



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년08월11일
(11) 등록번호 10-2287553
(24) 등록일자 2021년08월03일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 27/146 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 27/14643 (2013.01)
H01L 27/14612 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-0143644
- (22) 출원일자 2018년11월20일
심사청구일자 2018년11월20일
- (65) 공개번호 10-2019-0058347
- (43) 공개일자 2019년05월29일
- (30) 우선권주장
62/589,007 2017년11월21일 미국(US)
15/868,324 2018년01월11일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
KR1020070031046 A*
KR1020130135033 A*
KR1020170049336 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
타이완 세미콘덕터 매뉴팩처링 컴퍼니 리미티드
중화민국, 타이완, 신추, 신추 사이언스 파크,
리-신 로드 6, 넘버 8
- (72) 발명자
치양 엔-팅
중화민국, 타이완, 신추, 신추 사이언스 파크,
리-신 로드 6, 넘버 8
첸 준-유안
중화민국, 타이완, 신추, 신추 사이언스 파크,
리-신 로드 6, 넘버 8
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 10 항

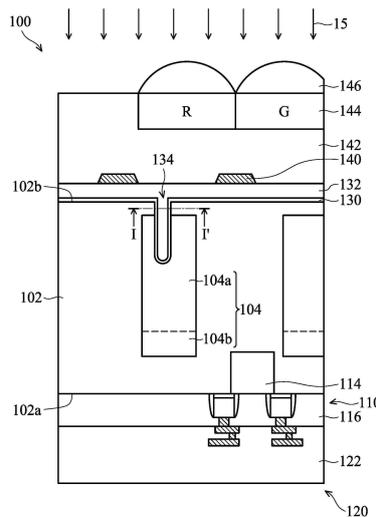
심사관 : 심병로

(54) 발명의 명칭 **광 감 영역에 도핑층을 가지는 이미지 센서 소자 구조체**

(57) 요약

이미지 센서 소자 구조체가 제공된다. 이미지 센서 소자 구조체는 기관을 포함하고, 기관은 제1 도전형으로 도핑된다. 상기 이미지 센서 소자 구조체는 상기 기관 내에 형성된 광 감지 영역을 포함하고, 상기 광 감지 영역은 상기 제1 도전형과 다른 제2 도전형으로 도핑된다. 이미지 센서 소자 구조체는 광 감지 영역 내로 연장된 도핑 영역을 더 포함하고, 도핑 영역은 제1 도전형으로 도핑된다. 이미지 센서 소자 구조체는 도핑 영역 상에 형성된 복수의 컬러 필터를 더 포함한다.

대표도 - 도1f



(52) CPC특허분류

H01L 27/14621 (2013.01)

H01L 27/14683 (2013.01)

(72) 발명자

첵 시아오-후이

중화민국, 타이완, 신추, 신추 사이언스 파크, 리
-신 로드 6, 넘버 8

왕 유-젠

중화민국, 타이완, 신추, 신추 사이언스 파크, 리
-신 로드 6, 넘버 8

팅 시-판

중화민국, 타이완, 신추, 신추 사이언스 파크, 리
-신 로드 6, 넘버 8

우 웨이 추앙

중화민국, 타이완, 신추, 신추 사이언스 파크, 리
-신 로드 6, 넘버 8

리우 쟈-칭

중화민국, 타이완, 신추, 신추 사이언스 파크, 리
-신 로드 6, 넘버 8

야웅 던-니안

중화민국, 타이완, 신추, 신추 사이언스 파크, 리
-신 로드 6, 넘버 8

명세서

청구범위

청구항 1

이미지 센서 소자 구조체로서,

제1 도전형으로 도핑된 기판;

상기 기판 내에 형성되고, 상기 제1 도전형과 다른 제2 도전형으로 도핑된 광 감지 영역;

상기 광 감지 영역 내로 연장되고, 상기 제1 도전형으로 도핑된 도핑 영역 - 상기 도핑 영역은 내부 산화물 층과 외부 도핑층을 포함하고, 상기 외부 도핑층은 상기 내부 산화물 층과 상기 광 감지 영역 사이에 있음 -; 및

상기 도핑 영역 상에 형성된 복수의 컬러 필터

를 포함하는 이미지 센서 소자 구조체.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 기판은 p-형 도전형으로 도핑되고, 상기 광 감지 영역은 n-형 도전형으로 도핑되고, 상기 도핑 영역은 p-형 도전형으로 도핑되는 것인 이미지 센서 소자 구조체.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 광 감지 영역은 제1 도핑 농도를 갖는 제1 부분 및 제2 도핑 농도를 갖는 제2 부분을 포함하고, 상기 제2 도핑 농도는 상기 제1 도핑 농도보다 높고, 상기 도핑 영역은 상기 제1 부분과 직접 접촉하는 것인 이미지 센서 소자 구조체.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 도핑 영역은 제3 도핑 농도를 가지며, 상기 제3 도핑 농도는 상기 제2 도핑 농도보다 높은 것인 이미지 센서 소자 구조체.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 광 감지 영역을 둘러싸는 깊은 격리 링(deep isolation ring)을 더 포함하고, 상기 도핑 영역은 제1 깊이를 가지고, 상기 깊은 격리 링은 상기 제1 깊이보다 큰 제2 깊이를 가지는 것인 이미지 센서 소자 구조체.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 깊은 격리 링은,

상기 제1 도전형으로 도핑되고, 상기 기판과 직접 접촉하는 도핑층; 및

상기 도핑층 위의 산화물 층

을 포함하는 것인 이미지 센서 소자 구조체.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 산화물 층 및 상기 광 감지 영역 위의 복수의 금속 격자 구조체를 더 포함하는 이미지 센서 소자 구조체.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 기판 위에 형성된 트랜지스터 소자(transistor device); 및

상기 트랜지스터 소자 상에 형성된 상호 접속 구조체를 더 포함하는 이미지 센서 소자 구조체.

청구항 9

이미지 센서 소자 구조체로서,

제1 표면 및 제2 표면을 갖는 p-형 기판;

상기 p-형 기판의 상기 제1 표면 상에 형성된 상호 접속 구조체;

상기 기판 내에 형성된 n-형 광 감지 영역;

상기 기판의 상기 제2 표면으로부터 상기 n-형 광 감지 영역으로 삽입되고, p-형 도핑층과 상기 p-형 도핑층 위에 형성된 산화물 층을 포함하는 p-형 도핑 영역; 및

상기 n-형 광 감지 영역을 둘러싸고, 상기 p-형 도핑층 및 상기 산화물 층을 포함하는 깊은 격리 링을 포함하는 이미지 센서 소자 구조체.

청구항 10

이미지 센서 소자 구조체를 형성하는 방법으로서,

기판의 제1 표면 상에 상호 접속 구조체를 형성하는 단계;

상기 기판 내에 광 감지 영역을 형성하는 단계;

상기 기판의 제2 표면으로부터 상기 광 감지 영역에 트렌치를 형성하는 단계;

상기 트렌치에 도핑층을 형성하는 단계; 및

상기 광 감지 영역에 삽입되는 도핑 영역을 형성하도록 상기 트렌치 내부 및 상기 도핑층 상에 산화물 층을 형성하는 단계

를 포함하는 이미지 센서 소자 구조체를 형성하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 참조로 그 전체가 참고로 여기에 포함된, 2017년 11월 21일자 출원된, "감광 영역에 도핑층을 가지는 이미지 센서 소자 구조체"라는 명칭의 미국 가출원 제62/589,007호의 이익을 주장한다.

[0003] 본 발명은 감광 영역에 도핑층을 가지는 이미지 센서 소자 구조체에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 반도체 소자는 예컨대, 개인용 컴퓨터, 휴대폰, 디지털 카메라 및 기타 전자 장비와 같은 다양한 전자 용도에 사용된다. 반도체 소자는 전형적으로 반도체 기판 위에 절연 재료층 또는 유전체 재료층, 도전 재료층 및 반도체 재료층을 순차적으로 증착하고 리소그래피를 사용하여 다양한 재료층을 패터닝하여 그 위에 회로 성분 및 소자를 형성함으로써 제조된다. 많은 집적 회로가 통상적으로 단일 반도체 웨이퍼 상에 제조되며, 웨이퍼 상의 개별 다이는 스크라이브 라인을 따라 집적 회로 사이를 소잉 절단함으로써 단편화된다. 개별 다이는 전형적으로 예컨대, 멀티-칩 모듈, 또는 다른 유형의 패키징으로 개별적으로 패키징된다.

[0005] 이미지 센서는 이미지 센서에 접속된 광학 이미지를 전기 신호로 변환하는 데 사용된다. 이미지 센서는 광 다이오드와 같은 광 검출 소자의 어레이를 포함하고, 광 검출 소자는 광 검출 소자 상에 입사하는 광의 강도에 대응하는 전기 신호를 생성하도록 구성된다. 전기 신호는 모니터에 해당 이미지를 표시하거나 광학 이미지에 대한 정보를 제공하는 데 사용된다.

[0006] 기존의 이미지 센서 소자 구조체 및 이를 형성하는 방법은 일반적으로 그 의도된 목적에 적합하지만, 모든

면에서 완전히 만족스러운 것은 아니었다.

발명의 내용

도면의 간단한 설명

[0007]

본 개시 내용의 여러 양태들은 첨부 도면을 함께 관독시 다음의 상세한 설명으로부터 가장 잘 이해될 것이다. 산업계에서의 표준 관행에 따라 다양한 특징부들은 비율대로 작성된 것은 아님을 알아야 한다. 실제, 다양한 특징부의 치수는 논의의 명확성을 위해 임의로 증감될 수 있다.

도 1a~1f는 본 개시 내용의 일부 실시예에 따른 이미지 센서 소자 구조체를 형성하는 여러 단계의 횡단면도이다.

도 2a~2d는 본 개시 내용의 일부 실시예에 따른 이미지 센서 소자 구조체의 평면도이다.

도 3a~3e는 본 개시 내용의 일부 실시예에 따른 이미지 센서 소자 구조체를 형성하는 여러 단계의 횡단면도이다.

도 3ea는 본 개시 내용의 일부 실시예에 따른 변형된 이미지 센서 소자 구조체의 횡단면도이다.

도 4a~4c는 본 개시 내용의 일부 실시예에 따른 이미지 센서 소자 구조체의 평면도이다.

도 5a~5f는 본 개시 내용의 일부 실시예에 따른 이미지 센서 소자 구조체를 형성하는 여러 단계의 횡단면도이다.

도 5fa는 본 개시 내용의 일부 실시예에 따른 변형된 이미지 센서 소자 구조체의 횡단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008]

다음의 개시 내용은 제시된 주제의 여러 가지 다른 특징부의 구현을 위한 다수의 상이한 실시예 또는 실례를 제공한다. 본 개시 내용을 단순화하기 위해 구성 성분 및 배열의 특정 예들을 아래에 설명한다. 이들은 물론 단지 여러 가지 예일 뿐이고 한정하고자 의도된 것이 아니다. 예를 들어, 이어지는 설명에서 제2 특징부 상에 제1 특징부의 형성은 제1 및 제2 특징부가 직접 접촉되게 형성되는 실시예를 포함할 수 있고 제1 및 제2 특징부가 직접 접촉되지 않을 수 있게 추가의 특징부가 제1 및 제2 특징부 사이에 형성될 수 있는 실시예도 포함할 수 있다. 추가로, 본 개시 내용은 다양한 예에서 참조 번호 및/또는 문자를 반복할 수 있다. 이러한 반복은 단순성 및 명료성을 위한 것으로, 그 자체가 논의되는 다양한 실시예 및/또는 구성 간의 관계를 지시하는 것은 아니다.

[0009]

실시예의 일부 변형례가 설명된다. 다양한 도면 및 예시적인 실시예에 걸쳐, 동일한 참조 번호는 동일한 요소를 지정하는 데 사용된다. 부가적인 동작이 방법의 이전, 도중 및 이후에 제공될 수 있으며, 설명된 동작 중 일부는 방법의 다른 실시예에서 대체되거나 제거될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

[0010]

이미지 센서 소자 구조체 및 그 형성 방법의 실시예가 제공된다. 도 1a~1f는 본 개시 내용의 일부 실시예에 따른 이미지 센서 소자 구조체(100)를 형성하는 여러 단계의 횡단면도를 보여준다. 이미지 센서 소자 구조체(100)는 후면 조명(BSI) 이미지 센서 소자 구조체에 적용된다.

[0011]

도 1a를 참조하면, 기판(102)이 제공된다. 기판(102)은 제1 표면(102a) 및 제2 표면(102b)을 가진다. 기판(102)은 실리콘 또는 다른 반도체 재료로 제조될 수 있다. 일부 실시예에서, 기판(102)은 웨이퍼이다. 대안적으로 또는 부가적으로, 기판(102)은 게르마늄과 같은 다른 원소 반도체 재료를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 기판(102)은 실리콘 탄화물, 갈륨 비소, 인듐 비소 또는 인듐 인화물, 실리콘 게르마늄, 실리콘 게르마늄 탄화물, 갈륨 비소 인화물 또는 갈륨 인듐 인화물과 같은 화합물 반도체 또는 합금 반도체로 제조된다. 일부 실시예에서, 기판(102)은 에피택셜 층을 포함한다. 예를 들어, 기판(102)은 벌크 반도체 위에 놓이는 에피택셜 층을 가진다.

[0012]

광 감지 영역(104)은 기판(102)에 형성된다. 광 감지 영역(104)은 적색, 녹색 및 청색 광 파장의 강도(휘도)를 각각 검출하는 데 사용된다. 일부 실시예에서, 광 감지 영역(104)은 광 다이오드(PD) 영역이다. 광 감지 영역(104)은 도펀트로 도핑될 수 있다. 일부 실시예에서, 기판(102)은 제1 도전형으로 도핑되고, 광 감지 영역(104)은 제2 도전형으로 도핑된다. 일부 실시예에서, 기판(102)은 붕소(B) 또는 갈륨(Ga)과 같은 p-형 도펀트로 도핑되고, 광 감지 영역(104)은 인(P) 또는 비소(As)와 같은 n-형 도펀트로 도핑된다.

[0013]

광 감지 영역(104)은 제1 도핑 농도를 갖는 제1 부분(104a) 및 제2 도핑 농도를 갖는 제2 부분(104b)을 포함할

수 있다. 제2 부분(104b)은 제1 부분(104a)보다 트랜지스터 소자 구조체(110)에 더 가깝다. 제2 부분(104b)의 제2 도핑 농도는 제1 부분(104a)의 제1 도핑 농도보다 크다. 제1 도핑 농도보다 큰 제2 도핑 농도는 광전자의 전달을 촉진하는 데 이용된다. 일부 실시예에서, 제1 부분(104a)의 제1 도핑 농도는 약 1E15 내지 약 1E17의 범위이다. 일부 실시예에서, 제2 부분(104b)의 제2 도핑 농도는 약 1E16 내지 약 1E19의 범위이다.

