



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2017년03월10일  
 (11) 등록번호 10-1715458  
 (24) 등록일자 2017년03월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 G01B 11/25 (2006.01) G01B 11/22 (2006.01)  
 G06T 7/00 (2017.01) H04N 5/14 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2014-7031300  
 (22) 출원일자(국제) 2013년04월18일  
 심사청구일자 2016년11월10일  
 (85) 번역문제출일자 2014년11월06일  
 (65) 공개번호 10-2015-0006438  
 (43) 공개일자 2015년01월16일  
 (86) 국제출원번호 PCT/US2013/037221  
 (87) 국제공개번호 WO 2013/176807  
 국제공개일자 2013년11월28일  
 (30) 우선권주장  
 13/785,939 2013년03월05일 미국(US)  
 (뒷면에 계속)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 W02000010323 A1  
 W02006074310 A2

(73) 특허권자  
**켈컴 인코퍼레이티드**  
 미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775  
 (72) 발명자  
**아타나소브 칼린 미트코브**  
 미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775  
**내쉬 제임스 윌슨**  
 미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
**특허법인코리아나**

전체 청구항 수 : 총 37 항

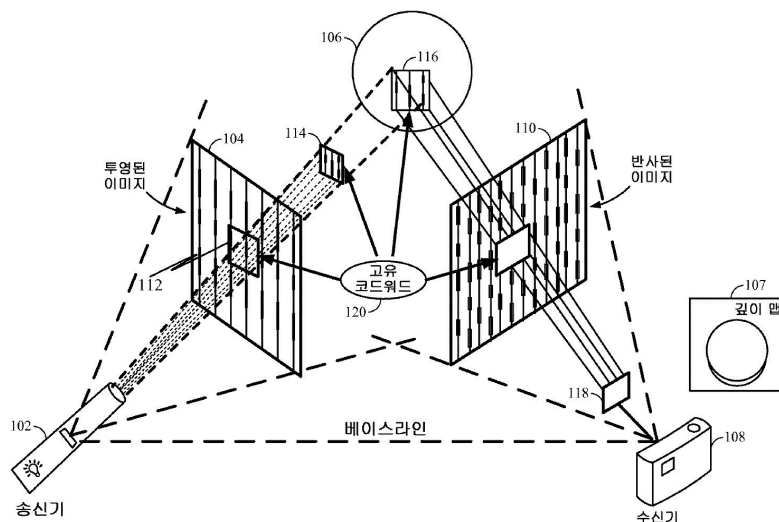
심사관 : 김민석

(54) 발명의 명칭 **능동 깊이 감지를 위한 아핀-불변 공간 마스크의 수신**

**(57) 요약**

코드워드를 디코딩하기 위해 수신기 디바이스 상에서 동작가능한 방법이 제공된다. 복합 코드 마스크의 적어도 일 부분이 수신기 센서를 통해 획득되고, 타겟 오브젝트의 표면 상에 투영된다. 복합 코드 마스크는 코드층 및 캐리어층에 의해 정의될 수도 있다. 고유하게 식별가능한 공간 코딩된 코드워드들의 코드층은 복수의 심볼들에 의해 정의될 수도 있다. 캐리어층은 코드층으로부터 독립적으로 확인가능하고 별개일 수도 있고, 투영 시의 왜곡에 강인한 복수의 참조 오브젝트들을 포함할 수도 있다. 코드층 및 캐리어층 중 적어도 하나는 투영 전에 합성 포인트 스프레드 함수에 의해 사전-형상화되었을 수도 있다. 코드층은 복합 코드 마스크의 부분 내의 참조 오브젝트들에 기초하여 프로세싱 회로에서 왜곡에 대해 조정될 수도 있다.

**대표도**



(72) 발명자

**라마찬드라 비카스**

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775

**고마 세르지우 라두**

미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775

(30) 우선권주장

61/651,528 2012년05월24일 미국(US)

61/651,529 2012년05월24일 미국(US)

61/651,533 2012년05월24일 미국(US)

61/651,535 2012년05월24일 미국(US)

61/666,405 2012년06월29일 미국(US)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

코드워드를 디코딩하기 위해 수신기 디바이스 상에서 동작가능한 방법으로서,

적외선 스펙트럼에서, 수신기 디바이스의 센서를 통해, 타겟 오브젝트의 표면 상에 투영된 복합 코드 마스크의 적어도 일 부분을 캡처하는 단계로서, 상기 복합 코드 마스크는,

복수의 심볼들에 의해 정의된 고유하게 식별가능한 공간 코딩된 코드워드들의 코드층, 및

상기 코드층으로부터 독립적으로 확인가능하고 별개이며 투영 시의 왜곡에 강인한 복수의 참조 오브젝트들을 포함하는 캐리어층

에 의해 정의되고, 상기 코드층 또는 상기 캐리어층 중 적어도 하나는 투영 전에 합성 포인트 스프레드 함수 (synthetic point spread function) 에 의해 사전-형상화된, 상기 복합 코드 마스크의 적어도 일 부분을 캡처하는 단계; 및

상기 수신기 디바이스의 프로세싱 회로에 의해, 상기 복수의 참조 오브젝트들에 기초하여 왜곡에 대해 상기 코드층을 조정하는 단계 포함하는, 코드워드를 디코딩하기 위해 수신기 디바이스 상에서 동작가능한 방법.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 수신기 디바이스의 상기 프로세싱 회로에 의해,

상기 복합 코드 마스크의 단일 캡처, 및

참조 코드 마스크에 대한 윈도우의 변위

에 기초하여 상기 윈도우에 대응하는 상기 타겟 오브젝트의 상기 표면의 일 부분에 대한 깊이 정보를 생성하는 단계를 더 포함하는, 코드워드를 디코딩하기 위해 수신기 디바이스 상에서 동작가능한 방법.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 수신기 디바이스에 의해, 상기 수신기 디바이스의 상기 센서의 감도를 결정하는 단계를 더 포함하는, 코드워드를 디코딩하기 위해 수신기 디바이스 상에서 동작가능한 방법.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 코드층은  $n1 \times n2$  이진 심볼들을 포함하며,  $n1$  및  $n2$  는 2 보다 더 큰 정수들이고, 상기 합성 포인트 스프레드 함수는 상기 수신기 디바이스의 상기 센서의 감도에 기초하여 선택되고, 상기 코드층을 조정하는 단계는 투영된 코드층에 실질적으로 매칭하는 조정된 코드층을 생성하기 위해 상기 코드층에 변환을 적용하는 단계를 포함하는, 코드워드를 디코딩하기 위해 수신기 디바이스 상에서 동작가능한 방법.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 복수의 심볼들의 각각의 심볼은 상기 복수의 참조 오브젝트들과는 별개인 2 그레이-스케일 셰이드들 중 하나에서의 영역에 대응하는, 코드워드를 디코딩하기 위해 수신기 디바이스 상에서 동작가능한 방법.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 코드층의 상기 복수의 심볼들은 적어도 1 차원에서 스테저링되는, 코드워드를 디코딩하기 위해 수신기 디바이스 상에서 동작가능한 방법.

**청구항 7**

제 1 항에 있어서,

상기 캐리어층에서의 상기 복수의 참조 오브젝트들은 복수의 동등한 간격의 참조 스트라이프들 사이에 가드 간격을 포함하는, 코드워드를 디코딩하기 위해 수신기 디바이스 상에서 동작가능한 방법.

**청구항 8**

제 7 항에 있어서,

상기 참조 스트라이프들 및 상기 가드 간격은 상이한 폭들인, 코드워드를 디코딩하기 위해 수신기 디바이스 상에서 동작가능한 방법.

**청구항 9**

제 7 항에 있어서,

가드 간격 폭에 대한 각각의 참조 스트라이프의 폭은 송신기 디바이스 또는 상기 수신기 디바이스 중 적어도 하나에 기초하는, 코드워드를 디코딩하기 위해 수신기 디바이스 상에서 동작가능한 방법.

**청구항 10**

제 1 항에 있어서,

상기 복합 코드 마스크의 투영의 전력 효율을 증가시키기 위해 상기 코드층 또는 상기 캐리어층 중 적어도 하나를 사전-형상화하는 단계를 더 포함하는, 코드워드를 디코딩하기 위해 수신기 디바이스 상에서 동작가능한 방법.

**청구항 11**

제 1 항에 있어서,

상기 합성 포인트 스프레드 함수는,

상기 복합 코드 마스크가 투영되는 예상된 채널 조건들; 또는

상기 복합 코드 마스크가 투영되는 상기 타겟 오브젝트의 표면들의 특성들

중 적어도 하나에 추가로 기초하여 복수의 포인트 스프레드 함수들로부터 선택되는, 코드워드를 디코딩하기 위해 수신기 디바이스 상에서 동작가능한 방법.

**청구항 12**

제 1 항에 있어서,

상기 합성 포인트 스프레드 함수는,

상기 복합 코드 마스크를 투영해야 할 프로젝터에 대한 제 1 채널 응답; 또는

상기 프로젝터로부터 상기 센서로의 경로에 대한 제 2 채널 응답

중 적어도 하나에 추가로 기초하여 복수의 포인트 스프레드 함수들로부터 선택되는, 코드워드를 디코딩하기 위해 수신기 디바이스 상에서 동작가능한 방법.

**청구항 13**

투영된 복합 코드 마스크를 수신하기 위한 수신기 디바이스로서,

적외선 스펙트럼 범위에서, 타겟 오브젝트의 표면 상에 투영된 복합 코드 마스크의 적어도 일 부분을 캡처하도록

록 구성된 센서로서, 상기 복합 코드 마스크는,

복수의 심볼들에 의해 정의된 고유하게 식별가능한 공간 코딩된 코드워드들의 코드층, 및

상기 코드층으로부터 독립적으로 확인가능하고 별개이며 투영 시의 왜곡에 강인한 복수의 참조 오브젝트들을 포함하는 캐리어층

에 의해 정의되고, 상기 코드층 또는 상기 캐리어층 중 적어도 하나는 투영 전에 합성 포인트 스프레드 함수 (synthetic point spread function) 에 의해 사전-형상화된, 상기 센서; 및

상기 복수의 참조 오브젝트들에 기초하여 왜곡에 대해 상기 코드층을 조정하도록 구성된 프로세싱 회로를 포함하는, 수신기 디바이스.

#### 청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 프로세싱 회로는 또한,

상기 복합 코드 마스크의 단일 캡처, 및

참조 코드 마스크에 대한 윈도우의 변위

에 기초하여 상기 윈도우에 대응하는 상기 타겟 오브젝트의 상기 표면의 일 부분에 대한 깊이 정보를 생성하는, 수신기 디바이스.

#### 청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 프로세싱 회로는 또한, 상기 센서의 감도를 결정하도록 구성되는, 수신기 디바이스.

#### 청구항 16

제 13 항에 있어서,

상기 코드층은  $n1 \times n2$  이진 심볼들을 포함하며,  $n1$  및  $n2$  는 2 보다 더 큰 정수들이고, 상기 합성 포인트 스프레드 함수는 상기 센서의 감도에 기초하여 선택되는, 수신기 디바이스.

#### 청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 복수의 심볼의 각각의 심볼은 상기 복수의 참조 오브젝트들과는 별개인 2 그레이-스케일 세이드들 중 하나에서의 영역에 대응하는, 수신기 디바이스.

#### 청구항 18

제 13 항에 있어서,

상기 코드층의 상기 복수의 심볼들은 적어도 1 차원에서 스테저링되는, 수신기 디바이스.

#### 청구항 19

제 13 항에 있어서,

상기 캐리어층에서의 상기 복수의 참조 오브젝트들은 복수의 동등한 간격의 참조 스트라이프들 사이에 가드 간격을 포함하는, 수신기 디바이스.

#### 청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 참조 스트라이프들 및 상기 가드 간격은 상이한 폭들인, 수신기 디바이스.

**청구항 21**

제 19 항에 있어서,

가드 간격 폭에 대한 각각의 참조 스트라이프의 폭은 송신기 디바이스 또는 상기 수신기 디바이스 중 적어도 하나에 기초하는, 수신기 디바이스.

**청구항 22**

제 13 항에 있어서,

상기 코드층 또는 상기 캐리어층 중 적어도 하나의 사전-형상화는 상기 복합 코드 마스크의 투영의 전력 효율을 증가시키는, 수신기 디바이스.

**청구항 23**

제 13 항에 있어서,

상기 합성 포인트 스프레드 함수는,

상기 복합 코드 마스크가 투영되는 예상된 채널 조건들; 또는

상기 복합 코드 마스크가 투영되는 상기 타겟 오브젝트의 표면들의 특성들

중 적어도 하나에 추가로 기초하여 복수의 포인트 스프레드 함수들로부터 선택되는, 수신기 디바이스.

**청구항 24**

제 13 항에 있어서,

상기 합성 포인트 스프레드 함수는,

상기 복합 코드 마스크를 투영해야 할 프로젝터에 대한 제 1 채널 응답; 및

상기 프로젝터로부터 상기 센서로의 경로에 대한 제 2 채널 응답

중 적어도 하나에 추가로 기초하여 복수의 포인트 스프레드 함수들로부터 선택된, 수신기 디바이스.

**청구항 25**

투영된 복합 코드 마스크를 수신하기 위한 수신기 디바이스로서,

적외선 스펙트럼 범위에서, 타겟 오브젝트의 표면 상에 투영된 복합 코드 마스크의 적어도 일 부분을 캡처하는 수단으로서, 상기 복합 코드 마스크는,

복수의 심볼들에 의해 정의된 고유하게 식별가능한 공간 코딩된 코드워드들의 코드층, 및

상기 코드층으로부터 독립적으로 확인가능하고 별개이며 투영 시의 왜곡에 강인한 복수의 참조 오브젝트들을 포함하는 캐리어층

에 의해 정의되고, 상기 코드층 또는 상기 캐리어층 중 적어도 하나는 투영 전에 합성 포인트 스프레드 함수 (synthetic point spread function) 에 의해 사전-형상화된, 상기 복합 코드 마스크의 적어도 일 부분을 캡처하는 수단; 및

왜곡에 대해 상기 코드층을 조정하는 수단으로서, 상기 코드층을 조정하는 것은 상기 복수의 참조 오브젝트들에 기초하는, 상기 왜곡에 대해 상기 코드층을 조정하는 수단을 포함하는, 수신기 디바이스.

**청구항 26**

제 25 항에 있어서,

상기 복합 코드 마스크의 단일 캡처, 및

참조 코드 마스크에 대한 윈도우의 변위

에 기초하여 상기 윈도우에 대응하는 상기 타겟 오브젝트의 상기 표면의 일 부분에 대한 깊이 정보를 생성하는

수단을 더 포함하는, 수신기 디바이스.

**청구항 27**

제 25 항에 있어서,

상기 캡처하는 수단의 감도를 결정하는 수단을 더 포함하는, 수신기 디바이스.

**청구항 28**

제 25 항에 있어서,

상기 코드층은  $n1 \times n2$  이진 심볼들을 포함하며,  $n1$  및  $n2$  는 2 보다 더 큰 정수들이고, 상기 합성 포인트 스프레드 함수는 상기 캡처하는 수단의 감도에 기초하여 선택되는, 수신기 디바이스.

**청구항 29**

제 28 항에 있어서,

상기 복수의 심볼들의 각각의 심볼은 상기 복수의 참조 오브젝트들과는 별개인 2 그레이-스케일 셰이드들 중 하나에서의 영역에 대응하는, 수신기 디바이스.

**청구항 30**

제 25 항에 있어서,

상기 코드층의 상기 복수의 심볼들은 적어도 1 차원에서 스테저링되는, 수신기 디바이스.

**청구항 31**

제 25 항에 있어서,

상기 코드층 또는 상기 캐리어층 중 적어도 하나의 사전-형상화는 상기 복합 코드 마스크의 투영의 전력 효율을 증가시키는, 수신기 디바이스.

**청구항 32**

제 25 항에 있어서,

상기 합성 포인트 스프레드 함수는,

상기 복합 코드 마스크가 투영되는 예상된 채널 조건들; 또는

상기 복합 코드 마스크가 투영되는 상기 타겟 오브젝트의 표면들의 특성들

중 적어도 하나에 추가로 기초하여 복수의 포인트 스프레드 함수들로부터 선택되는, 수신기 디바이스.

**청구항 33**

제 25 항에 있어서,

상기 합성 포인트 스프레드 함수는,

상기 복합 코드 마스크를 투영해야 할 프로젝터에 대한 제 1 채널 응답; 또는

상기 프로젝터로부터 상기 캡처하는 수단으로의 경로에 대한 제 2 채널 응답

중 적어도 하나에 추가로 기초하여 복수의 포인트 스프레드 함수들로부터 선택되는, 수신기 디바이스.

**청구항 34**

복합 코드 마스크를 수신하기 위해 명령들을 저장한 비밀시적 머신 관독가능 저장 매체로서,

상기 명령들은, 적어도 하나의 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 적어도 하나의 프로세서로 하여금,

적외선 스펙트럼 범위에서, 수신기 디바이스의 센서를 통해, 타겟 오브젝트의 표면 상에 투영된 복합

코드 마스크의 적어도 일 부분을 캡처하게 하는 것으로서, 상기 복합 코드 마스크는,

복수의 심볼들에 의해 정의된 고유하게 식별가능한 공간 코딩된 코드워드들의 코드층, 및

상기 코드층으로부터 독립적으로 확인가능하고 별개이며 투영 시의 왜곡에 강인한 복수의 참조 오브젝트들을 포함하는 캐리어층

에 의해 정의되고, 상기 코드층 또는 상기 캐리어층 중 적어도 하나는 투영 전에 합성 포인트 스프레드 함수 (synthetic point spread function) 에 의해 사전-형상화된, 상기 복합 코드 마스크의 적어도 일 부분을 캡처하게 하고;

상기 복수의 참조 오브젝트들에 기초하여 왜곡에 대해 상기 코드층을 조정하게 하는, 비밀시적 머신 판독가능 저장 매체.

**청구항 35**

제 34 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 적어도 하나의 프로세서로 하여금,

상기 복합 코드 마스크의 단일 캡처, 및

참조 코드 마스크에 대한 윈도우의 변위

에 기초하여 상기 윈도우에 대응하는 상기 타겟 오브젝트의 상기 표면의 일 부분에 대한 깊이 정보를 생성하게 하는 명령들을 추가로 저장한, 비밀시적 머신 판독가능 저장 매체.

**청구항 36**

제 34 항에 있어서,

상기 합성 포인트 스프레드 함수는,

상기 복합 코드 마스크가 투영되는 예상된 채널 조건들; 또는

상기 복합 코드 마스크가 투영되는 상기 타겟 오브젝트의 표면들의 특성들

중 적어도 하나에 추가로 기초하여 복수의 포인트 스프레드 함수들로부터 선택되는, 비밀시적 머신 판독가능 저장 매체.

**청구항 37**

제 34 항에 있어서,

상기 합성 포인트 스프레드 함수는,

상기 복합 코드 마스크를 투영해야 할 프로젝터에 대한 제 1 채널 응답; 또는

상기 프로젝터로부터 상기 센서로의 경로에 대한 제 2 채널 응답

중 적어도 하나에 추가로 기초하여 복수의 포인트 스프레드 함수들로부터 선택되는, 비밀시적 머신 판독가능 저장 매체.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] **관련 출원에 대한 상호 참조**

[0002] 본 특허 출원은, 2012년 5월 24일자로 출원된 미국 가출원 번호 제61/651,528호, 2012년 5월 24일자로 출원된 미국 가출원 번호 제61/651,529호, 2012년 5월 24일자로 출원된 미국 가출원 번호 제61/651,533호, 2012년 5월 24일자로 출원된 미국 가출원 번호 제61/651,535호, 및 2012년 6월 29일자로 출원된 미국 가출원 번호 제 61/666,405호, 및 2013년 3월 5일자로 출원된 미국 정규 출원 번호 제13/785,939호에 대해 우선권을 주장한다.

[0003] **분야**

[0004] 다양한 특징들은 능동 깊이 감지와 관련되며, 보다 구체적으로는 깊이 감지에 사용되는 공간 마스크들의 캡처를 향상시키는 기법들과 관련된다.

**배경 기술**

[0005] 능동 깊이 시에는, 기지의 패턴을 포함하는 공간 마스크가 장면 또는 오브젝트 상으로 조명 또는 투영된다. 장면 또는 오브젝트 상에 투영된 패턴의 구조는 통상적으로 장면 또는 오브젝트에 대한 깊이 정보를 인코딩한다. 수신기 센서는 공간 마스크를 위에 가진 장면 또는 오브젝트의 이미지를 캡처한다. 캡처된 이미지에서의 공간 마스크 내의 패턴 또는 코드는 그 후 그 이미지 내의 장면 또는 오브젝트에 대한 깊이를 확인하는데 사용된다. 이 깊이 정보는 예를 들어, 장면 또는 오브젝트의 3 차원 표현을 복원하는데 사용될 수도 있다.

[0006] 대부분의 장면들 또는 오브젝트들은 공간 마스크 내의 패턴의 왜곡을 야기하는 다양한 깊이를 갖는다. 즉, 공간 마스크가 장면 또는 오브젝트 상으로 투영될 때, 장면 또는 오브젝트의 곡선, 깊이, 형상은 그 위에 투영된 패턴의 부분들이 왜곡되게 한다. 이러한 왜곡은 공간 마스크의 패턴의 정확한 식별을 억제하는 경향이 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 따라서, 다양한 조건들 하에서 왜곡되었을 수도 있는 공간 코드들을 정확하게 인식하기 위한 해결책이 필요하다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 코드워드를 디코딩하기 위해 수신기 디바이스 상에서 동작가능한 방법이 제공된다. 타겟 오브젝트의 표면 상에 투영된 복합 코드 마스크 (composite code mask) 의 적어도 일 부분이 수신기 센서를 통해 획득된다. 복합 코드 마스크는 코드층 및 캐리어층에 의해 정의될 수도 있다. 하나의 예에서, 복합 코드 마스크는 적외선 스펙트럼에서 캡처될 수도 있다. 코드층은 복수의 심볼들에 의해 정의된 고유하게 식별가능한 공간 코딩된 코드워드들의 코드층일 수도 있다.

[0009] 코드층은  $n1 \times n2$  이진 심볼들을 포함할 수도 있으며, 여기서  $n1$  및  $n2$  는 2 보다 더 큰 정수들이다. 하나의 예에서, 코드층의 심볼들은 적어도 1 차원에서 스테거링될 수도 있다.

[0010] 캐리어층은 코드층으로부터 독립적으로 확인가능하고 별개일 수도 있으며, 투영 시의 왜곡에 강인한 복수의 참조 오브젝트들을 포함할 수도 있다. 하나의 예에서, 캐리어층의 참조 오브젝트들은 가드 구간 (guard interval) 을 사이에 가진 복수의 동등한 간격의 참조 스트라이프들을 포함할 수도 있다. 참조 스트라이프들 및 가드 구간은 상이한 폭일 수도 있다. 가드 구간 폭에 대한 각각의 참조 스트라이프의 폭은 송신기 디바이스 및/또는 수신기 디바이스의 예상된 광학 스프레딩 (optical spreading) 에 의해 결정될 수도 있다. 복합 코드 마스크의 하나의 예에서, 각각의 심볼은 참조 오브젝트들과는 별개인 2 개의 그레이-스케일 세이드들 중 하나에서의 라인 세그먼트일 수도 있다.

[0011] 코드층 및 캐리어층 중 적어도 하나는 투영 전에 합성 포인트 스프레드 함수 (synthetic point spread function) 에 의해 사전-형상화 (pre-shaping) 되었을 수도 있다. 코드층은, 프로세싱 회로에서, 복합 코드 마스크의 부분 내의 참조 오브젝트들에 기초하여, 왜곡에 대해 조정될 수도 있다.

[0012] 코드층 및 캐리어층 중 적어도 하나의 사전-형상화는, 형상화되지 않은 복합 코드 마스크와 비교하여 더 많은 전력이 수신기 센서에 의해 인지되도록, 복합 코드 마스크의 투영 동안 전력 효율을 증가시킬 수도 있다. 사용된 합성 포인트 스프레드 함수는 : (a) 복합 코드 마스크가 투영될 예상된 채널 조건들, (b) 복합 코드 마스크가 투영되는 표면들의 특성들, 및/또는 (c) 투영된 복합 코드 마스크를 수신할 수신기 센서의 감도 중 적어도 하나에 기초하여 복수의 포인트 스프레드 함수들로부터 선택될 수도 있다. 합성 포인트 스프레드 함수는 : (a) 복합 코드 마스크를 투영할 프로젝터에 대한 제 1 채널 응답; 및/또는 (b) 복합 코드 마스크를 투영할 프로젝터로부터, 복합 코드 마스크를 수신할 수신기 센서까지의 경로에 대한 제 2 채널 응답 중 적어도 하나에 기초하여 복수의 포인트 스프레드 함수들로부터 선택될 수도 있다.

[0013] 깊이 정보는 : (a) 복합 코드 마스크의 단일 투영, 및/또는 (b) 기지의 참조 코드 마스크에 대한 원도우의 변위

(displacement) 에 기초하여 윈도우에 대응하는 타겟 오브젝트의 표면 부분에 대해 획득될 수도 있다.

[0014] 마찬가지로, 수신기 디바이스는 투영된 복합 코드 마스크를 수신하기 위해 제공된다. 수신기 디바이스는 수신기 센서 및 프로세싱 회로를 포함할 수도 있다. 수신기 센서는 타겟 오브젝트의 표면 상에 투영된 복합 코드 마스크의 적어도 일 부분을 캡처하도록 기능할 수도 있다. 복합 코드 마스크는 코드층 및 캐리어층에 의해 정의될 수도 있다. 코드층은 복수의 심볼들에 의해 정의된 고유하게 식별가능한 공간 코딩된 코드워드들의 코드층을 포함할 수도 있다. 캐리어층은 코드층으로부터 독립적으로 확인가능하고 별개이며, 투영 시의 왜곡에 강인한 복수의 참조 오브젝트들을 포함하고 있을 수도 있다. 코드층과 캐리어층 중 적어도 하나는 투영 전에 합성 포인트 스프레드 함수에 의해 사전-형상화되었을 수도 있다. 프로세싱 회로는 복합 코드 마스크의 부분 내의 참조 오브젝트들에 기초하여 왜곡에 대해 코드층을 조정하도록 기능할 수도 있다. 프로세싱 회로는 또한 : (a) 복합 코드 마스크의 단일 투영, 및/또는 (b) 기지의 참조 코드 마스크에 대한 윈도우의 변위에 기초하여 윈도우에 대응하는 타겟 오브젝트의 표면 부분에 대한 깊이 정보를 획득하도록 적용될 수도 있다.

