



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0059519  
(43) 공개일자 2021년05월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 31/00 (2006.01) G01N 21/64 (2006.01)

G01N 21/78 (2006.01) G01N 31/22 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01N 31/00 (2020.05)

G01N 21/64 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0147052

(22) 출원일자 2019년11월15일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

이현

서울특별시 서초구 동광로 89-5, 105동 602호(방배동, 방배3차이편한세상)

백승호

경기도 안산시 단원구 화정천서로 161, 1106동 503호(초지동, 그린빌주공11단지아파트)

(74) 대리인

김연권

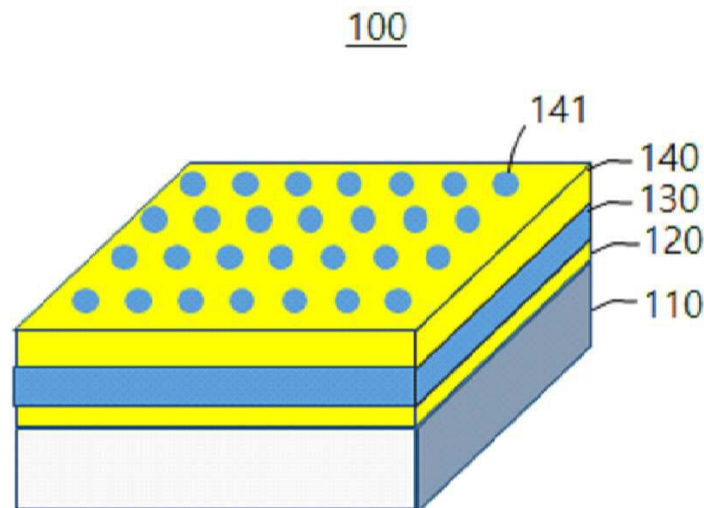
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 색변 화학센서 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 색변 화학센서 및 이의 제조방법을 개시한다. 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서는 기판 상에 형성되고, 금속 박막으로 이루어진 제1 반사층; 상기 제1 반사층 상에 형성되고, 가교되어 경화된 거대 중합체와 가교되지 않아 상기 거대 중합체 사이에 존재하는 단위체를 포함하여 부분 경화된 선택적 용해 유전체 층; 및 상기 선택적 용해 유전체 층 상에 형성되고, 복수 개의 기공을 포함하는 제2 반사층을 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**G01N 21/78** (2013.01)

**G01N 31/22** (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415162822

과제번호 20000887

부처명 산업통상자원부

과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원

연구사업명 소재부품기술개발(R&D)

연구과제명 광추출 효율이 25% 이상으로 향상된 6세대급 풀러블 디스플레이용 자기치유, 내충격 소재 및 공정기술 개발

기 여 율 50/100

과제수행기관명 고려대학교

연구기간 2019.01.01 ~ 2019.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711083514

과제번호 2018M3D1A1058997

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 미래소재디스커버리지원(R&D)

연구과제명 ZERC 통합 플랫폼 구축 및 smart ZERC 시스템 개발

기 여 율 50/100

과제수행기관명 고려대학교

연구기간 2019.01.16 ~ 2020.01.15

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기관 상에 형성되고, 금속 박막으로 이루어진 제1 반사층;

상기 제1 반사층 상에 형성되고, 가교되어 경화된 거대 중합체와 가교되지 않아 상기 거대 중합체 사이에 존재하는 단위체를 포함하여 부분 경화된 선택적 용해 유전체 층; 및

상기 선택적 용해 유전체 층 상에 형성되고, 복수 개의 기공을 포함하는 제2 반사층을 포함하는 것을 특징으로 하는 색변 화학센서.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 선택적 용해 유전체 층은 유기 용매의 종류에 따라 상기 단위체의 용해 속도가 상이하여 색이 변화되는 것을 특징으로 하는 색변 화학센서.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 선택적 용해 유전체 층은 유기 용매의 종류에 따라 상기 단위체가 용해되는 속도가 상이하여, 색이 변화된 패턴 형상이 상이한 것을 특징으로 하는 색변 화학센서.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 선택적 용해 유전체 층은 열 경화성 소재 및 자외선 경화성 소재 중 적어도 어느 하나를 포함하는 고분자 유전체로 이루어지는 것을 특징으로 하는 색변 화학센서.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 선택적 용해 유전체 층은 서로 상이한 고분자가 혼합되거나, 상기 열 경화성 소재 및 상기 자외선 경화성 소재 중 적어도 어느 하나로 이루어진 나노 입자가 고분자 매트릭스에 혼입된 것을 특징으로 하는 색변 화학센서.

#### 청구항 6

제4항에 있어서,

상기 열 경화성 소재는 PDMS(polydimethylsiloxane) 및 DPHA(dipentaerythritol penta/hexa acrylate)를 포함하는 것을 특징으로 하는 색변 화학센서.

#### 청구항 7

제4항에 있어서,

상기 자외선 경화성 소재는 PUA(polyurethane acrylate) 및 DPHA(dipentaerythritol penta/hexa acrylate)를 포함하는 것을 특징으로 하는 색변 화학센서.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제1 반사층 및 제2 반사층은 니켈(Ni), 은(Ag), 알루미늄(Al) 및 오스테나이트계 스테인리스 스틸 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 색변 화학센서.

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제1 반사층의 두께는 5nm 내지 40nm인 것을 특징으로 하는 색변 화학센서.

#### 청구항 10

제1항에 있어서,

상기 선택적 용해 유전체 층의 두께는 70nm 내지 500nm인 것을 특징으로 하는 색변 화학센서.

#### 청구항 11

제1항에 있어서,

상기 제2 반사층의 두께는 100nm 이상인 것을 특징으로 하는 색변 화학센서.

#### 청구항 12

제1항에 있어서,

상기 제2 반사층은 상기 기판과 상기 선택적 용해 유전체 층 사이에 형성되고,

상기 제1 반사층은 상기 선택적 용해 유전체 층 상에 형성되는 것을 특징으로 하는 색변 화학센서.

