



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0137245
(43) 공개일자 2018년12월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 27/146 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01L 27/14603 (2013.01)

H01L 27/14638 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0076663

(22) 출원일자 2017년06월16일

심사청구일자 2017년06월16일

(71) 출원인

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

김성진

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(74) 대리인

특허법인세신

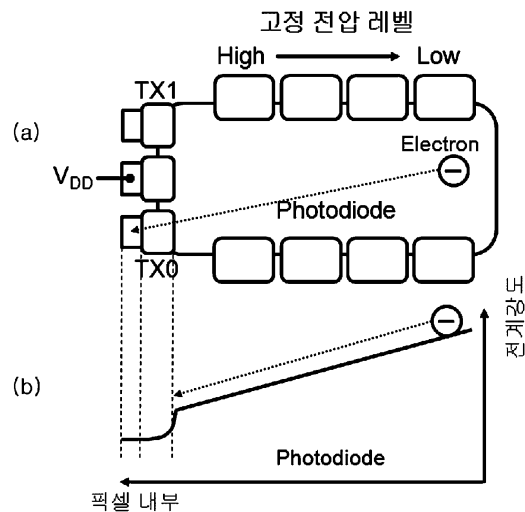
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 고정 바이어스된 록-인 픽셀 및 그의 제어 방법

(57) 요약

본 발명의 고정 바이어스된 록-인 픽셀은, 입사되는 광에 의해 전하를 생성하도록 구성된 광감지 영역; 상기 전하를 인출하도록 상기 광감지 영역의 전하이송방향의 단부에 배치된 제1 TX 게이트 및 제2 TX 게이트; 상기 전하이송방향을 가로질러 서로 바라보도록 상기 광감지 영역의 양측에 배치된 전극쌍의 쌍을 포함하되, 각 쌍들이 상기 전하이송방향을 따라 나란하게 배치된 적어도 하나의 래터럴 전극쌍을 구비할 수 있다. 이때, 상기 래터럴 전극쌍의 각각은, 상기 전하를 상기 제1 및 제2 TX 게이트를 향하여 가속시키기 위하여, 상기 전하이송방향을 따라 증가하거나 감소하는 형태의 전계를 형성하도록 바이어스될 수 있다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

H01L 27/14643 (2013.01)

H01L 27/14683 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415151451

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 자동차산업핵심기술개발

연구과제명 최대 측정거리 50m 급 CMOS 기반 차량용 ToF(Time of Flight) 센서, 송수신 광학계 및 신호처리 원천기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 울산과학기술원

연구기간 2017.01.01 ~ 2017.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

입사되는 광에 의해 전하를 생성하도록 구성된 광감지 영역;

상기 전하를 인출하도록 상기 광감지 영역의 전하이송방향의 단부에 배치된 제1 TX 게이트 및 제2 TX 게이트;

상기 전하이송방향을 가로질러 서로 바라보도록 상기 광감지 영역의 양측에 배치된 전극들의 쌍을 포함하되, 각 쌍들이 상기 전하이송방향을 따라 나란하게 배치된 적어도 하나의 래터럴 전극쌍을 구비하고,

상기 래터럴 전극쌍의 각각은, 상기 전하를 상기 제1 및 제2 TX 게이트를 향하여 가속시키기 위하여, 상기 전하이송방향을 따라 증가하거나 감소하는 형태의 전계를 형성하도록 바이어스된 것을 특징으로 하는, 고정 바이어스된 록-인 픽셀.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 래터럴 전극쌍의 각각에 인가되는 바이어스 전압은, 상기 전하가 항상 상기 제1 및 제2 TX 게이트가 배치된 상기 단부를 향하여 이송되도록 결정되어, 상기 광감지 영역에 고정 전계를 형성하는 것을 특징으로 하는, 고정 바이어스된 록-인 픽셀.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 광감지 영역의 일측에 배치되어 상기 제1 및 제2 TX 게이트가 모두 꺼져있는 동안에 켜지도록 동작하는 드레인 게이트를 더 포함하는, 고정 바이어스된 록-인 픽셀.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 드레인 게이트는 상기 단부에 배치된 것을 특징으로 하는, 고정 바이어스된 록-인 픽셀.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 광감지 영역의 도핑된 영역의 폭을 상기 전하이송방향을 따라 넓어지거나 좁아지게 변화시킨 것을 특징으로 하는, 고정 바이어스된 록-인 픽셀.

청구항 6

제1항 또는 제5항에 있어서,

상기 광감지 영역의 도핑 강도를 상기 전하이송방향을 따라 강해지거나 약해지게 변화시킨 것을 특징으로 하는, 고정 바이어스된 록-인 픽셀.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 단부에 연결되며, 상기 광감지 영역보다 강하게 도핑되어 상기 전하의 이동을 유도하도록 구성되고, 상기 제1 및 제2 TX 게이트가 배치된 전하인출 영역을 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 고정 바이어스된 록-인 픽셀.

청구항 8

제3항에 있어서,

상기 단부에 연결되며, 상기 광감지 영역보다 강하게 도핑되어 상기 전하의 이동을 유도하도록 구성되고, 상기 제1 및 제2 TX 게이트 그리고 상기 드레인 게이트가 배치된 전하인출 영역을 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 고정 바이어스된 록-인 픽셀.

청구항 9

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 전하인출 영역의 폭 또는 면적은 상기 광감지 영역의 폭 또는 면적보다 작게 설정되고, 상기 제1 및 제2 TX 게이트는 상기 전하인출 영역의 중심으로부터 대칭인 위치에 배치되는 것을 특징으로 하는, 고정 바이어스된 록-인 픽셀.

청구항 10

입사되는 광에 의해 전하를 생성하는 광감지 영역과, 상기 광감지 영역의 전하이송방향의 단부에 배치된 제1 TX 게이트 및 제2 TX 게이트와, 상기 광감지 영역의 주변에서 서로 바라보도록 상기 전하이송방향을 따라 나란히 배치된 적어도 한 쌍의 래터럴 전극들을 구비한 록-인 픽셀의 동작을 제어하는 방법으로서:

상기 광감지 영역에서 생성된 전하를 상기 제1 및 제2 TX 게이트를 향하여 가속시키기 위하여, 상기 전하이송방향을 따라 증가하거나 감소하는 전계를 형성하도록 상기 적어도 한 쌍의 래터럴 전극들을 바이어스하는 것;

물체로부터의 반사광에 의해 생성된 전하를 인출하기 위하여, 상기 반사광이 입사되는 시점에서 상기 제1 및 제2 TX 게이트를 교대로 켜주는 것;

상기 물체를 향하는 조사광의 조사 시점과 상기 제1 또는 제2 TX 게이트가 켜지는 시점과, 상기 제1 및 제2 TX 게이트 각각에서 인출되는 상기 전하의 양들에 근거하여 상기 물체까지의 거리를 계산하는 것을 포함하는, 고정 바이어스된 록-인 픽셀의 제어 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 광감지 영역은, 도핑된 영역의 폭이 상기 전하이송방향을 따라 넓어지거나 좁아지게 변화하거나, 도핑 강도가 상기 전하이송방향을 따라 강해지거나 약해지게 변화하도록 구성된 것을 특징으로 하는, 고정 바이어스된 록-인 픽셀의 제어 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 록-인 픽셀은,

상기 단부에 연결되며, 상기 광감지 영역보다 강하게 도핑되어 상기 전하의 이동을 유도하도록 구성되고, 상기 제1 및 제2 TX 게이트가 배치된 전하인출 영역을 더 포함하고,

상기 전하인출 영역의 폭 또는 면적은 상기 광감지 영역의 폭 또는 면적보다 작게 설정되고, 상기 제1 및 제2 TX 게이트는 상기 전하인출 영역의 중심으로부터 대칭인 위치에 배치되는 것을 특징으로 하는, 고정 바이어스된 록-인 픽셀의 제어 방법.

