



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0130935
(43) 공개일자 2024년08월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04N 25/773 (2023.01) H01L 31/107 (2024.01)

H04N 25/778 (2023.01)

(52) CPC특허분류

H04N 25/773 (2023.01)

H01L 31/107 (2024.01)

(21) 출원번호 10-2023-0023968

(22) 출원일자 2023년02월23일

심사청구일자 2023년02월23일

(71) 출원인

이화여자대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)

(72) 발명자

박성민

경기도 성남시 분당구 미금로 114, 206동 102호(구미동, 하얀마을그랜드빌라)

김상균

서울특별시 강북구 도봉로98길 28, 1동 201호 (변동, 라움빌)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인(유한)아이시스

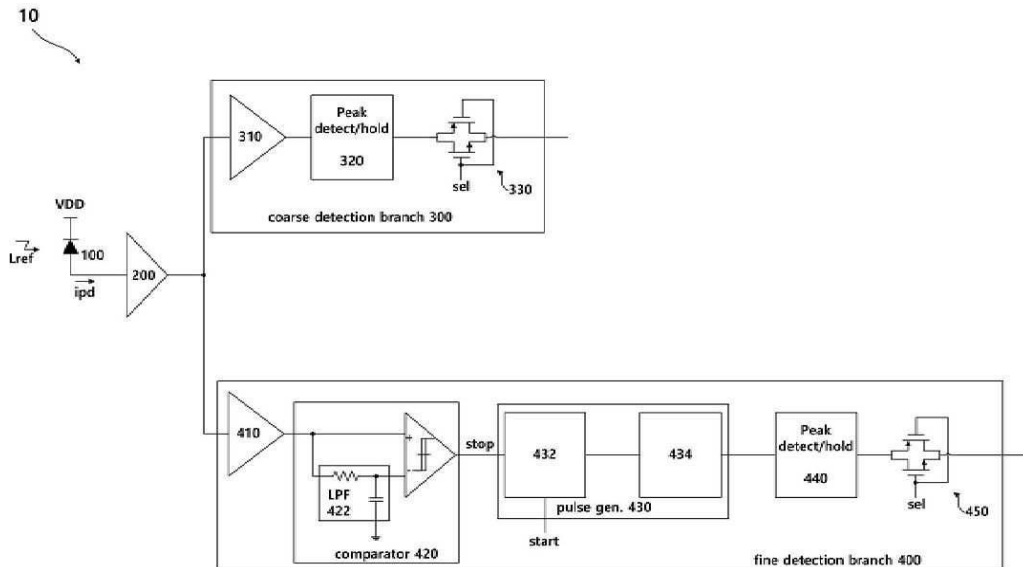
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 광전 소자

(57) 요약

본 실시예에 의한 광전 소자(optoelectronic device)는: 규칙적으로 배치된 복수의 광전 셀(optoelectronic cell) 및 상기 광전 셀의 출력을 버퍼하여 출력하는 버퍼를 포함하고, 상기 광전 셀은 출사광이 오브젝트(object)에서 반사되어 형성된 반사광을 전류로 변환하여 출력하는 수광 소자; 상기 수광 소자의 출력 전류를 전압 신호로 변환하여 출력하며, 제어 가능한 이득으로 증폭하여 출력하는 가변 이득 전달 임피던스(trans-impedance) 증폭기; 상기 가변 이득 전달 임피던스 증폭기의 출력을 제공받고, 상기 오브젝트와의 거리에 상응하는 진폭을 가지는 신호를 출력하는 거친 검출 브랜치(coarse detection branch) 및 상기 가변 이득 전달 임피던스 증폭기의 출력을 제공받고, 상기 출사광의 출사 시점과 상기 반사광 수신 시점 사이의 시간차에 상응하는 진폭을 가지는 신호를 출력하는 미세 검출 브랜치(fine detection branch)를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H04N 25/778 (2023.01)

(72) 발명자

정승환

서울특별시 구로구 중앙로12길 12, 104동 1304호
(고척동, 센츨리아파트)

주지은

경기도 용인시 기흥구 강남동로 42, 606동 1701호
(구갈동, 강남마을6단지자연&아이원아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711193831
과제번호	2020-0-01847-004
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성
연구과제명	비대면·인공지능 사회를 위한 반도체 시스템 융합혁신기술 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	한국과학기술원
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711166854
과제번호	2020R1A2C1008879
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	Elderly Home Monitoring을 위한 저가형 실리콘 포토닉스 기반 듀얼모드 어댑티브
LiDAR 센서 개발	
기 여 율	1/2
과제수행기관명	이화여자대학교
연구기간	2020.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

광전 소자(optoelectronic device)는:

규칙적으로 배치된 복수의 광전 셀(optoelectronic cell) 및

상기 광전 셀의 출력을 버퍼하여 출력하는 버퍼를 포함하고,

상기 광전 셀은

출사광이 오브젝트(object)에서 반사되어 형성된 반사광을 전류로 변환하여 출력하는 수광 소자;

상기 수광 소자의 출력 전류를 전압 신호로 변환하여 출력하며, 제어 가능한 이득으로 증폭하여 출력하는 가변 이득 전달 임피던스(trans-impedance) 증폭기;

상기 가변 이득 전달 임피던스 증폭기의 출력을 제공받고, 상기 오브젝트와의 거리에 상응하는 진폭을 가지는 신호를 출력하는 거친 검출 브랜치(coarse detection branch) 및

상기 가변 이득 전달 임피던스 증폭기의 출력을 제공받고, 상기 출사광의 출사 시점과 상기 반사광 수신 시점 사이의 시간차에 상응하는 진폭을 가지는 신호를 출력하는 미세 검출 브랜치(fine detection branch)를 포함하는 광전 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 수광 소자는 APD(avalanche photodiode)인 광전 소자.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 규칙적으로 배치된 복수의 광전 셀 각각은

상기 광전 소자의 시야각(FOV, Field of View) 내에서 상기 오브젝트를 검출하는 광전 소자.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 가변 이득 전달 임피던스 증폭기는,

입력 노드와 출력 노드;

자기 바이어스(self biased) 인버터 전압 증폭기 및

상기 입력 노드로 제공된 입력 신호가 피드포워드(feedforward)되어 제공되는 공통 소스 증폭기를 포함하며,

상기 인버터 전압 증폭기와 상기 공통 소스 증폭기는 입력 노드와 상기 출력 노드를 공유하는 광전 소자.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 거친 검출 브랜치는,

상기 가변 이득 전달 임피던스 증폭기의 출력 신호의 피크를 검출하여 유지하는 피크 검출 유지회로(peak detect hold circuit)를 포함하는 광전 소자.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 미세 검출 브랜치는,

상기 반사광의 검출 시점에 상응하는 스톱(stop) 신호를 형성하여 출력하는 비교기;

상기 출사광의 출사 시점에 상응하는 스타트(start) 신호를 제공받고, 상기 스톱 신호와 상기 스타트 신호의 시간 차에 상응하는 진폭을 가지는 펄스를 생성하는 펄스 생성부 및

상기 펄스 생성부의 출력 진폭을 검출하여 유지하는 피크 검출 유지부를 포함하는 광전 소자.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 거친 검출 브랜치는

상기 가변 이득 전달 임피던스 증폭기의 출력을 증폭하는 증폭기를 포함하고,

상기 미세 검출 브랜치는 상기 가변 이득 전달 임피던스 증폭기의 출력을 증폭하는 증폭기를 포함하는 광전 소자.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 거친 검출 브랜치는

제어 신호에 따라 거친 검출 브랜치(coarse detection branch)의 출력을 제공하는 전송 게이트를 포함하고,

상기 미세 검출 브랜치는 상기 미세 검출 브랜치의 출력을 제공하는 전송 게이트를 포함하며,

상기 제어 신호는 상기 규칙적으로 배치된 복수의 광전 셀들이 순차적으로 신호를 출력하도록 상기 거친 검출 브랜치에 포함된 전송 게이트 및 미세 검출 브랜치에 포함된 전송 게이트에 제공되는 광전 소자.

