



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년04월18일
(11) 등록번호 10-2387234
(24) 등록일자 2022년04월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 27/42 (2006.01) G02B 5/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 27/4272 (2013.01)
G02B 5/1823 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7000442
(22) 출원일자(국제) 2015년06월03일
심사청구일자 2020년05월20일
(85) 번역문제출일자 2017년01월06일
(65) 공개번호 10-2017-0018011
(43) 공개일자 2017년02월15일
(86) 국제출원번호 PCT/US2015/033884
(87) 국제공개번호 WO 2015/191339
국제공개일자 2015년12월17일
(30) 우선권주장
62/011,972 2014년06월13일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2000155286 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박
스 33427 쓰리엠 센터
(72) 발명자
시터 브렛 제이
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오
피스 박스 33427 쓰리엠 센터
래드클리프 마크 디
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오
피스 박스 33427 쓰리엠 센터
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 조윤성, 김영

전체 청구항 수 : 총 4 항

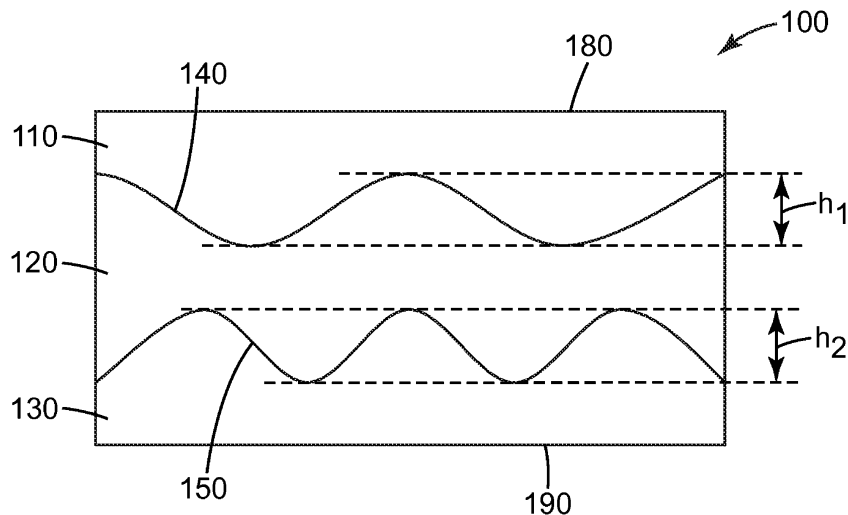
심사관 : 강미원

(54) 발명의 명칭 스파클 감소를 위한 광학 적층물

(57) 요약

2개의 평면내(in-plane) 치수들에 있어서 회절을 생성하는 격자 구조물을 포함하는 광학 적층물이 개시된다. 광학 적층물은 일방향성 또는 2방향성일 수 있는 2개의 격자들을 포함할 수 있거나, 또는 단일 2방향 격자를 포함할 수 있다. 광학 적층물은 제어된 광 확산을 제공하도록 선택된 입자들을 포함한다. 광학 적층물은 디스플레이에서 스파클(sparkle)을 감소시키기에 적합하다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

호펜드 토마스 알 주니어

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

아우더컬크 앤드류 제이

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

헨넨 다니엘 더블유

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

리우 란 에이치

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

(56) 선행기술조사문헌

US20130127689 A1

US20140049822 A1*

W02006095612 A1

JP08122710 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

광학 적층물로서,

제1 층 및 제1 층에 인접한 제2 층을 포함하고, 제1 층과 제2 층 사이의 계면이 제1 격자(grating)를 포함하고, 제1 층은 굴절률 n_1 을 갖고, 제2 층은 굴절률 n_2 를 갖고, 제1 격자는 피크-밸리 높이(peak to valley height) h 를 갖고, $|n_1 - n_2| \times h$ 는 150 nm 내지 350 nm이고, 제1 격자는 2 마이크로미터 내지 50 마이크로미터의 범위 내의 제1 피치를 갖고, 제1 층 또는 제2 층 또는 제1 층과 제2 층 둘 모두는, 광학 적층물이 532 nm의 파장을 갖는 레이저 광으로 조명될 때 회절 패턴이 생성되도록 하는 크기, 굴절률 및 개수 밀도를 갖는 복수의 입자들을 포함하고, 회절 패턴은

세기 I_0 를 갖는 중심 회절 피크;

중심 회절 피크로부터 거리 d 에 위치한 최근접 이웃 회절 피크; 및

세기 분포를 포함하고, 세기 분포는

중심 회절 피크와 최근접 이웃 회절 피크 사이의 중간 지점에서의 세기 I_{mid} ; 및

중심 회절 피크로부터 거리 $2d$ 인 지점에서의 세기 I_{2d} 를 포함하고,

I_{mid} 는 I_0 의 0.01배보다 더 크고 I_{2d} 는 I_0 의 0.001배보다 더 작은 광학 적층물.

청구항 2

제1항에 있어서, 제1 층의 반대편인 제2 층에 인접한 제3 층을 추가로 포함하고, 제2 층과 제3 층 사이의 계면이 제2 격자를 포함하는 광학 적층물.

청구항 3

제1항 또는 제2항의 광학 적층물을 포함하는 디스플레이로서, 디스플레이는 복수의 픽셀들을 포함하고, 광학 적층물은 복수의 픽셀들에 근접하여 위치되어서, 복수의 픽셀들 중 제1 색상을 갖는 제1 픽셀이 조명되고 광학 적층물을 통하여 보여질 때, 각각이 제1 픽셀로부터 측방향 변위를 갖는 복수의 이차 이미지들이 생성되도록 하고, 제1 픽셀은 제1 색상을 갖는 복수의 일차 이웃 픽셀들 및 제1 색상을 갖는 복수의 이차 이웃 픽셀들을 갖고, 각각의 이차 이미지의 측방향 변위는, 각각의 이차 이미지가 복수의 일차 이웃 픽셀들과 오버랩(overlap)되거나 또는 제1 픽셀과 복수의 일차 이웃 픽셀들 사이의 공간과 오버랩되도록 하고, 이차 이웃 픽셀들과 복수의 이차 이미지들의 오버랩이 실질적으로 없는 디스플레이.

청구항 4

제1항 또는 제2항의 광학 적층물을 포함하는 디스플레이로서, 디스플레이는 복수의 픽셀들을 포함하고, 광학 적층물은 복수의 픽셀들에 근접하여 위치되어서, 격자가 복수의 픽셀들을 포함하는 평면으로부터 거리 Z 에 있도록 하고, 복수의 픽셀들은 제1 피치 P 를 갖고, 복수의 입자들은 실질적으로 단분산성이고 직경 D 를 갖는데, D 는 마이크로미터 단위로 Z 나누기 P 의 0.7 내지 2.5배의 범위 내에 있는 디스플레이.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

발명의 설명

배경 기술

[0001]

눈부심 방지 코팅(anti-glare coating), 다른 불규칙한 코팅, 스크래치 또는 마킹된 표면을 갖는 고화질 디스플레이는 스파클(sparkle)을 발생시키기 쉬운데, 이러한 스파클은 관찰자에게 거부감을 줄 수 있거나 산만하게 할 수 있다. 디스플레이에서의 스파클은 디스플레이에 대한 관찰자의 위치에서의 작은 변화를 갖고서 깜박거리거나 이리저리 움직이는 것으로 보이는 거친 패턴(grainy pattern)으로서 설명될 수 있다. 고화질 디스플레이에서 스파클을 감소시킬 필요성이 있다.

발명의 내용

[0002] 일부 태양들에서, 본 발명은 굴절률 n_1 을 갖는 제1 층 및 제1 층에 인접하여 위치한 굴절률 n_2 를 갖는 제2 층을 포함하는 광학 적층물에 관한 것이다. 제1 층과 제2 층 사이의 계면이 격자(grating)를 포함하는데, 격자는 피크-밸리 높이(peak to valley height) h 를 갖고, n_1 - n_2 의 절대값 $\times h$ 는 약 150 nm 내지 약 350 nm이다. 격자는 약 2 마이크로미터 내지 약 50 마이크로미터의 범위 내의 제1 피치를 갖는다. 제1 층 또는 제2 층 또는 제1 층과 제2 층 둘 모두는, 광학 적층물이 약 532 nm의 파장을 갖는 레이저 광으로 조명될 때 회절 패턴이 생성되도록 하는 크기, 굴절률 및 개수 밀도를 갖는 입자들을 포함한다. 회절 패턴은 세기 I_0 를 갖는 중심 회절 피크, 중심 회절 피크로부터 거리 d 에 위치한 최근접 이웃 회절 피크, 및 세기 분포를 포함한다. 세기 분포는 중심 회절 피크와 최근접 이웃 회절 피크 사이의 중간 지점에서의 세기 I_{mid} 및 중심 회절 피크로부터 거리 $2d$ 인 지점에서의 세기 I_{2d} 를 포함한다. I_{mid} 는 I_0 의 약 0.01배보다 더 크고 I_{2d} 는 I_0 의 약 0.001배보다 더 작다. 일부 경우에, 격자는 일방향 격자이고, 일부 경우에 격자는 2방향 격자이다. 일부 경우에, I_{mid} 는 I_0 의 약 0.1배보다 더 크다.

[0003] 다른 태양에서, 본 발명은 광학 적층물을 포함하는 디스플레이에 관한 것이다. 광학 적층물은 본 발명에 설명된 광학 적층물들 중 임의의 것일 수 있다. 디스플레이는 픽셀들을 포함하고, 광학 적층물은 픽셀들 근처에 위치되어서, 제1 색상을 갖는 제1 픽셀이 조명되고 광학 적층물을 통하여 보여질 때, 각각이 제1 픽셀로부터 측방향 변위를 갖는 이차 이미지들이 생성된다. 제1 픽셀은 제1 색상을 갖는 일차 이웃 픽셀들 및 제1 색상을 갖는 이차 이웃 픽셀들을 갖는다. 각각의 이차 이미지의 측방향 변위는, 각각의 이차 이미지가 일차 이웃 픽셀들과 오버랩(overlap)되거나 또는 제1 픽셀과 일차 이웃 픽셀들 사이의 공간과 오버랩되도록 하고, 이차 이웃 픽셀들과 복수의 이차 이미지들의 오버랩이 실질적으로 없다. 일부 경우에, 픽셀들은 디스플레이 방향을 따라 반복되는 패턴으로 배열되고, 광학 적층물은 격자 배향 방향을 포함하는 배향을 갖고, 디스플레이 방향과 격자 배향 방향 사이의 각도가 약 5도 내지 약 85도의 범위 내에 있다.

도면의 간단한 설명

[0004] 도 1은 광학 적층물의 단면도이다.
 도 2는 광학 적층물의 개략적인 상부 사시도이다.
 도 3a는 광학 적층물의 단면도이다.
 도 3b는 도 3a에 도시된 것에 직교하는 단면을 따른 도 3a의 광학 적층물의 단면도이다.
 도 3c는 도 3a 및 도 3b의 광학 적층물의 사시도이다.
 도 4는 광학 적층물의 단면도이다.
 도 5a는 눈부심 방지 층을 갖는 광학 적층물의 단면도이다.
 도 5b는 눈부심 방지 특징부들을 포함하는 광학 적층물의 단면도이다.
 도 5c는 눈부심 방지 특징부들을 포함하는 광학 적층물의 단면도이다.
 도 5d는 눈부심 방지 층을 포함하는 광학 적층물의 단면도이다.
 도 6a는 2방향 구조물을 포함하는 표면을 갖는 제1 층의 사시도이다.
 도 6b는 제2 층이 제1 층의 2방향 구조물을 충전한 상태의 도 6a의 제1 층의 단면도이다.
 도 6c는 광학 적층물의 단면도이다.
 도 7은 입자들을 포함하는 광학 적층물의 단면도이다.
 도 8은 광학 적층물을 포함하는 디스플레이의 개략 단면도이다.
 도 9는 광학 적층물을 조명하는 것을 예시하는 도면이다.
 도 10은 광학 적층물을 조명함으로써 생성된 회절 패턴을 도시한다.

도 11은 광학 적층물을 조명함으로써 생성된 회절 패턴을 도시한다.

도 12는 복수의 픽셀들의 평면도이다.

도 13은 하나의 픽셀이 조명되고 광학 적층물을 통하여 보여지는 상태의 도 12의 복수의 픽셀들의 평면도이다.

도 14는 광학 적층물을 조명함으로써 생성된 회절 패턴을 도시한다.

도 15는 광학 적층물을 조명함으로써 생성된 세기 분포를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0005] 디스플레이에서의 스파클은, 전형적으로 디스플레이의 표면 상에서, 픽셀로부터의 광이 광의 광학 경로에서의 불균일한 부분(non-uniformity)과 상호작용하는 것에 의해 야기될 수 있다. 픽셀로부터의 광은 불균일한 부분과 픽셀 광의 상호작용으로 인해 관찰자가 움직임에 따라 깜박거리거나 이리저리 움직이는 것으로 보일 수 있다. 그러한 불균일한 부분은 디스플레이에 추가되었을 수 있는 필름 또는 다른 층으로부터의 구조 또는 표면 텍스처(surface texture)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 눈부심 방지 필름에서의 표면 텍스처는 종종 표면으로부터의 경면 반사를 감소시킴으로써 눈부심을 감소시키기 위해 포함된다. 스파클을 생성할 수 있는 불균일한 부분은 또한 디스플레이 표면 상의 지문, 스크래치 또는 다른 잔류물을 포함한다.

[0006] 일방향 주기적 구조물들을 사용하여 회절을 생성하여 스파클을 감소시키기 위한 접근법들이 알려져 있지만, 이전에는, 회절을 생성할 수 있는 2방향 주기적 구조물들을 사용하는 것이 디스플레이의 인지된 해상도를 바람직하지 않게 감소시킬 것이라고 믿었었다. 회절을 최소화하도록 설계된 2방향 주기적 구조물들을 포함하여 스파클을 감소시키기 위한 접근법들이 또한 알려져 있지만, 이전에는, 그러한 구조물들이 무의미한 회절 효과를 생성하여 디스플레이의 인지된 해상도가 손상되지 않게 하도록 설계되어야 한다고 믿었었다. 본 발명에 따르면, 일방향의 경우와 비교하여 스파클 감소를 개선시키고 인지된 해상도를 실질적으로 감소시키지 없이 2개의 평면 내(in-plane) 치수들에 있어서 회절을 생성하는 디스플레이에서의 구조물이 이용될 수 있다는 것을 발견하였다. 특히, 2개 이상의 일방향 격자들 또는 제어된 회절을 제공하도록 선택된 적어도 하나의 2방향 격자를 갖는 광학 적층물들, 및 광의 반경방향 확산(즉, 일방향 구조물들 단독으로 획득되었을 방향과는 다른 방향으로 광이 확산 되도록 하는 광학 적층물의 평면에서의 광의 확산)을 제어하도록 선택된 추가적인 요소들을 포함하는 일방향 구조물들을 갖는 광학 적층물들이, 인지된 디스플레이 해상도를 실질적으로 유지하면서 스파클을 유의하게 감소시키기 위해 디스플레이 내에 포함될 수 있다. 어느 경우든, 구조물들은 2개의 평면 내 치수들에 있어서 제어된 수준의 회절을 제공하는 것으로 설명될 수 있다.

[0007] 디스플레이는 종종, 단색 영역들로 세분될 수 있는 어드레스가능한 요소들의 그리드(grid)로 나뉜다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "픽셀"은 디스플레이의 최소 어드레스가능한 요소를 지칭한다. 단색 요소들이 별도로 어드레스가능한 디스플레이에서, 단색 요소는 본 명세서에서 "픽셀"로 나타내지만, 그러한 별도로 어드레스가능한 단색 요소가 또한 "서브픽셀"로도 알려져 있을 수 있다. 디스플레이는 제1 색상, 제2 색상 및 제3 색상의 픽셀들의 주기적 배열을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 제4 색상이 또한 사용될 수 있다. 예를 들어, 적색, 녹색 및 청색 픽셀들의 어레이가 디스플레이에 사용될 수 있다. 대안적으로, 옐로우, 마젠타 및 시안 픽셀들의 어레이가 사용될 수 있다. 제1 색상의 픽셀은 전형적으로, 다른 색상을 갖는 픽셀이 위치되는 제1 색상의 픽셀들 사이의 공간과 함께 주기적 패턴으로 배열된다. 스파클은, 디스플레이에 대한 관찰자의 위치가 변화됨에 따라 픽셀로부터의 광의 휘도 또는 색상에서의 겉보기 변화(apparent shift)로부터 야기되는 것으로 설명될 수 있다. 본 발명에 따르면, 스파클을 감소시키기 위한 접근법은 제1 색상의 조명된 픽셀과 제1 색상의 그 이웃 픽셀들 사이의 공간을, 조명된 픽셀의 복사 이미지(duplicate image)들로 충전하는 것이다. 이러한 경우에, 관찰자는 픽셀로부터의 광이 더 큰 영역에 걸쳐 확산되기 때문에 픽셀의 휘도, 색상 또는 겉보기 위치에서의 더 작은 변화를 알아챌 것이다. 유사하게, 유사한 픽셀들 사이의 공간 내에 다른 색상들의 픽셀들의 복사 이미지들이 위치될 수 있다. 그러나, 일반적으로 디스플레이의 해상도를 보존하는 것이 요구되고, 조명된 픽셀들의 복사 이미지들을 넓은 영역에 걸쳐 확산시키는 것이 인지된 해상도를 낮출 수 있다. 따라서, 디스플레이의 인지된 해상도가 적절한 수준으로 유지되면서 스파클이 감소되도록 복사 이미지들의 위치를 제어하는 것이 요구된다.

[0008] 본 발명은, 디스플레이 내에 또는 상에 포함될 수 있고 인지된 해상도를 유의하게 손상시키지 않고서 스파클을 감소시킬 수 있는 광학 적층물을 제공한다. 광학 적층물은, 제어된 광 확산을 제공하기 위해 포함된 입자들과 같은 추가적인 구조물들을 갖는 일방향 격자들, 다중 일방향 격자들 및/또는 2방향 격자들을 포함한다. 그러한 추가적인 구조물에는 또한 2방향 격자가 포함될 수 있다. 일부 실시 형태들에서, 광학 적층물은 중합체 재료를

포함하고, 일부 실시 형태들에서, 광학 적층물은 중합체 및/또는 중합체 복합체 및/또는 광학적으로 투명한 접착제로 제조된다. 일부 실시 형태들에서, 광학 적층물은 가요성 필름이다. 다른 실시 형태들에서, 광학 적층물은 유리 또는 다른 기재 상에서 제조된다.

