



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0105053
(43) 공개일자 2012년09월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H05B 37/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-7021284

(22) 출원일자(국제) 2011년01월13일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2012년08월14일

(86) 국제출원번호 PCT/IB2011/050151

(87) 국제공개번호 WO 2011/086517

국제공개일자 2011년07월21일

(30) 우선권주장

10150854.7 2010년01월15일

유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인

코닌클리즈케 필립스 일렉트로닉스 엔.브이.

네덜란드 엔엘-5621 베에이 아인트호펜 그로네보
드세베그 1

(72) 발명자

센크, 팀 코닐 빌헬무스

네덜란드 엔엘-5656 아에 아인트호벤 하이테크 캠퍼스 빌딩 44 내

데 브루이즌, 프레데릭 잔

네덜란드 엔엘-5656 아에 아인트호벤 하이테크 캠퍼스 빌딩 44 내

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

백만기, 양영준

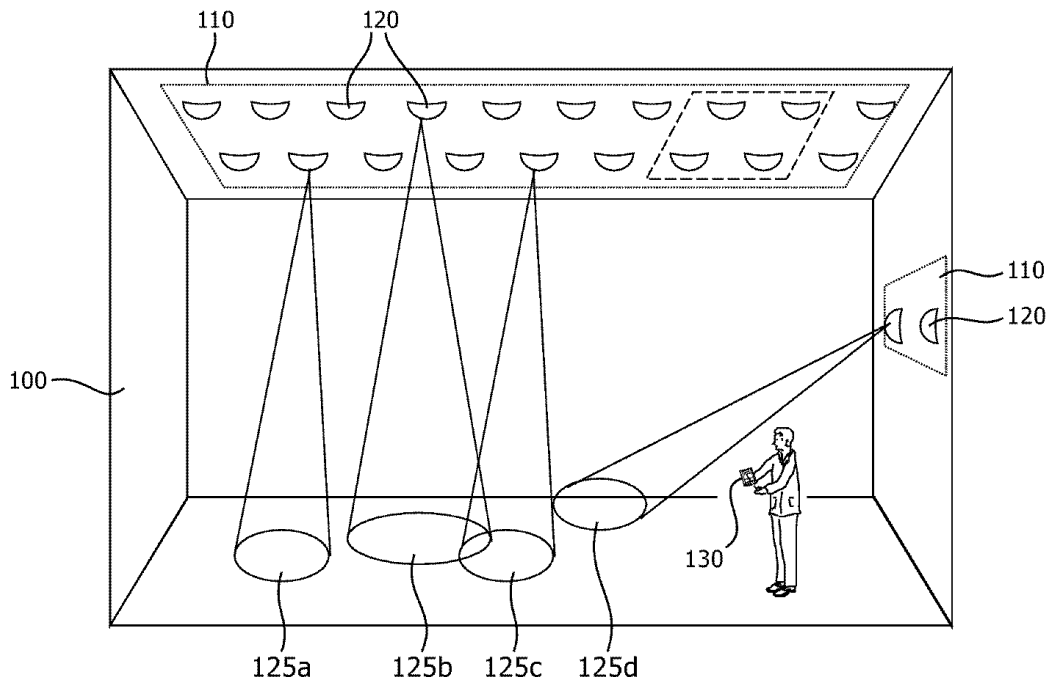
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 종래 카메라 센서를 이용한 가시광 통신을 위한 데이터 검출

(57) 요약

본 발명은 N개의 심볼들의 반복되는 시퀀스의 형태로 광원의 광 출력에 내장된 데이터를 결정하기 위한 검출 시스템에 관한 것이다. 검출 시스템은 카메라와 처리 유닛을 포함한다. 카메라는 셔터의 특정 열림/닫힘 패턴들을 통해 장면의 이미지들의 열을 획득하도록 구성된다. 처리 유닛은 N개의 심볼들의 반복되는 시퀀스를 결정하도록 획득된 이미지들의 열을 처리하도록 구성된다. 카메라의 각 프레임 시간 내에서 인코딩된 광의 상이한 심볼들을 캡처하기 위해 카메라의 셔터가 열려 있는 때를 주의 깊게 트리거링함으로써, 비교적 긴 프레임 시간을 가지는 종래의 카메라가 채용될 수 있다. 그러므로, 여기에 제시된 기술들은 종래 기술에서 이용된 것들과 같은 덜 비싼 카메라들을 이용하면서도 보이지 않는 "고 주파수" 코드 광을 검출하는데 적합하다.

대표도



(72) 발명자

블루터스, 루드

네덜란드 엔엘-5656 아에 아인트호벤 하이테크 캠퍼스 빌딩 44 내

페리, 로렌조

네덜란드 엔엘-5656 아에 아인트호벤 하이테크 캠퍼스 빌딩 44 내

특허청구의 범위

청구항 1

제1 코드에 포함된 N개의 심볼들의 반복되는 제1 시퀀스를 결정하기 위한 검출 시스템 - 상기 제1 코드는 조명 시스템의 제1 광원의 광 출력에 내장됨 - 으로서,

장면의 이미지들의 열(series of images)을 획득하도록 구성된 카메라 - 각각의 획득된 이미지는 복수의 픽셀들을 포함하고, 각각의 픽셀은 상기 장면 내의 상이한 물리적 위치에서의 상기 조명 시스템의 전체 광 출력의 세기를 나타내고, 상기 조명 시스템의 상기 전체 광 출력은 상기 장면 내의 적어도 하나의 물리적 위치에서의 상기 제1 광원의 광 출력을 포함하고, 상기 열은 적어도 N개의 상이한 이미지들을 포함하며, 상기 적어도 N개의 상이한 이미지들의 각각의 이미지는, 상기 N개의 심볼들의 반복되는 제1 시퀀스 내의 상이한 시간적 위치들에서의 하나 이상의 노출 인스턴스들을 포함하는 전체 노출 시간으로 획득됨 -; 및

상기 획득된 이미지들의 열을 처리하여 상기 N개의 심볼들의 반복되는 제1 시퀀스를 결정하도록 구성된 처리 유닛

을 포함하는 검출 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 획득된 이미지들의 열을 처리하여 상기 N개의 심볼들의 반복되는 제1 시퀀스를 결정하기 위해서, 상기 처리 유닛은,

상기 제1 코드를 상기 제1 광원의 광 출력에 내장하는데 이용되는 변조의 타입을 결정하고,

상기 결정된 변조의 타입에 기초하여, 상기 제1 코드의 상이한 심볼들을 구별하는 하나 이상의 임계들을 결정하며,

상기 제1 광원의 광 출력을 포함하는 상기 장면 내의 상기 적어도 하나의 물리적 위치에 대응하는 상기 획득된 이미지들의 열의 픽셀들의 시퀀스의 각각의 픽셀과 상기 하나 이상의 결정된 임계들 중 적어도 하나를 비교함으로써, 상기 N개의 심볼들의 반복되는 제1 시퀀스를 결정하도록

구성되는 검출 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 처리 유닛은, 상기 제1 광원의 광 출력을 포함하는 상기 장면 내의 상기 적어도 하나의 물리적 위치가 상기 제1 광원의 광 출력만을 포함한다는 것을 결정하도록 또한 구성되는 검출 시스템.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서,

N개의 심볼들의 적어도 하나의 제1 시퀀스는 심볼들의 중간 시퀀스에 의해 N개의 심볼들의 다른 제1 시퀀스와 분리되는 검출 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 획득된 이미지들의 열을 처리하여 상기 N개의 심볼들의 반복되는 제1 시퀀스를 결정하기 위해서, 상기 처리 유닛은,

상기 제1 광원의 광 출력을 포함하는 상기 장면 내의 상기 적어도 하나의 물리적 위치에 대응하는 상기 획득된 이미지들의 열의 픽셀들의 시퀀스와 상기 심볼들의 중간 시퀀스를 상관시키고,

상기 상관에 기초하여, 상기 N개의 심볼들의 적어도 하나의 제1 시퀀스의 시작을 결정하고, 상기 N개의 심볼들의 다른 제1 시퀀스의 시작을 결정하고/하거나, 상기 제1 광원의 광 출력을 포함하는 상기 장면 내의 상기 적어도 하나의 물리적 위치가 상기 제1 광원의 광 출력만을 포함한다는 것을 결정하도록

또한 구성되는 검출 시스템.

청구항 6

제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 심볼들의 중간 시퀀스는 상기 제1 코드를 상기 제1 광원의 광 출력에 내장하는데 이용되는 변조의 타입을 나타내는 검출 시스템.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 하나 이상의 노출 인스턴스들 각각의 지속기간은 상기 N개의 심볼들의 제1 시퀀스의 하나의 심볼의 지속기간과 동일한 검출 시스템.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 하나 이상의 노출 인스턴스들은 2개 이상의 연속적인 노출 인스턴스들의 단일 노출을 포함하는 검출 시스템.

청구항 9

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 하나 이상의 노출 인스턴스들은 2개 이상의 비연속적인 노출 인스턴스들을 포함하는 검출 시스템.

청구항 10

제8항 또는 제9항에 있어서,

상기 처리 유닛은, 상기 전체 노출 시간 내에 하나보다 많은 노출 인스턴스들을 갖는 것을 고려하는 변환을, 상기 제1 광원의 광 출력을 포함하는 상기 장면 내의 상기 적어도 하나의 물리적 위치에 대응하는 상기 획득된 이미지들의 열의 픽셀들의 시퀀스에 적용하도록 또한 구성되는 검출 시스템.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 카메라의 프레임 레이트는, 상기 제1 코드를 상기 제1 광원의 광 출력에 내장하는데 이용되는 변조의 주파수보다 더 낮은 검출 시스템.

청구항 12

제1 코드에 포함된 N개의 심볼들의 반복되는 제1 시퀀스를 결정하는 방법 - 상기 제1 코드는 조명 시스템의 제1 광원의 광 출력에 내장됨 - 으로서,

장면의 이미지들의 열을 획득하는 단계 - 각각의 획득된 이미지는 복수의 픽셀들을 포함하고, 각각의 픽셀은 상기 장면 내의 상이한 물리적 위치에서의 상기 조명 시스템의 전체 광 출력의 세기를 나타내고, 상기 조명 시스템의 상기 전체 광 출력은 상기 장면 내의 적어도 하나의 물리적 위치에서의 상기 제1 광원의 광 출력을 포함하고, 상기 열은 적어도 N개의 상이한 이미지들을 포함하며, 상기 적어도 N개의 상이한 이미지들의 각각의 이미지는, 상기 N개의 심볼들의 반복되는 제1 시퀀스 내의 상이한 시간적 위치들에서의 하나 이상의 노출 인스턴스들을 포함하는 전체 노출 시간으로 획득됨 -; 및

상기 획득된 이미지들의 열을 처리하여 상기 N개의 심볼들의 반복되는 제1 시퀀스를 결정하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 획득된 이미지들의 열을 처리하여 상기 N개의 심볼들의 반복되는 제1 시퀀스를 결정하는 단계는,

상기 제1 코드를 상기 제1 광원의 광 출력에 내장하는데 이용되는 변조의 타입을 결정하는 단계,

상기 결정된 변조의 타입에 기초하여, 상기 제1 코드의 상이한 심볼들을 구별하는 하나 이상의 임계들을 결정하는 단계, 및

상기 제1 광원의 광 출력을 포함하는 상기 장면 내의 상기 적어도 하나의 물리적 위치에 대응하는 상기 획득된 이미지들의 열의 픽셀들의 시퀀스의 각각의 픽셀과 상기 하나 이상의 결정된 임계들 중 적어도 하나를 비교함으로써, 상기 N개의 심볼들의 반복되는 제1 시퀀스를 결정하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 하나 이상의 노출 인스턴스들은 2개 이상의 노출 인스턴스들을 포함하고, 상기 획득된 이미지들의 열을 처리하여 상기 N개의 심볼들의 반복되는 제1 시퀀스를 결정하는 단계는, 상기 전체 노출 시간 내에 하나보다 많은 노출 인스턴스들을 갖는 것을 고려하는 변환을, 상기 제1 광원의 광 출력을 포함하는 상기 장면 내의 상기 적어도 하나의 물리적 위치에 대응하는 상기 획득된 이미지들의 열의 픽셀들의 시퀀스에 적용하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 15

제2항에 따른 검출 시스템에서 실행되는 경우, 단계들을 수행하도록 구성된 소프트웨어 코드 부분들을 포함하는 컴퓨터 프로그램으로서,

상기 단계들은,

상기 제1 코드를 상기 제1 광원의 광 출력에 내장하는데 이용되는 변조의 타입을 결정하는 단계,

상기 결정된 변조의 타입에 기초하여, 상기 제1 코드의 상이한 심볼들을 구별하는 하나 이상의 임계들을 결정하는 단계, 및

상기 제1 광원의 광 출력을 포함하는 상기 장면 내의 상기 적어도 하나의 물리적 위치에 대응하는 상기 획득된 이미지들의 열의 픽셀들의 시퀀스의 각각의 픽셀과 상기 하나 이상의 결정된 임계들 중 적어도 하나를 비교함으로써, 상기 N개의 심볼들의 반복되는 제1 시퀀스를 결정하는 단계

를 포함하는 컴퓨터 프로그램.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 일반적으로는 조명 시스템들 및 광학 수신기들의 분야에 관한 것으로, 특히 그러한 조명 시스템들의 광 출력에 내장된 데이터를 검출하기 위한 시스템들 및 방법들에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 가시광 통신은 라이팅(lighting) 소스들에 의해 생성된 광 출력을 통해 데이터를 통신하는 것을 지칭한다. 라 이센싱되지 않은 넓은 주파수 대역이 이를 위해 이용 가능하고 방 또는 공간을 조명하는데 이용되는 발광 다이 오드들(LEDs)이 통신을 제공하는데 적용될 수 있기 때문에, 그러한 통신은 장래에 로컬화된 무선 데이터 교환을 가능하게 하는 유망한 방식이다. 어쩌면, 장래의 모든 라이팅 소스가 통신 소스가 될 수 있을 것이다.

[0003] 하나의 가시광 통신 기술은 반복되는 데이터 신호에 응답하여 조명 디바이스의 광 출력을 변조함으로써 데이터

를 조명 디바이스의 광 출력에 내장하는 것에 기초하고 있다(그러한 광 출력은 때때로 "코딩된 광" 및 요약하여 "CL"로 지칭된다). 양호하게는, 광 출력은 변조가 소비자들에게 보이지 않도록 높은 주파수로 변조된다.

[0004] CL이 적용될 수 있는 하나의 시나리오는 버닝(burning) 시간들, 디밍(dimming) 스킴들, 성능들, 제어 네트워크 어드레스, 램프 온도, 디밍 스케줄들, 오류들 등과 같은 그의 유지보수 정보에 관한 데이터를 그들 광 출력에 내장하는 램프들을 포함한다. 또 하나의 시나리오는 지역 날씨, 표지판들, 인근 가게들/음식점에 대한 로컬 광고들, 교통 정보, 음악 등을 제공하는 데이터를 내장하는 공공 장소들의 램프들을 포함한다.

[0005] 내장된 데이터는 예를 들면, 램프를 제어하기 위해 원격 컨트롤러 내에 구현되거나 스위치 또는 센서 디바이스와 같은 또 하나의 유닛에 포함될 수 있는 광학 수신기에 의해 검출될 수 있다. CL을 검출하기 위한 하나의 주지된 기술은 광학 수신기를 특정 램프에 포인팅하고 램프의 광 출력에 내장된 데이터를 판독하는 단계를 포함한다.