[0015] 다양한 특징들, 본질 및 이점들은, 유사한 참조 부호들이 전반에 걸쳐 대응하게 식별하는 도면들과 함께 취해질 때 이하 진술된 상세한 설명으로부터 명백해질 수도 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0016] 도 1 은 기지의 패턴이 장면 또는 오브젝트를 조명하고 2 차원 이미지들 및/또는 정보로부터 3 차원 정보를 생성할 깊이 정보를 획득하는데 사용되는 일 예시적인 능동 감지 시스템을 예시한다.

도 2 는 3 차원 (3D) 장면이 2 차원 (2D) 이미지들 또는 정보로부터 구성되는 능동 감지를 위한 다른 예시적인 시스템을 예시한다.

도 3 은 깊이가 오브젝트 또는 장면에 대해 감지될 수도 있는 방법을 예시한다.

도 4 는 투영된 코드를 정확하게 식별하는데 있어서의 문제인 투영 왜곡 (projective distortion) 의 일 예를 예시한다.

도 5 는 투영 왜곡의 다른 예를 예시한다.

도 6 은 능동 감지를 위한 통상의 공간 코딩에 의해 직면하게 되는 왜곡 문제의 일 예를 예시한다.

도 7 은 능동 감지를 위한 통상의 공간 코딩에 의해 직면하게 되는 왜곡 문제의 다른 예를 예시한다.

도 8 은 공간 코딩이 가진 왜곡 문제에 대한 해결책을 예시한다.

도 9 는 이진 코드워드가 형상 변조된 캐리어 내에서 표현될 수도 있는 방법을 예시한다.

도 10 은 캐리어층 및 코드층을 이용한 코드 마이크로구조의 추가 상세를 예시한다.

도 11 (도 11a 및 도 11b 를 포함) 은 캐리어층 및 코드층을 이용한 코드 마이크로구조의 추가 상세를 예시한다.

도 12 는 3 개의 그레이-스케일 레벨들 (예를 들어, 흑색, 백색, 및 회색) 을 사용하는 제 1 복합 코드 마스크를 예시한다.

도 13 은 2 개의 그레이-스케일 레벨들 (예를 들어, 흑색 및 백색) 을 사용하는 제 2 복합 코드 마스크를 예시한다.

도 14 는 사인곡선적 형상화하는 2 개의 그레이-스케일 레벨들 (예를 들어, 흑색 및 백색) 을 사용하는 제 3 복합 코드 마스크를 예시한다.

도 15 는 2 개의 그레이-스케일 레벨들 (예를 들어, 흑색 및 백색) 을 사용하는 제 4 복합 코드 마스크를 예시한다.

도 16 은 도 15 의 제 4 복합 코드 마스크의 일 부분을 예시한다.

도 17 은 캐리어층과 코드층의 결합 및 복합 코드 마스크의 변환을 예시한다.

도 18 은 원래의 코드층을 획득하기 위한 수신된 코드 마스크의 분해 및 수신된 코드 마스크의 얼라인먼트 또는

조정을 예시한다.

도 19 는 수신된 코드 마스크가 변환 또는 왜곡되게 하는 표면 상에 송신된 코드 마스크가 투영될 수도 있는 방법의 일 예를 예시한다.

도 20 은 도 9 의 공간 코딩 예가 공간 진폭 변조를 포함하기 위해 더욱 넓어질 수도 있는 방법의 일 예를 예시한다.

도 21 은 복합 마스크 코드를 생성하기 위한 마스크 생성 디바이스를 예시하는 블록도이다.

도 22 는 아핀 변환에 강한 복합 코드 마스크를 생성하는 방법의 일 예를 예시한다.

도 23 은 코드워드들 및 복합 코드 마스크를 생성하기 위한 일 예시적인 방법을 예시한다.

도 24 는 복합 코드 마스크를 생성하고 및/또는 이러한 복합 코드 마스크를 투영하도록 구성될 수도 있는 송신기 디바이스의 일 예를 예시하는 블록도이다.

도 25 는 복합 코드 마스크를 투영하기 위한 방법을 예시한다.

도 26 은 복합 코드 마스크로부터 깊이 정보를 획득하도록 구성될 수도 있는 수신기 디바이스의 일 예를 예시하는 블록도이다.

도 27 은 수신기 디바이스의 일 예시적인 동작을 예시하는 블록도이다.

도 28 은 아핀 변환에 강한 복합 코드 마스크 내의 캡처된 코드워드를 디코딩하기 위한 일 예시적인 방법을 예시한다.

도 29 는 캡처된 코드 마스크로부터 깊이 맵을 획득하기 위한 방법을 예시한다.

도 30 은 코드워드 분리가 코드북 프리미티브 재사용 거리에 영향을 주는 방법을 예시한다.

도 31 은 코드북 프리미티브의 재사용 거리와 오브젝트 사이즈 간의 관계를 예시한다.

도 32 는 코드북 프리미티브를 재사용함으로써 코드 마스크를 구성하기 위한 일 예시적인 방법을 예시하는 플로우도이다.

도 33 은 이미지를 획득하기 위해 포인트 스프레드 함수가 오브젝트에 적용될 수도 있는 방법의 일 예를 예시한다.

도 34 의 A 는 공간 도메인에서의 코드 마스크 캐리어의 캐리어 스트라이프들을 예시한다.

도 34 의 B 는 송신 채널을 통하여 전파한 후의 공간-주파수 도메인에서의 결과의 캐리어 스트라이프들의 일 예를 예시한다.

도 35 의 A 는 공간 도메인에서의 캐리어 스트라이프들을 사전-형상화하기 위해 합성 포인트 스프레드 함수가 캐리어 스트라이프들에 적용될 수도 있는 방법을 예시한다.

도 35 의 B 는 송신 채널을 통하여 전파한 후의 공간-주파수 도메인에서의 결과의 사전-형상화된 캐리어 스트라이프들의 일 예를 예시한다.

도 36 은 일 더미의 포인트 스프레드 함수들이 이용가능할 수도 있다는 것을 예시하며, 그 일 더미의 포인트 스프레드 함수들 중에서 하나의 PSF 가 송신 전에 코드 마스크 캐리어를 사전-형상화하기 위해 선택될 수도 있다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0017] 다음의 설명에서, 특정 상세가 실시형태들의 완전한 이해를 제공하기 위해 주어진다. 그러나, 실시형태들은 이들 특정 상세 없이 실시될 수도 있다는 것이 당업자에 의해 이해될 것이다. 예를 들어, 회로들은 불필요한 상세로 실시형태들을 모호하게 하는 것을 회피하기 위하여 블록도들로 도시될 수도 있다. 다른 경우들에서, 잘 알려진 회로들, 구조들 및 기법들은 실시형태들을 모호하게 하지 않기 위하여 상세히 도시되지 않을 수도 있다.

[0018] 단어 "예시적인" 은 여기서 "일 예, 경우, 또는 예시로서 기능하는 것" 을 의미하는데 사용된다. "예시적인" 으로서 여기에 설명된 임의의 구현 또는 실시형태가 반드시 다른 실시형태들에 비해 바람직하거나 이로운 것으로 해석될 필요는 없다. 마찬가지로, 용어 "실시형태들" 은 모든 실시형태들이 논의된 특징, 이

점 또는 동작 모드를 포함하는 것을 요구하지는 않는다.

[0019] **개요**

[0020] 제 1 특징은 캐리어층 (참조 마커들을 가짐) 과 코드층 (고유 코드워드들을 가짐) 을 결합함으로써 왜곡에 불변인 공간 마스크를 제공한다. 캐리어층은 코드층의 왜곡 (예를 들어, 비뚤어짐, 회전, 압축, 늘어남, 기울어짐, 등) 에 대해 정정하는 것을 허용하고 이렇게 하여 수신기에 의한 코드워드들의 정확한 식별을 허용하는 참조 마커들 (예를 들어, 기지의 배향의 스트라이프들) 을 제공한다.

[0021] 제 2 특징에 따르면, 소형의 코드워드 구조 및 코드북이 제공된다. 소형의 코드워드 구조는 그것이 깊이를 확인하는데 있어서 더 큰 입자감 (granularity) 을 허용하기 때문에 바람직하다. 그러나, 코드워드들은 세그먼테이션을 회피하기 위해 충분히 커야 한다. 추가적으로, 더 작은 코드북은 샘플링된 코드워드의 코드북 내의 가능한 코드워드들에 대한 더 빠른 상관을 허용한다. 이들 목표들은 코드층의 적어도 하나의 축 또는 방향에서 고유 코드워드들을 정의하는 오버랩핑 ( $k_1 \times k_2$  심볼 윈도우들) 으로서 코드워드들을 정의함으로써 달성될 수도 있다.

[0022] 제 3 특징에 따르면, 코드 마스크는 코드 마스크 내에서 코드 프리미티브를 1 회 이상 복제 또는 반복함으로써 생성될 수도 있다. 코드북 프리미티브는  $n_1 \times n_2$  심볼 구조 내에서 복수의 공간 코딩되고 고유한 코드워드들로서 정의될 수도 있다. 이러한 코드북 프리미티브는 가능한 모든 코드워드들의 서브세트 (예를 들어,  $n_1 \times n_2$  심볼 구조 내에서 가능한 심볼들의 결합들) 로부터 정의될 수도 있다. 코드 마스크는 그 후 코드 마스크에서 코드북 프리미티브를  $x$  회 재사용함으로써 생성될 수도 있다.

[0023] **예시적인 동작 환경**

[0024] 도 1 은 기지의 패턴이 장면 또는 오브젝트를 조명하고 2 차원 이미지들 및/또는 정보로부터 3 차원 정보를 생성할 깊이 정보를 획득하는데 사용되는 일 예시적인 능동 감지 시스템을 예시한다. 여기에 설명된 하나 이상의 양태들 및/또는 특징들은 이러한 예시적인 능동 감지 시스템 내에서 구현될 수도 있다. 여기서, 송신기 (102) 는 오브젝트 또는 장면 (106) 상에 코드워드들을 투영하기 위해 코드 마스크 (104) (예를 들어, 코드들을 가진 이미지) 를 통하여 라이트 필드 (light field) 를 투영한다. 수신기 (108) 는 투영된 코드 마스크 (110) 및 그 안의 코드워드들을 캡처한다. 이 예는 코드 마스크 (104) 의 일 섹션/부분/윈도우 (112) 가 오브젝트 또는 장면 (106) 의 표면 (예를 들어, 투영된 섹션/부분/윈도우 (116)) 상으로 (섹션/부분/윈도우 (114) 로서) 투영되는 방법을 예시한다. 투영된 섹션/부분/윈도우 (116) 는 그 후 캡처된 세그먼트 (118) 로서 수신기 (108) 에 의해 캡처될 수도 있다. 섹션/부분/윈도우 (112) 는 고유하게 식별될 수 있는 코드워드로서 사용될 수도 있다. 따라서, 이 방식으로 장면 또는 오브젝트 (106) 를 고유 코드워드들로 커버함으로써, 장면 또는 오브젝트 (106) 의 섹션들/부분들이 식별/태깅될 수도 있고, 이 정보는 깊이 감지를 위해 사용될 수도 있다.

[0025] 수신기 (108) 에 의해 캡처된 이미지로부터, 다중의 세그먼트들이 장면 또는 오브젝트 (106) 를 통해 식별될 수도 있다. 각각의 세그먼트 (118) 는 수신기 (108), 및 코딩된 마스크 (104) 의 기지의 패턴으로부터 확인된 다른 세그먼트들에 대한 그것의 위치에서 고유하게 식별가능할 수도 있다. 각각의 세그먼트/부분/윈도우로부터의 코드의 식별은 (예를 들어, 왜곡을 해결하기 위한) 패턴 세그먼테이션 및 인지된 세그먼트/부분/윈도우의 대응하는 코드(들)로의 디코딩을 수반할 수도 있다. 추가적으로, 배향 및/또는 깊이를 확인하기 위해 각각의 캡처된 세그먼트/부분/윈도우에 대해 삼각측량 (triangulation) 이 적용될 수도 있다. 다중의 이러한 세그먼트들/부분들/윈도우들은 캡처된 이미지 패턴을 함께 스티칭하기 위해 결합될 수도 있다. 이 방식으로, 깊이의 맵이 장면 또는 오브젝트 (106) 에 대해 생성될 수도 있다.

[0026] 도 2 는 3 차원 (3D) 장면이 2 차원 (2D) 이미지들 또는 정보로부터 구성되는 능동 감지를 위한 다른 예시적인 시스템을 예시한다. 인코더/형상 변조기 (201) 는 코드 마스크를 생성하도록 기능할 수도 있으며, 코드 마스크는 후에 송신기 디바이스 (202) 에 의해 송신 채널 (204) 을 통해 투영된다. 코드 마스크는 타겟 (예를 들어, 장면 또는 오브젝트) 상으로 투영될 수도 있고, 반사된 광이 수신기 센서 (205) 에 의해 이미지 (예를 들어, 코드 마스크 이미지) 로서 캡처된다. 수신기 센서 (205) (예를 들어, 도 1 의 수신기 (108)) 에서, 타겟 (예를 들어, 장면 또는 오브젝트) 이 캡처되고 그 형상/깊이가 인코딩된다 (205). 형상/깊이 인코딩은 예를 들어, 깊이 정보를 확인하기 위해 투영된 코드 마스크를 사용하여 달성될 수도 있다. 예를 들어, (투영된 코드 마스크를 포함하는) 장면 또는 오브젝트의 캡처된 이미지는 깊이 맵 (208) 을 획득하기 위해 디코딩될 수도 있다 (206). 깊이 맵 (208) 은 그 후 타겟의 3 차원 버전 (210a 내지 210e) 을 제시, 생성, 및/또

는 제공하는데 사용될 수도 있다.

[0027] 능동 감지는 송신기 디바이스 (202) 에 의해 장면 또는 오브젝트 상에 투영되는 코드 마스크로부터 모든 공간 코드들 (즉, 코드워드들) 을 (수신기 센서 (205) 및/또는 디코더 (206) 에서) 인식할 수 있는 것에 의존한다.

장면 또는 오브젝트가 송신기/수신기에 너무 가깝고, 장면 또는 오브젝트의 표면이 비스듬하게 되고/곡선을 이루게 되며, 및/또는 베이스라인 참조 평면이 기울어지게 된다면, 코드들은 미지의 아핀 변환 하에서 변형된다 (예를 들어, 회전, 비뚤어짐, 압축, 늘어남, 등).

[0028] 여기에 설명된 하나 이상의 양태들 또는 특징들은 도 1 및 도 2 의 예시적인 환경들 내에서 구현될 수도 있다.

[0029] **예시적인 능동 깊이 감지**

[0030] 도 3 은 깊이가 오브젝트 또는 장면에 대해 감지될 수도 있는 방법을 예시한다. 여기서, 송신기 디바이스 (302) 는 수신기 디바이스 (304) 와 동일한 베이스라인 참조 평면 (예를 들어, 렌즈 평면 (305)) 상에 있다.

송신기 디바이스 (302) 는 애퍼처 또는 렌즈를 통하여 코드 마스크 (310) 를 장면 또는 오브젝트 상으로 투영한다. 여기서, 예시를 목적으로, 투영된 세그먼트/부분/윈도우 (312) (코드워드를 표현함) 는 송신된 코드 마스크 (310) 의 일부로서 도시된다. 이 코드 세그먼트/부분/윈도우 (312) 는 제 1 거리에서 또는 제 2 거리에서 장면 또는 오브젝트 (306) 상에 투영될 수도 있다. 수신기 디바이스 (304) 는 수신기 애퍼처를 통하여 투영된 코드 마스크 (310) 를 (수신된 코드 마스크 (311) 로서) 캡처한다. 여기서, 송신된 코드 마스크 (310) 는 수신된 코드 마스크 (311) 와 동일한 센서 평면 (307) 상에 도시된다. 장면 또는 오브젝트 (306) 가 송신기 디바이스 (302) 에 더 가깝게 (예를 들어, 송신기 디바이스로부터 제 1 거리) 위치되는 경우, 투영된 세그먼트 (312) 가 그 초기 위치로부터 거리  $d_1$  에서 보인다는 것을 알 수 있다. 한편, 장면 또는 오브젝트 (308) 가 더 멀리 (예를 들어, 송신기 디바이스로부터 제 2 거리) 위치되는 경우, 투영된 세그먼트/부분/윈도우 (312) 는 그 초기 위치로부터 거리  $d_2$  에서 보인다 (여기서  $d_2 < d_1$ ). 즉, 오브젝트가 송신기/수신기로부터 더 멀수록, 수신된 투영된 세그먼트/부분/윈도우는 수신기 디바이스 (304) 에서의 그 원래의 위치에서 더 가깝다 (예를 들어, 나가는 투영 (outgoing projection) 과 들어오는 투영 (incoming projection) 은 더 평행하다). 반대로, 오브젝트가 송신기/수신기로부터 더 가까울수록, 수신된 투영된 세그먼트/부분/윈도우는 수신기 디바이스 (304) 에서의 그 원래의 위치로부터 더 멀다. 따라서, 수신된 및 송신된 코드워드 위치 간의 차이는 장면 또는 오브젝트의 깊이를 부여한다. 하나의 예에서, 이러한 깊이 (예를 들어, 상대 깊이) 는 각각의 픽셀 또는 그룹화된 픽셀들의 서브셋 (예를 들어, 2 개 이상의 픽셀들의 부위들) 에 대한 깊이를 제공할 수도 있다.

[0031] 다양한 타입들의 변조 및 코딩 방식들이 코드 마스크를 생성하기 위해 구상되었다. 이들 변조 및 코딩 방식들은 시간 코딩, 공간 코딩, 및 직접 코드화 (direct codification) 를 포함한다. 그러나, 각각의 방식에는 단점들이 있다.

[0032] 시간 코딩에 있어서, 패턴들은 (예를 들어, 시간의 경과에 따라) 측정 표면 상으로 연속하여 투영된다. 이 기법은 높은 정확성 및 분해능을 갖지만 동적 장면들에 대해서는 적합하지 않다.

[0033] 공간 코딩에 있어서, 정보는 형상들 및 패턴들에 기초하여 로컬 이웃에서 인코딩된다. 의사랜덤 코드들은 드 브루인 (De-Bruijn) 에 기초할 수도 있고 또는 M-어레이들은 코드북을 정의한다 (예를 들어, m-ary 강도 또는 컬러 변조). 그러나, 패턴 세그멘테이션은 결정적이고 형상들 및 패턴들이 왜곡되는 곳에서 쉽게 연결되지 않는다.

[0034] 직접 코드화에 있어서, 수평 및 수직 양자의 픽셀 좌표들이 인코딩된다. 변조는 단조 위상 (monotonic phase) 또는 강도 파형에 의한 것일 수도 있다. 그러나, 이 방식은 구현할 큰 코드북을 요구한다. 캡처 시에, 모든 코드북이 (예를 들어, 코드북 내의) 가능한 코드워드들의 정의된 세트에 대해 상관되어야 하기 때문에, 작은 세트의 코드워드들 (예를 들어, 작은 코드북) 의 사용이 바람직하다. 또한, 최소 거리가 작으며, 이는 에러를 야기한다.

[0035] **투영 왜곡 문제**

[0036] 도 4 는 투영된 코드를 정확하게 식별하는데 있어서의 문제인 투영 왜곡의 일 예를 예시한다. 여기서, 코드 마스크 세그먼트 (402) 는 송신기와 수신기 사이에서 베이스라인 참조 평면 (406) 에 대해 각도  $\theta$  에 있는 표면 (404) 상에 투영되었다. 그 결과, 수신된 코드 마스크 세그먼트 (408) 의 왜곡이 있다. 근거리에서, 경사면들은 투영 왜곡을 야기하는데, 이는 패턴들을 둘러싸는 것, 시야 밖으로 시프트하는 것, 및/또는 코드 에일리어싱을 초래할 수도 있다. 수신된 코드 마스크 세그먼트 (412) 의 에일리어싱이 여기에 예시된다.

또한, 단어 "Qualcomm" (414) 이 사영 변환 (418) 에 의해 왜곡된 (416) 투영 왜곡이 예시된다.

[0037] 도 5 는 투영 왜곡의 다른 예를 예시한다. 여기서, 통상의 코드 마스크 (502) 는 표면 상에 투영되었고, 수신된/캡처된 코드 마스크 (504) 는 왜곡되었다. 분산된 코드들은 세그먼테이션 동안 투영 왜곡에 강인하지 않다. 정확한 세그먼테이션은 복잡한 등록 및 상황인식 (contextual) 정보를 요구한다. 상관 윈도우들 (508 및 512) 이 원래의 코드 마스크를 복원하려고 시도하는데 사용된다. 그러나, 여기에 예시한 바와 같이, 수신기 상관 윈도우 (512) 는 단지 왜곡된 코드 마스크 세그먼트의 일 부분만을 캡처한다.

[0038] 도 6 은 능동 감지를 위한 통상의 공간 코딩에 의해 직면하게 되는 왜곡 문제의 일 예를 예시한다. 능동 감지는 모든 공간 코드들을 인식할 수 있는 것에 의존한다. 오브젝트가 송신기/수신기에 가깝고 및/또는 평면이 기울어지게 된다면, 코드는 미지의 아핀 변환 하에서 변형된다. 여기서, 초기 코드 (602) 는 투영되는 오브젝트의 표면 또는 평면에 의해 또는 송신기 및 수신기의 미스얼라인먼트로 인해 왜곡되었다. 따라서, 일부 예들에서, 수신된 코드 (604) 는 예상한 것보다 더 좁을 수도 있고 및/또는 수신된 코드 (606) 는 기울어지게 되거나 비스듬해질 수도 있어, 정확한 코드의 검출을 어렵게 만든다.

[0039] 도 7 은 능동 감지를 위한 통상의 공간 코딩에 의해 직면하게 되는 왜곡 문제의 다른 예를 예시한다. 이들 예들에서는, 공간 코딩에서, 코드워드들이 다른 유효 코드워드들로 변환될 수도 있어, 능동 감지를 어렵게 만든다는 것을 예시한다. 예를 들어, 제 1 세트의 인접한 코드워드들 (702) 은 그 코드워드들이 기울어지게 되게 하는 (508) 오브젝트 평면 또는 표면 상으로 투영될 수도 있다. 그 결과, 제 1 코드워드 (704) 는 변환된 코드워드 (706) 로서 부정확하게 검출될 수도 있다. 제 1 코드워드 (704) 는 백색 스트라이프 다음에 흑색 스트라이프를 갖는 한편, 변환된 코드워드 (706) 는 대체로 백색이고 유효 코드워드로서 오해될 수 있다는 것에 주의한다.

[0040] **예시적인 복합 코드 마스크**

[0041] 도 8 은 공간 코딩이 가진 왜곡 문제에 대한 해결책을 예시한다. 이 접근법에서, 코드 마스크는 코드층 (804) 상에 오버레이된 캐리어층 (802) 에 의해 구성될 수도 있다. 여기서, 캐리어층 (802) 은 더 얇은 백색 라인들 (808) (즉, 참조 스트라이프들) 이 사이에 있는 넓은 흑색 라인들 (806) (즉, 가드 구간) 을 포함할 수도 있다. 얇은 백색 라인들 (808) (즉, 참조 스트라이프들) 은 코드층 (804) 내의 코드 스트라이프들 (812) 의 위치에 대응한다. 캐리어층 (802) 은 코드워드들의 아핀 변환을 추정하기 위해 추출 및 사용될 수 있는 리턴턴트 층이다. 코드층 (804) 은 코드 마스크를 포함하는 상이한 코드워드들을 특징하는 실제 이진 패턴이다.

[0042] 도 9 는 이진 코드워드 (902) 가 형상 변조된 캐리어 (904) 내에 표현될 수도 있는 방법을 예시한다. 변조된 캐리어 (904) 는 코드/참조 스트라이프들 (906) (예를 들어, 능동 스트라이프들) 및 가드 구간 (908) 을 포함할 수도 있다. 캐리어층 (902) 은 능동 스트라이프 폭  $w_1$  및 가드 구간  $w_2$  에 의해 정의될 수도 있다. 능동 스트라이프 폭  $w_1$  은 송신기 상의 전력 요건들에 의해 결정될 수도 있다. 가드 구간  $w_2$  는 송신기/수신기 포인트 스프레드 함수 (PSF) 에 의해 결정될 수도 있다. 여기서, 3 상태 그레이-스케일 시스템은 가드 "0" 과 "1" 을 표현하는데 사용되며, 여기서 "0" 및 "1" 레벨들 비율은 50% 일 수도 있다.

[0043] 도 10 은 캐리어층 및 코드층을 이용한 코드 마이크로구조 (1002) 의 추가 상세를 예시한다. 이 예에서, 코드 마스크의 사이즈는  $n_1 \times n_2$  일 수도 있는데, 여기서  $n_1 = 7$  (수직),  $n_2 = 585$  (수평) 이어서, 총 4095 개의 고유 코드워드들이 가능하다. 더 작은 코드북들은 이들 코드워드들의 서브세트를 이용함으로써 가능하다. 더 작은 코드북들은 코드워드 매치가 발견되는지 여부를 확인하기 위해 수행되어야 하는 비교들의 수를 감소시킨다는 점에서 바람직할 수도 있다. 즉, 수신된/캡처된 코드 마스크는 그 안의 각각의 코드워드를 확인하는데 사용된 코드북과 비교될 수도 있다. 이러한 비교는 매치 (예를 들어, 또는 가장 가까운 매치) 를 확인하기 위해 코드북에서 정의된 각각의 코드워드를 수신된/캡처된 코드 마스크의 부위와 매치시키는 것을 수반할 수도 있다. 그 결과, (예를 들어, 적은 수의 코드워드들을 사용한) 코드북의 사이즈의 감소는 코드워드 매치를 발견하는데 필요한 비교들의 수를 감소시키고, 수신된/캡처된 코드 마스크에 대한 코드워드 매치들을 발견하기 위한 프로세싱 리소스들 및/또는 시간을 감소시킨다.

