



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0089144
(43) 공개일자 2020년07월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 27/146 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01L 27/14603 (2013.01)

H01L 27/14614 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0005854

(22) 출원일자 2019년01월16일

심사청구일자 2019년01월16일

(71) 출원인

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

김성진

경기도 안양시 만안구 연현로 29, 104동 904호(석수동, 안양석수하우스토리아파트)

이승현

부산광역시 동래구 안락로 109, 617호(안락동, 크로바맨션아파트)

(74) 대리인

리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 7 항

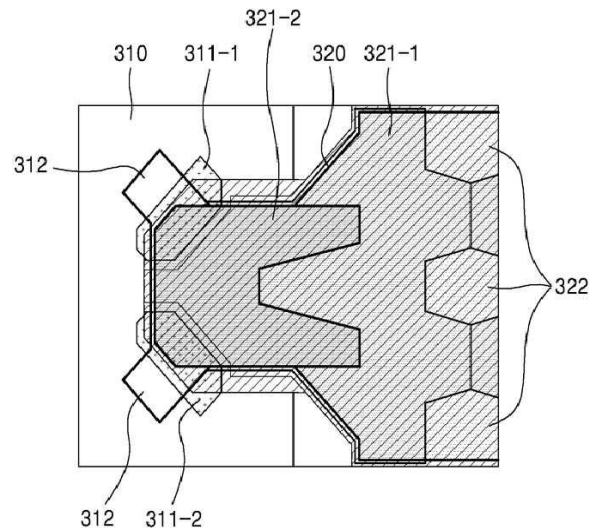
(54) 발명의 명칭 고속 전하 전송을 이용한 이미지 센서의 픽셀

(57) 요약

본 발명은 고속 전하 전송(High-speed charge transfer)에서 발생하는 뎀스 오류(Depth error)를 해결하기 위한 픽셀 구조에 관한 것이다.

본 발명의 픽셀은 광을 수신하여 생성된 전자를 전달하는 복수의 도핑 영역을 포함하는 검출부 및 검출부로부터 상기 전자를 전달받아 복조(demodulation)하기 위해 복수의 전달 게이트를 포함하는 복조부를 포함하고, 복수의 도핑 영역 중 제1 도핑 영역은 제1 피닝(Pinning) 전압을 가지도록 도핑된 것이고, 복수의 도핑 영역 중 제2 도핑 영역은 제1 도핑 영역에 인접하여 배치되어 제1 피닝 전압보다 높은 제2 피닝 전압을 가지도록 도핑된 것이고, 복수의 전달 게이트는 제2 도핑 영역과 인접하여 배치되는 이미지 센서 픽셀이다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

H01L 27/14636 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711069496

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 개인기초연구(과기정통부)(R&D)

연구과제명 외광제거 기능을 탑재한 무회전식 고정밀/고해상도 CMOS LiDAR 센서 연구

기 여 율 1/2

주관기관 울산과학기술원

연구기간 2018.03.01 ~ 2019.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415156946

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 자동차산업핵심기술개발(R&D)

연구과제명 최대 측정거리 50m급 CMOS 기반 차량용 ToF(Time of Flight) 센서, 송수신 광학계 및 신호 처리 원천기술 개발

기 여 율 1/2

주관기관 에이테크솔루션

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

이미지 센서의 픽셀에 있어서,

상기 픽셀은,

광을 수신하여 생성된 전자를 전달하는 복수의 도핑 영역을 포함하는 검출부; 및

상기 검출부로부터 상기 전자를 전달받아 복수의 전달 게이트를 통해 전달받고 복조(demodulation)하는 복조부;를 포함하고,

상기 복수의 도핑 영역 중 제1 도핑 영역은 제1 피닝(Pinning) 전압을 가지도록 도핑된 것이고, 상기 복수의 도핑 영역 중 제2 도핑 영역은 상기 제1 도핑 영역에 인접하여 배치되어 상기 제1 피닝 전압보다 높은 제2 피닝 전압을 가지도록 도핑된 것이고,

상기 복수의 전달 게이트는 상기 제2 도핑 영역과 인접하여 배치되는 이미지 센서 픽셀.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2 도핑 영역은 복수 개이고,

상기 복수의 제2 도핑 영역은 각각 상기 제1 도핑영역의 중심부를 기준으로 대칭되도록 상기 제1 도핑 영역에 인접하여 배치되는 이미지 센서 픽셀.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 도핑 영역은 도핑되지 않은 홀 영역을 포함하는 이미지 센서 픽셀.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 복수의 전달 게이트는 적어도 두 개이고,

상기 제1 도핑 영역의 중심과 상기 제2 도핑 영역의 중심을 지나는 가상선에 대해, 상기 적어도 두 개의 전달 게이트는 상기 가상선과 45도 이상 90도 이하의 각도를 갖도록 상기 제2 도핑 영역과 인접하여 배치되는 이미지 센서 픽셀.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 복조부는

드레인 게이트를 더 포함하고,

상기 드레인 게이트는 상기 제2 도핑 영역과 인접하여 배치되는 이미지 센서 픽셀.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 드레인 게이트는 가상선 상에 위치하도록 상기 제2 도핑 영역과 인접하여 상기 복수의 전달 게이트 사이에 배치되는 이미지 센서 픽셀.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 픽셀은 복수의 서브 픽셀로 구성되며,

상기 각각의 서브 픽셀은 상기 검출부 및 복조부를 포함하는 이미지 센서 픽셀.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 고속 전하 전송(High-speed charge transfer)에서 발생하는 뎁스 오류(Depth error)를 해결하기 위한 픽셀 구조에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 이미지 센서(image sensor)를 구비한 휴대용 장치(예를 들어, 디지털 카메라, 이동 통신 단말기 등)가 개발되어 판매되고 있다. 이미지 센서는 픽셀 (pixel)들 또는 포토사이트(Photosite)들로 불리는 작은 포토다이오드(photodiode)들의 어레이(array)로 구성된다.

[0003] 이미지 센서를 이용하여 3차원 영상을 획득하기 위해서는 색상뿐만 아니라 물체와 이미지 센서 간의 거리에 관한 정보를 얻을 필요가 있다. 일반적으로 물체와 이미지 센서 간의 거리에 관해 재구성된 영상을 해당 분야에서는 뎁스 이미지(depth image)로 표현하기도 한다. 일반적으로 뎁스 이미지는 가시광선(visible light) 영역 외의 근 적외선(near-infrared light)을 이용하여 얻어질 수 있다.

[0004] 센서로부터 물체까지의 거리 정보를 얻는 방법으로 물체에 빛을 조사하고 반사되어 돌아온 빛을 감지하여 빛의 이동 시간을 알아내는 TOF(time-of-flight)가 있다. 적외선 기반의 깊이 카메라는, 적외선을 물체에 조사하여 되돌아 온 반사광을 감지하고, TOF를 측정함으로써 카메라와 상기 물체까지의 거리를 계산한다. 계산된 거리는 깊이 영상의 깊이(depth)로 사용된다.

[0005] 한편, 물체에 조사하여 되돌아 온 반사광에 의해 발생한 전자 또는 전하들을 적절하게 분류하여 수용하지 못하는 경우, 이미지 센서의 거리 정보 계산에 오류가 발생한다. 즉, 포토 다이오드에서 발생한 전자 또는 전하를 빠른 속도로 각 게이트로 전달할 필요가 있어 다양한 연구가 진행되고 있으나, 각각의 연구에 의한 거리 계산은 비용이 고비용이 소요되거나, 상대적으로 정확도가 부족한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상술한 필요성에 따른 것으로, 본 발명은 고속 전하 전송(High-speed charge transfer)에서 발생하는 오류를 해결하기 위하여 최적화된 픽셀 구조를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 실시 예에 따른 이미지 센서의 픽셀은 광을 수신하여 생성된 전자를 전달하는 복수의 도핑 영역을 포함하는 검출부; 및 상기 검출부로부터 상기 전자를 전달받아 복수의 전달 게이트를 통해 전달받고 복조(demodulation)하는 복조부;를 포함하고, 상기 복수의 도핑 영역 중 제1 도핑 영역은 제1 피닝(Pinning) 전압을 가지도록 도핑된 것이고, 상기 복수의 도핑 영역 중 제2 도핑 영역은 상기 제1 도핑 영역에 인접하여 배치되어 상기 제1 피닝 전압보다 높은 제2 피닝 전압을 가지도록 도핑된 것이고, 상기 복수의 전달 게이트는 상기 제2 도핑 영역과 인접하여 배치될 수 있다.

[0009] 또한, 상기 제2 도핑 영역은 복수 개이고, 상기 복수의 제2 도핑 영역은 각각 상기 제1 도핑영역의 중심부를 기준으로 대칭되도록 상기 제1 도핑 영역에 인접하여 배치될 수 있다.