청구항 13

제10항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 록-인 픽셀은, 상기 단부에 배치된 드레인 게이트를 더 포함하고,

상기 제어 방법은:

상기 제1 및 제2 TX 게이트를, 상기 반사광의 펄스폭을 포함하도록 교대로 켜주고, 그외의 시간 동안은 모두 꺼

주는 것,

상기 제1 및 제2 TX 게이트가 모두 꺼져있는 동안에는, 상기 반사광 이외의 주변광에 의해 생성되는 전하를 제거하기 위해, 상기 드레인 게이트를 켜주는 것을 더 포함하는, 고정 바이어스된 록-인 픽셀의 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 록-인 픽셀의 구조에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 전하 이송 및 감지 성능을 향상시킬 수 있는 록-인 픽셀 및 그의 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 일정한 범위의 거리를 동시에 측정하여 3D 거리 영상을 제공하는 센서가 개발되고 있다. 이러한 거리 영상을 획득하는 것은, TOF(Time-of-Flight) 기술에 기반을 둔다. 이 기술은 센서 근처에 있는 광원에서 조사된 광이 물체에 반사되어 돌아오는 데까지 걸린 시간을 측정하여 거리를 측정한다.

[0003] TOF 기술은 크게 두 가지 방식으로 나뉘는데 직접(direct) 방식과 간접(indirect) 방식이 그것이다. 직접 방식은 펄스(pulse) 형태의 광을 조사한 후 반사된 광이 수광되면, 그 소요 시간을 거리로 환산하는 방식이다. 직접 방식은, 광속을 감안할 때, 펄스 폭을 최대한 작게 만들어야 정밀도가 향상될 수 있다. 또한, 직접 방식은 시간 측정이 정밀해야 하는데, 예를 들면, 15m의 거리에 있는 물체에서 반사된 광은 약 100ns의 TOF로 환산될 수 있으므로, 매우 짧은 시간을 측정할 수 있는 정밀한 time-to-digital converter가 요구된다. 더욱, 수광소자의 감도가 매우 높아야 한다. 일반적인 디지털 카메라에 사용되는 수광소자는 30ms 정도의 시간 동안 수광된 광량을 측정할 수 있다. 이를 감안할 때 직접 방식으로 반사광을 감지하기 위해서는 수광소자의 감도가 매우 커야 함을 알 수 있다. 따라서, 광의 감도를 향상시킨 APD(avalanche photodiode) 또는 SPAD(single photon avalanche diode)가 수광소자로 사용되고 있다.

[0004] 한편, 간접 방식은 TOF를 직접 측정하지 않고, 광을 변조(modulation)하여 조사한 후 반사된 광과의 위상차를 측정하여 거리를 추출하는 방식으로 구현된다. 따라서, 시간 측정을 위한 time-to-digital converter가 필요 없고, 대신에, 위상차를 감지하기 위한 복조(demodulation) 소자가 필요한데, 이러한 소자는 일반적으로 록-인(lock-in) 픽셀이라고 지칭된다.

[0005] 록-인 픽셀을 이용하여 물체까지의 거리를 측정하는 원리는, 록-인 픽셀에 구현된 광감지 영역에서 반사광에 의해 생성되는 전하(또는, 전자)를 변조 주파수에 맞추어 복수 개(예를 들면, 2개)의 저장소에 순차적으로 이동시킨 후, 각각의 저장소에 모인 전하량을 비교하여 물체까지의 거리를 계산하는 것이다.

[0006] 한편, 록-인 픽셀의 성능은 광감지 영역에서의 전하 생성 효율과 생성된 전하의 이동 속도에 의해 결정된다. 하지만, 픽셀 크기, 특히 광감지 영역의 크기가 클수록 전하 생성 효율은 좋아지나 생성된 전하의 이동 속도가 나빠지는 상호관계가 있다.

[0007] 일반적으로 광감지 영역에는 전계가 형성되지 않으므로 전하의 이동 메커니즘은 확산(diffusion)에 의존하므로 속도가 느리다. 따라서, 전하의 이동 속도를 향상시키기 위해서, 광감지 영역에 전계를 형성하여 전하의 이동 메커니즘을 확산이 아닌 표류(drift)로 변경할 수 있다.

[0008] 도 1은 종래 기술(B. Buttgen, et al, "Demodulation Pixel Based on Static Drift Fields," IEEE Trans. Electron Devices, vol.53, no.11, Nov.2006.)에 따른 록-인 픽셀의 광감지 영역의 구조를 도시한 도면이다. 도시된 픽셀 구조는 광감지 영역의 상부측에 CCD 게이트를 배치하여 전계를 형성하는 구조이다. 이러한 구조는 전계 형성 및 전하 이송에 대해서는 효율적이지만, 특수한 CCD 제조 공정을 사용해야 하므로, 제조가 어렵고 비싸다.

[0009] 도 2는 또 하나의 종래 기술(Sang-Man Han, et al, "A Time-of-Flight Range Image Sensor With Background Canceling Lock-in Pixels Based on Lateral Electric Field Charge Modulation," IEEE J. Electron Devices Soc., vol.3, no.3, pp.267-275, Apr.2015.)에 따른 록-인 픽셀의 광감지 영역의 구조를 도시한 도면이다. 도시된 픽셀 구조에서는 폴리실리콘으로 만들어진 게이트들(G1, G2)이 광감지 영역의 양측에 Y-Y' 방향으로 서로 마주하게 배치된다. 그리고 각 게이트들(G1, G2)에는 X-X' 방향으로 경사진 전계를 형성하도록 전압이 인가된다. 한편, 게이트들(G1, G2)에 인가되는 전압을 변경하여 전계의 경사를 좌-우 방향으로 변경시킴으로써,

