

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)****(11) 공개번호** 10-2024-0048895  
**(43) 공개일자** 2024년04월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

**H01L 27/146** (2006.01)

(52) CPC특허분류

**H01L 27/14669** (2013.01)**H01L 27/14667** (2013.01)(21) 출원번호 **10-2022-0128757**(22) 출원일자 **2022년10월07일**심사청구일자 **2022년10월07일**

(71) 출원인

**연세대학교 산학협력단**

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

**이명규**

서울특별시 송파구 올림픽로 525, 105동 1502호(풍납동, 현대아파트)

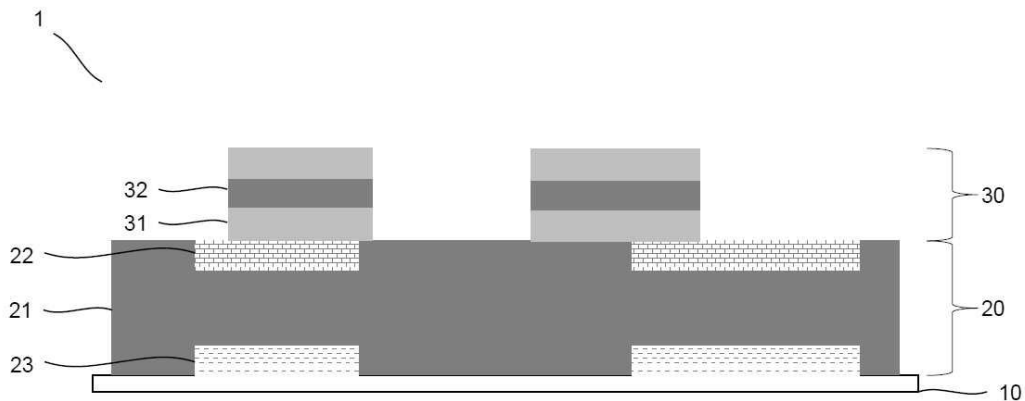
(74) 대리인

**남건필, 박종수, 정지향, 차상윤**

전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **다중 파장 이미지 저장 소자 및 이의 제조 방법****(57) 요약**

다중 파장 이미지 저장 소자 및 이의 제조 방법이 개시된다. 상기 다중 파장 이미지 저장 소자는 기판; 상기 기판 상에 배치된 비정질 GST 박막, 및 상기 비정질 GST 박막의 표면으로부터 제1 이미지에 대응되는 형상으로 제1 두께로 형성된 하나 이상의 결정질 GST 박막을 포함하는 적외선 이미지 저장부; 및 가시광 파장에 대해 제2 이미지를 형성하도록 상기 적외선 이미지 저장부 상에 배치된 하나 이상의 반도체 패턴들을 포함하는 가시광 이미지 저장부;를 포함할 수 있다.

**대표도 - 도1**

(52) CPC특허분류

**H01L 27/14683** (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711173158
과제번호	2022M3H4A1A02046445
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	나노소재기술개발
연구과제명	일상 환경 에너지 절감을 위한 적외선 방사율 제어 소재 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교
연구기간	2022.04.21 ~ 2022.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기관;

상기 기관 상에 배치된 비정질 GST( $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ ) 박막, 및 상기 비정질 GST 박막의 표면으로부터 제1 이미지에 대응되는 형상으로 제1 두께로 형성된 하나 이상의 결정질 GST 박막을 포함하는 적외선 이미지 저장부; 및

가시광 파장에 대해 제2 이미지를 형성하도록 상기 적외선 이미지 저장부 상에 배치된 하나 이상의 반도체 패턴들을 포함하는 가시광 이미지 저장부;를 포함하는,

다중 파장 이미지 저장 소자.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 적외선 이미지 저장부는 상기 비정질 GST 박막의 하면으로부터 상기 제1 이미지에 대응되는 형상으로 제2 두께로 형성된 하나 이상의 금속 박막을 더 포함하는,

다중 파장 이미지 저장 소자.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 가시광 이미지 저장부는, 2층 이상의 반도체 박막; 및 상기 반도체 박막 사이에 형성되고, 비정질 GST를 포함하는 삽입 박막;을 포함하는,

다중 파장 이미지 저장 소자.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 금속 박막은 크롬(Cr)을 포함하고,

상기 반도체 박막은 이산화 티타늄( $\text{TiO}_2$ )을 포함하는,

다중 파장 이미지 저장 소자.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 삽입 박막의 두께는 15 내지 30 nm인,

다중 파장 이미지 저장 소자.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1 두께는 80 내지 100 nm인,

다중 파장 이미지 저장 소자.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,  
상기 적외선 이미지 저장부의 두께는 350 내지 400 nm이고,  
상기 가시광 이미지 저장부의 두께는 200 내지 600 nm인,  
다중 파장 이미지 저장 소자.

#### 청구항 8

제6항에 있어서,  
상기 적외선 이미지 저장부 및 상기 가시광 이미지 저장부 사이에 형성되고, 비정질 GST를 포함하는 중간 박막을 더 포함하고,  
상기 중간 박막의 두께는 40 내지 60 nm인,  
다중 파장 이미지 저장 소자.

#### 청구항 9

기관 상 비정질 GST 박막을 배치하는 제1 단계;  
상기 비정질 GST 박막의 표면으로부터 제1 이미지에 대응되는 형상으로 제1 두께로 상기 비정질 GST 박막을 결정질 GST 박막으로 전환하여 적외선 이미지 저장부를 형성하는 제2 단계; 및  
상기 적외선 이미지 저장부 상에 가시광 파장에 대한 제2 이미지에 대응되는 반도체 패턴으로 반도체 박막을 배치하여 가시광 이미지 저장부를 형성하는 제3 단계;를 포함하는,  
다중 파장 이미지 저장 소자 제조 방법.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,  
상기 적외선 이미지 저장부의 두께가 350 내지 400 nm가 되도록 형성하고,  
상기 가시광 이미지 저장부의 두께가 200 내지 600 nm가 되도록 형성하는,  
다중 파장 이미지 저장 소자 제조 방법.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,  
상기 제1 두께가 80 내지 100 nm 가 되도록 전환하고,  
상기 전환은 상기 비정질 GST 박막에 상기 제1 이미지에 대응되는 형상으로 레이저를 조사하여 수행하는,  
다중 파장 이미지 저장 소자 제조 방법.