청구항 9

출사광이 오브젝트(object)에서 반사되어 형성된 반사광을 검출하는 광전 셀(optoelectronic cell)로, 상기 광전 셀은:

상기 광전 셀은

상기 반사광을 검출하여 전류 신호를 출력하는 수광 소자;

제어 가능한 이득으로 상기 전류 신호를 전압 신호로 변환하여 출력하는 가변 이득 전달 임피던스(trans-impedance) 증폭기;

상기 광전 셀과 상기 오브젝트까지의 거리에 상응하는 상기 전압 신호의 피크를 검출하는 거친 검출 브랜치 및

상기 출사광의 출사 시점과 상기 반사광의 검출 시점까지의 시간차에 상응하는 진폭을 가지는 펄스를 형성하는 펄스 형성부 및 상기 펄스의 피크를 검출하여 유지하는 피크 검출 유지 회로를 포함하는 미세 검출 브랜치(fine detection branch)를 포함하는 광전 셀.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 수광 셀은 APD(avalanche photodiode)인 광전 셀.

청구항 11

제A항에 있어서,

상기 가변 이득 전달 임피던스 증폭기는,

입력 노드와 출력 노드;

자기 바이어스(self biased) 인버터 전압 증폭기 및

입력 노드로 제공된 입력 신호가 피드 포워드되어 제공되는 공통 소스 증폭기를 포함하며,

상기 인버터 전압 증폭기와 상기 공통 소스 증폭기는 상기 입력 노드와 상기 출력 노드를 공유하는 광전 셀.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 미세 검출 브랜치는,

상기 반사광의 검출 시점에 상응하는 스톱(stop) 신호를 형성하여 출력하는 비교기;

상기 출사광의 출사 시점에 상응하는 스타트(start) 신호를 제공받고, 상기 스톱 신호와 상기 스타트 신호의 시간 차에 상응하는 진폭을 가지는 시간차 펄스를 생성하는 시간차 펄스 생성부 및

상기 시간차 펄스로 충전되어 상기 진폭을 가지는 상기 펄스 생성부의 출력 진폭을 검출하여 유지하는 피크 검출 유지부를 포함하는 광전 셀.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 일반적으로 광전 소자와 관련된다.

배경 기술

[0002] 독거 노인이나 치매 환자의 경우 인지능력 저하로 인해 집안 내 낙상 위험률이 매우 높고, 수면 중 심정지 및 경제 고난으로 인한 자살 가능성이 높은 고위험 군에 속해 있다. 2012년 대한민국 보건복지부 발표에 의하면 2025년에는 100만 명의 노인치매환자가 국내에서 발생할 것으로 예상하고 있으며, 낙상으로 인한 치료비용이 2 조원에 달할 것으로 예측하고 있다.

[0003] 그러나 현실적으로 집안 내에서 일어나는 노인의 낙상 및 심정지 같은 급작스러운 사고를 실시간으로 즉시 발견 하여 보호자에게 알리기 위하여 댁내 낙상사고 검출이 가능하면서 동시에 초상권 침해가 없는 소형의 저전력 집 적회로 센서를 구현하는 것은 중요하다. 특히, 집안 내 여러 전자기기에서 발생하는 RF 신호 간섭을 최대한 줄 일 수 있는 광전 집적 소자 구현이 가장 적합한 솔루션이 될 것으로 예측된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] SPAD(Single Photon Avalanche Photodiode) 광소자로 구현한 종래의 광전 집적 소자는 높은 바이어스, 낮은 감 지확률(PDE, photon detection efficiency), 제한된 다이내믹 레인지, 부수적인 회로의 필요성과 타이밍 지터 (timing jitter) 등의 단점이 있으며, CMOS SPAD를 온 칩으로 구현하면 동작 파장 대역에서의 감지 확률이 감소 한다.

[0005] 본 실시예로 해결하고자 하는 과제 중 하나는 상기한 종래 기술의 난점을 해소할 수 있는 광전 집적 소자를 제 공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 실시예에 의한 광전 소자(optoelectronic device)는: 규칙적으로 배치된 복수의 광전 셀(optoelectronic cell) 및 상기 광전 셀의 출력을 버퍼하여 출력하는 버퍼를 포함하고, 상기 광전 셀은 출사광이 오브젝트 (object)에서 반사되어 형성된 반사광을 전류로 변환하여 출력하는 수광 소자; 상기 수광 소자의 출력 전류를 전압 신호로 변환하여 출력하며, 제어 가능한 이득으로 증폭하여 출력하는 가변 이득 전달 임피던스(trans-impedance) 증폭기; 상기 가변 이득 전달 임피던스 증폭기의 출력을 제공받고, 상기 오브젝트와의 거리에 상응 하는 진폭을 가지는 신호를 출력하는 거친 검출 브랜치(coarse detection branch) 및 상기 가변 이득 전달 임피

던스 증폭기의 출력을 제공받고, 상기 출사광의 출사 시점과 상기 반사광 수신 시점 사이의 시간차에 상응하는 진폭을 가지는 신호를 출력하는 미세 검출 브랜치(fine detection branch)를 포함한다.

[0007] 본 실시예에 의한 광전 소자의 한 측면에 의하면, 상기 수광 소자는 APD(avalanche photodiode)이다.

[0008] 본 실시예에 의한 광전 소자의 한 측면에 의하면, 상기 규칙적으로 배치된 복수의 광전 셀 각각은 상기 광전 소자의 시야각(FOV, Field of View) 내에서 상기 오브젝트를 검출한다.

[0009] 본 실시예에 의한 광전 소자의 한 측면에 의하면, 상기 가변 이득 전달 임피던스 증폭기는, 입력 노드와 출력 노드; 자기 바이어스(self biased) 인버터 전압 증폭기 및 상기 입력 노드로 제공된 입력 신호가 피드포워드(feedforward)되어 제공되는 공통 소스 증폭기를 포함하며, 상기 인버터 전압 증폭기와 상기 공통 소스 증폭기는 입력 노드와 상기 출력 노드를 공유한다.

[0010] 본 실시예에 의한 광전 소자의 한 측면에 의하면, 상기 거친 검출 브랜치는, 상기 가변 이득 전달 임피던스 증폭기의 출력 신호의 피크를 검출하여 유지하는 피크 검출 유지회로(peak detect hold circuit)를 포함한다.

[0011] 본 실시예에 의한 광전 소자의 한 측면에 의하면, 상기 미세 검출 브랜치는, 상기 반사광의 검출 시점에 상응하는 스톱(stop) 신호를 형성하여 출력하는 비교기; 상기 출사광의 출사 시점에 상응하는 스타트(start) 신호를 제공받고, 상기 스톱 신호와 상기 스타트 신호의 시간 차에 상응하는 진폭을 가지는 펄스를 생성하는 펄스 생성부 및 상기 펄스 생성부의 출력 진폭을 검출하여 유지하는 피크 검출 유지부를 포함한다.

[0012] 본 실시예에 의한 광전 소자의 한 측면에 의하면, 상기 거친 검출 브랜치는 상기 가변 이득 전달 임피던스 증폭기의 출력을 증폭하는 증폭기를 포함하고, 상기 미세 검출 브랜치는 상기 가변 이득 전달 임피던스 증폭기의 출력을 증폭하는 증폭기를 포함한다.

[0013] 본 실시예에 의한 광전 소자의 한 측면에 의하면, 상기 거친 검출 브랜치는 제어 신호에 따라 거친 검출 브랜치(coarse detection branch)의 출력을 제공하는 전송 게이트를 포함하고, 상기 미세 검출 브랜치는 상기 미세 검출 브랜치의 출력을 제공하는 전송 게이트를 포함하며, 상기 제어 신호는 상기 규칙적으로 배치된 복수의 광전 셀들이 순차적으로 신호를 출력하도록 상기 거친 검출 브랜치에 포함된 전송 게이트 및 미세 검출 브랜치에 포함된 전송 게이트에 제공된다.