[0009] 도 1은 제1 층(110), 제2 층(120), 제3 층(130), 제1 격자(140) 및 제2 격자(150)를 포함하는 광학 적층물(100)의 단면도를 도시한다. 제1 층(110)은 제2 층(120)의 반대편인 제1 외부 주 표면(180)을 갖고, 제3 층(130)은 제2 층(120)의 반대편인 제2 외부 주 표면(190)을 갖는다. 제1 격자(140)는 피크-밸리 높이 h_1 를 갖고, 제2 격자(150)는 피크-밸리 높이 h_2 를 갖는다. 도 1에 도시된 실시 형태에서, 제1 외부 주 표면(180) 및 제2 외부 주 표면(190)은 실질적으로 평면형이다.

[0010] 회절 격자들에 의해 생성되는 회절 피크들의 세기의 분포는 격자를 가로지르는 굴절률 차(index contrast)(즉, 격자의 일 측 바로 위의 광학 매질의 굴절률과 격자의 다른 측 바로 위의 광학 매질의 굴절률 간의 차이의 절대 값)와 격자의 피크-밸리 높이의 곱(product)의 함수이다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 굴절률 및 굴절률 차는, 달리 표시되지 않는다면 대기압 및 25℃에서 532 nm의 파장을 갖는 광을 사용한 굴절률 측정값들을 지칭한다. 굴절률 차 \times 피크-밸리 높이는, 스톱밴드를 감소시키는 회절 피크들이 비교적 높은 세기로 보이는 한편, 유효 해상도를 저하시키는 회절 피크들이 낮은 세기로 보이거나 또는 전혀 분명하게 보이지 않도록 조절될 수 있다. 굴절률 차와 피크-밸리 높이의 곱에 대한 유용한 값들의 범위는 격자의 형상에 좌우될 수 있다. 격자는 임의의 주기적으로 반복되는 형상, 예를 들어, 사인곡선 형상, 구형과 형상을 가질 수 있거나, 또는 격자는 다른 주기적으로 반복되는 규칙적 또는 불규칙적인 형상을 가질 수 있다.

[0011] 제1 층(110)은 굴절률 n_1 을 갖고, 제2 층(120)은 굴절률 n_2 을 갖고, 제3 층(130)은 굴절률 n_3 을 갖는다. 일부 실시 형태들에서, 제1 층 및 제3 층은 동일 또는 유사한 재료들로 제조되어서, n_1 이 n_3 과 동일하거나 대략 동일하도록 된다. 다른 실시 형태들에서, n_1 은 n_3 과 상이할 수 있다.

[0012] 본 명세서에 논의되는 실시 형태들 중 임의의 실시 형태의 경우, 임의의 격자에 대한 굴절률 차 \times 격자의 피크-밸리 높이는 약 100 nm 초과, 또는 약 150 nm 초과, 또는 약 200 nm 초과, 그리고 약 400 nm 미만, 또는 약 350 nm 미만, 또는 약 300 nm 미만일 수 있다. 예를 들어, 일부 실시 형태들에서, $|n_1 - n_2| \times h_1$ 은 약 100 nm 내지 약 400 nm, 또는 약 150 nm 내지 약 350 nm, 또는 약 200 nm 내지 약 300 nm이다. 일부 실시 형태들에서, $|n_3 - n_2| \times h_2$ 는 약 100 nm 내지 약 400 nm, 또는 약 150 nm 내지 약 350 nm, 또는 약 200 nm 내지 약 300 nm이다.

[0013] 도 1의 광학 적층물(100)은 다양한 방식으로 제조될 수 있다. 일부 실시 형태들에서, 제1 층(110) 및 제3 층(130)은 표면 구조물을 재료의 층들로 기계가공함으로써 제조된다. 예를 들어, 표면 구조물을 갖는 층은, 다이아몬드 공구를 이용하여, 구조물을, 유리나 같은 매우 다양한 비-중합체 재료 또는 열가소성 또는 가교결합된 중합체 재료 중 임의의 재료의 층으로 절단함으로써 제조될 수 있다. 적합한 재료에는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리카르보네이트(PC), 폴리메틸 메타크릴레이트(PMMA)와 같은 아크릴, 셀룰로오스 아세테이트, 및 이층 배향된 폴리프로필렌과 같은 폴리올레핀이 포함되는데, 이들은 다양한 광학 디바이스에서 일반적으로 사용된다. 적합한 다이아몬드 공구는 당업계에 공지되어 있고, 미국 특허 제7,140,812호(브라이언(Bryan) 등)에 기재된 다이아몬드 공구를 포함한다. 대안적으로, 다이아몬드 공구가, 반전된 패턴을 구리 미세복제 롤로 절단하는 데 사용될 수 있고, 이는 중합성 수지를 이용하는 연속 캐스트 및 경화 공정을 이용하여 기재 상에 패턴을 형성하는 데 사용될 수 있다. 연속 캐스트 및 경화 공정은 당업계에 공지되어 있고 하기 특허들에 기재되어 있다: 미국 특허 제4,374,077호(케르펠드(Kerfeld)); 제4,576,850호(마르텐즈(Martens)); 제5,175,030호(루(Lu) 등); 제5,271,968호(코일(Coyle) 등); 제5,558,740호(버나드(Bernard) 등); 및 제5,995,690호(코츠(Kotz) 등).

[0014] 제1 층(110)을 제조하기 위한 다른 적합한 공정들은 레이저 어블레이션(laser ablation) 및 엠보싱(embossing)을 포함한다. 제3 층(130)은 제1 층(110)을 제조하는 데 이용된 기법들 중 임의의 것을 이용하여 제조될 수 있다. 일부 실시 형태들에서, 제2 층(120)은, 제1 층(110)과 제3 층(130)을 함께 접착시키는 데 사용되는 광학적으로 투명한 접착제이다. 일부 실시 형태들에서, 제2 층(120)과 함께 접착되는 제1 층(110) 및 제3 층(130)은 동일 또는 유사한 부분들이어서, 격자(140)가 제1 방향을 갖고 격자(150)가 제1 방향과는 상이한 제2 방향을 갖도록 한다.

[0015] 일부 실시 형태들에서, 제2 층(120)은 제1 주 표면 상에 제1 격자(140)를 갖고 제2 주 표면 상에 제2 격자(150)를 갖도록 재료를 기계가공함으로써 제조된다. 그러한 구조화된 층은 어딘가 다른 곳에서 논의된 기법들 및

재료들 중 임의의 것을 사용하여 제조될 수 있다. 이어서, 제1 층(110)은 제1 격자(140)에 적용되는 광학적으로 투명한 접착제 또는 다른 코팅일 수 있고, 제3 층(130)은 제2 격자(150)에 적용되는 광학적으로 투명한 접착제 또는 다른 코팅일 수 있다.

[0016] 제1 층(110)을 제2 층(130)에 접착함으로써 제2 층(120)을 형성하는 데 사용될 수 있거나, 또는 제2 층(120) 상에 적용될 때의 제1 층(110) 및/또는 제3 층(130)으로서 사용될 수 있는 적합한 광학적으로 투명한 접착제에는, 광학적으로 투명한 접착제 817x, 광학적으로 투명한 접착제 817x, 광학적으로 투명한 접착제 826x, 액체 광학적으로 투명한 접착제 2321, CEF22xx, CEF28xx(모두 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)(미국 미네소타주 세인트 폴 소재)로부터 입수가 가능함)가 포함된다. 다른 적합한 광학적으로 투명한 접착제에는 UV-경화성 아크릴레이트, 핫멜트(hot-melt) 접착제 및 용매 캐스팅된(solvent cast) 접착제가 포함된다.

[0017] 일부 실시 형태들에서, 제1 층(110)은 제1 중합체를 포함하고, 제2 층(120)은 제1 중합체와 동일하거나 상이할 수 있는 제2 중합체를 포함하고, 제3 층(130)은 제3 중합체를 포함하는데, 제3 중합체는 제1 중합체 또는 제2 중합체와 동일하거나 상이할 수 있다. 일부 실시 형태들에서, 제1 층(110)은 제1 중합체 또는 제1 중합체 복합체를 포함하고, 제2 층(120)은 광학적으로 투명한 접착제를 포함하고, 제3 층(130)은 제1 중합체 또는 제1 중합체 복합체와 동일하거나 상이할 수 있는 제2 중합체 또는 제2 중합체 복합체를 포함한다. 일부 실시 형태들에서, 제1 층(110)은 제1 광학적으로 투명한 접착제를 포함하고, 제2 층(120)은 제1 중합체 또는 제1 중합체 복합체를 포함하고, 제3 층(130)은 제1 광학적으로 투명한 접착제와 동일하거나 상이할 수 있는 제2 광학적으로 투명한 접착제를 포함한다. 적합한 중합체 복합체에는, 중합체 복합체의 굴절률을 조절하기 위해 포함되는 무기 나노입자들 - 예컨대, 평균 크기가 약 5 nm 내지 50 nm의 범위 내에 있는 지르코니아 또는 티타니아 나노입자들 - 을 갖는 중합체, 예컨대, 폴리아크릴레이트가 포함된다. 일부 실시 형태들에서, 광학 적층물은 가요성 필름이다. 많은 실시 형태들에서, 광학 적층물은 가시 스펙트럼에서의 광에 대해 실질적으로 투과성이다.

[0018] 도 2는 제1 방향(213)으로 연장되는 요소(212)로 표현되는 제1 격자 및

[0019] 제2 방향(215) - 제1 방향(213)과 제2 방향(215) 사이에 각도(226)를 가짐 - 으로 연장되는 요소(214)로 표현되는 제2 격자를 갖는 광학 적층물의 개략적인 평면도를 도시한다. 요소(212)로 표현되는 제1 격자는 제1 피치(232)를 갖고, 요소(214)로 표현되는 제2 격자는 제2 피치(234)를 갖는다. 많은 실시 형태들에서, 제2 방향(215)은 제1 방향(213)과 상이하다. 일부 실시 형태들에서, 각도(226)는 0도 초과, 또는 약 5도 초과, 또는 약 10도 초과, 또는 약 20도 초과, 그리고 90도 이하이다. 90도 초과와 각도가 90도 미만의 여각(complement angle)과 동등하다는 것을 이해할 것이다. 일부 실시 형태들에서, 제1 방향(213)과 제2 방향(215)은 실질적으로 직교한다. 일부 실시 형태들에서, 제1 피치(232)와 제2 피치(234)는 대략 동일하다. 다른 실시 형태들에서, 제1 피치(232)와 제2 피치(234)는 상이하다.

[0020] 격자에 의해 생성되는 회절 피크들의 위치는 격자의 피치의 함수이다. 본 발명의 다양한 실시 형태들에 나타나는 격자들의 피치는, 비교적 높은 세기를 갖는 회절 피크들이, 그 회절 피크들이 디스플레이의 유효 이미지 해상도를 저하시키는 영역들이 아니라 그들이 스파클을 감소시키는 데 효과적인 영역들에 위치되도록 조절될 수 있다. 회절 피크들의 위치는, 광학 적층물이 디스플레이 내에 위치될 때의 광학 적층물과 픽셀들의 평면 사이의 거리, 및 픽셀들 사이의 간격에 좌우될 수 있다. 본 명세서에 논의된 실시 형태들 중 임의의 실시 형태의 경우, 임의의 격자에 대한 피치는 약 1 마이크로미터 초과, 또는 약 2 마이크로미터 초과, 또는 약 4 마이크로미터 초과 또는 약 6 마이크로미터 초과일 수 있고, 약 60 마이크로미터 미만, 또는 약 50 마이크로미터 미만, 또는 약 40 마이크로미터 미만 또는 약 30 마이크로미터 미만일 수 있다. 예를 들어, 일부 실시 형태들에서, 제1 피치(232)는 약 2 마이크로미터 내지 약 50 마이크로미터 또는 약 4 마이크로미터 내지 약 40 마이크로미터이다. 일부 실시 형태들에서, 제2 피치(234)는 약 2 마이크로미터 내지 약 50 마이크로미터 또는 약 4 마이크로미터 내지 약 40 마이크로미터이다.

[0021] 제1 방향(213) 및 제2 방향(215)은 실질적으로 직교할 수 있거나 또는 직교하지 않을 수 있다. 제1 방향(213) 및 제2 방향(215)이 실질적으로 직교하는 광학 적층물이 도 3a, 도 3b 및 도 3c에 예시되어 있다. 광학 적층물(300)은 제1 층(310), 제2 층(320), 제3 층(330), 제1 격자(340) 및 제2 격자(350)를 갖는다. 제1 격자(340)는 제2 격자(350)에서의 제2 피치와 실질적으로 동일한 제1 피치를 갖는다. 제1 격자(340)는 제1 방향을 따라(도 3b의 평면 내로) 연장되고, 제2 격자(350)는 제1 방향에 실질적으로 직교하는 제2 방향을 따라(도 3a의 평면 내로) 연장된다. 도 3b는 도 3a에 나타낸 단면을 따른 것이고, 도 3a는 도 3b에 나타낸 단면을 따른 것이다. 도 3c는 광학 적층물(300)의 사시도이다.

[0022] 도 4는 제1 층(410), 제2 층(420), 제3 층(430), 제1 격자(440) 및 제2 격자(450)를 갖는 광학 적층물(400)의

단면도를 도시한다. 제1 층(410)은 제2 층(420)의 반대편인 제1 외부 주 표면(480)을 포함하고, 제3 층(430)은 제2 층(420)의 반대편인 제2 외부 주 표면(490)을 포함한다. 제1 외부 주 표면(480)은 높이가 격자(440)에서의 피크들과 실질적으로 동일하다. 제1 외부 주 표면(480)은 어딘가 다른 곳에서 논의된 방법들 중 임의의 방법을 이용하여 제2 층(420)을 형성하고 이어서 광학적으로 투명한 접착제와 같은 코팅을 제2 층(420)에 적용하여서, 코팅이 격자 구조물을 충전하고 실질적으로 평면형 표면인 제1 외부 주 표면(480)을 형성하도록 함으로써 제조될 수 있다. 유사하게, 제2 외부 주 표면(490)은 높이가 격자(450)에서의 피크들과 실질적으로 동일하고, 이것은, 광학적으로 투명한 접착제와 같은 코팅을 제1 층의 반대편인 제2 층(420)에 적용하여서, 코팅이 격자(450)를 충전하고 실질적으로 평면형 표면인 제2 외부 주 표면(490)을 형성하도록 함으로써 달성될 수 있다. 적합한 코팅에는 어딘가 다른 곳에서 논의된 것들이 포함된다.

[0023] 광학 적층물(400)은, 제1 층(110) 및 제3 층(130)이 각각 제1 격자(140)에서의 피크들의 높이를 초과하고 제2 격자(150)에서의 피크들의 높이를 초과하여 연장되는 도 1에 도시된 실시 형태에 대한 대안이다. 다른 실시 형태에서, 제1 층(410)은 높이가 제1 격자(440)에서의 피크들과 실질적으로 동일할 수 있는 한편, 제3 층(430)은 제2 격자(450)에서의 피크들의 높이를 초과하여 연장될 수 있다.

[0024] 도 5a는 코팅되지 않은 광학 적층물(505), 제1 주 표면(581), 외부 주 표면(582), 결합체(583), 매설된 입자들(585), 눈부심 방지 층(587) 및 눈부심 방지 특징부들(588)을 포함하는 광학 적층물(500)을 도시한다. 제1 주 표면(581)은 눈부심 방지 층(587)으로 코팅되어 눈부심 방지 특징부들(588)을 포함하는 외부 주 표면(582)을 생성한다. 코팅되지 않은 광학 적층물(505)은 본 발명의 임의의 코팅되지 않은 광학 적층물을 나타낸다. 예를 들어, 코팅되지 않은 광학 적층물(505)은 도 1의 광학 적층물(100)과 일치할 수 있는데, 이 경우에 제1 주 표면(581)은 제1 층(110)의 제1 외부 주 표면(180)과 일치한다. 눈부심 방지 층(587)은 결합체(583) 및 매설된 입자들(585)을 포함한다. 눈부심 방지 층(587)은 비드(bead)들, 또는 외부 주 표면(582)에 대한 불규칙적인 표면 구조물을 생성할 수 있는 다른 입자들을 함유하는 임의의 코팅일 수 있다. 적합한 매설된 입자들(585)은 유리 비드들, 중합체 비드들, 실리카 입자들, 또는 평균 직경이 약 0.1 마이크로미터 내지 약 10 마이크로미터의 범위 내 또는 약 0.3 마이크로미터 내지 약 2 마이크로미터의 범위 내에 있는 실리카 입자들의 응집체들을 포함한다. 결합체(583)는 임의의 광학적으로 투명한 접착제 또는 투명 중합체와 같은 다른 투명한 재료로부터 선택될 수 있다. 결합체(583)에 대한 적합한 재료에는 광학적으로 투명한 접착제 및 어딘가 다른 곳에서 논의된 다른 코팅이 포함된다. 눈부심 방지 층(587)에 대한 다른 적합한 재료에는, 예를 들어, 미국 특허 제7,291,386호(리치터(Richter) 등)에 기재된 바와 같은 경화된 무기 중합체 매트릭스에서의 응집 실리카 입자가 포함된다.

[0025] 대안적으로 또는 추가적으로, 일부 실시 형태들은 광학 적층물의 최외각 층들 중 하나의 층 내에 매설된 입자들을 포함한다. 매설된 입자들은 본 발명의 임의의 광학 적층물의 임의의 최외각 층 내에 포함될 수 있다. 도 5b에 도시된 특정 실시 형태에서, 광학 적층물(501)은 제1 층(510), 제2 층(520), 제3 층(530), 제1 격자(540) 및 제2 격자(550)를 포함한다. 눈부심 방지 특징부들(588)을 포함하는 외부 주 표면(582)을 생성하기 위해 매설된 입자들(585)이 제1 층(510) 내에 포함되어 있다. 결합체(583) 및 매설된 입자들(585)로서 사용하기에 적합한 임의의 재료들이 또한 제1 층(510) 내에 사용될 수 있다.