#### 청구항 13

기판 상에 제1 금속 박막을 증착하여 제1 반사층을 형성하는 단계;

상기 제1 반사층 상에 가교되어 경화된 거대 중합체와 가교되지 않아 상기 거대 중합체 사이에 존재하는 단위체를 포함하여 부분 경화된 선택적 용해 유전체 층을 형성하는 단계;

상기 선택적 용해 유전체 층 상에 제2 금속 박막을 증착한 후 복수 개의 기공을 형성하여 제2 반사층을 형성하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 색변 화학센서의 제조방법.

#### 청구항 14

제13항에 있어서,

상기 기공은 나노미터 크기 또는 마이크로미터 크기인 것을 특징으로 하는 색변 화학센서의 제조방법.

#### 청구항 15

제13항에 있어서,

상기 기공은 나노임프린팅 공정 또는 트랜스퍼 프린팅 공정을 통해 형성되는 것을 특징으로 하는 색변 화학센서의 제조방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 색변 화학센서 및 그의 제조방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0003] 자동차의 연료로 사용되는 휘발유는 교통세법 등에 의한 고 세율의 세금이 부과되어 소비자 가격이 높은 반면에, 다른 석유제품과 석유화학제품에는 상대적으로 저 세율의 세금이 부과되어 판매가격이 낮게 형성되어 있다.

[0004] 이에 부당이득을 노려 자동차용 연료로 판매할 목적으로 휘발유에 다른 석유제품을 혼합하거나, 석유화학제품에 다른 석유화학제품을 혼합하는 등의 방식으로 휘발유와 유사한 유사 휘발유가 제조되고 있다.

[0005] 이런 유사 휘발유들은 벤젠, 톨루엔, 크실렌 등 방향족 물질을 다량 함유하고 있어 연소 시 일산화탄소 등의 유해가스를 다량으로 배출시키며, 불완전연소에 의한 엔진 내 퇴적물의 증가를 초래해 차량의 고장 및 조기 노후화 등을 촉진시킨다.

[0006] 이에 이러한 유사 휘발유를 정품 휘발유와 구분하기 위한 간단하게 검사할 수 있는 화학센서가 필요하다.

[0007] 화학센서는 어떤 물질이나 에너지의 존재를 감지할 수 있는 무생물적 화합물로 정의되는 센서의 일종이다.

[0008] 이러한 화학센서는 분석 물질의 유무에 따라서 선택적이고 민감하게 특정 변화를 일으켜서 감지할 수 있게 한다.

[0009] 화학센서는 관찰되는 변화가 색 변화인 경우 색변 화학센서(colorimetric chemosensor)라고 하고, 형광이 나타나는 경우 형광 화학센서(fluorescent chemosensor)라고 한다.

[0010] 기존의 유기 용매를 구분하기 위한 색변 화학센서는 제조 과정에서 유해한 화학물질을 사용하며, 측정 환경의 습도에 민감하여 관리가 어렵고 민감도가 떨어진다는 문제점이 있었다.

[0011] 따라서, 유사 휘발유가 지속적으로 제조됨에 따라 측정 환경에 구애 받지 않고 유사 휘발유를 민감하고 정확하게 감지할 수 있는 화학센서의 개발이 필요한 실정이다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0013] (특허문헌 0001) 중국 등록특허공보 제106,092,982호, "Method for producing fluorescent/colorimetric dual-pattern paper chips for detection of cancer cell and cell surface polysaccharide"

## 비특허문헌

- [0014] (비특허문헌 0001) Joel K. W. Yang et al., Adv. Optical Mater. 2019, 1900735

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0015] 본 발명의 실시예는 고분자 유전체가 유기 용매의 종류에 따라 용해되는 속도가 상이하여 다른 색으로 변화되는 현상을 이용하여, 유기 용매의 종류를 시각적으로 감지할 수 있는 색변 화학센서를 제공하고자 한다.
- [0016] 본 발명의 실시예에 따르면, 특정 이미지를 나타내는 복수 개의 기공을 형성하여 유기 용매에 의한 색 변화와 함께 특정 이미지가 나타나도록 하여 시인성을 향상시키고 보다 정확하게 유기 용매의 종류를 육안으로 쉽게 감지할 수 있는 색변 화학센서를 제공하고자 한다.
- [0017] 본 발명의 실시예에 따르면, 간단한 구조를 가져 저비용으로 제조가 가능하고 측정 환경에 영향을 받지 않으며 신뢰성이 높은 색변 화학센서를 제공하고자 한다.
- [0018] 본 발명의 실시예에 따르면, 나노임프린팅이나 트랜스퍼 프린팅 기술을 사용해서 웨도우 마스크나 고가의 진공 장비를 사용할 필요 없이 높은 생산성으로 색변 화학센서를 제조할 수 있는 색변 화학센서의 제조방법을 제공하고자 한다.

### 과제의 해결 수단

- [0020] 본 발명에 따른 색변 화학센서는, 기판 상에 형성되고, 금속 박막으로 이루어진 제1 반사층; 상기 제1 반사층 상에 형성되고, 가교되어 경화된 거대 중합체와 가교되지 않아 상기 거대 중합체 사이에 존재하는 단위체를 포함하여 부분 경화된 선택적 용해 유전체 층; 및 상기 선택적 용해 유전체 층 상에 형성되고, 복수 개의 기공을 포함하는 제2 반사층을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서에 따르면, 상기 선택적 용해 유전체 층은 유기 용매의 종류에 따라 상기 단위체의 용해 속도가 상이하여 색이 변화될 수 있다.
- [0022] 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서에 따르면, 상기 선택적 용해 유전체 층은 유기 용매의 종류에 따라 상기 단위체가 용해되는 속도가 상이하여, 색이 변화된 패턴 형상이 상이할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서에 따르면, 상기 선택적 용해 유전체 층은 열 경화성 소재 및 자외선 경화성 소재 중 적어도 어느 하나를 포함하는 고분자 유전체로 이루어질 수 있다.
- [0024] 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서에 따르면, 상기 선택적 용해 유전체 층은 서로 상이한 고분자가 혼합되거나, 상기 열 경화성 소재 및 상기 자외선 경화성 소재 중 적어도 어느 하나로 이루어진 나노 입자가 고분자 매트릭스에 혼입될 수 있다.
- [0025] 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서에 따르면, 상기 열 경화성 소재는 PDMS(polydimethylsiloxane) 및 DPHA(dipentaerythritol penta/hexa acrylate)를 포함할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서에 따르면, 상기 자외선 경화성 소재는 PUA(polyurethane acrylate) 및 DPHA(dipentaerythritol penta/hexa acrylate)를 포함할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서에 따르면, 상기 제1 반사층 및 제2 반사층은 니켈(Ni), 은(Ag), 알루미늄(Al) 및 오스테나이트계 스테인리스 스틸 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0028] 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서에 따르면, 상기 제1 반사층의 두께는 5nm 내지 40nm일 수 있다.
- [0029] 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서에 따르면, 상기 선택적 용해 유전체 층의 두께는 70nm 내지 500nm일 수 있다.
- [0030] 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서에 따르면, 상기 제2 반사층의 두께는 100nm 이상일 수 있다.

