



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년12월07일
(11) 등록번호 10-2611704
(24) 등록일자 2023년12월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 25/77 (2023.01) H04N 25/53 (2023.01)
H04N 25/60 (2023.01) H04N 25/76 (2023.01)
(52) CPC특허분류
H04N 25/772 (2023.01)
H04N 25/533 (2023.01)
(21) 출원번호 10-2021-0092048
(22) 출원일자 2021년07월14일
심사청구일자 2021년07월14일
(65) 공개번호 10-2023-0011603
(43) 공개일자 2023년01월25일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020130077718 A*
KR1020210003118 A*
KR1020210025515 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
한건희
인천광역시 연수구 송도과학로 85, A-705
김상우
부산광역시 해운대구 해운대로 495, 107동 603호
(74) 대리인
권성현, 유광철, 백두진, 강일신, 김정연

전체 청구항 수 : 총 11 항

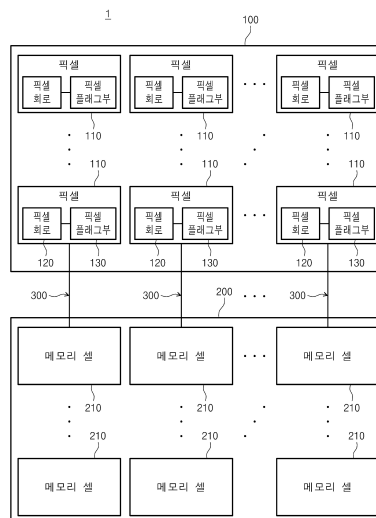
심사관 : 양정미

(54) 발명의 명칭 이미지 센서 및 이미지 획득 방법

(57) 요약

개시된 발명의 일 실시예에 따른 이미지 센서는, 입사광의 세기에 의해 변화하는 픽셀 상태에 따라 픽셀 신호를 출력하는 복수의 픽셀을 포함하는 픽셀 어레이; 및 상기 복수의 픽셀에 대응되고, 상기 픽셀 신호의 전송시간 데이터를 저장하도록 구성되는 복수의 메모리 셀을 포함하는 프레임 메모리;를 포함하고, 상기 픽셀 어레이는, 상기 복수의 픽셀에 각각 대응되게 마련되고, 각 픽셀의 토큰 세팅 상태를 설정하도록 구성되는 픽셀 플래그부; 및 상기 픽셀 상태에 따라 상기 픽셀 플래그부를 제어하도록 구성되는 픽셀 회로;를 포함하고, 상기 픽셀 플래그부는: 상기 픽셀 상태 및 상기 토큰 세팅 상태에 따라 상기 픽셀 신호에 해당하는 토큰 신호를 상기 각 픽셀에 대응되는 메모리 셀로 전송하고, 상기 토큰 신호가 상기 메모리 셀로 전송됨에 따라 상기 토큰 세팅 상태가 변화되도록 구성될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H04N 25/60 (2023.08)

H04N 25/766 (2023.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711116204
과제번호	10080403
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	전자정보디바이스산업원천기술개발(R&D)
연구과제명	차세대 저전력 Always-On 이미지센서의 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	성균관대학교산학협력단
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

입사광의 세기에 의해 변화하는 픽셀 상태에 따라 픽셀 신호를 출력하는 복수의 픽셀을 포함하는 픽셀 어레이;
및

상기 복수의 픽셀에 대응되고, 상기 픽셀 신호의 전송시간 데이터를 저장하도록 구성되는 복수의 메모리 셀을 포함하는 프레임 메모리;를 포함하고,

상기 픽셀 어레이는,

상기 복수의 픽셀에 각각 대응되게 마련되고, 각 픽셀의 토큰 세팅 상태를 설정하도록 구성되는 픽셀 플레그부;
및

상기 픽셀 상태에 따라 상기 픽셀 플레그부를 제어하도록 구성되는 픽셀 회로;를 포함하고,

상기 픽셀 회로는:

입사광의 세기에 따라 광감지 전압을 출력하도록 구성되는 광 다이오드;

상기 광감지 전압을 기준 전압과 비교하여 상기 픽셀 상태를 나타내는 픽셀 상태 신호를 출력하도록 구성되는 비교기; 및

상기 픽셀 상태 신호에 따라 상기 픽셀 플레그부를 제어하도록 구성되는 스위치부;를 포함하고,

상기 픽셀 플레그부는:

상기 픽셀 상태 및 상기 토큰 세팅 상태에 따라 상기 픽셀 신호에 해당하는 토큰 신호를 상기 각 픽셀에 대응되는 메모리 셀로 전송하고, 상기 토큰 신호가 상기 메모리 셀로 전송됨에 따라 상기 토큰 세팅 상태가 변화되도록 구성되고,

상기 스위치부에 연결되고, 전하 충전단에 상기 토큰 세팅 상태와 관련된 토큰 전하가 충전되는 토큰 커패시터를 포함하고,

상기 스위치부는 상기 토큰 커패시터와, 상기 메모리 셀에 연결되는 컬럼 라인 사이에 연결되는 토큰 전송 트랜지스터;를 포함하고,

상기 픽셀 상태 신호에 의해 상기 토큰 전송 트랜지스터가 턴온된 상태에서 상기 토큰 전하를 방전시켜 상기 토큰 신호를 상기 컬럼 라인을 통해 상기 메모리 셀로 전송하도록 구성되고,

상기 픽셀 상태 신호는 상기 토큰 전송 트랜지스터의 게이트단에 입력되는 이미지 센서.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 픽셀 플레그부는:

설정된 프레임 주기 동안 상기 토큰 신호가 상기 메모리 셀로 전송되면 상기 토큰 세팅 상태가 재설정되고, 상기 토큰 세팅 상태가 재설정됨에 따라 상기 프레임 주기의 종료 시점까지 상기 메모리 셀로 상기 토큰 신호를 재전송하지 않도록 구성되는 이미지 센서.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

입사광의 세기에 의해 변화하는 픽셀 상태에 따라 픽셀 신호를 출력하는 복수의 픽셀을 포함하는 픽셀 어레이; 및

상기 복수의 픽셀에 대응되고, 상기 픽셀 신호의 전송시간 데이터를 저장하도록 구성되는 복수의 메모리 셀을 포함하는 프레임 메모리;를 포함하고,

상기 픽셀 어레이는,

상기 복수의 픽셀에 각각 대응되게 마련되고, 각 픽셀의 토큰 세팅 상태를 설정하도록 구성되는 픽셀 플래그부; 및

상기 픽셀 상태에 따라 상기 픽셀 플래그부를 제어하도록 구성되는 픽셀 회로;를 포함하고,

상기 픽셀 회로는:

입사광의 세기에 따라 광감지 전압을 출력하도록 구성되는 광 다이오드;

상기 광감지 전압을 기준 전압과 비교하여 상기 픽셀 상태를 나타내는 픽셀 상태 신호를 출력하도록 구성되는 비교기; 및

상기 픽셀 상태 신호에 따라 상기 픽셀 플래그부를 제어하도록 구성되는 스위치부;를 포함하고,

상기 픽셀 플래그부는:

상기 픽셀 상태 및 상기 토큰 세팅 상태에 따라 상기 픽셀 신호에 해당하는 토큰 신호를 상기 각 픽셀에 대응되는 메모리 셀로 전송하고, 상기 토큰 신호가 상기 메모리 셀로 전송됨에 따라 상기 토큰 세팅 상태가 변화되도록 구성되고,

상기 스위치부에 연결되고, 전하 충전단에 상기 토큰 세팅 상태와 관련된 토큰 전하가 충전되는 토큰 커패시터를 포함하고,

상기 스위치부는 상기 토큰 커패시터와, 상기 메모리 셀에 연결되는 컬럼 라인 사이에 연결되는 토큰 전송 트랜지스터;를 포함하고,

상기 픽셀 상태 신호는 상기 토큰 전송 트랜지스터의 게이트단에 입력되고,

상기 픽셀 회로는:

상기 토큰 커패시터의 상기 전하 충전단과 전원 공급단 사이에 연결되고, 상기 토큰 전송 트랜지스터와 상보적으로 작동하며, 상기 픽셀 상태 신호가 게이트단으로 입력되는 제1 픽셀 트랜지스터; 및

상기 제1 픽셀 트랜지스터의 게이트단과 접지 사이에 연결되고, 게이트단이 상기 전하 충전단 및 상기 제1 픽셀 트랜지스터의 드레인단 또는 소스단에 연결되는 제2 픽셀 트랜지스터;를 더 포함하는 이미지 센서.

청구항 8

입사광의 세기에 의해 변화하는 픽셀 상태에 따라 픽셀 신호를 출력하는 복수의 픽셀을 포함하는 픽셀 어레이; 및

상기 복수의 픽셀에 대응되고, 상기 픽셀 신호의 전송시간 데이터를 저장하도록 구성되는 복수의 메모리 셀을 포함하는 프레임 메모리;를 포함하고,

상기 픽셀 어레이는,

상기 복수의 픽셀에 각각 대응되게 마련되고, 각 픽셀의 토큰 세팅 상태를 설정하도록 구성되는 픽셀 플래그부;

및

상기 픽셀 상태에 따라 상기 픽셀 플래그부를 제어하도록 구성되는 픽셀 회로;를 포함하고,

상기 픽셀 회로는:

입사광의 세기에 따라 광감지 전압을 출력하도록 구성되는 광 다이오드;

상기 광감지 전압을 기준 전압과 비교하여 상기 픽셀 상태를 나타내는 픽셀 상태 신호를 출력하도록 구성되는 비교기; 및

상기 픽셀 상태 신호에 따라 상기 픽셀 플래그부를 제어하도록 구성되는 스위치부;를 포함하고,

상기 픽셀 플래그부는:

상기 픽셀 상태 및 상기 토큰 세팅 상태에 따라 상기 픽셀 신호에 해당하는 토큰 신호를 상기 각 픽셀에 대응되는 메모리 셀로 전송하고, 상기 토큰 신호가 상기 메모리 셀로 전송됨에 따라 상기 토큰 세팅 상태가 변화되도록 구성되고,

상기 스위치부에 연결되고, 전하 충전단에 상기 토큰 세팅 상태와 관련된 토큰 전하가 충전되는 토큰 커패시터를 포함하고,

상기 스위치부는 상기 토큰 커패시터와, 상기 메모리 셀에 연결되는 컬럼 라인 사이에 연결되는 토큰 전송 트랜지스터;를 포함하고,

상기 픽셀 상태 신호는 상기 토큰 전송 트랜지스터의 게이트단에 입력되고,

상기 컬럼 라인에 설치되어 상기 토큰 신호를 증폭하여 상기 메모리 셀로 출력하도록 구성되는 감지 증폭기; 및

상기 컬럼 라인과 접지 사이에 마련되고, 상기 스위치부와 상보적으로 온오프 작동되어 상기 컬럼 라인의 잔류 토큰 신호를 제거하도록 구성되는 토큰 제거 스위치부;를 더 포함하는 이미지 센서.

청구항 9

입사광의 세기에 의해 변화하는 픽셀 상태에 따라 픽셀 신호를 출력하는 복수의 픽셀을 포함하는 픽셀 어레이; 및

상기 복수의 픽셀에 대응되고, 상기 픽셀 신호의 전송시간 데이터를 저장하도록 구성되는 복수의 메모리 셀을 포함하는 프레임 메모리;를 포함하고,

상기 픽셀 어레이는,

상기 복수의 픽셀에 각각 대응되게 마련되고, 각 픽셀의 토큰 세팅 상태를 설정하도록 구성되는 픽셀 플래그부; 및

상기 픽셀 상태에 따라 상기 픽셀 플래그부를 제어하도록 구성되는 픽셀 회로;를 포함하고,

상기 픽셀 플래그부는:

상기 픽셀 상태 및 상기 토큰 세팅 상태에 따라 상기 픽셀 신호에 해당하는 토큰 신호를 상기 각 픽셀에 대응되는 메모리 셀로 전송하고, 상기 토큰 신호가 상기 메모리 셀로 전송됨에 따라 상기 토큰 세팅 상태가 변화되도록 구성되고,

상기 토큰 세팅 상태를 저장하는 토큰 저장부;

상기 토큰 세팅 상태, 상기 픽셀 상태 및 픽셀 선택 신호를 입력 받아 AND 연산을 수행하여 토큰 전송 신호를 출력하도록 구성되는 AND 논리 게이트; 및

상기 토큰 저장부와 상기 메모리 셀 사이에 마련되고, 상기 토큰 전송 신호에 따라 상기 토큰 저장부로부터 상기 메모리 셀로 상기 토큰 신호를 전송하도록 구성되는 스위치부;를 포함하는 이미지 센서.

청구항 10

제1항, 제2항, 제7항 내지 제9항 중 어느 한 항의 이미지 센서에 의해 이미지를 획득하는 방법으로서,

상기 픽셀 플래그부에 의해, 상기 이미지 센서의 각 픽셀의 토큰 세팅 상태를 설정하는 단계;

픽셀 회로에 의해, 입사광의 세기에 의해 변화하는 상기 이미지 센서의 각 픽셀의 픽셀 상태를 감지하여 상기 픽셀 상태에 따라 상기 픽셀 플래그부를 제어하는 단계;

상기 픽셀 플래그부에 의해, 상기 픽셀 상태 및 상기 토큰 세팅 상태에 따라 픽셀 신호에 해당하는 토큰 신호를 상기 각 픽셀에 대응되는 메모리 셀로 전송하는 단계; 및

상기 픽셀 플래그부에 의해, 상기 토큰 신호를 상기 메모리 셀로 전송함에 따라 상기 각 픽셀의 토큰 세팅 상태를 재설정하는 단계;를 포함하는 이미지 획득 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

설정된 프레임 주기 동안 상기 토큰 세팅 상태가 재설정된 후, 상기 프레임 주기의 종료 시점까지 상기 메모리 셀로 상기 토큰 신호가 재전송되는 것을 차단하는 단계;를 더 포함하는 이미지 획득 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 픽셀 플래그부를 제어하는 단계는:

광 다이오드에 의해, 입사광의 세기에 따라 광감지 전압을 출력하는 단계;

비교기에 의해, 상기 광감지 전압을 기준 전압과 비교하여 상기 픽셀 상태를 나타내는 픽셀 상태 신호를 출력하는 단계; 및

스위치부에 의해, 상기 픽셀 상태 신호에 따라 상기 픽셀 플래그부를 제어하는 단계;를 포함하는 이미지 획득 방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 토큰 세팅 상태를 설정하는 단계는:

스위치부에 연결되는 토큰 커패시터의 전하 충전단에 토큰 전하를 충전하는 단계;를 포함하는 이미지 획득 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

감지 증폭기에 의해, 컬럼 라인으로 전송되는 상기 토큰 신호를 증폭하여 상기 메모리 셀로 출력하는 단계; 및

상기 스위치부와 상보적으로 온오프 작동되는 토큰 제거 스위치부에 의해, 상기 컬럼 라인의 잔류 토큰 신호를 제거하는 단계;를 더 포함하는 이미지 획득 방법.