[0044] 코드워드에 대해 사용된 코드 마스크 윈도우의 사이즈 (예를 들어,  $k_1 \times k_2$  윈도우) 는 구해진 최소 검출가능한 오브젝트에 의존할 수도 있다. 예를 들어, 코드 마스크 윈도우는  $k_1 \times k_2 = 3 \times 4$  심볼 윈도우일 수도 있다. 따라서, 윈도우 사이즈는 최소 검출가능한 오브젝트 사이즈 (예를 들어, 검출가능한 오브젝트 또는 특징 (feature)) 및 이러한 오브젝트 검출이 일어나는 거리에 의해 정의된다. 추가적으로, 깊이 분해능은 캐리어

간격과 동일할 수도 있다. 가드 구간은 미지의 스프레딩에 대한 대응책이다. 선택된 파라미터들은 분해능과 검출 사이에 밸런스를 제공할 수도 있다.

[0045] 코드 구조의 설계는 코드워드 검출이 얼마나 효율적으로 구현될 수 있는지에 영향을 미친다. 예를 들어, 코드 마스크가 하나의 샷 또는 투영에서 배치될 수 있도록, 코드가 정적과 동적 (예를 들어, 오브젝트가 이동중인 경우) 양자의 장면들을 지원가능한 것이 바람직할 것이다. 코드는 높은 깊이 분해능을 가져야 하며, 이는 다수의 코드워드들을 암시한다. 그러나, 코드들은 밀집하게 패킹되어야 하며, 예를 들어, 모자이크식 코드워드들이 고유해야 한다. 코드는 맞물림 (occlusions) 및 점프 경계 (jump boundaries) 에 대해 강인해야 한다. 따라서, 소형의 윈도우는 가늘고 긴 것보다 방해받을 가능성이 적을 수도 있다. 코드는 또한 오브젝트 또는 장면의 상세가 더 쉽게 검출될 수 있도록 (예를 들어, 작은 변조하는 "형상 파형" 을 가짐) 높은 특정 분해능을 가져야 한다. 코드는 또한 세그먼테이션 관점에서 복잡성이 낮아야 한다 (예를 들어, 패턴은 단순해야 한다). 코드는 투영 왜곡에 강인해야 한다 (예를 들어, 패턴은 사영 변환에 비교적 불변이어야 한다). 추가적으로, 코드는 반사도 변이 및 간섭에 강인해야 한다 (예를 들어, 변조는 단지 어느 정도의 강도 레벨만을 요구해야 한다).

[0046] 도 11 (도 11a 및 도 11b 를 포함) 은 캐리어층 및 코드층을 이용한 코드 마이크로구조의 추가 상세를 예시한다. 일 예시적인 코드 마스크 (1106) (예를 들어, 심볼 구조) 는 복수의 배향된 심볼들 (예를 들어, 라인 세그먼트들) 로서 렌더링되고 캐리어층과 결합되어 복합 코드 마스크 (1102) 를 생성할 수도 있다. 각각의 코드워드는 심볼들 (예를 들어, 라인 세그먼트들) 의 윈도우에 의해 표현될 수도 있다. 예를 들어, 복수의 코드워드들이 여기에 표현되며, 여기서 윈도우들은 오버랩핑이다. 도 11b 는 복수의 코드워드들이 오버랩핑 윈도우들 (1108, 1110, 1112 및 1114) 에 의해 정의될 수도 있는 방법을 예시한다.

[0047] 하나의 구현에서, 송신기 및 수신기는 동일한 수평면 상에 셋업될 수도 있다. 코드층 (1106) 은 그 완벽한 윈도우 속성으로 인해 최대로 밀집하며, 이는 고유 코드들이 (예를 들어, 코드층의 적어도 동일한 컬럼 또는 로우에 대한) 모든 오버랩핑 윈도우들에 의해 정의된다는 것을 의미한다. 적어도 하나의 방향으로 (예를 들어, 수평으로) 하나의 유닛만큼 윈도우를 시프트하는 것은 고유 코드워드를 초래한다. 예를 들어, x 방향에서의 코드워드들은 고유할 수도 있다. 그러나, 코드복을 가능한 한 작게 유지하기 위해 (예를 들어, 검출된 코드워드가 매치를 발견하기 위해 상관되어야 하는 코드워드들의 수를 감소시키기 위해), 수직 방향에서의 코드워드들은 고유할 필요가 없다. 예를 들어, 코드층 또는 코드 마스크의 x 방향을 스페닝할 정도로만 충분한 고유 코드워드들을 가진 코드복을 정의한 후에, 코드워드들은 y 방향에서 반복될 수도 있다. 이는 깊이 정보가 하나의 방향 (x 방향) 에서 인지/캡처된 코드워드들로부터 획득되기 때문이다 (도 3 에 예시한 바와 같음). 그 결과, 횡 방향 (y 방향) 으로 고유 코드워드들을 갖는 것은 불필요하다. 또한, 복합 코드 마스크 (1102) 의 폭은 관심 오브젝트 또는 장면이 위치되고 (예를 들어, 복합 코드 마스크의 폭은 단일 투영에서 관심 오브젝트 또는 장면을 캡처하기 위해 충분히 넓을 수도 있다), 그리고 또한 에일리어싱을 회피하기 위한 (예를 들어, 복합 코드 마스크가 코드워드들을 재사용하는 경우, 복합 코드 마스크는 재사용된 코드워드들의 잘못된 검출을 회피하기 위해 충분히 넓어야 한다) 거리 범위에 의존하여 선택될 수도 있다.

[0048] 대안의 구현에서는, 송신기 및 수신기는 동일한 수직면 상에 셋업될 수도 있다. 이 예에서, y 방향에서의 코드워드들은 고유할 수도 있고 x 방향에서의 코드워드들은 반복중일 수도 있다.

[0049] 하나의 예에서, 코드층 (1106) 내의 이진 심볼들은 적어도 하나의 방향 (예를 들어, x 방향) 에서의 고유 코드워드들을 달성하도록 의사랜덤으로 배열될 수도 있다. 다른 예에서, 이진 심볼들은 각각의 윈도우에 의해 표현된 코드워드들의 해밍 거리를 최대화하도록 배열될 수도 있다. 이것은 해밍 거리에 기초하여 가장 가까운 코드워드를 선택함으로써 검출된/캡처된 코드워드 내의 에러 정정을 허용한다.

[0050] (광학 수신기에 의해 인지한 대로) 코드워드들은 오브젝트 (또는 오브젝트의 부분들) 에 대한 깊이 정보를 표현하도록 기능할 수도 있고, 이미지 파일의 일부로서 오브젝트의 이미지와 함께 송신된다. 예를 들어, M×N 이미지의 경우, 이미지 파일 (1104) 은 이미지의 세그먼트들/부분들에 대한 깊이 정보 (예를 들어, 검출된 코드워드들로부터 생성됨) 와 함께 2 차원 이미지 정보를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 각각의 코드워드는 2 차원 이미지의 p1×p2 픽셀 윈도우를 표현하기 위한 깊이 내로 생성될 수도 있다.

[0051] 도 12, 도 13, 도 14, 및 도 15 는 복합 코드 마스크들의 다양한 예들을 예시한다.

[0052] 도 12 는 3 개의 그레이-스케일 레벨들 (예를 들어, 흑색, 백색, 및 회색) 을 사용하는 제 1 복합 코드 마스크 (1200) 를 예시한다. 이 예에서, 흑색은 가드 구간을 위해 사용되고, 백색/회색은 코드/참조 스트라이프들

을 위해 사용된다.

- [0053] 도 13 은 2 개의 그레이-스케일 레벨들 (예를 들어, 흑색 및 백색) 을 사용하는 제 2 복합 코드 마스크 (1300) 를 예시한다. 이 예에서, 흑색은 가드 구간을 위해 사용되고, 백색/흑색은 코딩/참조 스트라이프들을 위해 사용된다. 따라서, 참조 스트라이프들은 코딩 (예를 들어, 코드워드들) 을 위해 사용된 백색 스트라이프들의 존재로부터 검출가능하다.
- [0054] 도 14 는 사인곡선적 형상화하는 2 개의 그레이-스케일 레벨들 (예를 들어, 흑색 및 백색) 을 사용하는 제 3 복합 코드 마스크 (1400) 를 예시한다. 이 예에서, 흑색은 가드 구간을 위해 사용되고, 백색/흑색은 코딩/참조 스트라이프들을 위해 사용된다. 따라서, 참조 스트라이프들은 코딩 (예를 들어, 코드워드들) 을 위해 사용된 백색 스트라이프들의 존재로부터 검출가능하다. 사인곡선적 형상화는 복합 코드 마스크 (1400) 의 엘리먼트들을 사전-왜곡하도록 기능할 수도 있다. 이 예에서, 복합 코드 마스크의 이러한 사전-왜곡은 코드 스트라이프들의 블러링 (blurring) 및 라운딩 (rounding) 을 초래하였다. 이러한 사전-왜곡은 환경적 및/또는 오브젝트 표면 왜곡을 보상하도록 기능할 수도 있어, 수신기에 의한 투영된 복합 코드 마스크 내의 코드워드들의 검출을 향상시킨다.
- [0055] 도 15 는 2 개의 그레이-스케일 레벨들 (예를 들어, 흑색 및 백색) 을 사용하는 제 4 복합 코드 마스크를 예시한다. 이 예에서, 흑색은 가드 구간을 위해 사용되고, 백색/흑색은 코딩/참조 스트라이프들을 위해 사용된다. 이 예에서, 코드 스트라이프들은 단지 x 축을 따라 얼라인되지만, y 축을 따라서는 스테거링된다.
- [0056] 도 16 은 도 15 의 제 4 복합 코드 마스크 (1500) 의 일 부분 (1502) 을 예시한다. 코드 스트라이프들은 y 축을 따라 스테거링된다는 것을 여기서 알 수 있다. 코드 스트라이프들을 스테거링하는 것은, 코드워드들을 정의하는데 사용된 스트라이프들이 x 축과 y 축 양자에서 얼라인되지 않는다는 것을 의미한다. 예를 들어, 도 13 으로부터 인지할 수 있는 바와 같이, (예를 들어, 백색 스트라이프들이 다양한 길이인 경우라도 백색 스트라이프들의 탑이 얼라인하는) x 축 및 y 축을 따른 (코딩을 위해 사용된) 백색 스트라이프들의 얼라인먼트가 존재한다. 그에 반해서, 도 16 에서는, (코딩을 위해 사용된) 백색 스트라이프들이 하나의 축 (예를 들어, x 축) 을 따라서만 얼라인할 뿐, 제 2 축 (y 축) 으로는 얼라인하지 않는다 (예를 들어, 백색 스트라이프들의 탑도 바텀도 얼라인되지 않고, 그 대신 그들은 코드마스크의 적어도 일 부분을 가로질러 스테거링된다).
- [0057] 스테거링 없이, 코드 마스크가 각이 진 표면들을 가진 오브젝트 상으로 투영되는 경우, 왜곡은 코드마스크의 상이한 부분들 (예를 들어, 비인접한 부분들, 개별의 부분들, 등) 이 코드워드로서 잘못 캡처되게 할 수도 있을 가능성이 있다. 그에 반해서, 이러한 잘못되거나 의도되지 않은 코드워드가 검출될 가능성은 백색 스트라이프들을 스테거링함으로써 상당히 감소된다. 즉, 도 15 및 도 16 의 대안의 마스크는 그들이 적어도 1 차원 또는 축으로 스테거링되도록 스트라이프들을 배열하여, 잘못되거나 의도되지 않은 코드워드가 검출될 가능성을 적게 만든다.
- [0058] 도 17 은 캐리어층과 코드층의 결합 및 복합 코드 마스크의 변환을 예시한다. 캐리어층 (1702) 은 복합 코드 마스크 (1706) 를 획득하기 위해 코드층 (1704) 상에 결합 또는 겹쳐 놓여진다. 고르지 않거나 각이 진 표면 상에의 그 투영의 결과로서, 복합 코드 마스크 (1706) 는 캡처된 코드 마스크 (1708) 로 변환될 수도 있다.
- [0059] 도 18 은 원래의 코드층을 획득하기 위한 수신된 코드 마스크의 분해 및 수신된 코드 마스크의 얼라인먼트 또는 조정을 예시한다. 수신된 코드 마스크 (1802) 는 원래의 코드 마스크에 대해 미스얼라인되도록 변환될 수도 있다. 그러나, 기지의 캐리어층이 사용되었기 때문에, 수신된 코드 마스크 (1802) 는 수신된 캐리어층 (1804) 및 수신된 코드층 (1806) 으로 분해될 수 있다. 수신된 캐리어층 (1804) 의 아핀 변환은 그것을 원래의 캐리어층 (도 17 의 1702) 과 비교함으로써 분석 및/또는 확인될 수도 있다. 캐리어층의 아핀 변환을 이 방식으로 식별하면, 수신된 코드층 (1806) 은 원래의 코드층 (도 17 의 1704) 에 실질적으로 매치하는 조정된 코드층 (1808) 을 획득하도록 조정될 수 있다.
- [0060] 도 19 는 수신된 코드 마스크 (1904) 가 변환 또는 왜곡되게 하는 표면 상에 송신된 코드 마스크 (1902) 가 투영될 수도 있는 방법의 일 예를 예시한다. 알 수 있는 바와 같이, 코드 마스크들 (1902 및 1904) 내의 참조 스트라이프들 (1910 및 1912) 은 수신된 코드 마스크 (1904) 를 얼라인하도록 기능할 수도 있다.
- [0061] 도 20 은 도 9 의 공간 코딩 예가 공간 진폭 변조를 포함하기 위해 더욱 넓어질 수도 있는 방법의 일 예를 예시한다. 코드워드 (2002) 는 윈도우 (예를 들어, 3×4 심볼 윈도우) 내의 복수의 심볼들에 의해 정의된다. 각각의 심볼 ( $s_k$ ) 은 상이한 강도 레벨들 (예를 들어, 그레이-스케일 레벨들 또는 컬러들) 에 따라 진폭 변조

를 사용함으로써 다른 심볼들로부터 구별가능할 수도 있다. 여기서, 강도 레벨들은 상이한 컬러들에 의해 표현된다. 따라서, 진폭 변조된 코드워드 (2004) 는 4 가지 타입들의 심볼들 (a1, a2, a3, a4) 로부터 이루어진 코드워드를 예시한다. 결과의 코드워드 마스크 (2006) 는 진폭 변조된 코드워드 (2004) 가 가드 밴드들을 가진 선형 캐리어 상에 맵핑되는 방법을 예시한다. 캐리어가 또한 코드워드의 송신 및/또는 수신 특성들을 향상시키기 위해 형상화 함수 (shaping function) 에 의해 변조될 수 있다는 것에 주의한다.

[0062] 도 21 은 복합 마스크 코드를 생성하기 위한 마스크 생성 디바이스를 예시하는 블록도이다. 마스크 생성 디바이스 (2102) 는 코드층 생성기/선택기 회로 (2116), 캐리어층 생성기/선택기 회로 (2118), 복합 코드 마스크 생성기/선택기 회로 (2120), 및/또는 사전-형상화 회로 (2122) 를 구현하는 프로세싱 회로 (2104) 를 포함할 수도 있다. 프로세싱 회로 (2104) 는 메모리/저장 디바이스 (2106) 및/또는 유형의 매체 (2108) 에 커플링될 수도 있다.

[0063] 코드층 생성기/선택기 회로 (2116) 는 코드층을 생성하고 (예를 들어, 도 11a, 도 11b, 도 20 등) 및/또는 사전-생성된 코드층 (예를 들어, 메모리/저장 디바이스에 저장됨 (2110)) 을 선택하도록 구성/적용될 수도 있다. 캐리어층 생성기/선택기 회로 (2118) 는 캐리어층을 생성하고 (예를 들어, 도 9, 도 20 등) 및/또는 사전-생성된 캐리어층 (예를 들어, 메모리/저장 디바이스에 저장됨 (2112)) 을 선택하도록 구성/적용될 수도 있다. 복합 코드 마스크 생성기/선택기 회로 (2120) 는 코드층과 캐리어층을 결합하고 복합 코드 마스크를 (2114) 를 메모리/저장 디바이스 (2106) 및/또는 유형의 매체 (2108) (예를 들어, 필름, 디지털 데이터 저장 디바이스 등) 에 저장함으로써 복합 코드 마스크를 생성하도록 구성/적용될 수도 있다. 추가적으로, 사전-형상화 회로 (2122) 는 (예를 들어, 복합 코드 마스크가 투영될 경로 및/또는 궤적을 채널이 포함하는) 예측 또는 예상된 채널 왜곡을 보상하기 위해 코드층 및 캐리어층 중 적어도 하나를 사전-형상화하도록 적용될 수도 있다.

[0064] 도 22 는 아핀 변환에 강한 복합 코드 마스크를 생성하는 방법의 일 예를 예시한다. 복수의 심볼들에 의해 정의된 고유하게 식별가능한 공간 코딩된 코드워드들의 코드층이 획득된다 (2202). 예를 들어, 코드층은 코드층 (804) (도 8) 에서와 같이 복수의 심볼들 또는 그래픽들 (예를 들어, n1 심볼들×n2 심볼들) 을 포함할 수도 있다. 하나의 예에서, 코드층은 n1×n2 이진 심볼들을 포함할 수도 있으며, 여기서 n1 및 n2 는 2 보다 더 큰 정수들이다. 일부 구현들에서, 심볼들 또는 그래픽들은 (도 9 에서와 같이) 2 개의 그레이-스케일 세이드들 각각이 "0" 또는 "1" 을 표현하는 2 개의 그레이-스케일 세이드들 (예를 들어, 백색 및 회색, 백색 및 흑색, 등) 에서의 라인 세그먼트들일 수도 있다. 하나의 예에서, 코드층의 심볼들은 적어도 1 차원에서 스테레오링될 수도 있다. 각각의 코드워드는 k1 심볼들×k2 심볼들인 코드층 상의 윈도우에 의해 정의될 수도 있으며, 여기서 k1 및 k2 는 2 보다 더 큰 정수들이다. 코드층 상의 적어도 하나의 방향을 따른 오버랩핑 윈도우들은 동일한 로우 또는 컬럼을 따른 임의의 다른 윈도우로부터 상이한 고유 코드워드들을 정의할 수도 있다. 즉, 각각의 k1×k2 윈도우는 특정 방향을 따른 (예를 들어, 컬럼들 또는 로우들을 따른) 코드층에서 단 한번만 보일 수도 있다.

[0065] 코드층으로부터 독립적으로 확인가능하고 별개이며 투영 시의 왜곡에 강인한 복수의 참조 오브젝트들을 포함하는 캐리어층이 또한 획득된다 (2204). 캐리어층의 참조 스트라이프들은 그들 사이에 가드 구간을 가진 동등한 간격일 수도 있다. 추가적으로, 참조 스트라이프 폭에 대한 가드 구간 폭은 예상된 광학 스프레딩에 의해 결정될 수도 있다. 일부 예들에서, 참조 스트라이프들은 가드 구간과는 상이한 폭 (예를 들어, 더 넓거나 더 좁음) 일 수도 있다. 이러한 예상된 광학 스프레딩은 예를 들어, 복합 코드 마스크를 투영하는데 사용되는 광 소스의 분해능 및/또는 전력, 관심 오브젝트까지의 거리, 및/또는 수신기 분해능에 기초하여 결정될 수도 있다.

[0066] 옵션으로, 코드층 및 캐리어층 중 적어도 하나는 투영 전에 합성 포인트 스프레드 함수에 의해 사전-형상화될 수도 있다 (2206). 하나의 예에서, 투영 전에 합성 포인트 스프레드 함수에 의해 코드층 및 캐리어층 중 적어도 하나를 사전-형상화하는 것은 : (a) 코드 마스크가 투영될 채널에 대한 하나 이상의 조건들을 확인하는 것, (b) 채널에 의해 야기된 왜곡을 보상하기 위해 하나 이상의 조건들에 기초하여 합성 포인트 스프레드 함수를 획득하는 것, 및/또는 (c) 합성 포인트 스프레드 함수를 코드층 및 캐리어층 중 적어도 하나에 적용하는 것을 포함할 수도 있다. 다른 예에서, 투영 전에 합성 포인트 스프레드 함수에 의해 코드층 및 캐리어층 중 적어도 하나를 사전-형상화하는 것은 : (a) 코드 마스크가 투영될 채널에서의 왜곡을 보상하는 사전-형상화 층을 획득하는 것; 및/또는 (b) 사전-형상화 층을 복합 마스크의 일부로서 결합하는 것을 포함할 수도 있다. 또 다른 구현들에서, 송신기 디바이스는 동적으로 코드층 및 캐리어층 중 적어도 하나의 사전-형상화를 수행할 수도 있고 코드층과 캐리어층을 결합하여 복합 코드 마스크를 획득한다.

- [0067] 복합 코드 마스크가 그 후 코드층과 캐리어층을 결합함으로써 획득/생성된다 (2208). 예를 들어, 코드층과 캐리어층을 결합하는 것은 코드층 심볼들이 캐리어층의 참조 스트라이프들 내에서 보이도록 캐리어층을 코드층 위에 오버레이하는 것/겹쳐 놓는 것을 포함할 수도 있다. 즉, 코드층 심볼들은 참조 스트라이프들의 위치를 정의하도록 기능할 수도 있다. 수신기 디바이스는 (가드 구간과는 별개인) 하나 이상의 그레이-스케일 레벨들에서 심볼들 (예를 들어, 코딩 스트라이프들) 을 위치시킬 수도 있어, 수신기 디바이스가 코드층을 캐리어층과 분리 또는 구별하는 것을 허용한다. 캐리어층은 아핀 변환 하에서 수신기가 복합 코드 마스크를 디코딩하는 것을 허용할 수도 있다. 일부 구현들에서, 복합 코드 마스크는 사전 및/또는 소위 생성되고 송신기 디바이스에 제공될 수도 있다는 것에 주의한다. 일부 경우들에서, 다양한 상이한 코드 마스크들 (예를 들어, 상이한 거리 등에 구성된, 상이한 코드워드들을 가짐) 은 생성되어 송신기 디바이스에 제공될 수도 있다. 다른 구현들에서, 복합 코드 마스크는 (하나 이상의 이용가능한 캐리어층들로부터의) 캐리어층과 (하나 이상의 이용가능한 코드층들로부터의) 코드층을 선택적으로 결합함으로써 송신기 디바이스에서 동적으로 생성될 수도 있다.
- [0068] 복합 코드 마스크는 그 후 유형의 매체 상에 저장될 수도 있다 (2210). 다양한 구현들에서, 복합 코드 마스크는 투영될 수 있는 필름 매체에 저장될 수도 있고 또는 디지털로 구성가능한 매체 (예를 들어, 반투명의 LCD 스크린) 로 전달한 디지털 형태로 저장될 수도 있다.
- [0069] 다양한 예들에서, 유형의 매체는 : (a) 복합 코드 마스크를 포함하는 단일의 필름 매체, (b) 코드층을 저장하는 제 1 파일 매체 및 캐리어층을 저장하는 제 2 필름 매체, (c) 복합 코드 마스크가 저장되어 있는 디지털 저장 디바이스, 및/또는 (d) 코드층 및 캐리어층이 저장되는 디지털 저장 디바이스 중 적어도 하나를 포함할 수도 있다.
- [0070] 후속하여, 복합 코드층의 적어도 일 부분은 오브젝트에 대한 깊이 정보를 확인하는 것을 돕기 위해 오브젝트 상으로 투영될 수도 있다. 예를 들어, 송신기는 광을 사용하여 복합 코드층을 오브젝트의 표면 상으로 투영할 수도 있다. 복합 코드 마스크는 또한 이미지로서 렌더링되고 오브젝트 상에의 후속의 투영을 위해 저장될 수도 있다.
- [0071] 송신기가 수신기와 동일한 수평의 참조 평면 상에 있을 수도 있는 일부 구현들에서, 참조 스트라이프들은 참조 평면에 대해 수직 배향으로 있을 수도 있다. 송신기가 수신기와 동일한 수직의 참조 평면 상에 있을 수도 있는 다른 구현들에서, 참조 스트라이프들은 참조 평면에 대해 수평 배향으로 있을 수도 있다.
- [0072] 도 23 은 코드워드들 및 복합 코드 마스크를 생성하기 위한 일 예시적인 방법을 예시한다. 복수의 심볼들이  $n1 \times n2$  심볼 구조로 배열될 수도 있고, 여기서  $n1$  및  $n2$  는 정수 값들이다 (2302). 복수의 코드워드들은 심볼 구조 내의 상이한 오버랩핑  $k1 \times k2$  윈도우들로부터 정의될 수도 있으며, 공선형 (co-linear) 및 공간 오버랩핑 윈도우들은 고유 코드워드들을 정의하고, 코드워드들은 심볼 구조의 제 1 방향에서 고유하지만 제 1 방향에 수직인 제 2 방향에서 반복된다 (2304).
- [0073] 복수의 심볼 구조들은 코드 마스크로서 렌더링될 수도 있으며, 2 개의 인접한  $k1 \times k2$  윈도우들 내의 심볼들은 2 개의 인접한  $k1 \times k2$  윈도우들 내의 코드워드들의 코드워드 에일리어싱을 회피하도록 선택된다 (2306). 코드 마스크는 코드층 및 독립적이고 별개의 캐리어층을 포함할 수도 있으며, 캐리어층은 투영 시의 왜곡에 강인한 복수의 참조 오브젝트들을 포함한다. 캐리어층의 참조 오브젝트들은 가드 구간을 사이에 가진 복수의 동등한 간격의 참조 스트라이프들을 포함할 수도 있다. 각각의 참조 스트라이프는 가드 구간과는 상이한 폭일 수도 있다. 가드 구간 폭에 대한 각각의 참조 스트라이프의 폭은 송신기 디바이스 및/또는 수신기 디바이스의 예상된 광학 스프레딩에 의해 결정될 수도 있다. 코드층의 복수의 심볼들은 적어도 1 차원에서 공간 스테저링될 수도 있다. 상이한 오버랩핑  $k1 \times k2$  윈도우들은 2 차원에서 오버랩핑할 수도 있다.
- [0074] **예시적인 송신기 디바이스**
- [0075] 도 24 는 복합 코드 마스크를 생성하고 및/또는 이러한 복합 코드 마스크를 투영하도록 구성될 수도 있는 송신기 디바이스의 일 예를 예시하는 블록도이다. 송신기 디바이스 (2402) 는 메모리/저장 디바이스, 이미지 투영 디바이스 (2408), 및/또는 유형의 매체 (2409) 에 커플링된 프로세싱 회로 (2404) 를 포함할 수도 있다.
- [0076] 제 1 예에서, 송신기 디바이스 (2402) 는 유형의 매체 (2409) 에 커플링되거나 또는 유형의 매체 (2409) 를 포함할 수도 있다. 유형의 매체는 복합 코드 마스크 (2414) 를 정의, 포함, 및/또는 저장할 수도 있고, 그 복합 코드 마스크는 캐리어층과 결합된 코드층을 포함한다. 코드층은 복수의 심볼들에 의해 정의된 고유하게 식별가능한 공간 코딩된 코드워드들을 포함할 수도 있다. 캐리어층은 코드층으로부터 독립적으로 확인가능

하고 별개일 수도 있으며, 투영 시의 왜곡에 강인한 복수의 참조 오브젝트들을 포함한다. 코드층 및 캐리어층 중 적어도 하나는 투영 전에 합성 포인트 스프레드 함수에 의해 사전-형상화될 수도 있다.