- [0031] 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서에 따르면, 상기 제2 반사층은 상기 기판과 상기 선택적 용해 유전체 층 사이에 형성되고, 상기 제1 반사층은 상기 선택적 용해 유전체 층 상에 형성될 수 있다.
- [0032] 본 발명의 색변 화학센서의 제조방법은, 기판 상에 제1 금속 박막을 증착하여 제1 반사층을 형성하는 단계; 상기 제1 반사층 상에 가교되어 경화된 거대 중합체와 가교되지 않아 상기 거대 중합체 사이에 존재하는 단위체를 포함하여 부분 경화된 선택적 용해 유전체 층을 형성하는 단계; 상기 선택적 용해 유전체 층 상에 제2 금속 박막을 증착한 후 복수 개의 기공을 형성하여 제2 반사층을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0033] 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서의 제조방법에 따르면, 상기 기공은 나노미터 크기 또는 마이크로미터 크기일 수 있다.
- [0034] 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서의 제조방법에 따르면, 상기 기공은 나노임프린팅 공정 또는 트랜스퍼 프린팅 공정을 통해 형성될 수 있다.

### 발명의 효과

- [0036] 본 발명의 실시예에 따르면, 고분자 유전체가 유기 용매의 종류에 따라 용해되는 속도가 상이하여 다른 색으로 변화되는 현상을 이용하여, 유기 용매의 종류를 시각적으로 감지할 수 있다.
- [0037] 본 발명의 실시예에 따르면, 특정 이미지를 나타내는 복수 개의 기공을 형성하여 유기 용매에 의한 색 변화와 함께 특정 이미지가 나타나도록 하여 시인성을 향상시키고 보다 정확하게 유기 용매의 종류를 육안으로 쉽게 감지할 수 있다.
- [0038] 본 발명의 실시예에 따르면, 간단한 구조를 가져 저비용으로 제조가 가능하고 측정 환경에 영향을 받지 않으며 신뢰성이 높을 수 있다.
- [0039] 본 발명의 실시예에 따르면, 나노임프린팅이나 트랜스퍼 프린팅 기술을 사용해서 웨도우 마스크나 고가의 진공 장비를 사용할 필요 없이 높은 생산성으로 색변 화학센서를 제조할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0041] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서의 전체적인 모습을 도시한 사시도이다.
- 도 2a는 유기 용매에 용해되기 전 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서의 모습을 도시한 평면도 및 단면도이며, 도 2b는 유기 용매에 용해된 후 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서의 모습을 도시한 평면도 및 단면도이다.
- 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 실시예에 따른 제2 반사층의 기공 유무에 따른 색변 전후를 도시한 평면도이다.
- 도 4a 내지 도 4c는 본 발명의 제1 실시예에 따른 색변 화학센서의 색변 모습을 도시한 단면도 및 평면도이다.
- 도 5a 내지 도 5c는 본 발명의 제2 실시예에 따른 색변 화학센서의 색변 모습을 도시한 평면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0042] 이하 첨부 도면들 및 첨부 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.
- [0043] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0044] 본 명세서에서 사용되는 "실시예", "예", "측면", "예시" 등은 기술된 임의의 양상(aspect) 또는 설계가 다른 양상 또는 설계들보다 양호하다거나, 이점이 있는 것으로 해석되어야 하는 것은 아니다.
- [0045] 또한, '또는'이라는 용어는 배타적 논리합 'exclusive or'이기보다는 포합적인 논리합 'inclusive or'를 의미한다. 즉, 달리 언급되지 않는 한 또는 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 'x가 a 또는 b를 이용한다'라는 표현은

포함적인 자연 순열들(natural inclusive permutations) 중 어느 하나를 의미한다.

