



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년12월01일
 (11) 등록번호 10-1467509
 (24) 등록일자 2014년11월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H04N 5/335 (2011.01) H04N 9/07 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2008-0072992
 (22) 출원일자 2008년07월25일
 심사청구일자 2013년07월18일
 (65) 공개번호 10-2010-0011676
 (43) 공개일자 2010년02월03일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2003324751 A*
 JP2005175392 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 삼성전자주식회사
 경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
 (72) 발명자
 김성진
 서울특별시 노원구 마들로 31, 105동 1106호 (월계동, 그랑빌아파트)
 (74) 대리인
 특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 44 항

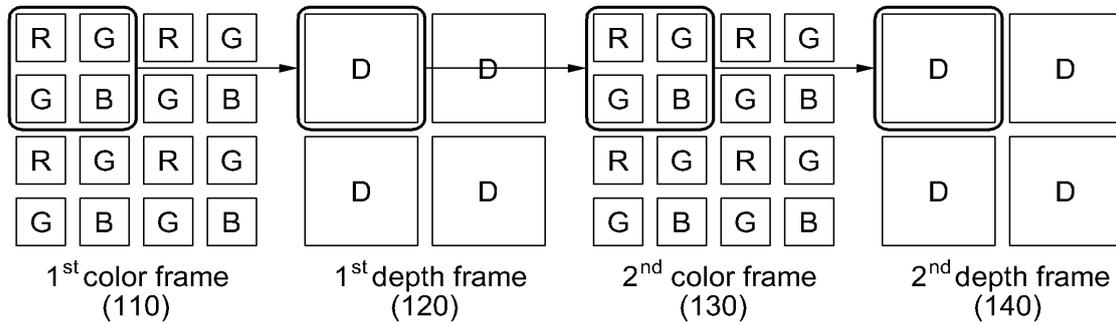
심사관 : 김응권

(54) 발명의 명칭 **이미지 센서 및 이미지 센서 동작 방법**

(57) 요약

이미지 센서 및 이미지 센서를 동작하는 방법이 제공된다. 본 발명의 이미지 센서는 복수의 픽셀들을 포함하고, 상기 복수의 픽셀들 각각은 광 검출 엘리먼트, 및 가시 광 성분을 상기 광 검출 엘리먼트로 선택적으로 투과시키고, 비가시 광 성분을 상기 광 검출 엘리먼트로 투과시키는 필터를 포함하며, 이를 통해 동일한 픽셀을 이용하여 칼라(color) 값 및 깊이(depth) 값을 얻을 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

광 검출 엘리먼트와, 부유 확산 노드와 접속된 전달부를 포함하는 복수의 픽셀들을 포함하는 이미지 센서에 있어서,

상기 전달부는 제1 시간 구간 동안 상기 광 검출 엘리먼트가 물체로부터 반사된 가시 광 성분을 감지하여 생성한 제1 전하를 상기 부유 확산 노드로 전송하고,

상기 전달부는 제2 시간 구간 동안 상기 물체에 조사하는 비가시 광 성분과 동 위상의 활성화 전송 신호에 응답하여 상기 광 검출 엘리먼트가 상기 물체로부터 반사된 상기 비가시 광 성분을 감지하여 생성한 제2 전하를 상기 부유 확산 노드로 전송하고,

상기 전달부는 상기 제2 시간 구간 동안 상기 비가시 광 성분과 역 위상의 상기 활성화 전송 신호에 응답하여

상기 광 검출 엘리먼트가 상기 물체로부터 반사된 상기 비가시 광 성분을 감지하여 생성한 제3 전하를 상기 부유 확산 노드로 전송하는 이미지 센서.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 광 검출 엘리먼트는 포토다이오드인 이미지 센서.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 비가시 광 성분은 적외선인 이미지 센서.

청구항 16

제13항에 있어서,

상기 복수의 픽셀들 중 적어도 하나의 픽셀은 적색 광 성분 및 비가시 광 성분을 투과시키는 필터를 포함하는 이미지 센서.

청구항 17

제13항에 있어서,

상기 복수의 픽셀들 중 적어도 하나의 픽셀은 녹색 광 성분 및 비가시 광 성분을 투과시키는 필터를 포함하는 이미지 센서.

청구항 18

제13항에 있어서,

상기 복수의 픽셀들 중 적어도 하나의 픽셀은 청색 광 성분 및 비가시 광 성분을 투과시키는 필터를 포함하는 이미지 센서.

청구항 19

제13항에 있어서,

상기 복수의 픽셀들 중 적어도 하나의 픽셀은 옥색(cyan) 광 성분 및 비가시 광 성분을 투과시키는 필터를 포함하는 이미지 센서.

청구항 20

제13항에 있어서,

상기 복수의 픽셀들 중 적어도 하나의 픽셀은 자청색(magenta) 광 성분 및 비가시 광 성분을 투과시키는 필터를 포함하는 이미지 센서.

청구항 21

제13항에 있어서,

상기 복수의 픽셀들 중 적어도 하나의 픽셀은 황색(yellow) 광 성분 및 비가시 광 성분을 투과시키는 필터를 포함하는 이미지 센서.

청구항 22

제13항에 있어서,

상기 복수의 픽셀들 각각이 포함하는 필터의 면적은 동일한 이미지 센서.

청구항 23

제13항에 있어서,

상기 복수의 픽셀들은 반복되는 2 x 2 픽셀 그룹의 어레이를 포함하는 이미지 센서.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 2 x 2 픽셀 그룹의 어레이는 적색 픽셀, 청색 픽셀, 및 두 개의 녹색 픽셀 들을 포함하는 이미지 센서.

청구항 25

제23항에 있어서,

상기 2 x 2 픽셀 그룹의 어레이는 옥색 픽셀, 자청색 픽셀 엘리먼트, 황색 픽셀 및 녹색 픽셀을 포함하는 이미지 센서.

청구항 26

제13항에 있어서,

상기 복수의 픽셀들 각각은,

상기 부유 확산 노드의 전압 및 행 제어 신호에 기초하여 비트 라인의 전압을 제어하는 선택 구동부; 및

상기 광 검출 엘리먼트를 싱크 라인과 연결하는 제2 전달부

를 더 포함하는 이미지 센서.

청구항 27

비가시 광 성분을 생성하는 광원, 및 부유 확산 노드와 접속된 전달부와 광 검출 엘리먼트를 포함하는 복수의 픽셀들을 포함하는 이미징 장치에 있어서,

상기 전달부는 제1 시간 구간 동안 상기 광 검출 엘리먼트가 물체로부터 반사된 가시 광 성분을 감지하여 생성한 제1 전하를 상기 부유 확산 노드로 전송하고,

상기 전달부는 제2 시간 구간 동안 상기 물체에 조사하는 비가시 광 성분과 동 위상의 활성화 전송 신호에 응답하여 상기 광 검출 엘리먼트가 상기 물체로부터 반사된 상기 비가시 광 성분을 감지하여 생성한 제2 전하를 상기 부유 확산 노드로 전송하고,

상기 전달부는 상기 제2 시간 구간 동안 상기 비가시 광 성분과 역 위상의 상기 활성화 전송 신호에 응답하여 상기 광 검출 엘리먼트가 상기 물체로부터 반사된 상기 비가시 광 성분을 감지하여 생성한 제3 전하를 상기 부유 확산 노드로 전송하는 이미징 장치.

청구항 28

제27항에 있어서,

상기 이미징 장치는,

상기 제1 전하에 기초하여 칼라 값을 생성하고, 상기 제2 전하와 상기 제3 전하에 기초하여 깊이 값을 생성하는 이미징 장치.

청구항 29

제28항에 있어서,

상기 이미징 장치는,

상기 복수의 픽셀들로부터 얻어진 상기 칼라 값을 조합하여 칼라 영상을 생성하고, 상기 복수의 픽셀들로부터 얻어진 상기 깊이 값을 조합하여 깊이 영상을 생성하는 이미징 장치.

청구항 30

제28항에 있어서,

상기 복수의 픽셀들 각각은

상기 제1 시간 구간 동안 상기 칼라 값을 얻고, 상기 제2 시간 구간 동안 상기 깊이 값을 얻는 이미징 장치.

청구항 31

제30항에 있어서,

상기 광원은

상기 제2 시간 구간 동안 상기 비가시 광 성분을 생성하는 이미징 장치.

청구항 32

적어도 하나의 픽셀을 포함하고,

상기 적어도 하나의 픽셀은,

광 검출 엘리먼트를 부유 확산 노드와 연결하는 제1 전달부;

상기 부유 확산 노드의 전압 및 행 제어 신호에 기초하여 비트 라인의 전압을 제어하는 선택 구동부; 및

상기 광 검출 엘리먼트를 싱크 라인과 연결하는 제2 전달부

를 포함하고,

상기 제1 전달부는 제1 시간 구간 동안 상기 광 검출 엘리먼트가 물체로부터 반사된 가시 광 성분을 감지하여 생성한 제1 전하를 상기 부유 확산 노드로 전송하고,

상기 제1 전달부는 제2 시간 구간 동안 상기 물체에 조사하는 비가시 광 성분과 동 위상의 활성화 전송 신호에 응답하여 상기 광 검출 엘리먼트가 상기 물체로부터 반사된 상기 비가시 광 성분을 감지하여 생성한 제2 전하를 상기 부유 확산 노드로 전송하고,

상기 제1 전달부는 상기 제2 시간 구간 동안 상기 비가시 광 성분과 역 위상의 상기 활성화 전송 신호에 응답하여 상기 광 검출 엘리먼트가 상기 물체로부터 반사된 상기 비가시 광 성분을 감지하여 생성한 제3 전하를 상기 부유 확산 노드로 전송하는 이미지 센서.

청구항 33

제32항에 있어서,

상기 제1 전달부는 상기 제2 시간 구간의 활성화 시간 구간 동안 상기 광 검출 엘리먼트에 의해 생성된 전하를 상기 부유 확산 노드로 전달하고, 상기 제2 시간 구간의 비활성 시간 구간 동안 상기 광 검출 엘리먼트 및 상기 부유 확산 노드 사이를 전기적으로 차단하는 이미지 센서.

청구항 34

제33항에 있어서,

상기 제2 전달부는

상기 활성화 시간 구간 동안 상기 광 검출 엘리먼트 및 상기 싱크 라인 사이를 전기적으로 차단하고, 상기 비활성 시간 구간 동안 상기 광 검출 엘리먼트에 의해 생성된 전하를 상기 싱크 라인으로 전달하는 이미지 센서.

청구항 35

제33항에 있어서,

상기 제2 전달부는 트랜지스터이고,

상기 트랜지스터의 게이트 단자 및 소스 단자는 상기 싱크 라인에 연결되고, 상기 트랜지스터의 드레인 단자는 상기 광 검출 엘리먼트에 연결되는 이미지 센서.

청구항 36

제33항에 있어서,

상기 제1 전달부는

상기 활성 시간 구간 동안 물체와 상기 적어도 하나의 픽셀 간의 거리에 상응하는 양의 전하를 상기 부유 확산 노드로 전달하는 이미지 센서.

청구항 37

제32항에 있어서,

상기 적어도 하나의 픽셀은

리셋 제어 신호에 의하여 상기 부유 확산 노드의 전압을 리셋하는 리셋 트랜지스터

를 더 포함하는 이미지 센서.

청구항 38

제32항에 있어서,

상기 선택 구동부는

구동 트랜지스터; 및

선택 트랜지스터

를 포함하고,

상기 구동 트랜지스터의 게이트 단자는 상기 부유 확산 노드에 연결되고 상기 구동 트랜지스터의 드레인 단자는 전원에 연결되고 상기 구동 트랜지스터의 소스 단자는 상기 선택 트랜지스터의 드레인 단자에 연결되고,

상기 선택 트랜지스터의 게이트 단자는 상기 행 제어 신호에 연결되고 상기 선택 트랜지스터의 소스 단자는 상기 비트 라인에 연결되는 이미지 센서.

청구항 39

제32항에 있어서,

상기 선택 구동부는

입력 단자는 상기 부유 확산 노드에 연결되고, 음의 이득을 가지는 증폭기;

상기 증폭기의 입력 단자 및 출력 단자에 연결되는 커패시터;

리셋 제어 신호에 의하여 상기 증폭기의 입력 단자 및 출력 단자 간의 전위차를 리셋하는 리셋 트랜지스터; 및

선택 트랜지스터

를 포함하고,

상기 선택 트랜지스터의 게이트 단자는 상기 행 제어 신호에 연결되고 상기 선택 트랜지스터의 드레인 단자는 상기 증폭기의 출력 단자에 연결되고 상기 선택 트랜지스터의 소스 단자는 상기 비트 라인에 연결되는 이미지 센서.

청구항 40

제32항에 있어서,

4개의 픽셀들이 하나의 부유 확산 노드를 공유하는 이미지 센서.

청구항 41

이미지 센서의 픽셀을 이용하여 제1 시간 구간 동안 제1 광 성분을 감지하고, 제1 전하를 생성하는 단계;

상기 이미지 센서의 상기 픽셀을 이용하여 제2 시간 구간 동안 제2 광 성분과 동 위상의 활성화 전송 신호에 응답하여 상기 제2 광 성분을 감지하고, 제2 전하를 생성하는 단계; 및

상기 이미지 센서의 상기 픽셀을 이용하여 상기 제2 시간 구간 동안 상기 제2 광 성분과 역 위상의 상기 활성화 전송 신호에 응답하여 상기 제2 광 성분을 감지하고, 제3 전하를 생성하는 단계

를 포함하는 이미지 센서 동작 방법.

청구항 42

제41항에 있어서,

상기 제1 광 성분은 가시 광 성분이고, 상기 제2 광 성분은 비가시 광 성분인 이미지 센서 동작 방법.

청구항 43

제42항에 있어서,

상기 제2 광 성분은 적외선인 이미지 센서 동작 방법.

청구항 44

제41항에 있어서,

상기 제1 시간 구간 동안 생성된 상기 제1 전하에 기초하여 상기 픽셀의 칼라 값을 생성하는 단계; 및

상기 제2 시간 구간 동안 생성된 상기 제2 전하와 상기 제3 전하에 기초하여 상기 픽셀의 깊이 값을 생성하는 단계

를 더 포함하는 이미지 센서 동작 방법.

