(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0011218
(43) 공개일자 2013년01월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 5/363 (2011.01) *H04N 13/00* (2006.01)
H01L 27/146 (2006.01) *H04N 5/232* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0072210
(22) 출원일자 2011년07월21일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
이태연
서울 성북구 하월곡2동 과학기술연구원 KIST 아파트 B동 303호
박윤동
경기도 용인시 기흥구 삼성2로 97, 기숙사 (농서동, 삼성종합기술원)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박영우

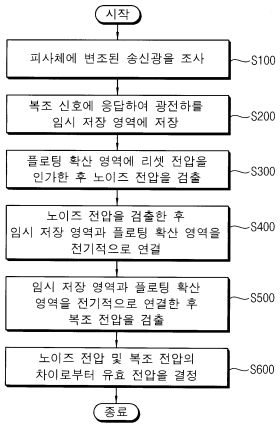
전체 청구항 수 : 총 24 항

(54) 발명의 명칭 **거리 측정 방법 및 이를 수행하는 3차원 이미지 센서**

(57) 요 약

피사체까지의 거리 측정을 위하여 피사체에 변조된 송신광을 조사한다. 피사체로부터 반사된 수신광에 의해 거리 픽셀의 광검출 영역에서 발생된 광전하를, 복조 신호에 응답하여 거리 픽셀의 임시 저장 영역에 저장한다. 거리 픽셀의 플로팅 확산 영역에 리셋 전압을 인가한 후 플로팅 확산 영역의 전압에 상응하는 노이즈 전압을 검출한다. 노이즈 전압을 검출한 후 임시 저장 영역과 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결한다. 임시 저장 영역과 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결한 후 플로팅 확산 영역의 전압에 상응하는 복조 전압을 검출한다. 노이즈 전압 및 상기 복조 전압의 차이로부터 복조 신호의 위상에 상응하는 유효 전압을 결정한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

이용제

경기도 성남시 분당구 판교로 430, 한성아파트 201동 208호 (이매동, 아름마을)

김승현

서울특별시 송파구 석촌호수로12길 13, 221동 5호 203호 (잠실동)

공주영

경기도 성남시 분당구 느티로 22, B동 624호 (정자동, 백궁 동양파라곤)

홍성권

미국 97035 오리건주 레이크 오스웨고 13000 로저스 로드

특허청구의 범위

청구항 1

피사체에 변조된 송신광을 조사하는 단계;

상기 피사체로부터 반사된 수신광에 의해 거리 픽셀의 광검출 영역에서 발생된 광전하를, 복조 신호에 응답하여 상기 거리 픽셀의 임시 저장 영역에 저장하는 단계;

상기 거리 픽셀의 플로팅 확산 영역에 리셋 전압을 인가한 후 플로팅 확산 영역의 전압에 상응하는 노이즈 전압을 검출하는 단계;

상기 노이즈 전압을 검출한 후 상기 임시 저장 영역과 상기 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결하는 단계;

상기 임시 저장 영역과 상기 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결한 후 상기 플로팅 확산 영역의 전압에 상응하는 복조 전압을 검출하는 단계; 및

상기 노이즈 전압 및 상기 복조 전압의 차이로부터 상기 복조 신호의 위상에 상응하는 유효 전압을 결정하는 단계를 포함하는 3차원 이미지 센서의 거리 측정 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 광전하를 상기 임시 저장 영역에 저장한 후 상기 플로팅 확산 영역에 상기 리셋 전압을 인가하는 것을 특징으로 하는 3차원 이미지 센서의 거리 측정 방법.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 광전하를 상기 임시 저장 영역에 저장하는 동안 계속하여 상기 플로팅 확산 영역에 상기 리셋 전압을 인가하는 것을 특징으로 하는 3차원 이미지 센서의 거리 측정 방법.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 광전하를 임시 저장 영역에 저장하는 단계는,

상기 복조 신호에 응답하여 상기 광검출 영역에 인접하여 형성된 브릿지 확산 노드에 상기 광전하를 저장하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 이미지 센서의 거리 측정 방법.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 노이즈 전압을 검출한 후 상기 브릿지 확산 노드와 상기 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결하여 상기 복조 전압을 검출하는 것을 특징으로 하는 3차원 이미지 센서의 거리 측정 방법.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 광전하를 임시 저장 영역에 저장하는 단계는,

상기 복조 신호에 응답하여 상기 광검출 영역과 이격되어 형성된 저장 노드에 상기 광전하를 저장하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 이미지 센서의 거리 측정 방법.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 노이즈 전압을 검출한 후 상기 저장 노드와 상기 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결하여 상기 복조 전압을 검출하는 것을 특징으로 하는 3차원 이미지 센서의 거리 측정 방법.

청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 광전하를 임시 저장 영역에 저장하는 단계는,

상기 복조 신호에 응답하여 상기 광검출 영역에 인접하여 형성된 브릿지 확산 노드에 상기 광전하를 저장하는 단계; 및

상기 브릿지 확산 노드와 이격되어 형성된 저장 노드를 상기 브릿지 확산 노드와 전기적으로 연결하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 3차원 이미지 센서의 거리 측정 방법.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 노이즈 전압을 검출한 후 상기 저장 노드와 상기 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결하여 상기 복조 전압을 검출하는 것을 특징으로 하는 3차원 이미지 센서의 거리 측정 방법.

청구항 10

제1 항에 있어서,

상기 거리 픽셀은 상기 송신광과 서로 다른 위상차를 갖는 복수의 복조 신호들에 상응하는 복수의 복조 전압들을 각각 검출하기 위한 복수의 플로팅 확산 영역들을 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 이미지 센서의 거리 측정 방법.

청구항 11

제1 항에 있어서,

상기 거리 픽셀은 상기 송신광과 서로 다른 위상차를 갖는 복수의 복조 신호들에 상응하는 복수의 복조 전압들을 순차적으로 검출하기 위한 하나의 플로팅 확산 영역을 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 이미지 센서의 거리 측정 방법.

청구항 12

변조된 송신광을 피사체에 조사하는 광원;

광검출 영역, 임시 저장 영역, 전송 게이트 및 플로팅 확산 영역을 포함하는 적어도 하나의 거리 픽셀을 포함하는 센싱부; 및

상기 광원 및 상기 센싱부를 제어하는 제어부를 포함하고,

상기 피사체로부터의 반사광에 의해 상기 광검출 영역에서 발생된 광전하를 복조 신호에 응답하여 상기 임시 저장 영역에 저장하고, 리셋 신호에 응답하여 상기 플로팅 확산 영역에 리셋 전압을 인가한 후 상기 플로팅 확산 영역의 전압에 상응하는 노이즈 전압을 검출하고, 상기 노이즈 전압을 검출한 후 상기 전송 게이트에 인가되는 전송 제어 신호에 응답하여 상기 임시 저장 영역과 상기 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결하고, 상기 임시 저장 영역과 상기 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결한 후 상기 플로팅 확산 영역의 전압에 상응하는 복조 전압을 검출하고, 상기 노이즈 전압 및 상기 복조 전압의 차이로부터 상기 복조 신호의 위상에 상응하는 유효 전압을 결정하는 3차원 이미지 센서.

청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 복조 신호가 비활성화된 후에 활성화되고 상기 전송 제어 신호가 활성화되기 전에 비활성화되는 상기 리셋 신호를 발생하는 것을 특징으로 하는 3차원 이미지 센서.

청구항 14

제12 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 복조 신호가 활성화되는 동안 계속하여 활성화되고 상기 전송 제어 신호가 활성화되기 전에 비활성화되는 상기 리셋 신호를 발생하는 것을 특징으로 하는 3차원 이미지 센서.

청구항 15

제12 항에 있어서,

상기 임시 저장 영역은, 상기 광검출 영역에 인접하여 형성된 브릿지 확산 노드를 포함하고,

상기 거리 픽셀은, 상기 광검출 영역의 상부에 형성되고 상기 복조 신호에 응답하여 상기 발생된 광전하를 상기 브릿지 확산 노드에 저장하기 위한 포토 게이트를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 이미지 센서.

청구항 16

제12 항에 있어서,

상기 임시 저장 영역은, 상기 광검출 영역과 이격되어 형성된 저장 노드를 포함하고,

상기 거리 픽셀은 상기 복조 신호에 응답하여 상기 광검출 영역과 상기 저장 노드를 전기적으로 연결하는 콜렉션 게이트를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 이미지 센서.

청구항 17

제12 항에 있어서,

상기 임시 저장 영역은, 상기 광검출 영역에 인접하여 형성된 브릿지 확산 노드 및 상기 브릿지 확산 노드와 이격되어 형성된 저장 노드를 포함하고,

상기 거리 픽셀은, 상기 광검출 영역의 상부에 형성되고 상기 복조 신호에 응답하여 상기 발생된 광전하를 상기 브릿지 확산 노드에 저장하기 위한 포토 게이트 및 상기 브릿지 확산 노드와 상기 저장 노드를 전기적으로 연결하는 저장 게이트를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 이미지 센서.

청구항 18

제12 항에 있어서,

상기 거리 픽셀은 상기 송신광과 서로 다른 위상차를 갖는 복수의 복조 신호들에 상응하는 복수의 복조 전압들을 각각 검출하기 위한 복수의 플로팅 확산 영역들을 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 이미지 센서.

청구항 19

제12 항에 있어서,

상기 거리 픽셀은 상기 송신광과 서로 다른 위상차를 갖는 복수의 복조 신호들에 상응하는 복수의 복조 전압들을 순차적으로 검출하기 위한 하나의 공통 플로팅 확산 영역을 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 이미지 센서.

청구항 20

제19 항에 있어서,

상기 공통 플로팅 확산 영역은 상기 거리 픽셀의 중앙에 위치하고, 상기 임시 저장 영역은 상기 공통 플로팅 확산 영역을 둘러싸도록 환형으로 형성되고, 상기 광검출 영역은 상기 임시 저장 영역을 둘러싸도록 환형으로 형성되는 것을 특징으로 하는 3차원 이미지 센서.

청구항 21

제20 항에 있어서,

상기 임시 저장 영역은, 상기 광검출 영역의 내면에 인접하여 형성된 환형의 브릿지 확산 노드를 포함하고,

상기 거리 픽셀은, 상기 광검출 영역의 상부에 형성되고 상기 복조 신호에 응답하여 상기 발생된 광전하를 상기 브릿지 확산 노드에 저장하기 위한 환형의 포토 게이트를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 이미지 센서.

청구항 22

제20 항에 있어서,

상기 임시 저장 영역은, 상기 광검출 영역의 내면과 이격되어 형성된 환형의 저장 노드를 포함하고,

상기 거리 픽셀은, 상기 복조 신호에 응답하여 상기 광검출 영역과 상기 저장 노드를 전기적으로 연결하는 환형의 콜렉션 게이트를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 이미지 센서.

청구항 23

제20 항에 있어서,

상기 임시 저장 영역은, 상기 광검출 영역의 내면에 인접하여 형성된 환형의 브릿지 확산 노드 및 상기 브릿지 확산 노드의 내면과 이격되어 형성된 환형의 저장 노드를 포함하고,

상기 거리 픽셀은, 상기 광검출 영역의 상부에 형성되고 상기 복조 신호에 응답하여 상기 발생된 광전하를 상기 브릿지 확산 노드에 저장하기 위한 환형의 포토 게이트 및 상기 브릿지 확산 노드와 상기 저장 노드를 전기적으로 연결하는 환형의 저장 게이트를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 이미지 센서.

청구항 24

제20 항에 있어서,

상기 환형의 광검출 영역은 상기 송신광과 동일 위상의 제1 복조 신호에 상응하는 광전하를 수집하기 위한 제1 광검출 영역 및 상기 송신광과 반대 위상의 제2 복조 신호에 상응하는 광전하를 수집하기 위한 제2 광검출 영역으로 분리되고,

상기 환형의 임시 저장 영역은 상기 제1 광검출 영역에서 수집된 광전하를 저장하는 제1 임시 저장 영역 및 상기 제1 광검출 영역에서 수집된 광전하를 저장하는 제2 임시 저장 영역으로 분리되는 것을 특징으로 하는 3차원 이미지 센서.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 광감지 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 거리 측정 방법 및 이를 수행하는 3차원 이미지 센서에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 이미지 센서는 피사체에 대한 영상(Image) 정보 또는 거리(Distance, Depth) 정보를 포함하는 광 신호를 전기적인 신호로 변환하는 광감지 장치이다. 피사체의 고품질 영상 정보를 제공하기 위하여 전하 결합 소자(CCD: Charge Coupled Device) 이미지 센서, 씨모스 이미지 센서(CIS: CMOS Image Sensor)와 같은 다양한 이미지 센서에 대한 연구가 진행 중이며, 특히 2차원적인 이미지 정보뿐만 아니라 거리 정보를 함께 제공하는 3차원 이미지 센서(Three-dimensional(3D) Image Sensor)에 대한 연구 및 개발이 진행되고 있다.

[0003] 3차원 이미지 센서는 광원으로서 적외선 또는 근적외선을 이용하여 피사체에 대한 거리 정보를 획득할 수 있다. 통상의 이미지 정보를 위한 2차원 이미지 센서와 비교하여 3차원 이미지 센서는 거리 정보를 획득하는 과정에서 감도가 약하고 신호-대-노이즈 비(SNR: Signal-to-Noise Ratio)의 확보가 곤란하여 정확한 거리 정보를 획득하는 것이 어려운 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 일 목적은 노이즈를 효율적으로 제거하여 감도를 향상시키고 높은 신호-대-노이즈 비를 구현할 수 있는 3차원 이미지 센서의 거리 측정 방법을 제공하는 것이다.

[0005] 본 발명의 일 목적은 노이즈를 효율적으로 제거하여 감도를 향상시키고 높은 신호-대-노이즈 비를 구현할 수 있는 3차원 이미지 센서를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 일 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 실시예들에 따른 3차원 이미지 센서의 거리 측정 방법은, 피사체에 변조된 송신광을 조사하는 단계, 상기 피사체로부터 반사된 수신광에 의해 거리 픽셀의 광검출 영역에서 발생된 광전하를, 복조 신호에 응답하여 상기 거리 픽셀의 임시 저장 영역에 저장하는 단계, 상기 거리 픽셀의 플로팅 확산 영역에 리셋 전압을 인가한 후 플로팅 확산 영역의 전압에 상응하는 노이즈 전압을 검출하는 단계, 상기 노이즈 전압을 검출한 후 상기 임시 저장 영역과 상기 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결하는 단계, 상기 임시 저장 영역과 상기 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결한 후 상기 플로팅 확산 영역의 전압에 상응하는 복조 전압을 검출하는 단계, 상기 노이즈 전압 및 상기 복조 전압의 차이로부터 상기 복조 신호의 위상에 상응하는 유효 전압을 결정하는 단계를 포함한다.

[0007] 일 실시예에서, 상기 광전하를 상기 임시 저장 영역에 저장한 후 상기 플로팅 확산 영역에 상기 리셋 전압을 인가할 수 있다.

[0008] 다른 실시예에서, 상기 광전하를 상기 임시 저장 영역에 저장하는 동안 계속하여 상기 플로팅 확산 영역에 상기 리셋 전압을 인가할 수 있다.

[0009] 상기 광전하를 임시 저장 영역에 저장하는 단계는, 상기 복조 신호에 응답하여 상기 광검출 영역에 인접하여 형성된 브릿지 확산 노드에 상기 광전하를 저장하는 단계를 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 노이즈 전압을 검출한 후 상기 브릿지 확산 노드와 상기 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결하여 상기 복조 전압을 검출할 수 있다.

[0010] 상기 광전하를 임시 저장 영역에 저장하는 단계는, 상기 복조 신호에 응답하여 상기 광검출 영역과 이격되어 형성된 저장 노드에 상기 광전하를 저장하는 단계를 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 노이즈 전압을 검출한 후 상기 저장 노드와 상기 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결하여 상기 복조 전압을 검출할 수 있다.

[0011] 상기 광전하를 임시 저장 영역에 저장하는 단계는, 상기 복조 신호에 응답하여 상기 광검출 영역에 인접하여 형성된 브릿지 확산 노드에 상기 광전하를 저장하는 단계, 및 상기 브릿지 확산 노드와 이격되어 형성된 저장 노드를 상기 브릿지 확산 노드와 전기적으로 연결하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 노이즈 전압을 검출한 후 상기 저장 노드와 상기 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결하여 상기 복조 전압을 검출할 수 있다.

[0012] 일 실시예에서, 상기 거리 픽셀은 상기 송신광과 서로 다른 위상차를 갖는 복수의 복조 신호들에 상응하는 복수의 복조 전압들을 각각 검출하기 위한 복수의 플로팅 확산 영역들을 포함할 수 있다.

[0013] 다른 실시예에서, 상기 거리 픽셀은 상기 송신광과 서로 다른 위상차를 갖는 복수의 복조 신호들에 상응하는 복수의 복조 전압들을 순차적으로 검출하기 위한 하나의 플로팅 확산 영역을 포함할 수 있다.

[0014] 상기 일 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 실시예들에 따른 3차원 이미지 센서는 광원, 적어도 하나의 거리 픽셀 및 제어부를 포함한다. 상기 광원은 피사체에 송신광을 조사한다. 상기 거리 픽셀은 광검출 영역, 임시 저장 영역, 전송 게이트 및 플로팅 확산 영역을 포함한다. 상기 제어부는 상기 광원 및 상기 센싱부를 제어한다. 상기 3차원 이미지 센서는 상기 피사체로부터의 반사광에 의해 상기 광검출 영역에서 발생된 광전하를 복조 신호에 응답하여 상기 임시 저장 영역에 저장하고, 리셋 신호에 응답하여 상기 플로팅 확산 영역에 리셋 전압을 인가한 후 상기 플로팅 확산 영역의 전압에 상응하는 노이즈 전압을 검출하고, 상기 노이즈 전압을 검출한 후 상기 전송 게이트에 인가되는 전송 제어 신호에 응답하여 상기 임시 저장 영역과 상기 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결하고, 상기 임시 저장 영역과 상기 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결한 후 상기 플로팅 확산 영역의 전압에 상응하는 복조 전압을 검출하고, 상기 노이즈 전압 및 상기 복조 전압의 차이로부터 상기 복조 신호의 위상에 상응하는 유효 전압을 결정한다.

[0015] 일 실시예에서, 상기 제어부는, 상기 복조 신호가 비활성화된 후에 활성화되고 상기 전송 제어 신호가 활성화되기 전에 비활성화되는 상기 리셋 신호를 발생할 수 있다.

[0016] 다른 실시예에서, 상기 제어부는, 상기 복조 신호가 활성화되는 동안 계속하여 활성화되고 상기 전송 제어 신호가 활성화되기 전에 비활성화되는 상기 리셋 신호를 발생할 수 있다.

[0017] 상기 임시 저장 영역은, 상기 광검출 영역에 인접하여 형성된 브릿지 확산 노드를 포함하고, 상기 거리 픽셀은, 상기 광검출 영역의 상부에 형성되고 상기 복조 신호에 응답하여 상기 발생된 광전하를 상기 브릿지 확산 노드에 저장하기 위한 포토 게이트를 더 포함할 수 있다.

[0018] 상기 임시 저장 영역은, 상기 광검출 영역과 이격되어 형성된 저장 노드를 포함하고, 상기 거리 픽셀은 상기 복조 신호에 응답하여 상기 광검출 영역과 상기 저장 노드를 전기적으로 연결하는 콜렉션 게이트를 더 포함할 수 있다.

[0019] 상기 임시 저장 영역은, 상기 광검출 영역에 인접하여 형성된 브릿지 확산 노드 및 상기 브릿지 확산 노드와 이격되어 형성된 저장 노드를 포함하고, 상기 거리 픽셀은, 상기 광검출 영역의 상부에 형성되고 상기 복조 신호에 응답하여 상기 발생된 광전하를 상기 브릿지 확산 노드에 저장하기 위한 포토 게이트 및 상기 브릿지 확산 노드와 상기 저장 노드를 전기적으로 연결하는 저장 게이트를 더 포함할 수 있다.

[0020] 일 실시예에서, 상기 거리 픽셀은 상기 송신광과 서로 다른 위상차를 갖는 복수의 복조 신호들에 상응하는 복수의 복조 전압들을 각각 검출하기 위한 복수의 플로팅 확산 영역들을 포함할 수 있다.

[0021] 다른 실시예에서, 상기 거리 픽셀은 상기 송신광과 서로 다른 위상차를 갖는 복수의 복조 신호들에 상응하는 복수의 복조 전압들을 순차적으로 검출하기 위한 하나의 공통 플로팅 확산 영역을 포함할 수 있다.

[0022] 상기 공통 플로팅 확산 영역은 상기 거리 픽셀의 중앙에 위치하고, 상기 임시 저장 영역은 상기 공통 플로팅 확산 영역을 둘러싸도록 환형으로 형성되고, 상기 광검출 영역은 상기 임시 저장 영역을 둘러싸도록 환형으로 형성될 수 있다.

[0023] 상기 임시 저장 영역은, 상기 광검출 영역의 내면에 인접하여 형성된 환형의 브릿지 확산 노드를 포함하고, 상기 거리 픽셀은, 상기 광검출 영역의 상부에 형성되고 상기 복조 신호에 응답하여 상기 발생된 광전하를 상기 브릿지 확산 노드에 저장하기 위한 환형의 포토 게이트를 더 포함할 수 있다.

[0024] 상기 임시 저장 영역은, 상기 광검출 영역의 내면과 이격되어 형성된 환형의 저장 노드를 포함하고, 상기 거리 픽셀은, 상기 복조 신호에 응답하여 상기 광검출 영역과 상기 저장 노드를 전기적으로 연결하는 환형의 콜렉션 게이트를 더 포함할 수 있다.

[0025] 상기 임시 저장 영역은, 상기 광검출 영역의 내면에 인접하여 형성된 환형의 브릿지 확산 노드 및 상기 브릿지 확산 노드의 내면과 이격되어 형성된 환형의 저장 노드를 포함하고, 상기 거리 픽셀은, 상기 광검출 영역의 상부에 형성되고 상기 복조 신호에 응답하여 상기 발생된 광전하를 상기 브릿지 확산 노드에 저장하기 위한 환형의 포토 게이트 및 상기 브릿지 확산 노드와 상기 저장 노드를 전기적으로 연결하는 환형의 저장 게이트를 더 포함할 수 있다.

[0026] 상기 환형의 광검출 영역은 상기 송신광과 동일 위상의 제1 복조 신호에 상응하는 광전하를 수집하기 위한 제1 광검출 영역 및 상기 송신광과 반대 위상의 제2 복조 신호에 상응하는 광전하를 수집하기 위한 제2 광검출 영역으로 분리되고, 상기 환형의 임시 저장 영역은 상기 제1 광검출 영역에서 수집된 광전하를 저장하는 제1 임시 저장 영역 및 상기 제1 광검출 영역에서 수집된 광전하를 저장하는 제2 임시 저장 영역으로 분리될 수 있다.

발명의 효과

[0027] 본 발명의 실시예들에 따른 거리 측정 방법 및 3차원 이미지 센서는 플로팅 확산 영역 이외의 임시 저장 영역을 거리 픽셀에 구비하여 노이즈를 효율적으로 제거함으로써 상관 이중 샘플링의 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 따라서 3차원 이미지 센서의 감도를 향상시키고 높은 신호-대-노이즈 비를 구현할 수 있으며 거리 측정의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 광감지 장치의 거리 측정 방법을 나타내는 순서도이다.

도 2는 도 1의 방법을 설명하기 위한 광감지 장치의 개념도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 거리 측정 방법을 나타내는 타이밍도이다.

도 4는 3-트랜지스터 동작에 의한 거리 측정 방법을 나타내는 타이밍도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 거리 측정 방법 및 3-트랜지스터 동작에 의한 거리 측정 방법에 의한 신호-

대-노이즈 비를 나타내는 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 거리 측정 방법을 나타내는 타이밍도이다.

도 7은 본 발명의 실시예들에 따른 광감지 장치를 나타내는 블록도이다.

도 8은 도 7의 광감지 장치에 포함된 센싱부의 일 예를 나타내는 도면이다.

도 9는 도 8의 센싱부에 포함된 픽셀 어레이의 일 예를 나타내는 도면이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 플로팅 확산 영역들 및 브릿지 확산 노드를 포함하는 거리 픽셀의 레이아웃을 나타내는 도면이다.

도 11은 도 10의 거리 픽셀의 수직적 구조를 나타내는 도면이다.

도 12는 도 11의 거리 픽셀을 이용한 거리 측정 방법을 나타내는 타이밍도이다.

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 플로팅 확산 영역들 및 저장 노드를 포함하는 거리 픽셀의 레이아웃을 나타내는 도면이다.

도 14는 도 13의 거리 픽셀의 수직적 구조를 나타내는 도면이다.

도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 플로팅 확산 영역들, 브릿지 확산 노드 및 저장 노드를 포함하는 거리 픽셀의 레이아웃을 나타내는 도면이다.

도 16은 도 15의 거리 픽셀의 수직적 구조를 나타내는 도면이다.

도 17은 도 16의 거리 픽셀을 이용한 거리 측정 방법을 나타내는 타이밍도이다.

도 18은 본 발명의 일 실시예에 따른 공통 플로팅 확산 영역 및 브릿지 확산 노드를 포함하는 거리 픽셀의 레이아웃을 나타내는 도면이다.

도 19는 도 18의 거리 픽셀의 수직적 구조를 나타내는 도면이다.

도 20은 도 19의 거리 픽셀을 이용한 거리 측정 방법을 나타내는 타이밍도이다.

도 21은 본 발명의 일 실시예에 따른 공통 플로팅 확산 영역 및 저장 노드를 포함하는 거리 픽셀의 레이아웃을 나타내는 도면이다.

도 22는 도 21의 거리 픽셀의 수직적 구조를 나타내는 도면이다.

도 23은 본 발명의 일 실시예에 따른 공통 플로팅 확산 영역, 브릿지 확산 노드 및 저장 노드를 포함하는 거리 픽셀의 레이아웃을 나타내는 도면이다.

도 24는 도 23의 거리 픽셀의 수직적 구조를 나타내는 도면이다.

도 25는 도 24의 거리 픽셀을 이용한 거리 측정 방법을 나타내는 타이밍도이다.

도 26은 본 발명의 일 실시예에 따른 공통 플로팅 확산 영역 및 브릿지 확산 노드를 포함하는 환형의 거리 픽셀의 레이아웃을 나타내는 도면이다.

도 27은 도 26의 거리 픽셀의 수직적 구조를 나타내는 도면이다.

도 28은 도 27의 거리 픽셀을 이용한 거리 측정 방법을 나타내는 타이밍도이다.

도 29는 본 발명의 일 실시예에 따른 공통 플로팅 확산 영역 및 저장 노드를 포함하는 환형의 거리 픽셀의 레이아웃을 나타내는 도면이다.

도 30은 도 29의 거리 픽셀의 수직적 구조를 나타내는 도면이다.

도 31은 본 발명의 일 실시예에 따른 공통 플로팅 확산 영역, 브릿지 확산 노드 및 저장 노드를 포함하는 환형의 거리 픽셀의 레이아웃을 나타내는 도면이다.

도 32는 도 31의 거리 픽셀의 수직적 구조를 나타내는 도면이다.

도 33은 도 32의 거리 픽셀을 이용한 거리 측정 방법을 나타내는 타이밍도이다.

도 34는 본 발명의 일 실시예에 따른 환형의 거리 픽셀의 레이아웃을 나타내는 도면이다.

