



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년06월11일  
(11) 등록번호 10-2264555  
(24) 등록일자 2021년06월08일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G11B 7/24038 (2013.01) G11B 7/243 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
G11B 7/24038 (2013.01)  
G11B 7/243 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7020103
- (22) 출원일자(국제) 2014년12월22일  
심사청구일자 2019년12월20일
- (85) 번역문제출일자 2016년07월22일
- (65) 공개번호 10-2016-0125355
- (43) 공개일자 2016년10월31일
- (86) 국제출원번호 PCT/GB2014/053826
- (87) 국제공개번호 WO 2015/097469  
국제공개일자 2015년07월02일
- (30) 우선권주장  
1322912.5 2013년12월23일 영국(GB)  
1417976.6 2014년10월10일 영국(GB)
- (56) 선행기술조사문헌  
JP2007294012 A  
US20100157769 A1  
JP2003100084 A  
US20100225989 A1

- (73) 특허권자  
옥스포드 유니버시티 이노베이션 리미티드  
영국 오엑스2 0제이비 옥스포드 웨스트 웨이 3 벽스틴 코트
- (72) 발명자  
바스카란 해리쉬  
영국, 오엑스1 3피에이치 옥스퍼드셔 옥스퍼드, 디파트먼트 오브 머티리얼즈 파크 로드, 유니버시티 오브 옥스퍼드  
호세이니 페이만  
영국, 오엑스1 3피에이치 옥스퍼드셔 옥스퍼드, 디파트먼트 오브 머티리얼즈 파크 로드, 유니버시티 오브 옥스퍼드  
리오스 오캄포 카를로스 안드레스  
영국, 오엑스1 3피에이치 옥스퍼드셔 옥스퍼드, 디파트먼트 오브 머티리얼즈 파크 로드, 유니버시티 오브 옥스퍼드
- (74) 대리인  
박상열, 최내운

전체 청구항 수 : 총 15 항

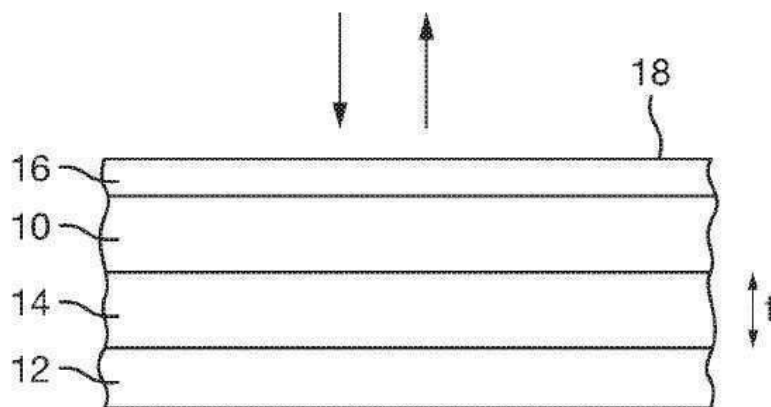
심사관 : 권영학

(54) 발명의 명칭 광학 소자

(57) 요약

광 저장 매체와 같은 광 소자는 인가된 빛에 의해 적어도 2개의 안정된 값들 간에 스위칭 가능한 굴절률을 갖는 고체 상태인 물질의 막을 포함한다. 반사체가 빛에 대한 투과성이 있는 고체 스페이서막에 의해 상기 물질의 막으로부터 이격된다.

대표도 - 도1



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

광학 소자에 있어서,

인식할 수 있는 이미지를 포함하는 패턴을 제공하도록, 상기 소자의 반사율을 변경하는 고체 상태인 물질(10)의 막; 및

반사체(12)를 포함하되,

상기 물질(10)은 적어도 2개의 안정된 값들 간에 스위칭 가능한 굴절률을 갖는 상변화 물질이고, 상기 패턴은 다른 영역 내의 상기 상변화 물질의 스위칭에 의한 상기 물질(10)의 상기 막내의 상기 다른 영역의 상기 굴절률의 세팅에 의해 정의되고,

상기 반사체(12)는 상기 반사체와 광 액세스 면(18) 사이에 다른 반사체의 위치 없이 후면 반사체로 동작하도록 구성되어, 빛은 상기 소자에 대해 입력 및 출력되어 상기 인식 가능한 이미지를 제공하고, 상기 반사체(12)는 빛에 대한 투과성이 있는 고체 스페이서막(14)에 의해 상기 물질(10)의 상기 막으로부터 이격되고, 상기 고체 스페이서 막(14)은 상기 반사체(12) 및 상기 광 액세스 면(18) 사이에 위치하고,

상기 물질(10)의 상기 막이 20nm 미만의 두께인 것, 및 상기 반사체(12) 및 상기 물질(10)의 상기 막의 간격이 상기 스페이서 막(14)의 두께와 같고 상기 스페이서 막(14)의 두께는 10nm~250nm 범위 이내인 것, 중에서 하나 또는 둘을 만족하는 광학 소자.

#### 청구항 2

청구항 1에서,

상기 물질(10)의 상기 굴절률은 전기적으로, 열적으로, 또는 인가된 빛에 의해 스위칭 가능한 광학 소자.

#### 청구항 3

청구항 1에서,

상기 물질(10)의 상기 굴절률은 적어도 2개의 안정된 값들 간에 가역적으로 스위칭 가능한 광학 소자.

#### 청구항 4

청구항 1에서,

상기 소자의 일부의 반사율은, 상기 소자의 상기 일부에서 상기 물질(10)의 막의 상기 굴절률을 스위칭하는 것에 의해, 적어도 3개의 다른 값들 중에 어느 하나에서 세팅 가능한 광학 소자.

#### 청구항 5

청구항 1에서,

상기 물질(10)은 GeSbTe, VO<sub>x</sub>, NbO<sub>x</sub>, GeTe, GeSb, GaSb, AgInSbTe, InSb, InSbTe, InSe, SbTe, TeGeSbS, AgSbSe, SbSe, GeSbMnSn, AgSbTe, AuSbTe, 및 AlSb으로 구성된 그룹에서 선택된 원소들의 조합의 화합물 또는 합금을 포함하거나,

선택적으로, 상기 물질(10)은 상기 그룹의 원소들의 조합들의 화합물 또는 합금들의 혼합물을 포함하거나, 및/

또는 상기 물질(10)은 탄소(C) 또는 질소(N)와 같은 적어도 하나의 도펀트(dopant)를 더 포함하는 광학 소자.