청구항 45

이미지 센서의 복수의 픽셀들을 이용하여 제1 시간 구간 동안 제1 광 성분을 감지하고, 제1 전하를 생성하는 단계;

상기 제1 시간 구간 후 제2 광 성분을 조사하는 단계;

상기 이미지 센서의 상기 복수의 픽셀들을 이용하여 상기 제2 광 성분과 동 위상의 활성화 전송 신호에 응답하여 상기 제2 광 성분이 물체에 의하여 반사된 반사광을 제2 시간 구간 동안 감지하고, 제2 전하를 생성하는 단계;

상기 이미지 센서의 상기 복수의 픽셀들을 이용하여 상기 제2 광 성분과 역 위상의 상기 활성화 전송 신호에 응답하여 상기 반사광을 상기 제2 시간 구간 동안 감지하고, 제3 전하를 생성하는 단계; 및

상기 제2 전하와 상기 제3 전하로부터 상기 물체의 깊이 영상을 얻는 단계

를 포함하는 이미징 방법.

청구항 46

제45항에 있어서,

상기 제1 광 성분은 가시 광 성분이고, 상기 제2 광 성분은 비가시 광 성분인 이미징 방법.

청구항 47

제46항에 있어서,

상기 제2 광 성분은 적외선인 이미징 방법.

청구항 48

제45항에 있어서,

상기 제1 시간 구간 동안 생성된 상기 제1 전하에 기초하여 상기 물체의 칼라 영상을 얻는 단계를 더 포함하는 이미징 방법.

청구항 49

제48항에 있어서,

상기 물체의 칼라 영상을 얻는 단계는

상기 이미지 센서의 상기 복수의 픽셀들 각각을 이용하여 생성된 상기 제1 전하에 기초하여 상기 복수의 픽셀들 각각의 칼라 값을 얻는 단계; 및

상기 복수의 픽셀들 각각의 칼라 값을 조합하여 상기 물체의 칼라 영상을 얻는 단계를

포함하는 이미징 방법.

청구항 50

제48항에 있어서,

상기 물체의 칼라 영상을 얻는 단계는

상기 제1 시간 구간 동안 생성된 상기 제1 전하에 기초하여 제1 감지 정보를 생성하는 단계; 및

상기 제1 감지 정보에 대하여 상기 제2 광 성분의 영향으로 발생한 잡음을 제거하는 단계를

포함하는 이미징 방법.

청구항 51

제45항에 있어서,

상기 물체의 깊이 영상을 얻는 단계는

상기 이미지 센서의 상기 복수의 픽셀들 각각을 이용하여 생성된 상기 제2 전하와 상기 제3 전하에 기초하여 상기 복수의 픽셀들 각각의 깊이 값을 얻는 단계; 및

상기 복수의 픽셀들 각각의 깊이 값을 조합하여 상기 물체의 깊이 영상을 얻는 단계를

포함하는 이미징 방법.

청구항 52

제45항에 있어서,

상기 물체의 깊이 영상을 얻는 단계는

상기 제2 시간 구간 동안 생성된 상기 제2 전하와 상기 제3 전하에 기초하여 제2 감지 정보를 생성하는 단계; 및

상기 제2 감지 정보에 대하여 상기 제1 광 성분의 영향으로 발생한 잡음을 제거하는 단계를

포함하는 이미징 방법.

청구항 53

제45항에 있어서,

상기 물체의 깊이 영상을 얻는 단계는

상기 제2 광 성분을 조사하는 단계 및 상기 반사광을 상기 제2 시간 구간 동안 감지하는 단계가 임계 횟수만큼 반복 수행된 후 수행되는 이미징 방법.

청구항 54

제45항에 있어서,

상기 반사광을 상기 제2 시간 구간 동안 감지하는 단계는

상기 제2 시간 구간의 활성화 시간 구간 동안 상기 감지된 반사광에 의하여 생성된 전하에 관련된 정보를 비트 라인에 전달하는 단계; 및

상기 제2 시간 구간의 비활성 시간 구간 동안 상기 감지된 반사광에 의하여 생성된 전하를 방전하는 단계를 포함하는 이미징 방법.

청구항 55

제41항 내지 제54항 중 어느 한 항의 방법을 실행하기 위한 프로그램이 기록되어 있는 것을 특징으로 하는 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체.

청구항 56

제13항에 있어서,

상기 이미지 센서는 상기 제1 전하에 따라 컬러 값을 생성하고, 상기 제2 전하와 상기 제3 전하에 따라 깊이 값을 생성하는 이미지 센서.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 이미지 센서, 이미징 장치, 이미지 센서의 동작 방법, 및 이미징 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 이미지 센서(image sensor)를 구비한 휴대용 장치(예를 들어, 디지털 카메라, 이동 통신 단말기 등)가 개발되어 판매되고 있다. 이미지 센서는 픽셀(pixel)들 또는 포토사이트(Photosite)들로 불리는 작은 포토다이오드(photodiode)들의 어레이(array)로서 구성된다. 일반적으로 픽셀은 빛으로부터 색상을 직접적으로 추출하지 않으며, 넓은 스펙트럼 밴드의 광자(photon)를 전자(electron)로 변환한다. 따라서 이미지 센서의 픽셀은 넓은 스펙트럼 밴드의 빛 중 색상 획득에 필요한 밴드의 빛만을 입력 받을 필요가 있다. 이미지 센서의 픽셀은 칼라 필터(color filter) 등과 결합하여 특정 색상에 대응하는 광자만을 전자로 변환할 수 있다.

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

발명의 내용

과제 해결수단

[0004] 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 센서는 복수의 픽셀들을 포함하고, 상기 복수의 픽셀들중 적어도 하나의 픽셀로부터 칼라 값 및 깊이 값을 얻을 수 있다.

[0005] 본 발명의 일 실시예에 따른 이미징 장치(imaging device)는 광원 및 이미지 센서를 포함하고, 상기 이미지 센서는 복수의 픽셀들을 포함하고 상기 복수의 픽셀들중 적어도 하나의 픽셀로부터 칼라 값 및 깊이 값을 얻을 수 있다.

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 센서(image sensor)는 복수의 픽셀들을 포함하고, 상기 복수의 픽셀들 각각은 광 검출 엘리먼트(light-detector element), 및 가시 광 성분을 상기 광 검출 엘리먼트로 선택적으로 투과시키고, 비가시 광 성분을 상기 광 검출 엘리먼트로 투과시키는 필터를 포함할 수 있다.

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따른 이미징 장치(imaging device)는 비가시 광 성분을 생성하는 광원, 및 복수의 픽셀들을 포함하고, 상기 복수의 픽셀들 각각은 광 검출 엘리먼트, 및 가시 광 성분을 상기 광 검출 엘리먼트로 선

택적으로 투과시키고, 비가시 광 성분을 상기 광 검출 엘리먼트로 투과시키는 필터를 포함할 수 있다.

- [0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 센서는 적어도 하나의 픽셀을 포함하고, 상기 적어도 하나의 픽셀은 광 검출 엘리먼트를 부유 확산 노드와 연결하는 제1 전달부, 상기 부유 확산 노드의 전압 및 행 제어 신호에 기초하여 비트 라인의 전압을 제어하는 선택 구동부, 및 상기 광 검출 엘리먼트를 싱크 라인과 연결하는 제2 전달부를 포함할 수 있다.
- [0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 센서 동작 방법(method of operating image sensor)은 이미지 센서의 픽셀을 이용하여 제1 시간 구간 동안 제1 광 성분을 감지하는 단계 및 상기 이미지 센서의 상기 픽셀을 이용하여 제2 시간 구간 동안 제2 광 성분을 감지하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0010] 본 발명의 일 실시예에 따른 이미징 방법(imaging method)은 이미지 센서의 복수의 픽셀들을 이용하여 제1 시간 구간 동안 제1 광 성분을 감지하는 단계, 상기 제1 시간 구간 후 제2 광 성분을 조사하는 단계, 상기 이미지 센서의 상기 복수의 픽셀들을 이용하여 상기 제2 광 성분이 물체에 의하여 반사된 반사광을 제2 시간 구간 동안 감지하는 단계, 및 상기 감지된 반사광으로부터 상기 물체의 깊이 영상을 얻는 단계를 포함할 수 있다.

효과

- [0011] 본 발명의 일 실시예에 따르면 color에 의해 표현되는 color image 및 distance에 의해 표현되는 depth image를 하나의 픽셀을 이용하여 얻을 수 있는 장치 및 방법을 제공할 수 있다.
- [0012] 본 발명의 일 실시예에 따르면 공간 해상도를 줄이지 않고 color image 및 depth image를 하나의 픽셀에 의하여 얻을 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일 실시예에 따르면 복수의 픽셀들이 검출 회로를 공유하는 픽셀 구조(pixel structure)를 이용하여 이미지 센서의 크기를 줄일 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 따르면 depth 영상의 신호 대 잡음 비(Signal to Noise Ratio, SNR)를 높일 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0015] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0016] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 센서(1300)를 도시하는 도면이다.
- [0017] 도 13을 참조하면 이미지 센서(1300)는 복수의 픽셀들을 포함할 수 있다. 픽셀(1310)은 이미지 센서(1300)에 포함되는 복수의 픽셀들 중 어느 하나를 나타낸다.
- [0018] 복수의 픽셀들은 어레이를 형성할 수 있다. 예를 들어 240 개의 픽셀들이 하나의 행(row)을 형성하고, 320 개의 픽셀들이 하나의 열(column)을 형성하면 이미지 센서(1300)는 320 x 240 의 해상도를 가질 수 있다. 이 때 이미지 센서(1300)의 픽셀 어레이는 320 개의 행들을 포함하고 240 개의 열들을 포함할 수 있다. 이미지 센서(1300)의 픽셀들 각각은 행 주소 및 열 주소의 조합에 의하여 접근될 수 있다.
- [0019] 하나의 열에 포함되는 픽셀들은 하나의 비트 라인(bit line)에 연결될 수 있다.
- [0020] 도 14는 도 13의 픽셀(1310)의 단면도의 일 예를 도시하는 도면이다.
- [0021] 도 14를 참조하면 픽셀(1310)은 필터(1410) 및 광 검출 엘리먼트 (light-detector element) (1420)를 포함할 수 있다.
- [0022] 필터(1410)는 가시 광 성분을 광 검출 엘리먼트(1420)로 선택적으로 투과시킬 수 있다. 이 때 필터(1410)는 종류에 따라 가시 광 성분의 특정 대역(band)을 선택적으로 투과시킬 수 있다. 예를 들어 필터(1410)는 적색(Red) 광에 대응하는 대역을 투과시킬 수도 있고, 녹색(Green) 광에 대응하는 대역을 투과시킬 수도 있고, 청색(Blue) 광에 대응하는 대역을 투과시킬 수도 있다.
- [0023] 이미지 센서(1300)는 적색 필터를 포함하는 적색 픽셀, 녹색 필터를 포함하는 녹색 픽셀, 청색 필터를 포함하는 청색 픽셀을 포함할 수 있다. 적색 픽셀, 녹색 픽셀 및 청색 픽셀이 인접하여 하나의 칼라 픽셀을 형성할 수도 있다.
- [0024] 필터(1410)는 가시광 성분을 선택적으로 투과시킬 뿐만 아니라, 비가시 광 성분을 광 검출 엘리먼트(1420)로 투

과시시킬 수 있다. 필터(1410)는 비가시 광 성분 중 적외선에 대응하는 대역을 광 검출 엘리먼트(1420)로 투과시킬 수도 있다.

