



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년12월09일
(11) 등록번호 10-2337375
(24) 등록일자 2021년12월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 1/00 (2006.01) G01N 21/25 (2006.01)
G02B 6/122 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 1/005 (2013.01)
G01N 21/25 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0176866
(22) 출원일자 2019년12월27일
심사청구일자 2019년12월27일
(65) 공개번호 10-2020-0083341
(43) 공개일자 2020년07월08일
(30) 우선권주장
1020180173141 2018년12월28일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
JP2010091630 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
허광
서울특별시 송파구 올림픽로 99, 124동 1801호(잠실동, 잠실엘스아파트)
박인우
서울특별시 중구 다산로36길 109, 3동 1304호(신당동, 현대아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인리체

전체 청구항 수 : 총 20 항

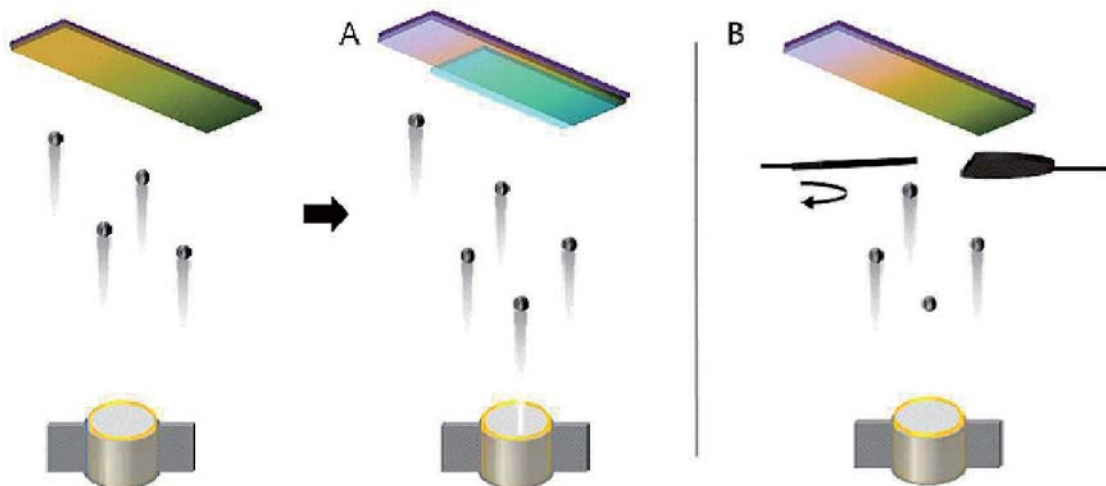
심사관 : 박광목

(54) 발명의 명칭 **엠보 패턴을 포함하는 구조체 및 이의 용도**

(57) 요약

본 발명은 엠보 패턴을 포함하는 구조체 및 제조방법에 관한 것으로서, 상기 구조체를 포함하는 우수한 외부 환경 감지용 센서에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
G02B 6/1225 (2013.01)

(72) 발명자
곽민지
 서울특별시 강서구 강서로 532, 106동 901호(가양동, 동신아파트, 대아아파트)

이용훈
 서울특별시 광진구 아차산로 331, 504호(자양동, 정우그린빌)

(56) 선행기술조사문헌

CN102326078 A*
 KR101704729 B1*
 EP02784586 A1
 JP01287558 A*
 KR1020000076984 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

| | |
|-------------|--|
| 과제고유번호 | 1711071804 |
| 부처명 | 과학기술정보통신부 |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국연구재단 |
| 연구사업명 | 신진연구지원사업 |
| 연구과제명 | 생체모방 자기조립기법을 이용한 다차원 마이크로 패터닝 기술 개발 및 응용 |
| 기 여 율 | 1/1 |
| 과제수행기관명 | 세종대학교 산학협력단 |
| 연구기간 | 2018.04.01 ~ 2019.02.28 |

명세서

청구범위

청구항 1

기관, 상기 기관의 적어도 일면에 소정 간격으로 이격되어 위치하는 단당류 엠보 패턴 및 상기 기관 상에서 상기 엠보 패턴 사이의 적어도 일부에 위치하는 단당류 나노 입자를 포함하는 구조체.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 단당류는 D-글루코오스, D-글루코사민, β -D-만누로네이트 및 α -L-갈루로네이트로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나인 구조체.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 엠보 패턴은 기관 접촉면 장축의 평균이 300 내지 2500 nm인 구조체.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 엠보 패턴은 상기 기관으로부터의 평균 높이가 20 내지 250 nm인 구조체.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 기관은 Si, SiO₂, 금 박막 및 알루미늄 박막으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 것인 구조체.

청구항 6

청구항 1에 있어서, 상기 구조체는 패턴의 평균 크기 또는 평균 간격이 상이한 복수개의 영역을 포함하는 것인 구조체.

청구항 7

삭제

청구항 8

청구항 1에 있어서, 상기 기관 상에 상기 패턴을 덮는 APTES 층을 더 포함하는 구조체.

청구항 9

청구항 1 내지 6 및 8 중 어느 한 항의 구조체를 포함하는 외부 환경 감지용 색변환 센서.

청구항 10

청구항 9에 있어서, 상기 외부 환경은 열, 습도 및 휘발성 화합물로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나인 외부 환경 감지용 색변환 센서.

청구항 11

청구항 10에 있어서, 상기 휘발성 화합물은 에탄올, 이소프로필알코올, 톨루엔, 프로판올, 펜탄올 및 알데하이드로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나인 외부 환경 감지용 색변환 센서.

청구항 12

기판의 적어도 일면에 단당류를 증착시켜 엠보 패턴을 형성하는 단계를 포함하는 구조체의 제조방법으로, 상기 증착은 진공 중에 다당류 파우더를 가열하여, 사슬이 끊어진 단당류가 기판의 적어도 일면에 부착되는 것인 구조체의 제조방법.

청구항 13

청구항 12에 있어서, 상기 엠보 패턴이 형성된 기판 상에 APTES를 도포하는 단계를 더 포함하는 구조체의 제조방법.

청구항 14

청구항 12에 있어서, 상기 단당류는 D-글루코오스, D-글루코사민, β-D-만누로네이트 및 α-L-갈루로네이트로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나인 구조체의 제조방법.

청구항 15

청구항 12에 있어서, 상기 기판은 Si, SiO₂, 금 박막 및 알루미늄 박막으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 것인 구조체의 제조방법.

청구항 16

삭제

청구항 17

청구항 12에 있어서, 상기 다당류는 셀룰로오스, 키토산 및 알제네이트로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나인 구조체의 제조방법.

청구항 18

청구항 12에 있어서, 상기 기판 상에 복수개의 영역을 설정하고, 각 영역별 엠보 패턴의 평균 크기 또는 평균 간격을 달리 형성하는 구조체의 제조방법.

청구항 19

청구항 18에 있어서, 상기 평균 크기 또는 평균 간격은 증착 시간, 다당류의 총량, 다당류의 종류 및 증착 속도

로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나의 변수로 달리 형성하는 구조체의 제조방법.

청구항 20

기판의 적어도 일면에 단당류를 증착시켜 단당류층을 형성하는 단계;

상기 단당류층 상에 박막층을 형성하는 단계; 및

상기 단당류층을 용매에 용해시켜 박막층을 분리하는 단계;를 포함하는 박막의 제조 방법으로,

상기 단당류는 D-글루코오스, N-아세틸글루코사민, D-글루코사민, β -D-만누로네이트 및 α -L-갈루로네이트로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나인 박막의 제조 방법.

청구항 21

삭제

청구항 22

청구항 20에 있어서, 상기 단당류층은 적어도 일부에 엠보 패턴을 갖는 것인 박막의 제조 방법.

청구항 23

청구항 20에 있어서, 상기 용매는 수산화성 용매인, 박막의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 엠보 패턴을 포함하는 구조체 및 제조방법에 관한 것으로서, 상기 구조체를 포함하는 우수한 외부 환경 감지용 센서에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 광결정(photonic crystal)이란, 서로 다른 굴절률을 갖는 유전물질이 주기적으로 배열된 구조체로서, 각각의 규칙적인 격자점에서 산란되는 빛들 사이에 중첩적 간섭이 일어나 특정한 파장 영역대에서 빛을 투과시키지 않고 선택적으로 반사하는, 즉 광밴드갭을 형성하는 물질을 의미한다.

[0004] 이러한 광결정은 정보 처리의 수단으로 전자 대신 광자를 이용함으로써, 정보처리의 속도가 우수하여 정보화 산업의 효율 향상을 위한 핵심 물질로 부각되고 있다. 더욱이, 광결정은 광자가 주축 방향으로 이동하는 1차원 구조, 평면을 따라 이동하는 2차원 구조, 또는 물질 전체를 통해 모든 방향으로 자유롭게 이동하는 3차원 구조로 구현될 수 있고, 광밴드갭 조절을 통한 광학적 특성의 제어가 용이하여 다양한 분야에 적용 가능하다. 예를 들어, 광결정은 광결정 섬유, 발광소자, 광기전소자, 광결정 센서, 반도체레이저 등 광학 소자에 응용될 수 있다.

[0005] 특히, 브래그 스택(Bragg stack)은 1차원 구조를 갖는 광결정으로서, 상이한 굴절률을 갖는 두 층의 적층만으로 쉽게 제조가 가능하고, 상기 두 층의 굴절률 및 두께 조절에 의한 광학적 특성의 제어가 용이하다는 장점이 있다. 이러한 특징으로 인해 상기 브래그 스택은 태양 전지와 같은 에너지 소자뿐만 아니라, 전기적, 화학적, 열적 자극 등을 감지하는 광결정 센서로의 응용에 널리 이용되고 있다. 이에 따라, 감도 및 재현성이 우수한 광결정 센서를 용이하게 제조하기 위한 여러 가지 물질 및 구조에 대한 연구가 이루어지고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국등록특허 1927447호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 엠보 패턴을 포함하는 구조체, 이의 제조방법 및 상기 구조체를 포함하는 우수한 외부 환경 감지용 센서를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0010] 1. 기관 및 상기 기관의 적어도 일면에 소정 간격으로 이격되어 위치하는 단당류 엠보 패턴을 포함하는 구조체.
- [0011] 2. 위 1에 있어서, 상기 단당류는 D-글루코오스, D-글루코사민, β-D-만누로네이트 및 α-L-갈루로네이트로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나인 구조체.
- [0012] 3. 위 1에 있어서, 상기 엠보 패턴은 기관 접촉면 장축의 평균이 300 내지 2500 nm인 구조체.
- [0013] 4. 위 1에 있어서, 상기 엠보 패턴은 상기 기관으로부터의 평균 높이가 20 내지 250 nm인 구조체.
- [0014] 5. 위 1에 있어서, 상기 기관은 Si, SiO₂, 금 박막 및 알루미늄 박막으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 것인 구조체.
- [0015] 6. 위 1에 있어서, 상기 구조체는 패턴의 평균 크기 또는 평균 간격이 상이한 복수개의 영역을 포함하는 것인 구조체.
- [0016] 7. 청구항 1에 있어서, 상기 기관 상에서 상기 엠보 패턴 사이의 적어도 일부에 위치하는 단당류 나노 입자를 더 포함하는 구조체.
- [0017] 8. 위 1에 있어서, 상기 기관 상에 상기 패턴을 덮는 APTES 층을 더 포함하는 구조체.
- [0018] 9. 위 1 내지 8 중 어느 한 항의 구조체를 포함하는 외부 환경 감지용 색변환 센서.
- [0019] 10. 위 9에 있어서, 상기 외부 환경은 열, 습도 및 휘발성 화합물로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나인 센서.
- [0020] 11. 위 10에 있어서, 상기 휘발성 화합물은 에탄올, 이소프로필알코올, 톨루엔, 프로판올, 펜탄올 및 알데하이드로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나인 센서.
- [0021] 12. 기관의 적어도 일면에 단당류를 증착시켜 엠보 패턴을 형성하는 단계를 포함하는 구조체의 제조방법.
- [0022] 13. 위 12에 있어서, 상기 엠보 패턴이 형성된 기관 상에 APTES를 도포하는 단계를 더 포함하는 제조방법.
- [0023] 14. 위 12에 있어서, 상기 단당류는 D-글루코오스, D-글루코사민, β-D-만누로네이트 및 α-L-갈루로네이트로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나인 제조방법.
- [0024] 15. 위 12에 있어서, 상기 기관은 Si, SiO₂, 금 박막 및 알루미늄 박막으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 것인 제조방법.
- [0025] 16. 위 12에 있어서, 상기 증착은 진공 중에 다당류 파우더를 가열하여, 사슬이 끊어진 단당류가 기관의 적어도 일면에 부착되는 것인 제조방법.
- [0026] 17. 위 16에 있어서, 상기 다당류는 셀룰로오스, 키토산 및 알제네이트로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나인 제조방법.
- [0027] 18. 위 12에 있어서, 상기 기관 상에 복수개의 영역을 설정하고, 각 영역별 엠보 패턴의 평균 크기 또는 평균 간격을 달리 형성하는 제조방법.
- [0028] 19. 위 18에 있어서, 상기 평균 크기 또는 평균 간격은 증착 시간, 다당류의 총량, 다당류의 종류 및 증착 속도로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나의 변수로 달리 형성하는 방법.

- [0029] 20. 기관의 적어도 일면에 당당류를 증착시켜 당당류층을 형성하는 단계;
- [0030] 상기 당당류층 상에 박막층을 형성하는 단계; 및
- [0031] 상기 당당류층을 용매에 용해시켜 박막층을 분리하는 단계;를 포함하는 박막의 제조 방법.
- [0032] 21. 위 20에 있어서, 상기 당당류는 D-글루코오스, N-아세틸글루코사민, D-글루코사민, N-아세틸-D-글루코사민, β -D-만누로네이트 및 α -L-갈루로네이트로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나인 제조 방법.
- [0033] 22. 위 20에 있어서, 상기 당당류층은 적어도 일부에 엠보 패턴을 갖는 것인 제조 방법.
- [0034] 23. 위 20에 있어서, 상기 용매는 수산화성 용매인, 제조 방법.