#### 청구항 12

제9항에 있어서,  
상기 제1 단계에 앞서, 상기 기관 상 상기 제1 이미지에 대응되는 형상으로 제2 두께로 금속 박막을 배치하는 단계;를 더 포함하고,  
상기 금속 박막은 크롬을 포함하는,  
다중 파장 이미지 저장 소자 제조 방법.

#### 청구항 13

제9항에 있어서,  
상기 제3 단계는, 상기 반도체 박막을 1차로 배치한 후, 상기 반도체 박막 상에 비정질 GST를 포함하는 삽입 박

막을 배치하고, 상기 삽입 박막 상에 상기 반도체 박막을 2차로 배치하여 수행하고,  
상기 반도체 박막은 이산화 티타늄을 포함하는,  
다중 파장 이미지 저장 소자 제조 방법.

#### 청구항 14

제13항에 있어서,  
상기 삽입 박막의 두께가 15 내지 30 nm 가 되도록 배치하는,  
다중 파장 이미지 저장 소자 제조 방법.

#### 청구항 15

제9항에 있어서,  
상기 제3 단계에 앞서, 상기 적외선 이미지 저장부 상에 비정질 GST를 포함하는 중간 박막을 배치하는 단계를 더 포함하는,  
다중 파장 이미지 저장 소자 제조 방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 다중 파장 이미지 저장 소자 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 다중 파장 이미징 기술에서, 이미지는 전자기와 스펙트럼에 걸쳐 특정 파장 범위에서 광을 측정하여 캡처된다. 인간의 안구는 적색, 녹색 및 청색의 가시광만 감지하지만, 이러한 다중 파장 이미징은 우리 눈이 수용하지 못하는 추가적인 정보의 추출을 가능하게 한다. 다중 파장 이미징은 스펙트럼 도메인 및 공간 도메인 둘 모두에서 이미지 데이터를 제공한다. 광의 파장은 특정 파장에 대해 민감한 장비를 이용하여 필터링되어 분리되거나 탐지될 수 있다. 다중 파장 이미징은 본래 군사적 목적(예컨대, 표적 식별 및 정찰)을 위해 개발되었다. 현재, 다중 파장 기술은 정밀 농업, 아트워크 분석 및 환경 모니터링 등에 이용된다. 광학 장비 및 원격 센싱 시스템의 발달은 농작물 및 대기/수질 오염의 모니터링을 가능하게 한다.

[0003] 다중 파장 이미징의 상술된 이점에도 불구하고, 가시광 범위를 벗어나면 스펙트럼 선택성이 낮기 때문에 현재는 그 사용 범위가 제한적이다. 따라서, 높은 스펙트럼 선택성을 가지는 재료 및 소자의 개발이 요구된다. 이와 같은 재료 및 소자의 개발은 광학 보안, 위변조 방지 기술, 미래 모빌리티(자율주행차, 무인선박 등)의 안전한 이동, 탐색/구조 분야를 비롯한 사회 안전망 구축 등에 사용될 것으로 판단된다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 일 목적은 높은 스펙트럼 선택성을 가지는 다중 파장 이미지 저장 소자를 제공하는 것이다.

[0005] 본 발명의 다른 목적은 상기 다중 파장 이미지 저장 소자의 제조 방법을 제공하는 것이다.

#### 과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 실시예에 따른 다중 파장 이미지 저장 소자는 기판; 상기 기판 상에 배치된 비정질 GST( $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ ) 박막, 및 상기 비정질 GST 박막의 표면으로부터 제1 이미지에 대응되는 형상으로 제1 두께로 형성된 하나 이상의 결정질 GST 박막을 포함하는 적외선 이미지 저장부; 및 가시광 파장에 대해 제2 이미지를 형성하도록 상기 적외선 이미지 저장부 상에 배치된 하나 이상의 반도체 패턴들을 포함하는 가시광 이미지 저장부;를 포함할 수 있다.

[0007] 일 실시예에 있어서, 상기 적외선 이미지 저장부는 상기 비정질 GST 박막의 하면으로부터 상기 제1 이미지에 대

응되는 형상으로 제2 두께로 형성된 하나 이상의 금속 박막을 더 포함할 수 있다.

- [0008] 일 실시예에 있어서, 상기 가시광 이미지 저장부는, 2층 이상의 반도체 박막; 및 상기 반도체 박막 사이에 형성되고, 비정질 GST를 포함하는 삽입 박막;을 포함할 수 있다.
- [0009] 일 실시예에 있어서, 상기 금속 박막은 크롬(Cr)을 포함할 수 있다.
- [0010] 일 실시예에 있어서, 상기 반도체 박막은 이산화 티타늄(TiO<sub>2</sub>)을 포함할 수 있다.
- [0011] 일 실시예에 있어서, 상기 삽입 박막의 두께는 약 15 내지 30 nm일 수 있다.
- [0012] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 두께는 약 80 내지 100 nm 일 수 있다.
- [0013] 일 실시예에 있어서, 상기 적외선 이미지 저장부의 두께는 약 350 내지 400 nm일 수 있다.
- [0014] 일 실시예에 있어서, 상기 가시광 이미지 저장부의 두께는 약 200 내지 600 nm일 수 있다.
- [0015] 일 실시예에 있어서, 상기 다중 파장 이미지 저장 소자는 상기 적외선 이미지 저장부 및 상기 가시광 이미지 저장부 사이에 형성되고, 비정질 GST를 포함하는 중간 박막을 더 포함할 수 있다.
- [0016] 일 실시예에 있어서, 상기 중간 박막의 두께는 약 40 내지 60 nm일 수 있다.
- [0017] 본 발명의 실시예에 따른 다중 파장 이미지 저장 소자 제조 방법은 기판 상 비정질 GST 박막을 배치하는 제1 단계; 상기 비정질 GST 박막의 표면으로부터 제1 이미지에 대응되는 형상으로 제1 두께로 상기 비정질 GST 박막을 결정질 GST 박막으로 전환하여 적외선 이미지 저장부를 형성하는 제2 단계; 및 상기 적외선 이미지 저장부 상에 가시광 파장에 대한 제2 이미지에 대응되는 반도체 패턴으로 반도체 박막을 배치하여 가시광 이미지 저장부를 형성하는 제3 단계;를 포함할 수 있다.
- [0018] 일 실시예에 있어서, 상기 적외선 이미지 저장부의 두께가 약 350 내지 400 nm가 되도록 형성할 수 있다.
- [0019] 일 실시예에 있어서, 상기 가시광 이미지 저장부의 두께가 약 200 내지 600 nm가 되도록 형성할 수 있다.
- [0020] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 두께가 약 80 내지 100 nm 가 되도록 전환할 수 있다.
- [0021] 일 실시예에 있어서, 상기 전환은 상기 비정질 GST 박막에 상기 제1 이미지에 대응되는 형상으로 레이저를 조사하여 수행할 수 있다.
- [0022] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 단계에 앞서, 상기 기판 상 상기 제1 이미지에 대응되는 형상으로 제2 두께로 금속 박막을 배치하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0023] 일 실시예에 있어서, 상기 금속 박막은 크롬을 포함할 수 있다.
- [0024] 일 실시예에 있어서, 상기 제3 단계는, 상기 반도체 박막을 1차로 배치한 후, 상기 반도체 박막 상에 비정질 GST를 포함하는 삽입 박막을 배치하고, 상기 삽입 박막 상에 상기 반도체 박막을 2차로 배치하여 수행할 수 있다.
- [0025] 일 실시예에 있어서, 상기 반도체 박막은 이산화 티타늄을 포함할 수 있다.
- [0026] 일 실시예에 있어서, 상기 삽입 박막의 두께가 약 15 내지 30 nm 가 되도록 배치할 수 있다.
- [0027] 일 실시예에 있어서, 상기 제3 단계에 앞서, 상기 적외선 이미지 저장부 상에 비정질 GST를 포함하는 중간 박막을 배치하는 단계를 더 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