- [0025] 광 검출 엘리먼트(1420)는 필터(1410)를 투과한 광에 응답하여 전하를 생성할 수 있다. 광 검출 엘리먼트(1420)의 예로는 포토다이오드(photo-diode)를 들 수 있다.
- [0026] 도 15는 도 13의 픽셀(1310)의 평면도의 일 예를 도시하는 도면이다.
- [0027] 도 15를 참조하면 픽셀(1310)은 광 검출 엘리먼트(1510) 및 주변 회로(1520)를 포함할 수 있다. 광 검출 엘리먼트(1510)는 픽셀(1310)의 면적의 절반 이상을 차지할 수 있다. 주변 회로(1520)는 광 검출 엘리먼트(1510)에 의하여 생성된 광 검출 전류 또는 광 검출 전하를 비트 라인(bit line)으로 전달할 수 있다.
- [0028] 도 1은 도 13의 이미지 센서(1300)의 일 부분의 동작을 도시하는 도면이다.
- [0029] 도 1을 참조하면, 이미지 센서(1300)의 일 부분인 16개의 픽셀(pixel)의 동작이 도시된다.
- [0030] "R"이라 표시된 픽셀은 적색(red color)에 관한 픽셀 이미지를 얻는 동작을 수행하고, "G"라 표시된 픽셀은 녹색(green color)에 관한 픽셀 이미지를 얻는 동작을 수행하고, "B"라 표시된 픽셀은 청색(blue color)에 관한 픽셀 이미지를 얻는 동작을 수행한다. "D"라 표시된 픽셀은 depth 영상을 얻는 동작을 수행한다.
- [0031] 제1 색상 프레임(110)은 이미지 센서(1300)가 적색, 녹색 또는 청색에 관한 픽셀 이미지를 얻는 동작을 수행하는 상태를 나타낸다. 이 때 하나의 "R" 픽셀, 하나의 "B" 픽셀 및 두 개의 "G" 픽셀들은 하나의 칼라 픽셀을 형성할 수 있다. 일반적으로 사람의 눈은 녹색에 관한 감도(sensitivity)가 가장 높기 때문에 주로 "G" 픽셀이 2개로 구성되는 필터를 사용하며 이를 bayer pattern이라 한다.
- [0032] 제1 depth 프레임(120)은 이미지 센서(1300)가 depth 이미지를 얻는 동작을 수행하는 상태를 나타낸다. 이 때 인접한 4개의 픽셀들은 하나의 픽셀 그룹을 형성할 수 있다. 하나의 칼라 픽셀을 형성한 4개의 픽셀들이 하나의 픽셀 그룹을 형성할 수 있다. 실시예에 따라서는 포토다이오드의 적외선 감도가 가시 광선 감도보다 낮을 수 있으므로 이미지 센서(1300)는 4개의 픽셀들을 포함하는 하나의 픽셀 그룹으로부터 하나의 depth image를 얻을 수 있다. 이미지 센서(1300)는 포토다이오드의 적외선 감도가 가시 광선 감도보다 매우 낮은 경우에도 포토다이오드의 크기를 크게 할 필요 없이 depth image를 얻을 수 있다.
- [0033] 도 1의 픽셀 어레이에서는 적색, 녹색, 청색에 기초한 bayer pattern이 도시되었으나 본 발명의 실시예는 이에 국한되지 않고, 다양한 필터 패턴들을 이용할 수 있다. 예를 들어, 옥색(Cyan color), 자청색(Magenta color), 및 노란색 (Yellow color)에 기초한 CMY 칼라 패턴이 이용될 수도 있다.
- [0034] 도 1의 픽셀 어레이에서는 이미징 장치(imaging device)로부터 조사된 후 물체에 반사된 적외선을 이용하여 depth image를 얻는 동작이 도시되었으나 이에 국한되지 않고 다른 실시예에 따른 이미지 센서는 칼라 패턴과의 조합에 기초하여 선택된 특정 밴드의 빛을 이용하여 depth image를 얻을 수 있다. 예를 들어, 이미징 장치로부터 조사된 후 물체에 의해 반사된 녹색 광을 이용하여 depth image를 얻을 수 있다.
- [0035] 제2 색상 프레임(130)은 이미지 센서(1300)가 적색, 녹색 또는 청색에 관한 픽셀 이미지를 얻는 동작을 수행하는 상태를 나타낸다.
- [0036] 제2 depth 프레임(140)은 이미지 센서(1300)가 depth 이미지를 얻는 동작을 수행하는 상태를 나타낸다.
- [0037] 픽셀들 각각은 광 검출 엘리먼트 및 filter를 포함할 수 있다. 이 때 픽셀 R은 적색 광 및 적외선(infrared)을 투과시키는(passing) 필터를 포함할 수 있고, 픽셀 G은 녹색 광 및 적외선을 투과시키는 필터를 포함할 수 있고, 픽셀 B은 청색 광 및 적외선을 투과시키는 필터를 포함할 수 있다.
- [0038] 제1 색상 프레임(110)에 대응하는 시간 동안 픽셀들 각각은 적색, 녹색 또는 청색에 관한 픽셀 이미지를 얻는 동작을 수행할 수 있다. 픽셀들 각각은 적색, 녹색 또는 청색광 뿐만 아니라, 적외선도 투과시킬 수 있으므로 픽셀들 각각을 투과한 빛에 의하여 생성된 감지 정보(sensed information)는 적외선에 의한 잡음(noise)을 포함할 수 있다. 감지정보 중 적외선에 의한 잡음이 적은 경우는 감지정보를 기초로 하여 칼라정보를 얻을 수 있다. 이와 달리, 적외선에 의한 잡음의 제거가 필요한 경우는 적절한 처리과정을 거쳐 적외선에 의한 잡음이 제거된 감지정보를 생성할 수 있고, 이에 기초하여 칼라정보를 얻을 수 있다. 이와 같이, 감지정보에 대하여 잡음을 제거하는 과정을 후처리 과정이라 하기로 한다. 적외선에 의한 잡음을 제거하는 후처리 과정은 제1 색상 프레임(110)에 대응하는 시간 동안 수행될 수 있다.

- [0039] 제1 depth 프레임(120)에 대응하는 시간 동안 픽셀들 각각은 depth 이미지를 얻는 동작을 수행한다. 픽셀들 각각은 이미징 장치로부터 조사된 후 물체에 의해 반사된 적외선뿐만 아니라, 그렇지 않은 적외선 및 적색 광, 녹색 광, 또는 청색 광을 투과시킬 수 있으므로 픽셀들 각각을 투과한 빛에 의하여 생성된 감지 정보는 적외선 및 적색 광, 녹색 광 또는 청색 광에 의한 잡음을 포함할 수 있다. 제1 depth 프레임(120)에 대응하는 시간 동안 이미지 센서(1300)는 감지 정보에 대하여 적외선 및 적색광, 녹색 광 또는 청색 광에 의한 잡음을 제거할 수 있다. 예를 들어, 이미지 센서(1300)는 제 1 depth 프레임(120)에 대응하는 시간 동안 얻은 감지정보에서 제1 색상 프레임(110)에 대응하는 시간 동안 얻은, 후처리 과정을 거치지 않은 감지정보를 이용하여 이미징 장치로부터 조사된 후 물체에 의해 반사된 적외선에 의한 감지정보를 얻을 수 있으며, 이러한 감지정보에 기초하여 이미지 센서는(1300)는 깊이정보를 얻을 수 있다.
- [0040] 제 1 색상프레임(110)과 제 1 depth 프레임(120)에 대응하는 시간동안 얻어진 감지정보의 평균값을 계산하고, 이 평균값을 감지정보로 사용하는 것도 가능하다.
- [0041] 이미지 센서(1300)는 동일한 픽셀을 이용하여 color mode 동작과 depth mode 동작을 번갈아 가며 수행할 수 있다. 이미지 센서(1300)는 depth image 획득을 위한 추가적인 픽셀 또는 회로를 필요로 하지 않으므로 이미지 센서(1300)의 면적을 줄일 수 있으며, 픽셀 해상도를 높일 수 있다. 또한 이미지 센서(1300)는 복수의 픽셀들로부터 하나의 depth image를 얻음으로써 depth image의 감도 및 SNR을 높일 수 있다. 이 때 설명의 편의 상 칼라 정보를 획득하는 color frame에 대응하는 시간 구간을 제1 시간 구간이라 하고, 깊이 정보를 획득하는 depth frame에 대응하는 시간 구간을 제2 시간 구간이라 할 수 있다. 이미지 센서(1300)는 제1 시간 구간 및 제2 시간 구간 동안 얻어진 칼라 정보 및 깊이 정보를 이용하여 하나의 3차원 영상 프레임을 생성할 수 있다. 이미지 센서(1300)는 하나의 3차원 영상 프레임을 생성한 후 또 다른 3차원 영상 프레임을 얻기 위하여 제1 시간 구간 및 제2 시간 구간을 반복할 수 있다. 제1 시간 구간 및 제2 시간 구간은 설명의 편의 상 소개된 용어 일 뿐 이로 인해 본 발명의 실시예들이 제한 받는 것은 아니다.
- [0042] 실시예에 따라서는 복수의 픽셀들이 검출 회로의 일부를 공유함으로써 이미지 센서(1300)의 면적을 더욱 줄일 수 있다.
- [0043] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 센서의 등가 회로(equivalent circuit)의 일부를 도시하는 도면이다.
- [0044] 도 2를 참조하면, 4개의 픽셀들에 대응하는 등가 회로가 도시된다.
- [0045] RST 신호는 reset 동작을 지시하는 신호이고, ROW 신호는 어레이의 행(row)이 선택되었음을 알리는 신호이다. TR1, TR2, TR3, 및 TR4 신호들은 전달(transfer) 동작을 지시하는 신호들이다.
- [0046] COL 노드(node)는 어레이의 열(column)에 대응하는 비트 라인 (bit line)이고, AN_BL 노드는 depth image를 획득하는 동작에서 TR1, TR2, TR3, 및 TR4 신호들과 상보적으로 제어될 수 있다.
- [0047] 픽셀(210)은 포토다이오드 D1, 제1 전달 트랜지스터 N11 및 제2 전달 트랜지스터 N12를 포함할 수 있다. 픽셀(220)은 포토다이오드 D2, 제1 전달 트랜지스터 N21 및 제2 전달 트랜지스터 N22를 포함할 수 있다. 픽셀(230)은 포토다이오드 D3, 제1 전달 트랜지스터 N31 및 제2 전달 트랜지스터 N32를 포함할 수 있다. 픽셀(240)은 포토다이오드 D4, 제1 전달 트랜지스터 N41 및 제2 전달 트랜지스터 N42를 포함할 수 있다.
- [0048] 4개의 픽셀들(210, 220, 230, 240)은 리셋 트랜지스터 N51, 소스 팔로워(Source Follower) N61 및 선택 트랜지스터 N62를 공유할 수 있다.
- [0049] 픽셀(210)의 제1 전달 트랜지스터 N11는 TR1 신호에 기초하여 포토다이오드 D1에 의해 생성된 전하를 부유 확산(Floating Diffusion, FD) 노드로 전달할 수 있다. 이 때 제1 전달 트랜지스터 N11는 TR1 신호에 기초하여 포토다이오드 D1 및 FD 노드를 전기적으로 연결하거나 차단할 수 있다. 제1 전달 트랜지스터 N11는 전기 셔터와 같은 기능을 할 수 있다.
- [0050] 픽셀(210)의 포토다이오드 D1는 빛을 감지할 수 있다. 포토다이오드 D1는 특정 필터와 결합하여 특정 파장 밴드의 빛을 감지할 수 있다. 포토다이오드 D1는 감지된 빛에 기초하여 전자 정공 쌍(Electron Hole Pair, EHP)을 생성할 수 있다.
- [0051] 제1 전달 트랜지스터 N11의 게이트 단자(gate terminal)는 TR1 신호에 연결되고 제1 전달 트랜지스터 N11의 드레인 단자(drain terminal)는 포토다이오드 D1에 연결되고 제1 전달 트랜지스터 N11의 소스 단자(source

terminal)는 FD 노드에 연결된다.

- [0052] 포토다이오드 D1는 일반적인 포토다이오드 (n+ / psub 구조) 일 수도 있고 Pinned 포토다이오드 (p+ / n / psub 구조) 일 수도 있다. Pinned 포토다이오드는 동작 시 pinning voltage를 유지할 수 있고, Dark Current를 줄일 수 있다.
- [0053] 픽셀(220)의 포토다이오드 D2는 감지된 빛에 기초하여 EHP를 생성할 수 있다. 픽셀(220)의 제1 전달 트랜지스터 N21는 TR2 신호에 기초하여 포토다이오드 D2에 의해 생성된 전하를 FD 노드로 전달할 수 있다. 이 때 제1 전달 트랜지스터 N21는 TR2 신호에 기초하여 포토다이오드 D2 및 FD 노드를 전기적으로 연결하거나 차단할 수 있다.
- [0054] 픽셀(220)의 제1 전달 트랜지스터 N21의 게이트 단자(gate terminal)는 TR2 신호에 연결되고 제1 전달 트랜지스터 N21의 드레인 단자(drain terminal)는 포토다이오드 D2에 연결되고 제1 전달 트랜지스터 N21의 소스 단자(source terminal)는 FD 노드에 연결된다.
- [0055] 픽셀(230)의 포토다이오드 D3는 감지된 빛에 기초하여 EHP를 생성할 수 있다. 픽셀(230)의 제1 전달 트랜지스터 N31는 TR3 신호에 기초하여 포토다이오드 D3에 의해 생성된 전하를 FD 노드로 전달할 수 있다. 이 때 제1 전달 트랜지스터 N31는 TR3 신호에 기초하여 포토다이오드 D3 및 FD 노드를 전기적으로 연결하거나 차단할 수 있다.
- [0056] 픽셀(230)의 제1 전달 트랜지스터 N31의 게이트 단자(gate terminal)는 TR3 신호에 연결되고 제1 전달 트랜지스터 N31의 드레인 단자(drain terminal)는 포토다이오드 D2에 연결되고 제1 전달 트랜지스터 N31의 소스 단자(source terminal)는 FD 노드에 연결된다.
- [0057] 픽셀(240)의 포토다이오드 D4는 감지된 빛에 기초하여 EHP를 생성할 수 있다. 픽셀(240)의 제1 전달 트랜지스터 N41는 TR4 신호에 기초하여 포토다이오드 D4에 의해 생성된 전하를 FD 노드로 전달할 수 있다. 이 때 제1 전달 트랜지스터 N41는 TR4 신호에 기초하여 포토다이오드 D4 및 FD 노드를 전기적으로 연결하거나 차단할 수 있다.
- [0058] 픽셀(240)의 제1 전달 트랜지스터 N41의 게이트 단자(gate terminal)는 TR4 신호에 연결되고 제1 전달 트랜지스터 N41의 드레인 단자(drain terminal)는 포토다이오드 D4에 연결되고 제1 전달 트랜지스터 N41의 소스 단자(source terminal)는 FD 노드에 연결된다.
- [0059] 소스 팔로워 N61의 게이트 단자는 FD 노드에 연결되고 소스 팔로워 N61의 드레인 단자는 전원(power) VDD에 연결되고 소스 팔로워 N61의 소스 단자는 선택 트랜지스터 N62의 드레인 단자에 연결된다.
- [0060] 소스 팔로워 N61의 소스 단자의 전압은 FD 노드의 전압에 기초하여 결정될 수 있다. FD 노드의 전압은 픽셀들(210, 220, 230, 240) 중 적어도 하나 이상으로부터 전달된 전하의 양에 의하여 결정될 수 있다.
- [0061] 선택 트랜지스터 N62의 게이트 단자는 행 제어 신호 ROW에 연결되고 선택 트랜지스터 N62의 드레인 단자는 소스 팔로워 N61의 소스 단자에 연결되고 선택 트랜지스터 N62의 소스 단자는 COL 노드(= bit line)에 연결된다.
- [0062] 행 제어 신호 ROW는 픽셀들(210, 220, 230, 240)에 의해 공유되는 FD 노드가 선택되었음을 알리는 기능을 할 수 있다. 행 제어 신호 ROW가 activate되면 소스 팔로워 N61 및 선택 트랜지스터 N62는 FD 노드의 전압에 기초하여 비트 라인을 구동(drive)할 수 있다.
- [0063] 리셋 트랜지스터 N51의 게이트 단자는 RST 신호에 연결되고 리셋 트랜지스터 N51의 드레인 단자는 전원(power) VDD에 연결되고 리셋 트랜지스터 N51의 소스 단자는 FD 노드에 연결된다.
- [0064] FD 노드의 전압에 기초한 픽셀 정보 검출 과정이 수행된 후 RST 신호가 activate되면 리셋 트랜지스터 N51는 FD 노드의 전압을 전원 VDD로 reset할 수 있다.
- [0065] depth image를 획득하기 위한 과정은 다음과 같다. 이미지 센서가 depth image를 획득하는 depth frame에 대응하는 시간 구간은 제2 시간 구간으로 불릴 수 있음은 앞에서 설명한 바와 같다.
- [0066] 픽셀들(210, 220, 230, 240)은 감지된 빛에 기초하여 생성된 전하를 FD 노드로 전달할 수 있다. 이 때 TR1, TR2, TR3 및 TR4 신호들은 동시에 activate될 수 있다.
- [0067] 설명의 편의 상 TR1, TR2, TR3 및 TR4 신호들이 activate된 시간 구간을 활성(active) 시간 구간이라 명명한다. 반대로 TR1, TR2, TR3 및 TR4 신호들이 deactivate된 시간 구간을 비활성(inactive) 시간 구간이라

명명한다. 활성 시간 구간 및 비활성 시간 구간은 depth frame에 대응하는 시간 구간에 포함된다.