발명의 효과

- [0036] 본 발명은 엠보 패턴을 포함하는 구조체는 그 제조 공정 및 비용이 매우 간단하고 저렴하고, 상기 구조체를 포함하는 외부 환경 감지용 센서는 색변환을 통해 우수한 감지능력을 가진다.

도면의 간단한 설명

- [0038] 도 1은 본 발명 구조체를 제조하는 방법을 개략적으로 나타낸 것이다.
- 도 2, 3은 본 발명 구조체의 엠보 패턴을 FE-SEM으로 관찰한 것이다.
- 도 4 내지 6은 본 발명 구조체(다당류로 셀룰로오스 이용)의 영역대 별 반사 빛의 파장 스펙트럼을 나타내는 것이다.
- 도 7은 라만 스펙트럼(Raman spectrum) 을 통해 기존 파우더 형태의 셀룰로오스와 증착된 물질 간 피크 비교결과이다.
- 도 8은 FTIR을 통해 기존 파우더 형태의 셀룰로오스와 증착된 물질 간 피크 비교결과이다.
- 도 9, 10은 MALDI-TOF를 통해 기존 파우더 형태의 셀룰로오스(왼쪽)와 증착된 물질(오른쪽)간 질량분석 비교결과이다.
- 도 11은 구조체의 ESI-MS 결과이다.
- 도 12는 구조체의 NMR 결과이다.
- 도 13은 구조체의 XPS 결과이다.
- 도 14 내지 17은 각각 본 발명 구조체가 열을 센싱하여 색이 변환된 사진 및 각 영역별 RGB 데이터를 나타낸 것이다.
- 도 18 및 19는 본 발명의 구조체를 포함하는 센서가 에탄올을 감지하여 색변환이 일어남을 보여주는 과정을 모식적으로 나타낸 것이다.
- 도 20 및 21은 실제 본 발명 구조체를 포함하는 센서가 에탄올과 반응하여 색변환이 일어난 결과를 보여주는 사진 및 각 영역별 RGB 값의 변화도를 보여주는 mapping 데이터이다.
- 도 22는 각 영역(Band)에서의 엠보 패턴들이 에탄올과 반응함에 따라, 상기 패턴들의 크기나 높이가 변화하여, 반사하는 빛의 파장이 에탄올과 반응하는 시간대별로 변화함을 나타낸 것이다.
- 도 23은 본 발명 구조체를 포함하는 색변환 센서가 각 영역대(진녹색, 녹색, 노란색, 흰색) 별 이소프로필알코올과의 반응시간에 따른 RGB 값 변화 정도를 나타낸 것이다.
- 도 24는 각 휘발성 화합물에 따른 색상 변화를 나타낸 그래프이다.
- 도 25는 에탄올 사용시의 시간에 따른 색상 변화를 나타낸 것이다.
- 도 26은 에탄올 사용시의 시간에 따른 색상 변화를 나타낸 RGB 그래프이다.
- 도 27은 다양한 휘발성 유기 화합물의 센싱에 따른 색변환 결과이다.
- 도 28 및 29는 당당류 엠보 패턴을 포함하는 막이 희생막으로 사용될 수 있음을 개략적으로 도시한 것이다.

도 30 및 31은 본 발명 구조체(다당류로 키틴 이용)의 영역대 별 반사 빛의 파장 스펙트럼을 나타내는 것이다.

도 32는 다당류로 키틴을 이용한 구조체의 일 구현예를 나타낸 것이다.

도 33은 희생막 위에 단백질을 특정 구조 형태로 성장시킨 사진이다.

도 34는 희생막이 수산화성 용매에 녹는 과정을 나타낸 것이다.

도 35는 희생막이 물에 녹고, 물 위에 떠있는 박막을 다른 기판에 이전 시킨 뒤, 해당 물질(박막)이 갖는 구조들이 잘 견디는지 확인했습니다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0039] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.
- [0041] 본 발명은 기판 및 상기 기판의 적어도 일면에 소정 간격으로 이격되어 위치하는 단당류 엠보 패턴을 포함하는 구조체를 제공한다.
- [0042] 상기 단당류는 D-글루코오스, D-글루코사민, β-D-만누로네이트 및 α-L-갈루로네이트로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나일 수 있으나, 반드시 이에 제한되지 아니한다.
- [0043] 상기 단당류는 다당류의 고분자 사슬이 끊어져 생성될 것일 수 있는데, 이러한 경우, 다당류가 어떠한 물질인지에 따라 구조체가 포함하는 단당류의 종류가 상이해질 수 있다.
- [0044] 상기 구조체는 단당류가 형성하는 엠보 패턴을 포함하는 것으로서, 상기 패턴은 단당류가 자가조립되어 형성한 패턴일 수 있다.
- [0045] 상기 엠보 패턴은 기판 접촉면 장축의 평균이 100 내지 3000nm, 150 내지 2900nm, 200 내지 2800nm, 250 내지 2700nm, 300 내지 2600nm 또는 300 내지 2500nm일 수 있고, 구체적으로는 육안으로 관찰할 수 있는 가시광선 영역대의 빛을 반사시킨다는 관점에서 300 내지 2500nm일 수 있으나, 구조체 상에 형성하고자 하는 패턴의 형태와 구조체 자체가 반사하고자 하는 색을 고려하여 그 범위를 자유로이 선택할 수 있다.
- [0046] 상기 엠보 패턴은 상기 기판으로부터의 평균 높이가 10 내지 500nm, 11 내지 450nm, 12 내지 400nm, 13 내지 350nm, 14 내지 300nm 또는 20 내지 250nm일 수 있고, 구체적으로는 육안으로 관찰할 수 있는 가시광선 영역대의 빛을 반사시킨다는 관점에서 20 내지 250nm일 수 있으나, 구조체 상에 형성하고자 하는 패턴의 형태와 구조체 자체가 반사하고자 하는 색을 고려하여 그 범위를 자유로이 선택할 수 있다.
- [0047] 상기 엠보 패턴은 기판의 적어도 일면에 위치하는 것으로서, 기판의 하면, 상면, 측면, 상하면, 상측면, 하측면 또는 상하측면에 위치할 수 있다.
- [0048] 상기 엠보 패턴은 소정 간격으로 이격되어 위치하는 것으로서, 상기 소정 간격은 500 내지 3000nm, 510 내지 2900nm, 520 내지 2800nm, 530 내지 2700nm, 540 내지 2600nm, 550 내지 2500nm, 560 내지 2400nm, 570 내지 2300nm, 580 내지 2200nm, 590 내지 2100nm 또는 600 내지 2000nm일 수 있으나, 이에 특별히 제한되지 아니한다.
- [0049] 상기 기판은 이의 적어도 일면에 형성된 단당류와 반응하지 않는 재질의 것이라면 특별히 제한되지 아니하고, 당업계에 주지된 재질의 것을 사용할 수 있으며, Si, SiO₂, 금 박막 및 알루미늄 박막으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 기판의 경우 이의 적어도 일면에 형성되는 엠보 패턴의 결정성과 규칙성을 보다 향상시킬 수 있다는 장점이 있다.
- [0050] 상기 구조체는 엠보 패턴의 평균 크기 또는 평균 간격이 상이한 복수개의 영역을 포함하는 것일 수 있다.
- [0051] 상기 평균 크기는 기판의 적어도 일면에 형성된 엠보의 기판 접촉면 장축의 평균 길이와, 기판으로부터 엠보의 평균 높이를 모두 포함하여 고려되는 것일 수 있고, 평균 크기가 상이한 경우, 해당 엠보에서 반사하는 빛의 파장이 상이하여 육안에 다른 색상으로 관찰될 수 있다.
- [0052] 상기 평균 간격은 기판의 적어도 일면에 형성된 엠보 간 이격된 소정의 간격을 의미하는 것일 수 있고, 평균 간격이 상이한 경우, 해당 영역에서의 엠보 밀도가 상이하게 되어, 반사하는 빛의 파장이 상이하여 육안에 다른 색상으로 관찰될 수 있다.
- [0053] 상기 복수개의 영역은 직선 형태 및 곡선 형태를 포함하는 다양한 형태로 경계가 형성되어 육안상 구분될 수 있

고, 이러한 경우, 상기 경계에 의해 구분되는 영역 간 육안에 들어오는 반사 빛 과장이 상이할 수 있다.

- [0054] 상기 구조체는 엠보 패턴 사이의 적어도 일부에 단당류 나노 입자가 위치하는 것일 수 있는데, 이러한 경우, 상기 단당류 나노 입자는 단당류 간 자가조립을 이루지 못하여 엠보 패턴을 이루지 못한 것일 수 있다.
- [0055] 상기 구조체는 상기 기관 상에 패턴을 덮는 추가적인 층을 더 포함할 수 있는데, 예를 들면, APTES(3-Aminopropyl)triethoxysilane) 층을 더 포함할 수 있으나, 반드시 이에 제한되지 아니하고, 후술할 외부 환경 감지용 센서로 사용하는 경우 감지 대상 물질에 따라 다양하게 선택할 수 있다.
- [0057] 본 발명은 상술한 구조체를 포함하는 외부 환경 감지용 색변환 센서를 제공한다.
- [0058] 본 발명의 센서는 상술한 구조체가 외부 환경의 변화에 따라 엠보 패턴의 크기 또는 패턴간 간격이 상이하게 변화함으로써, 구조체 자체가 반사하는 빛의 과장이 변화함을 육안으로 관찰할 수 있고, 이로 인해 외부 환경을 감지할 수 있음에 기반한 것일 수 있다.
- [0059] 구체적으로, 엠보 패턴은 단당류 물질이 자가조립되어 형성된 엠보 형태의 자가조립체일 수 있고, 이러한 경우, 외부 환경에 의해 자가조립체의 3차 구조가 변형됨에 따라, 구조체가 포함하는 엠보 패턴의 크기 또는 패턴간 간격이 상이해짐에 기반한 것일 수 있다.
- [0060] 본 발명의 센서가 감지할 수 있는 외부 환경으로서, 열, 습도 및 휘발성 화합물로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나일 수 있으나, 엠보 패턴의 크기 또는 엠보 패턴 간 간격의 변화를 유도할 수 있는 외부 환경이라면 특별히 제한되지 아니한다.
- [0061] 본 발명의 센서가 감지할 수 있는 휘발성 화합물로서, 에탄올, 이소프로필알코올, 톨루엔, 프로판올, 펜탄올 및 알데하이드로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나일 수 있으나, 이 역시 엠보 패턴의 크기 또는 엠보 패턴 간 간격의 변화를 유도할 수 있는 외부 환경이라면 특별히 제한되지 아니한다.
- [0063] 본 발명은 기관의 적어도 일면에 단당류를 증착시켜 엠보 패턴을 형성하는 단계를 포함하는 구조체의 제조방법을 제공한다.
- [0064] 상기 제조방법은 기관의 적어도 일면에 단당류를 증착시키는 것으로서, 기관의 하면, 상면, 측면, 상하면, 상측면, 하측면 또는 상하측면에 증착시키는 것일 수 있다.
- [0065] 상기 기관은 이의 적어도 일면에 증착된 단당류와 반응하지 않는 재질의 것이라면 특별히 제한되지 아니하고, 당업계에 주지된 재질의 것을 사용할 수 있으며, 예를 들면, Si, SiO₂, 금 박막 및 알루미늄 박막으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있으나, Si 또는 SiO₂ 를 포함하는 기관의 경우 이의 적어도 일면에 증착되는 엠보 패턴의 결정성과 규칙성을 보다 향상시킬 수 있다는 장점이 있다.
- [0066] 상기 제조방법은 상기 엠보 패턴이 형성된 기관 상에 APTES를 도포하는 단계를 더 포함하는 제조방법일 수 있는데, 반드시 이에 제한되지 아니하고, 전술한 외부 환경 감지용 센서로의 사용을 고려하는 경우, 감지 대상 물질에 따라 다양하게 물질을 선택하여 도포할 수 있다.
- [0067] 상기 단당류는 D-글루코오스, D-글루코사민, β-D-만누로네이트 및 α-L-갈루로네이트로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나일 수 있으나, 반드시 이에 제한되지 아니한다.
- [0068] 상기 단당류는 다당류의 고분자 사슬이 끊어져 생성된 것일 수 있는데, 이러한 경우, 다당류가 어떠한 물질인지에 따라 구조체가 포함하는 단당류의 종류가 상이해질 수 있다.
- [0069] 보다 구체적으로, 상기 단당류의 증착은 진공 중에 다당류 파우더를 가열하여, 사슬이 끊어진 단당류가 기관의 적어도 일면에 부착되는 것일 수 있는데, 이는 단당류 또는 다당류를 용액 상태로 용해시킨 후 증착시키는 것과는 증착의 형태가 완전히 상이하게 되고, 본 발명의 제조방법에 의해 제조되는 구조체가 특유의 엠보 패턴을 나타내는 주된 원인으로 판단된다.
- [0070] 상기 다당류 파우더로서 사용할 수 있는 다당류 물질로는 셀룰로오스, 키틴, 키토산 및 알지네이트로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나일 수 있으나, 반드시 이에 제한되지 아니한다.
- [0071] 상기 증착은 엠보 패턴을 형성할 수 있는 방법이라면 특별히 제한되지 않고 자유로이 선택하여 수행할 수 있으나, 구체적으로는 진공 열증착법을 택하여 수행할 수 있다.
- [0072] 상기 제조방법은 상기 기관 상에 복수개의 영역을 설정하고, 각 영역별 엠보 패턴의 평균 크기 또는 평균 간격

을 달리 형성하는 제조방법일 수 있다.