광감지 영역에서 생성된 전하를 좌측 전극 또는 우측 전극으로 선택적으로 이송할 수 있게 된다. 하지만, 이러한 구조에서는, 전하를 양측 전극으로 이송하기 위해 게이트들(G1, G2)의 전압을 계속 변경하여야 하므로 전력 소모가 크다는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은, CMOS 제조 공정으로 구현가능한 저전력 고성능 록-인 픽셀 구조를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0011] 또한, 광감지 영역의 전하 이동 방향을 따라 양쪽에 래터럴 게이트를 구비하고 이 래터럴 게이트에 고정 전압을 인가하여 고정 전계를 형성함으로써, 반사광에 의해 생성된 전하를 형성된 고정 전계에 의해 고속으로 이동시킬 수 있어서 감지속도가 빠른 록-인 픽셀 구조를 제공하고자 한다.
- [0012] 특히, 래터럴 게이트에 고정된 전압을 인가함으로써 전력 소모가 적고, 한쪽 방향으로만 전하를 이송하여 인출하게 됨으로써 TX 게이트들 및 주변 구조를 작게 만들 수 있는 록-인 픽셀 구조를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상술한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 고정 바이어스된 록-인 픽셀은, 입사되는 광에 의해 전하를 생성하도록 구성된 광감지 영역; 상기 전하를 인출하도록 상기 광감지 영역의 전하이송방향의 단부에 배치된 제1 TX 게이트 및 제2 TX 게이트; 상기 전하이송방향을 가로질러 서로 바라보도록 상기 광감지 영역의 양측에 배치된 전극들의 쌍을 포함하되, 각 쌍들이 상기 전하이송방향을 따라 나란하게 배치된 적어도 하나의 래터럴 전극쌍을 구비하고, 상기 래터럴 전극쌍의 각각은, 상기 전하를 상기 제1 및 제2 TX 게이트를 향하여 가속시키기 위하여, 상기 전하이송방향을 따라 증가하거나 감소하는 형태의 전계를 형성하도록 바이어스된 것을 특징으로 한다.
- [0014] 또한, 상기 래터럴 전극쌍의 각각에 인가되는 바이어스 전압은, 상기 전하가 항상 상기 제1 및 제2 TX 게이트가 배치된 상기 단부를 향하여 이송되도록 결정되어, 상기 광감지 영역에 고정 전계를 형성할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 광감지 영역의 일측에 배치되어 상기 제1 및 제2 TX 게이트가 모두 꺼져있는 동안에 켜지도록 동작하는 드레인 게이트를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 드레인 게이트는 상기 단부에 배치될 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 광감지 영역의 도핑된 영역의 폭은 상기 전하이송방향을 따라 넓어지거나 좁아지게 변화시킬 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 광감지 영역의 도핑 강도는 상기 전하이송방향을 따라 강해지거나 약해지게 변화시킬 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 단부에 연결되며, 상기 광감지 영역보다 강하게 도핑되어 상기 전하의 이동을 유도하도록 구성되고, 상기 제1 및 제2 TX 게이트가 배치된 전하인출 영역을 더 포함할 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 단부에 연결되며, 상기 광감지 영역보다 강하게 도핑되어 상기 전하의 이동을 유도하도록 구성되고, 상기 제1 및 제2 TX 게이트 그리고 상기 드레인 게이트가 배치된 전하인출 영역을 더 포함할 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 전하인출 영역의 폭 또는 면적은 상기 광감지 영역의 폭 또는 면적보다 작게 설정되고, 상기 제1 및 제2 TX 게이트는 상기 전하인출 영역의 중심으로부터 대칭인 위치에 배치될 수 있다.
- [0022] 본 발명의 또 하나의 실시예에 따르면, 입사되는 광에 의해 전하를 생성하는 광감지 영역과, 상기 광감지 영역의 전하이송방향의 단부에 배치된 제1 TX 게이트 및 제2 TX 게이트와, 상기 광감지 영역의 주변에서 서로 바라보도록 상기 전하이송방향을 따라 나란히 배치된 적어도 한 쌍의 래터럴 전극들을 구비한 록-인 픽셀의 동작을 제어하는 방법으로서: 상기 광감지 영역에서 생성된 전하를 상기 제1 및 제2 TX 게이트를 향하여 가속시키기 위하여, 상기 전하이송방향을 따라 증가하거나 감소하는 전계를 형성하도록 상기 적어도 한 쌍의 래터럴 전극들을 바이어스하는 것; 물체로부터의 반사광에 의해 생성된 전하를 인출하기 위하여, 상기 반사광이 입사되는 시점에서 상기 제1 및 제2 TX 게이트를 교대로 켜주는 것; 상기 물체를 향하는 조사광의 조사 시점과 상기 제1 또는 제2 TX 게이트가 켜지는 시점과, 상기 제1 및 제2 TX 게이트 각각에서 인출되는 상기 전하의 양들에 근거하여 상기 물체까지의 거리를 계산하는 것을 포함하는 방법이 제공된다.
- [0023] 여기서, 상기 광감지 영역은, 도핑된 영역의 폭이 상기 전하이송방향을 따라 넓어지거나 좁아지게 변화하거나,

도핑 강도가 상기 전하이송방향을 따라 강해지거나 약해지게 변화하도록 구성될 수 있다.

[0024] 또한, 상기 록-인 픽셀은, 상기 단부에 연결되며, 상기 광감지 영역보다 강하게 도핑되어 상기 전하의 이동을 유도하도록 구성되고, 상기 제1 및 제2 TX 게이트가 배치된 전하인출 영역을 더 포함하고, 상기 전하인출 영역의 폭 또는 면적은 상기 광감지 영역의 폭 또는 면적보다 작게 설정되고, 상기 제1 및 제2 TX 게이트는 상기 전하인출 영역의 중심으로부터 대칭인 위치에 배치될 수 있다.

[0025] 또한, 상기 록-인 픽셀은, 상기 단부에 배치된 드레인 게이트를 더 포함하고, 상기 제어 방법은: 상기 제1 및 제2 TX 게이트를, 상기 반사광의 펄스폭을 포함하도록 교대로 켜주고, 그외의 시간 동안은 모두 꺼주는 것, 상기 제1 및 제2 TX 게이트가 모두 꺼져있는 동안에는, 상기 반사광 이외의 주변광에 의해 생성되는 전하를 제거하기 위해, 상기 드레인 게이트를 켜주는 것을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0026] 상술한 구성을 포함하는 본 발명에 의하면, CMOS 제조 공정으로 저전력 고성능 록-인 픽셀 구조를 제공할 수 있다.

[0027] 또한, 광감지 영역의 래터럴 게이트에 의해 형성된 전계에 의하여, 반사광에 의해 생성된 전하를 고속으로 이동시킬 수 있어서 감지속도가 빠른 록-인 픽셀 구조를 제공할 수 있다.

[0028] 또한, 래터럴 게이트에 고정된 전압을 인가함으로써 전력 소모가 적고, 한쪽 방향으로만 전하를 이송하여 인출하게 됨으로써 TX 게이트들 및 주변 구조를 작게 만들 수 있는 록-인 픽셀 구조를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은, 종래 기술에 따른 록-인 픽셀의 광감지 영역의 구조를 도시한다.

도 2는, 또 하나의 종래 기술에 따른 록-인 픽셀의 광감지 영역의 구조를 도시한다.

도 3은, 본 발명의 일 실시예에 따른 고정 바이어스된 록-인 픽셀의 구조를 도시한다.