[0014] 본 실시예는 출사광이 오브젝트(object)에서 반사되어 형성된 반사광을 검출하는 광전 셀(optoelectronic cell)로, 상기 광전 셀은: 상기 광전 셀은 상기 반사광을 검출하여 전류 신호를 출력하는 수광 소자; 제어 가능한 이득으로 상기 전류 신호를 전압 신호로 변환하여 출력하는 가변 이득 전달 임피던스(trans-impedance) 증폭기; 상기 광전 셀과 상기 오브젝트까지의 거리에 상응하는 상기 전압 신호의 피크를 검출하는 거친 검출 브랜치 및 상기 출사광의 출사 시점과 상기 반사광의 검출 시점까지의 시간 차에 상응하는 진폭을 가지는 펄스를 형성하는 펄스 형성부 및 상기 펄스의 피크를 검출하여 유지하는 피크 검출 유지 회로를 포함하는 미세 검출 브랜치(fine detection branch)를 포함한다.

[0015] 본 실시예에 의한 광전 셀의 한 측면에 의하면, 상기 수광 셀은 APD(avalanche photodiode)이다.

[0016] 본 실시예에 의한 광전 셀의 한 측면에 의하면, 상기 가변 이득 전달 임피던스 증폭기는, 입력 노드와 출력 노드; 자기 바이어스(self biased) 인버터 전압 증폭기 및 입력 노드로 제공된 입력 신호가 피드 포워드되어 제공되는 공통 소스 증폭기를 포함하며, 상기 인버터 전압 증폭기와 상기 공통 소스 증폭기는 상기 입력 노드와 상기 출력 노드를 공유한다.

[0017] 본 실시예에 의한 광전 셀의 한 측면에 의하면, 상기 미세 검출 브랜치는, 상기 반사광의 검출 시점에 상응하는 스톱(stop) 신호를 형성하여 출력하는 비교기; 상기 출사광의 출사 시점에 상응하는 스타트(start) 신호를 제공하고, 상기 스톱 신호와 상기 스타트 신호의 시간 차에 상응하는 진폭을 가지는 시간차 펄스를 생성하는 시간차 펄스 생성부 및 상기 시간차 펄스로 충전되어 상기 진폭을 가지는 상기 펄스 생성부의 출력 진폭을 검출하여 유지하는 피크 검출 유지부를 포함한다.

발명의 효과

[0018] 본 실시예에 의하면 높은 바이어스 전압을 요하지 않고, 감지확률을 향상시킬 수 있으며, 다이내믹 레인지의 제한이 없으며, 타이밍 지터(timing jitter) 등의 난점을 해소할 수 있다는 장점이 제공되며, 특히 두 신호를 활용하여 오브젝트와의 거리를 보다 정밀하게 검출할 수 있다는 장점이 제공된다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 실시예에 의한 광전 소자의 개요를 도시한 블록도이다.
- 도 2는 본 실시예에 의한 광전 셀의 개요를 도시한 도면이다.
- 도 3은 가변 이득 전달 임피던스 증폭기의 개요를 도시한 개요적 회로도이다.
- 도 4(a)는 거친 검출 증폭기의 개요를 도시한 등가회로도이고, 도 4(b)는 거친 검출 증폭기의 일 구현예를 도시한 등가 회로도이다.
- 도 5는 본 실시예에 의한 피크 검출 유지 회로의 개요를 도시한 도면이다.
- 도 6은 미세 검출 증폭기의 개요를 도시한 도면이다.
- 도 7(a) 및 도 7(b)는 충전부의 개요를 도시한 도면이다.
- 도 8은 광전 소자의 거친 검출 브랜치의 모의실험 결과를 도시한 도면이다.
- 도 9는 미세 검출 브랜치의 모의실험 결과를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하에서는 첨부된 도면들을 참조하여 본 실시예를 설명한다. 도 1은 본 실시예에 의한 광전 소자(1)의 개요를 도시한 블록도이다. 도 1을 참조하면, 본 실시예에 의한 광전 소자(1)는 규칙적으로 배치된 복수의 광전 셀(optoelectronic cell, 10)들 및 광전 셀(10)의 출력을 버퍼하여 출력하는 버퍼(20)를 포함한다.
- [0021] 도 2는 본 실시예에 의한 광전 셀(10)의 개요를 도시한 도면이다. 도 2를 참조하면, 본 실시예의 광전 셀(10)은 반사광(Lref)을 검출하여 전류 신호(ipd)를 출력하는 수광 소자(100)와, 가변 이득으로 상기 전류 신호를 전압 신호로 변환하여 출력하는 가변 이득 전달 임피던스(trans-impedance) 증폭기(200)와 상기 전압 신호의 피크를 검출하고 유지하는 피크 검출 유지 회로(Peak detect/hold, 320)를 포함하는 거친 검출 브랜치(300) 및 상기 출사광의 출사 시점과 상기 반사광의 검출 시점까지의 시간차에 상응하는 진폭을 가지는 펄스를 형성하는 펄스 형성부(430) 및 상기 펄스의 피크를 검출하여 유지하는 피크 검출 유지 회로(440)를 포함하는 미세 검출 브랜치(fine detection branch, 400)를 포함한다.
- [0022] 도시된 실시예에서, 거친 검출 브랜치(300) 및 미세 검출 브랜치(400)는 각각 제어 신호(sel)에 의하여 도통 및 차단이 제어되는 전송 게이트(330, 450)를 포함한다. 일 예로, 복수의 광전 셀(10)들이 어레이 형태로 규칙적으로 배치되었을 때, 각 광전 셀(10)들이 순차적으로 신호를 출력하도록 제어 신호(sel)가 제공될 수 있다. 따라서, 후속하는 신호 처리부(미도시)는 광전셀(10)들이 출력하는 신호를 순차적으로 제공받고, 노이즈 제거, 아날로그 디지털 변환 등의 처리를 수행할 수 있다.
- [0023] 수광 소자(100)는 광을 제공받고 상응하는 전기적 신호를 제공하는 소자이다. 일 실시예에서, 수광 소자(100)는 출사광이 오브젝트(미도시)에서 반사되어 형성된 반사광(Lref)을 수광하고, 반사광(Lref)에 상응하는 전류 신호(ipd)를 형성하여 출력한다. 일 예로, 수광 소자(100)는 제공된 광의 세기에 선형으로 비례하는 전류를 출력하는 애벌런치 포토 다이오드(APD, avalanche photodiode)일 수 있다.
- [0024] 종래의 게이저-모드 멀티채널 수신기는 단일한 광자(photon)를 검출하여도 브레이크 다운(breakdown)이 발생하는 SPAD (Single Photon Avalanche Photodiode) 광소자를 사용하였다. 그러나 SPAD 광소자는 좁은 다이내믹 레인지, 낮은 검출 확률 및 높은 바이어스 전압이 필요하였다.
- [0025] 그러나, 본 실시예는 애벌런치 포토다이오드를 사용하므로 상대적으로 넓은 다이내믹 레인지를 얻을 수 있고, 높은 검출 확률을 얻을 수 있다는 장점이 제공된다.
- [0026] 도 3은 가변 이득 전달 임피던스 증폭기(trans-impedance amplifier, 200)의 개요를 도시한 개요적 회로도이다. 도 1 내지 도 3을 참조하면, 가변 이득 전달 임피던스 증폭기(200)는 PMOS와 NMOS가 직렬로 연결되고, 제어 신호(con)로 등가 저항값을 제어할 수 있는 저항 모듈(212)이 출력 노드와 입력 노드에서 피드백되어 연결된 인버터 전압 증폭기(210)와, 입력 신호(ipd)가 피드포워드(feedforward) 되어 제공되는 공통 소스 증폭기(220)를 포함하며, 인버터 전압 증폭기(210)와 공통 소스 증폭기(220)는 입력 신호(ipd)가 제공되는 입력 노드와 출력인 전압 신호가 제공되는 출력 노드를 서로 공유한다.