[0014] 트랜지스터 소자 구조체(110)는 기판(102)의 제1 표면(102a) 상에 형성된다. 트랜지스터 소자 구조체(110)는 게이트 유전체 층(106) 및 해당 게이트 유전체 층(106) 위의 게이트 전극층(108)을 포함한다. 한 쌍의 게이트 스페이서가 트랜지스터 소자 구조체(110)의 측벽 표면 상에 형성된다. 일부 실시예에서, 트랜지스터 소자 구조체(110)는 전송 트랜지스터 소자 구조체이다.

[0015] 게이트 유전체 층(106)은 실리콘 산화물, 실리콘 질화물, 실리콘 산질화물, 고 유전율(하이-k)의 유전체 재료 또는 이들의 조합과 같은 유전체 재료로 형성된다. 게이트 유전체 층(106)은 화학적 기상 증착(CVD), 물리적 기상 증착(PVD), 원자층 증착(ALD), 고밀도 플라즈마 CVD(HDPCVD), 금속 유기 CVD(MOCVD) 또는 플라즈마 강화 CVD(PECVD)에 의해 형성될 수 있다. 게이트 전극층(108)은 알루미늄(Al), 구리(Cu), 텅스텐(W), 티타늄(Ti), 탄탈(Ta) 또는 다른 적용 가능한 재료와 같은 도전 재료로 이루어질 수 있다. 제1 게이트 전극층(108)은 화학적 기상 증착(CVD), 물리적 기상 증착(PVD), 원자층 증착(ALD) 또는 다른 적용 가능한 공정과 같은 증착 공정에 의해 형성될 수 있다.

[0016] 일부 실시예에서, 게이트 스페이서(112)는 실리콘 산화물, 실리콘 질화물, 실리콘 산질화물 또는 다른 적용 가능한 재료로 형성된다. 일부 실시예에서, 게이트 스페이서(112)는 화학적 기상 증착(CVD) 공정 또는 물리적 기상 증착(PVD) 공정에 의해 형성된다.

[0017] 도핑 영역(114)이 트랜지스터 소자 구조체(110) 아래에 형성된다. 트랜지스터 소자 구조체(110)는 광 감지 영역(104)과 도핑 영역(114) 사이에 존재한다. 일부 실시예에서, 도핑 영역(114)은 플로팅 노드(FD) 영역이다. 도핑 영역(114)은 트랜지스터 소자 구조체(110)를 마스크로서 사용하여 이온 주입 공정을 수행하는 것에 의해 형성된다. 일부 실시예에서, 도핑 영역(114)은 n-형 도펀트로 도핑된다.

[0018] 기판(102)은 얇은 트랜치 격리(STI) 특징부 또는 실리콘의 국부 산화(LOCOS) 특징부와 같은 격리 특징부(미도시)를 더 포함할 수 있다. 격리 특징부는 다양한 소자 요소를 정의하고 격리할 수 있다.

[0019] 일부 실시예에서, 4개의 n-형 MOS 트랜지스터가 형성된다. 4개의 n-형 MOS 트랜지스터는 광 다이오드에서 수집된 광 전하를 플로팅 확산(FD) 영역으로 전달하는 전송 트랜지스터(Tx), 플로팅 확산(FD) 영역의 전위를 바람직한 레벨로 설정하고 전하 방전 후에 플로팅 확산(FD) 영역을 리셋하는 리셋 트랜지스터(Rx), 소스 팔로워(follower) 버퍼 증폭기로서 기능하는 구동 트랜지스터(Dx), 및 화소를 어드레싱하기 위한 스위칭 기능을 수행하는 선택 트랜지스터(Sx)이다.

[0020] 다른 디바이스 소자는 기판(102)에 형성될 수 있는, 트랜지스터(예, 금속 산화물 반도체 전계 효과 트랜지스터(MOSFET), 상보적 금속 산화물 반도체(CMOS) 트랜지스터, 바이폴라 접합 트랜지스터(BJT), 고전압 트랜지스터, 고주파 트랜지스터, p-채널 및/또는 n-채널 전계 효과 트랜지스터(PFET/NFET) 등), 다이오드 및/또는 다른 적용 가능한 소자를 포함한다. 증착, 에칭, 주입, 포토리소그래피, 어닐링 및/또는 다른 적용 가능한 공정과 같은 다른 공정이 디바이스 소자의 형성을 위해 수행된다. 일부 실시예에서, 디바이스 소자는 FEOL(front-end-of-line) 공정에서 기판(102)에 형성된다.

[0021] 이후, 도 1b에 예시된 바와 같이, 본 개시 내용의 일부 실시예에 따라, 층간 유전체(ILD) 층(116)이 기판(102)의 제1 표면(102a) 위에 형성된다. ILD 층(116)은 다층을 포함할 수 있다. ILD 층(116)은 실리콘 산화물(SiO_x), 실리콘 질화물(Si_xN_y), 실리콘 산질화물(SiON) 또는 로우-k 유전체 재료, 다른 적용 가능한 유전체 재료로 형성된다.

[0022] 접촉 구조체(118)가 ILD 층(116) 내에 그리고 트랜지스터 소자 구조체(110) 위에 형성된다. 접촉 구조체(118)는 구리(Cu), 구리 합금, 알루미늄(Al), 알루미늄 합금, 텅스텐(W), 텅스텐 합금, 티타늄(Ti), 티타늄 합금, 탄탈(Ta), 탄탈 합금, 또는 다른 적용 가능한 재료 등의 도전 재료로 형성된다.

[0023] 상호 접속 구조체(120)가 ILD 층(116) 위에 형성된다. 상호 접속 구조체(120)는 금속간 유전체(IMD) 층(122), 도전 라인(124) 및 도전 비아 플러그(126)를 포함한다. IMD 층(122)은 단일 층 또는 다중 층일 수 있다. 도전 라인(124)과 도전 비아 플러그(126)는 IMD 층(122) 내에 형성된다. 도전 라인(124)은 도전 비아 플러그(126)를 통해 다른 인접한 도전 라인(124)에 전기적으로 접속된다. 상호 접속 구조체(120)는 BEOL(back-end-of-line)

공정에서 형성된다.

- [0024] IMD 층(122)은 실리콘 산화물(SiO_x), 실리콘 질화물(Si_xN_y), 실리콘 산질화물(SiON), 저 유전율(로우-k)의 유전체 재료(들) 또는 이들의 조합으로 형성된다. 일부 실시예에서, IMD 층(122)은 약 2.5 미만의 유전 상수(k)를 갖는 극 저-k(ELK) 유전체 재료로 형성된다. 일부 실시예에서, ELK 유전체 재료는 탄소 도핑된 실리콘 산화물, 비정질 플루오르화 탄소, 파릴렌, 비스-벤조시클로부텐(BCB), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)(테플론) 또는 실리콘 산탄화물 중합체(SiOC)를 포함한다. 일부 실시예에서, ELK 유전체 재료는 수소 실세스퀴옥산(HSQ), 다공성 메틸 실세스퀴옥산(MSQ), 다공성 폴리아릴에테르(PAE), 다공성 SiLK 또는 다공성 실리콘 산화물(SiO₂)과 같은 기존 유전체 재료의 다공성 버전을 포함한다. 일부 실시예에서, IMD 층(122)은 플라즈마 강화 화학적 기상 증착(PECVD) 공정 또는 스핀 코팅 공정에 의해 증착된다.
- [0025] 도전 라인(124) 및 도전 비아 플러그(126)는 독립적으로 구리(Cu), 구리 합금, 알루미늄(Al), 알루미늄 합금, 텅스텐(W), 텅스텐 합금, 티타늄(Ti), 티타늄 합금, 탄탈(Ta) 또는 탄탈 합금으로 이루어진다. 일부 실시예에서, 도전 라인(124) 및 도전 비아 플러그(126)는 도금 방법에 의해 형성된다.
- [0026] 이후, 도 1c에 예시된 바와 같이, 본 개시 내용의 일부 실시예에 따라, 기판(102)이 전도되어 기판(102)의 저면(102b)이 위로 향한다. 다음에, 기판(102)의 광 감지 영역(104)에 트렌치(125)가 형성된다. 트렌치(125)는 기판(102) 내의 광 감지 영역(104)의 일부를 제거함으로써 형성된다.
- [0027] 트렌치(29)는 패터닝 공정에 의해 형성된다. 패터닝 공정은 포토리소그래피 공정 및 에칭 공정을 포함한다. 포토리소그래피 공정은 포토레지스트 코팅(예, 스핀-온 코팅), 소프트 베이킹, 마스크 정렬, 노광, 노광 후 베이킹, 포토레지스트 현상, 세정 및 건조(예, 하드 베이킹)를 포함한다. 상기 에칭 공정은 건식 에칭 공정 또는 습식 에칭 공정을 포함한다.
- [0028] 트렌치(125)는 수평 방향을 따라 측정된 제1 폭(W₁)을 가지며, 수평 방향은 기판(102)의 제2 표면(102b)에 평행하다. 트렌치(125)는 기판(102)의 제2 표면(102b)로부터 측정된 제1 깊이(D₁)를 가진다. 기판(102)은 수직 방향을 따라 제1 표면(102a)과 제2 표면(102b) 사이의 거리인 제1 높이(H₁)를 가진다. 일부 실시예에서, 제1 폭(W₁)은 약 0.1 μm 내지 약 0.4 μm의 범위이다. 일부 실시예에서, 제1 깊이(D₁)는 약 0.5 μm 내지 약 3 μm의 범위이다. 일부 실시예에서, 제1 높이(H₁)는 약 2 μm 내지 약 6 μm의 범위이다. 트렌치(125)의 제1 깊이(D₁)가 너무 작으면, (도 1e에 예시된 바와 같이) 광 감지 영역(104)과 도핑 영역(134)의 접촉 면적이 충분하지 않을 수 있다. 트렌치(125)의 제1 깊이(D₁)가 너무 높으면, (도 1e에 예시된 바와 같이) 광 감지 영역(104)의 면적은 도핑 영역(134)에 의해 점유되고, 광 감지 영역(104)의 면적은 광 전자를 저장하기엔 너무 작다.
- [0029] 다음에, 도 1d에 예시된 바와 같이, 본 개시 내용의 일부 실시예에 따라 도핑층(130)이 트렌치(125)의 일부에 그리고 기판(102)의 제2 표면(102b) 위에 형성된다. 도핑층(130)은 트렌치(125)의 측면면 상에 형성되지만, 트렌치(125)는 도핑층(130)으로 완전히 충전되지 않는다. 도핑층(130)은 광 감지 영역(104)의 제1 부분(104a)과 직접 접촉한다.
- [0030] 도핑층(130)은 제1 도전형으로 도핑된다. 일부 실시예에서, 광 감지 영역(104)은 n-형 도펀트로 도핑되고, 도핑층(130)은 p-형 도펀트로 도핑된다. 일부 실시예에서, 도핑층(130)은 붕소(B)-도핑된 Si 층이다. 일부 실시예에서, 도핑층(130)은 약 1E16 내지 약 1E20의 범위의 도핑 농도를 가진다.
- [0031] 상기 도핑층(130)은 에피택셜 공정, 플라즈마 도핑 공정 또는 원자층 증착(ALD) 공정에 의해 형성될 수 있다. 일부 실시예에서, 도핑층(130)은 에피택셜 공정에 의해 형성되고, 에피택셜 공정은 약 400도 내지 약 500도의 범위의 더 낮은 온도에서 동작된다. 에피택셜 공정의 장점은 에피택셜 공정을 수행하는 동안 저온에 의해 트랜지스터 소자 구조체(110)가 손상되지 않는다는 것이다. 일부 다른 실시예에서, 도핑층(130)은 플라즈마 도핑 공정에 의해 형성된다.
- [0032] 플라즈마 도핑 공정은 증착 공정을 수행하는 동시에 노크-온(knock-on) 공정을 수행하는 것을 포함한다. 증착 공정은 트렌치(125) 내에 도펀트 층을 형성하도록 구성된다. 노크-온 공정은 도펀트 층(130)의 도펀트를 트렌치(125) 내로 유도하도록 구성된다. 노크-온 공정은 노크-온 가스를 주입하는 것을 포함할 수 있다. 노크-온 공정은 수소(H₂), 질소(N₂), 헬륨(He), 아르곤(Ar), 크립톤(Kr), 크세논(Xe), 네온(Ne) 또는 이들의 조합을 포함하는 가스를 사용하는 것에 의해 수행된다. 일부 다른 실시예에서, 도핑층(130)은 원자층 증착(ALD) 공정에 의해 형성될 수 있으며, 붕소(B)-도핑된 산화물 층이 형성된다. 일부 실시예에서, 도핑층(130)은 약 5 nm 내지

약 100 nm의 범위의 두께를 가진다.

