(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년08월02일
(11) 등록번호 10-1884952
(24) 등록일자 2018년07월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 7/491 (2006.01) *G01S 17/36* (2006.01)
G01S 17/89 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7020424
(22) 출원일자(국제) 2011년01월06일
심사청구일자 2015년12월28일
(85) 번역문제출일자 2012년08월02일
(65) 공개번호 10-2012-0101174
(43) 공개일자 2012년09월12일
(86) 국제출원번호 PCT/US2011/020343
(87) 국제공개번호 WO 2011/085079
국제공개일자 2011년07월14일
(30) 우선권주장
61/292,588 2010년01월06일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2006084430 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
헵타곤 마이크로 옵틱스 피티이. 리미티드
싱가포르 738317 싱가포르 우드랜즈 루프 26
(72) 발명자
뵈트겐 베른하르트
스위스 체하-8034 아들리스빌 브라이텐슈트라쎄 10
옥기어 티에리
스위스 체하-8049 쮜리히 임 스텔쩨낙커 17
(74) 대리인
서장찬, 박병석

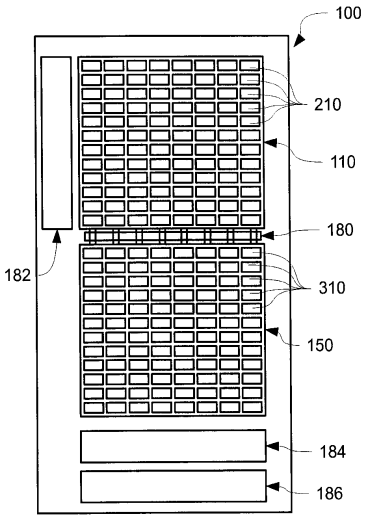
전체 청구항 수 : 총 17 항 심사관 : 정소연

(54) 발명의 명칭 **별도의 화소 및 저장 어레이를 갖는 복조(復調) 센서**

(57) 요 약

타임 오브 플라이트(TOF) 카메라에서 사용되는 것과 같은 복조 영상 센서는, 화소로부터 칩 상의 저장 및 처리 요소(프록셀)의 다른 어레이로의 모든 저장- 및 포스트-처리-관련된 단계들을 추출한다. 화소 어레이는 광-검출, 제1 처리 및 중간 저장의 작업을 갖지만, 저장 및 처리 요소의 어레이는 각각의 화소에 대하여 추가의 처리 및 증진된 저장 능력을 개별적으로 제공한다. 본 발명의 구조를 사용하여 화소 크기의 다운-스케일링으로 인한 문제를 해결할 수 있다. 전형적으로, 광-민감성 또는 시그날 저장 정전용량은 상당히 악화된다. 저 민감성 및 작은 저장 정전용량은 영상 품질에 부정적인 영향을 미친다. 기술된 구조는 저장 정전용량이 화소 다운-스케일링에 의해 영향을 받지 않도록 한다.

대 표 도 - 도1



(56) 선행기술조사문헌
JP02181689 A*
JP2009047661 A*
JP2009047662 A
US20090021617 A1
US5856667 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명 세 서

청구범위

청구항 1

복조 센서으로서

2개 이상의 샘플을 각각 생성하는 화소를 포함하는 화소 어레이와(array);

저장 요소 및 처리 요소를 포함하는 프록셀 어레이와, 여기서 각각의 저장 요소는 화소들 중의 상응하는 하나로부터의 2개 이상의 샘플을 접수하며; 및

상기 화소 어레이로부터의 샘플을 프록셀 어레이의 대응하는 저장 요소로 전송하는 전송 시스템을 포함하는데, 상기 전송시스템은 상기 프록셀 어레이에 의해 처리하기 위해 접수되는 샘플들이 디지탈화되도록 아날로그로부터 디지탈로 변환하도록 하는 것을 특징으로 하는 복조 센서.

청구항 2

제1항에 있어서, 화소가,

입사광이 전하 캐리어(charge carrier)를 발생시키는 광민감성 영역, 및

다수의 저장 위치들 중에서 전하 캐리어를 전송시키는 복조기/상관관계기(demodulator/correlator)를 포함하는 것을 특징으로 하는 복조 센서.

청구항 3

제1항에 있어서, 저장 요소는, 상응하는 화소에 의해 발생된 샘플들을 축적(accumulation)하기 위한 저장 위치를 포함하는 것을 특징으로 하는 복조 센서.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 2개 이상의 샘플은 광원에 의해 생성되는 변조된 광의 1주기마다 취득되는 것을 특징으로 하는 복조 센서.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 프록셀 어레이의 각 프록셀이 상기 프록셀 어레이의 특정 화소와 관련되는 것을 특징으로 하는 복조 센서.

청구항 6

제1항에 있어서, 저장 요소는, 포화를 위해 샘플을 접수하는 저장 노드(storage node)를 모니터링하는 것을 특징으로 하는 복조 센서.

청구항 7

제1항에 있어서,저장 요소는, 샘플을 접수하는 상이한 크기의 저장 노드를 포함하는 것을 특징으로 하는복조 센서.

청구항 8

제1항에 있어서, 저장 요소는 상이한 저장 노드에 대하여 2개의 샘플을 교호적으로 저장하여 부조화 취소(mismatch cancellation)를 수행하는 것을 특징으로 하는 복조 센서.

청구항 9

제1항에 있어서, 깊이 정보를 측정하기 위한 포스트 처리 장치를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 복조 센서.

청구항 10

비행시간형의 카메라 시스템으로서,

상기 비행시간형의 카메라 시스템은

변조된 광을 발생시키는 광원 및 복조 센서를 포함하는데,

상기 복조 센서는

복수의 화소를 포함하는 화소 어레이와, 여기서 상기 화소의 각각은 상기 변조 광의 2개 이상의 샘플을 생성하며,

복수의 저장 요소 및 처리 요소를 포함하는 프록셀 어레이을 포함하는데, 여기서상기 저장 요소는 화소들 중의 상응하는 하나로부터의 2개 이상의 샘플을 접수하며,

상기 복조 센서는 또한 상기 화소 어레이로부터의 샘플을 프록셀 어레이의 대응하는 저장 요소로 전송하는 전송 시스템을 포함하는데, 상기 전송시스템은 상기 프록셀 어레이에 의해 처리하기 위해 접수되는 샘플들이 디지탈화되도록 상기 샘플들을 아날로그/디지탈 변환하도록 하는 것을 특징으로 비행시간형의 카메라 시스템(a time of flight camera system).

청구항 11

복조 방법으로서,

변조된 광을, 변조된 광의 2개 이상의 샘플을 각각 생성하는 화소를 포함하는 화소 어레이에서 검출하는 단계와;

상기 각각의 화소로부터의 2개 이상의 샘플을 아날로그/디지탈 변환이 전송 시스템에 의해 수행되는 단계와;

상기 각각의 화소로부터의 2개 이상의 샘플을 저장 요소 및 처리 요소를 포함하는 프록셀 어레이로 전송 시스템에 의해 전송시키는 단계와; 및

상기 프록셀 어레이의 저장 요소에서 상기 각각 화소의 2개 이상의 샘플을 접수하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 복조 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 화소가,

변조된 광이 전하 캐리어를 발생하는 광민감성 영역 및

다수의 저장 위치들 중에서 전하 캐리어를 전송시키는 복조기/상관관계기를 포함하는 것을 특징으로 하는 복조 방법.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 복조 센서가 칩상에서 실현되는 경우에 화소 어레이 및 프록셀 어레이가 칩상에 있으며, 상기 프록셀 어레이는 화소 어레이와 물리적으로 떨어져 있는 것을 특징으로 하는 복조 센서.

청구항 14

제11항에 있어서, 포화를 위해 샘플을 접수하는 저장 노드를 모니터링하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 복조 방법.

청구항 15

제11항에 있어서, 부조화 취소를 수행하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 복조 방법.

청구항 16

제11항에 있어서, 깊이 정보를 측정하기 위한 포스트 처리단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 복조 방법.

청구항 17

비행시간 방법으로서,

변조된 광을 발생시키는 단계와;

화소 어레이에서 변조된 광의 2개 이상의 샘플을 생성시키는 단계와;

상기 각각의 화소로부터의 2개 이상의 샘플을 아날로그/디지탈 변환이 전송 시스템에 의해 수행되는 단계와; 및

상기 각각의 화소로부터의 2개 이상의 샘플을 저장 요소 및 처리 요소를 포함하는 프록셀 어레이로 전송 시스템에 의해 전송시키는 단계를 포함하는데, 상기 저장 요소의 각각은 상기 화소 어레이의 대응하는 화소에 대한 2개 이상의 샘플을 접수하는 것을 특징으로 하는 비행시간 방법(a time of flight method).

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 관련 출원들

[0002] 본 출원은 2010년 1월 6일자로 출원된 미국 가 특허원 제61/292,588호의 35 USC 119(e)하의 이익을 청구하며, 이의 전문은 본원에서 참조로 포함된다. 본 발명은 별도의 화소 및 저장 어레이(array)를 갖는 복조(復調) 센서(demodulation sensor)에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 발명의 배경

[0004] 전자 영상화 센서(electronic imaging sensor)는 대개 m X n 광-민감성 화소(photo-sensitive pixel)의 어레이를 가지며, 여기서 x는 1열(row) 이상이고 y는 1 행(column) 이상이다. 어레이의 각각의 화소는 행 방향 및 열 방향 선택에 대한 전용 판독 전기회로(dedicated readout circuitry)에 의해 개별적으로 어드레싱(addressing)될 수 있다. 임의로, 단일 포스트-처리(single post-processing)을 위한 블록은 센서 상으로 통합된다.

[0005] 화소는 전형적으로 4개의 기본적인 기능을 갖는다: 광 검출, 시그날 처리(signal processing), 정보 저장, 및 아날로그 또는 디지탈 변환. 이들 기능들 각각은 칩(chip) 위에 특정한 영역을 소비한다.