- [0027] 수광 소자(100)가 출력하는 전류 신호(ipd)는 가변 이득 전달 임피던스 증폭기(trans-impedance amplifier, 200)에 제공된다. 가변 이득 전달 임피던스 증폭기(200)는 수광 소자의 출력 전류(ipd)를 전압 신호로 변환하여 출력하며, 제어 신호로 제어 가능한 이득으로 증폭하여 출력한다. 일 실시예로, 제어 신호(con)를 제공하여 저항 모듈(212)에 포함된 복수의 저항들(R_a , R_b , ..., R_n)과 연결된 스위치들을 제어하여 복수의 저항들(R_a , R_b , ..., R_n) 중 어느 하나 이상을 입력 노드와 출력 노드 사이에 연결하거나 차단하여 인버터 전압 증폭기(210)의 이득을 제어할 수 있다.
- [0028] 나아가 입력 노드와 출력 노드 사이에 연결된 어느 하나 이상의 저항에 의하여 인버터 전압 증폭기(210)의 바이어스가 제어된다. 따라서, 인버터 전압 증폭기(210)는 자기 바이어스(self-biased) 증폭기이다.
- [0029] 공통 소스 증폭기(220)에는 입력 신호(ipd)가 피드포워드(feedforward)되어 입력된다. 피드 포워드 구조에 의하여 입력 노드에서 보이는 입력 저항이 감소하여 입력 전류에 대한 전달 임피던스 이득이 향상되고, 가변 이득 전달 임피던스 증폭기(200)의 대역폭을 향상시킬 수 있다.
- [0030] 거친 검출 브랜치(300)는 거친 검출 증폭기(310), 피크 검출 유지 회로(320) 및 전송 게이트(transmission gate, 330)를 포함한다. 거친 검출 브랜치(300)는 광전 셀과 오버젝트까지의 거리에 상응하는 상기 전압 신호의 피크를 검출한다.
- [0031] 도 4(a)는 거친 검출 증폭기(310)의 개요를 도시한 등가회로도이고, 도 4(b)는 거친 검출 증폭기(310)의 일 구현 예를 도시한 등가 회로도이다. 도 4(a)를 참조하면, 거친 검출 증폭기(310)는 증폭기(312)와 증폭기(312)의 입력 노드와 출력 노드 사이에서 피드백되어 연결된 피드백 저항(R_f)을 포함한다. 도 4(b)를 참조하면, 거친 검출 증폭기(310)는 직렬로 연결된 PMOS 트랜지스터와 NMOS 트랜지스터 및 입력 노드와 출력 노드 사이에서 피드백되어 연결된 저항을 포함하여 구현될 수 있다.
- [0032] 도 4(b)로 예시된 거친 검출 증폭기(310)는 자기 바이어스되는 증폭기 구조로, 저항 피드백되는 구성을 가지므로 후술할 미세 검출 증폭기(410)에 비하여 넓은 다이내믹 레인지에서 선형으로 가변 이득 전달 임피던스 증폭기(200)의 출력 신호를 증폭할 수 있다.
- [0033] 도 5는 본 실시예에 의한 피크 검출 유지 회로(peak detect/hold circuit, 320, 440)의 개요를 도시한 도면이다. 도 1 내지 도 5를 참조하면, 피크 검출 유지 회로(peak detect/hold circuit, 320, 440)는 거친 검출 브랜치(300) 및 미세 검출 브랜치(400)에 포함될 수 있고, 거친 검출 브랜치(300) 및 미세 검출 브랜치(400)에 포함될 수 있으며, 거친 검출 브랜치(300) 및 미세 검출 브랜치(400)에 포함된 두 피크 검출 유지 회로(320, 440)는 유사하거나 동일한 구성을 가질 수 있다.
- [0034] 피크 검출 유지 회로(320, 440)은 전류 미러 회로(322)와 밸런스 트랜지스터 페어(balance transistor pair, 324) 및 직렬로 연결된 충전 제어 트랜지스터(MC), 안정화 저항(stabilizer resistor, R_s) 및 충전 전압이 형성되는 충전 커패시터(charging capacitor, C_c)를 포함한다. 밸런스 트랜지스터 페어(324)의 각 트랜지스터(ML, MR)의 일 전극은 전류 미러 회로(322)와 연결되고, 타 전극은 서로 연결되어 전류원과 연결될 수 있다. 예시된 회로에서, 밸런스 트랜지스터 페어(324)의 트랜지스터 ML의 제어 전극에는 이전 스테이지의 입력 신호가 제공되고, 밸런스 트랜지스터 페어(324)의 트랜지스터 MR의 제어 전극은 커패시터에 충전된 전압에 상응하는 전압이 인가된다.
- [0035] 점차 증가하는 이전 스테이지의 입력 신호가 제공됨에 따라 트랜지스터 ML의 도통 저항은 감소한다. 트랜지스터 ML의 드레인을 통하여 충전 제어 트랜지스터(MC)에 제공되는 전압은 감소하여 충전 제어 트랜지스터(MC)는 도통된다. 충전 제어 트랜지스터(MC)를 통해 충전 커패시터(C_c)에는 전하가 충전되고, 전압이 형성되어 밸런스 트랜지스터 페어(324)의 트랜지스터 MR의 제어 전극에 제공된다.
- [0036] 밸런스 트랜지스터 페어(324)는 전류 미러 회로(322)와 연결되어 동일한 전류를 흘리므로, 밸런스 트랜지스터 페어(324)의 트랜지스터 MR의 제어 전극에 인가되는 전압은 트랜지스터 ML의 제어 전극에 인가되는 전압은 서로 동일하게 형성된다.
- [0037] 트랜지스터 ML의 제어 전극에 제공되는 전압이 감소함에 따라 결과적으로 드레인 전극의 전압이 상승하여 충전 제어 트랜지스터 MC는 차단된다. 따라서, 충전 커패시터(C_c)에 충전되어 형성된 전압은 이전 스테이지에서 제공된 신호의 피크 전압값에 상응한다. 전압값을 출력한 후, 리셋 신호(reset) 신호에 의하여 커패시터에 형성된 전압이 리셋될 수 있다. 또한, 안정화 저항(R_s)는 커패시터와의 직렬 연결에 의하여 회로 내에서 페이즈 마진(phase margin)을 향상시키고, 영점(zero)을 형성하여 안정성을 향상시킨다.

