



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년08월09일

(11) 등록번호 10-2693642

(24) 등록일자 2024년08월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02F 1/01 (2006.01) **G03H 1/00** (2006.01)
G03H 1/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G02F 1/0147 (2021.01)
G02F 2203/10 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-7025061

(22) 출원일자(국제) 2019년01월30일

심사청구일자 2022년01월25일

(85) 번역문제출일자 2020년08월31일

(65) 공개번호 10-2020-0116147

(43) 공개일자 2020년10월08일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2019/052261

(87) 국제공개번호 WO 2019/149758

국제공개일자 2019년08월08일

(30) 우선권주장

18154494.1 2018년01월31일

유럽특허청(EPO)(EP)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020150066944 A*

WO2017138886 A1

US20180017840 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

아이엠이씨 브이제트더블유

벨기에 비-3001 루벤 카펠드리프 75

(72) 발명자

로텐베르그, 자비에르

벨기에 3001 루벤 카펠드리프 75 아이엠이씨 브이제트더블유 패턴트 디파트먼트 내

로드위직스, 크리스토프

벨기에 3001 루벤 카펠드리프 75 아이엠이씨 브이제트더블유 패턴트 디파트먼트 내

(74) 대리인

특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 15 항

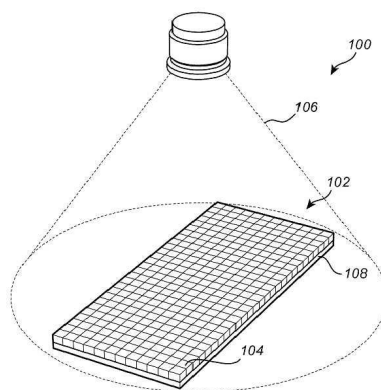
심사관 : 신영교

(54) 발명의 명칭 3 차원 광 필드의 분포를 형성하기 위한 광학 장치

(57) 요약

3 차원 광 필드의 분포를 형성하기 위한 광학 장치는: 개별적으로 어드레스 될 수 있는 단위 셀의 어레이; 를 포함하고, 스택을 포함하는 단위 셀의 어레이의 각 단위 셀은: 적어도 하나의 전극; 및 적어도 상 변화 물질(PCM) 층을 포함하는 공진 정의층 - 공진 정의층은 전자기파의 파장-의존적 면내 공진을 정의하기 위해 치수가 정해진

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1

형상 구조를 정의하도록 패터닝됨 - 을 포함하며; 적어도 하나의 전극은 단위 셀의 광학 특성을 제어하기 위해 공진 정의층에서 공진의 파장-의존성을 변경하기 위해 제어 신호를 수신하는 것에 기초하여 상 변화 물질의 상 변화를 야기하고; 단위 셀의 어레이의 단위 셀들은 분리되어 단위 셀의 PCM 층이 단위 셀에 인접한 PCM 층으로부터 분리된다.

(52) CPC특허분류

G02F 2203/50 (2013.01)

G02F 2203/60 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

3 차원 광 필드의 분포를 형성하기 위한 광학 장치에 있어서,
단위 셀의 어레이
를 포함하고,
상기 단위 셀의 어레이의 단위 셀은 상기 단위 셀의 광학 특성을 제어하기 위해 개별적으로 어드레스 될 수 있고,
상기 단위 셀의 어레이의 각 단위 셀은,
스택을 포함하고,
상기 스택은,
상기 단위 셀의 광학 특성을 제어하기 위한 제어 신호를 수신하기 위한 적어도 하나의 전극, 및
적어도 상 변화 물질(PCM) 층을 포함하는 공진 정의층
을 포함하고,
상기 공진 정의층은,
형상 구조를 정의하기 위해 패터닝되고,
상기 형상 구조는,
상기 공진 정의층의 평면에서 공진의 파장-의존성을 정의하도록 적어도 공진 정의층의 평면에서 치수가 정해지고,
상기 공진 정의층의 평면에서의 상기 형상 구조의 치수는,
원형(circular shape)의 직경에 의하여, 또는
상기 형상 구조의 에지(edge)의 크기에 대응하는 길이에 의하여
정의되고,
상기 형상 구조의 치수는,
 $\lambda/2$ 보다 작고,
여기서 λ 는 상기 단위 셀과 함께 사용되는 광의 파장이고,
상기 적어도 하나의 전극은,
상기 제어 신호를 수신하는 것에 기초하여 제1 상태와 제2 상태 사이에서 상기 상 변화 물질의 상 변화를 야기하도록 구성되고,
상기 상 변화 물질의 상 변화는,
상기 단위 셀의 광학 특성을 제어하기 위해 상기 공진 정의층의 평면에서 공진의 파장-의존성을 변경하고,
상기 단위 셀의 어레이의 단위 셀들은,
분리되어, 단위 셀의 PCM 층이 단위 셀에 인접한 PCM 층으로부터 분리되는
장치.

청구항 2

3 차원 광 필드의 분포를 형성하기 위한 광학 장치에 있어서,
단위 셀의 어레이
를 포함하고,
상기 단위 셀의 어레이의 단위 셀은 상기 단위 셀의 광학 특성을 제어하기 위해 개별적으로 어드레스 될 수 있고,
상기 단위 셀의 어레이의 각 단위 셀은,
스택을 포함하고,
상기 스택은,
상기 단위 셀의 광학 특성을 제어하기 위한 제어 신호를 수신하기 위한 적어도 하나의 전극, 및
적어도 상 변화 물질(PCM) 층을 포함하는 공진 정의층
을 포함하고,
상기 공진 정의층은,
형상 구조를 정의하기 위해 패터닝되고,
상기 형상 구조는,
상기 공진 정의층의 평면에서 공진의 파장-의존성을 정의하도록 적어도 공진 정의층의 평면에서 치수가 정해지고,
상기 적어도 하나의 전극은,
상기 제어 신호를 수신하는 것에 기초하여 제1 상태와 제2 상태 사이에서 상기 상 변화 물질의 상 변화를 야기하도록 구성되고,
상기 상 변화 물질의 상 변화는,
상기 단위 셀의 광학 특성을 제어하기 위해 상기 공진 정의층의 평면에서 공진의 파장-의존성을 변경하고,
상기 단위 셀의 어레이의 단위 셀들은,
분리되어, 단위 셀의 PCM 층이 단위 셀에 인접한 PCM 층으로부터 분리되고,
상기 형상 구조는,
상기 형상 구조의 길이를 정의하는 상기 PCM 층의 평면에서 한 방향으로 연장되고,
상기 형상 구조는,
상기 형상 구조의 두께가 $0.25 * \text{상기 형상 구조의 길이}$ 와 $1 * \text{상기 형상 구조의 길이}$ 사이의 범위에 있도록 치수가 정해지는
장치.

청구항 3

3 차원 광 필드의 분포를 형성하기 위한 광학 장치에 있어서,
단위 셀의 어레이
를 포함하고,
상기 단위 셀의 어레이의 단위 셀은 상기 단위 셀의 광학 특성을 제어하기 위해 개별적으로 어드레스 될 수 있고,
고,

상기 단위 셀의 어레이의 각 단위 셀은,
 스택을 포함하고,
 상기 스택은,
 상기 단위 셀의 광학 특성을 제어하기 위한 제어 신호를 수신하기 위한 적어도 하나의 전극, 및
 적어도 상 변화 물질(PCM) 층을 포함하는 공진 정의층
 을 포함하고,
 상기 공진 정의층은,
 형상 구조를 정의하기 위해 패터닝되고,
 상기 형상 구조는,
 상기 공진 정의층의 평면에서 공진의 파장-의존성을 정의하도록 적어도 공진 정의층의 평면에서 치수가 정해지
 고,
 상기 적어도 하나의 전극은,
 상기 제어 신호를 수신하는 것에 기초하여 제1 상태와 제2 상태 사이에서 상기 상 변화 물질의 상 변화를 야기
 하도록 구성되고,
 상기 상 변화 물질의 상 변화는,
 상기 단위 셀의 광학 특성을 제어하기 위해 상기 공진 정의층의 평면에서 공진의 파장-의존성을 변경하고,
 상기 단위 셀의 어레이의 단위 셀들은,
 분리되어, 단위 셀의 PCM 층이 단위 셀에 인접한 PCM 층으로부터 분리되고,
 상기 형상 구조는 상기 공진 정의층의 평면에서 원형인
 장치.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 형상 구조는,
 상기 공진 정의층의 평면에서 제1 방향으로 제1 크기 및 상기 공진 정의층의 평면에서 상기 제1 방향과 상이한
 제2 방향으로 상기 제1 크기와 상이한 제2 크기를 가지는
 장치.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 형상 구조는,
 상기 상 변화 물질에 의해 형성된 패터닝된 나노 입자인
 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 단위 셀의 스택은,
상기 패터닝된 나노 입자 상에 배열된 유전 물질
을 더 포함하는 장치.

청구항 7

제5항에 있어서,
상기 단위 셀의 스택은 유전 물질의 스페이서 층을 더 포함하고,
상기 스페이서 층은 상기 전극과 상기 패터닝된 나노 입자 사이에 배열되는
장치.

청구항 8

3 차원 광 필드의 분포를 형성하기 위한 광학 장치에 있어서,
단위 셀의 어레이
를 포함하고,
상기 단위 셀의 어레이의 단위 셀은 상기 단위 셀의 광학 특성을 제어하기 위해 개별적으로 어드레스 될 수 있
고,
상기 단위 셀의 어레이의 각 단위 셀은,
스택을 포함하고,
상기 스택은,
상기 단위 셀의 광학 특성을 제어하기 위한 제어 신호를 수신하기 위한 적어도 하나의 전극, 및
적어도 상 변화 물질(PCM) 층을 포함하는 공진 정의층
을 포함하고,
상기 공진 정의층은,
형상 구조를 정의하기 위해 패터닝되고,
상기 형상 구조는,
상기 공진 정의층의 평면에서 공진의 파장-의존성을 정의하도록 적어도 공진 정의층의 평면에서 치수가 정해지
고,
상기 적어도 하나의 전극은,
상기 제어 신호를 수신하는 것에 기초하여 제1 상태와 제2 상태 사이에서 상기 상 변화 물질의 상 변화를 야기
하도록 구성되고,
상기 상 변화 물질의 상 변화는,
상기 단위 셀의 광학 특성을 제어하기 위해 상기 공진 정의층의 평면에서 공진의 파장-의존성을 변경하고,
상기 단위 셀의 어레이의 단위 셀들은,
분리되어, 단위 셀의 PCM 층이 단위 셀에 인접한 PCM 층으로부터 분리되고,
상기 형상 구조는,
상기 공진 정의층의 물질에서 패터닝 된 벽에 의해 정의된 공동을 포함하는

장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 공동은 유전 물질로 채워진

장치.

청구항 10

제8항 또는 제9항에 있어서,

상기 공진 정의층은,

상기 공동의 하부의 제1 두께의 상기 상 변화 물질 및 벽 부분의 상기 제1 두께보다 큰 제2 두께를 갖는 상기 상 변화 물질에 의해 형성되는 상기 패터닝된 벽을 포함하는

장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 단위 셀의 스택은,

상기 상 변화 물질의 패터닝된 벽의 상부 상에 적어도 하나의 유전 물질층을 더 포함하는

장치.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 스택은,

상기 공동의 벽 및 하부의 코팅을 제공하는 상부 금속층을 포함하는

장치.

청구항 13

제8항 또는 제9항에 있어서,

상기 공진 정의층은 균일한 두께를 갖는 PCM 층 및 상기 PCM 층 상의 패터닝된 금속층을 포함하고,

상기 공동은 상기 금속층의 패터닝된 벽에 의해 정의되는

장치.

청구항 14

제8항, 제9항 또는 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 단위 셀의 스택은,

상기 전극과 상기 공동을 정의하는 상기 패터닝 된 벽 사이에 유전 물질의 스페이서 층을 더 포함하는 장치.

청구항 15

제1항 내지 제3항, 제8항 또는 제12항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 단위 셀 어레이의 제1 단위 셀의 형상 구조는,
상기 단위 셀 어레이의 제2 단위 셀의 상기 형상 구조와 관련하여 서로 상이한 치수를 갖는
장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 3 차원 광 필드의 분포를 형성하기 위한 광학 장치에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 홀로 그래픽 이미지를 디스플레이 하기 위해 3 차원 광 필드를 형성할 수 있는 광학 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 홀로그램 이미지는 광 필드의 3 차원 제어에 의해 형성된다. 특히, 변화하는 홀로그램 이미지를 표시하고자 하는 경우, 예를 들어, 홀로그램 비디오의 표시에서와 같이, 3 차원 광 필드를 형성하기 위한 광학 장치는 특성을 변화시키도록 제어될 필요가 있을 수 있다.

[0003] 따라서, 홀로그램 이미지를 표시하려면, 광학 장치에서 단위 셀의 응답이 변경될 필요가 있을 수 있다. 이와 관련하여, 층 스택의 응답을 변화시킬 수 있도록 상 변화 물질(phase-change material)(PCM)를 이용하는 것이 알려져 있다. PCM은 적어도 두 개의 잘 정의된 상태 사이에서 변화될 수 있는데, 여기서 PCM은 상이한 상태에서 상이한 광학 특성을 가지므로 광학 장치는 특성을 변화시킨다. 따라서, 단위 셀에 의해 반사되거나 투과되는 광의 세기 및 위상을 변조하기 위해 PCM의 얇은 층이 사용될 수 있다.

[0004] 호세이니, 피.(Hosseini P.), 라이트 씨.디(Wright C.D), 바스카란 에이치.(Bhaskaran H.), "저 차원 상 변화 박막으로 구현되는 광전자 프레임 워크(An optoelectronic framework enabled by low-dimensional phase-change films)", 네이처, 511권, 206~211페이지(Nature, vol.511, 2014 년 7 월 10 일), 극도로 얇은 상 변화 물질과 투명한 도체를 사용하여 반사 및 반투명 모드에서 전기적으로 안정한 색상 변화를 보여준다. 강성 박막과 연성 박막의 디스플레이에서 픽셀 방식을 사용하는 방법을 보여준다. 2 개의 ITO 층 사이에 개재된 상 변화 물질, Ge₂Sb₂Tes(GST)의 스택은 반사 표면의 상부에 증착된다. 하부 ITO 층의 두께는 GST의 상태에 따라 주어진 색상에 대한 스택의 반사율(reflectivity)을 조정하기 위해 변화될 수 있다.

[0005] 그러나, 예를 들어 홀로그램 이미지의 밝기 및/또는 선명도를 향상시키기 위해, 단위 셀의 상이한 상태들 사이의 광학 특성의 더 큰 차이가 요구될 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 목적은 개선된 광학 장치(optical device)를 제공하는 것으로, 이는 3 차원 광 필드(three-dimensional light field)의 분포의 개선된 제어를 위해 사용될 수 있다.

[0007] 본 발명의 이러한 목적 및 다른 목적은 독립항에 정의된 바와 같이 본 발명에 의해 적어도 부분적으로 충족된다. 바람직한 실시예는 종속항에 제시되어 있다.

- [0008] 첫 번째 측면에 따르면, 3 차원 광 필드의 분포를 형성하기 위한 광학 장치가 제공되며, 상기 광학 장치는 단위 셀의 어레이(array of unit cell)를 포함하고, 단위 셀의 어레이의 단위 셀(unit cell)은 단위 셀의 광학 특성(optical property)을 제어하기 위해 개별적으로 어드레스 될 수 있고, 단위 셀 어레이의 각 단위 셀은 스택을 포함하고, 상기 스택은 단위 셀의 광학 특성을 제어하기 위한 제어 신호(control signal)를 수신하기 위한 적어도 하나의 전극(electrode), 및 적어도 상 변화 물질(phase change material)(PCM) 층을 포함하는 공진 정의층(resonance defining layer)을 포함하고, 공진 정의층은 형상 구조(geometric structure)를 정의하도록 패터닝(pattern)되며, 형상 구조는 공진 정의층의 평면에서 공진의 파장-의존성(wavelength-dependency of resonance)을 정의(define)하도록 적어도 공진 정의층의 평면에서 치수가 정해지고(dimensioned), 적어도 하나의 전극은 제어 신호를 수신하는 것에 기초하여 제1 상태와 제2 상태 사이에서 상 변화 물질의 상 변화를 야기하도록 구성되며, 상 변화 물질의 상 변화는 단위 셀의 광학 특성을 제어하기 위해 공진 정의층의 평면에서 공진의 파장-의존성을 변경하고, 단위 셀의 어레이의 단위 셀들은 분리되어 단위 셀의 PCM 층이 단위 셀(adjacent unit cell)에 인접한 PCM 층으로부터 분리(separate)된다.
- [0009] 광학 장치는 공진 정의층의 평면에서 공진을 정의함으로써 단위 셀의 공진 특성을 제어하도록 패터닝 되어진 PCM 층을 포함한다. 따라서 층의 다층 스택의 층 두께가 입사 레이(incident ray)과(복수의) 반사 레이(reflected ray)의 파괴적인 간섭을 초래하는 평면 외 페브리-페롯(Fabry-Pérot) 공진(PCM의 한 상태에 대해)을 정의하는 형상(geometry)과는 반대로, 본 개시의 광학 장치는 평면내 공진을 정의하기 위해 상 변화 물질을 포함하는 패턴을 사용한다.
- [0010] 단위 셀의 공진을 정의하기 위하여 PCM 층을 사용하는 것이 본 발명의 인사이트이며, PCM의 제1 상태와 PCM의 제2 상태 사이의 단위 셀의 광학 특성의 차이는 상당할 수 있으며, 이는 PCM이 제1 또는 제2 상태에 있는 것에 기초하여 강한 응답을 가능하게 할 수 있다. 이는 광학 장치가 광학 장치에 의해 3 차원 광 필드 출력(three-dimensional light field output)의 분포의 정확한 제어를 가능하게 할 수 있음을 의미한다.
- [0011] 단위 셀의 공진 정의층은 PCM의 제1 상태와 제2 상태 사이의 단위 셀에 의한 파장의 투과 또는 반사의 비율(광학 장치가 들어오는 광빔을 반사 또는 투과하는 데 사용되는지에 따라)이 20 이상, 50 이상 또는 적어도 100 이상이 되도록 패터닝 될 수 있다.
- [0012] 광학 장치는 홀로 그래픽 디스플레이를 위한 광 필드를 형성하기 위해 사용될 수 있다는 것을 알아야 하며, 그러나 3 차원 광 필드의 제어는 다른 응용에서도 유용할 수 있다. 3 차원 광 필드를 형성하기 위한 광학 장치는 투과된 광빔(transmitted light beam)의 3 차원으로 제어된 분포를 투영할 수 있고, 이는 제어된 조명을 위한 임의의 유형의 응용에 사용될 수 있고 반드시 3 차원 광 필드에 기초하여 디스플레이 된 이미지의 형성과 결합될 필요는 없다. 상 변화 물질은 광학 특성의 상당한 변화를 수반하는 상 변화를 가질 수 있다. 광학 특성은 예를 들어 복합 굴절률 또는 복합 유전율 일 수 있다.
- [0013] 상 변화 물질은 결정 상태와 비결정 상태 사이에서 전환하도록 구성될 수 있다. 그러나, 제1 및 제2 상태는 상 변화 물질의 상태의 다른 구성 일 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 예를 들어, 상 변화 물질은 2 개의 상이한 결정질 상태 사이에서 전환하도록 구성될 수 있다.
- [0014] 단위 셀의 PCM 층이 인접한 단위 셀의 PCM 층으로부터 분리되도록 단위 셀의 어레이 내의 단위 셀이 분리됨으로써, 인접한 단위 셀의 PCM 층이 개별적으로 제어될 수 있다. 이것은 각각의 단위 셀이 개별적으로 어드레스 될 수 있고, 각각의 단위 셀에서 PCM의 상태를 제어함으로써 각각의 단위 셀로부터의 기여를 개별적으로 제어함으로써 출력 3 차원 광 필드의 분포의 제어를 가능하게 함을 의미한다.
- [0015] 인접한 단위 셀의 분리는 인접한 단위 셀의 PCM 층이 물리적으로 분리됨으로써 달성될 수 있다. 그러나, 인접한 단위 셀의 분리는 인접한 단위 셀의 적어도 하나의 전극이 물리적으로 분리됨으로써 분리될 수 있다. 따라서, 단위 셀의 PCM의 상 변화를 트리거 하기 위한 제어 신호는 인접한 단위 셀에 영향을 미치지 않을 수 있다.
- [0016] 위에 표시된 대로, 단위 셀의 원하는 공진 특성을 제공하는 형상 구조를 정의하는 것이 중요하다는 것은 공진 정의층의 두께뿐만 아니다. 오히려, PCM의 제1 또는 제2 상태에서 공진이 요구되는 파장에 맞는 공진 정의층의 평면에 형상 구조를 형성하는 것도 중요하다.
- [0017] 일 실시예에 따르면, 형상 구조는 공진 정의층의 평면에서 가시 파장의 공진의 파장-의존성을 정의하기 위해 공진 정의층의 평면에서 적어도 치수가 정해진다.
- [0018] 광학 장치는 가시 광빔 파장에 적합하게 사용될 수 있는데, 이는 사람이 3 차원 광 필드를 볼 수 있음을 의미하