[0006] 복조 화소라고 불리우는 특별한 그룹의 스마트 화소(smart pixel)는 3차원(3D) 영상화의 목적으로 익히 공지되어 있다. 이러한 복조 화소의 기타 적용은 형광 라이프-타임 영상화(fluorescence life-time imaging; FLIM)를 포함한다. 이들 복조 영상화 센서의 화소는 전형적으로 시그날의 동시 샘플링 또는 상관관계화를 이용하여 입사광 신포를 복조한다. 따라서, 시그날 처리 기능은 샘플러(sampler) 또는 상관관계기(correlator)에 의해 더 구체적으로 치환된다. 샘플링 또는 상관관계 공정의 출력은 각각의 화소에 대하여 상이한 충전 팩킷(charge packet) 또는 샘플(A0, A1, A3...)의 수 n이다. 따라서, n개의 저장 위치(storage site)가 정보 저장을 위해 사용된다. 아날로그 도메인에서의 전형적인 화소 출력은 표준 공급원 팔로우어 증폭(standard source follower amplification)에 의해 성취된다. 그러나, 아날로그 대 디지털 변환기는 또한 화소 수준에서 통합될 수 있다.

[0007] 복조 센서의 영상 품질은 퍼-화소 측정 불확실성(per-pixel measurement uncertainty)에 의해 정의된다. 표준 2D 영상화 센서와 유사하게, 다수의 시그날 캐리어(carrier)는 신호-대-노이즈 비(signal-to-noise ratio)를 증진시키고 이에 따라 영상 품질을 증진시킨다. 3D 영상 센서의 경우, 더 많은 시그날 캐리어는 더 낮은 거리 불확실성을 의미한다. 일반적으로, 거리 측정 표준편차 σ는, 광자 숏 노이즈(photon shot noise)가 우세한지 아닌지 여부에 좌우되어, 시그날 A 또는 시그날의 제곱근(square root)에 역비례성을 나타낸다.

[0008] 광자 숏 노이즈가 우세한 경우 $\sigma \propto \frac{1}{\sqrt{A}} \sigma \propto \frac{1}{\sqrt{A}}$

[0009] 기타 노이즈 공급원이 우세한 경우 $\sigma \propto \frac{1}{A} \sigma \propto \frac{1}{A}$

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 발명의 요약

[0011] TOF 영상화 또는 FLIM, 또는 기타의 것들에서와 같은, 복조 센서에 사용된 모든 복조 화소에 대한 일반적인 문제점은, 더 높은 화소 수의 배열을 실현하기 위해 화소 크기를 수축시키고자 노력하는 경우에 발생한다. 저장 노드(storage node)는 적합한 저장 능력 및 이에 따라 영상 품질을 유지하기 위해 화소 내의 특정 영역을 필요로 하기 때문에, 화소의 충전 인자(filler factor)는 이들 더 큰 어레이로 전송하는 것과 관련된 수축 공정으로 곤란을 겪는다. 따라서, 충전-인자 파라메터(fill-factor parameter)로 나타낸 화소의 광-민감성과 특정한 영상 품질을 수득하기 위해서 필요한 저장 영역 사이에 트레이드-오프(trade-off)가 존재한다. 최소의 성취가능한 영상 품질의 경우에, 화소의 최소 크기는 총 저장 영역의 최소 크기에 의해 주어진다.

[0012] 3D 영상화에 있어서, 전형적으로 수십만개 내지 수백만개의 전하 캐리어, 즉 전자가 센티미터 내지 밀리미터 해상도를 성취하기 위해 저장할 필요가 있다. 이러한 성능 요건은 또한, 저장 노드가 전형적으로 화소에서 수백개의 정사각형 마이크로미터의 영역을 덮은 것을 의미한다. 결과적으로, 10 마이크로미터 이하의 화소 피치(pitch)는 거리 해상도 및 정확도의 면에서 절충(열화; compromises) 없이는 거의 불가능해진다.

[0013] 위에서 언급한 트레이드-오프 문제점은, 추가의 포스트-처리 로직(logic)이 퍼-화소 기준으로 통합되어야 하는 경우에 훨씬 더 중요해진다. 이러한 포스트-처리 로직은, 예를 들면, 아날로그-대-디지탈 변환, 일반적인 시그날 서브트랙션(signal subtraction)에 대한 로직, 통합기, 및 차별화기를 수개의 실시예를 나열하기 위해 포함할 수 있다.

[0014] 복조 화소의 다른 과제는 영향을 주는 전자기파의 특성을 분명하게 유도하기 위해 필요한 샘플의 수이다. 사인-모듈화된 캐리어 시그날(sine-modulated carrier signal)을 사용하여, 전자기파의 특성은 이의 진폭 A, 오프셋(offset) B 및 상 P이다. 따라서, 이 경우, 적어도 3개의 샘플이 주기당 획득될 필요가 있다. 그러나, 디자인 및 안정성 이유로, 대부분의 일반적인 시스템은 4개의 샘플을 사용한다. n = 4 샘플을 포획하고 저장할 수 있는 화소를 보충하는 것은 일반적으로, 저장 및 판독(readout) 전자장치와 같은 화소당 4배 증폭의 전자장치를 필요로 한다. 그 결과는 화소당 전자장치에서의 추가의 증가 및 충전 인자에 있어서의 추가의 감소이다.

[0015] 민감성에 있어서의 이러한 손실을 피하기 위하여, 대부분의 일반적인 접근방법들은 소위 2-탭 화소(2-tap pixel)를 사용하는 데, 이는 동일한 기간 내에 2개의 샘플을 샘플링하고 저장할 수 있는 복조 화소이다. 이러한 유형의 화소 구조(pixel architecture)는 민감성 면에서 이상적인데, 그 이유는 모든 광-전자들이 시그널 내로 변환되고 광이 소모되지 않지만, 다른 한편으로는 이는 4개의 샘플을 얻기 위해 적어도 2개의 연속적인 측정을 필요로 하기 때문이다. 샘플링 부조화(mismatch) 및 기타 비-이상성(non-ideality)으로 인하여, 4개의 영상들 조차도 취소할 수 있거나 적어도 화소 부조화를 감소시킬 수 있다. 이러한 접근방법은 Lustenberger, Oggier, Becker, 및 Lamesch에 의해 미국 특허 제7,462,808호(발명의 명칭: Method and device for redundant distance measurement and mismatch cancellation in phase measurement systems)에 제공되어 있으며, 당해 문헌은 이의 전문이 본원에서 참고문헌으로 포함되어 있다. 이제 수개의 영상을 촬영하고 조합하여 1 깊이 영상(one depth image), 장면에서의 움직임 또는 전송 카메라를 추론함으로써 인공물(artifact)이 측정된 깊이 맵 내에 있도록 한다. 이들 상이한 샘플이 정시에 더 많이 분리될수록, 운동 인공물(motion artifact)이 더 악화된다.

[0016] 본 발명은 화소의 충전 인자를 상당히 감소시키지 않고 및 저장 노드를 훨씬 더 작게 만들어서 영상 품질을 열화시키지 않고 화소 크기를 수축시키는 문제점을 해결한다. 이러한 해결책은 개별적으로 각각의 화소의 시그널에 대한 특정한 추가의 포스트-처리 전기회로망의 거의 임의의 통합에 대한 가능성도 제공한다. 더욱이, 이는 타임-오브-플라이트 카메라(time-of-flight camera)의 운동 인공물을 최소로 감소시킬 수 있다.

과제의 해결 수단

[0017] 일반적으로, 하나의 국면에 따라, 본 발명은, 처리 및/또는 저장 요소[여기서, 각각의 저장 요소은 화소의 상응하는 것으로부터 2개 이상의 샘플을 접수한다]을 포함하는 2개 이상의 샘플 및 저장 또는 프록셀(proxel) 어레이를 생성하는 화소를 포함하는 화소 어레이를포함하는 복조 센서를 특징으로 한다.

[0018] 양태들에서, 화소는, 입사광(incoming light)이 전하 캐리어를 발생시키는 광민감성 영역 및, 다수의 저장 위치

들 중의 전하 캐리어를 전송시키는 복조/상관관계기를 포함한다.

[0019] 화소에 의해 발생된 샘플을 상응하는 저장 요소로 전송시키는 전송 시스템이 바람직하게 제공된다. 예들에서, 전송 시스템은 저장 요소들에 의해 접수된 샘플들을 아날로그에서 디지탈적으로 변환시킨다.

[0020] 일부 경우에, 저장 요소들은 포화시키기 위한 샘플을 접수하는 저장 노드(node)를 모니터링한다. 샘플들을 접수하는 상이한 크기의 저장 노드들이 또한 제공될 수 있다. 부조화 취소는 또한 깊이 정보를 측정하기 위한 포스트 처리에 따라 수행될 수 있다.

[0021] 일반적으로, 또다른 양태에 따라, 본 발명은 변조 광 및 복조 센서를 발생하는 광원을 포함하는 타임 오브 플라이트 카메라 시스템을 특징으로 한다. 센서는, 저장 요소를 포함하는 저장 어레이 및 변조된 광의 2개 이상의 샘플을 각각 생성하는 화소를 포함하는 화소 어레이를 포함한다. 각각의 저장 요소는 화소들 중의 상응하는 하나로부터의 2개 이상의 샘플을 접수한다.

[0022] 일반적으로, 다른 국면에 따라, 본 발명은 변조된 광의 2개 이상의 샘플을 각각 생성하는 화소를 포함하는 화소 어레이에서 변조된 광을 탐지하고, 각각의 화소로부터의 2개 이상의 샘플을 저장 어레이로 전송시키며, 화소들 중의 상응하는 하나로부터의 저장 어레이의 저장 요소에서 2개 이상의 샘플을 접수하는 것을 포함하는 복조 방법을 특징으로 한다.

[0023] 부분들의 구성 및 조합, 및 기타 이점들의 각종 신규한 상세한 사항들을 포함하는 본 발명의 상기한 및 기타 특징은 이제 첨부한 도면들을 참조로 하여 보다 특별히 기술될 것이며 특허청구범위에서 지적될 것이다. 본 발명의 원리 및 특징은 본 발명의 영역으로부터 벗어나지 않고 각종 및 다수의 양태들에서 사용될 수 있다.

[0024] 첨부한 도면들에서, 참조 특징부(reference character)는 상이한 도면 전반에 걸쳐서 동일한 부분을 나타낸다. 도면들은 필수적으로 축척을 나타내지 않으며, 본 발명의 원리를 설명함에 있어서 대신 강조가 되었다.

[0025] 바람직한 양태들의 상세한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 원리들에 따라 구성된 복조 센서(100)를 나타낸다.