도 35는 본 발명의 일 실시예에 따른 거리 픽셀의 레이아웃을 나타내는 도면이다.

도 36은 도 35의 거리 픽셀의 수직적 구조를 나타내는 도면이다.

도 37, 도 38 및 도 39는 본 발명의 실시예들에 따른 3차원 이미지 센서들을 나타내는 블록도들이다.

도 40은 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 이미지 센서를 카메라에 응용한 예를 나타내는 블록도이다.

도 41은 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 이미지 센서를 컴퓨팅 시스템에 응용한 예를 나타내는 블록도이다.

도 42는 도 41의 컴퓨팅 시스템에서 사용되는 인터페이스의 일 예를 나타내는 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 본문에 개시되어 있는 본 발명의 실시예들에 대해서, 특정한 구조적 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본문에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 된다.

[0030] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0031] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성 요소도 제1 구성 요소로 명명될 수 있다.

[0032] 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성 요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성 요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0033] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0034] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미이다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미인 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0035] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 실시예들을 보다 상세하게 설명하고자 한다. 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일하거나 유사한 참조 부호를 사용한다.

[0036] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 광감지 장치의 거리 측정 방법을 나타내는 순서도이다.

[0037] 도 1을 참조하면, 피사체에 변조된 송신광을 조사한다(단계 S100). 상기 피사체로부터 반사된 수신광에 의해 거리 픽셀의 광검출 영역에서 발생된 광전하를, 복조 신호에 응답하여 상기 거리 픽셀의 임시 저장 영역에 저장한다(단계 S200). 상기 거리 픽셀의 플로팅 확산 영역에 리셋 전압을 인가한 후 플로팅 확산 영역의 전압에 상응하는 노이즈 전압을 검출한다(단계 S300). 상기 노이즈 전압을 검출한 후 상기 임시 저장 영역과 상기 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결한다(단계 S400). 상기 임시 저장 영역과 상기 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결한 후 상기 플로팅 확산 영역의 전압에 상응하는 복조 전압을 검출한다(단계 S500). 상기 노이즈 전압 및 상

기 복조 전압의 차이로부터 상기 복조 신호의 위상에 상응하는 유효 전압을 결정한다(단계 S600).

[0038] 상기 거리 측정 방법의 각 단계들은 상기 거리 픽셀의 구조 및/또는 상기 거리 픽셀에 포함되는 상기 임시 저장 영역의 구조에 따라서 변형될 수 있으며, 도 10 내지 도 36을 참조하여 다양한 실시예들에 대해서 후술하기로 한다.

[0039] 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 거리 측정 방법은, 후술하는 브릿지 확산 노드 및/또는 저장 노드와 같은 상기 임시 저장 영역들을 이용하여 광전하를 임시 저장하고, 복조 신호들의 위상에 상응하는 상기 복조 전압들을 검출하기 전에 플로팅 확산 영역들에 존재하는 노이즈 성분에 상응하는 노이즈 전압들을 검출함으로써 신호-대 노이즈 비를 향상시키고 더욱 정밀한 유효 전압을 얻을 수 있다.

[0040] 도 2는 도 1의 방법을 설명하기 위한 광감지 장치의 개념도이다.

[0041] 도 2를 참조하면, 광감지 장치(photo-sensing device)는 반도체 기판(10)에 형성되는 광검출 영역(PD: photo-detection region), 임시 저장 영역(TSR: temporary storage region) 및 플로팅 확산 영역(FD: floating diffusion region)을 이용하여 검출된 광신호를 전기적 신호로 변환한다.

[0042] 후술하는 바와 같이, 도 10의 포토 게이트(PG) 또는 도 13의 콜렉션 게이트(CG)에 인가되는 복조 신호(DEM)에 응답하여 광검출 영역(PD)에서 발생된 광전하를 임시 저장 영역(TSR)에 저장할 수 있다. 또한 전송 게이트(TG)에 인가되는 전송 제어 신호(TGC)에 응답하여 임시 저장 영역(TSR)과 플로팅 확산 영역(FD)이 전기적으로 연결될 수 있다. 이와 같은 전기적인 연결은 두 개의 영역들 사이의 기판(10)의 상부 영역에 형성되는 채널일 수 있다.

[0043] 플로팅 확산 노드 전압(VFD)은 독출 회로(30)를 통하여 전기적 신호로 변환되어 출력 라인(LO)으로 전달될 수 있다. 독출 회로(30)는 소스 팔로워 트랜지스터(TD), 선택 트랜지스터(TS) 및 리셋 트랜지스터(TR)를 포함할 수 있다. 리셋 트랜지스터(TR)는 리셋 신호(RST)에 응답하여 플로팅 확산 노드 전압(VFD)을 리셋 전압(VRST)으로 초기화하는 기능을 수행한다. 플로팅 확산 영역(FD)은 소스 팔로워 트랜지스터(TD)의 게이트에 연결된다. 선택 트랜지스터(TS)가 선택 신호(SEL)에 응답하여 턴온되면 플로팅 확산 노드 전압(VFD)에 상응하는 신호가 출력 라인(LO)을 통하여 외부로 제공될 수 있다.

[0044] 샘플링 로직(50)은 샘플링 제어 신호(SMP)에 응답하여 출력 라인(LO)을 통하여 전달되는 플로팅 확산 노드 전압(VFD)을 샘플링할 수 있다. 샘플링 타이밍을 제어하여 노이즈 전압(VB) 및 복조 전압(VD)이 검출될 수 있다.

[0045] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 거리 측정 방법을 나타내는 타이밍도이다.

[0046] 도 3을 참조하면, 집광 시간(TINT) 동안 피사체에 변조된 송신광(TX)을 조사(illumination)한다. 도 7을 참조하여 후술하는 바와 같이, 광감지 장치는 주기적으로 변동하는 세기를 가지는 송신광(TX)을 피사체에 조사하기 위한 광원 또는 발광 장치를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 광감지 장치는 약 10 내지 약 200 MHz의 주파수로 상기 광원을 턴-온 및 턴-오프시키는 방식으로 송신광(TX)을 변조할 수 있다. 도 3에는 송신광(TX) 및 복조 신호(DEM)가 집광 시간(TINT) 동안 연속적인 펄스들을 가지는 펄스 트레인을 형성하는 실시예가 도시되어 있으나, 다른 실시예에서, 송신광(TX) 및 복조 신호(DEM)는 제1 로직 레벨 및 제2 로직 레벨 사이를 주기적으로 천이하는 임의의 신호로서, 사인 신호, 코사인 신호 등일 수 있다.

[0047] 송신광(TX)은 피사체에 의해 반사되어 수신광(RX)으로서 상기 광감지 장치에 도달한다. 수신광(RX)은 송신광(TX)에 대하여 광의 비행 시간(TOF: time of flight)만큼 지연된다. 수신광(RX)에 의해 상기 광감지 장치에 포함된 거리 픽셀의 광검출 영역(PD)에서 광전하가 발생한다.

[0048] 집광 시간(TINT) 동안 주기적으로 변동하는 세기를 가지는 복조 신호(DEM)는 송신광(TX)과 일정한 위상차를 갖는다. 이러한 복조 신호(DEM)에 응답하여 거리 픽셀의 수신광(RX)에 의해 광검출 영역(PD)에서 발생된 광전하들 중에서 복조 신호(DEM)의 활성화 구간에 상응하는 광전하(Q)가 임시 저장 영역(TSR)에 저장될 수 있다. 이와 같이 복조 신호(DEM)의 위상에 상응하는 광전하(Q)의 양을 구하면 TOF를 구할 수 있다. 상기 광감지 장치로부터 상기 피사체까지의 거리를 D, 빛의 속도를 c라 하면, 수학식 D = TOF*c/2를 이용하여 D가 계산될 수 있다. 도 3에는 송신광(TX)과 동일한 위상을 갖는 하나의 복조 신호(DEM)만이 도시되어 있으나, 실시예에 따라서 TOF를 더욱 정밀하게 산출하기 위하여 송신광(TX)과 서로 다른 위상차를 갖는 복수의 복조 신호들이 이용될 수 있다. 예를 들어, 후술하는 바와 같이, 송신광(TX)과 동일한 위상을 갖는 제1 복조 신호(DEM1) 및 송신광(TX)과 반대 위상을 갖는(즉, 180도의 위상차를 갖는) 제2 복조 신호(DEM2)가 이용될 수 있다. 실시예에 따라서, 3개 이상의 복조 신호들이 이용될 수도 있다. 집광 시간(TINT) 동안 리셋 신호(RST) 및 전송 제어 신호(TGC)는 비활성화된

상태를 유지한다. 도 3에 도시하지는 않았으나, 광검출 영역(PD) 등을 초기화하기 위하여 집광이 시작되기 전에 리셋 신호(RST) 및 전송 제어 신호(TGC)가 활성화되어, 광검출 영역(PD), 임시 저장 영역(TSR) 및 플로팅 확산 영역(FD)이 초기화될 수 있다.

[0049] 집광된 광전하의 양을 측정하기 위한 독출 시간(TRD)이 시작되면, 먼저 리셋 신호(RST)가 활성화되어 플로팅 확산 영역(FD)에 리셋 전압(VRST)이 인가된다. 도 3에는 광전하를 임시 저장 영역(TSR)에 저장한 후, 즉 집광 시간(TINT)이 종료된 후 플로팅 확산 영역(FD)에 리셋 전압(VRST)이 인가되는 실시예가 도시되어 있다. 플로팅 확산 영역(FD)에 리셋 전압(VRST)이 인가된 후에 제1 샘플링 제어 신호(SMPB)가 활성화되면, 리셋 전압(VRST)으로 초기화된 플로팅 확산 노드 전압(VFD)이 노이즈 전압(VB)으로서 검출된다. 노이즈 전압(VB)이 검출된 후에 전송 제어 신호(TGC)가 활성화되어 임시 저장 영역(TSR)과 플로팅 확산 영역(FD)이 전기적으로 연결된다. 임시 저장 영역(TSR)과 플로팅 확산 영역(FD)이 전기적으로 연결된 후에 제2 샘플링 제어 신호(SMPD)가 활성화되면 임시 저장 영역(TSR)에 저장된 광전하의 양에 상응하는 플로팅 확산 노드 전압(VFD)이 복조 전압(VD)으로서 검출된다. 복조 전압(VD)과 노이즈 전압(VB)의 차이가 상기 유효 전압에 상응할 수 있다.

[0050] 이와 같이, 복조 신호(DEM)의 위상에 상응하는 복조 전압(VD)을 검출하기 전에 플로팅 확산 영역(FD)에 존재하는 노이즈 성분에 상응하는 노이즈 전압(VB)을 검출함으로써 신호-대 노이즈 비를 향상시키고 더욱 정밀한 유효 전압을 얻을 수 있다.

[0051] 도 4는 3-트랜지스터 동작에 의한 거리 측정 방법을 나타내는 타이밍도이다.

[0052] 도 4에는 광검출 영역에서 발생된 광전하를 복조 신호(DEM)에 응답하여 플로팅 확산 영역에 직접 저장하는 3차원 이미지 센서의 3-트랜지스터 동작이 도시되어 있다. 이를 위하여 집광 시간(TINT) 동안 전송 제어 신호(TGC)는 활성화 상태를 유지한다.

[0053] 집광된 광전하의 양을 측정하기 위한 독출 시간(TRD)이 시작되면, 먼저 제2 샘플링 신호(SMPD)가 활성화되어 플로팅 확산 노드 전압(VFD)이 복조 전압(VD)으로서 검출된다. 이후 리셋 신호(RST)를 활성화하여 플로팅 확산 영역(FD)에 리셋 전압(VRST)이 인가되고, 제1 샘플링 제어 신호(SMPB)가 활성화되면 플로팅 확산 노드 전압(VFD)이 노이즈 전압(VB)으로서 검출된다.

[0054] 이와 같이, 먼저 복조 전압(VD)을 검출하고 플로팅 확산 노드를 리셋한 후 노이즈 전압(VB)을 측정하는 3-트랜지스터 동작 방식은 검출된 복조 전압(VD)의 노이즈 성분을 정확하게 반영할 수 없다. 적외선 또는 근적외선을 이용하는 TOF 방식의 거리 픽셀은 통상의 컬러 픽셀보다 상대적으로 낮은 감도를 갖기 때문에 비교적 긴 집광 시간(TINT)을 필요로 한다. 따라서 집광 시간(TINT) 동안 여러 가지의 원인으로 인한 노이즈가 플로팅 확산 영역(FD)에 야기될 수 있고, 복조 전압(VD)을 검출한 후에 플로팅 확산 영역(FD)을 리셋하여 측정된 노이즈 전압(VB)은 먼저 검출된 복조 전압(VD)의 노이즈 성분을 정확히 반영하지 않을 수 있다.

[0055] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 거리 측정 방법 및 3-트랜지스터 동작에 의한 거리 측정 방법에 의한 신호-대-노이즈 비를 나타내는 도면이다.

[0056] 도 5에서 세로축은 데시벨(dB) 단위의 신호-대-노이즈 비(SNR)를 나타내고 가로축은 복조 전압(VD)에 상응하는 광전자의 개수를 나타낸다. 작은 원으로 표시한 그래프(G1)는 도 3에서 설명한 바와 같이 본 발명의 실시예들에 따라서 임시 저장 영역(TSR)을 이용하여 노이즈 전압(VB)을 검출한 후 복조 전압(VD)을 검출하는 동작의 결과를 나타낸다. 작은 삼각형으로 표시한 그래프(G2)는 도 4에서 설명한 바와 같이 복조 전압(VD)을 검출한 후 노이즈 전압(VB)을 검출하는 3-트랜지스터 동작의 결과를 나타낸다. 결과적으로 본 발명의 실시예들에 따른 거리 검출 방법은 높은 SNR을 구현하여 거리 픽셀의 감도를 향상시킬 수 있으며 피사체까지의 거리 측정의 정확성을 향상시킬 수 있음을 알 수 있다.

[0057] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 거리 측정 방법을 나타내는 타이밍도이다.

[0058] 도 6의 거리 측정 방법은 도 3의 거리 측정 방법과 유사하므로 중복되는 설명은 생략한다. 도 6을 참조하면, 광전하를 임시 저장 영역(TSR)에 저장하는 집광 시간(TINT) 동안 계속하여 리셋 신호(RST)가 활성화될 수 있다. 따라서 집광 시간(TINT) 동안 플로팅 확산 영역(FD)에 리셋 전압(VRST)이 계속하여 인가되어 안정적인 상태를 유지하고 집광이 종료된 후 검출되는 노이즈 전압(VB)의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0059] 도 7은 본 발명의 실시예들에 따른 광감지 장치를 나타내는 블록도이다.

[0060] 도 7을 참조하면, 광감지 장치(100)는 변조된 송신광(TX)을 피사체에 조사하는 광원(LS)(110), 센싱부(130) 및 제어 신호들(SYNC, CTRL)을 발생하여 광원(110) 및 센싱부(130)를 제어하는 제어부((150)를 포함할 수 있다. 센

싱부(130)는 수신광(RX)을 전기적 신호로 변환하기 위한 적어도 하나의 거리 픽셀을 포함한다. 상기 거리 픽셀은 도 2를 참조하여 전술한 바와 같이 광검출 영역(PD), 임시 저장 영역(TSR), 전송 게이트(TG) 및 플로팅 확산 영역(FD)을 포함할 수 있으며, 상기 거리 픽셀은 도 10 내지 36을 참조하여 후술하는 실시예들에 따른 다양한 구조로 구현될 수 있다.

[0061] 광원(110)은 소정의 파장을 가지도록 변조된 광(예를 들어, 적외선 또는 근적외선)을 출력할 수 있다. 광원(110)에서 발생된 송신광(TX)은 렌즈(51)를 통하여 피사체(60)에 포커싱될 수 있다. 광원(110)은 제어 신호(CTRL)에 의해 제어되어 세기가 주기적으로 변하는 송신광(TX)을 출력할 수 있다. 광원(110)은 발광 다이오드(light emitting diode, LED), 레이저 다이오드 등으로 구현될 수 있다.

[0062] 제어부(150)에서 발생되는 제어 신호(CTRL)는 전술한 리셋 신호(RST), 복조 신호(DEM), 전송 제어 신호(TGC), 샘플링 제어 신호(SMPB, SMPD) 등을 포함할 수 있다. 광원에 제공되는 제어 신호(SYNC)는 복조 신호(DEM)와의 동기화를 위한 신호를 포함할 수 있다. 일 실시예서 제어부(150)는 도 3을 참조하여 설명한 바와 같이 복조 신호(DEM)가 비활성화된 후에 활성화되고 전송 제어 신호(TGC)가 활성화되기 전에 비활성화되는 리셋 신호(RST)를 발생할 수 있다. 다른 실시예에서 제어부(150)는 도 6을 참조하여 설명한 바와 같이 복조 신호(DEM)가 활성화되는 동안 계속하여 활성화되고 전송 제어 신호(TGC)가 활성화되기 전에 비활성화되는 리셋 신호(RST)를 발생할 수 있다.

[0063] 일 실시예에서, 광감지 장치(100)는 거리 정보를 제공하기 위한 거리 픽셀과 이미지 정보를 제공하기 위한 컬러 픽셀을 포함하는 3차원 이미지 센서일 수 있다. 이 경우 센싱부(130)는 복수의 거리 픽셀들 및 복수의 컬러 픽셀들이 배열된 픽셀 어레이(PX)를 포함할 수 있다. 또한 센싱부(130)는 아날로그-디지털 변환부(ADC) 및 픽셀 어레이(PX) 내의 특정한 픽셀을 선택하기 위한 선택 회로(ROW, COL) 등을 포함할 수 있다.

[0064] 실시예에 따라서, 아날로그-디지털 변환부(ADC)는 각 컬럼 라인마다 연결된 아날로그-디지털 변환기를 이용하여 아날로그 신호들을 병렬로 변환하는 컬럼 아날로그-디지털 변환을 수행하거나, 단일한 아날로그-디지털 변환기를 이용하여 상기 아날로그 신호들을 순차적으로 변환하는 단일 아날로그-디지털 변환을 수행할 수 있다.

[0065] 실시예에 따라서, 아날로그-디지털 변환부(ADC)는 전술한 노이즈 전압(VB) 및 복조 전압(VD)에 기초하여 유효 전압, 즉 유효 신호 성분을 추출하기 위한 상관 이중 샘플링(Correlated Double Sampling; CDS)부를 포함할 수 있다.

[0066] 일 실시예에서, 상기 CDS부는 노이즈 성분을 나타내는 아날로그 노이즈 전압 신호와 신호 성분을 나타내는 아날로그 복조 전압 신호의 차이에 기초하여 상기 유효 전압을 추출하는 아날로그 더블 샘플링(Analog Double Sampling)을 수행할 수 있다.

[0067] 다른 실시예에서, 상기 CDS부는 상기 아날로그 노이즈 전압 신호와 상기 아날로그 복조 전압 신호를 디지털 신호들로 각각 변환한 후 상기 유효 신호 성분으로서 두 개의 디지털 신호의 차이를 추출하는 디지털 더블 샘플링(Digital Double Sampling)을 수행할 수 있다.

[0068] 또 다른 실시예에서, 상기 CDS부는 상기 아날로그 더블 샘플링 및 상기 디지털 더블 샘플링을 모두 수행하는 듀얼 상관 이중 샘플링을 수행할 수 있다.

[0069] 도 1, 도 2, 도 3 및 도 7을 참조하면, 광감지 장치(100)는 광원(110)을 이용하여 피사체(60)에 변조된 송신광을 조사한다(단계 S100). 피사체(60)로부터 반사된 수신광(RX)에 의해 거리 픽셀의 광검출 영역(PD)에서 광전하가 발생된다. 이와 같이 발생된 광전하 중에서 일정한 비율의 광전하를 복조 신호(DEM)에 응답하여 상기 거리 픽셀의 임시 저장 영역(TSR)에 저장한다(단계 S200). 리셋 신호(RST)를 활성화하여 상기 거리 픽셀의 플로팅 확산 영역(FD)에 리셋 전압(VRST)을 인가한 후 제1 샘플링 신호(SMPB)를 활성화하여 플로팅 확산 영역(FD)의 전압에 상응하는 노이즈 전압(VB)을 검출한다(단계 S300). 노이즈 전압(VB)을 검출한 후 전송 제어 신호(TGC)를 활성화하여 임시 저장 영역(TSR)과 플로팅 확산 영역(FD)을 전기적으로 연결한다(단계 S400). 임시 저장 영역(TSR)과 플로팅 확산 영역(FD)을 전기적으로 연결한 후 제2 샘플링 신호(SMPD)를 활성화하여 플로팅 확산 영역(FD)의 전압에 상응하는 복조 전압(VD)을 검출한다(단계 S500). 아날로그-디지털 컨버터(ADC)에 포함된 CDS부는 노이즈 전압(VB) 및 복조 전압(VD)의 차이로부터 복조 신호(DEM)의 위상에 상응하는 유효 전압을 결정한다(단계 S600).

[0070] 도 8은 도 7의 광감지 장치에 포함된 센싱부의 일 예를 나타내는 도면이다. 도 7의 광감지 장치(100)가 3차원 이미지 센서인 경우의 센싱부(130a)의 일 예가 도 8에 도시되어 있다.

[0071] 도 8을 참조하면, 센싱부(130a)는 복수의 컬러 픽셀들과 복수의 거리 픽셀들이 배열된 픽셀 어레이(C-Z PX), 컬러 픽셀 선택 회로(CROW, CCOL), 거리 픽셀 선택 회로(ZROW, ZCOL), 컬러 픽셀 컨버터(CADC) 및 거리 픽셀 컨버터(ZADC)를 포함할 수 있다. 컬러 픽셀 선택 회로(CROW, CCOL)와 컬러 픽셀 컨버터(CADC)는 픽셀 어레이(C/Z PX) 내의 컬러 픽셀을 제어하여 영상 정보(CDATA)를 제공하고, 거리 픽셀 선택 회로(ZROW, ZCOL)와 거리 픽셀 컨버터(ZADC)는 픽셀 어레이(C/Z PX) 내의 거리 픽셀을 제어하여 거리 정보(ZDATA)를 제공한다.

[0072] 이와 같이 3차원 이미지 센서에서는 영상의 컬러 데이터(CDATA) 및 거리 데이터(ZDATA)를 제공하기 위하여 컬러 픽셀들을 제어하는 구성 요소들과 거리 픽셀들을 제어하는 구성 요소들이 별도로 구비되어 서로 독립적으로 동작할 수 있다.

[0073] 도 9는 도 8의 센싱부에 포함된 픽셀 어레이의 일 예를 나타내는 도면이다.

[0074] 도 9를 참조하면, 픽셀 어레이(C-Z PX)는 컬러 영상 정보를 제공하는 컬러 픽셀들(R, G, B) 및 거리 정보를 제공하는 거리 픽셀(Z)을 포함한다. 예를 들어, 픽셀 어레이(C-Z PX)에서, 레드 픽셀(R), 그린 픽셀(G), 블루 픽셀(B) 및 거리 픽셀(Z)을 포함하는 픽셀 패턴(105)이 반복적으로 배치될 수 있다.

[0075] 각 컬러 픽셀(R, G, B)은 가시광선에 의해 생성된 전자-정공 쌍(Electron-Hole Pair; EHP) 중 전자를 수집하는 광검출 영역을 포함하고, 거리 픽셀(Z)은 적외선(또는 근적외선)에 의해 생성된 전자를 수집하는 광검출 영역을 포함할 수 있다. 예를 들어, 각 거리 픽셀(Z)은 상기 가시광선보다 긴 파장을 가지는 상기 적외선(또는 근적외선)에 의해 효율적으로 생성될 수 있도록 상기 컬러 픽셀들(R, G, B)보다 큰 깊이를 가지는 포토다이오드를 포함할 수 있다. 이에 따라, 거리 픽셀(Z)의 양자 효율(Quantum Efficiency; QE)이 향상될 수 있다.

[0076] 실시예에 따라, 컬러 픽셀들(R, G, B)의 상부에는 컬러 필터들이 형성되고, 거리 픽셀(Z)의 상부에는 적외선(또는 근적외선) 필터가 형성될 수 있다. 예를 들어, 레드 픽셀(R)에는 레드 필터가 형성되고, 그린 픽셀(G)에는 그린 필터가 형성되며, 블루 픽셀(B)에는 블루 필터가 형성되고, 거리 픽셀(Z)에는 적외선(또는 근적외선) 패스 필터가 형성될 수 있다. 또한, 컬러 픽셀들(R, G, B)에는 적외선(또는 근적외선) 차단(Cut) 필터가 더 형성될 수 있다.

[0077] 도 9에는 픽셀 패턴(105)의 일 예가 도시되어 있으나, 픽셀 패턴은 다양하게 변형될 수 있다. 예를 들어, 하나의 컬러 픽셀과 하나의 거리 픽셀의 면적의 비, 픽셀 어레이(C-Z PX) 내의 컬러 픽셀들의 개수와 거리 픽셀들의 개수의 비 및 픽셀 패턴 내의 컬러 픽셀과 거리 픽셀의 배치 등은 다양하게 변형될 수 있다.

[0078] 이하, 본 발명의 실시예들에 따른 거리 측정 방법을 수행하기 위한 거리 픽셀들의 다양한 실시예들을 설명한다.

[0079] 도 10 내지 도 17은 송신광과 서로 다른 위상차를 갖는 복수의 복조 신호들에 상응하는 복수의 복조 전압들을 각각 검출하기 위한 복수의 플로팅 확산 영역들을 포함하는 거리 픽셀의 실시예들을 설명하기 위한 것이고, 도 18 내지 도 25는 송신광과 서로 다른 위상차를 갖는 복수의 복조 신호들에 상응하는 복수의 복조 전압들을 순차적으로 검출하기 위한 하나의 플로팅 확산 영역을 포함하는 거리 픽셀의 실시예들을 설명하기 위한 것이고, 도 26 내지 도 33은 플로팅 확산 영역을 중심으로 환형으로 형성된 거리 픽셀의 실시예들을 설명하기 위한 것이다.

[0080] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 플로팅 확산 영역들 및 브릿지 확산 노드를 포함하는 거리 픽셀의 레이아웃을 나타내는 도면이고, 도 11은 도 10의 거리 픽셀의 수직적 구조를 나타내는 도면이다. 도 11은 도 10의 I-I'라인에 의해 절단한 단면도이다.

[0081] 도 10 및 도 11을 참조하면, 거리 픽셀(Z1)은 반도체 기판(10)에 형성되는 제1 광검출 영역(PD1), 제2 광검출 영역(PD2), 채널 중지 영역(CS), 제1 브릿지 확산 노드(BD1), 제2 브릿지 확산 노드(BD2), 제1 플로팅 확산 영역(FD1) 및 제2 플로팅 확산 영역(FD2)을 포함할 수 있다. 또한 거리 픽셀(Z1)은 반도체 기판(10)의 상부에 형성되는 제1 포토 게이트(PG1), 제2 포토 게이트(PG2), 제1 전송 게이트(TG1) 및 제2 전송 게이트(TG2)를 포함할 수 있다.

