



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년01월15일
(11) 등록번호 10-2066603
(24) 등록일자 2020년01월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 27/146 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0077771
(22) 출원일자 2013년07월03일
심사청구일자 2017년12월04일
(65) 공개번호 10-2015-0004598
(43) 공개일자 2015년01월13일
(56) 선행기술조사문헌
JP2011243753 A*
KR100660714 B1*
KR1020050039167 A*
US20100109060 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
에스케이하이닉스 주식회사
경기도 이천시 부발읍 경충대로 2091
(72) 발명자
최충석
경기 의정부시 부용로 233, 109동 1904호 (용현동, 송산주공1단지아파트)
김중채
충북 청주시 흥덕구 직지대로307번길 115, B동 507호 (향정동, 하이닉스반도체채납자기숙사)
김도환
충북 청원군 오창읍 오창중앙로 94, 817동 304호 (한라비발디아파트)
(74) 대리인
신성특허법인(유한)

전체 청구항 수 : 총 1 항

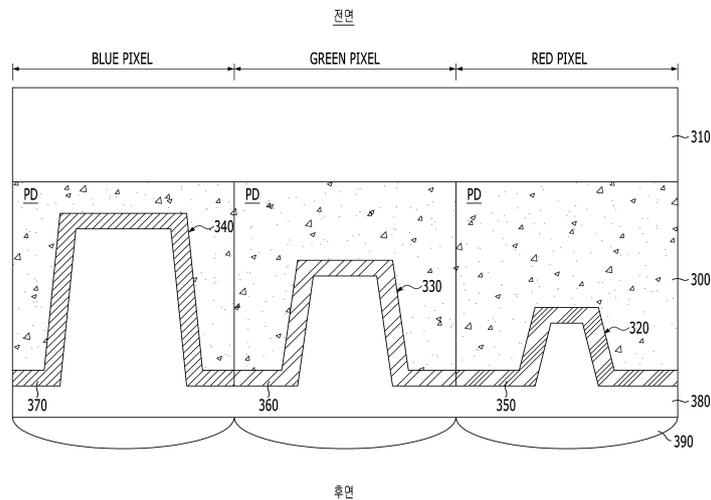
심사관 : 심병로

(54) 발명의 명칭 3차원 광전변환소자를 구비한 이미지 센서

(57) 요약

본 기술은 픽셀 면적이 감소함에 따른 특성 열화를 방지할 수 있는 이미지 센서에 관한 것으로, 기관 전면 상에 형성된 트랜스퍼 게이트; 상기 트랜스퍼 게이트 일측 기관에 형성된 광전변환영역; 상기 광전변환영역에 형성되어 입구가 기관 후면에 위치하는 트랜치; 및 상기 트랜치를 포함한 기관 후면 상에 형성된 컬러필터를 포함하는 이미지 센서를 제공한다.

대표도 - 도8c



명세서

청구범위

청구항 1

기판 전면 상에 형성된 트랜스퍼 게이트;

상기 트랜스퍼 게이트 일측 기판에 형성된 광전변환영역;

상기 광전변환영역에 형성되어 입구가 기판 후면에 위치하는 제1, 제2 및 제3 트렌치; 및
상기 제1, 제2 및 제 3 트렌치를 포함한 기판 후면 상에 형성된 제1, 제2 및 제3 컬러필터
를 포함하되,

상기 제1, 제2 및 제3 컬러 필터는 제1, 제2 및 제3 파장대역의 가시광을 각각 필터하고,

상기 제1, 제2 및 제3 트렌치는 각각 제1, 제2 및 제3 폭과 깊이를 구비하며,

상기 제1 파장대역은 제2 파장대역 보다 더 크고, 상기 제2 파장대역은 제3 파장대역 보다 더 크며,

상기 제1 폭은 상기 제2 폭보다 좁고, 상기 제2 폭은 상기 제3 폭보다 좁은 이미지 센서.

청구항 2

삭제

청구항 3

◆청구항 3은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.◆

제2항에 있어서,

상기 기판은 실리콘 함유 재료를 포함하는 이미지 센서.

청구항 4

◆청구항 4은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.◆

제1항에 있어서,

상기 광전변환영역은 상기 트렌치의 측면 및 저면을 감싸는 형태를 갖는 이미지 센서.

청구항 5

삭제

청구항 6

◆청구항 6은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.◆

제1항에 있어서,

상기 트렌치는 기둥형 다면체 및 뿔대형 다면체를 포함하는 이미지 센서.

청구항 7

◆청구항 7은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.◆

제1항에 있어서,
상기 컬러필터 상에 형성된 평탄화막; 및
상기 평탄화막 상에 형성된 마이크로렌즈
를 더 포함하는 이미지 센서.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

◆청구항 10은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.◆

제1항에 있어서,
상기 제1픽셀은 레드픽셀을 포함하고, 상기 제2픽셀은 그린픽셀을 포함하는 이미지 센서.

청구항 11

◆청구항 11은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.◆

제1항에 있어서,
상기 제1픽셀을 그린픽셀을 포함하고, 상기 제2픽셀은 블루픽셀을 포함하는 이미지 센서.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

◆청구항 18은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.◆

제1항에 있어서,

상기 기관상에 형성되어 상기 제1 및 제2트렌치를 깎필하는 평탄화막; 및

상기 평탄화막 상에 형성된 마이크로렌즈

를 더 포함하는 이미지 센서.

청구항 19

◆청구항 19은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.◆

제1항에 있어서,

비가시광을 수신하는 비가시광픽셀에 대응하는 광전변환영역; 및

상기 비가시광에 대응하는 컬러필터를 더 포함하는 이미지 센서.

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

◆청구항 22은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.◆

제19항에 있어서,

상기 비가시광픽셀은 화이트픽셀, 블랙픽셀 및 적외선픽셀을 포함하는 이미지 센서.

청구항 23

삭제

청구항 24

◆청구항 24은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.◆

제19항에 있어서,

상기 광전변환영역은 상기 트렌치의 측면 및 저면을 감싸는 형태를 갖는 이미지 센서.

청구항 25

삭제

청구항 26

◆청구항 26은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.◆

제19항에 있어서,

상기 트렌치는 기둥형 다면체 및 뿔대형 다면체를 포함하는 이미지 센서.

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

◆청구항 29은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.◆

제19항에 있어서,

상기 컬러필터 상에 형성된 평탄화막; 및

상기 평탄화막 상에 형성된 마이크로렌즈

를 더 포함하는 이미지 센서.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 반도체 장치 제조 기술에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 이미지 센서에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이미지 센서는 광학 영상(Optical image)을 전기 신호로 변환하는 장치로서, 2차원적으로 배열된 복수의 픽셀 (Pixel)을 구비한다. 최근, 반도체 장치 제조 기술이 발전하여 제한된 면적내에 형성되는 픽셀수가 증가함에 따라 각각의 픽셀 면적은 지속적으로 감소하고 있다. 이처럼, 픽셀 면적이 감소함에 따라 이미지 센서의 광감도 (light sensitivity)가 저하되고 신호대잡음비(signal to noise ratio, SNR)가 증가하여 성능이 급격히 열화되는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명의 실시예는 픽셀 면적이 감소함에 따른 특성 열화를 방지할 수 있는 이미지 센서를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0004] 본 발명의 실시예에 따른 이미지 센서는 기판 전면 상에 형성된 트랜스퍼 게이트; 상기 트랜스퍼 게이트 일측 기판에 형성된 광전변환영역; 상기 광전변환영역에 형성되어 입구가 기판 후면에 위치하는 트렌치; 및 상기 트렌치를 포함한 기판 후면 상에 형성된 컬러필터를 포함할 수 있다.

[0005] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 이미지 센서는 제1과장대역의 가시광을 필터링하는 제1필터를 포함한 제1픽셀 및 제1과장대역보다 짧은 제2과장대역의 가시광을 필터링하는 제2필터를 포함한 제2픽셀을 구비한 기판; 상기 제1픽셀 및 제2픽셀에 대응하는 기판에 형성된 광전변환영역; 상기 제1픽셀의 광전변환영역에 형성된 제1트렌치; 및 상기 제2픽셀의 광전변환영역에 형성되고 상기 제1트렌치보다 큰 깊이를 갖는 제2트렌치를 포함할 수 있다.

[0006] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 이미지 센서는 가시광픽셀 및 비가시광픽셀을 구비한 기판; 상기 가시광픽셀 및

비가시광픽셀에 대응하는 기판에 형성된 광전변환영역; 상기 가시광픽셀의 광전변환영역에 형성되어 상기 광전변환영역으로 입사하는 입사광의 파장길이가 증가할수록 깊이가 감소하는 트렌치; 상기 트렌치를 포함한 기판상에 형성되어 상기 가시광픽셀 및 상기 비가시광픽셀에 각각 대응하는 복수의 컬러필터를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0007] 상술한 과제의 해결 수단을 바탕으로 하는 본 기술은 광전변환영역에 형성되고 색분리된 입사광의 파장길이에 대응하여 깊이 및 입구 선폭이 조절된 트렌치를 구비함으로써, 픽셀 면적이 감소하더라도 광전변환영역의 수광면적을 증가시켜 광감도를 향상시킴과 동시에 노이즈로 작용하는 광전하의 생성을 억제하여 신호대잡음비를 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 이미지 센서의 등가회로도.
 도 2는 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 이미지 센서의 평면도.
 도 3은 비교예에 따른 이미지 센서의 단면을 도 2에 도시된 X-X' 절취선을 따라 도시한 도면.
 도 4a는 본 발명의 실시예에 따른 이미지 센서를 도시한 도면.
 도 4b는 본 발명의 실시예에 따른 이미지 센서의 변형예를 도시한 도면.
 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 이미지 센서에서 트렌치 형태에 대한 변형예를 도시한 도면.
 도 6a 내지 도 6d는 본 발명의 실시예에 따른 이미지 센서 제조방법을 도시한 공정단면도.
 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 픽셀 어레이를 포함하는 이미지 처리 시스템의 개략적인 블럭도.
 도 8a 내지 도 8c는 도 7에 도시된 이미지 센서의 픽셀 어레이에 포함되며 본 발명의 실시예에 따른 단위픽셀그룹을 나타낸 도면.
 도 9a 및 도 9b는 도 7에 도시된 이미지 센서의 픽셀 어레이에 포함되며 본 발명의 다른 실시예에 따른 단위픽셀그룹을 나타낸 도면.
 도 10은 도 7에 도시된 이미지 센서에 대한 구체적인 블럭도.
 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 이미지 센서를 포함하는 다른 이미지 처리 시스템의 개략적인 블럭도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 이하 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세히 설명하기 위하여, 본 발명의 가장 바람직한 실시예를 첨부도면을 참조하여 설명하기로 한다.