- [0033] 이어서, 도 1e에 예시된 바와 같이, 본 개시 내용의 일부 실시예에 따라 산화물 층(132)이 트렌치(125) 내부와 도핑층(130) 위에 형성된다. 따라서, 도핑 영역(134)이 도핑층(130)과 산화물 층(132)에 의해 형성된다. 도핑 층(130)은 도핑 영역(134)으로부터 깊은 격리 링(136) 내의 위치까지 연장된다. 도핑 영역(134)은 광 감지 영역(104) 내로 삽입되거나 광 감지 영역까지 연장된다. 더 구체적으로, 도핑 영역(134)은 광 감지 영역(104)의 제1 부분(104a)과 직접 접촉한다.
- [0034] 일부 실시예에서, 광 감지 영역(104)은 n-형 도전형을 가지며, 기관(102)은 p-형 도전형을 가진다. 광 감지 영역(104)과 기관(102) 사이에 제1 p-n 접합이 존재한다. 또한, 도핑 영역(134)과 광 감지 영역(104)은 상이한 도핑 도전형을 가진다. 일부 실시예에서, 광 감지 영역(104)은 n-형 도전형을 가지며, 도핑 영역(134)은 p-형 도전형을 가진다. 그러므로, 도핑 영역(134)과 광 감지 영역(104) 사이에 제2 p-n 접합이 존재한다. 광 감지 영역(104)은 부가적인 제2 p-n 접합을 추가함으로써 급속히 공핍될 수 있다. 보다 구체적으로, 도핑 영역(134)은 광 감지 영역(104)과 도핑 영역(134)의 접촉 면적이 증가되기 때문에 광 감지 영역(104)의 공핍 능력을 증가시키도록 구성된다.
- [0035] 이후, 도 1f에 예시된 바와 같이, 본 개시 내용의 일부 실시예에 따라 다수의 금속 격자 구조체(140)가 산화물 층(132) 위에 형성된다.
- [0036] 금속 격자 구조체(140)는 대응하는 광 감지 영역(104) 측으로 광을 안내하는 데 사용된다. 금속 격자 구조체(140)는 광을 반사할 수 있게 하는 반사 특성을 갖는 재료로 형성된다. 일부 실시예에서, 금속 격자 구조체(140)는 구리(Cu), 텅스텐(W), 알루미늄(Al) 또는 다른 금속 재료로 형성된다. 유전체 층(142)이 금속 격자 구조체(140) 및 산화물 층(132) 상에 형성된다. 유전체 층(142)은 실리콘 질화물, 실리콘 산질화물, 실리콘 산화물 또는 이들의 조합으로 형성된다. 유전체 층(142)은 단일 층 또는 다층을 가질 수 있다.
- [0037] 유전체 층(142)에는 다수의 컬러 필터(144)가 형성된다. 금속 격자 구조체(140)는 각각 2개의 인접하는 컬러 필터(144) 사이의 계면 영역 아래에 형성된다. 광 감지 영역(104)과 정렬된 컬러 필터(144)는 가시광을 필터링하고 적색(R), 녹색(G) 또는 청색(B) 파장의 광을 광 감지 영역(104)으로 통과시키도록 구성된다. 컬러 필터(144)는 특정 주파수 대역(예, 원하는 광 파장)을 필터링하기 위한 염료계(또는 안료계) 중합체로 형성된다. 일부 다른 실시예에서, 컬러 필터(144)는 컬러 안료를 갖는 수지 또는 다른 유기계 재료로 형성된다.
- [0038] 다수의 마이크로렌즈 구조체(146)가 컬러 필터(144) 위에 형성된다. 마이크로렌즈 구조체(146)는 마이크로렌즈 구조체(146)에 사용된 재료의 굴절률에 따라 다양한 형태 및 크기를 가질 수 있다. 광(15)은 기관(102)의 제2 표면(102b) 위로 입사된다. 마이크로렌즈 구조체(146)는 광(15)을 각각의 컬러 필터(144)로 유도한다. 그러면, 광(15)은 컬러 필터(144)를 통해 대응하는 광 감지 영역(104)으로 통과한다.
- [0039] 도핑 영역(134)은 추가의 p-n 접합을 형성하고 광 감지 영역(104)과의 접촉 면적을 증가시키도록 광 감지 영역(104) 내로 연장되며, 따라서 광 감지 영역(104)의 공핍 능력이 향상된다.
- [0040] 안티-돔(anti-dome: AD) 주입층 또는 성층 주입층이 FEOL공정에서 기관(102)에 형성되면, 여러 개의 주입층이 형성되어 피닝층을 형성한다. 그러나, 이미지 센서 소자 구조체의 전체 우물 용량(FWC)은 주입 프로파일에 의해 제한된다. 전체 우물 용량(FWC)은 전하가 넘치기 전에 이미지 센서 소자에 얼마나 많은 전하가 저장될 수 있는지를 측정하는 것이다. 전체 우물 용량(FWC)은 이미지 센서 소자 구조체의 동적 범위를 결정한다. 높은 전체 우물 용량은 각각의 이미지 센서 소자 구조체가 감지된 신호의 가장 밝은 레벨과 가장 어두운 레벨 사이에 큰 차이를 가질 수 있음을 의미한다.
- [0041] FEOL 공정에서 형성된 주입 영역에 비해, 본 실시예의 도핑 영역(134)은 BEOL 공정에서 형성된다. 도핑 영역(134)은 기관의 제1 표면(102a)보다 기관(102)의 제2 표면(102b)에 더 가깝다. 즉, 도핑 영역(134)은 기관(102)의 전면이 아닌 기관(102)의 후면에 형성된다. 따라서, 이미지 센서 소자 구조체(100)의 전체 우물 용량(FWC)은 기관(102)의 제1 표면(102a)에 주입층이 형성되지 않으므로 증가된다. 더욱이, FEOL 공정에 사용되는 주입 공정은 감소될 수 있다.
- [0042] 도 2a~2d는 본 개시 내용의 일부 실시예에 따른 다양한 이미지 센서 소자 구조체(100)의 평면도를 예시한다. 도 2a~2d는 도 1f의 II' 라인을 따른 평면도이다.
- [0043] 도 2a에 예시된 바와 같이, 도핑층(130)과 산화물 층(132)으로 구성된 도핑 영역(134)은 상면에서 보았을 때 원형의 구조를 가진다.

- [0044] 도 2b에 예시된 바와 같이, 도핑 영역(134)은 링 형상의 구조를 가질 수 있다. 도 2c에 예시된 바와 같이, 도핑 영역(134)은 플러스 형상의 구조를 가질 수 있다. 도 2d에 예시된 바와 같이, 도핑 영역(134)은 십자형 구조를 가질 수 있다.
- [0045] 도 3a~3e는 본 개시 내용의 일부 실시예에 따른 이미지 센서 소자 구조체(200a)를 형성하는 다양한 단계의 횡단면도를 예시한다. 이미지 센서 소자 구조체(200a)는 후면 조명(BSI) 이미지 센서 소자 구조체에 적용된다. 이미지 센서 소자 구조체(200a)를 형성하는 데 사용되는 일부 공정 및 재료는 이미지 센서 소자 구조체(100)를 형성하는 데 사용된 것과 유사하거나 동일하므로, 여기에서 반복되지 않는다. 도 3a~3e의 제2 실시예와 도 1a~1f의 제1 실시예 사이의 차이점은 추가의 깊은 격리 링(136)이 도핑 영역(134)을 둘러싸고 있다는 것이다.
- [0046] 도 3a에 예시된 바와 같이, 기판(102)은 제1 표면(102a)과 제2 표면(102b)을 가진다. 트랜지스터 소자 구조체(110)는 기판(102)의 제1 표면(102a) 위에 형성되고 상호 접속 구조체(120)는 트랜지스터 소자 구조체(110) 위에 형성된다. 트랜치(125)는 기판(102)의 광 감지 영역(104)에 형성된다. 결국, 광 감지 영역(104)의 제1 부분(104a)의 일부가 노출된다.
- [0047] 이후, 도 3b에 예시된 바와 같이, 본 개시 내용의 일부 실시예에 따라, 마스크 층(126)이 기판(102)의 제2 표면(102b) 위에 형성된 다음, 마스크 층(126)은 패턴화된 마스크 층(128)을 형성하도록 패턴화된다. 따라서, 패턴화된 마스크 층(128)은 기판의 제2 표면(102b)을 노출시키는 다수의 개구(127)를 가진다.
- [0048] 다음에, 도 3c에 예시된 바와 같이, 본 개시 내용의 일부 실시예에 따라 기판(102)의 일부가 제거되어 깊은 트랜치(131)를 형성한다. 기판(102)의 상부 일부는 에칭 공정을 사용하고 패턴화된 마스크 층(126)을 마스크로서 사용함으로써 제거된다. 트랜치(125)는 깊은 트랜치(131)에 의해 둘러싸여 있다. 깊은 트랜치(131)는 인접한 광 감지 영역(114)을 격리하는 데 사용된다. 깊은 트랜치(131)는 상면으로부터 바라볼 때 링 형상의 구조를 가지며, 횡단면으로 바라볼 때 2개의 부분을 가진다. 깊은 트랜치(131)의 2개 부분 사이에 피치(P_1)가 존재한다. 일부 실시예에서, 피치(P_1)는 약 $1\ \mu\text{m}$ 내지 약 $3\ \mu\text{m}$ 의 범위이다.
- [0049] 깊은 트랜치(131)는 수평 방향을 따라 측정된 제2 폭(W_2)을 가지며, 수평 방향은 기판(102)의 제2 표면(102b)에 평행하다. 깊은 트랜치(131)는 기판(102)의 제2 표면(102b)으로부터 측정된 제2 깊이(D_2)를 가진다. 제2 깊이(D_2)는 제1 깊이(D_1)보다 크다. 일부 실시예에서, 제2 폭(W_2)은 약 $0.1\ \mu\text{m}$ 내지 약 $0.4\ \mu\text{m}$ 의 범위이다. 일부 실시예에서, 제2 깊이(D_2)는 약 $1\ \mu\text{m}$ 내지 약 $5\ \mu\text{m}$ 의 범위이다. 제2 깊이(D_2)가 너무 작으면, 깊은 격리 링(136)(도 3d에 도시됨)의 격리 효과가 저하될 수 있다. 제2 깊이(D_2)가 너무 깊으면, 깊은 격리 링(136)은 도핑 영역(114)과 접촉할 수 있다.
- [0050] 일부 실시예에서, 깊은 트랜치(131)의 일부는 도핑 영역(114) 바로 위에 있다. 깊은 트랜치(131)의 바닥면과 도핑 영역(114)의 상부면 사이에 공간(S_1)이 존재한다. 일부 실시예에서, 공간(S_1)은 약 $0.8\ \mu\text{m}$ 내지 약 $3\ \mu\text{m}$ 의 범위에 있다.
- [0051] 계속해서, 도 3d에 예시된 바와 같이, 본 개시 내용의 일부 실시예에 따라, 도핑층(130)이 트랜치(125) 및 깊은 트랜치(131)의 측벽면에 형성되고, 산화물 층(132)이 도핑층(130) 상에 형성된다. 따라서, 도핑 영역(134)은 트랜치(125)에 도핑층(130) 및 산화물 층(132)을 충전하는 것에 의해 형성된다. 또한, 깊은 트랜치(131)를 도핑층(130) 및 산화물 층(132)으로 충전하는 것에 의해 깊은 격리 링(136)이 형성된다. 도핑 영역(134)은 깊은 격리 링(136)에 의해 둘러싸여 있다. 인접한 광 감지 영역(104)은 깊은 격리 링(136)에 의해 격리되고 분리된다.
- [0052] 일부 실시예에서, 도핑층(130)은 p-형 도펀트로 도핑되고, 광 감지 영역(104)은 n-형 도펀트로 도핑된다. 일부 실시예에서, 도핑층(130)은 약 $1\text{E}19$ 내지 약 $1\text{E}20$ 의 범위의 농도로 붕소(B)로 도핑함으로써 형성된다. 기판(102)은 p-형 도펀트로 도핑되고, 깊은 격리 링(136)의 도핑층(130)의 도핑 농도는 기판(102)의 도핑 농도보다 크다.
- [0053] 다음에, 도 3e에 예시된 바와 같이, 본 개시 내용의 일부 실시예에 따라, 금속 격자 구조체(140)가 산화물 층(132) 위에 형성되고, 유전체 층(142)이 산화물 층(132) 및 금속 격자 구조체(140) 위에 형성된다. 컬러 필터(144)가 유전체 층(142)에 형성되고, 마이크로렌즈 구조체(146)가 컬러 필터(144) 위에 형성된다.
- [0054] 제2 실시예의 장점은 도핑 영역(134)과 깊은 격리 링(136)이 동시에 형성된다는 것이다. 도핑 영역(134)을 형

성하는 공정은 깊은 격리 링(136)을 형성하는 공정과 양립할 수 있다. 따라서, 제조 시간 및 비용이 감소된다.

- [0055] 도 3ea는 본 개시 내용의 일부 실시예에 따른 변형된 이미지 센서 소자 구조체(200b)의 횡단면도를 예시한다. 도 3e'와 도 3e 사이의 차이점은 도핑층(130)과 산화물 층(132) 사이에 추가적인 하이-k 유전체 층(131)이 존재한다는 것이다. 하이-k 유전체 층(131)은 기판(102)이 트렌치(125) 및 깊은 트렌치(131)를 형성하는 동안 손상될 수 있기 때문에 기판(102)의 손상을 수리하는 데 사용된다. 따라서, 도핑 영역(134)은 3층 구조를 가진다.
- [0056] 도 4a~4c는 본 개시 내용의 일부 실시예에 따른 다양한 이미지 센서 소자 구조체(100)의 평면도이다. 도 4a~4c는 도 3e의 II' 선을 따른 평면도이다.
- [0057] 도 4a에 예시된 바와 같이, 도핑층(130)과 산화물 층(132)으로 구성된 도핑 영역(134)은 상면에서 바라볼 때 원형의 구조를 가진다. 도핑 영역(134)은 깊은 격리 링(136)에 의해 둘러싸여 있다. 도 4b에 예시된 바와 같이, 도핑 영역(134)은 플러스(plus) 형 구조를 가질 수 있다. 도 4c에 예시된 바와 같이, 도핑 영역(134)은 십자형 구조를 가질 수 있다.
- [0058] 도 5a~5f는 본 개시 내용의 일부 실시예에 따라 이미지 센서 소자 구조체(300a)를 형성하는 다양한 단계의 횡단면도를 예시한다. 이미지 센서 소자 구조체(300a)는 후면 조명(BSI) 이미지 센서 소자 구조체에 적용된다. 이미지 센서 소자 구조체(300a)를 형성하는 데 사용되는 일부 공정 및 재료는 이미지 센서 소자 구조체(100)를 형성하는 데 사용된 것과 유사하거나 동일하므로 여기에서 반복되지 않는다.
- [0059] 도 5a에 예시된 바와 같이, 기판(102)은 제1 표면(102a)과 제2 표면(102b)을 가진다. 트랜지스터 소자 구조체(110)는 기판(102)의 제1 표면(102a) 위에 형성되고, 상호 접속 구조체(120)는 트랜지스터 소자 구조체(110) 위에 형성된다.
- [0060] 이후, 도 5b에 예시된 바와 같이, 본 개시 내용의 일부 실시예에 따라, 깊은 트렌치(131)가 기판(102)에 형성된다. 깊은 트렌치(131)는 상면에서 볼 때 링 형상의 구조를 가진다.
- [0061] 다음에, 도 5c에 예시된 바와 같이, 본 개시 내용의 일부 실시예에 따라, 산화물 층(132)이 깊은 격리 링(136)을 형성하도록 깊은 트렌치(131)에 형성된다. 깊은 격리 링(136)은 광 감지 영역(104)을 둘러싼다.
- [0062] 계속해서, 도 5d에 예시된 바와 같이, 본 개시 내용의 일부 실시예에 따라, 마스크 층(133)이 산화물 층(132) 위에 형성되고, 마스크 층(133)이 패터닝되어 마스크 층(133)을 형성한다. 패터닝된 마스크 층(133)은 트렌치(125)의 위치를 정의하는데 사용된다. 패터닝된 마스크 층(133)을 마스크로서 사용하는 것에 의해 기판(102)의 일부가 제거됨으로써 트렌치(125)가 형성된다.
- [0063] 다음에, 도 5e에 예시된 바와 같이, 본 개시 내용의 일부 실시예에 따라, 도핑층(130) 및 산화물 층(138)이 트렌치(125)에 형성된다. 그 결과, 도핑 영역(134)이 도핑층(130)과 산화물 층(138)에 의해 구성된다. 또한, 도핑 영역(134)은 깊은 격리 링(136)에 의해 둘러싸여 있다. 도핑층(130)은 산화물 층(132)과 산화물 층(138) 사이에 존재한다.
- [0064] 다음에, 도 5f에 예시된 바와 같이, 본 개시 내용의 일부 실시예에 따라, 금속 격자 구조체(140)가 산화물 층 위에 형성되고, 유전체 층(142)이 산화물 층(132) 및 금속 격자 구조체(140) 위에 형성된다. 컬러 필터(144)가 유전체 층(142)에 형성되고, 마이크로렌즈 구조체(146)가 컬러 필터(144) 위에 형성된다.
- [0065] 도 5fa는 본 개시 내용의 일부 실시예에 따른 변형된 이미지 센서 소자 구조체(300b)의 횡단면도를 예시한다. 도 5fa와 도 5f의 차이점은 도핑층(130)과 산화물 층(132) 사이에 추가적인 하이-k 유전체 층(131)이 존재한다는 것이다. 하이-k 유전체 층(131)은 기판(102)이 트렌치(125) 및 깊은 트렌치(131)를 형성하는 동안 손상될 수 있기 때문에 기판(102)의 손상을 수리하는 데 사용된다. 따라서, 도핑 영역(134)은 3층 구조를 가진다.
- [0066] 광 감지 영역(104)의 공핍 능력은 광 감지 영역에 도핑 영역을 형성하는 것에 의해 향상된다. 따라서, 광 감지 영역(104)의 감도가 향상된다. 또한, 도핑 영역(134)은 기판의 제1 표면에 복잡한 광 다이오드 주입 영역을 형성하지 않고 BEOL에서 형성된다. 따라서, 이미지 센서 소자 구조체의 전체 우물 용량(FWC)이 향상된다.
- [0067] 이미지 센서 소자 구조체를 형성하기 위한 실시예가 제공된다. 이미지 센서 소자 구조체는 후면 조명(BSI) 이미지 센서 소자 구조체에 적용된다. 제2 도전형을 갖는 광 감지 영역이 제1 도전형을 갖는 기판 내에 형성되어 제1 p-n 접합이 형성된다. 제2 도전형을 갖는 광 감지 영역에 삽입된 제1 도전형을 갖는 도핑 영역을 사용하는 것에 의해 부가적인 p-n 접합이 형성된다. 광 감지 영역의 공핍 능력은 부가적인 p-n 접합에 의해 향상된다. 또한, 깊은 격리 링이 광 감지 영역을 둘러싸서 인접한 광 감지 영역을 격리시킨다. 도핑 영역과 깊은 격리 링