기 때문이다. 홀로그램 이미지의 생성과 같은 많은 응용에서, 가시 파장의 사용이 요구된다. 그러나, 광학 장치는 대안적으로 근적외선, 적외선 또는 자외선 파장과 같은 다른 파장과 함께 사용될 수 있다. 그러므로, 형상 구조는 광학 장치의 원하는 동작 파장의 공진의 파장-의존성을 정의하기 위해 치수(dimension)가 설정될 수 있다.

- [0019] 3 차원 광 필드의 분포는 예를 들어 홀로그램 이미지를 디스플레이 하기 위해 사용될 수 있다. 따라서, 광학 장치는 홀로그램 이미지 또는 홀로그램 이미지의 비디오를 디스플레이 하는데 사용될 수 있다.
- [0020] 그러나, 3 차원 광 필드의 제어는 다른 응용에서도 유용할 수 있음을 알아야 한다. 3 차원 광 필드는 입사 광빔 (incident light beam)의 3 차원으로 제어된 분포를 투영할 수 있으며, 이는 광 검출 및 거리 측정(라이더), 3D 메모리, 및 이미징 시스템을 위한 고급 조명 원과 같은 다양한 응용에 사용될 수 있다.
- [0021] 일 실시예에 따르면, 형상 구조는 PCM 층의 평면에서 한 방향으로 연장되어 형상 구조의 길이를 정의하며, 형상 구조는 형상 구조의 두께가 $0.25 \times$ 형상 구조의 길이와 $1 \times$ 형상 구조의 길이 사이의 범위에 있도록 치수가 정해지고, 형상 구조의 길이는 $\lambda/2$ 보다 작으며, 여기서 λ 는 단위 셀과 함께 사용되는 광의 파장(wavelength of light to be used with the unit cell)이다.
- [0022] 이러한 치수로, PCM의 제1 상태 및 제2 상태에 대한 단위 셀의 광학 특성 사이의 강한 차이가 제공될 수 있도록 공진 정의층에서 면내 공진(in-plane resonance)을 형성하는 것이 가능할 수 있다.
- [0023] 다른 실시예에 따르면, PCM 층에서 형상 구조의 두께는 적어도 20 nm이다.
- [0024] 면내 공진은 주로 PCM 층에 형성될 수 있으므로, PCM 층은 너무 얇아서는 안된다. 이는 PCM의 제1 상태 및 제2 상태에 대한 단위 셀의 광학 특성 사이에 강한 차이를 발생시키기 위해 PCM 층에 충분한 양의 물질이 있음을 의미한다.
- [0025] 일 실시예에 따르면, 형상 구조는 공진 정의층의 평면에서 원형(circular)이다.
- [0026] 이는 형상 구조에 의해 들어오는 광에 대한 대칭 충격(symmetric impact)이 제공될 수 있음을 의미한다. 원형 형상 구조의 길이를 논의할 때, 원형 형상 구조(circular geometric structure)의 직경(diameter)이 길이로 사용되어야 한다.
- [0027] 일 실시예에 따르면, 형상 구조는 공진 정의층의 평면에서 제1 방향으로 제1 크기 및 공진 정의층의 평면에서 제1 방향과 상이한 제2 방향으로 제1 크기와 다른 제2 크기를 갖는다.
- [0028] 이는 형상 구조가 복수의 파장과 함께 사용되도록 적용될 수 있음을 의미한다. 따라서, 형상 구조의 타원형 또는 직사각형 형태를 사용하여, 단위 셀은 2 개의 직교 선형 편광(orthogonal linear polarization)을 사용하여 2 개의 상이한 파장에 대해 원하는 특성을 제공하도록 구성될 수 있다. 따라서, 장치는 상이한 파장과 함께 사용되는 유연성을 제공할 수 있다.
- [0029] 형상 구조에 의해 2 개 이상의 상이한 크기가 정의될 수 있음을 알아야 한다. 예를 들어, 형상 구조는 육각형 형태를 가질 수 있으며, 이는 단위 셀이 3 개의 상이한 파장에 대해 원하는 특성을 제공하도록 적용될 수 있게 한다.
- [0030] 형상 구조는 원하는 광학 특성을 제공하기 위해 많은 다른 방식으로 형성될 수 있다. 형상 구조의 치수는 형상 구조를 형성하기 위해 패터닝 된 PCM 층이 배열되는 환경에 의존할 수 있다. 공진 정의층을 포함하는 단위 셀 스택의 상이한 셋업의 상이한 이점이 있을 수 있고, 형상 구조는 원하는 광학 특성을 제공하기 위해 상이한 셋업에 따라 설계되거나 치수가 정해질 수 있다. 예를 들어, 일부 셋업은 형상 구조가 작고 및/또는 얇아질 수 있게 하여, 단위 셀의 어레이의 조밀한 배열을 가능하게 할 수 있다. 다른 셋업은 제1 상태와 제2 상태 사이의 광학 특성에서 매우 큰 차이를 허용할 수 있다. 이는 3 차원 광 필드의 분포의 정확한 제어를 용이하게 하고, 예를 들어 고품질의 홀로그램 이미지의 디스플레이를 가능하게 한다.
- [0031] 일 실시예에 따르면, 형상 구조는 상 변화 물질에 의해 형성된 패터닝 된 나노 입자이다.
- [0032] 이는 형상 구조가 상 변화 물질에서 형성된 입자 형태로 제공됨을 의미한다. 이것은 형상 구조가 입자로서 형성된 포지티브 구조로서 제공되기 때문에 비교적 단순한 구조가 형성됨을 의미한다. 그러나, 아래에 더 설명되는 바와 같이, 형상 구조는 대신 상 변화 물질에서 공동(cavity)으로서 형성될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.
- [0033] 일 실시예에 따르면, 단위 셀의 스택은 패터닝 된 나노 입자 상에 배열된 유전 물질을 추가로 포함한다.

- [0034] 유전 물질은 패터닝 된 나노 입자 상의 물질의 굴절률을 제어하기 위해 나노 입자에 대한 환경을 정의할 수 있다. 유전 물질은 나노 입자에 대한 환경의 굴절률을 설계하기 위해 선택될 수 있다.
- [0035] 패터닝 된 나노 입자는 대안적으로 공기와 같은 외부 환경에 노출될 수 있다. 그러나, 형상 구조를 보호하기 위해 적어도 패터닝 된 나노 입자 상에 얇은 유전체 라이너 층(thin dielectric liner layer)을 갖는 것이 유리할 수 있다. 특히, 라이너 층은 상 변화 물질의 상태를 전환하는 동안 상 변화 물질을 보호할 수 있다. 상의 전환은 고온에서 작동하는 것을 포함할 수 있으며, 이는 패터닝 된 나노 입자가 외부 환경에 노출될 경우 상 변화 물질의 산화를 유발할 수 있다.
- [0036] 일 실시예에 따르면, 단위 셀의 스택은 패터닝 된 나노 입자 상에 배열된 제1 유전 물질 및 제1 유전 물질 상에 배열된 제2 유전 물질을 더 포함하고, 제1 유전 물질은 제2 유전 물질보다 더 큰 굴절률을 갖는다.
- [0037] 이는 나노 입자에 대한 환경을 추가로 설계하기 위해 사용될 수 있다. 제1 유전 물질 및 제2 유전 물질은 패터닝 된 나노 입자 상에 스택으로서 배열될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 제1 유전 물질 및 제2 유전 물질의 스택은 나노 입자로부터의 반사를 최소화하는 한편, 단위 셀의 나노 입자 사이의 반사 방지 코팅으로서 작용하지 않을 수 있다.
- [0038] 일 실시예에 따르면, 단위 셀의 스택은 유전 물질의 스페이서 층(spacer layer)을 더 포함하고, 상기 스페이서 층은 전극과 패터닝 된 나노 입자 사이에 배열된다.
- [0039] 전극은 반사면으로서 기능할 수 있고, 전극에 의해 제공되는 반사는 공진 정의층에 의해 제어된다. 나노 입자의 패터닝은 스페이서 층의 효과를 고려해야 하고, 스페이서 층의 존재는 면내 공진이 발생하고 원하는 광학 특성이 제공되도록 사용되는 나노 입자의 치수에 영향을 미칠 수 있기 때문이다. 스페이서 층의 존재는 작은 두께의 나노 입자의 사용을 허용할 수 있다.
- [0040] 나노 입자는 전극과 나노 입자 사이에 스페이서 층을 형성하는 유전 물질에 매립되도록 배열될 수 있다. 따라서, 유전체 층은 전극과 나노 입자 사이에 스페이서 층을 형성하기 위해 나노 입자를 둘러싸고 또한 나노 입자의 위 및 측면에 환경을 제공할 수 있다.
- [0041] 일 실시예에 따르면, 스페이서 층은 제1 유전 물질을 포함할 수 있고, 단위 셀의 스택은 패터닝 된 나노 입자 상에 배열된 제2 유전 물질을 더 포함할 수 있고, 제2 유전 물질은 제1 유전 물질보다 더 큰 굴절률을 갖는다. 제2 유전 물질층을 갖는 나노 입자는 스페이서 층을 형성하는 제1 유전 물질에 매립될 수 있거나 매립되지 않을 수 있다. 스택 내에 제2 유전 물질을 갖는 것은 제2 유전 물질층의 두께 및/또는 크기에 기초하여 공진 정의층에 의해 제공되는 광학 특성의 설계를 추가로 허용할 수 있다.
- [0042] 일 실시예에 따르면, 형상 구조는 공진 정의층의 물질에서 패터닝 된 벽(patterned wall)에 의해 정의된 공동을 포함한다.
- [0043] 공동과 입자는 광학적 용어로 서로 역으로 간주될 수 있으므로, 단위 셀의 광학 특성은 나노 입자 또는 공동에 대해 상응하는 방식으로 구성될 수 있다.
- [0044] 공동은 전술한 바와 같이 PCM 층에서 나노 입자의 사용에 대응하여 PCM 층으로 형성될 수 있다. 그러나 다른 실시예에서, PCM 층의 제1 두께는 공동의 하부면이 PCM 층의 제1 두께에 의해 정의될 수 있도록 제공될 수 있다. 또한, 공동의 패터닝 된 벽은 PCM 층의 제1 두께에 형성될 수 있다. 패터닝 된 벽은 PCM 층에 형성될 수 있어서, 공동의 측벽 및 하부면은 PCM 물질에 의해 형성된다. 대안적으로, 패터닝 된 벽은 PCM 층의 균일한 두께 위에 배열된 금속층으로 형성될 수 있다.
- [0045] 공동의 경우, 형상 구조의 두께는 공동의 하부면 위의 패터닝 된 벽의 높이로 정의되는 공동의 깊이로 해석되어야 한다. 따라서, 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 형상 구조가 나노 입자 또는 공동의 깊이를 포함하는 경우, 형상 구조가 공동을 포함하는 경우, 형상 구조의 두께는 나노 입자의 두께로 해석되어야 한다.
- [0046] 공동의 경우, 형상 구조의 길이는 패터닝 된 벽 사이의 길이와 일치해야 한다. 패터닝 된 벽 내부에 정의된 원형의 경우, 길이는 패터닝 된 벽에 의해 정의된 원형(circular shape)의 직경(diameter)으로 해석되어야 한다.
- [0047] 일 실시예에 따르면, 공동은 유전 물질로 채워진다.
- [0048] 유전 물질은 공동 내의 물질의 굴절률을 제어하기 위해 공동 내의 환경을 정의할 수 있다. 유전 물질은 공동 내의 환경의 굴절률을 설계하기 위해 선택될 수 있다.

- [0049] 일 실시예에 따르면, 공진 정의층은 공동의 하부에서 상 변화 물질의 제1 두께를 포함하고, 패터닝 된 벽은 제1 두께보다 큰 제2 두께를 갖는 벽 부분에서 상 변화 물질에 의해 형성된다.
- [0050] 이는 공동의 측벽 및 하부면이 상 변화 물질에 의해 형성됨을 의미한다. 따라서, 단위 셀의 광학 특성은 상 변화 물질의 제1 두께를 변화시키고, 상 변화 물질의 제2 두께를 변화시키고 공동의 치수, 즉 공동의 측면 크기를 변화시킴으로써 설계될 수 있다.
- [0051] 일 실시예에 따르면, 단위 셀의 스택은 상 변화 물질의 패터닝 된 벽의 상부 상에 적어도 하나의 유전 물질층을 더 포함한다.
- [0052] 적어도 하나의 유전 물질층은 공동의 더 큰 깊이를 정의하기 위해 사용될 수 있고, 이는 단위 셀의 광학 특성을 설계하는데 사용될 수 있다.
- [0053] 패터닝 된 벽의 상부에 있는 적어도 하나의 유전 물질층은 단일 유전 물질층일 수 있다.
- [0054] 그러나 다른 실시예에서, 패터닝 된 벽의 상부에 있는 적어도 하나의 유전 물질층은 제1 유전 물질의 제1 층 및 제2 유전 물질의 제2 층을 포함할 수 있고, 제1 유전 물질은 제2 유전 물질보다 더 큰 굴절률을 갖는다.
- [0055] 일 실시예에 따르면, 스택은 공동의 벽 및 하부의 코팅을 제공하는 상부 금속층을 포함한다.
- [0056] 얇은 상부 금속층은 형상 구조를 보호할 수 있는 라이너를 형성할 수 있다. 상부 금속층은 형상 구조의 공진을 향상시키면서 형상 구조가 면내 공진을 정의하도록 설계되고 치수가 정해질 수 있게 한다.
- [0057] 일 실시예에서, 상부 금속층은 10 nm보다 작은 두께를 가질 수 있다. 이는 형상 구조의 공진이 형상 구조의 치수에 의해 정의될 수 있음을 의미할 수 있다.
- [0058] 상부 금속층은 또한 PCM 층상의 코팅 또는 패터닝 된 벽의 상부 표면을 형성하는 임의의 다른 물질을 제공할 수 있다. 다른 실시예에 따르면, 상부 금속층은 코팅을 제공할 수 있으며, 이는 공동의 모든 표면에 존재할 필요는 없다. 예를 들어, 상부 금속층은 공동의 측벽 또는 공동의 하부에 코팅을 제공할 수 있다.
- [0059] 패터닝 된 나노 입자의 논의와 유사하게, 공동을 포함하는 형상 구조는 형상 구조를 보호하기 위해 형상 구조를 덮도록 배열된 적어도 얇은 유전체 라이너 층을 갖는 것이 유리할 수 있다. 특히, 라이너 층은 상 변화 물질의 상태를 전환하는 동안 형상 구조에서 상 변화 물질 및/또는 금속층을 보호할 수 있다. 상의 전환은 고온에서 작동하는 것을 포함할 수 있으며, 이는 물질이 외부 환경에 노출될 경우 상 변화 물질 또는 금속의 산화를 유발할 수 있다.
- [0060] 일 실시예에 따르면, 공진 정의층은 균일한 두께를 갖는 PCM 층 및 PCM 층상의 패터닝 된 금속층을 포함하고, 공동은 금속층에서 패터닝 된 벽에 의해 정의된다.
- [0061] 이는 PCM 층이 공동 아래에 하부면을 정의할 수 있음을 의미하고, 공동의 형상 구조의 치수는 금속층에 의해 정의될 수 있다. 따라서, PCM 층의 두께 및 패터닝 된 금속층의 두께(공동의 깊이를 정의함) 및 공동의 측면 크기(패터닝 된 벽 사이의 거리)가 단위 셀의 광학 특성을 설계하기 위해 사용될 수 있다.
- [0062] 일 실시예에 따르면, 단위 셀의 스택은 전극과 공동을 정의하는 패터닝 된 벽 사이에 유전 물질의 스페이서 층(spacer layer)을 추가로 포함한다.
- [0063] 스페이서 층은 전극 상에 배열될 수 있고 공동의 하부면을 정의할 수 있다. 그러나, 균일한 두께를 갖는 PCM 층 및 PCM 층 위에 패터닝 된 금속층을 포함하는 실시예에서, 스페이서 층은 공동의 하부면을 정의하기 위해 PCM 층 상에 배열될 수 있다.
- [0064] 또 다른 실시예에서, 스페이서 층은 전극 상에 배열될 수 있고 PCM 층은 스페이서 층 상에 배열될 수 있고, PCM 층은 공동의 하부면을 정의할 수 있다.
- [0065] 전극/PCM 층과 패터닝 된 공동 사이의 스페이서 층은 공동이 배열되는 환경을 설정하고, 공동은 스페이서 층의 효과와 관련하여 패터닝 될 수 있다. 또한, 스페이서 셀의 두께는 단위 셀의 광학 특성을 설계하는데 사용될 수 있다.
- [0066] 공동의 형상 구조는 전극/PCM 층과 공동 사이에 스페이서 층을 형성하는 유전 물질에 내장되도록 배열될 수 있고, 유전체 층은 또한 공동을 채우고 공동 위에 상부층을 형성한다.
- [0067] 일 실시예에 따르면, 광학 장치는 단위 셀의 어레이 상에 배열된 투명 전극(transparent electrode)을 추가로

포함한다.