[0027] 설명된 구조(architecture)는 요소들을 꺼내는데, 이는 전형적으로 화소 내부에서 통합되지만 광 검출(photo detection)이 필수적으로 필요하지는 않으며, 화소 밖으로부터 요소들을 기본적으로 저장하고 종종 가공하는 물리적으로 분리된 요소들 내로 통합되며, 저장 요소 또는 프록셀로 명명된다. 결과적으로, 센서는 추가의 처리, 정보의 저장 및 판독을 위해 사용되는 x X y 화소의 화소 어레이(110) 및 x X y의 저장 또는 프록셀 어레이(150)를 포함한다. 대개, x 및 y는 100보다 크며, 바람직하게는 200보다 크다. 일부 예에서, x, y는 1000보다 크다. 2개의 어레이는 칩 위에 서로에 대하여 물리적으로 중첩되지 않는 바람직하게는 이산 어레이로 서로 물리적으로 분리된다.

[0028] 다수의 기능들이 당해 프록셀 어레이(150)에서 바람직하게 처리된다. 따라서, 센서(100)는 화소 어레이(110) 및 프록셀 어레이(150)를 포함하며, 여기서 각각의 프록셀(310)은 바람직하게는 하나의 특별한 화소(210)와 연결되고 이와 결합된다.

[0029] 프록셀 어레이(150)가 하나의 인접한 어레이일 필요는 없다. 예들에서, 프록셀 어레이(150)는 화소 어레이(110)를 둘러싸는 2개, 3개 또는 4개의 매트릭스로 분할된다.

[0030] 화소(210)의 프록셀(310)으로의 데이타 전송은 화소 판독 디코더(182)에 의해 변조되며 전송 또는 연결 시스템(180)을 통해 전송된다. 화소 리드아웃 디코더(182)는 화소(210)을 선택하며 연결부(180)를 상응하는 프록셀(310)로 설정한다. 바람직하게는, 화소 장(pixel field; 110)의 판독은 열-방식(row-wise)으로 수행된다. 따라서, 판독 디코더(readout decorder)는, 이후에 프록셀 장(150)내의 프록셀(310)의 상응하는 열에 연결되는 화소 장(110)의 하나 이상의 열을 선택한다. 이 경우, 전송 또는 연결 시스템(180)의 연결 선들은 행 내의 모든 화소에 의해 공유된다. 화소 판독을 추가로 가속시키기 위하여, 다수의 열들을 선택하고 또한 전송시킬 수 있다.

[0031] 센서(100)에 추가로 포함되는 것은 프록셀의 판독을 변조하기 위한 프록셀 판독 디코더(186)이다. 임의의 시그날 포스트 처리 블록(184)은, 예를 들면, n개의 획득된 샘플들을 기준으로 한 아날로그 대 디지탈 변환 및/또는 계산 상/깊이 정보를 위해 제공된다.

[0032] 화소 어레이(110)와 프록셀 어레이(150) 사이의 전송 또는 연결 시스템(180)은 일부 양태에서 아날로그 대 디지탈 컨버터를 포함하며 프록셀 어레이에 도달하고 처리된 정보는 따라서 디지탈이다.

[0033] 도 2는 본 발명의 센서(100)를 사용하는 3D TOF 카메라의 전형적인 적용을 나타낸다.

[0034] 보다 구체적으로, 가능한 반사기 또는 돌출 광학장치(512)를 갖는 광원 또는 방사기(emitter; 510)는 카메라로부터 범위 R에서 3-D 장면(516)에서 지향되는 조저되 광(514)를 생성한다. 장면(516)으로부터의 복귀 광(518)은 대물 렌즈 시스템(520)에 의해 수집되고 가능하게는 밴드패스 여과(bandpass filtering)되어 광 방사기(510)에 의해 방사된 파장에서의 유일한 광이 투과되도록 한다. 영상은 TOF 센서(100)의 화소 어레이(110)에서 형성된다. 변조 장치(522)는 TOF 검출기 칩(100)의 샘플화와 함께 광 방사기(510)의 변조을 조직화한다. 이는 동시 복조를 일으킨다. 즉, 화소 어레이(110)의 화소(210) 각각에서 발생되는 샘플은 광 방사기(510)의 변조과 일치하게 저장 또는 프록셀 어레이(150)에서 화소 내의 저장 벅켓(storage bucket) 또는 위치에 저장된다. 변조 시그날의 종류는 사인(sine)에 제한되지 않지만, 간략히 하기 위해, 사인파 변조만을 설명을 위해 사용한다.

[0035] 정보 또는 샘플이 저장 또는 프록셀 어레이(150)로 전송된 다음, 변조 장치(522)에 의해 판독되며, 당해 장치는 이후에 칩(100)에 의해 발생된 샘플을 이용하는 3D 영상 표시를 재구성하여 장면에 대한 범위 r이 칩(100)의 화소 각각에 대하여 생성되도록 한다.

[0036] 사인파 변조의 경우에, 각각의 화소/프록셀에 의해 발생된 n = 4 샘플 A0, A1, A2, A3을 이용하여, 변조 시그날의 3개의 결정적인 변조 파라메터 진폭 A, 오프셋 B 및 상 변환 P는 다음 등식으로 수득된다:

[0037] A = sqrt [(A3 - A1)^2 + (A2 - A1)^2] / 2

[0038] B = [A0 + A1 + A2 + A3] / 4

[0039] P = arctan [(A3 - A1) / (A0 - A2)]

[0040] 광학 시그날을 동시에 복조할 수 있는 센서(100)의 각각의 화소(210)를 사용하여, 변조기 장치(522)는 3D 영상을 실시간으로 전달할 수 있는데, 즉 30 헤르쯔(Hz) 이하, 또는 이 이상까지의 프레임 속도(frame rate)도 가능하다. 연속적인 사인 변조은 방출된 시그날과 접수된 시그날 사이의 상 지체(P)를 전달하는데, 이는 거리 R에 직접 상응한다:

[0041] R = (P*c) / (4*pi*fmod)

[0042] 상기식에서,

[0043] fmod는 광학 시그날(514)의 변조 주파수이다. 전형적인 최신 변조 주파수는 수 MHz 내지 수백 MHz 또는 GHz까지의 범위이다.

[0044] 도 3은 상이한 기능성 블록을 갖는 복조 화소(210)를 설명한다. 지장을 주는 광은 화소(210)의 광-민감성 영역(212)에서의 전하 캐리어(charge carrier)에서 변환된다. 전형적으로, 측방향 전기 드리프트 장(lateral electrical drift field)이 광-민감성 영역(212)에 제공되어 전하 캐리어를 복조기/상호관련기(218)로 스위핑(sweeping)하는데, 이는 광-발생된 전하를 교호 방식으로 n개의 상이한 저장 위치 220A, 220B 내지 220N으로 전송시킨다. 상이한 위치 220A, 220B 내지 220N으로의 전송은 전형적으로 광원(510)의 변조과 일치되게 수행된다.

[0045] 저장 위치(220)를 n개의 샘플을 사용하여 판독하기 전에, 많은 복조 화소는, 예를 들면, 일반적인 모드 억제를 위해 화소내 처리(in-pixel processing; 222)을 포함한다. 이의 가장 간단한 형태에서, 복조 화소(210)는 단지 민감성 영역(212), 상관관계기/복조기(218), 저장 위치(220) 및 판독부(224)를 포함한다.

[0046] 감지부(212) 및 복조부(218)는 이의 전문이 본원에서 참조문헌으로 포함되는, 미국 특허 제7,498, 621 B2호에 기술된 바와 같은 역학적 측방향 드리프트 장(dynamic lateral drift field), 또는 이의 전문이 본원에서 참조문헌으로 포함되는 미국 공개 특허공보 제2008/0239466 A1호에 기술된 바와 같은 정적 측방향 드리프트 장을 사용하여 수행할 수 있다. 각종 접근방법들이 정적 측방향 드리트트 장 원리[참조: B. Buettgen, F. Lustenberger and P. Seitz, Demodulation Pixel Based on Static Drift Fields, IEEE Transactions on Electron Devices, 53(11):2741-2747, November 2006, Cedric Tubert et al., High Speed Dual Port Pinned-photodiode for Time-Of-Flight Imaging, International Image Sensor Workshop Bergen 2009, and D. Durini, A. Spickermann, R. Mahdi, W. Brockherde, H. Vogt, A. Grabmaier, B. Hosticka, "Lateral drift-field

photodiode for low noise, high-speed, large photoactive-area CMOS imaging applications", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, 2010]를 기준으로 하여 공개되어 왔다. 다른 방법들은 광민감성 영역(212) 및 물리적으로 분리된 복조 부위(218), 예를 들면, 대부분의 전류를 변환시킴에 의해 보조된 광-검출[참조: M. Kuijk, D. van Niewenhove, "Detector for electromagnetic radiation assisted by majority current", September 2003, EP 1 513 202 A1], 또는 토글링 대형 전송 게이트(toggling large transfer gate)를 기본으로 한 방법[참조: U.S. 5,856,667, US 6,825,455, 및 US 2002/0084430 A1]을 갖지 않는다. 이러한 감지/복조 방법 모두는 본원에서 보완될 수 있다.

[0047] 도 4는 저장 요소 또는 프록셀(310)의 기능을 나타낸다. 추가의 처리 장치(312)는 연합된 화소로부터의 시그날의 추가의 처리을 제공하고, 정보 저장 장치(314)는 발생된 정보를 저장하며, 데이타 판독 장치(316)는 정보 판독이 가능하도록 한다. 화소 매트릭스(110)를 판독하는 대신에, 프록셀 어레이(150)가 판독된다.

[0048] 본 기술을 사용하는 복조 센서는 다수의 이점을 제공할 수 있다. 예를 들면, 화소 크기는 모든 개개 화소의 충전 인자 및 데이타 품질을 포기하지 않고 감소시킬 수 있다. 이는 또한 화소의 출력에 적용되는 더 많은 처리 단계의 통합을 위한 높은 유연성을 제공할 수 있다. 이들은 역학적 범위 증진, 화소 방식의 통합 시간 변조, 전하 과유동 능력을 제공하는 수개의 저장 용량, 용량 변환에 의한 배경 억제, 복조 화소가 사용되는 경우 샘플링 지점의 수 증가, 및 통합 기간으로부터 화소 내부의 부조화 문제점을 제거하기 위한 통합 기간까지의 프록셀에서의 적절한 용량 변환을 포함한다.