[0010] 후술할 본 발명의 실시예들은 2차원 적으로 배열된 복수의 픽셀(Pixel)들을 구비한 이미지 센서에서 제한된 면적내에 픽셀수가 증가함에 따라 각각의 픽셀 면적이 감소함에 따른 특성 열화 예컨대, 광감도(light sensitivity) 저하 및 신호대잡음비(signal to noise ratio, SNR) 증가를 방지할 수 있는 이미지 센서를 제공한다. 이를 위해, 본 발명의 실시예들은 제한된 픽셀 면적내에서 광전변환영역의 수광면적을 증가시킴과 동시에 광전변환영역 내에서 노이즈를 발생시키는 광전하(photocharge) 생성을 방지할 수 있는 이미지 센서를 제공한다. 구체적으로, 본 발명의 실시예들은 광전변환영역이 형성된 기판에 광전변환영역이 감싸는 트렌치를 형성하여 제한된 픽셀 면적내에서 광전변환영역의 수광면적을 증가시킬 수 있는 이미지 센서를 제공한다. 이와 동시에 본 발명의 실시예들은 색분리(color seperation)된 입사광이 기판에 흡수되는 깊이에 대응하도록 트렌치의 깊이를 제어하여 광전변환영역 내에서 노이즈를 발생시키는 광전하(photocharge) 생성을 방지할 수 있는 이미지 센서를 제공한다.

[0011] 한편, 이미지 센서는 CCD타입(Charge coupled device type) 및 CMOS타입(Complementary metal oxide semiconductor type)을 분류할 수 있다. CMOS타입의 이미지 센서는 전면조사방식(Front-Side Illumination, FSI) 및 후면조사방식(Back-Side Illumination, BSI)로 분류할 수 있다. 최근, 우수한 특성으로 인해 후면조사

방식의 이미지 센서에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 따라서, 이하의 설명에서는 후면조사방식의 이미지 센서를 예시하여 본 발명의 기술사상을 구체적으로 설명하기로 한다. 이는, 본 발명의 실시예들에 대한 설명을 위한 것일 뿐, 그 제한을 위한 것이 아니다.

- [0012] 도 1은 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 이미지 센서의 등가회로도이다. 도 2는 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 이미지 센서의 평면도이다. 도 3은 비교예에 따른 이미지 센서의 단면을 도 2에 도시된 X-X' 절취선을 따라 도시한 도면이다.
- [0013] 도 1에 도시된 바와 같이, 실시예 및 비교예에 따른 이미지 센서의 픽셀들 각각은 광전변환영역(PD), 트랜스퍼 트랜지스터(Tx, transfer transistor), 선택 트랜지스터(Sx, selection transistor), 리셋 트랜지스터(Rx, reset transistor), 및 액세스 트랜지스터(Ax, access transistor)를 포함할 수 있다. 광전변환영역(PD)은 수직적으로 중첩되는 복수개의 광전변환부들을 포함할 수 있다. 광전변환부들 각각은 N형 불순물영역과 P형 불순물영역을 포함하는 포토다이오드(photo diode)일 수 있다. 트랜스퍼 트랜지스터(Tx)의 트랜스퍼 게이트는 기판 내부로 연장될 수 있다. 즉, 트랜스퍼 게이트는 리세스게이트(Recess Gate), 세들핀게이트(Saddle-Fin Gate) 또는 매립게이트(Buried Gate) 중 어느 하나의 형태를 가질 수 있다. 트랜스퍼 트랜지스터(Tx)의 드레인(Drain)은 부유확산영역(FD)으로 이해될 수 있다. 부유확산영역(FD)은 리셋 트랜지스터(Rx)의 소스(Source)일 수 있다. 부유확산영역(FD)은 선택 트랜지스터(Sx)의 선택 게이트와 전기적으로 연결될 수 있다. 선택 트랜지스터(Sx)와 리셋 트랜지스터(Rx)는 일렬로 연결될 수 있다. 선택 트랜지스터(Sx)는 액세스 트랜지스터(Ax)에 연결될 수 있다. 리셋 트랜지스터(Rx), 선택 트랜지스터(Sx) 및 액세스 트랜지스터(Ax)는 이웃하는 픽셀들에 의해 서로 공유될 수 있으며, 이에 의해 집적도가 향상될 수 있다.
- [0014] 실시예에 따른 이미지 센서의 동작을 도 1을 참조하여 설명하면 다음과 같다. 먼저, 입사광이 차단된 상태에서 리셋 트랜지스터(Rx)의 드레인과 선택 트랜지스터(Sx)의 드레인에 전원전압(VDD)을 인가하여 부유확산영역(FD)에 잔류하는 전하들을 방출시킨다. 그 후, 리셋 트랜지스터(Rx)를 오프(OFF)시키고, 외부로부터의 광을 광전변환영역(PD)에 입사시키면, 광전변환영역(PD)에서 광전하(photocharge) 즉, 전자-정공 쌍(Electron-Hole pair)이 생성된다. 생성된 정공은 P형 불순물영역으로, 생성된 전자는 N형 불순물영역으로 이동하여 축적된다. 트랜스퍼 트랜지스터(Tx)를 온(ON) 시키면, 축적된 전자 및 정공과 같은 전하가 부유확산영역(FD)으로 전달되어 축적된다. 축적된 전하량에 비례하여 선택 트랜지스터(Sx)의 게이트 바이어스가 변하여, 선택 트랜지스터(Sx)의 소스 전위의 변화를 초래하게 된다. 이때 액세스 트랜지스터(Ax)를 온(ON) 시키면, 칼럼 라인으로 전하에 의한 신호가 읽히게 된다.
- [0015] 이하, 도 1을 참조하여 설명한 이미지 센서의 동작과 도 2 및 도 3을 참조하여 픽셀 면적 감소에 따른 광감도 저하 및 신호대잡음비 증가 원인에 대하여 자세히 설명하기로 한다.
- [0016] 먼저, 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이 2차원적으로 복수의 픽셀(Pixel)들이 배열되어 있으며, 각각의 픽셀들은 소자분리(FOX)에 의해 분리되어 있다. 비교예에 따른 이미지 센서는 기판(100) 전면 상에 형성된 트랜스퍼 게이트(TG), 기판(100) 전면 상에 형성되어 내부에 복수의 트랜지스터(미도시) 및 금속배선(미도시)을 포함하는 층간절연막(110), 트랜스퍼 게이트(TG) 일측 기판(100)에 형성된 부유확산영역(FD), 트랜스퍼 게이트(TG) 타측 기판(100)에 형성된 광전변환영역(PD), 기판(100) 후면 상에 형성된 컬러필터(120), 컬러필터(120) 상에 형성된 평탄화막(130) 및 광전변환영역(PD)에 대응하여 평탄화막(130) 상에 형성된 마이크로렌즈(140)를 포함할 수 있다.
- [0017] 여기서, 픽셀 면적이 감소하면 광전변환영역(PD)의 수광면적도 감소할 수 밖에 없으며, 광전변환영역(PD)의 수광면적이 감소함에 따라 광전하의 생성량도 감소할 수 밖에 없다. 광전하의 생성량이 감소하면 광전변환영역(PD)에서 부유확산영역(FD)으로 전달되어 부유확산영역(FD)에 축적되는 광전하량도 감소할 수 밖에 없다. 즉, 픽셀 면적이 감소함에 따라 광전변환영역(PD)의 수광면적이 감소하면 광전변환영역(PD)에서 부유확산영역(FD)으로 전달되어 축적되는 광전하량이 감소하기 때문에 이미지 센서의 광감도가 저하될 수 밖에 없다.
- [0018] 또한, 비교예에 따른 이미지 센서는 각 픽셀별 특성을 고려하지 않고 모두 동일한 모양을 갖도록 형성되어 있다. 구체적으로, 컬러필터(120)를 통과한 입사광 즉, 색분리된 입사광이 기판(100)에 흡수되는 깊이를 고려하지 않고, 모든 픽셀들이 동일한 모양을 갖도록 형성되어 있다. 일례로, 컬러필터(120)가 블루필터이고 기판(100)이 실리콘기판인 경우, 색분리된 입사광 즉, 블루 입사광은 기판(100) 후면에 인접한 영역(도 3의 도면부호 'A' 참조)에서 대부분이 흡수되어 신호로 작용하는 광전하를 생성하는데 반해, 블루 입사광이 대부분이 흡수

되는 영역보다 깊은 영역(도 3의 도면부호 'B' 참조)에서 흡수되는 블루 입사광은 노이즈로 작용하는 광전하를 생성하게 된다. 이로 인해, 이미지 센서의 신호대잡음비가 증가할 수 밖에 없다.