은 동시에 형성되어 제조 단계를 감소시킨다. 따라서, 광 감지 영역에 도핑 영역을 형성함으로써 이미지 센서 소자 구조체의 감도 및 성능이 향상된다.

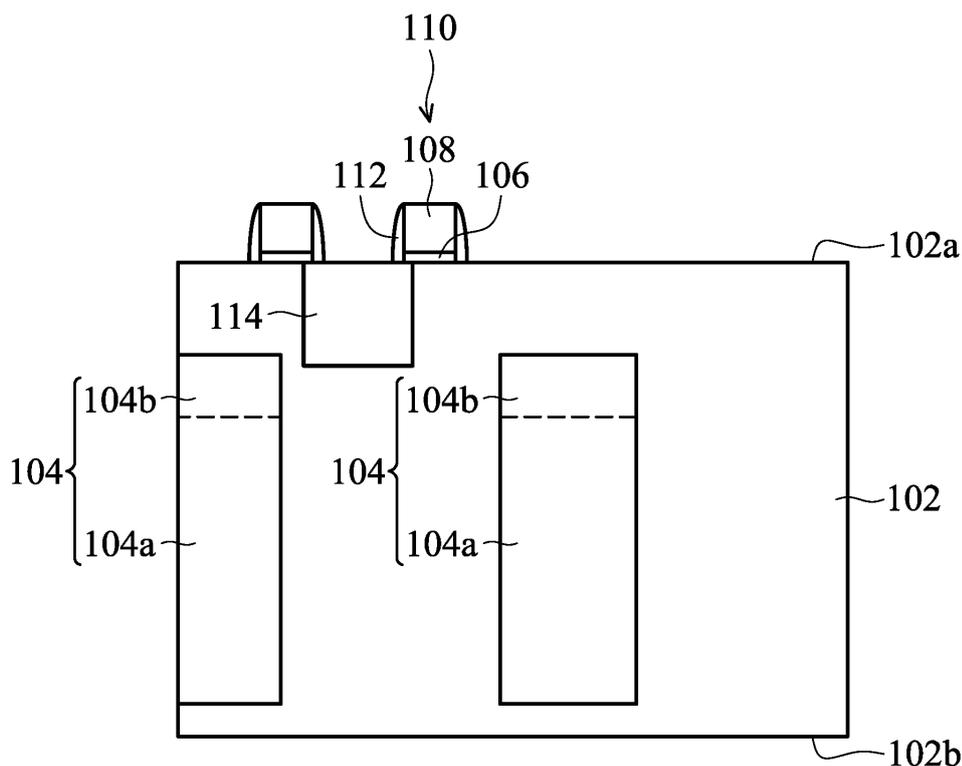
- [0068] 일부 실시예에서, 이미지 센서 소자 구조체가 제공된다. 이미지 센서 소자 구조체는 기판을 포함하고, 기판은 제1 도전형으로 도핑된다. 상기 이미지 센서 소자 구조체는 상기 기판 내에 형성된 광 감지 영역을 포함하고, 상기 광 감지 영역은 상기 제1 도전형과 다른 제2 도전형으로 도핑된다. 이미지 센서 소자 구조체는 광 감지 영역 내로 연장된 도핑 영역을 더 포함하고, 도핑 영역은 제1 도전형으로 도핑된다. 이미지 센서 소자 구조체는 도핑 영역 상에 형성된 복수의 컬러 필터를 더 포함한다.
- [0069] 일부 실시예에서, 이미지 센서 소자 구조체가 제공된다. 이미지 센서 소자 구조체는 p-형 기판을 포함하고, p-형 기판은 제1 표면 및 제2 표면을 가진다. 이미지 센서 소자 구조체는 p-형 기판의 제1 표면 상에 형성된 상호 접속 구조체 및 기판 내에 형성된 n-형 광 감지 영역을 더 포함한다. 상기 이미지 센서 소자 구조체는 상기 기판의 제2 표면으로부터 상기 n-형 광 감지 영역으로 삽입된 p-형 도핑 영역을 포함하고, 상기 p-형 도핑 영역은 p-형 도핑층과 상기 p-형 도핑층 위에 형성된 산화물 층을 포함한다. 상기 이미지 센서 소자 구조체는 상기 n-형 광 감지 영역을 둘러싸는 깊은 격리 링을 포함하고, 상기 깊은 격리 링은 상기 p-형 도핑층 및 상기 산화물 층을 포함한다.
- [0070] 일부 실시예에서, 이미지 센서 소자 구조체를 형성하는 방법이 제공된다. 이 방법은 기판의 제1 표면 상에 상호 접속 구조체를 형성하는 단계 및 기판 내에 광 감지 영역을 형성하는 단계를 포함한다. 방법은 기판의 제2 표면으로부터 광 감지 영역에 트렌치를 형성하고 상기 트렌치에 도핑층을 형성하는 단계를 더 포함한다. 방법은 상기 광 감지 영역에 삽입되는 도핑 영역을 형성하도록 상기 트렌치 내부 및 상기 도핑층 상에 산화물 층을 형성하는 단계를 더 포함한다.
- [0071] 이상의 설명은 당업자가 본 개시 내용의 여러 측면들을 잘 이해할 수 있도록 여러 실시예의 특징부들의 개요를 설명한 것이다. 당업자들은 자신들이 여기 도입된 실시예와 동일한 목적을 수행하거나 및/또는 동일한 장점을 달성하기 위해 다른 공정 또는 구조를 설계 또는 변형하기 위한 기초로서 본 개시 내용을 용이하게 이용할 수 있음을 알아야 한다. 또한, 당업자들은 등가의 구성이 본 개시 내용의 취지 및 범위를 벗어나지 않으며 그리고 본 개시 내용의 취지 및 범위를 벗어나지 않고 다양한 변화, 대체 및 변경을 이룰 수 있음을 알아야 한다.
- [0072] <부 기>
- [0073] 1. 이미지 센서 소자 구조체로서,
- [0074] 제1 도전형으로 도핑된 기판;
- [0075] 상기 기판 내에 형성되고, 제1 도전형과 다른 제2 도전형으로 도핑된 광 감지 영역;
- [0076] 상기 광 감지 영역 내로 연장되고, 상기 제1 도전형으로 도핑된 도핑 영역; 및
- [0077] 상기 도핑 영역 상에 형성된 복수의 컬러 필터
- [0078] 를 포함하는 이미지 센서 소자 구조체.
- [0079] 2. 제1항에 있어서, 상기 기판은 p-형 도전형으로 도핑되고, 상기 광 감지 영역은 n-형 도전형으로 도핑되고, 상기 도핑 영역은 p-형 도전형으로 도핑되는 것인 이미지 센서 소자 구조체.
- [0080] 3. 제1항에 있어서, 상기 광 감지 영역은 제1 도핑 농도를 갖는 제1 부분 및 제2 도핑 농도를 갖는 제2 부분을 포함하고, 상기 제2 도핑 농도는 상기 제1 도핑 농도보다 높고, 상기 도핑 영역은 상기 제1 부분과 직접 접촉하는 것인 이미지 센서 소자 구조체.
- [0081] 4. 제3항에 있어서, 상기 도핑 영역은 제3 도핑 농도를 가지며, 상기 제3 도핑 농도는 상기 제2 도핑 농도보다 높은 것인 이미지 센서 소자 구조체.
- [0082] 5. 제1항에 있어서, 상기 광 감지 영역을 둘러싸는 깊은 격리 링을 더 포함하고, 상기 도핑 영역은 제1 깊이를 가지고, 상기 깊은 격리 링은 상기 제1 깊이보다 큰 제2 깊이를 가지는 것인 이미지 센서 소자 구조체.
- [0083] 6. 제5항에 있어서, 상기 깊은 격리 링은,
- [0084] 상기 제1 도전형으로 도핑되고, 상기 기판과 직접 접촉하는 도핑층; 및
- [0085] 상기 도핑층 위의 산화물 층

- [0086] 을 포함하는 것인 이미지 센서 소자 구조체.
- [0087] 7. 제6항에 있어서, 상기 깊은 격리 링은 상기 도핑층과 상기 산화물 층 사이에 하이-k 유전체 층을 더 포함하는 것인 이미지 센서 소자 구조체.
- [0088] 8. 제1항에 있어서, 상기 산화물 층 및 상기 광 감지 영역 위의 복수의 금속 격자 구조체를 더 포함하는 이미지 센서 소자 구조체.
- [0089] 9. 제1항에 있어서,
- [0090] 상기 기판 위에 형성된 트랜지스터 소자; 및
- [0091] 상기 트랜지스터 소자 상에 형성된 상호 접속 구조체
- [0092] 를 더 포함하는 이미지 센서 소자 구조체.
- [0093] 10. 이미지 센서 소자 구조체로서,
- [0094] 제1 표면 및 제2 표면을 갖는 p-형 기판;
- [0095] 상기 p-형 기판의 상기 제1 표면 상에 형성된 상호 접속 구조체;
- [0096] 상기 기판 내에 형성된 n-형 광 감지 영역;
- [0097] 상기 기판의 상기 제2 표면으로부터 상기 n-형 광 감지 영역으로 삽입되고, p-형 도핑층과 상기 p-형 도핑층 위에 형성된 산화물 층을 포함하는 p-형 도핑 영역; 및
- [0098] 상기 n-형 광 감지 영역을 둘러싸고, 상기 p-형 도핑층 및 상기 산화물 층을 구비한 깊은 격리 링
- [0099] 을 포함하는 이미지 센서 소자 구조체.
- [0100] 11. 제10항에 있어서, 상기 도핑 영역은 제1 깊이를 가지며, 상기 깊은 격리 링은 상기 제1 깊이보다 큰 제2 깊이를 가지는 것인 이미지 센서 소자 구조체.
- [0101] 12. 제10항에 있어서,
- [0102] 상기 산화물 층 상에 형성된 복수의 컬러 필터; 및
- [0103] 상기 컬러 필터 상에 형성된 복수의 마이크로렌즈 구조체
- [0104] 를 더 포함하는 이미지 센서 소자 구조체.
- [0105] 13. 제10항에 있어서, 상기 깊은 격리 링은 상기 n-형 도핑층 위의 산화물 층을 더 포함하는 것인 이미지 센서 소자 구조체.
- [0106] 14. 제10항에 있어서, 상기 깊은 격리 링은 상기 n-형 도핑층과 상기 산화물 층 사이에 하이-k 유전체 층을 더 포함하는 것인 이미지 센서 소자 구조체.
- [0107] 15. 제10항에 있어서, 상기 n-형 광 감지 영역은 제1 도핑 농도를 갖는 제1 부분 및 제2 도핑 농도를 갖는 제2 부분을 포함하고, 상기 제2 도핑 농도는 상기 제1 도핑 농도보다 높고, 상기 n-형 도핑 영역은 상기 제1 부분에 직접 접촉하는 것인 이미지 센서 소자 구조체.
- [0108] 16. 제10항에 있어서,
- [0109] 상기 p-형 기판의 상기 제1 표면 위에 형성된 트랜지스터 소자 구조체; 및
- [0110] 상기 p-형 기판에 형성된 n-형 플로팅 노드 영역으로서, 상기 깊은 격리 링의 일부가 상기 n-형 플로팅 노드 영역의 바로 위에 위치되는 것인, n-형 플로팅 노드 영역
- [0111] 을 더 포함하는 이미지 센서 소자 구조체.
- [0112] 17. 이미지 센서 소자 구조체를 형성하는 방법으로서,
- [0113] 기판의 제1 표면 상에 상호 접속 구조체를 형성하는 단계;
- [0114] 상기 기판 내에 광 감지 영역을 형성하는 단계;