[0049] 도 5는 화소(210)의 화소 어레이(110) 및, 프록셀(310)의 제1 프록셀 어레이(150A) 및 제2 프록셀 어레이(150B)를 포함하는 스플릿 프록셀 어레이를 갖는 센서를 나타낸다. 프록셀 어레이의 반을 상부(150B) 위에 놓고 나머지 반(150A)을 화소 어레이(110) 하부에 놓음으로써, 화소(210)로부터 프록셀(310)으로의 시그날 변환이 데이타 유동의 평행화에 의해 가속된다. 더욱이, 프록셀 어레이를 분할시키면 설계내의 공간 제한을 감소시킨다.

[0050] 마찬가지로, 시그날 포스트 처리은 제1 프록셀 어레이(150A)에 대한 제1 시그날 포스트 처리 장치(184A) 및 제2 프록셀 어레이(150B)에 대한 제2 시그날 포스트 처리 장치(184B) 내로 분할시킨다. 2개의 프록셀 판독 디코더(186A, 186B)가 유사하게 제공된다.

[0051] 다음에는, 일부 더 많은 프록셀 디자인이 기재된다. 이들 기능성을 모든 화소 내로 통합시키는 것은 단지, 화소 어레이 밖으로의 처리의 특별한 단계를 배제시킴으로써 간접적으로 가능하게 된다. 예들은 프록셀 어레이 내에 통합된 기능성을 지적하기 위한 화소(210)와 프록셀(310) 사이의 2개의 연결을 나타낸다.

[0052] 추가로, 상이한 예들을 용이하게 조합할 수 있다.

[0053] 도 6은 광-민감성 화소 어레이로부터의 전하 저장 요소의 분리를 나타낸다. 보다 구체적으로, 화소(210)는 전송 또는 연결 시스템(180)에서의 임의의 수의 출력 라인들을 갖는다. 설명적 실시예에서, 화소 출력의 수는 2개, n=2이지만, 다른 양태에서는 n=4 이상이다. 프록셀은 동일한 수의 저장 노드(314A, 314B)(용량으로 나타냄)를 제공한다. 완충제 요소 또는 판독 증폭기(316A, 316B)는, 프록셀 판독 디코더(186)에 의해 변조된 선택 시그날 콜드 프록셀_판독(select signal called Proxel_readout)에 의해 활성화되는 경우 저장 노드(314A, 314B)에 의해 저장된 아날로그 값의 판독이 가능하게 한다. 화소(210)로부터 프록셀(310)로의 정보(전하)의 전송은 두개의 요소들을 스위치(318A, 318B)를 통해 출력 연결 선(180)에서 함께 연결하여 실현된다. 이들 스위치는 화소 판독 디코더(182)에 의해 변조되는 신호 콜드 화소 판독에 의해 활성화된다.

[0054] 도 7은 프록셀(310) 위의 자동 통합 변조을 위해 허용되는 하나의 양태를 나타낸다. 후속적인 부-영상(sub-image)들이 포획되고 전송 또는 연결 시스템(180)을 통해 화소(210)로부터 프록셀(310)으로 전송된다. 화소(210)의 정보가 프록셀(310)에서 축전기(capacitor; 314A, 314B) 위의 부-영상에 대하여 저장되고 통합된다. 이들의 전압이 참조 전압, 예를 들면, 포화 표시 한계(saturation indicating threshold)를 교차하는 경우, 비교기(320)는 스위치(322A, 322B)를 변조함으로써 모든 후속적인 정보 전송 공정을 탈활성화시킨다. 복조 화소(210)의 경우, 수개의 샘플들이 저장될 필요가 있을 수 있는 경우, 단일 샘플의 포화가 다시 공급되어 획득의 후속적인 부-영상을 위한 프록셀(310)에서의 모든 샘플의 스위치(322)를 바람직하게 개방한다.

[0055] 도 8은 더 큰 역학적 범위로 작동할 수 있도록 하는 프록셀(310)에 대한 하나의 예를 나타낸다. 광-발생된 전하는, 전송 또는 연결 시스템(180)을 통해 화소(210)로부터, 프록셀(310)에서 각각의 화소 출력에 대한 제1 정전용량(326A, 326B) 상으로 전송된다. 전압이 참조 전압 Vr2를 연장시키면, 전하는 중간 정전 용량(328A, 328B)으로 유동한다. 전압이 Vr1을 초과하면, 전하는 큰 정전용량(330A, 330B)으로 유동하며, 여기서 Vr1<Vr2이다. 따라서, 이러한 형태에서, 낮은 시그날이 고 민감성을 제공하는 작은 정전용량 위에서 통합된다. 크거

나 강한 시그날은 큰 정전용량에서 통합되는데, 이는, 외부, 낮시간 작동과 같은, 고 배경 광 수준을 갖는 환경에서 센서가 작동할 수 있도록 하는, 낮은 출력 민감성이지만 증가된 역학적 범위를 의미한다.

[0056] 도 9는, 화소(310)가 DC 억제능을 갖는 하나의 양태를 나타낸다. 전형적으로, 복조 화소는 특정한 수의 샘플링 출력을 제공하며 종종 이들 샘플 값들 사이의 차이가 필요하다. 아날로그 도메인에서 샘플들을 공제(subtracting)함으로써, 정보 추출에 기여하지 않지만 조기 포화를 유도하는 DC 요소들을 억제할 수 있다.

[0057] 프록셀(310)은 2개의 화소 출력 위에 적용된 DC 억제 전기회로망이다. 이들 전기회로망들 중의 수개가, 훨씬 더 많은 화소 출력을 감할 필요가 있는 경우, 프록셀 내에 통합될 수 있었다.

[0058] 변환의 적합한 타이밍에 의해, 후속적인 부-영상 위에 통합된 채널들 사이의 DC 요소을 감하고 축전기(314) 위에 통합할 수 잇다.

[0059] 차등적인 출력(332)을 판독 동안 버퍼링을 위해 사용한다.

[0060] 복조 화소의 샘플 출력은 일반적으로 탭(tap)으로 언급된다. 따라서, 2-탭 복조 화소는 n=2 샘플 출력을 제공한다. 당해 화소가 0°, 90°, 180° 및 270° 의 동거리(equidistant)에서 4회 사인파적으로 강도-변조된 광파를 샘플링하기 위해 실시예에 사용되는 경우, 2개의 후속적인 측정을 수행할 필요가 있다. 제1 측정은, 예를 들면, 0° 및 180° 에서 샘플들을 출력하며 제2 통합 사이클은 90° 및 270° 상에서 샘플을 제공한다.

[0061] 그러나, 4-탭 화소 구조가 이용가능한 경우, 모든 n=4 샘플은 하나의 획득 사이클 내에서 수득된다. 프록셀 접근방법은 1회의 단일 획득 사이클 내에 모든 4개의 샘플을 수득하기 위한 2-탭 화소 구조를 사용할 수 있도록 한다. 프록셀(310)을 사용하여 샘플 수를 n=2에서 n=4로 증가시킨다.

[0062] 일반적으로, 이 개념은 임의의 탭 수의 화소 구조 및, 수를 임으로 증가시키는 프록셀 구조로 연장시킬 수 있다.

[0063] 도 10은 2-탭 화소 구조를 4-탭 프록셀 구조로 변환시키는 특별한 경우를 나타낸다. 스위치(344) 및 (348)는 작동의 제1 상 동안에 폐쇄된다. 전송 또는 연결 시스템(180)의 출력 라인 위의 화소(210)로부터의 전하는 스위치(344) 및 (348)의 폐쇄에 의해 0/180° 정보의 포획 동안 전하 저장 위치(336, 340)로 전송된다. 다음 상 동안에, 출력 라인(180) 위의 화소(210)로부터의 전하는 스위치(346) 및 (350)의 폐쇄에 의해 90/270° 정보의 포획 동안 전하 저장 위치(338, 342)로 전송된다.

[0064] 도 11은 도 10에 상응하는 타이밍 다이아그램이다. 각각의 통합 공정에 있어서, 샘플링 공정은 상 0/180° 및 90/270° 의 획득 사이에서 스위칭된다. 0/180 활성화된 및 90/270 활성화된 디지탈 시그날은, 어떠한 샘플이 현재 0° 및 180° 또는 90° 및 270° 중의 하나를 획득하는지를 측정한다. 이러한 스위칭 계획에 따라, 화소의 2개의 출력 값들이 프록셀(310)에서 상응하는 통합 단계(336, 340 또는 338, 342) 상으로 전송된다. 프록셀(310)에서의 스위치(344, 346, 348, 350)은 0/180_활성화된 및 90/270_활성화된 시그날에 의해 변조된다.

[0065] 화소의 4개의 출력은, 샘플이 나타내는 특별한 상 값에 따라 Out_0, Out_90, Out_180 및 Out_270으로 나타낸다.

[0066] 도 12는 아날로그 경로들 사이의 화소내 부조화를 보상하도록 하는 프록셀 회로를 나타낸다. 전송 또는 연결 시스템(180)에서 2개의 출력을 갖는 복조 화소(210)의 예를 참조하면, 화소 출력은 스위치(356) 및 (360)을 폐쇄한 다음, 스위치(358) 및 (362)를 폐쇄함으로써 프록셀(310)에서 2개의 통합 요소 또는 저장 노드(352, 354)에 교호적으로 연결된다. 이러한 교호는 하나의 완전한 획득 사이클 내의 후속적인 통합 공정들 사이에서 수행된다. 적어도 2개의, 그러나 바람직하게는 다수의 후속 영상들이 하나의 완전한 획득 사이클 내에서 획득된다.

[0067] 도 13은 후속적인 통합 공정을 위한 화소-프록셀 연결의 변화를 보다 상세히 설명하는 타이밍 다이아그램을 나타낸다. 시그날 부조화 요소(signal mismatch comp) 및 비 부조화 요소(not mismatch comp)는, 화소의 출력(180)과 화소의 통합 노드(352, 354) 사이의 연결을 실현하는 상응하는 스위치(358/362) 및 (356/360)을 각각 변조한다. 화소 작동은 이에 따라 교호적일 필요가 있어서 물리적 출력 rud로가 부조화 요소 및 비 부조화 요소 각각과 함께 변하지만, 논리적 샘플 값은 항상 화소내의 동일한 통합 요소에 연결된다.