[0006] 이러한 검출 기술의 하나의 단점은, 하나의 단일 위치에 존재하는 내장된 데이터만이 검출될 수 있다는 점이다. 이에 비해, 하나의 장면 내의 상이한 위치들에서 전달되는 데이터를 동시에 검색하는 것이 바람직하다. 그를 위해, 카메라를 하나의 장면에 포인팅하고 그 장면 내의 다양한 위치들의 데이터 스트림들을 병렬로 처리하고 기록함으로써 카메라를 채용하는 다른 검출 기술들이 제시되었다. 이러한 타입의 카메라-기반 검출은 데이터를 램프의 광 출력에 내장하는데 이용되는 변조 주파수와 적어도 동일한 프레임 레이트를 가지는 카메라를 필요로 한다. 예를 들면 모바일 폰들 및 웹캠들에 이용되는 것들과 같은 종래의 상용 카메라들은 50 내지 100Hz의 프레임 레이트들을 가지고 있고, 이는 소비자들에게 보이지 않는 방식으로 데이터를 내장하는데 필요한 변조 주파수들보다 훨씬 낮다. 이들 카메라들이 CL을 검출하는데 이용될 수 있지만, CL은 낮은 변조 주파수를 이용하거나 컬러 변조를 이용하여 내장되어야 된다. 이들 내장 방법들 양쪽 모두는 결과적으로 소비자들에게 눈에 띄는 램프의 광 출력의 변동들로 나타난다.

[0007] 상기 예시하는 바와 같이, 본 기술분야에 필요한 것은 상기 설명된 문제들의 적어도 일부를 다루는 광원들의 광 출력에 내장된 데이터를 검출하기 위한 기술이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 목적은 이전 기술들에서 이용된 것들과 같은 종래의 상용 카메라들을 이용하면서도 보이지 않는 "높은 주파수" 변조로 광원의 광 출력에 내장된 데이터를 결정하는데 적합한 검출 시스템 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 하나의 실시예는 제1 코드에 포함된 N개의 심볼들의 반복되는 제1 시퀀스를 결정하기 위한 검출 시스템을 제시한다. 제1 코드는 조명 시스템의 제1 광원의 광 출력에 내장된다. 검출 시스템은 적어도 카메라 및 처리 유닛을 포함한다. 카메라는 장면의 이미지들의 열을 획득하도록 구성된다. 각 획득된 이미지는 복수의 픽셀들을 포함하고, 각 픽셀은 장면 내의 상이한 물리적 위치에서 조명 시스템의 전체 광 출력의 세기를 나타낸다. 조명 시스템의 전체 광 출력은 장면 내의 적어도 하나의 물리적 위치에서 제1 광원의 광 출력을 포함한다. 이미지들의 열은 적어도 N개의 상이한 이미지들을 포함한다. 적어도 N개의 상이한 이미지들의 각 이미지는 N개의 심볼들의 반복되는 제1 시퀀스 내의 상이한 시간적 위치들에서 하나 이상의 노출 인스턴스들을 포함하는 전체 노출 시간으로 획득된다. 처리 유닛은 N개의 심볼들의 반복되는 제1 시퀀스를 결정하도록 획득된 이미지들의 열을 처리하도록 구성된다.

[0010] 그러한 검출 시스템은 예를 들면 조명 시스템을 제어하기 위한 원격 컨트롤 내에 구현되거나, 스위치, 센서 디바이스 또는 모바일 폰과 같은 또 하나의 유닛에 포함될 수 있다. 처리 유닛은 하드웨어, 소프트웨어, 또는 양쪽 하드웨어 및 소프트웨어 컴포넌트들 모두를 구비하는 하이브리드 솔루션으로 구현될 수 있다.

[0011] 더구나, 제1 코드에 포함된 N개의 심볼들의 반복되는 제1 시퀀스를 결정하기 위한 대응하는 방법 및 컴퓨터 프로그램 - 제1 코드는 조명 시스템의 제1 광원의 광 출력에 내장됨 - 이 제공된다. 컴퓨터 프로그램은 예를 들면, 현재의 검출 시스템에(예를 들면, 현재의 광학 수신기들 또는 모바일 폰들)에 다운로드되거나 검출 시스템들의 제조 시에 저장될 수 있다.

[0012] 여기에 이용되는 바와 같이, 용어 [하나의 이미지의] "픽셀"은 장면 내의 특정 포인트에 대응하는 이미지 데이

터의 유닛을 지칭한다. 이미지 데이터는 장면 내의 상이한 포인트들에서 조명 시스템의 전체 광 출력의 세기들(또는 그 파생물들)을 포함한다. 이미지 데이터를 픽셀들의 로우들 및 칼럼들로 배열하는 것은 2D 이미지에서 3차원(3D) 장면을 표현하는 하나의 방식이다.

[0013] 내장된 코드의 반복되는 시퀀스의 시간 지속기간(또는, 다르게는 시퀀스를 포함하는 이진 값들의 개수로 측정된 내장된 코드의 반복되는 시퀀스의 길이)은 여기에서 "코드 주기"로 지칭된다. 특정 코드는 본 기술분야에 주지된 바와 같이 예를 들면 펄스폭 변조, 펄스 밀도 변조, 또는 진폭 변조를 이용하여 이진 변조 또는 멀티레벨 변조를 통해 광원에 인가되는 드라이브 신호를 변조함으로써 광원의 광 출력에 내장될 수 있다. 여기에 이용된 바와 같이, 용어 "드라이브 신호"는 광원에 인가되는 경우에, 광원이 광 출력을 생성하도록 유발하는 전기 신호를 지칭한다. 양호하게는, 코드는 사람 눈이 내장된 코드를 포함하는 광 출력과 그렇지 않은 광 출력을 구별할 수 없는 방식으로 광 출력에 내장된다. 이것은 예를 들면 제1 광원에 인가되는 드라이브 신호를 높은 주파수에서 변조함으로써 달성될 수 있다.

[0014] 본 발명은 각 이미지가 반복되는 시퀀스 내에서 획득될 때 상대적인 시간들(그러한 시간들은 여기에서 "노출 인스턴스들"로 지칭됨)에서만 상이한 동일한 장면의 이미지들의 열을 캡처하고 인코딩된 광의 특정 코드 비트들에 대응하도록 카메라의 프레임 시간 내의 노출 인스턴스들의 시간적 위치들 및 지속기간들을 선택함으로써, 광원의 광 출력에 내장된 코드 비트들의 특정 시퀀스가 결정될 수 있다(그 광원의 광 출력은 장면 내에 존재함)는 것을 인식하는데 기초하고 있다. 하나의 프레임 내의 모든 노출 인스턴스들의 지속기간들의 합은 카메라의 "노출 시간"으로 지칭된다. 특정 노출 인스턴스들에서의 원하는 노출 시간은 카메라의 셔터를 열고 닫음으로써 구현될 수 있고, 여기에서 셔터는 카메라의 내부 또는 외부 중 어느 하나에 존재할 수 있다. 노출 시간은 코드 비트들의 내장된 시퀀스에 대해 셔터가 열려 있는 때를 가변시키면서(즉, 반복되는 시퀀스 내에서 노출 인스턴스들의 시간적 위치들을 가변시키면서) 모든 이미지들에 대해 동일하게 유지된다. 예를 들면, 20밀리초(ms)로 설정된 카메라의 프레임 시간 및 5ms로 설정된 노출 시간에 대해, 그 프레임의 제1 5ms 동안에만 셔터가 열려 있는 때에(즉, 셔터는 프레임의 최종 15ms 동안 닫혀 있다) 하나의 이미지가 획득될 수 있고, 또 하나의 이미지는 프레임의 최종 5ms 동안에만 셔터가 열려 있는 때(즉, 셔터는 프레임의 제1 15ms 동안에는 닫혀 있다)에 획득될 수 있으며, 셔터가 프레임의 제1 밀리초 동안에 열리고 그리고 나서 1 밀리초 동안 닫히고 그리고 나서 또 하나의 1 밀리초 동안 열리고 그리고 나서 1 밀리초 동안 다시 닫히고 그리고 나서 3ms 동안 다시 열리고 그리고 나서 프레임 시간의 나머지 동안 닫혀 있는 때에, 또 다른 하나의 이미지가 획득될 수 있다. 처리 유닛은 획득된 이미지들의 열의 선택된 픽셀들을, 하나의 코드 비트를 다른 하나와 구별하는 임계들과 비교하여, 인코딩된 시퀀스의 모든 코드 비트들을 결정하도록 구성될 수 있다.

[0015] 이러한 방식으로 이미지들의 열들을 획득하고 처리하는 것은 2D 장면 내에서 광원의 광 기여에 내장된 데이터를 결정하는 것을 허용한다. 카메라의 각 프레임 시간 내에서 인코딩된 광의 상이한 코드 비트들을 캡처하기 위해 카메라의 셔터가 열려 있는 때를 주의 깊게 트리거링함으로써, 비교적 긴 프레임 시간을 가지는 종래의 카메라가 채용될 수 있다. 그러므로, 여기에 제시된 기술들은 종래 기술에 이용된 덜 비싼 카메라를 이용하면서도 보이지 않는 "고 주파수" CL을 검출하는데 적합하다.

[0016] 여기에 기재된 광원들은 고압/저압 기체 방전 소스들, 무기/유기 발광 다이오드들, 레이저 다이오드들, 백열 소스들, 또는 할로겐 소스들을 포함할 수 있다. 조명 시스템의 광 출력에 내장되는 데이터는 광원들의 로컬화된 식별, 그들의 성능들 및 현재 세팅들, 또는 광원들과 관련된 다른 타입들의 정보를 포함할 수 있다. 그러나, 유의할 점은, 조명 시스템이 반드시 공간 또는 지역을 조명할 목적으로 적용되는 것은 아니고 이와 같이 데이터 통신에 적용될 수도 있다는 점이다. 하나의 예로서, 조명 시스템은 네트워크로의 액세스 포인트를 구성할 수 있다. 그러한 어플리케이션들에서, 조명 시스템에 의해 생성된 광 출력의 적어도 일부는 가시 스펙트럼의 외부에 존재할 수 있다(즉, 시스템의 광원들 중 하나의 광 출력은 가시 스펙트럼의 외부에 존재할 수 있다).

[0017] 청구항 2 및 13의 실시예는, 획득된 이미지들의 열의 처리는 유리하게는 제1 코드를 제1 광원의 광 출력에 내장하는데 이용되는 변조 타입을 결정하는 단계, 결정된 변조 타입을 이용하여 제1 코드의 상이한 심볼들을 구별하는 하나 이상의 임계들을 결정하는 단계, 및 제1 광원의 광 출력을 포함하는 장면 내의 적어도 하나의 물리적 위치에 대응하는 획득된 이미지들의 열의 픽셀들의 시퀀스의 각 픽셀을 하나 이상의 결정된 임계들 중 적어도 하나와 비교함으로써 N개의 심볼들의 반복되는 제1 시퀀스를 결정하는 단계를 포함하는 것을 명시한다.

[0018] 청구항 3의 실시예는, N개의 심볼들의 반복되는 제1 시퀀스를 결정하는데 이용되는 픽셀들의 시퀀스는 제1 광원의 광 출력만을 포함하는 장면 내의 물리적 위치에 대응하는 픽셀들을 포함하는 것을 제공한다. 이와 같은 방식으로, 단일 광원의 광 출력에 내장되는 단지 하나의 데이터 스트림만을 포함하는 픽셀들의 시퀀스가 심볼들을

결정하는데 이용된다.

- [0019] 청구항 4의 실시예는 제1 코드 내에 중간 시퀀스의 포함을 제공한다. 중간 시퀀스는 유리하게는 예를 들면 N개의 심볼들의 반복되는 제1 시퀀스와 수신기 사이의 동기화(청구항 5), N개의 심볼들의 반복되는 제1 시퀀스가 제1 광원의 광 출력만을 포함하는 장면 내의 물리적 위치에 대응하는 픽셀들을 포함한다는 결정(청구항 5), 및/또는 제1 광원의 광 출력에 반복되는 제1 시퀀스를 내장하는데 이용되는 변조 타입의 결정(청구항 6)을 제공하는데 이용될 수 있다.
- [0020] 청구항 7의 실시예는 노출 인스턴스의 지속기간을 제시한다. 그러한 지속기간을 선택하는 것은, 처리 유닛이 내장된 코드의 개별적인 심볼들을 분해할 수 있게 하기 때문에 유리하다.
- [0021] 청구항 8 및 9의 실시예들은, 하나 이상의 노출 인스턴스들이 적어도 2개의 노출 인스턴스들을 포함하는 경우에, 노출 인스턴스들은 연속적(즉, 단일 노출)이거나 또는 비연속적(즉, 카메라의 하나의 프레임 내의 노출은 분리된 노출 인스턴스들로 나누어진)일 수 있다는 것을 제공한다. 카메라의 하나의 프레임 내의 모든 노출 인스턴스들이 연속적인 경우, 통상적으로 모든 카메라들 내부에 있는 셔터는 전체 노출 시간 내에서 정확한 노출 인스턴스들을 설정하는 데(즉, 카메라의 프레임 시간 내의 원하는 시간적 위치들에서 노출 인스턴스들을 설정하는 데) 이용될 수 있다. 다르게는, 통상적으로 모든 카메라들 내부에 있는 셔터는 각 프레임의 전체 프레임 시간 동안 열려 있도록 설정될 수 있고, 카메라 외부에 있는 셔터는 전체 노출 시간 내에서 정확한 노출 인스턴스들을 설정하는데 이용될 수 있다. 전자 셔터는 이러한 목적을 위해 이용될 수 있다.
- [0022] 청구항 10 및 14의 실시예들은 하나 이상의 노출 인스턴스들이 2개 이상의 노출 인스턴스들을 포함하는 경우에 카메라의 프레임당 복수-비트 노출(들)에 대한 정정을 허용한다. 프레임당 복수-비트 노출들로 각 이미지를 획득하는 것은 검출 프로세스에 대한 노이즈의 영향을 감소시킴으로써, 특히 낮은 광 조건들에서 더 광 효율적일 수 있다.
- [0023] 청구항 11의 실시예는 유리하게는 이미지들의 열을 획득하기 위해 제1 광원의 광 출력에 제1 코드를 내장하는데 이용되는 변조의 주파수보다 더 낮은 프레임 레이트를 가지는 카메라를 채용하는 것을 명시한다.
- [0024] 이하, 본 발명의 실시예는 더 상세하게 설명될 것이다. 그러나, 본 실시예는 본 발명에 대한 보호 범주를 제한하는 것으로 해석될 수 없다는 것은 자명하다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명의 하나의 실시예에 따라 구조물에 설치된 조명 시스템의 개략적인 예시이다.
- 도 2는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 조명 시스템의 개략적인 예시이다.
- 도 3은 본 발명의 하나의 실시예에 따라, N개의 심볼들의 반복되는 시퀀스를 포함하는 코드의 개략적인 예시이다.
- 도 4는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 검출 시스템의 개략적인 예시이다.
- 도 5는 본 발명의 하나의 실시예에 따라, 4개의 심볼들의 반복되는 시퀀스를 포함하는 예로 든 코드, 및 그러한 코드에 적절한 카메라의 프레임들 내의 예로 든 단일-비트 노출 인스턴스들의 개략적인 예시들을 제공하고 있다.
- 도 6a는 본 발명의 하나의 실시예에 따라, 2개의 광원들이 광 기여(contribution)들을 장면에 제공하는 때에 관찰되는 이미지들의 열의 제1 이미지의 개략적인 예시이다.
- 도 6b는 본 발명의 하나의 실시예에 따라, 2개의 광원들이 광 기여들을 장면에 제공하는 경우에 관찰되는 이미지들의 열의 제2 이미지의 개략적인 예시이다.
- 도 6c는 본 발명의 하나의 실시예에 따라, 2개의 광원들이 광 기여들을 장면에 제공하는 경우에 관찰되는 이미지들의 열의 개략적인 예시이다.
- 도 7은 본 발명의 하나의 실시예에 따라, N개의 심볼들의 반복되는 시퀀스를 결정하기 위한 방법 단계들의 흐름도이다.
- 도 8은 본 발명의 하나의 실시예에 따라, 제1 광원의 광 출력을 포함하는 장면 내의 하나의 선택된 물리적 위치에 대응하는 획득된 이미지들의 열의 픽셀들의 시퀀스의 개략적인 예시이다.