[0010] 또한, 상기 제1 도핑 영역은 도핑 되지 않은 홀 영역을 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 복수의 전달 게이트는 적어도 두 개이고, 상기 제1 도핑 영역의 중심과 상기 제2 도핑 영역의 중심

을 지나는 가상선에 대해, 상기 적어도 두 개의 전달 게이트는 상기 가상선과 45도 이상 90도 이하의 각도를 갖도록 상기 제2 도핑 영역과 인접하여 배치될 수 있다.

[0012] 또한, 상기 복조부는 드레인 게이트를 더 포함하고, 상기 드레인 게이트는 상기 제2 도핑 영역과 인접하여 배치될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 드레인 게이트는 상기 가상선 상에 위치하도록 상기 제2 도핑 영역과 인접하여 상기 복수의 전달 게이트 사이에 배치될 수 있다.

[0014] 또한, 상기 픽셀은 복수의 서브 픽셀로 구성되며, 상기 각각의 서브 픽셀은 상기 검출부 및 복조부를 포함할 수 있다.

[0015] 전술한 것 외의 다른 측면, 특징, 이점은 이하의 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용, 청구범위 및 도면으로부터 명확해질 것이다.

발명의 효과

[0016] 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 일 실시예에 따르면, 픽셀에 포텐셜 그라디언트(potential gradient)를 통한 드리프트(drift) 힘을 형성하고, 드리프트 힘에 의한 전자의 측방(lateral) 이동을 통해 저비용으로 정밀도가 향상된 뎀스(depth) 이미지를 획득하는 픽셀 구조를 제공할 수 있다.

[0017] 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1a 내지 1b는 종래의 I-TOF(Indirect Time of Flight) 기술을 설명하기 위한 도면이다.

도 2a 및 2b는 종래의 이미지 센서의 픽셀 구조에 대하여 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 픽셀의 구성요소를 설명하기 위한 블록도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 2 윙(wing) 단위 구조를 가지는 픽셀(300)의 평면도를 도시한다.

도 5a 및 5b는 본 발명의 일 실시예에 따른 픽셀(300) 내의 포텐셜 차이에 따른 드리프트(drift) 힘에 의한 전자 이동을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 전달 게이트의 위치를 설명하기 위한 도면이다.

도 7a 및 7b는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 픽셀 구조를 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 픽셀에서 전자의 흐름을 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 드레인 게이트 단위구조를 포함하는 픽셀을 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 본 발명의 드레인 게이트의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 11a 및 11b는 본 발명의 드레인 게이트를 포함하는 단위구조에 대한 다양한 실시예를 설명하기 위한 도면이다.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 드레인 게이트를 포함하는 픽셀에서 전자의 흐름을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 본 개시의 다양한 실시예가 첨부된 도면과 연관되어 기재된다. 본 개시의 다양한 실시예는 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는바, 특정 실시예들이 도면에 예시되고 관련된 상세한 설명이 기재되어 있다. 그러나 이는 본 개시의 다양한 실시예를 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 개시의 다양한 실시예의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경 및/또는 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용되었다.

[0020] 본 개시의 다양한 실시예에서 사용될 수 있는 "포함한다" 또는 "포함할 수 있다" 등의 표현은 개시(disclosure)된 해당 기능, 동작 또는 구성요소 등의 존재를 가리키며, 추가적인 하나 이상의 기능, 동작 또는 구성요소 등을 제한하지 않는다. 또한, 본 개시의 다양한 실시예에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에

기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0021] 본 개시의 다양한 실시예에서 "또는" 등의 표현은 함께 나열된 단어들의 어떠한, 그리고 모든 조합을 포함한다. 예를 들어, "A 또는 B"는, A를 포함할 수도, B를 포함할 수도, 또는 A와 B 모두를 포함할 수도 있다.
- [0022] 본 개시의 다양한 실시예에서 사용된 "제1", "제2", "첫째", 또는 "둘째" 등의 표현들은 다양한 실시예들의 다양한 구성요소들을 수식할 수 있지만, 해당 구성요소들을 한정하지 않는다. 예를 들어, 상기 표현들은 해당 구성요소들의 순서 및/또는 중요도 등을 한정하지 않는다. 상기 표현들은 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 제1 사용자 기기와 제2 사용자 기기는 모두 사용자 기기이며, 서로 다른 사용자 기기를 나타낸다. 예를 들어, 본 개시의 다양한 실시예의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0023] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 상기 어떤 구성요소와 상기 다른 구성요소 사이에 새로운 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소와 상기 다른 구성요소 사이에 새로운 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해될 수 있어야 할 것이다.
- [0024] 본 개시의 실시 예에서 "모듈", "유닛", "부(part)" 등과 같은 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 수행하는 구성요소를 지칭하기 위한 용어이며, 이러한 구성요소는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다. 또한, 복수의 "모듈", "유닛", "부(part)" 등은 각각 개별적인 특정한 하드웨어로 구현될 필요가 있는 경우를 제외하고는, 적어도 하나의 모듈이나 칩으로 일체화되어 적어도 하나의 프로세서로 구현될 수 있다.
- [0025] 본 개시의 다양한 실시예에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 개시의 다양한 실시예를 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0026] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 개시의 다양한 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다.
- [0027] 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 개시의 다양한 실시예에서 명백하게 정의되지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0028] 이하에서, 첨부된 도면을 이용하여 본 발명의 다양한 실시 예들에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0029] 도 1a 내지 1b는 종래의 I-TOF(Indirect Time of Flight) 기술을 설명하기 위한 도면이다.
- [0030] 도 1a를 참조하면, 종래의 이미지 센서는 물체로 조사된 빛(Emitted light)이 물체에 반사되어 되돌아온 빛(Received light)을 감지할 수 있다. 이때, 빛은 NIR(Near Infrared) 영역에 해당하는 전자기파일 수 있으나 이에 한정하지는 않는다.
- [0031] 이미지 센서는 감지된 물체와의 거리를 I-TOF(Indirect Time of Flight) 기반으로 알아낼 수 있다. 구체적으로, 이미지 센서의 픽셀은 되돌아온 반사광(Received light)의 위상(phase) 차를 비교할 수 있다. 픽셀은 동위상(In-phase) 게이트를 통해 동위상에 해당하는 빛에 의한 전자를 수용할 수 있고, 역위상(out-phase) 게이트를 통해 역위상에 해당하는 빛에 의한 전자를 수용할 수 있다. 이때, A는 반사광(Received light) 중 변조(modulation)하기 위한 빛과 위상(phase)이 동위상인 부분이고, B는 위상이 상이한 역위상인 부분일 수 있다. 픽셀은 각 게이트를 통해 수용한 전자들의 비율, 즉 A 및 B 각각에 의한 전자 비율을 바탕으로 물체와의 거리 $D(\text{distance}) = \frac{c}{2} T_{\text{tof}} = \frac{c}{2} \frac{A}{A+B}$ 를 계산할 수 있다.
- [0032] 한편, 반사광(Received light)에 의해 생성된 전자는 픽셀 내의 동위상 게이트와 역위상 게이트가 온(on) 되거나, 오프(off)된 이후에 비로소 게이트를 통해 수용될 수 있다. 도 1b를 참조하면, 반사광에 의해 생성된 전자가 동위상 게이트(In-phase gate)와 역위상 게이트(Out-phase gate)에 의해 빠르게 이동하지 못하는 경우, A 및

B에 해당하는 빛에 의한 전자를 의도된 만큼 수용하지 못할 수 있다.

[0033] 이 경우, 픽셀은 위상 차이가 발생하는 빛의 비율이 실제 반사광과 상이한 것으로 판단할 수 있고, 결국 물체의 거리 측정에 오류가 발생할 수 있다. 예를 들어, 픽셀에 도달한 반사광에 의한 전자의 비율이 $\frac{B}{A+B}$ 이지만, 도 1b와 같은 경우에는 위상차 비율이 $\frac{A+B}{A+B}$ 가 되어 결국 물체와의 거리 계산에 오류가 발생한다.

[0034] 즉, 상술한 오류를 방지하기 위해 반사광에 의해 발생한 전자들을 빠른 속도로 각 게이트로 전달할 필요가 있다.

[0035] 도 2a 및 2b는 종래의 이미지 센서의 픽셀 구조에 대하여 설명하기 위한 도면이다.

[0036] 도 2a에 도시된 픽셀은 2개 이상의 폴리실리콘(poly-silicon)을 이용하여 포토 다이오드 영역에 전압을 인가함으로써, 포텐셜 그라디언트(potential gradient)를 형성한다. 구체적으로, 2개 이상의 폴리실리콘은 서로 인슐레이터(insulator)로 차단되어 있어서 전류가 흐르지 않기 때문에, 해당 픽셀에서는 포토 다이오드 부분에 전압을 인가할 수 있다. dR_1 에서부터 dR_n 방향으로 인가된 전압에 따라 포텐셜 차이가 발생될 수 있으며, 전자는 포텐셜 차이를 통한 드리프트 힘(drift force)로 인해 복조부(demodulation region)으로 전달될 수 있다. 이를 통해 도 2a의 픽셀은 반사광에 의해 발생한 전자들을 빠른 속도로 각 게이트로 전달할 수 있다.