#### 청구항 6

청구항 1에서,

상기 물질(10)은  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ 을 포함하는 광학 소자.

#### 청구항 7

청구항 1에서,

상기 물질(10)의 상기 막은 광학 흡수체 막인 광학 소자.

#### 청구항 8

청구항 1에서,

상기 스페이서 막(14)은 압축 가능한 물질 또는 탄성 중합체 물질(elastomeric material)을 포함하는 광학 소자.

#### 청구항 9

청구항 1에서,

복수의 쌍들의 막들을 포함하되,

상기 쌍들의 각각은 상기 소자의 반사율을 변경하는 고체 상태인 상기 물질(10)의 상기 막 및 상기 고체 스페이서 막을 포함하고,

상기 쌍들의 막들은 스택(stack) 내에서 차례로 배열되는 광학 소자.

#### 청구항 10

청구항 1에서,

상기 물질(10)을 통과하는 전류를 제공하는 집적된 전극들을 더 포함하는 광학 소자.

#### 청구항 11

청구항 10에서,

상기 집적된 전극들은 픽셀화된 광학 소자.

#### 청구항 12

청구항 1에서,

상기 물질(10)의 상기 막의 상단에 배치된 캡핑막(16)을 더 포함하는 광학 소자.

**청구항 13**

청구항 12에서,

상기 고체 스페이서 막(14) 및 상기 캡핑막(16)은 ITO(indium tin oxide)로 형성되는 광학 소자.

**청구항 14**

청구항 1 내지 13 중 어느 한 항의 광학 소자를 포함하는 보안 마크

**청구항 15**

청구항 1 내지 13 중 어느 한 항의 광학 소자를 포함하는 장식용 아이템.

**청구항 16**

삭제

**청구항 17**

삭제

**청구항 18**

삭제

**청구항 19**

삭제

**청구항 20**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 다양한 광학 저장 매체들, 광학 보안 마크들(optical security marks), 및 광학 힘 센서들과 같은 다양한 분야에서 응용되는 광학 소자에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] CD, DVD, 및 블루 레이(blue-ray)와 같은 광학 저장 매체들이 상당히 발전되어 왔다. 이러한 매체들의 저장 밀도 및 저장 용량을 증가시키기 위하여, 제조업자들은 비트의 크기, 즉, 정보의 각 단위를 기록하는데 사용된 매체의 지점 또는 지역에 집중하고 있다. 따라서, 405 nm의 블루 레이와 같이, 정보를 기록 또는 재생하기 위한 빛의 파장이 점점 짧아지고 있다. 이러한 매체들의 재기록할 수 있는 버전들은, 정보의 비트들을 저장하기 위한 다른 상태들을 표현하기 위하여 다른 반사율들을 갖는 상들 사이에서 스위치될 수 있는 상변화 물질(phase change material)을 사용할 수 있다.

[0003] 하지만, 재기록형 매체 기술에서, 상들 사이의 반사율 변화가 매우 작은 문제점이 있다. 예컨대, 약 30%일 수 있다. 그리고, 비트당 면적이 감소함에 따라, 재생 신호의 신호대 잡음비 또한 감소된다. 이에 따라, 저장된 정보를 확실하게 읽는 것이 어려워지고 있다. 또한, 이러한 매체들의 저장 밀도도 한계에 있다.

[0004] 또한, 상변화 물질은 상대적으로 비싸기 때문에, 상기 광학 저장 매체들에 사용되는 상변화 물질의 양이 감소되는 것이 바람직하다. 하지만, 상변화 물질의 양이 감소되는 경우에, 두 상들 사이의 반사율 대조가 감소되어,

재생 신호대 잡음비가 감소되는 문제점이 있다.

[0005] 다른 분야에서, 검출하기 더욱 어렵고 위조하기 더욱 어려우며 재기록 가능한 보안 마크들에 대한 요구가 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 본 발명은 상술된 문제점들의 관점에서 고안되었다.

**과제의 해결 수단**

[0007] 본 발명에 따르면, 광학 소자는 상기 소자의 반사율을 변경하는 고체 상태인 물질의 막; 및 반사체를 포함하되, 상기 반사체는 빛에 대한 투과성이 있는 고체 스페이서막에 의해 상기 물질의 막으로부터 이격된다.

[0008] 또한, 본 발명은 상기 광학 소자를 포함하는 광 저장 매체, 보안 마크, 힘 센서, 또는 장식용 아이টে를 제공한다.

[0009] 또한, 본 발명은 기록 장비 및 재생 장비를 제공한다.

[0010] 이에 더하여, 임의의 측면들은 종속항들에서 정의된다.

**발명의 효과**

[0011] 본 발명의 실시예들에 따른 광 기록 매체들은 일반적인 제조 기술들을 이용하여, 증가된 기록 밀도 및 읽기 능력을 위한 더 높은 대조를 갖도록 제조될 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0012] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광학 소자의 일부의 개략적인 단면도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 기록 매체(recording medium)의 투과 스페이서막(transmissive spacer layer)의 여러 다른 두께들에 대하여 파장 대비 반사율의 백분율 변화를 보여주는 플롯들(plots)을 나타낸다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 기록 매체(recording medium)의 상변화 물질막의 여러 다른 두께들에 대하여 파장 대비 반사율의 백분율 변화를 보여주는 플롯들(plots)을 나타낸다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 기록/재생 장비(recording/reproducing apparatus)를 나타내는 개략적인 도면이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광학 소자의 일부의 개략적인 단면도이다.

도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광학 소자의 일부의 개략적인 단면도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0013] 본 명세서에서, '광학(optical)' 및 '빛(light)' 라는 용어들이 사용된다. 이 용어들은 전자기 복사와 관련된 기술들에서 일상적인 용어들이다. 하지만, 본 명세서의 내용에서, 이러한 용어들은 가시광선에 한정되지 않는다. 즉, 본 발명은 또한 가시 스펙트럼 범위 밖의 파장들(예컨대, 적외선 및 자외선)과 함께 사용될 수 있다.

[0014] 이하에서, 본 발명의 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 예로서 설명한다.