- [0068] 투명 전극은 단위 셀의 어레이 또는 어레이 내의 복수의 단위 셀에 공통 전위를 제공할 수 있고, 단위 셀의 스택 내의 적어도 하나의 전극은 단위 셀에서 PCM의 상 변화를 제어하기 위해 투명 전극에 의해 제공되는 공통 전위와 관련하여 신호를 수신할 수 있다. 이는 단일 전극이 단위 셀의 스택에 제공될 수 있는 한편, 투명 전극이 여러 개의 단위 셀에 의해 공유되도록 제공될 수 있음을 의미한다.
- [0069] 투명 전극을 사용함으로써, 전극은 단위 셀의 스택 상에 입사될 광과 상호 작용하지 않고 단위 셀의 스택 위에 배열될 수 있다.
- [0070] 일 실시예에 따르면, 단위 셀 어레이는 각각은 단위 셀의 어레이의 단위 셀의 열 아래로 연장되는 하부 라인 전극(bottom line electrode) 및 각각은 단위 셀의 어레이의 단위 셀의 행 위쪽으로 연장되는 상부 라인 전극(top line electrode)을 더 포함하고, 상부 라인 전극은 투명하거나 단위 셀 상부에 투명한 부분을 포함한다.
- [0071] 이는 단위 셀이 하부 라인 전극 및 상부 라인 전극 상의 신호의 조합에 의해 개별적으로 어드레스 될 수 있음을 의미한다.
- [0072] 상부 라인 전극은 단위 셀의 위치에서 금속층에 공동을 정의하기 위해 패터닝 된 벽을 포함할 수 있다. 따라서, 공동은 상부 라인 전극에 형성될 수 있으며, 이는 또한 단위 셀의 PCM 층의 상태를 제어하기 위해 기능할 수 있다. 다음, 상부 라인 전극은 투명한 물질로 형성되거나 형성되지 않을 수 있다. 일 실시예에 따르면, 각 단위 셀의 전극은 단위 셀을 통해 광을 투과시키도록 구성된 단위 셀을 제공하기 위해 투명하다.
- [0073] 따라서, 광학 장치(optical device)는 단위 셀 어레이 상에 수신된 광빔의 투과(transmission)에 사용될 수 있다.
- [0074] 다른 실시예에 따르면, 각 단위 셀의 전극은 반사성이다(또는 각 단위 셀은 반사층을 포함한다). 따라서, 광학 장치는 단위 셀의 어레이 상에 수신된 광빔의 반사에 사용될 수 있다.
- [0075] 일 구현예에 따르면, 상기 상 변화 물질은 게르마늄(germanium), 안티몬(antimony) 및 텔루륨(tellurium), GST의 화합물이다.
- [0076] 예를 들어, 상 변화 물질은 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ (GST)에 의해 형성될 수 있다. 이것은 비정질 상태와 결정질 상태 사이에서 변화할 수 있고 단위 셀 어레이의 원하는 광학 특성을 제공하기 위해 적합하게 사용될 수 있는 물질이다.
- [0077] 그러나, 상 변화 물질은 두 상태 사이의 전환에 기초하여 광학 특성의 변화를 제공하는 임의의 물질 일 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 상 변화 물질은 예를 들어 온도에 노출(열 변색성(thermochromic) 물질) 또는 광에 노출(광 변색성(photochromic) 물질) 또는 이러한 물질의 조합과 관련하여 상 변화를 겪을 수 있는 임의의 물질 일 수 있다. 예를 들어, VO_2 및 V_2O_3 와 같은 다수의 상이한 형태의 바나듐 산화물(vanadium oxide)이 사용될 수 있다. 상 변화 물질은 상기 언급된 바와 같은 바나듐 산화물과 같은 금속 산화물, 아조벤젠-함유 폴리 디아세틸렌(azobenzene-containing polydiacetylene)과 같은 중합체(polymer), 또는 디블록(폴리[스티렌-비-이소프렌(poly[styrene-b-isoprene])] 공중합체(copolymer)와 같은 나노 구조화 된 중합체로부터 형성된 열 변색성 물질을 포함할 수 있다. 상 변화 물질은 대안적으로, 복굴절 물질, 또는 가넷(garnet) 및 강자성 금속과 같은 인가된 자기장에 기초하여 광학 특성을 변화시키는 광 자기 물질과 같은, 인가된 전기장에 기초하여 광학 특성을 변화시키는 전기 광학 물질 일 수 있다.
- [0078] 일 실시예에 따르면, 단위 셀 어레이 내의 제1 단위 셀의 형상 구조는 단위 셀 어레이 내의 제2 단위 셀의 형상 구조와 관련하여 서로 다른 치수를 갖는다.
- [0079] 이는 단위 셀 어레이 내의 2 개의 단위 셀이 단위 셀에 입사하는 광빔에 다른 영향을 미칠 수 있음을 의미한다. 이것은 상이한 단위 셀이 입사 광빔의 상이한 목표 파장과 함께 사용되도록 구성될 수 있도록 사용될 수 있다. 따라서, 단위 셀의 어레이는 상이한 파장의 입사 광빔과 함께 사용되도록 설계될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0080] 본 발명의 개념의 추가적인 목적, 특징 및 장점뿐만 아니라 상기의 내용은 첨부된 도면을 참조하여 다음의 예시적이고 비 제한적인 상세한 설명을 통해 더 잘 이해될 것이다. 도면에서, 달리 언급되지 않는 한 유사한 요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 것이다.

도 1은 일 실시예에 따른 광학 장치의 개략도이다.

도 2a 내지 도 2d는 어레이의 단위 셀의 구성의 개략도이다.

도 3a-1, 도 4a-f 및 5a-1은 단위 셀의 상이한 구성의 개략도이다.

도 6은 단위 셀에 대한 교차점(cross-point) 구성의 전극의 개략도이다.

도 7a-d는 광학 특성의 시뮬레이션을 위한 단위 셀의 구성의 개략도이다.

도 8a-f는 도 7a에 도시된 단위 셀의 구성의 반사 비율을 나타내는 차트를 도시한다.

도 9a는 반사 스펙트럼을 나타내고, 도 9b는 3 개의 선택된 경우(도 8d-f에서 흰색원으로 표시)에 대한 반사 비율을 나타낸다.

도 10은 도 7b에 도시된 단위 셀의 구성에서 스페이서 두께의 함수로서 달성될 수 있는 반사 비율을 나타내는 차트이다.

도 11a-f는 도 7b에 도시된 단위 셀의 구성의 반사 비율을 나타내는 차트를 도시한다.

도 12a는 반사 스펙트럼을 나타내고, 도 12b는 선택된 경우에 대한 반사 비율(도 11a-c에 원으로 표시)을 나타내고, 도 12c는 반사 스펙트럼을 나타내고, 도 12d는 선택된 경우에 대한 반사 비율(도 11d-f에서 원으로 표시된).

도 13은 광학 특성의 시뮬레이션을 위한 단위 셀의 상이한 구성의 개략도이다.

도 14a-c는 결정질 및 비정질 GST 상태 사이의(설계된 파장에 따라) 상이한 ARC 두께에 대한 반사 비율을 나타내는 차트를 도시한다.

도 15a는 반사 스펙트럼을 나타내고, 도 15b는 도 14a-c의 오른쪽 원으로 표시된 디자인에 대한 반사 비율을 나타내고, 도 15c는 반사 스펙트럼을 도시하고, 도 15d는 도 14a-c의 왼쪽 원으로 표시된 디자인의 반사 비율을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0081] 도 1을 참조하면, 광학 장치(optical device)(100)가 일반적으로 설명될 것이다. 광학 장치(100)는 단위 셀(unit cell)(104)의 어레이(array)(102)를 포함할 수 있다. 단위 셀(104)의 어레이(102) 내의 단위 셀은 개별적으로 단위 셀(104)의 광학 특성을 제어하고 따라서 단위 셀(104)의 어레이(102)의 광학 응답을 제어하기 위해 어드레스 될 수 있다.
- [0082] 각각의 단위 셀(104)은 개별적으로 어드레스 가능할 수 있다. 그러나, 각각의 단위 셀(104) 각각이 반드시 개별적으로 어드레스 될 수 있는 것은 아니라는 것을 이해해야 한다. 단위 셀(104)의 광학 특성을 제어함으로써, 어레이(102)에 입사 광빔(incident light beam)(106)에 대한 영향이 제어될 수 있다. 따라서, 단위 셀(104)은 조합하여 입사 광빔(106)에 제어 가능한 효과를 형성할 수 있다. 따라서, 어레이(102)는 입사 광빔(106)에 기초하여 3 차원 광 필드의 분포를 형성 및 제어하기 위해 사용될 수 있다.
- [0083] 3 차원 광 필드(three-dimensional light field)는 예를 들어 홀로그래프 이미지를 디스플레이 하기 위해 사용될 수 있다. 단위 셀(104)이 제어 가능하기 때문에, 형성된 홀로그래프 이미지의 변화가 제공될 수 있다. 이는 광학 장치(100)가 홀로그래프 이미지의 비디오를 디스플레이 하는데 사용될 수 있음을 의미한다.
- [0084] 그러나, 3 차원 광 필드의 제어는 다른 응용에서도 유용할 수 있음을 알아야 한다. 3 차원 광 필드를 형성하기 위한 광학 장치(100)는 입사 광빔의 3 차원으로 제어된 분포를 투영할 수 있고, 이는 제어된 조명을 위한 임의의 유형의 응용에 사용될 수 있고 반드시 3 차원 광 필드에 기초하여 디스플레이 된 이미지의 형성과 결합될 필요는 없다.
- [0085] 광학 장치(100)는 입사 광빔(106)을 반사시키거나 입사 광빔(106)의 투과(transmission)를 위해 설정될 수 있다. 광빔(106)은 레이저 빔인 광빔(106)과 같은 코히어런트 광원(coherent light source)에 의해 형성될 수 있고, 이는 단위 셀(104)의 어레이(102) 상의 입사 광 필드의 잘 정의된 관계를 제공하고 및 따라서 단위 셀(104)의 어레이(102)를 사용하여 3 차원 광 필드의 원하는 분포를 형성하기 위한 기초로서 사용하기에 적합하다.
- [0086] 단위 셀(104)은 상 변화 물질(PCM) 층을 포함하는 공진 정의층(resonance defining layer)을 포함한다. 공진 정의층은 PCM 층에 적어도 부분적으로 존재할 수 있는 형상 구조를 정의하도록 패턴링 된다. 형상 구조는 적어

도 공진 정의층의 평면에서 치수가 결정되며, 이는 단위 셀(104)의 어레이(102)가 형성된 기판(108)과 평행할 수 있다.

- [0087] 형상 구조의 치수는 공진 정의층의 평면에서 공진을 정의하도록 설계된다. 형상 구조 및 단위 셀(104)은 단위 셀(104)의 광학 특성을 광학 장치(100)가 사용되도록 의도된 입사 광빔(106)의 파장에 적응시키도록 설계될 수 있다.
- [0088] 형상 구조의 상이한 치수는 입사광의 파장에 따라 단위 셀(104)의 공진을 변화시킬 수 있다. 따라서, 형상 구조의 특정 치수의 선택을 사용함으로써, 광학 장치(100)는 특정 파장과 함께 사용하도록 구성될 수 있다. 형상 구조의 치수에 대한 공진의 파장-의존성(wavelength-dependency)은 광학 장치(100)와 함께 사용될 파장과 관련하여 형상 구조의 적절한 치수를 선택하기 위해 사용될 수 있다.
- [0089] 공진 정의층의 형상 구조를 올바르게 설계함으로써, 형상 구조의 정확한 치수에 크게 의존하는 국소 공진을 유발할 수 있는 반면, 이들 공진의 스펙트럼 위치는 PCM의 물질 상태에 크게 의존한다.
- [0090] 공진 정의층의 평면에서 국부 공진을 자극하고 이러한 공진은 PCM의 상태에 매우 크게 의존하므로, 단위 셀(104)에 대한 PCM 세트의 상태에 의존하여 단위 셀(104)의 입사광에 대한 효과의 매우 큰 차이가 제공될 수 있다. 이것은 3 차원 광 필드의 분포의 매우 정확한 제어를 가능하게 하고 형성된 3 차원 광 필드에서 높은 해상도를 제공할 수 있게 한다.
- [0091] 형상 구조의 다수의 상이한 실시예 아래에 제공될 것이다. 이는 단위 셀들(104)의 광학 특성을 제어하기 위해 공진 정의층의 평면에서 공진을 사용할 수 있게 한다.
- [0092] 이러한 모든 형상은 "전환가능한(switchable)" 또는 "조정가능한(tunable)" 안테나 역할을 한다. 이는 PCM의 상태를 전환함으로써 단위 셀(104)의 광학 특성을 제어할 수 있게 한다.
- [0093] 단위 셀(104)에는 상 변화 물질(GST)($\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$)가 적합하게 사용될 수 있다. GST는(냉각 속도를 제어함으로써) 결정질과 비정질 상태 사이에서 열적으로 전환될 수 있고, 따라서 PCM의 상태를 제어하는 간단한 방식을 제공할 수 있다. 아래 예제 결과에서, GST가 사용된다. 그러나, 다른 상 변화 물질이 대신 사용될 수 있음을 알아야 한다.
- [0094] GST를 PCM으로 사용하는 특정 경우, 물질을 전환하는 것은 플라즈 모닉(plasmonic)(결정 상태)에서 유전체(dielectric)(비정질 상태) 안테나로 구조를 변형시키고, 이는 매우 유사한 공진을 나타내지만 서로 다른 파장에서 나타나며, 주어진 파장에 대해 구조를 고 반사에서 저 반사 상태로 변화시킬 수 있다.
- [0095] GST의 상태를 전환하면, 광학 특성이 크게 변경되어 굴절률 및 유전율의 실수 부와 허수 부 모두에서 큰 변화가 발생한다. 결정 상태에서는, GST는 유전율의 음의 실수 부분을 가지며, 이는 금속성 거동을 나타내며 따라서 플라즈몬 공진을 지원하는 것을 의미한다. 비정질 상태에서는, GST는 유전율의 양의 실수 부분을 가지고 있으며, 큰 허수 부분과 함께 매우 손실이 큰 유전체로 작용한다. 단위 셀(104)의 PCM은 열적으로 전환될 수 있지만(GST에 대해서는), 이에 제한되지는 않는다. 상이한 실시예에서, 전기 광학 물질들 및 광 자기 물질들이 대안적인 구현으로서 사용될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.
- [0096] 이하에서 논의되는 실시예에서, 형상 구조의 두 가지 주요 형상이 고려된다. 이 두 가지 주요 형상은 서로 역으로 간주될 수 있으며, 그러므로, 형상 구조의 면내 공진(in-plane resonance)을 정의하기 위해 메인 형상 중 하나가 사용될 수 있다.
- [0097] 제1 형상은 패터닝 된 PCM 층으로부터의 나노 입자에 관한 것이다. 제2 형상은 공진 정의층에 형성된 공동과 관련되며, 이 공동은 패터닝 된 PCM 층에 의해 형성될 수 있다. 두 형상 모두에서, 제1 상태와 제2 상태 사이에서 PCM을 전환하는 것은 형상 구조의 공진을 변형시킬 것이다.
- [0098] 나노 입자 또는 공동에서의 국소 공진은 면내 및 면외 치수에 크게 의존하여, 단위 셀(104)의 광학 특성의 매우 강한 변조를 생성할 수 있다.
- [0099] 도 2a-d를 참조하면, 나노 입자를 포함하는 단위 셀(104)의 구성을 포함하는 제1 실시예가 논의될 것이고, 공동을 포함하는 단위 셀(104)의 구성을 포함하는 제2 실시예는 단위 셀(104)에서 사용될 관련 치수와 관련하여 논의될 것이다.
- [0100] 도 2a는 2 개의 인접한 단위 셀(104)의 스택(stack)(110)을 나타내는 제1 실시예의 측면도를 도시한다. 도 2b는 제1 실시예의 평면도를 도시한다. 유사하게, 도 2c는 2 개의 인접한 단위 셀(104)의 스택(130)을 나타내는 제2

실시예의 측면도를 도시한다. 도 2d는 제2 실시예의 평면도를 도시한다.