[0082] 거리 픽셀(Z1)은 반도체 기판(10)을 이용한 CMOS 공정을 통하여 형성될 수 있다. 예를 들어, 제1 광검출 영역(PD1), 제2 광검출 영역(PD2), 채널 중지 영역(CS), 제1 브릿지 확산 노드(BD1), 제2 브릿지 확산 노드(BD2), 제1 플로팅 확산 영역(FD1) 및 제2 플로팅 확산 영역(FD2)은 반도체 기판(10)의 상부 표면으로의 이온 주입 공정 등을 통하여 반도체 기판(10)에 형성될 수 있고, 제1 포토 게이트(PG1), 제2 포토 게이트(PG2), 제1 전송 게이트(TG1) 및 제2 전송 게이트(TG2)는 증착 공정, 식각 공정 등을 통하여 반도체 기판(10)과 이격되도록 형성될 수 있다. 도면에 도시하지는 않았으나 반도체 기판(10)의 상부 표면과 게이트들(PG1, PG2, TG1, TG2) 사이에는 산화막과 같은 절연층이 개재될 수 있다.

[0083] 게이트들(PG1, PG2, TG1, TG2)은 폴리실리콘(polysilicon)을 포함하거나, 투명 전도 산화물(transparent conducting oxide, TCO)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 게이트들(PG1, PG2, TG1, TG2)은 인듐 주석 산화물(indium tin oxide, ITO), 인듐 아연 산화물(indium zinc oxide, IZO), 아연 산화물(zinc oxide, ZnO), 티타늄 산화물(titanium dioxide, TiO2), 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0084] 거리 픽셀(Z1)에 입사되는 수신광(RX)은 도 11에 도시된 바와 같이 반도체 기판(10)의 상부 표면으로부터 입사될 수 있고 이 경우 포토 게이트들(PG1, PG2)은 투명 전도 산화물을 포함하여 형성될 수 있다. 한편 거리 픽셀(Z1)에 입사되는 수신광(RX)은 반도체 기판(10)의 하부 표면으로부터 입사될 수 있고 이 경우 게이트들(PG1, PG2, TG1, TG2)은 불투명 전도 산화물을 포함할 수 있다.

[0085] 광검출 영역들(PD1, PD2)은 반도체 기판(10)과 반대 도전형의 불순물로 도핑되어 형성될 수 있다. 일 실시예에서 반도체 기판(10)은 P형 기판이고 광검출 영역들(PD1, PD2)은 N형 불순물로 도핑될 수 있다. 이 경우 채널 중지 영역은 P형 불순물을 높은 농도로 도핑하여 형성될 수 있다. 다른 실시예에서, 반도체 기판(10)은 N형 반도체 기판이거나 P형 기판에 형성된 N형-웰(N-type well)이고 광검출 영역들(PD1, PD2)은 P형 불순물로 도핑될 수 있다.

[0086] 거리 픽셀(Z1)은 송신광(TX)과 서로 다른 위상차를 갖는 복수의 복조 신호들(DEM1, DEM2)에 상응하는 복수의 복조 전압들(VD1, VD2)을 각각 검출하기 위한 복수의 플로팅 확산 영역들(FD1, FD2)을 포함한다. 예를 들어, 도 10 및 도 11에 도시된 바와 같이, 거리 픽셀(Z1)은 두 개의 플로팅 확산 영역들(FD1, FD2)을 포함하여 채널 중지 영역(CS)의 양쪽에 각각 위치하는 두 개의 하프 픽셀들로 구분될 수 있다.

[0087] 제1 포토 게이트(PG1)와 제2 포토 게이트(PG2) 사이의 반도체 기판(10) 내에 채널 중지 영역(CS)이 형성될 수 있다. 즉, 채널 중지 영역(CS)은 제1 포토 게이트(PG1) 하부의 제1 광검출 영역(PD1)과 제2 포토 게이트(PG2) 하부의 제2 광검출 영역(PD2) 사이에 형성될 수 있다.

[0088] 채널 중지 영역(CS)은 제1 광검출 영역(PD1)에서 제2 광검출 영역(PD2)으로 또는 제2 광검출 영역(PD2)에서 제1 광검출 영역(PD1)으로 전하가 전송되는 것을 차단할 수 있다. 이와 같이, 거리 픽셀은 제1 포토 게이트(PG1)와 제2 포토 게이트(PG2) 사이에서 전위 장벽을 형성하는 채널 중지 영역(CS)을 포함하여 광검출 영역들(PD1, PD2) 사이의 전하 전송에 의한 노이즈의 발생을 억제할 수 있다.

[0089] 임시 저장 영역(TSR)에 상응하는 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)은 광검출 영역들(PD1, PD2)에 인접하여 각각 형성된다. 포토 게이트들(PG1, PG2)들은 광검출 영역들(PD1, PD2)의 상부에 형성되고 복조 신호들(DEM1, DEM2)에 응답하여 발생된 광전하를 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)에 저장한다. 즉 포토 게이트들(PG1, PG1)에 인가되는 복조 신호들(DEM1, DEM2)의 위상에 상응하는 광전하가 각각 수집되어 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)의 각각에 저장된다. 전송 게이트들(TG1, TG2)에 인가되는 전송 제어 신호들(TGC1, TGC2)에 응답하여 기판(10)의 상부 영역에 채널이 형성되어 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)과 플로팅 확산 영역들(FD1, FD2)이 각각 전기적으로 연결된다. 리셋 트랜지스터들(TR1, TR2)은 리셋 신호들(RST1, RST2)에 응답하여 리셋 전압(VRST)을 플로팅 확산 영역들(FD1, FD2)에 인가한다. 플로팅 확산 노드 전압들(VFD1, VFD2)은 후술하는 바와 같이, 노이즈 전압들(VB1, VB2) 및 복조 전압들(VD1, VD2)로서 검출된다.

[0090] 도 12는 도 11의 거리 픽셀을 이용한 거리 측정 방법을 나타내는 타이밍도이다.

[0091] 도 12를 참조하면, 도 7을 참조하여 설명한 바와 같은 광감지 장치(100)는 집광 시간(TINT) 동안 피사체에 변조된 송신광(TX)을 조사(illumination)한다. 송신광(TX)은 피사체에 의해 반사되어 수신광(RX)으로서 상기 광감지 장치(100)에 도달한다. 수신광(RX)은 송신광(TX)에 대하여 광의 비행 시간(TOF: time of flight)만큼 지연된다. 수신광(RX)에 의해 상기 광감지 장치에 포함된 거리 픽셀의 광검출 영역(PD)에서 광전하가 발생한다.

[0092] 집광 시간(TINT) 동안 주기적으로 변동하는 세기를 가지는 복조 신호들(DEM1, DEM2)은 송신광(TX)과 일정한 위상차를 갖는다. 예를 들어, 도 12에 도시된 바와 같이, 제1 복조 신호(DEM1)는 송신광(TX)과 동일한 위상을 갖고, 제2 복조 신호(DEM2)는 송신광(TX)과 반대 위상(즉, 180도의 위상차)을 가질 수 있다. 이러한 복조 신호(DEM)에 응답하여 거리 픽셀의 수신광(RX)에 의해 광검출 영역(PD)에서 발생된 광전하들 중에서 제1 복조 신호(DEM1)의 활성화 구간에 상응하는 광전하(Q1)가 제1 브릿지 확산 노드(BD1)에 저장되고, 제2 복조 신호(DEM2)의 활성화 구간에 상응하는 광전하(Q2)가 제2 브릿지 확산 노드(BD2)에 저장될 수 있다. 이와 같이 복조 신호들(DEM1, DEM2)의 위상에 상응하는 광전하(Q1, Q2)의 양을 구하면 송신광(TX)과 수신광(RX)의 위상차, 즉 TOF를 결정할 수 있다.

[0093] 도 12에는, 독출 시간(TRD) 동안, 노이즈 전압을 검출한 후 브릿지 확산 노드와 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결하여 복조 전압을 검출하는 실시예가 도시되어 있다.

[0094] 집광된 광전하의 양을 측정하기 위한 독출 시간(TRD)이 시작되면, 먼저 리셋 신호들(RST1, RST2)이 활성화되어 플로팅 확산 영역들(FD1, FD2)에 리셋 전압(VRST)이 인가된다. 플로팅 확산 영역들(FD1, FD2)에 리셋 전압(VRST)이 인가된 후에 제1 샘플링 제어 신호(SMPB)가 활성화되면, 리셋 전압(VRST)으로 초기화된 제1 플로팅 확산 노드 전압(VFD1)이 제1 노이즈 전압(VB1)으로서 검출되고, 리셋 전압(VRST)으로 초기화된 제2 플로팅 확산 노드 전압(VFD2)이 제2 노이즈 전압(VB2)으로서 검출된다. 노이즈 전압들(VB1, VB2)이 검출된 후에 전송 제어 신호들(TGC1 TGC2)이 활성화되어 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)과 플로팅 확산 영역들(FD1, FD2)이 각각 전기적으로 연결된다. 이와 같이 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)과 플로팅 확산 영역들(FD1, FD2)이 전기적으로 연결된 후에 제2 샘플링 제어 신호(SMPD)가 활성화되면 제1 브릿지 확산 노드(BD1)에 저장된 광전하(Q1)에 상응하는 제1 플로팅 확산 노드 전압(VFD1)이 제1 복조 전압(VD1)으로서 검출되고, 제2 브릿지 확산 노드(BD2)에 저장된 광전하(Q2)에 상응하는 제2 플로팅 확산 노드 전압(VFD2)이 제2 복조 전압(VD2)으로서 검출된다.

[0095] 검출된 노이즈 전압들(VB1, VB2) 및 복조 전압들(VD1, VD2)에 기초하여 유효 전압들을 결정할 수 있다. 즉 제1 노이즈 전압(VB1)과 제1 복조 전압(VD1)의 차이로부터 제1 복조 신호(DEM1)의 위상에 상응하는 제1 유효 전압(V1=|VB1-VD1|)을 결정하고 제2 노이즈 전압(VB2)과 제2 복조 전압(VD2)의 차이로부터 제2 복조 신호(DEM2)의 위상에 상응하는 제2 유효 전압(V2=|VB2-VD2|)을 결정할 수 있다. 예를 들어, 제1 복조 신호(DEM1)와 송신광(TX) 사이의 위상차를 P1이라 하고 제2 복조 신호(DEM2)와 송신광(TX) 사이의 위상차를 P2라 하면, (P1V1+P2V2)/(V1+V2)와 같은 가중치 평균으로부터 수신광(RX)의 위상이 계산될 수 있고, 결과적으로 피사체까지의 거리를 구할 수 있다.

[0096] 이와 같이, 임시 저장 영역(TSR)에 상응하는 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)을 이용하여 광전하를 임시 저장하고, 복조 신호들(DEM1, DEM2)의 위상에 상응하는 복조 전압들(VD1, VD2)을 검출하기 전에 플로팅 확산 영역들(FD1, FD2)에 존재하는 노이즈 성분에 상응하는 노이즈 전압들(VB1, VB2)을 검출함으로써 신호-대 노이즈 비를 향상시키고 더욱 정밀한 유효 전압을 얻을 수 있다.

[0097] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 플로팅 확산 영역들 및 저장 노드를 포함하는 거리 픽셀의 레이아웃을 나타내는 도면이고, 도 14는 도 13의 거리 픽셀의 수직적 구조를 나타내는 도면이다. 도 14는 도 13의 I-I'라인에 의해 절단한 단면도이다.

[0098] 도 13 및 도 14를 참조하면, 거리 픽셀(Z2)은 반도체 기판(10)에 형성되는 제1 광검출 영역(PD1), 제2 광검출 영역(PD2), 채널 중지 영역(CS), 제1 저장 노드(SD1), 제2 저장 노드(SD2), 제1 플로팅 확산 영역(FD1) 및 제2 플로팅 확산 영역(FD2)을 포함할 수 있다. 또한 거리 픽셀(Z2)은 반도체 기판(10)의 상부에 형성되는 제1 콜렉션 게이트(CG1), 제2 콜렉션 게이트(CG2), 제1 전송 게이트(TG1) 및 제2 전송 게이트(TG2)를 포함할 수 있다. 이하 전술한 실시예와 중복되는 설명은 생략한다.

[0099] 거리 픽셀(Z2)은 송신광(TX)과 서로 다른 위상차를 갖는 복수의 복조 신호들(DEM1, DEM2)에 상응하는 복수의 복조 전압들(VD1, VD2)을 각각 검출하기 위한 복수의 플로팅 확산 영역들(FD1, FD2)을 포함한다. 예를 들어, 도 13에 도시된 바와 같이, 거리 픽셀(Z2)은 두 개의 플로팅 확산 영역들(FD1, FD2)을 포함하여 채널 중지 영역(CS)의 양쪽에 각각 위치하는 두 개의 하프 픽셀들로 구분될 수 있다.

[0100] 저장 노드들(SD1, SD2)은 광검출 영역들(PD1, PD2)과 이격되어 각각 형성된다. 콜렉션 게이트들(CG1, CG2)은 광검출 영역들(PD1, PD2)과 저장 노드들(SD1, SD2) 사이의 반도체 기판(10)의 상부에 형성되고 복조 신호들(DEM1, DEM2)에 응답하여 광검출 영역들(PD1, PD2)에서 발생된 광전하를 저장 노드들(SD1, SD2)에 저장한다. 즉 콜렉션 게이트들(CG1, CG2)에 인가되는 복조 신호들(DEM1, DEM2)의 위상에 상응하는 광전하가 각각 수집되어 저장 노드들(SD1, SD2)의 각각에 저장된다. 전송 게이트들(TG1, TG2)에 인가되는 전송 제어 신호들(TGC1, TGC2)에 응답하여 기판(10)의 상부 영역에 채널이 형성되어 저장 노드들(SD1, SD2)과 플로팅 확산 영역들(FD1, FD2)이 각각 전기적으로 연결된다. 리셋 트랜지스터들(TR1, TR2)은 리셋 신호들(RST1, RST2)에 응답하여 리셋 전압(VRST)을 플로팅 확산 영역들(FD1, FD2)에 인가한다. 플로팅 확산 노드 전압들(VFD1, VFD2)은 후술하는 바와 같이, 노이즈 전압들(VB1, VB2) 및 복조 전압들(VD1, VD2)로서 검출된다.

[0101] 도 13의 거리 픽셀(Z2)을 이용한 거리 측정 방법은 도 12를 참조하여 설명한 도 10의 거리 픽셀(Z1)의 거리 측정 방법과 유사하다. 다만 도 10의 거리 픽셀(Z1)에서는 집광 시간(TINT) 동안에 포토 게이트들(PG1, PG2)에 복조 신호들(DEM1, DEM2)을 인가하여 광검출 영역들(PD1, PD2)과 인접하여 형성되는 브릿지 확산 노드들(BD1,

BD2)에 광전하를 임시 저장 하는 반면, 도 13의 거리 픽셀(Z2)에서는 집광 시간(TINT) 동안에 콜렉션 게이트들(CG1, CG2)에 복조 신호들(DEM1, DEM2)을 인가하여 광검출 영역들(PD1, PD2)과 이격되어 형성되는 저장 노드들(SD1, SD2)에 광전하를 임시 저장한다.

[0102] 결과적으로, 도 10의 거리 픽셀(Z1)은 독출 시간(TRD) 동안 노이즈 전압을 검출한 후 브릿지 확산 노드와 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결하여 복조 전압을 검출하는 반면, 도 13의 거리 픽셀(Z2)은 독출 시간(TRD) 동안 노이즈 전압을 검출한 후 저장 노드와 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결하여 복조 전압을 검출한다.

[0103] 집광된 광전하의 양을 측정하기 위한 독출 시간(TRD)이 시작되면, 먼저 리셋 신호들(RST1, RST2)이 활성화되어 플로팅 확산 영역들(FD1, FD2)에 리셋 전압(VRST)이 인가된다. 플로팅 확산 영역들(FD1, FD2)에 리셋 전압(VRST)이 인가된 후에 제1 샘플링 제어 신호(SMPB)가 활성화되면, 리셋 전압(VRST)으로 초기화된 제1 플로팅 확산 노드 전압(VFD1)이 제1 노이즈 전압(VB1)으로서 검출되고, 리셋 전압(VRST)으로 초기화된 제2 플로팅 확산 노드 전압(VFD2)이 제2 노이즈 전압(VB2)으로서 검출된다. 노이즈 전압들(VB1, VB2)이 검출된 후에 전송 제어 신호들(TGC1 TGC2)이 활성화되어 저장 노드들(SD1, SD2)과 플로팅 확산 영역들(FD1, FD2)이 각각 전기적으로 연결된다. 이와 같이 저장 노드들(SD1, SD2)과 플로팅 확산 영역들(FD1, FD2)이 전기적으로 연결된 후에 제2 샘플링 제어 신호(SMPD)가 활성화되면 제1 저장 노드(SD1)에 저장된 광전하(Q1)에 상응하는 제1 플로팅 확산 노드 전압(VFD1)이 제1 복조 전압(VD1)으로서 검출되고, 제2 저장 노드(SD2)에 저장된 광전하(Q2)에 상응하는 제2 플로팅 확산 노드 전압(VFD2)이 제2 복조 전압(VD2)으로서 검출된다.

[0104] 이와 같이, 임시 저장 영역(TSR)에 상응하는 저장 노드들(SD1, SD2)을 이용하여 광전하를 임시 저장하고, 복조 신호들(DEM1, DEM2)의 위상에 상응하는 복조 전압들(VD1, VD2)을 검출하기 전에 플로팅 확산 영역들(FD1, FD2)에 존재하는 노이즈 성분에 상응하는 노이즈 전압들(VB1, VB2)을 검출함으로써 신호-대 노이즈 비를 향상시키고 더욱 정밀한 유효 전압을 얻을 수 있다.

[0105] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 플로팅 확산 영역들, 브릿지 확산 노드 및 저장 노드를 포함하는 거리 픽셀의 레이아웃을 나타내는 도면이고, 도 16은 도 15의 거리 픽셀의 수직적 구조를 나타내는 도면이다. 도 16은 도 15의 I-I'라인에 의해 절단한 단면도이다.

[0106] 도 15 및 도 16을 참조하면, 거리 픽셀(Z3)은 반도체 기판(10)에 형성되는 제1 광검출 영역(PD1), 제2 광검출 영역(PD2), 채널 중지 영역(CS), 제1 브릿지 확산 노드(BD1), 제2 브릿지 확산 노드(BD2), 제1 저장 노드(SD1), 제2 저장 노드(SD2), 제1 플로팅 확산 영역(FD1) 및 제2 플로팅 확산 영역(FD2)을 포함할 수 있다. 또한 거리 픽셀(Z3)은 반도체 기판(10)의 상부에 형성되는 제1 포토 게이트(PG1), 제2 포토 게이트(PG2), 제1 저장 게이트(SG1), 제2 저장 게이트(SG2), 제1 전송 게이트(TG1) 및 제2 전송 게이트(TG2)를 포함할 수 있다. 이하 전술한 실시예와 중복되는 설명은 생략한다.

[0107] 거리 픽셀(Z3)은 송신광(TX)과 서로 다른 위상차를 갖는 복수의 복조 신호들(DEM1, DEM2)에 상응하는 복수의 복조 전압들(VD1, VD2)을 각각 검출하기 위한 복수의 플로팅 확산 영역들(FD1, FD2)을 포함한다. 예를 들어, 도 15에 도시된 바와 같이, 거리 픽셀(Z3)은 두 개의 플로팅 확산 영역들(FD1, FD2)을 포함하여 채널 중지 영역(CS)의 양쪽에 각각 위치하는 두 개의 하프 픽셀들로 구분될 수 있다.

[0108] 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)은 광검출 영역들(PD1, PD2)에 인접하여 각각 형성되고, 저장 노드들(SD1, SD2)은 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)과 이격되어 각각 형성된다. 포토 게이트들(PG1, PG2)들은 광검출 영역들(PD1, PD2)의 상부에 형성되고 복조 신호들(DEM1, DEM2)에 응답하여 발생된 광전하를 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)에 저장한다. 즉 포토 게이트들(PG1, PG1)에 인가되는 복조 신호들(DEM1, DEM2)의 위상에 상응하는 광전하가 각각 수집되어 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)의 각각에 저장된다. 저장 게이트들(SG1, SG2)에 인가되는 저장 제어 신호들(SGC1, SGC2)에 응답하여 기판(10)의 상부 영역에 채널이 형성되어 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)과 저장 노드들(SD1, SD2)이 각각 전기적으로 연결된다. 또한 전송 게이트들(TG1, TG2)에 인가되는 전송 제어 신호들(TGC1, TGC2)에 응답하여 기판(10)의 상부 영역에 채널이 형성되어 저장 노드들(SD1, SD2)과 플로팅 확산 영역들(FD1, FD2)이 각각 전기적으로 연결된다. 리셋 트랜지스터들(TR1, TR2)은 리셋 신호들(RST1, RST2)에 응답하여 리셋 전압(VRST)을 플로팅 확산 영역들(FD1, FD2)에 인가한다. 플로팅 확산 노드 전압들(VFD1, VFD2)은 후술하는 바와 같이, 노이즈 전압들(VB1, VB2) 및 복조 전압들(VD1, VD2)로서 검출된다.

[0109] 도 17은 도 16의 거리 픽셀을 이용한 거리 측정 방법을 나타내는 타이밍도이다.

[0110] 도 17의 거리 측정 방법은 도 12의 거리 측정 방법과 유사하므로 중복되는 설명은 생략한다. 다만 도 17의 거리 측정 방법에서는 저장 제어 신호들(SGC1, SGC2)을 활성화하여 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)과 저장 노드들

(SD1, SD2)을 전기적으로 연결하는 단계를 더 포함한다. 도 17에는 저장 제어 신호들(SGC1, SGC2)이 제1 샘플링 신호(SMPB)와 동시에 활성화되는 것으로 도시되어 있으나, 저장 제어 신호들(SGC1, SGC2)은 집광 시간(TINT)이 종료된 후 전송 제어 신호들(TGC1, TGC2)이 활성화되기 전에 활성화되면 족하다.

[0111] 결과적으로, 도 10의 거리 픽셀(Z1)은 독출 시간(TRD) 동안 노이즈 전압을 검출한 후 브릿지 확산 노드와 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결하여 복조 전압을 검출하는 반면, 도 15의 거리 픽셀(Z3)은 독출 시간(TRD) 동안 노이즈 전압을 검출한 후 저장 노드와 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결하여 복조 전압을 검출한다.

[0112] 이와 같이, 임시 저장 영역(TSR)에 상응하는 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2) 및 저장 노드들(SD1, SD2)을 이용하여 광전하를 임시 저장하고, 복조 신호들(DEM1, DEM2)의 위상에 상응하는 복조 전압들(VD1, VD2)을 검출하기 전에 플로팅 확산 영역들(FD1, FD2)에 존재하는 노이즈 성분에 상응하는 노이즈 전압들(VB1, VB2)을 검출함으로써 신호-대 노이즈 비를 향상시키고 더욱 정밀한 유효 전압을 얻을 수 있다.

[0113] 도 18은 본 발명의 일 실시예에 따른 공통 플로팅 확산 영역 및 브릿지 확산 노드를 포함하는 거리 픽셀의 레이아웃을 나타내는 도면이고, 도 19는 도 18의 거리 픽셀의 수직적 구조를 나타내는 도면이다. 도 19는 도 18의 I-I'라인에 의해 절단한 단면도이다.

[0114] 도 18 및 도 19를 참조하면, 거리 픽셀(Z4)은 반도체 기판(10)에 형성되는 공통 플로팅 확산 영역(CFD), 제1 광검출 영역(PD1), 제2 광검출 영역(PD2), 제1 브릿지 확산 노드(BD1) 및 제2 브릿지 확산 노드(BD2)를 포함할 수 있다. 또한 거리 픽셀(Z4)은 반도체 기판(10)의 상부에 형성되는 제1 포토 게이트(PG1), 제2 포토 게이트(PG2), 제1 전송 게이트(TG1) 및 제2 전송 게이트(TG2)를 포함할 수 있다.

[0115] 거리 픽셀(Z4)은 송신광(TX)과 서로 다른 위상차를 갖는 복수의 복조 신호들(DEM1, DEM2)에 상응하는 복수의 복조 전압들(VD1, VD2)을 순차적으로 검출하기 위한 하나의 공통 플로팅 확산 영역(CFD)을 포함한다. 예를 들어, 도 18에 도시된 바와 같이, 거리 픽셀(Z4)은 공통 플로팅 확산 영역(CFD)의 양쪽에 각각 위치하는 두 개의 하프 픽셀들로 구분될 수 있다.

[0116] 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)은 광검출 영역들(PD1, PD2)에 인접하여 각각 형성된다. 포토 게이트들(PG1, PG2)들은 광검출 영역들(PD1, PD2)의 상부에 형성되고 복조 신호들(DEM1, DEM2)에 응답하여 발생된 광전하를 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)에 저장한다. 즉 포토 게이트들(PG1, PG1)에 인가되는 복조 신호들(DEM1, DEM2)의 위상에 상응하는 광전하가 각각 수집되어 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)의 각각에 저장된다. 전송 게이트들(TG1, TG2)에 인가되는 전송 제어 신호들(TGC1, TGC2)에 응답하여 기판(10)의 상부 영역에 채널이 형성되어 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)과 공통 플로팅 확산 영역(CFD)이 각각 전기적으로 연결된다. 거리 픽셀(Z4)은 하나의 공통 플로팅 확산 영역(CFD)을 포함하므로, 전송 제어 신호들(TGC1, TGC2)은 서로 다른 타이밍에 활성화된다. 리셋 트랜지스터(TR)는 리셋 신호(RST)에 응답하여 리셋 전압(VRST)을 공통 플로팅 확산 영역(CFD)에 인가한다. 공통 플로팅 확산 노드 전압(VCFD)은 후술하는 바와 같이, 노이즈 전압들(VB1, VB2) 및 복조 전압들(VD1, VD2)로서 검출된다.

[0117] 도 20은 도 19의 거리 픽셀을 이용한 거리 측정 방법을 나타내는 타이밍도이다.

[0118] 도 20을 참조하면, 도 7을 참조하여 설명한 바와 같은 광감지 장치(100)는 집광 시간(TINT) 동안 피사체에 변조된 송신광(TX)을 조사(illumination)한다. 송신광(TX)은 피사체에 의해 반사되어 수신광(RX)으로서 상기 광감지 장치(100)에 도달한다. 수신광(RX)은 송신광(TX)에 대하여 광의 비행 시간(TOF: time of flight)만큼 지연된다. 수신광(RX)에 의해 상기 광감지 장치에 포함된 거리 픽셀의 광검출 영역(PD)에서 광전하가 발생한다.

[0119] 집광 시간(TINT) 동안 주기적으로 변동하는 세기를 가지는 복조 신호들(DEM1, DEM2)은 송신광(TX)과 일정한 위상차를 갖는다. 예를 들어, 도 20에 도시된 바와 같이, 제1 복조 신호(DEM1)는 송신광(TX)과 동일한 위상을 갖고, 제2 복조 신호(DEM2)는 송신광(TX)과 반대 위상(즉, 180도의 위상차)을 가질 수 있다. 이러한 복조 신호(DEM)에 응답하여 거리 픽셀의 수신광(RX)에 의해 광검출 영역(PD)에서 발생된 광전하들 중에서 제1 복조 신호(DEM1)의 활성화 구간에 상응하는 광전하(Q1)가 제1 브릿지 확산 노드(BD1)에 저장되고, 제2 복조 신호(DEM2)의 활성화 구간에 상응하는 광전하(Q2)가 제2 브릿지 확산 노드(BD2)에 저장될 수 있다. 이와 같이 복조 신호들(DEM1, DEM2)의 위상에 상응하는 광전하(Q1, Q2)의 양을 구하면 송신광(TX)과 수신광(RX)의 위상차, 즉 TOF를 결정할 수 있다.