- [0077] 제 2 예에서, 프로세싱 유닛 (2404) 은 코드층 생성기/선택기 (2416), 캐리어층 생성기/선택기 (2418), 복합 코드 마스크 생성기/선택기 (2420) 및/또는 사전-형상화 회로 (2422) 를 포함할 수도 있다. 코드층 생성기/선택기 (2416) 는 사전-저장된 코드층 (2410) 을 선택할 수도 있고 및/또는 이러한 코드층을 생성할 수도 있다. 캐리어층 생성기/선택기 (2418) 는 사전-저장된 캐리어층 (2412) 을 선택할 수도 있고 및/또는 이러한 캐리어층을 생성할 수도 있다. 복합 코드 마스크 생성기/선택기는 사전-저장된 복합 코드 마스크 (2414) 를 선택할 수도 있고 및/또는 코드층 (2410) 과 캐리어층 (2412) 을 결합하여 복합 코드 마스크 (2414) 를 생성할 수도 있다. 옵션으로, 프로세싱 회로 (2404) 는 복합 코드 마스크가 투영될 채널에서의 예상된 왜곡을 보상하기 위해, 복합 코드 마스크 (2414), 코드층 (2410), 및/또는 캐리어층 (2412) 을 사전-형상화하는 사전-형상화 회로를 포함할 수도 있다.
- [0078] 일부 구현들에서, 복수의 상이한 코드층들 및/또는 캐리어층들이 이용가능할 수도 있으며, 각각의 이러한 캐리어층 또는 코드층이 상이한 조건들에 대해 (예를 들어, 상이한 거리에 있는 오브젝트들, 또는 송신기 디바이스와 수신기 디바이스 간의 상이한 구성들에 대해) 구성될 수도 있다. 예를 들어, 제 1 거리 또는 범위 내의 오브젝트들의 경우, 코드층과 캐리어층의 상이한 결합이 제 2 거리 또는 범위에 있는 오브젝트들에 대해 사용될 수도 있으며, 제 2 거리는 제 1 거리보다 더 크다. 다른 예에서, 코드층과 캐리어층의 상이한 결합은 송신기 디바이스와 수신기 디바이스의 상대 배향에 의존하여 사용될 수도 있다.
- [0079] 이미지 투영 디바이스 (2408) 는 생성된/선택된 복합 코드 마스크를 관심 오브젝트 상으로 투영하도록 기능할 수도 있다. 예를 들어, 다른 광 소스로의 레이저는 복합 코드 마스크를 관심 오브젝트 상으로 (예를 들어, 투영 채널을 통하여) 투영하는데 사용될 수도 있다. 하나의 예에서, 복합 코드 마스크 (2414) 는 적외선 스펙트럼에서 투영될 수도 있어, 육안으로 보이지 않을 수도 있다. 그 대신, 적외선 스펙트럼 범위 내의 수신기 센서가 이러한 투영된 복합 코드 마스크를 캡처하는데 사용될 수도 있다.
- [0080] 도 25 는 복합 코드 마스크를 투영하기 위한 방법을 예시한다. 유형의 매체 상의 복합 코드 마스크가 획득되며, 복합 코드 마스크는 캐리어층과 결합된 코드층을 포함하고, (a) 코드층은 복수의 심볼들에 의해 정의된 고유하게 식별가능한 공간 코딩된 코드워드들을 포함하고, (b) 캐리어층은 코드층으로부터 독립적으로 확인가능하고 별개이며 투영 시의 왜곡에 강인한 복수의 참조 오브젝트들을 포함하며, (c) 코드층 및 캐리어층 중 적어도 하나는 투영 전에 합성 포인트 스프레드 함수에 의해 사전-형상화된다 (2502). 코드층은  $n1 \times n2$  이진 심볼들을 포함할 수도 있으며, 여기서  $n1$  및  $n2$  는 2 보다 더 큰 정수들이다.
- [0081] 송신기 디바이스는 그 후 복합 코드 마스크의 단일 투영으로 타겟 오브젝트에 대한 깊이 정보를 수신기가 확인하는 것을 돕기 위해 복합 코드 마스크의 적어도 일 부분을 타겟 오브젝트 상으로 투영할 수도 있다 (2504).
- [0082] 하나의 예에서, 코드층 상의 적어도 하나의 방향을 따른 오버랩핑 윈도우들은 동일한 로우 또는 컬럼을 따른 임의의 다른 윈도우로부터 상이한 고유 코드워드들을 정의할 수도 있다. 복합 코드 마스크 내의 각각의 심볼은 참조 오브젝트들과는 별개인 2 개의 그레이-스케일 셰이드들 중 하나에서의 라인 세그먼트일 수도 있다. 하나의 양태에 따르면, 코드층의 심볼들은 적어도 1 차원에서 스테거링된다. 캐리어층의 참조 오브젝트들은 가드 구간을 사이에 가진 복수의 동등한 간격의 참조 스트라이프들을 포함할 수도 있다. 참조 스트라이프들 및 가드 구간은 상이한 폭일 수도 있다. 가드 구간 폭에 대한 각각의 참조 스트라이프의 폭은 송신기 디바이스 및/또는 수신기 디바이스의 예상된 광학 스프레딩에 의해 결정될 수도 있다. 코드층 및 캐리어층은 코드층 심볼들이 캐리어층의 참조 스트라이프들 내에서 보이도록 캐리어층을 코드층 위에 오버레이함으로써 결합될 수도 있다.
- [0083] 하나의 예에서, 이진 심볼들은 배향된 라인 세그먼트들일 수도 있다. 하나의 경우에, 코드 마스크 내의 라인 세그먼트들은 코드 마스크의 송신기 및 코드 마스크의 수신기가 얼라인되는 평면에 수직으로 배향된다. 송신기 및 수신기가 하나의 평면 (예를 들어, 수평면) 에서 얼라인되기 때문에, 깊이 정보는 하나의 방향을 따라 (도 3 에 예시한 바와 같이) 코드워드의 변위로부터 획득된다. 그 결과, 코드워드 고유성은 단지 변위의 방향을 따라 필요하다.
- [0084] 코드워드들의 총 수를 비교적 작게 유지하기 위하여 (예를 들어, 코드워드 매치를 발견하는데 필요한 가능한 상관들의 수를 감소시키기 위하여), 심볼 구조는 총 가능한 수의 코드워드들로부터 코드워드들의 서브세트를 정의할 수도 있다. 그 결과, 코드워드들은 심볼 구조의 제 1 방향에서 고유할 수도 있지만 제 1 방향에 수직인

제 2 방향에서 반복된다.

- [0085] 하나의 예에서, 각각의 심볼은 적어도 50% 셰이드 차이를 갖는 2 개의 그레이-스케일 셰이드들 중 하나에서의 라인 세그먼트이다. 다른 예에서, 각각의 심볼은 코드 마스크 내의 라인 세그먼트로서 표현되며, 라인 세그먼트들은 서로 평행하고 및/또는 공선형이다.
- [0086] 하나의 예에서, 투영 전에 합성 포인트 스프레드 함수에 의해 코드층 및 캐리어층 중 적어도 하나를 사전-형상화하는 것은 : (a) 코드 마스크가 투영될 채널에 대한 하나 이상의 조건들을 확인하는 것, (b) 하나 이상의 조건들에 기초하여, 채널에 의해 야기된 왜곡을 보상하기 위해 합성 포인트 스프레드 함수를 획득하는 것, 및/또는 (c) 합성 포인트 스프레드 함수를 코드층 및 캐리어층 중 적어도 하나에 적용하는 것을 포함한다. 다른 예에서, 투영 전에 합성 포인트 스프레드 함수에 의해 코드층 및 캐리어층 중 적어도 하나를 사전-형상화하는 것은 : (a) 코드 마스크가 투영될 채널 내의 왜곡을 보상하는 사전-형상화 층을 획득하는 것, 및/또는 (b) 사전-형상화 층을 복합 마스크의 일부로서 결합하는 것을 포함한다.
- [0087] **예시적인 수신기 디바이스 동작**
- [0088] 도 26 은 복합 코드 마스크로부터 깊이 정보를 획득하도록 구성될 수도 있는 수신기 디바이스의 일 예를 예시하는 블록도이다. 수신기 디바이스 (2602) 는 메모리/저장 디바이스에 커플링된 프로세싱 회로 (2604) 및 수신기 센서 (2608) (예를 들어, 이미지 캡처링 디바이스 (2608)) 를 포함할 수도 있다.
- [0089] 수신기 센서 (2608) (예를 들어, 카메라 등) 는 오브젝트의 표면 상에 투영된 복합 코드 마스크의 적어도 일 부분을 획득하도록 기능할 수도 있다. 예를 들어, 수신기 센서는 타겟 오브젝트의 표면 상에 투영된 복합 코드 마스크의 적어도 일 부분을 캡처할 수도 있다. 복합 코드 마스크는 : (a) 복수의 심볼들에 의해 정의된 고유하게 식별가능한 공간 코딩된 코드워드들의 코드층, 및 (b) 코드층으로부터 독립적으로 확인가능하고 별개이며 투영 시의 왜곡에 강한 복수의 참조 오브젝트들을 포함하는 캐리어층에 의해 정의될 수도 있다. 코드층 및 캐리어층 중 적어도 하나는 투영 전에 합성 포인트 스프레드 함수에 의해 사전-형상화되었을 수도 있다. 하나의 예에서, 수신기 센서 (2608) 는 적외선 스펙트럼에서 복합 코드 마스크를 캡처할 수도 있다.
- [0090] 코드층은  $n1 \times n2$  이진 심볼들을 포함할 수도 있으며, 여기서  $n1$  및  $n2$  는 2 보다 더 큰 정수들이다. 복합 코드 마스크에서, 각각의 심볼은 참조 오브젝트들과는 별개인 2 개의 그레이-스케일 셰이드들 중 하나에서의 라인 세그먼트일 수도 있다. 코드층의 심볼들은 적어도 1 차원에서 스테거링될 수도 있다. 캐리어층의 참조 오브젝트들은 가드 구간을 사이에 가진 복수의 동등한 간격의 참조 스트라이프들을 포함할 수도 있다. 참조 스트라이프들 및 가드 구간은 상이한 폭일 수도 있다. 가드 구간 폭에 대한 각각의 참조 스트라이프의 폭은 송신기 디바이스 및/또는 수신기 디바이스의 예상된 광학 스프레딩에 의해 결정될 수도 있다.
- [0091] 프로세싱 회로 (2604) 는 참조 스트라이프 검출기 회로/모듈 (2612), 왜곡 조정 회로/모듈 (2614), 코드워드 식별자 회로/모듈 (2616), 깊이 검출 회로/모듈 (2618), 및/또는 깊이 맵 생성 회로/모듈 (2620) 을 포함할 수도 있다.
- [0092] 참조 스트라이프 검출기 회로/모듈 (2612) 은 복합 코드 마스크의 부분 내에서 참조 스트라이프들을 검출하도록 구성될 수도 있다. 왜곡 조정 회로/모듈 (2614) 은 참조 스트라이프들의 실제 배향에 대한 참조 스트라이프들의 예상된 배향에 기초하여 복합 코드 마스크의 부분의 왜곡을 조정하도록 구성될 수도 있다. 코드워드 식별자 회로/모듈 (2616) 은 복합 코드 마스크의 부분 내에서 정의된 윈도우로부터 코드워드를 획득하도록 구성될 수도 있다. 깊이 검출 회로/모듈 (2618) 은 : (a) 복합 코드 마스크의 단일 투영, 및 (b) 기지의 참조 코드 마스크에 대한 윈도우의 변위에 기초하여 윈도우에 대응하는 타겟 오브젝트의 표면 부분에 대한 깊이 정보를 획득하도록 구성될 수도 있다.
- [0093] 깊이 맵 생성 회로/모듈 (2620) 은 왜곡되지 않은 복합 코드 마스크의 부분 내의 상이한 오버랩핑 윈도우들로서 검출된 복수의 코드워드들에 기초하여 오브젝트에 대한 깊이 맵을 어셈블링하도록 구성될 수도 있다.
- [0094] 하나의 예에서, 코드층 및 캐리어층 중 적어도 하나의 사전-형상화는, 형상화되지 않은 복합 코드 마스크와 비교하여 더 많은 전력이 수신기 센서에 의해 인지되도록 복합 코드 마스크의 투영 동안 전력 효율을 증가시킨다.
- [0095] 하나의 경우에, 사용된 합성 포인트 스프레드 함수는 : (a) 복합 코드 마스크가 투영될 예상된 채널 조건들, (b) 복합 코드 마스크가 투영되는 표면들의 특성들, 및/또는 (c) 투영된 복합 코드 마스크를 수신할 수신기 센서의 감도 중 적어도 하나에 기초하여 복수의 포인트 스프레드 함수들로부터 선택될 수도 있다. 다른 예에서, 합성 포인트 스프레드 함수는 : (a) 복합 코드 마스크를 투영할 프로젝터에 대한 제 1 채널 응답; 및/또는

(b) 복합 코드 마스크를 투영할 프로젝터로부터 복합 코드 마스크를 수신할 수신기 센서까지의 경로에 대한 제 2 채널 응답 중 적어도 하나에 기초하여 복수의 포인트 스프레드 함수들로부터 선택될 수도 있다.

- [0096] 도 27 은 수신기 디바이스의 일 예시적인 동작을 예시하는 블록도이다. 수신기 디바이스는 캘리브레이션 모드 (2702) 및/또는 동작 모드 (2704) 에 따라 동작할 수도 있다.
- [0097] 캘리브레이션 모드 (2702) 에서, 수신기 디바이스는 이미지를 취득하고 (2706) 그 자체를 캘리브레이팅 (예를 들어, 광 감도에 대한 수용체들을 조정 등) (2708) 하여 캘리브레이션 파라미터들 (2710) 을 획득할 수도 있다.
- [0098] 동작 모드 (2704) 에서, 수신기 디바이스는 이미지를 취득하고 (2714) 캘리브레이션 파라미터들 (2710) 에 기초하여 이미지를 교정한다 (2716). 깊이 추정 (2718) 이 그 후 기지의 마스크 파라미터들 (2712) 을 사용 (예를 들어, 기지의 코드 마스크를 사용) 함으로써 교정된 이미지에 대해 수행될 수도 있다. 깊이는 맵은 따라서 이미지와 함께 생성 및 사용/저장/디스플레이 (2720) 될 수도 있다.
- [0099] 도 28 은 아핀 변환에 강한 복합 코드 마스크 내의 캡처된 코드워드를 디코딩하기 위한 일 예시적인 방법을 예시한다. 수신기 센서는 타겟 오브젝트의 표면 상에 투영된 복합 코드 마스크의 적어도 일 부분을 수신할 수도 있고, 복합 코드 마스크는 : (a) 복수의 심볼들에 의해 정의된 고유하게 식별가능한 공간 코딩된 코드워드들의 코드층, (b) 코드층으로부터 독립적으로 확인가능하고 별개이며 투영 시의 왜곡에 강한 복수의 참조 오브젝트들을 포함하는 캐리어층에 의해 정의되며, (c) 코드층 및 캐리어층 중 적어도 하나는 투영 전에 합성 포인트 스프레드 함수에 의해 사전-형상화되었다 (2802). 하나의 예에서, 수신기 센서는 적외선 스펙트럼에서 복합 코드 마스크를 캡처할 수도 있다.
- [0100] 하나의 예에 따르면, 코드층은  $n1 \times n2$  이진 심볼들을 포함할 수도 있으며, 여기서  $n1$  및  $n2$  는 2 보다 더 큰 정수들이다. 복합 코드 마스크에서, 각각의 심볼은 참조 오브젝트들과는 별개인 2 개의 그레이-스케일 셰이드들 중 하나에서의 라인 세그먼트일 수도 있다. 일부 경우들에서, 코드층의 심볼들은 적어도 1 차원에서 스테레오링될 수도 있다. 캐리어층의 참조 오브젝트들은 가드 구간을 사이에 가진 복수의 동등한 간격의 참조 스트라이프들을 포함할 수도 있다. 하나의 예에서, 참조 스트라이프들 및 가드 구간은 상이한 폭이다. 다른 예에서, 가드 구간 폭에 대한 각각의 참조 스트라이프의 폭은 송신기 디바이스 및/또는 수신기 디바이스의 예상된 광학 스프레딩에 의해 결정된다.
- [0101] 코드층 및 캐리어층 중 적어도 하나의 사전-형상화는, 형상화되지 않은 복합 코드 마스크와 비교하여 더 많은 전력이 수신기 센서에 의해 인지되도록 복합 코드 마스크의 투영 동안 전력 효율을 증가시킬 수도 있다. 사용된 합성 포인트 스프레드 함수는 : (a) 복합 코드 마스크가 투영될 예상된 채널 조건들, (b) 복합 코드 마스크가 투영되는 표면들의 특성들, 및/또는 (c) 투영된 복합 코드 마스크를 수신할 수신기 센서의 감도 중 적어도 하나에 기초하여 복수의 포인트 스프레드 함수들로부터 선택될 수도 있다. 일부 경우들에서, 합성 포인트 스프레드 함수는 : (a) 복합 코드 마스크를 투영할 프로젝터에 대한 제 1 채널 응답; 및/또는 (b) 복합 코드 마스크를 투영할 프로젝터로부터 복합 코드 마스크를 수신할 수신기 센서까지의 경로에 대한 제 2 채널 응답 중 적어도 하나에 기초하여 복수의 포인트 스프레드 함수들로부터 선택되었을 수도 있다.
- [0102] 프로세싱 회로는 복합 코드 마스크의 부분 내의 참조 오브젝트들에 기초하여 왜곡에 대해 코드층을 조정할 수도 있다 (2804). 깊이는 정보가 그 후 : (a) 복합 코드 마스크의 단일 투영, 및 (b) 기지의 참조 코드 마스크에 대한 윈도우의 변위에 기초하여 윈도우에 대응하는 타겟 오브젝트의 표면 부분에 대해 획득될 수도 있다 (2806).
- [0103] 도 29 는 캡처된 코드 마스크로부터 깊이를 맵을 획득하기 위한 방법을 예시한다. 참조 스트라이프들은 캡처된 복합 코드 마스크의 일 부분 내에서 검출될 수도 있다 (2902). 복합 코드 마스크의 부분의 왜곡 (예를 들어, 비뚤어짐, 회전 등) 이 그 후 참조 스트라이프들의 실제 배향에 대한 참조 스트라이프들의 예상된 배향에 기초하여 조정 (또는 정정) 될 수도 있다 (2904). 코드워드는 왜곡되지 않은 복합 코드 마스크의 부분 내에서 정의된 윈도우로부터 획득될 수도 있다 (2906). 하나의 예에서, 각각의 코드워드는  $k1$  심볼들  $\times$   $k2$  심볼들인 윈도우에 의해 정의될 수도 있으며, 여기서  $k1$  및  $k2$  는 2 보다 더 큰 정수들이다. 복합 코드 마스크에서, 각각의 심볼은 예를 들어, 참조 스트라이프들과는 별개인 2 개의 그레이-스케일 셰이드들 중 하나에서의 라인 세그먼트일 수도 있다. 기지의 참조 코드 마스크 상의 적어도 하나의 방향을 따른 오버랩핑 윈도우들은 동일한 로우 또는 컬럼을 따른 임의의 다른 윈도우로부터 상이한 고유 코드워드들을 정의할 수도 있다.
- [0104] 하나의 예에서, 복합 코드 마스크의 부분은 참조 스트라이프들을 정의하는 캐리어층 및 복수의 고유하게 식별가능한 공간 코딩된 코드워드들을 정의하는 코드층을 포함할 수도 있다. 캐리어층은 가드 구간을 사이에 가진

복수의 동등한 간격의 참조 스트라이프들을 포함할 수도 있다. 일부 경우에, 각각의 참조 스트라이프는 가드 구간보다 더 넓을 수도 있다. 가드 구간 폭에 대한 각각의 참조 스트라이프의 폭은 예상된 광학 스프레딩에 의해 결정될 수도 있다.

[0105] 깊이 정보는 기지의 참조 코드 마스크에 대한 윈도우의 변위에 기초하여 윈도우에 대응하는 오브젝트의 표면 부분에 대해 획득될 수도 있다 (2908). 도 3에 예시한 바와 같이, 참조 코드 마스크 내의 코드워드 (312)의 예상된 위치에 가장 가까운 변위 ( $d_2$ )는 더 긴 거리 또는 깊이를 나타내는 한편, 코드워드 (312)의 예상된 위치로부터 더 먼 변위 ( $d_2$ )는 더 짧은 거리 또는 깊이를 나타낸다. 참조 코드 마스크는  $n_1 \times n_2$  이진 심볼들을 포함할 수도 있으며, 여기서  $n_1$  및  $n_2$ 는 2보다 더 큰 정수들이다.

[0106] 깊이 맵은 왜곡되지 않은 복합 코드 마스크의 부분 내의 상이한 오버랩핑 윈도우들로서 검출된 복수의 코드워드들에 기초하여 오브젝트에 대해 어셈블링될 수도 있다 (2910).

[0107] 수신기는 복합 코드 마스크의 송신기에 대한 동일한 수평 참조 평면을 따라 위치될 수도 있고, 오브젝트 및 참조 스트라이프들은 수평 참조 평면에 대해 수직으로 위치될 수도 있다.

[0108] 하나의 예에서, 수신기는 오브젝트의 2차원 이미지를 획득할 수도 있다. 수신기는 또한 복합 코드 마스크의 부분 내에서 정의된 하나 이상의 윈도우들을 갖는 하나 이상의 코드워드들에 기초하여 오브젝트에 대한 깊이 정보를 획득할 수도 있다.

[0109] **코드북 프리미티브들의 재사용**

[0110] 다른 양태는 코드 마스크를 생성하기 위해 코드북 프리미티브를 재사용함으로써 코드 마스크를 설계하는 효율적인 방식을 제공한다. 코드북 프리미티브는  $n_1 \times n_2$  심볼 구조 내에 복수의 공간 코딩되고 고유한 코드워드들을 포함할 수도 있다. 이 코드북 프리미티브 (예를 들어,  $n_1 \times n_2$  심볼 구조)는 코드 마스크의 하나 이상의 방향들에서 다수 회 반복될 수도 있다. 코드북 프리미티브를 반복하는 것은 코드북 사이즈를 감소시키는 것을 허용하며, 이는 특정 코드워드 매치를 식별하는데 필요한 비교들의 수를 감소시키기 때문에 바람직하다.

[0111] 도 30은 코드워드 분리가 코드북 프리미티브 재사용 거리에 영향을 주는 방법을 예시한다. 최대 디스패리티 (예를 들어, 코드워드의 시프트)는 동작 영역 (operating regime) (예를 들어, 가장 가까운 범위에서 가장 먼 범위까지)에 의해 결정될 수도 있다. 여기서, 송신된 코드워드 (3002)는 최소 범위  $d_1$  및 최대 범위  $d_2$  내에서 장면/오브젝트 상으로 투영될 수도 있다. 투영된 코드워드 (3002)는 장면/오브젝트 상에 반사하고 수신 디바이스에 의해 캡처된다. 송신된 코드워드 (3002)의 원래의 위치에 대한 캡처된 코드워드 (3004/3006)의 변위가 깊이를 확인하는데 사용될 수도 있다. 여기서, 최소 범위  $d_1$  및 최대 범위  $d_2$ 는 가상의 (예를 들어, 임의의) 센서 평면 (3007)으로부터 가장 가깝고 가장 먼 오브젝트까지로 정의되었다. 그러나, 최소 및 최대 범위들은 송신기 (3013) 및 수신기 (3015)에 대한 렌즈 평면 (3009) 또는 센서 평면 (3011)과 같이, 상이한 참조 평면들로부터 정의될 수도 있다. 최소/최대 범위들이 센서 평면 (3011)으로부터 정의되는 경우에, 최대 코드워드 디스패리티 (예를 들어, 코드워드의 시프트)는 송신된 코드 마스크 및 수신된 코드 마스크로부터 확인될 수도 있다.

[0112] 코드북 프리미티브가 코드 마스크에서 재사용되는 경우, 에일리어싱이라고도 지칭되는, (동일한 코드 마스크 내의) 인접한 코드북 프리미티브로부터 동일한 코드워드를 검출하는 것을 회피하는 것이 중요하다. 인접한 코드북 프리미티브들로부터 코드워드들의 에일리어싱을 막기 위하여, 재사용 거리 (즉, 코드북 프리미티브 (3002)의 폭  $w_1$ )는 가장 가까운 코드워드 인스턴스 (3004)와 가장 먼 코드워드 인스턴스 (3006) 사이의 최대 디스패리티 (즉, 변위 거리  $w_2$ )보다 더 커야 한다 (또는 동일).

[0113] 도 31은 코드북 프리미티브의 재사용 거리와 오브젝트 사이즈 간의 관계를 예시한다. 2개의 예들에 따르면, 제 1 코드북 프리미티브 (3102)는 제 1 코드 마스크 (3114)에서 5회 재사용되고, 제 2 코드북 프리미티브 (3108)는 제 2 코드 마스크 (3116)에서 3회 재사용된다. 코드북 프리미티브 내의 고정된 수의 수평 코드워드들의 경우, 재사용 거리 (예를 들어, 코드북 프리미티브의 폭)를 증가시키는 것은 최소 분해가능한 오브젝트 사이즈를 감소시킨다. 예를 들어, 제 1 코드 마스크 (3114)의 경우, 코드북 프리미티브 (3102)는 제 1 사이즈 (3104)를 갖고, 최소 분해가능한 오브젝트는 제 2 사이즈 (3106)를 가지며, 여기서 제 1 사이즈는 제 2 사이즈보다 더 크다. 그에 반해, 제 2 코드 마스크 (3116)의 경우, 제 2 코드북 프리미티브 (3108)는 제 3 사이즈 (3110)를 갖고, 최소 분해가능한 오브젝트는 제 4 사이즈 (3112)를 가지며, 여기서 제 3 사이즈는 제 4 사이즈보다 더 작다.