[0015] 설명될 광학 소자의 제1 실시예는 광학 저장 매체이다. 상기 광학 저장 매체를 단면에서 층상 구조를 보여주는 도 1을 참조하여 설명한다. 고상 물질(10)의 일부가 막의 형태로 제공된다. 이 막의 물질은 광 펄스(light pulse)의 적용에 의해 영구적으로 게다가 가역적으로 변경될 수 있는 굴절률을 갖는다. 상변화 물질로서 알려진 이러한 물질은 비정질 및 결정 상들 간에 스위칭될 때 실수 및 허수 굴절률들 모두에서 상당한 변화를 겪는다. 본 바람직한 실시예에서, 상기 물질은 Ge<sub>2</sub>Sb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub> (GST)이다.

[0016] 상기 물질(10)의 부분은, 이 실시예에서 백금 또는 알루미늄과 같은 금속의 막인 반사체(12, reflector) 상에 제공된다. 스페이서막(14)이 상기 물질(10) 및 상기 반사체(12) 사이에 개재된다. 캡핑막(16, capping layer)이 상기 물질막(10)의 상단 상에 제공된다. 이 실시예에서, 상기 캡핑막(16)의 상부면(18)은 상기 기록 매체의 광

억세스 면(optical access surface)을 구성하고, 상기 반사체(12)는 후면 반사체(back-reflector)이다. 도 1에서 화살표들로 표시된 바와 같이, 빛은 상기 억세스 면(18)을 통해 출입한다. 다만, 상기 물질막(10)의 굴절률 및 상기 스페이서(14)의 두께에 의존하는 간섭 효과들 때문에, 후술되는 바와 같이, 반사율이 빛의 파장들의 함수에 따라 현저히 변한다.

[0017] 상기 스페이서(14) 및 상기 캡핑막(16)은 모두 광학적으로 투과성을 가질 수 있으며, 이상적으로, 가능한 한 투명할 수 있다. 다음의 예들에서, 상기 스페이서(14) 및 상기 캡핑막(16)은 ITO(indium tin oxide)로 형성된다. 하지만, 이들은 전기적으로 도전성을 가질 필요는 없으며, 서로 동일한 물질로 형성될 필요도 없다. 다른 적합한 물질들은 SiO<sub>2</sub>-ZnS 및 중합 물질들을 포함한다. 이와는 달리, 고상의 투명한 또는 반투명한 물질이 사용될 수 있다.

[0018] 도 1에 보여진 전체 구조체는 유리 또는 플라스틱 물질과 같은 기판(미도시, 예컨대, 대략 1mm 두께의 폴리카보네이트 디스크 (polycarbonate disc)) 상에 제공될 수 있다. 상기 상변화 물질(10), ITO, SiO<sub>2</sub> 등과 같은 무기 물질막들인 경우에, 상기 막들은 섭씨 100도의 상대적으로 낮은 온도에서 수행될 수 있는 스퍼터링을 이용하여 증착된다. 중합막들은 스핀-코팅(spin-coating) 및 큐어링(curing)에 의해 형성될 수 있다. 필요에 따라, 추가 막들이 또한 상기 기록 매체를 위해 제공될 수 있다.

[0019] 바람직한 실시예에서, GST로 이루어진 상기 물질막(10)은 100 nm 보다 작은, 바람직하게는, 10 nm 보다 작은 두께를 갖는다. 예컨대, 상기 물질막(10)은 6 또는 7 nm의 두께를 갖는다. 상기 스페이서막(14)은, 후술되는 것과 같이, 파장 및 요구되는 광학적 특성들에 따라 전형적으로 10 nm 내지 250 nm의 범위의 두께를 갖는다. 상기 캡핑막(16)은, 예컨대, 20 nm의 두께를 갖는다. 일 예에서, 상기 반사체(12)는 100 nm의 두께를 갖는다.

[0020] 본 실시예에서 GST로 이루어진 상기 물질막(10)은 유도된 가역 상 변화(induced reversible phase change)를 겪을 수 있다. 상기 물질막(10)은 비정질 상태로 증착된다. 레이저 광 소스로부터 발생된 광 펄스는 상기 물질의 작은 부분을 가열하여 이를 결정화하여, 비정질 부분들과 대조되는 정보를 기입할 수 있다. 보다 높은 세기 및 보다 빠른 광 펄스가 사용되어 상기 물질을 순간적으로 녹이고 그리고 이를 냉각시켜 상기 비정질 상태로 되돌린다. 상기 기록 매체를 제조할 때, 이를 열적으로 처리하여 상기 막(10)의 상변화 물질이 초기에 전체적으로 결정 상태(예컨대, 다결정 상태)로 될 수 있으며, 그 뒤에, 상기 물질의 부분들을 상기 비정질 상태로 변환시키는 레이저 빔에 의해 정보가 기입된다.

[0021] 앞서 설명한 것과 같이, 상기 물질이 비정질 및 결정 상들 간에 스위칭될 때, 상기 굴절률이 실질적으로 변화된다. 상기 물질은 각각의 상태에서 안정적이다. 스위칭은 횡수에 제한없이 효과적으로 수행될 수 있다. 다만, 상기 스위칭이 가역적인 것이 필수 사항은 아니다. 예컨대, 역으로 바뀔 수 없는 변화는 한번 쓰기 기록 매체(write-once recording medium)을 제조하는 데 사용될 수 있다.

[0022] 도 2 및 도 3은, SiO<sub>2</sub> 기판 상에 배치된 20 nm 두께의 ITO 캡핑막(16), GST 상변화 물질막(10), ITO 스페이서막(14), 및 100 nm 두께의 백금 반사체(12)를 포함하는 기록 매체를 위한 막들의 예시적인 스택들(stacks)에 대한 결과들이다. 도 2는 상기 막(10)의 결정 및 비정질 상태들 간의 광 반사율의 백분율 변화를 보여준다. 상기 백분율 변화는  $(R_{cry}-R_{amo}) \times 100 / R_{amo}$  로 표기된다. 여기서, "R<sub>cry</sub>" 및 "R<sub>amo</sub>"는 각각 상기 물질막(10)이 결정 및 비정질 상태일 때 상기 매체의 반사율들이다. 상기 광 반사율의 변화는 각 파장(wavelength)에 대한 두 상태들 사이의 관찰 가능한 대조(contrast)의 측정을 효과적으로 제공한다. 상기 플롯들은 스펙트럼들이며 스페이서들의 두께들이 50 nm 내지 180 nm인 다섯개의 샘플들에서 상기 스페이서막(14)의 많은 다른 두께들(t)에 대한 반응을 나타낸다. 여기는 상기 다섯개의 샘플들의 각각에서 상기 GST막(10)의 두께는 7nm이다. 도시된 바와 같이, 상기 반사율의 매우 큰 변조(modulation)가 상기 스페이서막(14)의 두께의 선택에 의해 선택될 수 있는 상기 특정 파장들에서 얻어질 수 있다. 상기 스페이서막의 두께 및 상기 반사율을 감지하기 위해 사용된 빛의 파장의 조합이 선택되어, 예컨대, 약 560 nm 파장의 읽기 레이저에 대한 큰 대조를 제공한다. 이러한 물질들에 대한 상기 스페이서막의 두께는 약 150nm이다. 따라서, 상기 매체에 기록된 '명(light)' 및 '암(dark)' 지점들 간에 우수한 대조(contrast)가 구현된다.

