽셀 트랜지스터 어레이(TR\_S)는 제 2 방향을 따라 서브 픽셀 어레이(PX\_S)와 인접하게 위치할 수 있다. 픽셀 트랜지스터 어레이(TR\_S)는 제 1 방향을 따라 배열되는 복수의 픽셀 트랜지스터들(340)을 포함할 수 있다. 픽셀 트랜지스터 어레이(TR\_S)의 픽셀 트랜지스터들(340)은 이웃한 서브 픽셀 어레이(PX\_S)의 유닛 픽셀(PX)들로부터 픽셀 신호를 리드아웃(read out)하여 컬럼 라인에 출력할 수 있다. 예를 들어, 픽셀 트랜지스터들(340)은 검출 영역(324, 334)에 캡처된 소스 캐리어들(전자들)에 대응되는 픽셀 신호를 리드아웃(read out)할 수 있다.
- [0041] 픽셀 트랜지스터들(340)은 제 1 방향을 따라 배열되는 전송(transfer) 트랜지스터, 리셋(reset) 트랜지스터, 소스 팔로워(source follower) 트랜지스터 및 선택(selection) 트랜지스터를 포함할 수 있다. 픽셀 트랜지스터들(340)은 소자분리막(314)에 의해 정의되는 액티브 영역에 형성될 수 있다.
- [0042] 전송 트랜지스터는 검출 영역(324, 334)과 연결되며, 전송제어신호에 따라 검출 영역(324, 334)에 캡처된 신호 캐리어를 플로팅 디퓨전 영역으로 전송할 수 있다. 리셋 트랜지스터는 리셋신호에 따라 플로팅 디퓨전을 리셋시킬 수 있다. 소스 팔로워(source follower) 트랜지스터는 플로팅 디퓨전 영역의 전위 크기에 대응되는 픽셀 신호를 생성할 수 있다. 선택 트랜지스터는 선택신호에 따라 소스 팔로워 트랜지스터에서 출력되는 픽셀 신호를 컬럼 라인으로 출력할 수 있다. 검출 영역(324, 334) 각각에서 캡처된 신호 캐리어에 대응되는 픽셀 신호들은 각각 서로 다른 컬럼 라인을 통해 출력될 수 있다. 전송제어신호, 리셋신호 및 선택신호는 로우 디코더(410)로부터 제공받을 수 있다.
- [0043] 기관(310)의 제 1 면 상부에는 입사광을 기관(310)에 집광시키기 위한 렌즈층(미도시)이 형성될 수 있다. 렌즈층은 각 유닛 픽셀(PX)별로 형성된 복수의 마이크로렌즈들을 포함할 수 있다.
- [0044] 기관(310)의 제 2 면 상부에는 도전라인들이 형성될 수 있다. 도전라인들은 알루미늄(Al), 구리(Cu) 및 텅스텐(W) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 도전라인들은 제어 영역들(322, 332), 검출 영역들(324, 334) 또는 픽셀 트랜지스터들(340)과 연결될 수 있다.
- [0045] 도 2의 구조를 갖는 유닛 픽셀에서 입사광에 의해 생성된 전자들이 검출되는 동작을 설명하면 다음과 같다.
- [0046] 예를 들어, 제 1 제어 영역(322)에는 1V의 제 1 제어전압이 인가되고, 제 2 제어 영역(332)에는 0V의 제 2 제어전압이 인가되고, 제 1 검출 영역(324) 및 제 2 검출 영역(334)에는 2V의 검출전압이 인가될 수 있다.
- [0047] 이러한 제 1 제어전압과 제 2 제어전압의 전위차에 의해 기관(310) 내에는 제 1 제어 영역(322)에서 제 2 제어 영역(332)으로 향하는 전기장이 형성될 수 있다. 기관(310) 내에 있는 다수 캐리어들(majority carriers)인 정공들(holes)은 이러한 전기장에 의해 이동하게 됨으로써 제 1 제어 영역(322)에서 제 2 제어 영역(332) 쪽으로 향하는 정공 전류(hole current)가 형성될 수 있다.
- [0048] 입사광에 의해 기관(310) 내에 생성된 전자들은 이러한 정공 전류에 의해 제 1 제어 영역(322) 쪽으로 이동될 수 있다.
- [0049] 이때, 제어 영역들(322, 332)의 수직 단면 구조가 도 2에서와 같이 모래시계 형태로 형성되면, 제어 영역들(322, 332)에서의 전속밀도(electric flux density)의 변화에 의해 기관(310)의 상부 영역에서의 정공의 이동도를 향상시킬 수 있다.
- [0050] 예컨대, 제 1 제어 영역(322)에서, 중간 영역은 폭이 좁아 전속밀도가 높고 상부 영역과 하부 영역은 중간 영역에 비해 폭이 넓어 상대적으로 전속밀도가 낮게 된다. 따라서, 제 1 제어 영역(322)을 통과하는 전기력선들(lines of electric force)은 전속밀도가 높은 중간 영역을 거쳐 전속밀도가 낮은 하부 영역을 지나게 된다.
- [0051] 이처럼, 전기력선들이 전속밀도가 높은 영역에서 갑자기 전속밀도가 낮은 영역을 지나게 되면, 그 전기력선들에