- [0019] 또한, 픽셀 면적이 감소함에 따라 광전변환영역(PD)의 수광면적이 감소하여 광전하 생성량이 감소하는 추세에서 노이즈로 작용하는 광전하의 생성은 이미지 센서의 광감도 및 신호대잡음비 특성을 더욱더 열화시키는 원인으로 작용한다.
- [0020] 이하에서는, 제한된 픽셀 면적내에서 광전변환영역의 수광면적을 증가시키고 동시에 광전변환영역 내에서 노이즈로 작용하는 광전하 생성을 방지할 수 있는 이미지 센서에 대하여 자세히 설명하기로 한다.
- [0021] 도 4a는 본 발명의 실시예에 따른 이미지 센서를 도시한 도면이고, 도 4b는 변형예를 도시한 단면이다. 도 4a 및 도 4b는 도 2에 도시된 X-X'절취선을 따라 도시한 단면도이다. 그리고, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 이미지 센서에서 트렌치 형태에 대한 변형예를 도시한 도면이다.
- [0022] 도 4a 및 도 4b에 도시된 바와 같이, 실시예에 따른 이미지 센서는 기관(200) 전면 상에 형성된 트랜스퍼 게이트(TG), 트랜스퍼 게이트(TG)를 포함한 기관(200) 전면 상에 형성되어 내부에 복수의 트랜지스터(미도시) 및 다층의 금속배선(미도시)을 포함하는 층간절연막(210), 트랜스퍼 게이트(TG) 일측 기관(200)에 형성된 부유확산영역(FD), 트랜스퍼 게이트(TG) 타측 기관(200)에 형성된 광전변환영역(PD), 광전변환영역(PD)에 형성되어 입구가 기관(200) 후면에 위치하는 트렌치(220) 및 트렌치(220)를 포함한 기관(200) 후면 상에 형성된 컬러필터(230)를 포함할 수 있다(도 4a 참조). 또한, 컬러필터(230)를 포함한 기관(200) 후면 상에 형성된 평탄화막(240) 및 광전변환영역(PD)에 대응하여 평탄화막(240) 상에 형성된 마이크로렌즈(250)를 더 포함할 수도 있다(도 4b 참조).
- [0023] 기관(200)은 반도체 기관을 포함할 수 있다. 반도체 기관은 단결정 상태(Single crystal state)일 수 있으며, 실리콘 함유 재료를 포함할 수 있다. 즉, 기관(200)은 단결정의 실리콘 함유 재료를 포함할 수 있다.
- [0024] 층간절연막(210)은 산화물, 질화물 및 산화질화물로 이루어진 그룹으로부터 선택된 어느 하나의 물질 또는 둘 이상의 물질을 포함할 수 있다. 층간절연막(210) 내부에 형성된 복수의 트랜지스터(미도시) 및 다층의 금속배선(미도시)은 이미지 센서의 신호생성회로를 구현하기 위한 것일 수 있다. 신호생성회로는 광전변환영역(PD)에서 생성된 광전하에 상응하는 전기신호를 생성(또는 출력)하는 역할을 수행한다. 복수의 트랜지스터는 트랜스퍼 트랜지스터(Tx), 리셋 트랜지스터(Rx), 선택 트랜지스터(Sx) 및 역세스 트랜지스터(Ax)를 포함할 수 있다. 다층의 금속배선은 복수의 콘택플러그(미도시)를 통해 복수의 트랜지스터 및 복수의 금속배선과 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0025] 광전변환영역(PD)은 수직적으로 중첩되는 복수개의 광전변환부(미도시)들을 포함할 수 있으며, 광전변환부들 각각은 N형 불순물영역과 P형 불순물영역을 포함하는 포토다이오드(Photo Diode)일 수 있다. 광전변환영역(PD)은 기관(200)의 전면과 후면에 모두 접하여 기관(200)을 관통하는 형태를 가질 수 있다. 또한, 광전변환영역(PD)은 기관(200)의 전면에는 접하고 기관(200)의 후면으로부터 소정 간격 이격된 형태를 가질 수도 있다.
- [0026] 광전변환영역(PD)에 형성된 트렌치(220)는 제한된 픽셀 면적내에서 광전변환영역(PD)의 수광면적을 증가시키는 역할을 수행한다. 따라서, 광전변환영역(PD)이 트렌치(220)의 모든 표면을 감싸는 형태를 가질 수 있으며, 이를 통해 픽셀 면적이 감소하더라도 트렌치(220)의 표면(즉, 저면 및 측면)만큼 광전변환영역(PD)의 수광면적을 증가시킬 수 있다. 아울러, 트렌치(220)의 측면을 통해 모든 방향의 입사광이 광전변환영역(PD)으로 쉽게 도달할 수 있어 마이크로렌즈(250)와 같은 집광수단을 반드시 필요로하지 않는다(도 4a 참조). 한편, 경우에 따라 마이크로렌즈(250)와 같은 집광수단을 구비할 수도 있으며, 이 경우 입사광에 대한 집광능력 및 광전변환효율을 향상시킬 수 있다(도 4b 참조).
- [0027] 또한, 트렌치(220)의 측벽은 모든 방향의 입사광이 광전변환영역(PD)으로 쉽게 도달할 수 있도록 버티컬한 측벽을 갖거나, 기관(200) 후면에서 전면방향으로(즉, 입사광이 진행하는 방향으로) 트렌치(220)의 선포이 점차 감소하는 경사진 측벽을 가질 수 있다. 즉, 트렌치(220)는 입구 선포이보다 바텀 선포이 더 작도록 경사진 측벽을 가질 수 있다.
- [0028] 또한, 트렌치(220)의 형태는 제한된 픽셀 면적 내에서 광전변환영역(PD)의 수광면적을 최대한 확보함과 동시에 입사광이 광전변환영역(PD)으로 쉽게 도달할 수 있도록 입사광의 방향 및 입사광에 대한 집광능력을 고려하여 기둥형 다면체 및 뿔대형 다면체일 수 있다. 여기서, 도 5를 참조하여 기둥형 다면체는 사각기둥(A), 오각기둥(B), 원기둥(C) 등을 포함할 수 있으며, 뿔대형 다면체는 사각뿔대(D), 오각뿔대(E), 원뿔대(F) 등을 포함할 수

있다. 참고로, 뿔대는 각뿔(밀면이 다각형이고 옆면이 모두 삼각형인 다면체)을 그 밀면에 평행한 평면으로 잘라 생기는 두 입체도형 중에서 각뿔이 아닌 쪽의 다면체를 의미하며, 뿔대 밀면인 다각형의 모양에 따라 사각뿔대, 오각뿔대, 원뿔대 등으로 지칭한다.

- [0029] 또한, 트렌치(220)는 컬러필터(230)를 통과한 입사광 즉, 색분리된 입사광이 기관(200)에 흡수되는 깊이를 고려하여 트렌치(220)의 깊이 및 트렌치(220)의 입구 선포를 조절할 수 있다. 구체적으로, 색분리된 입사광의 파장 길이(wavelength)이 증가할수록 트렌치(220)의 깊이 및 트렌치(220)의 입구 선포는 감소할 수 있다. 예컨대, 기관(200)이 실리콘 기관(200)인 경우에 블루 입사광을 흡수하는 픽셀에 형성된 트렌치(220)의 깊이 및 입구 선포는 레드 입사광을 흡수하는 픽셀에 형성된 트렌치(220)의 깊이 및 입구 선포보다 더 작을 수 있다. 이는 블루 입사광은 기관(200)의 표면 부근에서 대부분 흡수되는데 반해, 레드 입사광은 블루 입사광이 흡수되는 영역보다 더 깊은 영역에서 기관(200)에 흡수되기 때문이다. 즉, 트렌치(220)의 깊이 및 트렌치(220)의 입구 선포를 통해 색분리된 입사광의 파장길이에 대응하여 색분리된 입사광이 기관(200)에 흡수될 수 있는 충분한 공간을 제공함과 동시에 노이즈로 작용하는 광전하가 생성될 수 있는 공간을 최소한으로 제한할 수 있다.
- [0030] 또한, 광전변환영역(PD)에 형성된 트렌치(220)는 입구가 기관(200) 후면에 위치함에 따라 트렌치(220) 측벽 프로파일, 트렌치(220) 입구 선포 및 트렌치(220) 형태를 용이하게 제어할 수 있으며, 기관(200) 전면 상에 형성된 신호 생성 회로로부터 자유롭게 제한된 픽셀 면적 내에서 최대한 넓은 광전변환영역(PD)을 수광면적을 제공할 수 있다.
- [0031] 상술한 구조를 갖는 이미지 센서는 광전변환영역(PD)에 형성되고 색분리된 입사광의 파장길이에 대응하여 깊이 및 입구 선포가 조절된 트렌치(220)를 구비함으로써, 픽셀 면적이 감소하더라도 광전변환영역(PD)의 수광면적을 증가시켜 광감도를 향상시키고 동시에 노이즈로 작용하는 광전하의 생성을 억제하여 신호대잡음비를 감소시킬 수 있다.
- [0032] 도 6a 내지 도 6d는 본 발명의 실시예에 따른 이미지 센서 제조방법을 도시한 공정단면도로, 도 4a에 도시된 이미지 센서 제조방법의 일례를 설명하기 위한 것이다.
- [0033] 도 6a에 도시된 바와 같이, 복수의 픽셀(Pixel)들이 정의된 기관(11)을 준비한다. 기관(11)은 반도체 기관을 포함할 수 있다. 반도체 기관은 단결정 상태(Single crystal state)일 수 있으며, 실리콘 함유 재료를 포함할 수 있다. 즉, 기관(11)은 단결정의 실리콘 함유 재료를 포함할 수 있다.
- [0034] 다음으로, 복수의 픽셀들이 접하는 경계지역을 따라 기관(11)에 소자분리(미도시)를 형성한다. 소자분리는 기관(11)에 소자분리 트렌치를 형성하고 소자분리 트렌치를 절연물질로 갭필하는 STI(Shallow Trench Isolation) 공정으로 형성하거나, 또는 기관(11)에 불순물을 이온주입하여 불순물영역을 형성하는 불순물 이온주입공정으로 형성할 수 있다. 또한, STI공정 및 불순물 이온주입공정을 모두 사용하여 소자분리를 형성할 수도 있다.
- [0035] 다음으로, 기관(11)에 광전변환영역(PD)을 형성한다. 광전변환영역(PD)은 수직적으로 중첩되는 복수개의 광전변환부를 포함할 수 있으며, 광전변환부는 N형 불순물영역과 P형 불순물영역을 포함하는 포토다이오드일 수 있다. 포토다이오드는 불순물 이온주입공정을 통해 형성할 수 있다.
- [0036] 다음으로, 기관(11) 전면 상에 신호생성회로를 포함한 중간절연막(12)을 형성한다. 중간절연막(12)은 산화막, 질화막 및 산화질화막으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 어느 하나일 수 있으며, 다층구조를 가질 수 있다. 신호생성회로는 광전변환영역(PD)에서 생성된 광전하에 상응하는 전기신호를 생성(또는 출력)하는 역할을 수행한다. 구체적으로, 신호생성회로는 복수의 트랜지스터(미도시) 및 다층의 금속배선(미도시)을 포함할 수 있다. 복수의 트랜지스터는 트랜스퍼 게이트(TG) 및 부유확산영역(FD)을 포함한 트랜스퍼 트랜지스터(Tx), 리셋 트랜지스터(Rx), 선택 트랜지스터(Sx) 및 액세스 트랜지스터(Ax)를 포함할 수 있다. 그리고, 다층의 금속배선은 복수의 콘택플러그(미도시)를 통해 복수의 트랜지스터 및 복수의 금속배선과 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0037] 도 6b에 도시된 바와 같이, 광전변환영역(PD)의 기관(11)을 선택적으로 식각하여 입구가 기관(11) 후면에 위치하는 트렌치(13)를 형성한다. 트렌치(13)를 형성하기 위한 식각공정은 건식식각법을 사용하여 진행할 수 있다.
- [0038] 트렌치(13)는 제한된 픽셀 면적내에서 광전변환영역(PD)의 수광면적을 증가시켜 광감도를 증가시키고 동시에 노이즈로 작용하는 광전하의 생성을 제한하여 신호대잡음비를 감소시키는 역할을 수행한다. 이를 위한 트렌치(13)의 깊이, 트렌치(13)의 입구 선포 및 트렌치(13)의 형태에 대한 자세한 설명은 생략하기로 한다(도 4a, 도 4b 및 도 5 참조).
- [0039] 한편, 트렌치(13)를 형성하기 이전에 기관(11) 후면에 대한 씨닝공정(Thinning process)을 진행하여 기관(11)의

두께를 감소시킬 수 있다. 이는 광전변환영역(PD)으로 입사하는 입사광의 도달거리를 감소시켜 수광효율을 증가시키기 위한 것이다. 씨닝공정을 통해 광전변환영역(PD)은 기관(11)을 관통하는 형태를 가질 수 있다. 씨닝공정은 백그라인딩(backgrinding)과 연마(polishing)를 통하여 진행할 수 있다.