[0037] 다만, CMOS 방식은 하나의 폴리실리콘을 통해서만 구현된다. 하나의 폴리실리콘을 이용하는 경우 바이어스(bias)를 인가할 수 없고, 전자는 디퓨전(diffusion)으로 이동할 수 밖에 없으므로, 본 픽셀은 필연적으로 CCD 방식으로 구현되어야 한다. 다만, CCD 방식은 고비용이 소요된다는 점에서 본 픽셀의 문제점이 있다.

[0038] 도 2b의 픽셀은 별도로 전압을 인가하지 않고 n 도핑 영역의 넓이에 따른 피닝 전압(pinning voltage)의 차이를 이용한다. 구체적으로, n 도핑 영역이 좁은 영역은 낮은 피닝 전압이 인가되고, n 도핑 영역이 넓은 영역은 높은 피닝 전압이 인가된다. 이를 통해 발생하는 포텐셜 차이에 의한 드리프트(drift) 힘이 전자를 빠른 속도로 각 게이트로 전달할 수 있다.

[0039] 다만, 도 2b의 픽셀은 충분한 포텐셜 그라디언트를 발생시키기 위해서는 픽셀의 길이가 길어지며, 전자 이동 시간이 길어질 수 밖에 없다. 전자의 이동 시간이 길어지는 경우 도 1에서 지적한 오류 발생 가능성이 높다는 문제점이 있다.

[0040] 상술한 문제점들을 해결하기 위한 본 발명의 다양한 실시예에 따른 픽셀이 고안된다.

[0041] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 픽셀의 구성요소를 설명하기 위한 블록도이다.

[0042] 도 3을 참조하면, 픽셀(300)은 복조부(310)와 감지부(320)를 포함할 수 있다. 복조부(310)는 전달 게이트(311, Transfer Gate), 유동확산 노드(312, Floating Diffusion node), 드레인 게이트(313, Drain Gate)를 포함할 수 있다. 감지부(320)는 수광 영역(321) 및 홀 영역(322)을 포함할 수 있다.

[0043] 이미지 센서의 픽셀(300)은 1-트랜지스터 구조, 3-트랜지스터 구조, 4-트랜지스터 구조 또는 5-트랜지스터 구조 등 다양한 구조를 가질 수 있고, 또한 픽셀(300)에 인접한 픽셀과 함께 일부 트랜지스터들을 공유하는 구조를 가질 수도 있다. 예를 들어, 이미지 센서의 픽셀(300)은 리셋 신호(RS)에 응답하여 유동확산 노드(312)(FD)를 리셋하는 리셋 트랜지스터(RX), 유동확산 노드(312)(FD)에 충전된 전하에 상응하는 출력 신호를 생성하는 드라이브 트랜지스터(DX), 및 선택 신호(SEL)에 응답하여 출력 신호를 출력하는 선택 트랜지스터(SX)를 더 포함할 수 있다. 또한, 리셋 트랜지스터(RX), 드라이브 트랜지스터(DX) 및 선택 트랜지스터(SX)는 인접한 픽셀들 사이에서 공유될 수 있다.

[0044] 전달 게이트(311)는 감지부(320)로부터 전달된 전자를 복조부(310)로 전달하기 위해 소정의 듀티비로 동작하는 게이트일 수 있다. 일 예로, 전달 게이트(311)는 변조를 위한 전자기파와 동일한 위상으로 동작하는 동위상(in-phase) 게이트 및 역위상(out-phase) 게이트를 포함할 수 있다.

[0045] 유동확산 노드(312)는 감지부(320)와 이격되어 형성된다. 유동확산 영역(312)은 감지부(320)에서 생성된 전하들이 전달 게이트(311)에 의해 전송되어 저장될 수 있다. 전달 게이트(311)를 통해 복조부(310)로 전달된 전자는 유동확산 노드(312)에 축적될 수 있고, 축적된 전자로 변조된 빛을 복조(demodulation)할 수 있다. 일 실시예에서, 플로팅 확산 영역(312)은 제2 도전형(예를 들어, n형)의 불순물이 도핑되어 형성될 수 있다.

- [0046] 드레인 게이트(313)는 원하지 않는 시간 동안 생성된 전자 또는 광전하를 방출하기 위해 포함될 수 있다.
- [0047] 감지부(320)는 반사광을 수용하는 수광 영역(321), 예를 들면, 포토 다이오드(Photo Diode)를 포함할 수 있다.
- [0048] 수광 영역(321)은 입사된 반사광에 기초하여 전하들(예를 들어, 광 전하(photo charge))을 생성할 수 있다. 예를 들어, 입사광에 응답하여 전자-정공 쌍(electron-hole pair)들이 생성되며, 픽셀(300)은 이러한 전자들 또는 정공들을 수집할 수 있다.
- [0049] 수광 영역(321)은 포토 다이오드, 핀드 포토 다이오드(pinned photo diode; PPD), 포토 트랜지스터(photo transistor), 전달 게이트(Transfer gate), 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0050] 이러한 수광 영역(321)은 p형 기판(P-SUB)과 동일한 p형의 반도체 예컨대, 실리콘 기판을 포함할 수 있다. 또한, 수광 영역(321)은 n형의 불순물 영역을 포함하거나, 수직 방향으로 교차하여 적층된 n형 불순물 영역과 p형 불순물 영역을 포함할 수 있다. 이러한 수광 영역(321)의 말단 영역에는 전달 게이트(311)가 배치될 수 있다.
- [0051] 본 발명의 일 실시예에 따른 수광 영역(321)은 N형 불순물이 서로 다른 농도로 도핑된 적어도 하나의 도핑 영역을 포함할 수 있다. 서로 다른 농도로 도핑된 도핑 영역은 서로 다른 피닝 전압(pinning voltage)을 가질 수 있다.
- [0052] 한편, 수광 영역(321)은 n형 불순물이 도핑되지 않는 홀 영역(322)을 포함할 수 있다. 이러한 홀 영역(322)은 다른 도핑 영역에 비하여 낮은 피닝 전압을 가질 수 있다.
- [0053] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 2 윙(wing) 단위 구조를 가지는 픽셀(300)의 평면도를 도시한다.
- [0054] 도 4를 참조하면, 본 발명의 감지부(320)의 수광 영역(321)은 서로 다른 농도로 n형 불순물이 도핑된 제1 도핑 영역(321-1) 및 제2 도핑 영역(321-2)을 포함할 수 있다. 이때, 제2 도핑 영역(321-2)은 제1 도핑 영역(321-1)에 비하여 n형 도핑 농도가 더 높을 수 있고, 따라서 제2 도핑 영역(321-2)의 피닝 전압(pinning voltage)이 상대적으로 더 높을 수 있다.
- [0055] 제2 도핑 영역(321-2)은 제1 도핑 영역(321-1)에 비하여 좁은 면적으로 구현되며, 제1 도핑 영역(321-1)이 점점 좁아져 제2 도핑 영역(321-2)과 깔때기(funnel) 형상으로 연결될 수 있다. 이에 따라, 제2 도핑 영역(321-2)에 모인 전자는 전달 게이트(311)를 통해 유동확산 노드(312)로 쉽게 이동될 수 있다.
- [0056] 나아가 본 발명의 감지부(320)는 홀 영역(322)을 포함할 수 있으며, 홀 영역(322)의 포텐셜 전압은 제1 도핑 영역(321-1) 및 제2 도핑 영역(321-2)에 비해 낮을 수 있다. 이때, 홀 영역(322)은 제1 도핑 영역(321-1) 내에 배치되며, 제2 도핑 영역(321-2)으로부터 제1 도핑 영역(321-1)으로의 깔때기 형상 상의 방사형 선에 대응되는 위치에 구현될 수 있다.
- [0057] 이러한 경우, 픽셀(300)의 감지부(320)에서는 홀 영역(322), 제1 도핑 영역(321-1) 및 제2 도핑 영역(321-2) 순서로 포텐셜 그라디언트(potential gradient)가 형성될 수 있다. 즉, 반사광에 의해 수광 영역(321)에서 발생된 전자는 홀 영역(322), 제1 도핑 영역(321-1) 및 제2 도핑 영역(321-2) 순서로 형성된 포텐셜 그라디언트(potential gradient)에 의해 전달 게이트(311)로 이동될 수 있다.
- [0058] 상술한 실시예에 따르면, 복수의 폴리실리콘을 사용하지 않고도 수광영역(321)에 포텐셜 그라디언트를 형성할 수 있어서, CMOS 방식으로 저비용으로 구현할 수 있다. 상술한 실시예는 일 예에 불과하며 다양한 방식으로 도핑을 통한 포텐셜 그라디언트를 구현할 수 있다.
- [0059] 제1 전달 게이트(311-1)와 제2 전달 게이트(311-2)는 서로 상이한 동작주기로 온/오프될 수 있다. 구체적으로, 제1 전달 게이트(311-1)는 픽셀에서의 변조를 위한 빛과 동일한 주파수의 동작 주기를 갖도록 구현될 수 있다. 이 경우 제1 전달 게이트(311-1)는 동위상(in-phase)의 빛에 의해 생성된 전자를 수용할 수 있다. 반대로, 제2 전달 게이트(311-2)는 제1 전달 게이트(311-1)와 상보적인 주기를 가지도록 구현되어, 역위상(out-phase)의 빛에 의해 생성된 전자를 수용할 수 있다. 이러한 2개의 전달 게이트를 가지는 구조를 2 윙(wing) 구조라고 할 수 있다.
- [0060] 한편, 제1 전달 게이트(311-1)와 제2 전달 게이트(311-2)는 온(on)되는 경우에 포텐셜 그라디언트를 형성할 수 있다. 이 경우, 제2 도핑 영역(321-2)에 존재하는 전자들은 포텐셜 그라디언트에 의한 드리프트(drift) 힘을 통해서 더 효율적으로 각각의 전달 게이트로 이동할 수 있다. 제1 전달 게이트(311-1)와 제2 전달 게이트(311-

2)를 통해 유동확산 노드(312)에 축적된 전자로 변조된 빛을 복조부(310)에서 복조(demodulation)할 수 있다.