- [0073] 상기 복수개의 영역은 기관의 적어도 일면에 유리 막으로 증착이 되는 부분과 안되는 부분을 나누는 형태로 영역을 설정하여 반복 공정을 진행 하거나, 내부 서터의 열립 정도를 조절하거나, 이의 열어두는 각도를 조절하는 등의 방법을 선택할 수 있으나, 기관에 증착되는 특정 영역을 설정할 수 있는 방법이라면 그 선택에 특별한 제한은 없다.
- [0074] 상기 영역별 엠보 패턴의 평균 크기 또는 평균 간격은 증착 시간, 다당류의 총량, 다당류의 종류 및 증착 속도로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나의 변수로 달리 형성할 수 있는데, 상기 평균 크기 또는 평균 간격이 상이함에 따라, 각 영역이 반사하는 빛의 파장이 상이하게 된다.
- [0075] 보다 구체적으로, 상기 엠보 패턴은 단당류 물질이 증착된 후 자가조립되어 형성된 엠보 형태의 자가조립체일 수 있고, 이러한 경우 상기의 변수로 증착의 양, 증착의 두께, 증착의 밀도 등을 조절함으로써, 각 영역별 반사하는 빛의 파장이 상이해짐에 기반한 것일 수 있다.
- [0077] 또한, 본 발명은 박막의 제조 방법을 제공한다.
- [0078] 본 발명의 방법은 기관의 적어도 일면에 단당류를 증착시켜 단당류층을 형성하는 단계; 상기 단당류층 상에 박막층을 형성하는 단계; 및 상기 단당류층을 용매에 용해시켜 박막층을 분리하는 단계;를 포함한다.
- [0079] 상기 기관은 이의 적어도 일면에 형성된 단당류와 반응하지 않는 재질의 것이라면 특별히 제한되지 아니하고, 당업계에 주지된 재질의 것을 사용할 수 있으며, 예를 들면 Si, SiO₂, 금 박막 및 알루미늄 박막으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함하는 기관일 수 있다.
- [0080] 상기 단당류는 D-글루코오스, N-아세틸글루코사민, D-글루코사민, β-D-만누로네이트 및 α-L-갈루로네이트로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나일 수 있다.
- [0081] 단당류는 수용성 단당류 일 수 있다.
- [0082] 상기 단당류는 다당류의 고분자 사슬이 끊어져 생성된 것일 수 있는데, 이러한 경우, 다당류가 어떠한 물질인지에 따라 구조체가 포함하는 단당류의 종류가 상이해질 수 있다.
- [0083] 단당류층은 적어도 일부에 엠보 패턴을 갖는 것일 수 있다.
- [0084] 상기 엠보 패턴은 기관 접촉면 장축의 평균이 100 내지 3000nm, 150 내지 2900nm, 200 내지 2800nm, 250 내지 2700nm, 300 내지 2600nm 또는 300 내지 2500nm일 수 있다. 엠보 패턴을 갖는 단당류층 상에 박막층을 형성하면, 박막층이 하면에서 엠보 패턴에 대응되는 위치에 오목 패턴이 형성될 수 있는 것으로서, 상기 엠보 패턴은 형성하고자 하는 오목 패턴의 크기에 맞추어 형성될 수 있다.
- [0085] 상기 엠보 패턴은 상기 기관으로부터의 평균 높이가 10 내지 500nm, 11 내지 450nm, 12 내지 400nm, 13 내지 350nm, 14 내지 300nm 또는 20 내지 250nm일 수 있다. 이도 마찬가지로 형성하고자 하는 오목 패턴의 크기에 맞추어 형성될 수 있다.
- [0086] 증착 횟수 또는 증착 시간을 조절하여 상기 패턴의 길이, 높이 등이 조절될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 증착 횟수나 시간이 증가하면 패턴의 길이 또는 높이가 증가할 수 있다
- [0087] 상기 엠보 패턴은 소정 간격으로 이격되어 위치하는 것으로서, 상기 소정 간격은 500 내지 3000nm, 510 내지 2900nm, 520 내지 2800nm, 530 내지 2700nm, 540 내지 2600nm, 550 내지 2500nm, 560 내지 2400nm, 570 내지 2300nm, 580 내지 2200nm, 590 내지 2100nm 또는 600 내지 2000nm일 수 있으나, 이에 특별히 제한되지 않고, 상기 범위 내에서 형성하고자 하는 오목 패턴의 간격에 맞추어 형성될 수 있다.
- [0088] 상기 단당류층 상에 박막층을 형성한다.
- [0089] 박막층은 증착층일 수 있다. 이는 예를 들면 금속, 단백질, 펩타이드 등의 증착층일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 박막층은 후술하는 수산화성 용매에 녹지 않는 것이라면 제한 없이 사용할 수 있다.
- [0090] 본 발명의 방법은 후술할 수산화성 용매로서 물을 사용할 수 있으므로, 상기 유기 용매 등에 약한 단백질 등의 생물 유래 소재 박막층에 대해서도 적용 가능하다.
- [0091] 박막층은 최종적으로 얻고자 하는 두께로 형성될 수 있으며, 예를 들면 10nm 내지 1000 μ m일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

- [0092] 필요에 따라 단당류층 상과 박막층 사이에 박막층의 구조 안정성을 개선하는 버퍼층을 더 형성할 수 있다.
- [0093] 버퍼층은 단당류층의 용해시에 박막층을 구조적으로 잡아주어, 박막층이 조각나는 등의 손상을 방지할 수 있다.
- [0094] 버퍼층으로는 후술하는 수혼화성 용매에 녹지 않는 것이라면 제한없이 사용할 수 있으며, 구체적으로 MoO₃를 사용할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0095] 이후 상기 단당류층을 용해시키면 박막층만을 분리하여 얻을 수 있다.
- [0096] 단당류층은 수혼화성 용매(water miscible)로 용해시킬 수 있다. 이는 예를 들면 물과 혼합될 수 있는 유기 용매 또는 무기 용매를 포함한다.
- [0097] 유기용매의 구체적인 예를 들자면, 아세트산, 아세톤, 아세토니트릴, 부탄디올, 부톡시에탄올, 부티르산, 디에탄올아민, 디에틸렌트리아민, 디메틸포름아미드, 디메톡시에탄, 디메틸 설펝사이드, 디옥산, 에탄올, 에틸아민, 에틸렌글리콜, 포름산, 퍼퍼릴 알코올, 글리세롤, 메탄올, 메틸 디에탄올아민, 메틸이소시아나이드, 메틸피롤리돈, 프로판올, 프로판디올, 펜탄디올, 프로판올, 프로판산, 프로필렌글리콜, 피리딘, 테트라하이드로퓨란, 트리에틸렌글리콜 등을 들 수 있다.
- [0098] 무기 용매의 구체적인 예를 들자면, 물, 디메틸히드라진, 히드라진, 불소산, 과산화수소, 질산, 황산 등을 들 수 있다.
- [0099] 구체적으로 상기 수혼화성 용매는 물일 수 있다.
- [0100] 상기 단당류층은 희생막으로서 사용되는 것으로, 희생막은 통상 반도체 공정에서 소자 제조시에 사용된다. 그러나, 통상 희생막은 물리적 에칭 또는 화학적 에칭 등으로 제거되는 것으로, 이러한 방법의 사용시에는 비용 증가, 환경 오염, 그리고 그 위에 형성된 층의 손상 등의 문제가 발생할 수 있다.
- [0101] 그러나, 본 발명에 따른 단당류층은 수혼화성 용매에 쉽게 용해되는 것으로서 이를 오염 문제 없이, 간단한 방법으로 제거할 수 있으며, 중성이며 화학적 손상을 가하지 않는 용매를 사용하여 단당류층 상의 박막층의 손상 없이 분리된 박막층을 얻을 수 있다.
- [0103] 이하, 본 발명을 구체적으로 설명하기 위해 실시예를 들어 상세하게 설명하기로 한다.
- [0105] **실시예 1. 본 발명 구조체의 제조**
- [0106] 단당류 물질인 셀룰로오스(Cellulose)의 파우더를 Al₂O₃ Crucible에 0.1g 넣고, 진공 챔버(Vacuum chamber)에 넣는다.
- [0107] 5.5 X 10⁻⁶ 내지 6.5 X 10⁻⁶ Torr의 진공도에서 전압과 전류를 흘려주기 시작한다. 이 때, Crucible에 직접적으로 전기를 가하는 것이 아닌, 주변부를 통하여 열을 전달하도록 하는데, 진공 챔버 내부부를 증발한 셀룰로오스로 채워야 하기 때문에, 조금씩 열을 가하여 준다. 최종 바이어스(bias)는 0.29V, 60A이고, 한 번에 증가시켜 도달하는 것이 아닌, 5분 단위로 조금씩 올려 도달하게 한다. 이 때, 진공도는 1.0 X 10⁻⁴ 에서부터 증착이 되기 시작하며, 증착의 속도는 1.5 내지 2 A/s 이다(도 1).
- [0108] 이 때, 유리 막으로 증착이 되는 부분과 안되는 부분을 나누는 형태로 영역을 설정하여 반복 공정을 진행 하거나(도 1A), 내부 서터의 열림 정도를 조절하거나, 이의 열어두는 각도를 조절하여(도 1B) 증착의 두께를 상이하게 조절할 수 있다.
- [0109] 단당류 물질로서 셀룰로오스 외 키틴에 대해서도 실험을 진행하였고, 실험 조건은 상기와 동일하다.
- [0111] **실시예 2. 본 발명 구조체의 엠보 패턴 및 색상 분석**
- [0112] 본 발명 구조체의 엠보 패턴을 FE-SEM으로 관찰한 결과를 도 2에서 확인할 수 있는데, 증착의 두께에 따라 그 색상이 상이하게 나타남을 확인할 수 있다. 이는 증착의 두께에 따라, 빛의 반사 파장이 상이하게 나타남으로써, 육안에 비치는 빛 또한 상이하게 나타나는 것이다.
- [0113] 도 2를 살펴보면, 기관의 일면의 증착은 입자의 형태(Particle)로 증착이 되고, Bump 형태의 엠보 패턴을 형성하며 필름 형성이 없이 증착됨을 확인할 수 있다.
- [0114] 또한, 도 2를 참조하면, 각 영역의 색상별로 증착된 입자가 형성하는 엠보 패턴의 크기를 평균적으로 측정할 수

있는데, 짙은 초록색의 경우 평균 직경 600nm, 평균 높이 31nm의 엠보 패턴, 연한 녹색의 경우 평균 직경 800nm, 평균 높이 51nm, 노란색의 경우 평균 직경 950nm, 평균 높이 130nm, 흰색의 경우 평균 직경 2 μm, 평균 높이 200nm를 갖는다.

[0115] 또한, 도 3을 참고하면, 파티클 형태의 원형 구조의 지름은 218nm부터 1 μm 상당까지 성장하고, 색상은 짙은 초록색으로부터 지름의 길이가 길어지면 빨강색, 더 길어지면 회색을 나타냄을 확인할 수 있다. 색상을 나타내는 원인으로서는 구조가 갖고 있는 지름도 있겠지만 해당 구조들의 분포 또한 색상에 영향을 주는 것으로 판단된다.

[0116] 패턴의 분포의 경우 지름의 크기가 커질 수록 분포가 줄어드는 것을 확인할 수 있다(표 1).

표 1

| Number of Time | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|------------|------------|------------|------------|
| Diameter (nm) | 218(±0.16) | 360(±0.06) | 607(±0.18) | 921(±0.19) |
| Density (x10 ² /cm ²) | 954(±57.9) | 325(±17.6) | 140(±0.70) | 78(±2.12) |

[0118]

[0120] 도 4 내지 6, 13은 본 발명 구조체의 영역대 별 반사 빛의 파장 스펙트럼을 나타내는 것인데, 영역대 별로 엠보 패턴의 크기 또는 높이가 상이하어, 반사되는 빛의 파장대가 상이함을 확인할 수 있다.

[0121] 그리고 스펙트로포토미터를 통해, 육안을 통해 보는 색상이 해당 색상이 명확한지 확인한 것으로, 각 구조들이 규칙적으로 존재하지 않기 때문에, 명확한 색상을 내게 하기 위하여, 45° 로 빛을 주었고, 다른 빛들이 들어오지 않게 통제된 상황에서 진행하였다. 각 파장들의 피크들은 일반적으로 해당 색상이 갖고 있는 파장과 일치함을 확인하였다.

[0123] **실시예 3. 본 발명 구조체에 증착된 물질 분석**

[0124] 증착 후, Crucible에 남은 셀룰로오스가 탄화됨을 확인한 바, 증착된 물질이 셀룰로오스가 맞는지 판별하고자 하였다.

[0125] 도 7 및 8을 참조하면, 라만 스펙트럼(Raman spectrum), FTIR을 통해 기존 파우더 형태의 셀룰로오스와 증착된 물질 간 피크 비교결과를 확인할 수 있는데, 양자간 Raman, FTIR 모두에서 비슷한 피크를 보이고 있는 바, 기존 파우더 형태의 셀룰로오스에서 유래된 물질이 그대로 증착되었음을 확인할 수 있다.

[0126] 도 9 및 10을 참조하면, MALDI-TOF를 통해 기존 파우더 형태의 셀룰로오스(왼쪽)와 증착된 물질(오른쪽) 간 질량분석 비교결과를 확인할 수 있는데, 증착된 물질이 상대적으로 낮은 질량 피크를 보이고 있는 바, 기존 파우더 형태의 셀룰로오스 내 고분자 사슬이 열에 의해 끊겨, 단당류의 형태로 증착됨을 암시케 한다.

[0127] 분자량이 낮아 정확한 판단을 위해서 ESI-MS라는 장비를 도입하였고, 해당 신호들이 확실하게 단당류 형태로 흡착이 된 셀룰로오스임을 보여준다(도 11).

[0128] 또한, 도 12에서 NMR 기법으로 셀룰로오스의 결합을 가짐을 확인할 수 있다.