[0023] 도 3은 상기 GST막의 3개의 다른 두께들(20 nm, 11 nm, 및 7 nm)을 갖는 예들에 대한 상기 막(10)의 결정 및 비정질 상태들 간의 광 반사율의 백분율 변화를 보여준다. 각 케이스에서, 상기 스페이서막은 150 nm의 두께를 갖는다. 도시된 바와 같이, 7 nm의 두께를 갖는 GST막에서 상당히 큰 반사율 대조(contrast)가 560 nm 및 570 nm 사이에 발생되나, 이러한 대조는 더 두꺼운 GST막들에서는 급격히 감소된다. 따라서, 통상적으로 사용되는 것보다 적은 상변화 물질을 사용하여 광학 성능을 향상시킨다.

- [0024] 모든 실시예들에 적용될 수 있는 다른 향상은 상기 막(10)의 상기 물질이 완전한 결정 상태 및 완전한 비정질 상태 간에 단순히 스위치 되지 않는 것이다. 상들의 혼합물은, 예컨대, 20% 결정질, 40% 결정질 등으로 달성된다. 부분적인 결정화는 스위칭 동안에 최대 빛 세기 및 펄스 지속 시간을 간단히 제한하는 것으로 성취된다. 상기 물질의 얻어진 효과적인 굴절률은 상기 부분적 결정화의 정도에 따라 완전한 결정질 및 완전한 비정질의 2개의 극단적인 상태들 사이의 어느 곳이다. 4 내지 8 개의 별개의 혼합된 상들은 상응하는 수의 서로 다른 검출 가능한 반사율들을 갖도록 쉽게 달성될 수 있다. 상기 수는 적절한 제어에 의해 128과 같이 매우 높을 수 있다. 8개의 구별되는 레벨들의 반사율을 사용하는 것은 상기 기록 매체 상의 각 지점 또는 부분이 4개 비트의 정보(비트당 2개 레벨들)를 기록하는 것을 의미하고, 이에 따라, 기록 밀도는 각 지점 또는 비트에 대해 단지 2개의 반사율들(비정질 및 결정질)을 사용하는 것 보다 4배 크다. 더 많은 수의 레벨들은 대응되는 더 높은 기록 밀도들을 제공한다.
- [0025] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 광 기록 매체를 사용하는 기록/재생 장비를 간략히 보여준다. 이 경우에, 상기 기록 매체는 디스크(40, disc)의 형태이다. 광 소스(42, light source) 및 연관된 광 요소들(44)은 상기 디스크(40) 상에 빛의 지점을 포커싱(focus)하도록 배열된다. 이 실시예에서, 상기 기록 매체의 막들은 도 1에 도시된 것과 같을 수 있다. 이때, 상기 광 액세스 면(18)은 상기 디스크(40)의 상부면이다. 한편, 상기 막들과 상기 디스크의 위치들이 역으로 될 수 있으며, 이 경우에, 광 액세스 면은 는 상기 디스크(40)의 바닥일 수 있다.
- [0026] 제어기(46)는 모터 및 스피들(spindle, 미도시)를 제어하여 상기 디스크(40)를 그것의 축을 중심으로 회전시키고, 작동기(actuator, 미도시)를 제어하여 상기 광 소스(42) 및 상기 광 요소들(44)을 상기 디스크(40)를 가로지르도록 이동시키고 상기 디스크(40)의 어떤 부분을 액세스(access)한다. 상기 디스크의 회전 속도를 제어하기 위해 그리고 상기 광 요소들(44)의 초점을 상기 기록 매체 상에 설정하기 위해, 기 알려진 피드백 제어가 사용된다. 다중의 상변화 물질막들이 동일한 디스크 상에 제공된 경우에, 다중막 기록을 제공하기 위해, 상기 제어기(46)는 상기 광 요소들(44)을 요구되는 막에 초점을 맞추도록 조절한다.
- [0027] 예컨대, 상기 광 소스(42)은, 특별한 기록 매체의 상변화 물질막(10)의 결정 및 비정질 상태들 사이의 충분한 반사율 변화의 파장에 대응하는 파장을 갖는 실질적인 단색 빛을 방출하는 레이저 다이오드를 포함한다 (도 2 및 도 3 참조). 상기 디스크로부터 데이터를 읽기 위해, 상기 광 소스의 세기가 상기 상변화 물질막(10)의 상에 영향을 미치는 문턱값 아래로 제어된다. 상기 디스크(40)가 회전되고 상기 광 소스(42)의 빛으로 검사될 때 상기 디스크(40)로부터 반사된 빛을 감지하기 위하여, 상기 장비는 빔 스플리터(beam splitter) 및 광 검출기(light detector)와 같은 광 요소들(미도시)를 더 포함한다. 상기 검출기로부터 얻어진 신호는 상기 디스크에 기록된 정보의 출력을 얻기 위해 당 업계에 알려진 신호 처리를 실시하는 상기 제어기(46)에 전달된다.
- [0028] 상변화 물질의 연속적이고 균일한 막(10)이 상기 디스크(40)에 제공될 수 있다. 또는, 상기 물질은 특정 영역들 또는 특정 트랙들(tracks) 상에만 증착되거나 특정 트랙들에 패터닝되어 상기 디스크의 읽기 및 기록을 도울 수 있다. 선택적으로, 상기 디스크의 읽기 및 기록에 사용되는 상기 광 요소들(44)을 안내하고 위치를 정할 시에 상기 제어기(46)를 지원하는 트랙들을 정의하기 위하여 상기 디스크(40)의 기판 내에 사전 정의된 피트들(pits) 또는 리지들(ridges)과 같은 추가 마크들(additional marks)이 제공될 수 있다.
- [0029] 상기 디스크(40) 상에 정보를 기록하기 위하여, 읽기에 사용된 동일한 광 소스(42)이 사용될 수 있으나, 상기 광 소스(42)의 출력 파워가 상기 제어기(46)에 의해 조절되어 상기 상변화 물질막(10)의 결정 상태, 부분 결정 상태, 또는 비정질 상태(그리고 그에 따른 굴절률)를 달성할 수 있다. 그 결과, 상기 디스크가 상기 광 요소들(44)에 상대적으로 움직임에 따라 얻어진 결과적인 반사율 값들은 상기 디스크 상에 기록된 데이터에 해당한다. 상기 기록용 광 파워는 대표적으로 10 mW의 영역 내에 있다. 이와는 달리, 다른 광 소스가 상기 디스크에 기록하기 위해 사용될 수 있으며, 기록용 광 파장은 상기 디스크로부터 데이터를 읽기 위해 사용된 광 파장과 동일할 필요는 없다.
- [0030] 물론, 당 업계에서 잘 알려진 예러 정정 코딩, 런 길이 제한 코딩(run length limiting coding, 예컨대, 8-14 변조(eight-to-fourteen modulation, EFM)) 및 다른 기술들이 오리지널 데이터(original data)에 실시되기 때문에, 상기 저장 매체에 기록된 반사율 패턴이 상기 오리지널 데이터의 비트들에 직접적으로 대응될 필요는 없다. 상기 저장 매체로부터 정보를 읽을 때, 복조(demodulation) 및 디코딩(decoding)이 상기 오리지널 데이터를 복구하기 위해 적절히 수행된다.
- [0031] 상술된 실시예들은 GST ( $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ )로 이루어진 상변화 물질막(10)을 참조하여 설명하였다. 하지만, 본 발명의