[0068] 도 14는 정보를 디지탈 도메인으로 변환시키는 프록셀 전송 또는 연결 시스템(180)을 나타낸다. 따라서, 프록셀(310)은 이제 디지탈 값들을 처리한다. 도 14에서의 설명은 출력 라인(output line)당 하나의 아날로그 대 디지탈 컨버터를 나타낸다. 명세서에 따라, 기타의 아날로그 대 디지탈 변환 셋업, 예를 들면, 멀티플레스화된, 연속화된, 파이프라인화된 또는 조합을 상상할 수 있다. 디지탈 도메인 내로의 변환은 프록셀(310)에서 상이한 방법으로 데이타를 처리하기 위한 많은 가능성들을 연다. 위에서 언급한 처리 작업, 예를 들

면, 통합, 부조화 취소, 샘플 수의 증가, 배경 공제(subtaction), 또는 다양한 민감성은 이제 프록셀(310) 내부에서 디지탈적으로 수행할 수 있다. 더욱이, 수개의 프록셀의 디지탈 비닝(digital binning)이 가능하다. 3D 영상화를 위한 복조 화소의 경우에, 프록셀은 이의 포스트-처리 완전 상/거리 계산으로 수행할 수도 있으며 보정(calibration), 예를 들면, 참조 측정의 공제를 수행할 수도 있다. 샘플화된 데이타를 디지탈 값으로 가능하게 변환시키는 것은, 전문이 본원에서 참조문헌으로 포함되는, 미국 특허공개공보 제US 2009/0021617A1호의, 화소 출력의 칩상의 시간 기준 디지탈 변환(On-chip time-based digital conversion)에서 Oggier, Lehmann, Buettgen에 의해 보다 상세히 설명된다.

[0069] 도 15는 전형적인 2-탭 복조 화소(210)의 타이밍 다이아그램을 나타낸다. 부조화 취소 접근법의 경우, 4개의 영상이 획득된다. 제1 획득에서, 출력(1)은 샘플을 0° 에서 공급하지만 출력(2)는 샘플을 180° 에서 포획한다. 이후에, 데이타는 오프-칩(off-chip)으로 전송하고 오프-칩으로 저장한다. 제2 획득은 90° 및 270° 를 포획한다. 샘플링 및 채널 부조화를 취소하기 위하여, 제3 획득은 제1 획득에 비하여 샘플링을 단지 역으로 한다. 출력(1)은 180° 를 전달하며 출력(2)는 0° 를 출력한다. 마지막 제4 영상에서, 출력(1)은 270° 에서 샘플화된 것을 포함하며 출력(2)는 90° 에서 샘플화된다. 두개의 채널의 4개의 영상 모두는 오프-칩을 전송시킨 다음 상, 진폭 및 오프셋을 계산하는 데 사용한다.

[0070] 도 16은 2-탭 화소 구조에서 동일한 부조화 취소 방법을 제공하는 센서(100)의 작동을 설명하는 타이밍 다이아그램이다. 샘플들의 상이한 통합은 훨씬 더 짧고 샘플들의 상이한 통합은 전체 영상 획득 동안에 더 양호하게 혼합되었다. 프록셀은 칩 상(on-chip)에서 중간체 저장이 가능하게 한다. 이는 더 신속한 판독을 허용하며 이러한 이유로 상이한 샘플들이 서로에 대하여 훨씬 더 근접하게 포획될 수 있으며 이에 따라 운동 인공물을 감소시킬 수 있다.

[0071] 도 17은 역학적 범위를 증진시키기 위한 센서(100)의 작동을 설명하는 타이밍 다이아그램이다. 서브-통합은 상이한 노출 시간을 갖는다. 각각의 프록셀(310)은 각각의 화소(210)에 대하여 후속적인 샘플의 품질을 평가한다. 일반적으로, 포화 및 시그날 대 노이즈가 점검된다. 양호한 품질의 경우, 후속적인 획득의 포획된 샘플 값이 프록셀에서 통합된다. 구체적인 예는 부조화 취소를 갖는 2-탭 화소 센서의 통합 및 출력 타이밍을 다시 나타낸다. 이러한 타이밍은 도 14로부터의 디지탈 변환 및 화소 뿐만 아니라 위에서 언급한 다른 모든 프록셀 양태들과도 조합하여 적용할 수 있다.

[0072] 요약하면, 화소의 신호 저장 성능을 열화시키지 않고 화소 크기를 다운-스케일링(down-scaling)하도록 하는 영상 센서의 디자인의 새로운 개념이 입증되어 왔다. 이러한 아이디어는, 중간 시그날 저장을 여전히 보장하는, 화소 내부의 절대적인 필요한 저장 노드만을 유지하는 것 및, 추가로 최종 저장 노드를 화소 장 밖의 저장 요소의 온-칩 어레이로 추출하는 것을 기본으로 한다. 더욱이, 각각의 요소가 특별한 화소에 연결되는, 요소들의 외부 어레이의 생성은 새로운 기능성을 가능하게 한다. 아날로그 및 디지탈 처리 전기회로망은 이제 화소의 광-민감성에 전혀 영향을 미치지 않고 매우 유연한 방식으로 센서-수준으로 통합될 수 있다. 각각의 화소에 대한 추가의 처리 단계들을 통합하는 유연성은 소위 복조 화소에 있어 이익이다. 화소 구조를 변조하지 않고, 예를 들면, 다중-샘플링 또는 화소내 부조화 보상과 같은 상이한 개념을 용이하게 성취할 수 있다.

[0073] 본 발명은 이의 바람직한 양태들을 참조로 하여 특별히 나타내고 기술하였지만, 당해 분야의 숙련가들은 형태 및 상세한 사항에서의 각종 변화가, 첨부한 특허청구범위에 의해 포함된 본 발명의 영역으로부터 벗어나지 않고 본원에 이루어질 수 있다는 것을 이해할 것이다.

발명의 효과

[0074] 본 발명에 따르면, 화소의 충전 인자를 상당히 감소시키지 않고 및 저장 노드를 훨씬 더 작게 만들어서 영상 품질을 열화시키지 않고 화소 크기를 수축시키는 문제점을 해결하며, 이는 개별적으로 각각의 화소의 시그널에 대한 특정한 추가의 포스트-처리 전기회로망의 거의 임의의 통합에 대한 가능성도 제공하고, 특히 타임-오브-플라이트 카메라의 운동 인공물을 최소로 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0075] 도 1은 광-민감성 화소 어레이 및 별도의 저장 또는 프록셀 어레이를 포함하는 전자 영상화 센서를 타나내는 개략적인 다이아그램이며, 이는 각각의 화소에 대한 추가의 처리 기능성 및 최종 저장 및 판독 능력을 제공한다.

도 2는 타임-오브-플라이트 카메라의 기본 원리를 설명한다.

도 3은 일반적인 복조 화소의 기능을 나타내는 블록 다이아그램이다.

도 4는 일반적인 화소의 기능을 나타내는 블록 다이아그램이다.

도 5는 정보를 화소로부터 프록셀로 변환시키기 위해 필요한 시간을 가속시키기 위한 하나의 화소 매트릭스 및 2개의 프록셀 어레이를 갖는 전자 영상화 센서를 나타내는 개략적인 다이아그램이다.

도 6은 유사한 도메인(domain)에서 전하 저장을 위한 프록셀을 나타내는 회로 다이아그램이다.

도 7은 통합 시간 변조 특징을 갖는 프록셀을 타나내는 회로 다이아그램이다.

도 8은 변화하는 출력 민감성을 갖는 프록셀을 나타내는 회로 다이아그램이다.

도 9는 DC 시그날 억제를 위한 회로를 갖는 프록셀을 나타내는 회로 다이아그램이다.

도 10은 복조 화소당 샘플링의 수를 증가시키기 위한 능력을 갖는 프록셀을 나타내는 회로 다아이그램이다.

도 11은 도 10의 프록셀에 대한 타이밍 다이아그램을 나타낸다.

도 12는 부조화 보상 능력을 갖는 프록셀을 나타내는 회로 다이아그램이다.

도 13은 도 12의 프록셀에 대한 타이밍 다이아그램을 나타낸다.

도 14는 아날로그 대 디지탈 변환기를 포함하는 화소-프록셀 연결을 나타내는 다이아그램을 나타낸다.

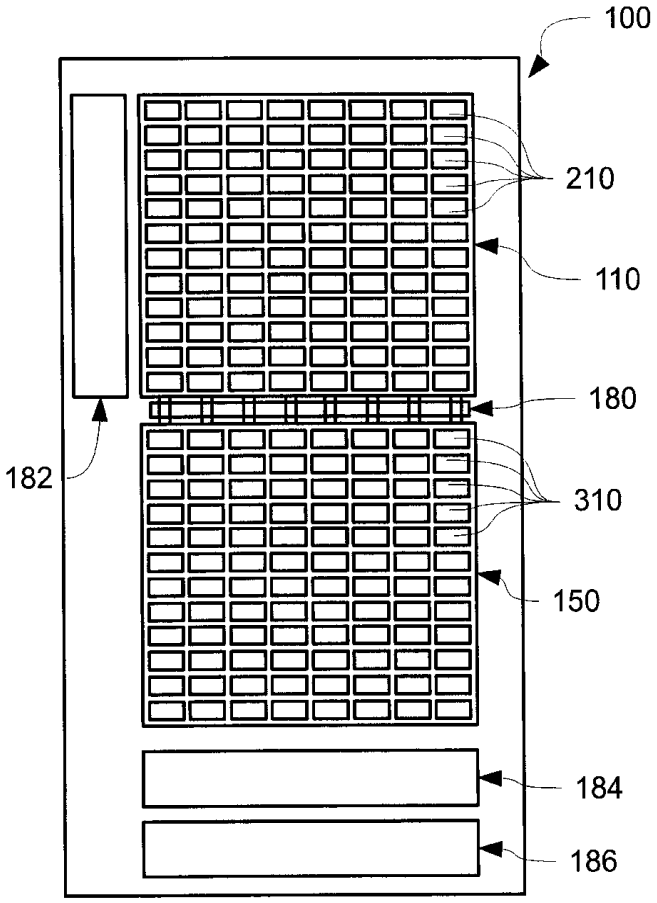
도 15는 본 발명을 사용하지 않는 2-탭 화소를 갖는 최신식 2-탭 복조를 기본으로 한 3D 영상 획득 타이밍을 나타낸다.