- [0028] 본 발명의 실시예에 따른 다중 파장 이미지 저장 소자는 서로 독립적으로 적외선 이미지 및 가시광 이미지를 저장할 수 있다.
- [0029] 본 발명의 실시예에 따른 다중 파장 이미지 저장 소자 제조 방법은 상술된 다중 파장 이미지 저장 소자를 제조할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1 및 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 다중 파장 이미지 저장 소자를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 다중 파장 이미지 저장 소자 제조 방법을 나타낸 흐름도이다.

도 4 및 도 5는 본 발명의 실험예에 따른 실험 결과 등을 나타낸 도면이다.

도 6 및 도 7은 본 발명의 실험예에 따른 시뮬레이션 결과 등을 나타낸 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다.
- [0032] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0033] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0034] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 다중 파장 이미지 저장 소자를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [0035] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 다중 파장 이미지 저장 소자(1)는 기판(10); 상기 기판(10) 상에 배치된 비정질 GST( $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ ) 박막(21), 및 상기 비정질 GST 박막(21)의 표면으로부터 제1 이미지에 대응되는 형상으로 제1 두께로 형성된 하나 이상의 결정질 GST 박막(22)을 포함하는 적외선 이미지 저장부(20); 및 가시광 파장에 대해 제2 이미지를 형성하도록 상기 적외선 이미지 저장부(20) 상에 배치된 하나 이상의 반도체 패턴들을 포함하는 가시광 이미지 저장부(30);를 포함할 수 있다.
- [0036] 상기 기판(10)은 상기 소자(1)를 구성하는 각 재료 및 층이 적층 구조를 형성할 수 있는 부재이다. 상기 기판(10)은 광의 반사층 역할을 할 수 있으므로, 적어도 표면에 광을 반사할 수 있는 물질을 포함할 수 있다. 일 실시예에 있어서, 상기 기판(10)은 적어도 표면에 금속을 포함할 수 있다. 일 실시예에 있어서, 상기 기판(10)은 적어도 표면에 알루미늄(Al)을 포함할 수 있다.
- [0037] 상기 적외선 이미지 저장부(20)는 이를 구성하는 각 물질의 종류 및 공간적 배치를 통해 방출되는 적외선이 적외선 이미지를 구현할 수 있는 부재이며, 상기 가시광 이미지 저장부(30)는 이를 구성하는 각 물질의 종류 및 공간적 배치를 통해 입사된 광에 대해 반사되는 가시광선이 가시광 이미지를 구현할 수 있는 부재이다.
- [0038] 상기 적외선 이미지 저장부(20)에 포함된 상기 비정질 GST 박막(21)은 상기 적외선 이미지 저장부(20)의 주요부를 이룰 수 있으며, 상대적으로 낮은 적외선 방출량을 가지는 물질을 포함할 수 있다. 본 명세서의 문맥에서, GST는  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ 를 의미할 수 있다. 본 명세서의 문맥에서, "비정질"은 물질을 이루는 화학종의 배치가 유의한 수준에서 결정 구조를 가지지 않음을 의미한다.
- [0039] 상기 결정질 GST 박막(22)은 상기 비정질 GST 박막(21)에 대해 상대적으로 높은 적외선 방출량을 가지는 물질을 포함할 수 있다. 본 명세서의 문맥에서, "결정질"은 물질을 이루는 화학종의 배치가 유의한 수준에서 결정 구조를 가짐을 의미한다. 상기 결정질 GST 박막(22)은 상기 비정질 GST 박막(21)로부터 전환될 수 있다. 이에 대하여는 하기에 더 자세히 서술될 것이다.
- [0040] 본 발명은 상기 소자(1)에 추가적인 물질의 부가를 배제하지 않는다. 예를 들어, 도 1을 계속해서 참조하면, 일 실시예에 있어서, 상기 적외선 이미지 저장부(20)는 상기 비정질 GST 박막(21)의 하면으로부터 상기 제1 이미지에 대응되는 형상으로 제2 두께로 형성된 하나 이상의 금속 박막(23)을 더 포함할 수 있다. 상기 금속 박막(2

3)은 반사층으로 작용할 수 있다. 상기 금속 박막(23)은 적외선에 대하여 반사층으로 작용할 수 있다. 상기 금속 박막(23)이 형성된 부분에서의 실질적인 적외선 방출량은 높게 측정될 수 있으며, 이는 하기 실시예에 의해 명백해질 것이다.