[0026] 도 5c는 외부 주 표면(582)을 미세복제, 조면화 또는 텍스처화함으로써 눈부심 방지 특징부들(588)이 광학 적층물(502) 내에 제공되어 있는 다른 실시 형태를 도시한다. 광학 적층물(502)은 본 발명의 임의의 광학 적층물을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 광학 적층물(502)은 제1 외부 주 표면(180)을 구조화하여 외부 주 표면(582)을 생성함으로써 광학 적층물(100)로부터 획득될 수 있다. 표면을 구조화하여 눈부심 방지 특징부들을 생성하기 위한 방법들은 당업계에 공지되어 있고, 예를 들어, 미국 특허 제5,820,957호(슈뢰더(Schroeder) 등)에 기재되어 있다. 일부 실시 형태들에서, 눈부심 방지 특징부들(588)은, 예를 들어, 미국 특허 출원 공개 제2012/0064296호(워커(Walker) 등)에 기재된 바와 같은 절단 선삭(cut lathe turning) 공정을 이용한 미세복제에 의해 본 발명의 광학 적층물들 중 임의의 광학 적층물의 임의의 외부 주 표면 내에 직접 획득될 수 있다.

[0027] 눈부심 방지 기능을 제공하기 위한 다른 접근법은 눈부심 방지 층을 본 발명의 광학 적층물들 중 임의의 광학 적층물에 추가하는 것이다. 이것은, 제2 광학 적층물(502)이 제1 광학 적층물(506), 제1 주 표면(561), 및 제1 광학 적층물(506)에 근접한 눈부심 방지 층(597)을 포함하는 도 5d에 예시되어 있다. 제1 광학 적층물(506)은 눈부심 방지 층(597)을 이미 포함하고 있지 않은 본 발명의 임의의 광학 적층물을 나타낸다. 예를 들어, 제1 광학 적층물(506)은 도 1의 광학 적층물(100)에 대응할 수 있는데, 이 경우에 제1 주 표면(561)은 제1 층(110)의 제1 외부 주 표면(180)에 대응한다. 이러한 경우에, 눈부심 방지 층(597)은 제1 층(110)에 근접해 있다. 도 5d에서, 눈부심 방지 층(597)은 제1 광학 적층물(506)의 제1 외부 주 표면(561)에 인접해 있다. 대안적인 실시 형태들에서, 하나 이상의 추가 층들이 제1 광학 적층물(506) 및 눈부심 방지 층(597)을 분리시킨다. 눈부

심 방지 층(597)으로서 사용하기 위해 적합한 층에는 쓰리엠 컴퍼니(미국 미네소타주 세인트 폴 소재)로부터 입수가능한 내추럴 뷰(Natural View) 눈부심 방지 필름들이 포함되고, 미국 특허 제5,820,957호(슈뢰더 등), 및 미국 특허 출원 공개 제2012/0064296호(워커 등)에 기재된 눈부심 방지 필름들이 포함된다.

[0028] 2개의 일방향 격자들을 사용하는 것에 대한 대안은 단일 2방향 격자를 사용하는 것이다. 다른 대안은 단일 광학 적층물에 2개의 2방향 격자들을 사용하거나 또는 하나의 2방향 격자와 하나의 일방향 격자를 사용하는 것이다. 그러한 광학 적층물들은, 2개의 일방향 격자들을 갖는 광학 적층물들을 구성하기 위해 설명된 것과 동일한 기법들 및 재료들을 사용하여 구성될 수 있다.

[0029] 2방향 격자는 2개의 방향들에서 반복되는 임의의 형상을 가질 수 있다. 예를 들어, 격자는 사인곡선 형상, 구형과 형상을 가질 수 있거나, 또는 격자는 다른 주기적으로 반복되는 규칙적 또는 불규칙적인 형상을 가질 수 있다. 일부 실시 형태들에서, 2방향 격자는 하기 형태의 형상을 갖는다:

$$z(x,y) = f(x) + g(y) \quad (\text{수학식 1})$$

[0031] 여기서 $f(x)$ 및 $g(y)$ 는 각각 x 및 y 의 함수들이고, 여기서 x 및 y 는 샘플의 평면에서의 좌표들이고, $z(x,y)$ 는 광학 적층물의 평면과 평행한 평면에 대한 격자의 수직 변위이다. 일부 실시 형태들에서, 좌표 x 및 좌표 y 는 실질적으로 직교한다. 다른 실시 형태들에서, x 및 y 는 사교 좌표(skew coordinate)들일 수 있다. 수학식 1의 형태의 구조들은 함수 $f(x)$ 에 의해 설명되는 형상을 갖는 공구를 사용하여 제조될 수 있는데, 여기서 공구가 y 방향을 따라 이동됨에 따라 공구는 세공된(tooled) 표면 내외로 이동되고 세공된 표면의 내외로의 공구의 움직임은 함수 $g(y)$ 에 의해 설명된다. 일부 실시 형태들에서, $f(x)$ 는 제1 피크-밸리 높이를 갖는 제1 주기 함수이고, $g(y)$ 는 제2 피크-밸리 높이를 갖는 제2 주기 함수이다. 일부 실시 형태들에서, 제1 피크-밸리 높이는 제2 피크-밸리 높이와 상이하다. 이것은 일부 경우에 유용할 수 있는 비대칭 회절 패턴을 생성할 수 있다. 일부 실시 형태들에서, 격자의 굴절률 차 \times 제1 피크-밸리 높이와 제2 피크-밸리 높이 간의 차이의 절대값은 10 nm 초과, 또는 20 nm 초과, 그리고 100 nm 미만이다. 제1 피크-밸리 높이가 제2 피크-밸리 높이와 상이한 실시 형태들에서, 격자의 피크-밸리 높이는 전체적으로 제1 피크-밸리 높이 및 제2 피크-밸리 높이 중 더 큰 것을 지칭한다.

[0032] 일부 실시 형태들에서, 하기 형태의 형상을 갖는 2방향 격자가 사용되는데:

$$z(\mathbf{r}) = \frac{1}{2} h \sin(\mathbf{k}_1 \bullet \mathbf{r}) \sin(\mathbf{k}_2 \bullet \mathbf{r}) \quad (\text{수학식 2})$$

[0034] 여기서 \mathbf{r} 은 광학 적층물의 평면에서의 2차원 위치 벡터이고, \mathbf{k}_1 및 \mathbf{k}_2 는 광학 적층물의 평면에서의 동일 선상에 있지 않은 2차원 벡터들이고, \bullet 는 스칼라 곱을 나타내고, h 는 격자의 피크-밸리 높이이다. 일부 실시 형태들에서, \mathbf{k}_1 및 \mathbf{k}_2 는 실질적으로 직교한다. 일부 실시 형태들에서, \mathbf{k}_1 과 \mathbf{k}_2 사이의 각도는 0도 초과, 또는 5도 초과, 또는 10도 초과, 그리고 90도 이하이다. 2개의 사인곡선들의 곱이 2개의 다른 사인곡선들의 합으로 쓰여질 수 있기 때문에, 수학식 2는 수학식 1의 특별한 경우이고, 따라서 공구를 사용하여 수학식 1에 의해 설명되는 구조를 생성하는 방법이 수학식 2에 의해 설명되는 구조를 제조하는 데 이용될 수 있다.

[0035] 도 6a는 제1 층(625), 제1 방향(627), 제2 방향(628), 제1 피치(637) 및 제2 피치(638)를 도시한다. 제1 구조화된 표면(678)은 2방향성이고, 제1 방향(627)에서의 제1 피치(637)를 갖고 제2 방향(628)에서의 제2 피치(638)를 갖는다. 제1 구조화된 표면(678)은 일방향 격자들을 생성하기 위해 논의된 공정들 중 임의의 공정을 이용하여 제1 층(625) 상에 생성될 수 있다. 예를 들어, 제1 구조화된 표면(678)은 투명 층(625)의 외부 표면을 기계가공함으로써 생성될 수 있다.

[0036] 도 6b는 도 6a의 제1 층(625) 및 제1 구조화된 표면(678)을 충전하는 제2 층(645)을 포함하는 광학 적층물(600)을 도시한다. 제1 층(625)과 제2 층(645) 사이의 계면은 제1 격자(680)를 포함한다. 제2 층(645)은 제1 외부 주 표면(681)을 포함한다. 제1 층(625) 또는 제2 층(645)으로서 사용하기 위한 적합한 재료에는, 광학 적층물에서의 층으로서 사용하기 위해 어딘가 다른 곳에서 논의된 임의의 재료가 포함된다. 일부 실시 형태들에서, 제2 층(645)은 광학적으로 투명한 접착제인데, 이 광학적으로 투명한 접착제는 제1 층(625)에 적용되어, 높이가 제1 격자(680)에서의 피크들과 실질적으로 동일한 평탄화된 층을 형성한다. 다른 실시 형태들에서, 제2 층(645)은 도 6b에 도시된 바와 같은 제1 격자(680)에서의 피크들의 높이를 초과하여 연장되는데, 여기서 제2 층(645)은 제1 층(625)의 반대편인 제1 외부 주 표면(681)을 포함한다. 일부 실시 형태들에서, 제1 외부 주 표면

(681)은 실질적으로 평면형 표면이다. 광학 적층물(600)은 또한 제1 투명 층(625)의 제2 외부 주 표면(691)을 포함한다. 일부 실시 형태들에서, 제2 외부 주 표면(691)은 실질적으로 평면형 표면이다.

[0037] 제1 격자(680)는 구조화된 표면(678)의 제1 피치(637)와 동일한 제1 피치 및 구조화된 표면(678)의 제2 피치(638)와 동일한 제2 피치를 포함한다. 일부 실시 형태들에서, 제1 피치는 약 2 마이크로미터 내지 약 50 마이크로미터의 범위 또는 약 4 마이크로미터 내지 약 40 마이크로미터의 범위 내에 있다. 일부 실시 형태들에서, 제2 피치는 약 2 마이크로미터 내지 약 50 마이크로미터의 범위 또는 약 4 마이크로미터 내지 약 40 마이크로미터의 범위 내에 있다.

[0038] 제1 층(625)은 굴절률 n_1 을 갖고, 제2 층(645)은 굴절률 n_2 를 갖는다. 제1 격자(680)는 피크-밸리 높이 h_1 을 갖는다. 제1 격자(680)의 굴절률 차 \times 피크-밸리 높이 h_1 은 도 1의 격자들에 대해 설명된 범위들 내에 있을 수 있다. 예를 들어, 일부 실시 형태들에서, $|n_1 - n_2| \times h_1$ 은 약 100 nm 내지 약 400 nm 또는 약 150 nm 내지 약 350 nm 또는 약 200 nm 내지 약 300 nm이다.

[0039] 다른 실시 형태가 도 6b에 도시된 광학 적층물에 제3 층(627)이 추가된 상태의 광학 적층물(601)을 도시하는 도 6c에 나타나 있다. 광학 적층물(601)은 제2 격자(682) 및 제1 외부 주 표면(686)을 포함한다. 제1 층(625)의 반대편인 제2 층(645)에 인접하여 제3 층(627)이 배치된다. 제2 층과 제3 층 사이의 계면은 제2 격자(682)를 포함한다. 제2 격자(682)는 제1 격자(680)와 동일하거나 상이할 수 있다. 제2 격자(682)는 2방향성일 수 있거나, 또는 그것은 일방향성일 수 있다. 제3 층(627)에 사용하기 위한 적합한 재료에는, 광학 적층물에서의 층으로서 사용하기 위해 어딘가 다른 곳에서 논의된 임의의 재료가 포함된다. 제3 층(627)은 굴절률 n_3 을 갖고, 제2 격자(682)는 피크-밸리 높이 h_2 를 갖는다. 제2 격자(682)의 굴절률 차 \times 피크-밸리 높이 h_2 는 도 1의 격자들에 대해 설명된 범위들 내에 있을 수 있다. 일부 실시 형태들에서, 제2 투명 층(627)은 약 2 마이크로미터 내지 약 50 마이크로미터의 범위 또는 약 4 마이크로미터 내지 약 40 마이크로미터의 범위 내의 적어도 하나의 피치를 포함한다.

[0040] 일부 실시 형태들에서, 제1 층(625)은 제1 중합체 또는 제1 중합체 복합체를 포함하고, 제2 층(645)은 광학적으로 투명한 접착제를 포함한다. 일부 실시 형태들에서, 제3 층(627)이 광학 적층물 내에 포함되고, 일부 실시 형태들에서 제3 층(627)은 제1 중합체 또는 제1 중합체 복합체와 동일하거나 상이할 수 있는 제2 중합체 또는 제2 중합체 복합체를 포함한다. 일부 실시 형태들에서, 제1 층(625)은 제1 중합체를 포함하고, 제2 층(645)은 제1 중합체와 동일하거나 상이할 수 있는 제2 중합체를 포함하고, 제3 층(627)은 제3 중합체를 포함하는데, 제3 중합체는 제1 중합체 및 제2 중합체와 동일하거나 상이할 수 있다. 일부 실시 형태들에서, 제1 층(625)은 제1 광학적으로 투명한 접착제를 포함하고, 제2 층(645)은 중합체 또는 중합체 복합체를 포함하고, 제3 층(627)은 제1 광학적으로 투명한 접착제와 동일하거나 상이할 수 있는 제2 광학적으로 투명한 접착제를 포함한다. 일부 실시 형태들에서, 광학 적층물(600) 또는 광학 적층물(601)은 가요성 필름이다.

[0041] 일부 실시 형태들에서, 광학 적층물(600) 또는 광학 적층물(601)은 눈부심 방지 층을 포함할 수 있다. 눈부심 방지 층은 광학 적층물(600) 내의 제2 층(645)에 근접하거나 제1 층(625)에 근접하여 배치될 수 있거나, 또는 광학 적층물(601) 내의 제3 층(627)에 근접하거나 제1 층(625)에 근접하여 배치될 수 있다. 일부 실시 형태들에서, 광학 적층물(600)의 제1 외부 주 표면(681) 또는 제2 외부 주 표면(691)은 매설된 입자들을 포함할 수 있는 눈부심 방지 특징부들을 포함할 수 있다. 도 5a 내지 도 5d와 관련하여 앞서 논의된 눈부심 방지 특징부들 중 임의의 것이 도 6b 및 도 6c에 도시된 실시 형태들에 적용될 수 있다. 예를 들어, 도 6b를 참조하면, 제1 외부 주 표면(681) 또는 제2 외부 주 표면(691)이 눈부심 방지 층, 예컨대, 입자들을 함유하는 결합제로 코팅될 수 있거나; 또는 제1 외부 주 표면(681) 또는 제2 외부 주 표면(691) 내에 눈부심 방지 특징부들을 생성하기 위해 제2 층(645) 또는 제1 층(625) 내에 입자들이 포함될 수 있거나; 또는 제1 외부 주 표면(681) 또는 제2 외부 주 표면(691)이 미세복제, 조면화 또는 텍스처화되어 눈부심 방지 특징부들을 생성할 수 있다. 유사하게, 도 6c에서의 광학 적층물(601)의 경우, 제1 외부 주 표면(686) 또는 제2 외부 주 표면(691)이 눈부심 방지 층, 예컨대, 입자들을 함유하는 결합제로 코팅될 수 있거나; 또는 제1 외부 주 표면(686) 또는 제2 외부 주 표면(691) 내에 눈부심 방지 특징부들을 생성하기 위해 제3 층(627) 또는 제1 층(625) 내에 입자들이 포함될 수 있거나; 또는 제1 외부 주 표면(686) 또는 제2 외부 주 표면(691)이 미세복제, 조면화 또는 텍스처화되어 눈부심 방지 특징부들을 생성할 수 있다.

[0042] 어딘가 다른 곳에서 논의된 공정들 중 임의의 공정에 의해 일방향 또는 2방향 격자들이 획득될 수 있다. 일방향 또는 2방향 격자들을 획득하기 위한 대안적인 기법은 2012년 12월 21일자로 출원된 미국 특허 출원 제

13/723716호(울크(Wolk) 등)에 기재된 바와 같은 구조화된 전사 테이프를 사용하는 것이다. 이 기법에서, 구조화된 템플릿 층이 캐리어 상에 배치된다. 이어서, 생성된 구조물은 미경화 백필(backfill) 층으로 코팅되어, 미경화 백필 층이 구조화된 템플릿 층과 완전히 접촉하도록 한다. 이어서, 백필은 건조, 열 가교결합, 또는 광 가교결합되어 안정한 중간 필름을 생성할 수 있다. 이어서, 구조물은 반전되고, 일부 경우에 접착 촉진 층으로 코팅되는 수용체 기재에 라미네이션된다. 이어서, 구조화된 템플릿 층은, 수용체 기재에 부착된 구조화된 백필 층을 남겨 두고서 제거될 수 있다. 일부 실시 형태들에서, 백필들은 광경화 전에 실온에서 점착되는데, 이 경우에 접착 촉진 층이 필요하지 않을 수 있다. 예를 들어, 폴리비닐 실세스퀴옥산이 접착 촉진 층 없이 백필 층으로서 사용될 수 있다.

[0043] 이어서, 구조화된 백필 층은 광학적으로 투명한 접착제 또는 다른 코팅으로 충전되어 본 발명의 광학 적층물을 형성할 수 있다. 예를 들어, 도 6b의 광학 적층물(600)은 이러한 기법을 이용하여, 백필 재료로 형성된 제1 층(625) 및 광학적으로 투명한 접착제 또는 다른 코팅에 의해 제공된 제2 층(645)을 갖도록 제조될 수 있다. 대안적으로, 구조화된 라미네이션 전사 필름 방법을 이용하여 구조물을 수용체 기재의 양측에 적용할 수 있고, 이어서 기재의 양측 상의 구조물들은 광학적으로 투명한 접착제 또는 다른 코팅으로 충전되어 본 발명의 광학 적층물을 형성할 수 있다. 예를 들어, 도 6c의 광학 적층물(601)은 이러한 기법을 이용하여 제조될 수 있는데, 여기서 양측 상에 백필 층들을 갖는 수용체 기재는 제2 층(645)을 형성하고, 광학적으로 투명한 접착제들 또는 다른 코팅들은 제1 층(625) 및 제3 층(627)을 형성한다.

[0044] 전사 테이프 접근법에서, 템플릿 층은 구조물을 백필 층에 부여한다. 구조화된 템플릿 층은 엠보싱, 복제 공정, 압출, 캐스팅, 또는 표면 구조화, 또는 어딘가 다른 곳에서 논의된 다른 구조화 방법들을 통하여 형성될 수 있다.