실시예들은 이에 한정되지 않는다. 많은 다른 적합한 물질들의 각각 또는 조합이 이용될 수 있다. 예컨대, 상기 상변화 물질막(10)은 GeSbTe, GeTe, GeSb, GaSb, AgInSbTe, InSb, InSbTe, InSe, SbTe, TeGeSbS, AgSbSe, SbSe, GeSbMnSn, AgSbTe, AuSbTe, 및 AlSb으로 구성된 그룹에서 선택된 하나 또는 선택된 원소들의 조합들의 화합물 또는 합금들을 포함할 수 있다. 또한, 이러한 물질들의 다양한 화학량론적인 형태들이 가능하다. 일 예로서,  $Ge_xSb_yTe_z$ 이 있으며, 다른 예로서  $Ag_3In_4Sb_{76}Te_{17}$ (AIST)이 있다. 나아가, 다른 적합한 물질들은 어떤 특정 온도에서 금속-절연체간 전이(metal-to-insulator transition, MIT)가 일어나는 물질들(소위 "모트 메모리스터들(Mott memristors)"로 불리는 물질들) 중에 하나(예컨대,  $VO_x$  또는  $NbO_x$ )를 포함한다. 이에 더하여, 상기 물질은 탄소(C) 또는 질소(N)와 같은 하나 이상의 도펀트들을 포함할 수 있다.

[0032] 본 발명의 실시예들에 따른 광 기록 매체들은 일반적인 제조 기술들을 이용하여, 증가된 기록 밀도 및 읽기 능력을 위한 더 높은 대조를 갖도록 제조될 수 있다.

[0033] 여기에 설명된 실시예들에서 상기 물질막이 결정 및 비정질 상들과 같은 2개의 상태들 간에 스위칭 가능한 것으로 설명될지라도, 상기 변환(transformation)은 결정 상 대 다른 결정 상, 결정 상 대 준결정 상(quasi-crystalline phase), 또는 이와 반대; 비정질 상 대 결정 상, 비정질 상 대 준결정/준정렬 상, 또는 이와 반대; 또는 이들 사이의 모든 형태들 중의 어느 2개의 고체 상들 간에 수행될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 또한, 본 발명의 실시예들은 단지 두개의 상태들에 한정되지 않는다.

[0034] 스위칭의 메커니즘은 레이저로부터 인가된 광 펄스에 한정되지 않는다. 상기 스위칭의 메커니즘은 레이저 또는 다른 소스로부터 가열되어 유도된 전자기장을 이용할 수 있다. 또는, 상기 스위칭의 메커니즘은 가열에 의해 유도된 전기적 펄스를 이용할 수 있다(상기 물질을 통과하는 전류를 위해 집적된 전극들이 제공되는 경우에, 상기 집적된 전극들은 픽셀화될 수 있다). 또는, 상기 스위칭의 메커니즘은 열적 히팅, 예컨대, 상기 상변화 물질막과 열적으로 접촉된 인접막의 전기 저항적 히팅을 이용할 수 있다(원자간 힘 현미경(atomic-force microscope, AFM)의 팁(tip)이 소자를 스캔하기 위해 그리고 전류를 흘려 원하는 영역들을 국소적으로 가열하기 위해 사용될 수 있다).

[0035] 광 소자의 다른 실시예에서, 하나 또는 그 이상의 추가 상변화 물질막들(10) 및 스페이서막들(14)이 상술된 구조에 제공되어, 다층 스택(multilayer stack)을 형성한다. 2개의 상변화 물질막들의 예와 3개의 상변화 물질막의 예가 도 5 및 도 6에 각각 도시되어 있다. 상술된 바와 같이, 상기 스페이서막의 두께는 상기 스택의 반사율 스펙트럼 내에서 피크 파장(즉, 중앙 반사 색)을 정의한다. 본 실시예에서 막들이 교대로 반복됨에 따라, 상기 반사율 피크의 폭이 감소되어, 좀더 특별한 파장(색)을 형성할 수 있다. 다만, 막들이 추가됨에 따라 흡수 손실들이 증가됨으로, 상기 상변화 물질막들의 바람직한 수는 2개 또는 3개이다.

[0036] 상기 다층 스택 광 소자에서, 원하는 광 특성들을 처리(engineering)하기 위하여, 상기 막들의 두께들은 서로 개별적으로 선택될 수 있다. 예를 들면, 상기 각 상변화 물질막(10)의 두께는, 상기 스펙트럼을 걸쳐 상기 물질막(10)의 다른 상태들 또는 상들 사이의 반사율 대조를 결정한다. 다중 색 조합들(반사율 스펙트럼들)은 각 물질막의 상을 개별적으로 스위칭/선택하는 것에 의해 얻을 수 있다. 예컨대, 2개의 상변화 물질막들의 경우에, 4개의 다른 식별 가능한 반사율 색들이 Am-Am, Cry-Am, Am-Cry, 및 Cry-Cry의 조합들에 의해 얻어질 수 있다. 여기서, 부호 "Am"은 비정질이고, 부호 "Cry"은 결정질이며, 상기 부호들의 쌍들은 상기 2개의 막들에 해당한다. 상기 다중 막들의 각각은 상기 스택 내 적절한 깊이에 레이저를 포커싱(focusing)하는 것에 의해 개별적으로 기록되고 읽혀질 수 있다.