[0041] 도 1을 계속해서 참조하면, 일 실시예에 있어서, 상기 가시광 이미지 저장부(30)는, 2층 이상의 반도체 박막(31); 및 상기 반도체 박막(31) 사이에 형성되고, 비정질 GST를 포함하는 삽입 박막(32);을 포함할 수 있다. 상기 반도체 박막(31)은 그 형상과 두께에 따라 가시광 이미지 저장부(30)의 가시광 이미지의 형상 및 색상을 결정할 수 있는 부분이다. 또한, 상기 삽입 박막(32)은 흡수층으로 작용할 수 있으며, 특정 파장의 광의 반사를 억제할 수 있다. 이로써 도출되는 가시광 이미지의 색상의 순도(purity)를 개선할 수 있고, 이는 하기 실시예에 의해 명백해질 것이다.

[0042] 한편, 상기 가시광 이미지 저장부(30)는 이를 통과하며 유의하지 않은 양 만의 적외선 만이 흡수되어, 상기 가시광 이미지 저장부(30)의 상부에서 관찰하여도, 상기 적외선 이미지 저장부(20)에서 방출된 적외선 및 그 패턴이 관찰되며, 본 발명은 상기과 같은 성질을 발견하여, 상기 가시광 이미지 저장부(30)의 상부에서 관찰하였을 때, 상기 적외선 이미지 저장부(20)의 적외선 이미지 및 상기 가시광 이미지 저장부(30)의 가시광 이미지를 동시에 관찰 및 기록할 수 있다는 발견에 기초한다. 이와 같은 현상은 하기 실시예에 의해 명백해질 것이다.

[0043] 본 발명의 실시예에 따른 다중 파장 이미지 저장 소자(1)의 각 구성 요소의 재료 및 함량 등은 상술된 기능을 수행하는 한 특별히 제한되지 않는다. 일 실시예에 있어서, 상기 금속 박막은 크롬(Cr)을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 일 실시예에 있어서, 상기 반도체 박막은 이산화 티타늄( $TiO_2$ )을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

[0044] 본 발명의 실시예에 따른 다중 파장 이미지 저장 소자(1)의 각 구성 요소의 배치 및 형상 등은 상술된 기능을 수행하는 한 특별히 제한되지 않는다. 일 실시예에 있어서, 상기 삽입 박막의 두께는 약 15 내지 30 nm일 수 있다. 일 실시예에 있어서, 상기 제1 두께는 약 80 내지 100 nm 일 수 있다. 일 실시예에 있어서, 상기 적외선 이미지 저장부의 두께는 약 350 내지 400 nm일 수 있다. 일 실시예에 있어서, 상기 가시광 이미지 저장부의 두께는 약 200 내지 600 nm일 수 있다.

[0045] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 다중 파장 이미지 저장 소자(1)는 더 나은 기능을 수행하기 위한 추가적인 구성의 부재를 배제하지 않는다. 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 다중 파장 이미지 저장 소자(1)의 다른 실시예를 나타낸 도면이다.

[0046] 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 다중 파장 이미지 저장 소자(1)는 상기 적외선 이미지 저장부(20) 및 상기 가시광 이미지 저장부(30) 사이에 형성되고, 비정질 GST를 포함하는 중간 박막(40)을 더 포함할 수 있다.

[0047] 상술한 바와 같이, 상기 가시광 이미지 저장부(30)의 상부에서 관찰하였을 때, 상기 적외선 이미지 저장부(20)의 적외선 이미지 및 상기 가시광 이미지 저장부(30)의 가시광 이미지를 동시에 관찰 및 기록하는 것이 본 발명의 소자(1)의 기능인데, 상기 적외선 이미지 저장부(20)의 결정질 GST 박막(22) 상에 곧바로 가시광 이미지 저장부(30)가 형성됨으로써, 적외선 이미지가 가시광 이미지에 겹쳐 나타나는 현상이 발생할 수 있다. 상기 중간 박막(40)은 적외선 방출량이 낮은 물질, 바람직하게는 상기 비정질 GST 박막과 동일한 물질인 비정질 GST를 포함하고, 상기 가시광 이미지 저장부(30) 및 상기 적외선 이미지 저장부(20) 사이에 형성됨으로써, 상기과 같은 현상을 방지할 수 있으며, 이와 같은 기능을 수행하는 한 그 물질이 반드시 비정질 GST에 제한되는 것은 아니다. 또한, 이와 같은 기능을 수행하기 위하여, 물질에 따라 적절한 두께가 선택될 수 있는데, 일 실시예에 있어서, 상기 중간 박막의 두께는 약 40 내지 60 nm일 수 있으나, 반드시 이에 제한되는 것은 아니다. 상술된 내용은 하기 실시예에 의해 명백해질 것이다.

[0048] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 다중 파장 이미지 저장 소자는 서로 독립적으로 적외선 이미지 및 가시광 이미지를 저장할 수 있다.

[0049] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 다중 파장 이미지 저장 소자 제조 방법을 나타낸 흐름도이다.

[0050] 도 3을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 다중 파장 이미지 저장 소자 제조 방법(100)은 기판 상 비정질 GST 박막을 배치하는 제1 단계(S110); 상기 비정질 GST 박막의 표면으로부터 제1 이미지에 대응되는 형상으로 제1 두께로 상기 비정질 GST 박막을 결정질 GST 박막으로 전환하여 적외선 이미지 저장부를 형성하는 제2 단계(S120); 및 상기 적외선 이미지 저장부 상에 가시광 파장에 대한 제2 이미지에 대응되는 반도체 패턴으로 반도체



체 박막을 배치하여 가시광 이미지 저장부를 형성하는 제3 단계(S130);를 포함할 수 있다.