- [0101] 제1 실시예에서, 스택(110)은 전극(112), 전극(112) 상에 나노 입자(114)를 형성하는 패터닝 된 PCM 층 및 예를 들어 산화물(116) 형태의 주변 유전 물질(116)을 포함한다.
- [0102] 제2 실시예에서, 스택(130)은 전극(electrode)(132), 공동(136)을 정의하기 위한 패터닝 된 벽 및 공동(cavity)(136)을 채우고 PCM 층(134) 위에 배열된 유전 물질(dielectric material)(138)를 포함하는 패터닝 된 PCM 층(134)을 포함한다. 전극(132)을 분리하고 인접한 단위 셀(104)의 패터닝 된 PCM 층(134)을 분리하기 위해 인접한 단위 셀(104) 사이에 산화물(140)이 배열된다.
- [0103] 제1 실시예 및 제2 실시예 모두에서, 공진 정의층은 패터닝 된 PCM 층(PCM layer)(114, 134)에 형성된다. 형상 구조의 치수는 패터닝 된 PCM 층(134)에 의해 정의된 나노 입자(nanoparticle)(114) 또는 공동(136)의 반경(R)에 의해 정의된다. 또한, 형상 구조의 다른 치수는 나노 입자(114)의 두께(T) 및 공동(136)의 대응 깊이(D)에 의해 정의된다.
- [0104] 전극(112, 132)은 국소 가열을 제공하기 위해 전극(112, 132) 및 PCM 층(114, 134)을 통해 전류가 전송될 수 있도록 도체 라인의 일부일 수 있고, 따라서 단위 셀(104)의 PCM의 상태의 전환을 제어한다. 제어 신호는 많은 다른 방식으로 전극(112, 132)에 의해 제공될 수 있음을 이해해야 한다. 예를 들어, PCM 층(114, 134) 아래의 전극(112, 132)은 2 개의 전극(112, 132)을 제공하고 하나 이상의 전극에 연결된 전압을 변화시킴으로써 단위 셀(104)을 제어하기 위해 2 개로 분할될 수 있다. 다른 대안으로, 단위 셀(104)은 전극들 중 적어도 하나에 연결된 전압을 변화시킴으로써 제어될 수 있도록 단위 셀(104)의 스택(110, 130) 위에 제2 전극이 제공될 수 있다.
- [0105] 반사 방지 코팅(anti-reflective coating)(ARC)이 제1 및 제2 실시예의 나노 입자(114) 및 공동(136) 상에 배열될 수 있다. 반사 방지 코팅은 상기 논의된 바와 같이 주변 유전 물질(들)에 의해 적어도 부분적으로 형성될 수 있으며, 그러나 ARC를 형성하기 위한 별도의 물질층이 사용될 수도 있다.
- [0106] 전극, PCM 층, ARC 층 및 주변 산화물의 패터닝은 많은 다른 방식으로 변할 수 있으며 후술할 특정 실시예에 의존한다는 것을 이해해야 한다. 단위 셀(104)의 스택에 추가 특징을 포함할 수 있는 특정 실시예는 광학 단위 셀 성능을 추가로 맞춤화 할 수 있다. 또한, 이웃 셀(104)의 열적 및/또는 전기적 절연과 같은 다른 부가적인 장점을 단위 셀(104)에 제공하기 위해 특징부가 포함되거나 변하게 될 수 있다.
- [0107] 도 2a-d에 나타난 바와 같이, 단위 셀(104)의 어레이(102)는 단위 셀의 주기성을 제공한다. 단위 셀(104)의 크기를 정의하는 기간 P는 유리하게 너무 크지 않을 수 있다.
- [0108] λ 가 광학 장치(100)가 사용되는 광의 파장 인 λ 미만의 주기성을 사용하면, 고스트 이미지의 형성을 억제하는데 유리할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 주기성은 $P < \lambda/2$ 로 설정될 수 있다.
- [0109] 제조하기 쉬운 광학 장치(100)를 제공하기 위해, 주기성은 $P > 2.5R$ 로 설정될 수 있다. 그러나, 일부 실시예에서, 단위 셀(104)은 주기성이 $P > 2R$ 로 설정될 수 있도록 서로 매우 근접하게 배열될 수 있다.
- [0110] 주기성(periodicities)은 유리하게는 파장보다 훨씬 낮을 수 있다. 그러한 경우에, 각각의 단위 셀(104)은 온 또는 오프인 포인트 스캐터(point scatterer)로 간주될 수 있으며, 이는 광학 장치(100)에 의해 산란된 광의 위상에 대한 개선된 제어를 얻을 수 있게 한다.
- [0111] 형상 구조의 치수는 단위 셀(104)의 스택(110, 130)의 구성 및 물질의 조합 및 따라서 물질 특성에 의존할 수 있다. 이는 이하에서 설명될 것이고, 아래에 일부 구성에 적합한 치수가 표시된다.
- [0112] 원하는 광학 특성에 기초하여 형상 구조의 치수가 선택되어야 하는 범위의 파라미터를 정의하는 것이 가능할 수 있다. 상술한 바와 같이, 형상 구조의 치수는 원형(circular shape)의 반경(R)에 의해 정의될 수 있다. 다른 모양의 경우, 형상 구조의 크기 또는 길이는 정사각형 형태(square shape)를 위한 측면의 길이(W)와 같은 형상 구조의 에지(edge)의 크기에 대응할 수 있다. 이와 관련하여, 크기는 $W = 2R$ 에 대응하는 반경(radius)과 비교될 수 있다. 따라서 원형(circular shape)의 경우, 원(circle)의 직경(diameter)은 형상 구조의 길이에 대응한다고 말할 수 있다.
- [0113] 형상 구조는 바람직하게는 다음 범위 내에 있을 수 있다: 최소 반경은 10 nm로 설정될 수 있다. 이것은 주로 공정 제한적이므로, 소형 구조물을 형성하기 위한 공정 개발에 따라 최소 반경이 더 작게 설정될 수 있다.
- [0114] 최대 반경은 주기성 제약 및 사용될 파장에 기초하여 특정될 수 있다. 위에서 표시한 바와 같이, 최대 주기성은

$P_{\max} = \lambda/2$ 로 주어질 수 있다. 또한, 주기는 $P = \alpha R (2 < \alpha \leq 5)$ 와 같이 반경(R)과 관련될 수 있다. α 의 하한은 위에서 설명한대로 주어진다. 밀도가 높은 산란 어레이를 갖는 것이 바람직하기 때문에 5의 상한을 선택할 수 있지만, 그러므로 α 는 5보다 크지 않을 것이다. 이것은 최대 반경 $R_{\max} = \lambda/2\alpha$ 의 표현을 제공한다.

- [0115] 반지름의 크기와 비슷하게, 형상 구조의 두께/깊이가 선택될 수 있는 범위가 정의될 수 있다. 최소 두께/깊이는 20 nm로 설정될 수 있다. 시뮬레이션 및 테스트에 따르면 더 작은 두께/깊이가 원하는 면내 공진을 나타내지 않는다. 원하는 광학 특성을 제공하려면 최대 두께/깊이를 $\leq 2R$ 로 설정해야 한다.
- [0116] 일 실시예에서, 두께/깊이의 범위는 $0.5R \leq$ 두께/깊이 $\leq 2R$ 로 정의될 수 있다. 형상 구조의 치수는 원하는 광학 특성을 얻기 위해 범위 내에서 선택될 수 있다.
- [0117] 위에서 언급한 바와 같이, 형상 구조 상에 ARC가 배열될 수 있다. 시뮬레이션과 테스트는, ARC로서의 기능은 공동/나노 입자 영역에서 산란/반사된 광과 그 사이의 영역의 조합된 효과에 의존하기 때문에, ARC 두께는 일반 박막 스택과 다를 필요가 있을 수 있다는 것을 나타낸다.
- [0118] ARC의 굴절률 n_{ARC} 는 $n_{\text{roundroundings}} < n_{\text{ARC}} < n_{\text{reflective layer}}$ 로 정의될 수 있다. 굴절률 n_{ARC} 는 유리하게는 주변에 대해 상당히 높을 수 있는데, 이는 광이 보다 효율적으로 트랩 됨을 의미할 수 있기 때문이다.
- [0119] 더욱이, ARC의 이론상 최적의 두께 t_{ARC} 는 광의 수직 입사에 대해 $t_{\text{ARC}} = (2m + 1) \lambda / 4n_{\text{ARC}}$ 로 주어질 수 있으며, 여기서 m 은 정수($m = 0, 1, 2, \dots$)이다.
- [0120] 또한 결합된 층 스택에서, 유전체 ARC 층에 대한 이론적인 최적 보다 약간 낮은 최적의 두께를 찾을 가능성이 있다. 이 최적의 두께는 ARC 층이 위치하는 층의 작은 깊이 및 그러한 층에서 여기된 국부 공진에 의존할 수 있다.
- [0121] 도 3a-1을 참조하면, 나노 입자(114)를 포함하는 단위 셀(104)의 스택(110)의 일부 다른 구성이 개시되어 있다. 이러한 구성은 다양한 조합으로 존재할 수 있는 몇 가지 특징을 보여준다. 따라서, 스택(110)의 구성의 특징의 추가 조합이 고려될 수 있다.
- [0122] 스택(110)의 상이한 특징의 치수는 변할 수 있고 스택(110)의 원하는 광학 특성을 얻기 위해 적절한 치수가 선택될 수 있음을 알아야 한다. 아래에서 논의되는 임의의 구성에서, PCM 층(114)의 형상 구조는 구조의 크기(예를 들어, 반경 R) 및 두께/깊이를 선택함으로써 설계될 수 있다.
- [0123] 도 3a-1의 스택(110) 각각은 전극(112) 및 전극(112) 상에 패터닝 된 나노 입자를 포함한다. 전극(112)은 반사 표면(reflective surface)을 제공할 수 있는 금속 박막일 수 있다.
- [0124] 도 3a에서, 주변 유전 물질(dielectric material)(116)는 패터닝 된 나노 입자(114)의 상부 및 측면 상에 배열된다. 유전 물질(116)는 나노 입자(114)를 둘러싸는 물질의 굴절률(refractive index)을 정의한다.
- [0125] 도 3b에서, 주변 유전 물질(116)는 패터닝 된 나노 입자(114)의 상부 및 측면에 배열된다. 유전 물질(116)의 두께가 정의되고, 유전 물질(116)의 굴절률뿐만 아니라 두께의 값이 스택(110)의 원하는 광학 특성을 설계하는데 선택될 수 있다.
- [0126] 도 3c에서, 제1 유전 물질(first dielectric material)(118)은 나노 입자(114) 상에 배열되고 나노 입자(114)와 공통의 측면 치수를 갖도록 패터닝 될 수 있다. 제2 유전 물질(second dielectric material)(116)은 나노 입자(114) 및 제1 유전 물질(114)의 스택을 둘러싸도록 배열된다. 제1 유전 물질(118)은 제2 유전 물질(116)보다 더 큰 굴절률을 가질 수 있다. 제1 유전 물질(118) 및 제2 유전 물질(116)의 두께 및 굴절률은 스택(110)의 원하는 광학 특성을 설계하는데 선택될 수 있다.
- [0127] 도 3d에서, 주변 유전 물질(116)은 패터닝 된 나노 입자(114)의 상부 및 측면에 배열될 수 있다. 주변 유전 물질(116)의 측면 크기(lateral size)는 주변 유전 물질(116)의 폭을 정의할 수 있다. 제1 유전 물질(116)의 두께, 폭 및 굴절률은 스택(110)의 원하는 광학 특성을 설계하는데 선택될 수 있다.
- [0128] 도 3e에서, 제1 유전 물질(116)은 패터닝 된 나노 입자(114)의 상부 및 측면에 고정된 두께의 층을 제공하도록 구성된다. 층의 제1 유전 물질(116)의 두께 및 굴절률은 스택(110)의 원하는 광학 특성을 설계하는데 선택될 수 있다.
- [0129] 도 3f에서, 유전 물질(118)은 나노 입자(114) 상에 배열되고 나노 입자(114)와 동일한 측면 치수를 갖도록 패터닝 될 수 있다. 나노 입자(114) 및 제1 유전 물질(118)의 스택은 공기 또는 주위 환경에 의해 둘러싸일 수

있다. 유전 물질(118)의 두께 및 굴절률은 스택(110)의 원하는 광학 특성을 설계하는데 선택될 수 있다.

- [0130] 도 3g에서, 추가의 유전 물질(120)가 도 3f에 도시된 나노 입자(114) 및 유전 물질(118) 상에 배열되고, 나노 입자(114) 및 유전 물질(118)와 같은 공통 측면 치수를 갖도록 패터닝 될 수 있으며, 따라서, 나노 입자(114), 제1 유전 물질(118) 및 제2 유전 물질(120)의 스택이 형성되며, 이는 공기 또는 주위 환경에 의해 둘러싸 일 수 있다. 제1 유전 물질(118)은 제2 유전 물질(120)보다 더 큰 굴절률을 가질 수 있다. 제1 유전 물질(118) 및 제2 유전 물질(120)의 두께 및 굴절률은 스택(110)의 원하는 광학 특성을 설계하는데 선택될 수 있다.
- [0131] 도 3h에서, 나노 입자(114)는 패터닝 된 전극(112) 상에 배열되어, 나노 입자(114)는 나노 입자(114)와 공통의 측면 치수를 갖는 전극(112)의 일부 상에 배열된다. 전극(112)의 일부는 전극(112)의 나머지보다 더 큰 두께를 가질 수 있다. 패터닝 된 전극(112) 위의 나노 입자(114)의 스택은 유전 물질(116)에 의해 둘러싸 일 수 있다. 나노 입자(114)와 공통의 측면 치수를 갖는 전극(112) 부분의 두께, 유전 물질(118)의 두께 및 굴절률은 스택(110)의 원하는 광학 특성을 설계하는데 선택될 수 있다.
- [0132] 도 3i-1에서, 전극(112)의 상이한 패터닝이 도시되어 있다. 전극(112)의 이러한 구성은 나노 입자(114)의 임의의 구조 및 위에 도시된 바와 같이 나노 입자(114) 상에/주위에 배열된 층과 조합될 수 있다.
- [0133] 도 3i에서, 전극(112)은 단위 셀(104)의 에지까지 연장되지 않는 것으로 도시되어 있다. 이는 전극(112)이 인접한 단위 셀(104)의 전극으로부터 분리됨을 의미한다.
- [0134] 도 3j에서, 전극은 2 개의 부분(112a, 112b)으로 분리되며, 이들은 각각 나노 입자(114)와 접촉할 수 있음이 도시되어 있다. 이는 전극(112a, 112b)에 상이한 전위를 제공하기 위해 유리하게 사용될 수 있으며, 예를 들어 나노 입자(114)의 가열 및 그에 따라 PCM의 상태를 제어하기 위해 전류가 나노 입자(114)를 통해 강제될 수 있다.
- [0135] 도 3k에서, 전극(112a, 112b) 사이의 공간은 전극(112a, 112b) 사이의 격리를 위해 유전 물질(122)로 채워질 수 있는 것으로 도시되어 있다. 또한, 인접한 단위 셀(104)의 전극들 사이의 공간은 단위 셀(104)을 분리하기 위한 유전 물질(122)에 의해 채워질 수 있다.
- [0136] 도 3l에서, 전극(124)은 나노 입자(114) 위에 배열되는 것으로 도시되어 있다. 전극(124)은 도 3b의 구성에 대응하여 나노 입자(114)를 둘러싸는 유전 물질(116) 상에 배열될 수 있다. 다른 구성이 나노 입자(114) 위에 배열된 전극(124)과 함께 사용될 수 있음을 알아야 한다. 예를 들어, 전극(124)은 나노 입자(114)와 접촉하여 배열될 수 있다. 전극(112, 124)은 PCM의 상태 변화를 제어하기 위한 전극 쌍을 형성할 수 있다. 전극(124)은 복수의 단위 셀(104)에 공통 일 수 있고, 하부 전극(114)에 제공된 전위는 PCM의 상태 변화를 제어하기 위해 사용될 수 있다.
- [0137] 나노 입자 위의 전극(124)은 나노 입자(114)에 도달하기 위해 전극(124)을 통해 광이 전달되는 것을 보장하기 위해 투명할 수 있다. 일 실시예에서, 전극(124)은 인듐 주석 산화물(indium tin oxide)(ITO)과 같은 전도성 금속 산화물로 형성될 수 있다.
- [0138] 전극 형상은 개별 단위 셀(104)이 전환될 수 있도록 최적화될 수 있다. 몇몇 예는 도 3i-1에 주어졌으며, 여기에서 셀을 전기적으로 분리하기 위해 이웃하는 픽셀을 위한 금속 막 사이에 갭이 존재한다. 또한, 투명 상부 전극이 사용되는 실시예는 접촉 또는 비접촉 모드로 고려될 수 있다. 전극의 형태 및 치수는 또한 광학 공진을 향상시키기 위해 조정될 수 있다. 다른 실시예는 나노 입자(114)와 하부 또는 측면 또는 둘의 혼합으로부터 접촉하는 금속 전극을 포함한다. 도 4a-f를 참조하면, 나노 입자(114)를 포함하는 단위 셀(104)의 스택(110)의 일부 다른 구성이 개시되어 있다.
- [0139] 이러한 구성은 다양한 조합으로 존재할 수 있는 몇 가지 특징을 보여준다. 따라서, 스택(110)의 구성의 특징의 추가 조합이 고려될 수 있다. 또한, 상기 도 3a-l의 구성에 도시된 특징은 도 4a-f의 구성과 결합될 수도 있다.
- [0140] 스택(110)의 상이한 특징(feature)의 치수는 변할 수 있고 스택(110)의 원하는 광학 특성을 얻기 위해 적절한 치수가 선택될 수 있다는 것을 알아야 한다. 스택(110) 각각은 전극(112), 패터닝 된 나노 입자(114) 및 전극(112)과 패터닝 된 나노 입자(114) 사이의 스페이서 층(126)을 포함한다. 스페이서 층(126)의 두께 및 굴절률은 스택(110)의 원하는 광학 특성을 설계하기 위한 임의의 구성에서 선택될 수 있다.
- [0141] 도 4a에서, 나노 입자(114)는 스페이서 층(126)을 형성하고 패터닝 된 나노 입자(114)의 상부 및 측면 상에 배열된 주변 유전 물질(116)에 매립된다. 유전 물질(116)은 나노 입자(114)를 둘러싸는 물질의 굴절률을 정의한다.