의한 전기장은 기관(310)의 상부 영역에 집중될 수 있다. 예를 들어, 전기력선들이 제 1 제어 영역(322)의 중간 영역에 집중 되었다가 하부 영역에서 넓게 퍼지면서 진행하게 따라, 그 전기력선들에 의한 전기장은 기관(310)의 상부 영역에 보다 많은 영향을 줄 수 있다. 이에 따라, 도 2에서 굵은 점선 화살표로 표시된 바와 같이, 정공 전류가 기관(310)의 상부 영역에 집중될 수 있다.

- [0052] 이러한 경우, 정공 전류의 경로가 짧아져 전자들이 보다 빠르게 제 2 제어 영역(332) 쪽으로 이동할 수 있게 된다. 즉, 전자들의 이동 속도를 증가시켜 센서의 센싱 속도를 향상시킬 수 있도록 정공의 이동도(이동 능력)가 향상될 수 있다.
- [0053] 도 3a 내지 도 3d는 도 2에서의 제어 영역 및 검출 영역을 형성하는 방법을 설명하기 위한 공정 단면도들이다.
- [0054] 도 3a를 참조하면, 반도체 기관(310) 상부에 제어 영역들(322, 332) 및 검출 영역들(324, 334)을 정의하는 마스크 패턴(350)을 형성한다.
- [0055] 이때, 마스크 패턴(350)은 포토레지스트 패턴을 포함할 수 있다.
- [0056] 도 3b를 참조하면, 마스크 패턴(350)을 식각 마스크로 사용하여 기관(310)을 일정 깊이 식각하여 소자분리용 트렌치(352)를 형성한다.
- [0057] 이때, 트렌치(352)의 깊이는 형성하고자 하는 제어 영역들 및 검출 영역들의 높이의 1/2 정도가 되도록 한다. 즉, 도 2에서의 제어 영역들(322, 332) 및 검출 영역들(324, 334)의 높이의 1/2 정도의 깊이로 소자분리용 트렌치(352)를 형성한다.
- [0058] 도 3c를 참조하면, 트렌치(352)가 형성된 기관을 수산화칼륨(KOH) 용액 또는 수산화 테트라메틸암모늄(TMAH: Tetramethylammonium Hydroxide) 용액 내에 투입한다.
- [0059] 기관이 KOH 또는 TMAH 용액 내에 투입되면, 트렌치(352)의 내부면이 KOH 또는 TMAH 용액에 의해 식각된다. 이때, 웨이퍼의 결정 방향에 따른 식각 속도 차이로 인해, 트렌치(352)가 마름모 형태로 식각된다. 즉, 제어 영역들 및 검출 영역들이 형성될 액티브 영역들(356, 358)을 정의하는 마름모 형태의 트렌치(354)가 형성된다.
- [0060] 도 3d를 참조하면, 트렌치(354)가 매립되도록 절연물질을 형성하여 소자분리막(314)을 형성하고, 액티브 영역들(356, 358)에 불순물을 주입한다.
- [0061] 예를 들어, 액티브 영역(356)에는 P 타입의 불순물이 주입되어 제어 영역들(322, 332)이 형성되고, 액티브 영역(358)에는 N 타입의 불순물이 주입되어 검출 영역들(324, 334)이 형성될 수 있다.
- [0062] 도 4는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 제어 영역 및 검출 영역의 단면 모습을 보여주는 도면이다.
- [0063] 도 4를 참조하면, 신호 검출부들(320, 330)에서 제어 영역들(322, 332)의 수직 단면은 상술한 도 3에서와 같이 모래시계 형태로 형성되는 반면에, 검출 영역들(324', 334')의 수직 단면은 모래시계 형태로 형성되지 않을 수도 있다.
- [0064] 즉, 정공 전류를 생성하는 것은 제어 영역들이므로 제어 영역들은 모래시계 형태로 형성되어야 하지만, 검출 영역은 수직 단면이 굳이 모래시계 형태로 형성될 필요가 없다.
- [0065] 이러한 검출 영역들(324', 334')은 내측면과 외측면의 수직 단면 구조가 서로 다르게 형성되는 비대칭 수직 단면 구조로 형성될 수 있다. 이때, 내측면은 제어 영역과 인접한 측면을 의미하며, 외측면은 내측면보다 제어 영역과 상대적으로 멀리 떨어져 있는 측면을 의미할 수 있다.
- [0066] 예를 들어, 검출 영역들(324', 334')의 내측면은 제어 영역들(322, 332)의 측면과 같이 중간 영역이 오목한 형태로 형성될 수 있으며, 검출 영역들(324', 334')의 외측면은 아래로 내려갈수록 점점 바깥쪽 방향(제어영역으로부터 멀어지는 방향)으로 향하는 사선 형태로 형성될 수 있다.
- [0067] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다.
- [0068] 따라서, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에