- [0068] 이미지 센서는 물체와 이미지 센서 간의 거리 정보를 얻기 위하여 적외선을 조사(irradiate)할 수 있다. 이미지 센서는 주기적으로 적외선을 조사하고 조사하지 않는 동작을 한 번 이상 수행할 수 있다.
- [0069] 이미지 센서는 적외선을 조사하는 시간 구간이 활성 시간 구간과 이루는 위상차를 0도, 90도, 180도 등으로 설정하여 depth image를 얻을 수 있다. 예를 들어, 도5에 도시된 바와 같이, 이미지 센서는 적외선을 조사하는 시간 구간을 활성 시간 구간과 일치시키고 적외선을 조사하지 않는 시간 구간을 비활성 시간 구간과 일치시킬 수 있다. 이 때 이미지 센서는 반사된 적외선을 감지하여 제1 정보를 획득할 수 있다. 제 1 정보 획득 후, 이미지 센서는 적외선을 조사하는 시간 구간을 비활성 시간 구간과 일치시키고 (이 때 적외선을 조사하는 시간 구간은 활성 시간 구간과는 180도의 위상 차이를 가짐) 적외선을 조사하지 않는 시간 구간을 활성 시간 구간과 일치시킬 수 있다. 이 때 이미지 센서는 반사된 적외선을 감지하여 제2 정보를 획득할 수 있다. 이미지 센서는 제1 정보 및 제2 정보에 기초하여 depth image를 획득할 수 있다. 이러한 방식을 indirect depth image 생성 방법이라고 할 수 있다.
- [0070] 포토다이오드들 D1, D2, D3 및 D4는 반사된 적외선을 감지하고, 감지된 적외선에 기초하여 EHP를 생성할 수 있다. 픽셀들(210, 220, 230, 240)의 제1 전달 트랜지스터들 N11, N21, N31, N41은 포토다이오드들 D1, D2, D3, D4에 의하여 상기 생성된 전하를 활성 시간 구간 동안 FD 노드로 전달할 수 있다. 픽셀들(210, 220, 230, 240)의 제2 전달 트랜지스터들 N12, N22, N32, N42은 포토다이오드들 D1, D2, D3, D4에 의하여 상기 생성된 전하를 비활성 시간 구간 동안 AN_BL 노드로 전달할 수 있다. 이미지 센서는 비활성 시간 구간 동안 AN_BL 노드의 전압을 전원 전압 VDD로 유지할 수 있다.
- [0071] 반사된 적외선에 의해 생성된 EHP 중 일부는 활성 시간 구간 동안 FD 노드로 전달되고 나머지는 비활성 시간 구간 동안 AN_BL 노드로 전달될 수 있다. 적외선이 조사된 시점과 반사된 적외선이 감지된 시점의 차이를 time of flight (TOF) 라고 부르기도 하며, 반사된 적외선에 의해 생성된 EHP의 양 가운데 활성 시간 구간 동안 FD 노드로 전달되는 양의 비율은 TOF에 상응하는 양일 수 있다.
- [0072] 이미지 센서는 비활성 시간 구간 동안 감지된 적외선에 의해 생성된 EHP를 AN_BL 노드로 전달할 수 있다. 이 때 AN_BL 노드는 복수의 픽셀들에 대하여 공유될 수 있다. AN_BL 노드는 depth image 생성에 이용되지 않는 EHP의 sink path로서 기능할 수 있다.
- [0073] 제2 전달 트랜지스터들 N12, N22, N32, N42 은 비활성 시간 구간 동안 depth image 생성에 이용되지 않는 EHP를 sink 또는 dump 하는 기능을 수행하므로 제1 전달 트랜지스터들 N11, N21, N31, N41 보다 작은 크기를 가질 수 있다.
- [0074] 이미지 센서는 depth image 를 획득하는 동안 4개의 픽셀들 (210, 220, 230, 240) 에 의하여 생성된 전하를 FD 노드에 저장함으로써 포토다이오드들 D1, D2, D3, D4의 낮은 적외선 감도에도 불구하고 depth image의 감도 및 SNR을 높일 수 있다.
- [0075] 실시예에 따라서는 이미지 센서는 적외선을 활성 시간 구간보다 매우 짧은 시간 구간 동안 조사하고 반사된 적외선을 감지하여 depth image를 얻을 수 있다. 이 때 이미지 센서는 반사된 적외선을 감지하고, 감지된 적외선에 의하여 전하를 생성할 수 있다. 생성된 전하는 즉시 FD 노드 및 비트 라인을 경유하여 출력될 수 있다. 이미지 센서는 비트 라인에 전압의 변화가 생긴 시점 및 적외선이 조사된 시점 간의 차이에 관한 정보를 time to digital converter 등을 이용하여 직접적으로 얻을 수 있다. 이미지 센서는 얻어진 시점 차이 정보에 기초하여 TOF를 얻을 수 있다. 이처럼 부가적인 계산 과정 없이 depth image를 얻을 수 있는 방법을 direct depth image 생성 방법이라 할 수 있다.
- [0076] 이미지 센서는 적외선을 조사하는 동작 없이 픽셀들(210, 220, 230, 240)을 이용하여 color image를 얻을 수 있다.
- [0077] 이미지 센서는 픽셀(210)을 이용하여 적색 영상을 얻을 수 있다. 적색 영상을 획득하는 시간 구간 동안 TR1 신호는 activate 되고, TR2, TR3, TR4 신호는 deactivate 될 수 있다. 이 때 포토다이오드 D1는 적색 및 적외선을 감지할 수 있는 필터와 결합될 수 있다.
- [0078] 이미지 센서는 픽셀(220)을 이용하여 녹색 영상(1)을 얻을 수 있다. 녹색 영상(1)을 획득하는 시간 구간 동안 TR2 신호는 activate 되고, TR1, TR3, TR4 신호는 deactivate 될 수 있다. 이 때 포토다이오드 D2는 녹색 및 적외선을 감지할 수 있는 필터와 결합될 수 있다.

- [0079] 이미지 센서는 픽셀(230)을 이용하여 녹색 영상(2)을 얻을 수 있다. 녹색 영상(2)을 획득하는 시간 구간 동안 TR3 신호는 activate 되고, TR1, TR2, TR4 신호는 deactivate 될 수 있다. 이 때 포토다이오드 D3는 녹색 및 적외선을 감지할 수 있는 필터와 결합될 수 있다.
- [0080] 이미지 센서는 픽셀(240)을 이용하여 청색 영상을 얻을 수 있다. 청색 영상을 획득하는 시간 구간 동안 TR4 신호는 activate 되고, TR1, TR2, TR3 신호는 deactivate 될 수 있다. 이 때 포토다이오드 D4는 청색 및 적외선을 감지할 수 있는 필터와 결합될 수 있다.
- [0081] 이미지 센서는 color image를 얻는 동안 제2 트랜지스터들 N12, N22, N32, N42을 이용하여 blooming 현상을 방지할 수 있다. blooming 현상은 빛이 매우 강한 경우 생길 수 있다.
- [0082] 이미지 센서의 픽셀들 각각은 제1 전달 트랜지스터 및 제2 전달 트랜지스터를 포함하고, 이미지 센서의 4개의 픽셀들은 리셋 트랜지스터 및 2개의 선택 구동 트랜지스터들을 공유할 수 있다. 따라서 픽셀들 각각은 2.75 개의 트랜지스터를 포함하는 것으로 간주될 수 있다.
- [0083] 실시예에 따라서는 이미지 센서는 depth image를 생성하기 위하여 특정 밴드의 빛을 조사하고, 상기 조사된 빛이 물체에 의하여 반사되면 상기 반사된 빛을 감지할 수 있다. depth image를 생성하기 위하여 조사되는 빛은 적외선에 국한되지 않고 픽셀들과 결합되는 필터의 특성에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0084] 도 2에서는 4개의 픽셀들이 하나의 FD 노드 및 트랜지스터들을 공유하는 구조가 도시되었으나 실시예에 따라서는 하나의 FD 노드를 공유하는 픽셀들의 개수는 depth image의 공간 해상도에 따라 결정될 수 있다.
- [0085] 포토다이오드 D1에 의해 생성된 전하가 FD 노드로 전달되기 위해서는 트랜지스터 N11의 드레인 단자 (포토다이오드 D1에 연결된) 및 FD 노드 간의 전위차가 유지되어야 한다. 포토다이오드 D1에 의해 생성된 전하가 FD 노드로 전달되는 과정에서 N11의 드레인 단자의 전압 및 FD 노드의 전압이 변화되면 포토다이오드 D1에 의해 생성된 모든 전하가 FD 노드로 전달되지 못할 수 있다. 이 같은 이유로 포토다이오드 D1의 감도가 낮아질 수 있다.
- [0086] 포토다이오드 D1이 PINNED 포토다이오드인 경우 포토다이오드 D1의 전압은 광량에 따라 PINNING 전압 이하에서 결정되므로 FD 노드의 전압에 비해 낮을 수 있다. 따라서 포토다이오드 D1이 PINNED 포토다이오드인 경우 포토다이오드 D1에 의해 생성된 전하는 TR1이 activate 된 동안 모두 FD 노드로 전달될 수 있다. 이 경우 포토다이오드 D1의 감도를 높일 수 있다.
- [0087] 도 3은 도 2의 등가 회로에 대응하는 반도체 소자의 일 예의 일부의 단면을 도시한다.
- [0088] 도 3을 참조하면 도 2의 포토다이오드 D1는 P+ / N- / P-substrate 의 구조를 가지는 PINNED 포토다이오드이다.
- [0089] 도 3을 참조하면 도 2의 트랜지스터 N11의 게이트 단자는 TR 신호에 연결될 수 있다. 트랜지스터 N11의 소스 단자는 FD 노드에 연결될 수 있다.
- [0090] 도 3을 참조하면 도 2의 리셋 트랜지스터 N51의 게이트 단자는 RST 신호에 연결될 수 있고 N51의 드레인 단자는 전원 VDD에 연결될 수 있고 N51의 소스 단자는 FD 노드에 연결될 수 있다.
- [0091] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광원 및 이미지 센서를 포함하는 이미징 장치(imaging device)의 제어 방법을 도시하는 도면이다.
- [0092] 도 4를 참조하면, 제어 방법은 화소(pixel) 정보를 리셋한다(S410).
- [0093] 리셋 단계(S410) 이후, 색상 프레임에 대응하는 시간 구간 동안 적외선을 조사하지 않는다(S420).
- [0094] 적외선을 조사하지 않고 감지된 빛에 기초하여 가시 광선 정보(A)를 취득한다(S430). 가시 광선 정보(A)를 취득하는 단계(S430)는 전술한 바와 같이, 적외선에 의한 잡음을 제거하는 적절한 후처리 과정을 포함할 수 있다.
- [0095] 단계(S410) 내지 단계(S430)는 전술한 제1 시간 구간 동안 수행될 수 있으며, 단계(S430)에서 취득한 가시 광선 정보(A)에 기초하여 color 영상을 생성한다(S470).
- [0096] 가시 광선 정보(A) 취득 후, 이미징 장치의 광원은 특정 주파수로 변조된 적외선을 조사하고(S440), 물체에 의해 반사된 적외선 정보(B1)를 취득한다(S451). 이 때, 단계(S451)는 단계(S440)와 0도의 위상 차이를 가지는 펄스에 의하여 수행될 수 있다.
- [0097] 단계(S451)가 수행된 후 이미징 장치의 광원은 특정 주파수로 변조된 적외선을 조사하고(S452),
- [0098] 반사된 적외선 정보(B2)를 취득한다(S453). 이 때 단계(S453)는 단계(S452)와 180도의 위상 차이를 가지는 펄

스에 의하여 수행될 수 있다.