[0120] 도 20에는, 독출 시간(TRD) 동안, 노이즈 전압을 검출한 후 브릿지 확산 노드와 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결하여 복조 전압을 검출하는 실시예가 도시되어 있다.

[0121] 집광된 광전하의 양을 측정하기 위한 독출 시간(TRD)이 시작되면, 먼저 리셋 신호(RST)가 활성화되어 공통 플로팅 확산 영역(CFD)에 리셋 전압(VRST)이 인가된다. 공통 플로팅 확산 영역(CFD)에 리셋 전압(VRST)이 인가된 후에 제1 샘플링 제어 신호(SMPB)가 활성화되면, 리셋 전압(VRST)으로 초기화된 공통 플로팅 확산 노드 전압(VCFD)이 제1 노이즈 전압(VB1)으로서 검출된다. 제1 노이즈 전압(VB1)이 검출된 후에 제1 전송 제어 신호(TGC1)가 활성화되어 제1 브릿지 확산 노드(BD1)와 공통 플로팅 확산 영역(CFD)이 전기적으로 연결된다. 제1 브릿지 확산 노드(BD1)와 공통 플로팅 확산 영역(CFD)이 전기적으로 연결된 후에 제2 샘플링 제어 신호(SMPD)가 활성화되면 제1 브릿지 확산 노드(BD1)에 저장된 광전하(Q1)에 상응하는 공통 플로팅 확산 노드 전압(VCFD)이 제1 복조 전압(VD1)으로서 검출된다. 제1 복조 전압(VD1)이 검출된 후에, 리셋 신호(RST)가 다시 활성화되어 공통 플로팅 확산 영역(CFD)에 리셋 전압(VRST)이 인가된다. 공통 플로팅 확산 영역(CFD)에 리셋 전압(VRST)이 다시 인가된 후에 제1 샘플링 제어 신호(SMPB)가 다시 활성화되면, 리셋 전압(VRST)으로 초기화된 공통 플로팅 확산 노드 전압(VCFD)이 제2 노이즈 전압(VB2)으로서 검출된다. 제2 노이즈 전압(VB2)이 검출된 후에 제2 전송 제어 신호(TGC2)가 활성화되어 제2 브릿지 확산 노드(BD2)와 공통 플로팅 확산 영역(CFD)이 전기적으로 연결된다. 제2 브릿지 확산 노드(BD2)와 공통 플로팅 확산 영역(CFD)이 전기적으로 연결된 후에 제2 샘플링 제어 신호(SMPD)가 다시 활성화되면 제2 브릿지 확산 노드(BD2)에 저장된 광전하(Q2)에 상응하는 공통 플로팅 확산 노드 전압(VCFD)이 제2 복조 전압(VD2)으로서 검출된다.

[0122] 이와 같이, 공통의 플로팅 확산 영역(CFD)을 이용하여 노이즈 전압들(VB1, VB2) 및 복조 전압들(VD1, VD2)을 순차적으로 검출할 수 있다. 임시 저장 영역(TSR)에 상응하는 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)을 이용하여 광전하를 임시 저장하고, 복조 신호들(DEM1, DEM2)의 위상에 상응하는 복조 전압들(VD1, VD2)을 각각 검출하기 전에 공통 플로팅 확산 영역(CFD)에 존재하는 노이즈 성분에 상응하는 노이즈 전압들(VB1, VB2)을 각각 검출함으로써 신호-대 노이즈 비를 향상시키고 더욱 정밀한 유효 전압을 얻을 수 있다.

[0123] 도 21은 본 발명의 일 실시예에 따른 공통 플로팅 확산 영역 및 저장 노드를 포함하는 거리 픽셀의 레이아웃을 나타내는 도면이고, 도 22는 도 21의 거리 픽셀의 수직적 구조를 나타내는 도면이다. 도 22는 도 21의 I-I'라인에 의해 절단한 단면도이다.

[0124] 도 21 및 도 22를 참조하면, 거리 픽셀(Z5)은 반도체 기판(10)에 형성되는 공통 플로팅 확산 영역(CFD), 제1 광검출 영역(PD1), 제2 광검출 영역(PD2), 제1 저장 노드(SD1) 및 제2 저장 노드(SD2)를 포함할 수 있다. 또한 거리 픽셀(Z5)은 반도체 기판(10)의 상부에 형성되는 제1 콜렉션 게이트(CG1), 제2 콜렉션 게이트(CG2), 제1 전송 게이트(TG1) 및 제2 전송 게이트(TG2)를 포함할 수 있다. 이하 전술한 실시예와 중복되는 설명은 생략한다.

[0125] 거리 픽셀(Z5)은 송신광(TX)과 서로 다른 위상차를 갖는 복수의 복조 신호들(DEM1, DEM2)에 상응하는 복수의 복조 전압들(VD1, VD2)을 순차적으로 검출하기 위한 하나의 공통 플로팅 확산 영역(CFD)을 포함한다. 예를 들어, 도 21에 도시된 바와 같이, 거리 픽셀(Z5)은 공통 플로팅 확산 영역(CFD)의 양쪽에 각각 위치하는 두 개의 하프 픽셀들로 구분될 수 있다.

[0126] 저장 노드들(SD1, SD2)은 광검출 영역들(PD1, PD2)과 이격되어 각각 형성된다. 콜렉션 게이트들(CG1, CG2)은 광검출 영역들(PD1, PD2)과 저장 노드들(SD1, SD2) 사이의 반도체 기판(10)의 상부에 형성되고 복조 신호들(DEM1, DEM2)에 응답하여 광검출 영역들(PD1, PD2)에서 발생된 광전하를 저장 노드들(BD1, BD2)에 저장한다. 즉 콜렉션 게이트들(CG1, CG2)에 인가되는 복조 신호들(DEM1, DEM2)의 위상에 상응하는 광전하가 각각 수집되어 저장 노드들(SD1, SD2)의 각각에 저장된다. 전송 게이트들(TG1, TG2)에 인가되는 전송 제어 신호들(TGC1, TGC2)에 응답하여 기판(10)의 상부 영역에 채널이 형성되어 저장 노드들(SD1, SD2)과 공통 플로팅 확산 영역(CFD)이 각각 전기적으로 연결된다. 거리 픽셀(Z5)은 하나의 공통 플로팅 확산 영역(CFD)을 포함하므로, 전송 제어 신호들(TGC1, TGC2)은 서로 다른 타이밍에 활성화된다. 리셋 트랜지스터(TR)는 리셋 신호(RST)에 응답하여 리셋 전압(VRST)을 공통 플로팅 확산 영역(CFD)에 인가한다. 공통 플로팅 확산 노드 전압(VCFD)은 후술하는 바와 같이, 노이즈 전압들(VB1, VB2) 및 복조 전압들(VD1, VD2)로서 검출된다.

[0127] 도 21의 거리 픽셀(Z5)을 이용한 거리 측정 방법은 도 20을 참조하여 설명한 도 18의 거리 픽셀(Z4)의 거리 측정 방법과 유사하다. 다만 도 18의 거리 픽셀(Z4)에서는 집광 시간(TINT) 동안에 포토 게이트들(PG1, PG2)에 복조 신호들(DEM1, DEM2)을 인가하여 광검출 영역들(PD1, PD2)과 인접하여 형성되는 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)에 광전하를 임시 저장 하는 반면, 도 21의 거리 픽셀(Z5)에서는 집광 시간(TINT) 동안에 콜렉션 게이트들(SG1, SG2)에 복조 신호들(DEM1, DEM2)을 인가하여 광검출 영역들(PD1, PD2)과 이격되어 형성되는 저장 노드들(SD1, SD2)에 광전하를 임시 저장한다.

[0128] 결과적으로, 도 18의 거리 픽셀(Z4)은 독출 시간(TRD) 동안 노이즈 전압을 검출한 후 브릿지 확산 노드와 플로

팅 확산 영역을 전기적으로 연결하여 복조 전압을 검출하는 반면, 도 21의 거리 픽셀(Z5)은 독출 시간(TRD) 동안 노이즈 전압을 검출한 후 저장 노드와 공통 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결하여 복조 전압을 검출한다.

[0129] 집광된 광전하의 양을 측정하기 위한 독출 시간(TRD)이 시작되면, 먼저 리셋 신호(RST)가 활성화되어 공통 플로팅 확산 영역(CFD)에 리셋 전압(VRST)이 인가된다. 공통 플로팅 확산 영역(CFD)에 리셋 전압(VRST)이 인가된 후에 제1 샘플링 제어 신호(SMPB)가 활성화되면, 리셋 전압(VRST)으로 초기화된 공통 플로팅 확산 노드 전압(VCFD)이 제1 노이즈 전압(VB1)으로서 검출된다. 제1 노이즈 전압(VB1)이 검출된 후에 제1 전송 제어 신호(TGC1)가 활성화되어 제1 저장 노드(SD1)와 공통 플로팅 확산 영역(CFD)이 전기적으로 연결된다. 제1 저장 노드(SD1)와 공통 플로팅 확산 영역(CFD)이 전기적으로 연결된 후에 제2 샘플링 제어 신호(SMPD)가 활성화되면 제1 저장 노드(SD1)에 저장된 광전하(Q1)에 상응하는 공통 플로팅 확산 노드 전압(VCFD)이 제1 복조 전압(VD1)으로서 검출된다. 제1 복조 전압(VD1)이 검출된 후에, 리셋 신호(RST)가 다시 활성화되어 공통 플로팅 확산 영역(CFD)에 리셋 전압(VRST)이 인가된다. 공통 플로팅 확산 영역(CFD)에 리셋 전압(VRST)이 다시 인가된 후에 제1 샘플링 제어 신호(SMPB)가 다시 활성화되면, 리셋 전압(VRST)으로 초기화된 공통 플로팅 확산 노드 전압(VCFD)이 제2 노이즈 전압(VB2)으로서 검출된다. 제2 노이즈 전압(VB2)이 검출된 후에 제2 전송 제어 신호(TGC2)가 활성화되어 제2 저장 노드(SD2)와 공통 플로팅 확산 영역(CFD)이 전기적으로 연결된다. 제2 저장 노드(SD2)와 공통 플로팅 확산 영역(CFD)이 전기적으로 연결된 후에 제2 샘플링 제어 신호(SMPD)가 다시 활성화되면 제2 저장 노드(BD2)에 저장된 광전하(Q2)에 상응하는 공통 플로팅 확산 노드 전압(VCFD)이 제2 복조 전압(VD2)으로서 검출된다.

[0130] 이와 같이, 공통의 플로팅 확산 영역(CFD)을 이용하여 노이즈 전압들(VB1, VB2) 및 복조 전압들(VD1, VD2)을 순차적으로 검출할 수 있다. 임시 저장 영역(TSR)에 상응하는 저장 노드들(BD1, BD2)을 이용하여 광전하를 임시 저장하고, 복조 신호들(DEM1, DEM2)의 위상에 상응하는 복조 전압들(VD1, VD2)을 각각 검출하기 전에 공통 플로팅 확산 영역(CFD)에 존재하는 노이즈 성분에 상응하는 노이즈 전압들(VB1, VB2)을 각각 검출함으로써 신호-대 노이즈 비를 향상시키고 더욱 정밀한 유효 전압을 얻을 수 있다.

[0131] 도 23은 본 발명의 일 실시예에 따른 공통 플로팅 확산 영역, 브릿지 확산 노드 및 저장 노드를 포함하는 거리 픽셀의 레이아웃을 나타내는 도면이고, 도 24는 도 23의 거리 픽셀의 수직적 구조를 나타내는 도면이다. 도 24는 도 23의 I-I'라인에 의해 절단한 단면도이다.

[0132] 도 23 및 도 24를 참조하면, 거리 픽셀(Z6)은 반도체 기판(10)에 형성되는 공통 플로팅 확산 영역(CFD), 제1 광검출 영역(PD1), 제2 광검출 영역(PD2), 제1 브릿지 확산 노드(BD1), 제2 브릿지 확산 노드(BD2), 제1 저장 노드(SD1) 및 제2 저장 노드(SD2)를 포함할 수 있다. 또한 거리 픽셀(Z6)은 반도체 기판(10)의 상부에 형성되는 제1 포토 게이트(PG1), 제2 포토 게이트(PG2), 제1 저장 게이트(SG1), 제2 저장 게이트(SG2), 제1 전송 게이트(TG1) 및 제2 전송 게이트(TG2)를 포함할 수 있다. 이하 전술한 실시예와 중복되는 설명은 생략한다.

[0133] 거리 픽셀(Z6)은 송신광(TX)과 서로 다른 위상차를 갖는 복수의 복조 신호들(DEM1, DEM2)에 상응하는 복수의 복조 전압들(VD1, VD2)을 순차적으로 검출하기 위한 하나의 공통 플로팅 확산 영역(CFD)을 포함한다. 예를 들어, 도 23에 도시된 바와 같이, 거리 픽셀(Z6)은 공통 플로팅 확산 영역(CFD)의 양쪽에 각각 위치하는 두 개의 하프 픽셀들로 구분될 수 있다.

[0134] 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)은 광검출 영역들(PD1, PD2)에 인접하여 각각 형성되고, 저장 노드들(SD1, SD2)은 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)과 이격되어 각각 형성된다. 포토 게이트들(PG1, PG2)들은 광검출 영역들(PD1, PD2)의 상부에 형성되고 복조 신호들(DEM1, DEM2)에 응답하여 발생된 광전하를 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)에 저장한다. 즉 포토 게이트들(PG1, PG2)에 인가되는 복조 신호들(DEM1, DEM2)의 위상에 상응하는 광전하가 각각 수집되어 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)의 각각에 저장된다. 저장 게이트들(SG1, SG2)에 인가되는 저장 제어 신호들(SGC1, SGC2)에 응답하여 기판(10)의 상부 영역에 채널이 형성되어 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)과 저장 노드들(SD1, SD2)이 각각 전기적으로 연결된다. 또한 전송 게이트들(TG1, TG2)에 인가되는 전송 제어 신호들(TGC1, TGC2)에 응답하여 기판(10)의 상부 영역에 채널이 형성되어 저장 노드들(SD1, SD2)과 공통 플로팅 확산 영역(CFD)이 각각 전기적으로 연결된다. 거리 픽셀(Z6)은 하나의 공통 플로팅 확산 영역(CFD)을 포함하므로, 전송 제어 신호들(TGC1, TGC2)은 서로 다른 타이밍에 활성화된다. 리셋 트랜지스터(TR)는 리셋 신호(RST)에 응답하여 리셋 전압(VRST)을 공통 플로팅 확산 영역(CFD)에 인가한다. 공통 플로팅 확산 노드 전압(VCFD)은 후술하는 바와 같이, 노이즈 전압들(VB1, VB2) 및 복조 전압들(VD1, VD2)로서 검출된다.

[0135] 도 25는 도 24의 거리 픽셀을 이용한 거리 측정 방법을 나타내는 타이밍도이다.

[0136] 도 25의 거리 측정 방법은 도 20의 거리 측정 방법과 유사하므로 중복되는 설명은 생략한다. 다만 도 25의 거리 측정 방법에서는 저장 제어 신호들(SGC1, SGC2)을 활성화하여 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)과 저장 노드들(SD1, SD2)을 전기적으로 연결하는 단계를 더 포함한다. 도 25에는 저장 제어 신호들(SGC1, SGC2)이 제1 샘플링 신호(SMPB)와 동시에 활성화되는 것으로 도시되어 있으나, 저장 제어 신호들(SGC1, SGC2)은 집광 시간(TINT)이 종료된 후 전송 제어 신호들(TGC1, TGC2)이 활성화되기 전에 활성화되면 족하다.

[0137] 결과적으로, 도 18의 거리 픽셀(Z4)은 독출 시간(TRD) 동안 노이즈 전압을 검출한 후 브릿지 확산 노드와 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결하여 복조 전압을 검출하는 반면, 도 25의 거리 픽셀(Z6)은 독출 시간(TRD) 동안 노이즈 전압을 검출한 후 저장 노드와 공통 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결하여 복조 전압을 검출한다.

[0138] 이와 같이, 공통의 플로팅 확산 영역(CFD)을 이용하여 노이즈 전압들(VB1, VB2) 및 복조 전압들(VD1, VD2)을 순차적으로 검출할 수 있다. 임시 저장 영역(TSR)에 상응하는 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2) 및 저장 노드들(SD1, SD2)을 이용하여 광전하를 임시 저장하고, 복조 신호들(DEM1, DEM2)의 위상에 상응하는 복조 전압들(VD1, VD2)을 각각 검출하기 전에 공통 플로팅 확산 영역(CFD)에 존재하는 노이즈 성분에 상응하는 노이즈 전압들(VB1, VB2)을 각각 검출함으로써 신호-대 노이즈 비를 향상시키고 더욱 정밀한 유효 전압을 얻을 수 있다.

[0139] 도 26은 본 발명의 일 실시예에 따른 공통 플로팅 확산 영역 및 브릿지 확산 노드를 포함하는 환형의 거리 픽셀의 레이아웃을 나타내는 도면이고, 도 27은 도 26의 거리 픽셀의 수직적 구조를 나타내는 도면이다. 도 27은 도 26의 I-I'라인에 의해 절단한 단면도이다.

[0140] 도 26 및 도 27을 참조하면, 거리 픽셀(Z7)은 반도체 기판(10)에 형성되는 플로팅 확산 영역(FD), 환형의 광검출 영역(PD) 및 환형의 브릿지 확산 노드(BD)를 포함할 수 있다. 또한 거리 픽셀(Z7)은 반도체 기판(10)의 상부에 형성되는 환형의 포토 게이트(PG) 및 환형의 전송 게이트(TG)를 포함할 수 있다. 도 26에 도시된 바와 같이, 플로팅 확산 영역(FD)은 거리 픽셀(Z7)의 중앙에 위치하고, 임시 저장 영역(TSR)에 상응하는 브릿지 확산 노드(BD)는 플로팅 확산 영역(FD)을 둘러싸도록 환형으로 형성되고, 광검출 영역(PD)은 브릿지 확산 노드(BD)를 둘러싸도록 환형으로 형성되어, 거리 픽셀(Z7)은 전체적으로 환형의 구조를 가질 수 있다. 도 26에는 원형의 거리 픽셀(Z7)이 도시되어 있으나, 거리 픽셀(Z7)은 타원형, 사각형, 오각형, 육각형 등과 같이 임의의 환형 구조를 가질 수 있다.

[0141] 거리 픽셀(Z7)은 송신광(TX)과 서로 다른 위상차를 갖는 복수의 복조 신호들(DEM1, DEM2)에 상응하는 복수의 복조 전압들(VD1, VD2)을 순차적으로 검출하기 위한 하나의 플로팅 확산 영역(FD)을 포함한다. 예를 들어, 먼저 제1 복조 신호(DEM1)를 환형의 포토 게이트(PD)에 인가하여 제1 복조 전압(VD1)을 검출하고, 이후 제1 복조 신호(DEM1)와 다른 위상을 갖는 제2 복조 신호(DEM2)를 환형의 포토 게이트(PD)에 인가하여 제2 복조 전압(VD2)을 검출할 수 있다. 이와 같은 방식으로, 서로 다른 위상을 갖는 세 개 이상의 복조 신호들을 순차적으로 이용하여 각각의 복조 전압들을 검출할 수 있다.

[0142] 브릿지 확산 노드(BD)는 광검출 영역(PD)의 내면에 인접하여 환형으로 형성된다. 포토 게이트(PG)는 광검출 영역(PD)의 상부에 환형으로 형성되고 복조 신호(DEM)에 응답하여 발생된 광전하를 환형의 브릿지 확산 노드(BD)에 저장한다. 즉 환형의 포토 게이트(PG)에 인가되는 복조 신호(DEM)의 위상에 상응하는 광전하가 수집되어 환형의 브릿지 확산 노드(BD)에 저장된다. 환형의 전송 게이트(TG)에 인가되는 전송 제어 신호(TGC)에 응답하여 기판(10)의 상부 영역에 채널이 형성되어 환형의 브릿지 확산 노드(BD)와 플로팅 확산 영역(FD)이 전기적으로 연결된다. 리셋 트랜지스터(TR)는 리셋 신호(RST)에 응답하여 리셋 전압(VRST)을 플로팅 확산 영역(FD)에 인가한다. 플로팅 확산 노드 전압(VFD)은 후술하는 바와 같이, 노이즈 전압들(VB1, VB2) 및 복조 전압들(VD1, VD2)로서 검출된다.

[0143] 도 28은 도 27의 거리 픽셀을 이용한 거리 측정 방법을 나타내는 타이밍도이다.

[0144] 도 28을 참조하면, 도 7을 참조하여 설명한 바와 같은 광감지 장치(100)는 제1 집광 시간(TINT1) 및 제2 집광 시간(TINT2) 동안 피사체에 변조된 송신광(TX)을 조사(illumination)한다. 송신광(TX)은 피사체에 의해 반사되어 수신광(RX)으로서 상기 광감지 장치(100)에 도달한다. 수신광(RX)은 송신광(TX)에 대하여 광의 비행 시간(TOF: time of flight)만큼 지연된다. 수신광(RX)에 의해 상기 광감지 장치에 포함된 거리 픽셀(Z7)의 광검출 영역(PD)에서 광전하가 발생한다.

[0145] 집광 시간(TINT1, TINT2) 동안 주기적으로 변동하는 세기를 가지는 복조 신호들(DEM1, DEM2)은 송신광(TX)과 일정한 위상차를 갖는다. 예를 들어, 도 28에 도시된 바와 같이, 제1 집광 시간(TINT1) 동안의 제1 복조 신호(DEM1)는 송신광(TX)과 동일한 위상을 갖고, 제2 집광 시간(TINT2) 동안의 제2 복조 신호(DEM2)는 송신광(TX)과

반대 위상(즉, 180도의 위상차)을 가질 수 있다. 제1 복조 신호(DEM1)에 응답하여 수신광(RX)에 의해 광검출 영역(PD)에서 발생된 광전하들 중에서 제1 복조 신호(DEM1)의 활성화 구간에 상응하는 광전하(Q1)가 제1 집광 시간(TINT1) 동안 환형의 브릿지 확산 노드(BD)에 저장된다. 제2 복조 신호(DEM2)에 응답하여 수신광(RX)에 의해 광검출 영역(PD)에서 발생된 광전하들 중에서 제2 복조 신호(DEM2)의 활성화 구간에 상응하는 광전하(Q2)가 제2 집광 시간(TINT1) 동안 환형의 브릿지 확산 노드(BD)에 저장된다. 이와 같이 복조 신호들(DEM1, DEM2)의 위상에 상응하는 광전하(Q1, Q2)의 양을 구하면 송신광(TX)과 수신광(RX)의 위상차, 즉 TOF를 결정할 수 있다.

[0146] 도 28에는, 독출 시간(TRD1, TRD2) 동안, 노이즈 전압을 검출한 후 브릿지 확산 노드와 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결하여 복조 전압을 검출하는 실시예가 도시되어 있다.

[0147] 제1 집광 시간(TINT1) 동안 제1 복조 신호(DEM1)에 의해 집광된 광전하(Q1)의 양을 측정하기 위한 제1 독출 시간(TRD1)이 시작되면, 먼저 리셋 신호(RST)가 활성화되어 플로팅 확산 영역(FD)에 리셋 전압(VRST)이 인가된다. 플로팅 확산 영역(FD)에 리셋 전압(VRST)이 인가된 후에 제1 샘플링 제어 신호(SMPB)가 활성화되면, 리셋 전압(VRST)으로 초기화된 플로팅 확산 노드 전압(VFD)이 제1 노이즈 전압(VB1)으로서 검출된다. 제1 노이즈 전압(VB1)이 검출된 후에 전송 제어 신호(TGC)가 활성화되어 환형의 브릿지 확산 노드(BD)와 플로팅 확산 영역(FD)이 전기적으로 연결된다. 환형의 브릿지 확산 노드(BD)와 플로팅 확산 영역(FD)이 전기적으로 연결된 후에 제2 샘플링 제어 신호(SMPD)가 활성화되면 환형의 브릿지 확산 노드(BD)에 저장된 광전하(Q1)에 상응하는 플로팅 확산 노드 전압(VFD)이 제1 복조 전압(VD1)으로서 검출된다. 도면에 도시하지는 않았으나, 제1 복조 전압(VD1)의 검출이 완료된 후 제2 집광 시간(TINT2)이 시작되기 전에, 리셋 신호(RST) 및 전송 제어 신호(TGC)가 활성화 되어 거리 픽셀(Z7)이 초기화될 수 있다.

[0148] 마찬가지로, 제2 집광 시간(TINT2) 동안 제2 복조 신호(DEM2)에 의해 집광된 광전하(Q2)의 양을 측정하기 위한 제2 독출 시간(TRD2)이 시작되면, 먼저 리셋 신호(RST)가 활성화되어 플로팅 확산 영역(FD)에 리셋 전압(VRST)이 인가된다. 플로팅 확산 영역(FD)에 리셋 전압(VRST)이 인가된 후에 제1 샘플링 제어 신호(SMPB)가 활성화되면, 리셋 전압(VRST)으로 초기화된 플로팅 확산 노드 전압(VFD)이 제2 노이즈 전압(VB2)으로서 검출된다. 제2 노이즈 전압(VB2)이 검출된 후에 전송 제어 신호(TGC)가 활성화되어 환형의 브릿지 확산 노드(BD)와 플로팅 확산 영역(FD)이 전기적으로 연결된다. 환형의 브릿지 확산 노드(BD)와 플로팅 확산 영역(FD)이 전기적으로 연결된 후에 제2 샘플링 제어 신호(SMPD)가 활성화되면 환형의 브릿지 확산 노드(BD)에 저장된 광전하(Q2)에 상응하는 플로팅 확산 노드 전압(VFD)이 제2 복조 전압(VD2)으로서 검출된다.

[0149] 이와 같이, 환형의 거리 픽셀(Z7)의 중앙에 형성된 플로팅 확산 영역(FD)을 이용하여 노이즈 전압들(VB1, VB2) 및 복조 전압들(VD1, VD2)을 순차적으로 검출할 수 있다. 임시 저장 영역(TSR)에 상응하는 환형의 브릿지 확산 노드(BD)를 이용하여 광전하를 임시 저장하고, 복조 신호들(DEM1, DEM2)의 위상에 상응하는 복조 전압들(VD1, VD2)을 각각 검출하기 전에 플로팅 확산 영역(FD)에 존재하는 노이즈 성분에 상응하는 노이즈 전압들(VB1, VB2)을 각각 검출함으로써 신호-대 노이즈 비를 향상시키고 더욱 정밀한 유효 전압을 얻을 수 있다.

[0150] 도 29는 본 발명의 일 실시예에 따른 공통 플로팅 확산 영역 및 저장 노드를 포함하는 환형의 거리 픽셀의 레이아웃을 나타내는 도면이고, 도 30은 도 29의 거리 픽셀의 수직적 구조를 나타내는 도면이다. 도 30은 도 29의 I-I'라인에 의해 절단한 단면도이다.