- [0046] 또한, 본 명세서 및 청구항들에서 사용되는 단수 표현("a" 또는 "an")은, 달리 언급하지 않는 한 또는 단수 형태에 관한 것이라고 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 일반적으로 "하나 이상"을 의미하는 것으로 해석되어야 한다.
- [0047] 아래 설명에서 사용되는 용어는, 연관되는 기술 분야에서 일반적이고 보편적인 것으로 선택되었으나, 기술의 발달 및/또는 변화, 관례, 기술자의 선호 등에 따라 다른 용어가 있을 수 있다. 따라서, 아래 설명에서 사용되는 용어는 기술적 사상을 한정하는 것으로 이해되어서는 안 되며, 실시예들을 설명하기 위한 예시적 용어로 이해되어야 한다.
- [0048] 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 설명 부분에서 상세한 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 아래 설명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌 그 용어가 가지는 의미와 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 이해되어야 한다.
- [0049] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0050] 한편, 본 발명의 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는, 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고, 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0052] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서의 전체적인 모습을 도시한 사시도이다.
- [0053] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서(100)는 기관(110) 상에 형성되고, 금속 박막으로 이루어진 제1 반사층(120), 상기 제1 반사층(120) 상에 형성되고, 가교되어 경화된 거대 중합체와 가교되지 않아 상기 거대 중합체 사이에 존재하는 단위체를 포함하여 부분 경화된 선택적 용해 유전체 층(130) 및 상기 선택적 용해 유전체 층(130) 상에 형성되고, 복수 개의 기공(141)을 포함하는 제2 반사층(140)을 포함한다.
- [0054] 기관(110)은 실시예에 따라서 투명 기관(110)일 수 있으며, 예를 들어 유리 또는 투명성을 가지는 고분자인 PET, ITO로 이루어질 수 있다.
- [0055] 제1 반사층(120)은 기관(110) 상에 형성되는 것으로, 금속 박막으로 이루어져 선택적 용해 유전체 층(130)이 유기 용매에 용해되어 변화된 색을 반시시킬 수 있다.
- [0056] 선택적 용해 유전체 층(130)이 유기 용매에 용해되는 원리는 후술할 선택적 용해 유전체 층(130)의 설명에서 보다 자세히 다루도록 한다.
- [0057] 제1 반사층(120)은 금속 박막을 스퍼터링(sputtering), 원자층증착(ALD), 화학기상증착(CVD), 열증착(thermal evaporation), 동시증발법(co-evaporation), 플라즈마 강화 화학기상증착(PECVD), 전자빔증착(e-beam evaporation), RF 스퍼터링(Radio Frequency sputtering), 마그네트론 스퍼터링(magnetron sputtering), 진공 증착(vacuum deposition) 또는 화학적 증착(chemical vapor deposition) 중 어느 하나의 증착 방법으로 증착하여 형성될 수 있다.
- [0058] 이때 금속 박막을 증착하는 방법은 상기 예시에 한정되지 않는다.
- [0059] 실시예에 따라서, 제1 반사층(120)은 니켈(Ni), 은(Ag), 알루미늄(Al) 및 오스테나이트계 스테인리스 스틸 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있으며, 상기 물질에 제한되는 것은 아니다.
- [0060] 이때 오스테나이트계 스테인리스 스틸은 SUS316일 수 있다.
- [0061] 실시예에 따라서, 제1 반사층(120)의 두께는 5nm 내지 40nm일 수 있다.
- [0062] 선택적 용해 유전체 층(130)은 제1 반사층(120) 상에 형성되고 투명한 고분자 유전체로 이루어질 수 있다.

- [0063] 구체적으로, 상기 고분자 유전체는 단위체인 모노머(monomer) 또는 단위 중합체(prepolymer)가 가교제와의 반응을 통해 중합되어 형성된 거대 중합체로 이루어질 수 있다.
- [0064] 선택적 용해 유전체 층(130)은 유기 용매에 의해 용해되며, 용해 시 선택적 용해 유전체 층(130)의 색이 변화될 수 있다.
- [0065] 선택적 용해 유전체 층(130)을 이루는 고분자 유전체는 단위체인 모노머(monomer)나 단위 중합체(prepolymer)가 가교제(cross-linker)와 반응해서 중합반응을 일으켜 형성된 거대 중합체들로 구성된다.
- [0066] 이때 가교제의 양이 상기 단위체에 비해 매우 적은 경우, 가교제와 반응하지 않아 가교되지 않은 단위체가 존재하게 되며, 가교제와 반응하지 않은 단위체는 상기 거대 중합체들 사이에 존재하여 선택적 용해 유전체 층(130)은 불완전 경화 상태가 된다.
- [0067] 이 상태에서 선택적 용해 유전체 층(130)이 유기 용매에 노출되는 경우 상기 가교되지 않은 단위체들이 유기 용매 속으로 용출되며, 선택적 용해 유전체 층(130)의 부피가 변하게 된다.
- [0068] 상기 가교되지 않은 단위체는 상기 유기 용매와의 반 데르 발스 힘으로 유기 용매에 용출되는데, 유기 용매의 분자량에 따라 상이한 반 데르 발스 힘에 의해 유기 용매의 종류에 따라 상기 가교되지 않은 단위체의 용출 속도가 달라진다.
- [0069] 즉, 유기 용매의 종류에 따라 상기 가교되지 않은 단위체의 상이한 용출 속도에 의해 상이한 색이 발현되며, 이로부터 유기 용매의 종류를 감지할 수 있다.
- [0070] 실시예에 따라서, 선택적 용해 유전체 층(130)은 유기 용매의 종류에 따라 상기 단위체가 용해되는 속도가 상이하여, 색이 변화된 패턴 형상이 상이할 수 있다. 이에 대한 설명은 후술할 도 5a 내지 도 5c를 통해 설명하도록 한다.
- [0071] 선택적 용해 유전체 층(130)은 열 경화성 소재 및 자외선 경화성 소재 중 적어도 어느 하나를 포함하는 고분자 유전체로 이루어질 수 있다.
- [0072] 상기 열 경화성 소재는 PDMS(polydimethylsiloxane) 및 DPHA(dipentaerythritol penta/hexa acrylate)를 포함할 수 있으며, 상기 물질에 제한되는 것은 아니다.
- [0073] 상기 자외선 경화성 소재는 PUA(polyurethane acrylate) 및 DPHA(dipentaerythritol penta/hexa acrylate)를 포함할 수 있으며, 상기 물질에 제한되는 것은 아니다.
- [0074] 실시예에 따라서, 선택적 용해 유전체 층(130)은 서로 상이한 고분자가 혼합된 형태일 수 있다.
- [0075] 예를 들어, 선택적 용해 유전체 층(130)은 PDMS와 DPHA가 혼합된 형태일 수 있으며, 상기 예시에 제한되는 것은 아니다.
- [0076] 실시예에 따라서, 선택적 용해 유전체 층(130)은 상기 열 경화성 소재 및 상기 자외선 경화성 소재 중 적어도 어느 하나로 이루어진 나노 입자가 고분자 매트릭스에 혼입된 형태일 수 있다.
- [0077] 예를 들어, 선택적 용해 유전체 층(130)은 DPHA 매트릭스 내에 PDMS로 이루어진 나노 입자가 혼입된 형태일 수 있으며, 상기 예시에 제한되는 것은 아니다.
- [0078] 이러한 고분자 유전체로 이루어진 선택적 용해 유전체 층(130)은 습도에 민감하여 종래 화학센서보다 측정 환경에 따른 제약을 받지 않을 수 있다.
- [0079] 실시예에 따라서, 선택적 용해 유전체 층(130)의 두께는 70nm 내지 500nm일 수 있다.
- [0080] 제2 반사층(140)은 선택적 용해 유전체 층(130) 상에 형성되고, 선택적 용해 유전체 층(130)이 유기 용매에 용해되어 색이 발현될 시 선택적 용해 유전체 층(130)의 색을 반사시킬 수 있다.
- [0081] 제2 반사층(140)은 복수 개의 기공(141)을 포함하여, 기공(141)을 통해 선택적 용해 유전체 층(130)이 노출될 수 있다.
- [0082] 실시예에 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서(100)를 평면에서 바라봤을 때 특정 이미지, 패턴 또는 문자로 보이도록 복수 개의 기공(141)을 형성될 수 있다.
- [0083] 예를 들어, 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서(100)를 평면에서 바라봤을 때 T 모양으로 보이도록 제2 반

사층(140)에 복수 개의 기공(141)을 형성할 수 있다.