- [0038] 도 2를 다시 참조하면, 미세 검출 브랜치(400)는 미세 검출 증폭기(410)와 비교기(420), 펄스 생성기(430), 피크 검출 유지회로(440) 및 전송 게이트(450)를 포함한다. 도 6은 미세 검출 증폭기(410)의 개요를 도시한 도면이다. 도 2 및 도 6을 참조하면, 미세 검출 증폭기(410)는 바이어스 제어 브랜치(4120)와 신호 증폭 브랜치(4140)를 포함한다. 바이어스 제어 브랜치(4120)와 신호 증폭 브랜치(4140)은 가변 이득 전달 임피던스 증폭기(200)의 출력 신호를 제공받는다. 바이어스 제어 브랜치(4120)는 캐스케이드로 연결된 복수의 증폭기(4122, 4124)들을 포함한다.
- [0039] 바이어스 제어 브랜치(4120)에 포함된 증폭기(4122)는 이전 가변 이득 전달 임피던스 증폭기(200)의 신호를 증폭하여 출력한다. 일 예로, 바이어스 제어 브랜치(4120)에 포함된 증폭기(4122)는 일 예로, 증폭기(4122)는 공통 소스 증폭기, 인버터형 증폭기일 수 있다. 다른 예로, 증폭기(4122)는 거친 검출 브랜치(300)에 포함된 거친 검출 증폭기(310, 도 4(a), 도 4(b) 참조)와 같이 자기 바이어스 인버터 증폭기일 수 있다.
- [0040] 캐스케이드로 연결된 증폭기(4124)는 증폭기(4122)의 출력을 제공받고, 증폭하여 바이어스 제어 신호(biascon)를 형성한다. 증폭기(4124)는 바이어스 제어 신호(biascon)를 구동 전압 스위치와 접지 전압 스위치에 제공할 수 있다. 일 실시예로, 구동 전압 스위치는 PMOS 스위치일 수 있고, 접지 전압 스위치는 NMOS 스위치일 수 있다.
- [0041] PMOS 구동 전압 스위치가 도통되는 정도와 NMOS 구동 전압 스위치가 도통되어 형성되는 도통 저항의 크기는 서로 상보적이다. 따라서, 펄스 형태를 가지는 바이어스 제어 신호가 PMOS 구동 전압 스위치와 NMOS 구동 전압 스위치의 제어 전극에 입력되어도 증폭기(4124)와 신호 증폭 브랜치에 포함된 증폭기(4146)에 바이어스 전압이 제공되는 경로의 등가적으로 균일하다.
- [0042] 신호 증폭 브랜치(4140)는 캐스케이드로 연결된 복수의 증폭기들(4142, 4144, 4146)을 포함한다. 일 예로, 신호 증폭 브랜치(4140)에 포함된 증폭기들은 공통 소스 증폭기, 인버터형 증폭기일 수 있다. 다른 예로, 신호 증폭 브랜치(4140)에 포함된 증폭기들은 거친 검출 브랜치(300)에 포함된 거친 검출 증폭기(310, 도 4(a), 도 4(b) 참조)와 같이 자기 바이어스 인버터 증폭기일 수 있다.
- [0043] 캐스케이드로 연결된 복수의 증폭기들(4142, 4144, 4146)은 입력된 신호를 증폭하여 반사광(Lref)을 수광한 시간에 상응하는 펄스를 형성한다. 일 실시예로, 신호 증폭 브랜치(4140)는 가변 이득 전달 임피던스 증폭기(200)의 출력 신호가 포화(saturation)되도록 증폭하여 펄스를 형성하여 출력한다.
- [0044] 비교기(420)의 일 입력에는 미세 검출 증폭기(410)의 출력 펄스가 제공되고, 비교기(420)의 타 입력에는 저역 통과 필터(422)에 의하여 출력 펄스의 직류 성분이 제공된다. 비교기(420)는 입력들로 제공된 신호들을 비교하여 비교 결과에 상응하는 스톱 신호(stop)를 형성하여 출력한다. 비교기(420)는 가변 이득 전달 임피던스 증폭기(200)의 출력에 포함되어 있을 수 있는 노이즈 등이 제거된 직류 신호와 비교하여 스톱 신호(stop)를 형성하여 출력하므로 노이즈에 강인하다.
- [0045] 펄스 생성부(pulse gen., 430)는 출사광의 출사 시점에 상응하는 스타트(start) 신호와 스톱 신호를 제공받고 두 신호의 시간차를 검출하여 검출된 시간차에 상응하는 펄스 폭을 가지는 시간차 검출부(432)와 펄스폭에 상응하는 진폭을 가지는 펄스를 형성하는 충전부(434)를 포함한다.
- [0046] 시간차 검출부(432)에는 출사광이 출사됨에 따라 형성되어 제공되는 스타트 신호(start)가 입력되고, 비교기(420)가 출력한 스톱 신호(stop)가 입력된다. 스타트 신호(start) 및 스톱 신호(stop)는 모두 펄스 형태의 신호로, 상승 에지(rising edge)와 하강 에지(falling edge)를 가질 수 있다. 시간차 검출부(432)는 일 예로, 스타트 신호(start) 및 스톱 신호(stop)의 상승 에지들 사이의 시간차를 검출하고, 검출된 시간차에 상응하는 펄스 폭을 가지는 펄스를 형성하여 출력한다.
- [0047] 도 7(a) 및 도 7(b)는 충전부(434)의 개요를 도시한 도면이다. 도 7(a)를 참조하면, 충전부(434)는 시간차 검출부(432)가 출력한 펄스와 접지 전압이 각각 비반전 입력과 반전 입력에 제공되는 연산 증폭기(0)와 연산 증폭기(0)의 출력이 연결되는 커패시터(C)를 포함한다. 연산 증폭기(0)에 입력된 펄스가 접지 전압에 비하여 크면 연산 증폭기(0)는 논리 하이 상태의 출력 신호를 제공하며, 커패시터(C)는 출력 신호로부터 제공되는 전류를 충전하여 출력 전압을 형성한다. 커패시터에 충전된 전압은 연산 증폭기(0)에 입력되는 펄스 신호의 펄스폭에 상응한다.
- [0048] 도 7(b)를 참조하면, 충전부(434)는 시간차 검출부(432)가 출력한 펄스에 의하여 도통과 차단이 제어되는 스위치(SW)와 커패시터(C)를 포함한다. 스위치(SW)에 제공된 펄스에 의하여 스위치(SW)가 도통되면 커패시터(C)는

구동 전원으로부터 전류를 충전하여 출력 전압을 형성한다. 커패시터에 충전된 전압은 스위치(SW)가 도통되는 시간에 상응하므로, 충전부(434)가 출력하는 전압은 스위치(SW)에 입력되는 펄스 신호의 펄스폭에 상응한다.

[0049] 다시 도 2를 참조하면, 펄스 생성부(430)가 출력한 펄스 신호는 피크 검출 유지회로(440)에 제공된다. 피크 검출 유지회로(440)는 상술한 바와 같이 입력된 신호의 피크 값을 검출하여 출력한다.

[0050] 일 실시예로, 거친 검출 브랜치(300)의 피크 검출 유지회로(320) 및 미세 검출 브랜치(400)의 피크 검출 유지회로(440)의 출력은 전송 게이트(330, 450)에 제공된다. 전송 게이트에 제공되는 제어 신호(sel)에 의하여 전송 게이트(330, 450)가 도통되고, 거친 검출 브랜치(300)의 피크 검출 유지회로(320) 및 미세 검출 브랜치(400)의 피크 검출 유지회로(440)가 검출하여 유지한 신호가 이후 스테이지로 출력된다.

[0051] 위에서 설명된 실시예에 의하면, 거친 검출 브랜치(300)는 오브젝트에서 반사된 반사광의 세기에 기초하여 오브젝트와의 거리를 검출하여 출력한다. 미세 검출 브랜치(400)는 출사광의 출사 시점과 오브젝트에서 반사된 반사광의 검출 시점의 시간차에 기초하여 오브젝트와의 거리를 검출하여 출력한다.

[0052] 거친 검출 브랜치(300)는 오브젝트와의 거리뿐만 아니라 오브젝트의 표면 상태에 따라서도 출력이 변화할 수 있다. 따라서, 거친 검출 브랜치(300)의 검출 결과를 미세 검출 브랜치(400)와 함께 사용함으로써 높은 검출 정밀도를 얻을 수 있다는 장점이 제공된다.

[0053] 나아가, 본 실시예에 의한 광전 셀(10)들은 도 1로 예시된 것과 같이 복수개가 규칙적으로 배치되어 오브젝트와의 거리를 검출한다. 일 실시예로, 각 광전 셀(10)들은 검출 센서의 시야각(FOV, field of view)의 일부를 검출하여 오브젝트와의 거리를 검출할 수 있어 시야각 내의 오브젝트를 보다 정밀하게 검출할 수 있다는 장점이 제공된다.

[0055] 모의 실험예

[0056] 도 8은 광전 소자의 거친 검출 브랜치의 모의 실험 결과를 도시한 도면이다. 도 8에서 가변 이득 전달 임피던스 증폭기의 이득을 달리 제어하여 입력 광전류의 크기가 1.0 ~ 400 uApp 변화할 때, 균일하게 증가하는 출력 전압을 도시하였다.