도 4는, 도 3에 도시된 록-인 픽셀의 전계 분포 및 전하의 이동을 도시한다.

도 5는, 본 발명의 또 하나의 실시예에 따른 고정 바이어스된 록-인 픽셀에서 광감지 영역을 다른 형태로 구성한 예를 도시한다.

도 6은, 본 발명의 다른 실시예에 따른 전하인출 영역을 구비한 고정 바이어스된 록-인 픽셀의 구조를 도시한다.

도 7은, 도 6에 도시된 전하인출 영역을 구비한 록-인 픽셀의 전계 분포 및 전하의 이동을 도시한다.

도 8은, 전하인출 영역 및 광감지 영역을 다양한 형상으로 구성한 예를 도시한다.

도 9는, 본 발명에 따른 록-인 픽셀의 구동 제어 방법을 설명하기 위한 파형도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 고정 바이어스된 록-인 픽셀 및 그의 제어 방법의 바람직한 실시예들을 설명한다. 참고로, 본 발명의 각 구성 요소를 지칭하는 용어들은 그 기능을 고려하여 예시적으로 명명된 것이므로, 용어 자체에 의하여 본 발명의 기술 내용을 예측하고 한정하여 이해해서는 아니 될 것이다.

[0032] 본 발명의 일 실시예에 따른 록-인 픽셀 구조에서는, 광감지 영역(101)(또는 PDN(PhotoDiode N-layer) 1)의 양측에 래터럴 게이트(lateral gate)(121, 121', 122, 122', 123, 123', 124, 124')를 배치하고, 래터럴 게이트의 각각에 고정된 값의 전압을 인가하되 TX 게이트(131, 132) 및 드레인 게이트(141)가 위치한 방향을 향할수록 점차 높은 값의 전압을 인가한다. 이러한 구조에서는, 래터럴 게이트의 전압이 변하지 않으므로, 래터럴 게이트에 의한 전력 소모는 없거나 매우 미미하다. 광감지 영역(101)에서 전하이송방향의 단부까지(예를 들면, 도 3(a)에서 좌측 단부) 이동한 전하(예를 들면, 전자)는 3개의 게이트 중 높은 전압이 인가된 곳으로 유도되어 인출될 수 있으며, 인출된 전하는 최종 저장소(133, 134, 142) 중 하나로 이동한다. 3개의 게이트는 제1 TX 게이트(131), 제2 TX 게이트(132), 드레인 게이트(141)일 수 있다. 이 중, 가운데에 배치된 전극이 드레인 게이트

(141)로 사용될 수 있다.

- [0033] 본 발명의 또 하나의 실시예에 따른 록-인 픽셀 구조에서는, 상기 래터럴 게이트 구조에, 광감지 영역의 도핑 레이어의 형태를 다양하게 변경함으로써 전하의 이송/이동 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0034] 본 발명의 다른 실시예에 따른 록-인 픽셀 구조에서는, 광감지 영역(또는 PDN1)에 연결된 전하인출 영역(110) (또는, PDN2)을 추가하고, 여기에 3개의 게이트(131, 132, 141)를 배치할 수 있다. PDN2는 광감지 영역의 도핑 타입과 같은 타입(예를 들면, n 도핑 또는 5족 원소 도핑)일 수 있다. 또한, PDN2는 PDN1의 도핑 강도보다 높은 강도로 도핑될 수 있다. 이로써, pinning 전압이 높게 형성될 수 있어서 전하가 PDN1 영역으로부터 PDN2를 향하여 자연스럽게 이동할 수 있게 된다. 또한, PDN2 영역에 들어온 전하는 양쪽의 제1 및 제2 TX 게이트(131, 132)까지의 거리가 거의 같으므로 전하 이동 거리의 대칭성을 향상시킬 수 있다.
- [0035] 여기서, PDN1과 PDN2는, 하나의 층에 수평으로 나란히 연결되도록 형성될 수도 있으며, 각각의 층에 형성되어 적어도 일부가 중첩되거나 전기적으로 연결되도록 구성될 수도 있다.
- [0036] 다양한 형태로 광감지 영역 및/또는 전하인출 영역의 형태 및 크기를 변화시킴으로써, 광감지 영역에서의 전하 이동 속도 및 인출 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0037] 한편, 록-인 픽셀은 반사광이 입사되지 않는 시점에도 주변광에 노출될 수 있다. 따라서, 록-인 픽셀의 TX 게이트를 통해 전하를 인출하는 시간을 반사광이 입사되는 시점으로 한정하고, 그외의 시간 동안은 TX 게이트들을 모두 꺼둠으로써 주변광의 영향을 줄일 수 있다. 하지만, 다음번에 어느 하나의 TX 게이트가 켜질 때, TX 게이트들이 꺼져있는 동안에 주변광에 의해 생성되어 쌓여 있던 전하가 한꺼번에 켜진 TX 게이트를 통해 인출될 수 있다. 따라서, TX 게이트의 주변에 드레인 게이트를 배치하고, 양쪽 TX 게이트들을 꺼두는 동안에는 드레인 게이트를 켜으로써, 주변광에 의해 생성되는 전하를 제거할 수 있다.
- [0039] 상술한 바와 같은 본 발명의 다양한 실시예에 대하여 더욱 상세하게 설명한다. 먼저, 도 3을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 고정 바이어스된 록-인 픽셀의 구조를 설명한다. 도 3(a)을 참조하면, 록-인 픽셀은, 광감지 영역(101)과, 복수의 래터럴 게이트(121, 121', 122, 122', 123, 123', 124, 124')와, 2개의 TX 게이트(131, 132)와, 하나의 드레인 게이트(141)를 포함할 수 있다.
- [0040] 광감지 영역(101)은, 입사되는 광, 특히, 물체까지의 거리 측정을 위해 소정의 광원에서 물체를 향하여 또는 전방을 향하여 조사된 광이 물체에서 반사된 후 입사되면, 광전변환된 전하(예를 들면, 음전하 또는 전자)를 생성한다.
- [0041] 생성된 전하는 광감지 영역(101) 내에서 확산(diffusion)하게 된다. 하지만, 본 발명에서는 래터럴 게이트(121 등)에 의해 형성된 고정된 전계에 의해 임의의 방향(즉, 전하이송방향으로서, TX 게이트를 향하는 방향)으로 표류(drift)하여 이동하게 된다.
- [0042] 광감지 영역(101)은 표면적이 가능한 넓은 것이 광감지 효율면으로 유리하므로, 직사각형 형태로 구성될 수 있다.
- [0043] 한편, 광감지 영역(101)의 일측 단부에는, 광감지 영역(101)에서 생성된 전하를 인출하기 위한 게이트들, 예를 들면, 하나 또는 2개의 TX 게이트(131, 132)와 드레인 게이트(141)가 배치될 수 있다. 광감지 영역(101)의 임의의 위치로부터 이 게이트들을 향하는 방향을 전하이송방향으로 정의할 수 있는데, 도 3(a)에서는 광감지 영역(101)의 지면(紙面)과 평행하게 우측에서 좌측으로 향하는 수평방향일 수 있다.
- [0044] 래터럴 게이트(121, 121', 122, 122', 123, 123', 124, 124')는, 예를 들면, 폴리실리콘으로 이루어진 전극의 형태로서, 광감지 영역(101)을 수평으로 가로지르는 전하이송방향을 지면(紙面)과 평행하게 상하로 가로질러 전계를 형성하도록 광감지 영역(101)의 상측 및 하측에 배치되어 서로 바라보는 전극의 쌍으로 구성될 수 있다. 래터럴 게이트(121 등)는 래터럴 전극쌍으로 지칭될 수도 있다.
- [0045] 상하방향의 전계를 형성하기 위하여, 마주하는 래터럴 전극(121 등)의 각각에는 바이어스 전압이 인가될 수 있다.
- [0046] 또한, 상하방향으로 전계를 형성하는 전극의 쌍은, 전하이송방향을 따라 나란하게 복수 개 배치될 수 있다. 도 3(a)에서는, 4쌍의 전극쌍들을 도시한다. 전극(121)과 전극(121')이 쌍을 이루도록 배치되고, 그에 인접하여 전극(122)과 전극(122')이 쌍을 이루도록 배치되고, 그에 인접하여 전극(123)과 전극(123')이 쌍을 이루도록 배치