[0045] 전형적으로, 백필 층은 화학 방사선, 예를 들어, 가시광, 자외 방사선, 전자 빔 방사선, 열 및 이들의 조합을 이용하여 경화되는 단량체를 포함하는 중합성 조성물로 제조된다. 임의의 다양한 중합 기법, 예컨대, 음이온성, 양이온성, 자유 라디칼, 축합 또는 다른 것이 이용될 수 있고, 이러한 반응은 광, 광화학 또는 열 개시를 이용하여 촉매될 수 있다. 강화된 실리콘 중합체가 그의 높은 화학적 안정성 및 유리에 대한 우수한 접착성으로 인해, 백필 층에 대해 사용될 수 있다. 이러한 경우에, 접착 촉진 층이 유리 기재에 대한 접착에 대해 필요하지 않을 수 있다. 백필을 위해 사용될 수 있는 재료에는 폴리실록산 수지, 폴리실라잔, 폴리이미드, 브리지(bridge) 또는 사다리 유형의 실세스퀴옥산, 실리콘, 실리콘 하이브리드 재료, 비닐 실세스퀴옥산; 졸 겔 재료; 나노입자 복합물 및 기타 다수가 포함된다.

[0046] 중합체 수지에 나노입자 또는 금속 산화물 전구체를 포함시킴으로써 상이한 다양한 상기 재료가 더 높은 굴절률로 합성될 수 있다. 이러한 부류의 예는 개질된 실세스퀴옥산인 실렉스(Silecs) SC850($n \approx 1.85$) (싱가포르 소재의 실렉스 인터내셔널 피티이. 리미티드(Silecs International Pte. Ltd.)) 및 브류어 사이언스(Brewer Science)(미국 미주리주 콜라 소재) 고굴절률 폴리이미드 옵티덱스(OptiNDEX) D1 재료($n \approx 1.8$)이다. 다른 재료에는 메틸트라이메톡시실란(MTMS)과 비스트라이에톡시실릴에탄 (BTSE)의 공중합체가 포함된다(문헌[Ro et. al, Adv. Mater. 2007, 19, 705-710]). 이러한 합성 형태는 실세스퀴옥산의 매우 작은 브리지된 환형 케이지를 갖는 용이하게 용해가능한 중합체를 형성한다. 이러한 가요성 구조물은 코팅의 증가된 패킹 밀도 및 기계적 강도를 야기한다. 이들 공중합체의 비는 매우 낮은 열팽창계수, 낮은 다공도 및 높은 모듈러스(modulus)를 위해 조정될 수 있다.

[0047] 격자를 획득하는 다른 기법은 PCT 공개 WO 2014/014595호(울크 등)에 기재된 바와 같은 구조화된 라미네이션 전사 필름을 사용하는 것이다. 이러한 기법에서, 이형가능 표면을 갖는 라이너(캐리어 기재) 및 이형가능 표면 상의 희생 층을 포함하는 라미네이션 전사 필름이 제조된다. 필름은 임의의 열가소성 복제 기법(예컨대, 핫 엠보싱)을 이용하여 희생 층 상의 구조화된 표면을 생성하도록 구조화된다. 이어서, 구조화된 희생 층은 백필 층으로 코팅되고 많은 경우에 그에 의해 실질적으로 평탄화된다. 필름은 수용체 기재에 라미네이션되고, 라이너는 제거된다. 선택적인 접착 촉진 층이 백필 층 또는 수용체 기재에 적용될 수 있다. 이어서, 구조화된 희생 층은, 백필 층 상에 실질적으로 온전한 상태(intact)로 구조화된 표면을 남겨 두고서, 깔끔하게 베이킹 아웃되거나(baked out) 또는 달리 제거된다.

[0048] 이어서, 구조화된 백필 층은 광학적으로 투명한 접착제 또는 다른 코팅으로 충전되어 어딘가 다른 곳에서 설명된 바와 같은 본 발명의 광학 적층물을 형성할 수 있다. 대안적으로, 구조화된 라미네이션 전사 필름 방법을 이용하여, 구조물을 수용체 기재의 양측에 적용하고, 이어서 구조물들을, 광학적으로 투명한 접착제 또는 다른 코팅으로 충전된 층들의 양측에 적용하여, 어딘가 다른 곳에서 설명된 바와 같은 본 발명의 광학 적층물을 형성

할 수 있다.

- [0049] 구조화된 전사 테이프 접근법에서 백필 층과 관련하여 논의된 재료가 또한
- [0050] 구조화된 라미네이션 전사 필름 접근법에서의 백필 재료로서 사용될 수 있다. 희생 층에 사용될 수 있는 재료에는 폴리비닐 알코올(PVA), 에틸셀룰로스, 메틸셀룰로스, 폴리노르보르넨, 폴리(메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리(비닐부티랄), 폴리(사이클로헥센 카르보네이트), 폴리(사이클로헥센 프로필렌) 카르보네이트, 폴리(에틸렌 카르보네이트), 폴리(프로필렌 카르보네이트) 및 다른 지방족 폴리카르보네이트, 및 문헌[chapter 2, section 2.4 "Binders" of R.E. Mistler, E.R. Twinn, Tape Casting: Theory and Practice, American Ceramic Society, 2000]에 기재된 기타 재료가 포함된다. 이들 재료에 대한 다수의 상업적 공급처가 존재한다. 이들 재료는 전형적으로 열분해 또는 연소를 통한 열적 분해 또는 용해를 통해 제거하기가 용이하다.
- [0051] 본 발명의 광학 적층물을 제조하기 위해 이용될 수 있는 대안적인 구조화된 라미네이션 전사 필름 기법은, 2013년 2월 27일자로 출원된 미국 특허 출원 제13/778276호(프리(Free) 등)의 매설된 구조물들을 갖는 라미네이션 전사 필름 기법을 이용하는 것이다. 이러한 기법에서, 이형가능 표면을 갖는 라이너(캐리어 기재) 및 이형가능 표면 상의 희생 템플릿 층을 포함하는 라미네이션 전사 필름이 제조된다. 희생 템플릿 층은 희생 재료 및 무기 나노재료들을 포함한다. 라미네이션 전사 필름은 임의의 열가소성 복제 기법(예컨대, 핫 엠보싱)을 이용하여 희생 템플릿 층 상의 구조화된 표면을 생성하도록 구조화된다. 이어서, 구조화된 희생 템플릿 층은 백필 층으로 코팅되고 많은 경우에 그에 의해 실질적으로 평탄화된다. 필름은 수용체 기재에 라미네이팅되고, 라이너는 제거된다. 선택적인 접착 촉진 층을 백필 층 또는 수용체 기재에 적용할 수 있다. 이어서, 희생 템플릿 층의 희생 재료는, 백필 층의 구조화된 표면 상에 나노재료의 고밀도화된 층을 남겨 두고서 베이킹 아웃된다.
- [0052] "나노재료의 고밀도화된 층"은, 무기 나노재료 및 중합체 또는 다른 유기 구성요소를 함유하는 층의 열분해 또는 연소로부터 생성되는 증가된 체적 분율의 나노재료를 갖는 층을 지칭한다. 고밀도화된 층은 나노재료, 부분-용융된(partially-fused) 나노재료, 화학적으로 소결된 나노재료, 소결 공정으로부터 생성되는 용융 유리-유사 재료, 또는 프리트(frit)를 포함할 수 있다. 이는 소결제 또는 결합제로서 작용하는 잔류성 비-미립자 유기 또는 무기 재료를 추가로 포함할 수 있다.
- [0053] 어딘가 다른 곳에서 설명된 희생 재료 및 백필 재료는 매설된 구조물들을 갖는 라미네이션 전사 필름 기법과 함께 사용될 수 있다. 적합한 무기 나노재료에는 금속 산화물의 나노입자와 같은 무기 나노입자가 포함될 수 있다. 나노입자는 입자 크기가 대략 5 내지 75 nm일 수 있다. 지르코니아, 실리카, 티타니아, 안티모니 산화물, 알루미늄, 주석 산화물, 및/또는 혼합 금속 산화물 나노입자가 10 중량% 내지 70 중량%의 양으로 라미네이션 전사 필름 내에 존재할 수 있다.
- [0054] 본 발명의 광학 적층물의 일부 실시 형태들에서, 제어된 광 확산을 제공하는 복수의 입자들 또는 비드들이 층들 중 하나 이상의 층들에 추가될 수 있다. 광학 적층물을 통하여 볼 때 그러한 비드들은 픽셀 이미지로 하여금 픽셀 크기보다 더 큰 영역에 걸쳐 확산되도록 할 수 있고, 이는 스파클을 감소시키는 것을 도울 수 있다. 일부 경우에, 도 1 내지 도 5c에 도시된 실시 형태들의 제1 층, 제2 층 및/또는 제3 층에 입자들이 추가될 수 있다. 일부 경우에, 도 6b에 도시된 실시 형태의 제1 층(625) 및/또는 제2 층(645)에 입자들이 추가될 수 있다. 일부 경우에, 도 6c에 도시된 실시 형태의 제1 층(625) 및/또는 제2 층(645) 및/또는 제3 층(627)에 입자들이 추가될 수 있다. 도 7은 제1 층(725), 제2 층(745), 제1 층(725) 내에 포함된 제1 입자들(753), 제2 층(745) 내에 포함된 제2 입자들(754), 및 격자(780)를 포함하는 광학 적층물(700)을 도시한다. 제1 입자들(753)은 크기 분포 또는 굴절률 또는 개수 밀도가 제2 입자들(754)의 크기 분포 또는 굴절률 또는 개수 밀도와 상이할 수 있다. 격자(780)는 일방향성 또는 2방향성일 수 있다.
- [0055] 스파클을 감소시키는 것에 더하여, 복수의 입자들 또는 비드들을 포함함으로써, 발생할 수 있는 혼색(iridescence)을 감소시킬 수 있다. 격자를 갖는 광학 적층물이 디스플레이 내에 포함될 때, 광학 적층물로부터의 주변 광의 반사의 주파수 의존성으로 인한 혼색이 때때로 관찰될 수 있다. 눈부심 방지 층이 그러한 혼색을 유의하게 감소시킬 수 있지만, 혼색은
- [0056] 눈부심 방지 층을 포함하지 않는 디스플레이에서 거부감을 줄 수도 있다. 광학 적층물 내에 입자들을 포함함으로써, 혼색이 감소되거나 실질적으로 제거될 수 있게 한다. 입자들은 본 명세서에 설명된 광학 적층물들 중 임의의 광학 적층물의 층들 중 임의의 층 내에 포함될 수 있다. 입자들은 격자에 바로 인접한 층 내에 포함될 수 있거나, 또는 입자들은 격자 층들에 근접하여 배치된 별개의 추가 층 내에 포함될 수 있다. 별개의 추가 층은 실질적으로 구조화되지 않은 표면을 갖는 필름일 수 있다.

- [0057] 약 0.5 마이크로미터 내지 약 30 마이크로미터의 범위 내의 입자 크기(즉, 평균 직경)가 원하는 확산 정도의 픽셀 이미지를 생성하는 데 효과적일 수 있다는 것이 밝혀졌다. 일부 실시 형태들에서, 입자의 평균 직경은 약 0.5 마이크로미터 초과, 또는 약 1 마이크로미터 초과 또는 약 2 마이크로미터 초과이고, 입자의 평균 직경은 약 30 마이크로미터 미만, 또는 약 20 마이크로미터 미만 또는 약 10 마이크로미터 미만이다.
- [0058] 일부 실시 형태들에서, 디스플레이는 어딘가 다른 곳에서 설명된 바와 같은 광학 적층물의 층들 중 하나 이상의 층들 내에 입자들을 갖는 광학 적층물을 포함하는데, 여기서 디스플레이는 복수의 픽셀들을 포함하고, 광학 적층물은 복수의 픽셀들에 근접하여 위치되어서 격자가 복수의 픽셀들을 포함하는 평면으로부터 거리 Z 에 있도록 한다. 복수의 픽셀들은 제1 방향에서의 피치 P 를 갖는다. 복수의 입자들은 실질적으로 단분산성(monodispersed)일 수 있고, 평균 직경 D 가 마이크로미터 단위로 Z 나누기 P 의 약 0.7 내지 약 2.5배의 범위 내에 있을 수 있다. 이러한 범위 내의 크기를 갖는 입자들이 원하는 확산 정도의 픽셀 이미지를 생성하는 데 효과적일 수 있다는 것이 밝혀졌다.
- [0059] 입자들과 이들이 위치되는 매질 간의 굴절률 차이의 절대값은 본 명세서에서 $|\Delta n|$ 으로 나타낸다. 약 0.001 내지 약 0.1의 범위 내의 $|\Delta n|$ 이 원하는 확산 정도의 픽셀 이미지를 생성하는 데 효과적일 수 있다는 것이 밝혀졌다. 일부 실시 형태들에서, $|\Delta n|$ 은 약 0.001 초과 또는 약 0.003 초과, 그리고 약 0.1 미만 또는 약 0.05 미만 또는 약 0.01 미만이다. 일부 실시 형태들에서, $|\Delta n|$ 은 약 0.003 내지 약 0.007의 범위 내에 있다. 예를 들어, CEF22 광학적으로 투명한 접착제(세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능함) 내의 PMMA 비드들은 532 nm에서 약 0.005 (및 405 nm에서 약 0.004 및 632 nm에서 약 0.003)의 $|\Delta n|$ 을 제공한다.
- [0060] 입자는 원하는 범위 내의 굴절률 및 크기를 갖는 임의의 입자일 수 있다. 입자는 구체, 타원체, 불규칙한 형상 또는 다른 형상을 가질 수 있다. 유리 비드 또는 중합체 비드가 사용될 수 있다.
- [0061] 일부 실시 형태에서, 입자는 실질적으로 단분산성이다. 실질적으로 단분산성 입자는, 입자의 90 퍼센트 이상 또는 95 퍼센트 이상이 평균 입자 직경의 5 퍼센트 이내 또는 10 퍼센트 이내의 직경을 갖도록 하는 입자 직경의 분포를 가질 수 있다. 실질적으로 단분산성 입자는 변동 계수(표준 편차/평균 \times 100 퍼센트)가 약 10 퍼센트 미만, 약 5 퍼센트 미만 또는 약 4 퍼센트 미만인 입자 직경의 분포를 가질 수 있다. 적합한 실질적으로 단분산성 입자에는, 약 3.5 퍼센트 미만의 변동 계수를 갖는 에프루이 나노파티클즈 앤드 마이크로스피어즈 컴퍼니 리미티드(EPRUI Nanoparticles & Microspheres Co. Ltd.)(중국 난징 소재)로부터의 단분산 PMMA 미소구체 또는 마이크로비즈 에이에스(Microbeads AS)(노르웨이 스케즈모코르셋 소재)로부터의 단분산 PMMA 미소구체가 포함된다.
- [0062] 약 10^4 mm^{-3} 내지 약 10^8 mm^{-3} 의 개수 밀도로 입자를 사용하는 것이 원하는 확산 정도의 픽셀 이미지를 생성하는 데 효과적일 수 있다는 것이 밝혀졌다. 전형적으로, 큰 입자 크기가 사용될 때 더 낮은 개수 밀도가 유용하고, 더 작은 입자 크기가 사용될 때 더 큰 개수 밀도가 유용하다. 일부 실시 형태들에서, 개수 밀도는 10^4 mm^{-3} 또는 10^5 mm^{-3} 초과, 그리고 10^8 mm^{-3} 또는 10^7 mm^{-3} 미만이다.
- [0063] 본 발명의 실시 형태들 중 임의의 실시 형태의 광학 적층물은, 예를 들어, 광학적으로 투명한 접착제를 사용하여 디스플레이의 외부 표면에 광학 적층물을 접착시킴으로써, 디스플레이 내에 포함될 수 있다. 이것은, 광학 적층물(801), 광학적으로 투명한 접착제 층(832), 및 외부 표면(837)을 갖는 디스플레이 유닛(836)을 포함하는 디스플레이(800)를 개략적으로 도시하는 도 8에 예시되어 있다. 본 발명의 임의의 광학 적층물일 수 있는 광학 적층물(801)은 광학적으로 투명한 접착제 층(832)을 통하여 디스플레이 유닛(836)에 부착된다. 일부 실시 형태들에서, 광학 적층물(801)의 외부 층이 광학적으로 투명한 접착제로 형성되고, 별개의 광학적으로 투명한 접착제 층, 예컨대 광학적으로 투명한 접착제 층(832)은 필요하지 않다. 대안적인 실시 형태들에서, 광학 적층물은 디스플레이의 외부 유리 층과 디스플레이 패널 사이에 위치될 수 있다. 디스플레이(800)는 디스플레이의 길이 또는 폭을 따르는 디스플레이 방향 d_1 을 갖는다. 광학 적층물(801)은 적어도 하나의 격자 배향 방향을 포함하는 배향을 갖는다. 예를 들어, 도 2를 참조하면, 요소(212)로 표현되는 제1 격자가 연장되는 방향인 제1 방향(213)이 격자 배향 방향을 정의한다. 유사하게, 도 6을 참조하면, 구조화된 표면(678)이 제1 피치(637)로 반복되는 방향인 제1 방향(627)이 격자 배향 방향을 정의한다. 디스플레이 방향과 격자 배향 방향 사이의 각도는 임의의 값일 수 있다. 그러나, 이러한 각도가 0도 초과 및 90도 미만이도록 광학 적층물을 위치시키는 것이 모아레(Moiré)를 감소시키는 데 유용할 수 있다. 일부 실시 형태들에서, 디스플레이 방향과 격자 배향 방향 사이의 각도는 약 5도 내지 약 85도 또는 약 10도 내지 약 80도 또는 약 20도 내지 약 70도의 범위 내에 있다.