- [0099] 반사된 적외선 정보(B1, B2)에 기초하여 Depth 정보를 생성한다(S454). Depth 정보를 생성하는 단계(S454)는 전술한 바와 같이, 가시광선 및 광원으로부터 조사되지 않은 적외선에 의한 잡음을 제거하는 과정을 포함할 수 있다.
- [0100] 단계(S440) 내지 단계(S454)는 제2 시간 구간 동안 수행될 수 있으며, 단계(S454)에서 생성된 Depth 정보에 기초하여 Depth 영상을 생성한다(S460).
- [0101] 단계(S460) 및 단계(S470)는 제2 시간 구간 동안 수행될 수도 있고, 다음 영상 프레임의 제1 시간 구간 동안 수행될 수도 있다.
- [0102] 가시 광선 정보(A)를 취득하는 단계(S410) 내지 단계(S430) 및/또는 반사된 적외선 정보(B1, B2)를 생성하는 단계(S440)내지 단계(S454)는 반복 수행될 수 있고, 반복 수행된 값의 평균을 계산하여 가시광선 정보(A) 및/또는 반사된 적외선 정보(B1,B2)로 사용할 수 있다.
- [0103] 도 5는 도 2의 이미지 센서의 동작의 일 예를 도시하는 타이밍도이다.
- [0104] 도 5를 참조하면 이미지 센서는 color image를 얻기 전에 RST, TR1, TR2, TR3 및 TR4를 activate하여 픽셀들(210, 220, 230, 240) 각각을 리셋한다.
- [0105] 이미지 센서는 integration time T_{int_color} 동안 빛에 의해 생긴 전하를 포토다이오드들(D1, D2, D3, D4) 각각의 기생 커패시턴스(parasitic capacitance)에 저장할 수 있다.
- [0106] T_{int_color} 가 종료된 후 칼라 획득 시간 T_{read_color} 가 시작될 수 있다. T_{int_color} 및 T_{read_color} 는 제1 시간 구간(color frame에 대응하는 시간 구간)을 형성할 수 있다.
- [0107] 이미지 센서는 T_{int_color} 후 ROW 신호 및 RST 신호를 activate하여 FD 노드를 리셋할 수 있다. 이미지 센서는 이 때의 FD 노드의 전압 $V_{rst_color}(1)$ 을 검출할 수 있다. $V_{rst_color}(1)$ 는 리셋된 FD 노드의 오프셋 전압으로서 잡음에 의한 영향을 제거한 칼라 정보를 얻기 위하여 이용될 수 있다.
- [0108] 이미지 센서는 $V_{rst_color}(1)$ 을 검출한 후 TR1 신호를 activate하여 포토다이오드 D1의 기생 커패시턴스에 저장된 전하를 FD 노드로 전달할 수 있다. 이미지 센서는 이 때의 FD 노드의 전압 $V_{sig_color}(1)$ 을 검출할 수 있다. D1이 적색 필터와 결합된 경우 전압 $V_{sig_color}(1)$ 는 적색 영상에 대응하는 raw data일 수 있다.
- [0109] 이미지 센서는 $V_{sig_color}(1)$ 을 검출한 후 RST 신호를 activate하여 FD 노드를 리셋할 수 있다. 이미지 센서는 이 때의 FD 노드의 전압 $V_{rst_color}(2)$ 을 검출할 수 있다. $V_{rst_color}(2)$ 는 또 다른 오프셋 전압일 수 있다.
- [0110] 이미지 센서는 $V_{rst_color}(2)$ 을 검출한 후 TR2 신호를 activate하여 포토다이오드 D2의 기생 커패시턴스에 저장된 전하를 FD 노드로 전달할 수 있다. 이미지 센서는 이 때의 FD 노드의 전압 $V_{sig_color}(2)$ 을 검출할 수 있다. D2가 녹색 필터와 결합된 경우 전압 $V_{sig_color}(2)$ 는 녹색 영상에 대응하는 raw data일 수 있다.
- [0111] 이미지 센서는 $V_{sig_color}(2)$ 을 검출한 후 RST 신호를 activate하여 FD 노드를 리셋할 수 있다. 이미지 센서는 이 때의 FD 노드의 전압 $V_{rst_color}(3)$ 을 검출할 수 있다. $V_{rst_color}(3)$ 는 또 다른 오프셋 전압일 수 있다.
- [0112] 이미지 센서는 $V_{rst_color}(3)$ 을 검출한 후 TR3 신호를 activate하여 포토다이오드 D3의 기생 커패시턴스에 저장된 전하를 FD 노드로 전달할 수 있다. 이미지 센서는 이 때의 FD 노드의 전압 $V_{sig_color}(3)$ 을 검출할 수 있다. D3가 녹색 필터와 결합된 경우 전압 $V_{sig_color}(3)$ 는 녹색 영상에 대응하는 또 다른 raw data일 수 있다.
- [0113] 이미지 센서는 $V_{sig_color}(3)$ 을 검출한 후 RST 신호를 activate하여 FD 노드를 리셋할 수 있다. 이미지 센서는 이 때의 FD 노드의 전압 $V_{rst_color}(4)$ 을 검출할 수 있다. $V_{rst_color}(4)$ 는 또 다른 오프셋 전압일 수 있다.
- [0114] 이미지 센서는 $V_{rst_color}(4)$ 을 검출한 후 TR4 신호를 activate하여 포토다이오드 D4의 기생 커패시턴스에 저장된 전하를 FD 노드로 전달할 수 있다. 이미지 센서는 이 때의 FD 노드의 전압 $V_{sig_color}(4)$ 을 검출할 수 있다. D4

가 청색 필터와 결합된 경우 전압 $V_{sig_color}(4)$ 는 청색 영상에 대응하는 raw data일 수 있다.

- [0115] 이미지 센서는 상기 검출된 $V_{rst_color}(1)$ 및 $V_{sig_color}(1)$ 에 correlated doubling sampling을 수행하고, 상기 검출된 $V_{rst_color}(1)$ 및 $V_{sig_color}(1)$ 의 차이를 계산할 수 있다. 이미지 센서는 상기 계산된 차이로부터 적색 영상을 얻을 수 있다.
- [0116] 마찬가지로 이미지 센서는 상기 검출된 $V_{rst_color}(2)$ 및 $V_{sig_color}(2)$ 에 correlated doubling sampling을 수행하고, 상기 검출된 $V_{rst_color}(2)$ 및 $V_{sig_color}(2)$ 의 차이를 계산할 수 있다. 또한 이미지 센서는 상기 검출된 $V_{rst_color}(3)$ 및 $V_{sig_color}(3)$ 에 correlated doubling sampling을 수행하고, 상기 검출된 $V_{rst_color}(3)$ 및 $V_{sig_color}(3)$ 의 차이를 계산할 수 있다. 이미지 센서는 상기 계산된 차이에 기초하여 녹색 영상을 얻을 수 있다.
- [0117] 이미지 센서는 상기 검출된 $V_{rst_color}(4)$ 및 $V_{sig_color}(4)$ 에 correlated doubling sampling을 수행하고, 상기 검출된 $V_{rst_color}(4)$ 및 $V_{sig_color}(4)$ 의 차이를 계산할 수 있다. 이미지 센서는 상기 계산된 차이로부터 청색 영상을 얻을 수 있다.
- [0118] 이미지 센서는 correlated doubling sampling을 수행함으로써 픽셀들 각각의 트랜지스터들의 편차에서 기인하는 fixed pattern noise 또는 1/f noise 등을 제거할 수 있다. 이미지 센서는 T_{read_color} 시간 구간 동안 PINNED 포토다이오드의 PINNING 전압에 기초하여 blooming 현상이 일어나지 않도록 AN_BL 노드의 전압을 최적화된 전압으로 유지할 수 있다.
- [0119] Color 영상을 얻은 후 depth 영상을 얻기 위해서는 변조된 주파수의 적외선 펄스를 조사하고 반사되어 돌아온 적외선을 검출하는 과정이 필요하다. Depth frame에 대응하는 과정은 제1 측정 과정과 제2 측정 과정을 포함할 수 있다. 제1 측정 과정은 다음과 같이 수행될 수 있다. 먼저 이미지 센서는 시간 구간 T_{int_depth1} 동안 변조된 적외선 펄스와 동일한 위상을 가지도록 TR 신호(TR1, TR2, TR3, TR4)를 activate하여 반사된 적외선에 의해 발생한 전하를 FD 노드에 저장할 수 있다. 이 때 4개의 픽셀들(210, 220, 230, 240)은 하나의 픽셀과 같이 기능할 수 있다. 제1 측정 과정에 대응하는 시간 구간은 도 5에서 시간 구간 T_{int_depth1} 및 시간 구간 T_{read_depth1} 으로 표시된다. 시간 구간 T_{read_depth1} 동안 이미지 센서는 FD 노드를 리셋함과 동시에 시간 구간 T_{int_depth1} 동안 측정된 깊이 값을 처리하여 제1 측정 과정에 대응하는 깊이 정보를 생성할 수 있다. 일반적인 포토다이오드는 적외선에 대한 감도가 가시광선에 대한 감도보다 매우 낮으므로 이를 해결하기 위해 이미지 센서는 4개의 포토다이오드들(D1, D2, D3, D4)에서 생성된 전하를 상기 하나의 FD 노드로 전달함으로써 4배 향상된 감도를 구현할 수 있다.
- [0120] 이미지 센서는 적외선이 조사되지 않는 시간에는 TR 신호(TR1, TR2, TR3, TR4)를 deactivate하고 AN_BL 노드의 전압을 상대적으로 높게 유지할 수 있다. 적외선이 조사되지 않는 동안 생성된 전하는 제2 전달 트랜지스터 N12, N22, N32, N42를 경유하여 AN_BL 노드로 방전되고 FD 노드로 전달되지 않는다. 이미지 센서는 적외선이 조사되는 동안 AN_BL 노드의 전압을 상대적으로 낮게 유지하여 적외선에 의해 생성된 전하가 AN_BL 노드로 방전되지 않도록 할 수 있다. 적외선이 조사되는 동안 반사된 적외선에 의해 생성된 전하는 모두 FD 노드에 전달될 수 있다. 적외선 펄스의 주파수는 수 MHz ~ 수십 MHz로 매우 빠르기 때문에 조사되는 시간이 매우 짧아 그 시간 안에 blooming이 일어날 확률은 매우 낮으므로 이미지 센서는 적외선을 조사하는 동안 AN_BL 노드의 전압을 충분히 낮게 설정할 수 있다. 또한 발생한 전하의 양이 매우 적으므로 이미지 센서는 전하를 FD 노드에 전달하는 과정을 T_{int_depth1} 동안 N번 수행할 수 있다. 이미지 센서는 N번 수행된 전달 과정을 통해 FD 노드에 전하를 축적할 수 있다. 이미지 센서는 T_{int_depth1} 후 FD 노드의 전압을 검출하고 FD 노드 및 포토다이오드들(D1, D2, D3, D4) 각각을 리셋할 수 있다.
- [0121] 제2 측정 과정은 다음과 같이 수행될 수 있다. 이미지 센서는 시간 구간 T_{int_depth2} 동안 변조된 적외선 펄스와 180도의 위상 차이를 가지도록 TR 신호(TR1, TR2, TR3, TR4)를 activate하여 반사된 적외선에 의해 발생한 전하를 FD 노드에 저장할 수 있다. 이미지 센서는 이 같은 동작을 T_{int_depth2} 동안 N번 수행할 수 있다.
- [0122] 제2 측정 과정에 대응하는 시간 구간은 도 5에서 시간 구간 T_{int_depth2} 및 시간 구간 T_{read_depth2} 으로 표시된다. 시간 구간 T_{read_depth2} 동안 이미지 센서는 FD 노드를 리셋함과 동시에 시간 구간 T_{int_depth2} 동안 측정된 깊이 값을 처

리하여 제2 측정 과정에 대응하는 깊이 정보를 생성할 수 있다.

- [0123] 이미지 센서는 제1 측정 과정에서 변조된 적외선 펄스와 0도의 위상 차이를 가지도록 TR 신호를 제어하여 FD 노드의 전압을 검출하고, 제2 측정 과정에서 변조된 적외선 펄스와 180도 (실시예에 따라서는 90도도 가능하다)의 위상 차이를 가지도록 TR 신호를 제어하여 FD 노드의 전압을 검출할 수 있다. 이미지 센서는 제1 측정 과정 및 제2 측정 과정을 수행함으로써 두 번 FD 노드의 전압을 검출하고, 각각의 깊이 정보를 생성할 수 있다. 이미지 센서는 제1 측정 과정에 대응하는 깊이 정보 및 제2 측정 과정에 대응하는 깊이 정보에 기초하여 물체의 반사도가 거리 측정에 미치는 영향을 제거하고 depth image를 생성할 수 있다.
- [0124] 도 6은 도 5의 동작의 일부를 상세히 도시하는 도면이다.
- [0125] 도 6을 참조하면 waveform(610)은 반사된 적외선을 도시한다.
- [0126] waveform(620)은 $T_{\text{int_depth1}}$ 동안 인가되는 TR 신호를 도시한다.
- [0127] waveform(630)은 $T_{\text{int_depth2}}$ 동안 인가되는 TR 신호를 도시한다.
- [0128] T_{dep} 는 적외선이 조사되는 시간 구간을 나타낸다. 빗금 부분은 반사된 적외선에 의하여 생성된 전하 중 FD 노드에 전달되는 양을 나타낸다.
- [0129] T_{TOF} 는 조사된 적외선이 물체에 의하여 반사되고, 반사된 적외선이 이미지 센서에 의하여 감지될 때까지의 시간을 나타낸다.
- [0130] $T_{\text{int_depth1}}$ 동안 수행되는 동작을 제1 측정 과정, $T_{\text{int_depth2}}$ 동안 수행되는 동작을 제2 측정 과정이라 하면, 이미지 센서는 제1 측정 과정에서는 $T_{\text{dep}} - T_{\text{TOF}}$ 동안 전하를 FD 노드로 전달할 수 있고, 제2 측정 과정에서는 T_{TOF} 동안 전하를 FD 노드로 전달할 수 있다.
- [0131] 포토다이오드 D1는 적외선뿐만 아니라 적색 광선도 감지할 수 있고, 포토다이오드 D2 및 D3는 적외선뿐만 아니라 녹색 광선도 감지할 수 있고, 포토다이오드 D4는 적외선뿐만 아니라 청색 광선도 감지할 수 있다. 따라서, 제1 측정 과정의 각 펄스에 의하여 FD 노드에 저장되는 전하 Q_{dep1} 는 하기 수학식 1과 같이 나타내어진다.
- [0132] [수학식 1]
- [0133]
$$Q_{\text{dep1}} = T_{\text{dep}} \times (i_r + i_{g1} + i_{g2} + i_b) + (T_{\text{dep}} - T_{\text{TOF}}) \times i_{ir}$$
- [0134] 여기서 i_r 는 포토다이오드 D1에 의하여 생성되는 photocurrent를 나타내고, i_{g1} 는 포토다이오드 D2에 의하여 생성되는 photocurrent를 나타내고, i_{g2} 는 포토다이오드 D3에 의하여 생성되는 photocurrent를 나타내고, i_b 는 포토다이오드 D4에 의하여 생성되는 photocurrent를 나타낸다. i_{ir} 는 포토다이오드 D1, D2, D3, D4에 의하여 생성되는 photocurrent를 나타낸다.
- [0135] 제2 측정 과정의 각 펄스에 의하여 FD 노드에 저장되는 전하 Q_{dep2} 는 하기 수학식 2와 같이 나타내어진다.
- [0136] [수학식 2]
- [0137]
$$Q_{\text{dep2}} = T_{\text{dep}} \times (i_r + i_{g1} + i_{g2} + i_b) + T_{\text{TOF}} \times i_{ir}$$
- [0138] 이미지 센서는 $T_{\text{read_color}}$ 시간 구간 동안 획득한 color image 정보를 이용하여 가시 광선에 의한 영향을 제거할 수 있다. color 획득 시 저장된 전하 Q_{col} 는 하기 수학식 3과 같이 나타내어진다.
- [0139] [수학식 3]
- [0140]
$$Q_{\text{col}} = T_{\text{col}} \times (i_r + i_{g1} + i_{g2} + i_b)$$
- [0141] 여기서 T_{col} 는 color integration time이고, T_{dep} 및 T_{col} 간에는 일정한 비례 관계가 성립하므로 이 관계를 하기 수학식 4와 같이 나타낼 수 있다.
- [0142] [수학식 4]

[0143] $T_{dep} = k \times T_{col}$

[0144] 여기서 k는 비례 상수이다.