- [0061] 이때, 제1 전달 게이트(311-1)와 제2 전달 게이트(311-2)는 제2 도핑 영역(321-2)에 특정한 위치 및 각도에 배치될 수 있다. 이때 각도는 제1 도핑 영역(321-1)과 제2 도핑 영역(321-2)의 중심을 연결하는 가상의 선과 이루는 각도일 수 있다. 이에 대하여 구체적인 것은 도 6를 통해 자세히 설명하기로 한다.
- [0062] 도 5a 및 5b는 본 발명의 일 실시 예에 따른 픽셀(300) 내의 포텐셜 차이에 따른 드리프트(drift) 힘에 의한 전자 이동을 설명하기 위한 도면이다.
- [0063] 도 5a를 참조하면, 수광 영역(321)에서 발생한 전자들은 포텐셜 그라디언트에 따른 드리프트 힘에 의해 전달될 수 있다.
- [0064] 홀 영역(322)의 전압은 상대적으로 가장 낮을 수 있다. 따라서 홀 영역(322)에서 발생한 전자는 제1 도핑 영역(321-1)으로 이동할 수 있다. 마찬가지로, 제1 도핑 영역(321-1)의 전압을 제2 도핑 영역(321-2)에 비하여 상대적으로 낮을 수 있다. 따라서, 홀 영역(322)으로부터 전달된 전자 및 제1 도핑 영역(321-1)에서 생성된 전자는 제2 도핑 영역(321-2)으로 이동할 수 있다.
- [0065] 홀 영역(322), 제1 도핑 영역(321-1) 및 제2 도핑 영역(321-2)의 전압은 도 5a와 같이 점진적으로(gradually) 증가할 수 있으나, 이는 일 실시예에 불과할 뿐, 도핑 상태에 따라 전압은 계단식(step)으로 증가할 수 있다.
- [0066] 도 5b를 참조하면 제1 전달 게이트(311-1)가 온(on)되는 경우, 제1 전달 게이트(311-1)의 전압은 상승하게 된다. 이에 따라, 제2 도핑 영역(321-2)에서 발생되거나 제1 도핑 영역(321-1)으로부터 전달된 전자는 제1 전달 게이트(311-1)와의 포텐셜 그라디언트에 따른 드리프트 힘으로 유동확산 노드(312)로 이동될 수 있다.
- [0067] 이때, 제2 전달 게이트(311-2)는 오프(off)되어 있고, 오프된 상태의 전달 게이트는 전압이 낮은 상태로 유지된다. 이에 따라, 전자는 상술한 바와 같이 제1 전달 게이트(311-1)로만 이동하게 된다.
- [0068] 제2 전달 게이트(311-2)는 제1 전달 게이트(311-1)와 상보적인 주기를 가지도록 구현되어 제2 전달 게이트(311-2)가 온 되는 경우, 제1 전달 게이트(311-1)는 오프된다. 이 경우 제2 전달 게이트(311-2)의 전압은 증가하고 전자는 제2 전달 게이트(311-2)와의 포텐셜 그라디언트에 따른 드리프트 힘으로 유동확산 노드(312)로 이동될 수 있다.
- [0069] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 전달 게이트의 위치를 설명하기 위한 도면이다.
- [0070] 도 6을 참조하면, 전달 게이트(311-1)는 제1 도핑 영역(321-1)의 중심과 제2 도핑 영역(321-2)의 중심을 지나는 가상선(600)과 소정 각도 이상을 형성하도록 배치될 수 있다. 이때, 제1 도핑 영역(321-1)의 중심 및 제2 도핑 영역(321-2)의 중심은 질량 중심점일 수 있으나, 이에 한정하지 않는다.
- [0071] 이때, 전달 게이트(311-1)와 가상선(600)이 이루는 각도(620)는, 전달 게이트(311-1)로 내 존재하는 전자가 유입되기 위한 통로와 직교하는 선(610)과 가상선(600)이 이루는 각도일 수 있다.
- [0072] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상술한 각도(620)는 45도 이상 90도 이하의 각도일 수 있다. 전달 게이트가 배치되는 각도(620)가 90도인 경우에는, 전자는 전달 게이트의 측방(lateral)으로 이동하게 되며, 게이트는 게이트가 온 오프될 때 발생하는 포텐셜 그라디언트를 통해 드리프트 힘으로 전자를 수용할 수 있다. 이때, 전자의 측방(lateral)의 이동 경로에는 전달 게이트가 없기 때문에 게이트로 인한 노이즈 발생을 줄일 수 있다.
- [0073] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1 전달 게이트(311-1)와 제2 전달 게이트(311-2)는 각각 가상선(600)에 대해 동일한 각도를 갖도록 상기 제2 도핑 영역(321-2)에 인접하여 배치될 수 있다.
- [0074] 다만, 상술한 각도는 일 예에 불과하며 전달 게이트는 다양한 실시예에 따라 다양한 각도로 배치될 수 있다.
- [0075] 도 7a 및 7b는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 픽셀 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- [0076] 도 7a를 참조하면, 픽셀(300)은 도 4에서 설명한 단위 구조를 홀 영역(322)을 기준으로 대칭하여 2개 포함할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 픽셀(300)은 2개 이상의 복수의 제2 도핑 영역(321-2)을 포함할 수 있고, 각각 제1 도핑영역의 중심부 또는 홀 영역(322)을 기준으로 대칭되도록 제1 도핑 영역(321-1)에 인접하여 배치되도록 구현될 수 있다.
- [0077] 도 7a에서는 홀 영역(322)이 제1 도핑 영역(321-1)의 중앙부에 위치하는 것으로 도시하였으나 이에 한정하지 않으며, 본 발명의 일 실시예에 따르면 복수의 홀 영역(322)은 각각 제2 도핑영역(321-2)이 배치되는 방향에 대응되는 방향에 제1 도핑 영역(321-1)의 중앙부를 기준으로 균일하게 배치될 수 있다. 이때, 균일하게 배치된다는

것은 각각의 홀 영역(322)이 제1 도핑 영역(321-1)의 중앙부를 기준으로 일정한 각도 및 거리로 배치되어 있는 것을 의미할 수 있다.

[0078] 즉, 홀 영역(322)과 제1 도핑 영역(321-1)이 형성하는 방향과 제1 도핑 영역(321-1)과 제2 도핑 영역(321-2)이 형성하는 방향이 일치하게 될 수 있다. 이에 따라, 홀 영역(322) 및 제1 도핑 영역(321-1)에서 발생한 전자 또는 전하는 동일한 방향으로 연속하여 가해지는 드리프트(drift) 힘을 통해 빠르게 제2 도핑 영역(322-2)으로 이동될 수 있다.

[0079] 제1 전달 게이트(311-1) 및 제3 전달 게이트(311-3)는 동위상(In-phase) 빛에 의한 전자를 수용하도록 구현될 수 있고, 제2 전달 게이트(311-2) 및 제4 전달 게이트(311-4)는 역위상(Out-phase) 빛에 의한 전자를 수용하도록 구현될 수 있다. 다만, 이는 일 실시예에 불과하고, 제1 전달 게이트(311-1) 및 제4 전달 게이트(311-4)는 동위상(In-phase) 빛에 의한 전자를 수용하도록 구현될 수 있고, 제2 전달 게이트(311-2) 및 제3 전달 게이트(311-3)는 역위상(Out-phase) 빛에 의한 전자를 수용하도록 구현될 수 있다.

[0080] 도 7b를 참조하면, 픽셀(300)은 도 4에서 설명한 단위 구조를 복조부(310)를 기준으로 대칭하여 복수개 포함할 수 있다. 즉, 픽셀(300)은 복수의 서브 픽셀로 구성될 수 있고, 각각의 서브 픽셀은 도 4의 단위 구조를 포함할 수 있다.