포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

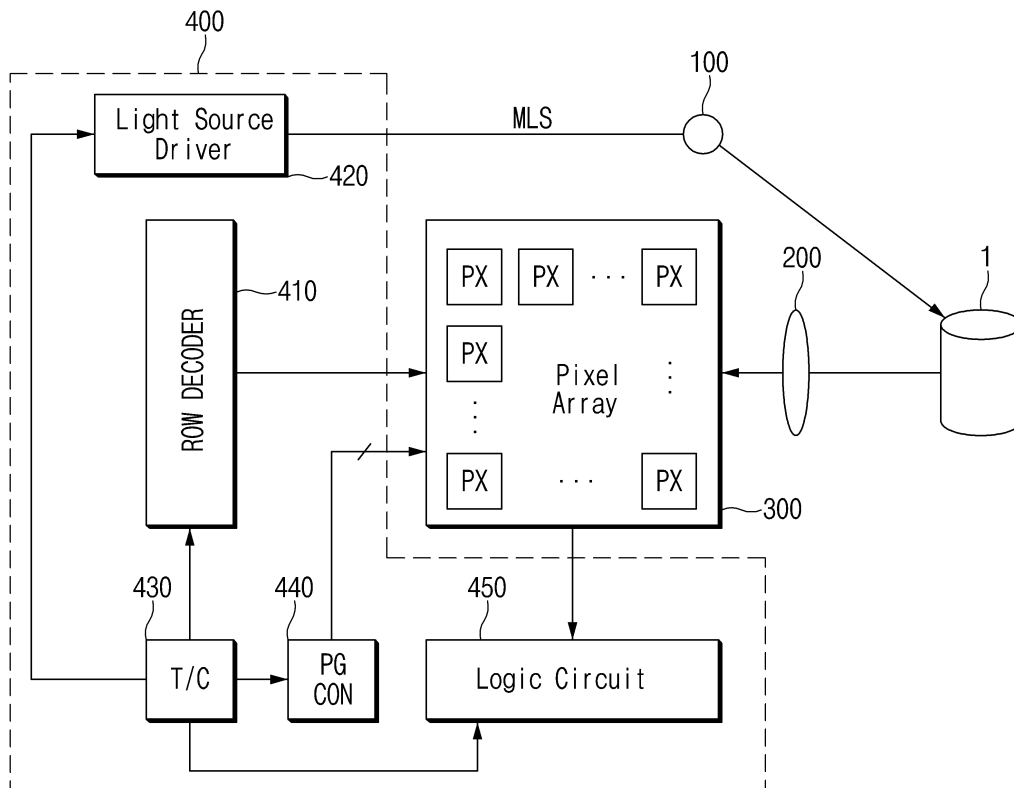
**부호의 설명**

[0069]

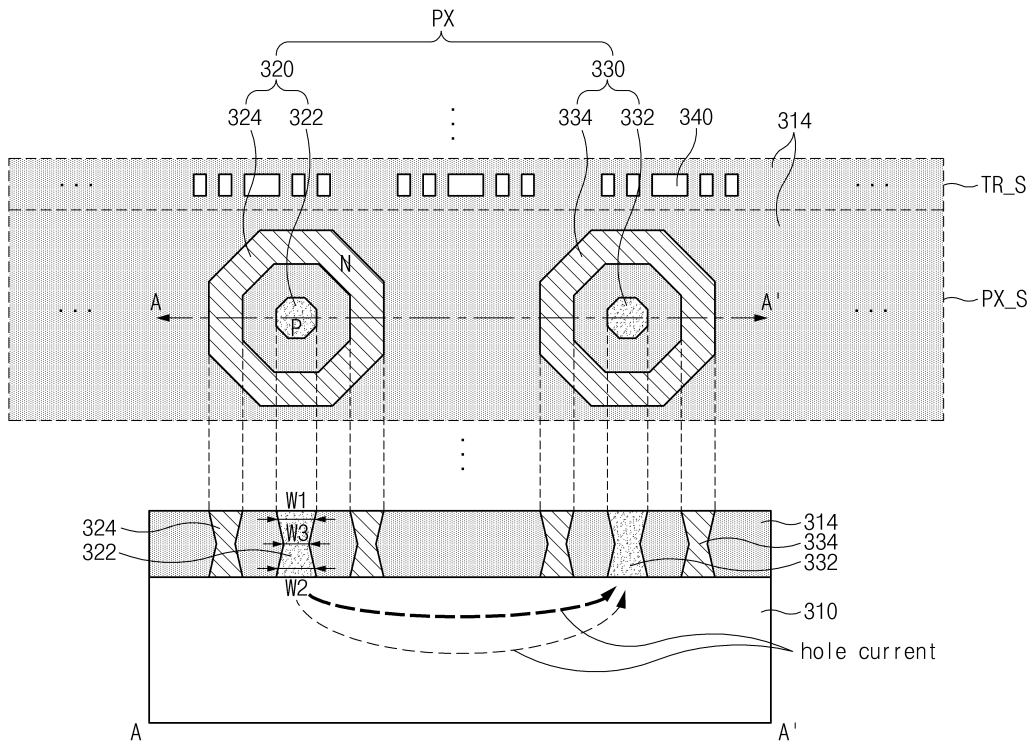
- 100: 광원
- 200: 렌즈 모듈
- 300: 픽셀 어레이
- 310: 기판
- 320, 320', 330, 330' : 신호 검출부
- 340: 픽셀 트랜지스터
- 400: 제어회로
- 410: 로우 디코더
- 420: 광원 드라이버
- 430: 타이밍 컨트롤러
- 440: 포토게이트 컨트롤러
- 450: 로직 회로