청구항 15

제10항에 있어서,

AND 논리 게이트에 의해, 상기 픽셀 플래그부의 토큰 저장부에 저장된 상기 토큰 세팅 상태, 상기 픽셀 상태 및 픽셀 선택 신호를 AND 연산하여 토큰 전송 신호를 출력하는 단계; 및

스위치부에 의해, 상기 토큰 전송 신호에 따라 상기 토큰 저장부로부터 상기 메모리 셀로 상기 토큰 신호를 전송하는 단계;를 포함하는 이미지 획득 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 각 픽셀이 메모리 셀에 전송하는 비트 수를 줄여 전력 소모량을 감소시킬 수 있는 이미지 센서 및 이미지 획득 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] CMOS 이미지 센서는 다양한 인식용 기기에 이용되고 있다. 휴대폰, 감시카메라 등에 사용되는 이미지 센서는 초고성능 이미징에 초점이 맞춰져 있어 수백 mW에 이르는 전력을 소모한다. 이는 always-on monitoring 수행 시 배터리를 빠르게 방전시키므로 전력 소모를 줄일 수 있는 저전력 이미지 센서의 필요성이 대두되고 있다.

[0003] 일반적으로 이미지 센서의 픽셀과 프레임 메모리는 각각 최적화된 공정에 의해 서로 다른 칩으로 제작되며 chip-to-chip interconnection에 의해 서로 연결된다. 이에 따라 픽셀에서 프레임 메모리로 디지털 데이터를 전송 시 큰 기생 용량(parasitic capacitance)을 고속으로 구동하게 되어 큰 전력소모가 발생하게 된다.

[0004] 이 전력 소모는 전송되는 데이터의 양이 많을수록, 요구되는 전송속도가 빠를수록 커지며, 각 픽셀 당 전송되는 비트 수와 픽셀 수에 의해 결정된다. 그러므로 각 픽셀이 전송하는 비트 수를 줄여 데이터 전송 시 소모되는 전력을 줄이는 기술이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 각 픽셀에서 프레임 메모리로 전송되는 데이터의 양을 최소화하여 기존의 이미지 센서 및 이미지 획득 방법보다 전력의 소모를 줄일 수 있는 이미지 센서 및 이미지 획득 방법을 제공하기 위한 것이다.

[0006] 또한, 본 발명은 한 프레임 주기 동안 픽셀에서 메모리 셀로 픽셀 신호가 단 한번만 전송되도록 하여 전력 소모를 최소화하는 이미지 센서 및 이미지 획득 방법을 제공하기 위한 것이다.

[0007] 또한, 본 발명은 우수한 저전력 성능 지표를 달성할 수 있으며, 전력 효율을 극대화할 수 있는 이미지 센서 및 이미지 획득 방법을 제공하기 위한 것이다.

[0008] 또한, 본 발명은 낮은 전력 소모에도 불구하고 기존의 이미지 센서 및 이미지 획득 방법에 비하여 낮은 수준의 랜덤 노이즈를 달성할 수 있는 이미지 센서 및 이미지 획득 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 개시된 발명의 일 측면에 따른 이미지 센서는, 입사광의 세기에 의해 변화하는 픽셀 상태에 따라 픽셀 신호를 출력하는 복수의 픽셀을 포함하는 픽셀 어레이; 및 상기 복수의 픽셀에 대응되고, 상기 픽셀 신호의 전송시간 데이터를 저장하도록 구성되는 복수의 메모리 셀을 포함하는 프레임 메모리;를 포함하고, 상기 픽셀 어레이는, 상기 복수의 픽셀에 각각 대응되게 마련되고, 각 픽셀의 토큰 세팅 상태를 설정하도록 구성되는 픽셀 플래그부; 및 상기 픽셀 상태에 따라 상기 픽셀 플래그부를 제어하도록 구성되는 픽셀 회로;를 포함하고, 상기 픽셀 플래그부는: 상기 픽셀 상태 및 상기 토큰 세팅 상태에 따라 상기 픽셀 신호에 해당하는 토큰 신호를 상기 각 픽셀에 대응되는 메모리 셀로 전송하고, 상기 토큰 신호가 상기 메모리 셀로 전송됨에 따라 상기 토큰 세팅 상태가 변화되도록 구성될 수 있다.

[0010] 또한, 상기 픽셀 플래그부는: 정된 프레임 주기 동안 상기 토큰 신호가 상기 메모리 셀로 전송되면 상기 토큰 세팅 상태가 재설정되고, 상기 토큰 세팅 상태가 재설정됨에 따라 상기 프레임 주기의 종료 시점까지 상기 메모리 셀로 상기 토큰 신호를 재전송하지 않도록 구성될 수 있다.

[0011] 또한, 상기 픽셀 회로는: 사광의 세기에 따라 광감지 전압을 출력하도록 구성되는 광 다이오드; 상기 광감지 전압을 기준 전압과 비교하여 상기 픽셀 상태를 나타내는 픽셀 상태 신호를 출력하도록 구성되는 비교기; 및 상기 픽셀 상태 신호에 따라 상기 픽셀 플래그부를 제어하도록 구성되는 스위치부;를 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 픽셀 플래그부는: 상기 스위치부에 연결되고, 전하 충전단에 상기 토큰 세팅 상태와 관련된 토큰 전하가 충전되는 토큰 커패시터를 포함할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 스위치부는 상기 토큰 커패시터와, 상기 메모리 셀에 연결되는 컬럼 라인 사이에 연결되는 토큰 전

송 트랜지스터;를 포함하고, 상기 픽셀 상태 신호는 상기 토큰 전송 트랜지스터의 게이트단에 입력될 수 있다.

[0014] 또한, 상기 픽셀 플래그부는: 상기 픽셀 상태 신호에 의해 상기 토큰 전송 트랜지스터가 턴온된 상태에서 상기 토큰 전하를 방전시켜 상기 토큰 신호를 상기 컬럼 라인을 통해 상기 메모리 셀로 전송하도록 구성될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 픽셀 회로는: 상기 토큰 커패시터의 상기 전하 충전단과 전원 공급단 사이에 연결되고, 상기 토큰 전송 트랜지스터와 상보적으로 작동하며, 상기 픽셀 상태 신호가 게이트단으로 입력되는 제1 픽셀 트랜지스터; 및 상기 제1 픽셀 트랜지스터의 게이트단과 접지 사이에 연결되고, 게이트단이 상기 전하 충전단 및 상기 제1 픽셀 트랜지스터의 드레인단 또는 소스단에 연결되는 제2 픽셀 트랜지스터;를 더 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 컬럼 라인에 설치되어 상기 토큰 신호를 증폭하여 상기 메모리 셀로 출력하도록 구성되는 감지 증폭기; 및 상기 컬럼 라인과 접지 사이에 마련되고, 상기 스위치부와 상보적으로 온오프 작동되어 상기 컬럼 라인의 잔류 토큰 신호를 제거하도록 구성되는 토큰 제거 스위치부;를 더 포함할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 픽셀 플래그부는: 상기 토큰 세팅 상태를 저장하는 토큰 저장부; 상기 토큰 세팅 상태, 상기 픽셀 상태 및 픽셀 선택 신호를 입력 받아 AND 연산을 수행하여 토큰 전송 신호를 출력하도록 구성되는 AND 논리 게이트; 및 상기 토큰 저장부와 상기 메모리 셀 사이에 마련되고, 상기 토큰 전송 신호에 따라 상기 토큰 저장부로부터 상기 메모리 셀로 상기 토큰 신호를 전송하도록 구성되는 스위치부;를 포함할 수 있다.

[0018] 개시된 발명의 일 측면에 따른 상기 이미지 센서에 의해 이미지를 획득하는 방법은, 상기 픽셀 플래그부에 의해, 상기 이미지 센서의 각 픽셀의 토큰 세팅 상태를 설정하는 단계; 픽셀 회로에 의해, 입사광의 세기에 의해 변화하는 상기 이미지 센서의 각 픽셀의 픽셀 상태를 감지하여 상기 픽셀 상태에 따라 상기 픽셀 플래그부를 제어하는 단계; 상기 픽셀 플래그부에 의해, 상기 픽셀 상태 및 상기 토큰 세팅 상태에 따라 픽셀 신호에 해당하는 토큰 신호를 상기 각 픽셀에 대응되는 메모리 셀로 전송하는 단계; 및 상기 픽셀 플래그부에 의해, 상기 토큰 신호를 상기 메모리 셀로 전송함에 따라 상기 각 픽셀의 토큰 세팅 상태를 재설정하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0019] 또한, 설정된 프레임 주기 동안 상기 토큰 세팅 상태가 재설정된 후, 상기 프레임 주기의 종료 시점까지 상기 메모리 셀로 상기 토큰 신호가 재전송되는 것을 차단하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0020] 또한, 상기 픽셀 플래그부를 제어하는 단계는: 광 다이오드에 의해, 입사광의 세기에 따라 광감지 전압을 출력하는 단계; 비교기에 의해, 상기 광감지 전압을 기준 전압과 비교하여 상기 픽셀 상태를 나타내는 픽셀 상태 신호를 출력하는 단계; 및 스위치부에 의해, 상기 픽셀 상태 신호에 따라 상기 픽셀 플래그부를 제어하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 토큰 세팅 상태를 설정하는 단계는: 스위치부에 연결되는 토큰 커패시터의 전하 충전단에 토큰 전하를 충전하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0022] 또한, 감지 증폭기에 의해, 컬럼 라인으로 전송되는 상기 토큰 신호를 증폭하여 상기 메모리 셀로 출력하는 단계; 및 상기 스위치부와 상보적으로 온오프 작동되는 토큰 제거 스위치부에 의해, 상기 컬럼 라인의 잔류 토큰 신호를 제거하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0023] 또한, AND 논리 게이트에 의해, 상기 픽셀 플래그부의 토큰 저장부에 저장된 상기 토큰 세팅 상태, 상기 픽셀 상태 및 픽셀 선택 신호를 AND 연산하여 토큰 전송 신호를 출력하는 단계; 및 스위치부에 의해, 상기 토큰 전송 신호에 따라 상기 토큰 저장부로부터 상기 메모리 셀로 상기 토큰 신호를 전송하는 단계;를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0024] 개시된 발명의 일 측면에 따르면, 각 픽셀에서 프레임 메모리로 전송되는 데이터의 양을 한 프레임에 1비트 수준으로 최소화하여 기존의 이미지 센서 및 이미지 획득 방법보다 전력의 소모를 줄일 수 있다.

[0025] 또한, 본 발명의 실시예에 의하면, 한 프레임 주기 동안 픽셀에서 메모리 셀로 픽셀 신호가 단 한번만 전송되도록 하여 전력 소모를 최소화할 수 있다.

[0026] 또한, 본 발명의 실시예에 의하면, 우수한 저전력 성능 지표를 달성할 수 있으며, 이미지 센서에 의한 이미지 획득 시의 전력 효율을 극대화할 수 있다.

[0027] 또한, 본 발명의 실시예에 의하면 낮은 전력 소모에도 불구하고 기존의 이미지 센서 및 이미지 획득 방법에 비하여 낮은 수준의 랜덤 노이즈를 달성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 일 실시예에 따른 이미지 센서의 구성도이다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 이미지 센서의 또다른 구성도이다.
- 도 3은 일 실시예에서 픽셀 신호의 전송시간 데이터를 메모리 셀에 저장하는 과정을 도시한 도면이다.
- 도 4는 일 실시예에 따른 광 다이오드를 도시한 도면이다.
- 도 5는 일 실시예에 따라 각 픽셀에서 일정한 전압이 변화할 때까지의 시점을 픽셀 신호로 획득하는 것을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6은 일 실시예에 따른 픽셀 회로를 도시한 도면이다.
- 도 7은 일 실시예에 따른 픽셀과 메모리 셀이 한 프레임 주기 동안 순차적으로 연결되는 것을 나타낸 도면이다.
- 도 8은 일 실시예에 따른 픽셀과 메모리 셀이 첫번째 스캔 사이클 주기 동안 순차적으로 연결되는 것을 나타낸 도면이다.
- 도 9는 일 실시예에 따른 픽셀과 메모리 셀이 두번째 스캔 사이클 주기 동안 순차적으로 연결되는 것을 나타낸 도면이다.
- 도 10은 일 실시예에 따른 픽셀과 메모리 셀이 세번째 스캔 사이클 주기 동안 순차적으로 연결되는 것을 나타낸 도면이다.
- 도 11은 일 실시예에 따른 스위치부, 토큰 커패시터 및 감지 증폭기의 연결 관계를 나타낸 회로를 도시한 도면이다.
- 도 12는 일 실시예에 따른 트랜지스터들의 연결 관계를 나타낸 회로를 도시한 도면이다.
- 도 13은 일 실시예에 따른 회로의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 14은 일 실시예에 따른 회로의 동작을 설명하기 위한 또다른 도면이다.
- 도 15는 일 실시예에 따른 AND 논리 게이트를 포함하는 회로를 도시한 도면이다.
- 도 16은 일 실시예에 따른 이미지 획득 방법의 순서도이다.
- 도 17은 일 실시예에 따른 이미지 센서의 성능을 나타내는 그래프 및 표이다.
- 도 18은 일 실시예에 따른 이미지 센서가 종래의 센서보다 개선된 정도를 나타내는 표이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다. 본 명세서가 실시예들의 모든 요소들을 설명하는 것은 아니며, 개시된 발명이 속하는 기술분야에서 일반적인 내용 또는 실시예들 간에 중복되는 내용은 생략한다. 명세서에서 사용되는 '~부'라는 용어는 소프트웨어 또는 하드웨어로 구현될 수 있으며, 실시예들에 따라 복수의 '~부'가 하나의 구성요소로 구현되거나, 하나의 '~부'가 복수의 구성요소들을 포함하는 것도 가능하다.
- [0030] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 전기적으로 연결된 경우를 포함하며, 직접적으로 연결되어 있는 경우뿐 아니라, 간접적으로 연결되어 있는 경우를 포함한다.
- [0031] 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0032] 제1, 제2 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 전술된 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다.
- [0033] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 예외가 있지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0034] 각 단계들에 있어 식별부호는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 실시될 수

있다.