[0081] 도 7a 및 7b에 도시된 실시예의 픽셀(300)은 빛을 수용하기 위한 수광 영역을 최대화하면서도 전자가 복조부(300)까지 이동할 거리를 줄일 수 있다는 효과가 있다.

[0082] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 픽셀에서 전자의 흐름을 설명하기 위한 도면이다.

[0083] 도 8은 2 쌍(wing) 단위 구조를 가지는 픽셀(300)에서의 전자 흐름을 나타낸다. 도 8을 참조하면, 푸른 색에 가까울수록 전압이 낮은 영역이며, 붉은색에 가까울수록 전압이 높은 영역이다. 전자는 전압이 낮은 홀 영역 지점(810)에서 전압이 높은 전달 게이트 지점(820)으로 드리프트(drift) 힘을 받아 이동할 수 있다.

[0084] 구체적으로, 전자는 2단계의 드리프트 힘을 통해 이동하는데, 홀 영역 지점(810)에서 도핑 영역 지점(811)까지는 도핑 농도에 따른 포텐셜 그래디언트로 인한 드리프트 힘을 통해 이동될 수 있다. 이후 도핑 영역 지점(811)에서 전달 게이트 지점(820)까지는 전달 게이트의 온/오프로 인한 전압 차이로 포텐셜 차이로 인한 드리프트 힘을 통해 이동될 수 있다.

[0085] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 드레인 게이트 단위구조를 포함하는 픽셀을 설명하기 위한 도면이다.

[0086] 도 9를 참조하면, 픽셀(300)은 전달 게이트(311-1, 311-2) 외에도 드레인 게이트(313)를 포함할 수 있다. 드레인 게이트(313)는 제1 전달 게이트(311-1)와 제2 전달 게이트(311-2) 사이에 배치될 수 있다. 구체적으로 드레인 게이트(313)는 제1 전달 게이트(311-1)와 제2 전달 게이트(311-2) 사이의 가상선(600) 상에 배치될 수 있다. 도 9에서는 제1 전달 게이트(311-1)와 제2 전달 게이트(311-2)가 가상선(600)과 이루는 각도(620)가 90도인 것으로 도시하였으나, 이에 한정하지 않는다.

[0087] 드레인 게이트(313)는 제1 전달 게이트(311-1)와 제2 전달 게이트(311-2)가 오프된 경우, 백그라운드 라이트(background light)를 제거하기 위한 구성이다. 이에 대하여는 도 10을 통해 자세히 설명하기로 한다.

[0088] 도 10은 본 발명의 드레인 게이트의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

[0089] 본 발명의 픽셀(300)을 포함하는 이미지 센서는 높은 SNR(Signal to Noise Ratio)을 획득하기 위해 동일한 옵티컬 파워(optical power)로 더 간헐적으로 빛을 조사할 수 있다.

[0090] 이때, 조사된 빛이 물체에 반사되어 되돌아온 반사광(received light)에는 백그라운드 라이트(1000)가 포함되어 있을 수 있다. 이러한 백그라운드 라이트(1000)는 이미지 센서가 물체의 거리를 계산하는 것에 있어서 오류를 불러일으킬 수 있다.

[0091] 픽셀(300)은 반사광을 동위상 게이트(In-phase gate) 및 역위상 게이트(Out-phase gate)를 통해 각각 분리하여 수용할 수 있다. 이때, 동위상 게이트 및 역위상 게이트에 수용된 시그널에도 백그라운드 라이트(1010)가 포함될 수 있다.

[0092] 한편, 본 발명의 드레인 게이트(313)는 동위상 게이트(In-phase gate) 및 역위상 게이트(Out-phase gate)이 동작하지 않는 시간 동안 들어오는 시그널을 모두 백그라운드 라이트(1020)로 판단할 수 있다.

[0093] 즉, 드레인 게이트(313)는 동위상 게이트(In-phase gate) 및 역위상 게이트(Out-phase gate)가 동작하지 않는

시간 동안 온(on) 되어 수광 영역의 포토 다이오드(PD)에 누적된 전자를 제거함으로써 PD 자체의 포화(saturation)를 방지할 수 있다.

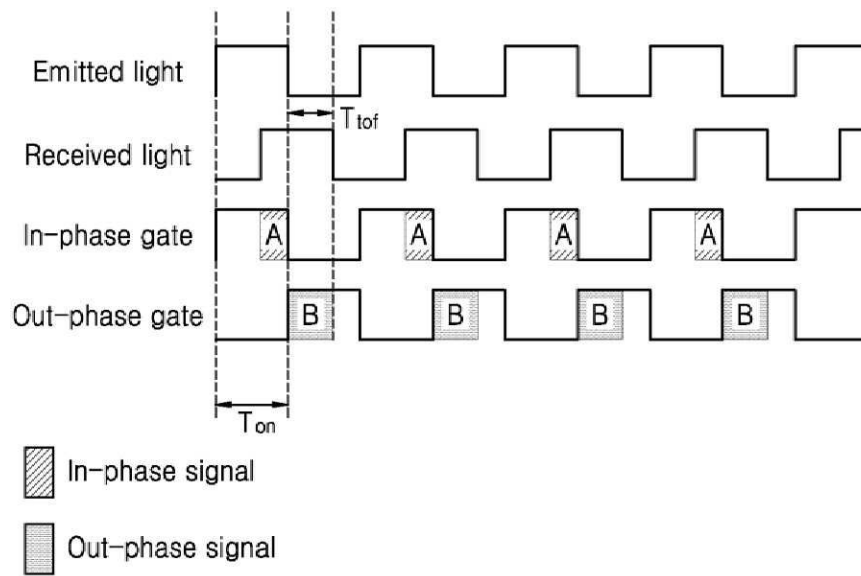
- [0094] 도 11a 및 11b는 본 발명의 드레인 게이트를 포함하는 단위구조에 대한 다양한 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0095] 도 11a를 참조하면, 픽셀(300)은 도 9에서 설명한 단위 구조를 홀 영역(322)을 기준으로 대칭하여 2개 포함할 수 있다.
- [0096] 이때, 제1 전달 게이트(311-1) 및 제3 전달 게이트(311-3)는 동위상(In-phase) 빛에 의한 전자를 수용하도록 구현될 수 있고, 제2 전달 게이트(311-2) 및 제4 전달 게이트(311-4)는 역위상(Out-phase) 빛에 의한 전자를 수용하도록 구현될 수 있다. 다만, 이는 일 실시예에 불과하고, 제1 전달 게이트(311-1) 및 제4 전달 게이트(311-4)는 동위상(In-phase) 빛에 의한 전자를 수용하도록 구현될 수 있고, 제2 전달 게이트(311-2) 및 제3 전달 게이트(311-3)는 역위상(Out-phase) 빛에 의한 전자를 수용하도록 구현될 수 있다.
- [0097] 도 11b를 참조하면, 픽셀(300)은 도 11a의 단위 구조 복수개를 비닝하여 포함할 수 있다.
- [0098] 도 11b와 같이 여러 개의 단위 구조를 비닝하는 경우, 포토 다이오드에서 발생한 전자의 이동거리가 짧도록 유지할 수 있다. 이 경우, 픽셀(300)은 별도의 포텐셜 그라디언트를 인가하지 않을 수 있으나, 이에 한정하지 않으며, 도핑을 통해 포텐셜 차이를 부가할 수 있다.
- [0099] 한편, 픽셀(300)은 수광 영역에서 발생한 전자의 이동거리 짧기 때문에 변조(modulation) 주파수를 높더라도 물체와의 거리 계산의 정확도(accuracy)를 효과적으로 상승시킬 수 있다.
- [0100] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 드레인 게이트를 포함하는 픽셀에서 전자의 흐름을 설명하기 위한 도면이다.
- [0101] 도 12는 드레인 게이트를 포함하는 단위 구조를 가지는 픽셀(300)에서의 전자 흐름을 나타낸다. 도 12를 참조하면, 푸른 색에 가까울수록 전압이 낮은 영역이며, 붉은색에 가까울수록 전압이 높은 영역이다. 전자는 전압이 낮은 홀 영역 지점(1210)에서 전압이 높은 전달 게이트 지점(1220)으로 드리프트(drift) 힘을 받아 이동할 수 있다.
- [0102] 구체적으로, 전자는 2단계의 드리프트 힘을 통해 이동하는데, 홀 영역 지점(1210)에서 도핑 영역 지점(1211)까지는 도핑 농도에 따른 포텐셜 그라디언트로 인한 드리프트 힘을 통해 이동될 수 있다. 이후 도핑 영역 지점(1211)에서 전달 게이트 지점(1220)까지는 전달 게이트의 온/오프로 인한 전압 차이로 포텐셜 차이로 인한 드리프트 힘을 통해 이동될 수 있다.
- [0103] 이와 같이 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