도 9는 본 발명의 하나의 실시예에 따라, 4개의 심볼들의 반복되는 시퀀스를 포함하는 예로 든 코드, 및 그러한 코드에 적절한 카메라의 프레임들 내의 예로 든 복수-비트 노출 인스턴스들의 개략적인 예시들을 제공한다.

도 10은 본 발명의 하나의 실시예에 따라, N개의 심볼들의 반복되는 시퀀스를 포함하는 예로 든 코드, 및 카메라 외부의 셔터를 동작시키는데 이용되는 예로 든 스위칭 신호의 개략적인 예시들을 제공한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하의 설명에서, 본 발명의 더 철저한 이해를 제공하기 위해 다수의 특정 세부사항들이 제시되어 있다. 그러나, 본 기술분야의 숙련자에게는, 본 발명이 이들 특정 세부사항들의 하나 이상이 없이도 실시될 수 있다는 것은 자명할 것이다. 다른 예들에서, 본 발명을 모호하게 하는 것을 피하기 위해 공지된 특징들은 기재되지 않았다.
- [0027] 도 1은 설치된 조명 시스템(110)을 구비하는 구조물(100) - 이 경우에는 방 - 을 도시하고 있다. 조명 시스템(110)은 하나 이상의 광원들(120) 및 광원들(120)을 제어하는 하나 이상의 컨트롤러들(도 1에는 도시되지 않음)을 포함한다. 전기 신호로 구동되는 경우에, 광원들(120)은 구조물(100)의 부분들을 조명하고, 다양한 광원들(120)로부터의 조명 기여들은 포토프린트들(125a-125d)로서 도시되어 있다. 광원들(120)은 고압/저압 기체 방전 소스들, 무기/유기 발광 다이오드들, 레이저 다이오드들, 백열 소스들, 또는 할로겐 소스들을 포함할 수 있다. 조명 시스템(110)은 사용자가 광원들(120)을 제어할 수 있도록 허용하는 원격 컨트롤(130)을 더 포함할 수 있다.
- [0028] 도 2는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 조명 시스템(200)의 개략적인 예시이다. 조명 시스템(200)은 도 1에 예시된 구조물(100)의 조명 시스템(110)으로 이용될 수 있다. 도시된 바와 같이, 조명 시스템(200)은 적어도 시스템 컨트롤러(210) 및 제1 광원(220-1)을 포함하고, 라이트 세팅들에 따라 광 출력(205)을 생성하도록 구성된다. 다른 실시예들에서, 조명 시스템은 추가적인 광원들, 및 선택적으로는 추가적인 광원들의 각각을 개별적으로 제어하는 추가적인 컨트롤러들을 포함할 수 있다. 다르게는, 단일 컨트롤러가 복수의 광원들을 제어하도록 구성될 수 있다.
- [0029] 조명 시스템(200)은 이하와 같이 동작하도록 구성된다. 도 2에 도시된 바와 같이, 조명 시스템(200)에 대한 라이트 세팅들은 드라이브 신호 발생기(230)(선택적으로는 조명 시스템(200) 내에 포함될 수 있음)에 제공된다. 라이트 세팅들은 예를 들면 광 전력(예를 들어, 루멘으로 정의됨) 및 컬러의 측면에서 평균 광 출력(205)이 어떠해야 하는지를 나타낸다. 라이트 세팅들은 사용자에게 의해 원격 컨트롤(130)을 통해 제공되거나, 사전 프로그래밍되어 장면 세팅을 제어하는 외부 유닛으로부터 제공될 수 있다. 다르게는, 라이트 세팅들은 사전 프로그래밍되어, 드라이브 신호 발생기(230) 내의 또는 조명 시스템(200) 내의 메모리에 저장될 수 있다. 드라이브 신호 발생기(230)는 라이트 세팅들을, 조명 시스템(200) 내의 상이한 광원들에 대한 상이한 전기 드라이브 신호들로 변환하고, 드라이브 신호들을 시스템 컨트롤러(210)에게 제공한다. 도 2에 예시된 실시예에서, 드라이브 신호 발생기(230)는 라이트 세팅들을, 제1 광원(220-1)에 대한 제1 드라이브 신호로 변환한다. 이에 대해, 시스템 컨트롤러(210)는 그들 각각의 드라이브 신호들로 상이한 광원들을 구동하여, 광 출력(205)을 생성한다. 도 2에 예시된 실시예에서, 시스템 컨트롤러(210)는 제1 드라이브 신호로 광원(220-1)을 구동하여 광 출력(225-1)을 생성하도록 구성된다. 이러한 실시예에서, 조명 시스템(200)의 광 출력(205)은 광 출력(225-1)을 포함한다.
- [0030] 기재된 바와 같이, 라이트 세팅들은 조명 시스템(200)의 광 출력(205)이 예를 들면 광 컬러의 측면에서 어떠해야 하는지를 나타낸다. 광 출력(205)의 컬러 변경은 드라이브 신호 발생기(230)로부터 시스템 컨트롤러(210)에게 제공된 드라이브 신호들을 제어하는 것을 통해 조명 시스템(200) 내의 상이한 광원들(도 2에 도시되지 않은 추가적인, 선택적 광원들)을 상이하게 디밍함으로써 달성될 수 있다. 광원당 일정한 디밍 레벨을 위해, 드라이브 신호 발생기(230)로부터 시스템 컨트롤러(210)에 제공된 드라이브 신호는 펄스들의 반복된 패턴을 포함한다. 그러한 반복된 패턴은 여기에서 "드라이브 패턴"으로 지칭된다.
- [0031] 광원들을 디밍하기 위한 다양한 방법들은 본 기술분야의 숙련자들에게 주지되어 있고, 따라서 여기에서 상세하게 설명되지 않는다. 이들 방법들은 예를 들면 펄스폭 변조, 펄스 밀도 변조 또는 진폭 변조를 포함한다.
- [0032] 시스템 컨트롤러(210)는 데이터 소스(240)로부터 신호(245)를 수신하도록 또한 구성된다. 신호(245)는 광원(220-1)의 광 출력(225-1)에 내장될 (적어도) 데이터 비트들을 포함한다. 시스템 컨트롤러(210)는 데이터 비트들을 반복되는 시퀀스들로 배열함으로써 광 출력(225-1)에 내장될 코드를 생성하도록 구성된다. 그러한 코드의 하나의 예는 도 3에 예시되어 있다. 도시된 바와 같이, 코드(310)는 "시퀀스 1"로 도시되어 있는, N개의 심볼

들(예를 들면, 비트들)의 제1 반복되는 시퀀스를 포함한다. 이하의 설명에서, 심볼들은 비트들로 지칭될 것이다. 그러나, 본 출원서에서 단어 "비트"가 이용될 때마다, 하나의 단일 심볼에 의해 표현된 복수의 비트들을 또한 포함할 수 있는 "심볼"의 더 넓은 정의가 적용된다. 하나의 예는 멀티-레벨 심볼들이고, 여기에서 데이터를 내장하는데 0 및 1뿐만 아니라 복수의 이산 레벨들도 존재한다.

[0033] 코드(310)의 각 비트는 지속기간 T_{bit} 를 가지고 있다. 그러므로, 코드 주기는 $N \cdot T_{bit}$ 와 동일하다. 시퀀스는 예를 들면, 광원(220-1)의 로컬화된 식별, 그 성능들 및 현재의 라이트 세팅들, 또는 광원(220-1) 또는 조명 시스템(200)과 관련되거나 그렇지 않을 수 있는 다른 타입의 정보를 표현할 수 있다.

[0034] 하나의 실시예에서, "시퀀스 1"은 광 출력(225-1)에 내장될 모든 데이터 비트들을 포함할 수 있다. 또 하나의 실시예에서, 시스템 컨트롤러(210)는 내장될 데이터 비트들을 더 작은 길이의 세트들(즉, 패킷들)로 분할할 수 있다. 그러한 실시예에서, 광 출력(225-1)에 내장될 제1 코드는 하나의 세트의 반복되는 시퀀스(예를 들면, 반복되는 제1 패킷)를 포함할 것이고, 다음 코드는 또 하나의 세트의 반복되는 시퀀스(예를 들면, 반복되는 제2 패킷)를 포함할 것이고, 등등이다.

[0035] 선택적으로는, 광 출력(225-1)에 내장될 데이터 비트들은 채널 코딩을 이용하거나(예를 들면, 컨볼루션 또는 블록 코딩을 이용함) 사이클릭 리던던시 체크(CRC) 코드를 이용하여 인코딩될 수 있다. 이것은 비트 검출시에 에러들을 정정하거나 및/또는 검출된 데이터가 유효한지 여부를 검증하기 위해, 송신된 데이터 시퀀스들에서 리던던시를 증가시키도록 수행될 수 있다. 다르게는, 이러한 코딩은 예를 들면 광 출력(225-1)에 내장된 데이터의 가시성(visibility)을 감소시키도록, 송신된 광 신호의 스펙트럼을 형성(shape)하는데 이용될 수 있다. 후자의 접근법에서, 하나의 실시예에서, 맨체스터 인코딩이 채용될 수 있다. 이러한 인코딩 방법의 장점은, 가시적인 플리커(flicker)를 유발하는 것들인, 광 신호들의 저주파수 컴포넌트들을 억제한다는 점이다.

[0036] 하나의 실시예에서, 코드(310)는 "시퀀스 1"의 적어도 일부 발생들 사이에 삽입된 중간 시퀀스를 포함할 수 있다(도 3에 도시되지 않음). 예를 들면, 중간 시퀀스는 "시퀀스 1"의 각 발생 사이에 포함될 수 있다. 데이터 비트들이 패킷들로 분할되는 실시예에서, 그러한 중간 시퀀스는 예를 들면 송신하는 측에서 이용되는 변조 및/또는 인코딩의 타입, 및/또는 광원(220-1)의 식별과 같은 패킷과 관련된 정보를 포함하는 패킷의 헤더와 유사할 수 있다. 다르게는, 중간 시퀀스는 "시퀀스 1"의 발생들의 각 2개 또는 3개 이후에 포함될 수 있다. 여전히, 또 하나의 실시예에서, 중간 시퀀스는 간헐적이고 비-주기적인 방식으로 포함될 수 있다.

[0037] 아래에 설명되는 바와 같이, 중간 시퀀스는 검출 시스템의 처리 유닛에 의해, 광원(220-1)과 검출 시스템 사이의 동기화를 도출하거나 및/또는 처리 유닛이 N개의 비트들의 제1 시퀀스의 코드 비트들을 결정하도록 허용하는 추가 정보를 처리 유닛에 제공하는데 이용될 수 있다.

[0038] 시스템 컨트롤러(210)는, 코드(310)에 응답하여 광원(220-1)에 인가되는 드라이브 신호를 변조함으로써, 코드(310)를 광원(220-1)의 광 출력(225-1)에 내장시킬 수 있다. 코드를 광원의 광 출력에 내장하기 위한 다양한 기술들은 본 기술분야의 숙련자들에게 주지되어 있고, 따라서 여기에서 상세하게 설명되지 않는다. 신호(245)는 다른 광원들의 광 출력에 내장될 다른 유사한 코드들을 더 포함할 수 있다. 코드들의 각각은 N개의 비트들의 상이한 반복되는 시퀀스를 포함한다.

[0039] 도 4는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 검출 시스템(400)의 개략적인 예시이다. 도시된 바와 같이, 검출 시스템(400)은 적어도 카메라(410), 셔터(420) 및 처리 유닛(430)을 포함한다. 선택적으로는, 검출 시스템(400)은 또한 메모리(440)를 포함한다. 카메라(410)는 하나의 장면의 이미지들의 열을 획득하도록 구성된다. 셔터(420)는 이미지들이 카메라(410)에 의해 획득되는 때의 인스턴스들을 주의 깊게 타이밍하도록 구성된다(셔터(420)가 열려 있는 경우에 이미지들이 획득되고 셔터(420)가 닫혀 있는 경우에 이미지들이 획득되지 않는다). 다양한 실시예들에서, 셔터(420)는 카메라의 프레임 시간 동안에 단지 한번 열고 닫을 수 있는(즉, 하나의 프레임 내에서 소정 지속기간의 단일 노출) 카메라(410) 내부의 종래 셔터, 또는 하나의 단일 프레임 동안에 복수회 열고 닫을 수 있는 카메라 전방에 배치된 전자 셔터 중 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0040] 시나리오 1: 프레임당 단일-비트 노출

[0041] 우선, 조명 시스템(200)은 2개의 광원들이 하나의 특정 장면에 광 기여를 제공할 수 있도록 하는 것인 예로 든 시나리오를 고려하자. 그 장면은 도 1에 예시된 구조물(100)의 플로어의 일부이고, 제1 광원은 그 장면 내에서(즉, 플로어 상에서) 풋프린트(125b)를 가지는 도 1에 예시된 광원들(120)의 하나이며, 제2 광원은 그 장면 내에서 풋프린트(125c)를 가지는 도 1에 예시된 광원들(120) 중 하나인 것으로 간주한다. 제1 및 제2 광원들의

광 출력들에 내장된 각각의 코드들은 N개의 비트들의 상이한 반복되는 시퀀스들을 포함한다.

[0042] 단순성을 위해, 제1 광원의 광 출력에 내장될 데이터는 단지 4 비트들만을 포함하는 것으로 간주한다. 이들 4개의 비트들의 반복되는 시퀀스를 포함하는 코드는 도 5에서 코드(510)로 도시되어 있다(즉, N개의 비트들의 제 1 반복되는 시퀀스는 4 비트들의 시퀀스를 포함한다). 도시된 바와 같이, 비트들의 각각은 지속기간 T_{bit} 를 가지고 있다. 그러므로, 코드 주기는 $4 \cdot T_{bit}$ 와 동일하다. 또한, 시퀀스의 개별적인 비트들, 비트들 c_{11} , c_{12} , c_{13} , c_{14} 는 도 5에 신호(520)로 예시된, 0, 1, 0, 및 0을 각각 포함하는 것으로 간주한다. 신호(520)는 도 2에 기재된 신호(245)에 포함될 수 있다.