- [0084] 제2 반사층(140)은 니켈(Ni), 은(Ag), 알루미늄(Al) 및 오스테나이트계 스테인리스 스틸 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있으며, 상기 물질에 제한되는 것은 아니다.
- [0085] 실시예에 따라서, 제2 반사층(140)은 제1 반사층(120)과 동일 또는 상이한 물질로 이루어진 금속 박막이 증착되어 형성될 수 있다.
- [0086] 제2 반사층(140)에 포함된 기공(141)을 형성하는 방법은 후술할 색변 화학센서(100)의 제조방법을 통해 자세히 다루도록 한다.
- [0087] 실시예에 따라서, 제2 반사층(140)의 두께는 100nm 이상일 수 있다.
- [0088] 실시예에 따라서, 제2 반사층(140)은 기관(110)과 선택적 용해 유전체 층(130) 사이에 형성되고, 제1 반사층(120)은 선택적 용해 유전체 층(130) 상에 형성될 수 있다.
- [0089] 즉, 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서(100)는 실시예에 따라서, 기관(110) 상에 제2 반사층(140)이 형성되고, 제2 반사층(140) 상에 선택적 용해 유전체 층(130)이 형성되며, 선택적 용해 유전체 층(130) 상에 제1 반사층(120)이 형성될 수 있다.
- [0090] 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서(100)는 제1 반사층(120) 및 제2 반사층(140) 사이에 투명한 고분자 유전체로 이루어진 선택적 용해 유전체 층(130)을 포함하는 페브리-페로 구조를 가짐으로써, 유기 용매의 종류에 따라서 선택적 용해 유전체 층(130)이 용해되는 속도가 다른 현상을 이용하여 하나의 색변 화학센서(100)로 여러 종류의 유기 용매를 용이하게 구분하고 시인성을 향상시킬 수 있다.
- [0091] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서(100)는 습도에 둔감한 고분자 유전체로 이루어진 선택적 용해 유전체 층(130)을 포함하여 보관 및 관리가 용이할 수 있다.
- [0093] 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서(100)의 제조방법은 기관(110) 상에 제1 금속 박막을 증착하여 제1 반사층(120)을 형성하는 단계(S110), 상기 제1 반사층(120) 상에 가교되어 경화된 거대 중합체와 가교되지 않아 상기 거대 중합체 사이에 존재하는 단위체를 포함하여 부분 경화된 선택적 용해 유전체 층(130)을 형성하는 단계(S120), 상기 선택적 용해 유전체 층(130) 상에 제2 금속 박막을 증착한 후 복수 개의 기공(141)을 형성하여 제2 반사층(140)을 형성하는 단계(S130)를 포함한다.
- [0094] 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서(100)의 제조방법은 상술한 색변 화학센서(100)의 구성요소를 모두 포함하므로 중복 설명은 생략한다.
- [0095] 단계 S110은 기관(110) 상에 제1 금속 박막을 증착하여 제1 반사층(120)을 형성할 수 있다.
- [0096] 상기 제1 금속 박막을 증착하는 방법은 스퍼터링(sputtering), 원자층증착(ALD), 화학기상증착(CVD), 열증착(thermal evaporation), 동시증발법(co-evaporation), 플라즈마 강화 화학기상증착(PECVD), 전자빔증착(e-beam evaporation), RF 스퍼터링(Radio Frequency sputtering), 마그네트론 스퍼터링(magnetron sputtering), 진공 증착(vacuum deposition) 또는 화학적 증착(chemical vapor deposition) 등이 있으며, 상기 증착 방법에 제한되는 것은 아니다.
- [0097] 상기 제1 반사층(120)은 니켈(Ni), 은(Ag), 알루미늄(Al) 및 오스테나이트계 스테인리스 스틸 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있으며, 상기 물질에 제한되는 것은 아니다.
- [0098] 단계 S120은 고분자 유전체를 포함하는 용액을 제1 반사층(120) 상에 도포하여 선택적 용해 유전체 층(130)을 형성할 수 있다.
- [0099] 이때, 도포 방법은 스핀코팅(spin coating), 스프레이코팅(spray coating), 울트라스프레이코팅(ultra-spray coating), 전기방사코팅, 슬롯다이코팅(slot die coating), 그라비아코팅(gravure coating), 바코팅(bar coating), 롤코팅(roll coating), 딥코팅(dip coating), 쉬어코팅(shear coating), 스크린 프린팅(screen printing), 잉크젯 프린팅(inkjet printing) 또는 노즐 프린팅(nozzle printing) 중 어느 하나일 수 있으며, 상기 방법에 제한되는 것은 아니다.
- [0100] 단계 S130은 제2 금속 박막을 선택적 유전체 층 상에 증착한 후 나노미터 크기 또는 마이크로미터 크기의 기공

(141)을 복수 개로 형성할 수 있다.