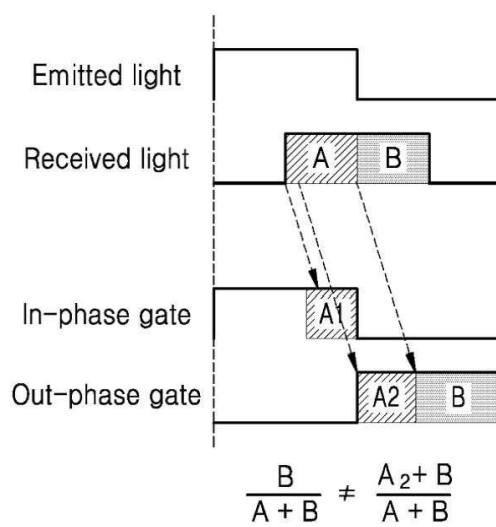
- [0104] 300: 픽셀
310: 복조부
311: 전달 게이트
312: 유동확산 노드
313: 드레인 게이트
320: 감지부
321: 수광 영역
322: 홀 영역

도면

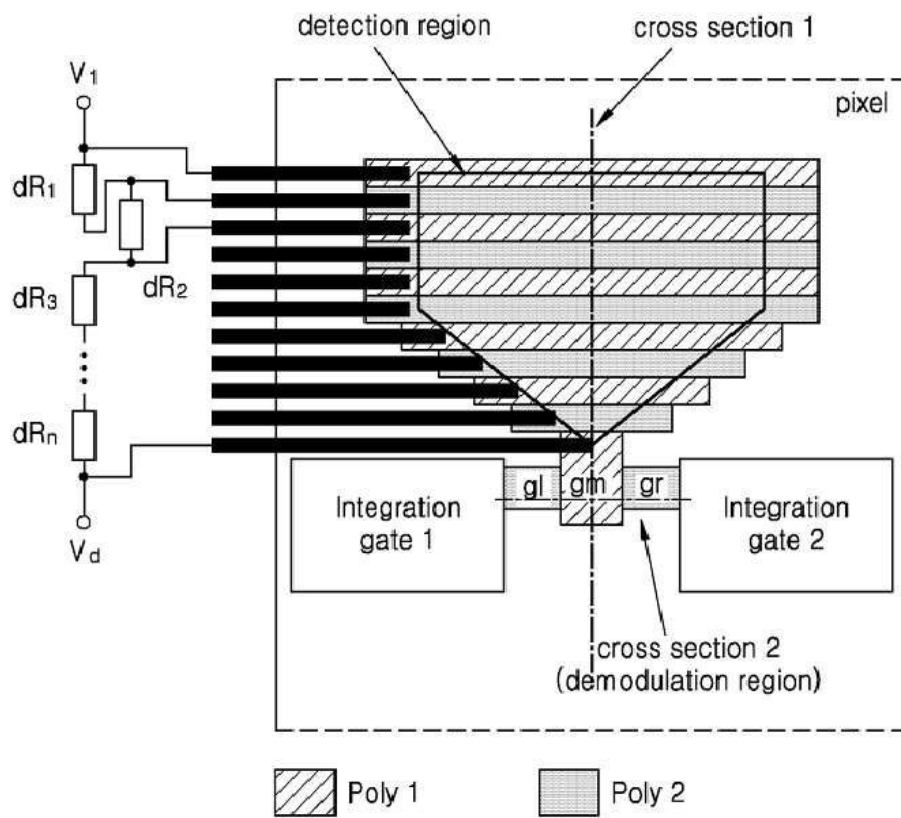
도면1a



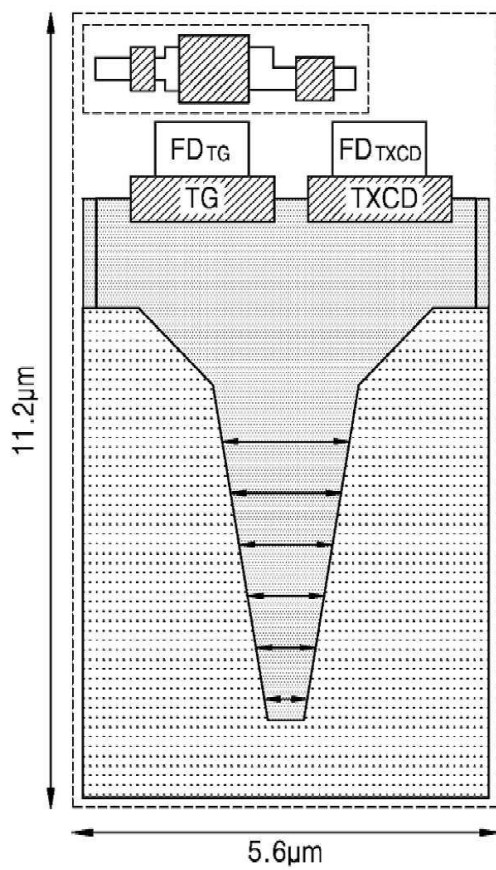
도면1b



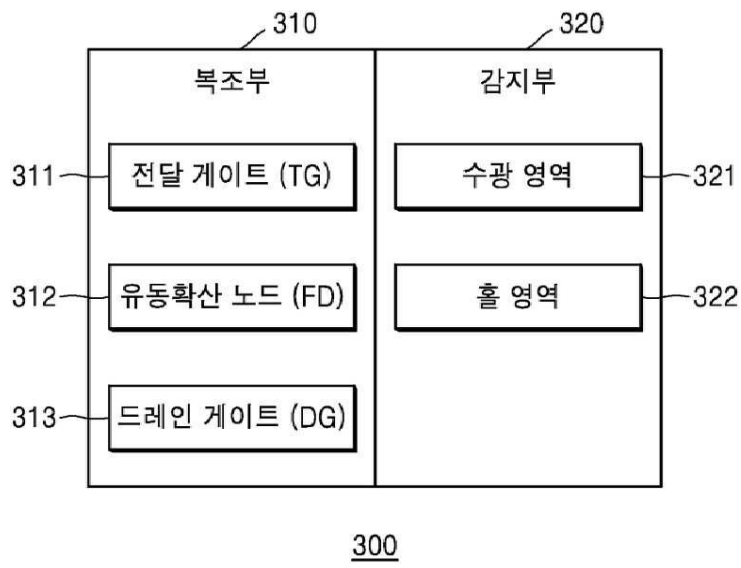