[0114] 도 32는 코드북 프리미티브를 재사용함으로써 코드 마스크를 구성하기 위한 일 예시적인 방법을 예시하는 플로

우도이다. 코드북 프리미티브는  $n_1 \times n_2$  심볼 구조 내의 복수의 공간 코딩되고 고유한 코드워드들로서 정의될 수도 있다 (3202). 코드 마스크는 그 후 코드 마스크에서 코드북 프리미티브를  $x$  회 재사용함으로써 생성된다 (3204).

[0115] 코드북 프리미티브의 사이즈는 코드 마스크가 투영될 최소 분해가능한 오브젝트 사이즈의 함수일 수도 있다. 즉, 코드 마스크가 투영될 특정 최소 및/또는 최대 범위들에 대해, 코드북 프리미티브의 사이즈는 그 범위들에서 소정의 분해능 (예를 들어, 최소 분해가능한 오브젝트 사이즈) 을 달성하도록 선택될 수도 있다. 예를 들어, 코드북 프리미티브가 코드 마스크에서 더 많은 횟수 재사용될수록, 코드 마스크가 투영될 때 최소 분해가능한 오브젝트 사이즈는 작아질 수도 있다. 그 결과, 코드북 프리미티브의 사이즈는 코드 마스크가 장면 또는 오브젝트 상으로 투영될 거리 범위의 함수일 수도 있다. 하나의 예에서, 코드북 프리미티브가 작을수록, 코드 마스크가 투영될 때 최소 분해가능한 오브젝트 사이즈는 작아진다. 다른 예에서, 코드워드 사이즈가 작을수록, 코드 마스크가 투영될 때 최소 분해가능한 오브젝트 사이즈는 작아진다. 하나의 구현에 따르면, 모든 코드워드들에 대한 코드워드 사이즈는 동일할 수도 있다 (예를 들어, 코드워드들은 동일한 폭을 가질 수도 있다). 하나의 예에서, 코드북 프리미티브의 사이즈는 코드북 프리미티브의 폭 또는 길이 중 어느 하나를 지정할 수도 있다.

[0116] 각각의 공간 코딩되고 고유한 코드워드는 심볼들의 결합일 수도 있다 (예를 들어, 도 9 및 도 10 참조). 코드북 프리미티브 내의 복수의 공간 코딩되고 고유한 코드워드들은  $n_1 \times n_2$  심볼 구조 내의  $m$  개의 심볼들의 모든 가능한 결합들의 서브세트일 수도 있다.

[0117] 하나의 예에서, 복수의 코드워드들은 (예를 들어, 도 11a 의 코드 마스크들 (1102 및 1106) 에서 예시되는) 심볼 구조 내의 상이한 오버랩핑  $k_1 \times k_2$  윈도우들로부터 정의될 수도 있다. 복수의 코드워드들을 정의하는 윈도우들은 공선형이고 공간 오버랩핑일 수도 있다.

[0118] 코드 마스크 내의 제 1 코드워드의 반복된 인스턴스들 간의 거리는 코드 마스크가 오브젝트 상으로 투영되고 이러한 투영이 수신기 디바이스에 의해 인지될 때 제 1 코드워드에 대한 최대 예상된 변위보다 더 클 수도 있다 (예를 들어, 도 30 참조).

[0119] 수신기 디바이스는 코드 마스크를 투영하는 송신기 디바이스와 동일 평면 상에 있을 수도 있다. 제 1 코드워드의 반복된 인스턴스들 간의 거리는 코드북 프리미티브의 폭과 동일할 수도 있다.

[0120] 하나의 예에서, 코드북 프리미티브의 폭은 코드 마스크가 오브젝트 상으로 투영되고 이러한 투영이 수신기 디바이스에 의해 인지될 때 제 1 코드워드에 대한 최대 예상된 변위보다 더 크다. 수신기 디바이스는 코드 마스크를 투영하는 송신기 디바이스와 동일 평면 상에 있다.

[0121] 코드 마스크는 코드 마스크가 투영되는 오브젝트의 표면 부분에 대한 깊이 정보를 획득하는 것을 용이하게 할 수도 있다. 코드북 프리미티브는 코드북이 투영될 바람직한 시야를 커버하기 위해  $x$  회 모자이크식으로 만들어질 수도 있다 (예를 들어, 도 31 에 예시됨). 즉, 코드북 프리미티브는 더 큰 코드 마스크를 구성하기 위해, 예를 들어, 하나 이상의 방향들/차원들에서 복제 또는 반복될 수도 있다. 하나의 예에서,  $x$  는 0 과 동일하거나 0 보다 더 큰 정수 값일 수도 있다. 즉, 구해진 최소 오브젝트 분해능에 따라, 코드워드 프리미티브 및/또는 코드 마스크의 사이즈가 조정될 수도 있다 (예를 들어, 코드워드 프리미티브 및/또는 코드 마스크가 클수록 이를 수 있는 분해능이 더 높아진다).

[0122] **포인트 스프레드 함수들을 사용한 예시적인 사전-형상화 코드 마스크 캐리어들**

[0123] 포인트 스프레드 함수 (PSF) 는 포인트 소스 또는 포인트 오브젝트에 대한 이미징 시스템의 응답을 설명한다. 하나의 양태는 송신 채널을 가로질러 송신될 때 코드 마스크 내의 에너지의 양을 향상시키기 위해 합성 포인트 스프레드 함수를 사용하여 코드 마스크 캐리어를 사전-형상화하는 것을 가능하게 한다. 합성 포인트 스프레드 함수는 송신 채널의 일부 영향에 대응하기 위해 송신 시스템 안으로 의도적으로 삽입되어 사전-컴퓨팅되는 프리엠퍼시스의 형태이다. 합성 PSF 의 사용에 의한 사전-형상화는 투영되고 있는 코드마스크 및/또는 채널 조건들 (예를 들어, 투영 거리, 투영 표면 특성들, 조명 전력, 수신기 특성들 등) 에 따라 송신 (예를 들어, 특정 마스크의 투영) 을 최적화하려고 할 수도 있다.

[0124] 도 33 은 이미지를 획득하기 위해 포인트 스프레드 함수가 오브젝트에 적용될 수도 있는 방법의 일 예를 예시한다. PSF 에 대한 보다 일반적인 용어는 시스템의 임펄스 응답이며, PSF 는 포커싱된 광학 시스템의 임펄스 응답이다.

- [0125] 여기서, 특정 에너지 레벨을 갖는 펄스들 (3304) 의 제 1 송신된 패턴 (3302) 이 예시되며, 여기서 어떠한 사전-성형화도 펄스들 (3304) 에 수행되지 않았다. 동일한 제 1 송신된 패턴 (3302) 은 또한 스프레드 펄스들 (3308) 의 수신된 패턴 (3306) 으로서 예시된다. 인지될 수 있는 바와 같이, 좁은 송신된 펄스 (3304) 는 송신 채널을 통해 전파되었고 제 1 스프레드 아웃 펄스 (3308) 로서 수신된다.
- [0126] 그에 반해, 특정 에너지 레벨을 갖는 사전-형상화된 펄스들 (3312) 의 제 2 송신된 패턴 (3310) 이 예시된다. 동일한 제 2 송신된 패턴 (3310) 은 또한 제 2 스프레드 펄스들 (3316) 의 수신된 패턴 (3314) 으로서 예시된다. 인지될 수 있는 바와 같이, 사전-형상화된 송신된 펄스 (3312) 는 송신 채널을 통해 전파했고 제 2 스프레드 아웃 펄스들 (3316) 로서 수신된다. 수신된 제 2 스프레드 아웃 펄스들 (3316) 은 제 1 스프레드 아웃 펄스 (3308) 보다 비교적 더 높은 에너지 레벨에서 수신된다는 것에 주의해야 한다.
- [0127] 많은 컨텍스트들에서의 PSF 는 분해되지 않은 오브젝트를 표현하는 이미지 내의 확장된 블랍 (blob) 으로서 생각될 수 있다. 기능적 용어들에서, 그것은 변조 전달 함수의 공간 도메인 버전이다. 포인트 오브젝트의 스프레딩 (블러링) 의 정도는 이미징 시스템의 품질에 대한 척도이다.
- [0128] 형광성 현미경, 망원경 또는 광학 현미경과 같은 인코히어런트 이미징 시스템들에서, 이미지 형성 프로세스는 전력에 있어서 선형이고 선형 시스템 이론에 의해 설명된다. 이것은 2 개의 오브젝트들 (A 및 B) 이 동시에 이미징되는 경우에, 결과는 독립적으로 이미징된 오브젝트들의 합과 동일하다는 것을 의미한다. 즉, 광자의 년-상호작용 속성 때문에, 오브젝트 A 의 이미징은 오브젝트 B 의 이미징에 의해 영향을 받지 않고, 그 역도 또한 같다.
- [0129] 복잡한 오브젝트의 이미지는 그 후 정확한 오브젝트 및 PSF 의 컨볼루션으로서 보여질 수 있다. 그러나, 검출된 광이 코히어런트인 경우, 이미지 형성은 콤플렉스 필드에서 선형이다. 강도 이미지를 레코딩하는 것은 그 후 취소 (cancellations) 또는 다른 비선형 효과를 야기할 수 있다.
- [0130] 도 34 의 A 는 공간 도메인에서의 코드 마스크 캐리어의 캐리어 스트라이프들을 예시한다.
- [0131] 도 34 의 B 는 송신 채널을 통하여 전파한 후의 공간-주파수 도메인에서의 결과의 캐리어 스트라이프들의 일 예를 예시한다.
- [0132] 도 34 의 A 는 이전에 언급된 구조된 광 시스템에서 코드 마스크 캐리어의 일부를 표현할 수도 있는 수직 스트라이프들 (s1 (3402) 및 s2 (3404)) 을 예시한다. (도 34 의 B 에 예시한 바와 같은) 공간 주파수 도메인 (3406) 으로 변환될 때, 이들 스트라이프들의 스펙트럼 응답은 개념상 (도 34 의 B 에서의) 곡선들 (S1 및 S2) 로서 도시될 수도 있다. 주어진 전력 레벨 (dB) 에 대해, S1 (3408) 및 S2 (3410) 는 폭 X 를 갖고, 잡음 플로어보다 위의 거리  $\Delta_1$  에서 교차한다.
- [0133] 전력 제한의 걱정이 없는 경우, 도 34 의 A 및 도 34 의 B 에 예시한 바와 같은 응답들의 세트를 갖는 것이 완전히 허용가능할 수도 있다. 그러나, 셀 폰, 휴대용 카메라, 또는 소형 프로젝터와 같이 전력 제한된 시스템에서는, 오브젝트들을 분해가능할 정도로 충분한 전력을 여전히 송신하면서 더 적은 전력을 사용하는 것이 바람직할 수도 있다. 이 목표를 달성하는 한가지 방식은 도 35 의 A 에 예시한 바와 같이, 송신 전에 스트라이프들 (즉, 캐리어들) (s1 (3402) 및 s2 (3404)) 각각에 합성 포인트 스프레드 함수 (PSF) (3412) 를 적용하는 것이다.
- [0134] 도 35 의 A 는 합성 포인트 스프레드 함수가 공간 도메인에서 캐리어 스트라이프들을 사전-형상화하기 위해 캐리어 스트라이프들에 적용될 수도 있는 방법을 예시한다.
- [0135] 도 35 의 B 는 송신 채널을 통하여 전파한 후의 공간-주파수 도메인에서의 결과의 사전-형상화된 캐리어 스트라이프들의 일 예를 예시한다.
- [0136] 도 35 의 A 에서, PSF (3412) 는 그들의 송신 (예를 들어, 오브젝트 상에의 투영 및/또는 입사 반사) 동안 전력 효율의 증가가 존재하는 그러한 방식으로 스트라이프 (s1 (3402) 및 s2 (3404)) 가 형상화되는 것을 허용할 것이다. 그 결과, 스펙트럼 응답은 도 35 의 B 에서와 같이 보여질 수도 있으며, 이는 동일한 주어진 전력 레벨 (dB) 에 대해, S1 (3414) 및 S2 (3416) 가 3X 의 폭을 가질 수도 있다는 것을 도시한다. 또한, S1 (3414) 및 S2 (3416) 의 교차점은 현재 잡음 플로어보다 위의 거리  $\Delta_2$  에 있으며, 이는 도 34 의 B 에 대한 송신된 전력의 증가를 반영한다.
- [0137] 수직 스트라이프들 (3402 및 3404) 간의 거리 D1, 사용된 PSF 의 폭 w 에 따라 (도 36 참조), 상이한 송신 효율

이 달성될 수도 있으며, 이는 도 35의 A 및 도 35의 B에 예시된 3X (PSF 펄스 형상화 없이 송신된 전력의 3배) 보다 더 높거나 더 낮다.

[0138] 또한, PSF는 단지 프로젝터의 광학 시스템에 대한 것이 아닐 수도 있고, 송신 채널에 대한 PSF가 또한 추정될 수도 있다. 채널은 2 부분들: (a) 구조된 광이 송신기로부터 오브젝트로 이동하는 공간; 및 (b) 오브젝트로부터의 반사되어 구조된 광이 수신기로 이동하는 공간으로 이루어질 수도 있다. 따라서, 제한된 전력 소스를 여전히 사용하면서 작은 오브젝트들 간에 충분한 분해성을 보장하기 위한 최악의 경우의 시나리오를 위해 PSF가 선택될 수도 있다.

[0139] 도 36은 일 더미의 포인트 스프레드 함수들이 이용가능할 수도 있다는 것을 예시하며, 그 일 더미의 포인트 스프레드 함수들 중에서 하나의 PSF가 송신 전에 코드 마스크 캐리어를 사전-형상화하기 위해 선택될 수도 있다. 이것은 (코드 마스크 캐리어에 대한) 스트라이프 간격 및 송신 채널 조건들에 따라 복수의 PSF들 중에서 선택하는 것을 허용할 수도 있다. 예를 들어, PSF 더미는 도 36에 예시한 바와 같이 이용가능할 수도 있으며, 그로부터 다양한 폭 (예를 들어,  $w_1$  및  $w_2$ )의 상이한 PSF (3602 및 3604)가 선택될 수도 있다. PSF의 선택에서, 밸런스는 보통 수신된 코드 마스크에서의 분해능의 손실과 송신된 전력의 양 사이에서 추구된다. 예를 들어, PSF가 넓어질수록 분해능은 코드워드를 구성하는 심볼들에 대해 더 많이 손실된다 (예를 들어, 더 높은 주파수들이 파일 아웃되어진다). 그 반대로, 더 좁은 PSF가 코드워드의 수신기에 의해 인지한 대로 더 적은 에너지를 송신할 수도 있다. 따라서, 이들 제약들은 특정 PSF의 선택에서 밸런싱된다.

[0140] 이미징 PSF의 효과는 블러링 또는 그렇지 않으면 송신된 패턴을 왜곡하는 것이다. 블러 커널의 사이즈는 송신된 패턴 내의 심볼들의 간격 및 폭, 따라서 시스템 분해능에 대한 제한을 설정한다. 상기 제약은 차례로 패턴에 포함된 심볼 당 수신된 전력에 대해 제한을 둔다. 패턴 심볼 주기와 PSF 사이즈 간의 관계에 기초하여, 프리엠퍼사이징된 형상화는 도 35의 A 및 도 35의 B에 예시된 제약들에 따라 심볼 전력을 증가시키기 위하여 송신 전에 송신된 패턴에 적용될 수도 있다. 이러한 형상화의 결과는 수신된 패턴 심볼들의 신호 대 잡음비를 증가시킴으로써 전력 또는 시스템 신뢰도를 희생하지 않고 분해능을 보존 또는 증가시킨다.

[0141] PSF 선택은 강인성/신뢰성 및 성능, 즉, 분해능 간의 트레이드-오프인 시스템의 동작 포인트에 의존한다. PSF 설계는 애플리케이션 의존인 강인성과 성능 사이의 밸런스 및 예상된 채널에 기초할 수도 있다.

[0142] PSF는 광이 소스로부터 카메라 초점면으로 이동하는 경로에 대한 왜곡 효과를 포함한다. 이들 채널 효과는 기하학적 왜곡, 렌즈 이탈, 렌즈 액션, 회절, 오브젝트 사이즈 및 콤포지션, 장면 반사율, 및 모션 효과들을 포함할 수도 있다. PSF는 시스템의 최대 분해능을 제한하며, 따라서 패턴 분해능과 제한하는 PSF 영역 간의 공간이 미사용되지 않아야 한다. 설계가 소스에서 카메라까지의 경로에 의존하는 합성 형상화 함수에 의한 공칭 (nominal) 패턴의 변조는, 시스템이 전력 및 분해능 매치되도록 이 분해능 갭을 필딩하는 것을 초래한다. 채널 모델에 따르면, 그렇게 설계되어 송신된 패턴은 최적의 성능을 초래할 것이다.

[0143] 도면들에 예시된 컴포넌트들, 단계들, 특징들 및/또는 함수들 중 하나 이상은 단일의 컴포넌트, 단계, 특징 또는 함수로 재배열 및/또는 결합되거나 또는 여러 컴포넌트들, 단계들, 또는 함수들로 구현될 수도 있다. 추가적인 엘리먼트들, 컴포넌트들, 단계들, 및/또는 함수들은 또한 여기에 개시된 신규한 특징들로부터 벗어나지 않고 부가될 수도 있다. 도면들에 예시된 장치, 디바이스들, 및/또는 컴포넌트들은 도면들에서 설명되는 방법들, 특징들, 또는 단계들 중 하나 이상을 수행하도록 구성될 수도 있다. 여기에 설명된 신규한 알고리즘들은 또한 효율적으로 소프트웨어로 구현되고/되거나 하드웨어에 임베딩될 수도 있다.

[0144] 또한, 실시형태들이 플로우차트, 플로우도, 구조도, 또는 블록도로서 도시되는 프로세스로서 설명될 수도 있는 것에 주의한다. 플로우차트가 순차적인 프로세스로서 동작들을 설명할 수도 있지만, 다수의 동작들은 병렬로 또는 동시에 수행될 수 있다. 또한, 동작들의 순서는 재배열될 수도 있다. 프로세스는 그 동작이 완료될 때 종료된다. 프로세스는 방법, 함수, 절차, 서브루틴, 서브프로그램 등에 대응할 수도 있다. 프로세스가 함수에 대응하는 경우, 그것의 종료는 함수의 호출 함수 또는 메인 함수로의 리턴에 대응한다.

[0145] 더욱이, 저장 매체는 정보를 저장하기 위한 판독 전용 메모리 (ROM), 랜덤 액세스 메모리 (RAM), 자기 디스크 저장 매체, 광학 저장 매체, 플래시 메모리 디바이스들 및/또는 다른 머신 판독가능 매체, 프로세서 판독가능 매체, 및/또는 컴퓨터 판독가능 매체를 포함하는, 데이터를 저장하기 위한 하나 이상의 디바이스들을 나타낼 수도 있다. 용어 "머신 판독가능 매체", "컴퓨터 판독가능 매체", 및/또는 "프로세서 판독가능 매체"는 휴대용 또는 고정된 저장 디바이스들, 광학 저장 디바이스들, 및 명령(들) 및/또는 데이터를 저장, 포함 또는 운반하는 것이 가능한 다양한 다른 매체들과 같은 비일시적 매체들을 포함할 수도 있지만 이들에 제한되지는

않는다. 따라서, 여기에 설명된 다양한 방법들은 완전히 또는 부분적으로 "머신 판독가능 매체", "컴퓨터 판독가능 매체", 및/또는 "프로세서 판독가능 매체" 에 저장될 수도 있는 명령들 및/또는 데이터에 의해 구현되고 하나 이상의 프로세서들, 머신들 및/또는 디바이스들에 의해 실행될 수도 있다.

[0146] 더욱이, 실시형태들은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 미들웨어, 마이크로코드, 또는 이들의 임의의 조합에 의해 구현될 수도 있다. 소프트웨어, 펌웨어, 미들웨어 또는 마이크로코드로 구현될 때, 필요한 태스크들을 수행하기 위한 프로그램 코드 또는 코드 세그먼트들은 저장 매체 또는 다른 저장소(들)와 같은 머신 판독가능 매체에 저장될 수도 있다. 프로세서는 필요한 태스크들을 수행할 수도 있다. 코드 세그먼트는 절차, 함수, 서브프로그램, 프로그램, 루틴, 서브루틴, 모듈, 소프트웨어 패키지, 클래스, 또는 명령들, 데이터 구조들, 또는 프로그램 스테이트먼트들의 임의의 조합을 나타낼 수도 있다. 코드 세그먼트는 정보, 데이터, 인수, 파라미터, 또는 메모리 콘텐츠를 전달 및/또는 수신함으로써 다른 코드 세그먼트 또는 하드웨어 회로에 커플링될 수도 있다. 정보, 인수, 파라미터, 데이터 등은 메모리 공유, 메시지 전달, 토큰 전달, 네트워크 송신 등을 포함하는 임의의 적합한 수단을 통해 전달, 포워딩, 또는 송신될 수도 있다.

[0147] 여기에 개시된 예들과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 논리 블록들, 모듈들, 회로들, 엘리먼트들, 및/또는 컴포넌트들은 여기에 설명된 기능들을 수행하기 위해 범용 프로세서, 디지털 신호 프로세서 (DSP), 주문형 집적 회로 (ASIC), 필드 프로그램가능 게이트 어레이 (FPGA) 또는 다른 프로그램가능 로직 컴포넌트, 별개의 게이트 또는 트랜지스터 로직, 별개의 하드웨어 컴포넌트들, 또는 이들의 임의의 조합으로 구현 또는 수행될 수도 있다. 범용 프로세서는 마이크로프로세서일 수도 있지만, 대안으로, 프로세서는 임의의 종래의 프로세서, 제어기, 마이크로제어기, 또는 상태 머신일 수도 있다. 프로세서는 또한 컴퓨팅 컴포넌트들의 조합, 예를 들어, DSP 와 마이크로프로세서의 조합, 다수의 마이크로프로세서들, DSP 코어와 결합된 하나 이상의 마이크로 프로세서들, 또는 임의의 다른 이러한 구성으로서 구현될 수도 있다.

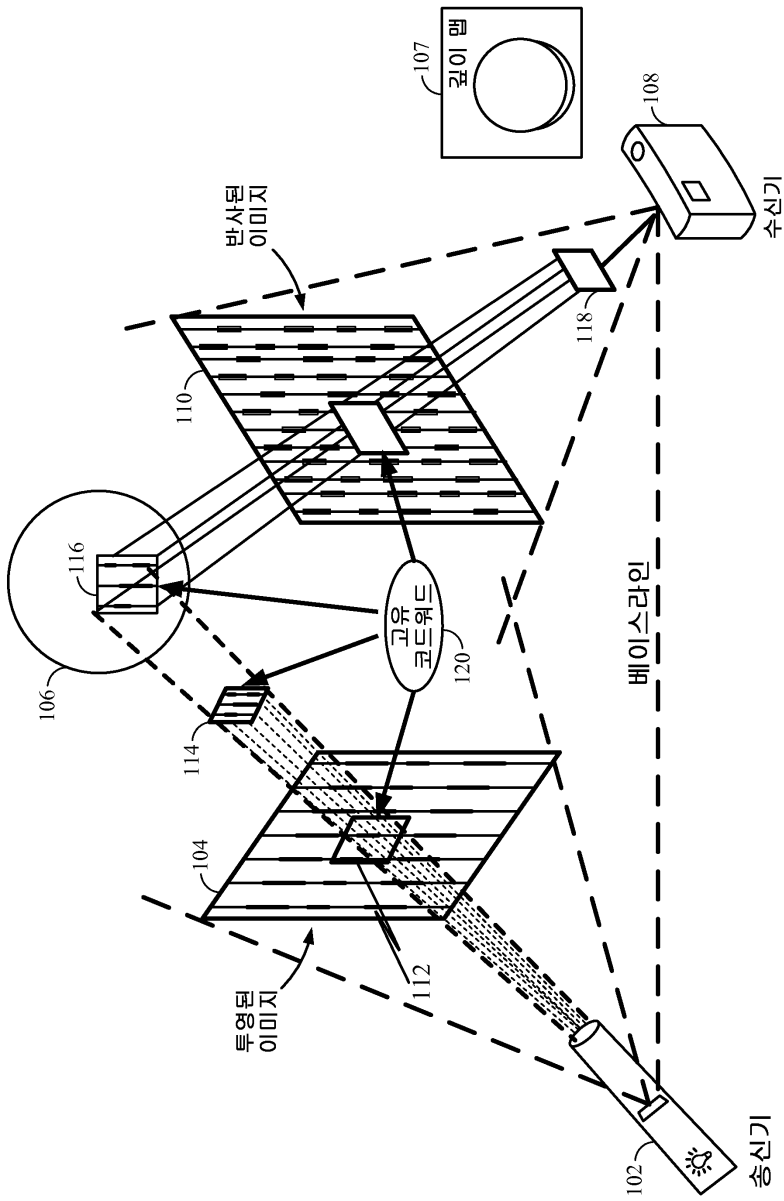
[0148] 여기에 개시된 예들과 관련하여 설명된 방법들 또는 알고리즘들은 프로세싱 유닛, 프로그래밍 명령들, 또는 다른 지시들의 형태로, 직접 하드웨어에서, 프로세서에 의해 실행가능한 소프트웨어 모듈에서, 또는 양자의 조합에서 구현될 수도 있으며, 단일 디바이스에 포함되거나 또는 다중의 디바이스들에 걸쳐 분배될 수도 있다. 소프트웨어 모듈은 RAM 메모리, 플래시 메모리, ROM 메모리, EPROM 메모리, EEPROM 메모리, 레지스터들, 하드 디스크, 착탈식 디스크, CD-ROM, 당업계에 알려진 임의의 다른 형태의 저장 매체에 상주할 수도 있다. 저장 매체는 프로세서가 저장 매체로부터 정보를 판독하고 저장 매체에 정보를 기록할 수 있도록 프로세서에 커플링될 수도 있다. 대안으로, 저장 매체는 프로세서와 일체형일 수도 있다.