- [0101] 상기 증착 방법은 스퍼터링(sputtering), 원자층증착(ALD), 화학기상증착(CVD), 열증착(thermal evaporation), 동시증발법(co-evaporation), 플라즈마 강화 화학기상증착(PECVD), 전자빔증착(e-beam evaporation), RF 스퍼터링(Radio Frequency sputtering), 마그네트론 스퍼터링(magnetron sputtering), 진공증착(vacuum deposition) 또는 화학적 증착(chemical vapor deposition) 등이 있으며, 상기 증착 방법에 제한되는 것은 아니다.
- [0102] 상기 기공(141)은 나노임프린팅 공정 또는 트랜스퍼 프린팅 공정을 통해 형성될 수 있으며, 나노임프린팅 공정 및 트랜스퍼 프린팅 공정은 널리 알려진 기술이므로 자세한 설명은 생략하도록 한다.
- [0103] 상기 기공(141)은 복수 개로 형성되어 상기 색변 화학센서(100)를 평면에서 바라봤을 때 전체적으로 특정 이미지, 패턴, 문자가 보이도록 형성될 수 있다.
- [0104] 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서(100)의 제조방법은 나노임프린팅이나 트랜스퍼 프린팅 기술을 사용해서 웨도우 마스크나 고가의 진공 장비 없이 높은 생산성으로 색변 화학센서(100)를 제조할 수 있다.
- [0105] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서(100)의 유기 용매에 대한 색변 원리를 자세히 설명하도록 한다.
- [0107] 도 2a는 유기 용매에 용해되기 전 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서의 모습을 도시한 평면도 및 단면도이며, 도 2b는 유기 용매에 용해된 후 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서의 모습을 도시한 평면도 및 단면도이다.
- [0108] 도 2a 및 도 2b를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서(100)는 유기 용매에 용해되기 전 선택적 용해 유전체 층(130)의 두께가 일정하다.
- [0109] 또한, 색변 화학센서(100)가 유기 용매에 용해되기 전에는 특정 색이 발현되지 않는다.
- [0110] 그러나, 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서(100)가 유기 용매와 접촉되는 경우, 유기 용매가 제2 반사층(140)에 형성된 기공(141)을 통해 선택적 용해 유전체 층(130)과 접촉될 수 있다.
- [0111] 이로 인해 기공(141)에 의해 노출된 선택적 용해 유전체 층(130)은 유기 용매에 의해 용해되어 선택적 용해 유전체 층(130)의 두께가 줄어들게 된다.
- [0112] 따라서, 선택적 용해 유전체 층(130)을 이루는 고분자 유전체의 단위체가 유기 용매에 의해 용해되면서 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서(100)의 색이 변화되어 유기 용매를 감지할 수 있다.
- [0114] 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 실시예에 따른 제2 반사층의 기공 유무에 따른 색변 전후를 도시한 평면도이다.
- [0115] 먼저 도 3a를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서(100)는 평면에서 바라봤을 때 전체적으로 사각형 형상이 보이도록 복수 개의 기공(141)을 포함할 수 있다.
- [0116] 도 3a의 색변 화학센서(100)가 유기 용매에 접촉될 시 선택적 용해 유전체 층(130)이 유기 용매에 의해 용해되면서, 복수 개의 기공(141)에 의해 형성된 이미지, 즉 사각형 형상대로 색이 변화할 수 있다.
- [0117] 도 3b를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서(100)는 실시예에 따라서 T 형상이 보이도록 복수 개의 기공(141)을 포함할 수 있다.
- [0118] 도 3b의 색변 화학센서(100)가 유기 용매에 접촉될 시 선택적 용해 유전체 층(130)이 유기 용매에 의해 용해되면서, 복수 개의 기공(141)에 의해 형성된 이미지, 즉 T 형상대로 색이 변화할 수 있다.
- [0119] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서(100)는 평면에서 바라봤을 때 특정 이미지가 보이도록 복수 개의 기공(141)을 형성함으로써, 유기 용매에 의해 선택적 용해 유전체 층(130)이 용해될 시 복수 개의 기공(141)에 의해 형성된 특정 이미지대로 색이 변화하도록 할 수 있어 색변 화학센서(100)에 심미적 효과를 부여할 수 있다.
- [0121] 도 4a 내지 도 4c는 본 발명의 제1 실시예에 따른 색변 화학센서의 색변 모습을 도시한 단면도 및 평면도이다.

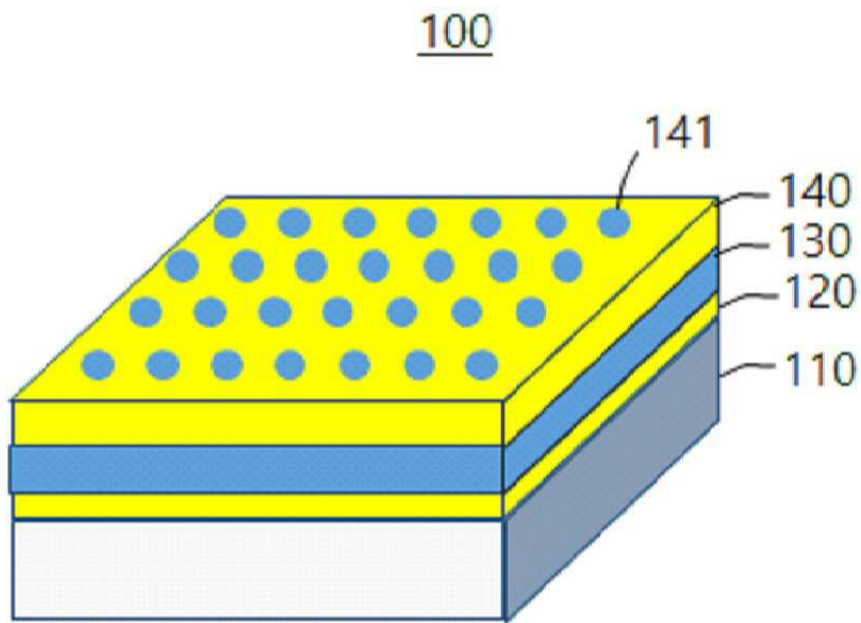
- [0122] 도 4a 내지 도 4c는 본 발명의 제1 실시예에 따른 색변 화학센서(100)를 서로 상이한 유기 용매 3개로 용해시킨 후 색변을 도시한 단면도 및 평면도이다.
- [0123] 도 4a 내지 도 4c를 참조하면, 선택적 용해 유전체 층(130)은 유기 용매의 종류에 따라 용해 속도가 상이하여 두께가 서로 상이할 수 있다.
- [0124] 즉, 선택적 용해 유전체 층(130)이 유기 용매의 종류에 따라 용해 속도가 상이하여 그 두께가 상이하면, 선택적 용해 유전체 층(130)의 변화된 색 역시 상이하여 변화된 선택적 용해 유전체 층(130)의 색 종류로부터 유기 용매의 종류를 감지할 수 있다.
- [0126] 도 5a 내지 도 5c는 본 발명의 제2 실시예에 따른 색변 화학센서의 색변 모습을 도시한 평면도이다.
- [0127] 도 5a 내지 도 5c를 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 색변 화학센서는 유기 용매의 종류에 따라 서로 상이한 패턴을 나타낼 수 있다.
- [0128] 본 발명의 제2 실시예에 따른 색변 화학센서를 평면에서 바라봤을 때 전체적으로 사각형 형상으로 보이도록 복수 개의 기공이 형성되었다고 가정하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 색변 화학센서가 제1 유기 용매에 용해될 경우 사각형 형상의 일부인 '┐' 형상으로 색 변화가 일어나고, 제2 유기 용매에 용해될 경우 사각형 형상의 일부인 '┌' 형상으로 색 변화가 일어나며, 제3 유기 용매에 용해될 경우 사각형 형상의 일부인 계단 형상으로 색 변화가 일어날 수 있다.
- [0129] 즉, 본 발명의 제2 실시예에 따른 색변 화학센서는 유기 용매의 종류에 따라 색이 변화되어 형성된 패턴이 서로 상이하여 유기 용매의 종류를 감지할 수 있다.
- [0130] 실시예에 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서는 유기 용매의 종류에 따라 서로 상이한 색 및 패턴을 가질 수 있다.
- [0131] 본 발명의 실시예에 따른 색변 화학센서는 유기 용매에 용해되어 색이 변화되고, 유기 용매의 종류에 따라 색 및 패턴이 상이하여 유기 용매의 종류를 한 눈에 쉽게 확인할 수 있다.
- [0133] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