- [0051] 본 발명의 실시예에 따른 다중 파장 이미지 저장 소자 제조 방법(100)에 관한 설명은 상술된 본 발명의 실시예에 따른 다중 파장 이미지 저장 소자(1)에 관한 설명에서 동일하거나 유사한 구성 등에 대해 동일하거나 유사하게 적용될 수 있다.
- [0052] 상기 제1 단계(S110)는 기판 상 비정질 GST 박막을 배치하는 단계로, 상기 비정질 GST 박막은 적외선 방출량이 상대적으로 적은 물질의 기능을 수행할 수 있다.
- [0053] 상기 제2 단계(S120)는 적외선 이미지 저장부를 형성하는 단계로서, 상기 비정질 GST 박막의 일부를 결정질 GST 박막으로 전환하는 과정을 포함한다. 특히, 상기 비정질 GST 박막의 표면으로부터 제1 두께로 전환할 수 있으며, 그 공간적 형상은 제1 이미지에 대응될 수 있다. 상기 전환은 비정질 GST를 결정질 GST로 전환할 수 있는 알려진 모든 방법에 의해 수행될 수 있으며, 비제한적인 예시는 열처리, 레이저 조사를 포함한다. 일 실시예에 있어서, 상기 전환은 상기 비정질 GST 박막에 상기 제1 이미지에 대응되는 형상으로 레이저를 조사하여 수행할 수 있다.
- [0054] 상기 제3 단계(S130)는 가시광 이미지 저장부를 형성하는 단계로서, 목적하는 가시광 파장에 대한 제2 이미지가 도출되도록 반도체 패턴을 형성하는 것을 포함한다.
- [0055] 상기 각 단계를 수행함으로써, 상술된 다중 파장 이미지 저장 소자가 제조될 수 있으며, 상술된 다중 파장 이미지 저장 소자에서 설명된 기능을 수행할 수 있도록 각 층의 두께 및 형상 등이 선택될 수 있다. 일 실시예에 있어서, 상기 적외선 이미지 저장부의 두께가 약 350 내지 400 nm가 되도록 형성할 수 있다. 일 실시예에 있어서, 상기 가시광 이미지 저장부의 두께가 약 200 내지 600 nm가 되도록 형성할 수 있다. 일 실시예에 있어서, 상기 제1 두께가 약 80 내지 100 nm가 되도록 전환할 수 있다. 일 실시예에 있어서, 상기 제1 두께가 약 80 내지 100 nm가 되도록 상기 비정질 GST 박막의 결정질 GST 박막으로의 전환은 레이저를 이용할 수 있으며, 레이저 조사 시간 및 파워가 결정될 수 있다.
- [0056] 본 발명의 실시예에 따른 다중 파장 이미지 저장 소자 제조 방법(100)은 추가적인 단계의 부가를 배제하지 않는다. 상술된 다중 파장 이미지 저장 소자에서 설명된 바와 같이, 반사층으로 작용할 수 있는 금속층을 상기 기판 및 상기 비정질 GST 박막 사이에 형성할 수 있다. 이를 구현하기 위해, 일 실시예에 있어서, 상기 제1 단계(S110)에 앞서, 상기 기판 상 상기 제1 이미지에 대응되는 형상으로 제2 두께로 금속 박막을 배치하는 단계;를 더 포함할 수 있다. 상기 다중 파장 이미지 저장 소자에 대한 설명과 마찬가지로, 일 실시예에 있어서, 상기 금속 박막은 크롬을 포함할 수 있다.
- [0057] 본 발명의 실시예에 따른 다중 파장 이미지 저장 소자 제조 방법(100)의 각 단계는 각 단계의 목적을 수행하는 한 구체적인 재료와 형성 방법이 특별히 제한되지 않는다. 일 실시예에 있어서, 상기 제3 단계(S130)는, 상기 반도체 박막을 1차로 배치한 후, 상기 반도체 박막 상에 비정질 GST를 포함하는 삽입 박막을 배치하고, 상기 삽입 박막 상에 상기 반도체 박막을 2차로 배치하여 수행할 수 있다. 상기 삽입 박막은 상술된 다중 파장 이미지 저장 소자에서 설명된 삽입 박막과 동일한 기능을 수행할 수 있다. 상술된 다중 파장 이미지 저장 소자에서 설명된 것과 마찬가지로, 상기 반도체 박막이 상기와 같은 기능을 수행하는 한, 그 재료는 특별히 제한되지 않으며, 일 실시예에 있어서, 상기 반도체 박막은 이산화 티타늄을 포함할 수 있다. 또한 상술된 다중 파장 이미지 저장 소자에서 설명된 것과 마찬가지로, 상기 삽입 박막의 두께는 그 기능을 수행하도록 결정될 수 있으며, 일 실시예에 있어서, 상기 삽입 박막의 두께가 약 15 내지 30 nm가 되도록 배치할 수 있다.
- [0058] 본 발명의 실시예에 따른 다중 파장 이미지 저장 소자 제조 방법(100)은 추가적인 단계의 부가를 배제하지 않는다. 일 실시예에 있어서, 상기 제3 단계(S130)에 앞서, 상기 적외선 이미지 저장부 상에 중간 박막을 배치하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 중간 박막은 상술된 다중 파장 이미지 저장 소자에서 설명된 것과 마찬가지로, 적외선 이미지가 가시광 이미지와 겹쳐지지 않도록 그 재료와 두께가 선택될 수 있다. 일 실시예에 있어서, 상기 중간 박막은 비정질 GST를 포함할 수 있다.
- [0059] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 다중 파장 이미지 저장 소자 제조 방법은 상술된 다중 파장 이미지 저장 소자를 제조할 수 있다.
- [0060] 이하 본 발명의 실시예에 대해 상술한다. 다만, 하기에 기재된 실시예는 본 발명의 일부 실시 형태에 불과한 것으로서, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0061] **다중 파장 이미지 저장 소자의 제조**