[0129] XPS는 X-ray를 쏘아 광전효과를 통해 나오는 전자의 운동 에너지를 분석함으로써 원소의 화학적 성질이나 전자의 상관관계를 연구하는 분광법으로, 도 13에서 셀룰로오스를 파괴하지 않는 액상 공정 데이터와의 비교분석을 통해 열증착 방법을 통해 형성한 구조체 또한, 셀룰로오스가 맞음을 확인하였다.

[0131] **실시예 4. 본 발명 센서의 외부 환경 감지능 분석**

[0132] **1. 열**

[0133] (1) 실험방법

[0134] 실시예 1의 구조체를 낮은 온도에서 높은 온도까지 상승시킬 때, 온도의 안정 시간을 가지면서 단계적으로 온도를 상승시켜가며 구조체의 색변환 정도를 측정하였다. 온도 상승의 단계적 스텝은 하기 표 2에 나타내었다.

표 2

| | |
|---------------|----------------------|
| ~200초 | 상온(27℃)에서 50℃로 온도 상승 |
| 200초 ~ 500초 | 50℃ 유지 |
| 500초 ~ 600초 | 50℃ 에서 100℃로 온도 상승 |
| 600초 ~ 1200초 | 100℃ 유지 |
| 1200초 ~ 1250초 | 100℃ 에서 150℃로 온도 상승 |
| 1250초 ~ 1800초 | 150℃ 유지 |
| 1800초 ~ 1860초 | 150℃ 에서 200℃로 온도 상승 |
| 1860초 ~ 2200초 | 200℃ 유지 |

[0136]

[0137]

[0138]

[0139]

[0140]

[0141]

[0143]

[0144]

[0145]

[0146]

[0148]

[0149]

[0150]

[0152]

[0153]

(2) 실험결과

본 발명 구조체가 열을 센싱하여 그 색이 변환되고, 이를 통해 열 감지용 센서로서 활용가능함을 보여줌을 실제 실험으로 확인하였고, 이의 색변환 전후 사진을 도 14에, 색변환 전후 각 영역별 RGB 데이터를 도 15에 나타내었다.

도 14, 15를 참조하면, 온도가 변함에 따라 급격하게 색이 변화하고, 온도에 따라 나타내는 색이 상이함을 확인할 수 있다. 이는, 본 발명 구조체를 포함하는 센서가 온도의 변화를 감지할 수 있고, 또한 특정 온도 범위도 감지해낼 수 있음을 확인케 하는 결과로 판단되는데, 엠보 패턴에 내포되어 있는 수분이 온도가 증가함에 따라 줄어들면서, 엠보 패턴 자체의 크기 또는 높이가 줄어들어 색상이 변화되는 것으로 생각된다.

각 열은 단계별로 50℃, 100℃, 150℃, 200℃로 진행하였다. 각 온도별로, RGB 그래프들이 변하지 않고 일정하게 유지되는 시간을 정하여, 해당 온도를 인가하고 1시간씩 대기하였다.

50℃에서는 드라마틱한 변화가 없었으나, 물이 증발하는 100℃부터는 급격하게 변하게 되었습니다. 색상 사진을 보면 높은 열을 인가할 수록, 패턴에 내포되어있는 수분이 증발함으로써, 엠보패턴이 수축되는 현상으로 인해, 지름이 줄어들고 지름이 작은 패턴들이 나타내는 색상으로 변화한다(도 16, 17).

2. 에탄올

(1) 실험방법

도 18은 본 발명의 구조체를 포함하는 센서가 에탄올을 감지하여 색변환이 일어남을 확인하는 실험 방법, 도 19는 색 변환 과정을 모식적으로 나타낸 것이다.

실험결과를 RGB 데이터로 나타내기 위하여, 빛이 차단된 환경에서 아크릴 박스 (20cmX20cmX25cm)(DXWXH) 내에서, 처음 그래프의 안정화를 위해 1000초 정도 아무런 용액 없이 구조체를 포함한 센서의 색변환을 측정하였고, 이후, 99% 에탄올을 2.534 ml (200 ppm)을 30cm 텀이 포함된 주사기를 통해 용액 주입구를 통해 내부에 비치된 디쉬에 떨어뜨린 후, 용액이 증발함에 따른 본 발명 구조체를 포함한 센서의 색변환 및 엠보 패턴의 변화를 측정하였다.

(2) 실험결과

도 20, 21에서 실제 본 발명 구조체를 포함하는 센서가 에탄올과 반응하여 색변환이 일어난 결과를 보여주는 사진 및 각 영역별 RGB 값의 변화도를 보여주는 mapping 데이터를 확인할 수 있다. 또한, 도 20, 21을 참조하면, 각 영역(Band)에서의 엠보 패턴들이 에탄올과 반응함에 따라, 상기 패턴들의 크기나 높이가 변화하여, 반사하는 빛의 파장이 에탄올과 반응하는 시간대별로 변화함을 확인할 수 있다. 이는, 에탄올과 같은 휘발성 유기화합물과 반응하여 구조체 자체가 반사하는 색의 파장이 변하는 것을 가시광선 영역대에서 육안으로 확인할 수 있어, 이를 감지하는 센서로서 활용가능함을 보여주는 결과이다.

알코올류와 같은 물질들은 휘발하게 되면서, 셀룰로오스에 영향을 주고 이 셀룰로오스가 녹게 되면서 형성된 구조가 뭉개지게 되고, 이에 의해 지름이 커지면서 색상이 변하게 된다(회색이 최종 단계). 도 18, 20 내지 22를 참조하면 장시간 동안 해당 셀룰로오스에 영향을 줄수록 색상들이 점점 구조가 컸을때 나타나는 색상으로 변하는 것을 확인할 수 있다.

3. 이소프로필알코올

감지대상 물질을 에탄올 대신 이소프로필알코올(Isopropyl alcohol)을 사용한 것을 제외하고는, 실시예 4-2와

동일한 방법으로 실험을 수행하였다.

[0154] 도 22, 23을 참조하면, 본 발명 구조체를 포함하는 색변환 센서가 각 영역대(진녹색, 녹색, 노란색, 흰색) 별 이소프로필알코올과의 반응시간에 따른 RGB 값 변화 정도를 확인할 수 있는데, 전 영역에서 이소프로필알코올과 반응하여 RGB 값이 변화하되, 특히, 녹색, 노란색, 흰색 영역의 경우 매우 큰폭으로 변화함을 확인할 수 있다. 이는, 본 발명의 구조체의 각 영역대가 포함하는 엠보 패턴이 이소프로필알코올과 반응하여, 그 크기 또는 높이의 변화 정도에 따라 구조체가 반사하는 빛의 파장이 달라짐을 보여주는 것으로, 외부 환경에서의 이소프로필알코올을 감지하는 용도로의 센서로 활용가능함을 암시해 하는 것이다.

[0156] **4. 휘발성 유기 화합물 분석**

[0157] 에탄올, 프로판올, 옥탄올, 클로로벤젠, 헥산, 이소프로필알콜, 이소옥틸알콜을 대상으로 앞서와 동일한 방법으로 실험을 수행하였고, 그 결과는 도 24 내지 27에 나타내었다.

[0158] 도 24는 각 휘발성 화합물에 따른 색상 변화를 나타낸 그래프로서, X, Y축 0-0에 가까울수록 미미한 변화가 일어나는 Benzene류들이 있고 0-0에 멀어질수록 변화가 큰 alcohol 계통이 있음을 확인할 수 있다.

[0159] 도 25, 26은 에탄올 사용시의 시간에 따른 색상 변화를 나타낸 것으로, 시간 경과에 따라 색상이 전반적으로 밝아지는 것을 확인할 수 있다.

[0160] 도 27은 다양한 유기 화합물 사용시의 색상 변화를 나타낸 것이다.

[0162] **5. 키틴 구조체 제조**

[0163] 셀룰로오스 파우더 대신에 키틴 파우더를 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 구조체를 제조하였다.

[0165] **6. 희생막**

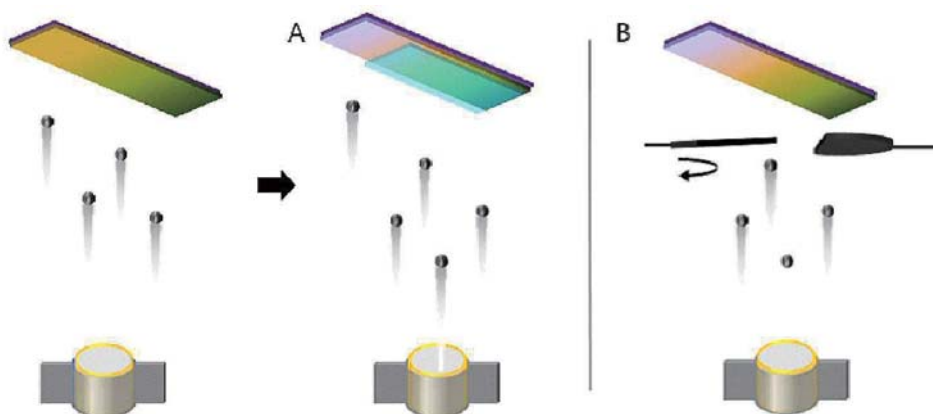
[0166] 키틴 박막 위에, 독성 화학 물질에 약한 물질을 올린 뒤에 샘플을 물 위에 띄우게 되면, 키틴 박막만 녹아내려 다른 기관으로 독성에 약한 물질을 옮길 수 있다.

[0167] 구체적으로, SiO₂ 기관 상에 키틴 박막을 두께 130nm로 형성하고, 그 위에 두께 140nm의 MoO₃ 층을 증착하여 형성하였다. 그리고 MoO₃ 층 상에 두께 140nm의 FF(Diphenylalanine) 층을 형성하고, 패터닝하여 도 32와 같은 구조체를 형성하였다. 이후, 상기 구조체를 물에 침지하였다. MoO₃ 층은 FF의 그레인을 잡아주는 역할을 하여, 희생막이 물에 녹을 때 FF의 그레인대로 쪼개지는 것을 방지한다.

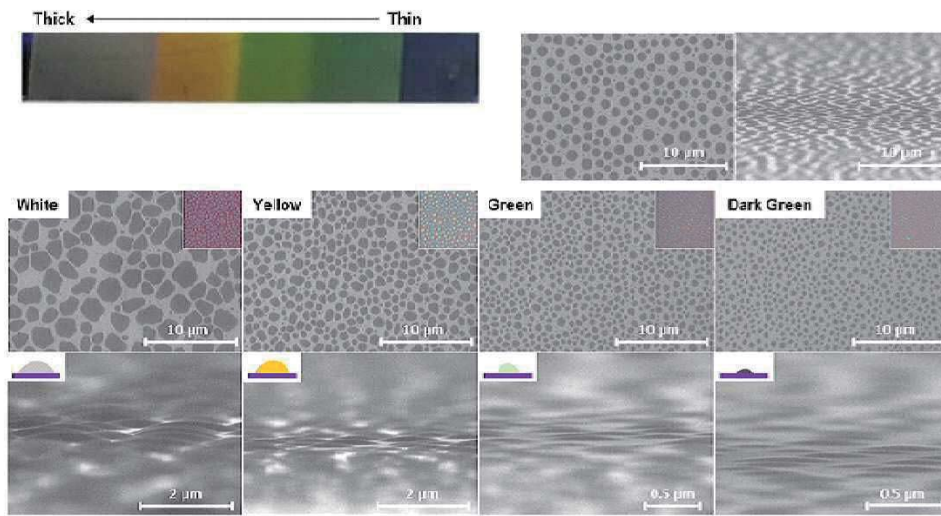
[0168] 도 33 내지 35를 참고하면 상기 구조체를 물에 침지하였을 때 희생막이 녹아서 제거되고, FF층이 손상없이 얻어짐을 확인할 수 있다.