[0043] 상기 설명된 바와 같이, 데이터는 제1 광원을 코드(510)에 응답하여 변조된 드라이브 신호로 구동함으로써 제1 광원의 광 출력에 내장된다. 다양한 실시예들에서, 시스템 컨트롤러(210)는 예를 들면 펄스폭 변조(PWM), 펄스 위치 변조, 펄스 밀도 변조 또는 진폭 변조를 이용하여 이진 또는 멀티레벨 변조를 통해 드라이브 신호를 변조함으로써 변조된 드라이브 신호를 생성할 수 있다. 예를 들면, PWM을 이용하여 신호(520)로부터 0의 이진값을 내장하기 위해, 시스템 컨트롤러(210)는 드라이브 신호 내의 드라이브 패턴을 양 a만큼 더 좁게 만들어 신호(520)로부터 "0"의 이진값을 내장할 수 있고, 시스템 컨트롤러(210)는 드라이브 신호 내의 또 하나의 드라이브 패턴을 양 b만큼 더 넓게 만들어 신호(520)로부터 "1"의 이진값을 내장할 수 있다. 양 a 및 양 b 사이의 비율을 신호(520)에서 1과 0의 개수 사이의 비율과 동일하게 함으로써, 변조된 드라이브 신호의 시간 평균이 원래의 드라이브 신호의 것과 동일하게 유지되기 때문에, 조명 시스템의 광 출력에서 데이터를 내장하는 것은 사람 눈에 보이지 않게 될 수 있다. 본 기술분야의 숙련자라면, 신호(520)에 종속하여 드라이브 신호를 변조하여 데이터를 조명 시스템의 광 출력에 내장하기 위한 다른 방법들을 알고 있을 것이다.

[0044] 유사하게, 제2 광원의 광 출력에 내장된 데이터가 4 비트들, c_{21} , c_{22} , c_{23} , c_{24} 를 포함하는 것으로 간주한다. 다시, 비트들의 각각은 지속기간 T_{bit} 를 가지고 있고, 따라서 코드 주기는 $4 \cdot T_{bit}$ 와 동일하다. 데이터의 비트들이 제2 광원의 광 출력에 내장될 수 있는 방법에 관한 상기 설명은 적용가능하고, 따라서 간략함을 위해 반복되지 않는다.

[0045] 검출 시스템(400)은 제1 광원의 광 출력에 내장된 데이터의 비트들을 결정하기 위해 이하의 방식으로 동작하도록 구성될 수 있다.

[0046] 우선, 카메라(410)는 장면의 이미지들의 열을 획득하도록 구성되고, 여기에서 장면은 그 장면의 적어도 일부가 제1 광원의 광 출력을 포함하도록 선택된다. 그를 위해, 카메라의 프레임 시간은 코드 주기보다 1 비트 크도록, 즉 $5 \cdot T_{bit}$ 가 되도록 설정될 수 있고, 카메라의 노출은 코드 주기의 1 비트의 지속기간, 즉 T_{bit} 와 동일한 지속기간을 가지는 단일 노출 인스턴스를 포함하도록 설정될 수 있다. 또한, 카메라(410)는 각 프레임의 제1 시간 주기 T_{bit} 동안에 이미지를 획득하도록 구성될 수 있다. 이러한 방식으로 구성된 카메라(410)의 노출은 도 5에 라인(530)으로 예시되어 있다.

[0047] 이미지가 촬상되는 경우에, 카메라는 하나의 장면 내의 모든 위치들에서 조명 시스템의 전체 광 출력의 세기들을 획득한다. 본 어플리케이션에서, 용어 (광 출력의) "세기"가 이용될 때마다, 예를 들면 광 컬러, 컬러 온도, 광 스펙트럼, 및 광 세기의 변경과 같은 "세기의 파생물"이 또한 포함된다고 생각된다. 이미지는 통상적으로 복수의 픽셀들로 분할되고, 여기에서 각 픽셀은 그 장면 내의 상이한 물리적 위치에서 조명 시스템의 전체 광 출력의 세기를 나타낸다. 현재의 시나리오에서, 조명 시스템의 전체 광 출력은 제1 광원으로부터의 광 기여 및 제2 광원으로부터의 광 기여를 포함한다.

[0048] 각 이미지는 x-방향으로 10개의 픽셀들 및 y-방향으로 15개의 픽셀들을 가지는 150개의 픽셀들의 2D 그리드로 분할되는 것으로 간주한다. 카메라(410)의 노출 시간이 코드의 단일 코드 비트와 동일하게 설정되기 때문에, 이미지의 특정 픽셀에서의 세기는 이미지가 촬상되는 때에, 제1 광원의 광 출력에 인코딩된 코드의 비트의 값, 및 제2 광원의 광 출력에 인코딩된 코드의 비트의 값에 의해 영향을 받는다. 그러한 제1 이미지는 도 6a에 도시되어 있다(이러한 이미지는 도 5에 예시된 프레임 1에 대응한다). 그 장면 내의 제1 광원의 풋프린트는 원(610)으로 도시되어 있고, 제2 광원의 풋프린트는 원(620)으로 도시되어 있다. 제1 광원의 광 출력이 코드 비트 c_{11} 로 변조되고 제2 광원의 광 출력이 코드 비트 c_{21} 로 변조되는 경우에 제1 이미지(600-1)가 촬상되기 때문에, 각 픽셀 (x,y)에서의 세기 $I_{x,y}$ 는 이하와 같이 계산될 수 있다.

[0049]
$$I_{x,y} = A_{x,y} \cdot c_{11} + B_{x,y} \cdot c_{21}$$

[0050] 여기에서, $A_{x,y}$ 및 $B_{x,y}$ 는 제1 및 제2 광원들에 인가된 드라이브 신호들이 특정 코드 비트로 변조되지 않은 경우에 제1 및 제2 광원들의 광 출력의 세기들이 가지게 될 각각의 값들이다. 그러므로, 도 6a에 도시된 바와 같이, 예를 들면 픽셀(7,6)에서의 세기는 $(A_{7,6} \cdot c_{11} + B_{7,6} \cdot c_{21})$ 과 동일하다. 또한, 도 6a에 도시된 바와 같이, 예를 들면 픽셀(4,5)에서의 세기는 $A_{4,5} \cdot c_{11}$ 과 동일하고, 픽셀 (5,5)에서의 세기는 $A_{5,5} \cdot c_{11}$ 과 동일한데, 그 이유는 제2 광원은 이들 픽셀들에 의해 표현된 장면의 부분들에 대한 어떠한 광 기여도 제공하지 않기 때문이고(이들 픽셀들은 포토프린트(620)의 외부에 있다), 즉 $B_{4,5} = B_{5,5} = 0$ 이다. 유사하게, 예를 들면 픽셀(7,9)에서의 세기는 $B_{7,9} \cdot c_{21}$ 과 동일하고, 픽셀 (8,12)에서의 세기는 $B_{8,12} \cdot c_{21}$ 과 동일한데, 그 이유는 제1 광원은 이들 픽셀들에 의해 표현된 장면의 부분들에 대한 어떠한 광 기여도 제공하지 않기 때문이고(이들 픽셀들은 포토프린트(610)의 외부에 있다), 즉 $B_{7,9} = B_{8,12} = 0$ 이다. 예를 들면 픽셀(9,2)에서의 세기는, 제1 또는 제2 광원 어느 것도 이러한 픽셀에 의해 표현된 장면의 부분에 어떠한 광 기여도 제공하지 않기 때문에(이러한 픽셀은 포토프린트(610 및 620)의 외부에 있다), 제로와 동일한 것으로 도시되어 있다.

[0051] 노출(530)로부터 알 수 있는 바와 같이, 장면의 이미지들의 열의 제2 이미지는 카메라(410)의 프레임 2 동안에 얻어진다. 제2 이미지는 도 6b에서 이미지(600-2)로 도시되어 있다. 동일한 장면의 이미지가 촬상되므로, 포토프린트들(610 및 620)은 제1 이미지에서와 동일하게 유지된다. 제1 광원의 광 출력이 코드 비트 c_{12} 로 변조되고 제2 광원의 광 출력이 코드 비트 c_{22} 로 변조되는 경우에 이미지(600-2)가 촬상되기 때문에, 각 픽셀(x,y)에서의 세기는 이하와 같이 계산될 수 있다.

[0052]
$$I_{x,y} = A_{x,y} \cdot c_{12} + B_{x,y} \cdot c_{22}$$

[0053] 그러므로, 도 6b에 도시된 바와 같이, 예를 들면 픽셀(7,6)에서의 세기는 $(A_{7,6} \cdot c_{12} + B_{7,6} \cdot c_{22})$ 와 동일하다. 또한, 도 6a에 도시된 바와 같이, 예를 들면 픽셀(4,5)에서의 세기는 $A_{4,5} \cdot c_{12}$ 와 동일하고, 픽셀(5,5)에서의 세기는 $A_{5,5} \cdot c_{12}$ 와 동일하며, 픽셀(7,9)에서의 세기는 $B_{7,9} \cdot c_{22}$ 와 동일하고, 픽셀(8,12)에서의 세기는 $B_{8,12} \cdot c_{22}$ 와 동일하다. 다시, 예를 들면 픽셀(9,2)에서의 세기는, 제1 또는 제2 광원들 어느 것도 이러한 픽셀에 의해 표현되는 장면의 부분에 어떠한 광 기여도 제공하지 않기 때문에, 제로와 동일한 것으로 도시되어 있다.

[0054] 유사한 방식으로, 프레임들 3 및 4에서, 카메라(410)는 이미지들의 열의 제3 이미지(600-3) 및 제4 이미지(600-4)를 각각 획득한다. 다시, 카메라(410)의 노출 시간 및 프레임 시간이 내장된 코드들에 대해 구성되는 방식으로 인해, 제1 및 제2 광원들의 광 출력들이 코드 비트들 c_{13} 및 c_{23} 로 각각 변조되는 경우에 제3 이미지가 촬상되고, 제1 및 제2 광원들의 광 출력들이 코드 비트들 c_{14} 및 c_{24} 로 각각 변조되는 경우에 제4 이미지가 촬상된다. 이미지들(600-1, 600-2, 600-3, 및 600-4)의 열은 도 6c에 도시되어 있고, 여기에서 상이한 이미지들은 t-방향(여기에서, "t"는 "시간"을 나타낸다)으로 확장되도록 도시되어 있고, 이는 이미지들이 동일한 장면이지만 상이한 시각들에서 촬상되어 있다는 것을 나타낸다.

[0055] 이미지들(600-1 내지 600-4)의 열을 획득했으므로, 처리 유닛(430)은 이미지들의 열을 처리하여, 제1 광원의 광 출력에 내장된 N개의 비트들의 제1 반복되는 시퀀스를 결정할 수 있다. 도 7은 본 발명의 하나의 실시예에 따라, N개의 비트들의 제1 반복되는 시퀀스를 결정하기 위한 방법(700)의 흐름도를 예시하고 있다. 방법 단계들은 도 4와 관련하여 설명되고 있지만, 본 기술분야의 숙련자들이라면, 방법 단계들을 임의의 순서로 수행하도록 구성된 임의의 시스템이 본 발명의 범주 내에 있다는 것을 잘 알고 있을 것이다.

[0056] 방법(700)은 단계 710으로 시작될 수 있고, 여기에서 처리 유닛(430)은 제1 광원의 광 출력만을 포함하는 장면 내의 물리적 위치에 대응하는 이미지들(600-1 내지 600-4)의 열 내에서 픽셀들의 시퀀스를 선택하도록 구성된다.

[0057] 그 장면 내에서 특정 물리적 위치에 대응하는 이미지들(600-1 내지 600-4)의 열 내의 픽셀들의 시퀀스를 예시하기 위해, 그 장면 내의 선택된 물리적 위치는 이미지들(600-1 내지 600-4) 상의 픽셀(4,5)에 대응하는 위치인 것으로 간주한다. 그리고 나서, 그 위치에 대응하는 획득된 열의 픽셀들의 시퀀스는 이미지들의 각각으로부터 픽셀들(4,5)을 포함한다. 이러한 시퀀스는 도 8에서 시퀀스(810)로 도시되어 있다. 시퀀스(810)는 제1 이미지(600-1)로부터의 픽셀(4,5)(픽셀(820-1)로 도시됨), 제2 이미지(600-2)로부터의 픽셀(4,5)(픽셀(820-2)로 도시

됨), 제3 이미지(600-3)로부터의 픽셀(4,5)(픽셀(820-3)로 도시됨), 및 제4 이미지(600-4)로부터의 픽셀(4,5)(픽셀(820-4)로 도시됨)을 포함한다. 도 8에 도시된 바와 같이, 픽셀들(820-1 내지 820-4)에서의 세기들은 각각 $A_{4,5} \cdot c_{11}$, $A_{4,5} \cdot c_{12}$, $A_{4,5} \cdot c_{13}$, 및 $A_{4,5} \cdot c_{14}$ 와 동일하다.

[0058] 하나의 실시예에서, 그 장면 내의 특정 물리적 위치에 대응하는 픽셀들의 시퀀스가 단일(제1) 광원의 광 출력만을 포함한다는 결정은 이하의 방식으로 수행될 수 있다.

[0059] 시스템 컨트롤러(210)는 때때로 제1 광원의 광 출력에 내장될 코드에 하나의 중간 시퀀스를 포함시키고, 또 하나의 중간 시퀀스를, 제2 광원의 광 출력에 내장될 코드에 포함시킬 수 있으며, 여기에서 처리 유닛(430)은 양쪽 중간 시퀀스들에 액세스할 수 있다.

[0060] 중간 시퀀스들의 각각은 예를 들면 특정 광원의 식별자와 같은 일종의 식별자를 포함할 수 있다. 상기 설명된 이같은 방식으로 식별될 수 있는 상이한 광원들의 개수는 중간 시퀀스의 길이에 종속된다. 예를 들면, M개의 이진 값들의 반복되는 시퀀스를 포함하는 동기형 월시-아다마르(Walsh-Hadamard) 코드에 대해, M개의 상이한 광원들이 식별될 수 있고, 이는 처리 유닛(430)이 M개의 상이한 광원들중 임의의 하나의 광 기여가 하나의 장면 내의 특정 위치에서 존재하는지 여부를 결정할 수 있고, 선택적으로는 그러한 광 기여의 크기를 결정할 수 있다는 것을 의미한다. 각 프레임에서 단일 비트-길이 노출 인스턴스를 가지도록 구성된 종래의 50Hz 카메라(즉, 카메라는 초당 50개의 이미지들을 촬영할 수 있다)를 이용하는 경우에, 내장된 코드의 50-비트 중간 시퀀스를 분해하는데 필요한 이미지들의 열은 1초 내에 획득될 수 있다.

[0061] 하나의 실시예에서, 조명 시스템(200)은 중간 시퀀스들을 처리 유닛(430)에게 직접 제공할 수 있다. 또 하나의 실시예에서, 검출 시스템(400)은 중간 시퀀스들을 저장하는 메모리(440)를 포함할 수 있다. 또 다른 하나의 실시예에서, 검출 시스템(400)은 (무선으로) 수신된 광 신호들로부터 중간 시퀀스들을 얻도록 구성될 수 있다. 대안으로, 처리 유닛(430)은 상기 설명된 수단들 중 임의의 하나에 의해, 내장된 코드들 각각에 포함된 중간 시퀀스들 자체들이 아니라, 그 파생물들(즉, 그로부터 중간 시퀀스들이 획득될 수 있는 파라미터들)을 얻을 수 있다. 예를 들면, 처리 유닛(430)은 특정 주어진 시퀀스의 길이 또는 가능한 시퀀스들의 세트 중 하나를 참조하는 표시자 번호를 얻을 수 있다. 그리고나서, 중간 시퀀스들은 처리 유닛(430)에 의해 재생성될 수 있고, 잠재적으로는 검출 시스템(400)에 제공되는 통신 양을 감소시킨다. 또 하나의 실시예에서, 중간 시퀀스들을 기술하는 파라미터들은 수신된 광 신호들로부터 추출될 수 있다.