[0151] 도 29 및 도 30을 참조하면, 거리 픽셀(Z8)은 반도체 기판(10)에 형성되는 플로팅 확산 영역(FD), 환형의 광검출 영역(PD) 및 환형의 저장 노드(SD)를 포함할 수 있다. 또한 거리 픽셀(Z8)은 반도체 기판(10)의 상부에 형성되는 환형의 콜렉션 게이트(CG) 및 환형의 전송 게이트(TG)를 포함할 수 있다. 도 29에 도시된 바와 같이, 플로팅 확산 영역(FD)은 거리 픽셀(Z8)의 중앙에 위치하고, 임시 저장 영역(TSR)에 상응하는 저장 노드(SD)는 플로팅 확산 영역(FD)을 둘러싸도록 환형으로 형성되고, 광검출 영역(PD)은 저장 노드(SD)를 둘러싸도록 환형으로 형성되어, 거리 픽셀(Z8)은 전체적으로 환형의 구조를 가질 수 있다. 이하 전술한 실시예와 중복되는 설명은 생략한다.

[0152] 거리 픽셀(Z8)은 송신광(TX)과 서로 다른 위상차를 갖는 복수의 복조 신호들(DEM1, DEM2)에 상응하는 복수의 복조 전압들(VD1, VD2)을 순차적으로 검출하기 위한 하나의 플로팅 확산 영역(FD)을 포함한다. 예를 들어, 먼저 제1 복조 신호(DEM1)를 환형의 포토 게이트(PD)에 인가하여 제1 복조 전압(VD1)을 검출하고, 이후 제1 복조 신호(DEM1)와 다른 위상을 갖는 제2 복조 신호(DEM2)를 환형의 포토 게이트(PD)에 인가하여 제2 복조 전압(VD1)을 검출할 수 있다. 이와 같은 방식으로, 서로 다른 위상을 갖는 세 개 이상의 복조 신호들을 순차적으로 이용하여 각각의 복조 전압들을 검출할 수 있다.

[0153] 저장 노드(SD)는 광검출 영역(PD)의 내면과 이격되어 환형으로 형성된다. 콜렉션 게이트(CG)는 환형의 광검출 영역(PD)과 환형의 저장 노드(SD) 사이의 반도체 기판(10)의 상부에 환형으로 형성되고 복조 신호들(DEM1, DEM2)에 응답하여 환형의 광검출 영역(PD)에서 발생된 광전하를 환형의 저장 노드(BD)에 저장한다. 즉 환형의 콜렉션 게이트(CG)에 인가되는 복조 신호(DEM)의 위상에 상응하는 광전하가 수집되어 환형의 저장 노드(SD)에 저장된다. 환형의 전송 게이트(TG)에 인가되는 전송 제어 신호(TGC)에 응답하여 기판(10)의 상부 영역에 채널이 형성되어 환형의 저장 노드(SD)와 플로팅 확산 영역(FD)이 전기적으로 연결된다. 리셋 트랜지스터(TR)는 리셋 신호(RST)에 응답하여 리셋 전압(VRST)을 플로팅 확산 영역(FD)에 인가한다. 플로팅 확산 노드 전압(VFD)은 후술하는 바와 같이, 노이즈 전압들(VB1, VB2) 및 복조 전압들(VD1, VD2)로서 검출된다.

[0154] 도 30의 거리 픽셀(Z8)을 이용한 거리 측정 방법은 도 28을 참조하여 설명한 도 27의 거리 픽셀(Z7)의 거리 측정 방법과 유사하다. 다만 도 27의 거리 픽셀(Z7)에서는 집광 시간(TINT1, TINT2) 동안에 환형의 포토 게이트(PG)에 복조 신호들(DEM1, DEM2)을 인가하여 환형의 광검출 영역(PD)과 인접하여 형성되는 환형의 브릿지 확산 노드(BD)에 광전하를 임시 저장 하는 반면, 도 30의 거리 픽셀(Z8)에서는 집광 시간(TINT1, TINT2) 동안에 환형의 콜렉션 게이트(SG)에 복조 신호들(DEM1, DEM2)을 인가하여 환형의 광검출 영역(PD)과 이격되어 형성되는 환형의 저장 노드(SD)에 광전하를 임시 저장한다.

[0155] 결과적으로, 도 27의 거리 픽셀(Z7)은 독출 시간(TRD1, TRD2) 동안 노이즈 전압을 검출한 후 환형의 브릿지 확산 노드와 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결하여 복조 전압을 검출하는 반면, 도 30의 거리 픽셀(Z8)은 독출 시간(TRD1, TRD2) 동안 노이즈 전압을 검출한 후 환형의 저장 노드와 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결하여 복조 전압을 검출한다.

[0156] 이와 같이, 환형의 거리 픽셀(Z8)의 중앙에 형성된 플로팅 확산 영역(FD)을 이용하여 노이즈 전압들(VB1, VB2) 및 복조 전압들(VD1, VD2)을 순차적으로 검출할 수 있다. 임시 저장 영역(TSR)에 상응하는 환형의 저장 노드(BD)를 이용하여 광전하를 임시 저장하고, 복조 신호들(DEM1, DEM2)의 위상에 상응하는 복조 전압들(VD1, VD2)을 각각 검출하기 전에 플로팅 확산 영역(FD)에 존재하는 노이즈 성분에 상응하는 노이즈 전압들(VB1, VB2)을 각각 검출함으로써 신호-대 노이즈 비를 향상시키고 더욱 정밀한 유효 전압을 얻을 수 있다.

[0157] 도 31은 본 발명의 일 실시예에 따른 공통 플로팅 확산 영역, 브릿지 확산 노드 및 저장 노드를 포함하는 환형의 거리 픽셀의 레이아웃을 나타내는 도면이고, 도 32는 도 31의 거리 픽셀의 수직적 구조를 나타내는 도면이다. 도 32는 도 31의 I-I'라인에 의해 절단한 단면도이다.

[0158] 도 31 및 도 32를 참조하면, 거리 픽셀(Z9)은 반도체 기판(10)에 형성되는 플로팅 확산 영역(FD), 환형의 광검출 영역(PD), 환형의 브릿지 확산 노드(BD) 및 환형의 저장 노드(SD)를 포함할 수 있다. 또한 거리 픽셀(Z9)은 반도체 기판(10)의 상부에 형성되는 환형의 포토 게이트(PG), 환형의 저장 게이트(SC) 및 환형의 전송 게이트(TG)를 포함할 수 있다. 도 31 및 도 32에 도시된 바와 같이, 플로팅 확산 영역(FD)은 거리 픽셀(Z9)의 중앙에 위치하고, 임시 저장 영역(TSR)에 상응하는 브릿지 확산 노드(BD) 및 저장 노드(SD)는 플로팅 확산 영역(FD)을 둘러싸도록 환형으로 형성되고, 광검출 영역(PD)은 브릿지 확산 노드(BD)를 둘러싸도록 환형으로 형성되어, 거리 픽셀(Z9)은 전체적으로 환형의 구조를 가질 수 있다.

[0159] 거리 픽셀(Z9)은 송신광(TX)과 서로 다른 위상차를 갖는 복수의 복조 신호들(DEM1, DEM2)에 상응하는 복수의 복조 전압들(VD1, VD2)을 순차적으로 검출하기 위한 하나의 플로팅 확산 영역(FD)을 포함한다. 예를 들어, 먼저 제1 복조 신호(DEM1)를 환형의 포토 게이트(PD)에 인가하여 제1 복조 전압(VD1)을 검출하고, 이후 제1 복조 신호(DEM1)와 다른 위상을 갖는 제2 복조 신호(DEM2)를 환형의 포토 게이트(PD)에 인가하여 제2 복조 전압(VD1)을 검출할 수 있다. 이와 같은 방식으로, 서로 다른 위상을 갖는 세 개 이상의 복조 신호들을 순차적으로 이용하여 각각의 복조 전압들을 검출할 수 있다.

[0160] 브릿지 확산 노드(BD)는 광검출 영역(PD)의 내면에 인접하여 환형으로 형성되고, 저장 노드(SD)는 브릿지 확산 노드(BD)의 내면과 이격되어 환형으로 형성된다. 포토 게이트(PG)는 광검출 영역(PD)의 상부에 환형으로 형성되고 복조 신호(DEM)에 응답하여 발생된 광전하를 환형의 브릿지 확산 노드(BD)에 저장한다. 즉 환형의 포토 게이트(PG)에 인가되는 복조 신호(DEM)의 위상에 상응하는 광전하가 수집되어 환형의 브릿지 확산 노드(BD)에 저장된다. 환형의 저장 게이트(SD)에 인가되는 저장 제어 신호(SGC)에 응답하여 기판(10)의 상부 영역에 채널이 형성되어 환형의 브릿지 확산 노드(BD)와 환형의 저장 노드(SD)가 전기적으로 연결된다. 또한 환형의 전송 게이트(TG)에 인가되는 전송 제어 신호(TGC)에 응답하여 기판(10)의 상부 영역에 채널이 형성되어 환형의 브릿지 확산 노드(BD)와 플로팅 확산 영역(FD)이 전기적으로 연결된다. 리셋 트랜지스터(TR)는 리셋 신호(RST)에 응답하여 리셋 전압(VRST)을 플로팅 확산 영역(FD)에 인가한다. 플로팅 확산 노드 전압(VFD)은 후술하는 바와 같이, 노이

즈 전압들(VB1, VB2) 및 복조 전압들(VD1, VD2)로서 검출된다.

[0161] 도 33은 도 32의 거리 픽셀을 이용한 거리 측정 방법을 나타내는 타이밍도이다.

[0162] 도 33의 거리 측정 방법은 도 28의 거리 측정 방법과 유사하므로 중복되는 설명은 생략한다. 다만 도 33의 거리 측정 방법에서는 제1 독출 시간(TRD1) 및 제2 독출 시간(TRD2) 동안 저장 제어 신호(SGC)를 활성화하여 환형의 브릿지 확산 노드(BD)와 환형의 저장 노드(SD)를 전기적으로 연결하는 단계를 더 포함한다. 도 33에는 저장 제어 신호(SGC)가 제1 샘플링 신호(SMPB)와 동시에 활성화되는 것으로 도시되어 있으나, 저장 제어 신호(SGC)는 집광 시간(TINT1, TINT2)이 종료된 후 전송 제어 신호(TGC)가 활성화되기 전에 활성화되면 족하다.

[0163] 결과적으로, 도 26의 거리 픽셀(Z7)은 독출 시간(TRD1, TRD2) 동안 노이즈 전압을 검출한 후 환형의 브릿지 확산 노드와 중앙의 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결하여 복조 전압을 검출하는 반면, 도 31의 거리 픽셀(Z9)은 독출 시간(TRD1, TRD2) 동안 노이즈 전압을 검출한 후 환형의 저장 노드와 중앙의 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결하여 복조 전압을 검출한다.

[0164] 이와 같이, 환형의 거리 픽셀(Z9)의 중앙에 형성된 플로팅 확산 영역(FD)을 이용하여 노이즈 전압들(VB1, VB2) 및 복조 전압들(VD1, VD2)을 순차적으로 검출할 수 있다. 임시 저장 영역(TSR)에 상응하는 환형의 브릿지 확산 노드(BD) 및 환형의 저장 노드(SD)를 이용하여 광전하를 임시 저장하고, 복조 신호들(DEM1, DEM2)의 위상에 상응하는 복조 전압들(VD1, VD2)을 각각 검출하기 전에 플로팅 확산 영역(FD)에 존재하는 노이즈 성분에 상응하는 노이즈 전압들(VB1, VB2)을 각각 검출함으로써 신호-대 노이즈 비를 향상시키고 더욱 정밀한 유효 전압을 얻을 수 있다.

[0165] 도 34는 본 발명의 일 실시예에 따른 환형의 거리 픽셀의 레이아웃을 나타내는 도면이다.

[0166] 도 34의 거리 픽셀(Z10)은 중앙의 플로팅 확산 영역(FD)을 중심으로 한 환형의 구조를 가진다는 점에서 도 26의 거리 픽셀(Z7)과 유사하다. 또한, 채널 중지 영역(CS)의 양쪽에 각각 위치하는 두 개의 하프 픽셀들로 구분되는 점에서 도 18의 거리 픽셀(Z4)과 유사하다.

[0167] 반도체 기판에 형성되는 환형의 광검출 영역(미도시)은 채널 중지 영역(CS)을 경계로 하여 제1 포토 게이트(PG1) 하부의 제1 광검출 영역 및 제2 포토 게이트(PG2) 하부의 제2 광검출 영역으로 분리된다. 또한 반도체 기판에 형성되는 임시 저장 영역에 상응하는 환형의 브릿지 확산 영역은 채널 중지 영역(CS)을 경계로 하여 제1 브릿지 확산 노드(BD1) 및 제2 브릿지 확산 노드(BD2)로 분리된다. 마찬가지로 반도체 기판의 상부에 형성되는 환형의 포토 게이트는 채널 중지 영역(CS)을 경계로 하여 제1 포토 게이트(PG1) 및 제2 포토 게이트(PG2)로 분리되고 환형의 전송 게이트는 채널 중지 영역(CS)을 경계로 하여 제1 전송 게이트(TG1) 및 제2 전송 게이트(TG2)로 분리된다. 이와 같은 구성에 의해, 제1 브릿지 확산 노드(BD1)는 제1 포토 게이트(PG1) 하부의 상기 제1 광검출 영역에서 수집된 광전하를 저장하고, 제2 브릿지 확산 노드(BD2)는 제2 포토 게이트(PG2) 하부의 상기 제2 광검출 영역에서 수집된 광전하를 저장할 수 있다.

[0168] 예를 들어, 도18, 도 19 및 도 20을 참조하여 설명한 바와 같이, 집광 시간(TINT) 동안 제1 포토 게이트(PG1)에는 송신광(TX)과 동일 위상의 제1 복조 신호(DEM1)가 인가되고, 제2 포토 게이트(PG2)에는 송신광(TX)과 반대 위상의 제2 복조 신호(DEM2)가 인가되어 복조 신호들(DEM1, DEM2)의 각 위상에 상응하는 복조 전압들이 플로팅 확산 노드(FD)를 통하여 순차적으로 검출될 수 있다.

[0169] 도 35는 본 발명의 일 실시예에 따른 거리 픽셀의 레이아웃을 나타내는 도면이다.

[0170] 도 35를 참조하면, 거리 픽셀(Z11)은 제1 포토 게이트(PG1), 제2 포토 게이트(PG2), 제1 브릿지 확산 노드(BD1), 제2 브릿지 확산 노드(BD2), 제1 전송 게이트(TG1), 제2 전송 게이트(TG2), 제1 플로팅 확산 영역(FD1), 제2 플로팅 확산 영역(FD2), 제1 독출 회로(RDC1), 제2 독출 회로(RDC2) 및 채널 중지 영역(CS)을 포함한다.

[0171] 도 35에 도시된 바와 같이, 제1 포토 게이트(PG1) 및 제2 포토 게이트(PG2)는 반도체 기판의 상부(over)에 서로 중첩되지 않게 형성될 수 있다. 제1 포토 게이트(PG1) 및 제2 포토 게이트(PG2)는 복조 전압(DEM1, DEM2)에 응답하여 하부의 광검출 영역들에 광전하들을 각각 수집하여 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)에 저장할 수 있다. 예를 들어 제1 포토 게이트(PG1) 및 제2 포토 게이트(PG2)는 반도체 기판에서 입사 광자(incident photon)에 의해 생성된 전자-전공 쌍(electron-hole pair) 중 전자를 수집할 수 있다.

[0172] 실시예에 따라서, 제1 포토 게이트(PG1) 및 제2 포토 게이트(PG2)는 폴리실리콘(polysilicon)을 포함하거나, 투명 전도 산화물(transparent conducting oxide, TCO)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 포토 게이트(PG1) 및

제2 포토 게이트(PG2)는 인듐 주석 산화물(indium tin oxide, ITO), 인듐 아연 산화물(indium zinc oxide, IZO), 아연 산화물(zinc oxide, ZnO), 티타늄 산화물(titanium dioxide, TiO2), 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0173] 도 35에 도시된 바와 같이, 포토 게이트(PG1)는 제1 방향으로 연장된 제1 접합 게이트(133), 및 제1 접합 게이트(133)로부터 제1 방향에 실질적으로 직교하는 제2 방향으로 서로 평행하게 연장된 복수의 제1 핑거 게이트들(131)을 포함할 수 있다. 제1 접합 게이트(133) 및 제1 핑거 게이트들(131)은 동일 층에서 일체로 형성되거나, 서로 다른 층에 형성되고 비아(Via)와 같은 수직 콘택을 통하여 전기적으로 연결될 수 있다.

[0174] 제1 접합 게이트(133) 및 제1 핑거 게이트들(131)은 하부의 광검출 영역에서 반도체 기판에서 생성된 전하들을 수집할 수 있다. 제1 접합 게이트(133)는 각각의 제1 핑거 게이트들(131a, 131b, 131c, 131d, 131e)의 하부에서 수집된 전하들이 전송되는 경로를 제공할 수 있다. 즉, 제1 접합 게이트(133)는 제1 핑거 게이트들(131)의 하부에서 수집된 전하들을 제1 접합 게이트(133)의 하부에서 합쳐지도록 하는 역할을 수행할 수 있다. 이에 따라, 제1 접합 게이트(133)는 제1 핑거 게이트들(131)의 하부에서 수집된 전하들의 전송 효율을 향상시킬 수 있다.

[0175] 제2 포토 게이트(140)는 제2 접합 게이트(143) 및 복수의 제2 핑거 게이트들(141)을 포함할 수 있다. 제2 포토 게이트(140)는 제1 포토 게이트(130)와 중첩되지 않도록 배치될 수 있다. 제2 핑거 게이트들(141) 각각은 제1 핑거 게이트들(131) 사이에 배치될 수 있다. 즉, 제1 핑거 게이트들(131) 및 제2 핑거 게이트들(141)이 교번하여 배치될 수 있다. 이에 따라, 제1 포토 게이트(PG1)와 제2 포토 게이트(PG2) 사이의 불균형으로 인한 신호 검출 에러를 감소시킬 수 있다.

[0176] 일 예에서, 제1 핑거 게이트들(131) 및 제2 핑거 게이트들(141) 각각은 약 0.25 내지 약 1 μm의 폭 및 약 3 내지 약 30 μm의 길이를 가질 수 있다. 인접한 제1 핑거 게이트(131)와 제2 핑거 게이트(141)는 약 0.25 내지 약 3 μm의 간격을 가질 수 있다. 제1 접합 게이트(133) 및 제2 접합 게이트(143) 각각은 약 1 μm의 폭 및 약 3 내지 약 30 μm의 길이를 가질 수 있다. 이러한 핑거 게이트 및 접합 게이트의 폭, 길이 및 간격은 단위 픽셀의 크기, 디자인 룰 등에 따라 변경될 수 있다. 또한, 도 35에는 각각의 포토 게이트가 5개의 핑거 게이트들을 포함하는 예가 도시되어 있으나, 핑거 게이트들의 수는 픽셀의 크기, 디자인 룰 등에 따라 변경될 수 있다.

[0177] 제1 전송 게이트(TG1) 및 제2 전송 게이트(TG2)는 반도체 기판(10)의 상부(over)에 형성된다. 제1 전송 게이트(TG1)는 제1 브릿지 확산 노드(BD1)와 제1 플로팅 확산 영역(FD1) 사이에 배치되고, 제2 전송 게이트(TG2)는 제2 브릿지 확산 노드(BD2)와 제2 플로팅 확산 영역(FD2) 사이에 배치될 수 있다. 제1 전송 게이트(TG1) 및 제2 전송 게이트(TG2)는 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)을 플로팅 확산 영역들(FD1, FD2)을 각각 전기적으로 연결하여 브릿지 확산 노드들(BD1, BD2)에 임시 저장된 광전하들을 플로팅 확산 영역들(FD1, FD20)로 각각 전송할 수 있다.

[0178] 제1 핑거 게이트들(131)이 제1 접합 게이트(133)에 연결되고, 제1 브릿지 확산 노드(BD1)에 제1 접합 게이트(133)에 인접하여 형성되므로, 제1 접합 게이트(133)는 각각의 제1 핑거 게이트들(131)의 하부에서 수집된 전하들이 제1 브릿지 확산 노드(BD1)로 전송되는 경로를 제공할 수 있다. 또한, 제2 접합 게이트(143)는 각각의 제2 핑거 게이트들(141)의 하부에서 수집된 전하들이 제2 브릿지 확산 노드(BD2)로 전송되는 경로를 제공할 수 있다. 이에 따라, 하나의 거리 픽셀은, 각 포토 게이트가 다수의 핑거 게이트들을 포함하더라도, 하프-픽셀 마다 하나의 플로팅 확산 영역을 포함할 수 있다. 거리 픽셀이 적은 수의 플로팅 확산 영역을 포함하는 경우, 필 팩터(fill factor)가 향상되고, 암 전류(dark current) 및 기생 커패시턴스(parasitic capacitance)가 감소될 수 있다.

[0179] 제1 독출 회로(RDC1) 및 제2 독출 회로(RDC2)는 제1 플로팅 확산 영역(FD1) 및 제2 플로팅 확산 영역(FD2)에 축적된 전하들에 상응하는 전기적인 신호들을 각각 출력할 수 있다. 예를 들어, 제1 독출 회로(RDC1)는 제1 플로팅 확산 영역(FD1)에 축적된 전하들을 방전하는 제1 리셋 트랜지스터, 제1 플로팅 확산 영역의 전압을 증폭하는 제1 드라이브 트랜지스터, 및 제1 드라이브 트랜지스터에 의해 증폭된 전압을 제1 컬럼 라인으로 출력하는 제1 선택 트랜지스터를 포함하고, 제2 독출 회로(RDC2)는 제2 플로팅 확산 영역(FD2)에 축적된 전하들을 방전하는 제2 리셋 트랜지스터, 제2 플로팅 확산 영역(FD2)의 전압을 증폭하는 제2 드라이브 트랜지스터, 및 제2 드라이브 트랜지스터에 의해 증폭된 전압을 제2 컬럼 라인으로 출력하는 제2 선택 트랜지스터를 포함할 수 있다.

[0180] 상술한 바와 같이, 핑거 게이트들이 접합 게이트로부터 연장되고, 브릿지 확산노드들이 접합 게이트에 인접하여 형성되므로, 하프-픽셀 마다 하나의 플로팅 확산 영역을 포함할 수 있고, 전하 전송 효율을 향상시킬 수 있다.

[0181] 제1 포토 게이트(PG1)와 제2 포토 게이트(PG2) 사이의 반도체 기판(10) 내에 채널 중지 영역(CS)이 형성될 수 있다. 즉, 채널 중지 영역(CS)은 제1 포토 게이트(PG1) 하부의 제1 광검출 영역(PD1)과 제2 포토 게이트(PG2) 하부의 제2 광검출 영역(PD2) 사이에 형성될 수 있다.

[0182] 채널 중지 영역(CS)은 제1 광검출 영역(PD1)에서 제2 광검출 영역(PD2)으로 또는 제2 광검출 영역(PD2)에서 제1 광검출 영역(PD1)으로 전하가 전송되는 것을 차단할 수 있다. 이와 같이, 거리 픽셀은 제1 포토 게이트(PG1)와 제2 포토 게이트(PG2) 사이에서 전위 장벽을 형성하는 채널 중지 영역(CS)을 포함하여 하프-픽셀들 사이의 전하 전송에 의한 노이즈 및 데이터 에러의 발생을 억제할 수 있다.

[0183] 도 36은 도 35의 거리 픽셀의 수직적 구조를 나타내는 도면이다. 도 36은 도 35의 I-I'라인에 의해 절단한 단면도이다.

[0184] 도 36을 참조하면, 제1 포토 게이트(PG1)는 제1 광검출 영역(PD1)이 형성된 반도체 기판(10)의 상부(over)에 형성된다. 제1 브릿지 확산 노드(BD1)는 제1 광검출 영역(PD1)의 측면에 인접하여 반도체 기판(10)에 형성된다. 제1 플로팅 확산 영역(FD1)은 제1 브릿지 확산 노드(BD1)의 측면에 이격되어 반도체 기판(10)에 형성된다. 제1 전송 게이트(TG1)는 제1 플로팅 확산 영역(FD1)과 제1 브릿지 확산 노드(BD1) 사이에 반도체 기판(110)의 상부(over)에 형성된다. 제2 포토 게이트(PG2)는 제2 광검출 영역(PD2)이 형성된 반도체 기판(10)의 상부(over)에 형성된다. 제2 브릿지 확산 노드(BD2)는 제2 광검출 영역(PD2)의 측면에 인접하여 반도체 기판(10)에 형성된다. 제2 플로팅 확산 영역(FD2)은 제2 브릿지 확산 노드(BD2)의 측면에 이격되어 반도체 기판(10)에 형성된다. 제2 전송 게이트(TG1)는 제2 플로팅 확산 영역(FD2)과 제2 브릿지 확산 노드(BD2) 사이에 반도체 기판(110)의 상부(over)에 형성된다. 채널 중지 영역(CS)은 반도체 기판(CS) 내에 제1 광검출 영역(PD1)과 제2 광검출 영역(PD2) 사이에 형성될 수 있다. 채널 중지 영역(CS)은 p 타입의 불순물을 높은 농도로 도핑하여 형성될 수 있다.

[0185] 도 37, 도 38 및 도 39는 본 발명의 실시예들에 따른 3차원 이미지 센서들을 나타내는 블록도들이다.

[0186] 도 37 및 도 38은 복수의 컬럼에 대하여 공통의 카운터 회로를 포함하는 이미지 센서를 나타내는 블록도이고, 도 39는 복수의 컬럼에 대하여 복수의 카운터 회로들을 포함하는 이미지 센서를 나타내는 블록도이다.

[0187] 도 37을 참조하면, 이미지 센서(400)는 픽셀 어레이(410), 드라이버/어드레스 디코더(420), 제어 회로(430), 기준 신호 발생기(440), 상관 이중 샘플링부(450), 비교부(460), 및 래치부(470)를 포함하여 구현될 수 있다.

[0188] 영상 기기 분야에서, 물리량으로서 입사광을 감지하는 CCD형 혹은 CMOS형 이미지 센서가 촬상 장치로서 사용되고 있으며, 도 37의 이미지 센서(400)는 이러한 CCD 이미지 센서 또는 CMOS 이미지 센서일 수 있다.

[0189] CMOS 이미지 센서의 일례를 통해 살펴보면, 픽셀 어레이(410)는 단위 구성 요소(예를 들어, 단위 화소(pixel))에 의해 입사광을 전기적인 아날로그 신호로 변환하여 출력하기 위하여 배열된 복수의 픽셀들을 포함한다. APS(Active Pixel Sensor) 또는 게인 셀(gain cell)이라고 지칭되는 이미지 센서에서는 단위 화소의 배열을 포함하는 화소부에 대하여 어드레스 제어를 하여 임의로 선택된 개개의 단위 화소로부터 신호가 판독되도록 하고 있다. APS는 어드레스 제어형의 촬상 장치의 일례라 할 수 있으며, 드라이버/어드레스 디코더(420)는 행 및/또는 열 단위로 픽셀 어레이의 동작을 제어하기 위하여 구비된다. 제어 회로(430)는 이미지 센서(400)의 각 구성 요소의 동작 타이밍을 제어하기 위한 제어 신호들을 발생한다.

[0190] 픽셀 어레이(410)로부터 판독된 아날로그의 화소 신호는, 비교부(460), 래치부(470), 카운터 회로(480) 등으로 구현된 아날로그-디지털 컨버터에 의해 디지털 신호로 변환된다. 화소 신호는 일반적으로 칼럼(column)) 단위로 출력되어 처리되며 이를 위하여 상관 이중 샘플링부(450), 비교부(460), 및 래치부(470)는 각각 칼럼 단위로 구비된 복수의 CDS 회로(451)들, 비교기(461)들 및 래치(471)들을 포함할 수 있다.