- [0064] 본 명세서에 설명된 광학 적층물은 광원이 광학 적층물을 통하여 보여질 때 회절을 생성할 수 있다. 도 9는 광학 적층물(901)에 의해 생성되는 회절을 측정하기 위한 기법을 예시한다. 광원(920)은 광 빔(925)을 생성하는데, 광 빔은 광학 적층물(901)을 통하여 지향되어, 스크린(940) 상에 투영되는 회절된 광(935)을 생성한다. 광학 적층물(901)의 배향은, 광학 적층물(901)이 디스플레이 내에 사용될 때 광원에 대면하게 될 외부 주 표면이 광원(920)에 대면하도록 선택될 수 있다. 일부 실시 형태들에서, 광학 적층물은 도 10에 예시된 바와 같은 회절 패턴(1020)을 생성한다. 회절 패턴(1020)은 중심 회절 피크(1035), 회절된 광의 에너지의 대부분을 포함하는 9개의 회절 피크들의 세트(1036), 및 더 높은 차수의 회절 피크들(1037, 1038)을 포함한다.
- [0065] 광 빔(925)은 입사 파워 P_1 을 갖는다. 일부 경우에, 광 빔(925)은 약 532 nm의 파장을 갖는 레이저 광의 빔이다. 이러한 파장을 갖는 광을 생성하는 레이저에는, 녹색 레이저 포인터에서 일반적으로 사용되는 다이오드 펌프 솔리드 스테이트 진동수 배가(diode pumped solid state frequency-doubled, DPSSFD) 레이저가 포함된다. 다른 경우에, 광원(925)은 디스플레이에서의 픽셀이다. 픽셀은 녹색 픽셀일 수 있고, 약 520 nm 내지 570 nm의 범위 내의 파장을 갖는 광을 생성할 수 있다. 각각의 회절 피크는 광학 파워 크기(optical power content) 및 회절 차수를 갖는다. 9개의 회절 피크들의 세트(1036) 내의 회절 피크들의 각각의 파워 크기의 합은 본 명세서에서 P_9 로 나타낸다. 일부 실시 형태들에서, P_9 는 적어도 약 $0.6 P_1$, 또는 적어도 약 $0.7 P_1$, 또는 적어도 약 $0.8 P_1$, 또는 적어도 약 $0.9 P_1$ 또는 심지어 적어도 약 $0.95 P_1$ 이다. 일부 실시 형태들에서, 9개의 회절 피크들의 세트(1020) 내의 회절 피크들의 각각의 파워 크기는 약 $0.06 P_9$ 초과, 또는 약 $0.07 P_9$ 초과, 또는 약 $0.08 P_9$ 초과, 또는 약 $0.09 P_9$ 초과, 또는 약 $0.1 P_9$ 초과, 그리고 약 $0.18 P_9$ 미만, 또는 약 $0.17 P_9$ 미만, 또는 약 $0.16 P_9$ 미만, 또는 약 $0.15 P_9$ 미만, 또는 약 $0.14 P_9$ 미만, 또는 약 $0.13 P_9$ 미만, 또는 약 $0.12 P_9$ 미만이다. 일부 실시 형태들에서, 9개의 회절 피크들의 세트 내의 각각의 회절 피크의 파워 크기는 P_9 의 $1/9$ 과 실질적으로 동일하다.
- [0066] 일부 실시 형태들에서, 9개의 회절 피크들의 세트 내의 각각의 피크의 회절 차수는 9개의 회절 피크들의 세트 내에 있지 않은 각각의 회절 피크의 회절 차수보다 더 낮다. 하나의 2방향 격자 또는 2개의 일방향 격자들을 갖는 실시 형태들의 경우, 회절 차수는 정수들의 쌍(q_1, q_2)으로 표현될 수 있다. $q_1^2 + q_2^2$ 가 $p_1^2 + p_2^2$ 보다 더 작은 경우, 회절 차수(q_1, q_2)는 회절 차수(p_1, p_2)보다 더 낮다. 도 10에 도시된 실시 형태에서, 중심 회절 피크(1035)는 (0,0)의 회절 차수를 갖는 한편 9개의 회절 피크들의 세트(1036) 내의 나머지 8개의 회절 피크들은 회절 차수($\pm 1, 0$), ($0, \pm 1$) 또는 ($\pm 1, \pm 1$)를 갖는다. 더 높은 회절 차수를 갖는 회절 피크들(1037) 및 훨씬 더 높은 회절 차수들을 갖는 회절 피크들(1038)이 또한 도 10에 도시되어 있다. 회절 피크들(1037) 및 회절 피크들(1038)은 9개의 회절 피크들의 세트(1036) 내의 회절 피크들보다 더 낮은 파워 크기를 갖는다.
- [0067] 도 10에 도시된 실시 형태에서, 회절 패턴은 회절 피크들의 정사각형 어레이를 형성한다. 이것은, 광학 적층물이, 제1 방향에서의 피치가 제1 방향에 직교하는 제2 방향에서의 피치와 실질적으로 동일한 2방향 격자를 가질 때 전형적으로 발생할 것이다. 격자가 제1 방향에서의 제1 피치 및 제1 방향에 직교하지 않는 제2 방향에서의 제2 피치를 갖는 실시 형태에서, 회절 패턴은, 가장 낮은 9개의 회절 차수들을 갖는 9개의 회절 피크들의 세트(1136)를 도시하는 도 11에 예시된 바와 같이 축을 따라 길어질 수 있다.
- [0068] 회절 피크들 간의 세기 분포는 격자의 굴절률 차 \times 격자의 피크-밸리 높이를 변경함으로써 조절될 수 있다. 적절한 재료들 및 격자 기하형상을 선택함으로써, 주어진 파장의 광에 대해 9개의 가장 낮은 차수의 회절 피크들에 대한 대략 동일한 세기를 생성하도록 격자가 최적화될 수 있다. 많은 실시 형태들에서, 이러한 최적화를 위해 녹색 파장, 예컨대 532 nm가 선택되는데, 이는 녹색이 가시 스펙트럼의 중심 근처에 있고 눈이 녹색 광에 대한 높은 포토픽 반응(photopic response)을 갖기 때문이다.
- [0069] 일부 실시 형태들에서, 제1 일방향 격자의 굴절률 차 \times 제1 격자의 피크-밸리 높이는, 제1 파장을 갖는 광으로 조명될 때 제1 격자 단독에 의해 생성되는 가장 낮은 3개의 회절 차수들에 대략 동일한 세기를 제공하도록 선택되고, 제2 일방향 격자의 굴절률 차 \times 제2 격자의 피크-밸리 높이는, 제2 파장을 갖는 광으로 조명될 때 제2 격자 단독에 의해 생성되는 가장 낮은 3개의 회절 차수들에 대략 동일한 세기를 제공하도록 선택된다. 제2 파장이 제1 파장과 대략 동일한 실시 형태들에서, 제1 격자 및 제2 격자 양측 모두를 포함하는 광학 적층물은, 가장 낮은 회절 차수를 갖는 9개의 회절 피크들이 제1 파장 또는 제2 파장을 갖는 광으로 조명될 때 대략 동일한 세기들을 갖도록 하는 회절 패턴을 생성한다. 일부 실시 형태들에서, 제1 파장은 적색 광에 대한 파장 범위 내에 있고(예컨대, 475 nm), 제2 파장은 청색 광에 대한 파장 범위 내에 있다(예컨대, 650 nm). 녹색 파장 범위

내의 파장(예컨대, 532 nm)을 갖는 광으로 조명될 때, 3개의 회절 피크들의 제1 세트에서 더 높은 세기를 갖고 3개의 회절 피크들의 제1 세트의 양측 상의 3개의 회절 피크들의 각각의 세트에서 더 낮은 세기를 갖는 비대칭 세기 분포를 갖고서 회절 패턴이 생성된다. 그러한 비대칭 세기 분포는 일부 경우에 유용할 수 있다. 일부 실시 형태들에서, 제1 격자의 굴절률 차 \times 피크-밸리 높이와 제2 격자의 굴절률 차 \times 피크-밸리 높이 사이의 차이의 절대값은 10 nm 초과 또는 20 nm 초과, 그리고 100 nm 미만이다.

[0070] 도 12는 제1 색상을 갖는 제1 픽셀(1240)이 제1 색상을 갖는 일차 이웃 픽셀들(1250)에 의해 둘러싸인 상태 - 제1 픽셀(1240)과 일차 이웃 픽셀들(1250) 사이에 공간(1255)을 가짐 - 의 복수의 픽셀들을 도시한다. 제1 색상 이외의 색상을 갖는 픽셀들이 공간(1255) 내에 위치될 수 있다. 정사각형 격자(square lattice) 상의 정사각형 픽셀들로서 예시되어 있지만, 다른 기하형상들이 사용될 수 있다. 예를 들어, 일부 디스플레이는 실질적으로 직사각형 픽셀들을 사용한다. 픽셀들 사이의 간격은 또한 도 12에 예시된 것과 상이할 수 있고, 디스플레이 내에 사용된 픽셀들의 배열에 좌우될 수 있다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 제1 색상을 갖는 제1 픽셀(1240)의 "일차 이웃 픽셀들"은, 볼록한 영역(1270)과 교차하고 그 내부에 있는, 제1 픽셀(1240) 이외의 제1 색상을 갖는 픽셀들을 지칭하는데, 볼록한 영역은, 지점들의 세트 내의 각각의 지점에 제1 픽셀(1240)의 중심으로부터 그 지점까지의 라인이 도달될 수 있어 그 라인이 임의의 경계 라인들을 가로지르지 않도록 하는 특성을 갖는 지점들의 세트로서 정의될 수 있고, 여기서 경계 라인들은 다음과 같이 정의된다: 경계 라인(1274)은 제1 픽셀(1240)의 중심으로부터 제1 픽셀(1240)과 동일한 색상을 갖는 이웃 픽셀(1251)의 중심을 통하여 연장되는 라인(1272)에 수직인 라인이고, 경계 라인(1274)은 라인(1272) 상의 제1 픽셀(1240)로부터 가장 멀리 떨어져 있는 이웃 픽셀(1251)의 지점(1276)과 교차한다. (지점(1276)은 명확화를 위해 도 12에서 이웃 픽셀(1251)로부터 약간 변위되어 도시되어 있다.) 경계 라인은 제1 픽셀(1240)과 동일한 색상을 갖는 각각의 이웃 픽셀에 대해 정의된다. 픽셀들의 주기적 어레이의 경우, 최근접 이웃 픽셀들의 경계 라인들만이 볼록한 영역(1270)을 정의하는데 기여한다. 일차 이웃 픽셀들은 최근접 이웃 픽셀들 및 최근접 이웃들이 아닌 추가 픽셀들을 포함한다. 예를 들어, 도 12에서의 픽셀(1252)은 제1 픽셀(1240)의 일차 이웃이지만, 그것은 픽셀(1251)이 더 가깝기 때문에 최근접 이웃이 아니다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "이차 이웃 픽셀들"은 볼록한 영역(1270) 외측에 위치되는, 제1 픽셀과 동일한 색상을 갖는 픽셀들을 지칭한다. 이차 이웃들(1260)이 도 12에 도시되어 있다.

[0071] 도 13은 본 발명에 따른 광학 적층물을 통하여 조명되고 보여지는 제1 픽셀을 갖는 복수의 픽셀들을 도시한다. 제1 픽셀의 일차 이웃들(1350) 및 제1 픽셀의 이차 이웃들(1360)이 도 13에 도시되어 있다. 조명된 제1 픽셀은 일차 이미지(1342) 및 복수의 이차 이미지들(1352)을 생성하는데, 여기서 각각의 이차 이미지는 일차 이미지(1342)에 대한 측방향(즉, 도 13의 평면에서의) 변위(1393)를 갖는다. 일차 이미지는 가장 낮은 회절 차수에 의해 특징지어지고, 조명된 제1 픽셀로부터의 최소 변위를 갖는 이미지이다. 이차 이미지들은, 일차 이미지의 파워 크기의 적어도 0.2배의 파워 크기를 갖는, 일차 이미지 이외의 그러한 이미지들이라고 정의된다. 일차 이미지의 파워 크기의 0.2배보다 더 낮은 파워 크기를 갖는 이미지들로서 정의되는 삼차 이미지들(1362)이 또한 생성될 수 있다.

[0072] 스파클을 감소시키기 위해, 이차 이미지들이 픽셀들 사이의 공간 내에 위치되는 것이 바람직하다. 디스플레이의 해상도 저하를 피하기 위해, 이차 이미지들(1352)의 측방향 변위들(1393)은 이차 이미지들이 볼록한 영역(1370) 내부에 위치되도록 하는 것이 바람직하다. 일부 실시 형태들에서, 이차 이미지들(1352)의 측방향 변위들(1393)은 각각의 이차 이미지가 복수의 일차 이웃들(1350)과 오버랩되거나 또는 제1 픽셀과 복수의 일차 이웃들(1350) 사이의 공간과 오버랩하도록 하고, 여기서 이차 이웃 픽셀들(1360)과 복수의 이차 이미지들(1352)의 오버랩이 실질적으로 없다. 삼차 이미지들(1362)의 파워 크기가 디스플레이의 인지된 해상도를 유의하게 저하시키지 않도록 하기에 충분할 정도로 낮기 때문에, 희미한 삼차 이미지들(1362)이 이차 이웃 픽셀들(1360)과 오버랩되는 것이 허용가능하다.

[0073] 비드들이 광학 적층물의 하나 이상의 층들 내에 포함되는 실시 형태들에서, 제어된 광 확산을 제공하는 데 있어서의 비드들의 유효성은 도 9에 예시된 바와 같이 회절 패턴을 생성함으로써 시험될 수 있다. 비드들을 갖는 일방향 격자의 경우에 대한 생성된 회절 패턴의 일부분의 스케치가 도 14에 예시되어 있다. 중심 회절 피크(1410) 및 최근접 이웃 피크(1420)를 포함하는 3개의 최고 세기의 회절 피크들이 도 14에 도시되어 있다. 또한, 중심 회절 피크(1410) 상에 중심위치되고 2d의 반경을 갖는 원(1430)이 도시되어 있는데, 여기서 d는 중심 회절 피크(1410)와 그의 최근접 이웃(1420) 사이의 간격이다. 원(1430)은 중심 회절 피크로부터 거리 2d에 있는 지점(1440)을 포함한다. 각각의 회절 피크 둘레에, 광학 적층물 내의 비드들의 존재로 인해 흐릿한 조명된 영역(1450)이 형성된다. 이러한 효과는 회절 패턴을 가로지르는 세기 분포에 의해 특징지어질 수 있다. 세기 분포는 중심 회절 피크(1410)에서의 세기 I_0 , 중심 회절 피크(1410)와 최근접 이웃 회절 피크(1420) 사이의

중간 지점에서의 세기 I_{mid} , 및 중심 회절 피크로부터 거리 $2d$ 인 적어도 하나의 지점(1440)에서의 세기 I_{2d} 를 포함한다.

[0074] I_{mid} 는 광학 적층물이 디스플레이 내에 사용될 때 유효 픽셀 크기가 증가되어서 스파클이 감소되도록 하기에 충분할 정도로 높은 한편, I_{2d} 는 제1 픽셀로부터 이차 이웃 픽셀들에 대응하는 영역들로의 광의 유의한 산란이 없어서 디스플레이의 인지된 해상도가 유의하게 손상되지 않도록 하기에 충분할 정도로 낮은 것이 바람직하다. 심지어 작은 세기 I_{mid} 조차 스파클의 유용한 감소를 제공할 수 있다는 것이 밝혀졌다. 일부 실시 형태들에서, 입자들의 크기, 굴절률 및 개수 밀도(즉, 단위 체적당 입자들의 개수)는, I_{mid} 가 I_0 의 약 0.001배 초과 또는 I_0 의 약 0.01배 초과 또는 I_0 의 약 0.1배 초과이고 I_{2d} 가 I_0 의 약 0.001배 미만 또는 I_0 의 약 0.0001배 미만이도록 선택된다. 일부 실시 형태들에서, I_{2d} 는 I_{mid} 의 약 0.1배 미만 또는 I_{mid} 의 약 0.01배 미만이다.

[0075] 실시예

[0076] 실시예 1

[0077] 하기 절차에 따라 광학 필름 A를 제조하였다. 예를 들어, PCT 출원 공개 WO 00/48037호(캠벨(Campbell) 등), 및 미국 특허 제7,350,442호(에네스(Ehnes) 등) 및 제7,328,638호(가디너(Gardiner) 등)에 기재된 바와 같이 고속 공구 서보(fast tool servo, FTS)를 활용한 다이아몬드 선삭(diamond turning) 방법을 이용하여 공구를 제작하였다. 예를 들어, 미국 특허 제5,175,030호(루 등) 및 제5,183,597호(루)에 기재된 바와 같이 캐스트 및 경화 공정(cast-and-cure process)에서 그 공구를 사용하여, 5 밀(mi)(0.13 mm) 두께의 PET 필름의 프라이밍된(primed) 면 상에 사인곡선 구조물들을 생성하였다. 1.56의 굴절률을 갖는 아크릴레이트 수지를 사용하여 사인곡선 구조물들을 형성하였다. 사인곡선 구조물들은 피크-밸리 높이가 2.6 마이크로미터이고 피치(피크간 거리 또는 밸리간 거리)가 16 마이크로미터였다.

[0078] 사인곡선 구조물들의 피치가 8 마이크로미터인 것 이외에는 광학 필름 A에 대해 설명된 바와 같이 광학 필름 B를 제조하였다.

[0079] (독일 칼스루에 소재의 디스플레이-메스테크닉 앤드 시스템(Display-Messtechnik & Systeme)으로부터의) SMS 1000 스파클 측정 시스템을 사용하여 스파클을 측정하였다. 다음의 디바이스들의 각각에 대해 적절한 스크린 크기로 필름들을 절단하였다: 구글 넥서스(Google Nexus) 7 2013 모델(323 PPI를 가짐), 아마존(Amazon) 7 인치 킨들 파이어(Kindle Fire) HD(216 PPI를 가짐), 및 마이크로소프트 서피스(Microsoft Surface) RT(148 PPI를 가짐). 스파클 측정들은, 먼저 스크린에 걸쳐 제작자에서 추가 필름 없이 수행하였고, 이어서 내추럴 뷰 스크린 프로텍터(Natural View Screen Protector)(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가 가능한 눈부심 방지 필름)만을 이용하여 수행하였다. 이러한 제어들에 대한 결과들이 표 1에 나타나 있고, 각각 "필름 없음" 및 "NV"로 지정되어 있다.

[0080] 다음으로, 광학 필름 A의 샘플들을 1.47의 굴절률을 갖는 광학적으로 투명한 접착제로 오버코팅하였고, 이어서 디스플레이의 수평 방향에 대해 30도의 각도로 격자 배향 방향을 갖는 3개의 디바이스들의 각각의 스크린에 적용하였다. 사인곡선 구조물들의 피크-밸리 높이와, 사인곡선 구조물들을 형성하는 데 사용된 아크릴레이트와 광학적으로 투명한 접착제 사이의 굴절률 차이의 절대값의 곱은 약 234 nm였다. 스크린과 사인곡선 구조물들 사이에 접착제가 있도록 필름들을 디바이스들에 적용하였다. PET의 상부에 최외각 표면으로서 내추럴 뷰 스크린 프로텍터 필름을 적용하였다. 스파클을 다시 측정하였고, 이는 표 1에 NV-W로서 기록되어 있다.