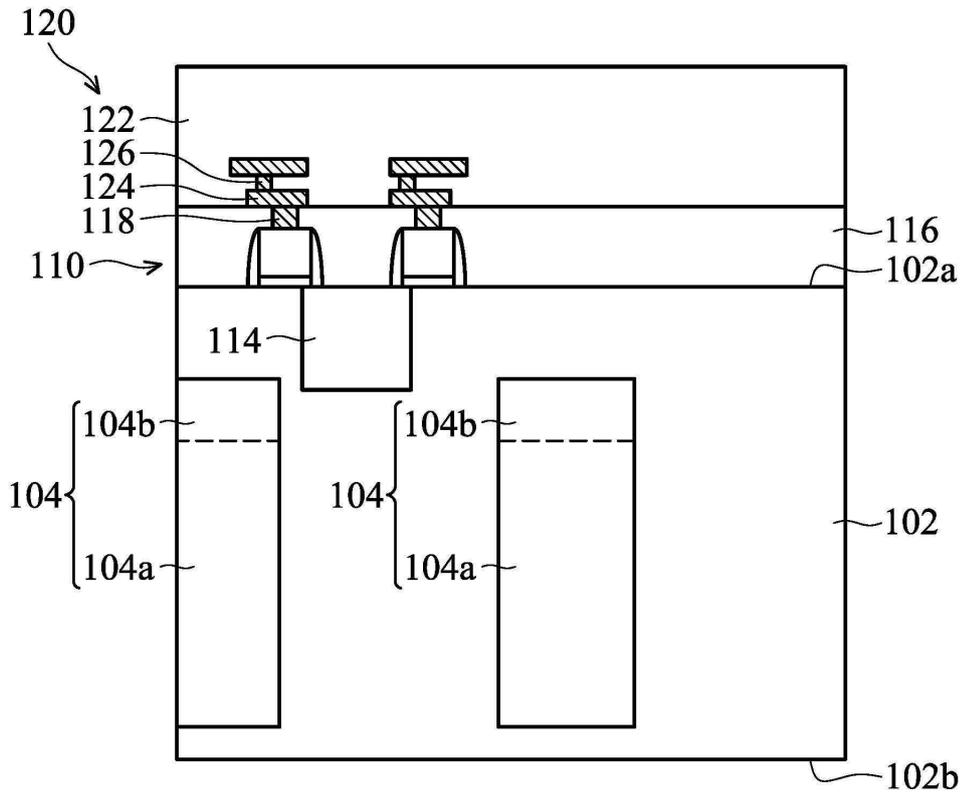
- [0115] 상기 기판의 제2 표면으로부터 상기 광 감지 영역에 트렌치를 형성하는 단계;
- [0116] 상기 트렌치에 도핑층을 형성하는 단계; 및
- [0117] 상기 광 감지 영역에 삽입되는 도핑 영역을 형성하도록 상기 트렌치 내부 및 상기 도핑층 상에 산화물 층을 형성하는 단계
- [0118] 를 포함하는 이미지 센서 소자 구조체를 형성하는 방법.
- [0119] 18. 제17항에 있어서,
- [0120] 상기 산화물 층 상에 복수의 컬러 필터를 형성하는 단계; 및
- [0121] 상기 컬러 필터 상에 복수의 마이크로렌즈 구조체를 형성하는 단계
- [0122] 를 더 포함하는 이미지 센서 소자 구조체를 형성하는 방법.
- [0123] 19. 제17항에 있어서,
- [0124] 상기 기판의 상기 제2 표면으로부터 상기 기판 내에, 상기 트렌치의 제1 깊이보다 큰 제2 깊이를 가지는 깊은 트렌치를 형성하는 단계;
- [0125] 상기 깊은 트렌치 내에 상기 도핑층을 형성하는 단계; 및
- [0126] 상기 도핑 영역을 둘러싸는 깊은 격리 링을 형성하도록 상기 깊은 트렌치 내부 및 상기 도핑층 상에 상기 산화물 층을 형성하는 단계
- [0127] 를 더 포함하는 이미지 센서 소자 구조체를 형성하는 방법.
- [0128] 20. 제17항에 있어서,
- [0129] 상기 도핑층과 상기 산화물 층 사이에 하이-k 유전체 층을 형성하는 단계를 더 포함하는 이미지 센서 소자 구조체를 형성하는 방법.