[0191] 픽셀 어레이(410)로부터 출력되는 아날로그 신호는 각 화소마다 FPN(Fixed Pattern Noise) 등의 픽셀 고유의 특성 차이에 의한 편차 및/또는 화소로부터 전압 신호를 출력하기 위한 로직의 특성 차이에 편차가 있기 때문에, 전술한 바와 같이 노이즈 성분에 따른 노이즈 전압(VB)과 신호 성분에 따른 복조 전압(VD)의 차를 취함으로써 유효한 신호 성분을 추출할 필요가 있다. 이와 같이 화소를 초기화하였을 때의 노이즈 성분 및 신호 성분을 구하고 그 차이를 유효한 신호 성분으로 추출하는 것을 상관 이중 샘플링(CDS; Correlated Double Sampling)이라고 한다.

[0192] 상관 이중 샘플링부(450)는 캐패시터, 스위치 등을 이용하여 노이즈 성분을 나타내는 아날로그 전압과 포토다이오드 등을 통하여 감지된 신호 성분을 나타내는 아날로그 전압의 차이를 구하여 아날로그 더블 샘플링(ADS; Analog Double Sampling)을 수행하고 유효한 신호 성분에 상응하는 아날로그 전압을 출력한다. 비교부(460)는

상관 이중 샘플링부(450)로부터 칼럼 단위로 출력되는 아날로그 전압과 기준 신호 발생기(440)로부터 발생되는 램프 신호를 비교하여 유효한 신호 성분에 따른 각각의 천이 시점을 갖는 비교 신호들을 칼럼 단위로 출력한다. 카운터 회로(480)에서 출력되는 카운트 신호들은 각각의 래치(471)에 공통으로 제공되며, 래치부(470)는 각 비교 신호의 천이 시점에 응답하여 카운터 회로(480)로부터 출력되는 카운트 신호들을 래치하고, 래치된 디지털 신호를 칼럼 단위로 출력한다.

[0193] 도 37을 참조하여 아날로그 더블 샘플링을 수행하는 이미지 센서(400)의 동작을 설명하였으나, 도 38 및 도 39를 참조하여 설명하는 바와 같이 디지털 더블 샘플링(DDS; Digital Double Sampling)을 수행할 수도 있다.

[0194] 디지털 더블 샘플링은 픽셀을 초기화하였을 때의 노이즈 성분에 대한 아날로그 신호 및 신호 성분에 대한 아날로그 신호를 각각 디지털 신호로 변환한 후에 두 개의 디지털 신호의 차이를 유효한 신호 성분으로 추출하는 것을 말한다.

[0195] 도 37의 이미지 센서(400)와 비교하여 도 38의 이미지 센서(500)의 래치부(570)는 디지털 더블 샘플링을 수행하기 위한 구성을 갖는다. 칼럼 단위로 구비된 각각의 래치(571)는 제1 래치(572) 및 제2 래치(573)를 포함한다. 픽셀 어레이(510)는 상관 이중 샘플링을 위한 리셋 성분을 나타내는 제1 아날로그 신호 및 이미지 신호 성분을 나타내는 제2 아날로그 신호를 순차적으로 출력한다. 제1 샘플링 과정에서 비교부(560)는 노이즈 성분을 나타내는 제1 아날로그 전압과 기준 신호 발생기(440)로부터 발생되는 램프 신호를 비교하여 노이즈 성분에 따른 각각의 천이 시점을 갖는 비교 신호들을 칼럼 단위로 출력한다. 카운터 회로(580)에서 출력되는 카운트 신호는 각각의 래치(571)에 공통으로 제공되며, 각각의 래치(571)는 각 비교 신호의 천이 시점에 응답하여 카운터 회로(580)로부터 출력되는 카운트 신호를 래치하여 리셋 성분에 관한 디지털 신호를 제1 래치(572)에 저장한다.

[0196] 제2 샘플링 과정에서 비교부(560)는 이미지 신호 성분을 나타내는 제2 아날로그 전압과 기준 신호 발생기(540)로부터 발생되는 램프 신호를 비교하여 이미지 신호 성분에 따른 각각의 천이 시점을 갖는 비교 신호들을 칼럼 단위로 출력한다. 래치부(570)는 각 비교 신호의 천이 시점에 응답하여 카운터 회로(580)로부터 출력되는 카운트 신호를 래치하여 이미지 신호 성분에 관한 디지털 신호를 제2 래치(573)에 저장한다. 제1 래치(572) 및 제2 래치(573)에 저장된 디지털 신호들은 논리 연산을 수행하는 내부 회로에 제공되어 유효한 이미지 신호 성분을 나타내는 값들이 계산되고, 이와 같은 방식으로 디지털 더블 샘플링이 수행될 수 있다.

[0197] 도 37 및 도 38을 참조하여 공통의 카운터 회로를 이용하여 상관 이중 샘플링을 수행하는 이미지 센서(400, 500)에 대하여 설명하였으나, 이미지 센서는 고속 동작을 위하여 칼럼 단위로 구비된 복수의 카운터 회로들을 포함하여 구현될 수도 있다.

[0198] 도 39를 참조하면, 이미지 센서(600)는 픽셀 어레이(610), 드라이버/어드레스 디코더(620), 제어 회로(630), 기준 신호 발생기(640), 비교부(660), 및 카운팅 블록(680)을 포함하여 구현될 수 있다.

[0199] 픽셀 어레이(610)는 단위 구성 요소(예를 들어, 단위 화소(pixel))에 의해 입사광을 전기적인 아날로그 신호로 변환하여 출력하기 위하여 배열된 복수의 픽셀들을 포함한다. 드라이버/어드레스 디코더(620)는 행 및/또는 열 단위로 픽셀 어레이의 동작을 제어하기 위하여 구비된다. 제어 회로(630)는 이미지 센서(600)의 각 구성 요소의 동작 타이밍을 제어하기 위한 제어 신호(CTRL)를 발생한다.

[0200] 픽셀 어레이(610)로부터 판독된 아날로그의 화소 신호는, 비교부(660) 및 카운팅 블록(680)으로 구현된 아날로그-디지털 컨버터에 의해 디지털 신호로 변환된다. 화소 신호는 칼럼 단위로 출력되어 처리되며 이를 위하여 비교부(660) 및 카운팅 블록(680)은 각각 칼럼 단위로 구비된 복수의 비교기(661)들 및 복수의 카운터 회로(700)들을 포함할 수 있다. 이와 같이 칼럼 단위로 구비된 복수의 신호 처리 수단을 이용하여 1행 분의 화소 신호들을 동시에 병렬적으로 처리함으로써, 이미지 센서(600)는 대역 성능이나 노이즈의 측면에서 향상된 성능을 갖고 고속 동작이 가능하게 된다.

[0201] 픽셀 어레이(610)는 상관 이중 샘플링을 위한 노이즈 성분을 나타내는 제1 아날로그 신호 및 신호 성분을 나타내는 제2 아날로그 신호를 순차적으로 출력하고, 제1 아날로그 신호 및 제2 아날로그 신호에 기초하여 비교부(660) 및 카운팅 블록(680)으로 구현된 아날로그-디지털 컨버터는 디지털적으로 상관 이중 샘플링, 즉 디지털 더블 샘플링을 수행한다.

[0202] 도 40은 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 이미지 센서를 카메라에 응용한 예를 나타내는 블록도이다.

[0203] 도 40은 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 이미지 센서를 카메라에 응용한 예를 나타내는 블록도이다.

[0204] 도 40을 참조하면, 카메라(800)는 수광 렌즈(810), 3차원 이미지 센서(900) 및 엔진부(840)를 포함할 수 있다.

3차원 이미지 센서(900)는 3차원 이미지 센서 칩(820) 및 광원 모듈(830)을 포함할 수 있다. 실시예에 따라, 3차원 이미지 센서 칩(820) 및 광원 모듈(830)은 각각 별도의 장치로 구현되거나, 광원 모듈(830) 중 적어도 일부의 구성이 3차원 이미지 센서 칩(820)에 포함되도록 구현될 수 있다. 또한 수광 렌즈(810)는 3차원 이미지 센서(900)의 일부 구성 요소로서 포함될 수도 있다.

[0205] 수광 렌즈(810)는 3차원 이미지 센서 칩(820)의 수광 영역(예를 들어, 전술한 픽셀 어레이에 포함된 거리 픽셀들 및/또는 컬러 픽셀들)으로 입사광을 집광시킬 수 있다. 3차원 이미지 센서 칩(820)은 수광 렌즈(810)를 통하여 입사된 광에 기초하여 거리 정보 및/또는 컬러 영상 정보를 포함하는 데이터(DATA1)를 생성할 수 있다. 예를 들어, 3차원 이미지 센서 칩(820)에서 생성되는 데이터(DATA1)는 광원 모듈(830)에서 방출된 적외선 또는 근적외선을 이용하여 생성된 거리 데이터 및 외부 가시광선을 이용하여 생성된 베이어 패턴의 RGB 데이터를 포함할 수 있다. 3차원 이미지 센서 칩(820)은 클록 신호(CLK)에 기초하여 데이터(DATA1)를 엔진부(840)에 제공할 수 있다. 실시예에 따라, 3차원 이미지 센서 칩(820)은 MIPI(Mobile Industry Processor Interface) 및/또는 CSI(Camera Serial Interface)를 통하여 엔진부(840)와 인터페이싱할 수 있다.

[0206] 엔진부(840)는 3차원 이미지 센서(900)를 제어한다. 또한, 엔진부(840)는 3차원 이미지 센서 칩(820)으로부터 수신된 데이터(DATA1)를 처리할 수 있다. 예를 들어, 엔진부(840)는 3차원 이미지 센서 칩(820)으로부터 수신된 데이터(DATA1)에 기초하여 입체 컬러 데이터를 생성할 수 있다. 다른 예에서, 엔진부(840)는 데이터(DATA1)에 포함된 상기 RGB 데이터에 기초하여 휘도 성분, 상기 휘도 성분과 청색 성분의 차, 및 휘도 성분과 적색 성분의 차를 포함하는 YUV 데이터를 생성하거나, 압축 데이터, 예를 들어 JPEG(Joint Photography Experts Group) 데이터를 생성할 수 있다. 엔진부(840)는 호스트/어플리케이션(850)에 연결될 수 있으며, 엔진부(840)는 마스터 클록(MCLK)에 기초하여 데이터(DATA2)를 호스트/어플리케이션(850)에 제공할 수 있다. 또한, 엔진부(840)는 SPI(Serial Peripheral Interface) 및/또는 I2C(Inter Integrated Circuit)를 통하여 호스트/어플리케이션(850)과 인터페이싱할 수 있다.

[0207] 도 41은 본 발명의 일 실시예에 따른 3차원 이미지 센서를 컴퓨팅 시스템에 응용한 예를 나타내는 블록도이다.

[0208] 도 41을 참조하면, 컴퓨팅 시스템(1000)은 프로세서(1010), 메모리 장치(1020), 저장 장치(1030), 입출력 장치(1040), 파워 서플라이(1050) 및 3차원 이미지 센서(900)를 포함할 수 있다. 한편, 도 41에는 도시되지 않았지만, 컴퓨팅 시스템(1000)은 비디오 카드, 사운드 카드, 메모리 카드, USB 장치 등과 통신하거나, 또는 다른 전자 기기들과 통신할 수 있는 포트(port)들을 더 포함할 수 있다.

[0209] 프로세서(1010)는 특정 계산들 또는 태스크(task)들을 수행할 수 있다. 실시예에 따라, 프로세서(1010)는 마이크로프로세서(micro-processor), 중앙 처리 장치(Central Processing Unit; CPU)일 수 있다. 프로세서(1010)는 어드레스 버스(address bus), 제어 버스(control bus) 및 데이터 버스(data bus)를 통하여 메모리 장치(1020), 저장 장치(1030) 및 입출력 장치(1040)와 통신을 수행할 수 있다. 실시예에 따라, 프로세서(1010)는 주변 구성 요소 상호연결(Peripheral Component Interconnect; PCI) 버스와 같은 확장 버스에도 연결될 수 있다. 메모리 장치(1020)는 컴퓨팅 시스템(1000)의 동작에 필요한 데이터를 저장할 수 있다. 예를 들어, 메모리 장치(1020)는 디램(DRAM), 모바일 디램, 에스램(SRAM), 피램(PRAM), 에프램(FRAM), 알램(RRAM) 및/또는 엠램(MRAM)으로 구현될 수 있다. 저장 장치(1030)는 솔리드 스테이트 드라이브(solid state drive), 하드 디스크 드라이브(hard disk drive), 씨디롬(CD-ROM) 등을 포함할 수 있다. 입출력 장치(1040)는 키보드, 키패드, 마우스 등과 같은 입력 수단 및 프린터, 디스플레이 등과 같은 출력 수단을 포함할 수 있다. 파워 서플라이(1050)는 전자 기기(1000)의 동작에 필요한 동작 전압을 공급할 수 있다.

[0210] 3차원 이미지 센서(900)는 상기 버스들 또는 다른 통신 링크를 통해서 프로세서(1010)와 연결되어 통신을 수행할 수 있다. 3차원 이미지 센서(900)는 프로세서(1010)와 함께 하나의 칩에 집적될 수도 있고, 서로 다른 칩에 각각 집적될 수도 있다.

[0211] 3차원 이미지 센서(900)는 다양한 형태들의 패키지로 구현될 수 있다. 예를 들어, 3차원 이미지 센서(900)의 적어도 일부의 구성들은 PoP(Package on Package), Ball grid arrays(BGAs), Chip scale packages(CSPs), Plastic Leaded Chip Carrier(PLCC), Plastic Dual In-Line Package(PDIP), Die in Waffle Pack, Die in Wafer Form, Chip On Board(COB), Ceramic Dual In-Line Package(CERDIP), Plastic Metric Quad Flat Pack(MQFP), Thin Quad Flatpack(TQFP), Small Outline(SOIC), Shrink Small Outline Package(SSOP), Thin Small Outline(TSOP), Thin Quad Flatpack(TQFP), System In Package(SIP), Multi Chip Package(MCP), Wafer-level Fabricated Package(WFP), Wafer-Level Processed Stack Package(WSP) 등과 같은 패키지들을 이용하여 실장될 수 있다.

[0212] 한편, 컴퓨팅 시스템(1000)은 3차원 이미지 센서를 이용하는 모든 컴퓨팅 시스템으로 해석되어야 할 것이다. 예를 들어, 컴퓨팅 시스템(1000)은 디지털 카메라, 이동 전화기, 피디에이(Personal Digital Assistants; PDA), 피엠피(Portable Multimedia Player; PMP), 스마트폰 등을 포함할 수 있다.

[0213] 도 42는 도 41의 컴퓨팅 시스템에서 사용되는 인터페이스의 일 예를 나타내는 블록도이다.

[0214] 도 42를 참조하면, 컴퓨팅 시스템(1100)은 MIPI 인터페이스를 사용 또는 지원할 수 있는 데이터 처리 장치로 구현될 수 있고, 어플리케이션 프로세서(1110), 3차원 이미지 센서(1140) 및 디스플레이(1150) 등을 포함할 수 있다. 어플리케이션 프로세서(1110)의 CSI 호스트(1112)는 카메라 시리얼 인터페이스(Camera Serial Interface; CSI)를 통하여 3차원 이미지 센서(1140)의 CSI 장치(1141)와 시리얼 통신을 수행할 수 있다. 일 실시예에서, CSI 호스트(1112)는 디시리얼라이저(DES)를 포함할 수 있고, CSI 장치(1141)는 시리얼라이저(SER)를 포함할 수 있다. 어플리케이션 프로세서(1110)의 DSI 호스트(1111)는 디스플레이 시리얼 인터페이스(Display Serial Interface; DSI)를 통하여 디스플레이(1150)의 DSI 장치(1151)와 시리얼 통신을 수행할 수 있다.

[0215] 일 실시예에서, DSI 호스트(1111)는 시리얼라이저(SER)를 포함할 수 있고, DSI 장치(1151)는 디시리얼라이저(DES)를 포함할 수 있다. 나아가, 컴퓨팅 시스템(1100)은 어플리케이션 프로세서(1110)와 통신을 수행할 수 있는 알에프(Radio Frequency; RF) 칩(1160)을 더 포함할 수 있다. 컴퓨팅 시스템(1100)의 PHY(1113)와 RF 칩(1160)의 PHY(1161)는 MIPI(Mobile Industry Processor Interface) DigRF에 따라 데이터 송수신을 수행할 수 있다. 또한, 어플리케이션 프로세서(1110)는 PHY(1161)의 MIPI DigRF에 따른 데이터 송수신을 제어하는 DigRF MASTER(1114)를 더 포함할 수 있다.

[0216] 한편, 컴퓨팅 시스템(1100)은 지피에스(Global Positioning System; GPS)(1120), 스토리지(1170), 마이크(1180), 디램(Dynamic Random Access Memory; DRAM)(1185) 및 스피커(1190)를 포함할 수 있다. 또한, 컴퓨팅 시스템(1100)은 초광대역(Ultra WideBand; UWB)(1210), 무선 랜(Wireless Local Area Network; WLAN)(1220) 및 와이맥스(Worldwide Interoperability for Microwave Access; WIMAX)(1230) 등을 이용하여 통신을 수행할 수 있다. 다만, 컴퓨팅 시스템(1100)의 구조 및 인터페이스는 하나의 예시로서 이에 한정되는 것이 아니다.

산업상 이용가능성

[0217] 본 발명의 실시예들에 따른 거리 측정 방법 및 임시 저장 영역을 포함하는 거리 픽셀은 거리 정보를 제공하기 위한 임의의 광감지 장치에 이용될 수 있으며, 특히 피사체의 영상 정보 및 거리 정보를 함께 제공하는 3차원 이미지 센서에 유용하게 이용될 수 있다. 또한, 본 발명은 얼굴 인식 보안 시스템, 컴퓨터, 디지털 카메라, 3차원 카메라, 휴대폰, PDA, 스캐너, 차량용 네비게이션, 비디오 폰, 감시 시스템, 자동 포커스 시스템, 추적 시스템, 동작 감지 시스템, 이미지 안정화 시스템 등에 유용하게 이용될 수 있다.

[0218] 상기에서는 본 발명의 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 것이다.

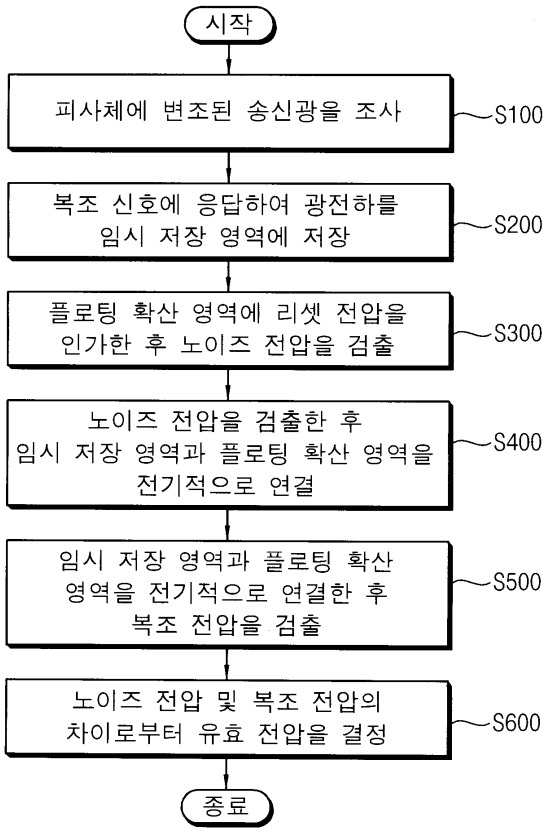
부호의 설명

[0219]

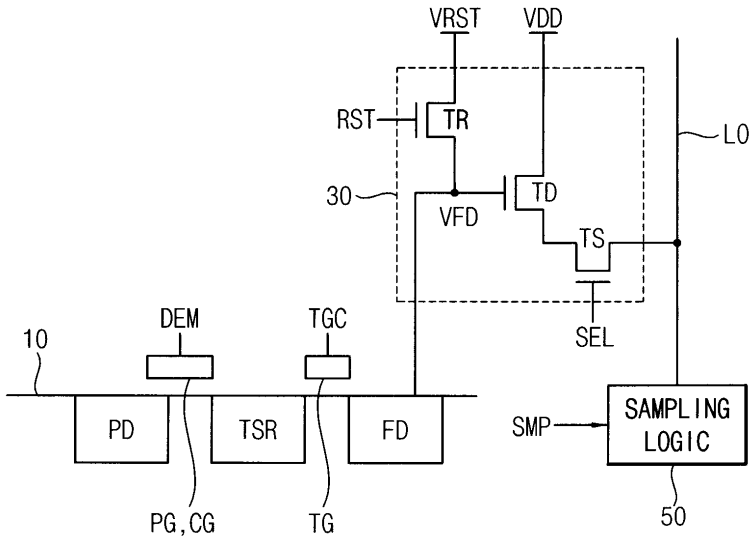
PD: 광검출 영역	TSR: 임시 저장 영역
BD: 브릿지 확산 노드	SD: 저장 노드
FD: 플로팅 확산 영역	CFD: 공통 플로팅 확산 영역
TX: 송신광	RX: 수신광
DEM: 복조 신호	CS: 채널 중지 영역
PG: 포토 게이트	CG: 콜렉션 게이트
TG: 전송 게이트	

도면

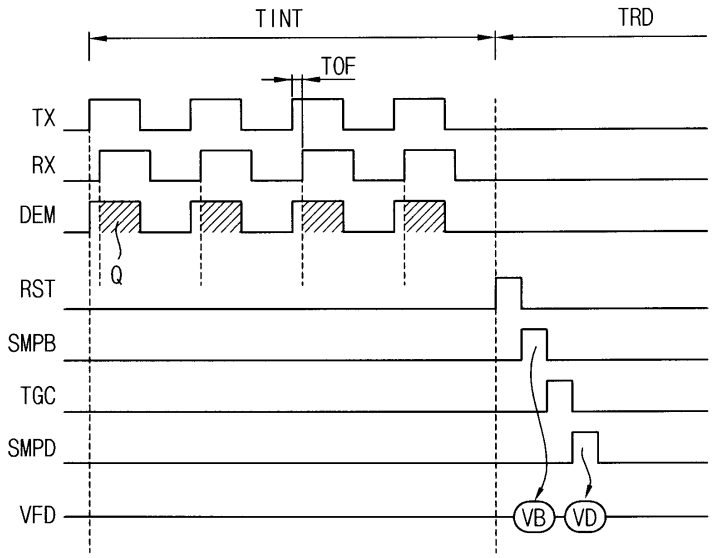
도면1


시작
피사체에 변조된 송신광을 조사
S100
복조 신호에 응답하여 광전하를 임시 저장 영역에 저장
S200
플로팅 확산 영역에 리셋 전압을 인가한 후 노이즈 전압을 검출
S300
노이즈 전압을 검출한 후 임시 저장 영역과 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결
S400
임시 저장 영역과 플로팅 확산 영역을 전기적으로 연결한 후 복조 전압을 검출
S500
노이즈 전압 및 복조 전압의 차이로부터 유효 전압을 결정
S600
종료