[0081] 광학 필름 B의 샘플들을 광학 필름 A에 대해 설명된 바와 같이 3개의 디바이스들에 적용하였고, 광학 필름 B의 상부에 내추럴 뷰 스크린 프로텍터 필름을 적용하였다. 광학 필름 A에 대해 설명된 바와 같이 스파클을 측정하였고, 이는 표 1에 NV-N로서 기록되어 있다.

[0082] 7-인치 킨들 파이어 HD 스크린에 광학 필름 B의 다른 샘플을 상기한 바와 같이 적용하였다. 그러나, 이러한 경우에, 광학적으로 투명한 접착제는 35 중량%의 CA10 스페로머즈(Spheromers)(노르웨이 스케즈모코르셋 소재의 마이크로비즈 에이에스로부터 입수가 가능한, 10 마이크로미터 직경 및 약 1.50의 굴절률을 갖는 나노크기의 구체 입자들)를 함유하였다. 광학 필름 B의 상부에 내추럴 뷰 스크린 프로텍터 필름을 다시 적용하였다. 전술된 바와 같이 스파클을 측정하였고, 이는 표 1에 NV-N-B로서 기록되어 있다.

[0083] 다음으로, 광학 필름 A의 2개의 조각들로 이루어진 광학 적층물을 전술된 비드가 없는 광학적으로 투명한 접착제로 조립하였다. 하나의 층의 광학적으로 투명한 접착제가 인접 층의 PET에 부착된 상태에서 2개의 필름들의

사인곡선 패턴들이 서로 수직으로 이어지도록 필름들을 배향시켰다. 필름들을, 전술된 동일한 비드가 없는 접착제로 7-인치 킨들 파이어 HD에 부착시켜서, 스크린에 가장 가까운 필름의 사인곡선 구조물들이 디스플레이의 수평 축에 대해 30도의 각도로 이어지도록 하였다. 상부 PET 표면 상에 내추럴 뷰 스크린 프로텍터 필름을 다시 적용하였다. 전술된 바와 같이 스파클을 측정하였고, 이는 표 1에 2D-W로서 기록되어 있다.

비드가 없는 접착제를 갖는 광학 필름 B의 2개의 조각들로 이루어진 유사한 적층물을 구글 넥서스 및 마이크로소프트 RT 스크린들에 적용하였다. 상부 PET 표면 상에 내추럴 뷰 스크린 프로텍터 필름을 다시 적용하였다. 전술된 바와 같이 스파클을 측정하였고, 이는 표 1에 2D-N으로서 기록되어 있다.

[표 1]

샘플	킨들 파이어 HD	구글 넥서스	마이크로소프트 RT
필름 없음	3.5	1.9	2.9
NV	7.9	9.4	7.1
NV-W	4.1	4.7	4.4
NV-N	2.7	2.8	3.3
NV-N-B	2.6		
2D-W	2.4		
2D-N		2.0	2.8

실시예 2

광학 필름 B의 샘플을 실시예 1에 설명된 비드가 없는 광학적으로 투명한 접착제로 코팅하여, 산란측정을 위한 시험 조각(샘플 "N"으로 나타냄)을 제공하였다. 광학 필름 B의 별개의 샘플을 실시예 1에 설명된 비드형성된(beaded) 광학적으로 투명한 접착제로 코팅하여, 산란측정을 위한 시험 조각(샘플 "N-B"로 나타냄)을 제공하였다. 1 cm의 빔 직경을 갖고 532 nm의 파장에서 동작하는 편광된 레이저를 사용한 산란계(scatterometer)로 산란 프로파일들을 측정하였다. 제자리에 샘플이 없는 인라인(in-line) 빔을 사용하여 세기들을 정규화하였다. (기구의 특색(signature)을 특징짓는) 인라인 빔을, 낮은 이득 및 중간 이득 둘 모두에서 측정하였다. 샘플 N 및 샘플 N-B 둘 모두를 중간 이득에서 측정하였다. 수평으로 이어지는 사인곡선 패턴으로 샘플들을 배향시켰다. 도 15는 산란 세기를 산란각(도(degree) 단위)의 함수로서 도시하는데, 여기서 0도는 직접 전방 산란이다. 곡선(1545)은 샘플 N(비드 없음)에 대한 세기 분포를 도시하고, 곡선(1535)은 비드들을 포함하는 샘플 N-B에 대한 세기 분포를 도시한다. 도시되지 않았지만, 곡선들은 음의 산란각들에 대해 대칭으로 연장될 것으로 예상된다.

실시예 3

마이크로소프트 RT 디바이스를 사용하여, 스크린 상의 단일 녹색 픽셀을 마이크로소프트 페인트(Microsoft Paint) 소프트웨어를 이용해 조명하였다. 광학 필름 B의 2개의 조각들로 이루어진 광학 적층물을 실시예 1에서와 같이 준비하였다. 광학 적층물을 실시예 1에 설명된 바와 같이 디바이스의 스크린에 부착하였지만, 내추럴 뷰 스크린 프로텍터 필름을 적용하지 않았다. 올림푸스(Olympus) MX50 현미경과 함께 올림푸스 U-TV 0.5XC-3 카메라 및 스트림 스타트(Stream Start) 소프트웨어(모두 미국 뉴욕 델빌 소재의 올림푸스 아메리카 인크.(Olympus America Inc.)로부터 입수가가능함)를 사용하여 이미지들을 캡처해서, 제자리에 광학 적층물을 갖는 스크린 이미지 및 광학 적층물을 갖지 않는 스크린 이미지를 비교하였다. 드러난 스크린에 의해, 단일의 조명된 픽셀 이미지만을 관찰하였다. 조명된 픽셀에 걸쳐 스크린에 광학 적층물을 적용한 후에, 9개의 픽셀 이미지들을 관찰하였다. 하부 픽셀 배열에 대해 약 45도 회전된 대략 정사각형 격자 상에 픽셀 이미지들을 배열하였다. 이차 이웃 픽셀들과 픽셀 이미지들 사이에 오버랩은 없었다.

실시예 4

실시예 3으로부터의 픽셀 이미지들의 세기들을 다음과 같이 측정하였다. 카메라 이미지들을 매트랩(Matlab)의 이미지 프로세싱 도구상자(미국 매사추세츠주 나티크 소재의 매쓰워크스(MathWorks)로부터 입수가가능함)로 불러왔다. 이 도구상자를 사용하여, 9개의 픽셀 이미지들 각각의 중심을 가로지르는 수평 라인들을 정의하였고, 그러한 라인들을 따르는 녹색 세기 값들을 결정하였다. 이미지를 가로지르는 라인을 따라 세기를 적분하고 이미지 폭으로 나눔으로써 픽셀 이미지당 평균 세기의 값을 계산하였다. 이러한 양은 픽셀 이미지들이 모두 유사한 크기들을 갖기 때문에 픽셀 이미지의 파워 크기에 비례하는 것으로 간주되었다. 이어서, 9개의 픽셀 이미지들 전부에 대해 픽셀 이미지당 평균 세기의 합 I_9 를 계산하였다. 합 I_9 는 각각의 픽셀 이미지의 파워 크기의 합 P_9

에 비례할 것으로 예상된다. 이미지당 각각의 픽셀 이미지의 평균 세기 대 I_0 의 비를 또한 계산하였다. 픽셀 이미지당 평균 세기 및 9개의 픽셀 이미지들에 대한 비 둘 모두가 표 2에 기록되어 있다. (픽셀 이미지 번호 5는 중심에 있었고, 픽셀 이미지 번호 1 및 픽셀 이미지 번호 9는 각각 중심 이미지의 위 및 아래에 있었고, 픽셀 이미지 번호 3 및 픽셀 이미지 번호 7은 각각 중심 이미지의 우측 및 좌측에 있었고, 픽셀 이미지 번호 4는 중심 이미지의 상부 좌측에 있었고, 픽셀 이미지 번호 6은 중심 이미지의 하부 우측에 있었고, 픽셀 이미지 번호 2는 중심의 상부 우측에 있었고, 픽셀 이미지 번호 8은 중심의 하부 좌측에 있었다.)

[0093] 표 2의 데이터는 디스플레이에서의 단일 녹색 픽셀을 조명함으로써 수집되었지만, 녹색 레이저가 광학 적층물을 조명하는 데 사용된 경우 유사한 결과들이 예상될 것이다. 특히, 표에 기록된 비들은, 녹색 레이저가 회절 패턴을 생성하는 데 사용된 경우 회절 피크들의 파워 크기들 대 각각의 회절 피크의 파워 크기들의 합 P_0 의 비들에 대응할 것으로 예상된다.

[0094] [표 2]

픽셀 이미지 번호	픽셀 이미지당 세기	비
1	83.51	0.098
2	93.84	0.111
3	87.48	0.103
4	93.26	0.110
5	111.71	0.132
6	98.96	0.117
7	89.11	0.105
8	98.98	0.117
9	91.35	0.108

[0095]

[0096] 다음은 본 발명의 예시적인 실시 형태들의 목록이다.

[0097] 실시 형태 1은 광학 적층물로서, 제1 층 및 제1 층에 인접한 제2 층을 포함하고, 제1 층과 제2 층 사이의 계면이 제1 격자를 포함하고, 제1 층은 굴절률 n_1 을 갖고, 제2 층은 굴절률 n_2 를 갖고, 제1 격자는 피크-밸리 높이 h 를 갖고, $|n_1 - n_2| \times h$ 는 약 150 nm 내지 약 350 nm이고, 제1 격자는 약 2 마이크로미터 내지 약 50 마이크로미터의 범위 내의 제1 피치를 갖고, 제1 층 또는 제2 층 또는 제1 층과 제2 층 둘 모두는, 광학 적층물이 약 532 nm의 파장을 갖는 레이저 광으로 조명될 때 회절 패턴이 생성되도록 하는 크기, 굴절률 및 개수 밀도를 갖는 복수의 입자들을 포함하고, 회절 패턴은

[0098] 세기 I_0 를 갖는 중심 회절 피크;

[0099] 중심 회절 피크로부터 거리 d 에 위치한 최근접 이웃 회절 피크;

[0100] 및

[0101] 세기 분포를 포함하고, 세기 분포는

[0102] 중심 회절 피크와 최근접 이웃 회절 피크 사이의 중간 지점에서의 세기 I_{mid} ; 및

[0103] 중심 회절 피크로부터 거리 $2d$ 인 지점에서의 세기 I_{2d} 를 포함하고,

[0104] I_{mid} 는 I_0 의 약 0.01배보다 더 크고 I_{2d} 는 I_0 의 약 0.001배보다 더 작은, 광학 적층물이다.

[0105] 실시 형태 2는, 제1 격자가 일방향 격자인 실시 형태 1의 광학 적층물이다.

[0106] 실시 형태 3은, 제1 격자가 2방향 격자인 실시 형태 1의 광학 적층물이다.

[0107] 실시 형태 4는, I_{mid} 가 I_0 의 약 0.1배보다 더 큰 실시 형태 1의 광학 적층물이다.

[0108] 실시 형태 5는, 제1 층이 광학적으로 투명한 접착제를 포함하는 실시 형태 1의 광학 적층물이다.

[0109] 실시 형태 6은, 제1 층이 중합체 또는 중합체 복합체를 포함하는 실시 형태 1의 광학 적층물이다.

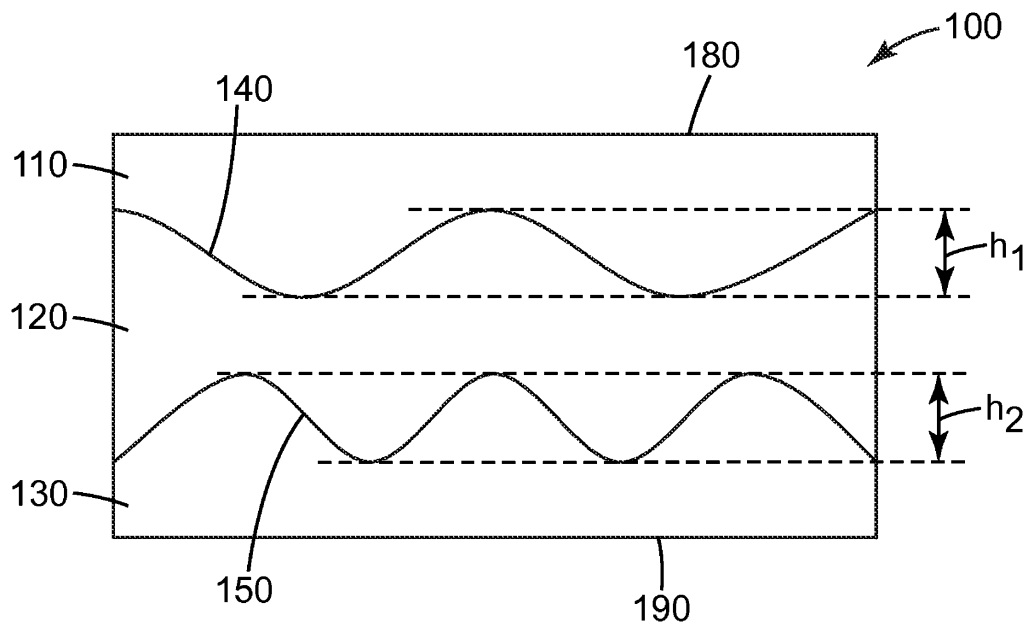
[0110] 실시 형태 7은, 제2 층이 광학적으로 투명한 접착제를 포함하는 실시 형태 1의 광학 적층물이다.

[0111] 실시 형태 8은, 제2 층이 중합체 또는 중합체 복합체를 포함하는 실시 형태 1의 광학 적층물이다.

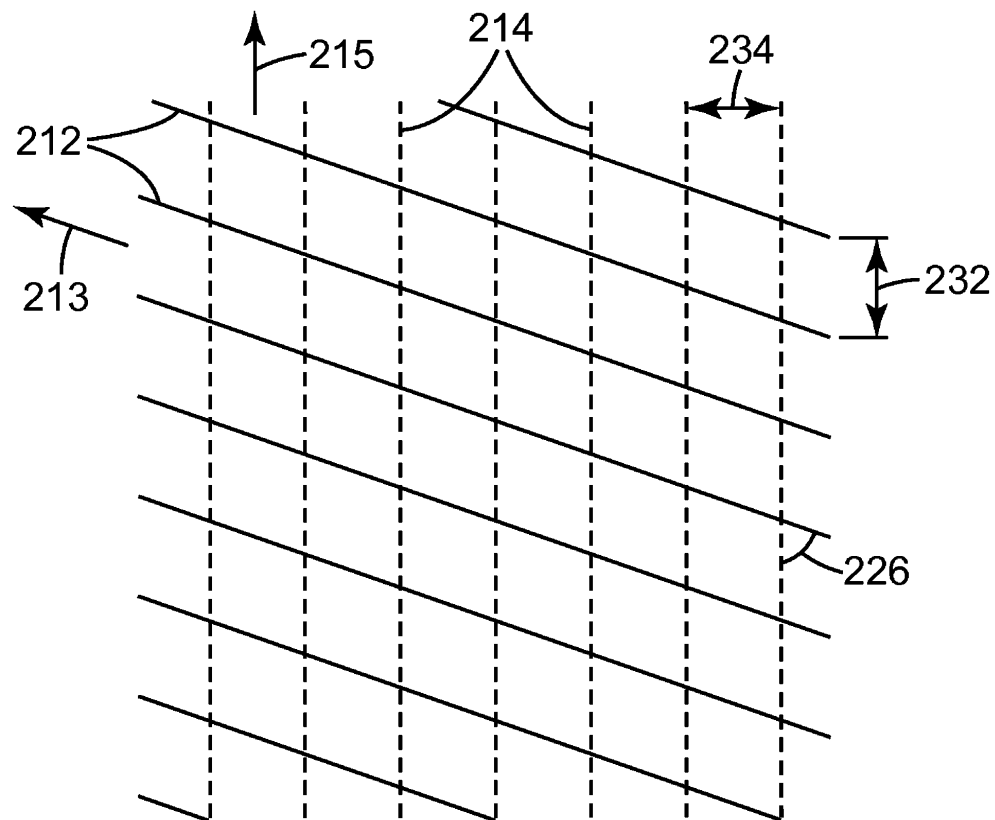
- [0112] 실시 형태 9는, 제1 층의 반대편인 제2 층에 인접한 제3 층을 추가로 포함하는 실시 형태 1의 광학 적층물이다.
- [0113] 실시 형태 10은, 제3 층이 중합체 또는 중합체 복합체 또는 광학적으로 투명한 접착제를 포함하는 실시 형태 9의 광학 적층물이다.
- [0114] 실시 형태 11은, 제2 층과 제3 층 사이의 계면이 제2 격자를 포함하는 실시 형태 9의 광학 적층물이다.
- [0115] 실시 형태 12는, 제1 격자가 제1 방향을 실질적으로 따라 연장되는 제1 일방향 격자이고, 제2 격자가 제1 방향과는 상이한 제2 방향을 실질적으로 따라 연장되는 제2 일방향 격자인 실시 형태 11의 광학 적층물이다.
- [0116] 실시 형태 13은, 제1 방향 및 제2 방향이 실질적으로 직교하는 실시 형태 12의 광학 적층물이다.
- [0117] 실시 형태 14는, 복수의 입자들이 약 0.5 마이크로미터 내지 약 30 마이크로미터의 범위 내의 평균 직경을 갖는 실시 형태 1의 광학 적층물이다.
- [0118] 실시 형태 15는, 복수의 입자들에서의 입자들과 이들이 위치되는 매질 간의 굴절률 차이의 절대값이 약 0.001 내지 약 0.1의 범위 내에 있는 실시 형태 1의 광학 적층물이다.
- [0119] 실시 형태 16은, 제2 층의 반대편인 제1 층에 근접한 눈부심 방지 층을 추가로 포함하는 실시 형태 1의 광학 적층물이다.
- [0120] 실시 형태 17은, 제1 층이 제2 층의 반대편인 외부 주 표면을 추가로 포함하고, 외부 주 표면이 눈부심 방지 특징부들을 포함하는 실시 형태 1의 광학 적층물이다.
- [0121] 실시 형태 18은, 광학 적층물이 가요성 필름인 실시 형태 1의 광학 적층물이다.
- [0122] 실시 형태 19는, 복수의 입자들이 실질적으로 단분산성인 실시 형태 1의 광학 적층물이다.
- [0123] 실시 형태 20은, 실시 형태 1 내지 실시 형태 19 중 어느 하나의 실시 형태의 광학 적층물을 포함하는 디스플레이로서, 디스플레이는 복수의 픽셀들을 포함하고, 광학 적층물은 복수의 픽셀들에 근접하여 위치되어서, 복수의 픽셀들 중 제1 색상을 갖는 제1 픽셀이 조명되고 광학 적층물을 통하여 보여질 때, 각각이 제1 픽셀로부터 측방향 변위를 갖는 복수의 이차 이미지들이 생성되도록 하고, 제1 픽셀은 제1 색상을 갖는 복수의 일차 이웃 픽셀들 및 제1 색상을 갖는 복수의 이차 이웃 픽셀들을 갖고, 각각의 이차 이미지의 측방향 변위는, 각각의 이차 이미지가 복수의 일차 이웃 픽셀들과 오버랩되거나 또는 제1 픽셀과 복수의 일차 이웃 픽셀들 사이의 공간과 오버랩되도록 하고, 이차 이웃 픽셀들과 복수의 이차 이미지들의 오버랩이 실질적으로 없는, 디스플레이이다.
- [0124] 실시 형태 21은, 복수의 픽셀들이 디스플레이 방향을 따라 반복되는 패턴으로 배열되고, 광학 적층물이 격자 배향 방향을 포함하는 배향을 갖고, 디스플레이 방향과 격자 배향 방향 사이의 각도가 약 5도 내지 약 85도의 범위 내에 있는 실시 형태 20의 디스플레이이다.
- [0125] 실시 형태 22는, 실시 형태 1 내지 실시 형태 18 중 어느 하나의 실시 형태의 광학 적층물을 포함하는 디스플레이로서, 디스플레이는 복수의 픽셀들을 포함하고, 광학 적층물은 복수의 픽셀들에 근접하여 위치되어서, 격자가 복수의 픽셀들을 포함하는 평면으로부터 거리 Z 에 있도록 하고, 복수의 픽셀들은 제1 피치 P 를 갖고, 복수의 입자들은 실질적으로 단분산성이고 직경 D 를 갖는데, D 는 마이크로미터 단위로 Z 나누기 P 의 약 0.7 내지 약 2.5 배의 범위 내에 있는, 디스플레이이다.
- [0126] 도면에서의 요소들에 대한 설명은, 달리 표시되지 않는다면, 다른 도면에서의 대응하는 요소들에 동일하게 적용하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명은 전술한 특정 실시 형태들로 제한되는 것으로 간주되어서는 안 되는데, 그 이유는, 본 발명의 다양한 태양들의 설명을 용이하게 하기 위하여 그러한 실시 형태들이 상세히 기술되어 있기 때문이다. 오히려, 본 발명은 첨부된 청구범위 및 그 등가물들에 의해 한정되는 바와 같은 본 발명의 범주 내에 속하는 다양한 변형들, 등가의 공정들, 및 대안적인 디바이스들을 포함한 본 발명의 모든 태양들을 포괄하는 것으로 이해되어야 한다.