- [0062] 기판은 LG Siltron의 실리콘 기판으로 준비되었고, 그 두께는 675 내지 700  $\mu\text{m}$  였다. 증착에 앞서, 기판은 희석된 hydrofluoric 용액에 30초 간 담지하여 산화층을 제거하였다. 125  $\mu\text{m}$  두께의 PI 기판(Wooyang Chemical, Korea)이 준비되었다. 종이 기판은 인쇄에 사용되는 보통의 종이를 오려 사용하였다.
- [0063] Al 및 Cr 필름은 2 mTorr 작동 압력 및 30 sccm 유량의 아르곤 가스 플로우 하에서 direct-current magnetron sputtering에 의해 증착되었다.
- [0064] 비정질 GST 박막 (이하, a-GST)는 3.5 mTorr 작동 압력 및 30 sccm 유량의 아르곤 가스 플로우 하에서 radio-frequency (RF) sputtering에 의해 증착되었다.
- [0065] 반도체 박막은 이산화 티타늄( $\text{TiO}_2$ )로 선택되었다. 이산화 티타늄 박막은 5 mTorr 작동 압력 및 30 sccm 유량의 아르곤 가스 플로우 하에서 RF sputtering에 의해 증착되었다.
- [0066] a-GST의 결정질 GST(이하, c-GST)로의 전환은 Nd:YAG 펄스 레이저(파장 = 1,064 nm, 펄스 폭 = 6 ns, 반복 레이트 = 10 Hz, 및 출력 빔 사이즈 = 0.9 cm)를 이용하여 수행되었다. 상기 레이저는 top-hat intensity profile를 가지므로, beam homogenizer는 사용되지 않았다. 출력 빔은 2.2 cm 직경으로 확장되었고, 마스크를 통해 공간적으로 변조된다. 약  $40 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ 의 에너지 밀도를 가지는 단일 펄스만이 GST 박막에 조사된다. 적외선 이미지를 기록하기 위해, 상기 조사는 block-by-block으로 진행되었다. 약 20 펄스가 이미지 기록에 사용되었다.
- [0067] **원리**
- [0068] 도 4a는 본 발명의 다중 파장 이미지 저장 소자의 원리를 도시한다. 다중 파장 이미지 저장 소자는 적외선 이미지 저장부(이하, ECU) 및 가시광 이미지 저장부(이하, CCU)의 중첩으로 구성된다. ECU는 금속 반사층 상에 형성된 GST 필름을 포함한다. a-GST가 2.5 내지 15  $\mu\text{m}$  파장의 적외선 영역에서 유의한 손실이 없는 반면, c-GST는 이 범위에서 흡광성이 강하다. CCU를 형성하기 전에, a-GST의 일부를 c-GST로 결정화하여 적외선 이미지를 형성할 수 있다. 한편, CCU는 GST 박막 상에 형성된다. CCU는 이산화 티타늄 레이어 또는 사이에 a-GST를 포함하는 샌드위치 이산화 티타늄 레이어로 형성될 수 있다. CCU는 간섭성 박막으로, 특정 파장의 가시광만을 반사한다. 반사되는 특정 파장은 CCU의 두께에 의존하므로, CCU 두께를 달리하여 가시광 이미지를 인쇄할 수 있다. a-GST가 이산화 티타늄 레이어 사이에 삽입되는 경우 나타나는 색상의 순도(purity)를 개선할 수 있다. CCU는 적외선에 투과성이 있으므로, CCU의 두께가 달라져도 적외선 투과율에는 크게 변화가 없다. 반면에, ECU는 가시광을 투과하지 못한다. 결과적으로, ECU와 CCU를 통해 단일 구조에 가시광 이미지와 적외선 이미지를 독립적으로 기록할 수 있다. 도 4b는 다중 파장 이미지 저장 소자의 단면을 개략적으로 나타내며, 도 4c는 다중 파장 이미지 저장 소자의 단면을 SEM으로 관찰한 상이다. 도 4d에 보여지는 바와 같이, 기판 상에 육안으로는 QR 코드가 인쇄된 가시광 이미지가 관찰되지만, 이를 열 화상 카메라로 관찰하면, "JUNE 2021"이라고 쓰여진 적외선 이미지가 관찰됨을 확인할 수 있다.
- [0069] **제조예**
- [0070] 도 5a는 본 발명의 다중 파장 이미지를 제조하는 과정을 개략적으로 나타낸다. 크롬 레이어가 알루미늄 코팅 기판 상에 증착되며, 크롬 패턴 상에 a-GST 박막을 균일하게 증착한다. 증착된 a-GST 박막의 일부를 Nd:YAG 레이저로 c-GST로 전환하여, 적외선 이미지 저장부를 형성한다. 이어서, CCU 레이어가 형성된다. CCU 레이어는 이산화 티타늄 레이어 또는 a-GST를 사이에 포함하는 샌드위치 이산화 티타늄 레이어 일 수 있다. 패턴을 크롬 레이어 또는 c-GST와 달리 함으로써, 적외선 이미지와 상이한 가시광 이미지를 동시에 인쇄할 수 있다. 상술한 바와 같이, CCU는 다양한 두께로 증착되어, 다른 색상을 나타낼 수 있다. 전체적인 광학적 특성은 가시광 영역과 적외선 영역에서 상이하게 나타난다(도 5b). GST는 부분적으로 가시광을 반사하거나 흡수한다. 그러므로, ECU는 가시광이 입사할 때, 불투명한 층으로 작용한다. 나타나는 색상은 공기-CCU 및 CCU-ECU 계면에서 각각 반사되는 광 사이의 간섭에 의해 나타나며, 따라서 CCU의 두께가 광의 색상을 결정한다. 반면에서 적외선 방출은 ECU 내부 구조에 의해 결정된다. c-GST 및 크롬 레이어는 유의하게 더 많은 적외선을 방출한다. 이렇게 방출된 적외선은 CCU에서 거의 손실 없이 투과하므로, 결과적으로 가시광 이미지와 적외선 이미지를 서로 독립적으로 단일 구조에 저장할 수 있다. 도 5c 내지 도 5e는 각각 가시광 이미지(각 상단) 및 적외선 이미지(각 하단)를 보여준다. 또한, 플라스틱이나 종이 등 유연한 기판에 인쇄하는 경우, 부러지거나 이미지의 왜곡 없이 구부릴 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0071] **finite-difference-time-domain (FDTD) 시뮬레이션**