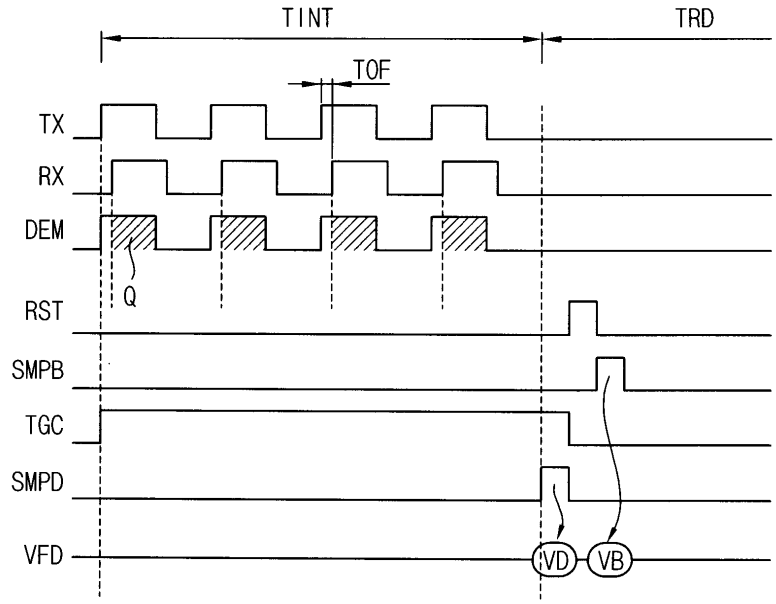
도면2


VRST
VDD
RST
TR
LO
30
TD
VFD
TS
SEL
10
DEM
TGC
PD
TSR
FD
SMP
SAMPLING LOGIC
50
PG,CG
TG

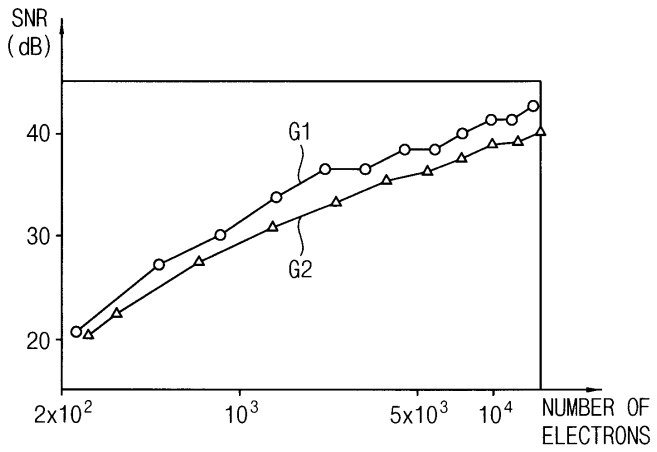
도면3


TINT
TRD
TOF
TX
RX
DEM
Q
RST
SMPB
TGC
SMPD
VFD
VB
VD

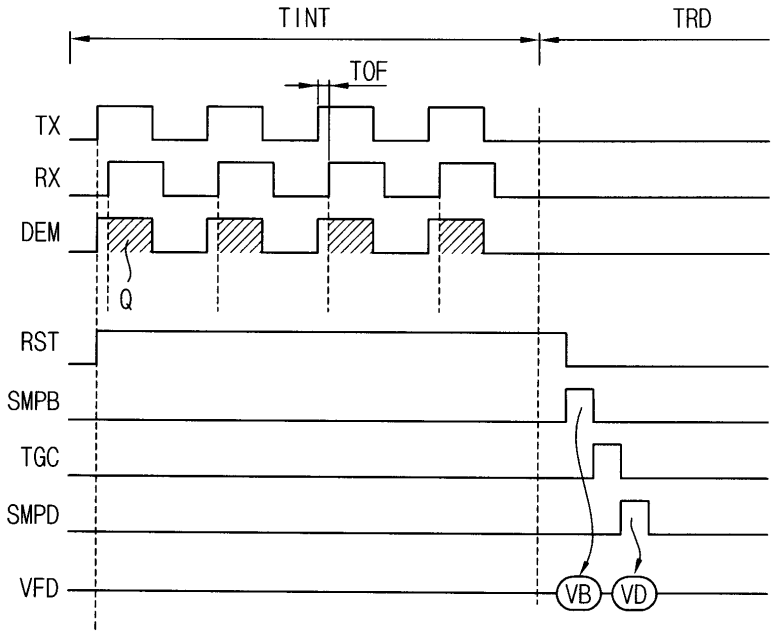
도면4


TINT
TRD
TOF
TX
RX
DEM
Q
RST
SMPB
TGC
SMPD
VFD
VD
VB

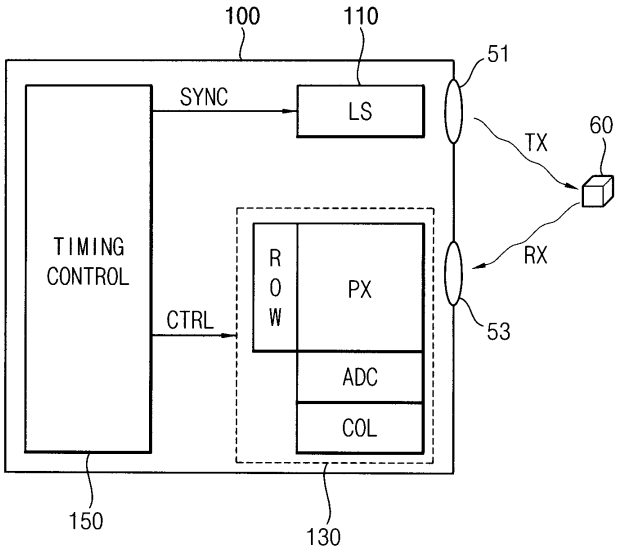
도면5


SNR
(dB)
40
30
20
G1
G2
2x10^2
10^3
5x10^3
10^4
NUMBER OF
ELECTRONS

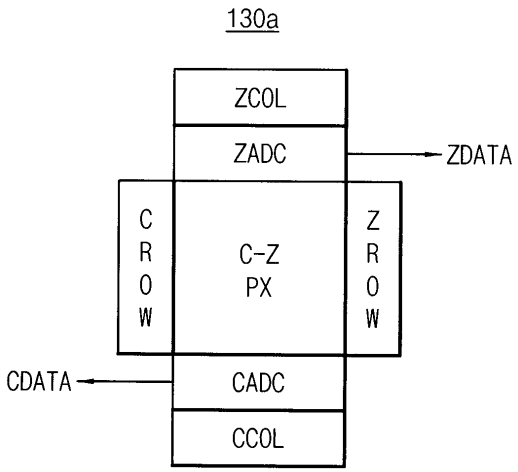
도면6


TINT
TRD
TOF
TX
RX
DEM
Q
RST
SMPB
TGC
SMPD
VFD
VB
VD

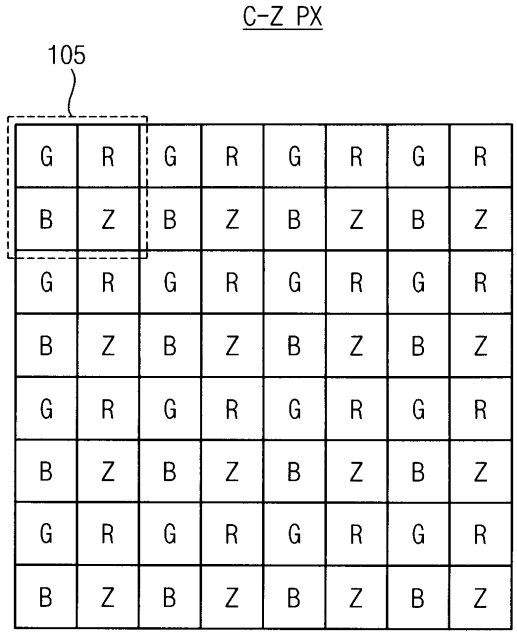
도면7


100
110
51
SYNC
LS
TX
60
TIMING
CONTROL
R
O
W
PX
RX
CTRL
53
ADC
COL
150
130

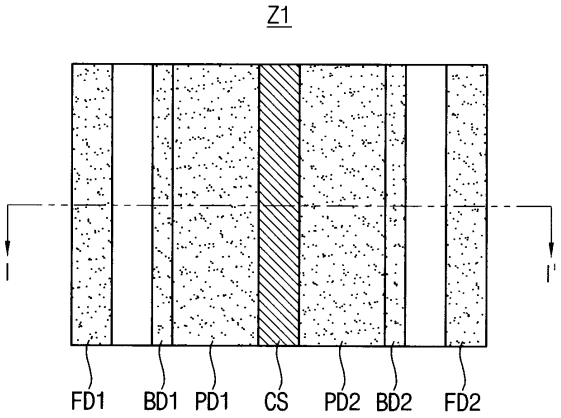
도면8


130a
ZCOL
ZADC
ZDATA
C
R
O
W
C-Z
PX
Z
R
O
W
CDATA
CADC
CCOL

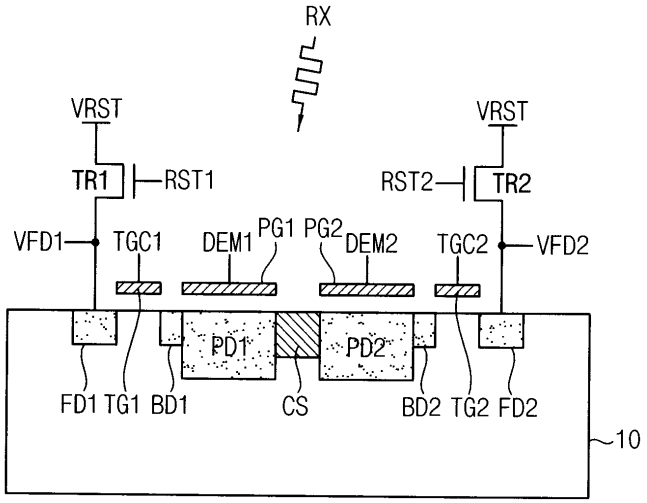
도면9



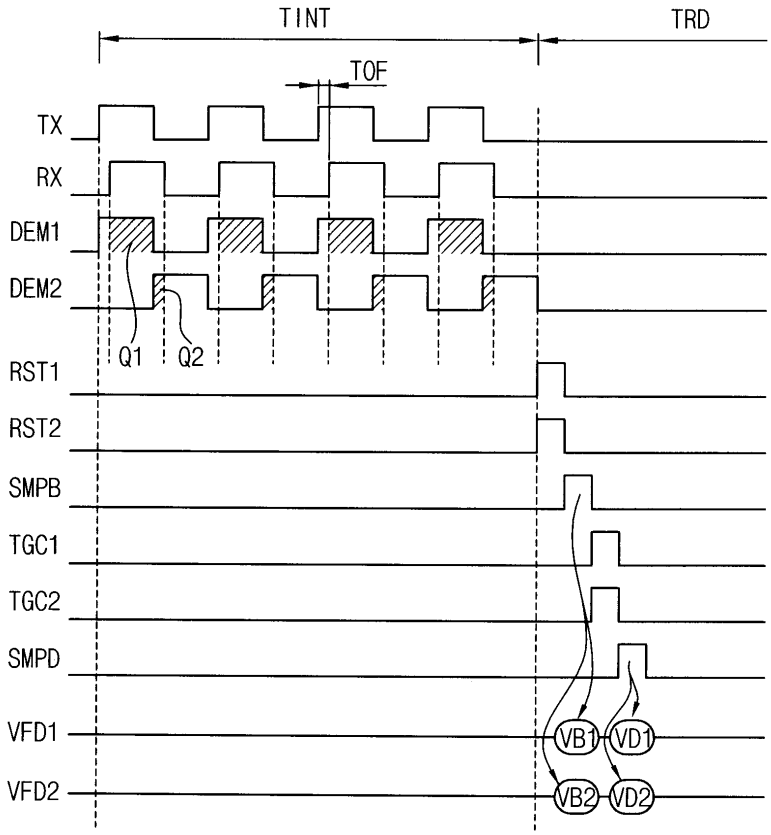
도면10



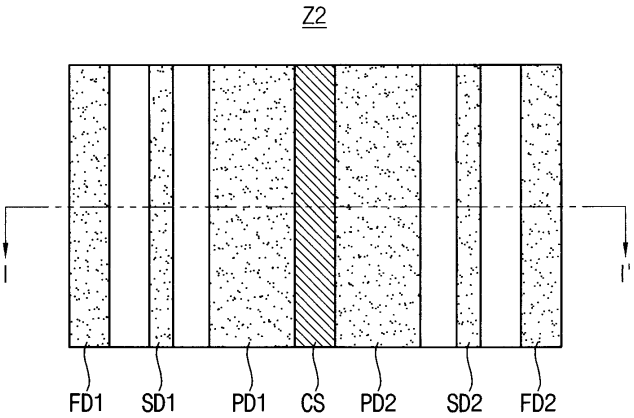
도면11



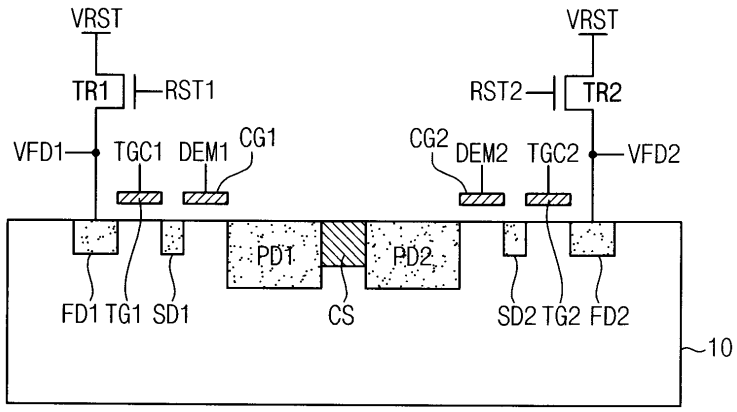
도면12


TINT
TRD
TOF
TX
RX
DEM1
DEM2
Q1
Q2
RST1
RST2
SMPB
TGC1
TGC2
SMPD
VFD1
VFD2
VB1
VD1
VB2
VD2

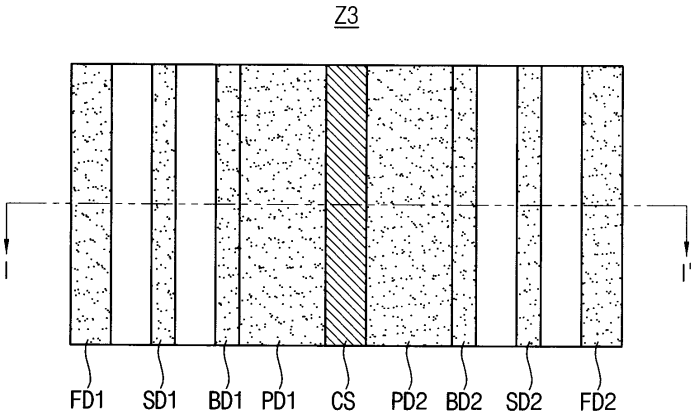
도면13


Z2
I
I'
FD1
SD1
PD1
CS
PD2
SD2
FD2

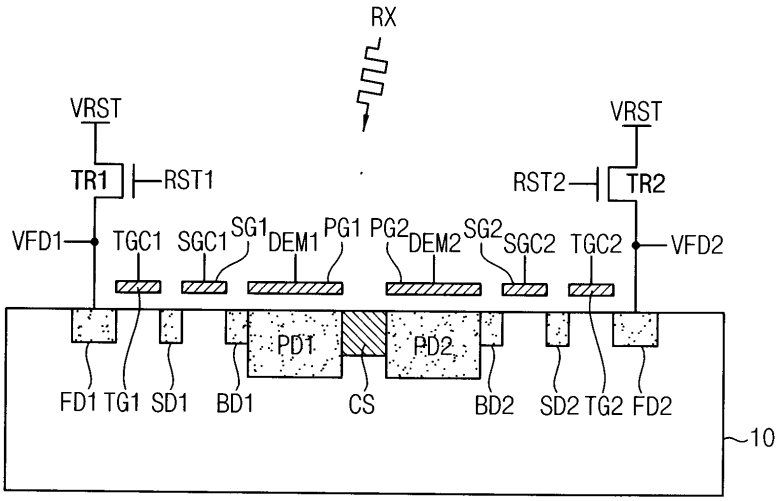
도면14



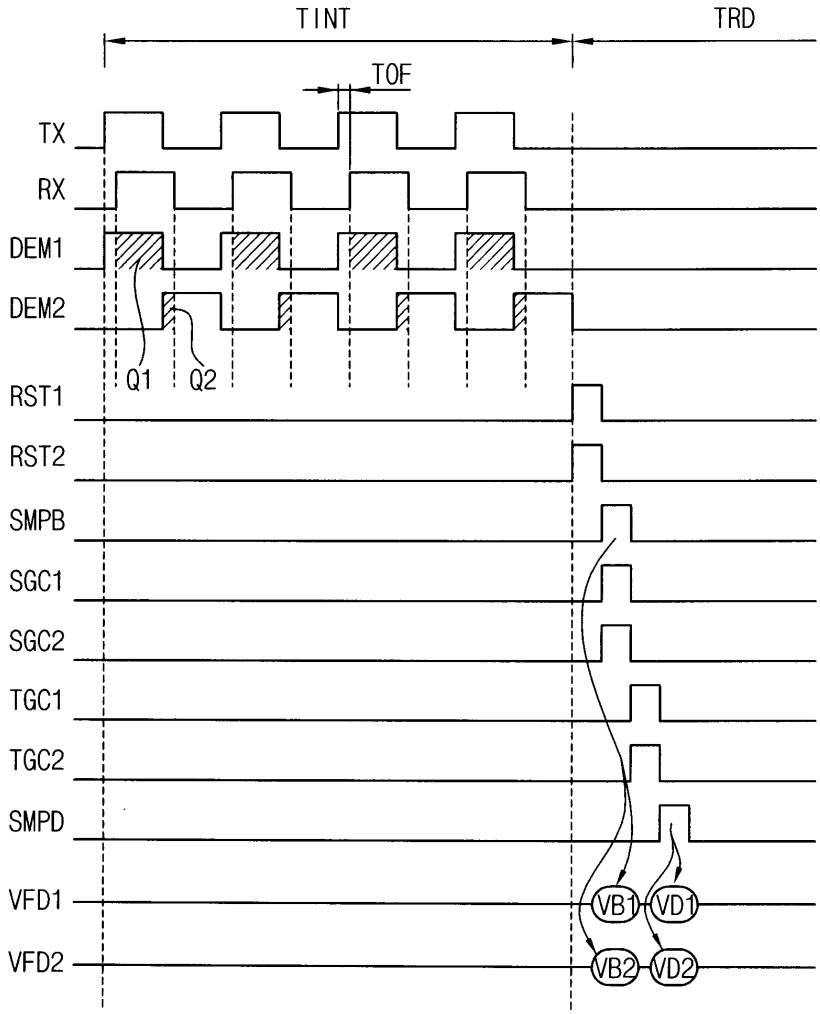
도면15



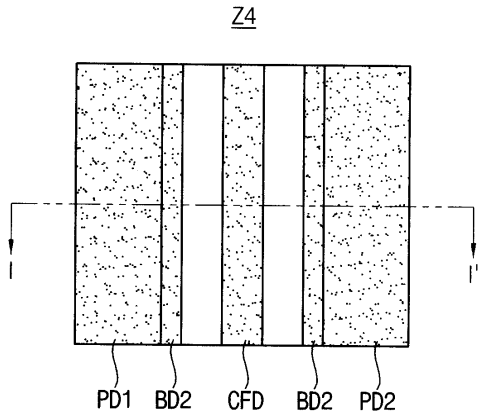
도면16



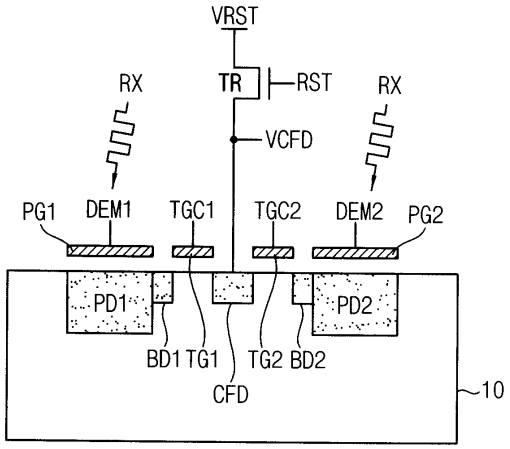
도면17


TINT
TRD
TOF
TX
RX
DEM1
DEM2
Q1
Q2
RST1
RST2
SMPB
SGC1
SGC2
TGC1
TGC2
SMPD
VFD1
VFD2
VB1
VD1
VB2
VD2

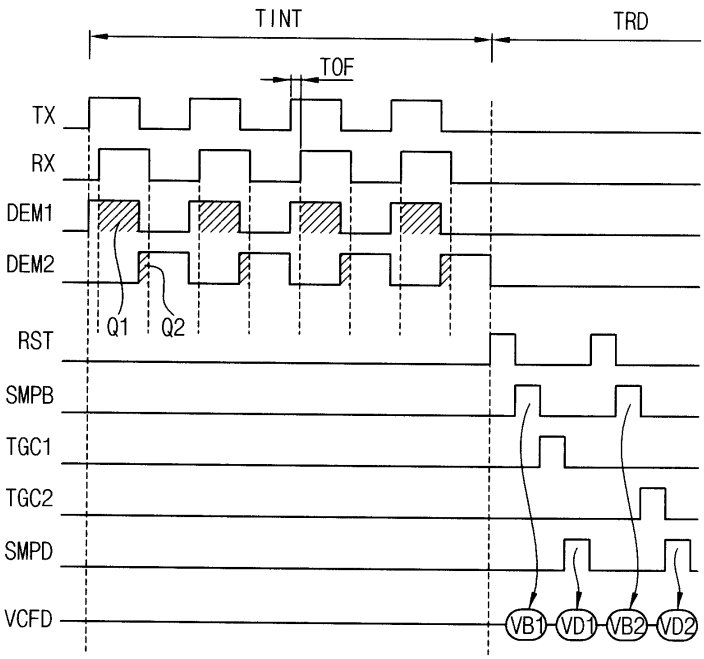
도면18


Z4
I
I'
PD1
BD2
CFD
BD2
PD2

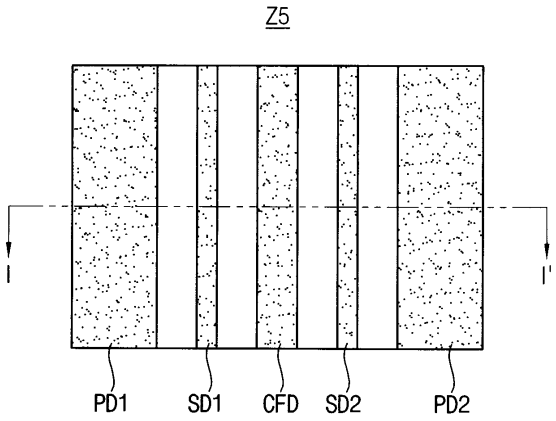
도면19


VRST
RX
TR
RST
RX
VCFD
PG1
DEM1
TGC1
TGC2
DEM2
PG2
PD1
PD2
BD1
TG1
TG2
BD2
CFD
10

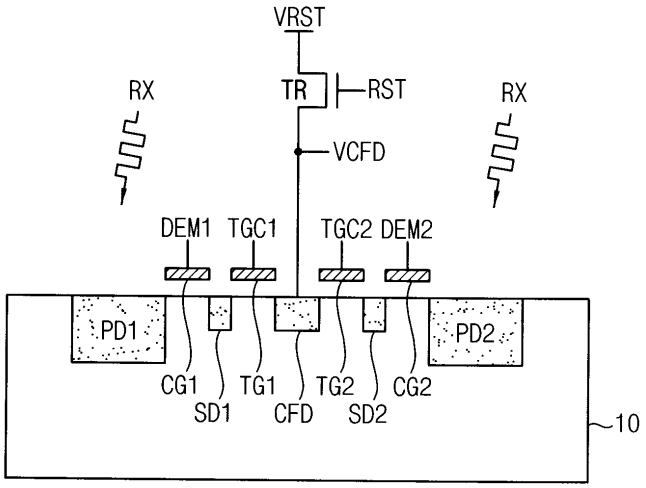
도면20


TINT
TRD
TOF
TX
RX
DEM1
DEM2
Q1
Q2
RST
SMPB
TGC1
TGC2
SMPD
VCFD
VB1
VD1
VB2
VD2

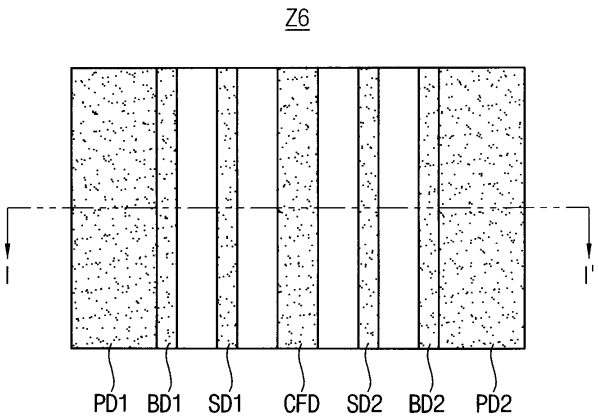
도면21



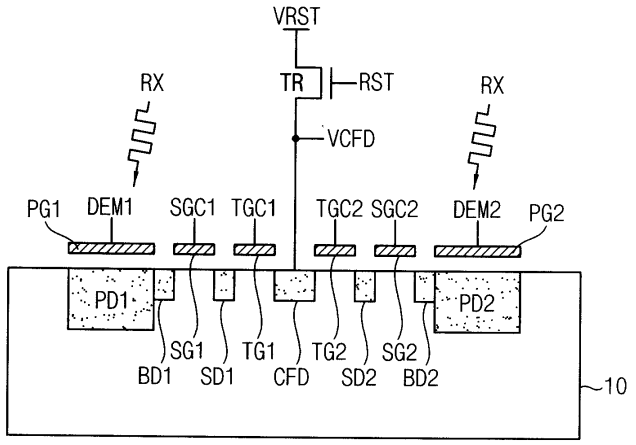
도면22



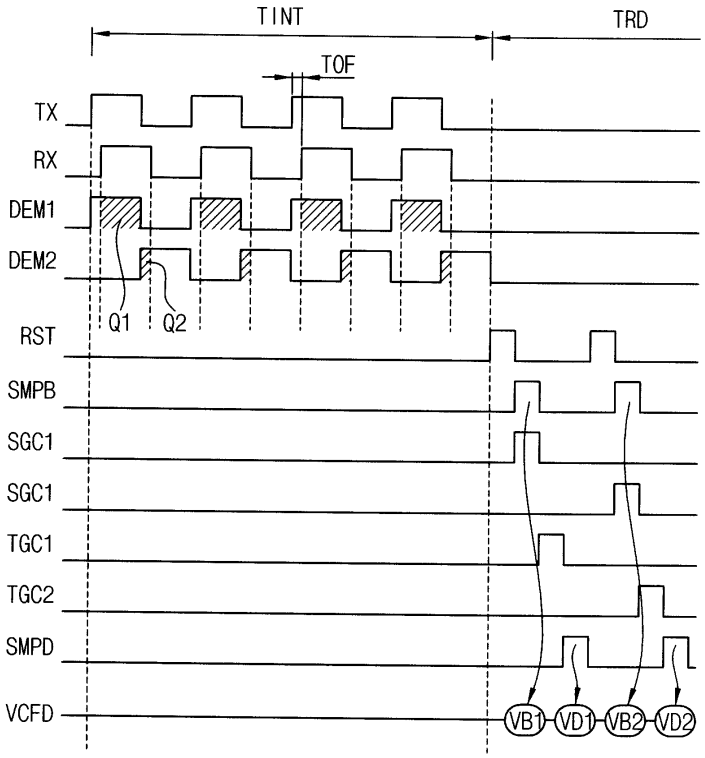
도면23



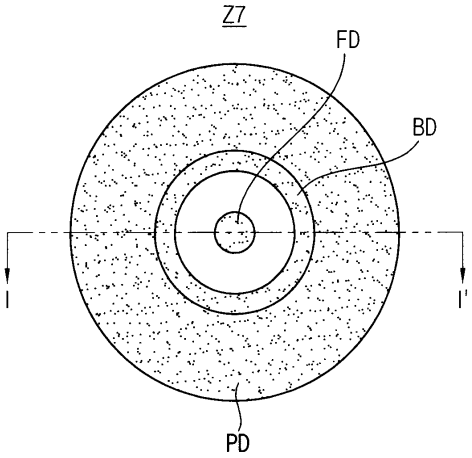
도면24


VRST
RX
TR
RST
RX
VCFD
PG1
DEM1
SGC1
TGC1
TGC2
SGC2
DEM2
PG2
PD1
PD2
SG1
TG1
TG2
SG2
BD1
SD1
CFD
SD2
BD2
10

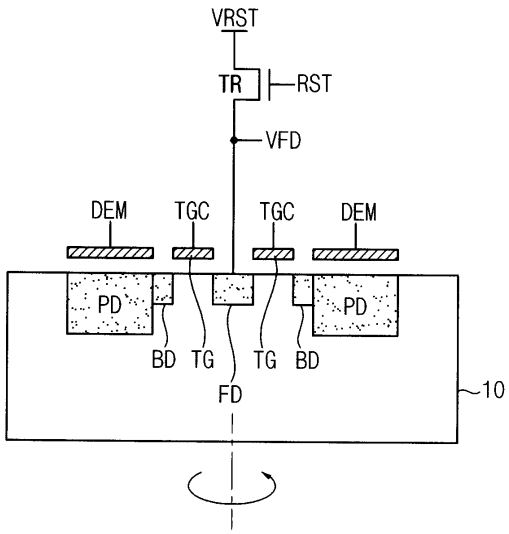
도면25


TINT
TRD
TOF
TX
RX
DEM1
DEM2
Q1
Q2
RST
SMPB
SGC1
SGC1
TGC1
TGC2
SMPD
VCFD
VB1
VD1
VB2
VD2

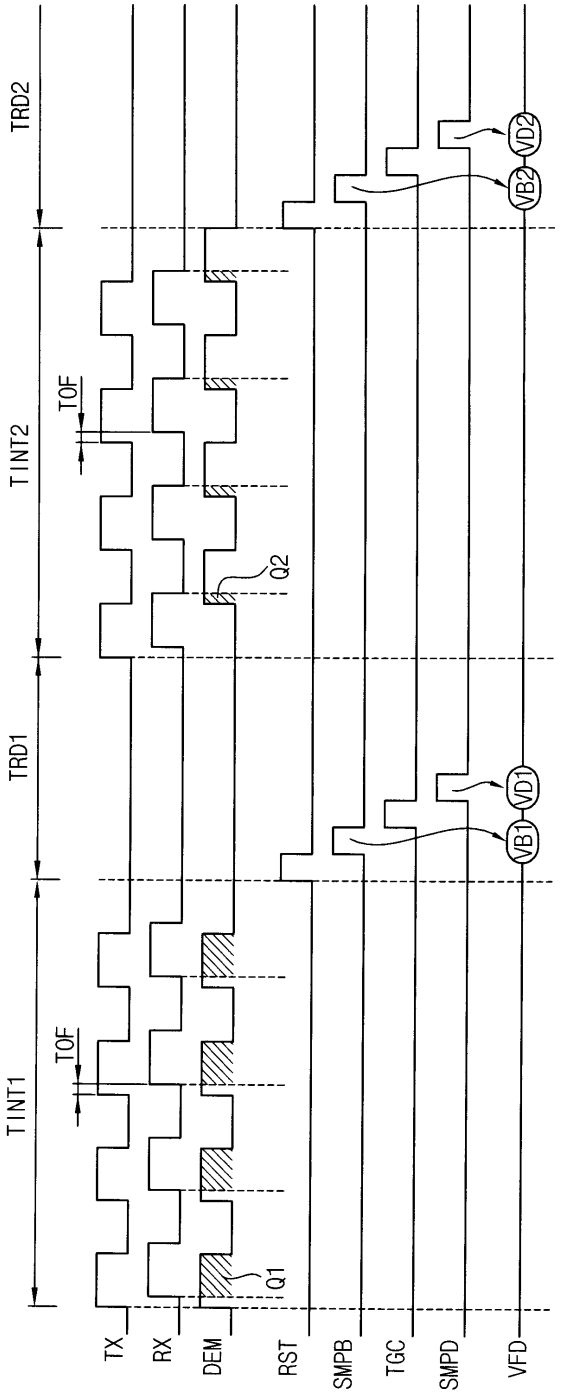
도면26


Z7
FD
BD
I
I'
PD

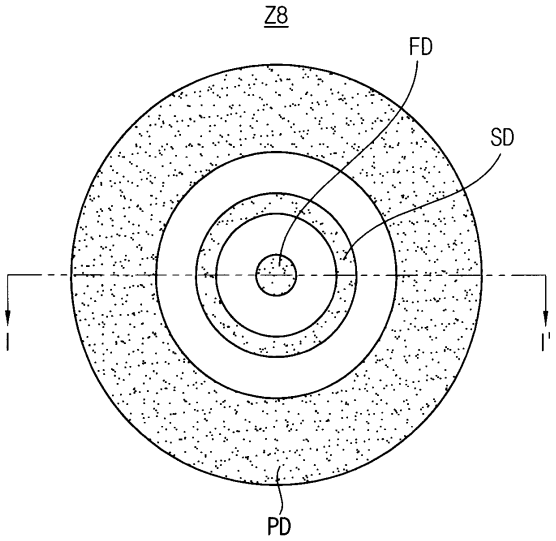