## 부호의 설명

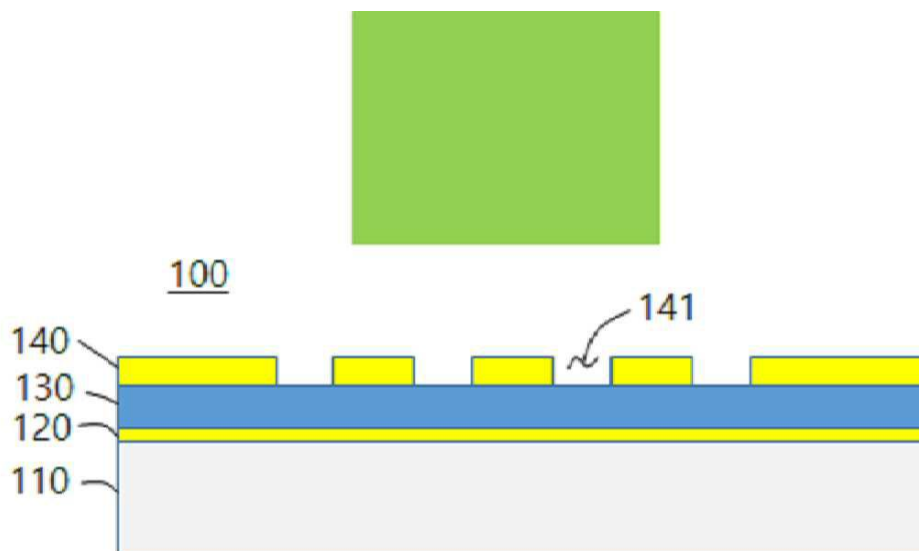
- [0135] 100: 색변 화학센서
- 110: 기판
- 120: 제1 반사층
- 130: 선택적 용해 유전체 층
- 140: 제2 반사층
- 141: 기공