도면

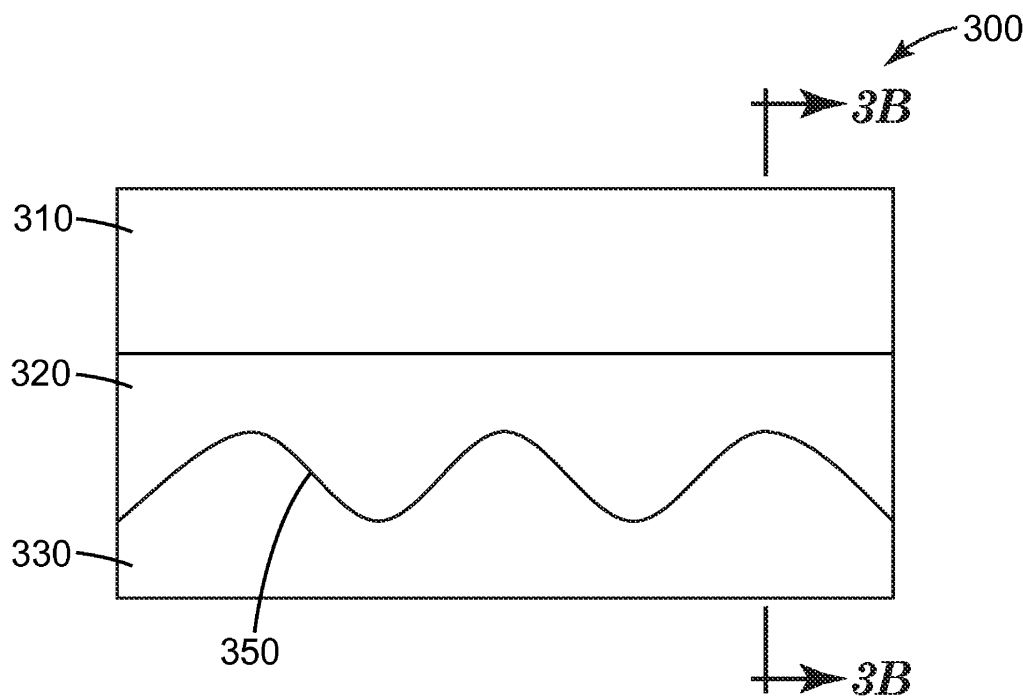
도면1



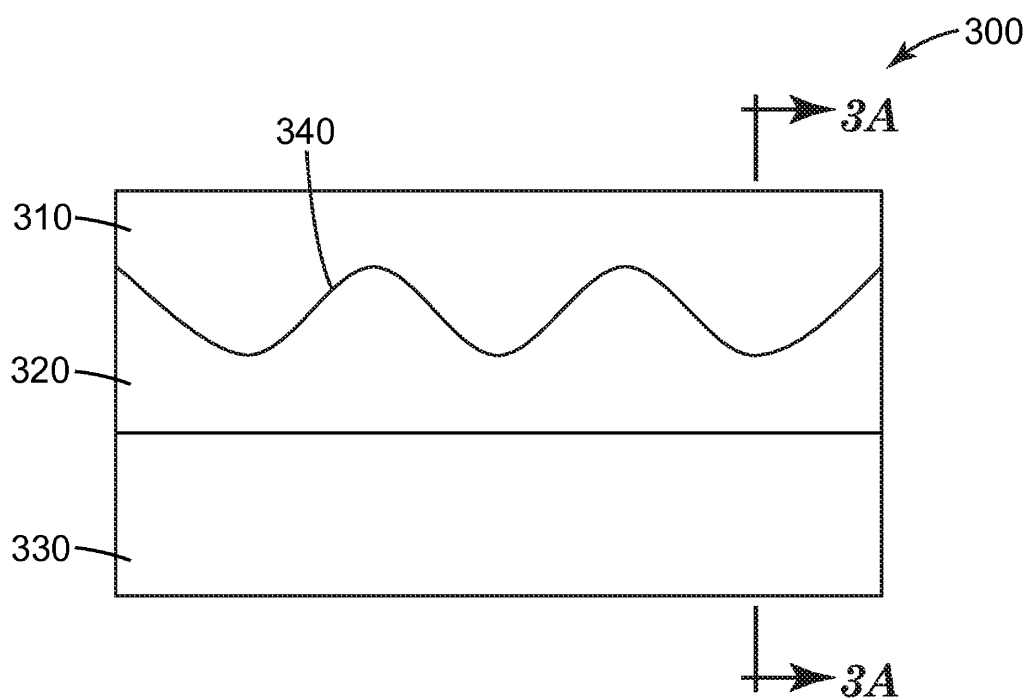
도면2



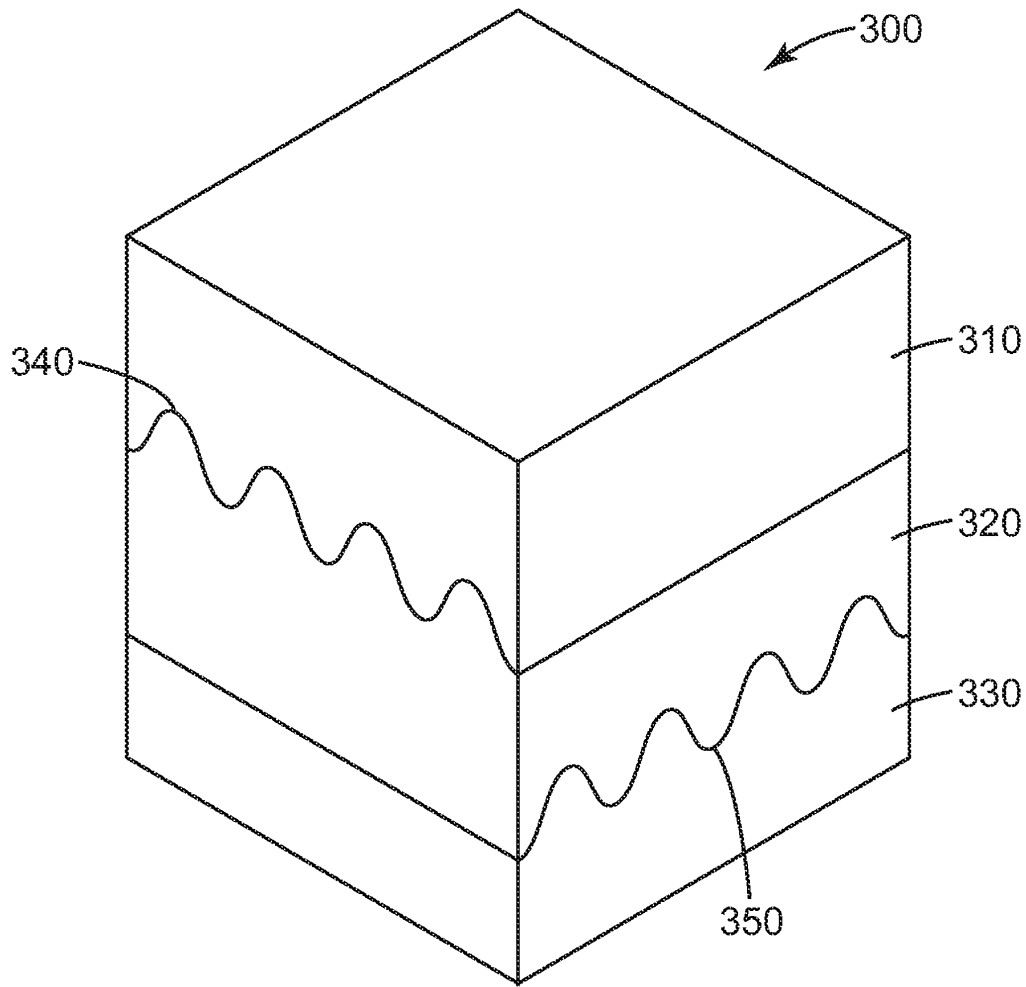
도면3a



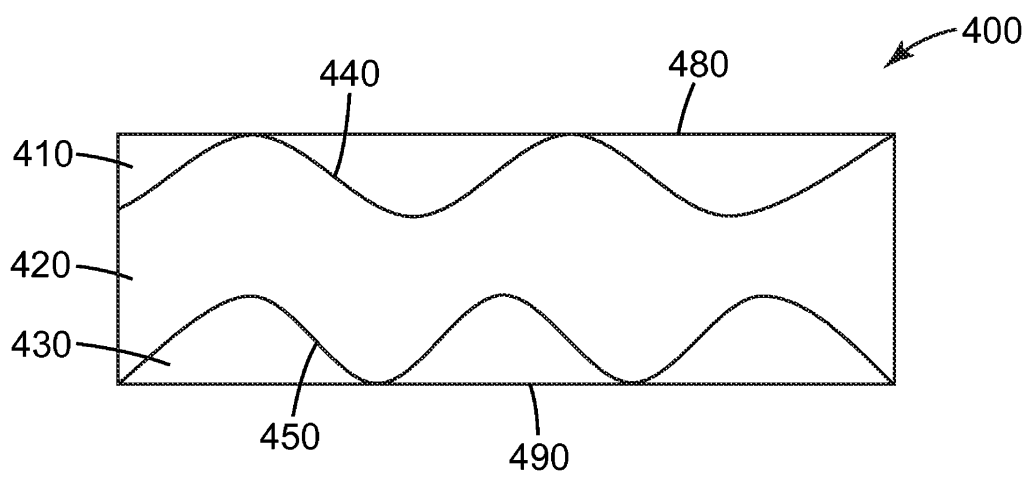
도면3b



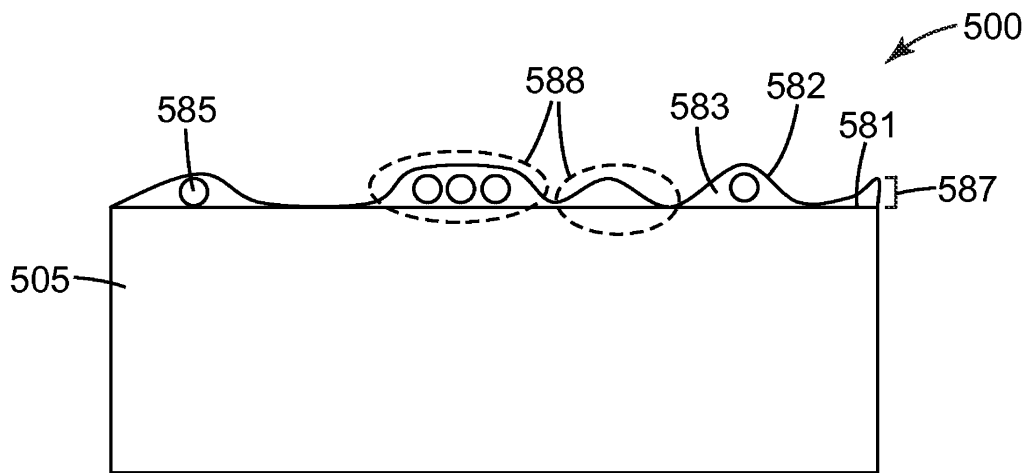
도면3c



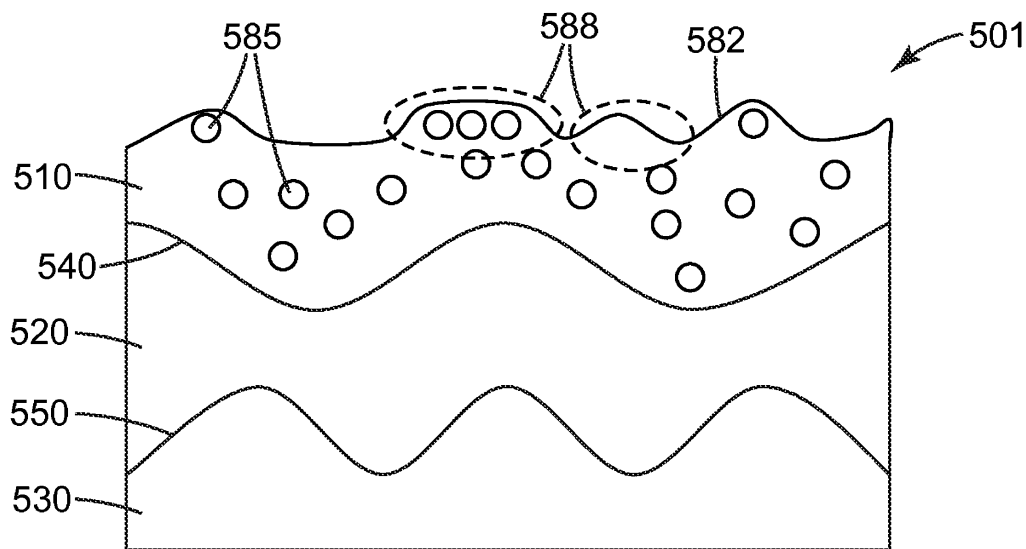
도면4



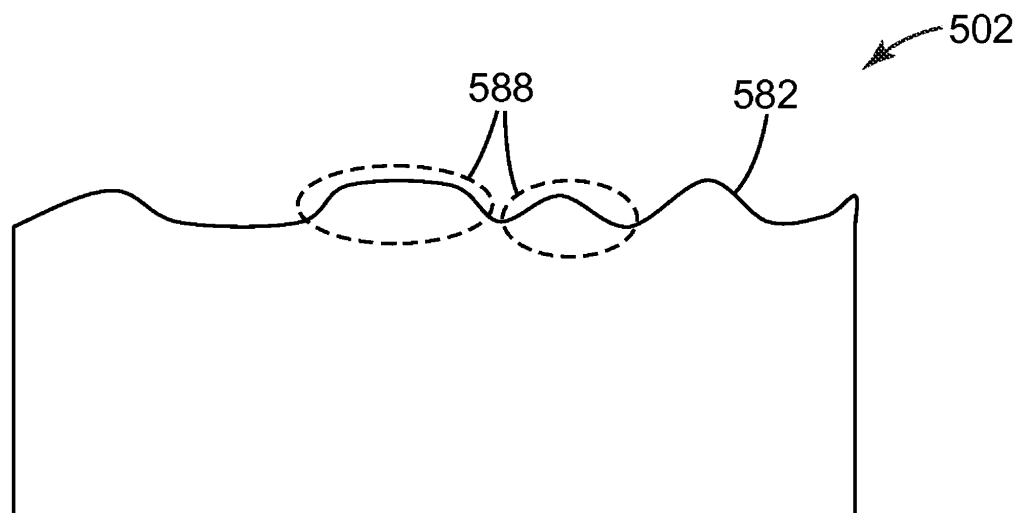
도면5a



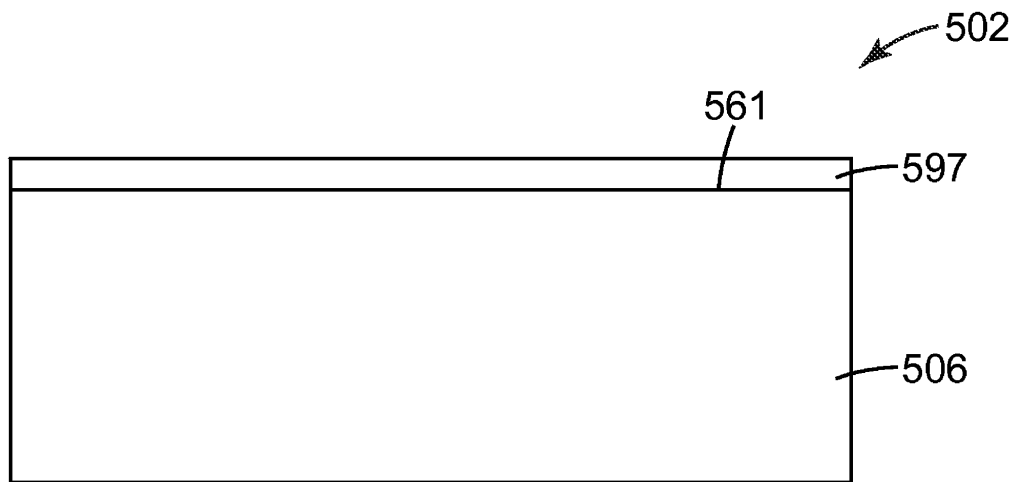
도면5b



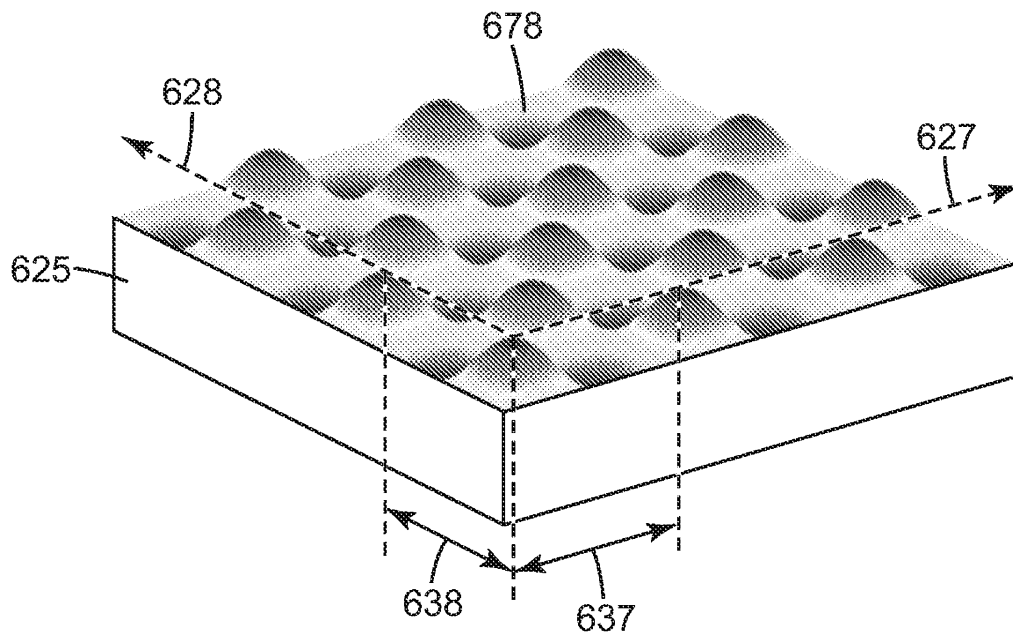
도면5c



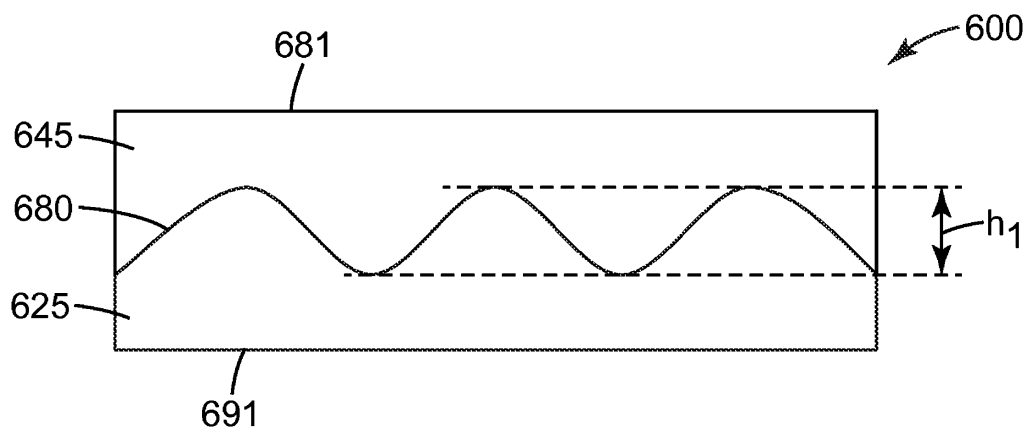