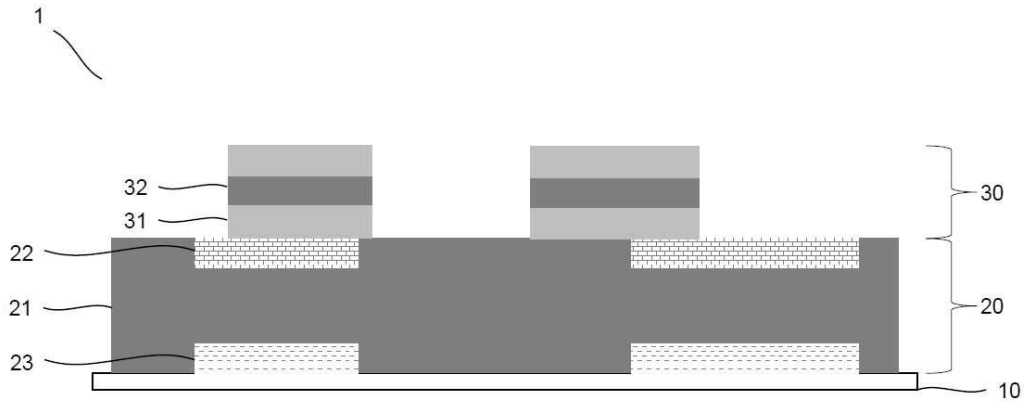
- [0072] finite-difference-time-domain (FDTD) 시뮬레이션을 통해 구조에 따른 가시광 반사율 및 적외선 방사율(emissivity)을 분석하였다. 키에르호프법칙에 의해 적외선 방사율은 적외선 흡광율과 동일하다.
- [0073] 도 6a를 참조하면, ECU에 a-GST만 400 nm 증착되고, CCU에 이산화 티타늄만 d의 두께로 증착한 경우를 보여준다. 도 6b를 참조하면 d에 따라 반사 스펙트럼이 달리 나타남을 확인할 수 있는데, 가시광 범위에서 다중 반사광 피크를 확인할 수 있다. 도 6c는 d에 따른 적외선 방사율 스펙트럼을 보여주는데, 적외선 센서(즉, 열화상 카메라)의 감지 범위인 7.5 내지 13  $\mu\text{m}$ 에서 전체적인 방사율이 d에 관계없이 매우 낮게 유지됨을 확인할 수 있다. 이는 소자의 적외선 방출량은 색을 결정하는 CCU의 두께에 거의 영향을 받지 않음을 의미한다. 도 6d는 d에 따른 가시광 색을 나타낸 것인데, 상술한 바와 같이 가시광 범위에서 다중 반사광 피크를 가지므로 색상의 푸리티는 다소 낮음을 확인할 수 있다.
- [0074] 도 7a를 참조하면, CCU의 이산화 티타늄 레이어 사이에 a-GST층을 15 nm로 추가한 경우를 보여준다. 도 7b를 참조하면, a-GST 삽입 박막의 추가로, 피크의 개수가 줄어들고 목적하는 피크 외의 다른 반사 피크가 유의하게 억제됨을 확인할 수 있다. 이로써 a-GST 삽입 박막은 특정 가시광 파장을 흡광하는 역할을 함을 확인할 수 있다. 나아가 도 7c를 참조하면, 삽입된 a-GST 삽입 박막은 적외선 방사율에는 유의한 영향을 미치지 않음을 확인할 수 있다. 박막 내 광 분포를 고려할 때, a-GST 삽입 박막은 CCU의 중앙에 삽입되어, 상부와 하부 이산화 티타늄 반도체 박막의 두께가 동일하거나 유사하도록 형성되는 것이 가시광 색상의 푸리티 향상에 가장 유의한 영향을 미침을 확인하였다. 도 7d를 참조하면, d에 따른 색을 도 6d와 비교할 때, 가시광 색상의 푸리티가 향상됨을 확인할 수 있다. CCU에 삽입된 a-GST층은 발현되는 색의 채도를 높이는 역할을 하며, 적외선 방출량에는 영향을 거의 끼치지 않는다. 소자의 적외선 방출량은 ECU의 내부구조에 따라 달라진다. 예컨대 결정질 GST(c-GST)가 형성된 부분은 그 이외 부분보다 적외선 흡광율이 높아 방사율 또한 높다. 따라서 더 많은 적외선이 방출된다. 가시광은 ECU에 침투하지 못하므로, CCU 두께의 공간적 변조로 결정되는 가시광 이미지는 ECU의 내부구조로 결정되는 적외선 이미지와는 독립적이다. 도 5는 이러한 원리를 실험적으로 입증하고 있다.
- [0075] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

## 부호의 설명

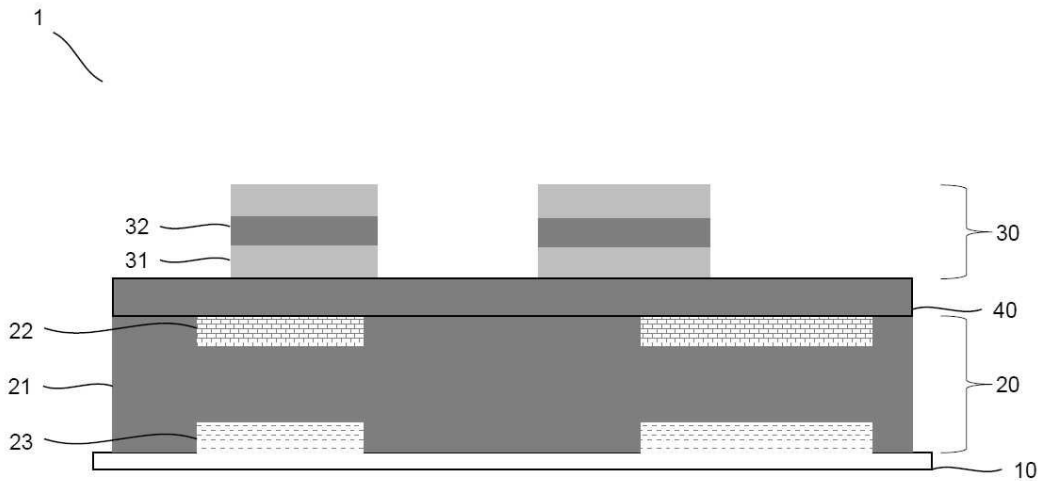
- [0076] 1: 다중 파장 이미지 저장 소자
- 10: 기관
- 20: 적외선 이미지 저장부
- 21: 비정질 GST 박막
- 22: 결정질 GST 박막
- 23: 금속 박막
- 30: 가시광 이미지 저장부
- 31: 반도체 박막
- 32: 삽입 박막
- 40: 중간 박막
- 100: 다중 파장 이미지 저장 소자 제조 방법