[0149] 당업자는 또한 여기에 개시된 실시형태들과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 논리 블록들, 모듈들, 회로들, 및 알고리즘 단계들이 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 양자의 조합들로서 구현될 수도 있다는 것을 알 것이다. 하드웨어와 소프트웨어의 이 상호교환가능성을 명확히 예시하기 위해, 다양한 예시적인 컴포넌트들, 블록들, 모듈들, 회로들, 및 단계들이 그들의 기능성의 관점에서 상기 일반적으로 설명되었다. 이러한 기능성이 하드웨어로서 구현되는지 소프트웨어로서 구현되는지 여부는 전체 시스템에 부과된 특정 애플리케이션 및 설계 제약들에 의존한다.

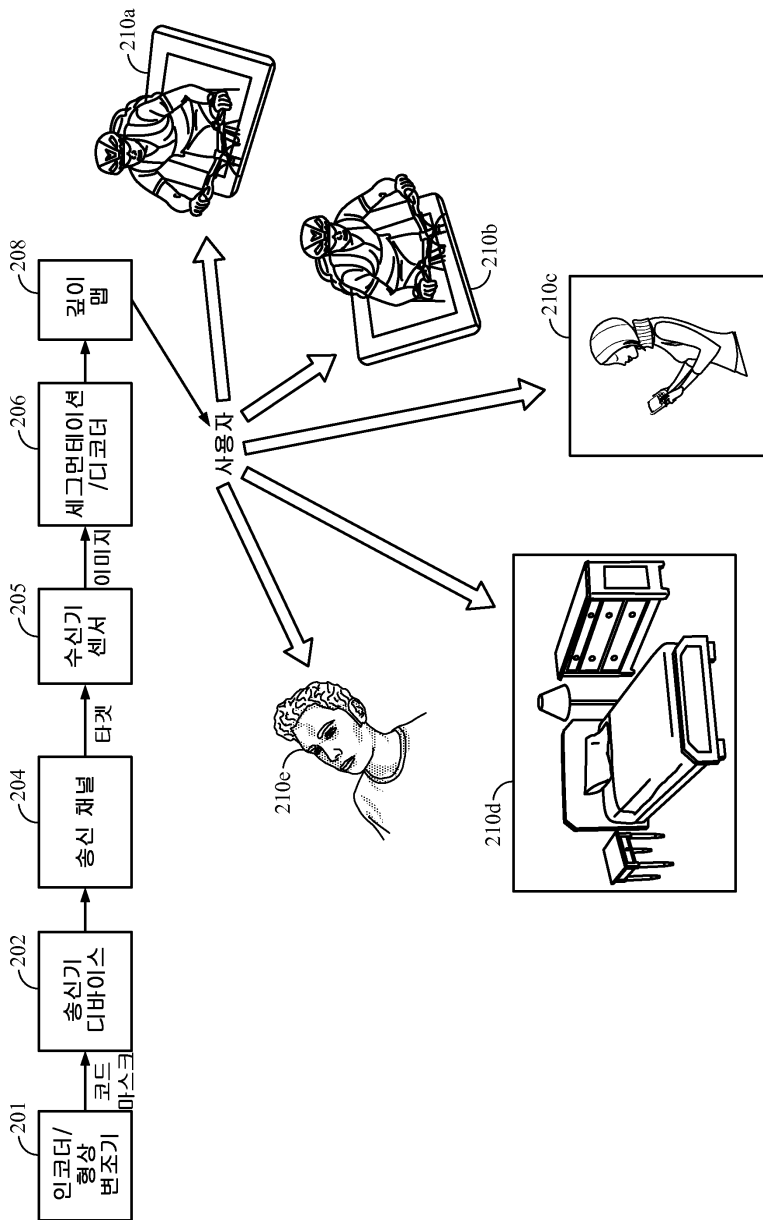
[0150] 여기에 설명된 본 발명의 다양한 특징들은 본 발명으로부터 벗어남 없이 상이한 시스템들에서 구현될 수 있다. 전술한 실시형태들은 단지 예들일 뿐이며 본 발명을 제한하는 것으로 해석되지 않아야 한다는 것에 주의해야 한다. 실시형태들의 설명은 예시인 것으로 의도되고 청구항들의 범위를 제한하는 것으로 의도되지 않는다. 이로써, 본 교시는 다른 타입들의 장치들에 쉽게 적용될 수도 있고 많은 대안물, 변형물, 및 변화물이 당업자에게 명백할 것이다.