도 16은 별도의 화소 및 프록셀 어레이를 갖는 새로운 접근방식을 기본으로 한 도 15의 상응하는 타이밍 다이아그램을 나타낸다.

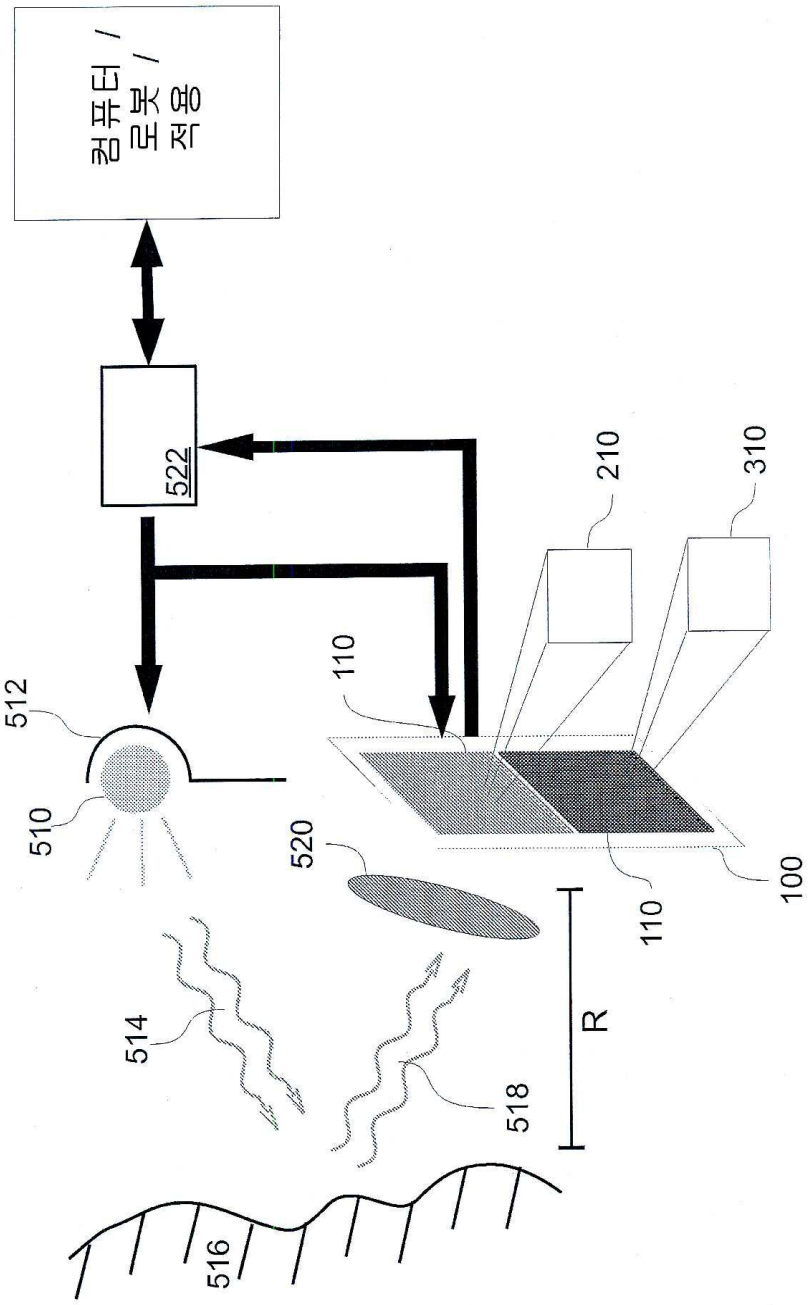
도 17은 변화하는 노출 시간에 따른 프록셀을 갖는 2-탭 화소의 타이밍 다이아그램을 나타낸다.