[0062] 중간 시퀀스들에 액세스할 수 있으므로, 처리 유닛(430)은 그 장면 내의 선택된 물리적 위치에 대응하는 획득된 이미지들의 열의 픽셀들의 시퀀스를 중간 시퀀스들의 각각과 상관하도록 구성될 수 있다. 여기에서 유의해야 할 점은, 코드(510)가 예를 들면 시퀀스 1의 각 발생 이전 또는 이후에 포함되는 M개의 비트들의 중간 시퀀스들을 더 포함하는 실시예에서, 카메라(410)에 의해 획득되는 이미지들의 개수는 상기 설명된 바와 같이, 단지 4개의 이미지들($N=4$ 이므로) 대신에 적어도 $(4+M)$ 개의 이미지들일 것이라는 점이다. 코드(510)가 예를 들면 시퀀스 1의 각각의 제2 발생 이전에 또는 이후에 포함되는 M개의 비트들의 중간 시퀀스들을 더 포함하는 실시예에서, 카메라(410)에 의해 획득되는 이미지들의 개수는 적어도 $(2*N+M)$ 개의 이미지들일 것이다. 본 기술분야의 숙련 자들이라면, 내장된 코드의 모든 비트들을 분해하기 위해 카메라(410)로 획득하는데 필요한 이미지들의 최소 개수의 유사한 변동들을 이해할 수 있을 것이다. 중간 시퀀스를 가지는 그러한 실시예들에서, 획득된 이미지들의 열의 픽셀들의 시퀀스는, 시퀀스가 4개보다 많은 값들을 포함할 것이기 때문에, 도 8에 예시된 시퀀스(810)와는 상이할 것이다. 특히, 그것은 각 획득된 이미지로부터 하나의 값: 예를 들면, 상기 설명된 제1 실시예에 대해 $(4+M)$ 개의 값들 및 상기 설명된 제2 실시예에 대해 $(8+M)$ 개의 값들을 포함할 것이다. 유사하게, 카메라(410)의 프레임 시간은 최소 개수의 상이한 이미지들을 획득하는데 적절하도록 설정될 것이다 - 프레임 시간은 상기 설명된 제1 실시예에 대해 $(4+1+M)*T_{\text{bit}}$ 로, 그리고 상기 설명된 제2 실시예에 대해 $(8+1+M)*T_{\text{bit}}$ 로 설정될 수 있다.

[0063] 그 장면 내의 선택된 물리적 위치에 대응하는 획득된 이미지들의 열의 픽셀들의 시퀀스와 제1 광원의 광 출력에 내장된 중간 시퀀스(여기에서는 "제1 중간 시퀀스"로 지칭됨)와의 상관의 결과로서, 적어도 하나의 피크를 가지는 상관 출력이 생성된다. 상관 출력은 통상적으로 다수의 "피크들"을 포함하고, 여기에서 일부 피크들은 다른 것들보다 더 작고 상관 프로세스의 아티팩트들을 나타낸다. 그러한 작은 피크들은 여기에서 "서브피크들"로 지칭되고, 용어 "피크"는 여기에서 그 장면 내의 선택된 물리적 위치에 대응하는 획득된 이미지들의 열의 픽셀들의 시퀀스 내에 특정 중간 시퀀스의 존재를 나타내는 상관 출력에서의 피크를 기술하는데 이용된다. 이러한 피크는 상관 출력에서 서브피크들보다 명백하게 더 높을 것이고, 본 기술분야의 숙련자라면 그러한 피크를 용이하게 식별할 수 있다. 그러므로, 그 장면 내의 선택된 물리적 위치에 대응하는 획득된 이미지들의 열의 픽셀들의 시퀀스와 제1 중간 시퀀스와의 상관에 기초하여, 처리 유닛(430)은 상관 출력이 피크를 포함하는 경우에, 제1

광원의 광 기여가 그 장면 내의 선택된 물리적 위치에 존재한다고 결정할 수 있다. 그 장면 내의 선택된 위치에 대응하는 획득된 이미지들로부터의 픽셀들의 시퀀스를 제1 중간 시퀀스와 상관시킴으로써, 그 장면 내의 임의의 다른 선택된 물리적 위치에 대해 유사한 상관이 수행될 수 있다.

[0064] 한편, 그 장면 내의 선택된 물리적 위치에 대응하는 획득된 이미지들의 열의 픽셀들의 시퀀스와 제1 광원의 광 출력에 내장된 중간 시퀀스(여기에서는 "제2 중간 시퀀스"로 지칭됨)와의 상관의 결과로서, 도 6a에 도시된 바와 같이, 제2 광원은 픽셀(4,5)로의 어떠한 또는 적어도 무시가능한 광 기여도 제공하지 못하기 때문에, 어떠한 피크도 가지지 않는 상관 출력이 생성된다. 그러므로, 처리 유닛(430)은 획득된 이미지들의 열로부터의 픽셀들(4,5)의 시퀀스가 단일(제1) 광원의 광 출력만을, 또는 주로 포함한다고 결정할 수 있다.

[0065] 예를 들면, 처리 유닛(430)이, 픽셀들(7,6)의 시퀀스를 제1 및 제2 중간 시퀀스들의 각각과 상관시킴으로써, 예를 들면 획득된 이미지들의 열 내의 픽셀들(7,6)의 시퀀스가 단일(제1) 광원의 광 출력만을 포함하는지 여부를 결정하는 것으로 시작했던 경우에, 양쪽 상관 출력들은 피크를 포함할 것이다. 이들 상관 출력들의 각각에서의 피크는 픽셀(7,6)에 대응하는 장면 내의 물리적 위치의 양쪽 광원들의 광 출력의 존재를 나타낼 것이다. 그리고 나서, 처리 유닛(430)은 단지 제1 광원만의 광 출력을 포함하는 획득된 이미지들의 열의 픽셀들의 적어도 하나의 시퀀스가 발견될 때까지, 또 하나의 픽셀들의 시퀀스를 분석하도록 진행할 것이다.

[0066] 그 장면 내의 특정 물리적 위치에 대응하는 픽셀들의 시퀀스가 단일(제1) 광원의 광 출력만을 포함한다고 결정하는 그러한 실시예에 대해, 중간 시퀀스들은 양호한 자동상관 속성들을 가지고 있는 시퀀스들을 포함할 수 있다. 모든 광원에 고유한 중간 시퀀스가 할당되는 시스템에서 이용되는 경우에, 이들 시퀀스들은 양호하게는 직교한다. 이것의 예들은 월시-아다마르 시퀀스들일 것이고, 여기에서 중간 시퀀스의 길이는 중간 시퀀스에 할당되는 광원들의 개수와 동일하다. 그러나, 이들 시퀀스들은 통상적으로 동기형 동작을 필요로 하고, 이는 추가적인 복잡성 때문에 항상 요구되는 것은 아니다. 그러므로, 중간 시퀀스들의 또 하나의 바람직한 속성은 양호한 교차-상관 속성들, 즉 시퀀스들 사이의 높은 자동상관 및 낮은 교차-상관을 가지고 있는 것이다. 그러한 시퀀스들의 예들은 의사-랜덤 시퀀스들, 선형 피드백 시프트 레지스터들에 의해 생성된 시퀀스들, 또는 코드 분할 다중 액세스 통신 시스템들에 이용될 수 있는 다른 시퀀스들을 포함한다.

[0067] 또 다른 하나의 실시예에서, 모든 광원들에는 고유 스위칭 주파수들이 할당되고, 이들은 식별 코드로서 역할한다. 또한, 이들은 낮은 교차-상관 및 높은 자동-상관을 생성한다.

[0068] 본 기술분야의 숙련자들이라면, 여기에 기재된 모든 시나리오들에 대해, 이미지들의 열들을 처리하여 특정 광원의 광 기여가 그 장면 내의 선택된 물리적 위치에서 존재하는지 여부를 결정하기 위한 다른 방법들이 처리 유닛(430)에 의해 수행될 수 있다는 것을 알고 있을 것이다. 예를 들면, 처리 유닛(430)은 예를 들면 상이한 중간 시퀀스들에 대응하는 다양한 픽셀들의 시퀀스들을 생성하고, 이들 시퀀스들 중 어느 것이 선택된 물리적 위치에 대응하는 획득된 이미지들의 열의 픽셀들의 시퀀스와 매칭하는지를 결정할 수 있고, 이는 예를 들면 최대 우도 검색으로 수행될 수 있다. 다른 방법들도 또한 구상될 수 있다.

[0069] 또 하나의 실시예에서, 그 장면 내의 특정 물리적 위치에 대응하는 픽셀들의 시퀀스가 주로 단일(제1) 광원의 광 출력을 포함한다는 결정은 비트의 시퀀스에 내장된 CRC를 이용하여 수행될 수 있고, 이는 픽셀들의 시퀀스가 제1 광원의 광 기여들만을, 또는 주로 포함하는지 여부를 결정하는데 이용된다. 이를 결정하기 위해, 도 7의 프로세스가 이하에 더 설명되는 바와 같이 적용될 수 있다. 그리고 나서, CRC는 데이터가 정확하게 검출되는지 여부를 검증하는데 이용된다. 이것은 제1 광원의 광 기여가 너무 약한 경우, 그 픽셀에서 제1 광원의 어떠한 광 기여도 존재하지 않는 경우, 또는 그 픽셀에서 복수의 광원들로부터 강한 광 기여들이 존재하는 경우에는 적용되지 않을 가능성이 있다.

[0070] 그 장면 내의 다양한 특정 물리적 위치들에 대응하는 픽셀들의 시퀀스들이 제1 광원의 광 출력만을, 또는 주로 포함하는지 여부를 결정하는 동안에, 복수의 픽셀들에서 동일한 데이터 스트림(제1 광원의 광 출력에 대응함)이 검출될 가능성이 있다. 하나의 실시예에서, 이들 픽셀들로부터의 신호들은 제1 광원의 광 출력에 내장된 데이터의 개별적인 비트들의 후속 결정 동안에 조합될 수 있다. 다르게는, 제1 광원의 광 출력에 내장되는 데이터의 제1 패킷에서 성공적인 검출을 산출하는 단지 소수의 픽셀들의 선택이 이하의 패킷들의 검출에 이용될 수 있다. 제1 광원의 광 출력만을 포함하지 않는 픽셀들은 이하의 단계들에서 무시될 수 있다.

[0071] 또 다른 하나의 실시예에서, 상이한 광원들이 상이한 파장들의 광 출력을 생성하는 경우에, 검출 시스템(400)은 이미지들의 열을 획득할 때 특정 파장(또는 파장들의 범위)의 광만을 통과시키도록 적응된 컬러 필터를 이용함으로써, 그 장면 내의 특정 물리적 위치에 대응하는 픽셀들의 시퀀스가 단일(제1) 광원의 광 출력만을 포함하

록 보장할 수 있다.

- [0072] 그리고나서, 방법은 선택적 단계(720)로 진행하여, 처리 유닛(430)은 검출 시스템(400)을 제1 반복되는 시퀀스에 동기화시킬 수 있다(즉, 처리 유닛(430)은 제1 반복되는 시퀀스가 시작되는 곳을 결정할 수 있다).
- [0073] 그러한 실시예에서, 중간 시퀀스는 동기화 시퀀스를 포함할 수 있고, 여기에서 처리 유닛(430)은 동기화 시퀀스에 액세스할 수 있다. 동기화 시퀀스로의 액세스는, 상기 설명된 중간 시퀀스로의 액세스와 동일한 방식으로 구성될 수 있다.
- [0074] 동기화 시퀀스에 액세스할 수 있으므로, 처리 유닛(430)은 제1 광원의 광 출력만을 포함하는 장면 내의 물리적 위치에 대응하는 이미지들(600-1 내지 600-4)의 열 내의 픽셀들의 적어도 하나의 선택된 시퀀스를 동기화 시퀀스와 상관하도록 구성될 수 있다. 그리고나서, 상관 출력의 최대는 동기화 시퀀스의 시작과 관련되고, 코드(510)의 제1 반복되는 시퀀스(들)의 (적어도 일부의) 시작(들)을 결정하는데 이용된다. 동기화에 실제로 유용한 시퀀스들은 완전한 정렬에 대해 높은 상관을 가지지만 변위된 버전에 대해서는 낮은 상관을 가지는, Barker 시퀀스들과 같이 양호한 자동상관 속성들을 가지는 시퀀스들이다.
- [0075] 그리고나서, 방법(700)은 단계 730으로 진행하여, 처리 유닛(430)은 제1 광원의 광 출력에서 N개의 비트들의 제1 시퀀스를 내장하는데 이용되는 변조 타입을 결정한다. 하나의 실시예에서, 이것은 중간 시퀀스를 다시 이용함으로써 수행될 수 있다. 중간 시퀀스 내에서 통상 몇몇의 비트들로 구성되는 필드가 N개의 비트들의 제1 시퀀스를 제1 광원의 광 출력에 내장하는데 어느 변조가 이용되었는지를 나타낼 수 있다. 이를 위해, 처리 유닛(430)은 또한 중간 시퀀스에 이용된 변조 타입에 대한 액세스를 필요로 한다. 중간 시퀀스에 이용되는 변조 타입은 예를 들면 일부 식별자를 중간 데이터에 포함시킴으로써 식별되어, 상이한 광원들의 식별자들에 대해 또는 광원들의 동기화 시퀀스들에 대해 이전에 설명된 바와 같이 처리 유닛(430)에 제공될 수 있다.
- [0076] 다르게는, 중간 시퀀스 및/또는 N개의 비트들의 제1 시퀀스의 변조는 항상 고정된 변조 포맷으로 수행될 수 있다. 그리고나서, 단계 730은 처리 유닛(430)이 예를 들면 메모리(440)로부터 고정된 변조 포맷을 판독하거나 시스템(200)으로부터 고정된 변조 포맷을 수신함으로써 고정된 변조 포맷을 획득하는 것으로 감소된다.
- [0077] 또 다른 하나의 실시예에서, 처리 유닛(430)은 제1 광원의 광 출력만을 포함하는 장면 내의 물리적 위치에 대응하는 이미지들(600-1 내지 600-4)의 열 내의 픽셀들의 선택된 시퀀스(예를 들면, 시퀀스(810))로부터, 제1 광원의 광 출력에 N개의 비트들의 제1 시퀀스를 내장하는데 이용되는 변조 방법을 습득할 수 있다. 예를 들면, 처리 유닛(430)은 시퀀스(810)에서 진폭 레벨들의 개수와 동일한 개수로서 진폭 변조에서의 레벨들의 개수를 결정할 수 있다.
- [0078] 일단 제1 광원의 광 출력에 N개의 비트들의 제1 시퀀스를 내장하는데 이용되는 변조 타입이 알려지면, 단계 740에서, 처리 유닛(430)은 N개의 비트들의 제1 시퀀스의 상이한 비트들을 구별하는 하나 이상의 임계들을 결정하도록 구성된다. 환언하면, 처리 유닛(430)은 변조의 알파벳을 결정한다. 예를 들면, 이진 진폭 변조에 대해, 특정 레벨(즉, 임계)보다 큰 시퀀스(810)의 특정 픽셀의 세기는 제1 광원의 광 출력에 내장된 데이터 비트 "1"을 나타내는 것으로 간주될 수 있는데 대해, 그 특정 레벨 아래의 시퀀스(810)의 특정 픽셀의 세기는 제1 광원의 광 출력에 내장된 데이터 비트 "0"을 나타내는 것으로 간주될 수 있다. 유사하게, 멀티-레벨 진폭 변조에서, 복수의 임계들이 결정될 수 있다. 본 기술분야의 숙련자라면, 처리 유닛(430)이 예를 들면 중간 시퀀스의 상관 값, 수신된 픽셀들의 시퀀스의 진폭, 및/또는 수신된 세기 레벨들의 분포에 종속하여 임계들을 어떻게 결정할 수 있는지의 다양한 방법들을 구상할 수 있다.
- [0079] 그리고나서, 방법(700)은 단계 750으로 진행하여, 처리 유닛(430)은 시퀀스(810)의 각 픽셀을, 결정된 임계들 중 적어도 하나와 비교함으로써(즉, 단계 740에서 얻어진 변조의 알파벳을 이용함으로써), N개의 비트들의 제1 시퀀스를 결정한다.
- [0080] 선택적으로, 단계 750에 이어서, 제1 광원의 광 출력에 내장된 데이터가 복수의 패킷들에 내장되는 실시예에서, 단계 750에 결정된 데이터 비트들은 단일 데이터 패킷으로 모여질 수 있다. 그리고나서, 단계들 710-750은 제1 광원의 광 출력에 내장된 제2 데이터 패킷, 등에 반복될 수 있다. 일단 모든 데이터 패킷들의 데이터 비트들이 결정되면, 데이터 비트들이 재조합되어 원래 데이터를 형성할 수 있다.
- [0081] 이미지들(600-1 내지 600-4)의 획득된 열의 유사한 처리가 제2 광원의 광 출력에 내장된 비트들의 반복되는 시퀀스를 결정하도록 수행될 수 있다.
- [0082] 현재 시나리오가 카메라의 프레임 시간을 $5 \cdot T_{\text{bit}}$ 와 동일한 것으로 간주했다라도, 다른 실시예들에서, 프레임 시