- [0142] 도 4b에서, 주변 유전 물질(116)은 스페이서 층(126)을 형성하고 패터닝 된 나노 입자(114)의 상부 및 측면에 배열된다. 유전 물질(116)의 두께가 정의되고, 유전 물질(116)의 굴절률뿐만 아니라 두께의 값이 스택(110)의 원하는 광학 특성을 설계하는데 선택될 수 있다.
- [0143] 도 4c에서, 제1 유전 물질(118)은 나노 입자(114) 상에 배열되고 나노 입자(114)와 공통의 측면 치수를 갖도록 패터닝 될 수 있다. 제2 유전 물질(116)은 또한 나노 입자(114)의 스택 및 스페이서 층(126)을 형성하는 제1 유전 물질(114)를 둘러싸도록 배열된다. 제1 유전 물질(118)은 제2 유전 물질(116)보다 더 큰 굴절률을 가질 수 있다. 제1 유전 물질(118) 및 제2 유전 물질(116)의 두께 및 굴절률은 스택(110)의 원하는 광학 특성을 설계하는데 선택될 수 있다.
- [0144] 도 4d에서, 주변 유전 물질(116)은 스페이서 층(126)을 형성하고 패터닝 된 나노 입자(114)의 상부 및 측면에 배열된다. 주변 유전 물질(116)의 측면 크기는 주변 유전 물질(116)의 폭을 정의할 수 있다. 제1 유전 물질(116)의 두께, 폭 및 굴절률은 스택(110)의 원하는 광학 특성을 설계하는데 선택될 수 있다.
- [0145] 도 4e에서, 스페이서 층(126)은 패터닝 되고 나노 입자(114)와 동일한 측면 치수를 갖도록 패터닝 될 수 있다. 스페이서 층(126) 상에 나노 입자(114)가 배열된다. 또한, 유전 물질(118)은 나노 입자(114) 상에 배열되고 나노 입자(114)와 공통의 측면 치수를 갖도록 패터닝 될 수 있다. 스페이서 층(126), 나노 입자(114) 및 유전 물질(118)의 스택은 공기 또는 주위 환경에 의해 둘러싸일 수 있다. 유전 물질(118)은 스페이서 층(126)보다 더 큰 굴절률을 가질 수 있다. 유전 물질(118)의 두께 및 굴절률은 스택(110)의 원하는 광학 특성을 설계하는데 선택될 수 있다.
- [0146] 도 4f에서, 도 4e와 같은 대응 구성이 도시되어 있다. 그러나, 여기서 유전 물질(118)과 스페이서 층(126)은 동일한 물질로 형성된다. 여기에서, 전극(112)은 인접한 단위 셀(104)의 전극으로부터 분리되도록 패터닝 될 수 있음을 나타낸다.
- [0147] 위에서 논의된 일부 실시예에서, 도 3b-d, 도 3l, 도 4b-f 참조, 유전체 스택의 두께는 반사 방지 코팅 효과를 실현하도록 설계될 수 있다. 유전체 환경은 저 굴절률 물질(예를 들어, SiO_2) 또는 고 굴절률 물질(예를 들어, SiN) 일 수 있다.
- [0148] 이러한 구성은 층 스택이 PCM 입자의 반사를 최소화하도록 설계될 수 있으나, 입자들 사이의 금속 막에 대한 ARC의 역할을 하지는 않는다. 스택 주위에 공기 또는 주변 환경이 제공되는 경우, 스택(110)을 보호하기 위해 얇은 유전체 라이너 층(dielectric liner layer)을 사용하는 것이 유리할 수 있다.
- [0149] 일부 실시예에서, (다층) ARC는 나노 입자(114)의 상부에 패터닝 된다(도 3c, 3f, 3g, 도 4e-f 참조).
- [0150] 도 5a-11을 참조하면, 공동(126)을 포함하는 단위 셀(104)의 스택(130)의 일부 다른 구성이 개시되어 있다. 이러한 구성은 다양한 조합으로 존재할 수 있는 몇 가지 특징을 보여준다. 따라서, 스택(130)의 구성의 특징의 추가 조합이 고려될 수 있다.
- [0151] 스택(110)의 상이한 특징의 치수는 변할 수 있고 스택(110)의 원하는 광학 특성을 얻기 위해 적절한 치수가 선택될 수 있음을 알아야 한다. 아래에서 논의되는 임의의 구성에서, 형상 구조는 공동(136)의 크기(예를 들어, 반경 R) 및 깊이를 선택함으로써 설계될 수 있다.
- [0152] 도 5a에서, 패터닝 된 PCM 층(134)은 공동(136)을 정의한다. 유전 물질(138)은 공동(136)을 채우고 또한 PCM 층(134) 위에 배열된다. PCM 층(134) 및 공동(136) 위의 유전 물질(138)의 두께 및 유전 물질(138)의 굴절률은 스택(130)의 원하는 광학 특성을 설계하는데 선택될 수 있다.
- [0153] 도 5b에서, 유전 물질(138) 상에 제2 유전 물질(142)이 형성된다. 제2 유전 물질(142)은 유전 물질(138)보다 작은 굴절률을 가질 수 있다. 유전 물질(138, 142)의 두께 및 굴절률은 스택(130)의 원하는 광학 특성을 설계하는데 선택될 수 있다.
- [0154] 도 5c에서, 공동(136)을 채우는 데 물질이 사용되지 않는다. 패터닝 된 PCM 층(134) 및 공동(136)은 공기 또는 주위 환경에 노출된다. 여기서, PCM 층(134)의 치수 만이 스택(130)의 원하는 광학 특성을 설계하는데 선택될 수 있다.
- [0155] 도 5d에서, 도 5c와 유사한 구성이 도시되어 있다. 여기서, 얇은 금속 라이너 층(144)이 PCM 층(134) 및 공동(136) 상에 도시되어 있다. 이 라이너 층(144)은, 공동(136)의 플라즈몬 공진을 개선시킬 수 있으므로, 양호한 플라즈몬 특성 및 매우 제한된 두께(5-10 nm)를 가질 수 있으며, 반면에 여전히 PCM 층(134)의 상태를 전환함으

로써 형상 구조가 동조 능력(tunability capabilities)을 갖도록 허용한다. 금속 라이너 층(144)의 두께는 스택(130)의 원하는 광학 특성을 설계하는데 선택될 수 있다.

- [0156] 도 5e에서, 공동(136)은 벌크 PCM 층(134)에 형성된다. 따라서, 공동(136)의 하부면을 제공하기 위해 PCM 층(134)의 제1 두께가 정의된다. 공동(136)은 PCM 층(134)에서 패터닝 되어 제1 두께보다 큰 제2 두께를 갖는 패터닝 된 벽이 PCM 층(134)에 형성된다. 공동(136) 및 PCM 층(134)은 공기 또는 주위 환경에 노출될 수 있다. PCM 층(134)의 제1 두께는 광학 스택(130)의 원하는 특성을 설계하는데 선택될 수 있다.
- [0157] 도 5f에서, 도 5e에 도시된 바와 같이 대응하는 공동(136)이 형성된다. PCM 층(134)의 패터닝 된 벽 상에, PCM 층(134)의 패터닝 된 벽 들로서 대응하는 패턴을 갖는 유전 물질(146)의 패턴이 형성된다. PCM 층(134) 및 유전 물질(146) 내의 공동(136) 및 패터닝 된 벽은 공기 또는 주위 환경에 노출될 수 있다. PCM 층(134)의 제1 두께, 유전 물질(146)의 두께 및 굴절률은 광학 스택(130)의 원하는 특성을 설계하는데 선택될 수 있다.
- [0158] 도 5g에서, 도 5f에 도시된 바와 같은 대응 구조가 형성된다. 제1 유전 물질(146) 상에 제2 유전 물질(148)이 배열된다. 제2 유전 물질(148)은 제1 유전 물질(146)보다 작은 굴절률을 가질 수 있다. PCM 층(134) 및 제1 및 제2 유전 물질(146, 148) 내의 공동(136) 및 패터닝 된 벽은 공기 또는 주위 환경에 노출될 수 있다. PCM 층(134)의 제1 두께, 제1 유전 물질(146) 및 제2 유전 물질(148)의 두께 및 굴절률은 광학 스택(130)의 원하는 특성을 설계하는데 선택될 수 있다.
- [0159] PCM 층(134)에서 패터닝 된 벽 상에 배열된 유전 물질(146, 148) 대신에 또는 이에 추가하여, 패터닝 된 벽들 상에 금속층이 배열될 수 있다 것이 또한 이해되어야 한다.
- [0160] 도 5h에서, 도 5e에 도시된 바와 같이 대응하는 공동(136)이 형성된다. 여기서, 얇은 금속 라이너 층(144)이 PCM 층(134) 및 공동(136) 상에 도시되어 있다. 이 라이너 층(144)은 공동(136)의 플라즈몬 공진을 개선시킬 수 있기 때문에 양호한 플라즈몬 특성 및 매우 제한된 두께(5-10 nm)를 가질 수 있다. 여전히 PCM 층(134)의 상태를 전환함으로써 형상 구조가 동조 능력을 갖도록 허용하는 단계를 포함한다. PCM 층(134)의 제1 두께 및 금속 라이너 층(144)의 두께는 스택(130)의 원하는 광학 특성을 설계하는데 선택될 수 있다.
- [0161] 도 5i에서, 전극(132)에 공동(136)의 일부를 형성하는 전극(132)에 패턴이 형성되어 전극(132)에 패터닝 된 벽이 형성된다. PCM 층(136)의 패턴은 공동(136)을 둘러싸는 전극(132)의 패터닝 된 벽 상에 형성된다. 전극(132) 및 PCM 층(134)의 공동(136) 및 패터닝 된 벽은 공기 또는 주위 환경에 노출될 수 있다. 전극(132)의 패터닝 된 벽의 두께 및 PCM 층(134)의 두께는 광학 스택(130)의 원하는 특성을 설계하는데 선택될 수 있다.
- [0162] 도 5j에서, 단위 셀(104)의 공진 정의층은 전극(132) 상에 배열된 PCM 층(134)을 포함한다. 또한, PCM 층(134) 상에 금속층(150)이 배열된다. 금속층(150)은 PCM 층(134) 상에 공동(136)을 정의하도록 패터닝 되며, PCM 층(134)은 공동(136)의 하부면을 형성한다. 공동(136) 및 금속층(150)은 공기 또는 주위 환경에 노출된다. PCM 층의 두께는 스택(130)의 원하는 광학 특성을 설계하기 위해 선택될 수 있다.
- [0163] 도 5k에서, 도 5j에 도시된 대응 구조가 도시되어 있다. 유전 물질(138)은 공동(136)을 채우고 패터닝 된 금속층(150) 위에 배열된다. 유전 물질(138)의 두께 및 굴절률 및 PCM 층(134)의 두께는 스택(130)의 원하는 광학 특성을 설계하는데 선택될 수 있다.
- [0164] 도 5l에서, 공진 정의층은 PCM 층(134)과 패터닝 된 금속층(150) 사이에 배열된 스페이서 층(152)을 포함한다. 스페이서 층(152)을 형성하는 유전 물질(154)는 또한 금속층(152)의 공동(136)을 채우고 금속층(152)을 둘러싸도록 금속층(152) 및 공동(136) 위에 배열되도록 구성될 수 있다. 금속층(152) 위의 유전 물질(154)의 두께, 스페이서 층(152)의 두께, 유전 물질(154)의 굴절률 및 PCM 층(134)의 두께는 스택(130)의 원하는 광학 특성을 설계하기 위해 선택될 수 있다.
- [0165] 도 5a-1의 구성에서, 공진 공동(136)은 전극(132)을 형성하는 금속 박막(132) 상의 PCM 층(134)에 형성될 수 있고, 공진 공동은 금속 박막(132) 상의 벌크 PCM 층(134)에 형성될 수 있고 공진 공동이 PCM 층(134)의 상부의 금속층(150)에 형성될 수 있음이 도시되어 있다.
- [0166] 공진 공동(136)은 예를 들어, 도 5a-b, 5k-1 참조하면 유전체 매트릭스에 내장될 수 있다. 일부 실시예에서, 유전체 층 스택은 공동(136)이 형성되는 PCM 또는 금속층에 대한 반사 방지 코팅으로서 작용하도록 설계된다. 이것은 PCM 층 또는 금속층 중 하나에 대한 ARC로서 기능하도록 유전체 층 스택을 설계하는 것을 포함할 수 있다.
- [0167] 공진 공동(136)은 공기/주변 환경에 노출될 수 있는 것으로 도시되어 있다. 이 경우, 구조를 보호하기 위한 얇

은 유전체 라이너 층을 제공하는 것이 유리할 수 있다.

- [0168] 도 51에서, 유전체 스페이서 층은 아래의 금속층(전극)(132)과 공진 공동 사이에 배열된다는 것이 지시된다. 전극(132)과 공동(136) 사이에 스페이서 층을 제공하는 이러한 개념(theme)에 대한 변형이, 예를 들어 벌크 PCM - 여기서 공동(136)의 하부에서의 PCM의 두께는 충분히 작음 - 의 공동과 같은 다른 구현에 가능하다는 것을 이해해야 한다.
- [0169] 일부 실시예에서, 얇은 금속 라이너 층(144)이 도시된 경우, 도 5d, 5h 참조, 라이너(144)는 또한 전극으로서 작용할 수 있다. 도 5a-1의 임의의 구성에서, 전극(132) 내의 인접한 단위 셀(104) 사이 및/또는 공동(136)을 정의하기 위한 구조 사이에 갭이 배열될 수 있음을 이해해야 한다. 갭은 예를 들어 하나의 단위 셀(104)의 PCM 상태의 전환(switching)의 제어가 인접한 단위 셀(104)에 영향을 미치지 않도록 열 절연을 제공한다.
- [0170] 또한, 도 3-4에 대해 위에서 논의된 전극(112)의 임의의 구성이 또한 도 5a-1의 구성과 함께 사용될 수 있음을 인식해야 한다.
- [0171] 파라미터를 올바르게 선택하면, 다중 파장에 대해 작동하는 단위 셀 구성을 설계하는 것이 가능할 수 있다. 아래에 도시된 예에서, 공동의 약간 다른 면내 치수에도 불구하고, 단일 단위 셀 구성이 2 개의 실질적으로 다른 파장에 맞을 수 있음을 알 수 있다. 따라서, 그러한 공동의 면내 대칭(예를 들어 직사각형 또는 타원형)을 파괴함으로써, 두 개의 파장이 모두 수직 선형 편광으로 처리되면 두 개의 파장을 동일한 공동과 동시에 사용할 수 있다. 나노 입자(114)를 포함하는 단위 셀 구성은 2 개의 상이한 파장에 적합하도록 유사하게 설계될 수 있다는 것이 또한 이해되어야 한다.
- [0172] 단위 셀(104)의 전체 광학 특성은 다중 공진을 결합함으로써 달성되므로, 단일 단위 셀 구성 내에서 두 개(또는 그 이상)의 목표 파장 각각에서 전체 성능이 약간 감소된 상태로 다른 공진을 상쇄할 여지가 있다.
- [0173] 따라서, 또한 3 개의 상이한 파장에 대한 단일 단위 셀 구성을 설계하는 것이 가능할 수 있다. 예를 들어, 육각형 형태가 사용될 수 있으며, 이는 단위 셀이 3 개의 상이한 파장에 대해 원하는 특성을 제공하도록 구성될 수 있다.
- [0174] 현재 접근 방식으로, PCM 상태를 변화시키면 복수 파장의 모든 상태가 동시에 전환된다. 그러나 단위 셀이 한 파장에 대해 온(반사/투과)되고 다른 파장에 대해 오프(비반사/비투과)되는 방식으로 단위 셀 구성을 설계하는 것이 가능할 수 있다. 예를 들어, 단위 셀(104)은 하나의 파장에 대해 고도로 반사적이고 다른 파장에 대해 매우 흡수적인 제1(예를 들어, 결정질/비정질) 상태를 갖도록 구성될 수 있다.
- [0175] 도 6을 참조하면, 전극들(202, 204)의 특정 구성이 논의될 것이다.
- [0176] 전극(202)은 PCM의 전환을 위해 하부로부터 셀을 어드레스 할 수 있다. 전극(202)은 전환이 보조되어 가열될 수 있는 것으로 고려되므로 PCM과 반드시 접촉할 필요는 없다. 도 6의 구성에서, 하부로부터 단위 셀들(104)을 어드레스 하는 전극들(202)은 단위 셀(104)의 광학 성능과의 최소 간섭을 가질 수 있다. 전극(202, 204)의 정확한 치수는 단위 셀(104)의 광학 성능을 추가로 향상시키기 위한 다른 설계 파라미터 일 수 있다.
- [0177] 도 6과 같이, 전극(202 및 204)은 교차점 아키텍처로 배열될 수 있고, 따라서, 단위 셀(104)의 열을 따라 연장되는 상부 전극(202)은 각 단위 셀(104)의 위치에서 단위 셀(104)의 열을 따라 연장되는 하부 전극(204)과 교차한다. 따라서, 각각의 단위 셀(104)은 하부 전극(202) 및 상부 전극(204) 상에 제공된 결합된 신호에 의해 처리될 수 있다.
- [0178] 상부 전극(204)은 예를 들어 도 5j-1에 도시된 실시예 중 어느 하나에 따라 금속층(150) 내에 공동(136)을 형성하기 위해 패터닝 될 수도 있다. 이러한 구현에서, 신호 라인에 대한 공동(136)의 상대 치수는 광학 성능을 설계하기 위해 선택될 수 있는 다른 파라미터 일 수 있다.
- [0179] 상술된 구성들 중 적어도 일부에서, 단위 셀(104)은 하부 전도성 금속 전극을 투명한 전도성 전극으로 대체함으로써 3 차원 광 필드의 투과 기반 형성에 사용될 수 있다.
- [0180] 지금, 일부 실시예에 대한 형상 구조의 적절한 치수의 예를 제공하기 위해 일부 시뮬레이션 결과가 제공될 것이다.
- [0181] 표시된 모든 시뮬레이션에서, 알루미늄은 금속층(하부 전극)으로, GST는 각각 굴절률 1.46 및 1.9를 사용하여 유전 물질로 PCM 및 SiO₂ 및 SiN으로 사용되었다. 공진 구조는 일반적으로 사용되는 레이저 파장이므로 청색, 녹색 및 적색에 대해 각각 488, 532 및 633 nm 파장을 대상으로 설계되었다. 모든 공진 공동 플롯의 경우 명시

적으로 지정되지 않은 경우 치수는 나노 미터이다.