도면5d



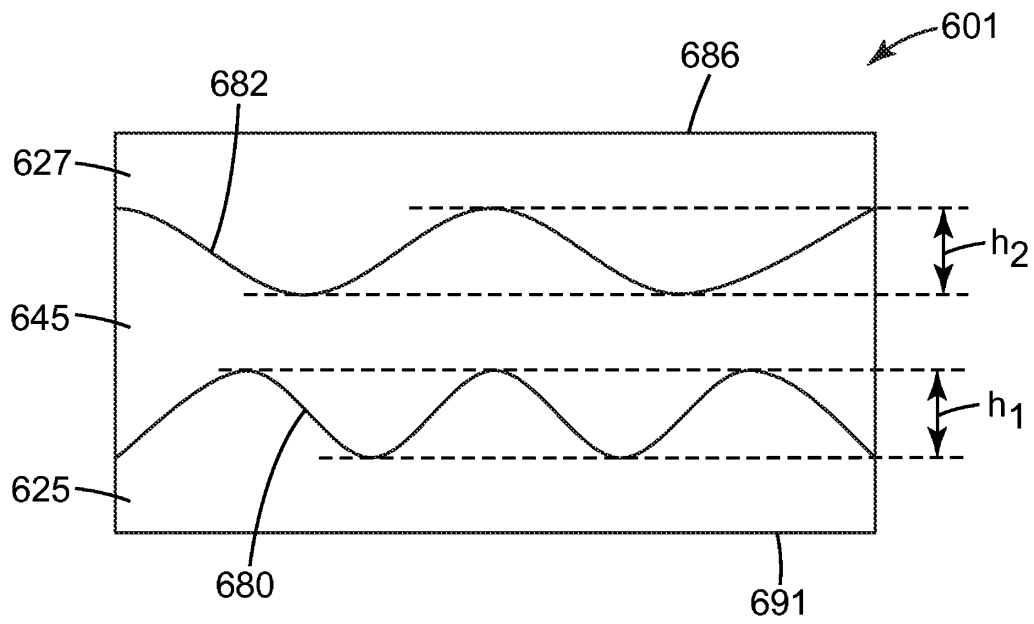
도면6a



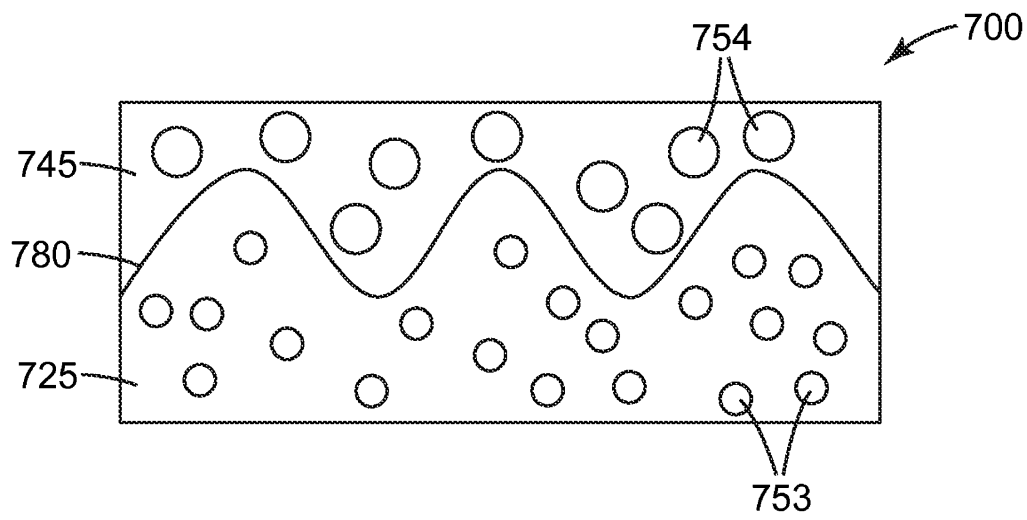
도면6b



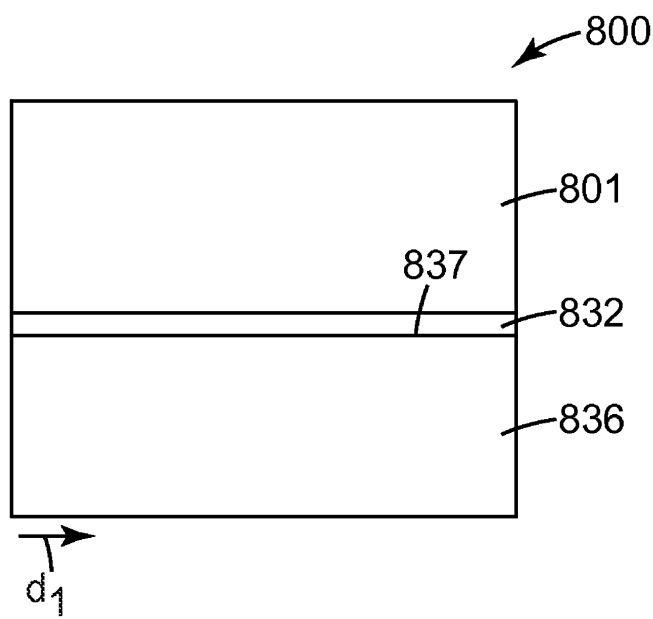
도면6c



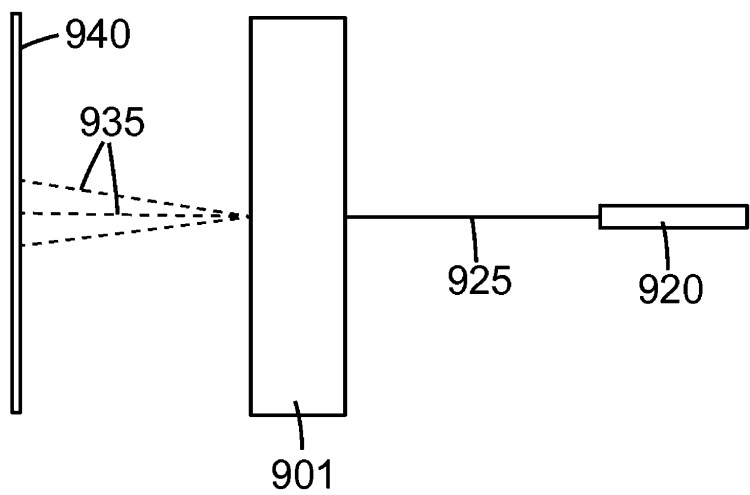
도면7



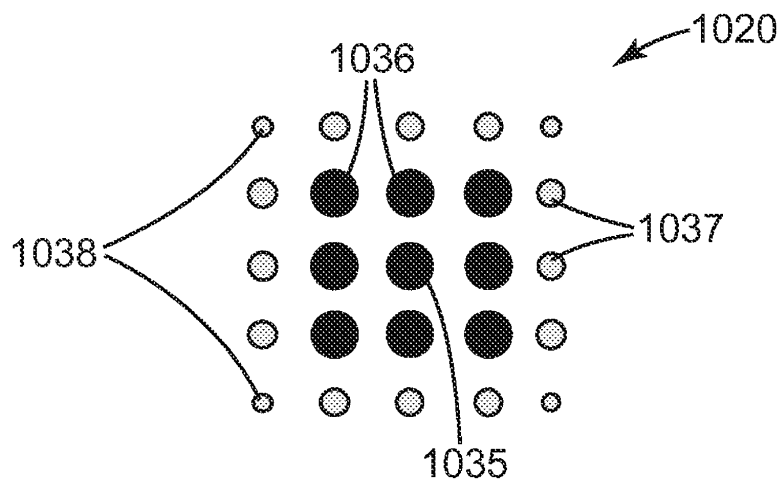
도면8



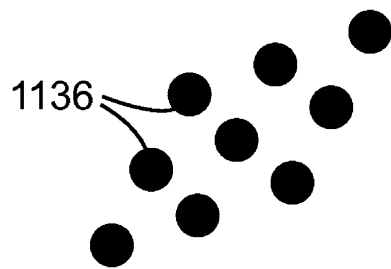
도면9



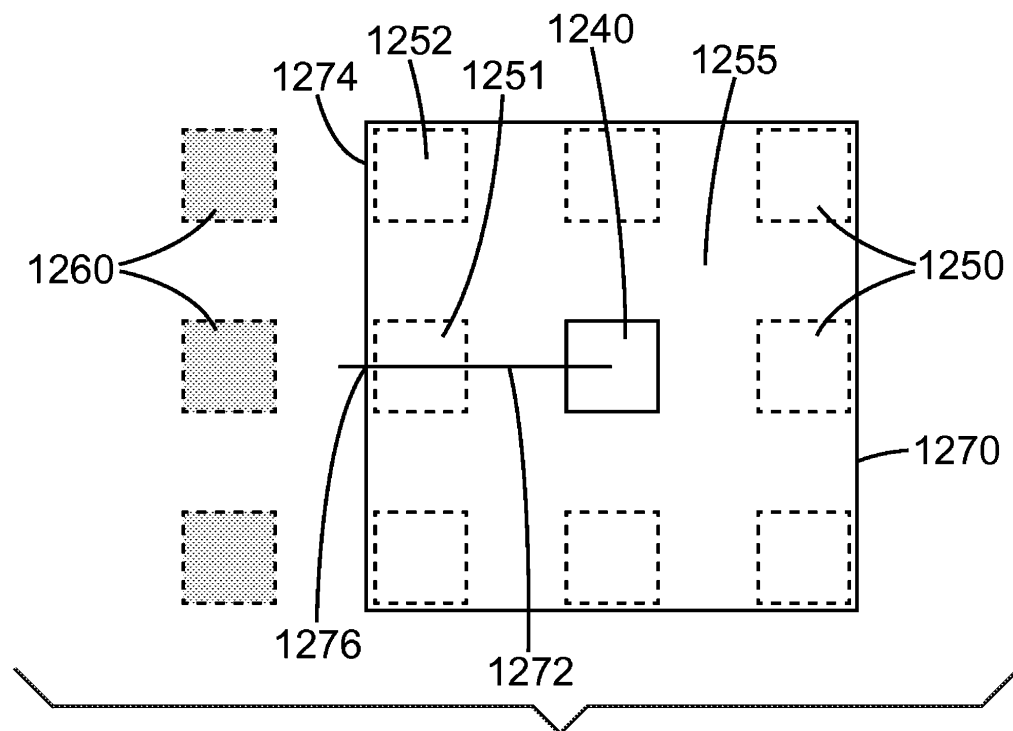
도면10



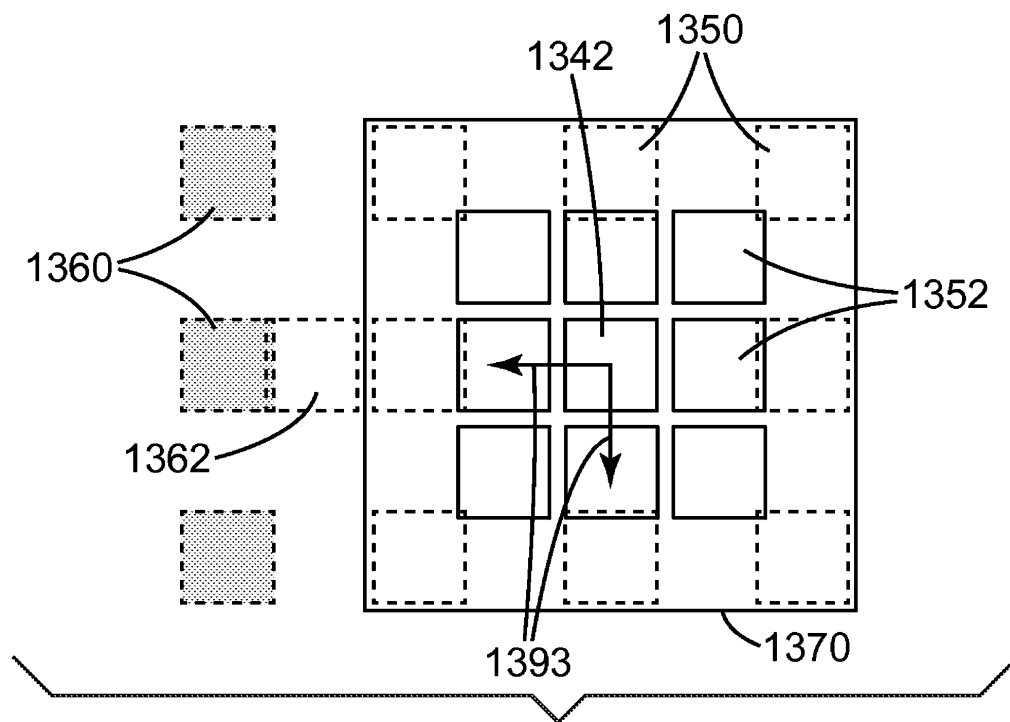
도면11



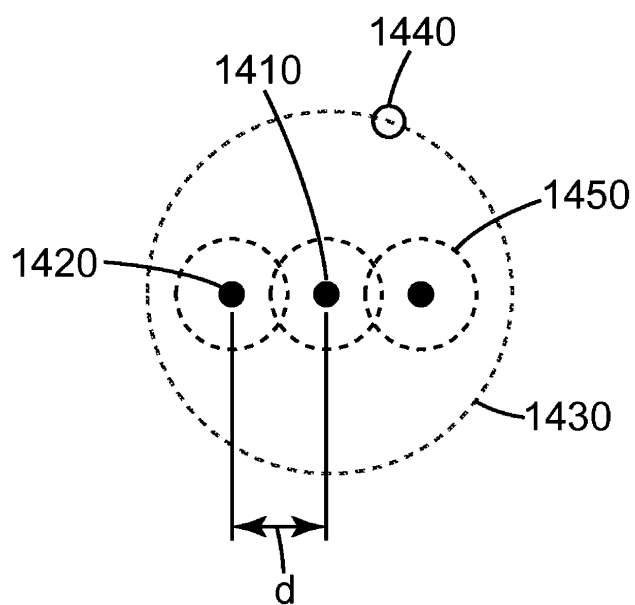
도면12



도면 13



도면14



도면15