되어 있고, 또한 그에 인접하여 전극(124)과 전극(124')이 서로 쌍을 이루도록 배치되어 있다.

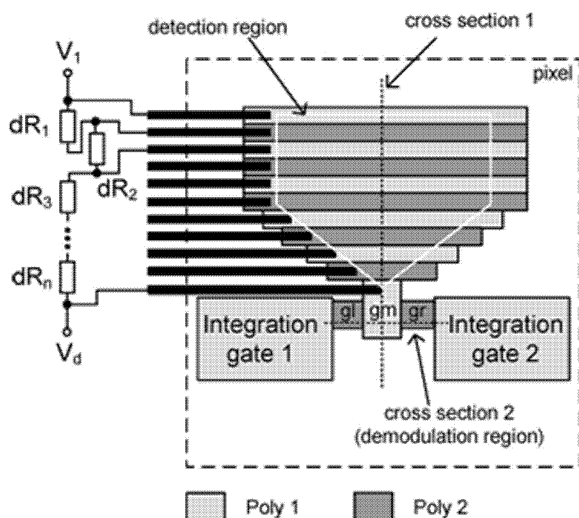
- [0047] 이러한 구성에서, 광전변환으로 생성된 전하를 전하이송방향을 따라 우측에서 좌측으로 이송하기 위하여, 각 전극의 쌍에 의해 형성되는 전계의 강도를 전하이송방향을 따라 변화도록 설정할 수 있다. 이를 위하여, 각 전극의 쌍에 인가되는 바이어스 전압을 서로 다르게 설정할 수 있다. 예를 들면, 전극의 쌍(121, 121')에는 0V의 전압이 인가되고, 전극의 쌍(122, 122')에는 0.5V의 전압이 인가되고, 전극의 쌍(123, 123')에는 1.0V의 전압이 인가되고, 전극의 쌍(124, 124')에는 1.5V의 전압이 인가될 수 있다. 이로써, 광감지 영역의 우측에서 좌측으로 순차적으로 강도가 증가하는 전계가 형성될 수 있으며, 전하는 전계에 이끌려 이송 속도가 가속될 수 있다.
- [0048] 래터럴 게이트(121 등)는, 일측에 배치된 하나 또는 복수의 전극과 대향측에 배치된 하나 또는 복수의 전극과 관련지어지는 방식으로 구성될 수도 있다.
- [0049] 광감지 영역(101)의 좌측 단부에는 전하를 인출하기 위한 게이트들이 배치될 수 있다. 제1 TX 게이트(131)와 제2 TX 게이트(132)는 서로 교대로 켜져서 이송된 전하를 인출하도록 동작할 수 있다.
- [0050] 한편, 제1 및 제2 TX 게이트(131, 132)는 반사광이 입사되지 않는 시간 동안은 주로 꺼진 상태일 수 있다. 그리고 드레인 게이트(141)는 제1 TX 게이트(131)와 제2 TX 게이트(132)가 모두 꺼져있는 동안에 켜지도록 동작할 수 있다. 이로써, 제1 및 제2 TX 게이트(131, 132)가 모두 꺼진 동안에 광감지 영역(101)에서 발생하게 되는 전하를 드레인 게이트(141)를 통해 인출하여 배출할 수 있게 된다. 즉, 반사광이 없을 때 주변광에 의해 생성된 전하를 제거할 수 있으며, 이로써 거리측정의 정확도를 향상시킬 수 있게 된다. 이에 대해서는 도 9를 참조하여 후술한다.
- [0051] 도 3(b)은, 도 3(a)에 도시된 록-인 픽셀 구조의 실제 설계된 구조를 도시한다. 상하 및 좌우로 6개의 록-인 픽셀 구조체가 형성되어 있다. 각 구조체의 최종저장소(133, 134, 142)는 하나로 연결되어 복수 개의 광감지 영역으로부터 인출되는 전자를 저장할 수 있다. 픽셀 내 구조체의 개수는 다르게 구성될 수도 있다.
- [0053] 도 4는, 도 3에 도시된 록-인 픽셀의 전계 분포 및 전하의 이동을 개념적으로 도시한다. 도 4(a)와 같이 광감지 영역에 수평방향으로 나란하게 복수 개의 래터럴 게이트들을 배치하고 고정 전압을 인가하면, 도 4(b)와 같이 광감지 영역 내에서 전하의 전위가 TX 게이트를 향하여 낮아지게 만들 수 있으며, 이로써 생성된 전하는 TX 게이트를 향하여 가속하여 이동한다. 전하를 인출하기 위한 어느 하나의 게이트에는 소정의 전압이 인가되고, 이로써 해당 게이트를 통해 전하가 인출된다. 최종저장소의 전압은 광감지 영역에 비해 높게 형성되므로 전자가 TX 게이트를 통과하여 최종저장소로 빠르게 이동할 수 있다.
- [0055] 도 5는, 본 발명의 또 하나의 실시예에 따른 고정 바이어스된 록-인 픽셀에서 광감지 영역의 다른 형태를 도시한다. 광감지 영역(102)을 도핑으로 형성할 때, 도핑되는 영역의 폭을 전하이송방향을 따라 TX 게이트들을 향하여 넓어지거나 좁아지게 변화시키거나, 도핑 강도를 TX 게이트들을 향하여 강해지거나 약해지게 변화시키거나, 도핑 깊이를 변화시킬 수 있다. 도면에서는 도핑되는 영역의 폭이 TX 게이트들을 향하여 넓어지는 형태를 보여준다. 이렇게 광감지 영역(102)의 형상을 변화시킴으로써, 래터럴 게이트에 의해 형성된 전계에 의한 강제적인 이송뿐만 아니라, 도핑 상태의 변화(폭/강도/깊이)에 의한 표류를 유발시킬 수 있다.
- [0056] 여기서, TX 게이트들을 향하여 넓어지는 형상의 구조(102)를, 광감지 영역(PDN1)으로 활용하는 것뿐만 아니라, 도 3에 도시된 바와 같은 형태의 광감지 영역(PDN1)이 형성된 층을 구성하고 그에 중첩하도록 상기 넓어지는 형상의 전하인출 영역(102)이 형성된 층을 배치하는 구성도 가능하다. 그리고 이 넓어지는 형상의 전하인출 영역(102)의 말단에 TX 게이트들을 배치할 수도 있다.
- [0058] 도 6은, 본 발명의 다른 실시예에 따른 전하인출 영역을 구비한 고정 바이어스된 록-인 픽셀을 도시한다. 도면을 참조하면, 광감지 영역(101)에서 전하이송방향의 단부인 좌측에, 3개의 게이트들(131, 132, 141)이 공통으로 배치된 전하인출 영역(110)(또는 PDN2)이 형성되어 있다. 이 전하인출 영역(110)은, 광감지 영역(101)의 도핑 타입과 동일한 타입일 수 있으며, 도핑 강도가 더 세게 구성될 수 있다. 특히, 전하인출 영역(110)의 폭 또는 면적은 광감지 영역(101)의 폭 또는 면적보다 작게 구성되는 것이 바람직하다. 전하인출 영역(110)도 기본적으로는 입사된 광에 의해 전자를 발생시킬 수 있다.