- [0182] 공진 단위 셀에 대한 초기 3D 시뮬레이션의 경우, 디스크 형 나노 입자 또는 원통형 공동의 치수는 각각의 경우에 대한 반경 및 두께 또는 깊이의 함수로서 정의된다.
- [0183] 이러한 나노 구조의 크기를 시뮬레이션 할 때, 주기 P는 반경의 4 배로 고정되고(듀티 사이클 50 %)주기 경계 조건이 사용된다. 이것은 실제 예에서 변화될 수 있지만 아래의 시뮬레이션은 여전히 원리 검증에 사용될 수 있다.
- [0184] 도 7a-d는 단위 셀(104)로서 역할을 하는 것으로 조사된 도 3a 및 도 4a의 구성에 대응하는 2 개의 상이한 GST 나노 입자 구조의 개략적인 개요를 도시한다. 알루미늄 박막 위에 직접 놓인 간단한 원반형 나노 입자가 도 7a에 나타나 있다. 얇은 SiO₂ 스페이서에 의해 알루미늄 막으로부터 분리된 동일한 입자가 도 7b에 도시되어 있다.
- [0185] 두 경우 모두, 나노 입자(114)는 산화물 매트릭스에 매립되므로, 이 경우에 잘 정의된 평면 외 페브리-페롯(Fabry-Perot) 유형 공동이 없다. 본 개시 내용의 일부 실시예에서, 이것은 성능을 더 향상시키기 위해 단위 셀(104)을 설계하는데 선택하는 하나 이상의 파라미터 일 수 있다.
- [0186] 도 7a 및 7b의 구성을 위한 나노 입자(114)의 반경(R) 및 두께(T)에 대한 간단한 스위프에서, GST의 두 상태 모두에서 강한 공진 동작이 관찰되어 두 개의 디튤 된(detuned) 공진 상태를 야기한다. 도 7a의 단위 셀(104)의 성능을 평가하기 위해, 우리는 도 8a-f에서 GST의 두 상태 사이의 반사 비율을 본다. 도 8a-c의 차트에서, 결정질/비정질의 반사 비율이 도시되어 있고, 도 8d-f의 차트에서, 비정질/결정질의 반사 비율이 도시되어 있다.
- [0187] 반사 비율로부터, 두 GST 상태 모두에 강한 공진이 존재한다는 것이 명백하지만, 최대 반사 비율의 관점에서 결정 상태가 공진인 입자 크기에 대해 가장 높은 값이 관찰된다. 도 9a는 반사 스펙트럼을 나타내고, 도 9b는 청색, 녹색 및 적색 광을 목표로 하는 3 개의 선택된 경우(도 8d-f에서 백색 원으로 표시)에 대한 반사 비율을 도시한다. 도 9b의 점선은 관찰된 효과에 대한 국부 공진의 영향을 설명하기 위해 나노 입자와 동일한 두께의 연속 박막에 대한 반사 비율을 나타낸다.
- [0188] 비슷한 두께의 박막 스택은 상당히 평평한 반응을 보여주지만, 분명히 나노 입자(114)에서 국부 공진은 단위 셀(104)에서 큰 반사 비율을 발생시킨다. GST 자체는 아래 알루미늄 박막의 반사 방지 코팅으로 작용할 수 있지만 효율성은 낮다.
- [0189] 공기 중에, GST는 GST와 주변 사이의 굴절률 대비가 클수록 첫 번째 계면에서 큰 반사를 일으키기 때문에 산화물의 경우와 비교하여 덜 효율적인 ARC이다. 따라서 입사광의 작은 부분 만이 GST 층에 의해 형성된 공동에서 공진될 수 있다. 위에 표시된 패터닝 된 경우, 국부 입자 공진에서, 훨씬 더 효율적인 흡수가 있어서, 큰 반사 비율을 얻을 수 있고, 이는 양호한 온/오프 비율을 갖는 효율적인 픽셀을 초래할 수 있다.
- [0190] 도 7b에 도시된 제2 나노 입자 구성에 대해, 알루미늄 박막과 입자 사이의 GST 입자의 반경(R) 및 두께(T) 및 산화층의 스페이서 두께(S)에 대해 스위프를 수행하였다. 단위 셀(104)로서 사용될 최상의 후보를 식별하기 위해, 도 10은 나노 입자(114)의 정확한 치수에 관계없이 스페이서 두께의 함수로서 달성될 수 있는 최대 반사 비율을 나타낸다. 도 10에서, 결정질/비정질(C/A) 및 비정질/결정질(A/C)의 반사 비율이 평가된다.
- [0191] GST 입자와 알루미늄 사이에 스페이서 층이 없는 도 7a에 도시된 구성과 비교할 때, 스페이서 층을 포함할 때 최대 반사 비율이 더 큰 크기에 도달하고 있음이 명백하다. 이러한 개선의 기본 메커니즘을 이해하기 위해 두 경우의 차이가 연구될 수 있다.
- [0192] 도 11a-f에는 3 개의 상이한 파장에 대해 40nm의 스페이서 층에 대한 결정질과 비정질 사이(도 11a-c의 도표), 3 개의 상이한 파장에 대해 60 nm의 스페이서 층에 대한 비정질과 결정질 사이의 반사 비율의 개요가 도시되어 있다(도 11d-f의 차트). 여기서 스케일은 도 8a-f에 도시된 것보다 10 배 큰 값으로 포화됨에 유의해야 한다.
- [0193] 전체적으로, 나노 입자(114)와 아래의 알루미늄 박막(aluminum film)(112) 사이에 적절하게 설계된 스페이서 층을 추가할 때 훨씬 더 큰 반사 비율이 결정질/비정질 및 비정질/결정질 모두에서 얻어진다. 게다가, 더 작은 GST 두께에서 두 상태의 공진 조건이 발생한다는 것을 알 수 있다. 공진을 달성하기 위한 면내 치수는 스페이서 층이 없는 나노 입자 케이스와 매우 유사하다. 선택된 경우에 대한 반사 스펙트럼 및 대응하는 반사 비율(도 11a-f의 차트에서 원으로 표시)이 도 12a-d에 도시되어 있다.
- [0194] 이 스펙트럼에서, 온/오프 비율 측면에서 성능 향상에 기여하는 몇 가지 요소가 식별될 수 있다. 아래 GST 나노

입자와 알루미늄 박막 사이에 스페이서 층을 도입함으로써, GST의 두 상태에서 주요 공진은 스페이서 층이 없는 경우와 비교하여 스펙트럼에서 더 분리되어 있으며, 이는 GST의 두 상태 사이에서 반사 비율을 쉽게 높일 수 있다.

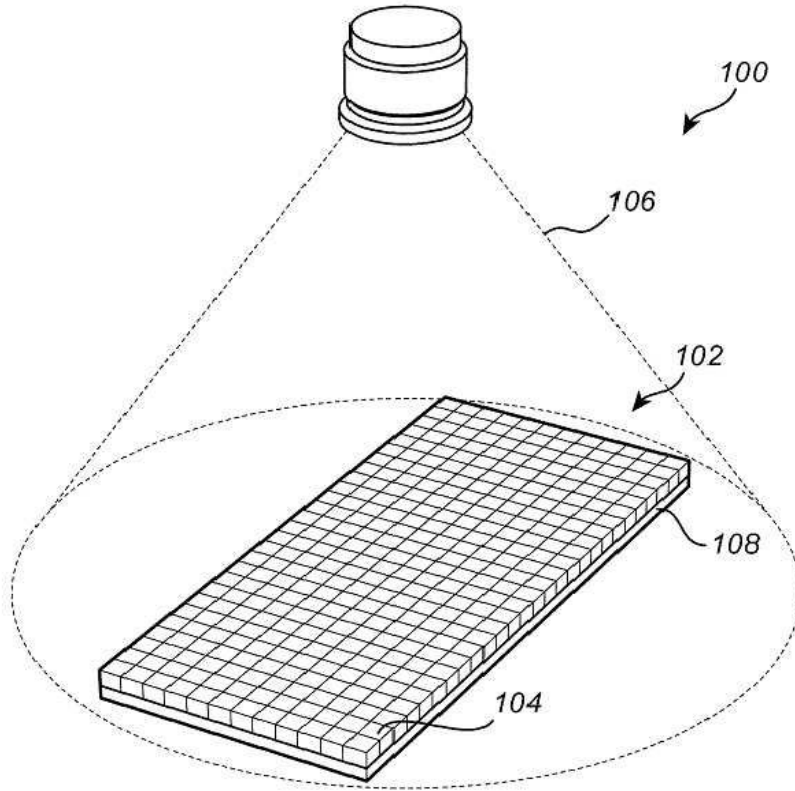
- [0195] 이 더 큰 스펙트럼 분리로 인해, 동작 파장(저 반사 상태에서 공진이 발생하는 파장에 대응하는)이 고 반사 상태에서 공진이 발생하는 파장으로부터 스펙트럼적으로 더 멀어짐에 따라, 고 반사 상태에서의 반사 강도가 증가된다. 더 작은 스페이서 두께(S)는 전형적으로 2 개의 GST 상태에서 공진 모드의 더 큰 분리를 초래한다는 것을 알 수 있다. 따라서, 더 작은 스페이서 두께(S)가 특히 산란을 위해 더 작은 주기로 갈 때 유리할 수 있다. 그러면 두 상태의 공진이 넓어지기 시작하고 더 작은 피크 진폭을 갖는다.
- [0196] 스페이서 두께에 대해 선택된 두 가지 경우를 비교할 때, GST의 두 상태(낮은 및 높은 반사 상태로 설계됨)에 대해, 반사 비율 및 반사 강도는 동일한 크기의 순서임을 알 수 있다. 비정질 상태에서 GST의 굴절률이 결정에서 보다 크다는 사실 때문에, 입자 공진은 모든 경우에 비정질 경우에 대해 더 짧은 파장에서 발생한다. 따라서, 결정 상태에서 가장 강한 흡수가 발생하는 설계를 선호하는 것이 바람직할 수 있으며, 이는 더 작은 공진 구조를 가질 수 있고 따라서 가장 높은 단위 셀 밀도를 허용한다.
- [0197] 알루미늄과 GST 사이에 스페이서 층을 포함하는 도 7b에 도시된 구성과 스페이서 층이 없는 도 7a에 도시된 구성을 비교할 때, 또한, 저 반사 상태에서의 반사 강도는 약 10 배 낮다는 것이 명백하다. 이 효과는 GST 나노 입자의 공진이 이제 위상차 쌍극자를 유도할 박막 아래에 결합되어 전체 전기장 프로파일이 본질상 사극자(quadrupolar)라는 사실에 기인할 수 있다. 이 효과는 완벽한 흡수체를 생성하는 데 사용되었다.
- [0198] 이제 단위 셀(110)에 공동(136)을 포함하는 구성으로 돌아가면, 하나의 예가 조사되었지만, 도 5a-1에 나타난 바와 같이 상이한 실시예가 실현되어야 한다.
- [0199] 여기에서 조사된 특정 구현에서, 하나의 추가된 특징(도 7에 도시된 구성과 비교되고 위에서 조사된), 즉 SiN을 ARC로서 사용하는 것이 존재한다. 이러한 ARC를 나노 입자 형상에 추가하면 성능이 향상될 수 있다. 도 13은 ARC로서 SiN(138)을 포함하여 알루미늄 박막(132)의 상부에 GST(134)에 정의된 공동(136)에 대한 단위 셀 형상을 개략적으로 도시한다.
- [0200] 이 기본 구성에서, 공동 공진을 튜닝하기 위해 선택될 수 있는 3 개의 파라미터, 즉 GST 내의 공동의 반경(R) 및 깊이(D) 및 GST 상부의 SiN ARC의 두께(T)가 있다. 도 14a-c는 결정질 및 비정질 GST 상태 사이에서 상이한 ARC 두께(설계된 파장에 따라)에 대해 관찰된 반사 비율을 보여준다.
- [0201] 도 14a-c에 도시된 반사 비율에 대해, 반사 값의 채도 값은 30으로 설정되었다. 모든 공동에 대한 최적의 설계에서, 얻어진 비율은 훨씬 더 크다. 그렇지만, 더 작은 공동 크기에 대해서도, 매우 작은 공동에 대해 비교적 큰 반사 비율이 달성될 수 있으며, 이는 단위 셀(104)의 어레이(102)에서 단위 셀 밀도를 증가시키는 관점에서 흥미로울 수 있음을 알 수 있다.
- [0202] 최적의 설계는 도 14a-c에서 각 차트의 오른쪽에 원으로 표시되어 있다. 반사 비율이 낮은 더 컴팩트 한 버전은 각 차트의 왼쪽에 다른 원으로 표시된다. 원으로 표시된 이러한 선택된 사례의 경우, 대응하는 스펙트럼 및 파장 의존 반사 비율이 도 15a-d에 도시되어 있다.
- [0203] 도 15a-b의 차트에서, 반사 스펙트럼 및 반사 비율은 도 14a-c에 차트의 오른쪽 원으로 표시된 최적의 설계에 대해 표시된다. 도 15c-d의 차트에서, 반사 스펙트럼 및 반사 비율은 도 14a-c에 차트의 왼쪽 원으로 표시된 보다 컴팩트 한 설계에 대해 나타난다.
- [0204] 최적화된 설계를 위해, 국부적인 공동 공진은 모든 색상에 대해 반사 비율 약 100으로 표명된다. 반지름이 25nm 인 더 컴팩트 한 버전의 경우, 비정질 상태에서 뚜렷한 공진이 관찰되고, 결정 상태에 대한 현저한 공진이 관찰된다. 더욱이, 두 GST 상태에서 공진은 최적화된 설계에 비해 넓어지고(청색과 녹색의 경우 진폭이 감소함), 이는 인접한 공동의 공진 모드가 훨씬 더 강하게 상호 작용할 수 있도록 100 nm(4R)의 감소된 주기에 기인할 수 있다는 것이 명백하다. 도 13의 구성에서 SiN 층은 양호한 광학 특성을 제공하는 데 중요한 역할을 할 수 있다. 효과는 두 가지이다:
- [0205] - 공동 내부의 인덱스 증가로 공동 크기를 더 축소할 수 있다
- [0206] - GST 상에서 SiN은 $ARC(T \sim \lambda/4n)$ 의 역할을 하는 반면, 공동 내부의 두께는 더 크고($T + D$), 이는 알루미늄 전극 상에서 ARC 역할을 하도록 최적화되지 않았 음을 의미한다.

[0207]

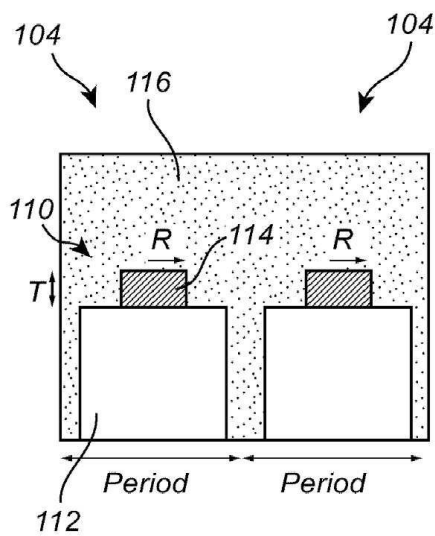
위에서 본 발명의 개념은 제한된 수의 예를 참조하여 주로 설명되었다. 그러나, 당업자가 쉽게 이해할 수 있는 바와 같이, 전술한 것 이외의 다른 예는 첨부된 청구 범위에 의해 정의된 바와 같이 본 발명의 개념의 범위 내에서 동일하게 가능하다.