- [0035] 이하 첨부된 도면들을 참고하여 개시된 발명의 작용 원리 및 실시예들에 대해 설명한다.
- [0036] 도 1은 일 실시예에 따른 이미지 센서의 구성도이며, 도 2는 일 실시예에 따른 이미지 센서의 또다른 구성도이다.
- [0037] 도 1 및 도2를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 이미지 센서(1)는, 다수의 픽셀(110)이 배열된 픽셀 어레이(100), 다수의 메모리 셀(210)이 배열된 프레임 메모리(200), 컬럼 라인(Column line)(300)를 포함할 수 있다.
- [0038] 이미지 센서(1)는 전하 결합 소자(Charge Coupled Device; CCD) 및 CMOS 이미지 센서(Complementary Metal-Oxide Semiconductor Image Sensor; CIS)로 구분될 수 있다. 일 실시예에 따른 이미지 센서(1)는 CMOS 이미지 센서일 수 있으나, 본 발명의 이미지 센서(1)는 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0039] CMOS 이미지 센서는 다양한 인식용 기기에 이용될 수 있다. 인식용 기기에서는 always-on monitoring 동작이 요구되는 것이 일반적이므로, 배터리 소모 정도가 성능의 기준이 되며, 센서의 저전력 동작이 필수적으로 요구된다. 일반적으로, 이미지 센서에서 획득된 많은 양의 데이터를 고속으로 프레임 메모리(frame memory)(200)로 전송하기 위해 큰 전력이 소모된다. 이 전력 소모는 전송되는 데이터양에 비례하며, 이는 각 픽셀(110) 당 전송되는 비트(bit) 수와 픽셀 수에 의해 결정된다. 따라서 픽셀(110) 당 전송되는 비트 수를 줄일 수 있다면 소모되는 전력 또한 줄일 수 있다.
- [0040] 픽셀 어레이(100)는 복수의 픽셀(110)을 포함할 수 있다. 즉, 픽셀 어레이(100)는 일정한 규칙을 가지고 행렬 등의 형태로 배열된 복수의 픽셀(110)을 포함할 수 있다.
- [0041] 복수의 픽셀(110) 각각은 입사광의 세기에 의해 변화하는 픽셀 상태에 따라 픽셀 신호를 출력할 수 있다.
- [0042] 픽셀 상태는 각 픽셀(110)이 입사광을 수신하고 시간이 흐름에 따라 달라지는 픽셀(110)의 상태일 수 있다. 실시예에서, 픽셀 상태는 입사광을 전기신호로 변환하여 출력하는 각 픽셀(110)의 광 다이오드의 출력 전압 또는 출력 전류에 의해 변화될 수 있다. 픽셀 신호는 픽셀 상태가 시간의 흐름에 따라 달라지다가 어느 조건을 만족하면 출력되는 신호일 수 있다.
- [0043] 프레임 메모리(200)는 복수의 메모리 셀(210)을 포함할 수 있다. 복수의 메모리 셀(210) 각각은 복수의 픽셀(110)에 대응되고, 픽셀 신호의 전송시간 데이터를 저장하도록 구성될 수 있다. 이때, 메모리 셀(210)은 대응되는 픽셀(110)과 컬럼 라인(300)으로 연결될 수 있다.
- [0044] 실시예에서, 복수의 픽셀(110)과 복수의 메모리 셀(210)은 일대일 대응되게 연결될 수 있으나, 복수의 픽셀(110) 중의 둘 이상의 픽셀이 하나의 메모리 셀(210)에 대응되게 연결되거나, 복수의 픽셀(110) 중의 일부 픽셀이 복수개의 메모리 셀(210)에 대응되게 연결될 수도 있다.
- [0045] 픽셀 어레이(100)의 각 픽셀(110)은 픽셀 플래그부(130) 및 픽셀 회로(120)를 포함할 수 있다.
- [0046] 픽셀 플래그부(130)는 복수의 픽셀(110)에 각각 대응되게 마련되고, 대응되는 각 픽셀(110)의 토큰 세팅 상태를 설정하도록 구성될 수 있다. 이때, 픽셀 플래그부(130)는 대응되는 픽셀(110)의 한 구성으로서 포함될 수 있으나, 반드시 해당 픽셀(110)에 포함되어야 하는 것은 아니다.
- [0047] 토큰(token)은 픽셀(110) 별로 마련되는 개념일 수 있다. 구체적으로, 각 픽셀(110)의 토큰은 한 번의 프레임 주기에서 해당 픽셀(110)에 입사광이 입력되면 해당 프레임 주기 동안 단 한 번만 해당 픽셀(110)에 대응되는 메모리 셀(210)로 신호를 보내기 위한 개념일 수 있다. 토큰 세팅 상태는 각 픽셀(110) 별로 전송한 토큰이 세팅 되어 있는지 여부를 나타내는 정보일 수 있다.
- [0048] 픽셀 플래그부(130)는 픽셀 상태 및 토큰 세팅 상태에 따라 토큰 신호를 각 픽셀(110)에 대응되는 메모리 셀(210)로 전송할 수 있다.
- [0049] 토큰 신호는 픽셀 신호에 해당하는 신호로서 입사광의 세기에 의해 변화하는 픽셀(110)의 상태가 조건을 만족했을 때의 시점이 언제인지 알 수 있도록 전달되는 신호일 수 있다.
- [0050] 즉, 픽셀(110)에서 메모리 셀(210)로 토큰 신호가 전송되면, 메모리 셀(210)에서는 타이머(Timer)에 의하여 해당 토큰 신호가 전송된 시점을 판단할 수 있으며, 이러한 전송 시점에 기초하여 메모리 셀(210)에서는 해당 픽셀(110)에 입사된 빛의 세기를 판단할 수 있다.
- [0051] 이처럼 일 실시예에 따른 이미지 센서(1)는 각 메모리 셀(210)마다 대응되는 픽셀(110)이 있으며, 각 픽셀(110)

0)은 수신한 광의 세기 정보를 메모리 셀(210)에 전달할 때, 전압의 크기에 대한 정보를 전달하는 것이 아니라 단순한 1비트의 신호를 전송할 수 있다. 메모리 셀(210)은 이러한 1비트의 신호가 수신된 시점에 기초하여 해당 픽셀(110)에 입사한 빛의 세기를 판단할 수 있다. 결과적으로, 본 발명의 픽셀(110)은 광의 세기에 대한 정보를 1비트에 불과한 신호로 메모리셀에 전달할 수 있으므로, 픽셀(110)별로 소모하는 전력의 크기를 감소시킬 수 있다.

- [0052] 한편, 픽셀(110)에 입사광이 한번 입사되었다고 해서, 이미지를 획득하는 한 프레임 주기 동안 내내 토큰 신호를 반복해서 메모리 셀(210)에 전달하는 것은 불필요한 에너지 소비를 발생시킬 수 있다.
- [0053] 구체적으로, 본 발명에서 하나의 프레임 주기는 복수개의 스캔 사이클 주기로 구성된다. 하나의 프레임 동안 이미지를 획득하는 방법은 스캔 사이클을 반복하면서, 복수개의 픽셀(110) 중에서 상태가 변한 픽셀(110)이 있다면 해당 픽셀(110)의 상태가 변한 시점이 언제인지를 판단하고, 그 시점에 기초하여 해당 프레임에서 해당 픽셀(110)이 수신한 빛의 세기를 판단하는 것이다. 따라서 한번 토큰 신호를 메모리 셀(210)에 전달했다면 이미 해당 프레임에서 해당 픽셀(110)이 수신한 빛의 세기는 알 수 있게 되고, 더 이상 특정 신호를 메모리 셀(210)에 전달하는 것은 불필요할 수 있다. 즉, 어느 한 스캔 사이클 주기 동안 토큰 신호가 메모리 셀(210)로 전달되었다면, 해당 프레임 주기가 끝나기 전까지는 다음 스캔 사이클 주기들에서는 토큰 신호를 메모리 셀(210)로 전달하지 않는 것이 에너지 절약 측면에서 바람직하다.
- [0054] 픽셀 플래그부(130)는 토큰 신호가 메모리 셀(210)로 전송됨에 따라 토큰 세팅 상태가 변화되도록 구성될 수 있다.
- [0055] 픽셀 회로(120)는 픽셀 상태에 따라 픽셀 플래그부(130)를 제어하도록 구성될 수 있다. 이때, 픽셀 회로(120)는 대응되는 픽셀(110)의 한 구성으로서 포함될 수 있으나, 반드시 해당 픽셀(110)에 포함되어야 하는 것은 아니다.
- [0056] 도 3은 일 실시예에서 픽셀 신호의 전송시간 데이터를 메모리 셀에 저장하는 과정을 도시한 도면이다.
- [0057] 도 3을 참조하면, 픽셀 플래그부(130)는 설정된 프레임 주기 동안 토큰 신호가 메모리 셀(210)로 전송되면 토큰 세팅 상태가 재설정되고, 토큰 세팅 상태가 재설정됨에 따라 프레임 주기의 종료 시점까지 메모리 셀(210)로 토큰 신호를 재전송하지 않도록 구성될 수 있다.
- [0058] 즉, 픽셀 플래그부(130)는 어느 프레임 주기에서 토큰 신호가 이미 전송이 되었다면, 해당 프레임 주기 동안에는 다시 토큰 신호를 전송하지 않도록 토큰 세팅 상태를 변화시킬 수 있다. 즉, 이때는 이미 세팅 되어 있던 토큰이 메모리 셀(210)로 전달되었다고 판단하고 더 이상 전달할 토큰이 없는 상태라고 할 수 있다.
- [0059] 한편, 어느 프레임 주기에서 픽셀(110)에 입사광이 전혀 입력되지 않았다면 해당 프레임 주기 동안 해당 픽셀(110)에 대응되는 메모리 셀(210)로 신호를 보내지 않을 수도 있다. 이때는 해당 프레임 주기동안 계속 토큰이 세팅 되어 있는 상태일 수 있다.
- [0060] 도 3에서, 각 픽셀의 상태는 인버전(inversion)되기 전 상태(BT; before threshold)와 인버전 된 후 상태(AT; after threshold)로 나눌 수 있다.
- [0061] 예를 들어, 픽셀의 상태(sm)는 임의의 시점 t_m 에서 인버전될 수 있다. 시점 t_m 은 반복되는 스캔 사이클(scan cycle)에 의해 감지될 수 있다.
- [0062] 어느 한 스캔 사이클 주기 동안 픽셀(110)이 인버전 되기 전 상태(BT)에 있으면 메모리 셀(210)에는 아무 일도 발생되지 않을 수 있다. 이러한 상황은 n번째 스캔 사이클(Cycle n)까지 유지될 수 있다. n번째 스캔 사이클에서 픽셀의 상태(sm)는 인버전 된 후 상태(AT)로 바뀌게 되고, 메모리 셀(210)은 해당 스캔 사이클 주기에서 해당 픽셀(110)이 선택되었을 때 타이머(timer) 값을 래치(latch)하여 데이터를 기록할 수 있다.
- [0063] 여기서, n번째 스캔 사이클(Cycle n) 이후의 스캔 사이클(scan cycle)에서 sm이 AT로 유지되는 동안 메모리 셀(memory cell)에서는 다시 래치가 일어나지 않아야 한다. 그러므로 한번 메모리 셀을 래치시킨 픽셀은 해당 프레임 주기 동안 다시는 메모리 셀로 신호를 보내지 않아야 한다.
- [0064] 각 메모리 셀(210)은 한 프레임 주기에서 픽셀의 상태(sm)가 변화할 때에만 타이머 값을 래치(latch)하는 것이 바람직하다. 새로운 프레임 주기가 시작할 때, 즉 리셋 단계(Reset phase)에서 픽셀(110)은 픽셀의 상태(sm)를 인버전 되기 전 상태(BT)로 리셋하고 픽셀 플래그부(130)에 토큰을 세팅할 수 있다.
- [0065] 픽셀의 상태가 인버전 되기 전 상태(BT)인 동안 토큰은 세팅된 상태로 유지되며, n번째 스캔 사이클(Cycle n)에

서 픽셀의 상태(sm)가 인버전 된 후 상태(AT)로 바뀌게 되면 토큰(tkn)이 전송되어 메모리 셀(210)을 타이머 값으로 래치(latch)할 수 있다.