도면

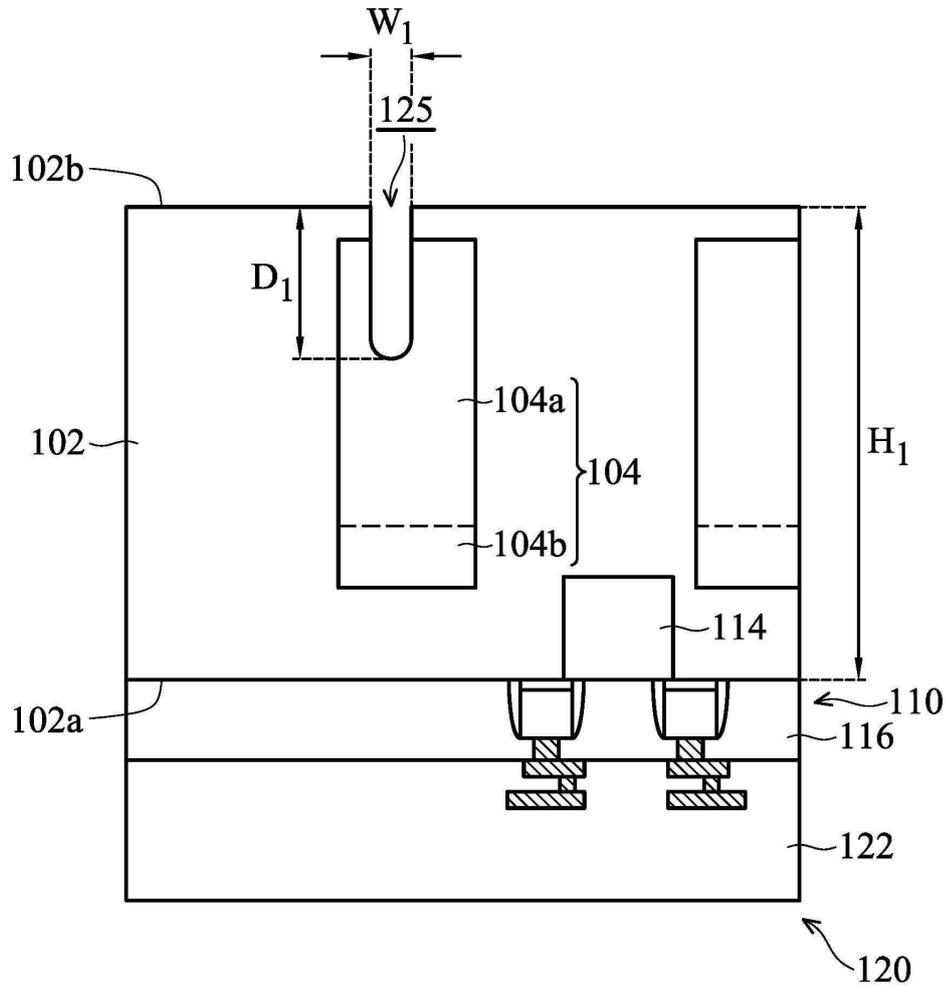
도면1a



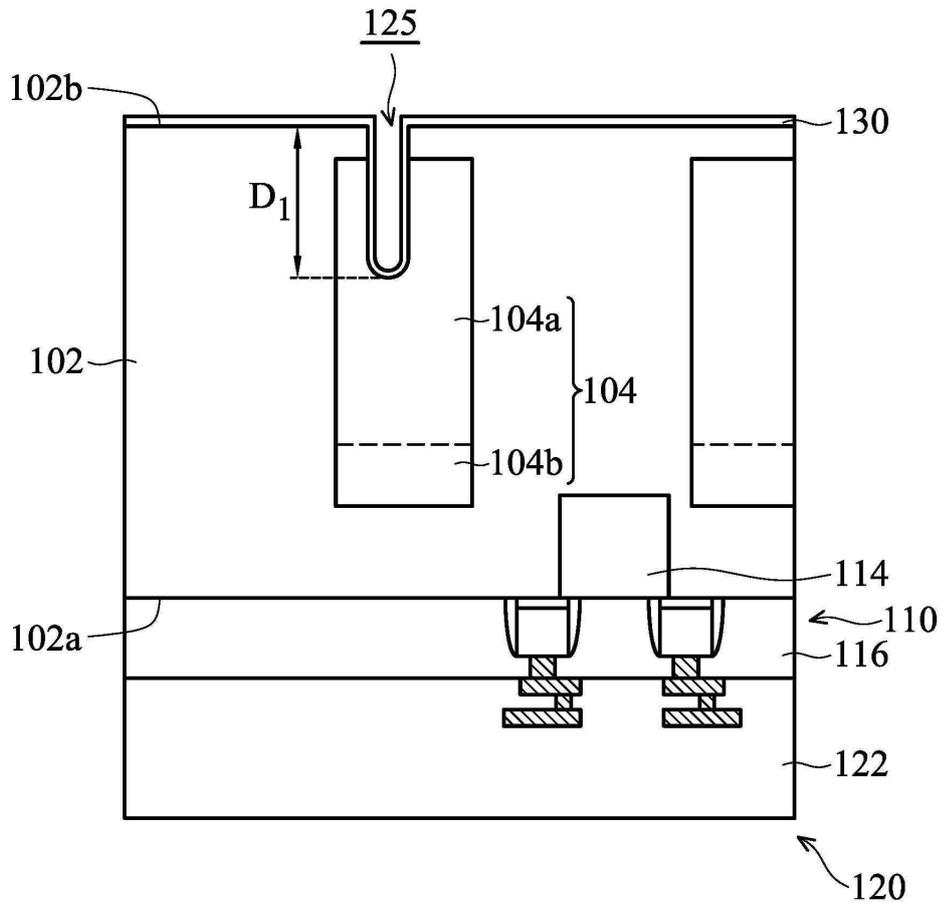
도면1b



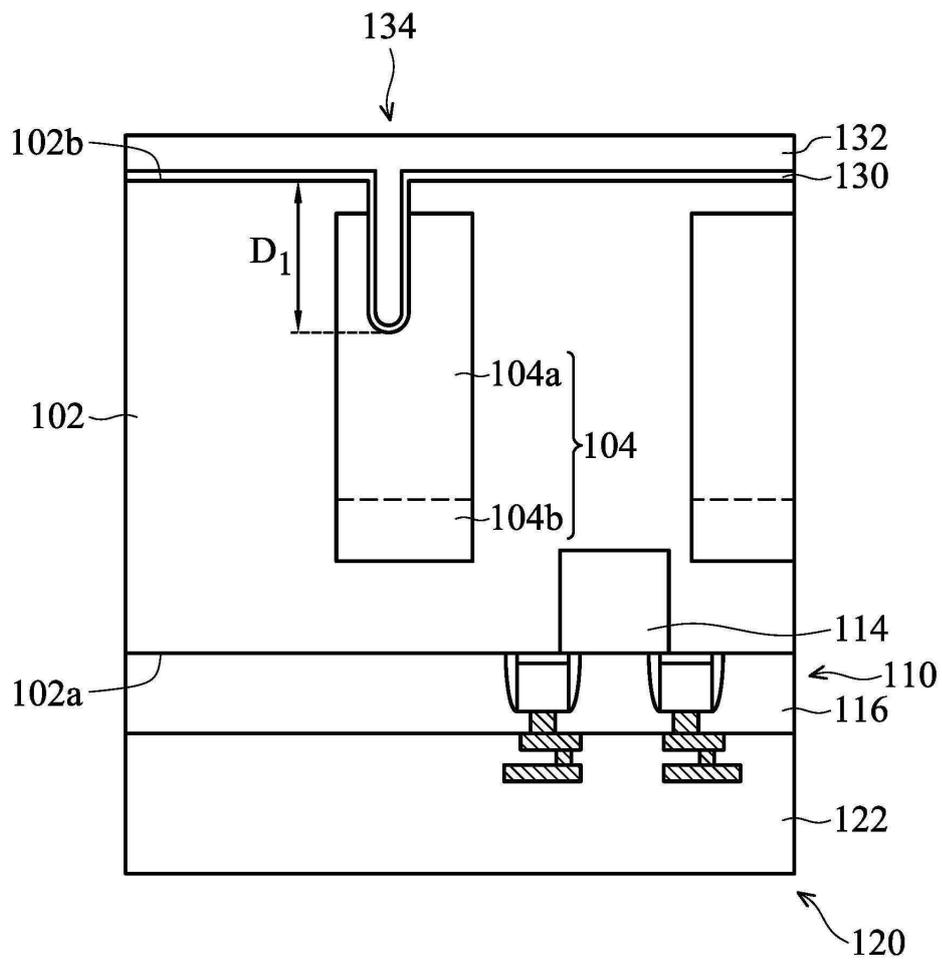
도면1c



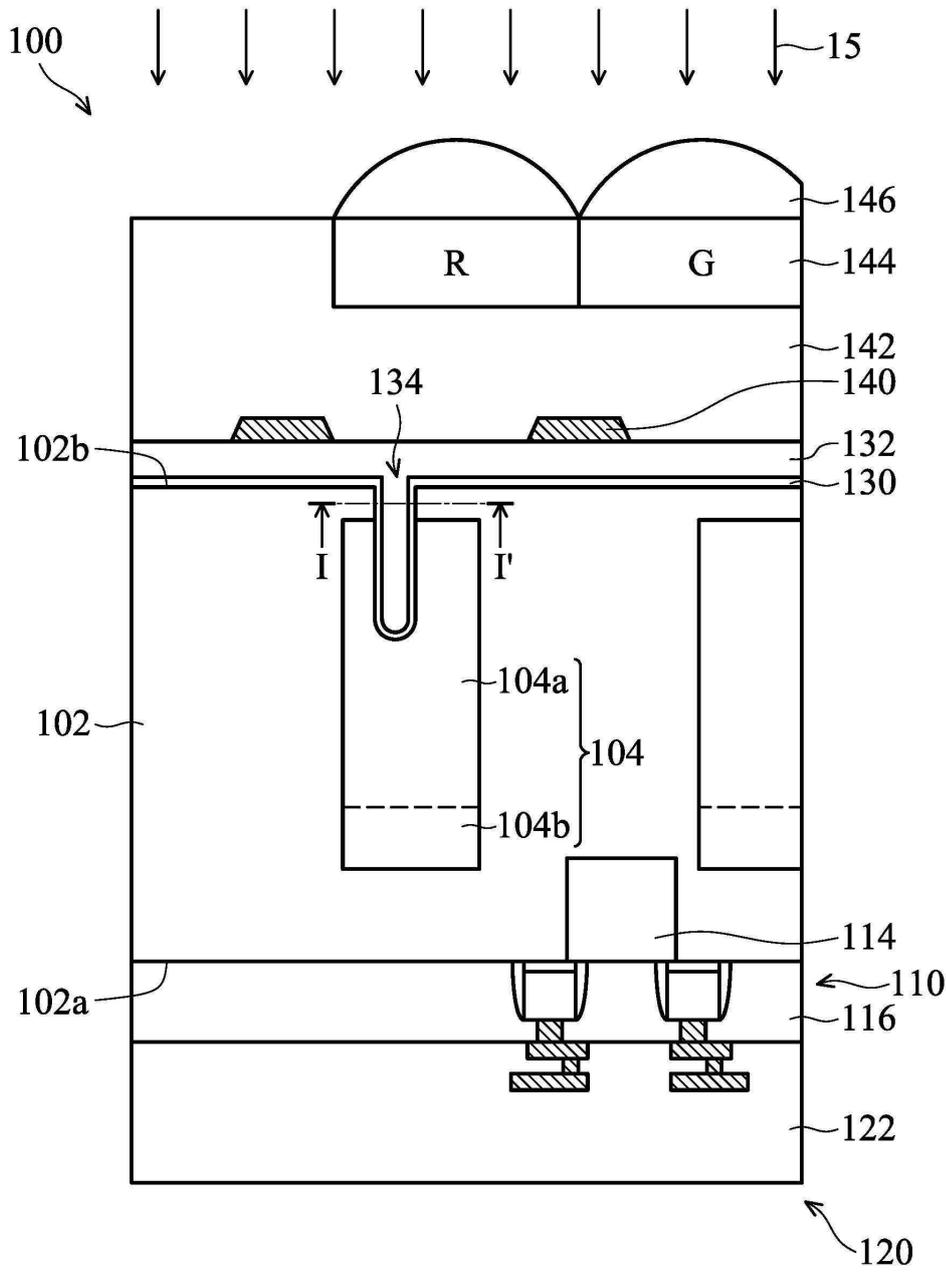
도면1d



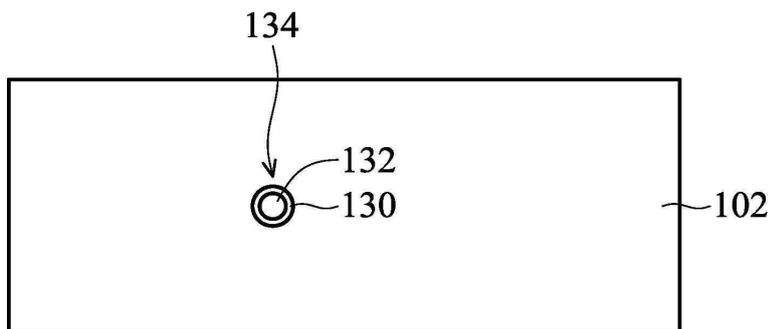
도면1e



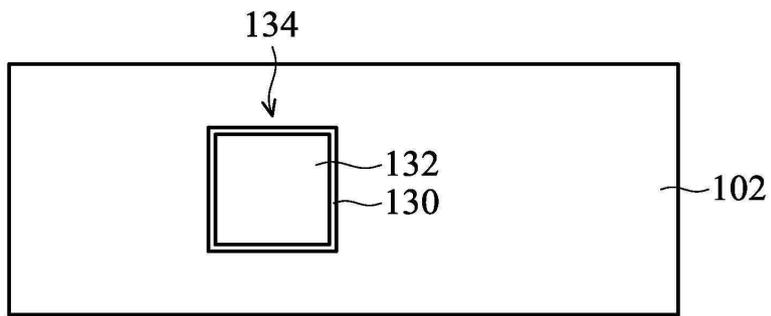
도면1f



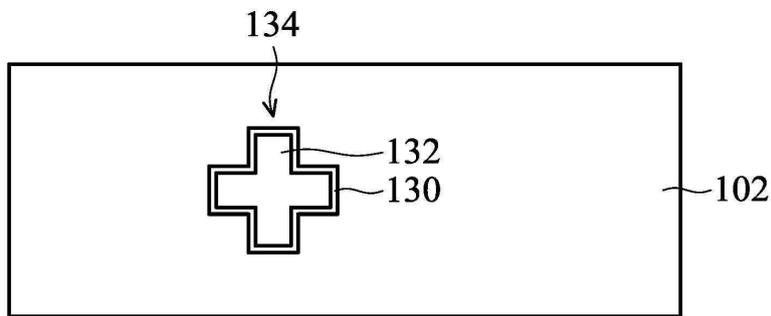
도면2a



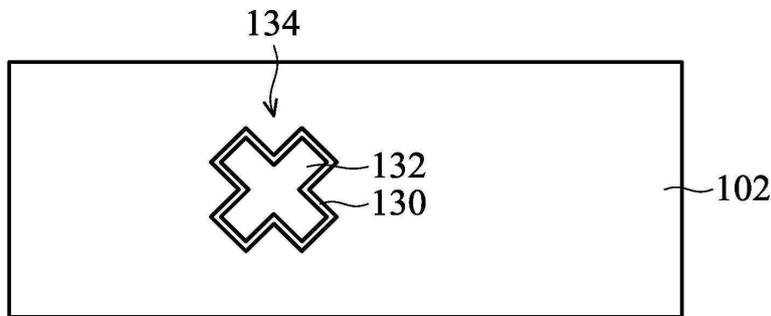