- [0040] 도 6c에 도시된 바와 같이, 트렌치(13)를 형성하는 과정에서 발생된 기관(11) 후면의 결함(defect)을 치유하기 위한 큐어링(curing)을 진행한다. 큐어링은 어닐공정을 통해 진행할 수 있으며, 어닐공정은 레이저어닐 또는 UV 어닐로 진행할 수 있다.
- [0041] 한편, 이미지 센서의 암전류(dark current)를 감소시키기 위해 큐어링을 진행하기 이전에 트렌치(13)를 포함한 기관(11) 후면을 따라 불순물을 이온주입하여 불순물영역(미도시)을 형성할 수도 있다. 또한, 암전류를 감소시키기 위해 큐어링을 진행한 이후에 트렌치(13)를 포함한 기관(11) 후면을 따라 고정전하를 갖는 물질막(미도시) 예컨대, 하프늄산화막(HfO₂)을 형성하거나, 또는 소정의 바이어스를 인가할 수 있는 투명전극(transparent electrode)을 형성할 수도 있다.
- [0042] 도 6d에 도시된 바와 같이, 트렌치(13)를 포함한 기관(11) 후면을 따라 컬러필터(14)를 형성한다.
- [0043] 이후, 도면에 도시하지는 않았지만 경우에 따라 컬러필터 상에 평탄화막 및 마이크로렌즈를 추가적으로 더 형성할 수도 있다.
- [0044] 상술한 제조방법을 통해 형성된 이미지 센서는 광전변환영역(PD)에 색분리된 입사광의 파장길이에 대응하여 깊이 및 입구 선폭이 조절된 트렌치(13)를 형성함으로써, 픽셀 면적이 감소하더라도 광전변환영역(PD)의 수광면적을 증가시켜 광감도를 향상시킴과 동시에 노이즈로 작용하는 광전하의 생성을 억제하여 신호대잡음비를 감소시킬 수 있다.
- [0045] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 픽셀 어레이를 포함하는 이미지 처리 시스템의 개략적인 블록도이다.
- [0046] 도 7에 도시된 바와 같이, 이미지 처리 시스템(1000)은 이미지 센서(1100), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor(DSP), 1200), 디스플레이 유닛(1300), 및 렌즈 모듈(1500)을 포함할 수 있다.
- [0047] 이미지 센서(1100)는 픽셀 어레이(pixel array, 1110), 로우 드라이버(row driver, 1120), 상관 이중 샘플링(correlated double sampling(CDS)) 블록(1130), 아날로그 디지털 컨버터(analog digital converter(ADC)) 블록(1140), 램프 신호 발생기(ramp signal generator, 1160), 타이밍 발생기(timing generator, 1170), 제어 레지스터 블록(control register block, 1180) 및 버퍼(buffer, 1190)를 포함할 수 있다.
- [0048] 이미지 센서(1100)는 DSP(1200)의 제어에 따라, 렌즈 모듈(1500)을 통해 촬영된 물체(1400)의 광학 이미지를 감지하고, DSP(1200)는 이미지 센서(1100)에 의해 감지되어 출력된 이미지를 디스플레이 유닛(1300)으로 출력할 수 있다. 이때, 디스플레이 유닛(1300)은 DSP(1200)로부터 출력된 이미지를 디스플레이할 수 있는 장치를 의미한다. 예컨대, 디스플레이 유닛(1300)은 컴퓨터, 이동 통신 장치, 및 기타 영상 출력 장치의 단말(terminal)을 의미할 수 있다.
- [0049] DSP(1200)는 카메라 컨트롤러(1201), 이미지 신호 프로세서(image signal processor(ISP), 1203) 및 인터페이스(interface(I/F), 1205)를 포함할 수 있다.
- [0050] 카메라 컨트롤러(1201)는 제어 레지스터 블록(1180)의 동작을 제어한다. 카메라 컨트롤러(1201)는 IC(integrated circuit)를 이용하여 이미지 센서(1100), 즉, 제어 레지스터 블록(1180)의 동작을 제어할 수 있으나 본 발명의 기술적 사상이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0051] ISP(1203)는 이미지(또는 이미지 데이터)를 수신하고, 수신된 이미지를 사람이 보기 좋도록 가공 또는 처리하고, 가공된 또는 처리된 이미지를 I/F(1205)를 통해 디스플레이 유닛(1300)으로 출력한다. 도 7에서는 ISP(1203)가 DSP(1200)의 내부에 위치하는 것으로 도시하였으나 실시예에 따라 ISP(1203)는 이미지 센서(1100)의 내부에 위치할 수도 있다. 또한 이미지 센서(1100)와 ISP(1203)는 하나의 패키지, 예컨대 멀티-칩 패키지(multi-chip package(MCP))로 구현될 수 있다.
- [0052] 픽셀 어레이(1110)는 2차원적으로 배열된 복수의 단위픽셀그룹(1210)을 포함할 수 있으며, 각각의 단위픽셀그룹(1210)은 복수개의 픽셀을 포함할 수 있다. 구체적으로, 단위픽셀그룹(1210)은 복수개의 가시광픽셀을 포함하거나, 또는 복수개의 가시광픽셀과 하나 이상의 비가시광픽셀을 포함할 수 있다. 구체적으로, 단위픽셀그룹(121

0)은 레드픽셀, 그린픽셀 및 블루픽셀을 포함하는 3개의 픽셀로 구성될 수 있다. 또한, 단위픽셀그룹(1210)은 레드픽셀, 블루픽셀 및 두 개의 그린픽셀을 포함하는 4개의 픽셀로 구성될 수 있다. 또한, 단위픽셀그룹(1210)은 레드픽셀, 그린픽셀, 블루픽셀 및 비가시광픽셀을 포함하는 4개의 픽셀로 구성될 수 있다. 이때, 비가시광픽셀은 화이트픽셀, 블랙픽셀 및 적외선픽셀로 이루어진 그룹으로부터 선택된 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0053] 이하에서는, 도 8a 내지 도 8c를 참조하여 도 7에 도시된 단위픽셀그룹(1210)이 복수개의 가시광픽셀로 구성되는 경우 예컨대, 레드픽셀, 블루픽셀 및 두 개의 그린픽셀을 포함하는 4개의 픽셀로 구성되는 경우에 대해 설명하기로 한다.

[0054] 도 8a 내지 도 8c는 도 7에 도시된 이미지 센서의 픽셀 어레이에 포함되며 본 발명의 실시예에 따른 단위픽셀그룹을 나타낸 도면이다. 도 8a는 실시예에 따른 단위픽셀그룹의 평면도이고, 도 8b는 단위픽셀그룹 평면도의 변형예이며, 도 8c는 도 8a에 도시된 X-X' 절취선을 따라 도시한 단면도이다.

[0055] 도 8a 내지 도 8b에 도시된 바와 같이, 단위픽셀그룹(1210)은 제1과장대역의 가시광에 대응하는 제1픽셀, 상기 제1과장대역보다 짧은 제2과장대역의 가시광에 대응하는 제2픽셀 및 상기 제2과장대역보다 짧은 제3과장대역의 가시광에 대응하는 제3픽셀을 포함할 수 있다. 각각의 픽셀은 입사광을 필터링하는 수단 예컨대, 컬러필터(350, 360, 370)에 의해 색분리된 입사광을 수광할 수 있다. 일례로, 제1픽셀, 제2픽셀 및 제3픽셀은 각각 레드픽셀(Red pixel), 그린픽셀(Green pixel) 및 블루픽셀(Blue pixel)일 수 있다. 그리고, 레드픽셀, 그린픽셀 및 블루픽셀은 각각 레드필터(350), 그린필터(360) 및 블루필터(370)를 포함할 수 있다.

[0056] 단위픽셀그룹(1210)을 구성하는 각 픽셀의 2차원적 평면사이즈는 서로 동일하거나(도 8a 참조), 또는 사용자(즉, 인간)의 색상 인지능력 및 색분리된 입사광에 대한 광전변환효율을 고려 서로 상이할 수 있다(도 8b 참조). 이때, 각 픽셀의 평면사이즈를 서로 동일하게 가져가는 경우 공정난이도를 감소시켜 생산성을 증가시킬 수 있으며, 각 픽셀의 평면사이즈를 서로 상이하게 가져가는 경우에는 보다 효과적으로 이미지센서의 광감도를 향상시킬 수 있다. 한편, 각 픽셀의 평면사이즈를 서로 상이하게 가져가는 경우 각 픽셀에 대응하는 마이크로렌즈(390)의 형태가 모두 상이하기 때문에 공정난이도가 급격히 증가하여 생산성이 열화될 수 있다. 그러나, 실시예에서는 각 픽셀이 구비하는 트렌치(320, 330, 340)에 의하여 집광을 위한 마이크로렌즈(390)를 반드시 필요로 하지 않기 때문에 각 픽셀의 평면사이즈를 서로 상이하게 가져가도 무방하다.

[0057] 단위픽셀그룹(1210)에서 각 픽셀의 평면사이즈가 서로 동일하더라도, 각각의 픽셀에 형성되어 제한된 픽셀 면적 내에서 광전변환영역의 수광면적을 증가시키는 트렌치(320, 330, 340)에 의해 각 픽셀의 수광면적은 서로 상이하거나, 또는 서로 동일할 수 있다. 즉, 단위픽셀그룹(1210)에서 각 픽셀의 수광면적은 픽셀의 갯수 및 각각의 픽셀에 형성된 트렌치(320, 330, 340)를 이용하여 조절할 수 있다. 예컨대, 단위픽셀그룹(1210)에서 각 픽셀의 수광면적이 동일한 경우에는 레드픽셀 하나의 수광면적, 블루픽셀 하나의 수광면적 및 그린픽셀 두 개의 수광면적 합은 서로 동일할 수 있다($R=B=2G$). 반면에, 단위픽셀그룹에서 각 픽셀의 수광면적이 상이한 경우에는 그린픽셀 두 개의 수광면적 합이 가장 클 수 있고, 블루픽셀 하나의 수광면적이 가장 작을 수 있다($2G>R>B$). 참고로, 단위픽셀그룹에서 각 픽셀의 수광면적을 서로 상이하게 가져가는 이유는 사용자의 색상 인지능력 및 색분리된 입사광에 대한 광전변환효율을 고려하여 이미지 센서의 광감도를 향상시키기 위함이다.