- [0066] 이 다음 스캔 사이클에서는 토큰(tkn)이 이미 사용되었기 때문에 다음 프레임 주기가 시작되어 픽셀의 상태(sm)가 리셋되기 전까지는 메모리 셀(210)이 다시는 래치(latch)되지 않을 수 있다.
- [0067] 결론적으로, 한 프레임 주기 동안 특정 픽셀(110)에 입사된 광이 있다면, 해당 픽셀(110)은 1비트 정도에 해당하는 적은 신호를 해당 프레임에서 단 한번만 메모리 셀(210)에 전달할 수 있으며, 반복적으로 신호를 전달하는 것보다 에너지를 절약할 수 있는 효과가 발생할 수 있다.
- [0068] 픽셀 회로(120), 픽셀 플래그부(130) 및 메모리 셀(210)은 이미지 센서(1)에 포함된 복수개의 프로세서 중 어느 하나의 프로세서를 포함할 수 있다. 또한, 지금까지 설명된 본 발명의 실시예 및 앞으로 설명할 실시예에 따른 이미지 획득 방법은, 프로세서에 의해 구동될 수 있는 프로그램의 형태로 구현될 수 있다.
- [0069] 여기서 프로그램은, 프로그램 명령, 데이터 파일 및 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 프로그램은 기계어 코드나 고급 언어 코드를 이용하여 설계 및 제작된 것일 수 있다. 프로그램은 상술한 부호 수정을 위한 방법을 구현하기 위하여 특별히 설계된 것일 수도 있고, 컴퓨터 소프트웨어 분야에서 통상의 기술자에게 기 공지되어 사용 가능한 각종 함수나 정의를 이용하여 구현된 것일 수도 있다. 전송한 정보 표시 방법을 구현하기 위한 프로그램은, 프로세서에 의해 판독 가능한 기록매체에 기록될 수 있다.
- [0070] 메모리는 전송한 동작 및 후술하는 동작을 수행하는 프로그램을 저장할 수 있으며, 메모리는 저장된 프로그램을 실행시킬 수 있다. 프로세서와 메모리가 복수인 경우에, 이들이 하나의 칩에 집적되는 것도 가능하고, 물리적으로 분리된 위치에 마련되는 것도 가능하다. 메모리는 데이터를 일시적으로 기억하기 위한 S램(Static Random Access Memory, S-RAM), D램(Dynamic Random Access Memory) 등의 휘발성 메모리를 포함할 수 있다. 또한, 메모리는 제어 프로그램 및 제어 데이터를 장기간 저장하기 위한 롬(Read Only Memory), 이피롬(Erasable Programmable Read Only Memory: EPROM), 이이피롬(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory: EEPROM) 등의 비휘발성 메모리를 포함할 수 있다.
- [0071] 프로세서는 각종 논리 회로와 연산 회로를 포함할 수 있으며, 메모리로부터 제공된 프로그램에 따라 데이터를 처리하고, 처리 결과에 따라 제어 신호를 생성할 수 있다.
- [0072] 도 4는 일 실시예에 따른 광 다이오드를 도시한 도면이며, 도 5는 일 실시예에 따라 각 픽셀(110)에서 일정한 전압이 변화할 때까지의 시점을 픽셀 신호로 획득하는 것을 설명하기 위한 도면이다.
- [0073] 픽셀 회로(120)는 입사광의 세기에 따라 광감지 전압을 출력하도록 구성되는 광 다이오드(121)를 포함할 수 있다.
- [0074] 도 4 및 도 5를 참조하면, 픽셀(110)의 광 다이오드(PD: photodiode)(121)는 입사된 빛을 광 전류(photo-current)로 전환하고, 이는 광 다이오드(121)의 정선 커패시터(junction capacitor)의 전압 강하로 나타날 수 있다. 여기서 빛의 세기 정보는 시간대비 전압 변화량, 즉 전압 변화의 기울기로써 표현될 수 있다.
- [0075] 이 기울기를 측정하기 위하여, 기존의 이미징 시스템은 측정 시간을 고정하고 그 시간 동안 변화된 전압 크기를 측정했다. 이러한 전압 변화에 기반한 방법은 광 다이오드(121)를 빛에 노출한 뒤, 일정 시간 후 픽셀 선택 신호에 의하여 컬럼 라인(column line)(300)으로 신호를 출력한다.
- [0076] 한편, 광 다이오드(121)의 전압 변화 기울기를 알기 위해 전압 변화량을 고정하고 그 변화량까지 걸리는 시간을 측정할 수도 있다.
- [0077] 전압의 변화를 읽는 기존의 방법은 각 픽셀(110) 별로 전압을 획득하고 이를 N-bit의 디지털 신호로 획득하지만, 시간을 측정하는 방법은 각 픽셀(110)에서 정선 커패시터의 전압이 일정한 전압(VTH)으로 변화할 때까지의 시점을 1-bit의 디지털 신호로 획득할 수 있다.
- [0078] 일 실시예에 따른 픽셀 플래그부(130)는 전송한 각 픽셀(110)에서 일정한 전압이 변화할 때까지의 시점의 정보를 메모리셀에 전달할 수 있다. 결과적으로, 한 프레임에서, 정선 커패시터의 전압이 일정한 전압(VTH)이 된 시점에 1 비트의 신호를 메모리 셀(210)에 전달함으로써, 해당 픽셀(110)에 입사된 빛의 세기 정보를 메모리 셀(210)에 전달할 수 있다.
- [0079] 도 6은 일 실시예에 따른 픽셀 회로를 도시한 도면이다.

- [0080] 일정한 전압의 변화에 걸리는 시간을 측정하기 위해 타임 모듈레이션(time modulation)을 수행하고 타이머를 통해 출력의 반전 시점을 알아냄으로써 빛의 세기를 알 수 있다.
- [0081] 도 6의 (a)를 참조하면, 픽셀 회로(120)는 다이오드, 비교기(122)를 포함할 수 있다.
- [0082] 비교기(122)는 광감지 전압(VPD)을 기준 전압(VTH)과 비교하여 픽셀 상태를 나타내는 픽셀 상태 신호를 출력할 수 있다.
- [0083] 도 6의 (b)를 참조하면, 광 감지 전압(VPD)은 일정한 전압 변화량으로 크기가 감소하며, 광감지 전압(VPD)이 일정한 기준 전압이 기준 전압(VTH)과 같은 값이 되면 픽셀(110)의 출력이 반전될 수 있다. 리셋 시점부터 픽셀 출력이 반전될 때까지 걸린 시간(T_p)을 측정하면 해당 프레임에서 해당 픽셀(110)이 수신한 빛의 세기를 측정할 수 있다. 이때, Pulse Width Modulation(PWM), Pulse Frequency Modulation(PFM) 등 다양한 방법이 이용될 수 있다.
- [0084] 도 7은 일 실시예에 따른 픽셀과 메모리 셀이 한 프레임 주기 동안 순차적으로 연결되는 것을 나타낸 도면이다.
- [0085] 도 7을 참조하면 한 프레임 주기는 복수개의 스캔 사이클 주기로 구성될 수 있다.
- [0086] 픽셀 어레이(100)에서 m번째 행(row)에 배열된 픽셀(110)들의 상태(sm)는 임의의 시점 t_m 에서 인버전될 수 있다. 시점 t_m 은 반복되는 스캔 사이클(scan cycle)에 의해 감지될 수 있다.
- [0087] 즉, 각 스캔 사이클의 주기에서 픽셀(110)과 메모리 셀(210)은 순차적으로 첫번째 행부터 마지막 행까지 선택될 수 있으며, m번째 행(row)에 배열된 픽셀(110) 또한 한 스캔 사이클 주기 동안 한번 선택될 수 있다.
- [0088] 첫번째 스캔 사이클 주기 동안 m번째 행의 픽셀(110)이 인버전 되기 전 상태(BT)에 있으면 메모리 셀(210)에는 아무 일도 발생되지 않을 수 있다. 이러한 상황은 n번째 스캔 사이클(Cycle n)까지 유지될 수 있다. n번째 스캔 사이클에서 픽셀의 상태(sm)는 인버전 된 후 상태(AT)로 바뀌게 되고, 메모리 셀(210)은 해당 스캔 사이클 주기에서 m번째 행의 픽셀(110)들이 선택되었을 때 타이머(timer) 값을 래치(latch)하여 데이터를 기록할 수 있다.
- [0089] 도 8은 일 실시예에 따른 픽셀과 메모리 셀이 첫번째 스캔 사이클 주기 동안 순차적으로 연결되는 것을 나타낸 도면이고, 도 9는 일 실시예에 따른 픽셀과 메모리 셀이 두번째 스캔 사이클 주기 동안 순차적으로 연결되는 것을 나타낸 도면이며, 도 10은 일 실시예에 따른 픽셀과 메모리 셀이 세번째 스캔 사이클 주기 동안 순차적으로 연결되는 것을 나타낸 도면이다.
- [0090] 도 8을 참조하면, 어느 한 프레임 주기의 첫번째 스캔 사이클 주기 동안 픽셀(110)과 메모리 셀(210)은 동기화되어 한 번씩 순차적으로 선택될 수 있다.
- [0091] 한 스캔 사이클이 지나면 모든 픽셀(110)이 각 픽셀(110)에 대응되는 메모리 셀(210)에 한 번씩 매핑(mapping)될 수 있다.
- [0092] 만약, 해당 스캔 사이클에서 픽셀(110)에 빛이 입사되지 않는다면 해당 픽셀(110)이 메모리 셀(210)과 매핑이 되더라도 아무런 일도 발생하지 않을 수 있다.
- [0093] 도 8에 도시된 바와 같이 해당 스캔 사이클에서 픽셀(110)에 빛이 입사되었다고 하더라도, 광감지 전압(VPD)이 일정한 기준 전압(VTH)보다 더 큰 상태에서는 픽셀 신호(S_p)는 출력되지 않을 수 있으며, 토큰 신호 또한 메모리 셀(210)에 전송되지 않을 수 있다.
- [0094] 도 9를 참조하면, 어느 한 프레임 주기의 두번째 스캔 사이클 주기 동안 픽셀(110)과 메모리 셀(210)은 동기화되어 한 번씩 순차적으로 선택될 수 있다.
- [0095] 광감지 전압(VPD)이 감소하다가 일정한 기준 전압(VTH)과 같은 크기가 되면 비교기(122)에 의하여 픽셀 신호(S_p)가 출력될 수 있다.
- [0096] 픽셀 신호(S_p)가 출력된 상태에서 해당 픽셀(110)이 메모리 셀(210)과 매핑이 되면, 토큰 신호는 메모리 셀(210)에 전송될 수 있다. 즉 메모리 셀(210)에서는 타이머를 통하여 광감지 전압(VPD)과 기준 전압(VTH)이 동일해진 스캔 사이클이 몇 번째 스캔 사이클인지 판단할 수 있다.
- [0097] 도 10을 참조하면, 어느 한 프레임 주기의 세번째 스캔 사이클 주기 동안 픽셀(110)과 메모리 셀(210)은 동기화되어 한 번씩 순차적으로 선택될 수 있다.
- [0098] 이때, 비록 픽셀 신호(S_p)가 출력된 상태에서 해당 픽셀(110) 및 대응되는 메모리 셀(210)이 매핑이 이루어지지

만, 이미 해당 프레임 주기에 포함된 이전 스캔 사이클 주기에서 토큰 신호가 메모리 셀(210)에 전송되었으므로, 토큰 세팅 상태가 재설정되어 해당 프레임 주기의 종료 시점까지 메모리 셀(210)로 토큰 신호를 재전송하지 않을 수 있다.

- [0099] 한 프레임 주기가 종료되면, 토큰 세팅 상태가 리셋되고 다음 프레임 주기에 포함된 복수개의 사이클 주기 동안 픽셀(110)과 메모리 셀(210)은 동기화되어 한 번씩 순차적으로 선택되는 과정이 반복될 수 있다.
- [0100] 도 11은 일 실시예에 따른 스위치부, 토큰 커패시터 및 감지 증폭기의 연결 관계를 나타낸 회로를 도시한 도면이다.
- [0101] 도 11을 참조하면, 픽셀 회로(120)는 스위치부(123)를 더 포함할 수 있다.
- [0102] 스위치부(123)는 픽셀 상태 신호에 따라 픽셀 플레그부(130)를 제어하도록 구성될 수 있다. 구체적으로, 스위치부(123)는 비교기(122)로부터 픽셀 상태 신호를 수신하면 픽셀 플레그부(130)와 컬럼 라인(300)을 전기적으로 연결하도록 구성될 수 있다.
- [0103] 픽셀 플레그부(130)는 토큰 커패시터(131)를 포함할 수 있다. 토큰 커패시터(131)는 스위치부(123)에 연결되고, 전하 충전단에 토큰 세팅 상태와 관련된 토큰 전하가 충전될 수 있다. 토큰 커패시터(131)는 한번 방전 되었다고 하더라도 새로운 프레임 주기가 시작될 때 다시 충전될 수 있다.
- [0104] 스위치부(123)는 픽셀 상태 신호를 수신하면 토큰 커패시터(131)와 컬럼 라인(300)을 전기적으로 연결해서 토큰 전하를 방전시켜 토큰 신호를 컬럼 라인(300)을 통해 메모리 셀(210)로 전송되도록 할 수 있다.
- [0105] 특정 픽셀(110)에 포함된 토큰 커패시터(131)는, 어느 한 스캔 사이클에서 해당 픽셀(110)이 선택되었을 때, 선택 스위치(selm)가 닫혀 컬럼 라인(300)과 연결될 수 있다.
- [0106] 한편, 토큰 커패시터(131)의 전하량(CTKN)은 일반적으로 컬럼 라인(300)의 기생 용량(parasitic capacitance)보다 매우 작기 때문에 컬럼 라인(300)의 전압은 수 mV로 매우 작게 변화하게 된다. 이를 바이너리 신호(binary signal)로 만들기 위해 픽셀 어레이(100) 쪽에 연결된 컬럼 라인(300)과 프레임 메모리(200) 쪽에 연결된 컬럼 라인(300) 사이에 감지 증폭기(310)를 연결할 수 있다.
- [0107] 감지 증폭기(310)는 컬럼 라인(300)에 설치되어 토큰 신호를 증폭하여 메모리 셀(210)로 출력하도록 구성될 수 있다.
- [0108] 감지 증폭기(310)의 출력(WR)은 선택 스위치(selm)에 가해진 신호로 선택된 메모리 셀(210)이 타이머 값으로 래치(latch)될 수 있다.
- [0109] 토큰 제거 스위치부(320)는 컬럼 라인(300)과 접지 사이에 마련될 수 있다.
- [0110] 토큰 제거 스위치부(320)는 스위치부(123)와 상보적으로 작동되어 컬럼 라인(300)의 잔류 토큰 신호를 제거하도록 구성될 수 있다.
- [0111] 구체적으로 선택 스위치(selm)에 가해진 신호가 꺼지면, CLR 신호에 의해 토큰 제거 스위치부(320)가 닫힘으로써 컬럼 라인(300)에 남은 전하들이 제거되고, 이전 토큰의 영향이 컬럼 라인(300)에 남지 않도록 할 수 있다.
- [0112] 이처럼 일 실시예에 따른 이미지 센서(1)는 1-bit 신호를 전송하기 위해 컬럼 라인(300)을 최소한으로 움직여 전력의 소모를 더욱 줄일 수 있다.
- [0113] 도 12는 일 실시예에 따른 트랜지스터들의 연결 관계를 나타낸 회로를 도시한 도면이고, 도 13은 일 실시예에 따른 회로의 동작을 설명하기 위한 도면이며, 도 14은 일 실시예에 따른 회로의 동작을 설명하기 위한 또다른 도면이다.
- [0114] 스위치부(123)는 토큰 전송 트랜지스터(124)를 포함할 수 있다.
- [0115] 도 12를 참조하면, 토큰 전송 트랜지스터(124)는 토큰 커패시터(131)와, 메모리 셀(210)에 연결되는 컬럼 라인(300) 사이에 연결될 수 있다.
- [0116] 픽셀 상태 신호는 토큰 전송 트랜지스터(124)의 게이트단에 입력될 수 있다.
- [0117] 픽셀 플레그부(130)는 픽셀 상태 신호에 의해 토큰 전송 트랜지스터(124)가 턴온된 상태에서 토큰 전하를 방전시켜 토큰 신호를 컬럼 라인(300)을 통해 메모리 셀(210)로 전송하도록 구성될 수 있다.