도면

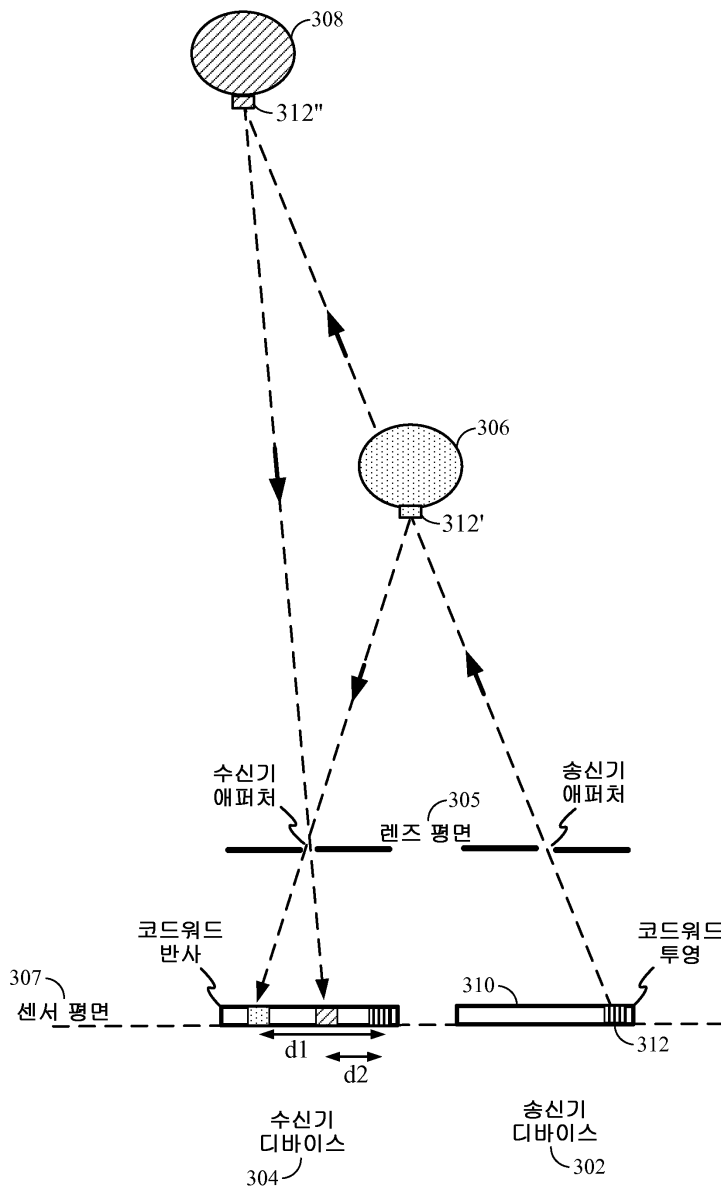
도면1



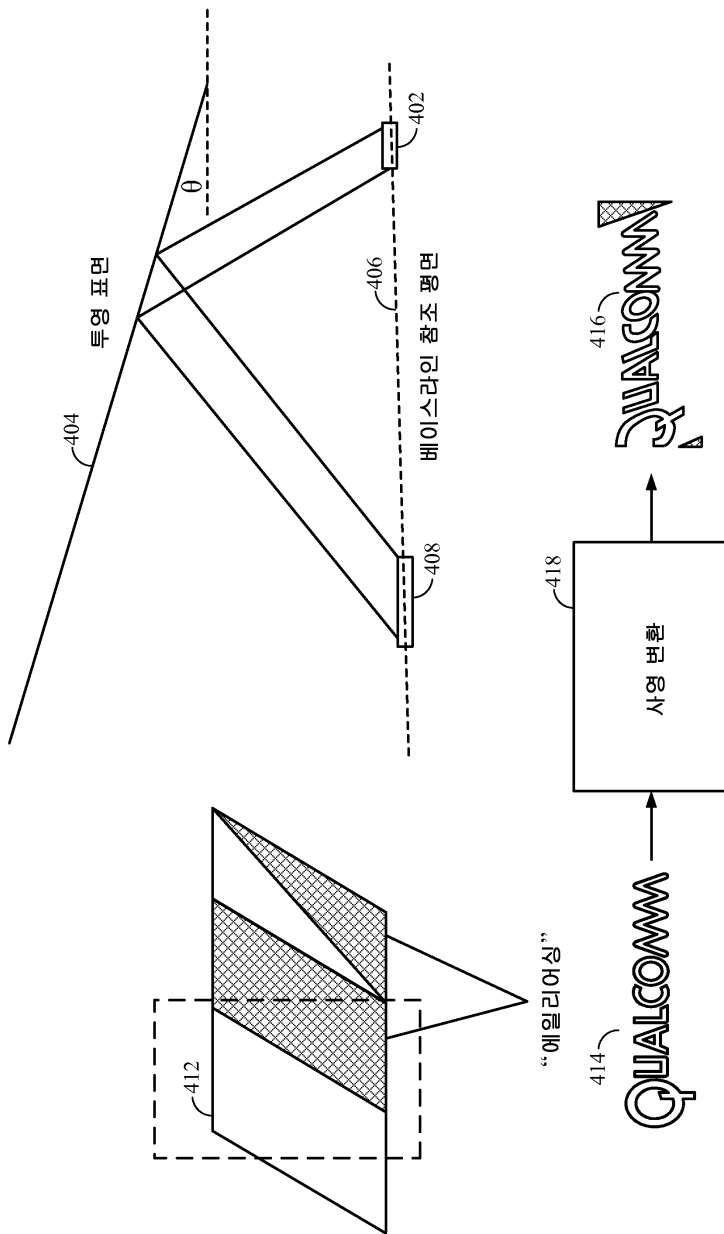
도면2



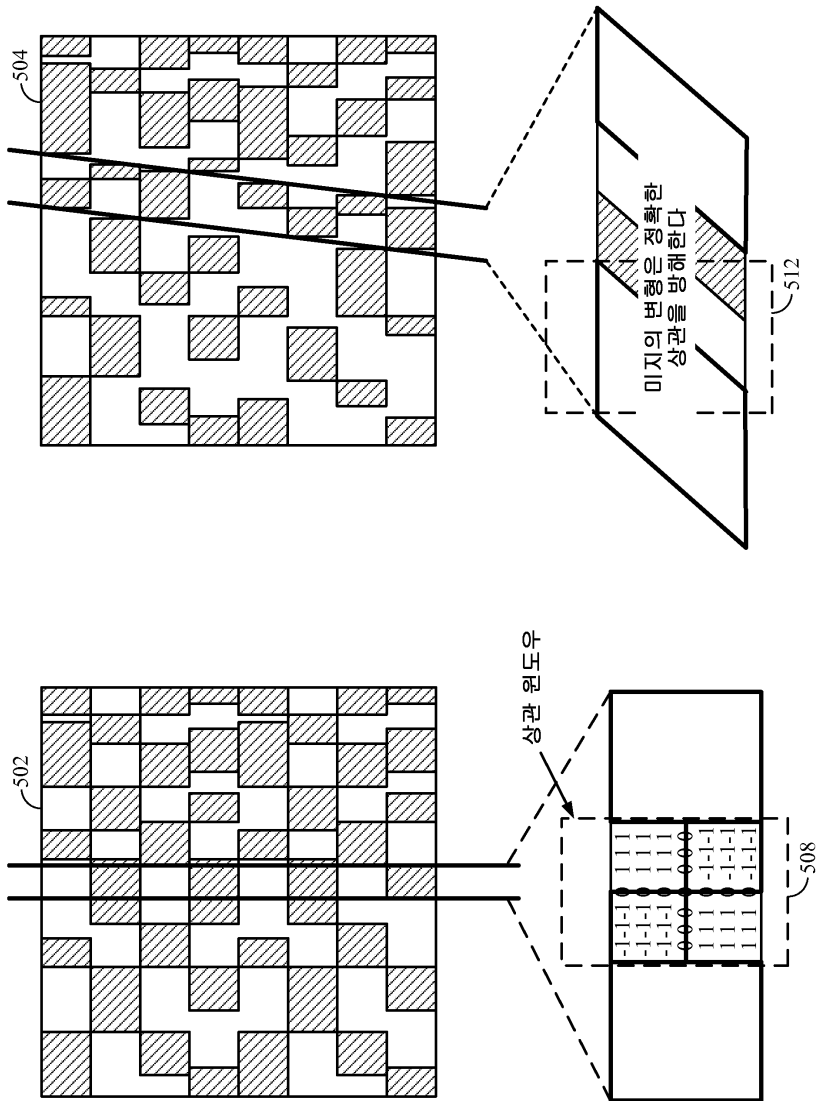
도면3



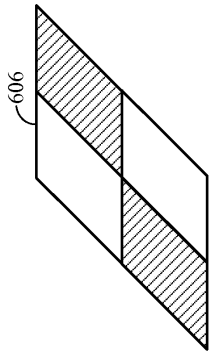
도면4



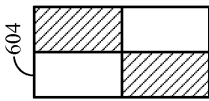
도면5



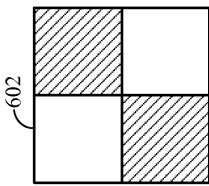
도면6



예 B

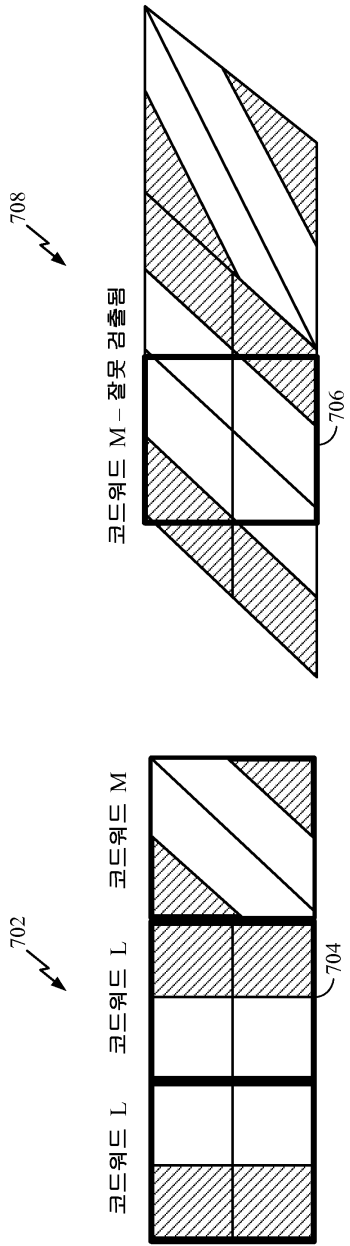


예 A

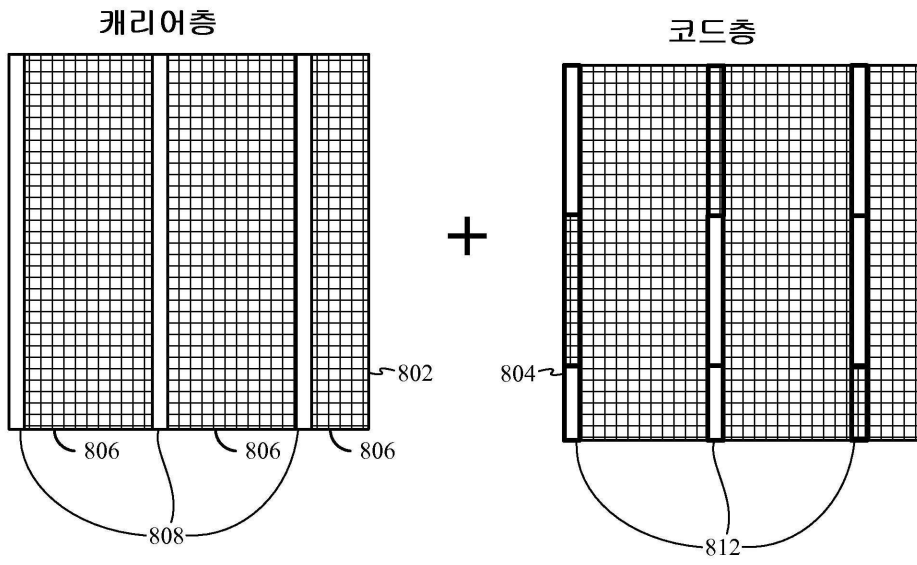


원래의 코드

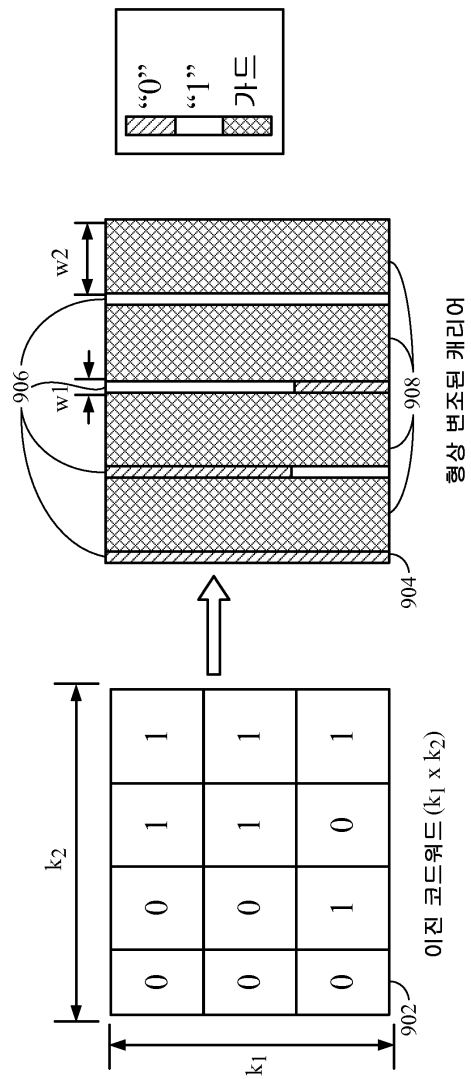
도면7



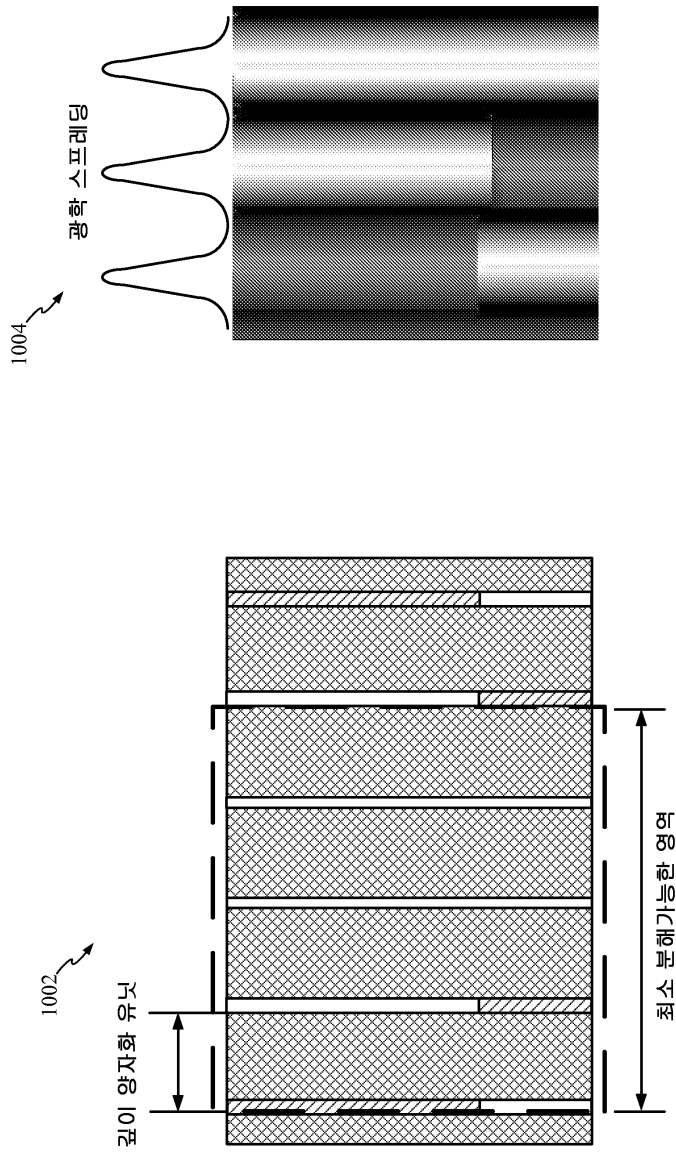
도면8



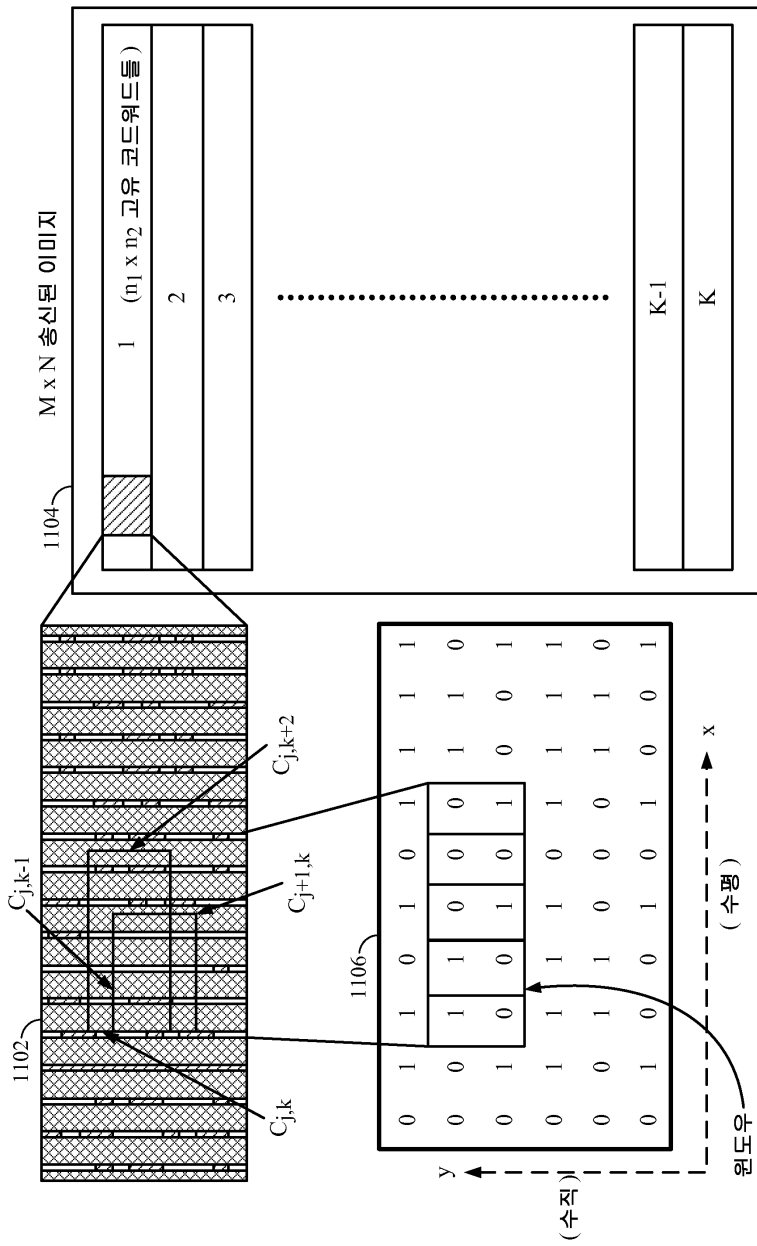
도면9



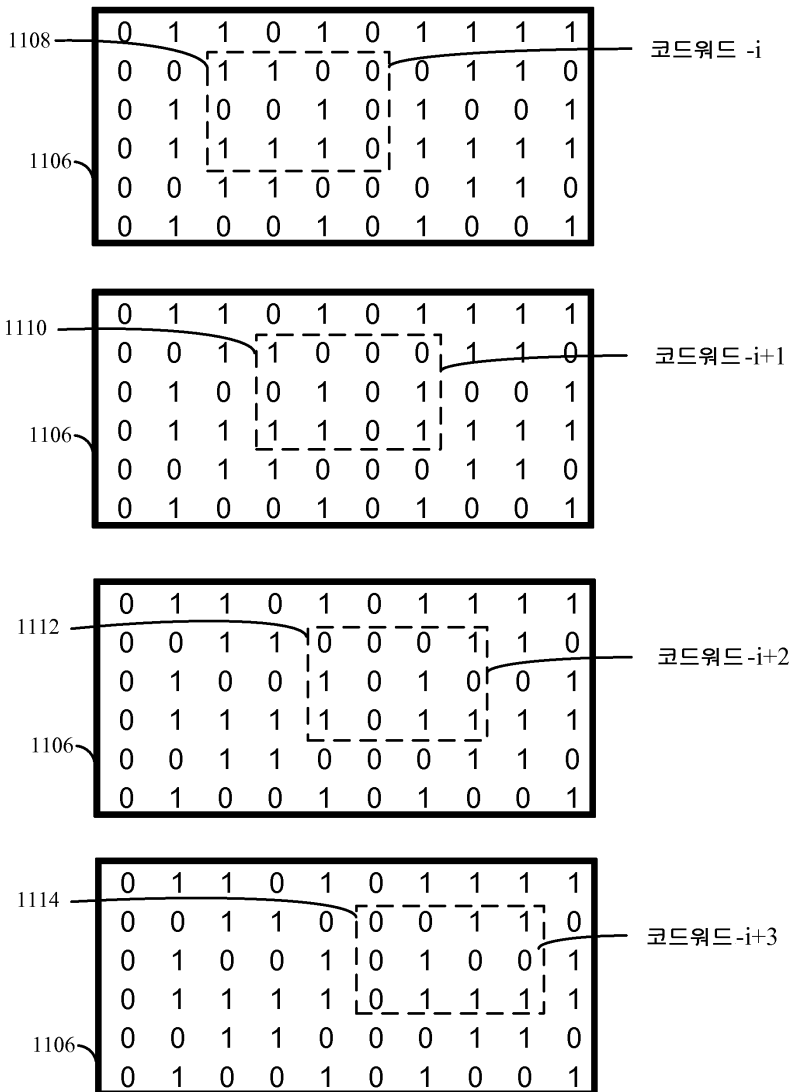
도면10



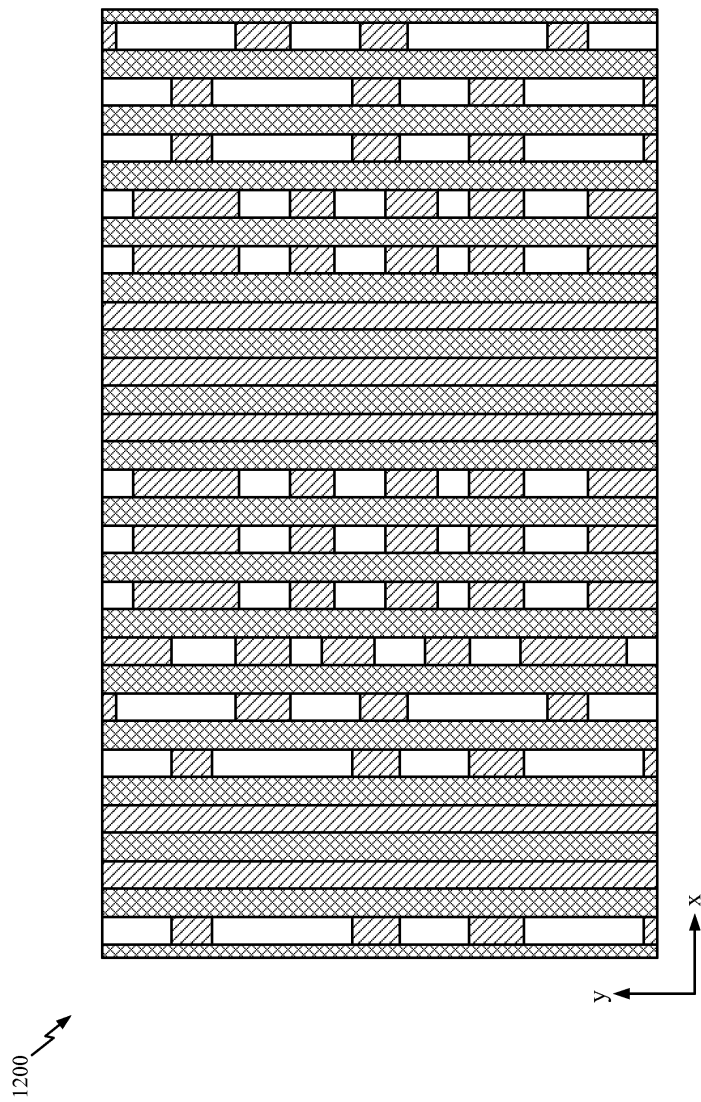
도면11a



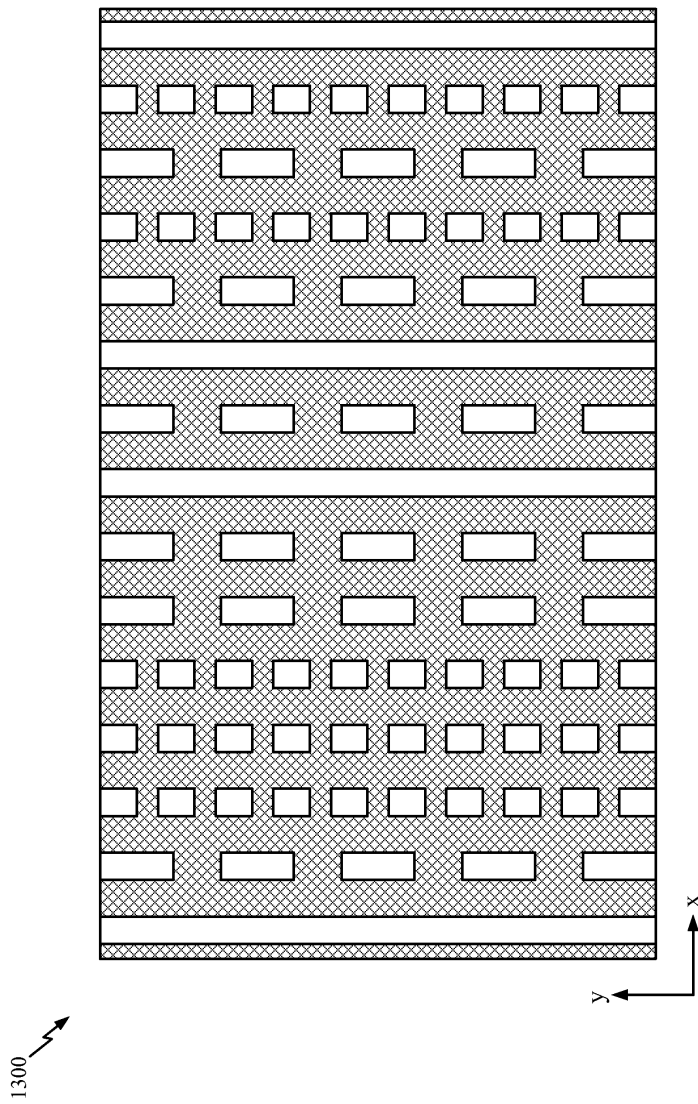
도면11b



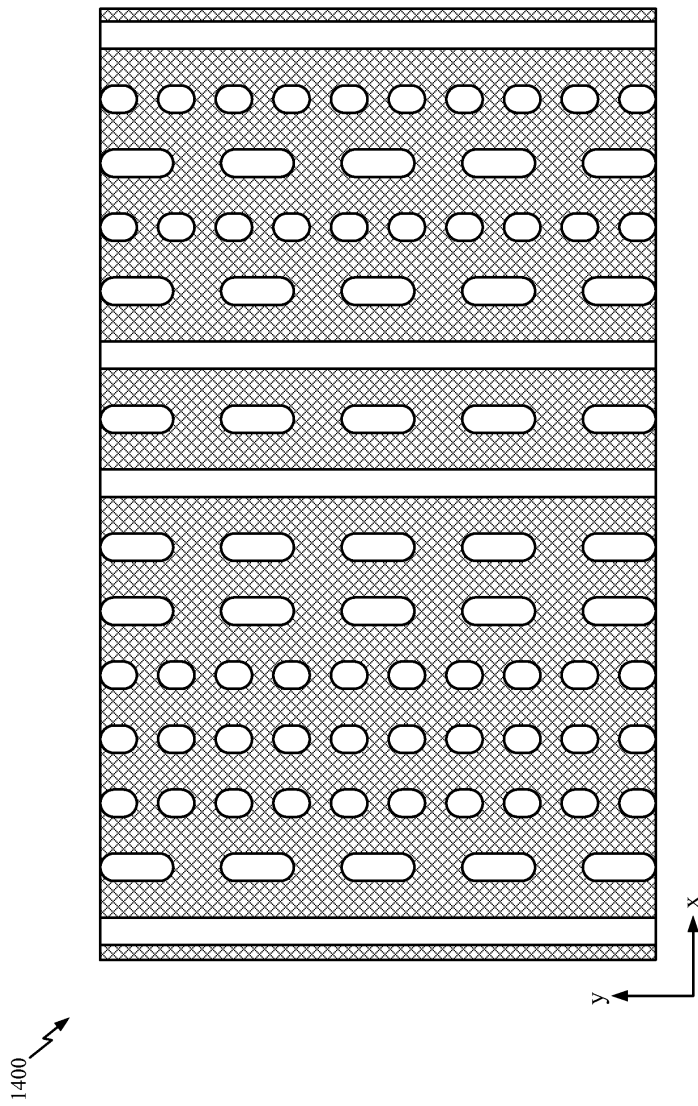
도면12



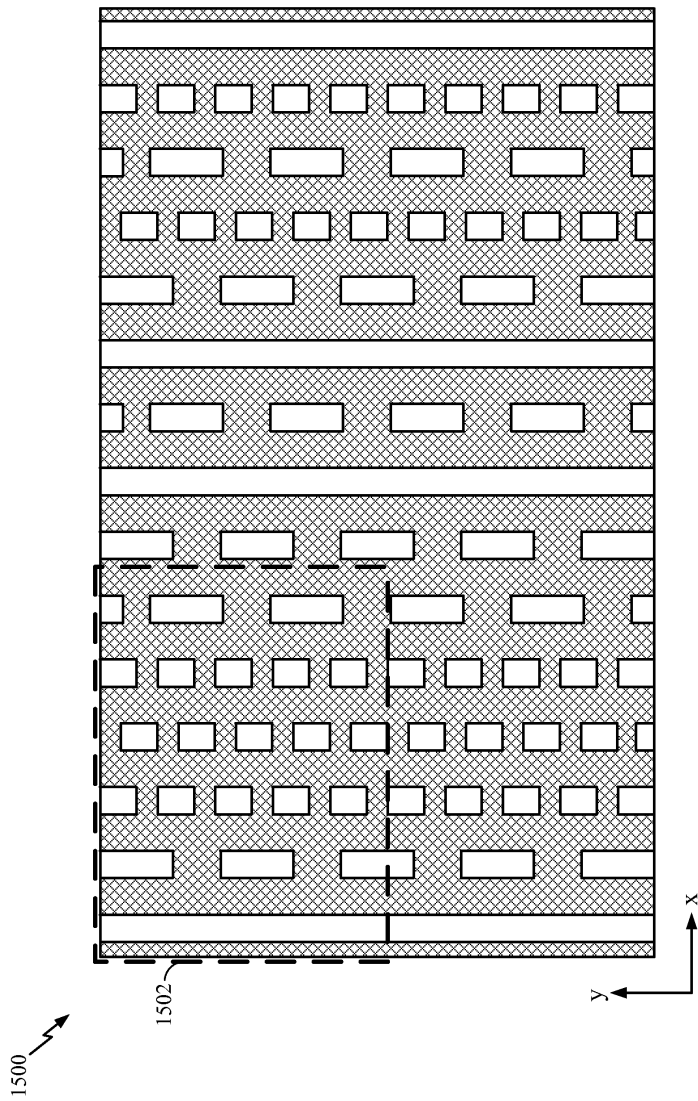
도면13



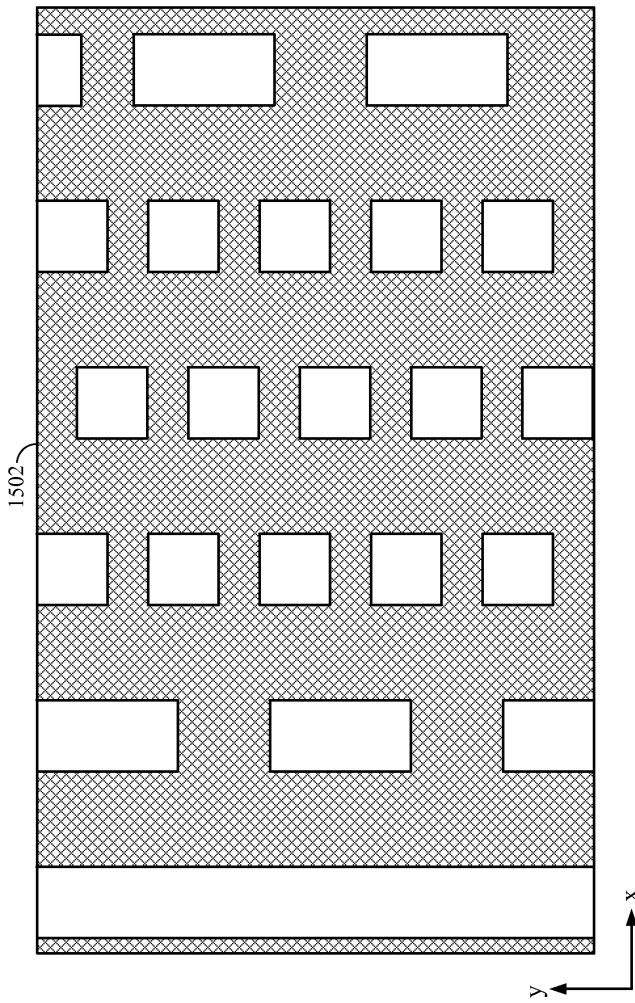
도면14



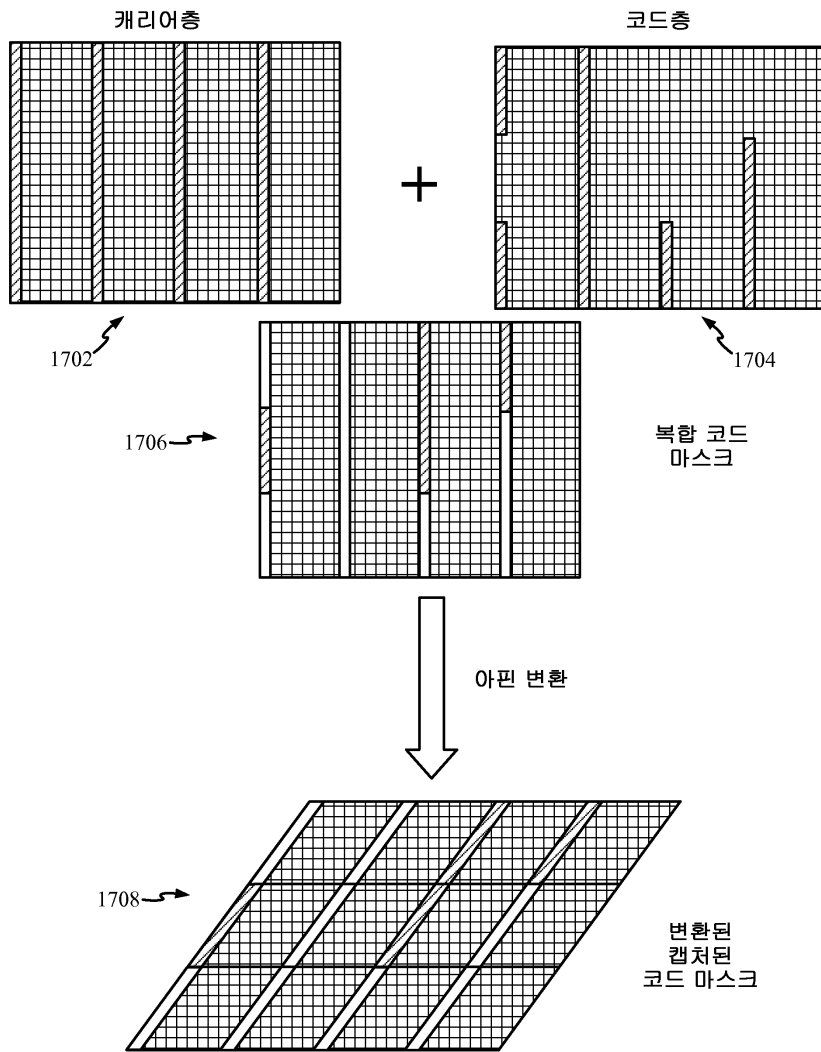
도면15



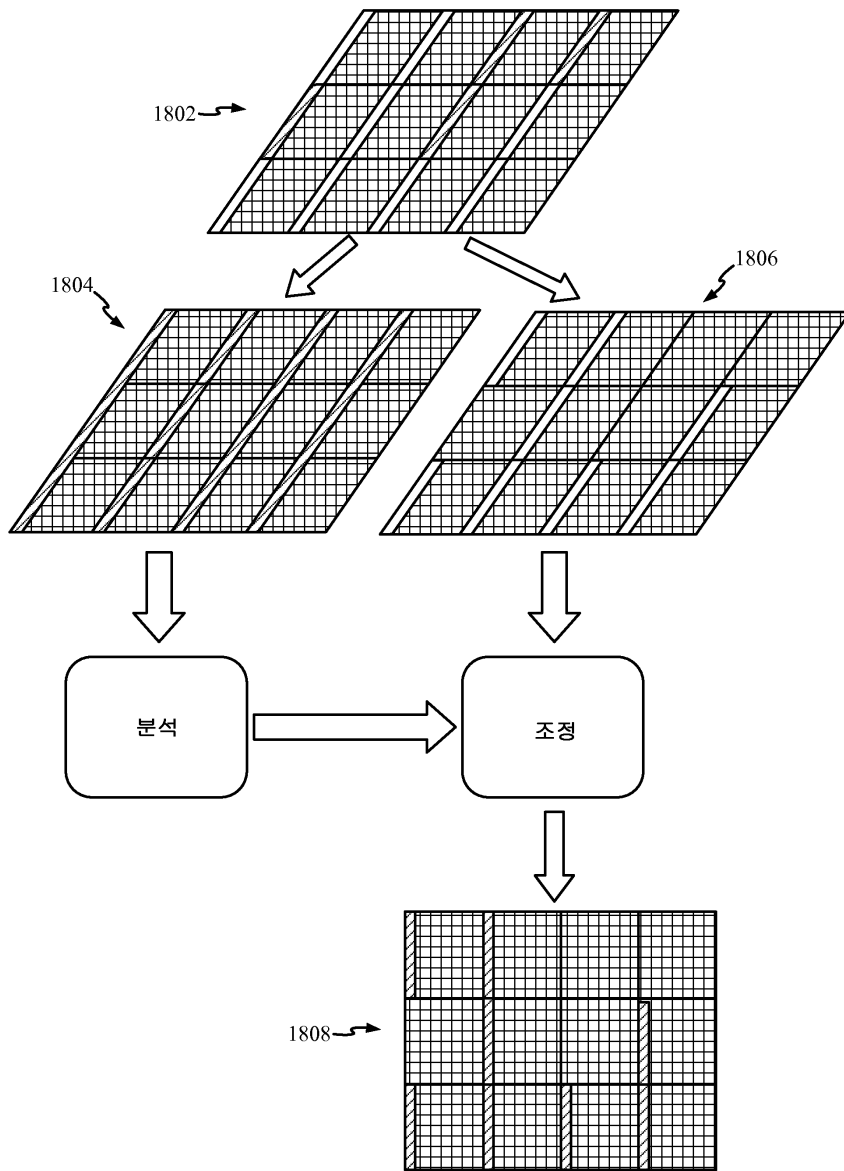
도면16



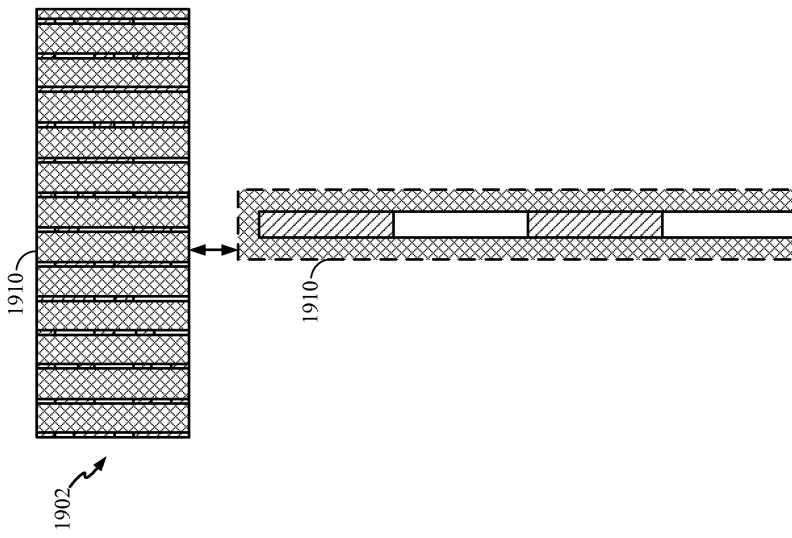
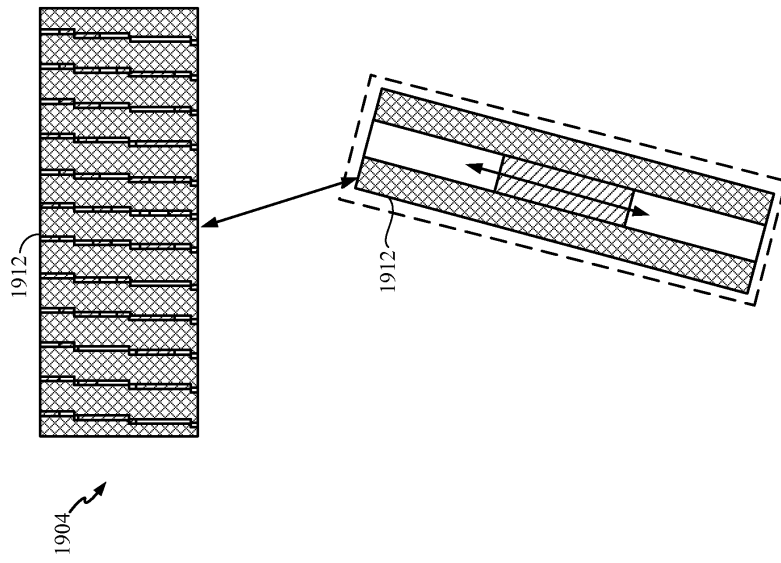
도면17