[0058] 실시예에 따른 단위픽셀그룹(1210)은 레드픽셀, 그린픽셀 및 블루픽셀이 정의된 기판(300), 기판(300) 전면 상에 형성되어 내부에 복수의 트랜지스터(미도시) 및 다층의 금속배선(미도시)을 포함하는 층간절연막(310), 각 픽셀에 대응하여 기판(300)에 형성된 광전변환영역(PD), 각 픽셀의 광전변환영역(PD)에 형성되고 입구가 기판(300) 후면에 위치하는 트렌치(320, 330, 340) 및 트렌치(320, 330, 340)를 포함한 기판(300) 후면 상에 형성된 컬러필터(350, 360, 370)를 포함할 수 있다. 여기서, 트렌치(320, 330, 340)는 레드픽셀에 형성된 제1트렌치(320), 그린픽셀에 형성된 제2트렌치(330) 및 블루픽셀에 형성된 제3트렌치(340)를 포함할 수 있다. 또한, 실시예에 따른 단위픽셀그룹은 컬러필터(350, 360, 370)를 포함한 기판(300) 후면 상에 형성된 평탄화막(380) 및 광전변환영역(PD)에 대응하여 평탄화막(380) 상에 형성된 마이크로렌즈(390)를 더 포함할 수도 있다.

[0059] 기판(300)은 반도체 기판을 포함할 수 있다. 반도체 기판은 단결정 상태일 수 있으며, 실리콘 함유 재료를 포함할 수 있다. 즉, 기판(300)은 단결정의 실리콘 함유 재료를 포함할 수 있다.

[0060] 층간절연막(310)은 산화물, 질화물 및 산화질화물로 이루어진 그룹으로부터 선택된 어느 하나의 물질 또는 둘 이상의 물질을 포함할 수 있다. 층간절연막(310) 내부에 형성된 복수의 트랜지스터(미도시) 및 다층의 금속배선(미도시)은 이미지 센서의 신호생성회로를 구현하기 위한 것일 수 있다. 신호생성회로는 광전변환영역(PD)에서

생성된 광전하에 상응하는 전기신호를 생성하는 역할을 수행한다. 복수의 트랜지스터는 트랜스퍼 트랜지스터(Tx), 리셋 트랜지스터(Rx), 선택 트랜지스터(Sx) 및 액세스 트랜지스터(Ax)를 포함할 수 있다. 다층의 금속배선은 복수의 콘택플러그(미도시)를 통해 복수의 트랜지스터 및 복수의 금속배선과 전기적으로 연결될 수 있다.

- [0061] 광전변환영역(PD)은 수직적으로 중첩되는 복수개의 광전변환부(미도시)들을 포함할 수 있으며, 광전변환부들 각각은 N형 불순물영역과 P형 불순물영역을 포함하는 포토다이오드(Photo Diode)일 수 있다. 광전변환영역(PD)은 기판(300)의 전면과 후면에 모두 접하여 기판(300)을 관통하는 형태를 가질 수 있다. 또한, 광전변환영역(PD)은 기판(300)의 전면에는 접하고 기판(300)의 후면으로부터 소정 간격 이격된 형태를 가질 수도 있다.
- [0062] 광전변환영역(PD)에 형성된 트렌치(320, 330, 340)는 제한된 픽셀 면적내에서 광전변환영역(PD)의 수광면적을 증가시키는 역할을 수행한다. 따라서, 광전변환영역(PD)이 트렌치(320, 330, 340)의 모든 표면을 감싸는 형태를 가질 수 있으며, 이를 통해 픽셀 면적이 감소하더라도 트렌치(320, 330, 340)의 표면(즉, 저면 및 측면)만큼 광전변환영역(PD)의 수광면적을 증가시킬 수 있다. 아울러, 트렌치(320, 330, 340)의 측면을 통해 모든 방향의 입사광이 광전변환영역(PD)으로 쉽게 도달할 수 있어 마이크로렌즈(390)와 같은 집광수단을 반드시 필요로하지 않는다. 마이크로렌즈(390)와 같은 집광수단을 구비하는 경우에는 입사광에 대한 집광능력 및 광전변환효율을 향상시킬 수 있다.
- [0063] 또한, 트렌치(320, 330, 340)의 측벽은 모든 방향의 입사광이 광전변환영역(PD)으로 쉽게 도달할 수 있도록 버티컬한 측벽을 갖거나, 기판(300) 후면에서 전면방향으로(즉, 입사광이 진행되는 방향으로) 트렌치(320, 330, 340)의 선포이 점차 감소하는 경사진 측벽을 가질 수 있다. 즉, 트렌치(320, 330, 340)는 입구 선포이보다 바텀 선포이 더 작도록 경사진 측벽을 가질 수 있다.
- [0064] 또한, 트렌치(320, 330, 340)의 형태는 제한된 픽셀 면적 내에서 광전변환영역(PD)의 수광면적을 최대한 확보함과 동시에 입사광이 광전변환영역(PD)으로 쉽게 도달할 수 있도록 입사광의 방향 및 입사광에 대한 집광능력을 고려하여 기둥형 다면체 및 뿔대형 다면체일 수 있다.
- [0065] 또한, 트렌치(320, 330, 340)는 컬러필터(350, 360, 370)를 통과한 입사광 즉, 색분리된 입사광이 기판(300)에 흡수되는 깊이를 고려하여 트렌치(320, 330, 340)의 깊이 및 트렌치(320, 330, 340)의 입구 선포이를 조절할 수 있다. 구체적으로, 색분리된 입사광의 파장길이(wavelength)이 증가할수록 트렌치(320, 330, 340)의 깊이 및 트렌치(320, 330, 340)의 입구 선포이는 감소할 수 있다. 구체적으로, 레드픽셀에 형성된 제1트렌치(320)의 입구 선포이 및 깊이보다 그린픽셀에 형성된 제2트렌치(330)의 입구 선포이 및 깊이가 더 클 수 있으며, 제2트렌치(330)의 입구 선포이 및 깊이보다 블루픽셀에 형성된 제3트렌치(340)의 입구 선포이 및 깊이가 더 클 수 있다. 이는, 트렌치(320, 330, 340)의 깊이 및 트렌치(320, 330, 340)의 입구 선포이를 통해 색분리된 입사광의 파장길이에 대응하여 색분리된 입사광이 기판(300)에 흡수될 수 있는 충분한 공간을 제공함과 동시에 노이즈로 작용하는 광전하가 생성될 수 있는 공간을 최소한으로 제한하기 위함이다.
- [0066] 또한, 광전변환영역(PD)에 형성된 트렌치(320, 330, 340)는 입구가 기판(300) 후면에 위치함에 따라 트렌치(320, 330, 340) 측벽 프로파일, 트렌치(320, 330, 340) 입구 선포이 및 트렌치(320, 330, 340) 형태를 용이하게 제어할 수 있으며, 기판(300) 전면 상에 형성된 신호 생성 회로로부터 자유롭게 제한된 픽셀 면적 내에서 최대한 넓은 광전변환영역(PD)은 수광면적을 제공할 수 있다.
- [0067] 상술한 구조를 갖는 이미지 센서는 광전변환영역(PD)에 형성되고 색분리된 입사광의 파장길이에 대응하여 깊이 및 입구 선포이가 조절된 트렌치(320, 330, 340)를 구비함으로써, 픽셀 면적이 감소하더라도 광전변환영역(PD)의 수광면적을 증가시켜 광감도를 향상시키고 동시에 노이즈로 작용하는 광전하의 생성을 억제하여 신호대잡음비를 감소시킬 수 있다.
- [0068] 이하에서는, 도 9a 및 도 9b를 참조하여 도 7에 도시된 단위픽셀그룹(1210)이 복수개의 가시광픽셀과 하나 이상의 비가시광픽셀로 구성되는 경우 예컨대, 레드픽셀, 그린픽셀, 블루픽셀 및 적외선픽셀을 포함하는 4개의 픽셀로 구성되는 경우에 대해 설명하기로 한다.
- [0069] 도 9a 및 도 9b는 도 7에 도시된 이미지 센서의 픽셀 어레이에 포함되며 본 발명의 다른 실시예에 따른 단위픽셀그룹을 나타낸 도면이다. 설명의 편의를 위해 도 8a 및 도 8b에 도시된 구성과 동일한 구성에 대해서는 동일한 도면부호를 사용하고, 자세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0070] 도 9a 및 도 9b에 도시된 바와 같이, 단위픽셀그룹(1210)은 제1파장대역의 가시광에 대응하는 제1픽셀, 제1파장

대역보다 짧은 제2과장대역의 가시광에 대응하는 제2픽셀, 제2과장대역보다 짧은 제3과장대역의 가시광에 대응하는 제3픽셀 및 제4과장대역의 비가시광에 대응하는 제4픽셀을 포함할 수 있다. 각각의 픽셀은 입사광을 필터링하는 수단 예컨대, 컬러필터(350, 360, 370)에 의해 해당 과장대역의 입사광을 수광할 수 있다. 일례로, 제1픽셀, 제2픽셀, 제3픽셀 및 제4픽셀은 각각 레드픽셀(Red pixel), 그린픽셀(Green pixel), 블루픽셀(Blue pixel) 및 적외선픽셀(IR pixel)일 수 있다. 그리고, 레드픽셀, 그린픽셀, 블루픽셀 및 적외선픽셀은 각각 레드필터(350), 그린필터(360), 블루필터(370) 및 적외선필터(400)를 포함할 수 있다.