[0057] 도 9는 미세 검출 브랜치의 모의 실험 결과를 도시한 도면이다. 도 9는 오브젝트가 1.5 ~ 15m에 이격된 경우에 상응하는 경우 미세 검출 브랜치의 모의실험 결과를 예시한 도면이다. 오브젝트가 1.5 ~ 15m 이격된 경우는 스타트 신호(start)와 스톱 신호(stop)의 시간 차이가 10 ~ 100 ns인 경우에 상응하며, 모의실험 결과는 안정적이며 균일한 출력 전압 차이를 도시한다(입력 광전류의 크기 = 10 uApp)

[0058] 도 8과 도 9로 도시된 것과 같이 거친 검출 브랜치는 광전류의 크기에 상응하는 전압을 출력하며, 미세 검출 브랜치는 스타트 신호와 스톱 신호의 시간차에 상응하는 전압을 출력하는 것을 알 수 있다. 따라서, 본 실시예는 종래 기술과 달리 높은 바이어스 전압을 요하지 않고, 감지확률을 향상시킬 수 있으며, 다이내믹 레인지의 제한이 없으며, 타이밍 지터(timing jitter) 등의 난점을 해소할 수 있다는 장점이 제공되며, 특히 두 신호를 활용하여 오브젝트와의 거리를 보다 정밀하게 검출할 수 있다는 장점이 제공된다. 따라서, 이로부터 자동차 등의 라이다 뿐만 아니라 노약자 등의 낙상 방지 장치에도 적용될 수 있음을 알 수 있다.

[0060] 본 발명에 대한 이해를 돕기 위하여 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나, 이는 실시를 위한 실시예로, 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0061] 1: 광전 소자

10: 광전 셀 20:버퍼

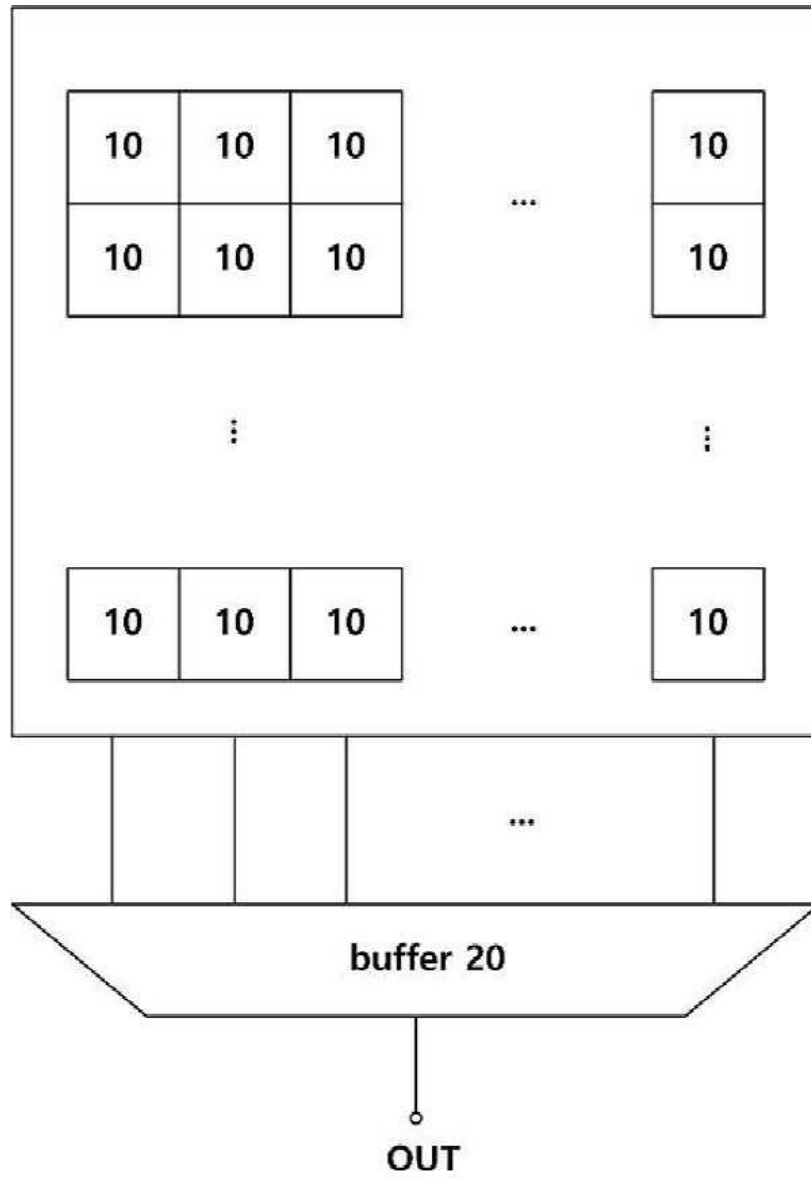
100: 수광 소자 200: 증폭기

210: 가변 이득 인버터 증폭기 212: 저항 모듈

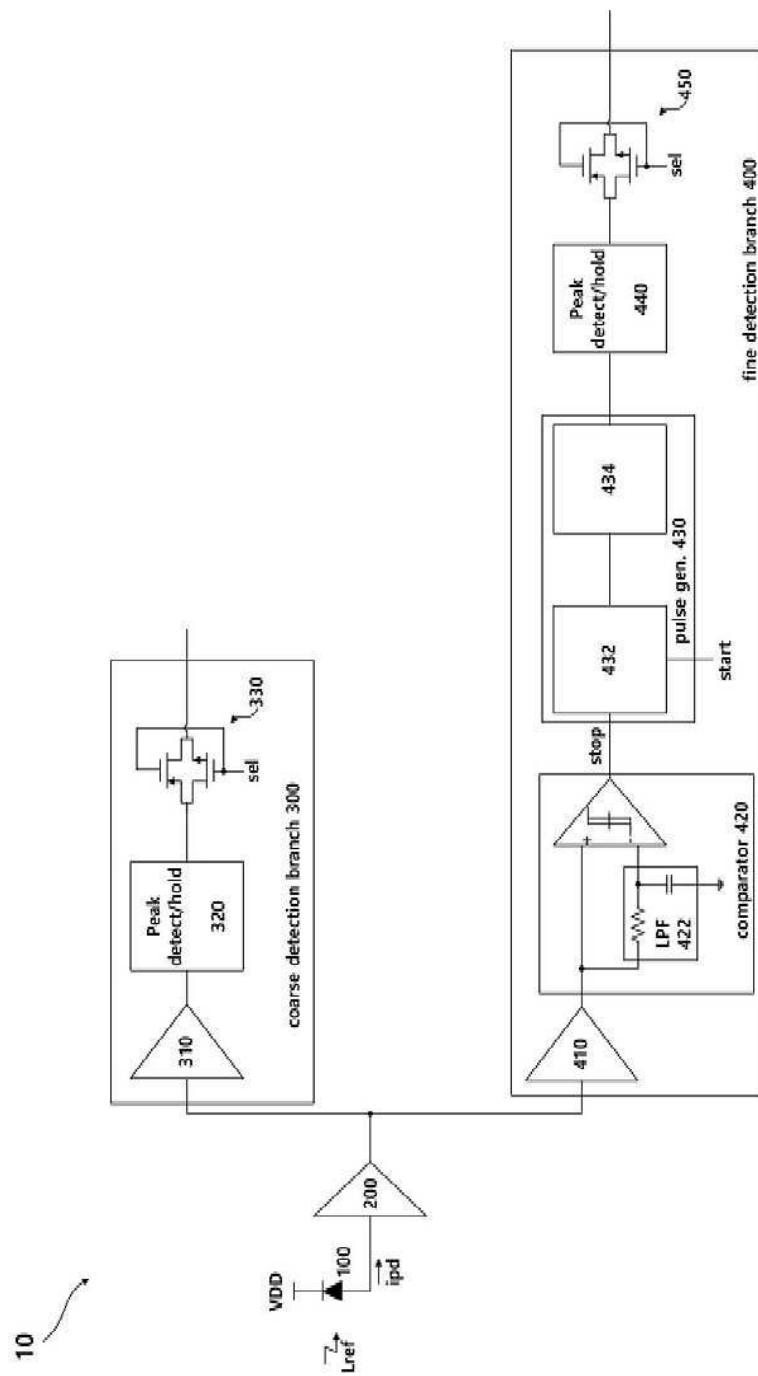
220: 공통 소스 증폭기 300: 거친 검출 브랜치
310: 거친 검출 증폭기 312: 증폭기
320: 피크 검출/유지 회로 322: 전류 미러
324: 밸런스 트랜지스터 페어 330: 전송 게이트
400: 미세 검출 브랜치 410: 미세 검출 증폭기
4120: 바이어스 제어 브랜치 4122, 4124: 증폭기
4140: 신호 증폭 브랜치 4142, 4144, 4146: 증폭기
420: 비교기 422: 저역 통과 필터
430: 펄스 생성부 432: 시간차 검출부
434: 충전부 440: 피크 검출유지 회로
450: 전송 게이트