- [0118] 도 12, 도 13 및 도 14를 참조하면, 픽셀 회로(120)는 제1 픽셀 트랜지스터(125) 및 제2 픽셀 트랜지스터(126)를 포함할 수 있다.
- [0119] 제1 픽셀 트랜지스터(125)는 토큰 커패시터(131)의 전하 충전단과 전원 공급단 사이에 연결되고, 픽셀 상태 신호가 게이트단으로 입력될 수 있다. 제1 픽셀 트랜지스터(125)는 토큰 전송 트랜지스터(124)와 상보적으로 작동할 수 있다.
- [0120] 제2 픽셀 트랜지스터(126)는 제1 픽셀 트랜지스터(125)의 게이트단과 접지 사이에 연결되고, 게이트단이 전하 충전단 및 제1 픽셀 트랜지스터(125)의 드레인단 또는 소스단에 연결될 수 있다.
- [0121] 광감지 전압(VPD)은 2단계 비교기(2-stage comparator)에 입력될 수 있다. 2단계 비교기는 M1 트랜지스터 및 M2 트랜지스터를 포함할 수 있다. 이때, M1 트랜지스터의 기준 전압(threshold voltage)는 V_{TH1} 일 수 있다.
- [0122] 픽셀 플래그부(130)의 좌측에는 2단계 비교기의 출력이 입력될 수 있다.
- [0123] 각 프레임 주기의 리셋 단계에서, 토큰 커패시터(131)는 VDD로 충전된다. 이 때, 2단계 비교기의 기준 전압(VREF)은 VDD로 설정되어 광 다이오드(121)를 리셋할 수 있다.
- [0124] 각 프레임 주기의 리셋 단계 이후, 2단계 비교기의 기준 전압(VREF)은 VDD보다 낮은 임의의 전압으로 설정될 수 있다.
- [0125] 광감지 전압(VPD)이 낮아지는 동안, M1 트랜지스터가 턴온되기 전까지 2단계 비교기의 상태는 그대로 유지될 수 있다.
- [0126] M1 트랜지스터의 광감지 전압(VPD)이 V_{TH} 만큼 감소하면, 즉 광감지 전압(VPD)의 값이 $VREF - V_{TH1}$ 값이 되고, 해당 픽셀(110)이 선택되어 픽셀 선택 신호(sel)가 입력되면 토큰 커패시터(131)에 충전되어 있던 전하는 모두 컬럼 라인(300)으로 전송되게 된다. 전하의 전송이 끝나면, 픽셀 선택 신호(sel)가 꺼지면서 토큰 제거 스위치부(320)가 닫혀 컬럼 라인(300)을 완전히 방전할 수 있다.
- [0127] 도 15는 일 실시예에 따른 AND 논리 게이트를 포함하는 회로를 도시한 도면이다.
- [0128] 도 15를 참조하면, 픽셀 플래그부(130)는 토큰 저장부(132), AND 논리 게이트(133) 및 스위치부(123)를 포함할 수 있다.
- [0129] 토큰 저장부(132)는 토큰 세팅 상태를 저장할 수 있다. 토큰 저장부(132)는 매 프레임 주기의 초기 시점에 설정 신호(예를 들어, 토큰 전하 충전 전압)를 인가받아 토큰 저장부(132)의 토큰 커패시터를 충전시킬 수 있다.
- [0130] AND 논리 게이트(133)는 토큰 세팅 상태(tkn), 픽셀 상태(Sp) 및 픽셀 선택 신호(sel)를 입력 받아 AND 연산을 수행하여 토큰 전송 신호를 출력할 수 있다.
- [0131] 즉, AND 논리 게이트(133)는 한 프레임 주기에서 토큰이 이미 전송되기 전이어서 토큰 세팅 상태가 논리 '0'이 아니고, 픽셀(110)에 빛이 입사되고 일정시간이 지나 픽셀 상태(Sp)가 논리 '1'이 되고, 현재의 사이클 주기에서 해당 픽셀(110)을 선택하는 신호(sel)(논리 '1')가 입력되면, 토큰 저장부(132)에 저장된 토큰 신호가 출력되도록 논리 '1'에 해당하는 토큰 전송 신호를 출력할 수 있다.
- [0132] AND 논리 게이트(133)는 한 프레임 주기에서 토큰이 이미 전송되어 토큰 세팅 상태가 논리 '0'에 해당하거나, 픽셀 상태(Sp)가 논리 '0'에 해당하거나, 또는 사이클 주기에서 해당 픽셀(110)을 선택하는 신호(sel)가 입력되지 않는 논리 '0' 상태이면, 픽셀(110)로부터 메모리 셀로 어떠한 신호도 출력되지 않도록, 논리 '0'에 해당하는 토큰 전송 신호(토큰 비전송 신호)를 출력할 수 있다.
- [0133] 스위치부(123)는 토큰 저장부(132)와 메모리 셀(210) 사이에 마련되고, 토큰 전송 신호에 따라 토큰 저장부(132)로부터 메모리 셀(210)로 토큰 신호를 전송하도록 구성될 수 있다.
- [0134] 이상에서 설명된 구성요소들의 성능에 대응하여 적어도 하나의 구성요소가 추가되거나 삭제될 수 있다. 또한, 구성요소들의 상호 위치는 시스템의 성능 또는 구조에 대응하여 변경될 수 있다는 것은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 용이하게 이해될 것이다.
- [0135] 도 16은 일 실시예에 따른 이미지 획득 방법의 순서도이다. 이는 본 발명의 목적을 달성하기 위한 바람직한 실시예일 뿐이며, 필요에 따라 일부 구성이 추가되거나 삭제될 수 있음은 물론이다.
- [0136] 도 16을 참조하면, 픽셀 플래그부(130)는 이미지 센서(1)의 각 픽셀(110)의 토큰 세팅 상태를 설정할 수 있다

(1001).

- [0137] 픽셀 회로(120)는 입사광의 세기에 의해 변화하는 이미지 센서(1)의 각 픽셀(110)의 픽셀 상태를 감지하여 픽셀 상태에 따라 픽셀 플래그부(130)를 제어할 수 있다.
- [0138] 구체적으로, 광 다이오드(121)는 입사광의 세기에 따라 광감지 전압을 출력할 수 있다(1002).
- [0139] 비교기(122)는 광감지 전압을 기준 전압과 비교하여 픽셀 상태를 나타내는 픽셀 상태 신호를 출력할 수 있다(1003).
- [0140] 스위치부(123)는 픽셀 상태 신호에 따라 픽셀 플래그부(130)를 제어할 수 있다(1004). 구체적으로, 스위치부(123)는 비교기(122)로부터 픽셀 상태 신호를 수신하면 픽셀 플래그부(130)와 컬럼 라인(300)을 전기적으로 연결하도록 구성될 수 있다.
- [0141] 픽셀 플래그부(130)는 픽셀 상태 및 토큰 세팅 상태에 따라 픽셀 신호에 해당하는 토큰 신호를 상기 각 픽셀(110)에 대응되는 메모리 셀(210)로 전송할 수 있다(1005).
- [0142] 픽셀 플래그부(130)는 토큰 신호를 메모리 셀(210)로 전송함에 따라 각 픽셀(110)의 토큰 세팅 상태를 재설정할 수 있다(1006).
- [0143] 픽셀 플래그부(130)는 설정된 프레임 주기 동안 토큰 세팅 상태가 재설정된 후, 프레임 주기의 종료 시점까지 메모리 셀(210)로 상기 토큰 신호가 재전송되는 것을 차단할 수 있다(1007).
- [0144] 본 발명의 실시예에 따른 이미지 센서(1)의 성능을 검증하기 위하여 프로토타입의 이미지 센서(1)를 이용한 연구를 진행했다.
- [0145] 이때 120x120의 픽셀 어레이(100)와 120x120x8-bit의 프레임 메모리(200)를 구성하였다. 픽셀 어레이(100)와 프레임 메모리(200)는 일반적으로 다른 공정을 사용하여 별개의 칩(chip)으로 구현될 수 있으나, 본 프로토타입의 이미지 센서(1)에서는 같은 칩 상에 구현되었으며, 메탈 라인(metal line)을 통해 컬럼(column)끼리 연결되었다.
- [0146] 도 17은 일 실시예에 따른 이미지 센서의 성능을 나타내는 그래프 및 표이며, 도 18은 일 실시예에 따른 이미지 센서가 종래의 센서보다 개선된 정도를 나타내는 표이다.
- [0147] 도 17을 참조하면, 프로토타입의 이미지 센서(1)가 데이터를 전송하고 메모리에 저장하는데 필요한 전력 소모량은 40fps의 프레임에서 17.2 μ W인 것을 확인할 수 있다.
- [0148] 또한, 프로토타입의 이미지 센서(1)는 40fps의 프레임에서 29.8pJ/pixel-frame의 FoM(figure-of-merit) 값을 나타내는 것을 확인할 수 있다.
- [0149] 도 18을 참조하면, 실험에 이용된 본 발명의 프로토타입 이미지 센서(1)가 다른 이미지 센서에 비하여 FoM(figure-of-merit)값 측면에서 뛰어난 것을 확인할 수 있다. 또한, 본 발명의 프로토타입 이미지 센서(1)가 낮은 전력 소모에도 불구하고 다른 이미지 센서에 비하여 비교적 낮은 수준의 랜덤 노이즈(random noise)를 달성하는 효과가 있음을 확인하였다.
- [0150] 상술한 바와 같은 본 발명의 실시예에 따른 이미지 센서 및 이미지 획득 방법은 이미징이 요구되는 기기들, 특히 저전력 특성이나 휴대형 배터리 사용을 필요로 하는 사물 통신(IoT; Internet of Things) 기기, 착용형 기기(wearable device), 얼굴 인식 도어락(face recognition door lock), 시선 추적 VR 헤드셋(eye tracking virtual reality headset), 인공지능 로봇 등을 비롯한 다양한 응용 분야에 활용될 수 있다. 이상에서와 같이 첨부된 도면을 참조하여 개시된 실시예들을 설명하였다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고도, 개시된 실시예들과 다른 형태로 본 발명이 실시될 수 있음을 이해할 것이다. 개시된 실시예들은 예시적인 것이며, 한정적으로 해석되어서는 안 된다.

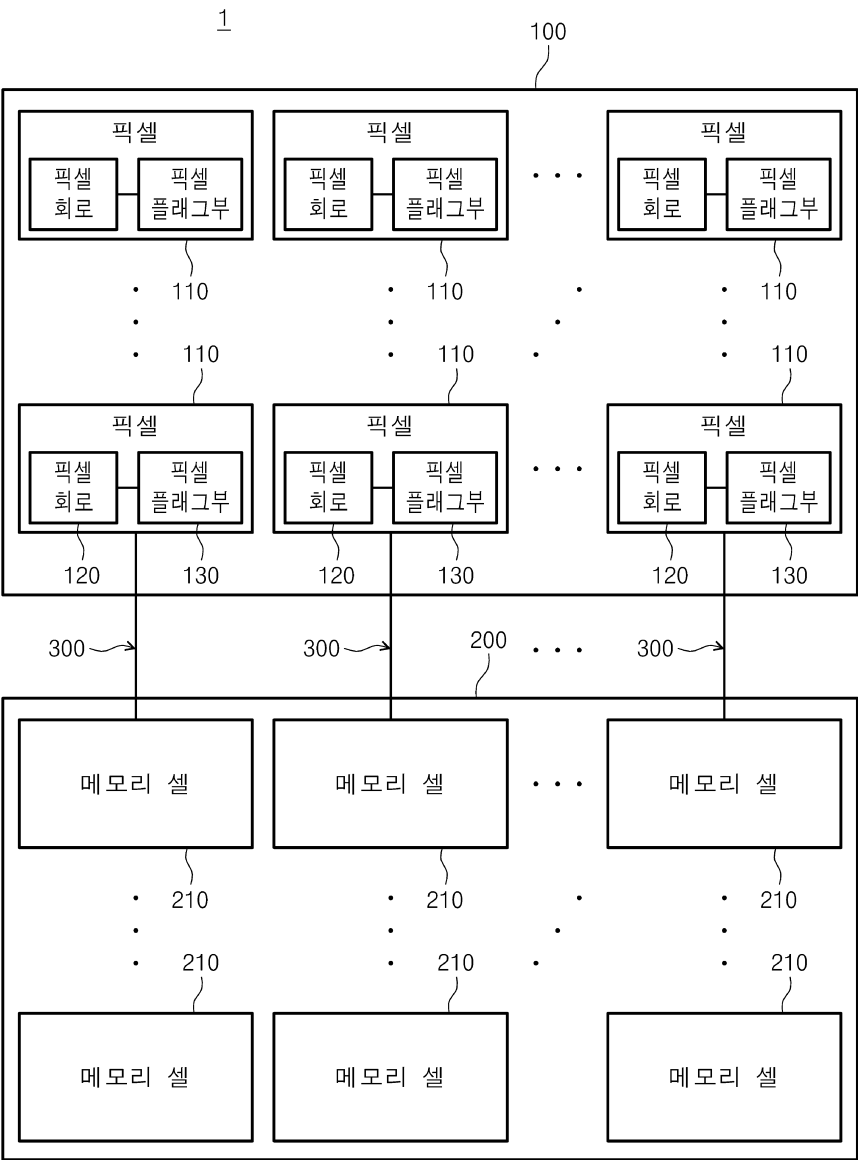
부호의 설명

- [0151] 1: 이미지 센서
- 100: 픽셀 어레이
- 110: 픽셀

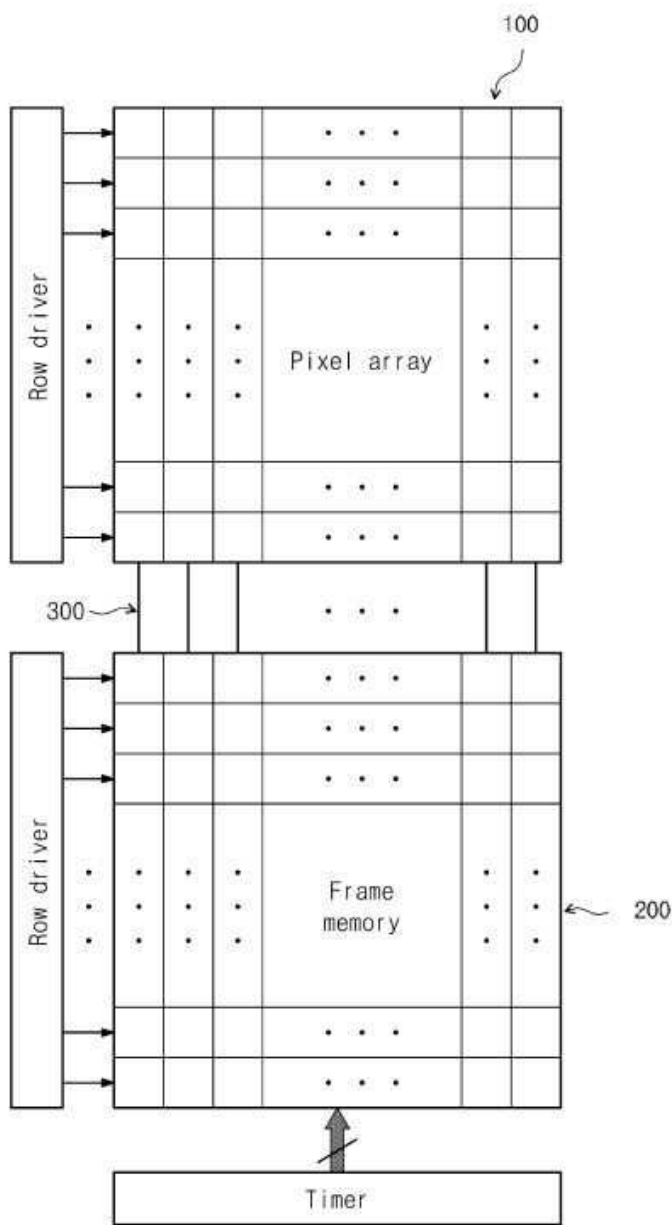
- 120: 픽셀 회로
- 121: 광 다이오드
- 122: 비교기
- 123: 스위치부
- 124: 토큰 전송 트랜지스터
- 125: 제1 픽셀 트랜지스터
- 126: 제2 픽셀 트랜지스터
- 130: 픽셀 플레그부
- 131: 토큰 커패시터
- 132: 토큰 저장부
- 133: AND 논리 게이트
- 200: 프레임 메모리
- 210: 메모리 셀
- 300: 컬럼 라인
- 310: 감지 증폭기
- 320: 토큰 제거 스위치부