도면

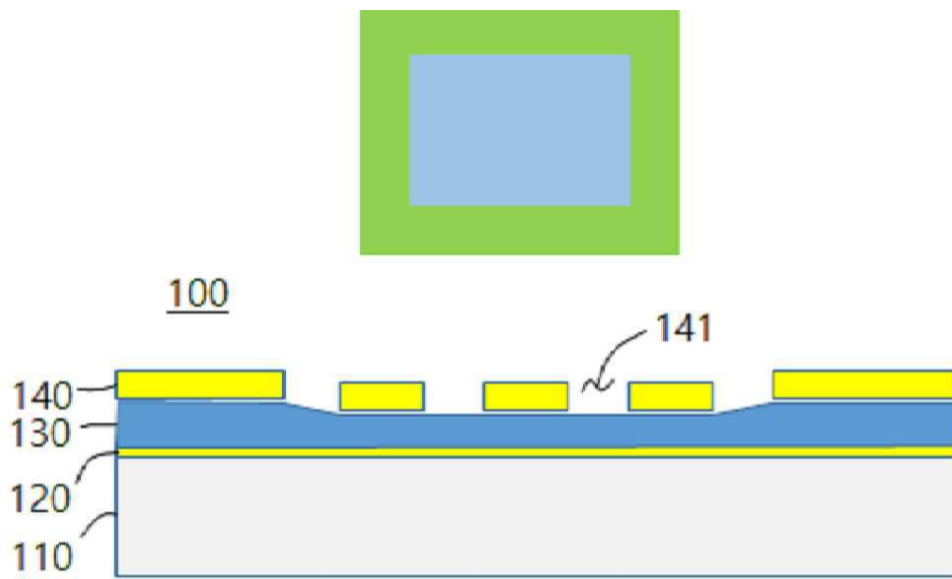
도면1



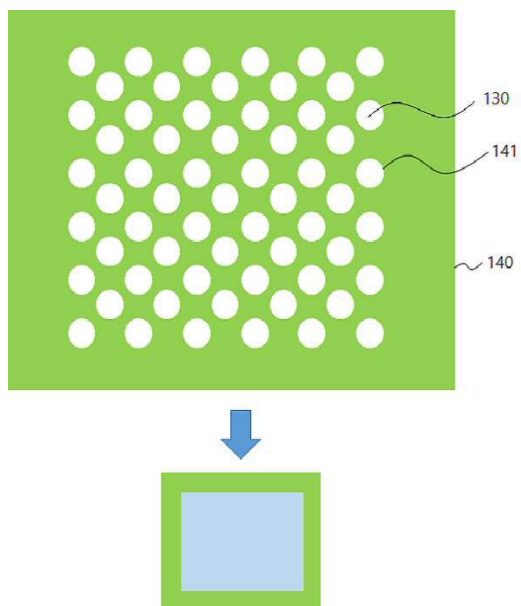
도면2a



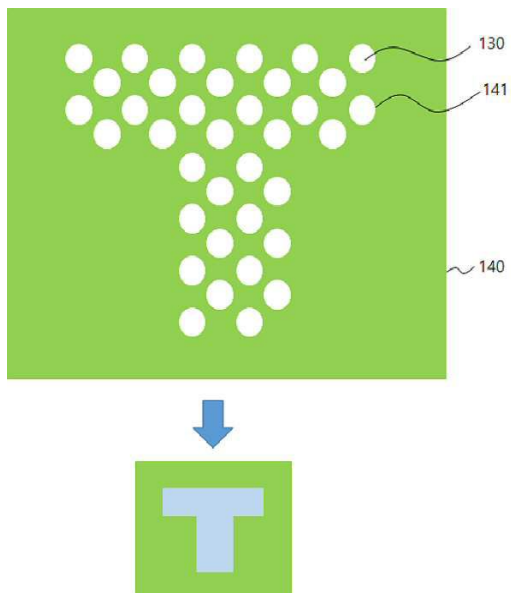
도면2b



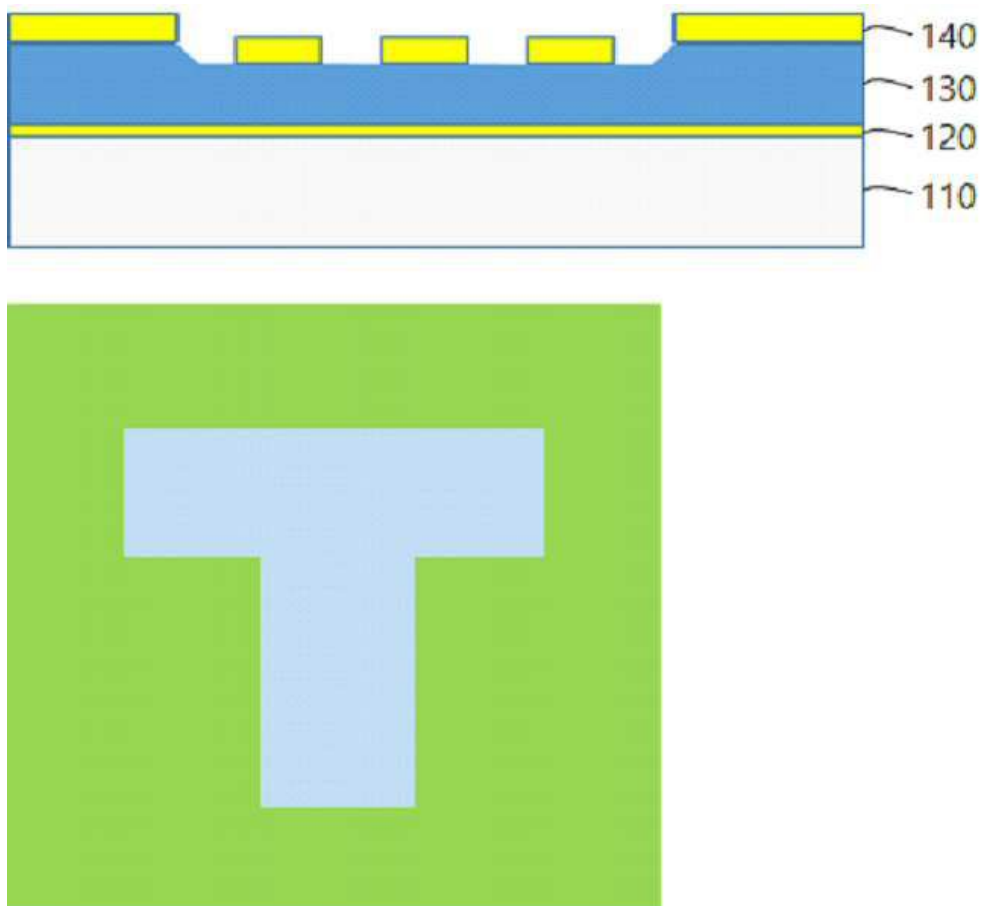
도면3a



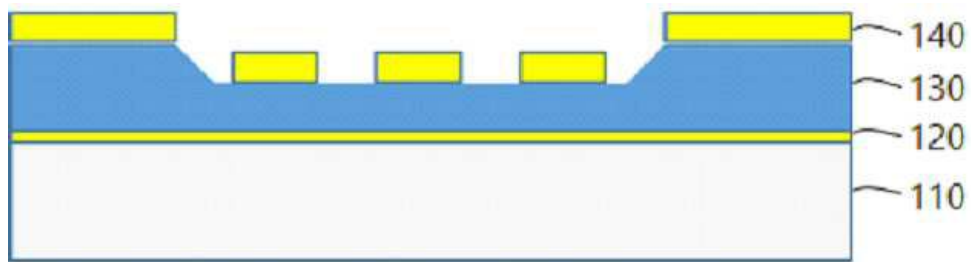
도면3b



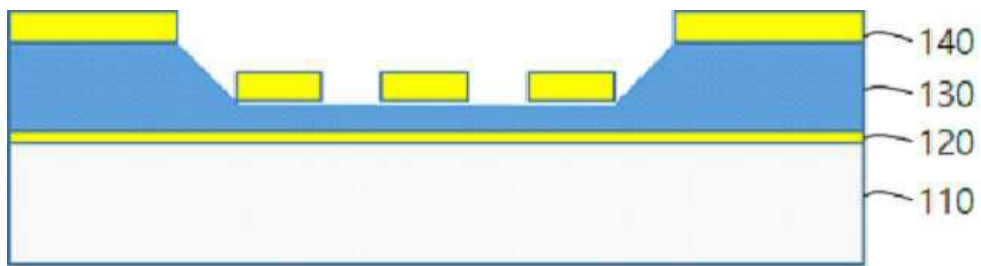
도면4a



도면4b



도면4c



도면5a



도면5b



도면5c