도면

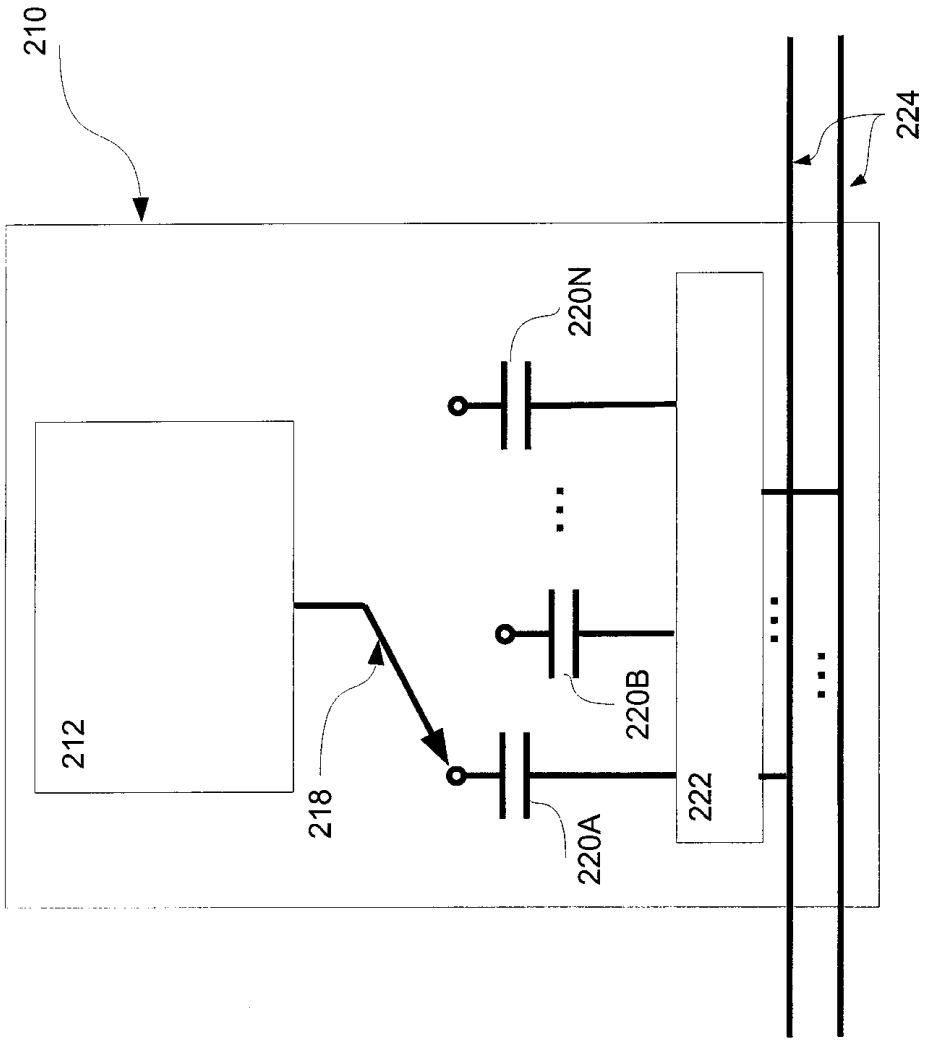
도면1



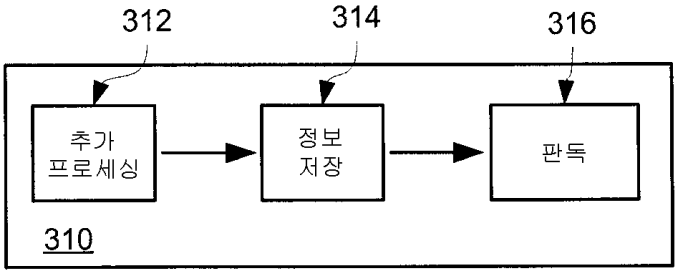
도면2



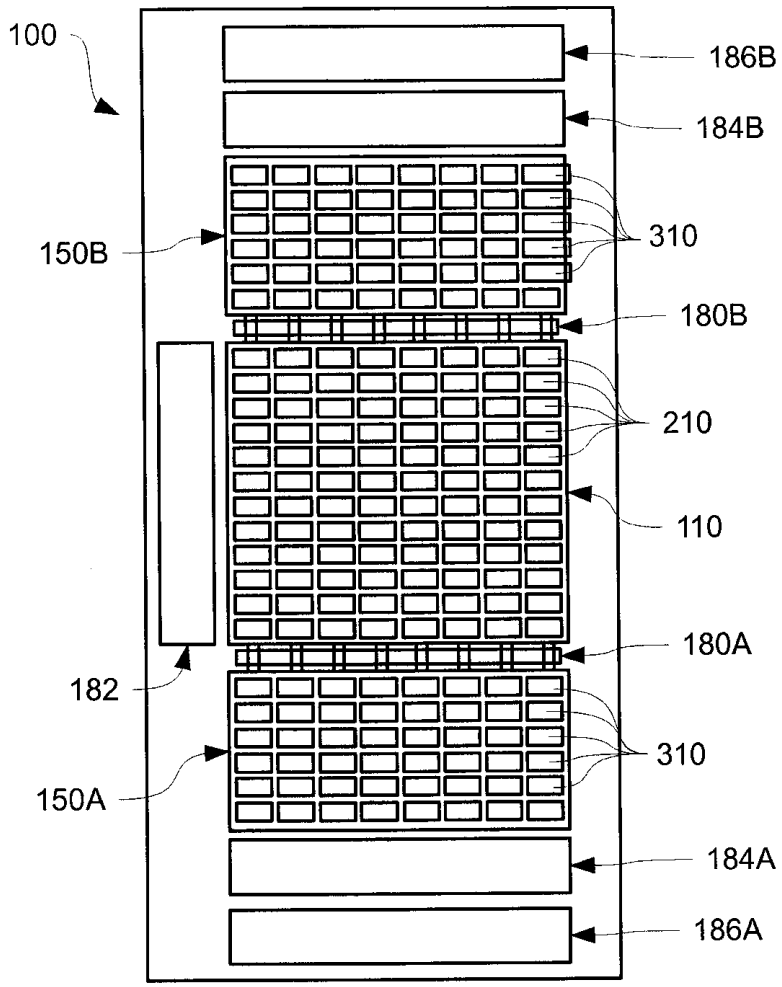
도면3


210
224
220N
212
218
220B
222
220A

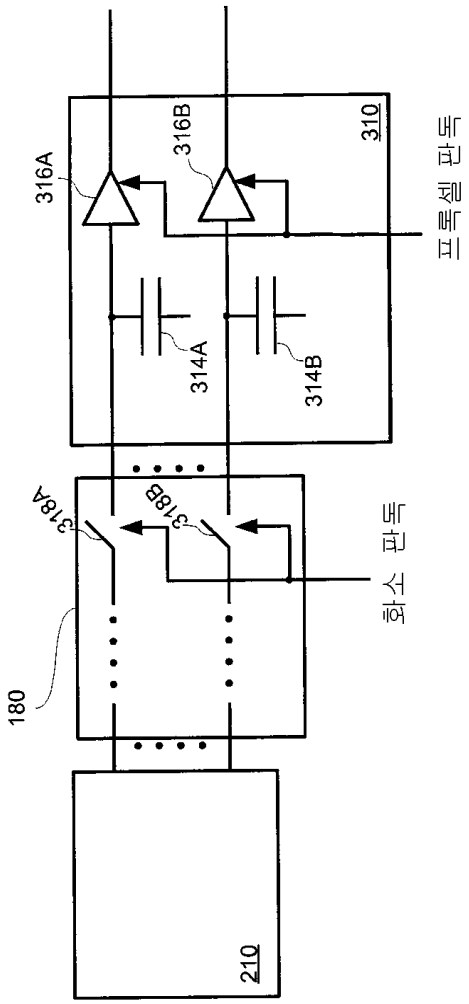
도면4


312
314
316
추가 프로세싱
정보 저장
판독
310

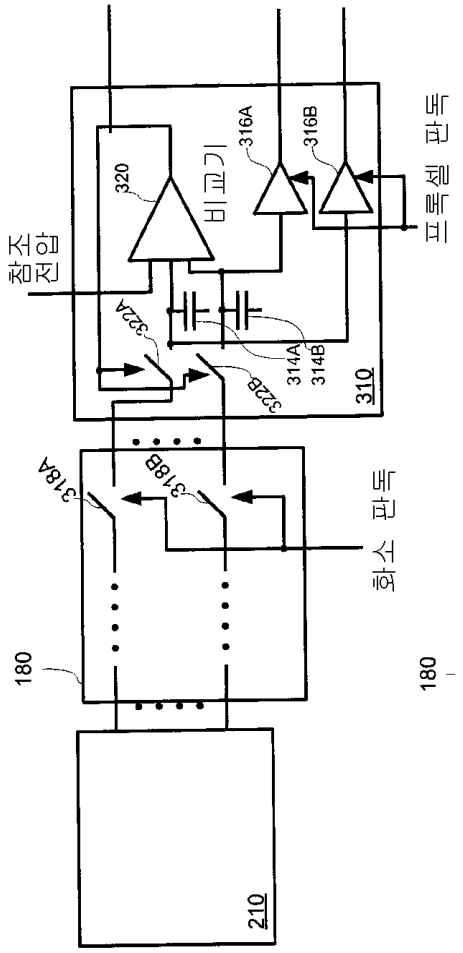
도면5


100
186B
184B
150B
310
180B
210
110
180A
182
310
150A
184A
186A

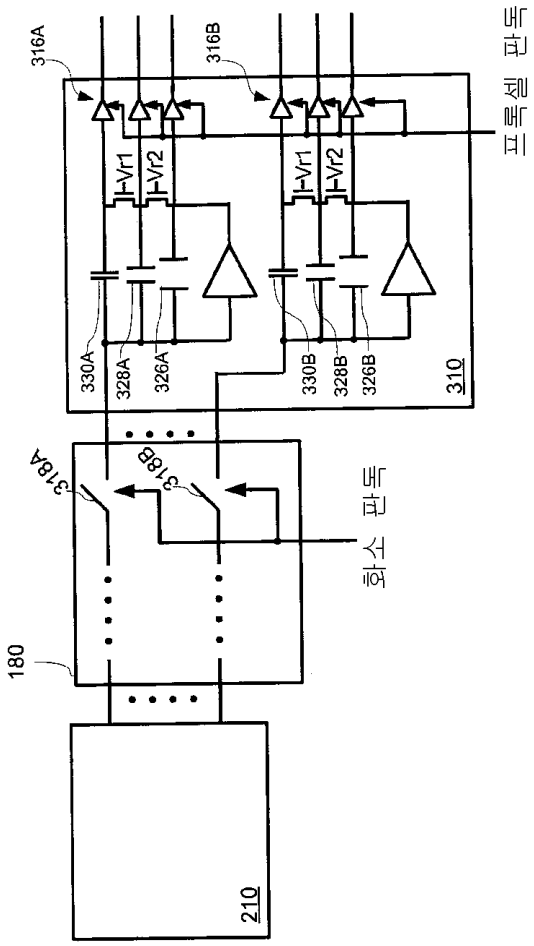
도면6



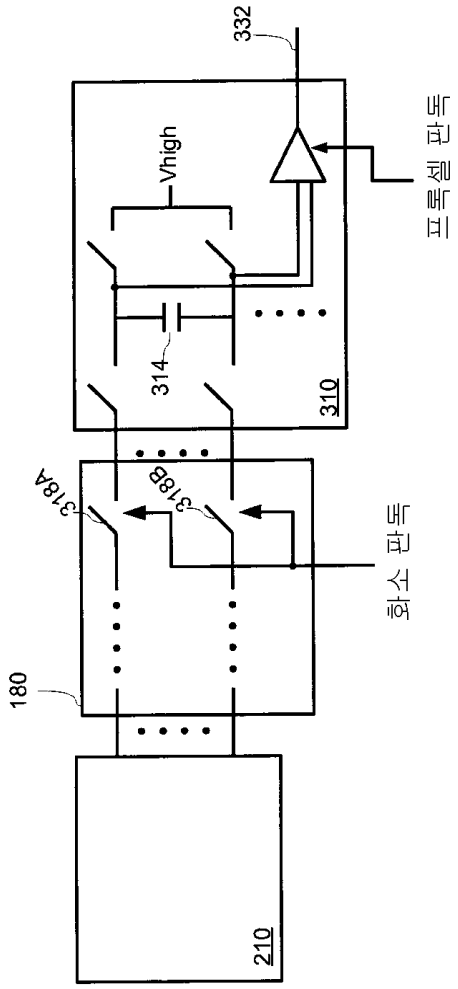
도면7


참조 전압
320
비교기
316A
316B
프록셀 판독
322A
322B
314A
314B
310
318A
318B
화소 판독
180
180
210

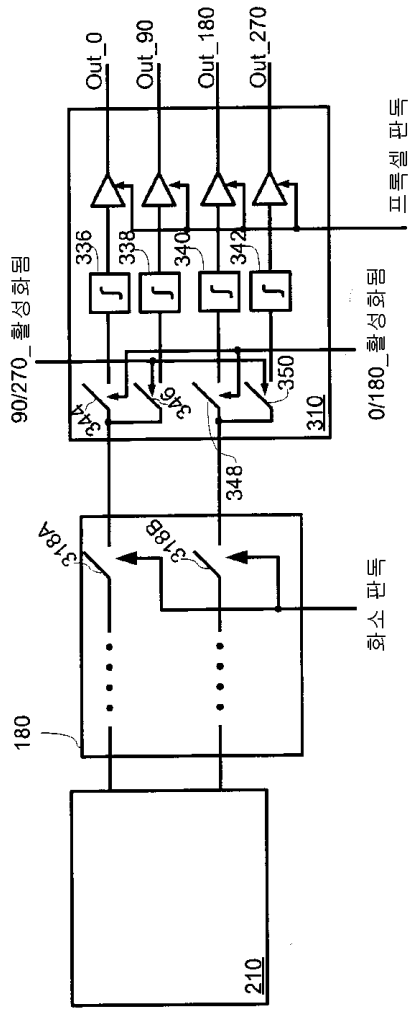
도면8


316A
316B
프록셀 판독
Vr1
Vr2
330A
328A
326A
330B
328B
326B
310
318A
318B
화소 판독
180
210

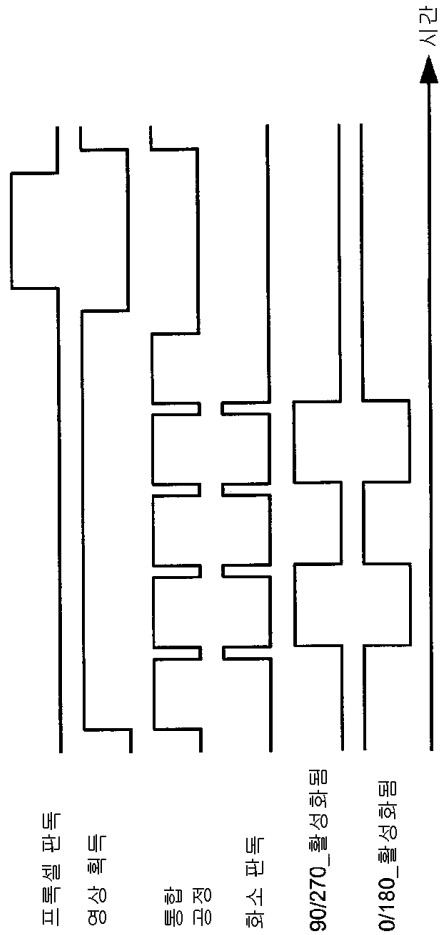
도면9



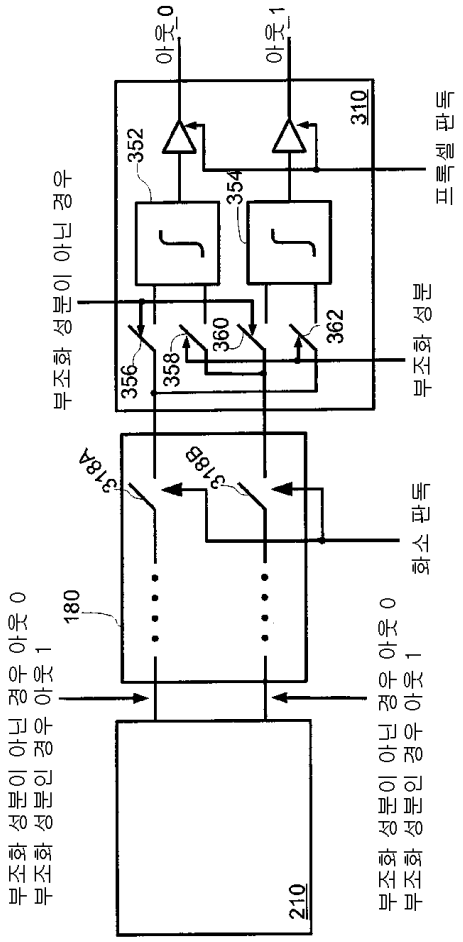
도면10


Out_0
Out_90
Out_180
Out_270
프로셀 판독
336
338
340
342
90/270_활성화됨
0/180_활성화됨
344
346
350
310
348
318A
318B
화소 판독
180
210