도면

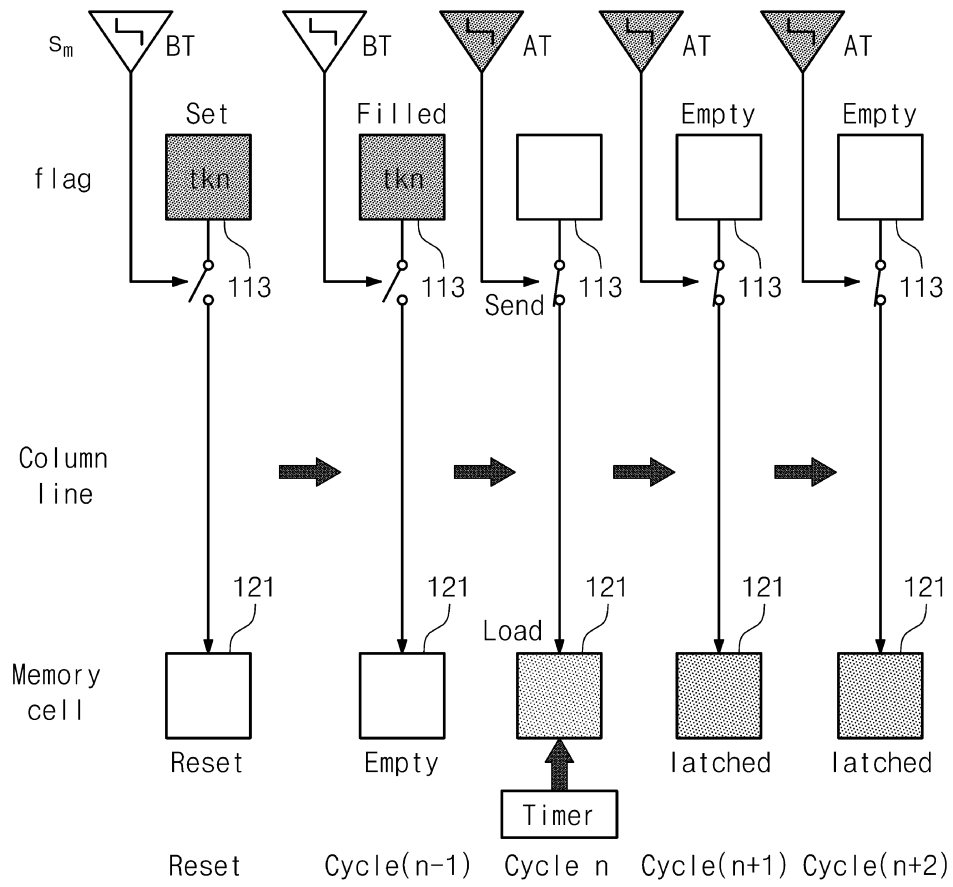
도면1



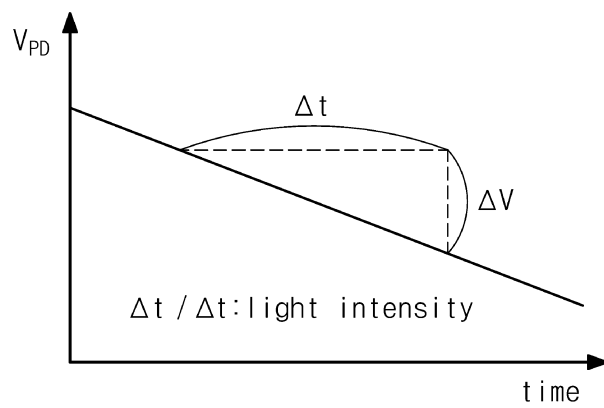
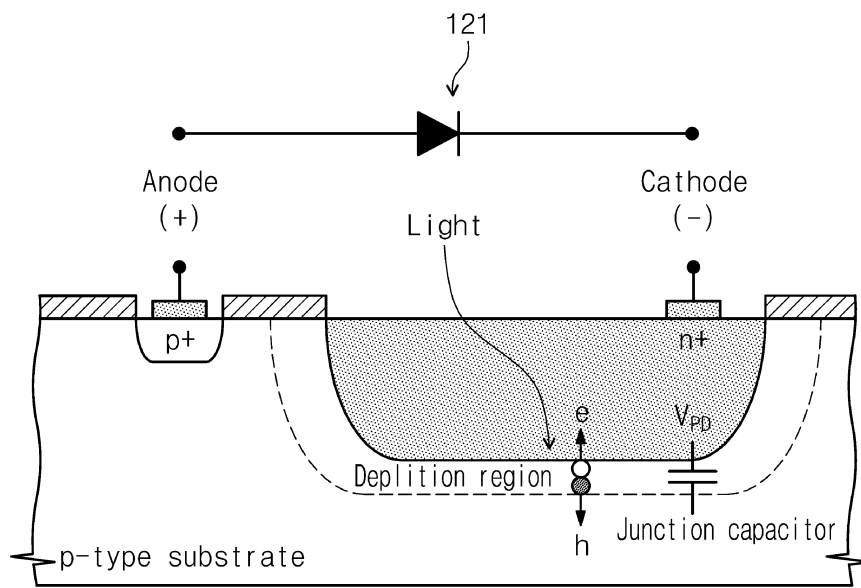
도면2



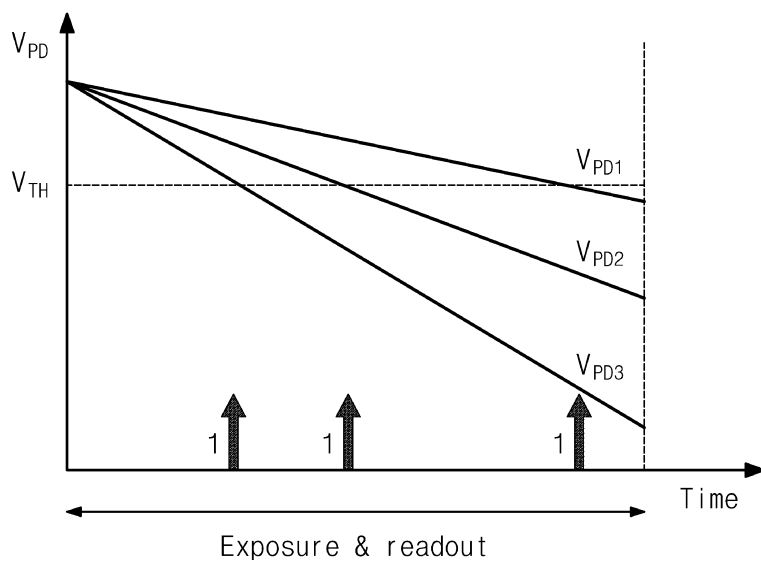
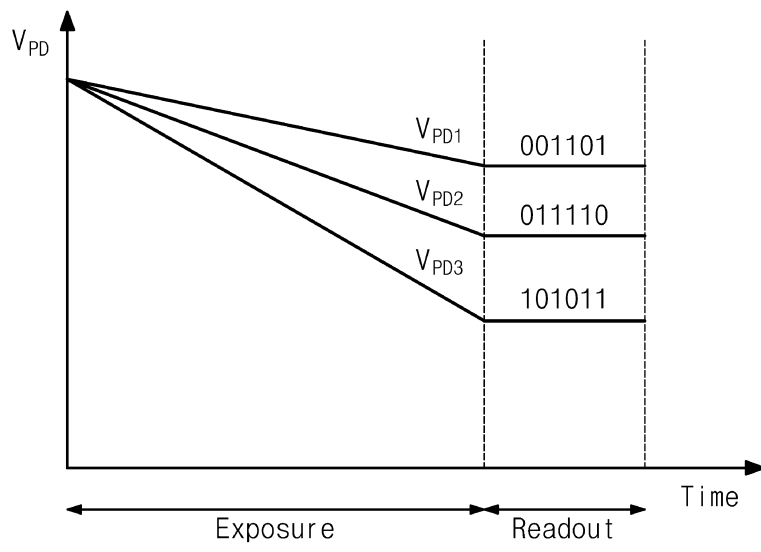
도면3