[0037] 상술된 실시예들의 어느 하나에서, 하나 또는 그 이상의 막들(10)의 상이 스위칭되어 최대 반사율의 파장이 이동(shift)될 때, 관찰 색이 변화한다. 다만, 상기 피크에 인접한 파장들 사이의 상기 반사율 대조는 특별히 크지 않을 수 있다. 가장 큰 대조(즉, 위에서 정의된 반사율의 변화)는 상기 피크로부터 떨어진 파장들에 있을 수 있으며, 이러한 특성은 후술되는 것과 같이 활용될 수 있다.

[0038] 상술된 실시예들의 다른 특성은 반사율 스펙트럼이 광 입사각 및 편광의 함수(function)인 것이다.

[0039] 응용들

[0040] 본 발명의 실시예들에 따른 광 소자들은 상품들에 적용되는 보안 마크들, 패키징, 신분증들/통행증들(ID badges/passes), 은행/신용 카드들(bank/credit cards) 등에 사용될 수 있다. 패턴은 다른 영역들의 결정학적 상태를 세팅하는 것에 의해 상기 상변화 물질막(들) 내에 저장될 수 있다. 상기 패턴은 간단히 인식할 수 있는 이미지거나 바코드(bar code), 큐알 코드(QR code), 또는 다른 적절한 코드와 같은 특정 정보를 부호화할 수

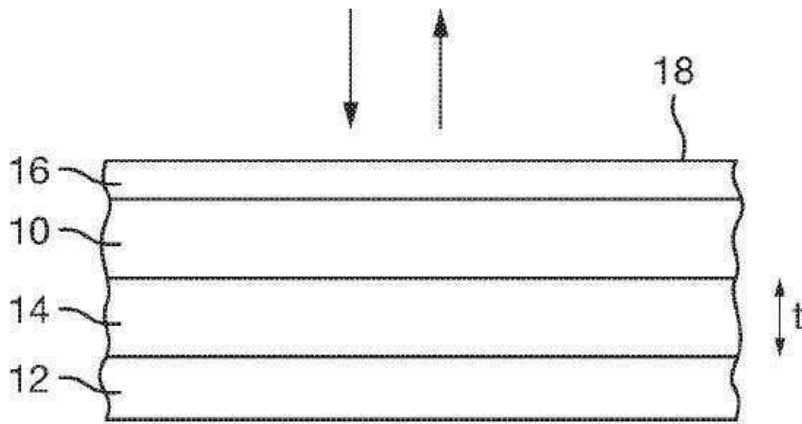
있다. 단지 소정 색 변화 또는 복제하기 어려운 광 소자의 고유한 스펙트럼 응답에 의존할 수 있기 때문에, 패턴은 필수적인 것은 아니다.

- [0041] 일 실시예에서, 상기 보안 마크는, 알려진 색 변화 또는 보안 요원의 패턴을 나타내기 위해 구부러질 수 있는 유연한 기관(예컨대, 스마트 라벨 또는 ID 필름) 상에 배치된다. 소자를 굽히는 것이 상기 막들(특히, 상기 스페이서막)의 두께를 변경하고 그래서 상기 구조(예컨대, 도 1의 구조)의 스펙트럼 반사율 반응을 바꾸기 때문에, 상기 색 변화 및/또는 패턴의 표시가 발생된다.
- [0042] 다른 실시예에서, 상기 마크는 반드시 육안으로 검출되지 않도록 극히 작고(서브-마이크로미터 스케일) 그리고 특수 카메라를 사용하지 않는 한 쉽게 검출될 수 없다.
- [0043] 또 다른 실시예에서, 패턴은 대부분의 파장들에서 상기 결정학적 상태들 사이의 상기 대조가 작은 상기 마크 내에 제공될 수 있다. 이로써, 상기 패턴은 일반적인 조명(예컨대, 백색광) 아래에서 보이지 않거나 검출되기 어렵다. 다만, 상기 대조는 보안 시스템에 의해 알려진 하나의 파장 주변에서 클 수 있다. 이로써, 오직 상기 파장의 빛을 비추는 것에 의해 상기 패턴이 드러나 보일 수 있다. 일반적으로, 파장 및/또는 위의 함수인 상기 대조는 신뢰성 테스트로 사용될 수 있다.
- [0044] 또 다른 실시예에서, 상기 마크는 모트 맴리스터(mott memristor, 예컨대,  $VO_x$  또는  $NbO_x$ )의 패턴을 상기 상변화 물질로 사용하여 정의된다. 색 대조 변화는 상기 마크가 전이 온도 보다 높게 가열될 때 발생하며, 이에 따라, 상기 보안 마크는 상기 소자를 가열하는 것에 의해 나타날 수 있다. 그리고, 상기 마크는 다시 냉각될 때 사라진다.
- [0045] 다중의 상변화 물질막들을 갖는 소자에서, 더욱 향상된 보안을 위해 서로 다른 패턴들이 서로 다른 막들에 기록될 수 있다. 예를 들면, 특정 파장에서 조명될 때를 제외하고, 상부막 상의 높은 대조 패턴은 더 깊은 막 상의 패턴을 차단할 수 있다.
- [0046] 간단한 분광기를 포함하는 소자 리더(device reader)는 (힘이 있거나 없거나) 다른 각도들에서 상기 마크의 색 변화를 평가하고 그리고 이를 이전에 저장된 반응과 비교하여 상기 마크(예컨대, 보안 카드 상에서)의 신뢰성(authenticity)을 매우 높은 신뢰도(confidence)와 함께 검증한다.
- [0047] 다른 소자 리더는 하나 또는 그 이상의 저파워 레이저 다이오드들을 사용하여 각함수로서의 고정된 파장의 반사율을 측정한다. 그리고, 상기 다른 소자 리더는 알려진 반응과 비교한다.
- [0048] 패턴이 상기 마크에 기록된 경우에, 소자 리더는 특정한 조명 파장들 또는 각도들에서 상기 마크의 하나 또는 그 이상의 이미지들을 캡처(capture)하는 카메라를 포함할 수 있다. 또한, 상기 소자 리더는 상기 마크를 확인하기 위한 대조 비교 및/또는 이미지 인식을 사용할 수 있다.
- [0049] 상술된 보안 마크들 중의 어느 하나에서, 상기 마크는 적절한 스위칭 수단들(상술된 바와 같이, 레이저, 전기적, 또는 열적 수단)을 이용하여 소거되거나 재기입될 수 있다. 이는 다양한 보안 계층들을 가능케 한다. 예컨대, 상기 소자 리더가 제2 정보를 상기 마크에 기록하는 제1 체크포인트에서 유저 카드가 확인된다. 그리고 나서, 제2 체크포인트는 상기 제2 정보 존재하는 것을 확인하고 그리고 다른 정보를 지우거나 기록한다. 이렇게 하여, 상기 체크포인트들은 오직 순차적으로 진행될 수 있으며, 체크포인트를 우회하는 것은 거부될 후속 체크포인트들의 액세스를 야기시킬 수 있다.
- [0050] 상기 광학 소자의 다른 응용으로서 힘 센서(force sensor)가 있다. 이 경우에, 상기 물질막(10)이 상변화 물질일 수 있음에도 불구하고, 상기 물질막(10)은 특별히 상기 상변화 물질일 필요는 없다. 스위칭 상태의 특성이 사용되지 않는다. 상술된 보안 마크들도 마찬가지이다. 만약, 상기 보안 마크들이 쓰기 가능한 특성 또는 재쓰기 가능한 특성을 요구하지 않는다면, 상기 보안 마크들은 상변화 물질들일 필요는 없다. 상기 막(10) 또는 상기 각 막(10)은 초박 흡수체막(ultra-thin absorber layer)으로 제공된다. 바람직하게는, 상기 막(10)은 10 nm 보다 적은 두께를 갖는다. 예컨대, 상기 흡수체를 위한 적절한 물질들은 상술된 상변화 물질들, 비정질 실리콘, 비정질 탄소, Ge, GaAs, InAs, InP, CdTe,  $Ag_2S$ , 유기 반도체들, 및 빛을 흡수하고 수 나노미터 두께로 증착 가능한 적절한 물질(반도체 물질들이 이 물질로서 이상적임) 중에서 적어도 하나를 포함한다. 이들의 화학량론은 변경될 수 있으며, 도핑이 원하는 흡수체 특성들을 만들기 위해 사용될 수 있다. 사실상, 벌크 상태에서 빛을 흡수하는 물질들을 사용하는 것이 필수적이지 않다. 따라서, 이러한 물질들은 흡수에 관한 원하는 특성들을 갖는 메타소재(metamaterials)를 형성하기 위하여 처리(engineer)될 수 있다.