- [0059] 이렇게 전하인출 영역(110)을 추가함으로써, 또한 전하인출 영역(110)을 광감지 영역(101)보다 작게 구성함으로써, 다음과 같은 효과를 얻을 수 있다.
- [0060] 도 3 등에 도시된 바와 같이 광감지 영역의 단부에 나란하게 제1 및 제2 TX 게이트(131, 132)가 배치되면, 특히, 제1 TX 게이트(131)와 제2 TX 게이트(132)의 사이에 드레인 게이트(141)가 배치되면, 광감지 영역(101)의 임의의 위치로부터 제1 TX 게이트(131)에 이르는 거리와 제2 TX 게이트(132)에 이르는 거리가 서로 달라서 생성된 전자가 각 게이트를 통해 신속하게 이동하지 못할 수 있다. 예를 들어 광감지 영역(101)의 위쪽에서 생성된 전자가 좌측으로 이동하여 아래쪽의 TX 게이트(132)를 통해 최종 저장소(134)로 인출되는 경우 상하방향으로 전계형성이 잘 이루어지지 않아 주어진 시간 내에 전자가 전부 이동하지 못할 수 있다. 따라서, 광감지 영역(101)의 단부에, 광감지 영역(101)의 도핑 타입과 같은 타입으로 보다 강하게 도핑되며, 광감지 영역(101)의 폭 또는 면적보다 작은 전하인출 영역(110)을 배치하고, 광감지 영역(101)에서 생성되어 래터럴 게이트(121 등)에 의해 형성된 전계에 의해 이송된 전자를 전하인출 영역(110)으로 이동시킨 후 제1 및 제2 TX 게이트(131, 132)를 이용하여 최종 저장소(133, 134, 142)로 이동시키는 구조를 적용할 수 있다. 전하인출 영역(110)에 들어온 전자는 양쪽의 TX 게이트들(131, 132)까지의 거리가 거의 같으므로 이동 거리가 거의 대칭이 되어 어떤 TX 게이트가 커지더라도 빠르게 이동할 수 있다.
- [0062] 도 7은, 도 6에 도시된 전하인출 영역을 구비한 록-인 픽셀의 전계 분포 및 전하의 이동을 도시한다. 광감지 영역에서는 상하로 짝지어진 래터럴 전극들에 의해 형성된 상-하 방향의 전계가 인접한 래터럴 전극쌍과 관련하여 좌-우 방향을 따라 순차적으로 변하게 되고, 전하는 좌측으로 이동하게 된다. 전하인출 영역은 광감지 영역보다 강하게 도핑되어 있으므로, 전하는 전하인출 영역으로 신속히 들어오게 된다. 전하인출 영역의 전하는 3개의 게이트들 중 하나를 통해 인출될 수 있다.
- [0064] 도 8은, 전하인출 영역 및 광감지 영역을 다양한 형상으로 구성한 예를 도시한다. 도 8(a)에는 짧고 작은 다각형 형상의 전하인출 영역(111)과, 전하인출 영역(111)을 향하여 대략 직사각형 형상으로 연장되다가 전하인출 영역(111)에 근접해서는 폭이 좁아지는 형상으로 구성된 광감지 영역(103)의 예가 도시되어 있다. 도 8(b)에는 짧고 작은 다각형 형상의 전하인출 영역(111)과, 전하인출 영역(111)을 향하여 폭이 점점 넓어지다가 전하인출 영역(111)에 근접해서는 다시 폭이 좁아지는 형상으로 구성된 광감지 영역(104)의 예가 도시되어 있다. 도 8(c)에는 광감지 영역을 향하여 좁아지면서 길쭉하게 연장된 전하인출 영역(112)과, 전하인출 영역(112)을 향하여 폭이 점점 넓어지다가 전하인출 영역(112)에 근접해서는 다시 폭이 좁아지는 형상으로 구성된 광감지 영역(104)의 예가 도시되어 있다.
- [0065] 도시된 예시 이외에도 다른 다양한 형태로 광감지 영역 및/또는 전하인출 영역의 형상을 설계할 수 있을 것이다. 또한, 광감지 영역 및/또는 전하인출 영역의 도핑 강도, 깊이 및 도핑 횟수/레이어, 물질 등을 다양하게 변경하여 설계할 수도 있을 것이다.
- [0067] 도 9는, 본 발명에 따른 록-인 픽셀의 구동 제어 방법을 설명하기 위한 파형도이다.
- [0068] 도 9(a)는 드레인 게이트(141)를 구비하지 않은 록-인 픽셀에서의 구동을 설명한다. 소정의 광원에서 물체를 향해 조사되는 광(즉, 조사광)은, 켜지는(ON) 시간과 꺼지는(OFF) 시간이 동일하게 조사된다.
- [0069] 록-인 픽셀의 제1 TX 게이트(131)와 제2 TX 게이트(132)는 각각 Gate 1 및 Gate 2의 신호에 맞추어 켜질 것이다. 이때, Gate 1은 조사광과 동일한 파형으로 켜지거나 꺼질 수 있고, Gate 2는 Gate 1과 역상일 수 있다.
- [0070] 그리고 켜진 제1 및 제2 TX 게이트(131, 132)의 각자에서는 반사광이 입사되는 시간에 해당하는 전자들이 각각 인출될 것이다. 제1 TX 게이트(131)와 제2 TX 게이트(132)의 각자에서 인출된 전하량을 측정함으로써 반사광의 입사된 시간 분포를 계산할 수 있으며, 이로써, 조사광의 조사 시점으로부터 반사광이 입사된 시점까지의 시간차(TOF)를 측정하여 물체까지의 거리를 계산할 수 있게 된다.
- [0071] 이때, 단지 제1 및 제2 TX 게이트(131, 132)를 구비한 록-인 픽셀에서는, 모든 시간에 걸쳐서 제1 및 제2 TX 게이트 중 어느 하나는 켜진 상태이므로, 모든 시간에 걸쳐서 주변광을 계속 수광할 수밖에 없다. 따라서, 주변광에 계속 수광함에 따라 발생하는 거리 측정의 오류에 대한 해결책이 필요하다.