[0145] 상기 수학식 1, 수학식 2, 수학식 3 및 수학식 4를 조합함으로써 하기 수학식 5를 얻을 수 있다.

[0146] [수학식 5]

$$\frac{Q_{dep1} - kQ_{col}}{Q_{dep2} - kQ_{col}} = \frac{T_{dep} - T_{TOF}}{T_{TOF}}$$

[0147]

[0148] 상기 수학식 5를 변형하면 하기 수학식 6을 얻을 수 있다.

[0149] [수학식 6]

$$T_{TOF} = \frac{T_{dep} (Q_{dep2} - kQ_{col})}{Q_{dep1} + Q_{dep2} - 2kQ_{col}}$$

[0150]

[0151] 이미지 센서는 상기 제1 측정 과정 및 상기 제2 측정 과정에서 얻어진 전하 정보를 이용하여 반사된 적외선의 TOF를 계산할 수 있고, TOF로부터 물체 및 이미지 센서 간의 거리 정보를 계산할 수 있다.

[0152] 도 7은 도 2의 이미지 센서의 동작의 다른 예를 도시하는 타이밍도이다.

[0153] 도 7의 실시예에서는 direct 방식의 depth image 생성 방법 및 그 방법을 위한 타이밍도가 도시된다.

[0154] 도 7을 참조하면 이미지 센서는 color image 정보를 획득하기 전 RST 신호를 activate하여 FD 노드의 전압을 리셋할 수 있다.

[0155] Direct 방식은 조사된 빛과 반사된 빛의 시간 차이를 Time-to-digital converter (TDC) 등으로 직접 측정하여 거리를 계산할 수 있다. direct 방식을 위해서는 반사된 빛이 센서에 도달하자마자 신호를 감지할 수 있어야 하므로 이미지 센서는 매우 감도가 높은 Avalanche photodiode (APD)를 사용할 수 있다. 실시예에 따라서는 이미지 센서는 Geiger mode로 동작하는 APD를 사용할 수 있는데 Geiger mode에서는 gain이 무한대에 가까워지므로 감도를 매우 높일 수 있다. 이러한 포토다이오드를 Single photon avalanche diode (SPAD)라 부르기도 한다. SPAD에서는 Gain이 매우 크므로 photon 한 개가 들어와도 diode의 신호가 saturation될 수 있다. 이미지 센서는 saturation된 신호를 읽기 위해 특별한 readout 회로를 필요로 할 수 있다. readout 회로는 픽셀의 output을 펄스 형태로 제공할 수 있다.

[0156] 이미지 센서는 특정 주파수의 빛을 조사하지 않은 상태에서 픽셀들 각각으로부터 출력되는 펄스의 개수를 카운트함으로써 color 정보를 획득할 수 있다. 이미지 센서는 T_{int_color} 시간 구간 동안 카운트된 Pixel Output 개수에 기초하여 color 정보를 획득할 수 있다. Pixel Output 신호는 SPAD에 가시 광선 또는 적외선이 반응했을 때 픽셀로부터 출력되는 펄스를 나타낸다. 펄스의 개수는 빛의 세기에 비례하므로 이미지 센서는 펄스의 개수에 기초하여 color image를 계산할 수 있다.

[0157] 이미지 센서는 T_{depth} 동안 조사된 특정 주파수의 빛과 반사된 특정 주파수의 빛의 시간 차이에 기초하여 TOF를 구할 수 있다.

[0158] Time-to-digital converter (TDC) 는 특정 주파수의 빛이 조사된 후부터 시간이 경과함에 따라 1씩 증가하는 출력을 제공할 수 있다. 반사된 빛에 의해 생성된 Pixel Output이 출력되는 순간 TDC의 값이 정지한다. 이미지 센서는 정지된 TDC의 값을 읽을 수 있다. 이미지 센서가 TDC의 값을 읽은 후 TDC는 리셋된다.

[0159] 이미지 센서는 TDC의 측정된 값 i_1 에 기초하여 TOF_1 을 계산할 수 있다. 마찬가지로 이미지 센서는 TDC의 측정된 값 i_m 에 기초하여 TOF_m 을 계산할 수 있다.

[0160] 이 같은 과정은 매우 짧은 시간 동안 수행되므로 이미지 센서는 m번 TOF 측정을 반복한 후 TOF_1 내지 TOF_m 의 평

균 값을 취하거나 TOF_1 내지 TOF_m 중 가장 빈번하게 측정된 값을 TOF로 선택할 수 있다.

- [0161] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 센서(800)의 등가 회로의 일 부분을 도시하는 도면이다.
- [0162] 도 8을 참조하면 포토다이오드 D1, 트랜지스터 N11 및 트랜지스터 N12는 제1 픽셀을 형성한다. 포토다이오드 D2, 트랜지스터 N21 및 트랜지스터 N22는 제2 픽셀을 형성하고, 포토다이오드 D3, 트랜지스터 N31 및 트랜지스터 N32는 제3 픽셀을 형성하고, 포토다이오드 D4, 트랜지스터 N41 및 트랜지스터 N42는 제4 픽셀을 형성한다.
- [0163] 4개의 픽셀들은 FD 노드를 공유하고 리셋 트랜지스터 N51, 연산 증폭기(operational amplifier)(810), 및 피드백(feedback) 커패시터 C1을 공유한다.
- [0164] 리셋 트랜지스터 N51는 RST 신호에 의하여 FD 노드의 전압을 리셋할 수 있다. 연산 증폭기(810) 및 피드백 커패시터 C1는 negative feedback loop를 형성할 수 있다. 상기 negative feedback loop는 포토다이오드 D1, D2, D3, D4에 의해 생성된 전하를 모두 피드백 커패시터 C1로 전달할 수 있다.
- [0165] 도 8의 실시예에서는 포토다이오드 D1, D2, D3, D4는 PINNED 포토다이오드가 아니더라도 감도의 열화가 없을 수 있다. 따라서 이미지 센서는 negative feedback loop를 이용함으로써 PINNED 포토다이오드를 형성하기 위한 특별한 공정을 필요로 하지 않을 수 있다. 이미지 센서는 특별한 공정을 필요로 하지 않으므로 제조 비용을 줄일 수 있다. 또한 이미지 센서는 negative feedback loop를 형성하는 연산 증폭기(810) 및 피드백 커패시터 C1를 복수의 픽셀들이 공유하도록 할 수 있으므로 픽셀의 크기를 줄일 수 있다.
- [0166] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 센서에 이용될 수 있는 필터의 예들을 도시하는 도면이다.
- [0167] 도 9를 참조하면 Blue + IR Filter(910)는 400 nm ~ 500 nm 의 파장 (wavelength)을 가지는 청색광 및 800 nm ~ 900 nm 의 파장을 가지는 적외선(IR)이 투과할 수 있는 필터이다.
- [0168] Green + IR Filter(920)는 500 nm ~ 600 nm 의 파장을 가지는 녹색광 및 800 nm ~ 900 nm 의 파장을 가지는 적외선이 투과할 수 있는 필터이다.
- [0169] Red + IR Filter(930)는 600 nm ~ 700 nm 의 파장을 가지는 적색광 및 800 nm ~ 900 nm 의 파장을 가지는 적외선이 투과할 수 있는 필터이다.
- [0170] 이미지 센서는 Blue + IR Filter(910), Green + IR Filter(920), 및 Red + IR Filter(930)를 조합하여 R, G, B 의 color image를 생성하고 IR을 이용하여 depth image를 생성할 수 있다.
- [0171] L Filter(940)는 400 nm ~ 900 nm 의 파장을 가지는 빛이 투과할 수 있는 필터이다. M Filter(950)는 500 nm ~ 900 nm 의 파장을 가지는 빛이 투과할 수 있는 필터이다. N Filter(960)는 600 nm ~ 900 nm 의 파장을 가지는 빛이 투과할 수 있는 필터이다. L Filter(940), M Filter(950), 및 N Filter(960)의 특성은 "A 2.0- μ m Pixel Pitch MOS Image Sensor With 1.5 Transistor/Pixel and an Amorphous Si Color Filter", M. Kasano, ISSCC 2005, pp. 348-349. 에 소개되어 있다.
- [0172] 이미지 센서는 L Filter(940), M Filter(950), 및 N Filter(960)를 조합하여 빛을 검출한 후 매트릭스 연산을 통해 R, G, B, IR의 값을 추출할 수도 있다.
- [0173] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 센서에 이용될 수 있는 필터의 다른 예들을 도시하는 도면이다.
- [0174] 도 10을 참조하면 Magenta(Mg), Cyan(Cy), Yellow(Ye), Green(G)의 필터들 각각의 특성이 도시된다.
- [0175] Mg Filter(1010)는 400 nm ~ 500 nm 의 파장을 가지는 청색광 및 600 nm ~ 700 nm 의 파장을 가지는 적색광이 투과할 수 있는 필터로 자청색 필터라 할 수 있다.
- [0176] Cy Filter(1020)는 400 nm ~ 500 nm 의 파장을 가지는 청색광 및 500 nm ~ 600 nm 의 파장을 가지는 녹색광이 투과할 수 있는 필터로 옥색 필터라 할 수 있다.
- [0177] Ye Filter(1030)는 500 nm ~ 600 nm 의 파장을 가지는 녹색광 및 600 nm ~ 700 nm 의 파장을 가지는 적색광이 투과할 수 있는 필터로 황색필터라 할 수 있다.
- [0178] G Filter(1040)는 500 nm ~ 600 nm 의 파장을 가지는 녹색광이 투과할 수 있는 필터이다.
- [0179] 이미지 센서는 Mg Filter(1010), Cy Filter(1020), Ye Filter(1030) 및 G Filter(1040)를 조합하여 color image를 생성할 수 있다. 이미지 센서는 depth image 생성을 위하여 녹색광을 조사하고 반사된 녹색광을 감지하여 거리 정보를 얻을 수 있다. 이 때 이미지 센서는 Mg Filter(1010)를 제외한 Cy Filter(1020), Ye

Filter(1030) 및 G Filter(1040)를 이용하여 depth image를 생성할 수 있다.

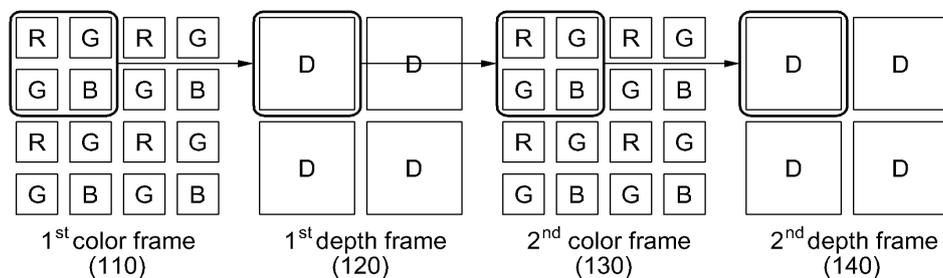
- [0180] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 센서에 이용될 수 있는 필터의 다른 예들을 도시하는 도면이다.
- [0181] 도 11을 참조하면 Mono(1110), Blue(1120), Green(1130) 및 Red(1140)의 특성이 도시된다. 도 11은 Point Grey (Firefly MV)의 디지털 카메라에 이용되는 필터의 특성을 도시한다.
- [0182] Blue(1120) 특성은 가시 광선의 청색 광 (blue light) 대역 및 적외선 대역의 빛을 통과시킬 수 있다. Green(1130) 특성은 가시 광선의 녹색 광 대역 및 적외선 대역의 빛을 통과시킬 수 있다. Red(1140) 특성은 가시 광선의 적색 광 대역 및 적외선 대역의 빛을 통과시킬 수 있다. 이미지 센서는 850 nm 의 파장 (wavelength) 을 가지는 적외선을 이용하여 depth image를 얻을 수 있다.
- [0183] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 센서에 이용될 수 있는 필터의 다른 예들을 도시하는 도면이다.
- [0184] 도 12를 참조하면 "A 2.0-um Pixel Pitch MOS Image Sensor With 1.5 Transistor/Pixel and an Amorphous Si Color Filter", M. Kasano, ISSCC 2005, pp. 348-349. 에 소개된 필터의 다른 예들이 도시된다.
- [0185] 이미지 센서는 Z, Y, W 필터를 통과한 빛에 의하여 생성된 전하량에 기초하여 R, G, B 정보를 계산할 수 있다. 이러한 계산 과정은 정규화된(normalized) 필터 특성을 R, G, B 특성으로 변환하는 과정으로 일반화될 수 있다.
- [0186] 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 센서는 픽셀의 개수의 증가 없이 color image 및 depth image를 얻을 수 있는 장치 및 방법을 제공할 수 있다. 따라서 이미지 센서는 픽셀의 공간 해상도를 증가시킬 수 있다.
- [0187] 이미지 센서는 depth image를 얻기 위하여 적외선을 이용할 수도 있고, 녹색광 등 특정 주파수/파장의 빛을 이용할 수 있다.
- [0188] 이미지 센서는 indirect 방식에 의하여 depth image를 얻을 수도 있고, direct 방식에 의하여 depth image를 얻을 수도 있다. 이미지 센서는 PINNED 포토다이오드를 이용하여 구현될 수도 있고, 일반적인 포토다이오드를 이용하여 구현될 수도 있다.
- [0189] 이미지 센서는 복수의 픽셀들이 FD 노드 및 검출 회로를 공유하는 구조를 채택하여 fill factor를 줄일 수 있다. FD 노드 및 검출 회로를 공유하는 복수의 픽셀들의 개수는 공간 해상도에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0190] 본 발명의 실시예들에 따른 이미지 센서 제어 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0191] 본 명세서에서는 CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)로 구현되는 이미지 센서의 실시예가 주로 기재되었으나 본 발명의 실시예들은 전하 결합 소자(charge Coupled Device, CCD)를 이용하여 구현되는 경우에도 적용될 수 있다.
- [0192] 본 발명의 실시예들은 디지털 카메라(digital camera), 캠코더(camcorder), 휴대용 통신 장치에 부속되는 카메라, 폐쇄회로 TV(CCTV), 등의 이미징 장치에 적용될 수 있다.
- [0193] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0194] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면의 간단한 설명