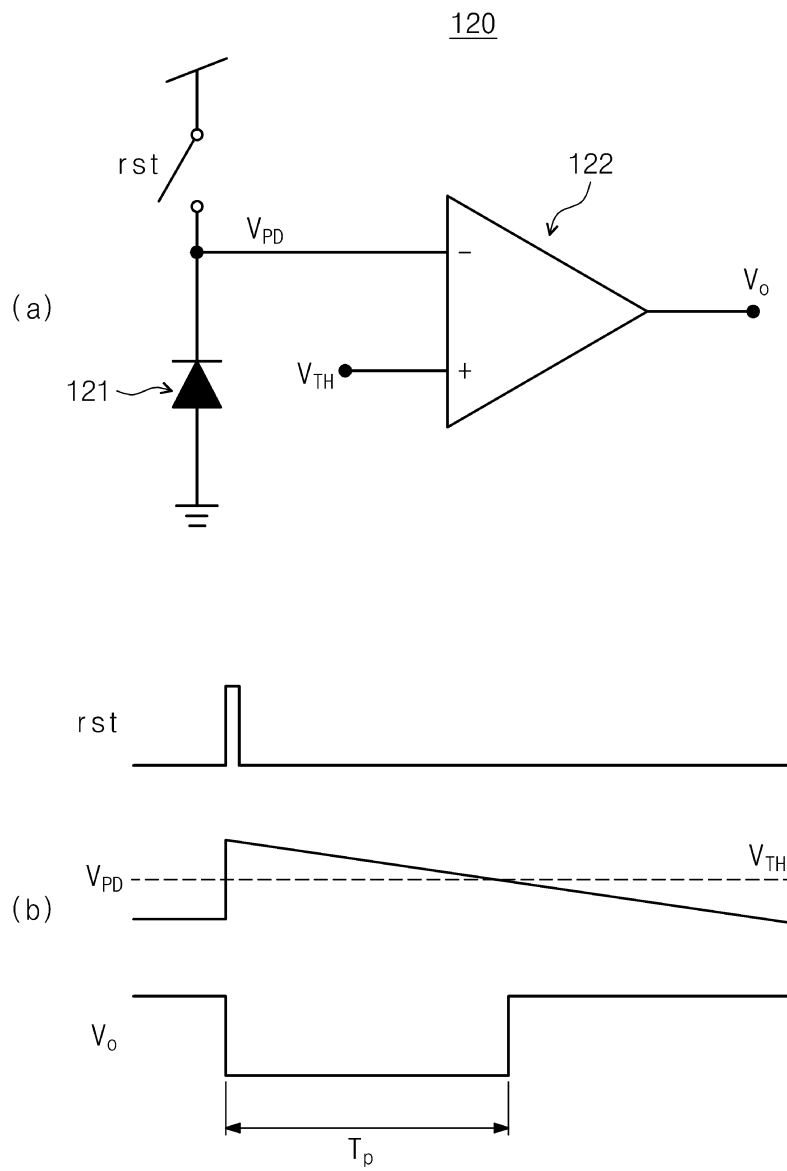
도면4



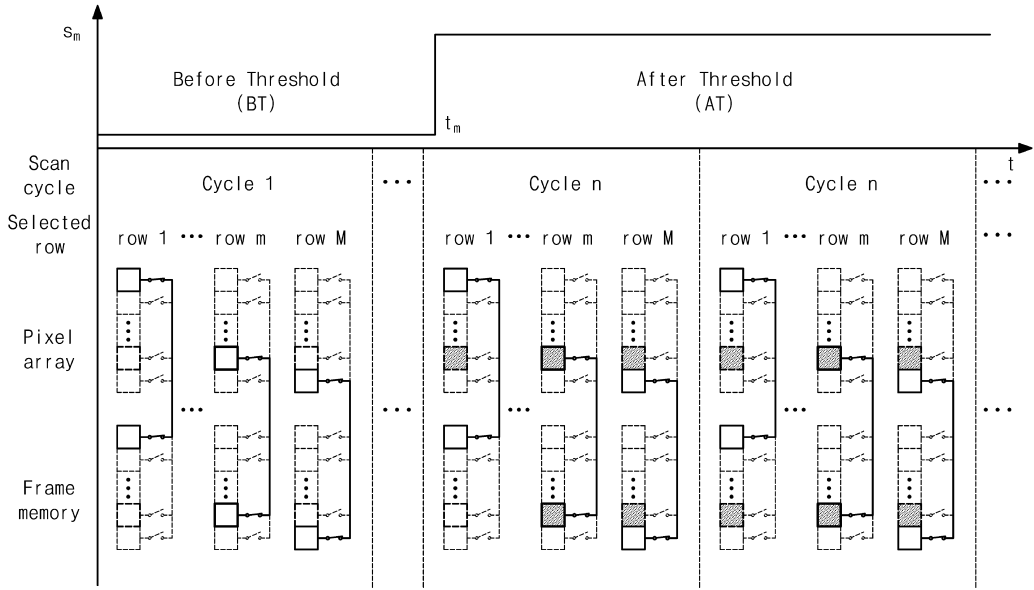
도면5



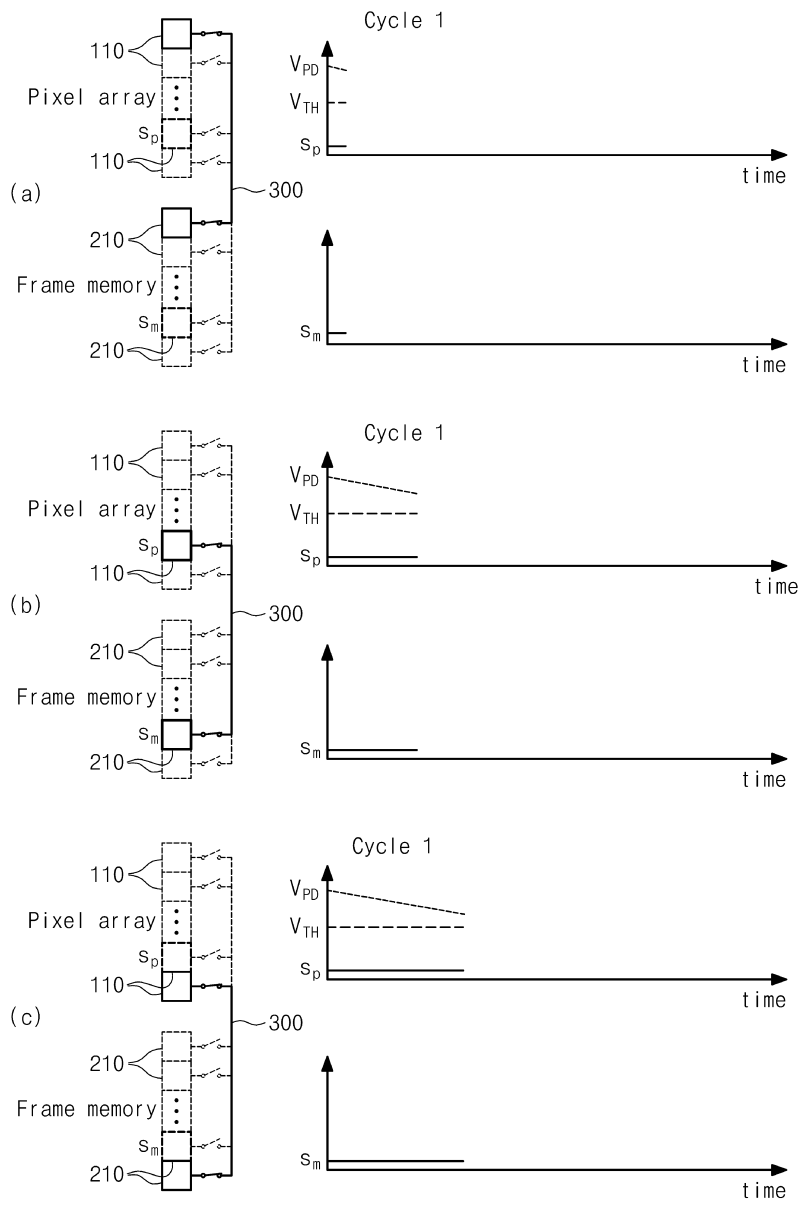
도면6



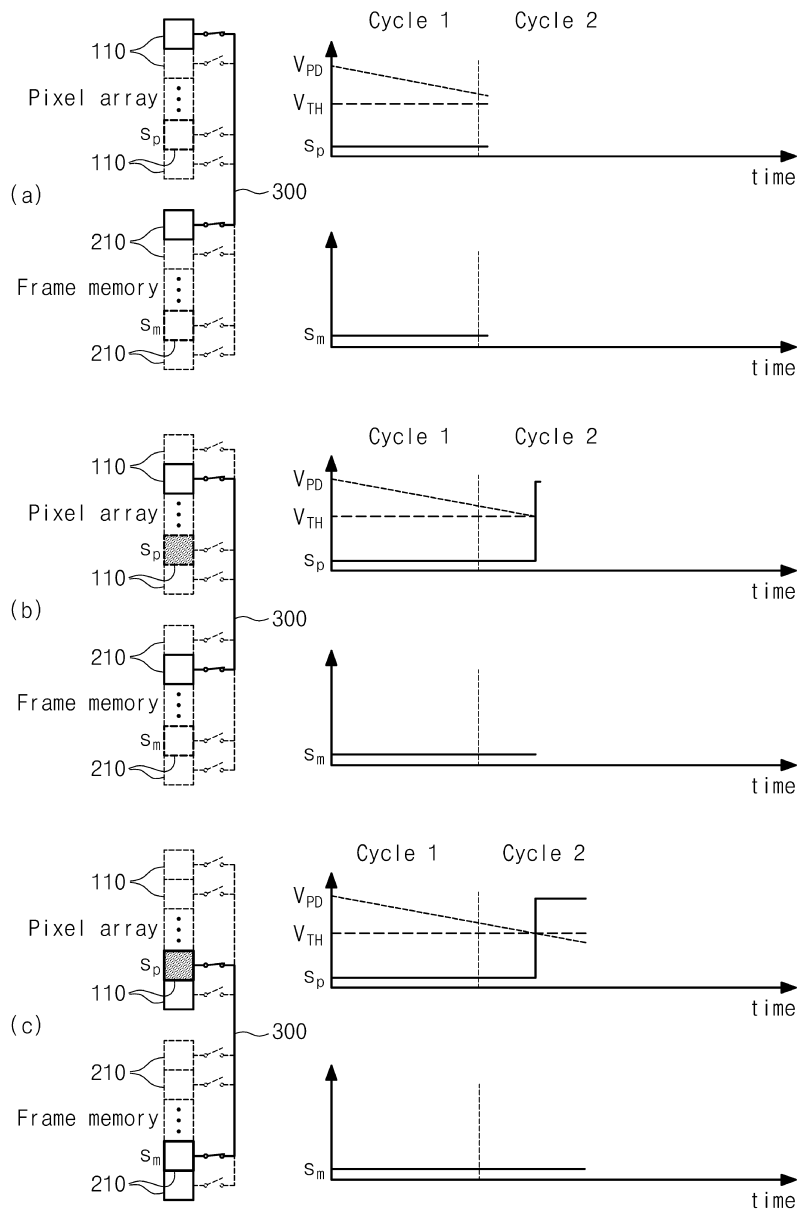
도면7



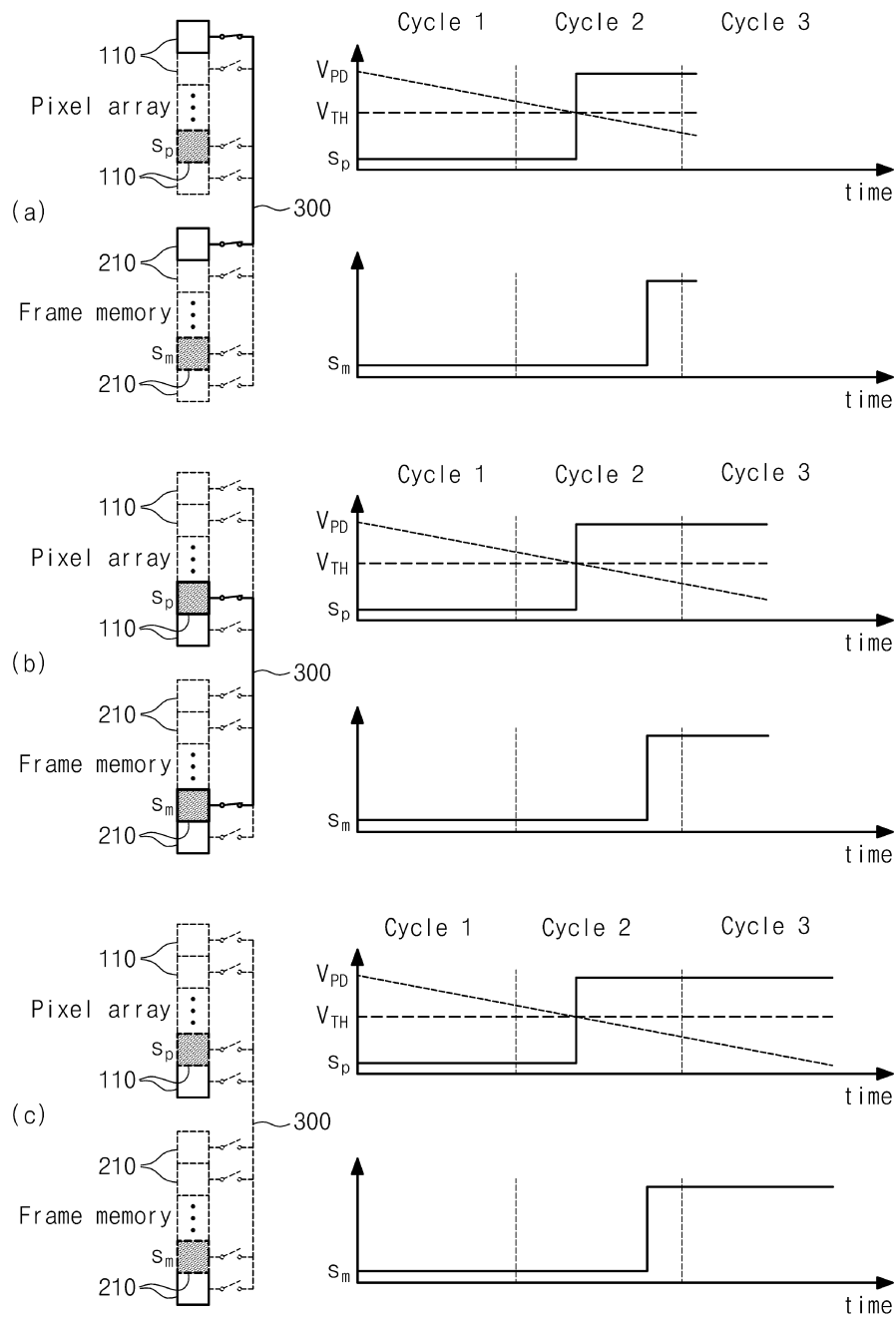
도면8



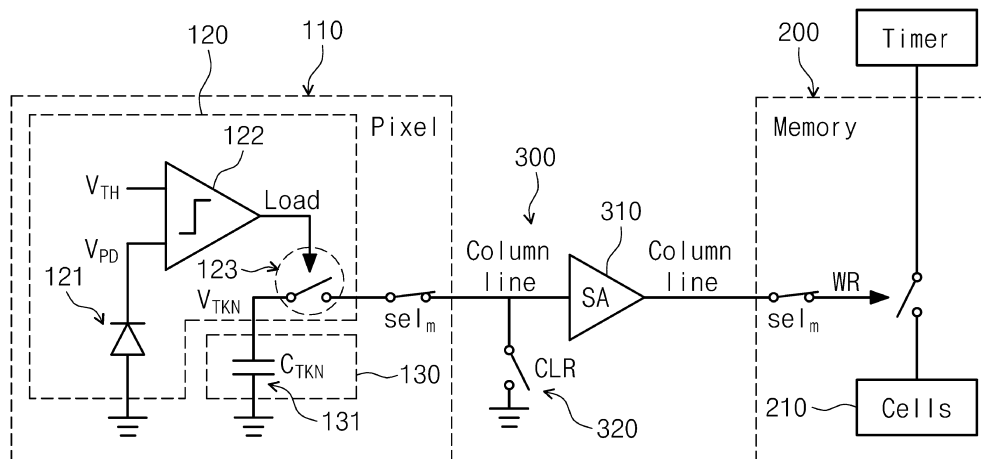
도면9



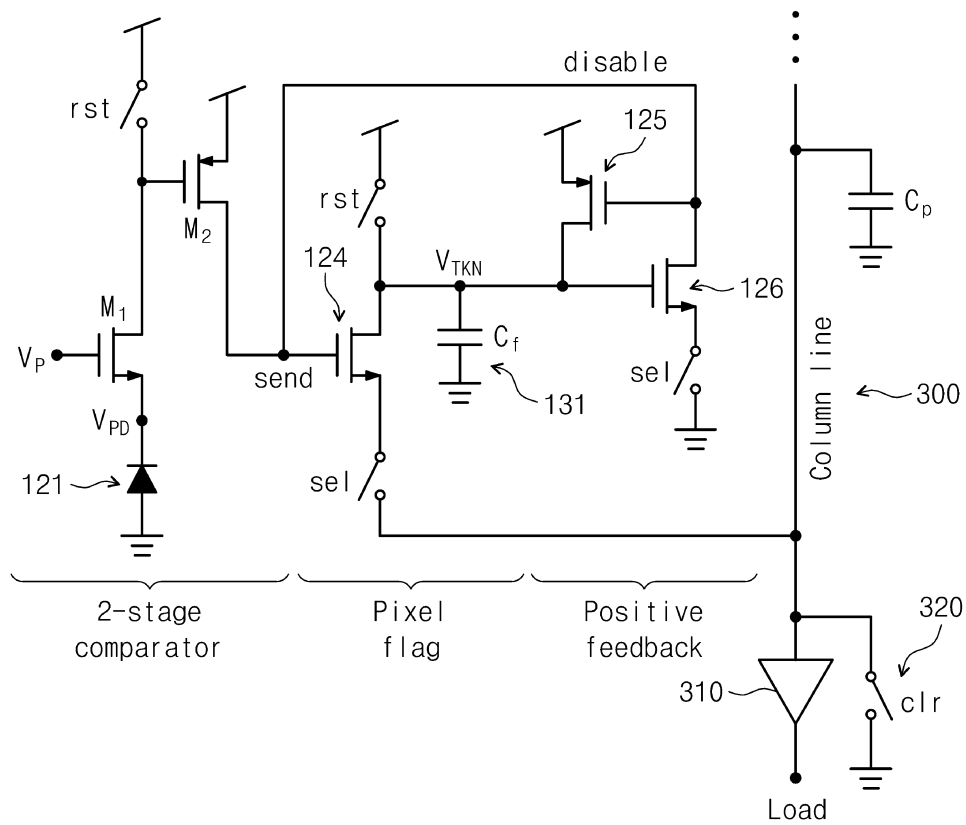
도면10



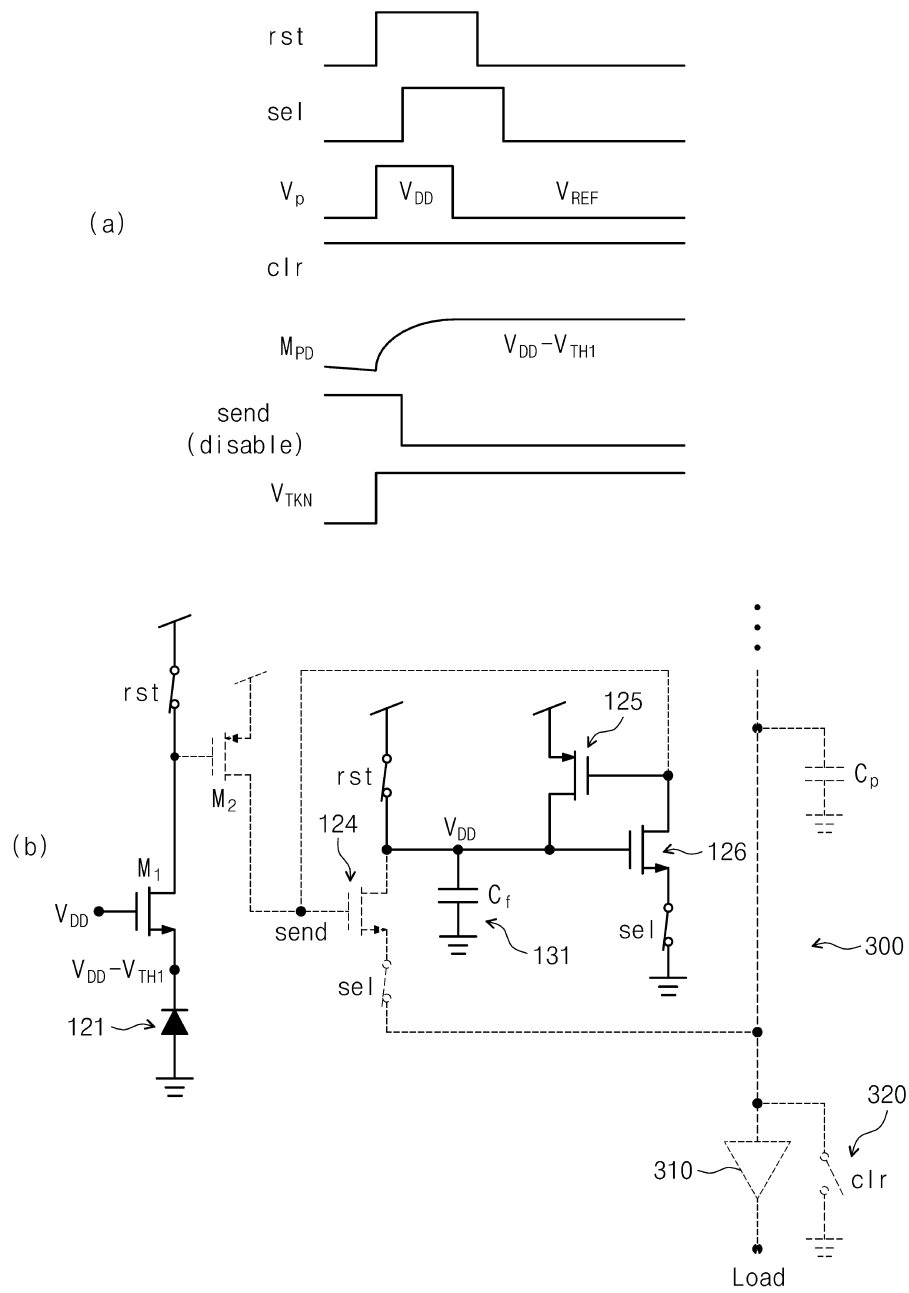
도면11



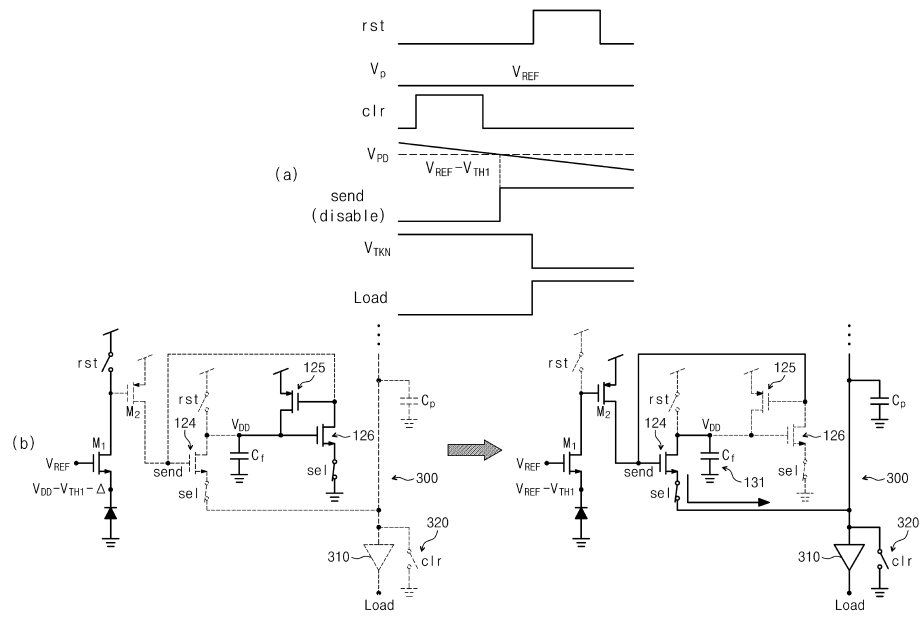
도면12



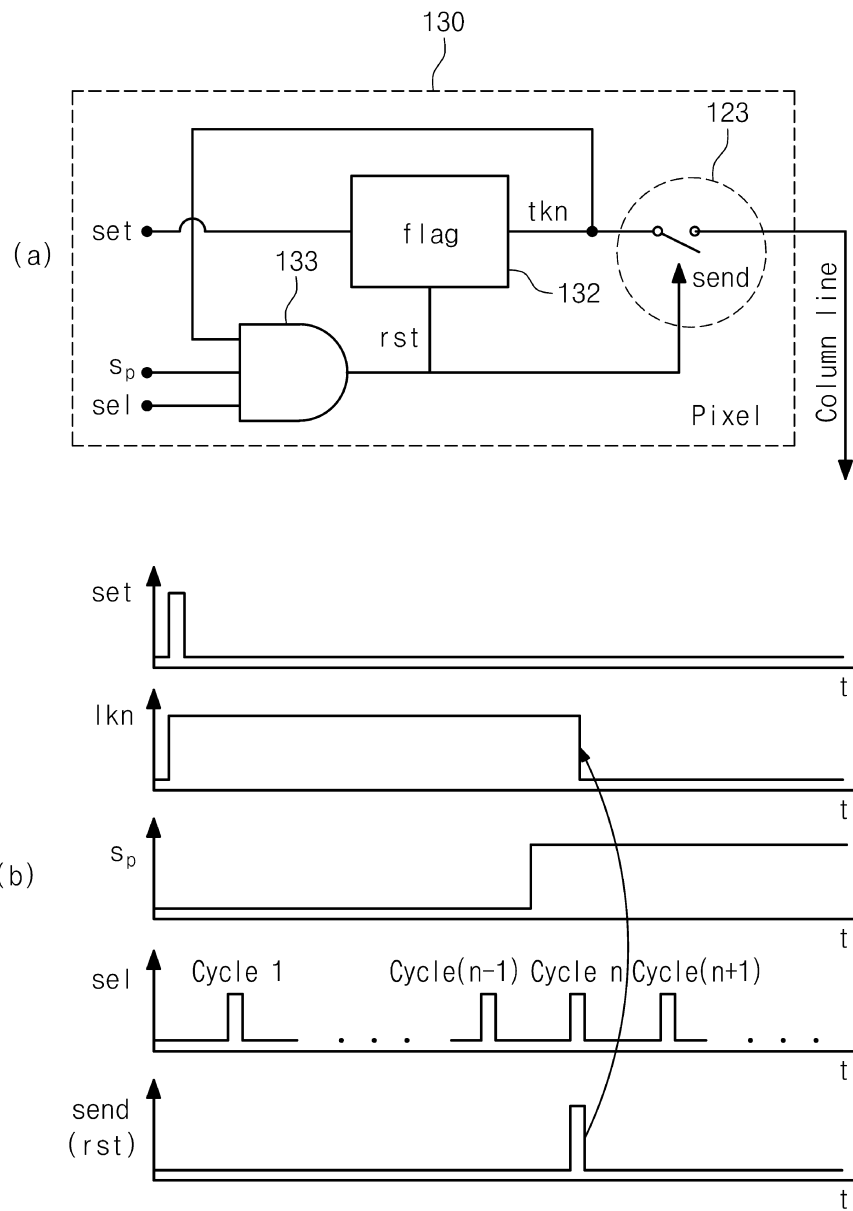
도면13



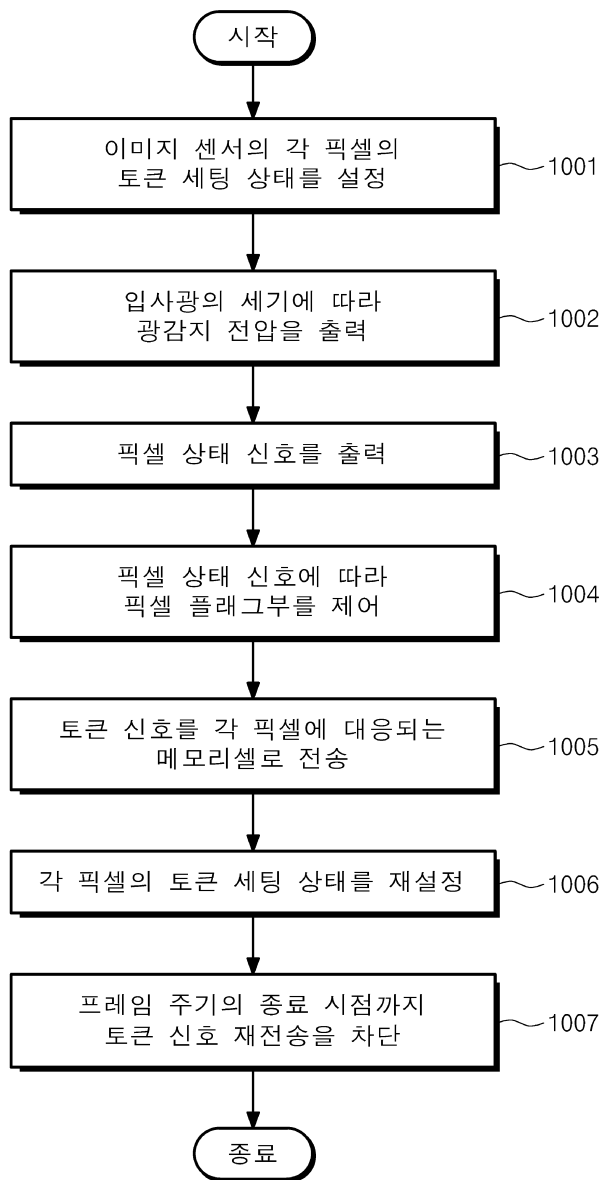
도면14



도면15



도면16



도면17

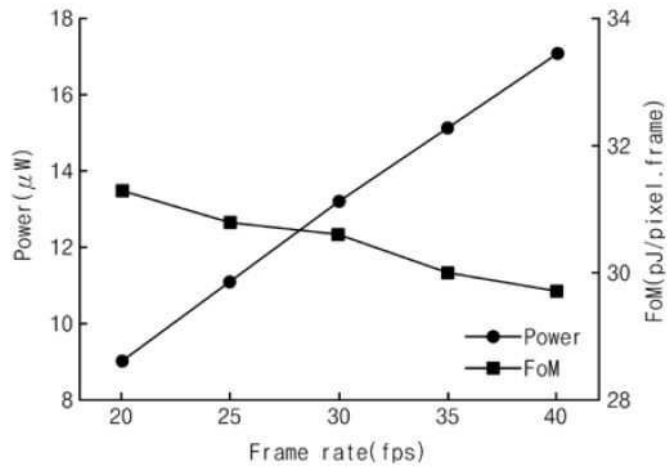


TABLE I
SPECIFICATION OF THE PROPOSED SENSOR CHIP

Process technology	0.25μm CMOS
Die size [mm ²]	5×3
Pixel array	120×120
Pixel pitch [μm]	10
Fill factor [%]	22
Bit resolution	8
Supply [V]	1.2 (analog), 0.8 (digital)
Power [μW] (@ 40 fps)	17.2
FPN [%] (@ 10lux)	0.64
Random noise [%] (@ 10lux)	0.19