[0071] 단위픽셀그룹(1210)을 구성하는 각 픽셀의 2차원적 평면사이즈는 서로 동일하거나(도 9a 참조), 또는 사용자(즉, 인간)의 색상 인지능력 및 색분리된 입사광에 대한 광전변환효율을 고려 서로 상이할 수 있다. 이때, 단위픽셀그룹(1210)에서 각 픽셀의 평면사이즈가 서로 동일하더라도, 각각의 픽셀에 형성되어 제한된 픽셀 면적내에서 광전변환영역의 수광면적을 증가시키는 트렌치(320, 330, 340)에 의해 각 픽셀의 수광면적은 서로 상이하거나, 또는 서로 동일할 수 있다. 즉, 단위픽셀그룹(1210)에서 각 픽셀의 수광면적은 각각의 픽셀에 형성된 트렌치(320, 330, 340)를 이용하여 조절할 수 있다.

[0072] 실시예에 따른 단위픽셀그룹(1210)은 레드픽셀, 그린픽셀, 블루픽셀 및 적외선픽셀이 정의된 기관(300), 기관(300) 전면 상에 형성되어 내부에 복수의 트랜지스터(미도시) 및 다층의 금속배선(미도시)을 포함하는 층간절연막(310), 각 픽셀에 대응하여 기관(300)에 형성된 광전변환영역(PD), 레드픽셀, 그린픽셀 및 블루픽셀의 광전변환영역(PD)에 형성되고 입구가 기관(300) 후면에 위치하는 트렌치(320, 330, 340) 및 트렌치(320, 330, 340)를 포함한 기관(300) 후면 상에 형성된 컬러필터(350, 360, 370, 400)를 포함할 수 있다. 또한, 컬러필터(350, 360, 370, 400)를 포함한 기관(300) 후면 상에 형성된 평탄화막(380) 및 광전변환영역(PD)에 대응하여 평탄화막(380) 상에 형성된 마이크로렌즈(390)를 더 포함할 수도 있다.

[0073] 실시예에서 적외선픽셀은 가시광선의 파장길이보다 더 파장길이를 갖는 적외선을 수광하고, 적외선필터(400)에서 가시광선이 모두 필터링되기 때문에 트렌치(320, 330, 340)를 필요로하지 않는다. 한편, 단위픽셀그룹(1210)에서 적외선픽셀 대신에 화이트픽셀 또는 블랙픽셀을 적용하는 경우에도 트렌치를 필요로하지 않는다. 이는, 화이트픽셀 및 블랙픽셀이 레드픽셀, 그린픽셀 및 블루픽셀과 같이 특정 과장대역의 가시광을 이용하는 픽셀이 아니기 때문이다.

[0074] 상술한 구조를 갖는 이미지 센서는 광전변환영역(PD)에 형성되고 색분리된 입사광의 파장길이에 대응하여 깊이 및 입구 선폭이 조절된 트렌치(320, 330, 340)를 구비함으로써, 픽셀 면적이 감소하더라도 광전변환영역(PD)의 수광면적을 증가시켜 광감도를 향상시킴과 동시에 노이즈로 작용하는 광전하의 생성을 억제하여 신호대잡음비를 감소시킬 수 있다.

[0075] 도 10은 도 7에 도시된 이미지 센서에 대한 구체적인 블럭도이다.

[0076] 도 7 및 도 10을 참조하면, 타이밍 발생기(1170)는 로우 드라이버(1120), CDS 블럭(1130), ADC 블럭(1140), 및 램프 신호 발생기(1160) 각각의 동작을 제어하기 위한 적어도 하나의 제어 신호를 생성한다. 제어 레지스터 블럭(1180)은 램프 신호 발생기(1160), 타이밍 발생기(1170), 및 버퍼(1190) 각각의 동작을 제어하기 위한 적어도 하나의 제어 신호를 생성한다. 제어 레지스터 블럭(1180)은 카메라 컨트롤러(1201)의 제어 하에 동작한다.

[0077] 로우 드라이버(1120)는 픽셀 어레이(1110)를 행(row) 단위로 구동한다. 예컨대, 로우 드라이버(1120)는 다수의 행들 중에서 어느 하나의 행을 선택할 수 있는 선택 신호를 생성할 수 있다. 다수의 행들 각각은 다수의 픽셀들을 포함한다. 도 10에 도시된 복수의 픽셀 배열은 설명의 편의를 위해 간략하게 도시된 것으로, 본 발명의 실시예에 따른 픽셀 어레이는 도 4a, 도 4b, 도 8a 내지 도 8c, 그리고, 도 9a 및 도 9b에 도시된 픽셀 구조를 포함할 수 있다.

[0078] 복수의 픽셀들 각각은 입사광을 감지하여 이미지 리셋 신호와 이미지 신호를 CDS 블럭(1130)으로 출력한다. CDS 블럭(1130)은 수신된 이미지 리셋 신호와 이미지 신호 각각에 대하여 상관 이중 샘플링을 수행한다. ADC 블럭(1140)은 램프 신호 발생기(1160)로부터 출력된 램프 신호(Ramp)와 CDS 블럭(1130)으로부터 출력되는 상관 이중 샘플링된 신호를 서로 비교하고 비교 신호를 출력하고, 클럭 신호(CNT_CLK)에 따라 상기 비교 신호의 레벨 전이(transition) 시간을 카운트하고 카운트 값을 버퍼(1190)로 출력한다.

[0079] 도 10을 참조하면, ADC 블럭(1140)은 비교 블럭(1145)과 카운터 블럭(1150)을 포함한다. 비교 블럭(1145)은 다수의 비교기들(Comp)을 포함한다. 다수의 비교기들(Comp) 각각은 CDS 블럭(1130)과 램프 신호 발생기(1160)에 접속된다. CDS 블럭(1130)으로부터 출력된 다수의 출력 신호들 각각은 다수의 비교기들(Comp) 각각의 제1입력

단자(예컨대, (-)입력 단자)로 입력되고, 램프 신호 생성기(1160)로부터 출력된 램프 신호(Ramp)는 다수의 비교기들(Comp) 각각의 제2입력 단자(예컨대, (+)입력 단자)로 입력된다.

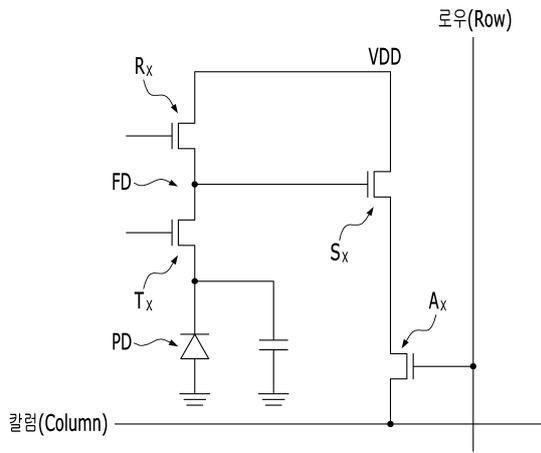
- [0080] 다수의 비교기들(Comp) 각각은 CDS 블록(1130)으로부터 출력된 각 출력 신호와 램프 신호 생성기(1160)로부터 출력된 램프 신호(Ramp)를 수신하여 서로 비교하고 비교 신호를 출력한다. 예컨대, 복수의 픽셀들 각각으로부터 출력된 신호와 램프 신호(Ramp)를 비교하기 위한 제1비교기(1147)로부터 출력된 비교 신호는 외부로부터 입사된 빛의 조도에 따라 달라지는 이미지 신호와 이미지 리셋 신호의 차이에 해당할 수 있다.
- [0081] 램프 신호 생성기(1160)는 타이밍 발생기(170)의 제어 하에 동작할 수 있다.
- [0082] 카운터 블록(1150)은 다수의 카운터들(1151)을 포함한다. 다수의 카운터들 (1151) 각각은 다수의 비교기들 (Comp) 각각의 출력 단자에 접속된다. 카운터 블록 (1150)은 타이밍 발생기(1170)로부터 출력된 클럭 신호 (CNT_CLK)에 따라 상기 비교 신호의 레벨 전이 시간을 카운트하여 디지털 신호, 즉 카운트 값을 출력한다. 즉 카운터 블록(1150)은 다수의 디지털 이미지 신호들을 출력한다. 다수의 카운터들(1151) 각각은 업/다운 카운터 (Up/Down Counter) 또는 비트-와이즈 카운터(bit-wise inversion counter)로 구현될 수 있다.
- [0083] 버퍼(1190)는 ADC 블록(1140)으로부터 출력된 다수의 디지털 이미지 신호들 각각을 저장한 후 이들 각각을 감지 증폭하여 출력한다. 버퍼(1190)는 메모리 블록(1191)과 감지 증폭기(1192)를 포함한다. 메모리 블록(1191)은 각각이 다수의 카운터들(1151) 각각으로부터 출력된 카운트 값을 저장하기 위한 다수의 메모리들(1193)을 포함한다. 예컨대, 상기 카운트 값은 복수의 픽셀들로부터 출력된 신호에 연관된 카운트 값을 의미한다.
- [0084] 감지 증폭기(1192)는 메모리 블록(1191)으로부터 출력되는 각각의 카운트 값을 감지하여 증폭한다. 이미지 센서 (1100)는 이미지 데이터를 DSP(1200)로 출력한다.
- [0085] 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 이미지 센서를 포함하는 다른 이미지 처리 시스템의 개략적인 블록도이다.
- [0086] 도 11에 도시된 바와 같이, 이미지 처리 시스템(2000)은 MIPI(Mobile Industry Processor Interface) 인터페이스를 사용 또는 지원할 수 있는 데이터 처리 장치, 예컨대 PDA(personal digital assistant), PMP(portable media player), 또는 이동 전화기나 스마트 폰(smart phone)과 같은 이동 통신 장치로 구현될 수 있다. 이미지 처리 시스템(2000)은 태블릿 컴퓨터와 같은 휴대용 장치로서 구현될 수 있다.
- [0087] 이미지 처리 시스템(2000)은 애플리케이션 프로세서(2010), 이미지 센서 (2040), 및 디스플레이(2050)를 포함한다.
- [0088] 애플리케이션 프로세서(2010)에 구현된 CSI(camera serial interface) 호스트(2012)는 카메라 시리얼 인터페이스(CSI)를 통하여 이미지 센서(2040)의 CSI 장치(2041)와 시리얼 통신할 수 있다. 여기서, 이미지 센서(2040)는 본 발명의 실시예에 따른 이미지 센서를 포함한다. 애플리케이션 프로세서(2010)에 구현된 DSI 호스트(2011)는 디스플레이 시리얼 인터페이스(display serial interface(DSI))를 통하여 디스플레이(2050)의 DSI 장치(2051)와 시리얼 통신할 수 있다.
- [0089] 이미지 처리 시스템(2000)은 애플리케이션 프로세서(2010)와 통신할 수 있는 RF 칩(2060)을 더 포함할 수 있다. 애플리케이션 프로세서(2010)의 PHY(2013)와 RF 칩(2060)의 PHY(2061)는 MIPI DigRF에 따라 데이터를 주고받을 수 있다.
- [0090] 이미지 처리 시스템(2000)은 GPS(2020), 데이터 저장 장치(2070), 마이크 (2080), DRAM과 같은 메모리(2085), 및 스피커(2090)를 더 포함할 수 있으며, 이미지 처리 시스템(2000)은 Wimax(2030), WLAN(Wireless LAN, 2100) 및 UWB(Ultra-wideband, 2110) 등을 이용하여 통신할 수 있다.
- [0091] 본 발명의 기술 사상은 상기 바람직한 실시예에 따라 구체적으로 기술되었으나, 상기 실시예는 그 설명을 위한 것이며, 그 제한을 위한 것이 아님을 주의하여야 한다. 또한, 본 발명의 기술분야의 통상의 전문가라면 본 발명의 기술사상의 범위내의 다양한 실시예가 가능함을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