도면

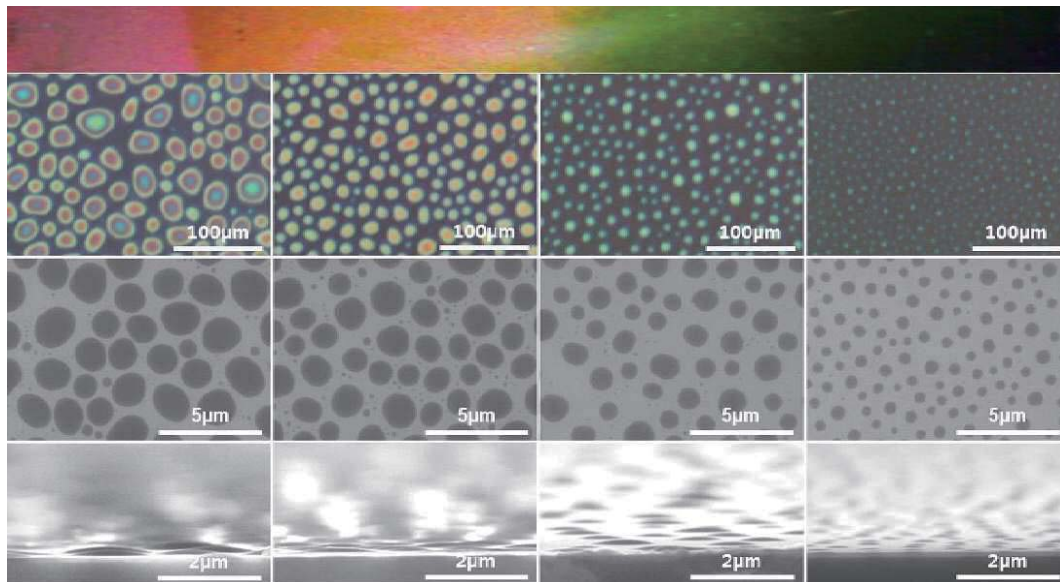
도면1



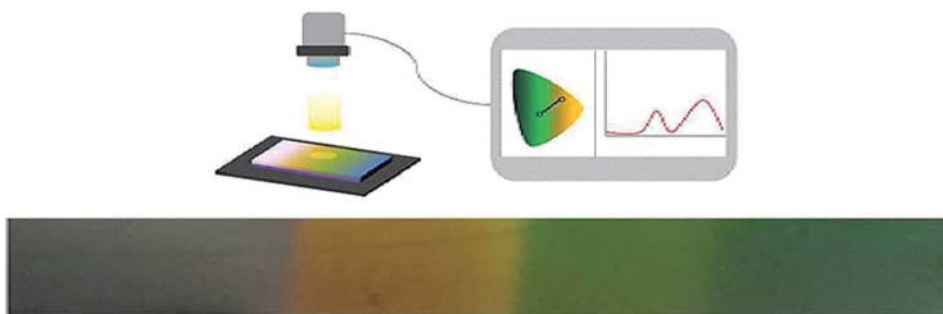
도면2



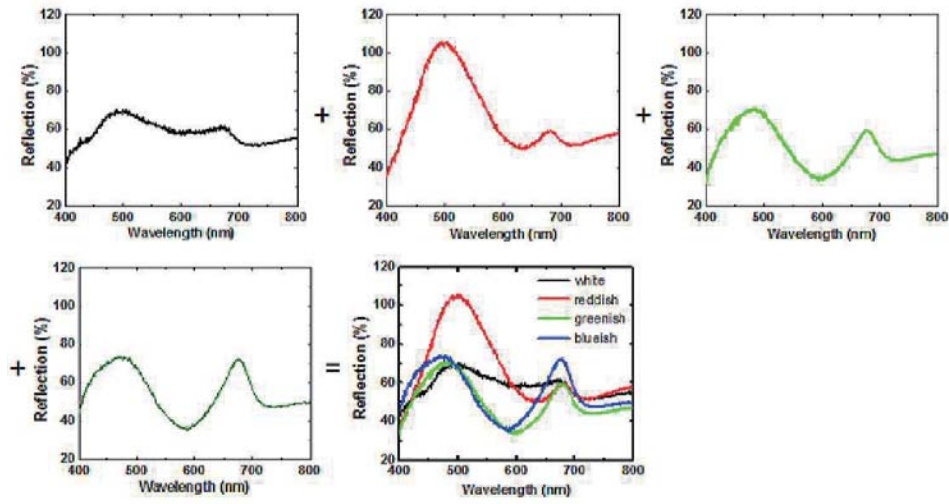
도면3



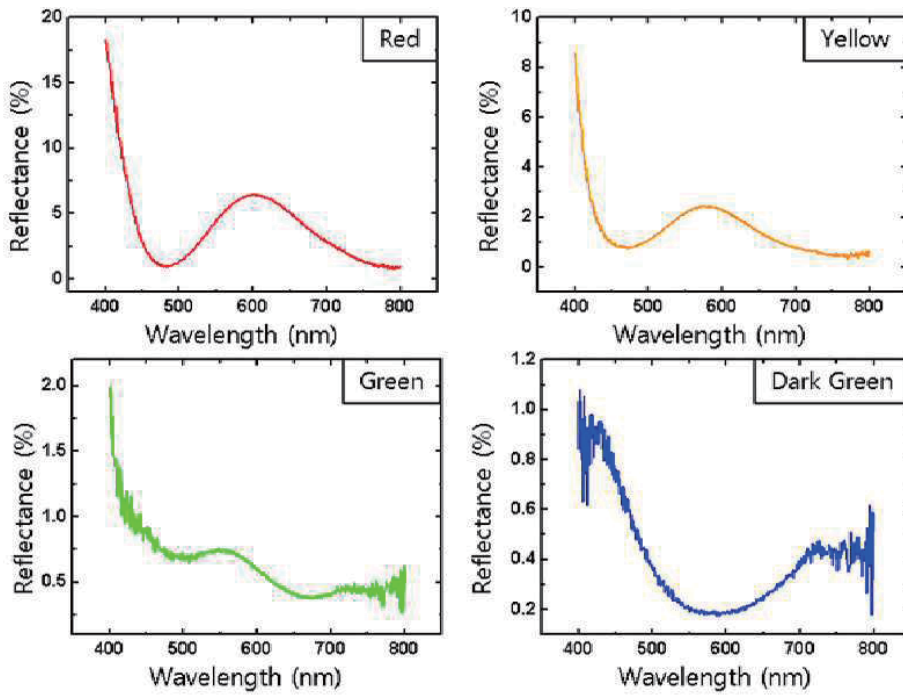
도면4



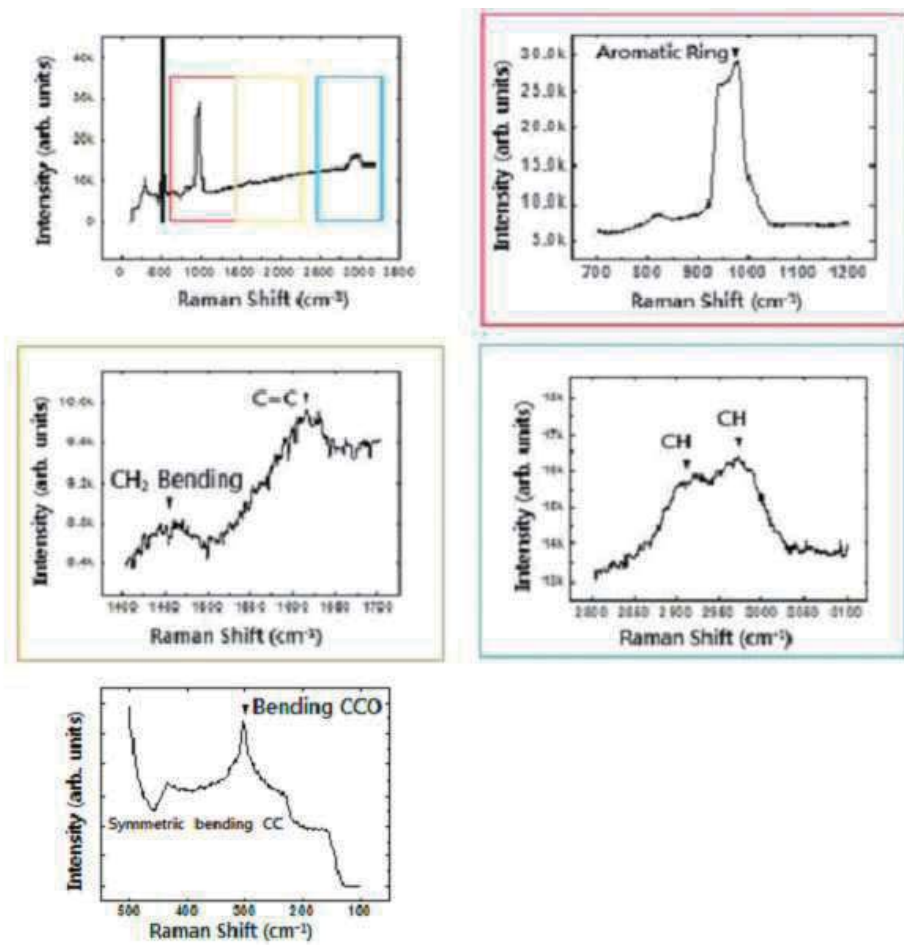
도면5



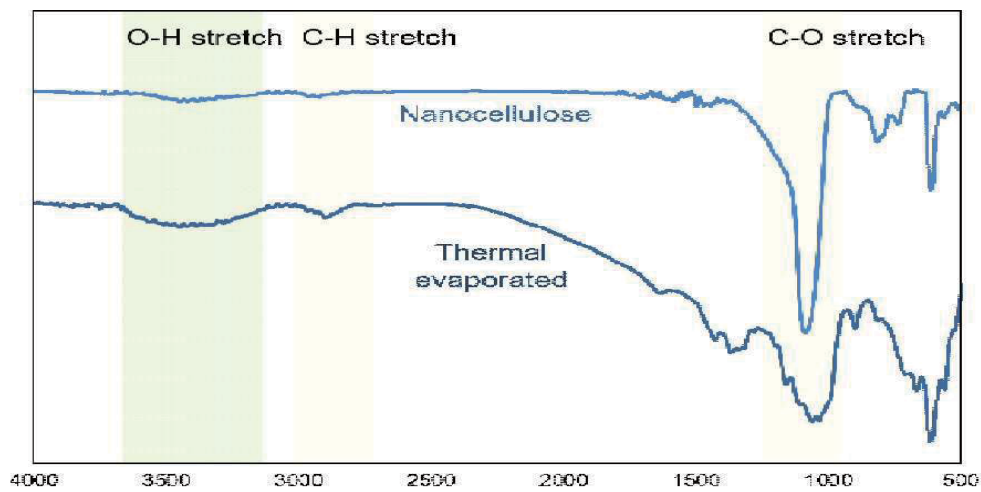
도면6



도면7



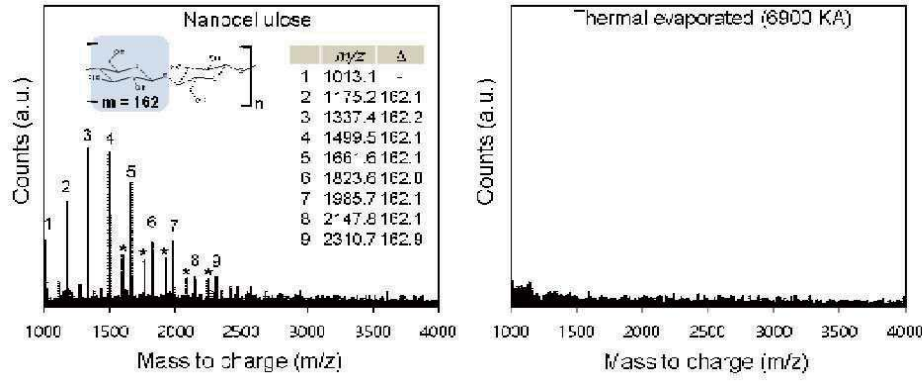
도면8



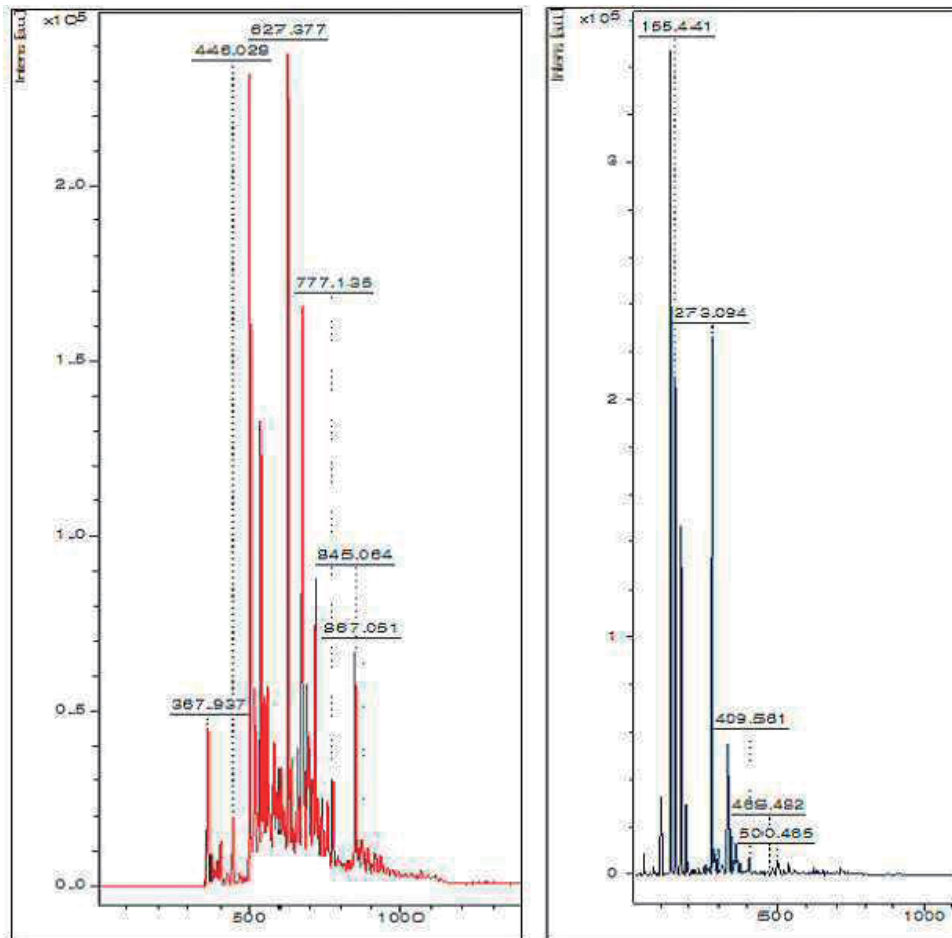
도면9

Matrix (DHB)

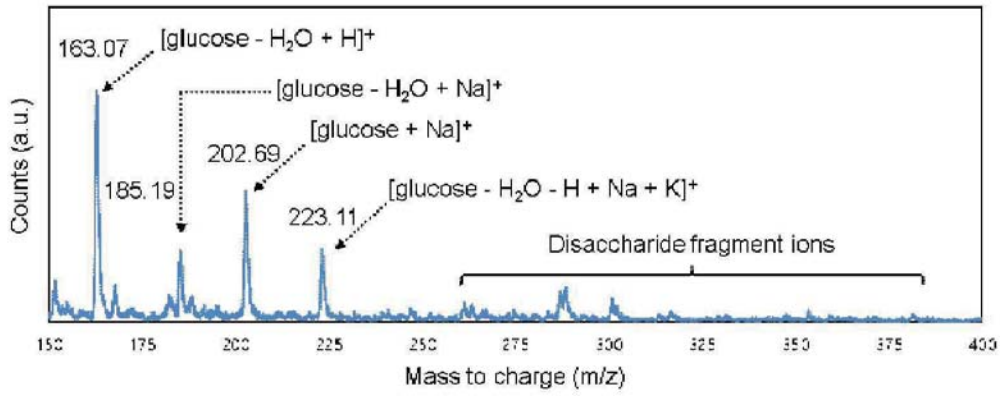
C.