도면

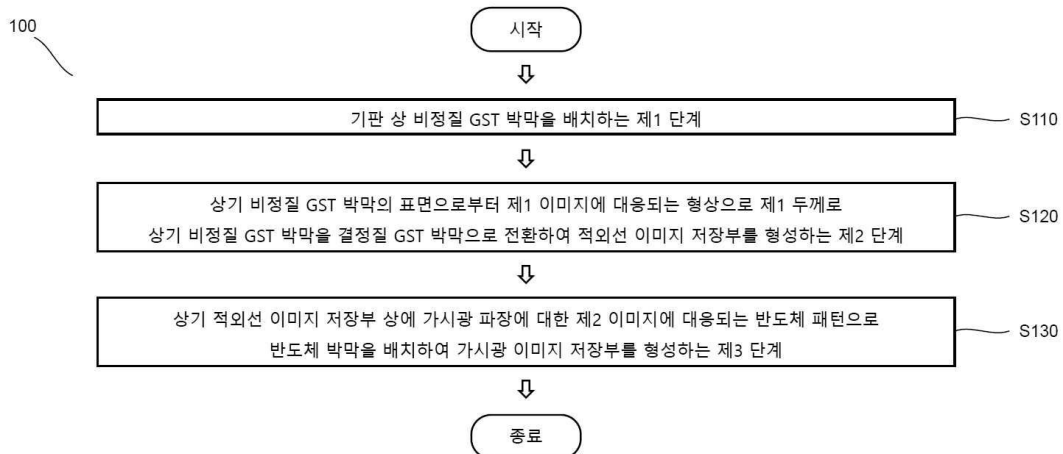
도면1



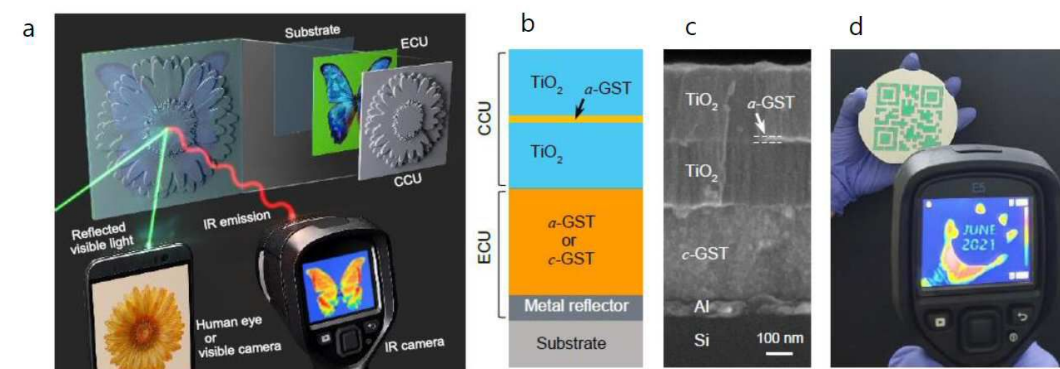
도면2



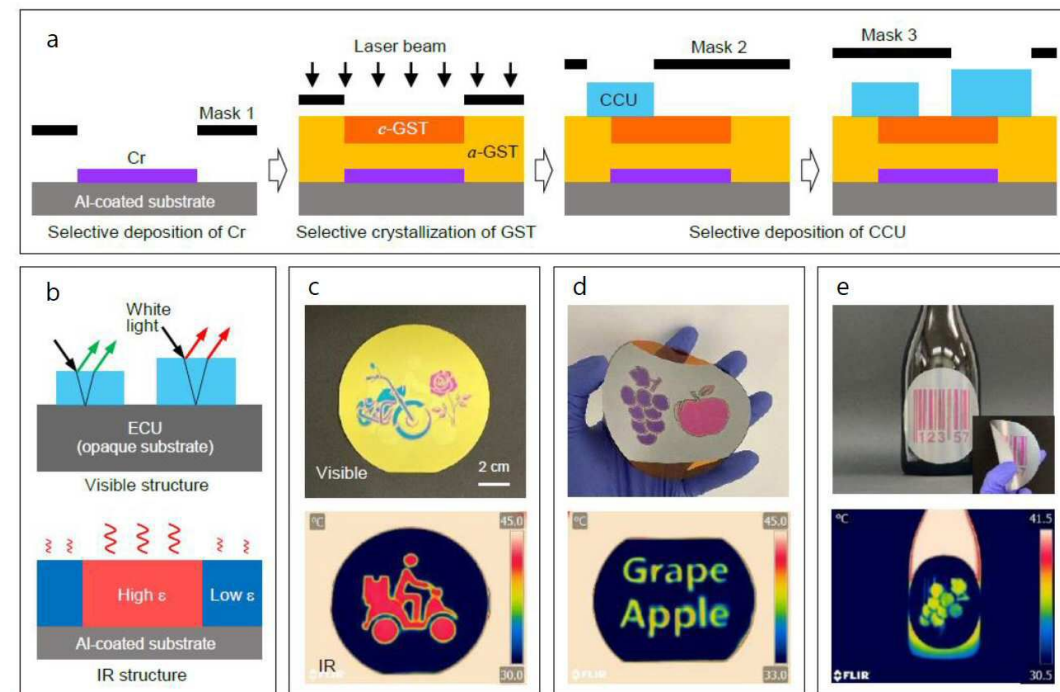
도면3



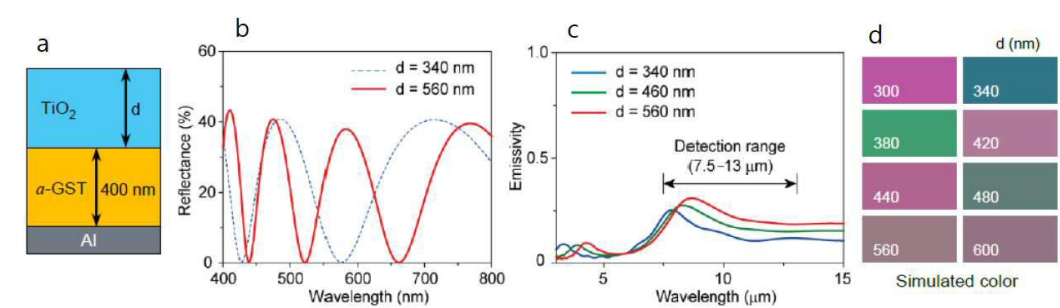
도면4



도면5



도면6



도면7