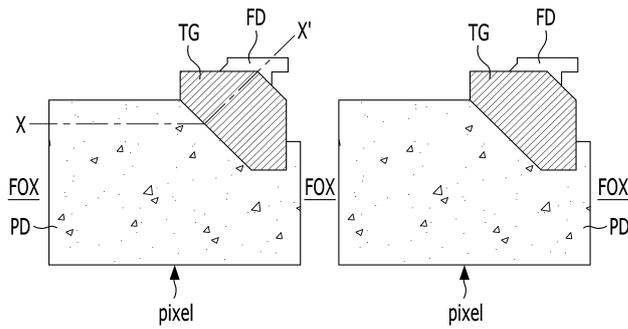
- [0092]
- | | |
|-------------|--------------|
| 300 : 기관 | 310 : 층간절연막 |
| 320 : 제1트렌치 | 330 : 제2트렌치 |
| 340 : 제3트렌치 | 350 : 레드필터 |
| 360 : 그린필터 | 370 : 블루필터 |
| 380 : 평탄화막 | 390 : 마이크로렌즈 |
| 400 : 적외선필터 | |

도면

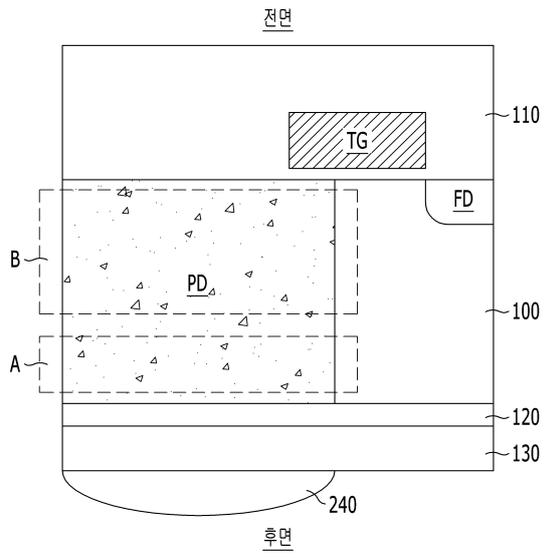
도면1



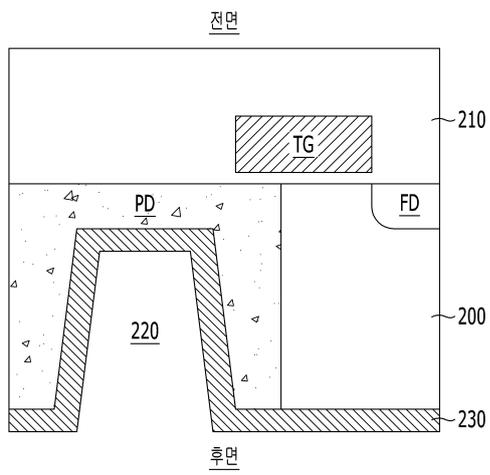
도면2



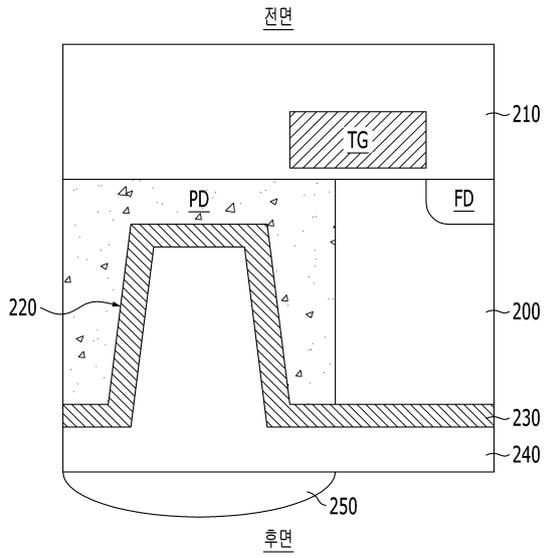
도면3



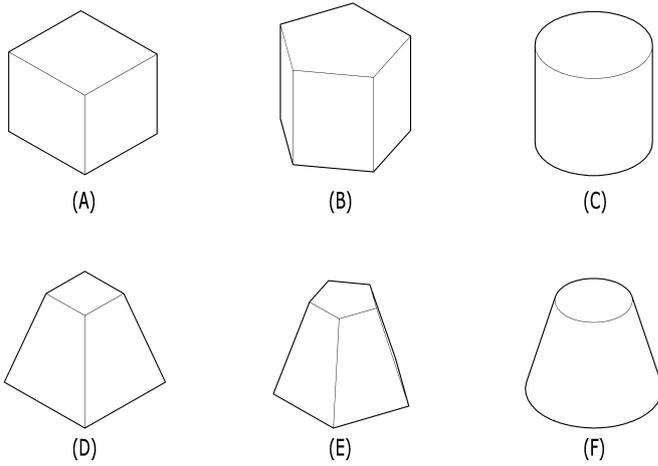
도면4a



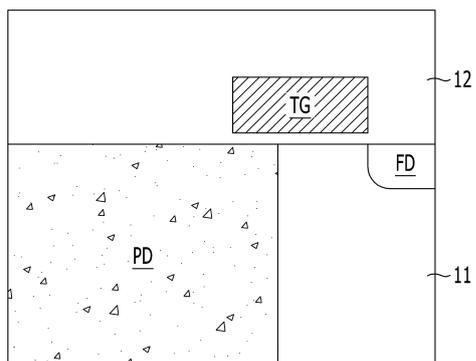
도면4b