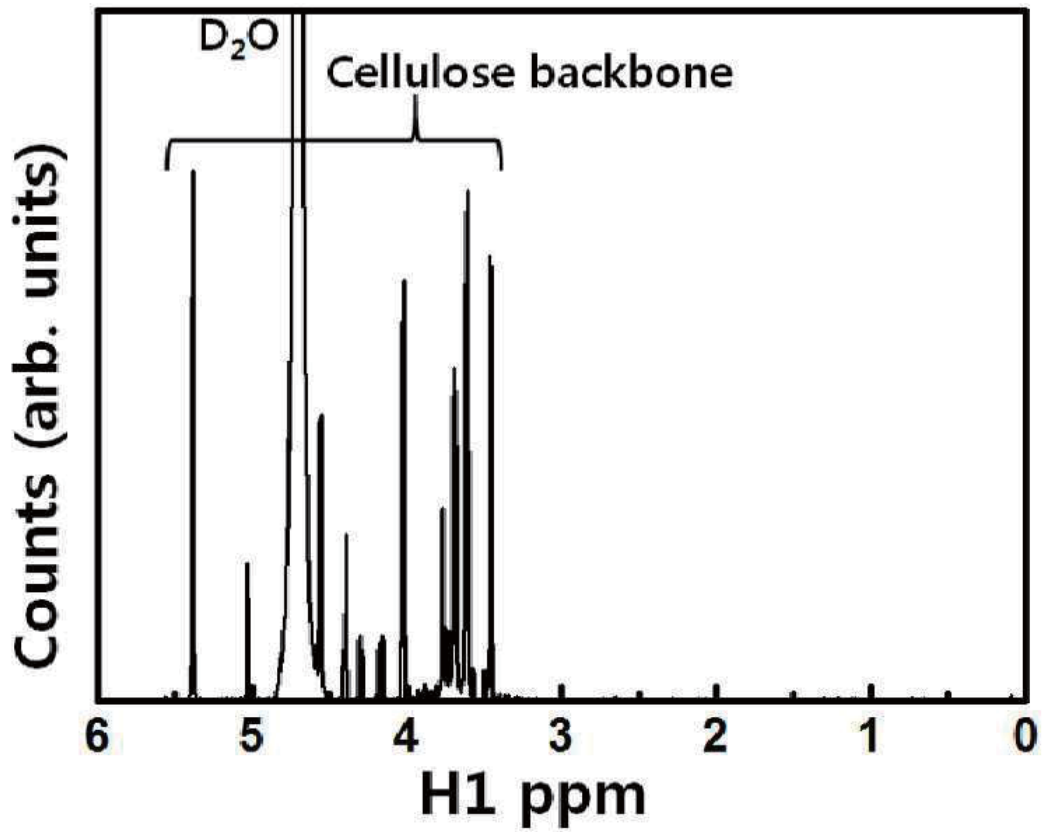
도면10



도면11

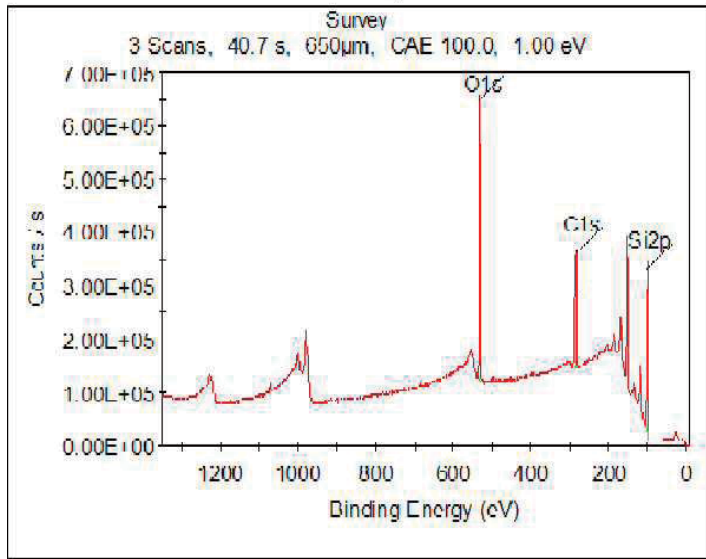


도면12

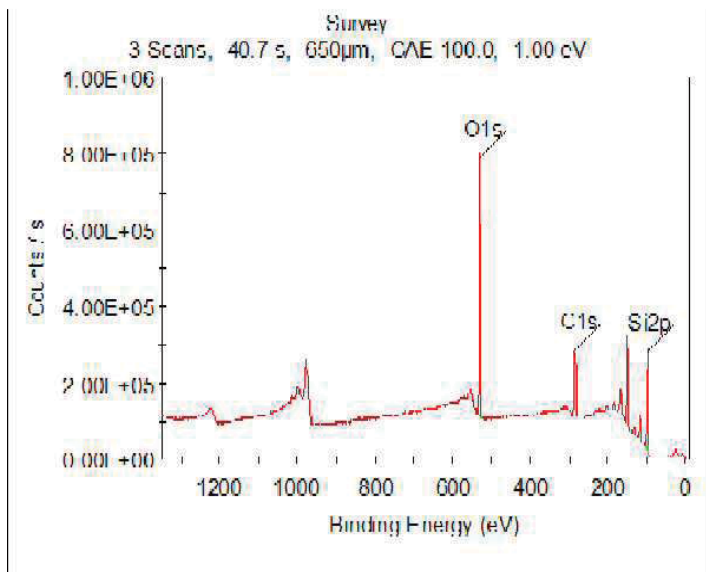


도면13

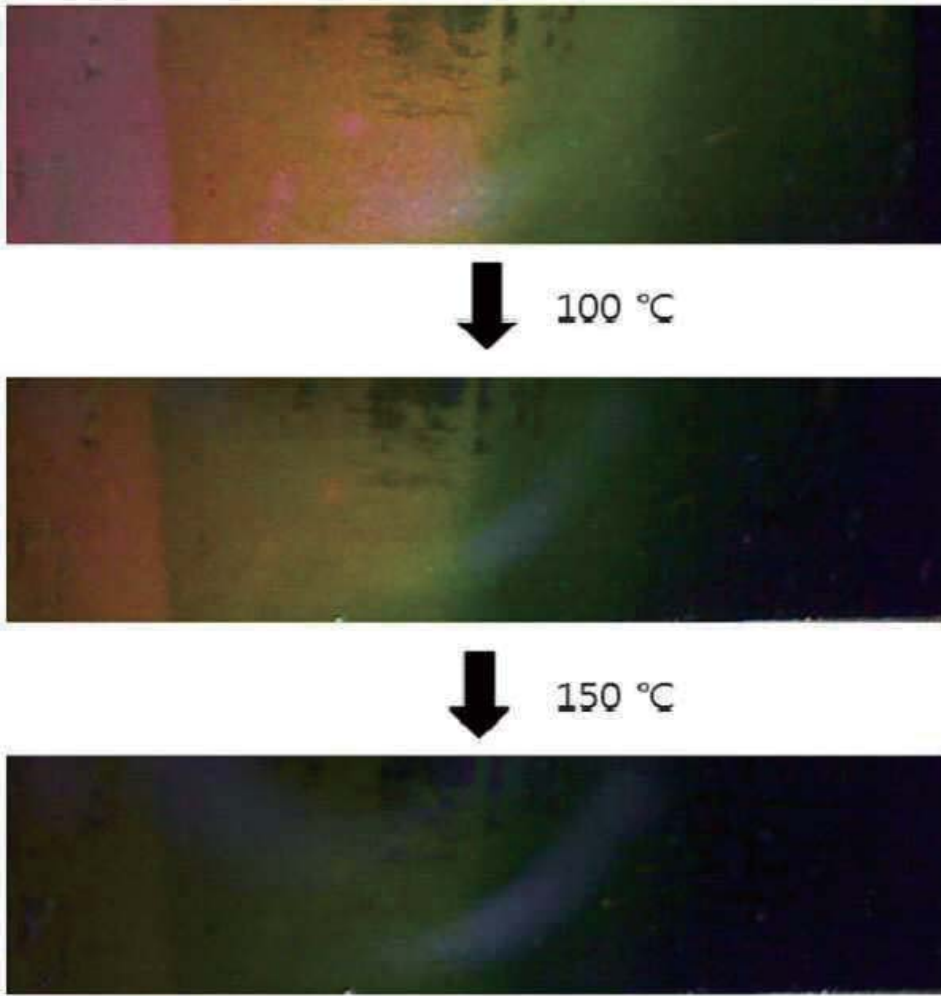
Pulling



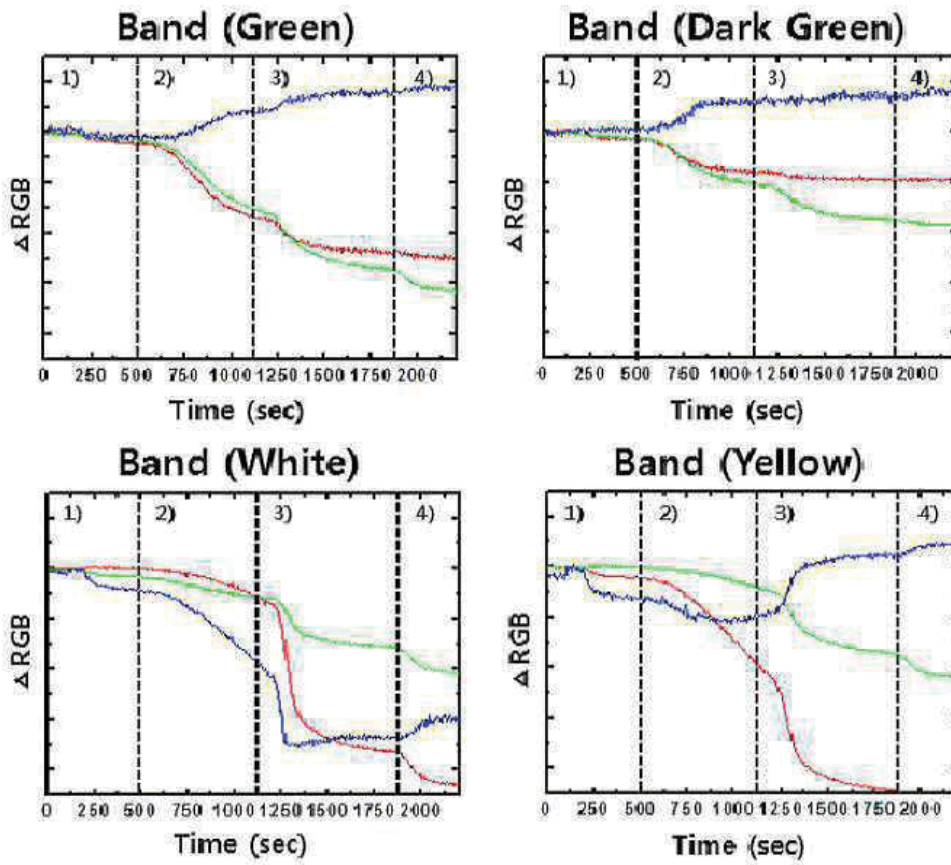
Thermal evaporation



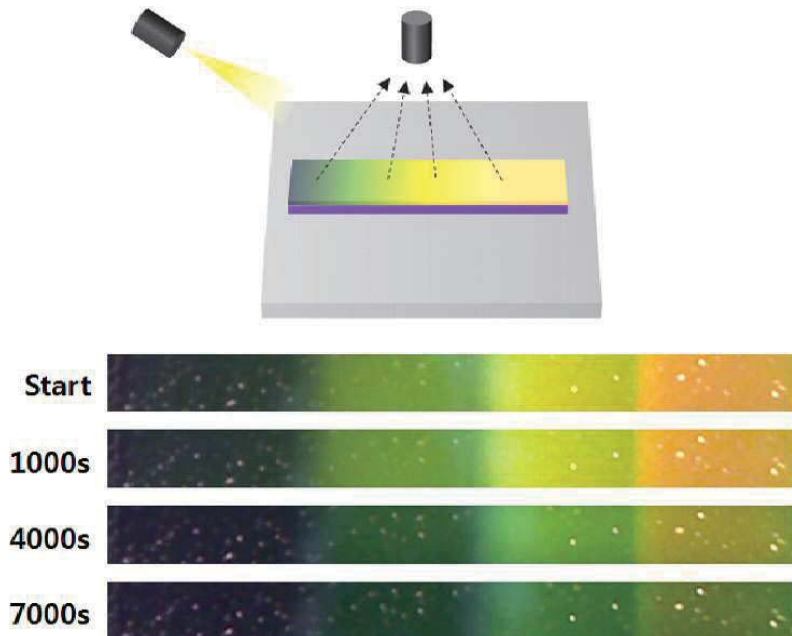
도면14