도면2a



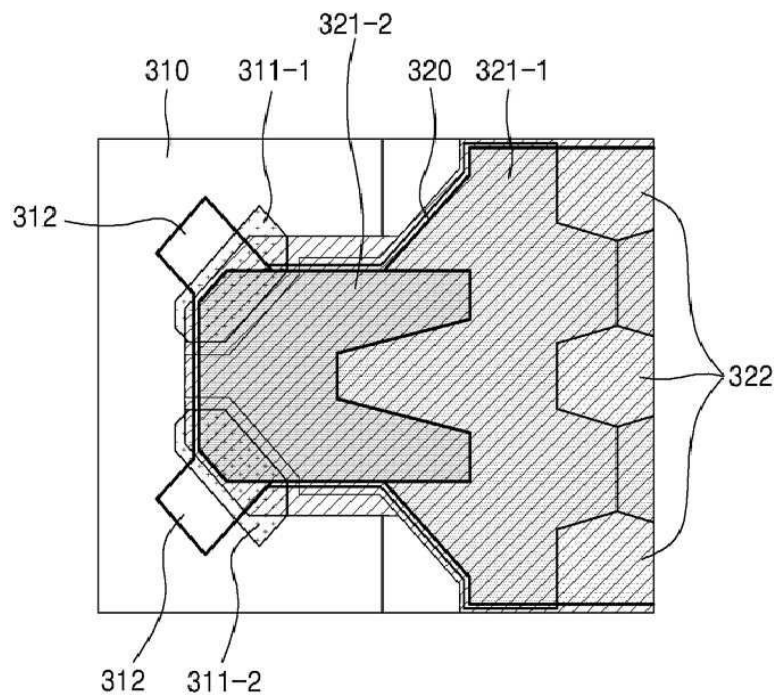
도면2b



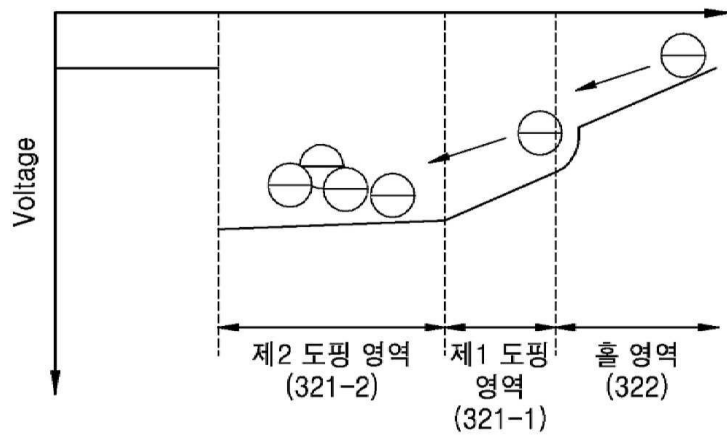
도면3



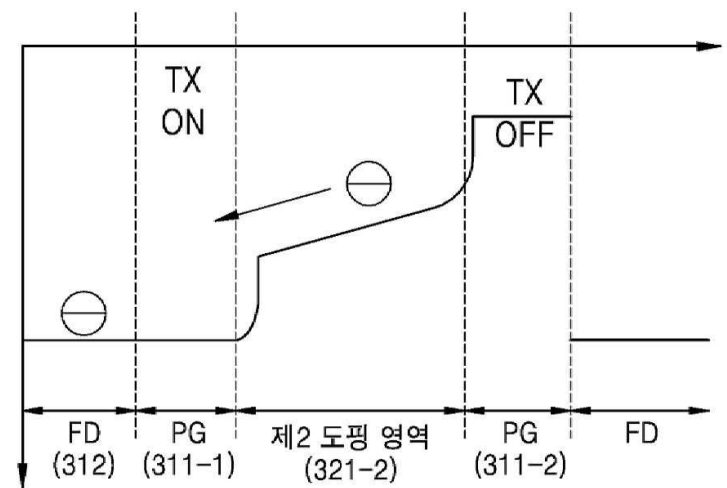
도면4



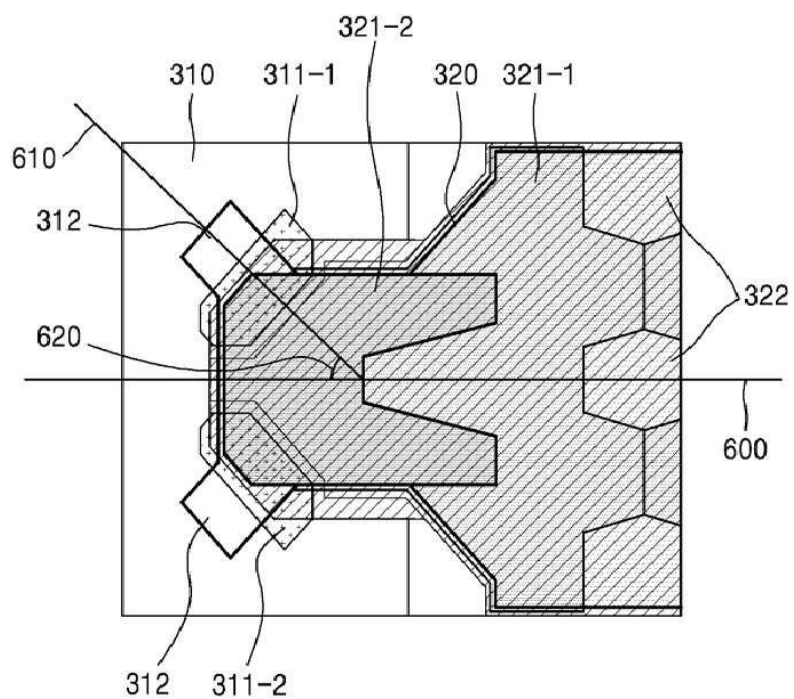
도면5a



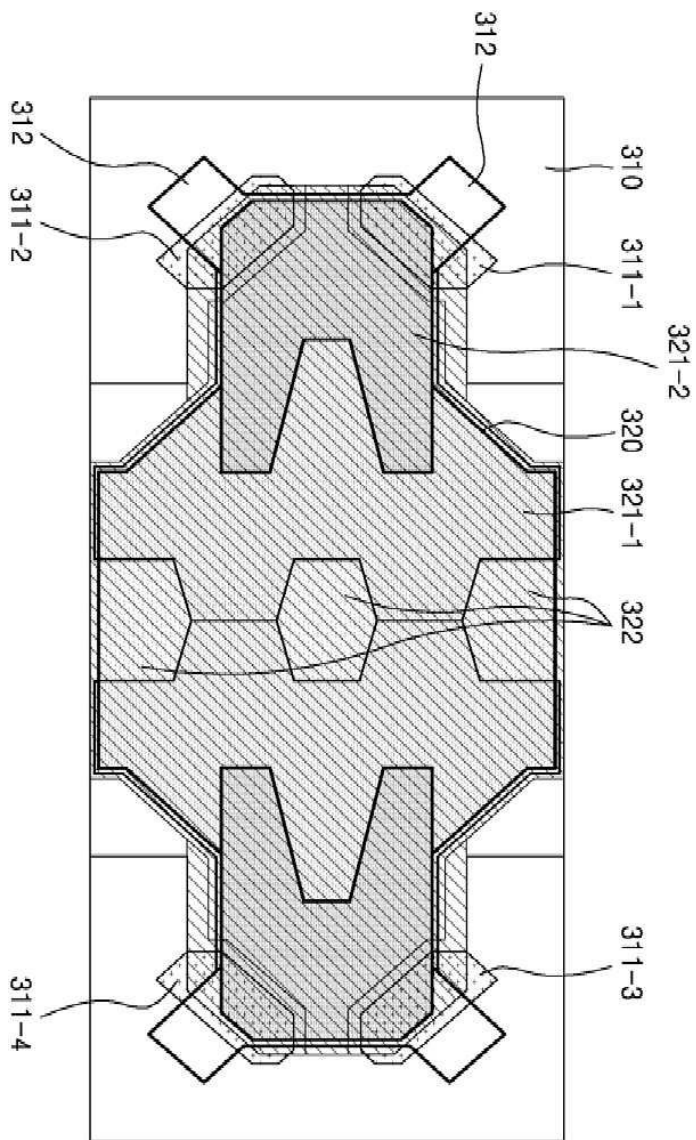
도면5b



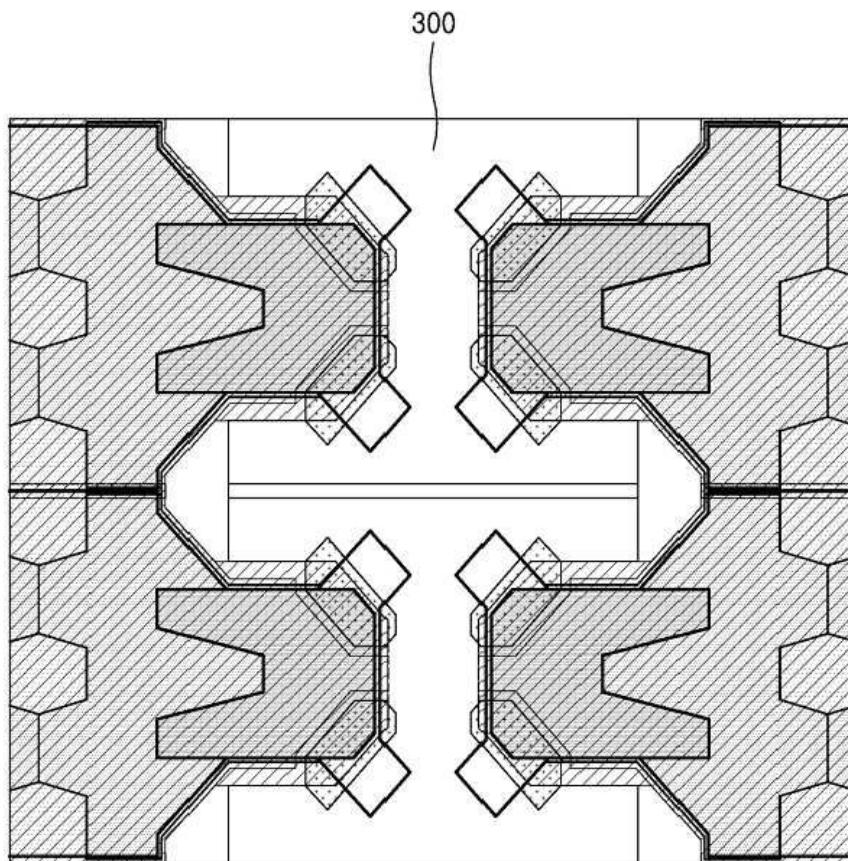