Dynamic range [dB]	92

도면18

TABLE II
PERFORMANCE COMPARISON

	Cevik [7] TCAS-I'15	Cotunior [8] JSSC'15	Choi [9] JSSC'16	Chion [10] JSSC'19	Park [11] JSSC'20	This work
Process technology	0.35 μm CMOS	65 nm CMOS	0.11 μm CIS	0.18 μm CMOS	0.11 μm CMOS	0.25 μm CMOS
Pixel array	64×45	128×128	320×240	300×200	640×640	120×120
Pixel pitch [μm]	18	4	5	7.6	4	10
Pixel supply [V]	1	0.5	0.9	0.4	2.5	1.2
FPN [% _{rms}]	0.34	0.66	0.89	0.15	N/A	0.64
Random noise [% _{rms}]	0.2	0.4	0.31	0.1	0.048	0.19
Dynamic range [dB]	60.6	48	50	141	67	92
Power [μW] (@ frame rate)	9.04 (21.2 fps)	8.8 (32 fps)	45.5 (15 fps)	160 (40 fps)	2100 (44 fps)	17.2* (40 fps)
FoM ₁ ** [pJ/frame-pixel]	148.1	17	39	66.7	116.5	29.8*
FoM ₂ *** [pJ/frame-pixel-dB]	2.44	0.33	0.78	0.47	1.74	0.32*

* Including frame memory

** FoM₁: (Power)/(Total pixel number×Frame rate)

*** FoM₂: (Power)/(Total pixel number×Frame rate×Dynamic range)