간이 코드 주기의 정수배 또는 정수 분수배가 아닌 한(그 경우에, 각 이미지는 동일한 코드 비트의 값들을 포함할 것이다), 카메라의 프레임 시간은 T_{bit} 의 임의의 정수배와 동일하도록 설정될 수 있다. 예를 들면, 코드 주기가 $7 \cdot T_{bit}$ 와 동일한 경우에, 카메라의 프레임 시간은 코드 주기보다 2 비트 크게 또는 2 비트 작게, 즉 $9 \cdot T_{bit}$ 또는 $5 \cdot T_{bit}$ 로 설정될 수 있다. 또한, 카메라(410)는 반드시 각 프레임의 제1 시간 주기 T_{bit} 동안은 아니고, 각 프레임의 임의의 시간 주기 T_{bit} 동안에 이미지를 획득하도록 구성될 수 있다.

[0083] 하나의 실시예에서, 노출 인스턴스들은 내장된 데이터의 전체 비트들과 실질적으로 일치할 수 있다(즉, 각 노출 인스턴스는 새로운 코드 비트가 광원에 인가된 드라이브 신호를 변조하도록 인가되는 경우에 실질적으로 시작되고, 새로운 코드 비트의 인가가 종료되는 경우에 종료한다). 다른 실시예들에서, 노출 인스턴스들은 내장된 데이터의 전체 비트들이 아니라, 전체 비트들 중 주의 깊게 선택된 부분들과(예를 들면, 비트들의 중간 50%와) 일치할 수 있다.

[0084] 또한, N개의 비트들의 반복되는 시퀀스를 다루는 다른 실시예들에서, N개보다 많은 이미지들이 처리 유닛(430)에 의해 획득되고 처리될 수 있다. 이것은 예를 들면 신호(520)가 M개의 비트들의 중간 시퀀스를 포함하는 실시예에서 수행될 수 있다. 그러한 실시예에서, 처리 유닛(430)에 의해 획득되고 처리되는 최소 양의 이미지들은 $(N+M)$ 개의 이미지들이다. 또 하나의 실시예에서, 이것은 광원들의 검출의 확률을 개선하고 광원들의 광 출력에 내장된 데이터 비트들의 검출을 개선하는데 이용될 수 있다. 예를 들면, 2N개의 이미지들이 획득되는 경우에, N개의 이미지들의 2개의 세트들에 걸쳐 평균화하여 검출에 대한 노이즈의 영향을 더 억제할 수 있다. 이것은, 제안된 방법들에서 노출 인스턴트들은 통상적으로 노출 주기에 비해 작으므로, 특히 낮은-광 조건들에서 유리하다.

[0085] 시나리오 2: 프레임당 복수-비트 노출(들)

[0086] 다음으로, 제1 시나리오와 비슷하게, 조명 시스템(200)은 2개의 광원들이 특정 장면에 광 기여를 제공할 수 있도록 되어 있다는 것을 고려하고, 여기에서 그 장면은 도 1에 예시된 구조물(100)의 플로어의 일부이며, 제1 광원은 도 1에 예시된 광원들(120) 중 그 장면 내에서(즉, 플로어 상에서) 풋프린트(125b)를 가지는 광원이고, 제2 광원은 도 1에 예시된 광원들(120)들 중 그 장면 내에서 풋프린트(125c)를 가지는 광원이다. 다시, 2개의 광원들의 광 출력들에 내장되는 각 코드들은 N개의 비트들의 상이한 반복되는 시퀀스들을 포함한다.

[0087] 다시, 제1 광원의 광 출력에 내장된 코드의 반복되는 시퀀스는 4개의 비트들, c_{11} , c_{12} , c_{13} , c_{14} 를 포함하고, 제2 광원의 광 출력에 내장된 코드의 반복되는 시퀀스는 4개의 비트들 c_{21} , c_{22} , c_{23} , c_{24} 를 포함한다. 다시, 비트들의 각각은 지속기간 T_{bit} 를 가지고 있고, 따라서 코드 주기는 $4 \cdot T_{bit}$ 와 동일하다. 제1 광원의 광 출력에 내장된 코드는 도 9에서 코드(910)로서 도시되어 있고, 도 2에 기재된 신호(245)에 포함될 수 있다.

[0088] 코드들의 비트들이 광원의 광 출력에 내장될 수 있는 방법에 관한 제1 시나리오의 설명이 여기에서 적용가능하고, 따라서 간략함을 위해 여기에 반복되지 않는다. 그러나, 단순성을 위해, 다른 광원과 독립적으로 각 광원에 대해 N개의 비트들의 반복되는 시퀀스의 결정이 수행되고, 그리고 처리 유닛(430)은 본질적으로 단일 광원의 광 출력만이 존재하는 경우에 획득된 이미지들의 열의 픽셀들을 선택하는 것으로 시작하므로, 이제 현재 시나리오의 단지 하나의 단일 광원이 그 장면에 광 기여를 제공하는 예에 초점을 맞출 것이다. 물론, 본 기술분야의 숙련자라면, 여기에 도시된 예시적 예는 하나의 단일(제1) 광원의 광 출력만을 포함하는 획득된 이미지들의 픽셀들의 시퀀스가 선택되는 방법(상기 설명된 방법(700)의 단계 710)에 관한 제1 시나리오의 가르침을 포함시킴으로써 복수의 광원들로 용이하게 확장될 수 있다는 것을 잘 알고 있을 것이다.

[0089] 다시, 카메라(410)는 장면의 이미지들의 열을 획득하도록 구성된다. 그를 위해, 카메라의 노출은 복수의 노출 인스턴스들을 포함하도록 설정될 수 있고, 각 노출 인스턴스는 코드 주기의 1 비트의 지속기간, 즉 T_{bit} 와 동일한 지속기간을 가진다. 이 경우에, 카메라(410)의 전체 노출 시간, T_{exp} 는 복수의 노출 인스턴스들의 모두의 지속기간들의 합이다. 그러한 시나리오에서, 코드(910)에 포함된 N개의 심볼들의 반복되는 제1 시퀀스를 결정하기 위해, 검출 시스템(400)은 제1 시나리오에서 기재된 것과 상이한 방식으로 동작하도록 구성될 수 있다.

[0090] 우선, 복수의 노출 인스턴스들이 연속적이고 카메라(410)는 각 프레임의 제1 시간 주기 T_{exp} 동안에 이미지를 획득하도록 구성되는 것으로 간주한다. 각 프레임에서 3개의 노출 인스턴스들을 가지고 이러한 방식으로 구성된 카메라(410)의 노출은 도 9에서 라인(930)으로 예시되어 있다.

[0091] 이미지가 촬상되는 경우에, 카메라는 장면 내의 모든 위치들에서 조명 시스템의 전체 광 출력의 세기들을 획득한다. 현재 시나리오의 예시적 예에서, 조명 시스템의 전체 광 출력은 제1 광원으로부터의 광 기여만을 포함한다.

[0092] 카메라의 노출 시간이 코드(910)의 3개의 연속적인 코드 비트들과 동일하도록 설정되기 때문에, 이미지의 특정 픽셀에서의 세기는 이미지가 촬상되는 때에 광원(220-1)의 광 출력에 인코딩되는 코드의 모든 비트들의 값들에 의해 영향을 받는다. 각 픽셀은 그 장면 내의 상이한 물리적 위치에서 조명 시스템의 전체 광 출력의 세기를 나타낸다. 제1 광원의 광 출력이 코드 비트들 c_{11} , c_{12} 및 c_{13} 으로 변조되는 경우에 제1 이미지가 촬상되므로(도 9에서, 노출(930)의 프레임 1의 카메라 노출이 코드(910)와 중첩되는 방법을 참고하라), 각 픽셀(x,y)에서의 세기 $d_{x,y(1)}$ 는 이하와 같이 결정될 수 있다.

수학식 1

$$d_{x,y(1)} = A_{x,y} \cdot c_{11} + A_{x,y} \cdot c_{12} + A_{x,y} \cdot c_{13}$$

[0094] 여기에서, $A_{x,y}$ 는 제1 광원에 인가된 드라이브 신호가 코드 비트들 c_{11} , c_{12} 및 c_{13} 으로 변조되지 않은 경우에 세기가 될 값이고, $d_{x,y(1)}$ 에서의 첨자 (1)은 이것이 프레임 1에서 얻어진 세기라는 것을 나타낸다.

[0095] 노출(930)로부터 알 수 있는 바와 같이, 장면의 이미지들의 열의 제2 이미지는 카메라(410)의 프레임 2 동안에 얻어진다. 광원(220-1)의 광 출력이 코드 비트들 c_{12} , c_{13} 및 c_{14} 로 변조되는 경우에 제2 이미지가 촬상되므로(도 5에서, 노출(530)의 프레임 2의 카메라 노출이 코드(910)와 중첩되는 방법을 참조하라), 각 픽셀 (x,y)에서의 세기 $d_{x,y(2)}$ 는 이하와 같이 결정될 수 있다.

수학식 2

$$d_{x,y(2)} = A_{x,y} \cdot c_{12} + A_{x,y} \cdot c_{13} + A_{x,y} \cdot c_{14}$$

[0097] 유사하게, 제3 이미지에 대해, 각 픽셀(x,y)에서의 세기 $d_{x,y(3)}$ 은 이하와 같이 결정될 수 있다.

수학식 3

$$d_{x,y(3)} = A_{x,y} \cdot c_{13} + A_{x,y} \cdot c_{14} + A_{x,y} \cdot c_{11}$$

[0099] 마지막으로, 제4 이미지에 대해, 각 픽셀 (x,y)에서의 세기 d_4 는 이하와 같이 결정될 수 있다.

수학식 4

$$d_{x,y(4)} = A_{x,y} \cdot c_{14} + A_{x,y} \cdot c_{11} + A_{x,y} \cdot c_{12}$$

[0101] 4개의 획득된 이미지들에 대해 특정 픽셀(x,y)에 대한 상기 세기들 (1)-(4)는 행렬 세기 $\frac{d_{x,y}}{}$ 로 기록될 수 있다.

수학식 5

$$\underline{d}_{x,y} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = A_{x,y} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_{11} \\ c_{12} \\ c_{13} \\ c_{14} \end{bmatrix}$$

[0102]

$$\underline{H} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ 및 } \underline{c} = \begin{bmatrix} c_{11} \\ c_{12} \\ c_{13} \\ c_{14} \end{bmatrix} \text{ 인 표기법을 이용하는 경우에, 수학식 5는 이하와 같이 재기록될 수 있다.}$$

[0103]

수학식 6

$$\underline{d}_{x,y} = A_{x,y} \underline{H} \cdot \underline{c}$$

[0104]

수학식 6에서, 처리 유닛(430)은 획득된 이미지들의 열로부터 세기 $\underline{d}_{x,y}$ 를, 그리고 카메라(410) 및 셔터(420)가 이미지들을 촬상하도록 구성되는 방식으로부터 \underline{H} -를 처리한다. 그러므로, 수학식 6은 하나의 미지수, 즉 $A_{x,y}\underline{c}$ 를 가지는 등식이다. 다시, 행렬 표기법에서 기록되는 경우에, 처리 유닛(430)은 미지수 $A_{x,y}\underline{c}$ 를 이하와 같이 결정할 수 있다.

[0105]

수학식 7

$$A_{x,y}\underline{c} = \underline{H}^{-1} \cdot \underline{d}$$

[0106]

여기에서, 공통 행렬 표기법에 따르면, \underline{H}^{-1} 은 행렬 \underline{H} 의 역행렬, 또는 비-정방 행렬 \underline{H} 에 대한 의사-역행렬을 나타낸다. 수학식 7에 따라 계산을 수행하는 것은 카메라의 각 프레임 시간 내에 복수-비트 노출 인스턴스들을 가지는 것을 고려하는 변환을 세기들 $\underline{d}_{x,y}$ 의 수신된 시퀀스에 적용하는 것으로 간주될 수 있다. 이러한 변환은 프레임당 복수-비트 노출들을 정정하고, 결과적으로 획득된 이미지들의 픽셀들(x,y)의 시퀀스가 $A_{x,y}\underline{H} \cdot \underline{c}$ 의 형태로 된 데이터(즉, 프레임당 복수-비트 노출에 대해 수정되지 않음)라기보다는 $A_{x,y}\underline{c}$ 의 형태로 된 데이터(제1 시나리오에서 기재된 시퀀스(810)와 유사함)를 포함하는 것으로 나타난다. 그리고나서, 제1 시나리오(방법(700))에서 기재되었던 바와 같은 유사한 처리가 $A_{x,y}\underline{c}$ 에 적용될 수 있다. 다양한 실시예들에서, 변환은 상기 설명된 단계들 710-750의 일부 또는 모두 이전에 픽셀들의 시퀀스에 적용된다.