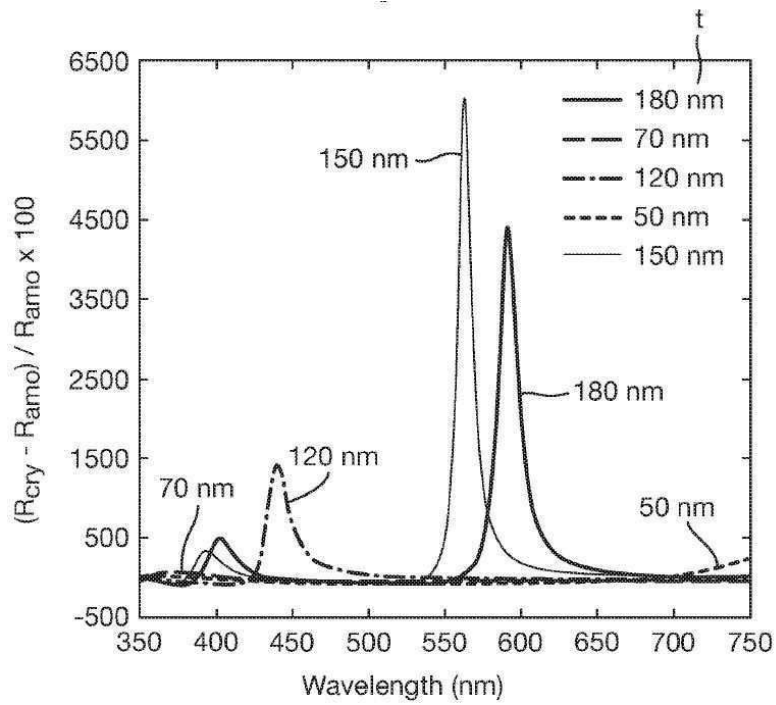
- [0051] 상기 캡핑막(16)은 상기 스택을 보호하는 투명한 어떠한 물질(예컨대, SiO<sub>2</sub> 또는 AlO<sub>2</sub>)일 수 있다. 일 실시예에 있어서, 상기 캡핑막(10)은 10 nm의 두께를 갖는다. 상기 스페이서막(14)의 두께(t)는 상기 피크 반사율 파장 및 이에 따른 상기 필름의 식별 가능한 색을 결정한다. 상술된 다층 구조는 상기 반사율 피크를 좁히기 위해 사용될 수 있다.
- [0052] 상기 힘 센서에서, 힘이 상기 층을 이룬 소자에 적용될 때, 상기 소자의 상기 식별가능한 색에 영향을 주는 상기 스페이서막(14)의 두께(t)가 변한다. 상기 색의 변화는 순간적이고, (상기 물질의 탄성 경계들 내에서) 가역적(reversible)이고, 넓은 범위에 걸쳐 가해진 힘에 직접적으로 관련이 있다. 따라서, 상기 광 소자는 힘 센서를 제공한다. 상기 힘을 판독하기 위해, 상기 소자의 색은 알려진 인가 힘에 관한 눈금화된(calibrated) 색들(스펙트럼들)과 비교된다. 이는 눈, 간단한 카메라, 또는 좀더 정교한 분광기 또는 반사계를 이용하여 수행될 수 있다. 상기 힘 측정의 정확성은 상기 광 측정의 품질에 의해 정의된다.
- [0053] 상기 힘 센서에서, 상기 스페이서막(14)은, 힘에 의해 압축되어 두께(t)를 바꾸고 이로서 상기 소자의 색을 바꾸는, 광학적 투과성(이상적으로 투명한) 물질 일수 있다. 상기 물질의 탄성 계수는 소자의 민감도 및 힘의 작용 범위에 영향을 줄 수 있다. 상기 물질은 그것의 탄성 레짐(elastic regime) 내에서 작동해야 한다. 그렇지 않으면, 영구적인 변형(deformation)이 소자 특성들 및 교정을 바꿀 것이다. 바람직한 실시예에서, 상기 스페이서막(14)은 엘라스토머(elastomer)와 같은 높은 압축성을 갖는 부드러운 물질이다. 실질적으로 투명한 엘라스토머가 적합하다. 일 예로서, 상기 스페이서막(14)은 PMMA(polymethylmethacrylate)을 포함할 수 있다. 다른 예로서, 상기 스페이서막(14)은 PDMS(polydimethylsiloxane)과 같은 규소 수지(silicone)을 포함할 수 있다. 상기 스페이서막(14)의 두께는 10 nm 내지 250 nm의 범위 내에 있다. 예컨대, 상기 스페이서막(14)의 두께는 150 nm일 수 있다. 다층 소자(도 5 및 도 6 참조)에서, 상기 스페이서막들(14)의 하나, 일부(some), 또는 모두는 탄성 중합체 물질(elastomeric material)로 이루어질 수 있다. 상기 스페이서막들(14)은 서로 다른 물질들로 이루어질 수 있다.
- [0054] 힘 센서로서의 광학 소자는, 대부분의 면들에 도포되거나 프린트될 수 있고 가볍고 유연한 얇은 필름으로 형성될 수 있다. 이것은 튼튼하고 제조하기에 값이 싸다. 상기 힘이 광학적으로 판독되기 때문에, 사용시에 상기 소자와의 전기적 접촉되지 않는 것이 요구된다. 따라서, 임의의 거리들에서 원격적으로 수행될 수 있다. 상기 센서는 복잡한 물체들의 형상에 대응될 수 있다. 상기 센서는 힘이 색으로 지정된 각 포인트에 인가되는 픽셀화된 필름으로서 제공될 수 있다. 예컨대, 이 소자는 공기 역학적인 측정들에 사용되어 날개의 표면 상의 원하는 지점들에서의 압력을 결정할 수 있다. 만약 힘이 인가되는 영역이 알려져 있다면, 상기 색 변화는 압력에 직접적으로 관련될 수 있다.
- [0055] 또 다른 응용예에서, 상술된 소자들의 어느 하나는 장식용 아이템과 같은 장식용 용도들로서 사용될 수 있다. 예컨대, 타일들(tiles) 또는 보석류가 상기 광학 소자로 코팅될 수 있다. 상기 색 및 패턴은 미리 결정될 수 있으며 및/또는 후속적으로 변화될 수 있다.
- [0056] 이상의 발명의 상세한 설명은 개시된 실시 상태로 본 발명을 제한하려는 의도가 아니며, 본 발명의 요지를 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 다른 조합, 변경 및 환경에서 사용할 수 있다. 첨부된 청구범위는 다른 실시 상태도 포함하는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