도면2b



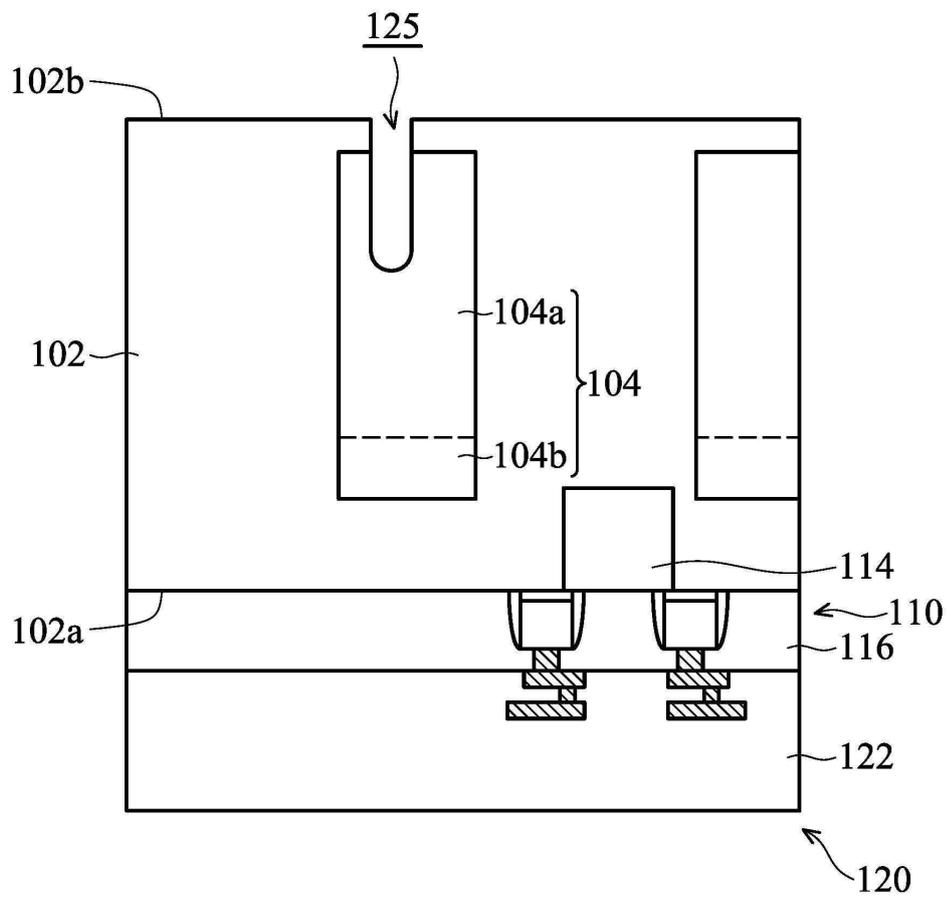
도면2c



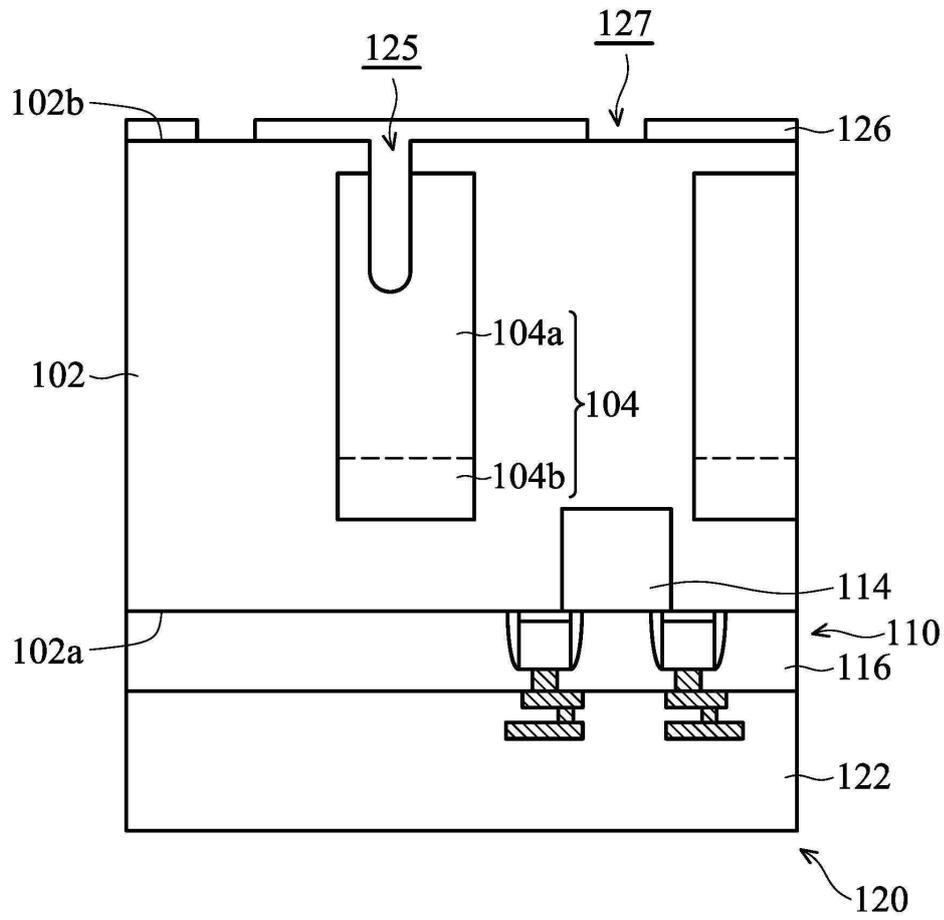
도면2d



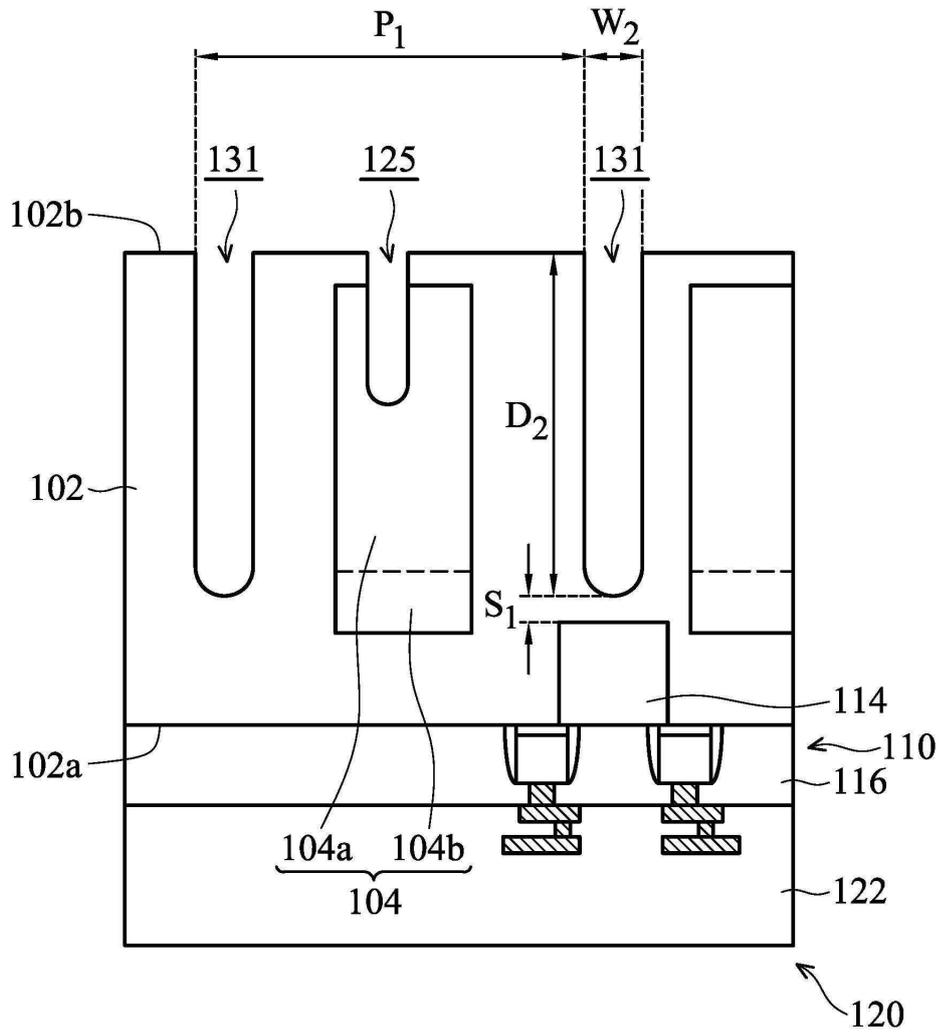
도면3a



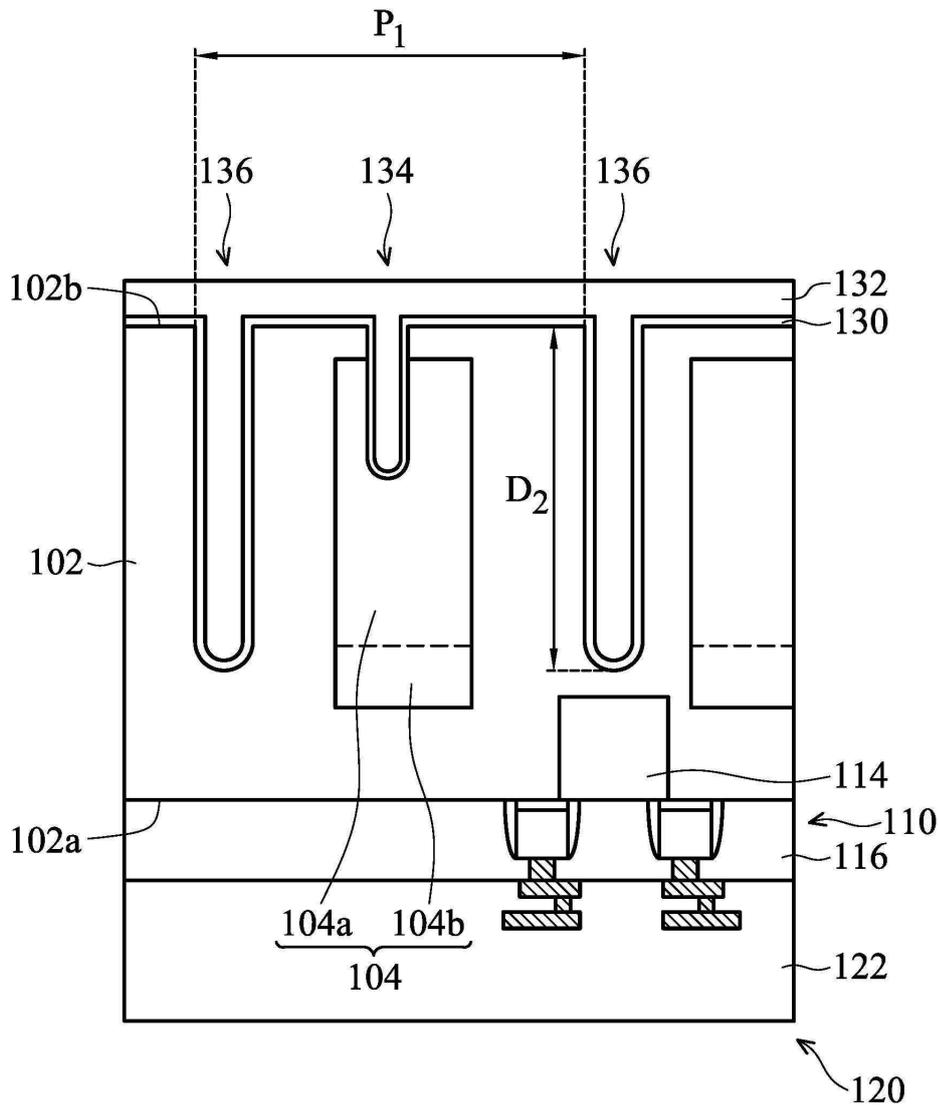
도면3b



도면3c

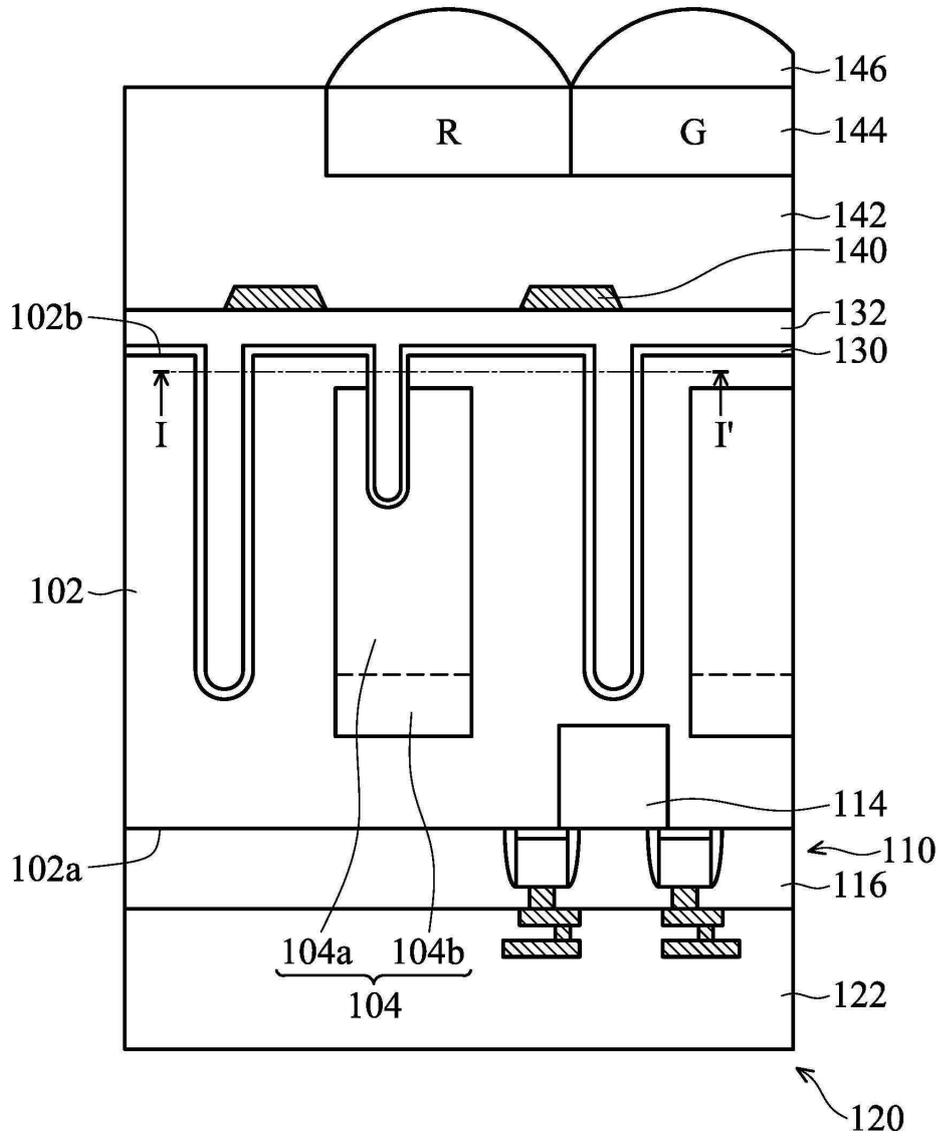


도면3d

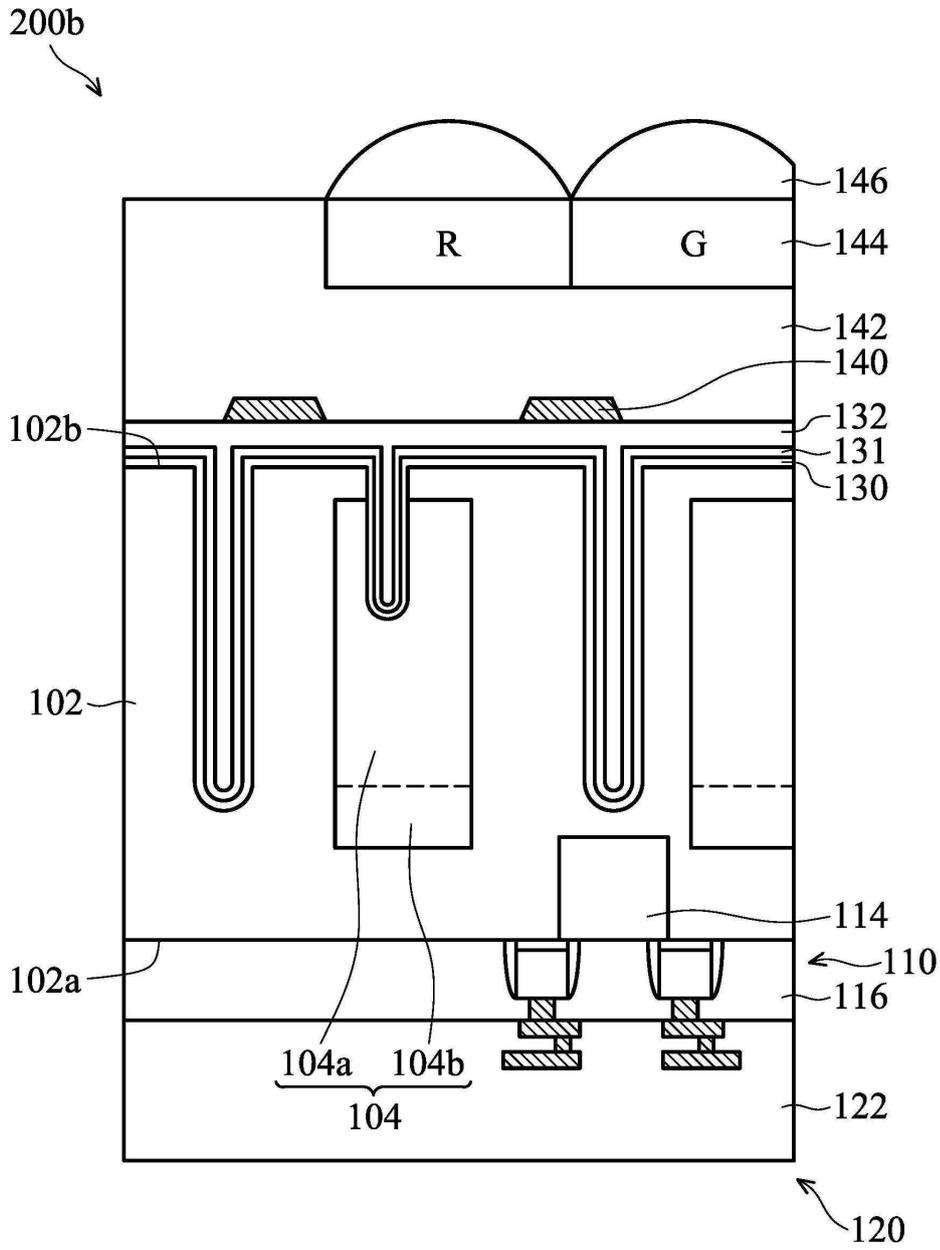


도면3e

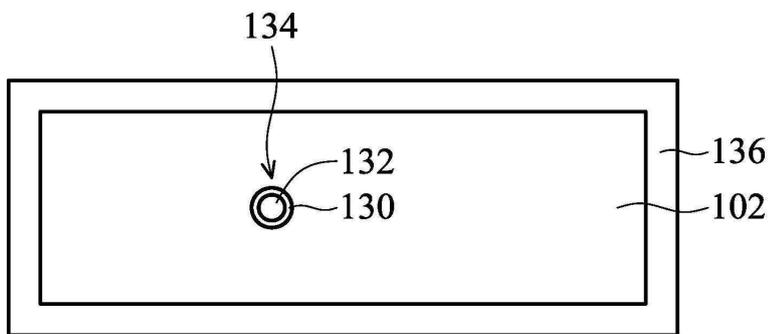
200a



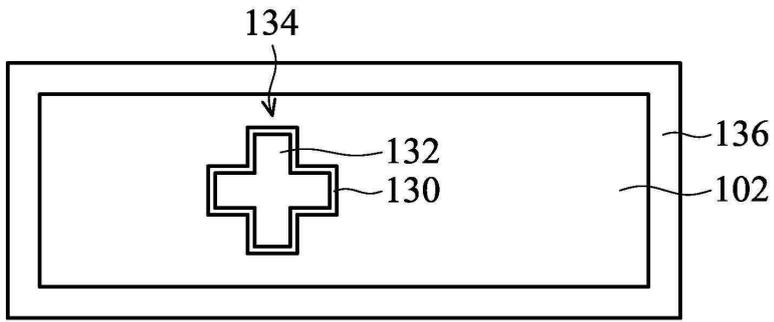