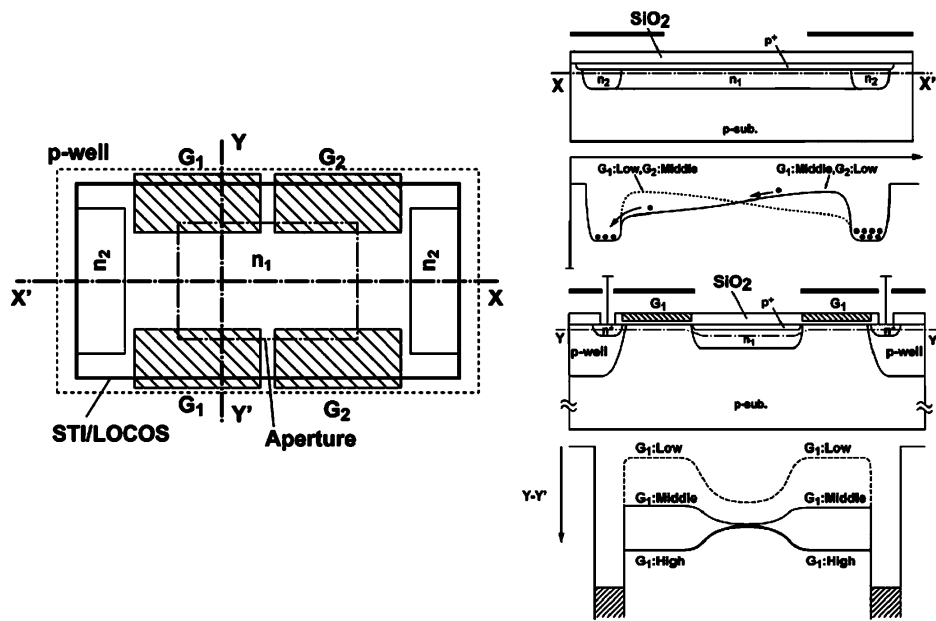
- [0072] 이러한 해결책이 될 수 있는 구조로서, 도 9(b)에는 드레인 게이트(141)를 구비한 록-인 픽셀이 도시된다. 주변광의 수광을 최소화하려면 제1 및 제2 TX 게이트(131, 132)의 켜지는 시간을 최소로 제어하여야 한다. 하지만, 이 경우에는 제1 및 제2 TX 게이트(131, 132)가 모두 켜지는 시간이 발생할 수 있다. 그렇다면, 이후에 제1 TX 게이트(131)가 켜질 때, 제1 및 제2 TX 게이트(131, 132)가 모두 켜진 시간 동안 발생하여 축적된 전하가 한꺼번에 제1 TX 게이트(131)를 통해 인출될 수 있어서, 전하량 측정에 오류가 발생할 수 있다.
- [0073] 따라서, 드레인 게이트(141)를 배치하고, 제1 및 제2 TX 게이트(131, 132)가 모두 꺼져있는 동안에는 드레인 게이트(141)를 켜줌으로써, 주변광에 의해 발생하게 되는 전하를 드레인 게이트(141)를 통해 실시간으로 인출하여 배출시킨다.
- [0074] 이와 같이, 드레인 게이트(141)를 구비함으로써 제1 및 제2 TX 게이트(131, 132)가 켜지는 시간을 최소로 제어할 수 있게 되고, 더욱, 조사광의 조사 시간을 짧게 할 수 있고 조사 빈도를 낮출 수 있게 된다. 더불어 조사광의 최대 출력을 높여 주변광 대비 조사광의 세기를 강하게 함으로써 평균 출력은 동일하게 유지하면서 주변광의 영향을 줄일 수 있다.
- [0076] 상술한 바와 같은 구성 및 제어 방법에 의한 본 발명의 다양한 실시 예에 따른 록-인 픽셀에 의하면, 제작에 특수한 공정이 필요하지 않으며 기존의 CMOS 제조 공정을 활용할 수 있고, 고정 바이어스 전압을 인가하므로 저전력으로 광감지 영역 내에 전계를 형성하여 전자의 이동 속도를 향상시킬 수 있다. 또한, 조사광의 온 시간 및 오프 시간을 임의로 제어할 수 있으며, 주변광에 의한 거리 측정의 오류를 제거할 수 있게 된다.
- [0077] 본 발명에 따른 록-인 픽셀은 고해상도 및 고정밀 거리 영상을 획득할 수 있으므로, 자율 주행, ADAS 등의 차량용 감지 센서로 활용할 수 있다. 또한, 저전력 동작이 중요한 모바일, 웨어러블 디바이스용 3D 센서로서도 활용할 수 있다.
- [0079] 이상에서 설명된 본 발명의 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 보여준 것에 불과하며, 본 발명의 보호 범위는 이하 특허청구범위에 의하여 해석되어야 마땅할 것이다. 또한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것인 바, 본 발명과 균등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