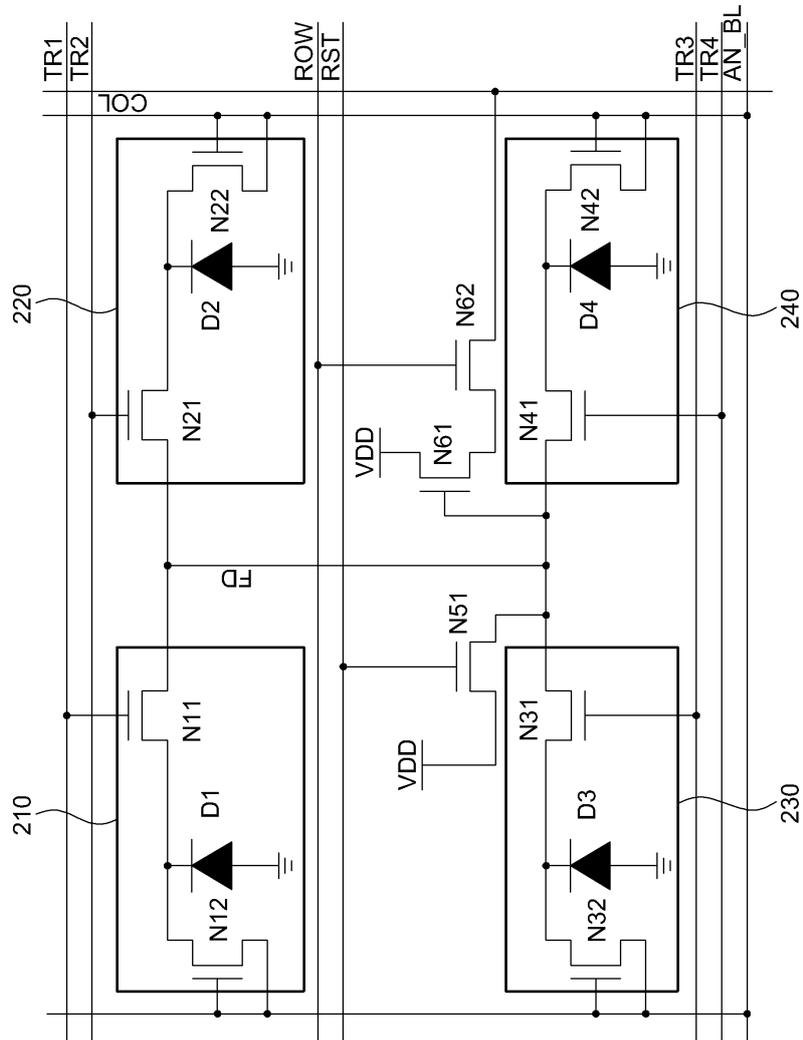
- [0195] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 센서의 동작을 도시하는 도면이다.
- [0196] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 센서의 등가 회로(equivalent circuit)의 일부를 도시하는 도면이다.
- [0197] 도 3은 도 2의 등가 회로에 대응하는 반도체 소자의 예의 일부의 단면을 도시한다.
- [0198] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광원 및 이미지 센서를 포함하는 이미징 장치의 제어 방법을 도시하는 도면이다.
- [0199] 도 5는 도 2의 이미지 센서의 동작의 일 예를 도시하는 타이밍도이다.
- [0200] 도 6은 도 5의 동작의 일부를 상세히 도시하는 도면이다.
- [0201] 도 7은 도 2의 이미지 센서의 동작의 다른 예를 도시하는 타이밍도이다.
- [0202] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 센서의 등가 회로의 일 부분을 도시하는 도면이다.
- [0203] 도 9는 본 발명의 이미지 센서에 이용될 수 있는 필터의 예들을 도시하는 도면이다.
- [0204] 도 10은 본 발명의 이미지 센서에 이용될 수 있는 필터의 다른 예들을 도시하는 도면이다.
- [0205] 도 11은 본 발명의 이미지 센서에 이용될 수 있는 필터의 다른 예들을 도시하는 도면이다.
- [0206] 도 12는 본 발명의 이미지 센서에 이용될 수 있는 필터의 다른 예들을 도시하는 도면이다.
- [0207] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미지 센서를 도시하는 도면이다.
- [0208] 도 14는 도 13의 픽셀의 단면도의 일 예를 도시하는 도면이다.
- [0209] 도 15는 도 13의 픽셀의 평면도의 일 예를 도시하는 도면이다.
- [0210] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- [0211] 110: 1st color frame
- [0212] 120: 1st depth frame
- [0213] 130: 2nd color frame
- [0214] 140: 2nd depth frame

도면

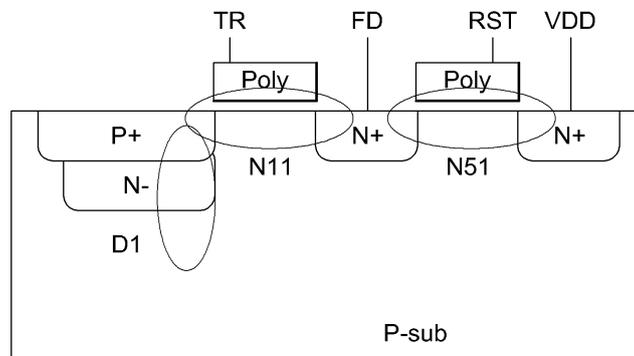
도면1



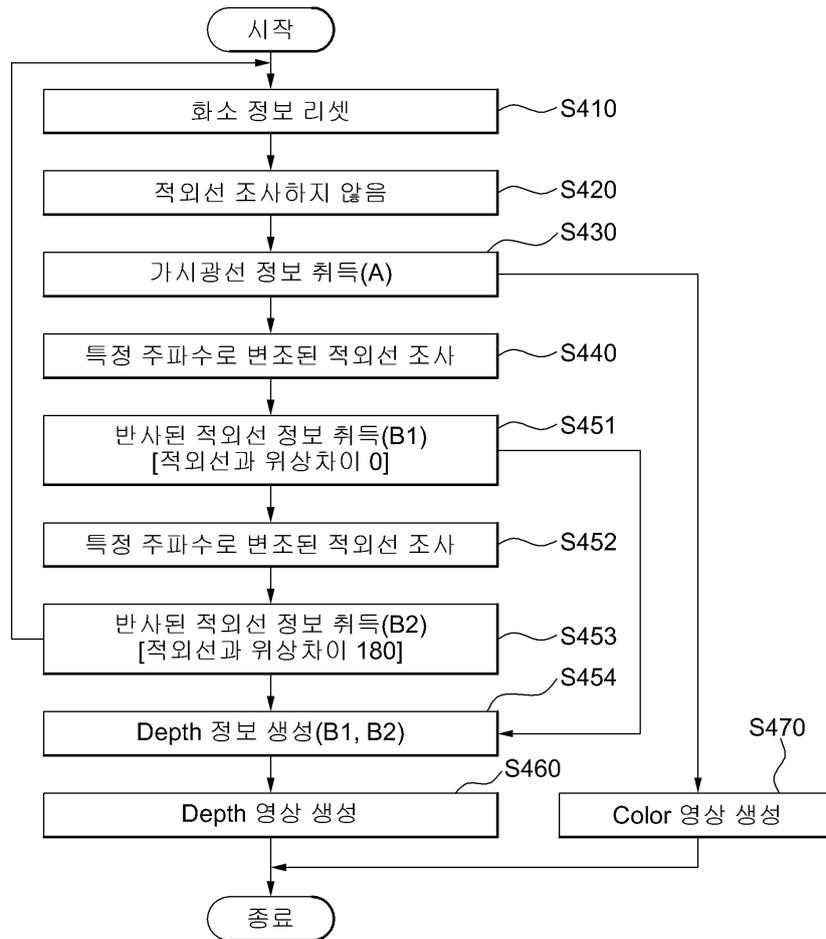
도면2



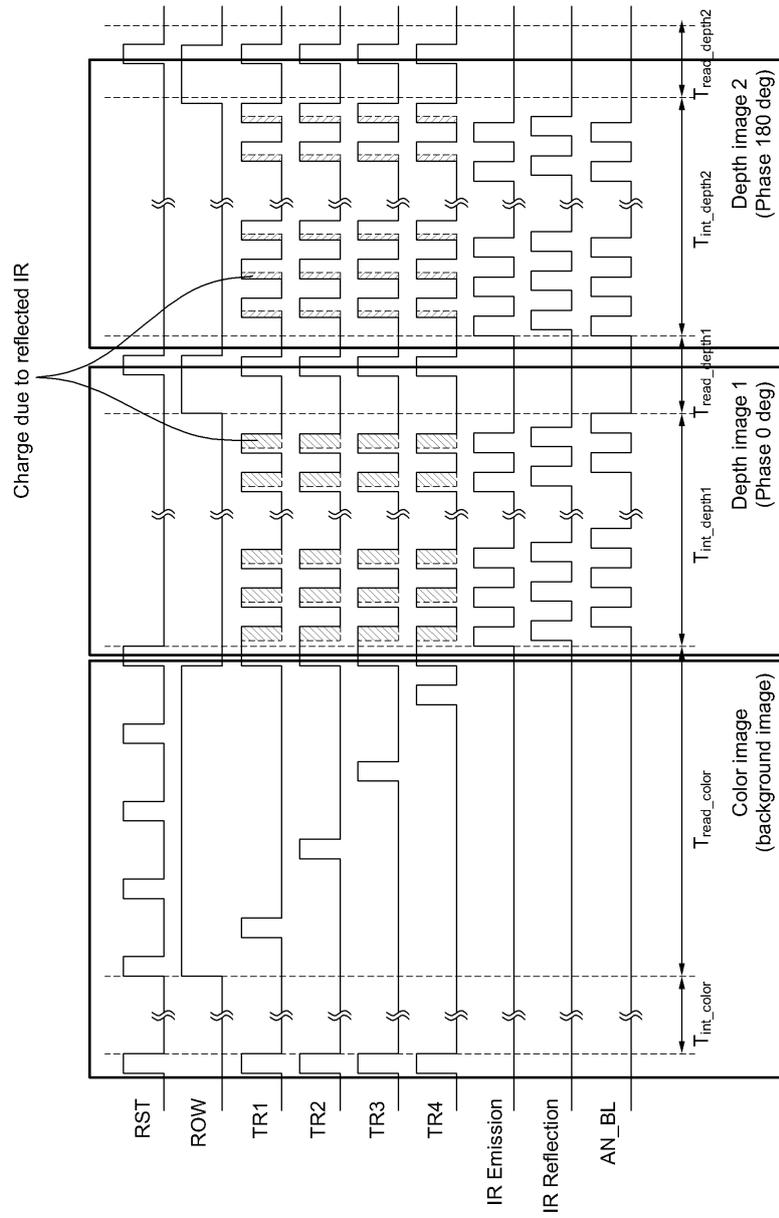
도면3



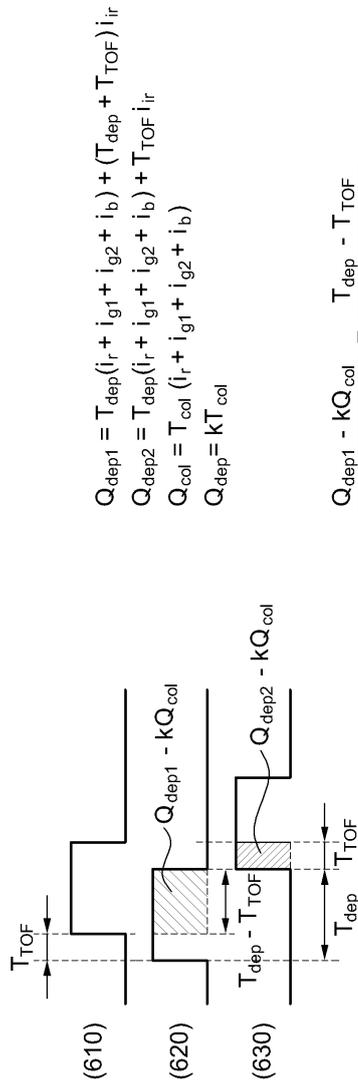
도면4



도면5



도면6



$$Q_{dep1} = T_{dep}(i_r + i_{g1} + i_{g2} + i_b) + (T_{dep} + T_{TOF})i_{ir}$$

$$Q_{dep2} = T_{dep}(i_r + i_{g1} + i_{g2} + i_b) + T_{TOF}i_{ir}$$

$$Q_{col} = T_{col}(i_r + i_{g1} + i_{g2} + i_b)$$

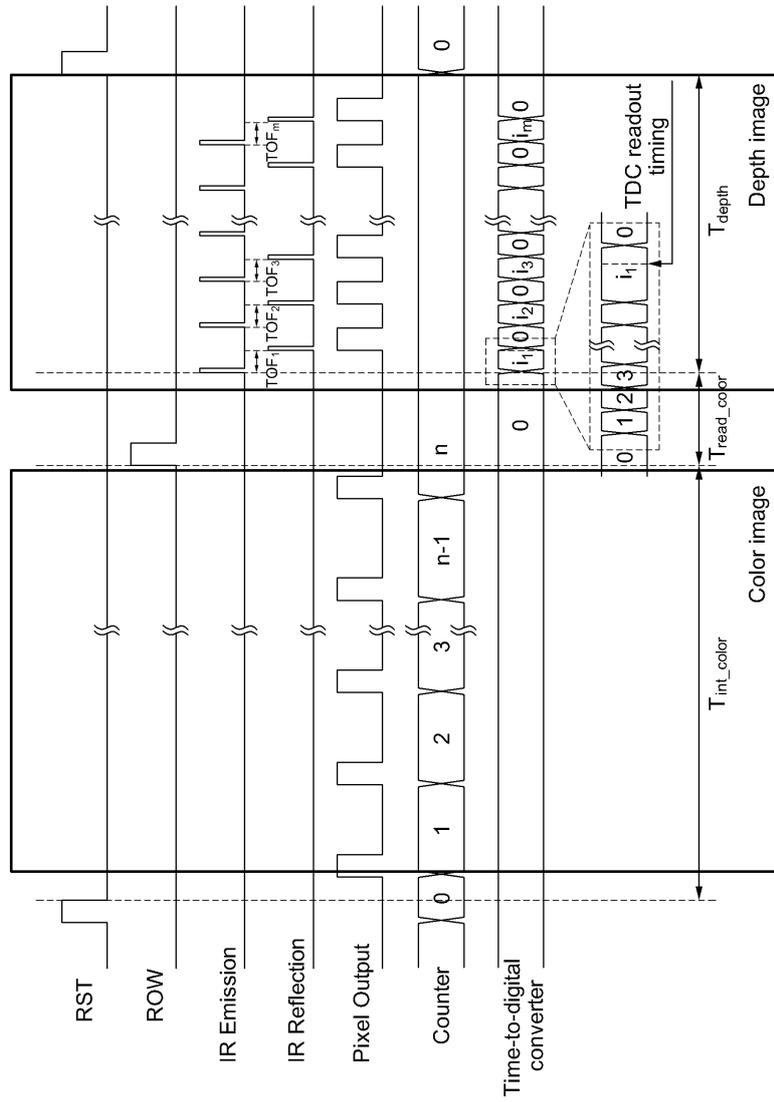
$$Q_{dep} = kT_{col}$$

$$\frac{Q_{dep1} - kQ_{col}}{Q_{dep2} - kQ_{col}} = \frac{T_{dep} - T_{TOF}}{T_{TOF}}$$