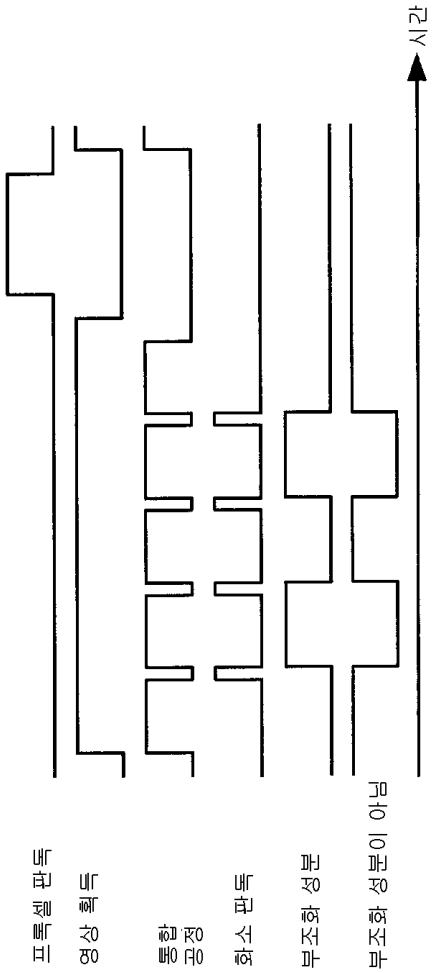
도면11



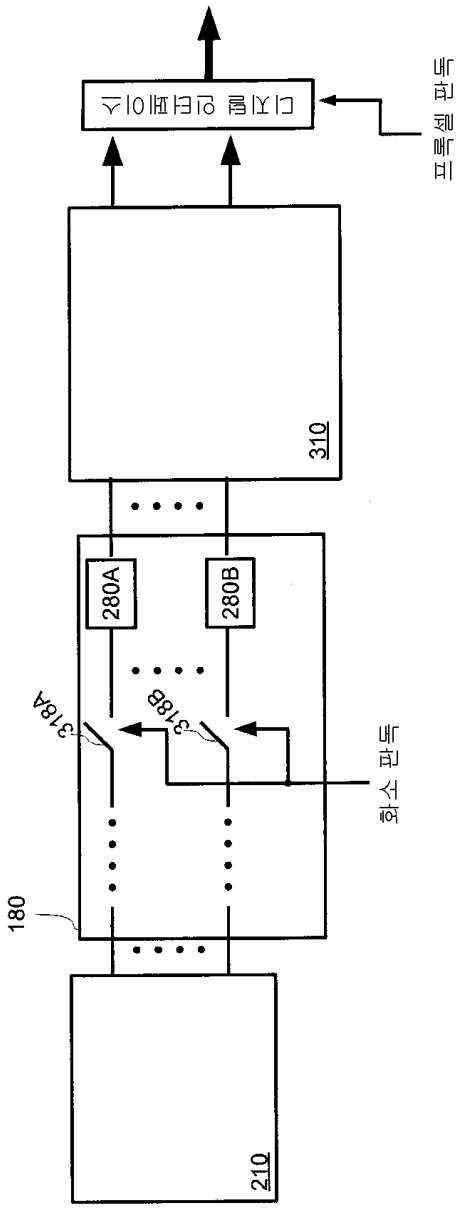
도면12


아웃0
아웃1
310
352
354
356
358
360
362
318A
318B
180
210
부조화 성분이 아닌 경우
부조화 성분인 경우
프로젝션 판독
부조화 성분
화소 판독
부조화 성분이 아닌 경우 아웃 0
부조화 성분인 경우 아웃 1
부조화 성분이 아닌 경우 아웃 0
부조화 성분인 경우 아웃 1

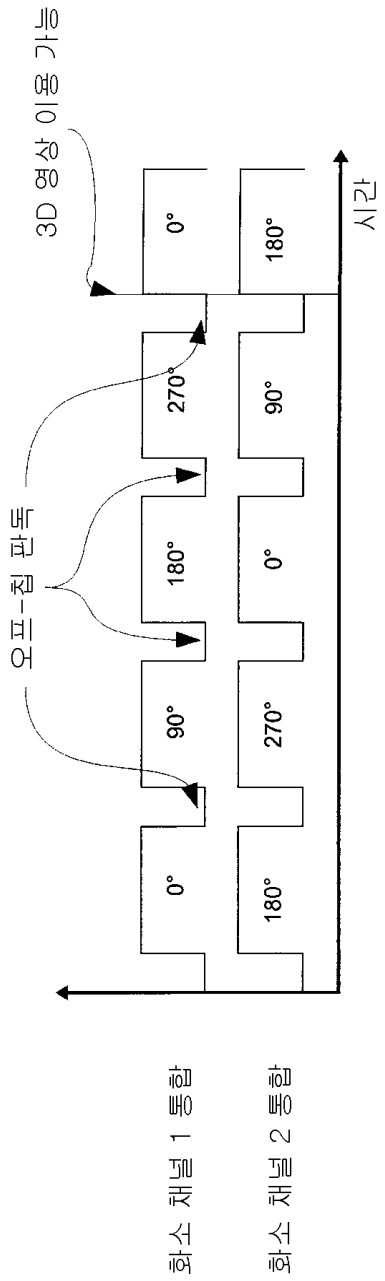
도면13



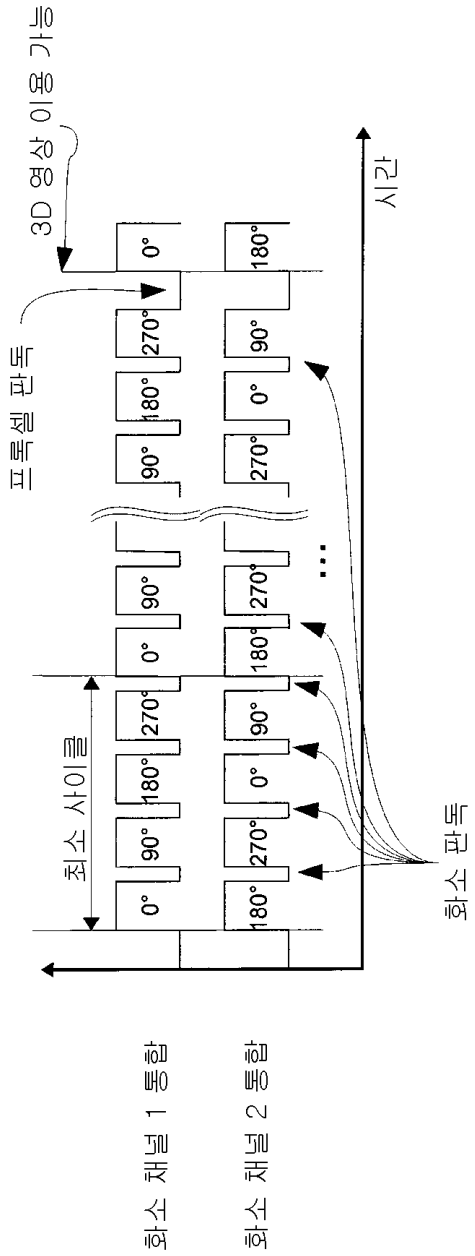
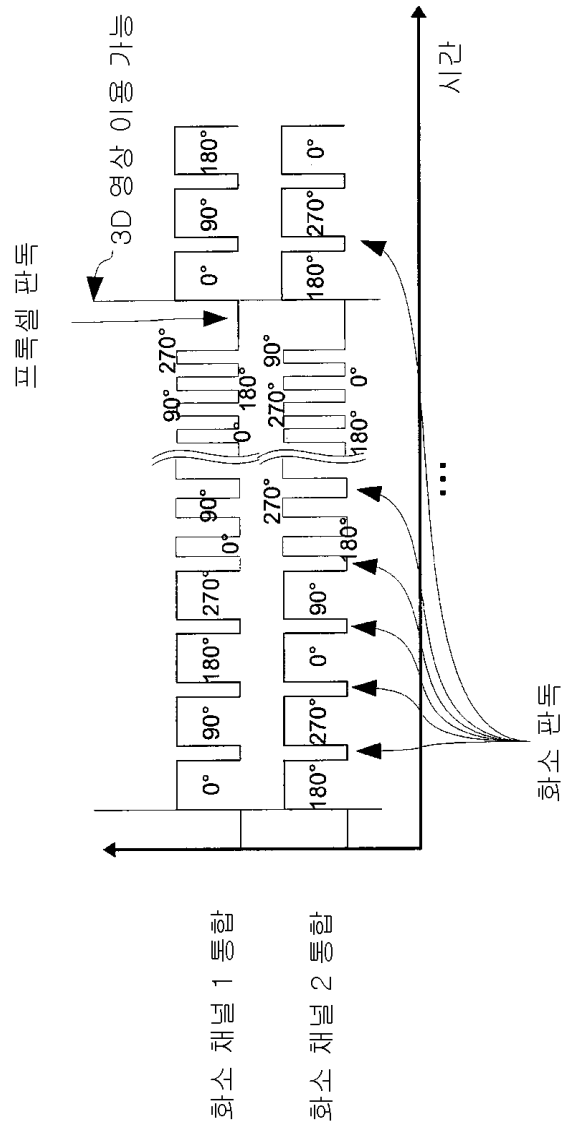
도면14



도면15


3D 영상 이용 가능
오프-칩 판독
0°
90°
180°
270°
0°
180°
270°
90°
0°
180°
시간
화소 채널 1 통합
화소 채널 2 통합

도면16



도면17