도면27


VRST
TR
RST
VFD
DEM
TGC
TGC
DEM
PD
PD
BD
TG
TG
BD
FD
10

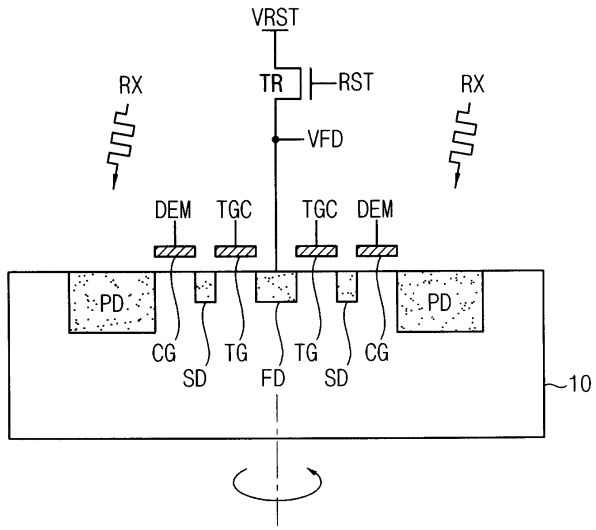
도면28


TRD2
TINT2
TRD1
TINT1
TOF
TOF
Q2
Q1
VD2
VB2
VD1
VB1
TX
RX
DEM
RST
SMPB
TGC
SMPD
VFD

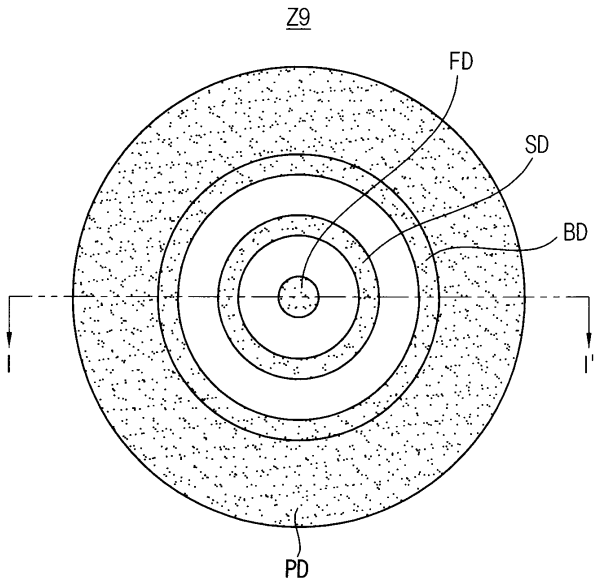
도면29


Z8
FD
SD
I
I'
PD

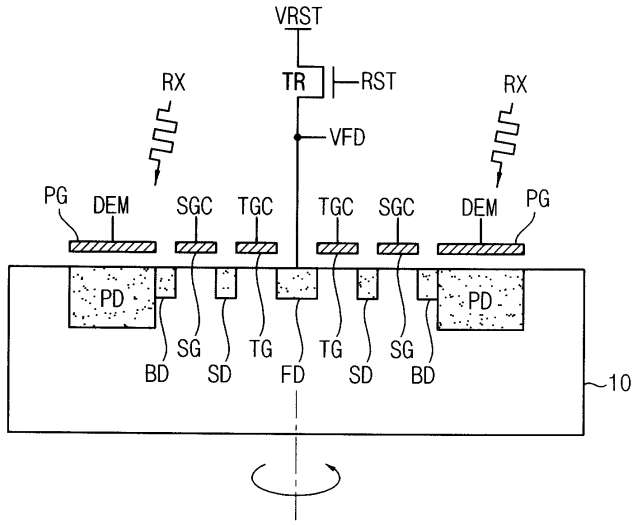
도면30


VRST
RX
TR
RST
RX
VFD
DEM
TGC
TGC
DEM
PD
PD
CG
SD
TG
FD
TG
SD
CG
10

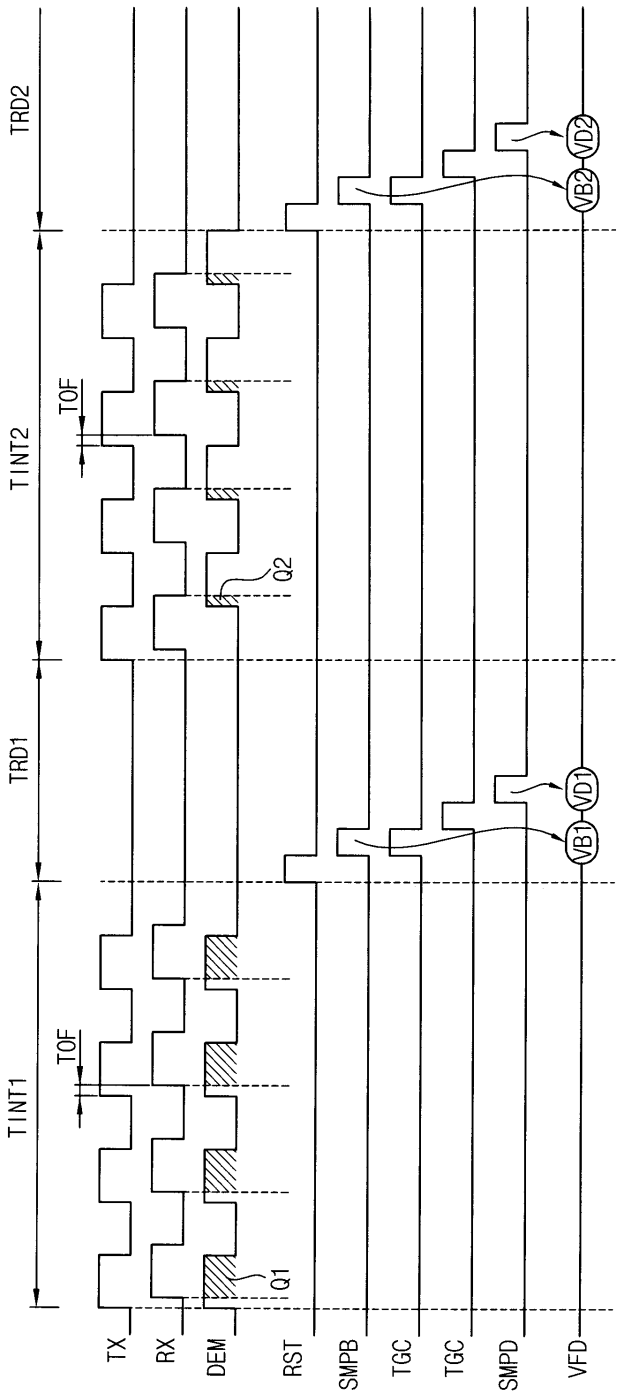
도면31


Z9
FD
SD
BD
I
I'
PD

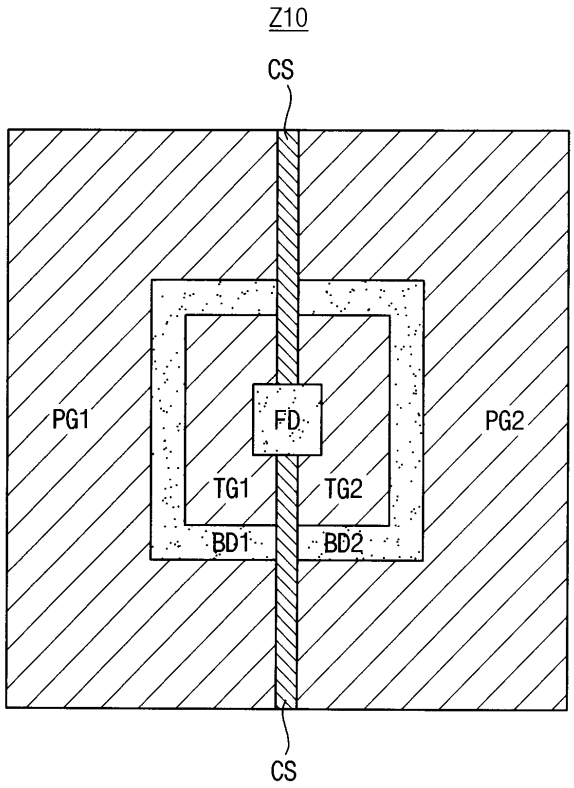
도면32


VRST
TR
RST
RX
RX
VFD
PG
DEM
SGC
TGC
TGC
SGC
DEM
PG
PD
PD
BD
SG
SD
TG
FD
TG
SD
SG
BD
10

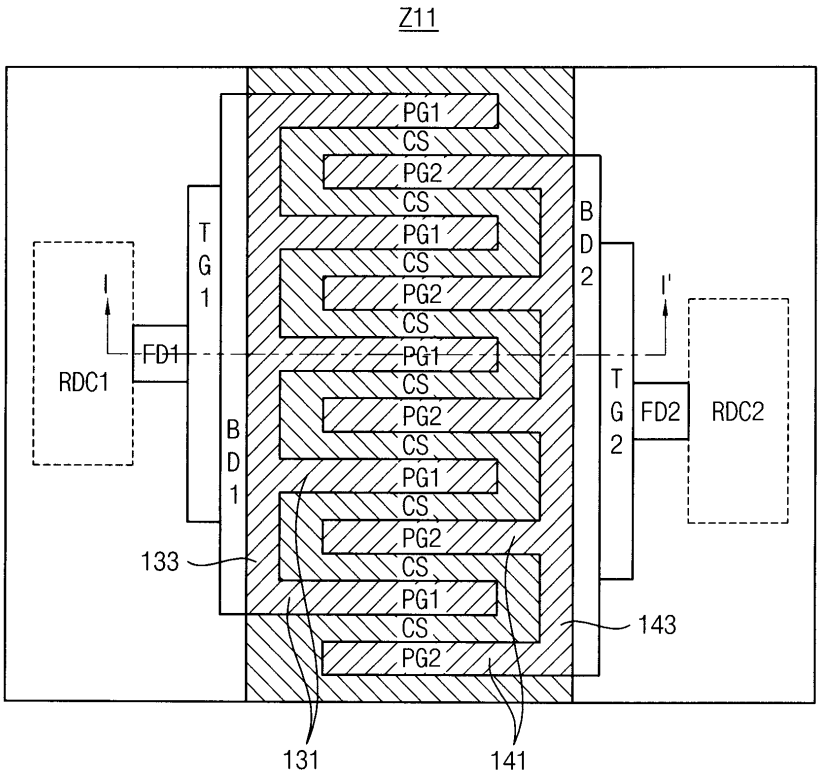
도면33


TRD2
TINT2
TRD1
TINT1
TOF
TOF
Q2
Q1
VD2
VB2
VD1
VB1
TX
RX
DEM
RST
SMPB
TGC
TGC
SMPD
VFD

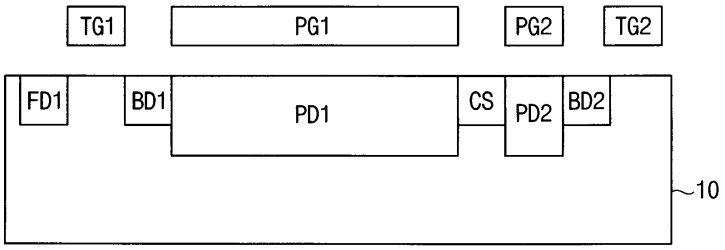
도면34


Z10
CS
PG1
FD
PG2
TG1
TG2
BD1
BD2
CS

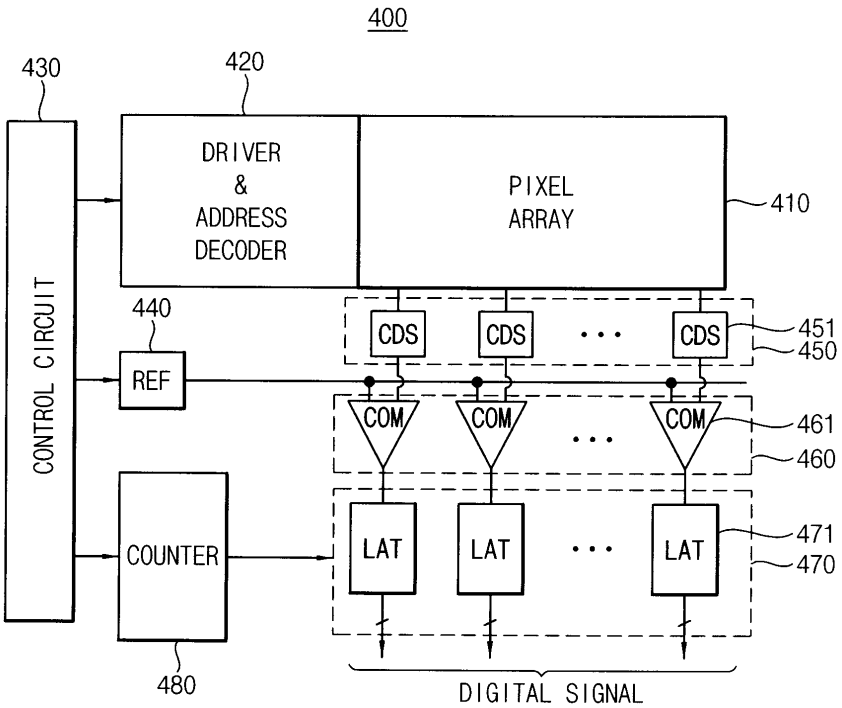
도면35


Z11
PG1
CS
PG2
CS
PG1
CS
PG2
CS
PG1
CS
PG2
CS
PG1
CS
PG2
CS
PG1
CS
PG2
I
I'
RDC1
FD1
TG1
BD1
BD2
TG2
FD2
RDC2
133
143
131
141

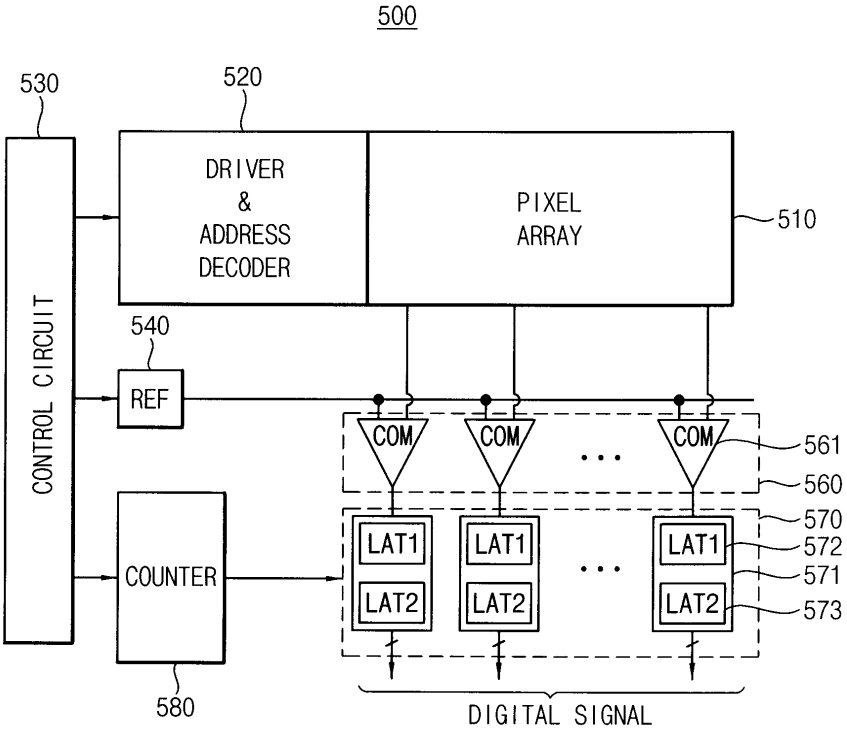
도면36


TG1
PG1
PG2
TG2
FD1
BD1
PD1
CS
PD2
BD2
10

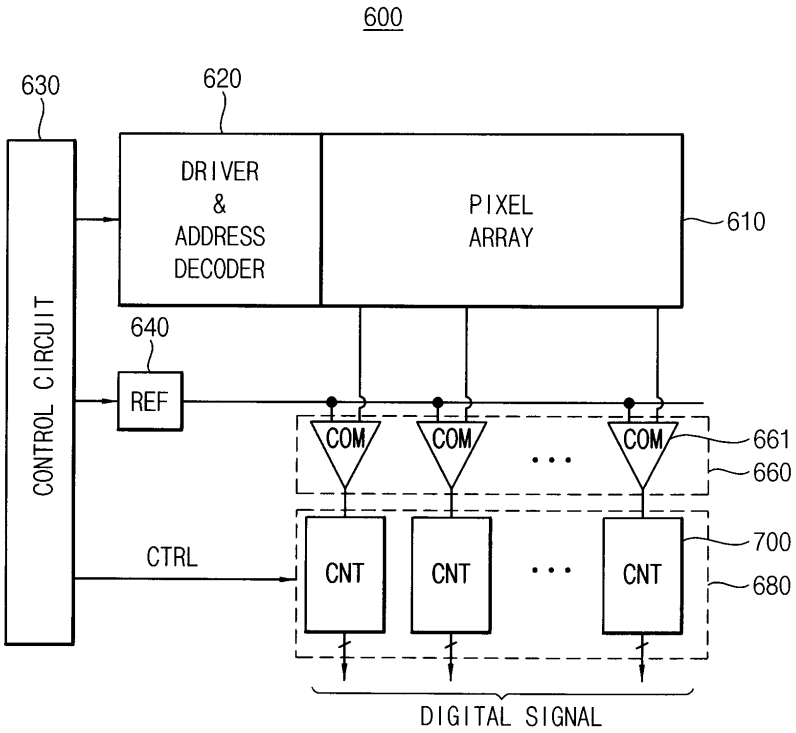
도면37


400
430
420
DRIVER
&
ADDRESS
DECODER
PIXEL
ARRAY
410
CONTROL CIRCUIT
440
REF
CDS
CDS
CDS
451
450
COM
COM
COM
461
460
COUNTER
LAT
LAT
LAT
471
470
480
DIGITAL SIGNAL

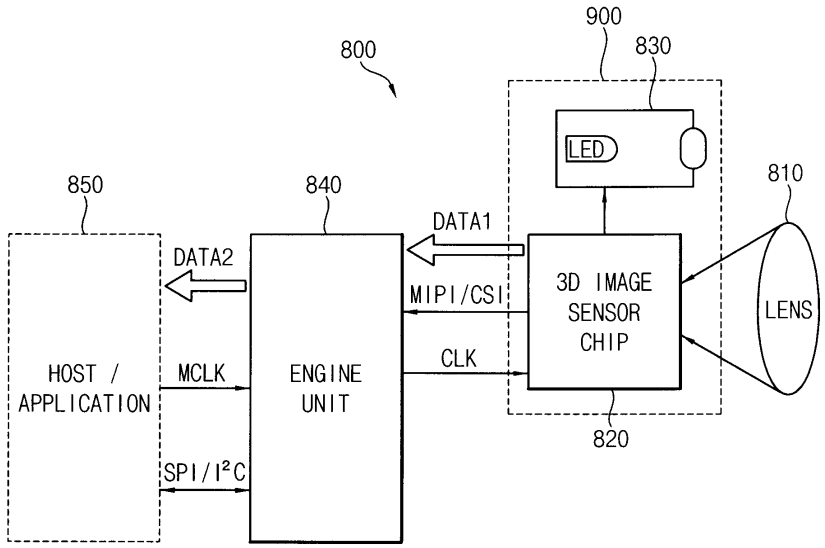
도면38


500
530
520
DRIVER
&
ADDRESS
DECODER
PIXEL
ARRAY
510
CONTROL CIRCUIT
540
REF
COM
COM
COM
561
560
570
LAT1
LAT1
LAT1
572
571
LAT2
LAT2
LAT2
573
COUNTER
580
DIGITAL SIGNAL

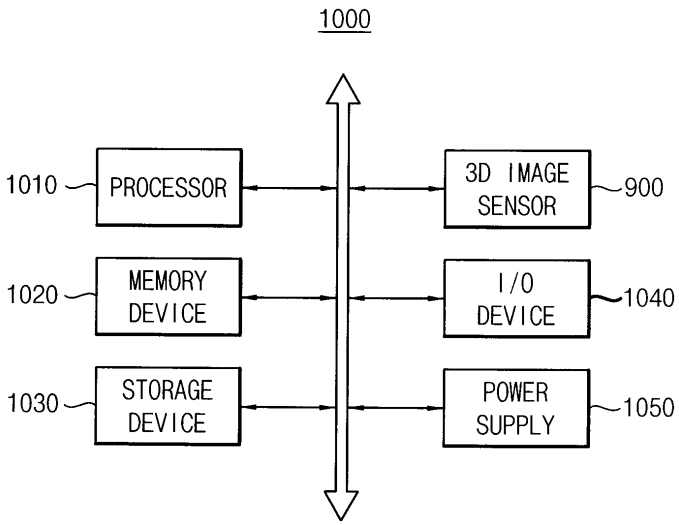
도면39


600
630
620
DRIVER
&
ADDRESS
DECODER
PIXEL
ARRAY
610
CONTROL CIRCUIT
640
REF
COM
COM
COM
661
660
CTRL
CNT
CNT
CNT
700
680
DIGITAL SIGNAL

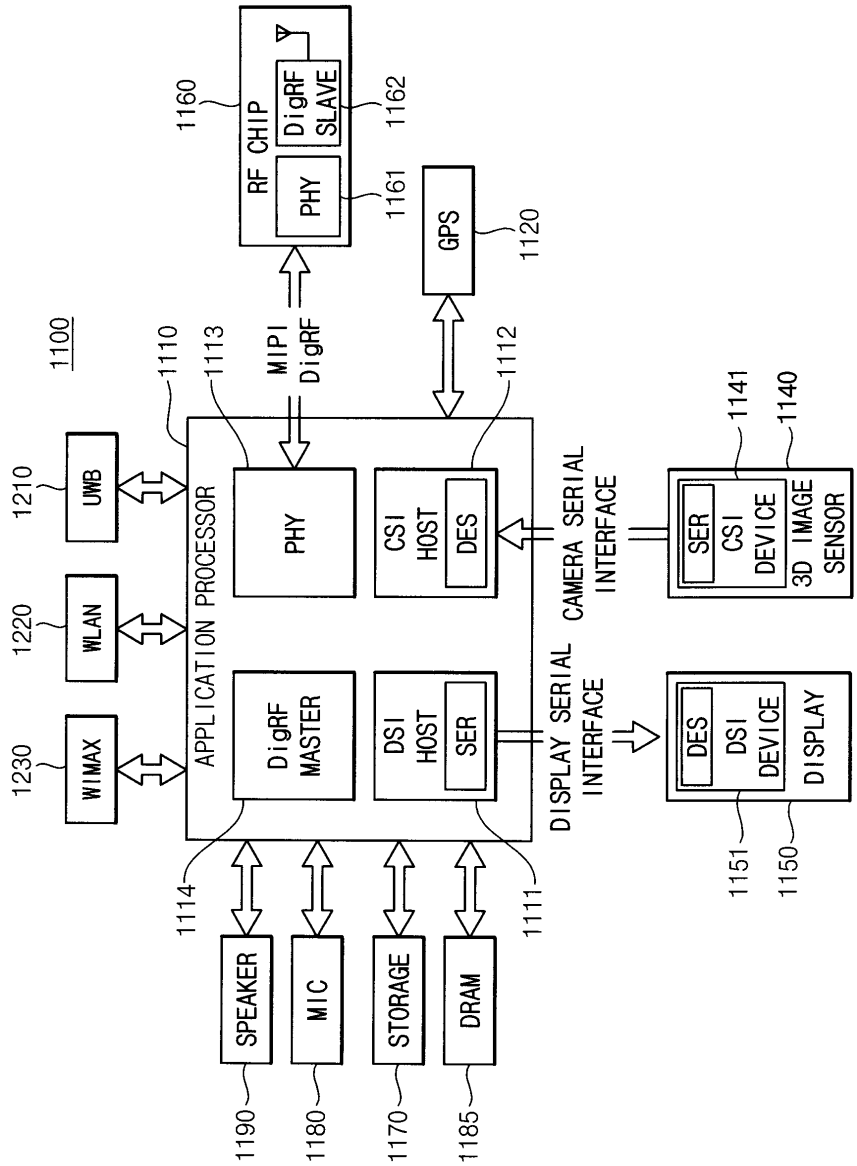
도면40


800
900
830
LED
810
850
840
DATA1
DATA2
MIPI/CSI
3D IMAGE SENSOR CHIP
LENS
HOST / APPLICATION
MCLK
ENGINE UNIT
CLK
SPI/I²C
820

도면41


1000
1010
PROCESSOR
3D IMAGE SENSOR
900
1020
MEMORY DEVICE
I/O DEVICE
1040
1030
STORAGE DEVICE
POWER SUPPLY
1050

도면42


1100
APPLICATION PROCESSOR
1110
1113
1112
1111
1114
PHY
CSI HOST
DES
DigRF MASTER
DSI HOST
SER
MIPI DigRF
CAMERA SERIAL INTERFACE
DISPLAY SERIAL INTERFACE
RF CHIP
PHY
DigRF SLAVE
1160
1161
1162
GPS
1120
UWB
1210
WLAN
1220
WIMAX
1230
SPEAKER
1190
MIC
1180
STORAGE
1170
DRAM
1185
SER
CSI DEVICE
3D IMAGE SENSOR
1141
1140
DES
DSI DEVICE
DISPLAY
1151
1150