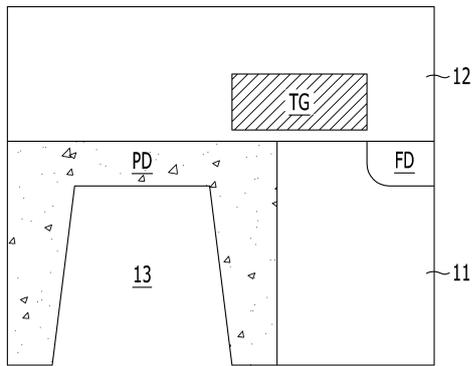
도면5



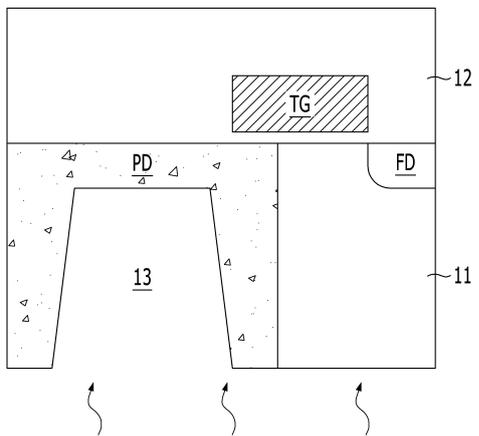
도면6a



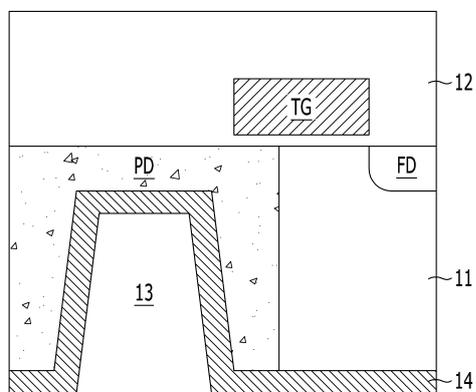
도면6b



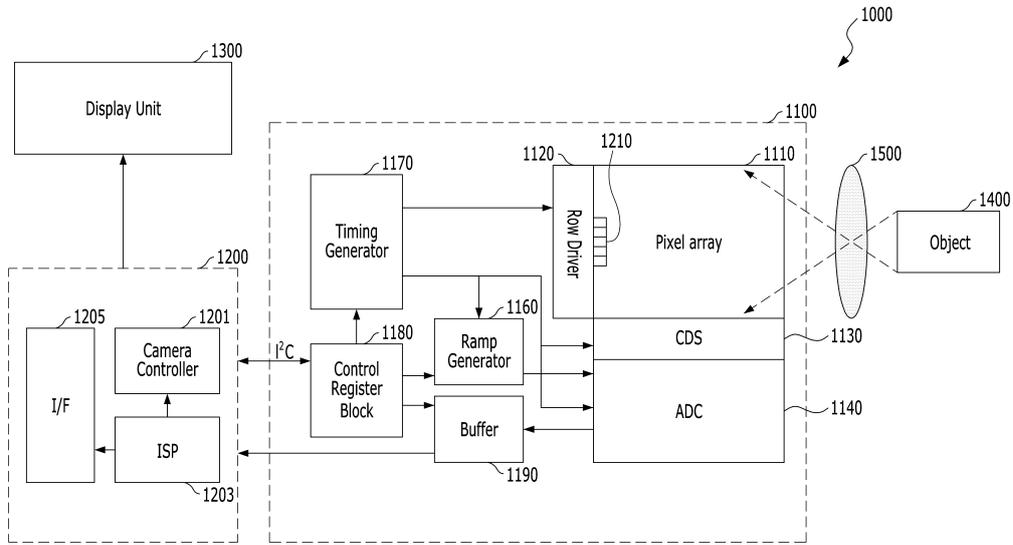
도면6c



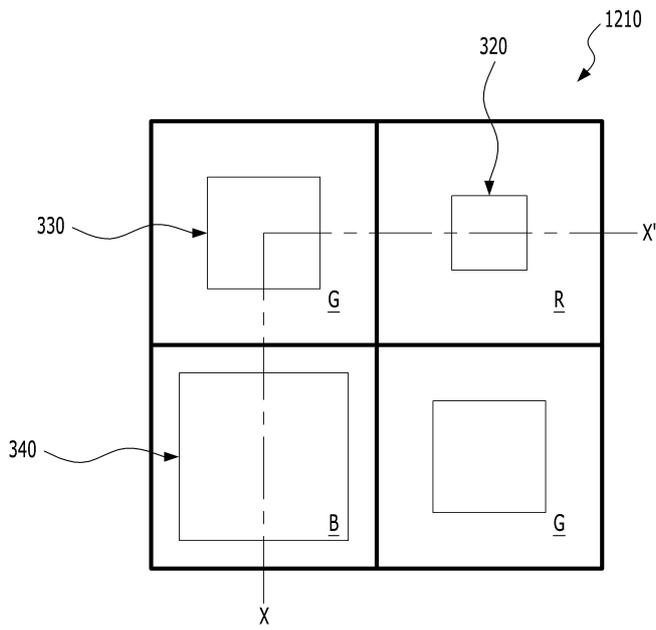
도면6d



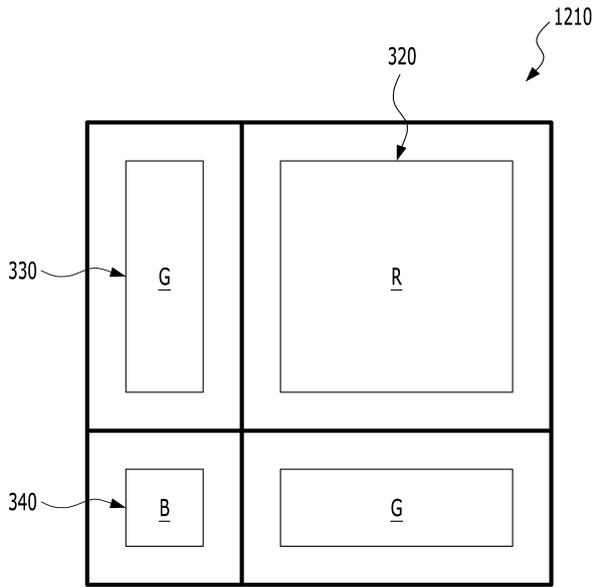
도면7



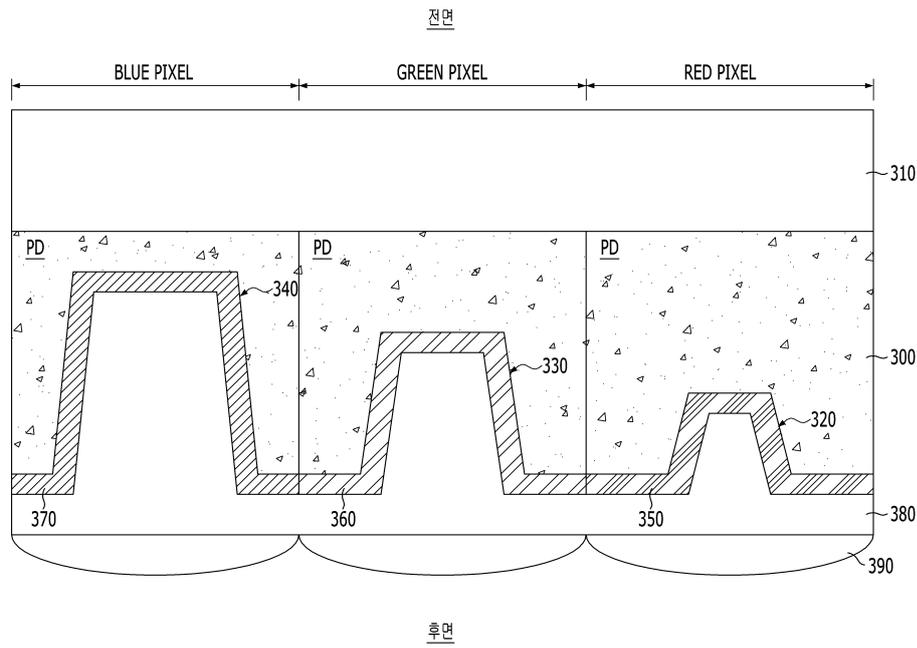
도면8a



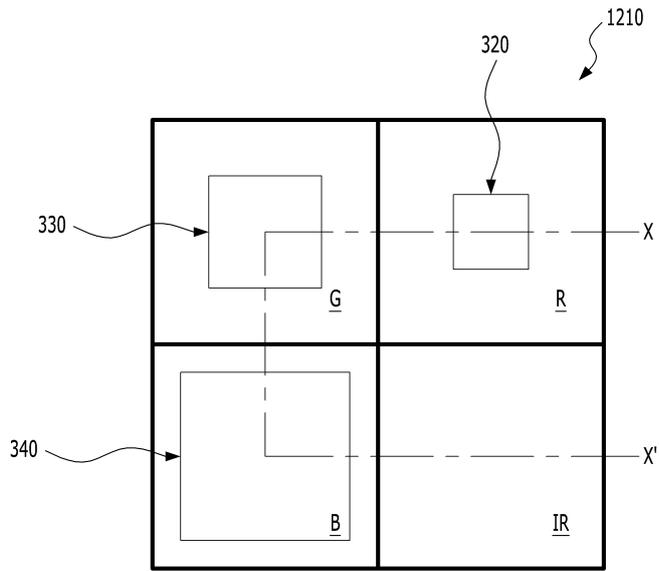
도면8b



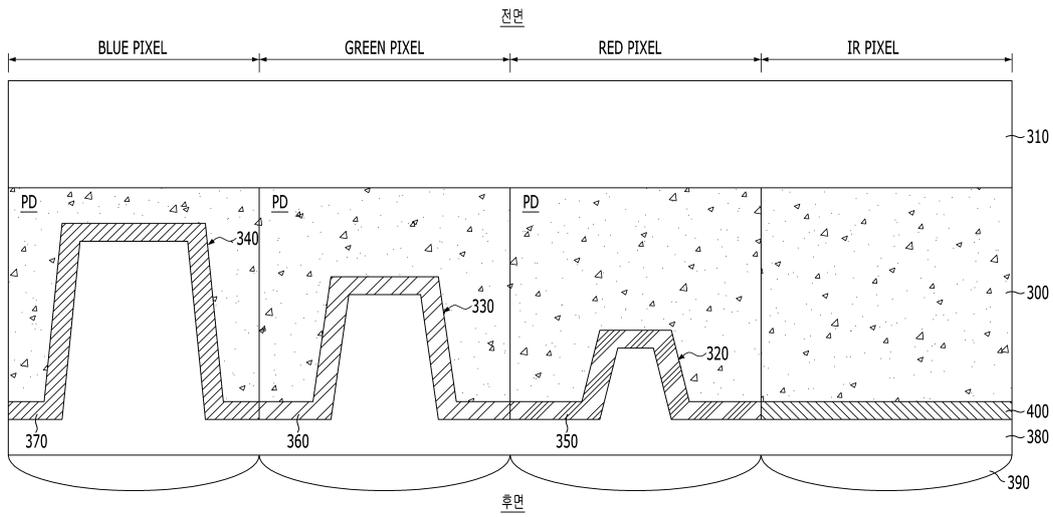
도면8c



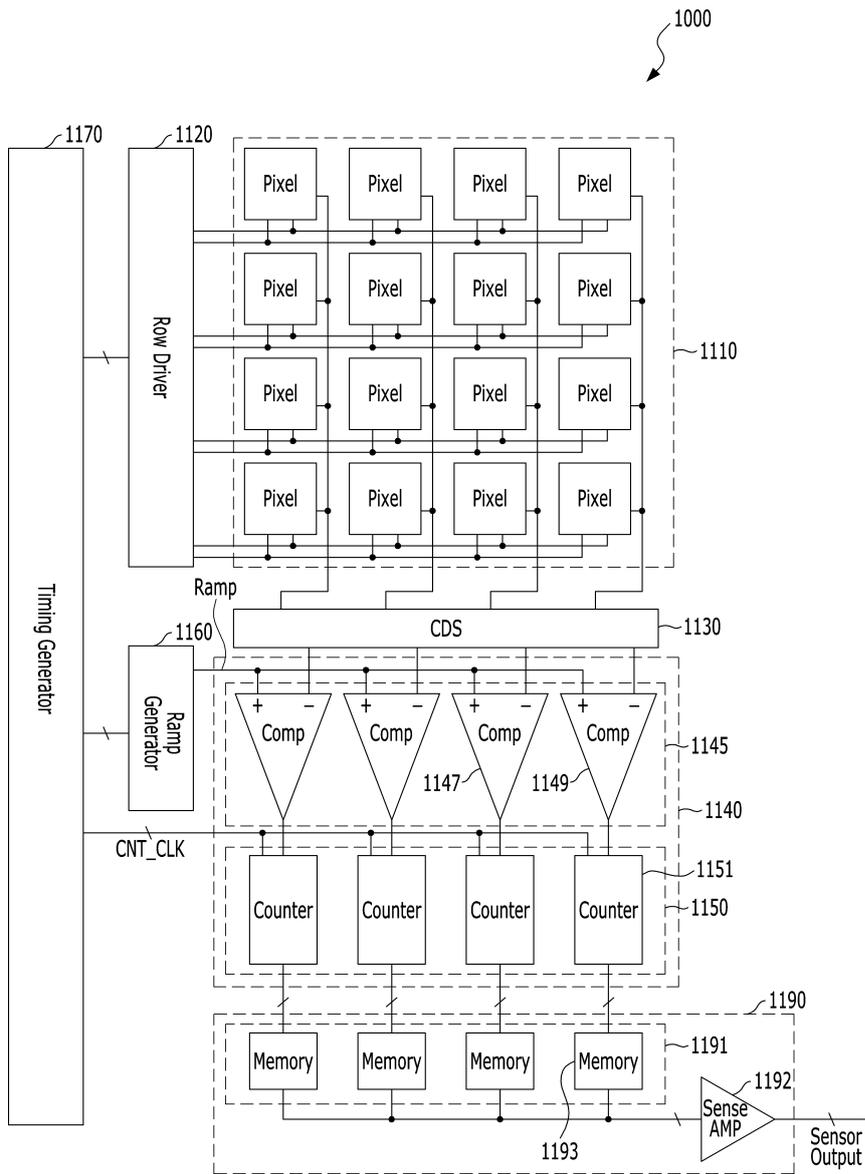
도면9a



도면9b



도면10



도면11