**도면**

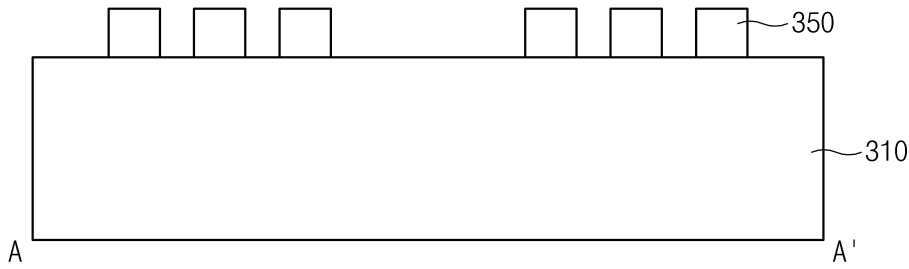
**도면1**



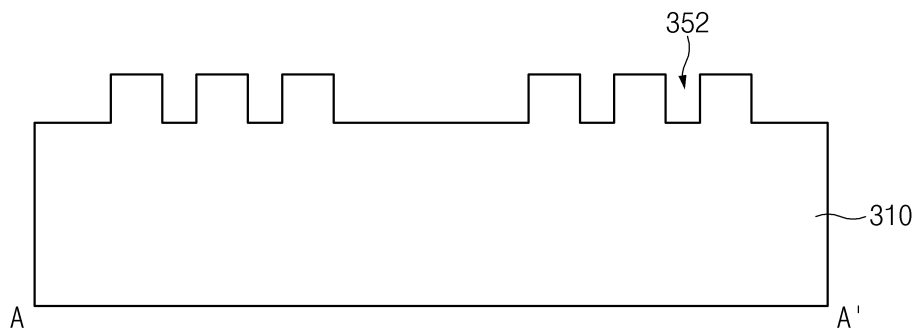
도면2



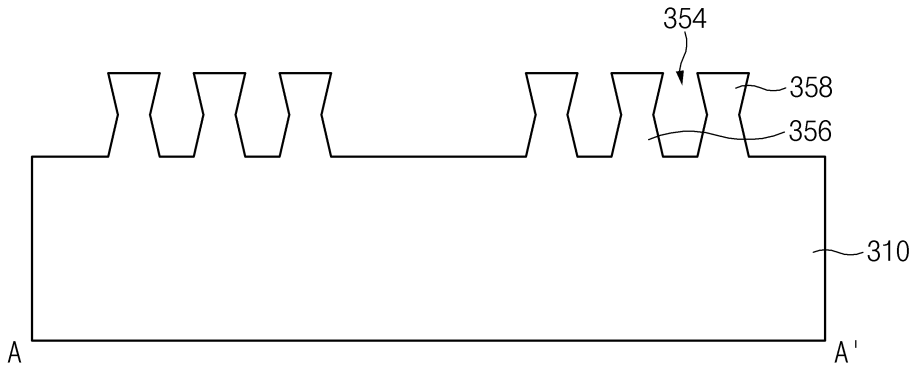
도면3a



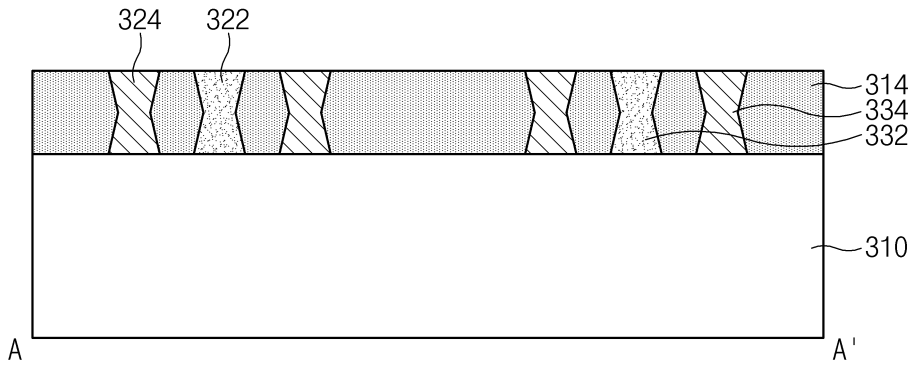
도면3b



도면3c



도면3d



도면4