도면

도면1

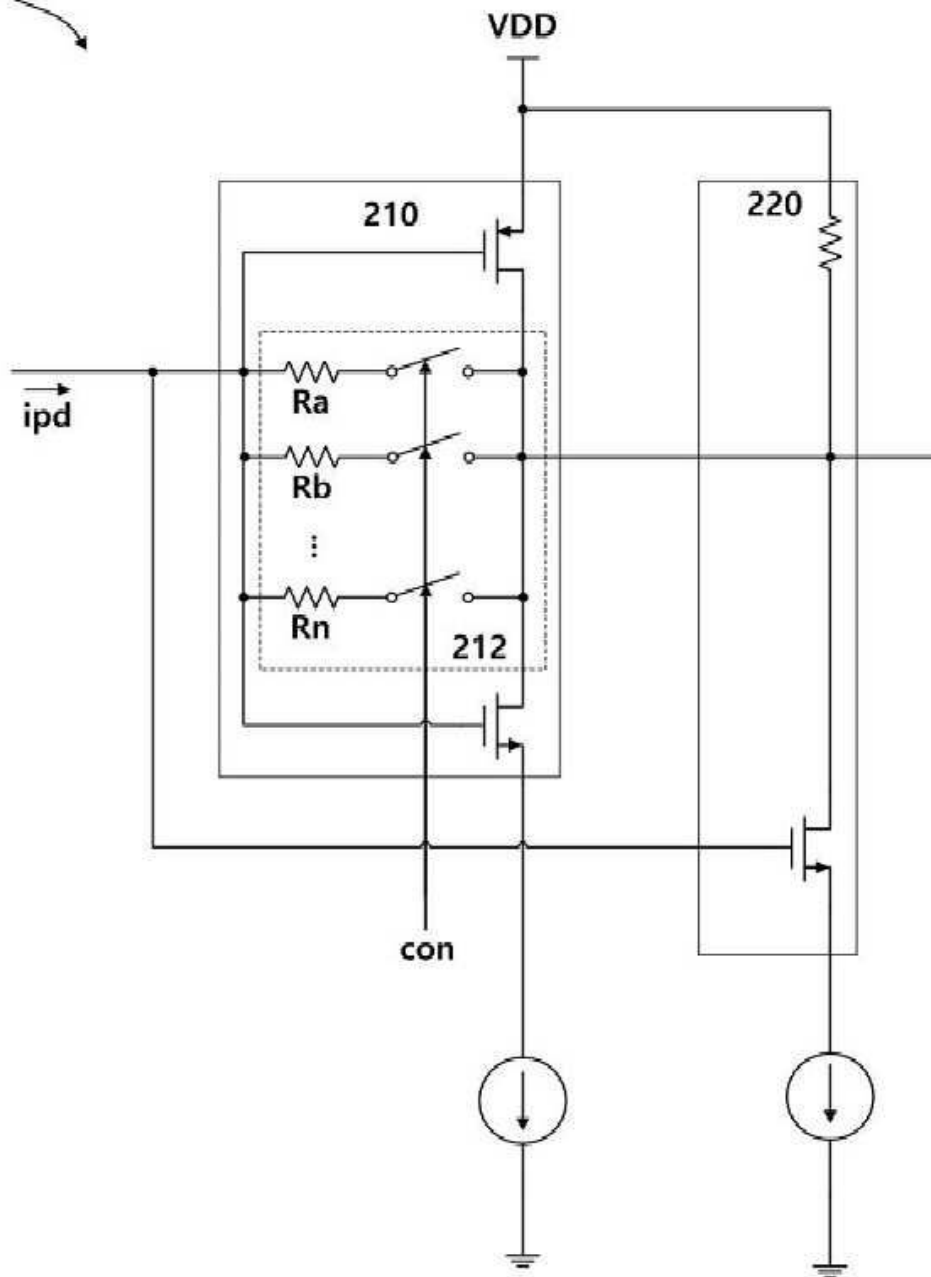


도면2



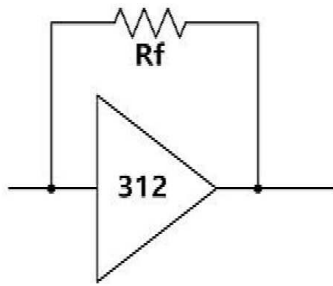
도면3

200



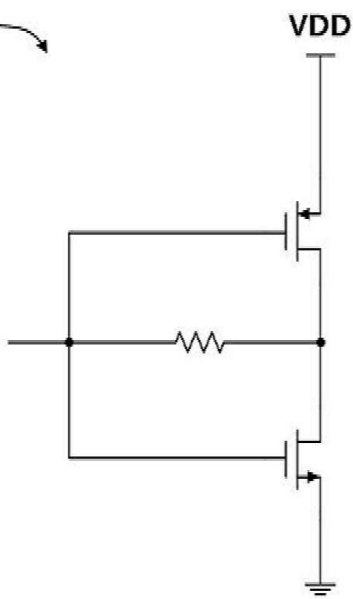
도면4

310



(a)