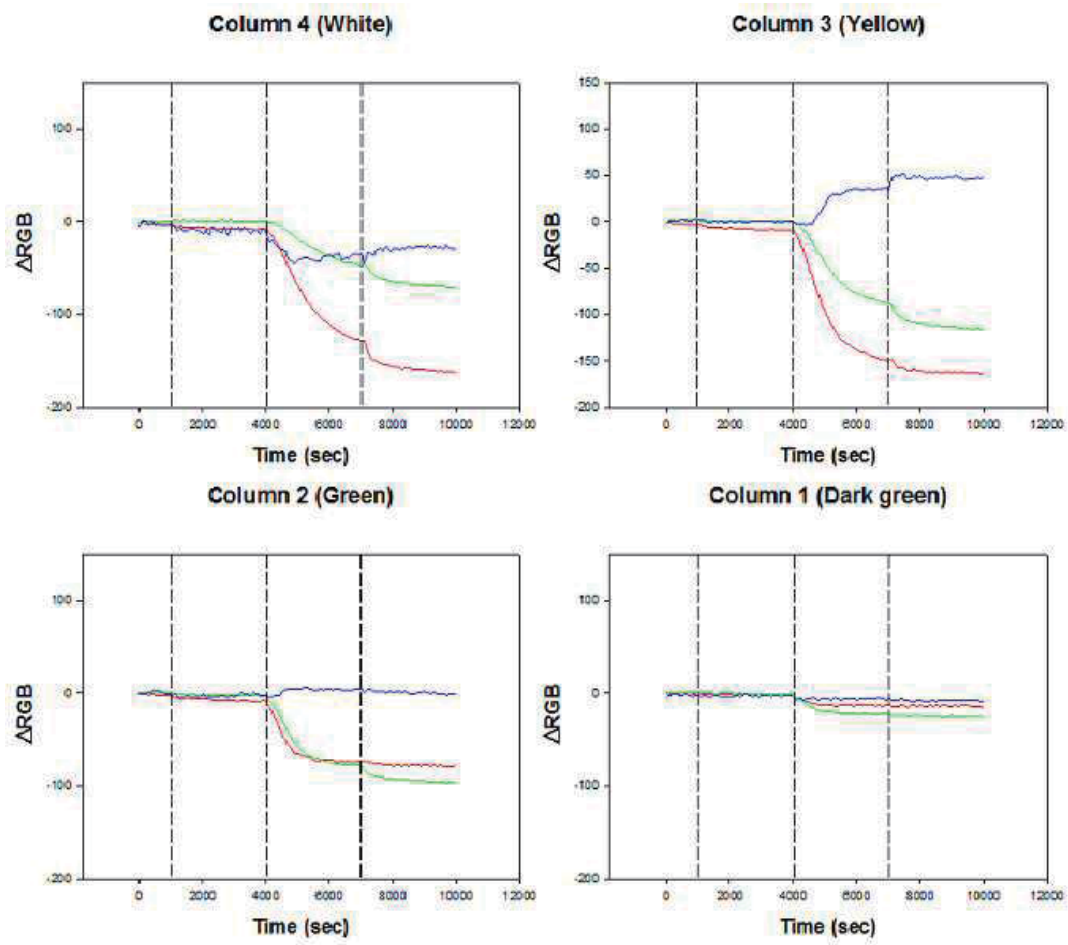
도면15



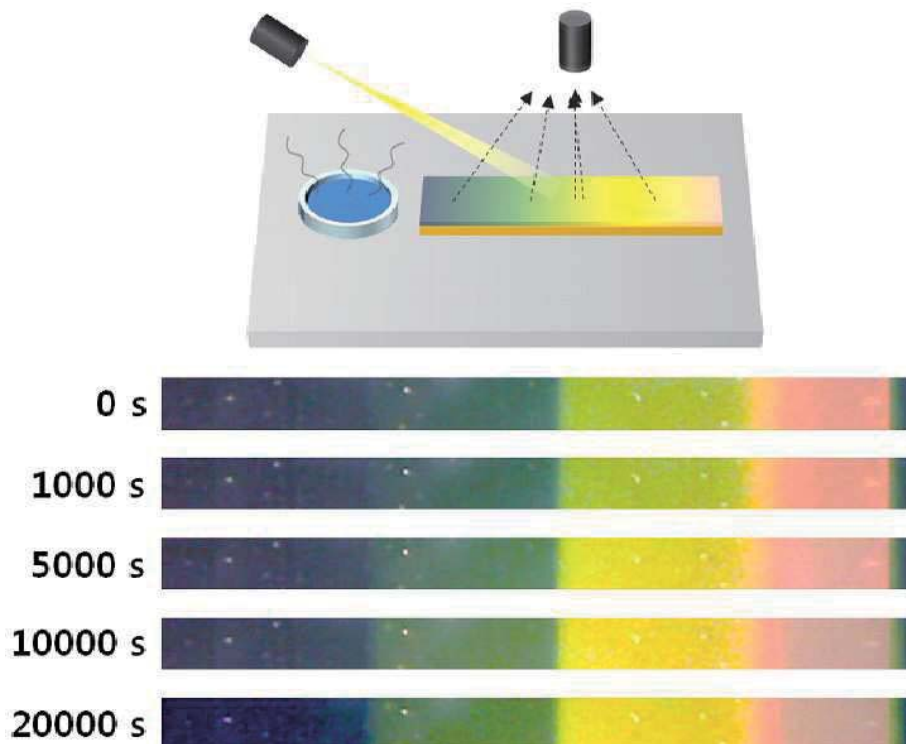
도면16



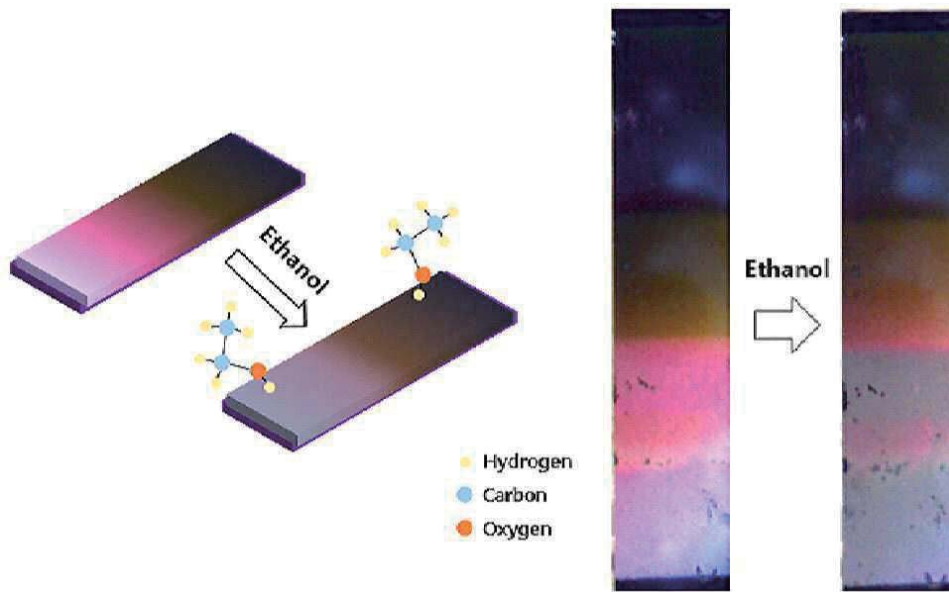
도면17



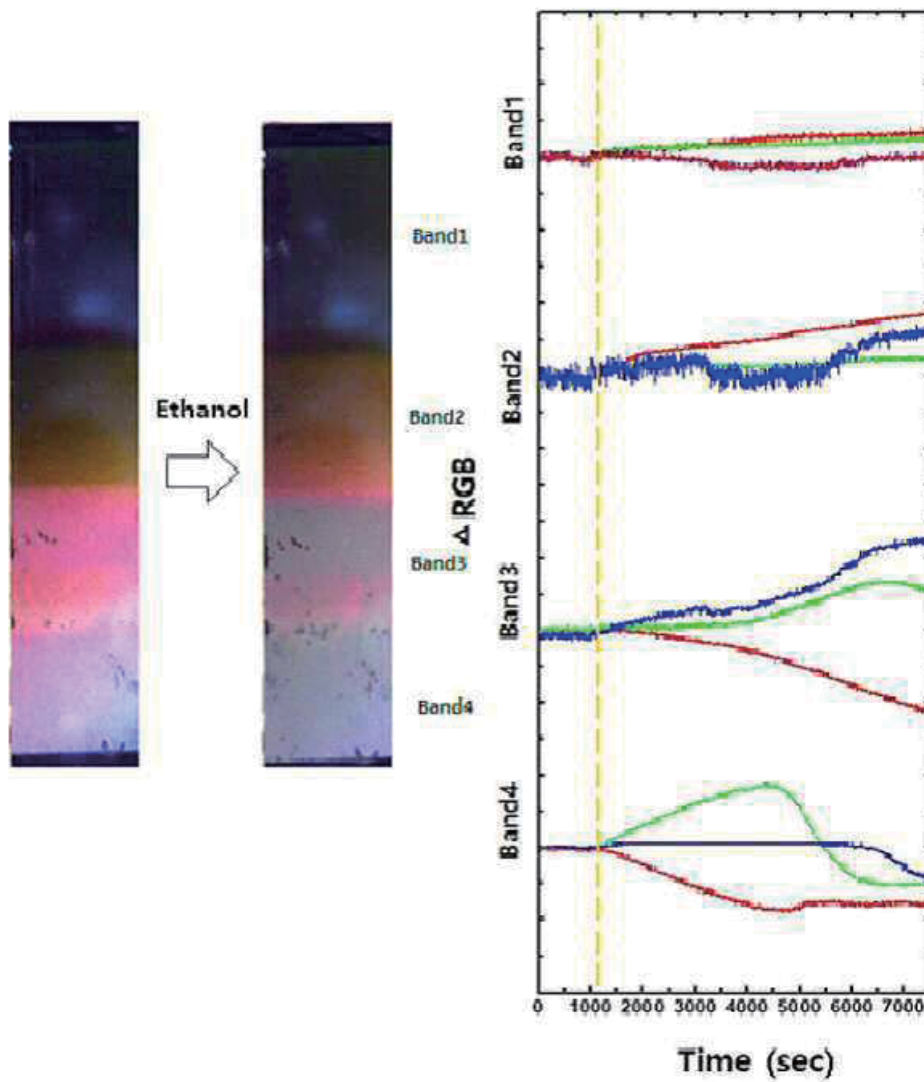
도면18



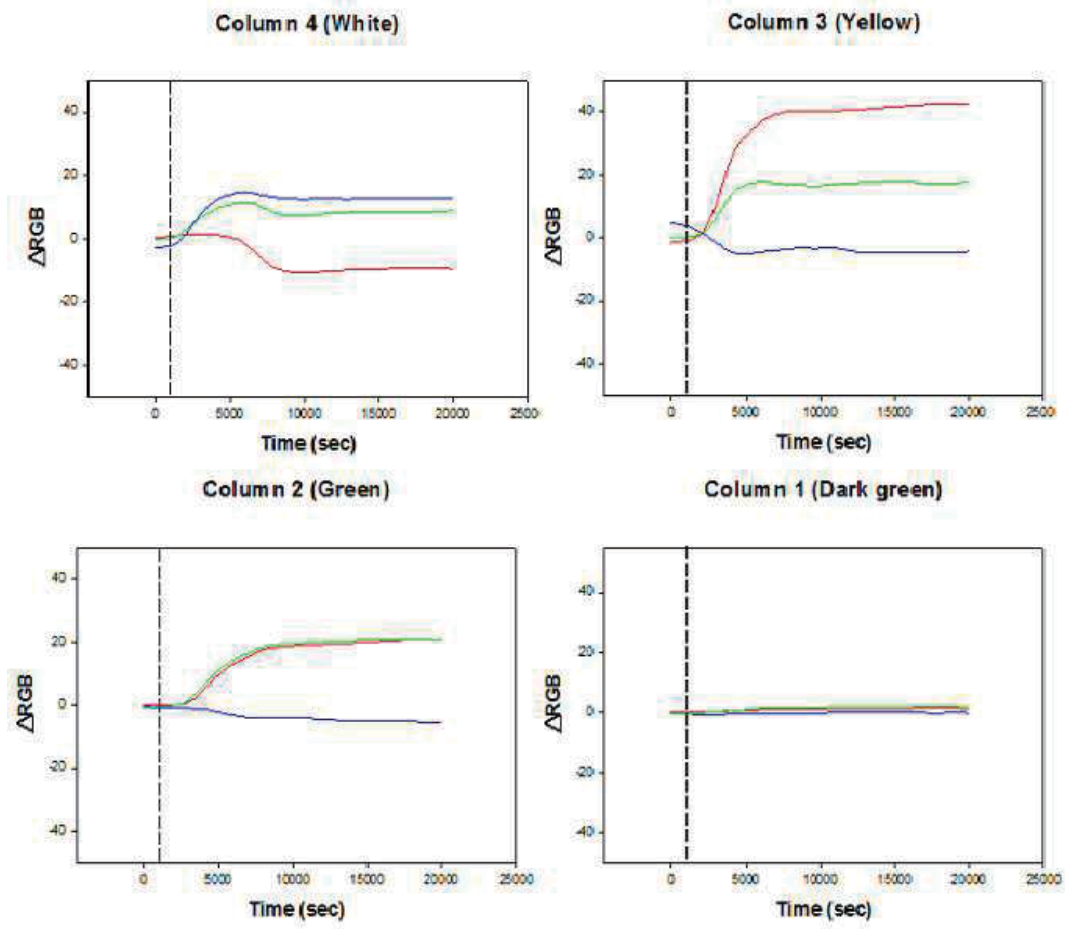
도면19



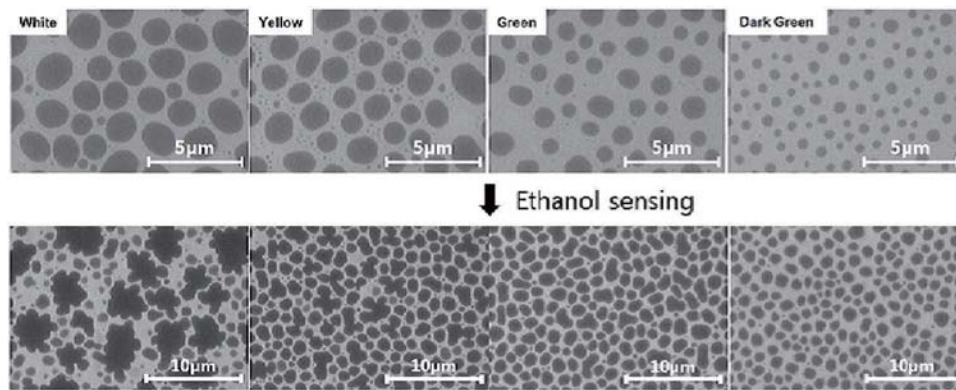
도면20



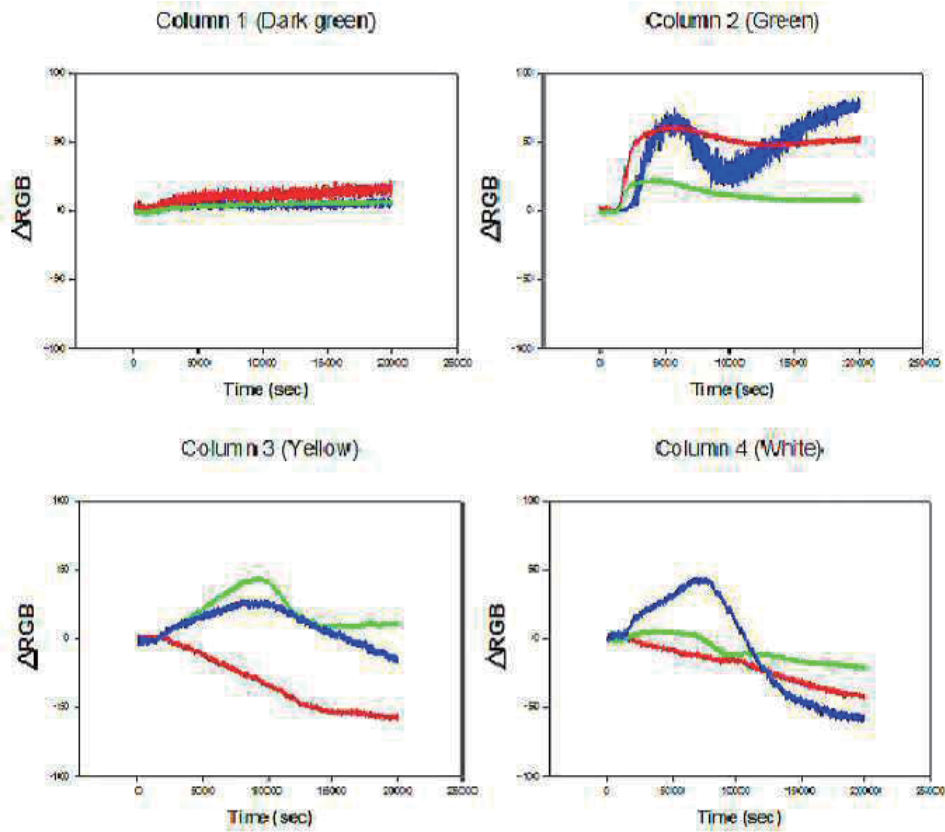
도면21