도면3ea



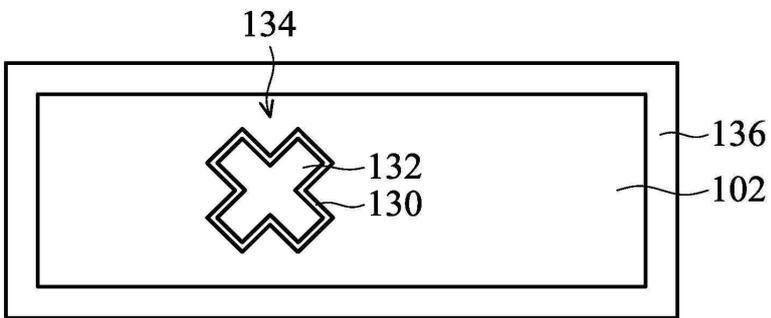
도면4a



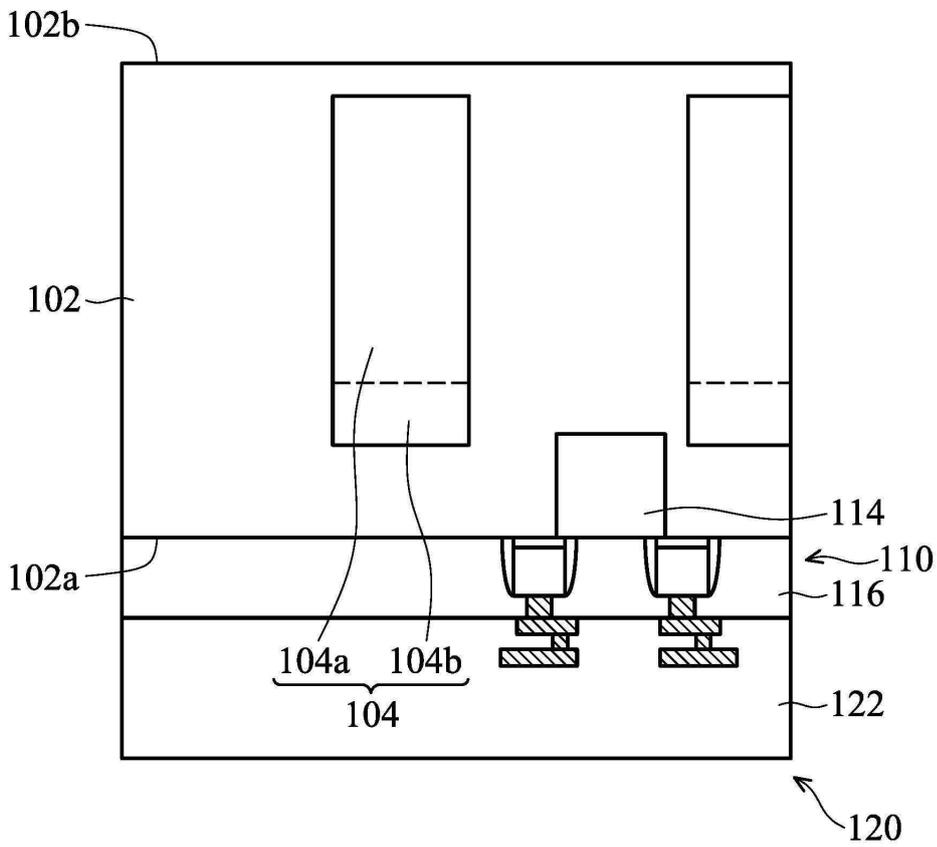
도면4b



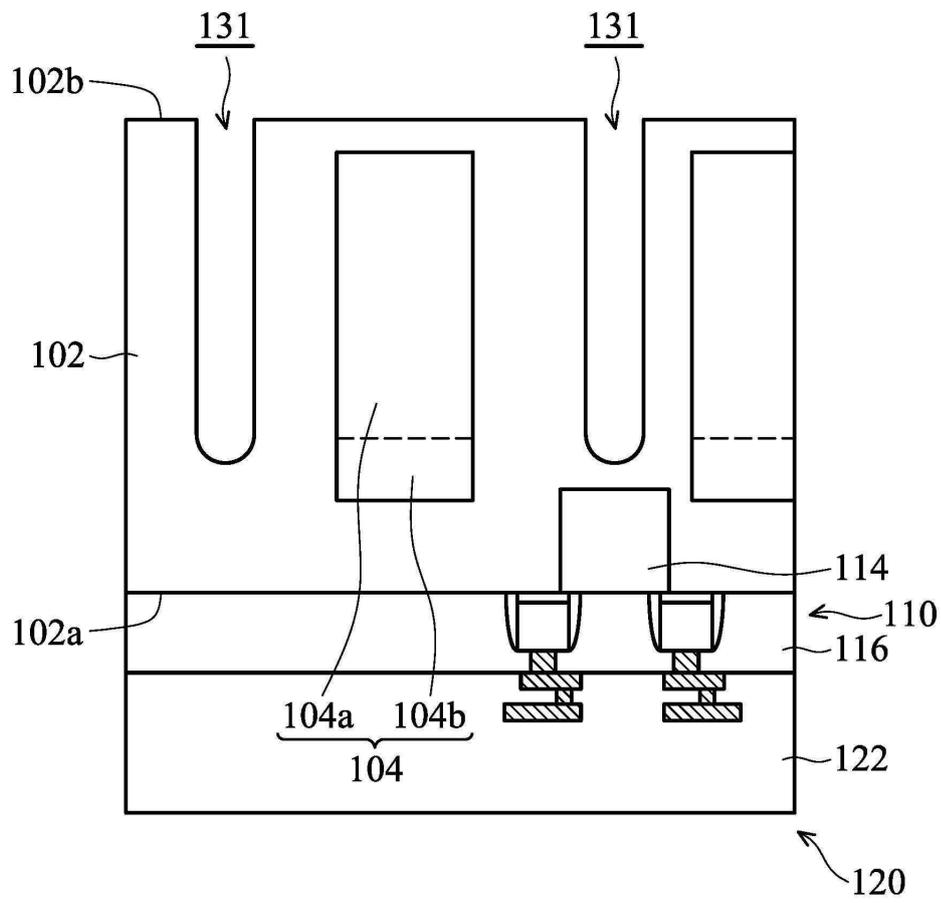
도면4c



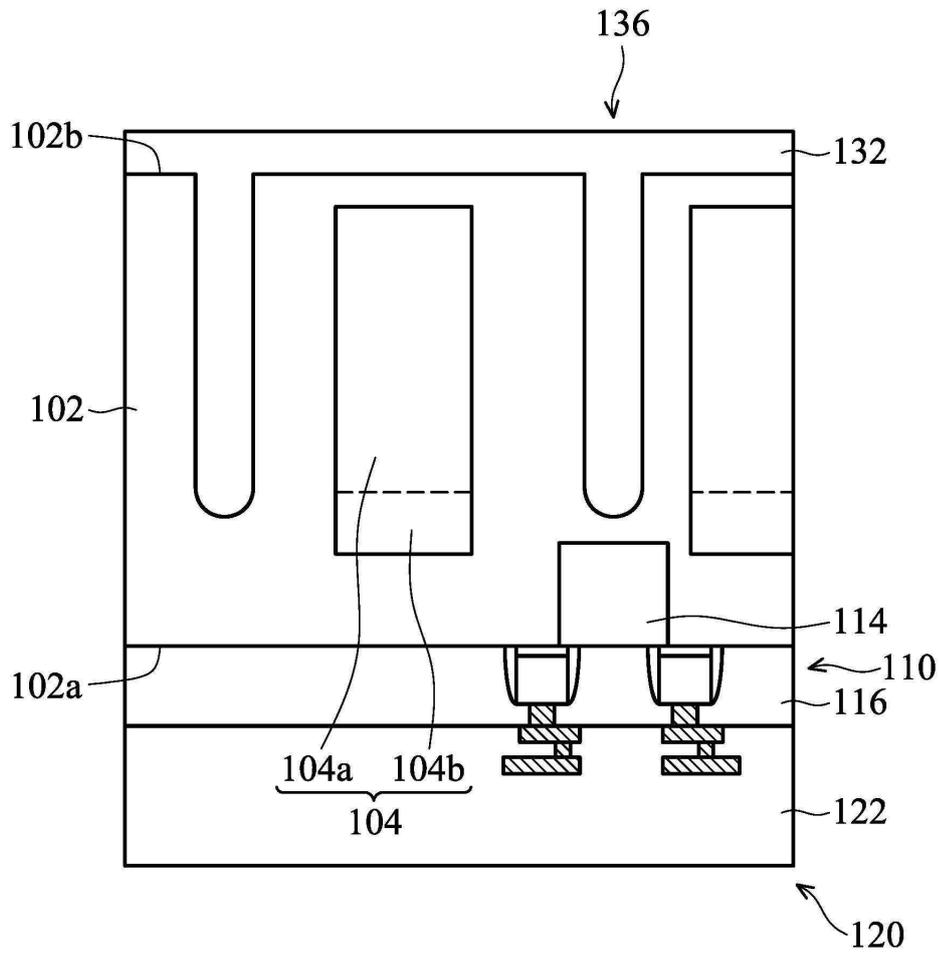
도면5a



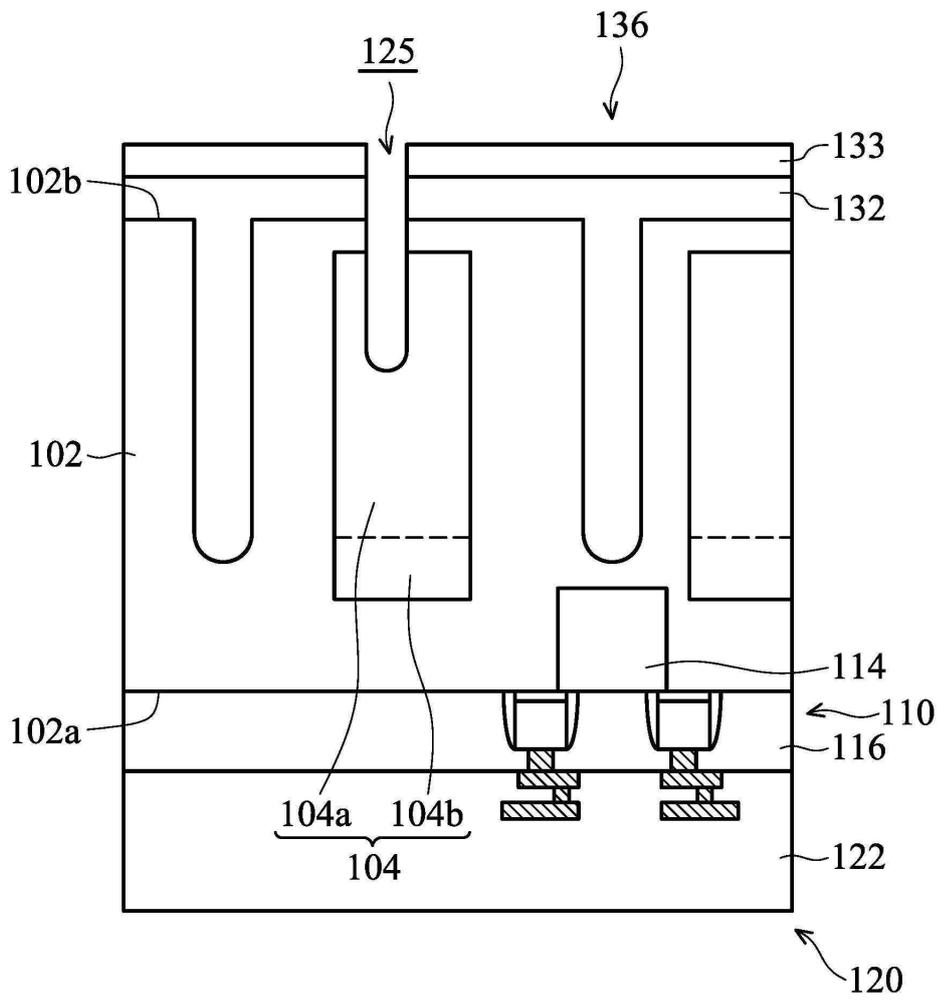
도면5b



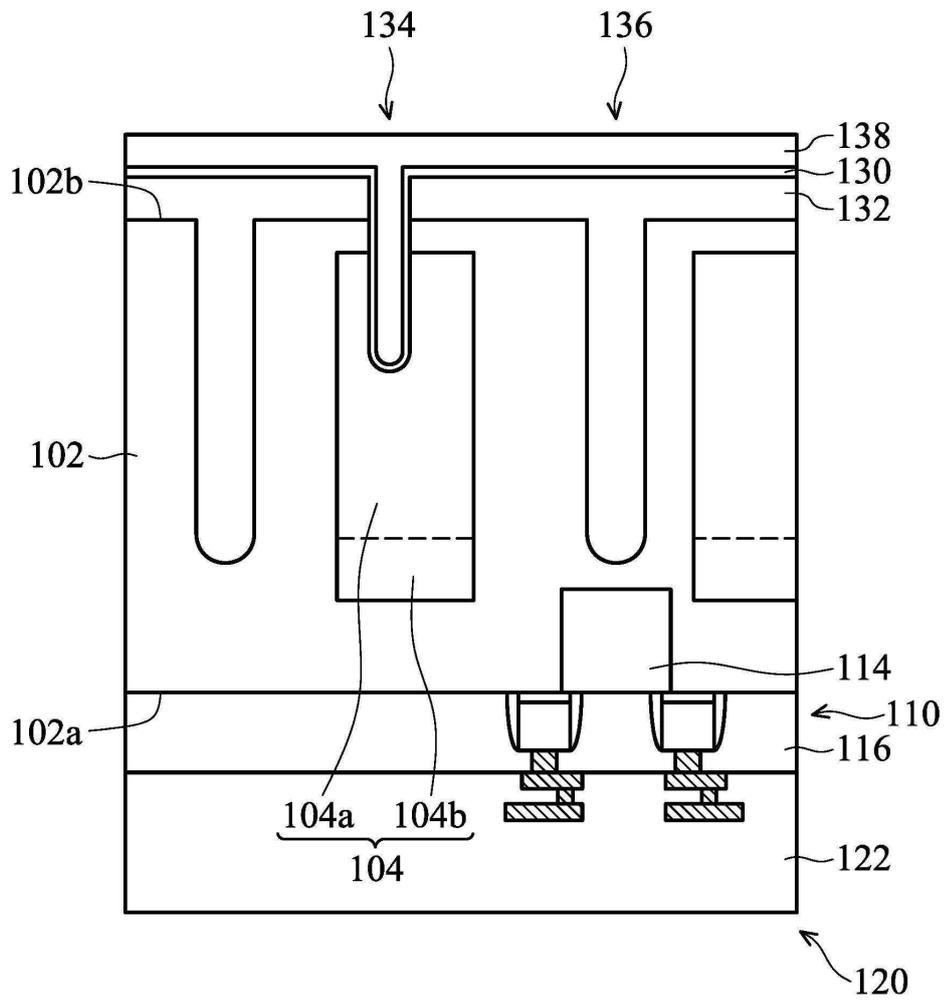
도면5c



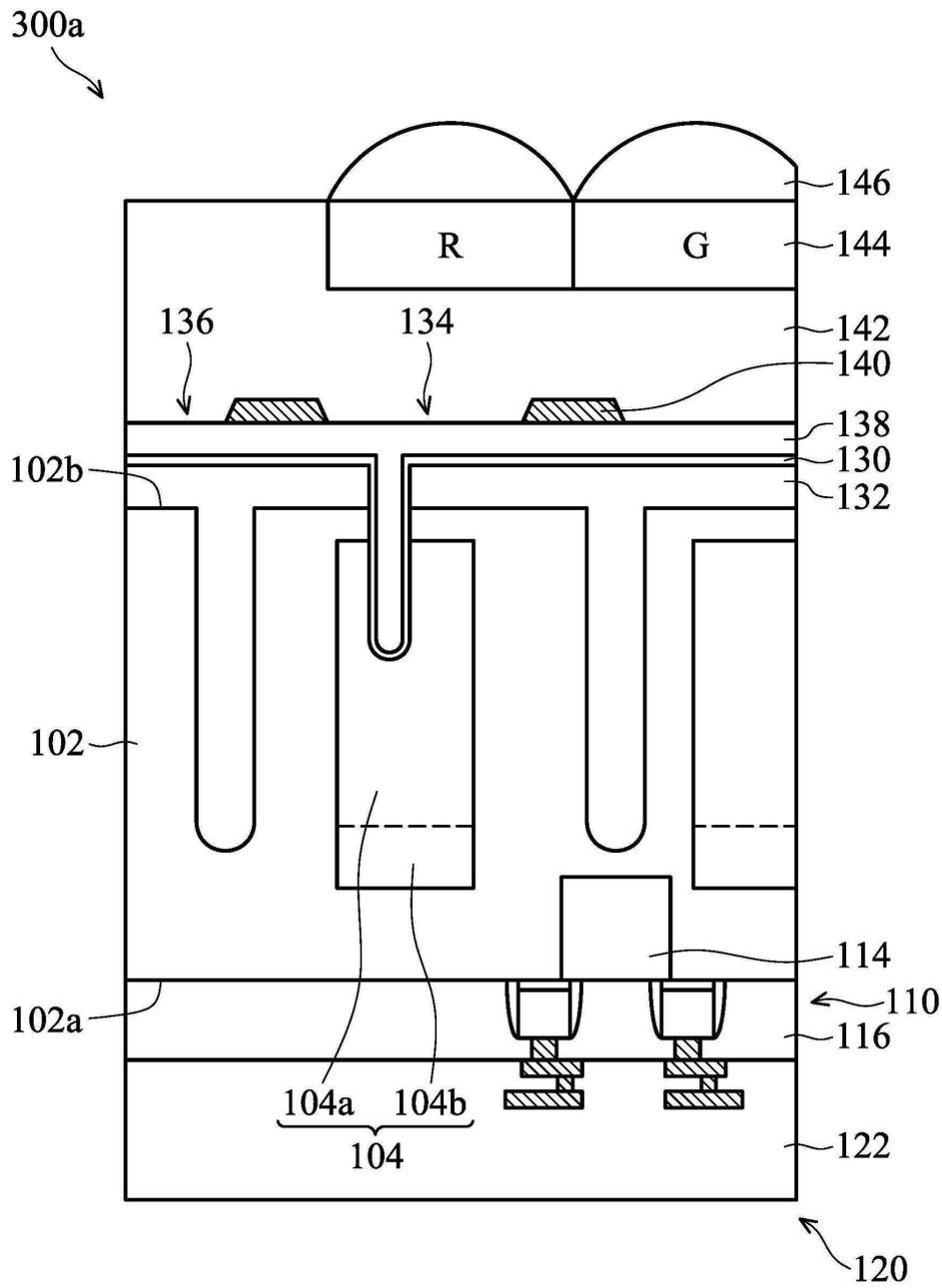
도면5d



도면5e



도면5f



도면5fa

300b