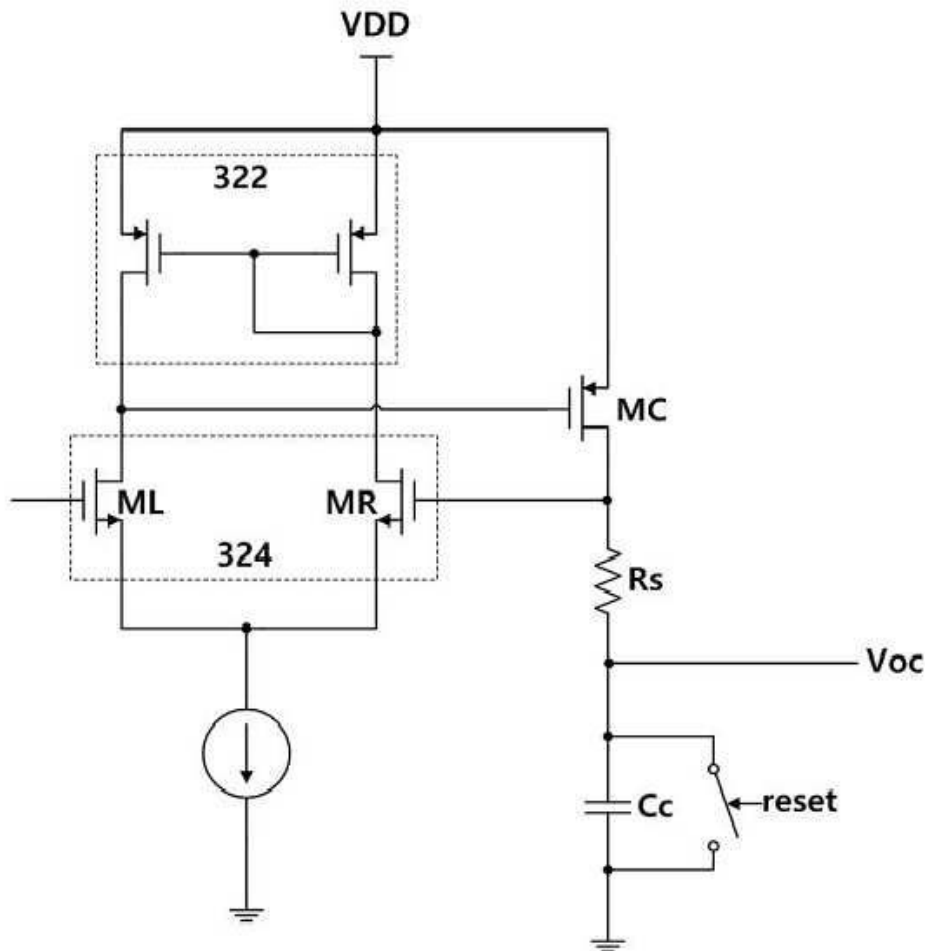
310



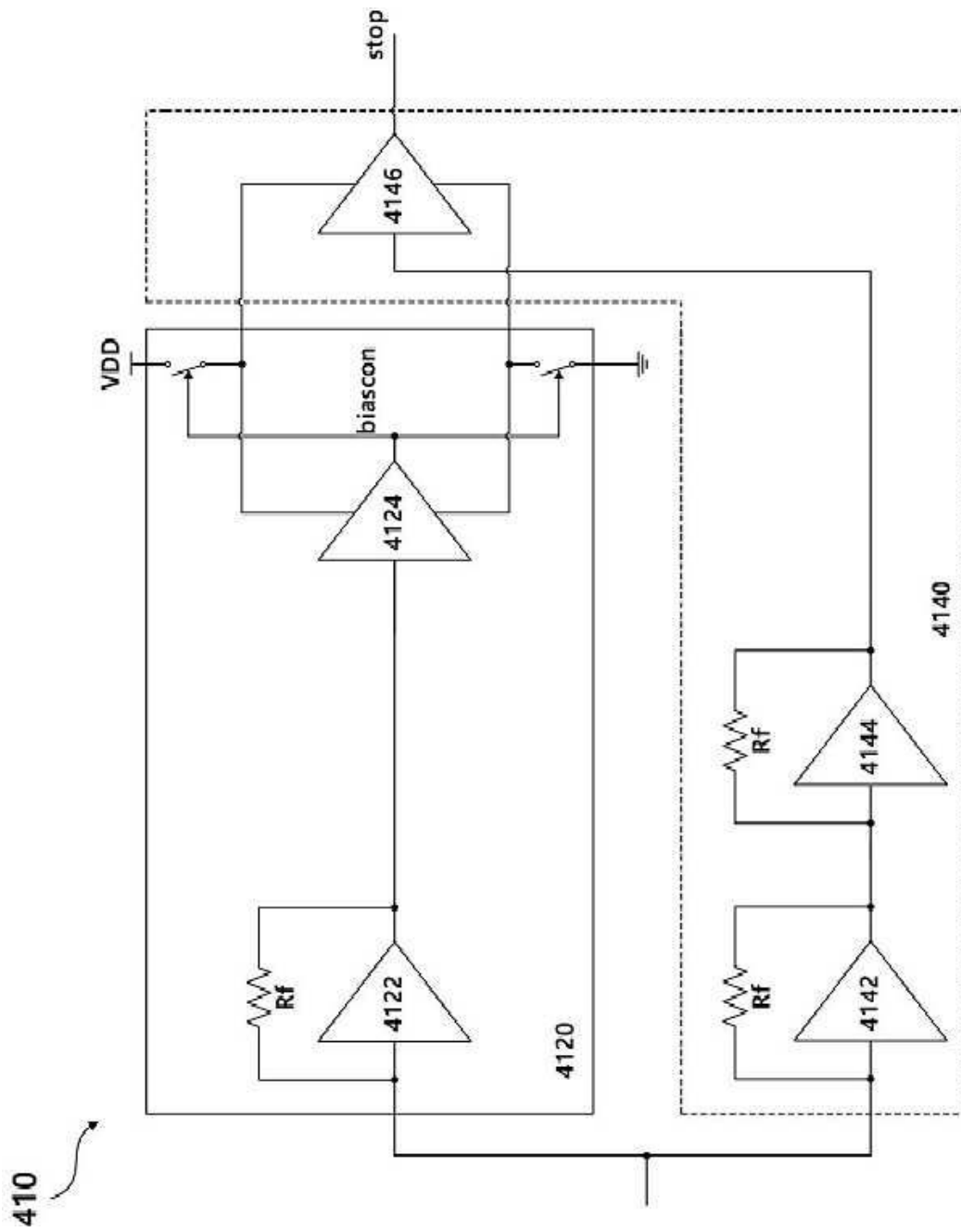
(b)

도면5

320, 440

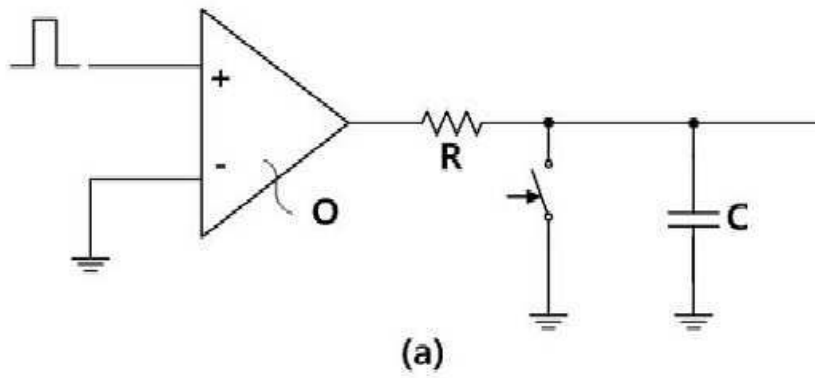


도면6

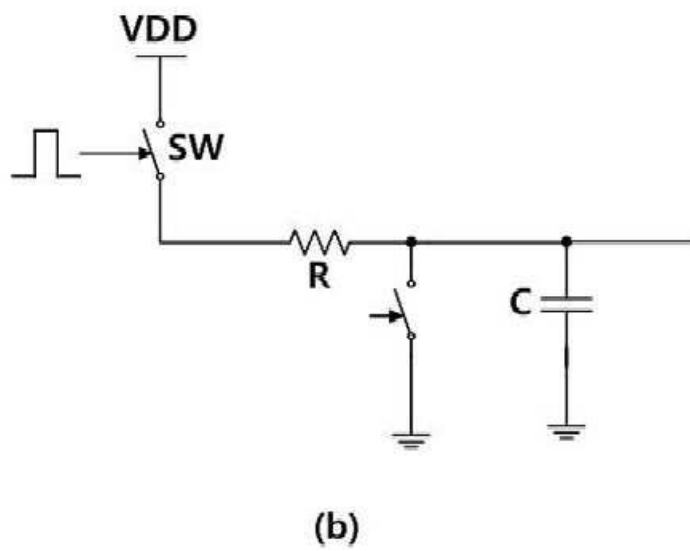


도면7

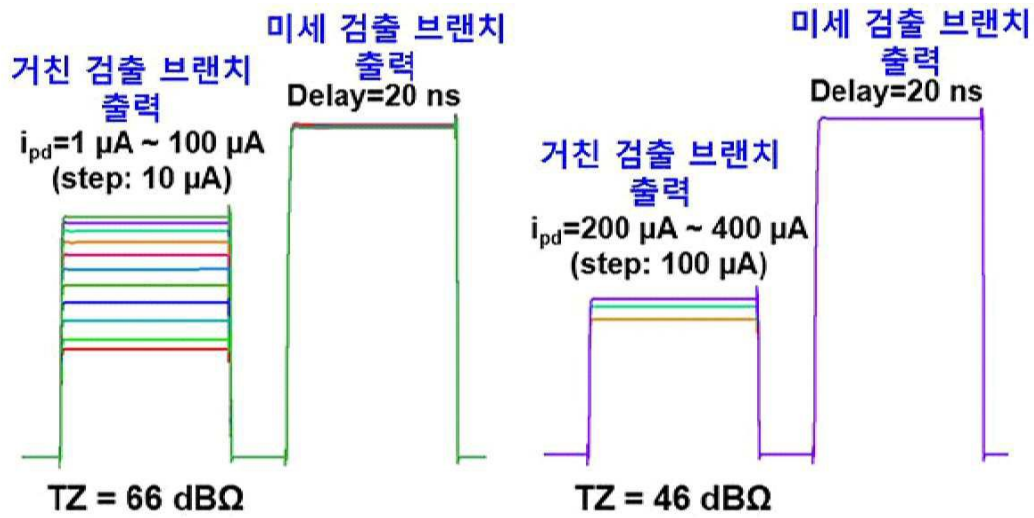
434



434



도면8



도면9