[0107]

이러한 시나리오의 설명은 지금까지 카메라(410)의 프레임 시간 내의 복수의 노출 인스턴스들이 연속적인 경우를 다루었지만, 비연속적인 복수의 노출 인스턴스들에도 유사한 접근법이 적용될 것이다. 수학식 6 및 7은 여전히 유효하지만, 이미지들을 획득하기 위해 상이한 노출 인스턴스들을 선택할 때의 차이점은 상이한 행렬 \underline{H} 에서 반영될 것이다. 수학식 7에 따른 계산을 수행하는 것은 행렬 \underline{H} 의 역행렬을 결정하는 것을 필요로 하므로, 이미지들의 열에 대한 복수 노출 인스턴스들은 행렬 \underline{H} 가 가역가능한 방식으로 선택되어야 된다.

[0108]

카메라(410)의 프레임 시간 내에 복수의 연속적 및 비연속적 비트들로 이미지들을 획득하는 것 사이의 하나의 추가 차이점은 그러한 노출들이 구현될 수 있는 방법에 있다. 모든 카메라들의 내부에 있는 셔터(420)는 프레임 내에서 한번만 열고 닫고 할 수 있으므로, 그러한 셔터는 통상적으로 카메라(410)의 프레임 시간 내에 복수의 연속적인 비트들로 이미지들을 획득하는 데에만 이용될 수 있다.

[0109]

- [0110] 반면에, 카메라(410)의 외부에 있는 셔터(420)는 각 프레임 내에서 복수의 연속적 및 복수의 비연속적 비트들 양쪽 모두로 이미지들을 획득하는데 이용될 수 있다. 그러한 셔터는 카메라의 전방에 배치된 전자 셔터로서 구현될 수 있고, 이는 단일 프레임 동안에 셔터의 복수의 열기/닫기들을 가능하게 한다. 하나의 실시예에서, 그러한 셔터는 디지털 코드에 의해 스위칭될 수 있다. 카메라(410)의 외부에 있는 셔터의 이용에 의해 가능하게 되는 열기/닫기 패턴들의 하나의 예는 도 10에서 스위칭 신호(1030)로서 예시되어 있다. 도 10은 또한 예로 든 코드(1010)를 예시하고 있다.
- [0111] 하나의 실시예에서, 검출 시스템(400)은 이하와 같이 동작할 것이다. 조합된 광 신호는 카메라(410)의 전방에 배치된 셔터(420)에 도달한다. 셔터(420)는 셔터의 열림/닫힘 상태를 결정하는 스위칭 신호(1030)에 의해 동작된다. 셔터(420)의 스위칭 주파수는 코딩된 광의 것과 동일하고, 즉 양쪽이 동일한 T_{bit} 를 이용한다는 것으로 간주한다. 그러면, 카메라(410)는 프레임 시간 T_{frame} 에 걸쳐 들어오는 광을 통합할 것이다(이는 또한 여기에 기재된 모든 다른 실시예들에도 유효하다). 셔터(420)를 스위칭함으로써, 열린 셔터 시간들 동안의 코드(1010)의 비트들이 수신되고 다른 것들은 그렇지 못할 것이다. 따라서, 셔터(420)로부터 카메라(410)로의 결과적인 출력 신호는 셔터가 열려 있었던 동안의 비트들에 걸친 합이 될 것이다.
- [0112] 모든 프레임에 대해, 길이 T_{frame} - 여기에서 $T_{frame} = T_{bit} * N_{shut}$ 임 -의 상이한 셔터 코드가 적용된다. 셔터(420)가 카메라(410)의 외부에 있는 셔터로서 구현되는 실시예에서, N_{shut} 는 양호하게는 N_{code} 의 정수배 또는 정수 분수배이다. 셔터(420)가 카메라(410)의 내부에 있는 셔터로서 구현되는 실시예에서, N_{shut} 는 양호하게는 N_{code} 의 정수배 또는 정수 분수배와 동일하지 않다. 스위칭 신호(1030)에 포함할 정확한 세트의 연속적인 코드들을 선택함으로써, 즉 코드 행렬 H 가 가역 가능하도록 함으로써, 신호 $d(t)$ 는 카메라(410)의 신호들 출력의 전기적 처리 이후에 복원될 수 있다. 그리고나서, 처리 유닛(430)은 상기 설명된 방식으로 N 개의 샘플들의 시퀀스를 결정하는 것으로 진행할 수 있다.
- [0113] 하나의 실시예에서, 셔터(420)가 더 오랫동안 열려 있을수록 카메라(410)의 센서에 의해 더 많은 광이 수신되므로, 스위칭 신호(1030)는 양호하게는 가능한 한 많은 1을 포함한다. 이러한 목적을 위한 적합한 코드들은 제1 행 및 열의 제거 이후에, 아다마르 행렬들로 구성되는 S-행렬들이다.
- [0114] 제1 시나리오의 모든 설명들이 여기에 적용가능하고, 따라서 코드 주기의 지속기간에 대한 프레임 시간의 지속기간에 관한 하나의 사항을 제외하고는 반복되지 않는다. 각 이미지가 복수의 노출 인스턴스들로 획득되고 셔터(420)가 카메라(410)의 외부의 셔터로서 구현되는 시나리오에서, 카메라의 프레임 시간은 양호하게는 코드 주기의 정수배 또는 정수 분수배이도록 설정된다. 예를 들면, 코드 주기가 $7 * T_{bit}$ 와 동일한 경우에, 카메라의 프레임 시간은 코드 주기의 2배, 즉 $14 * T_{bit}$ 인 것으로 설정될 수 있다. 각 이미지가 복수의 노출 인스턴스들로 획득되고 셔터(420)가 카메라(410) 내부의 셔터로서 구현되는 시나리오에서, 카메라의 프레임 시간은 양호하게는 제1 시나리오에서 예시된 바와 같이, 코드 주기의 정수배 또는 정수 분수배와 동일하지 않도록 설정된다.
- [0115] 현재의 시나리오의 하나의 장점은 프레임당 복수-비트 노출들로 각 이미지를 획득하는 것은 특히 낮은 광 조건들에서 더 광 효율적이라는 점이다. 그러므로, 검출 프로세스에 대한 노이즈의 영향이 감소될 수 있다.
- [0116] 본 발명의 하나의 장점은, 카메라의 셔터의 특정 열림/닫힘 패턴들을 선택함으로써 획득되는 이미지들의 열에 기초하여, 고 주파수로 변조되고 따라서 사람 눈에 보이지 않는 코딩된 광은 종래의 낮은-레이트 카메라를 이용하여 검출될 수 있다는 점이다. 예를 들면, 종래의 50Hz 카메라는 사람 가시성 임계보다 훨씬 높은 1kHz 이상에서 변조된 코딩된 광을 결정하는데 이용될 수 있다.
- [0117] 여기에 예시된 예로 든 실시예는 동기형 조명 시스템들(즉, 다양한 광원들의 내장된 코드들이 동시에 시작되는 시스템들)에 대해 제공되고 있지만, 본 기술분야의 숙련자들이라면, 본 발명의 가르침들을 비동기형 조명 시스템들(즉, 다양한 광원들의 내장된 코드들이 상이한 시간들에서 시작되는 시스템들)로 확장할 수 있을 것이다.
- [0118] 본 발명의 하나의 실시예는 컴퓨터 시스템과 사용하기 위한 프로그램 제품으로서 구현될 수 있다. 프로그램 제품의 프로그램(들)은 실시예들(여기에 기재된 방법들을 포함함)의 기능들을 정의하고, 다양한 컴퓨터-판독가능 저장 매체 상에 포함될 수 있다. 예시적인 컴퓨터-판독가능 저장 매체는 (i) 정보가 영구적으로 저장되는 기록 불가능한 저장 매체(예를 들면, CD-ROM 드라이브에 의해 판독가능한 CD-ROM 디스크들, 플래시 메모리, ROM 칩들, 또는 임의의 타입의 솔리드-스테이트 비휘발성 반도체 메모리와 같이 컴퓨터 내의 판독전용 메모리 디바이스들), 및 (ii) 변경가능한 정보가 저장되는 기록가능한 저장 매체(예를 들면, 디스켓 드라이브 또는 하드-

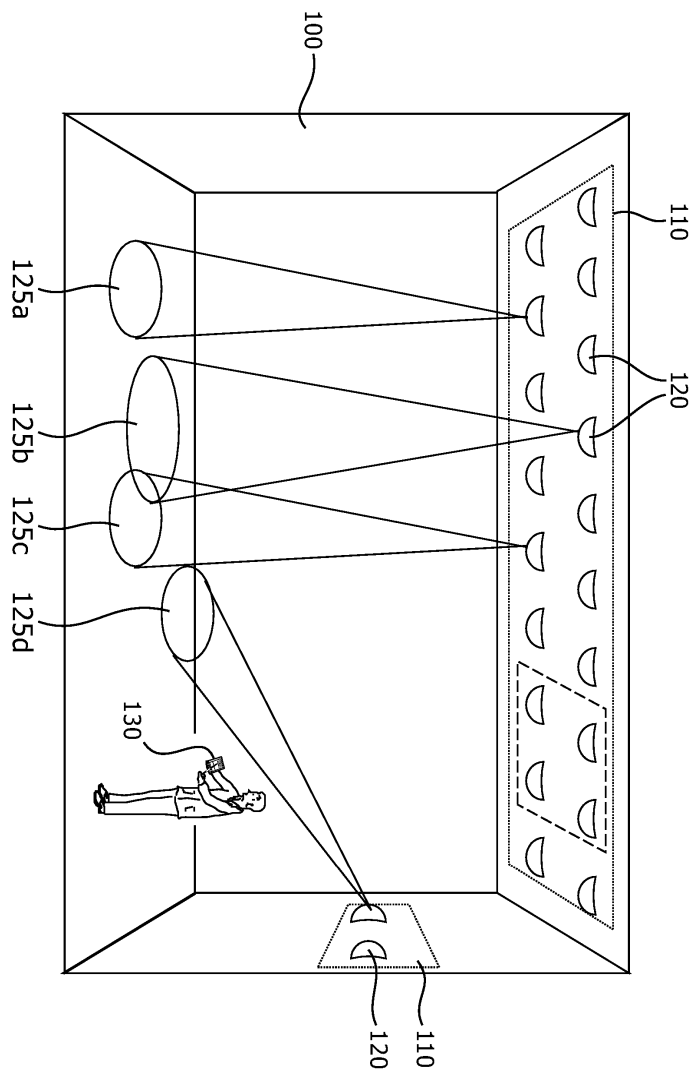
스크 드라이브 내의 플로피 디스크들 또는 임의의 타입의 솔리드-스테이트 랜덤-액세스 반도체 메모리)를 포함하지만, 이들로 제한되지 않는다.

[0119]

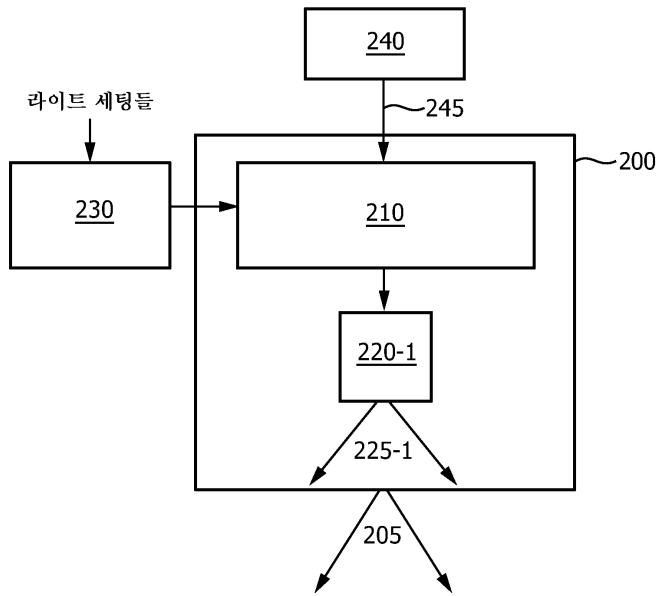
상기는 본 발명의 실시예들에 관한 것이지만, 본 발명의 다른 및 추가 실시예들은 그 기본 범주로부터 벗어나지 않고서도 고안될 수 있다. 예를 들면, 본 발명의 양태들은 하드웨어 또는 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 조합으로 구현될 수 있다. 또한, 본 실시예들은 가시광 통신들의 컨텍스트에서 설명되고 있지만, 본 발명은 또한 가시 범위 이외의 파장 범위들에도 적용된다. 그러므로, 본 발명의 범주는 이하의 청구항들에 의해 결정된다.