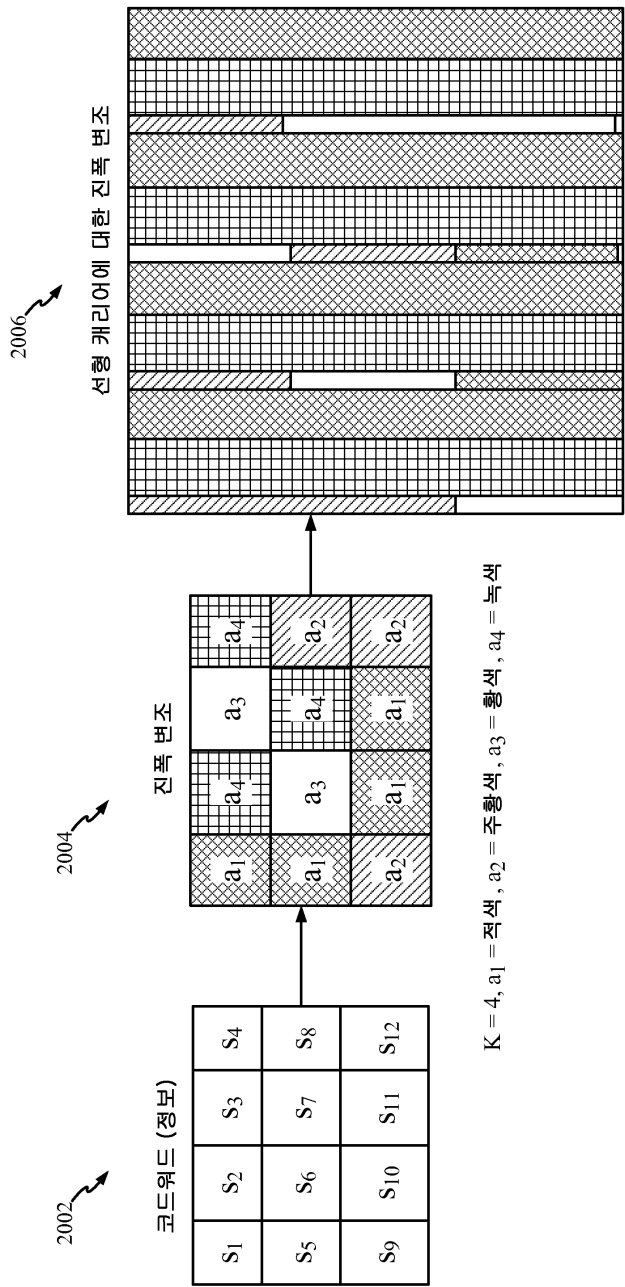
도면18



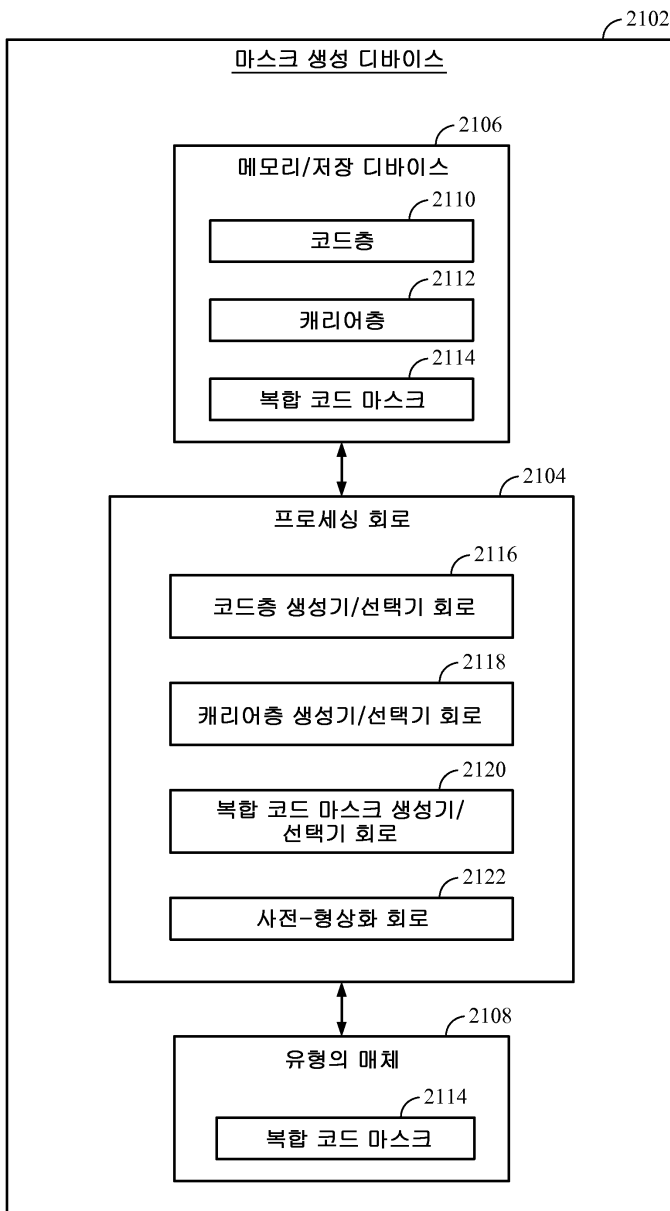
도면19



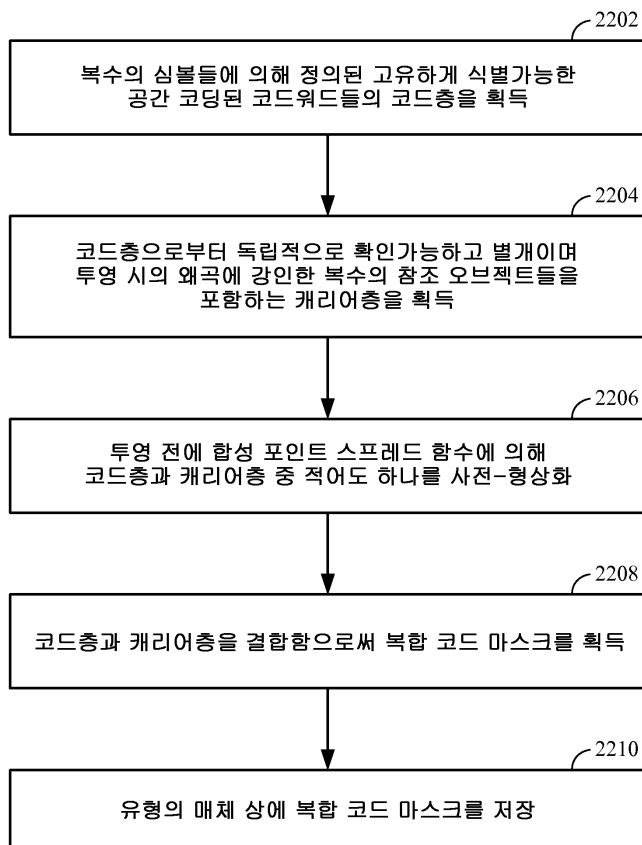
도면20



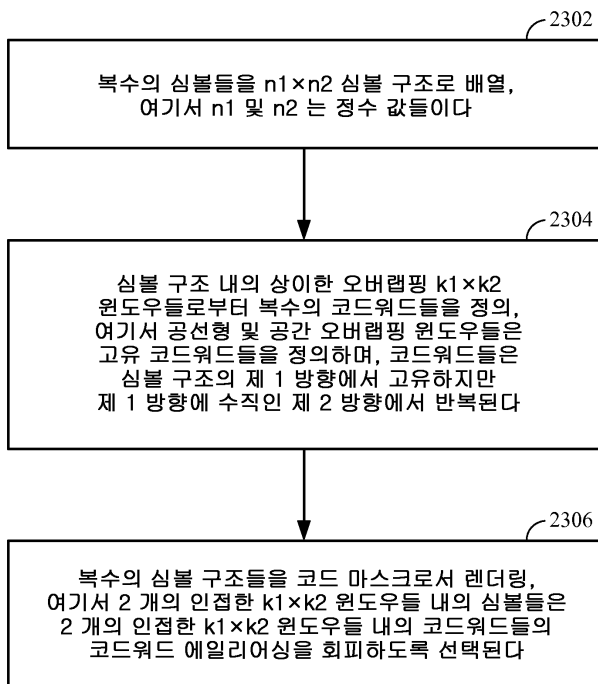
도면21



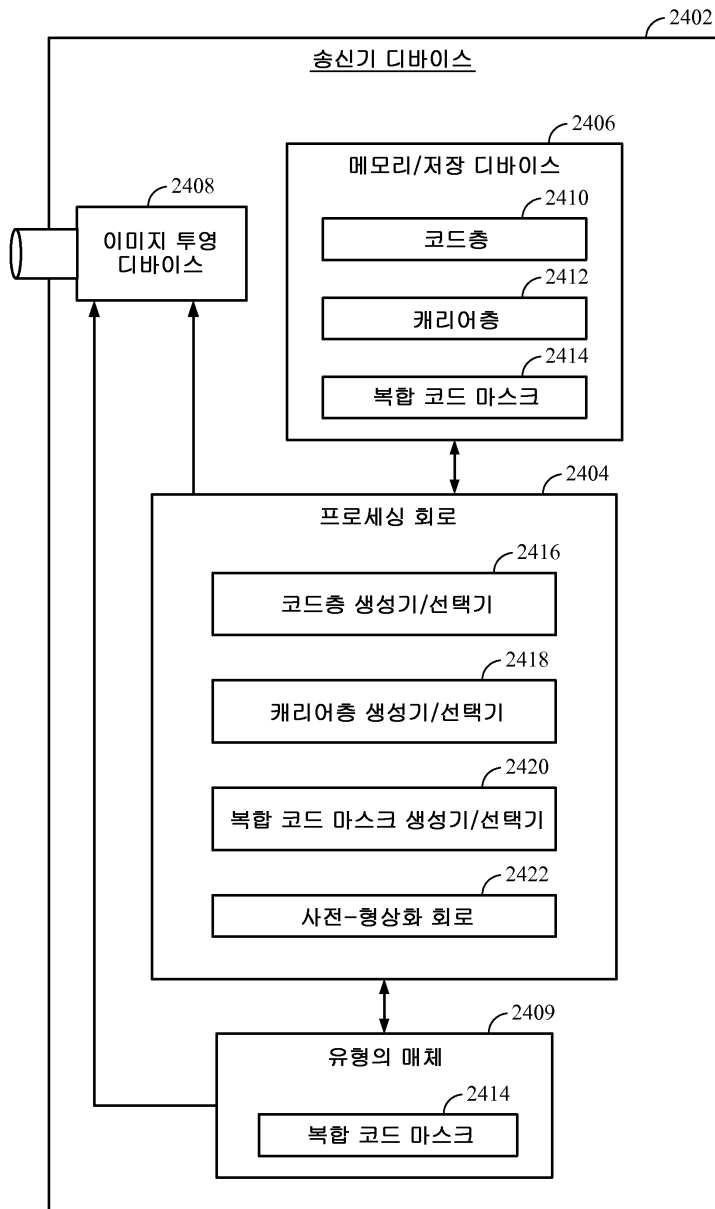
도면22



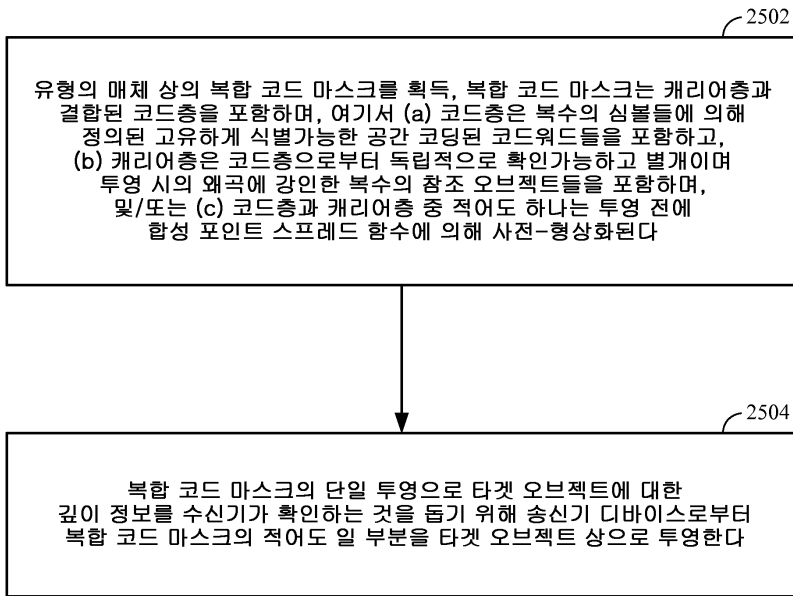
도면23



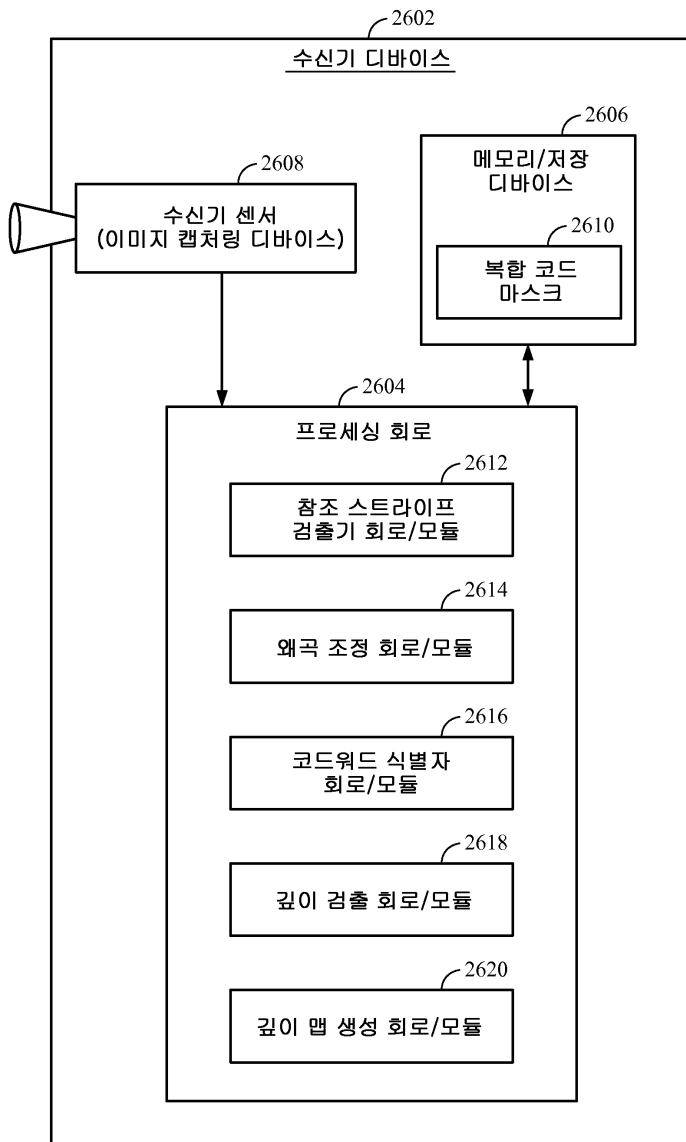
도면24



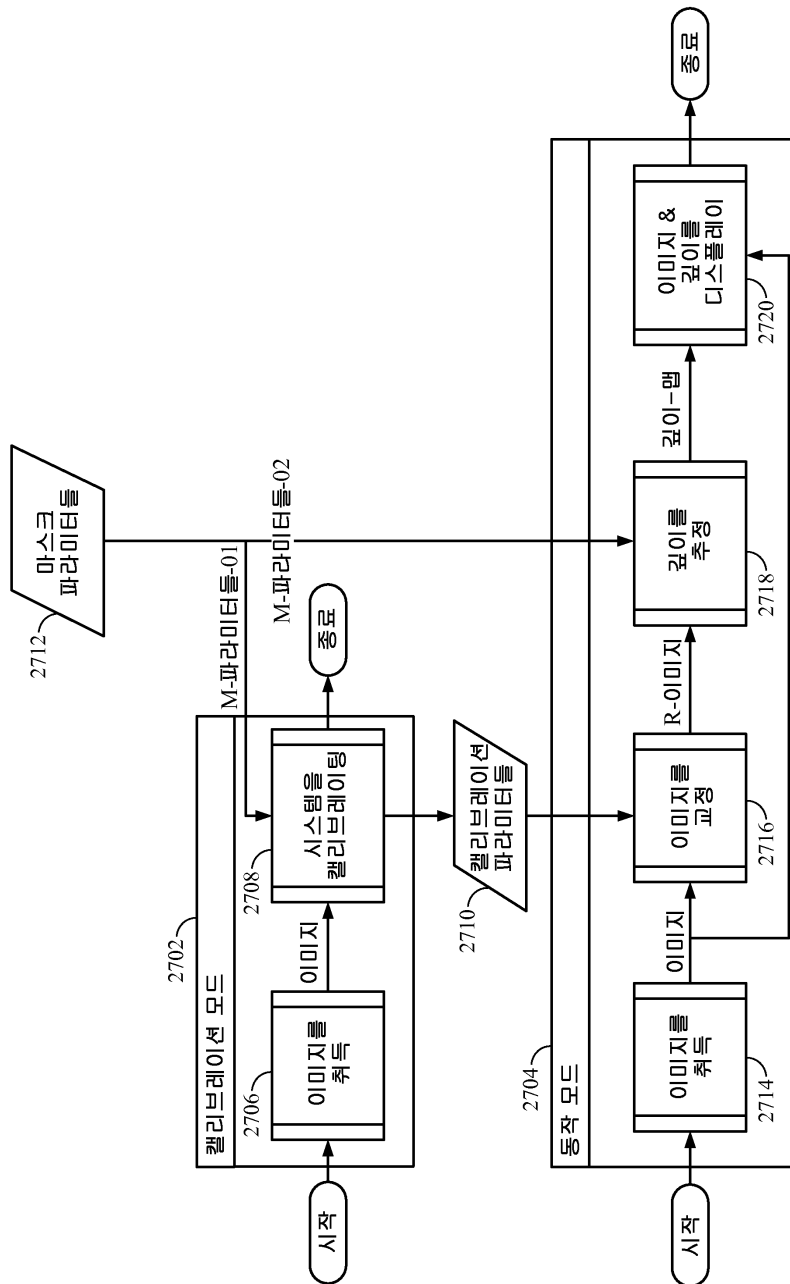
도면25



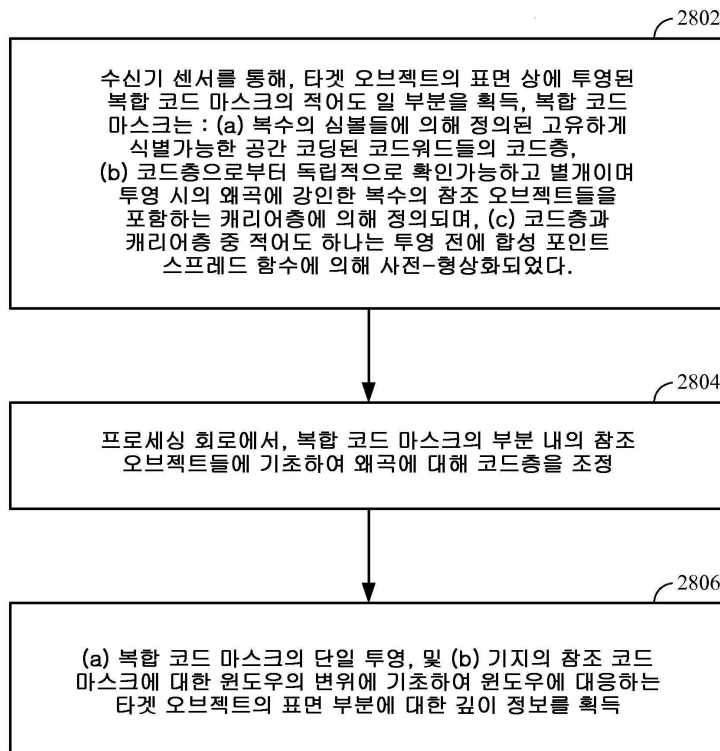
도면26



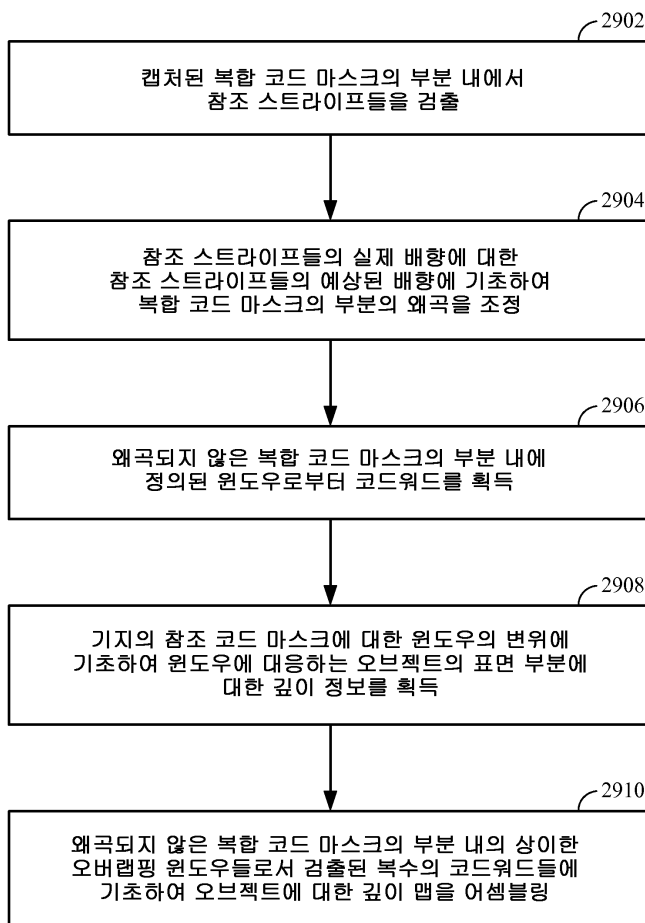
도면27



도면28

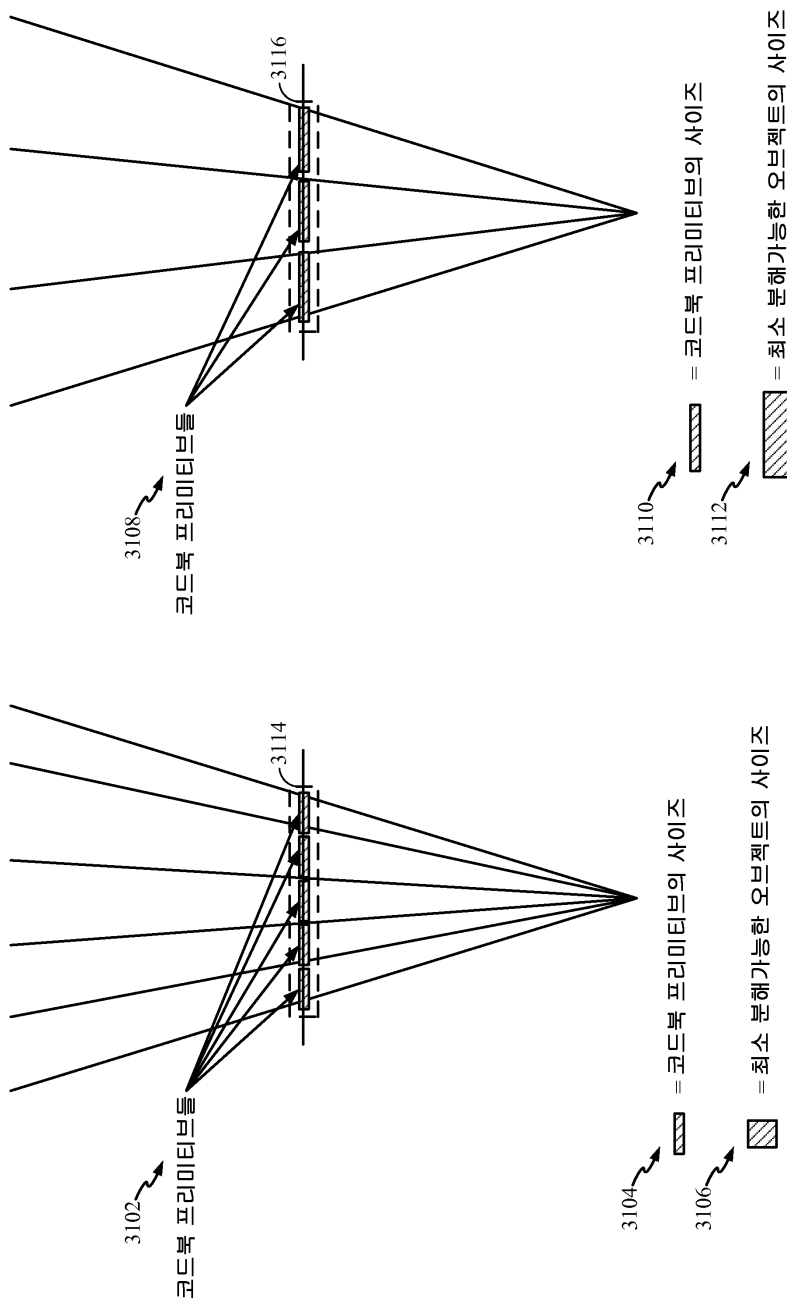


도면29

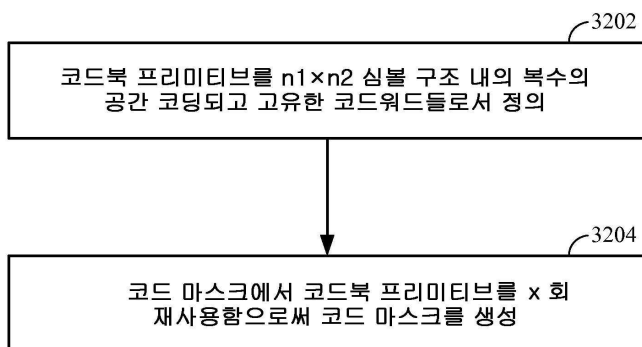




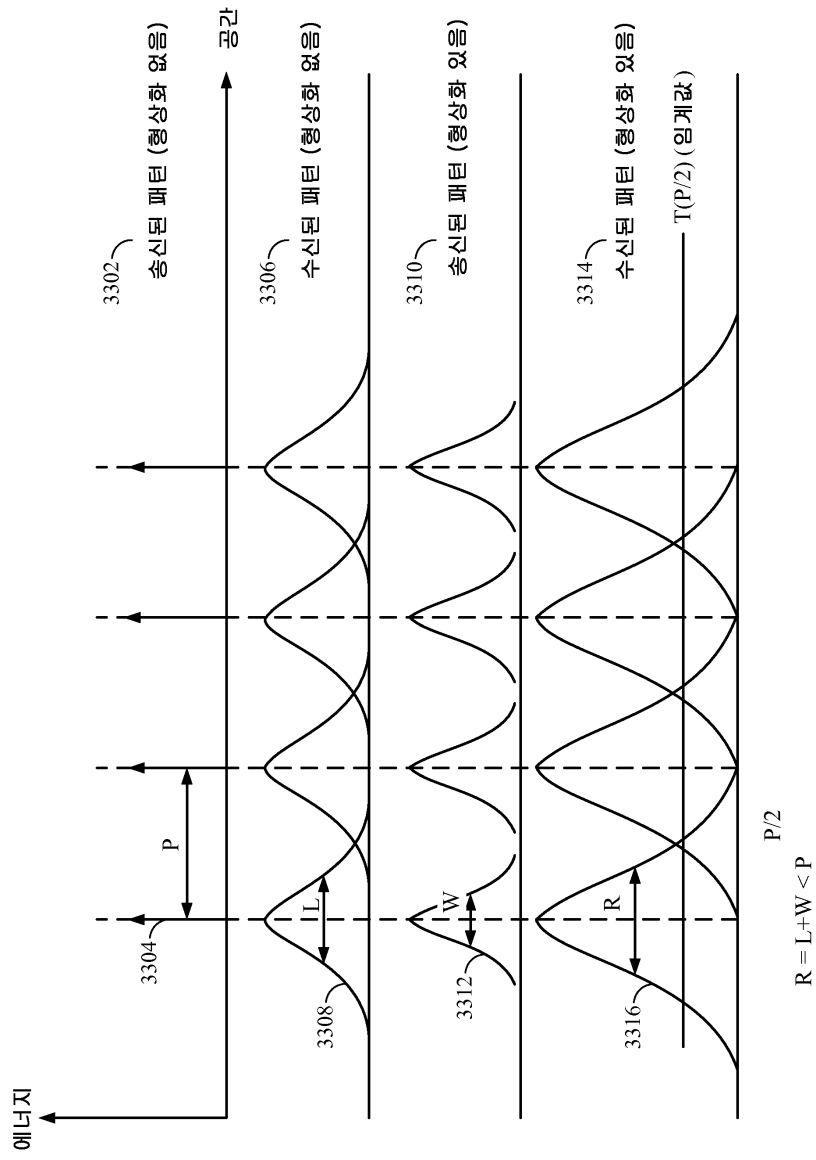
도면31



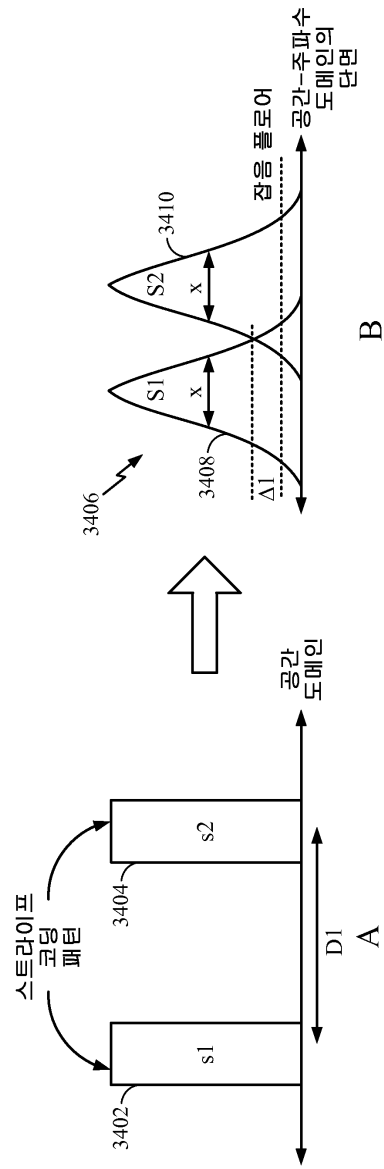
도면32



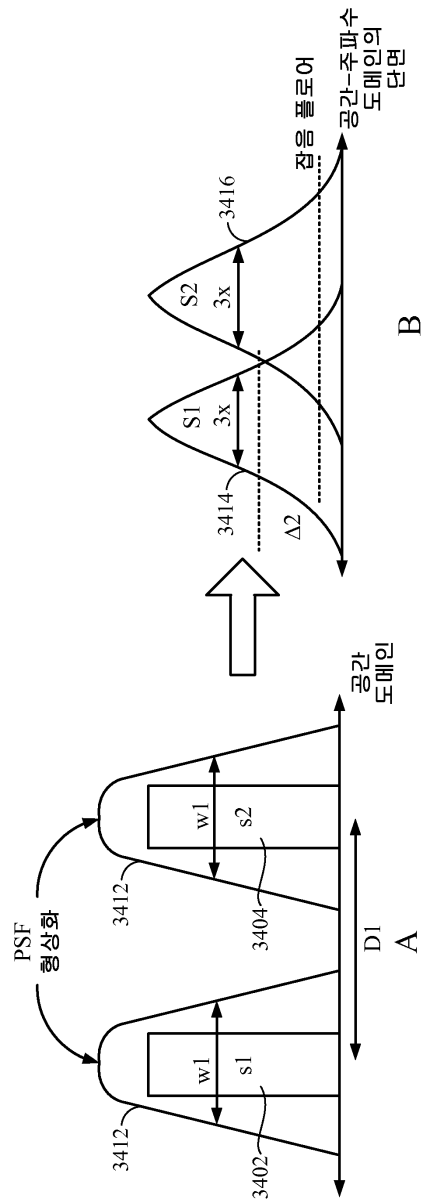
도면33



도면34



도면35



도면36