도면

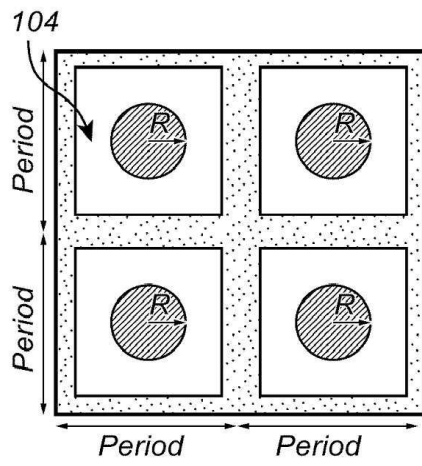
도면1



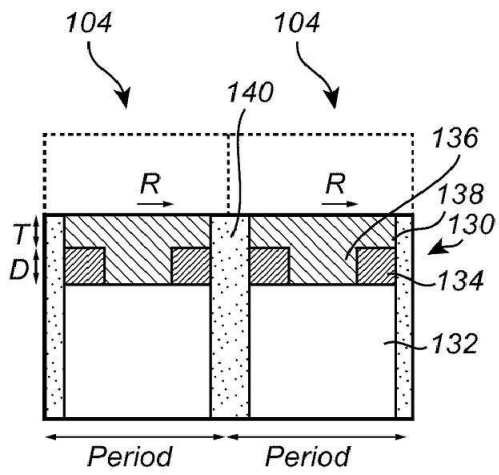
도면2a



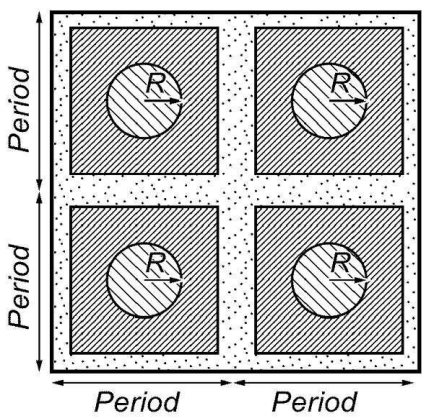
도면2b



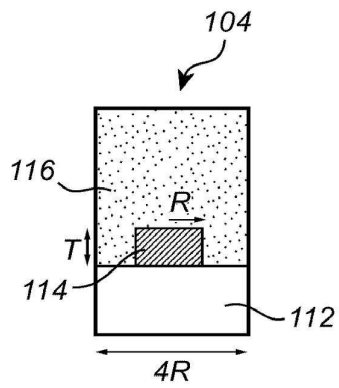
도면2c



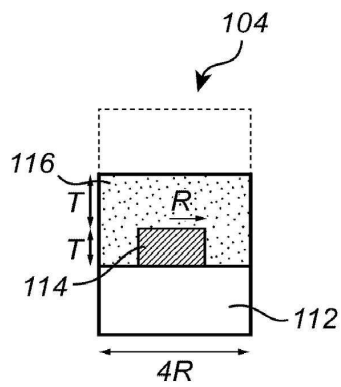
도면2d



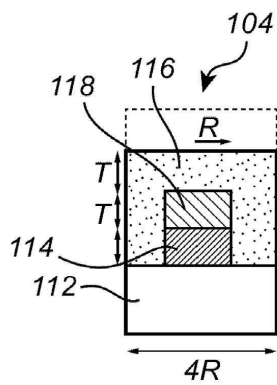
도면3a



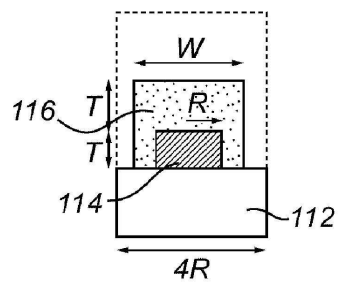
도면3b



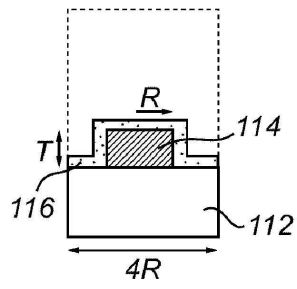
도면3c



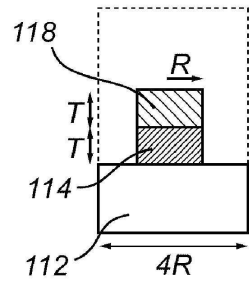
도면3d



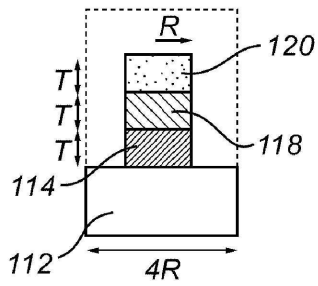
도면3e



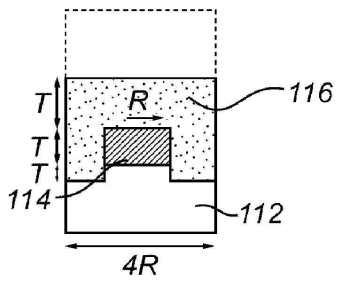
도면3f



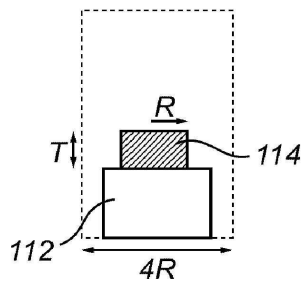
도면3g



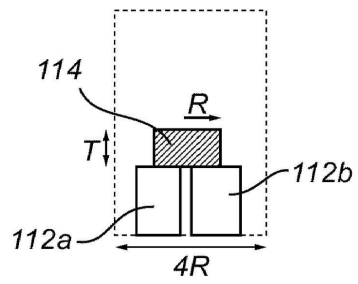
도면3h



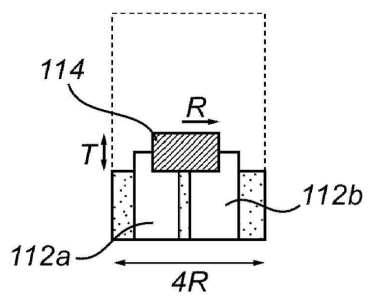
도면3i



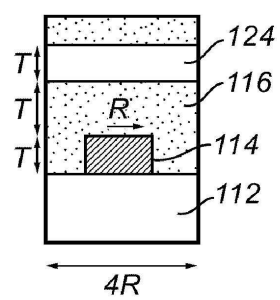
도면3j



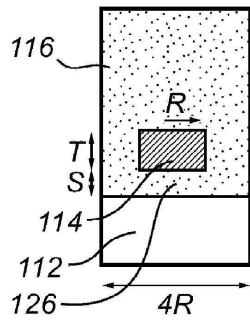
도면3k



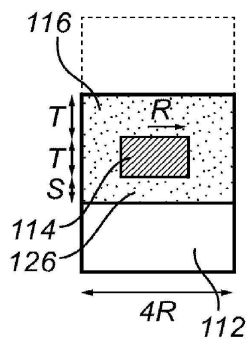
도면3l



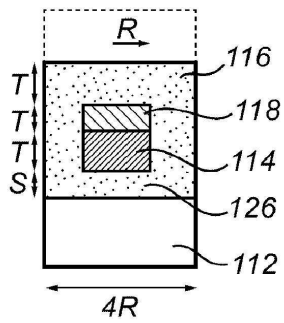
도면4a



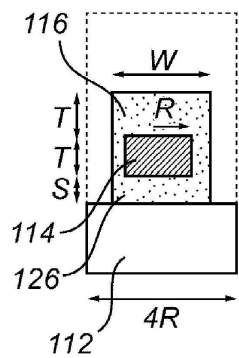
도면4b



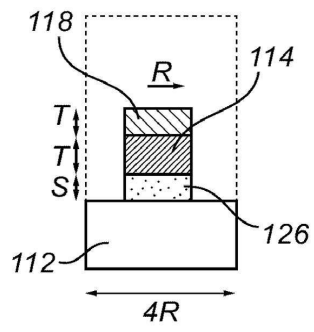
도면4c



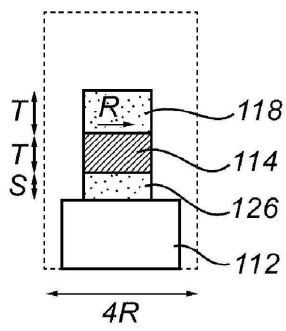
도면4d



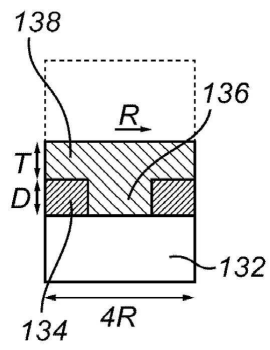
도면4e



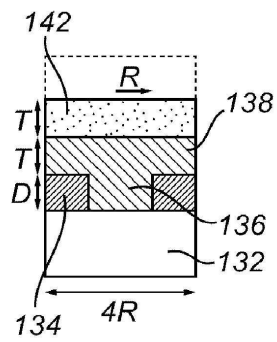
도면4f



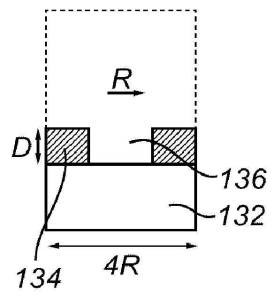
도면5a



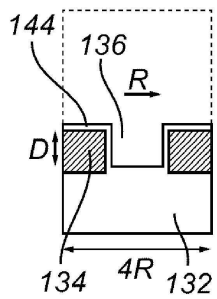
도면5b



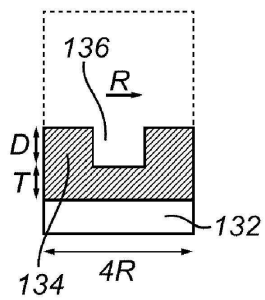
도면5c



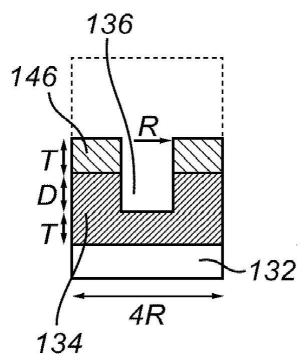
도면5d



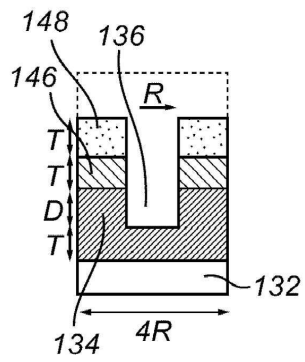
도면5e



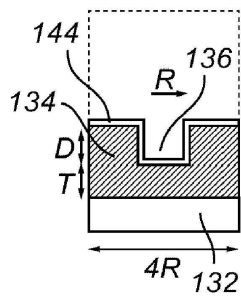
도면5f



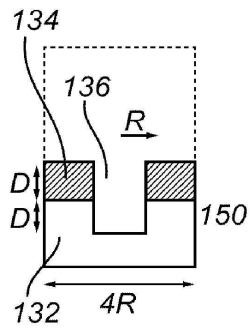
도면5g



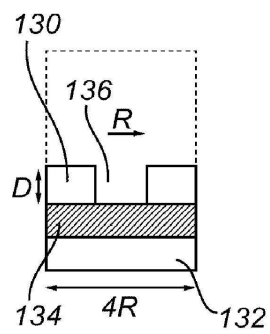
도면5h



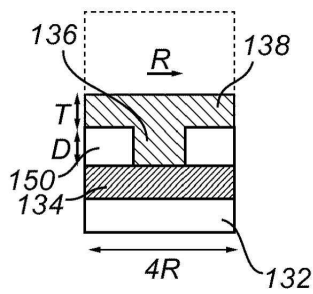
도면5i