도면6



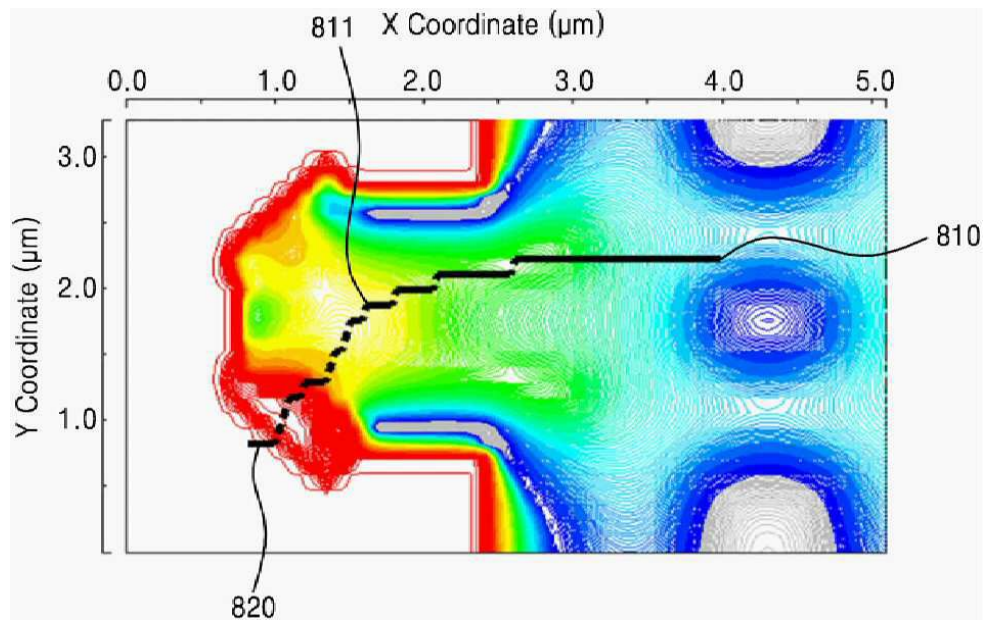
도면7a



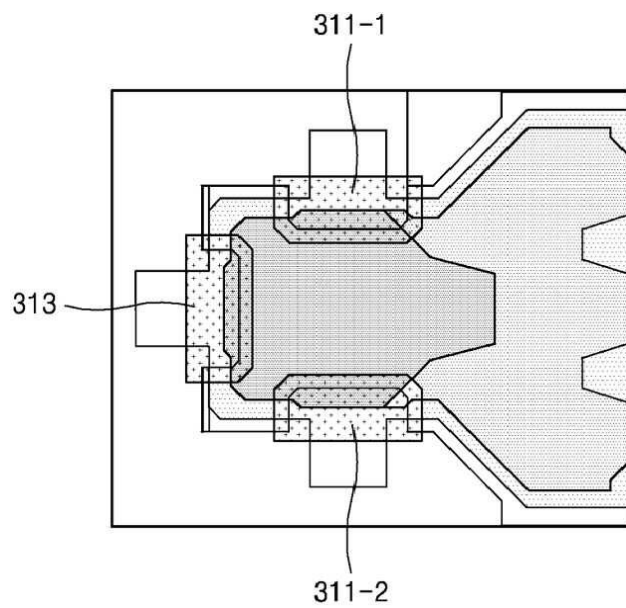
도면7b



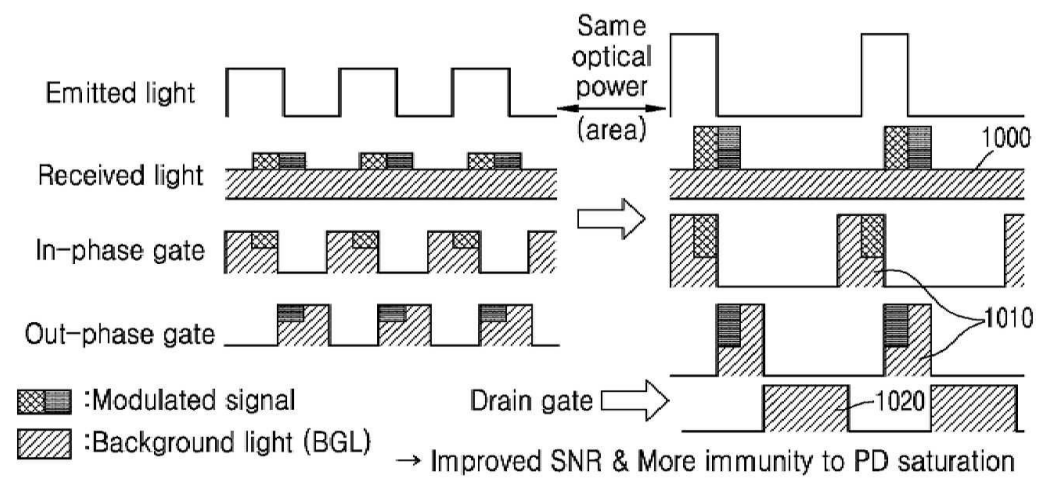
도면8



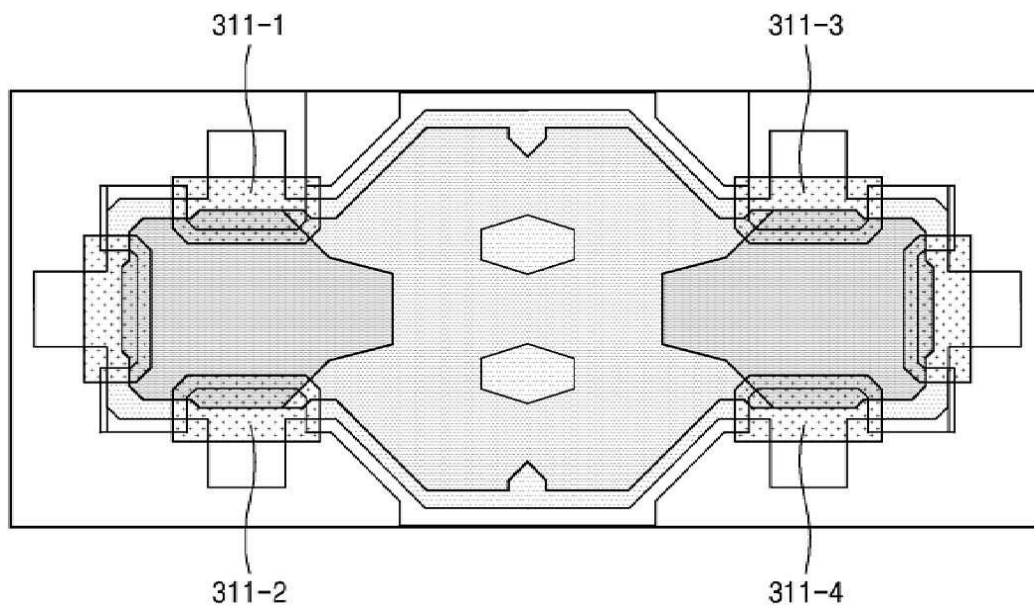
도면9



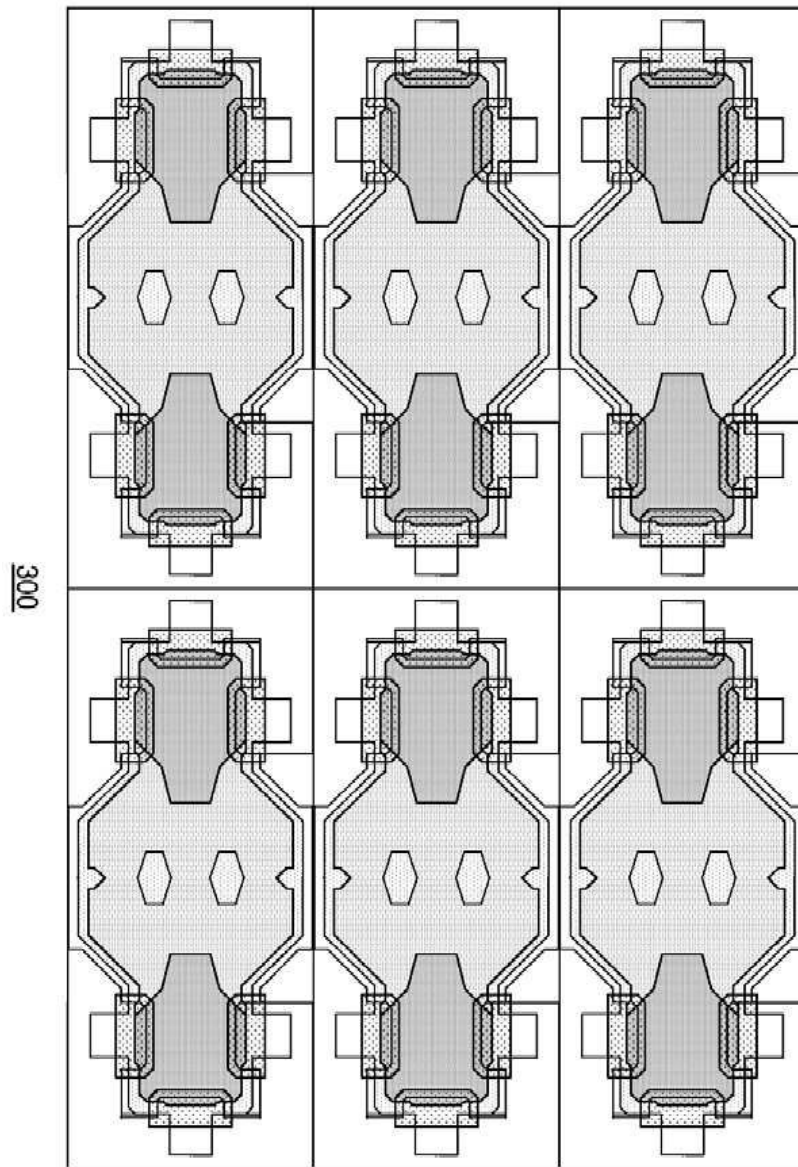
도면10



도면11a



도면11b



도면12