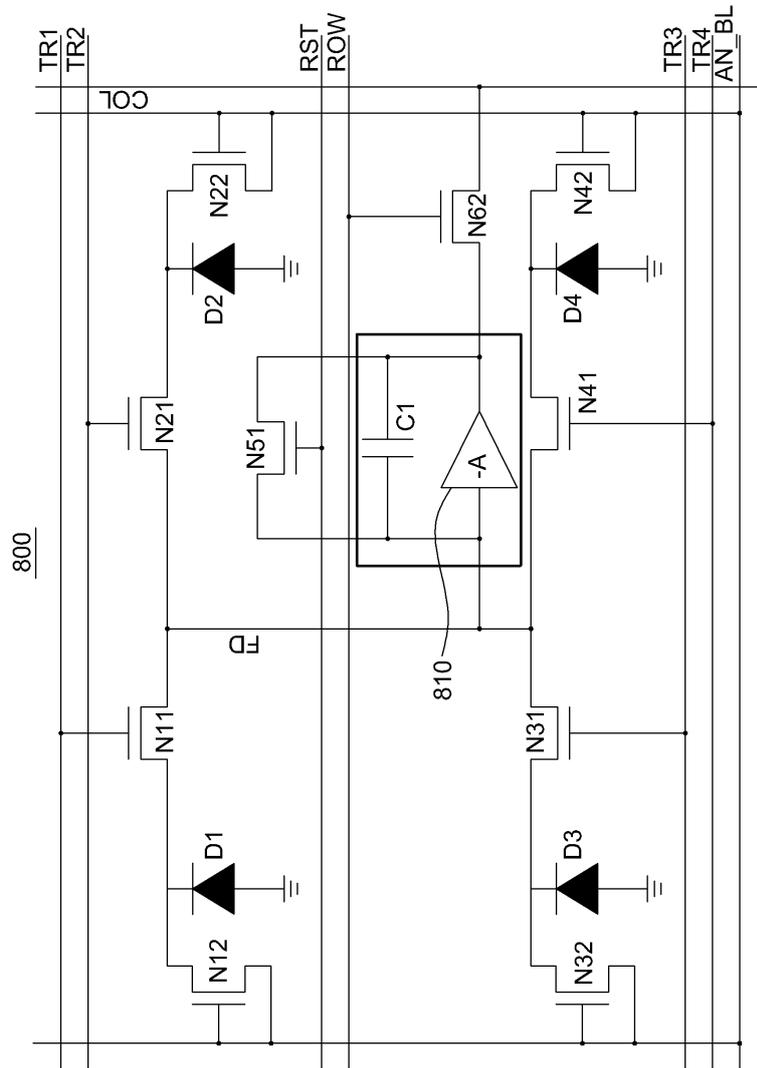
$$\therefore T_{TOF} = \frac{T_{dep}(Q_{dep2} - kQ_{col})}{Q_{dep1} + Q_{dep2} - 2kQ_{col}}$$

- T_{col} : color integration time
- i_r : photocurrent in red pixel
- i_{g1} : photocurrent in green1 pixel
- i_{g2} : photocurrent in green2 pixel
- i_b : photocurrent in blue pixel
- i_{ir} : photocurrent induced by IR in four pixels

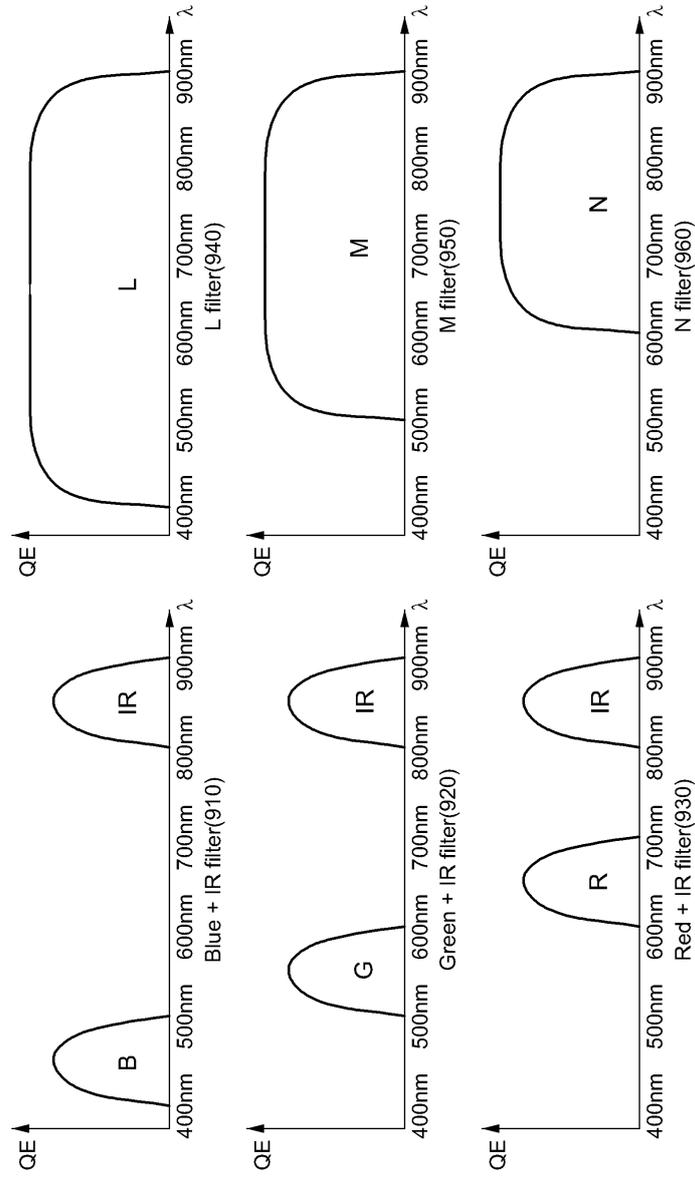
도면7



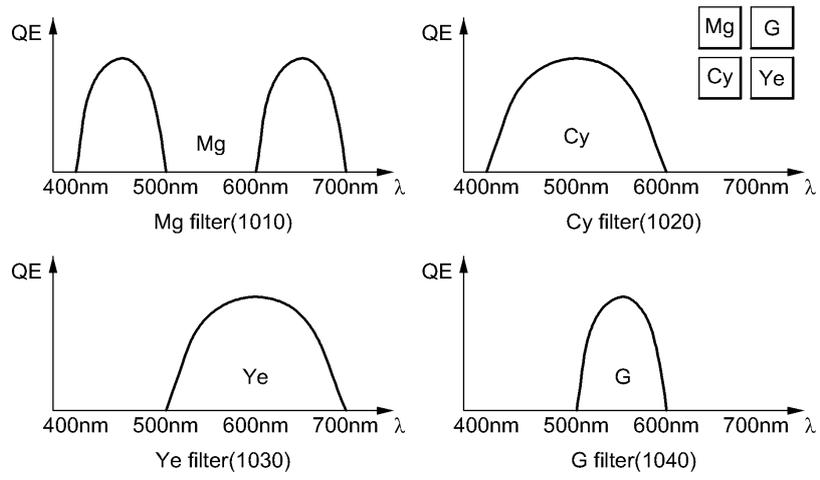
도면8



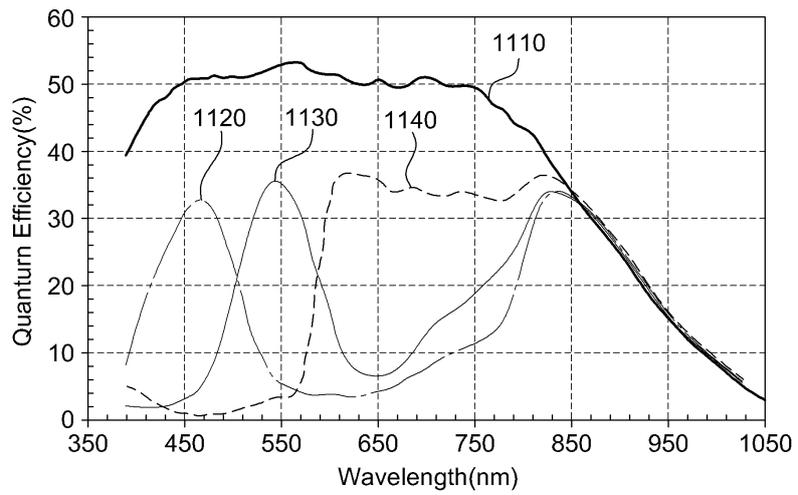
도면9



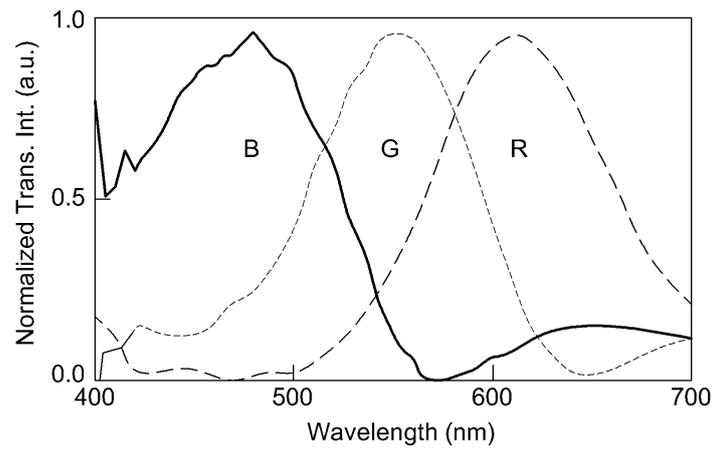
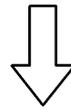
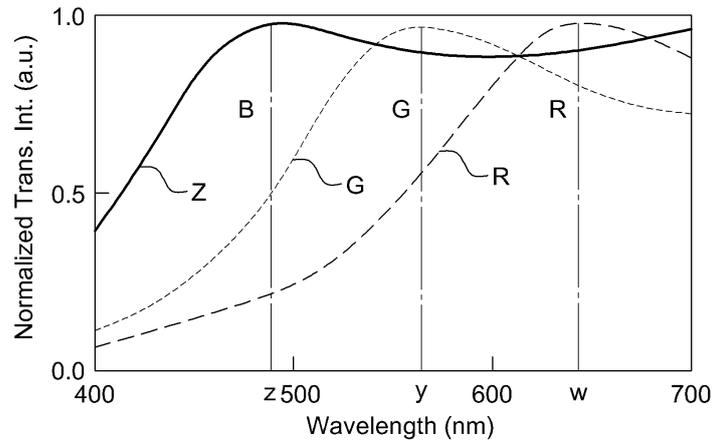
도면10



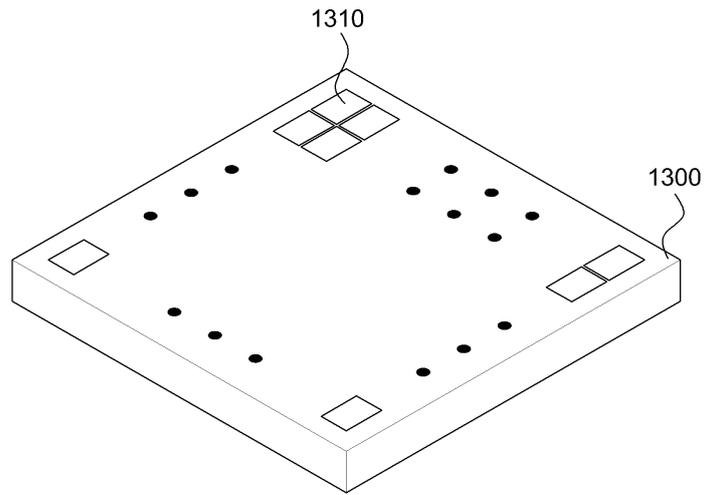
도면11



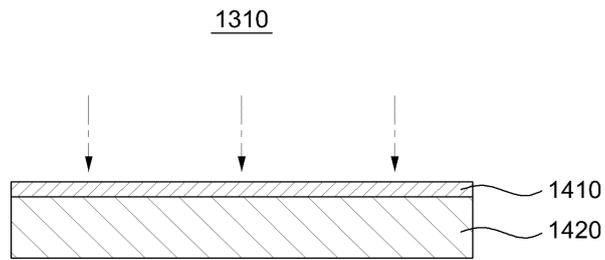
도면12



도면13



도면14



도면15