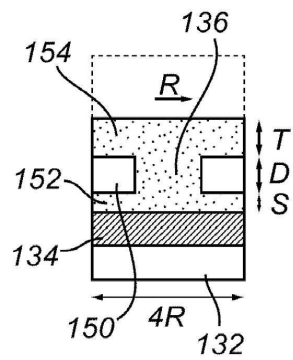
도면5j



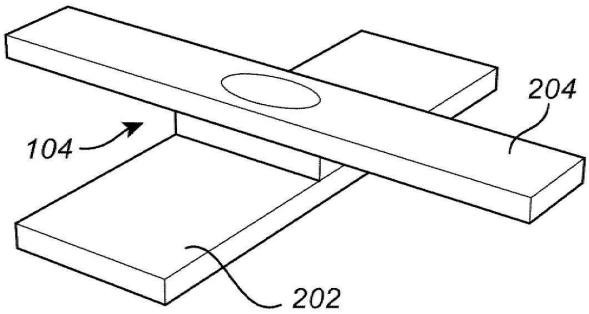
도면5k



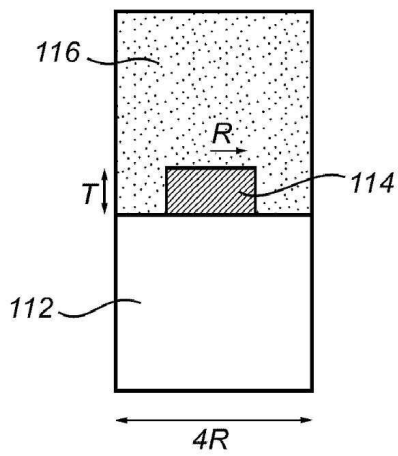
도면5l



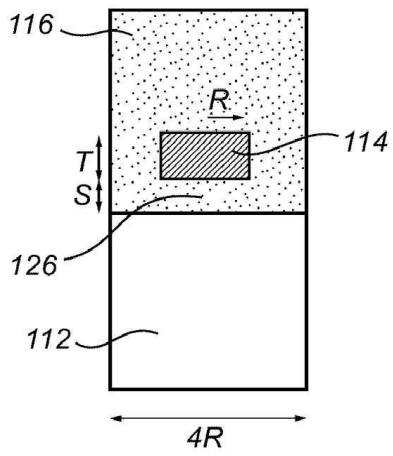
도면6



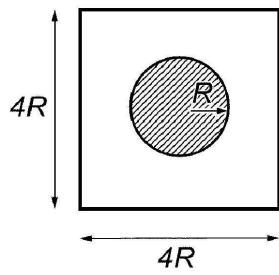
도면7a



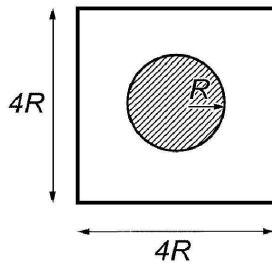
도면7b



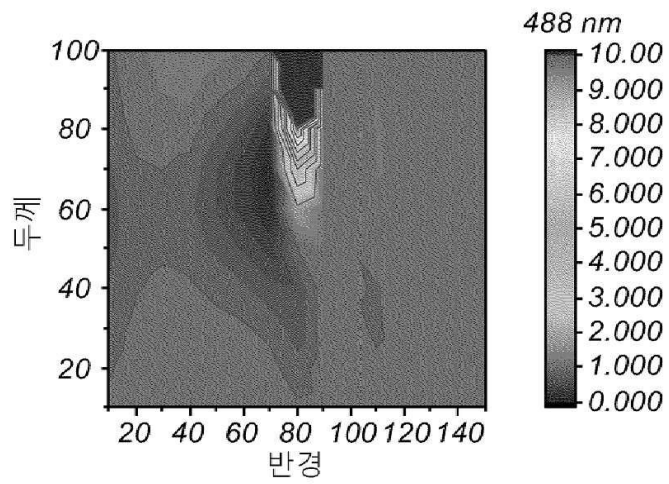
도면7c



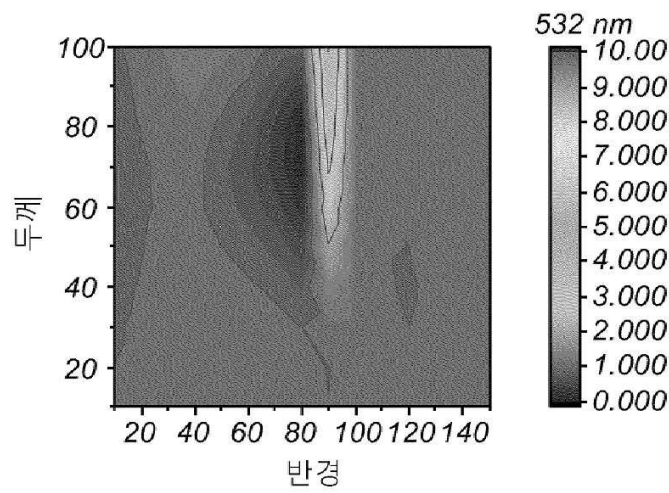
도면7d



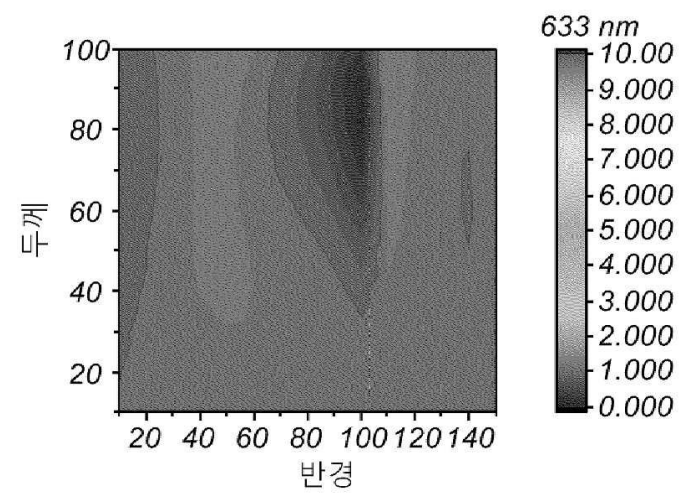
도면8a



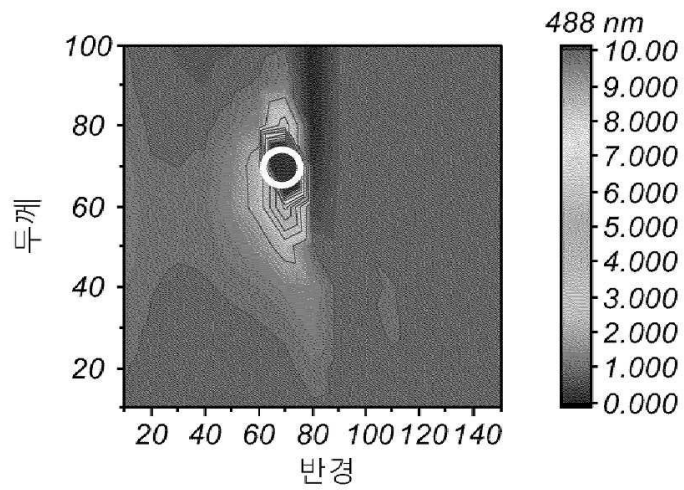
도면8b



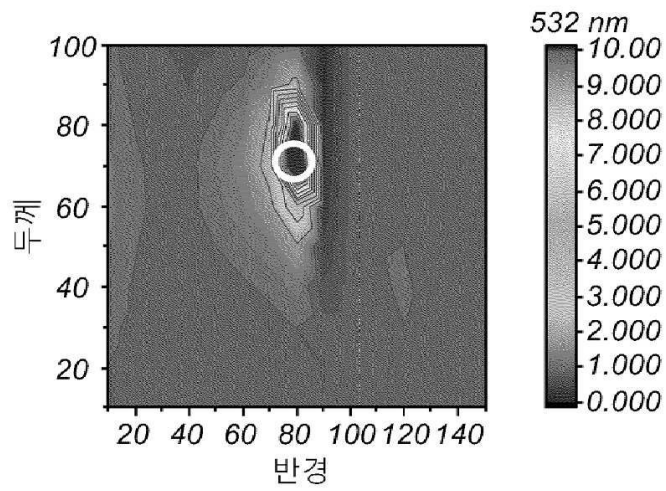
도면8c



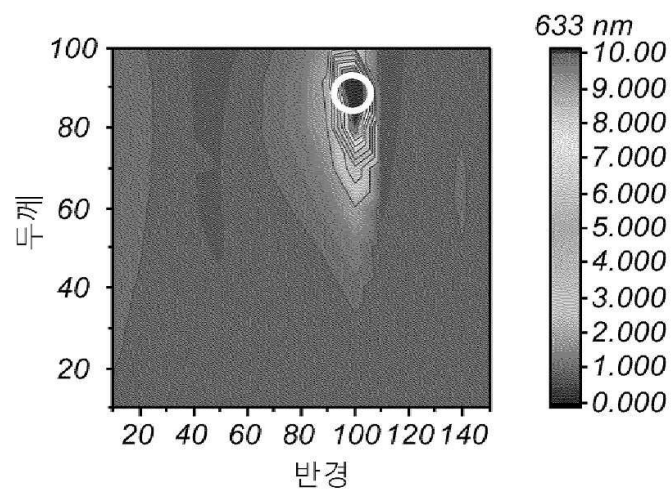
도면8d



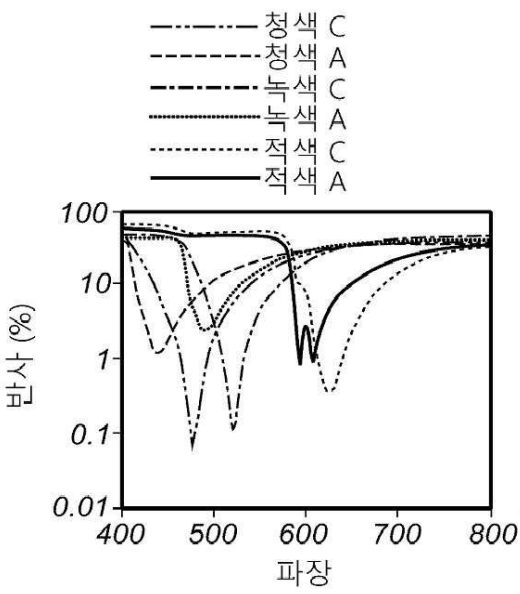
도면8e



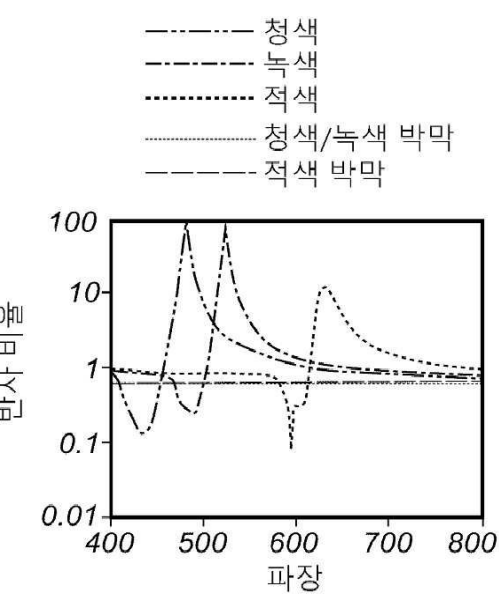
도면8f



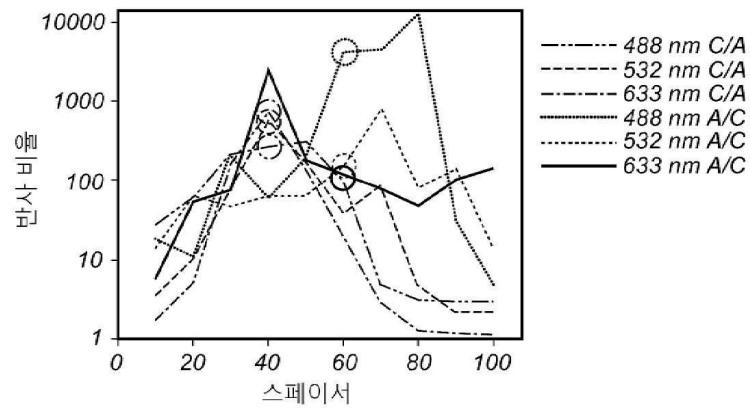
도면9a



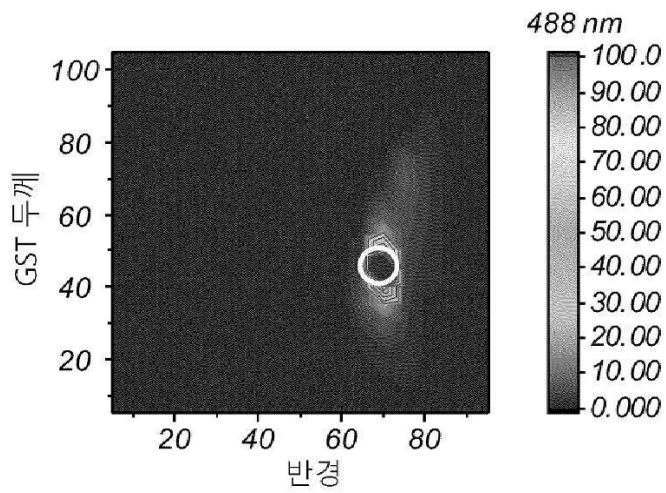
도면9b



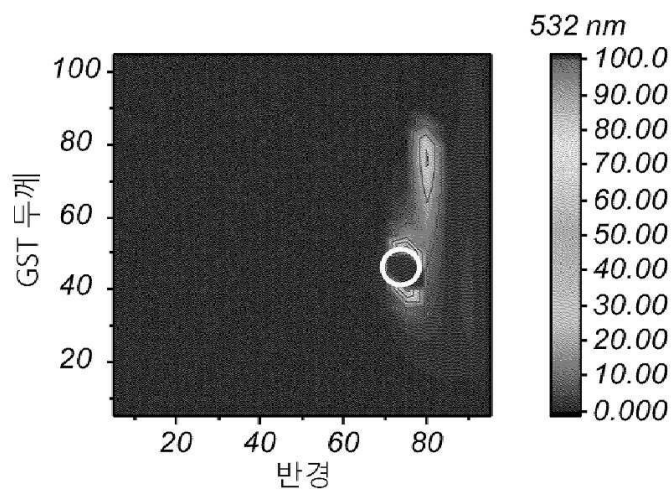
도면10



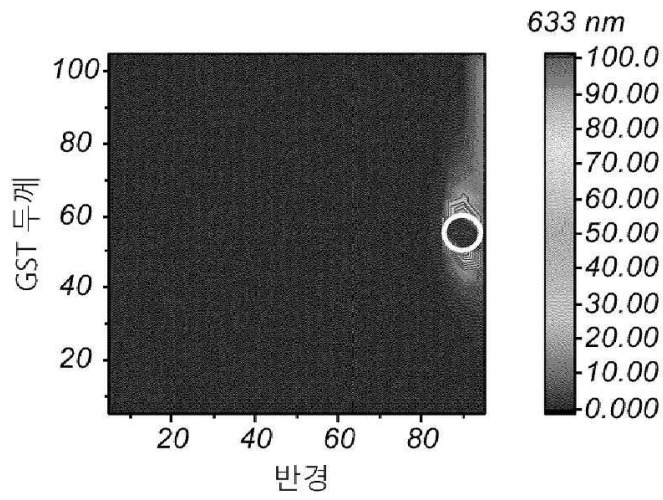
도면11a



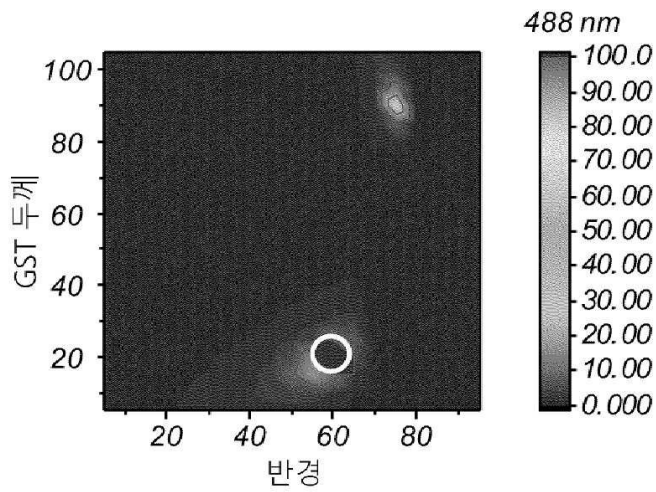
도면11b



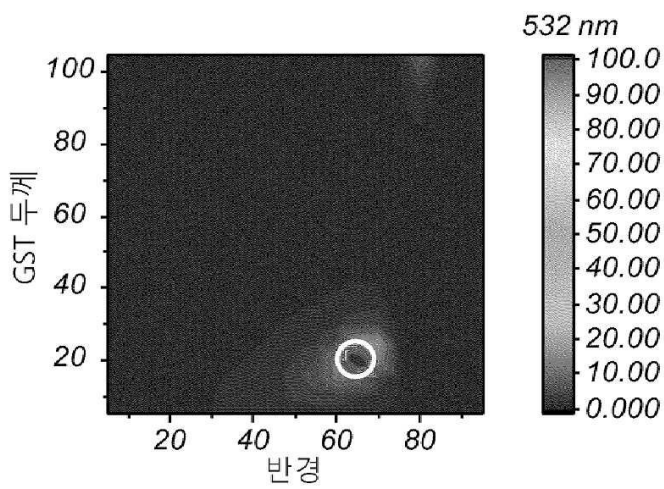
도면11c



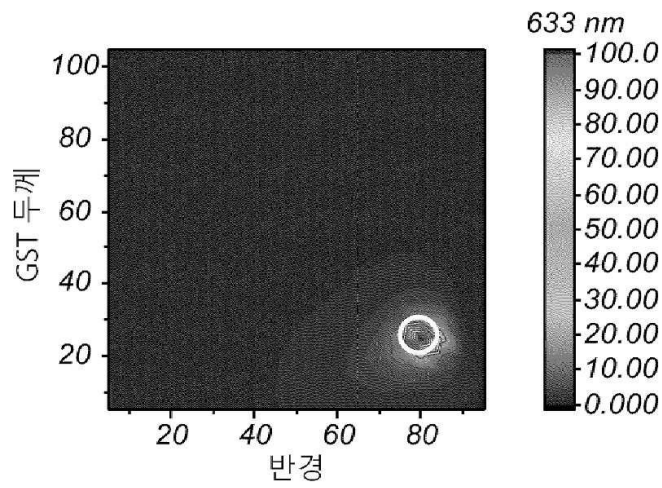
도면11d



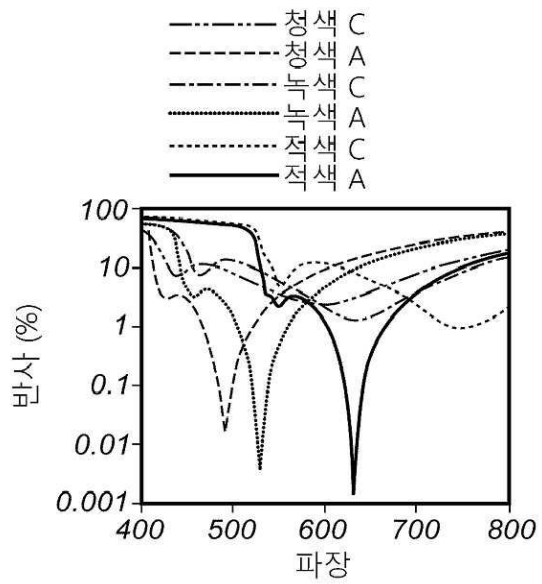
도면11e



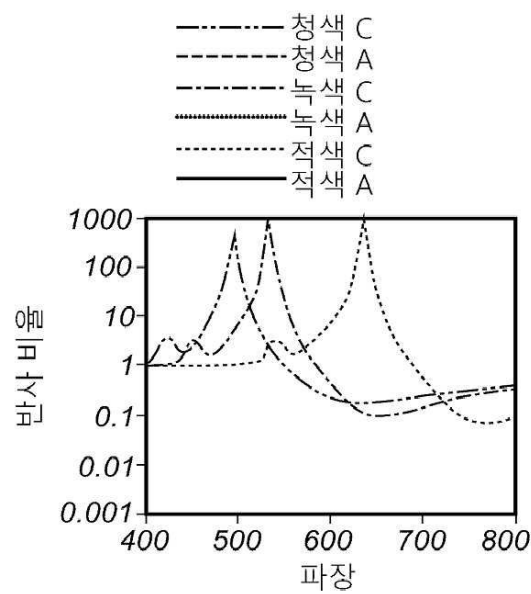
도면11f



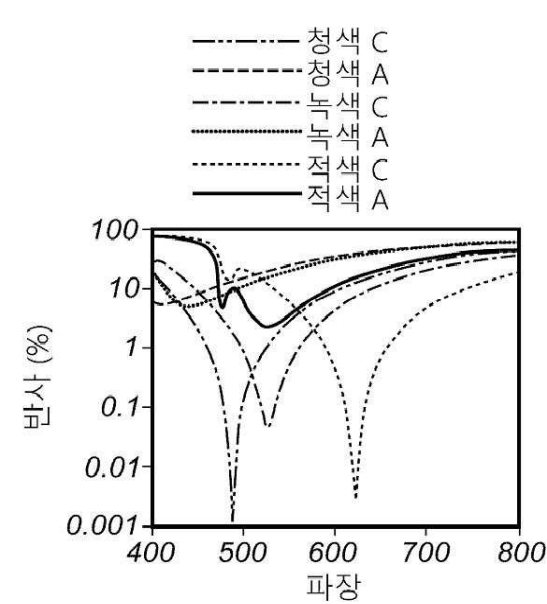
도면12a



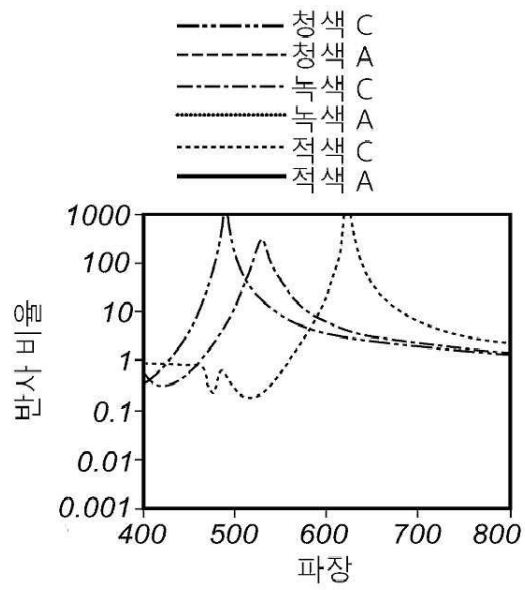
도면12b



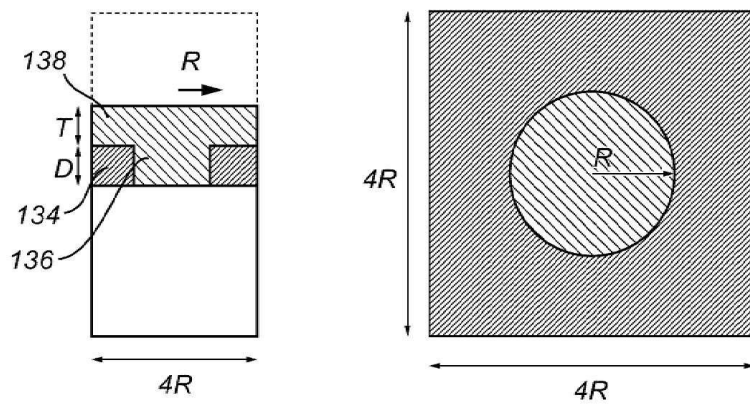
도면12c



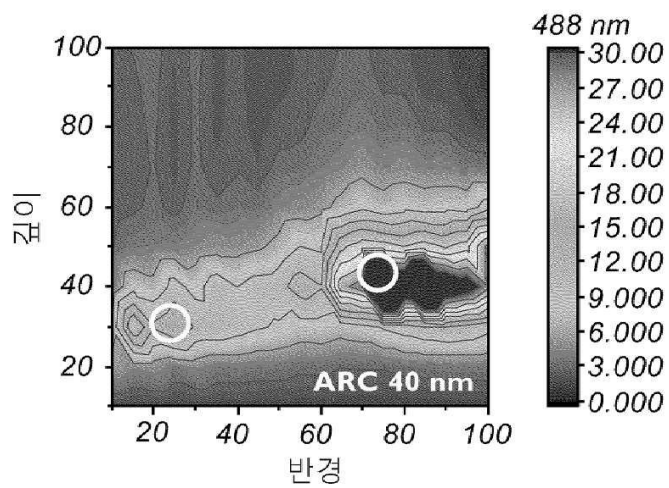
도면12d



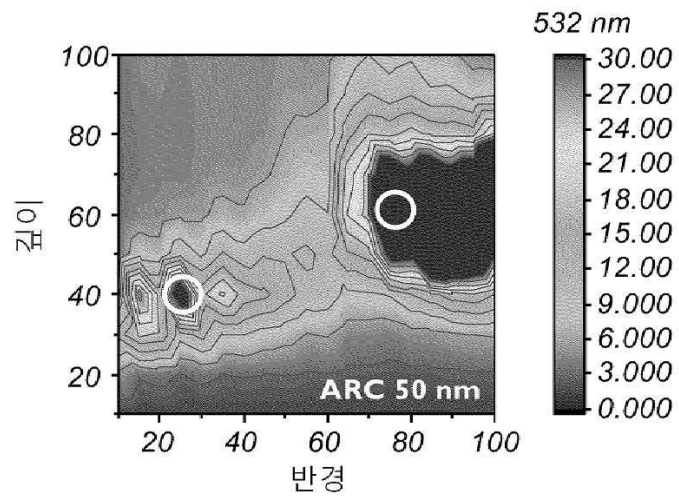
도면13



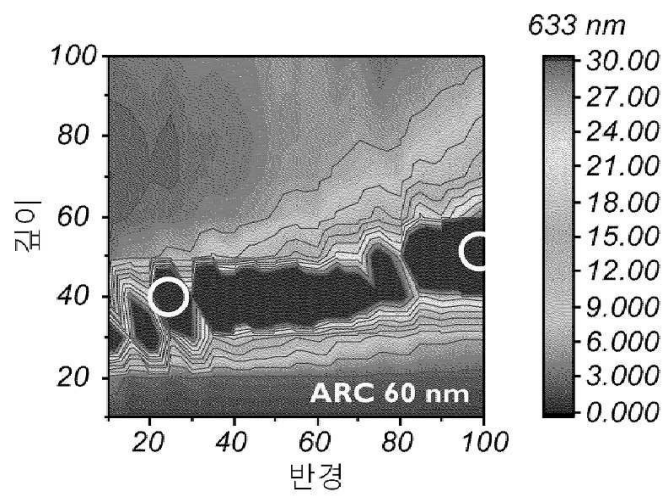
도면14a



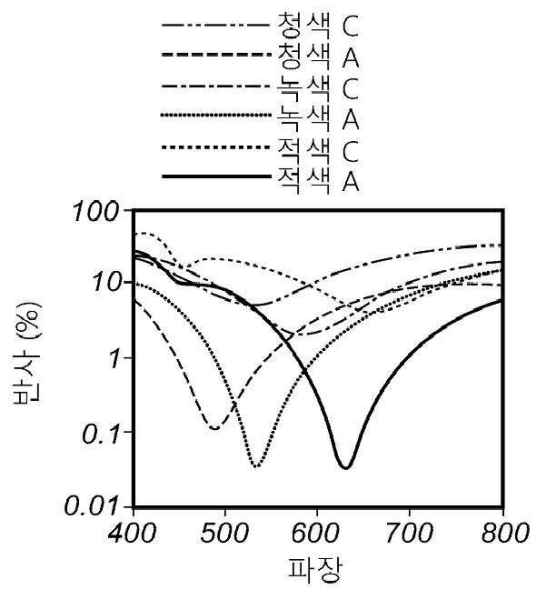
도면14b



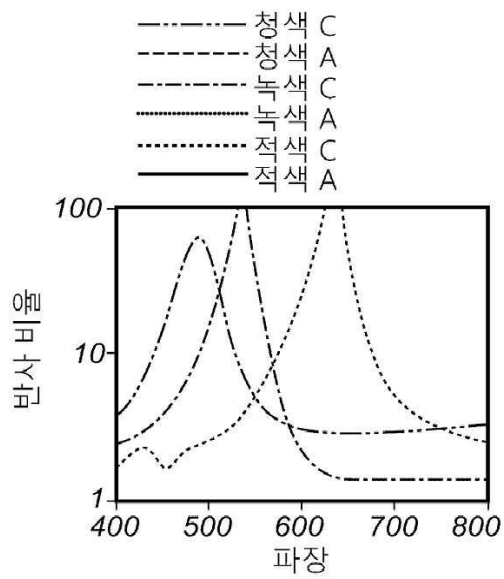
도면14c



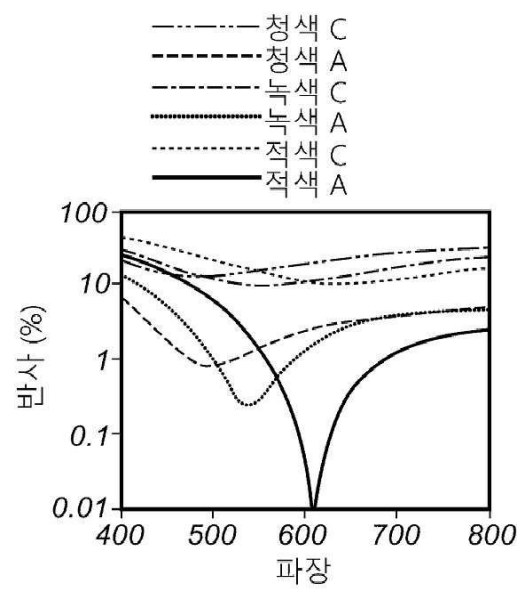
도면15a



도면15b



도면15c



도면15d