도면

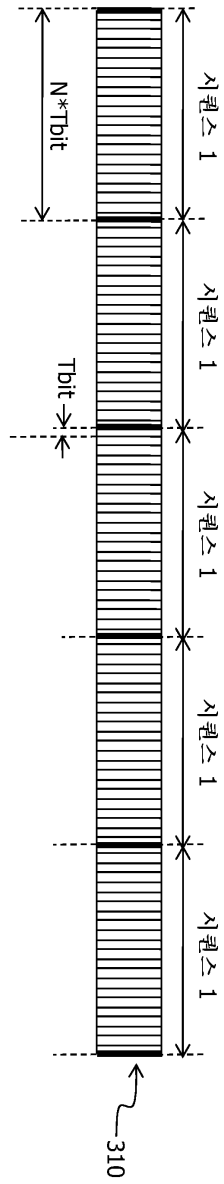
도면1



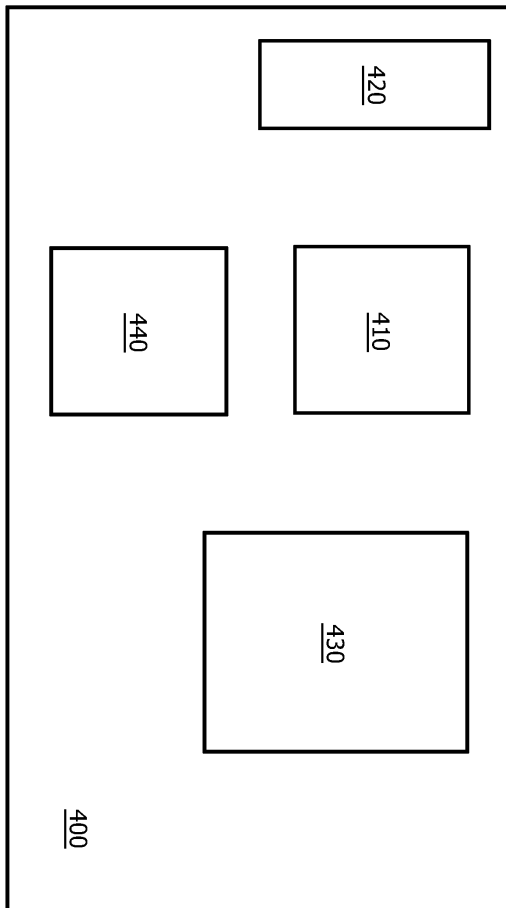
도면2



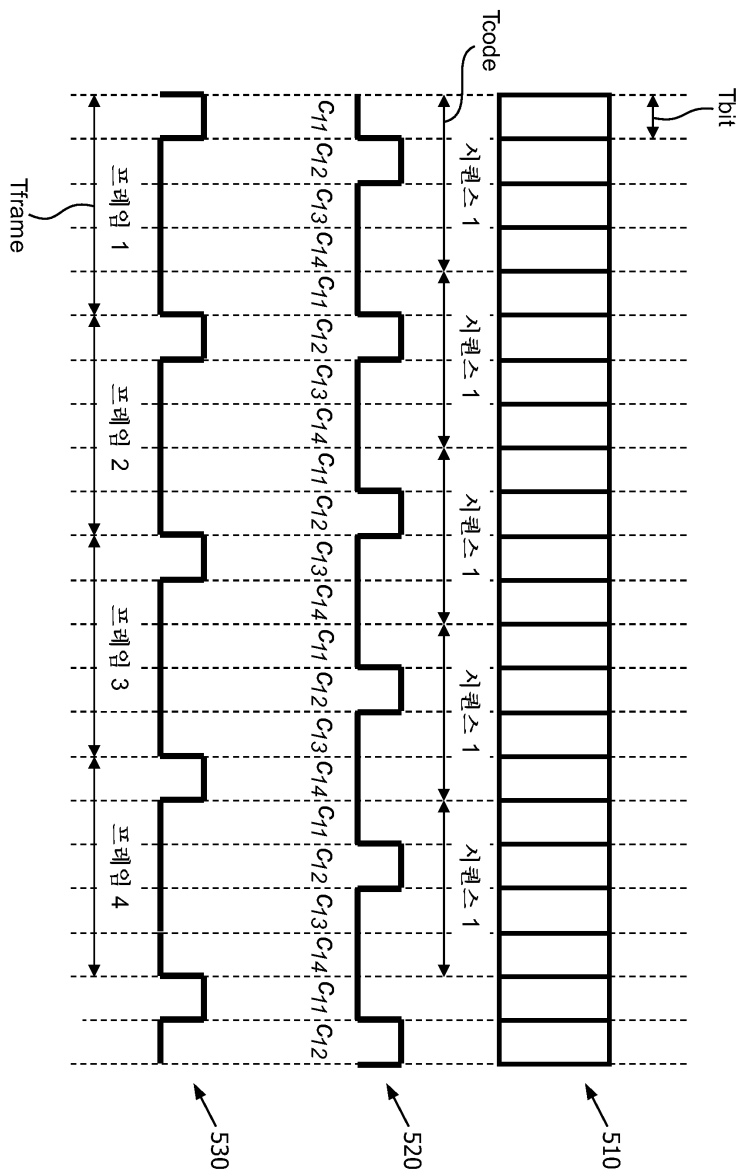
도면3



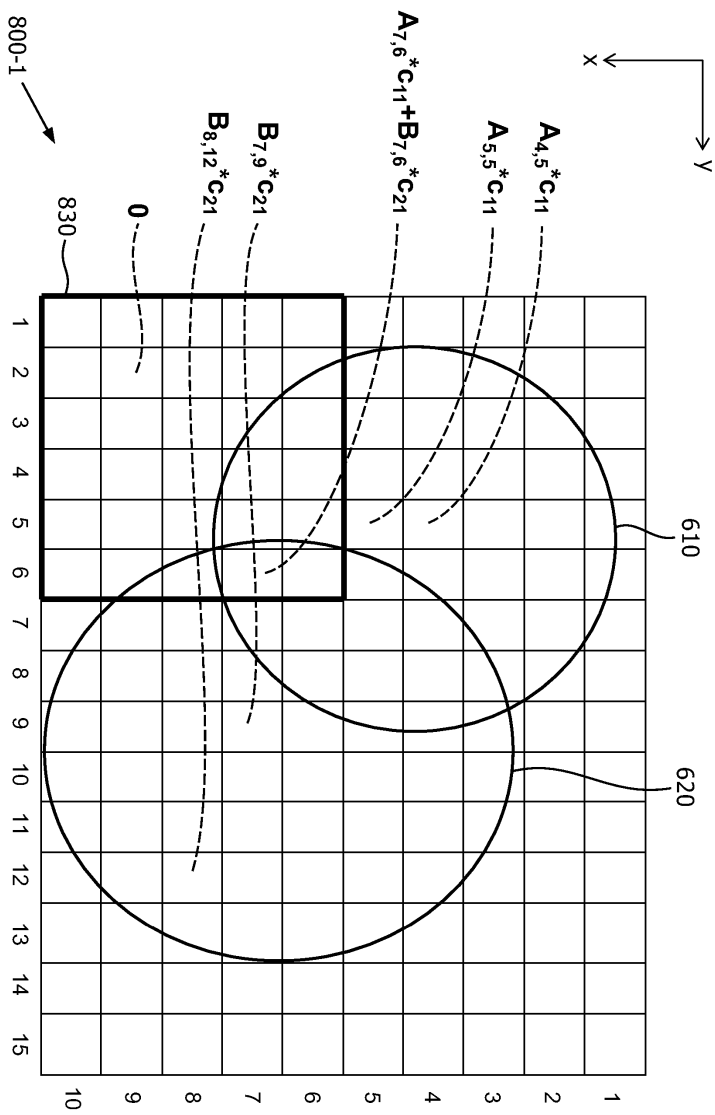
도면4



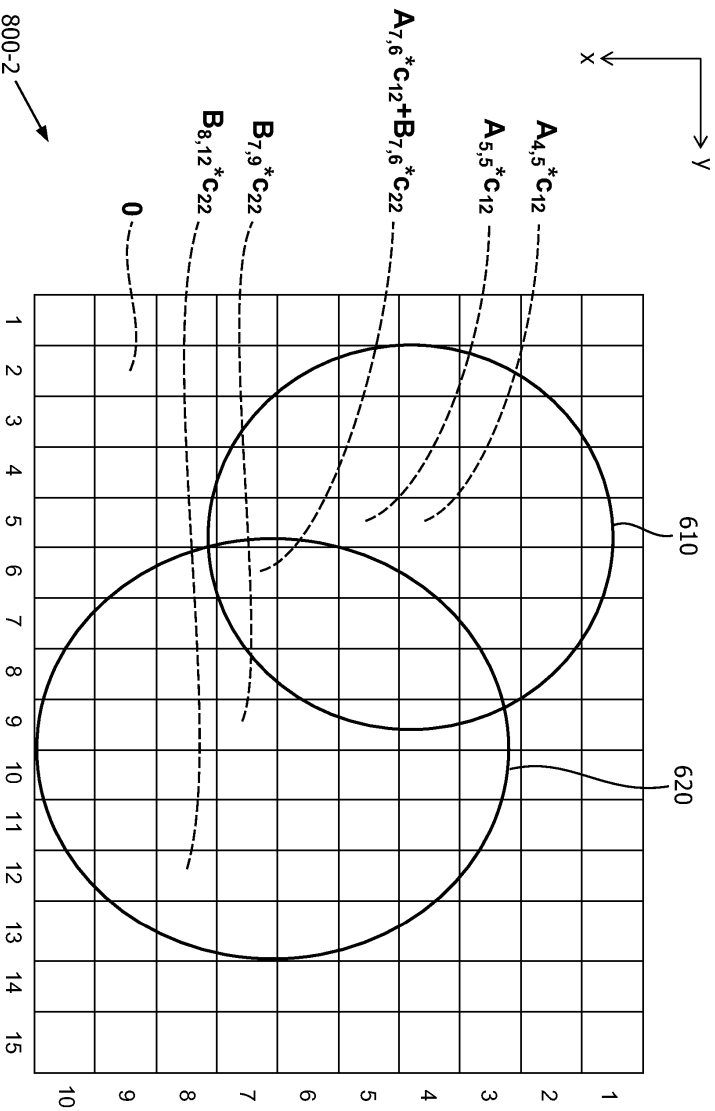
도면5



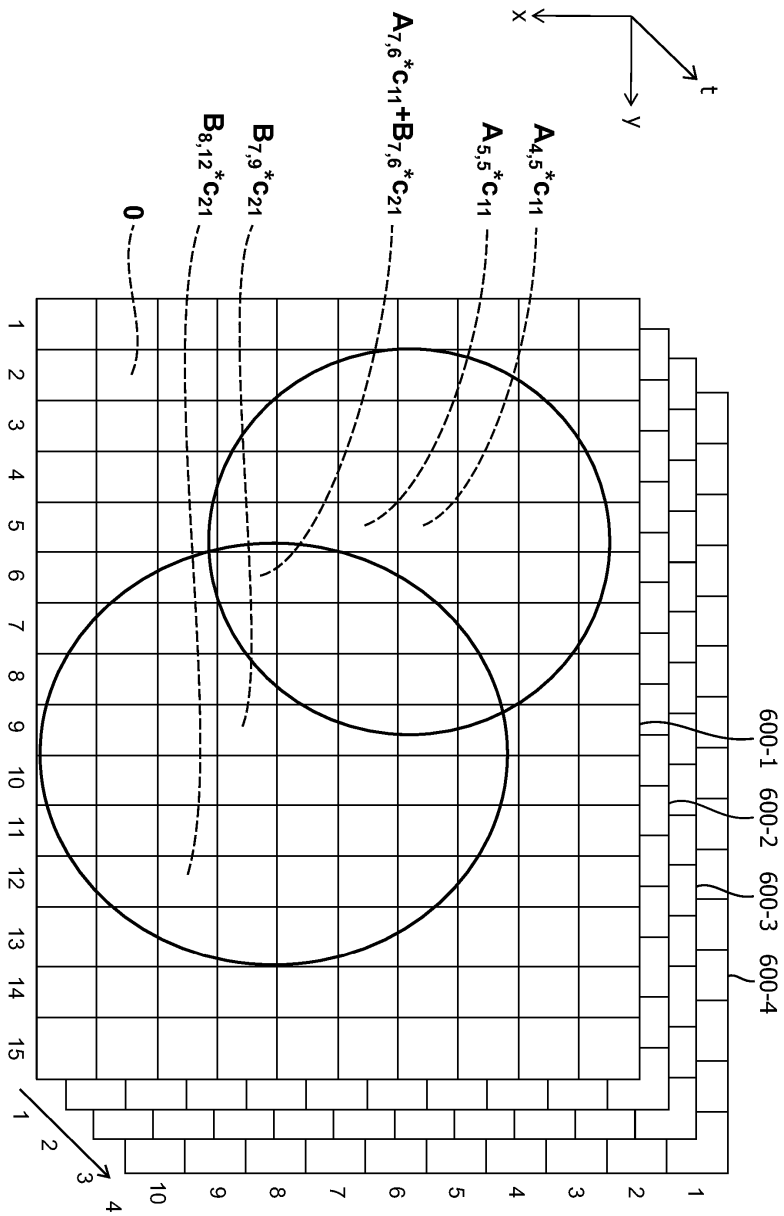
도면6a



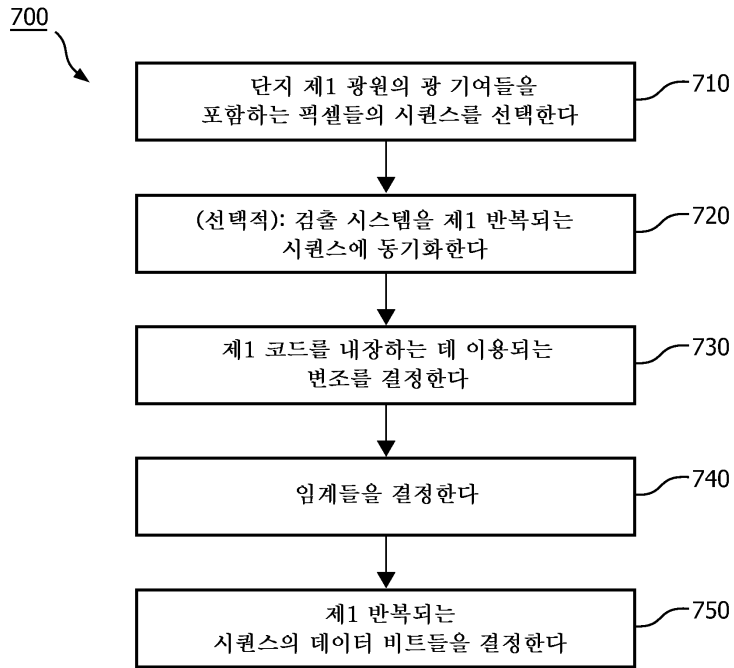
도면6b



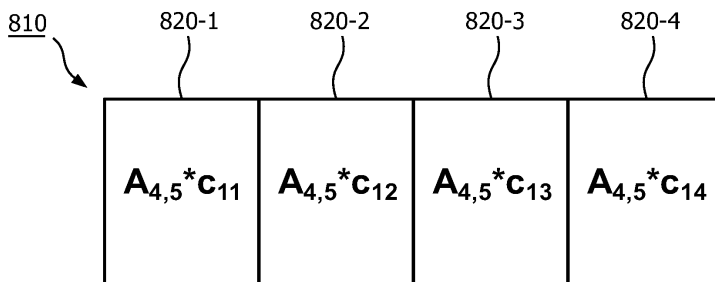
도면6c



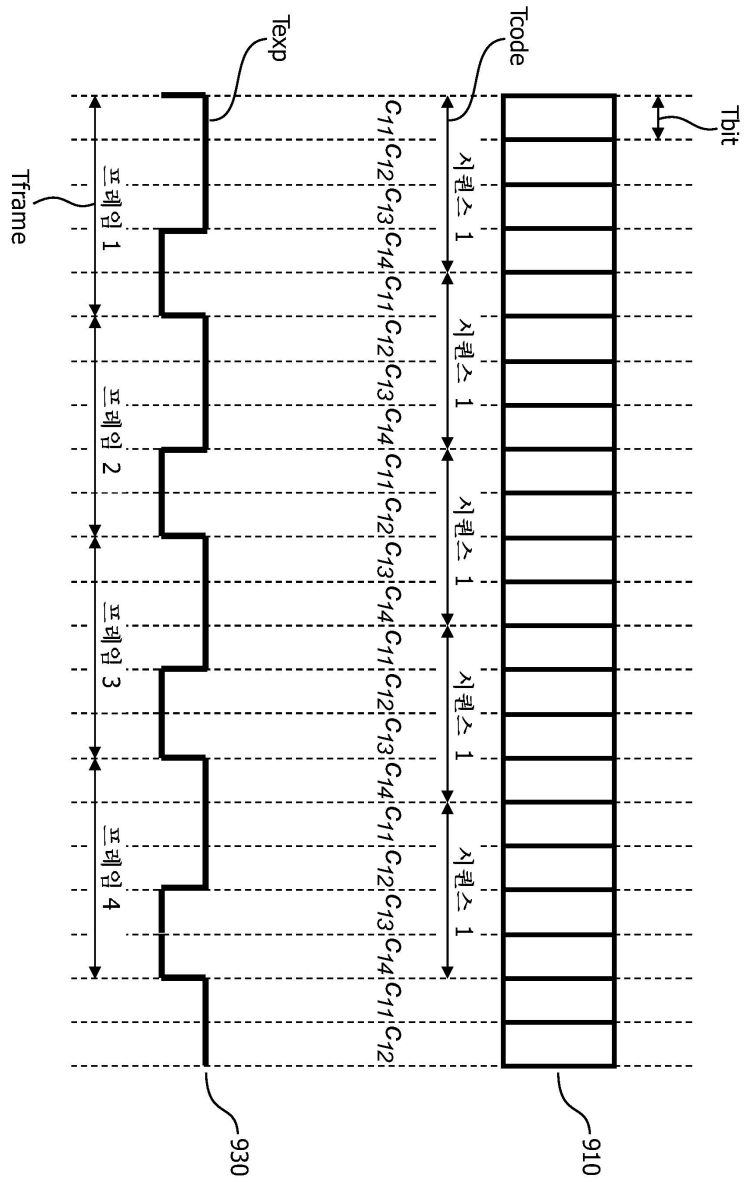
도면7



도면8



도면9



도면10