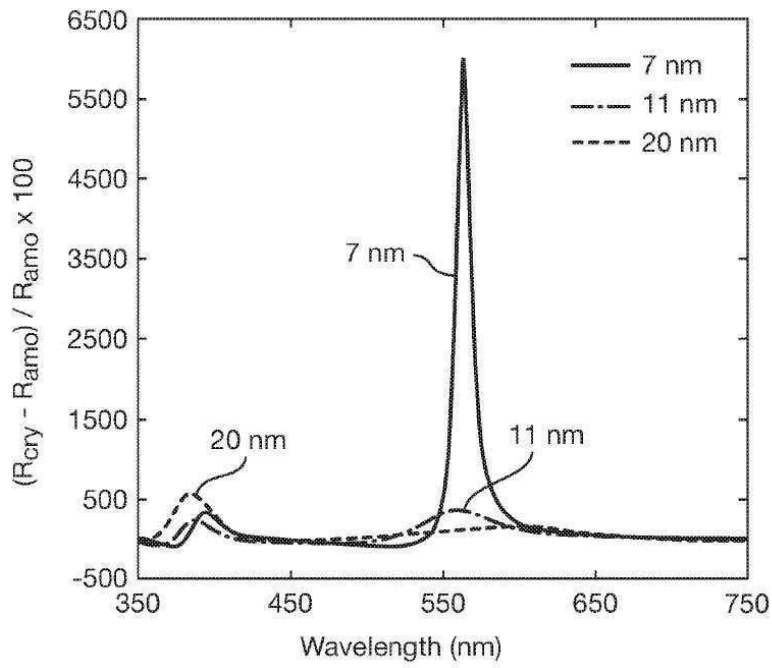
도면1



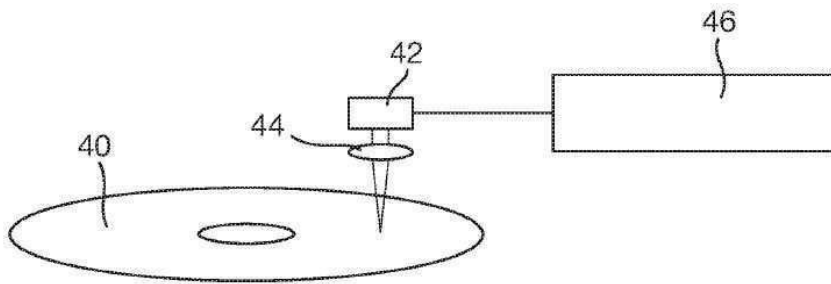
도면2



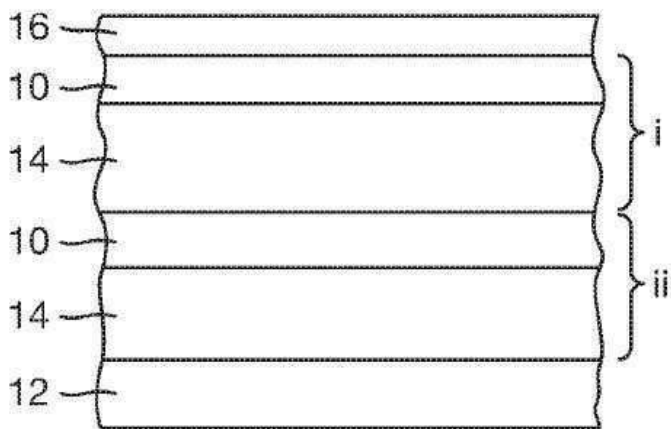
도면3



도면4



도면5



도면6