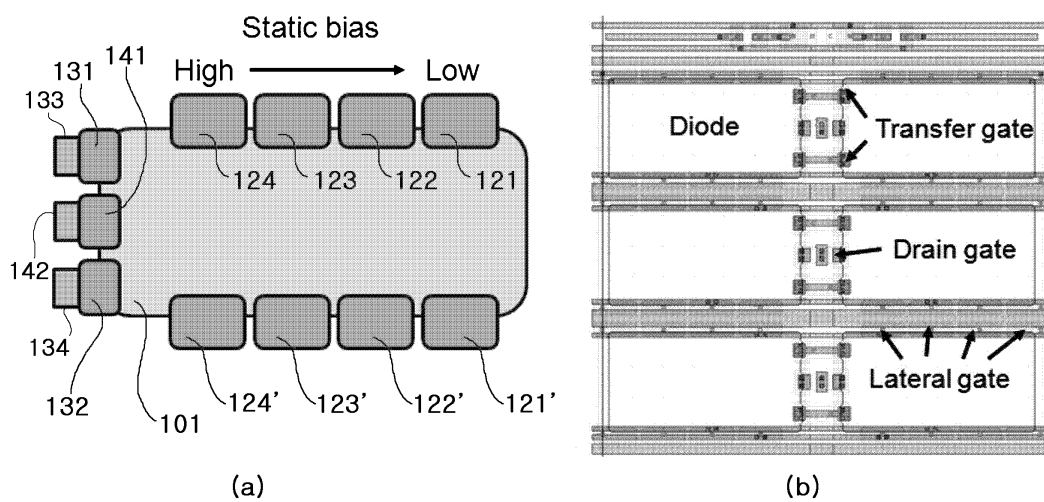
도면1



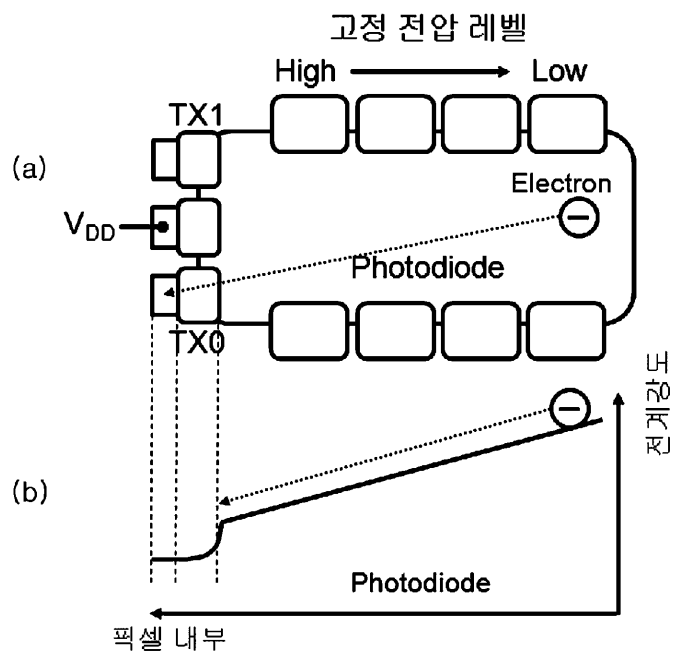
도면2



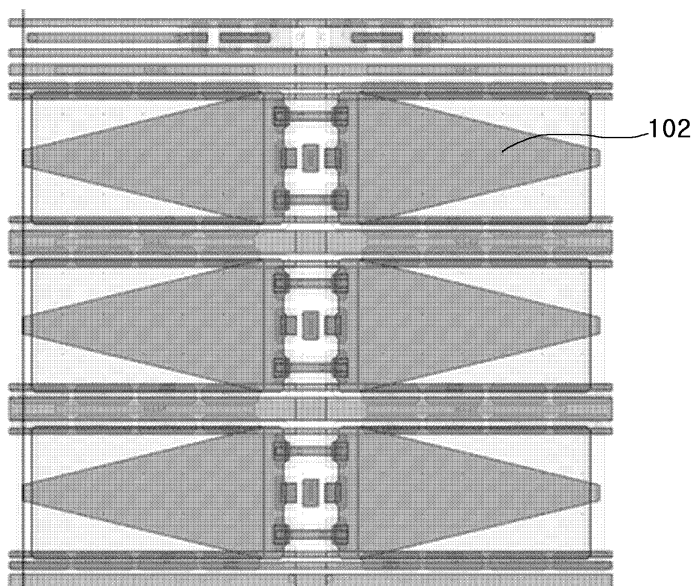
도면3



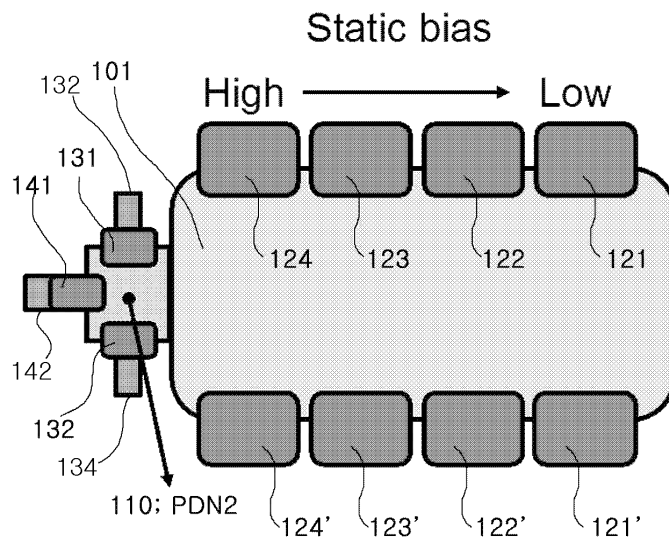
도면4



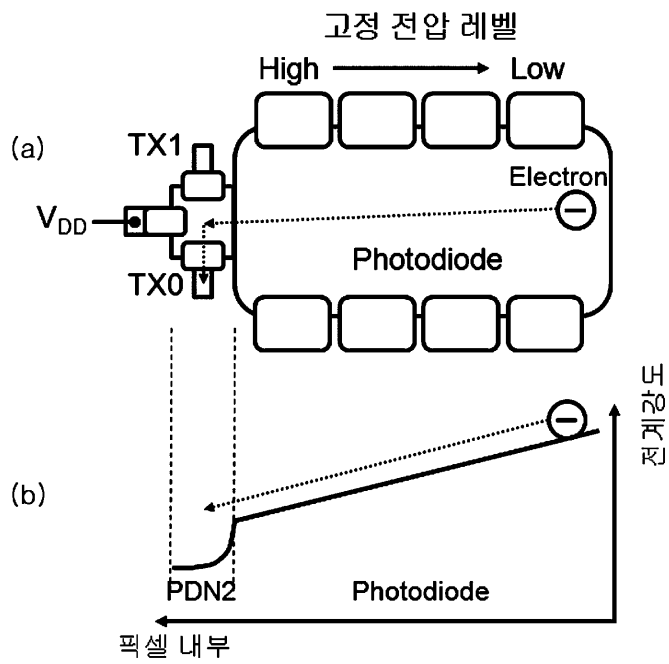
도면5



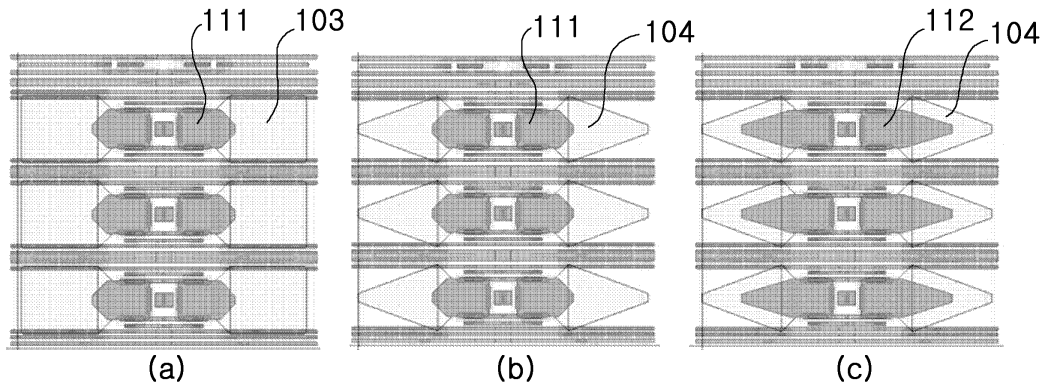
도면6



도면7



도면8



도면9