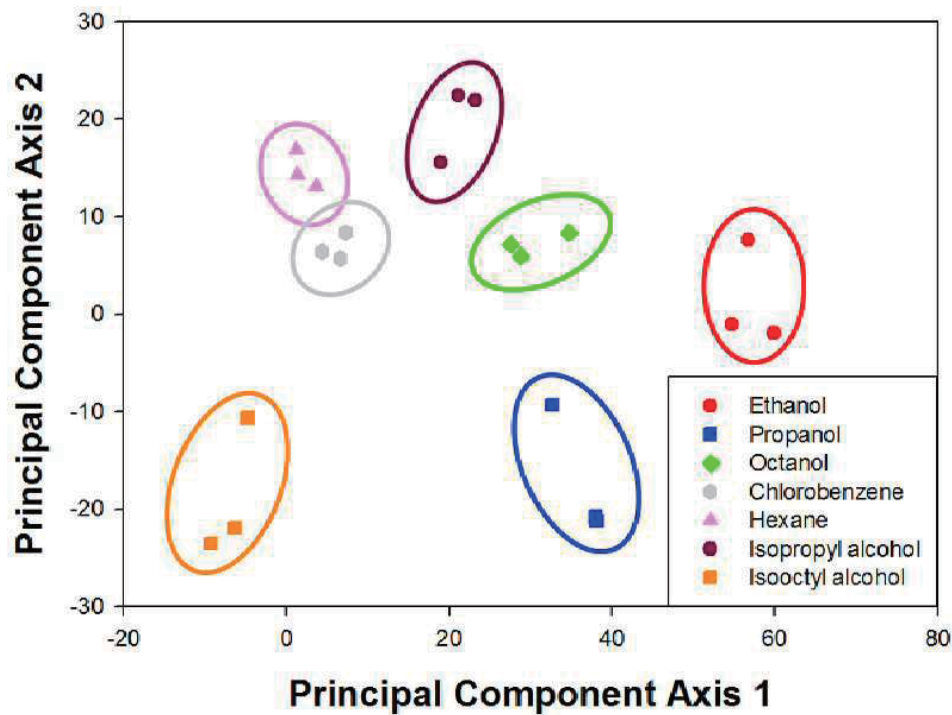
도면22



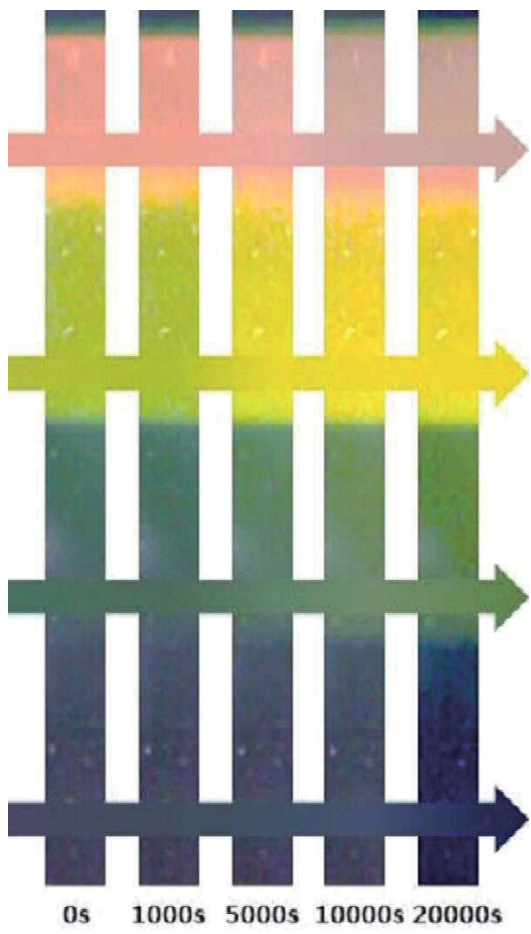
도면23



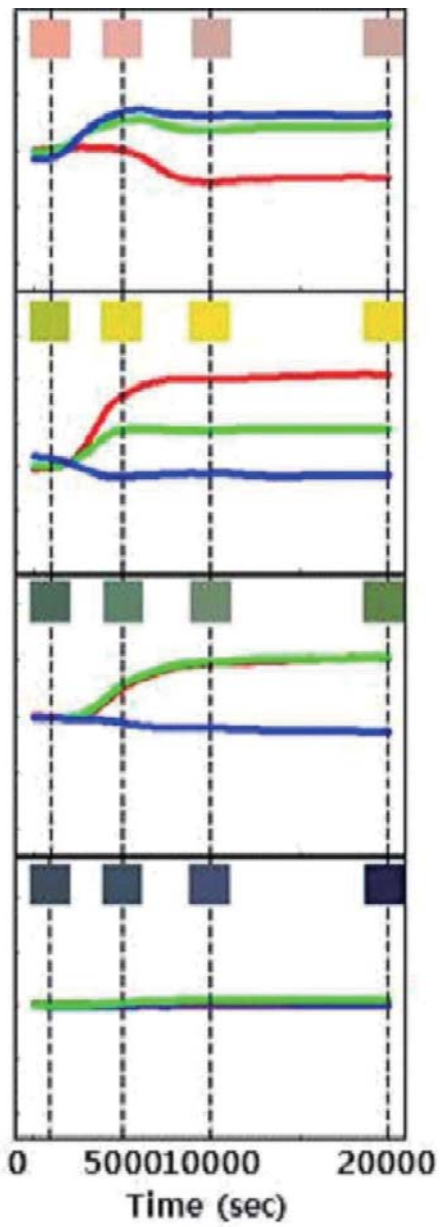
도면24



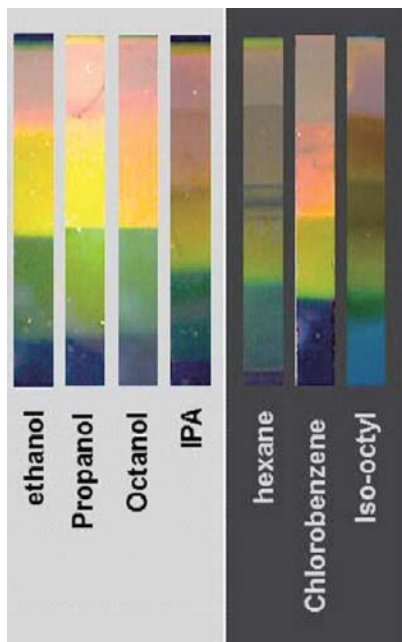
도면25



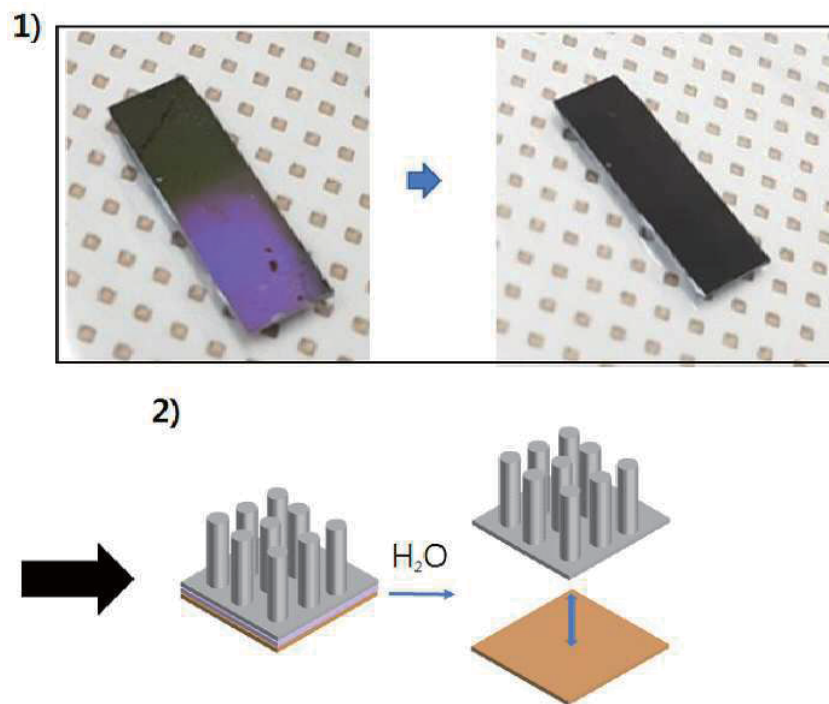
도면26



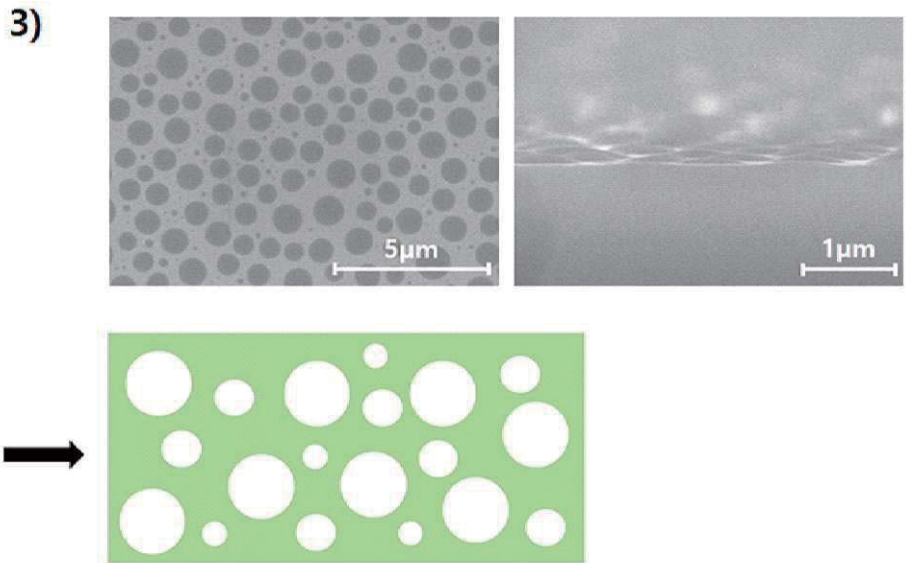
도면27



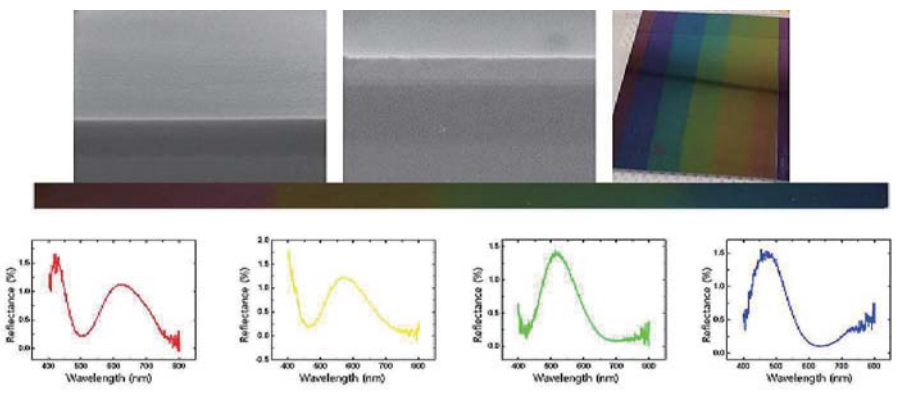
도면28



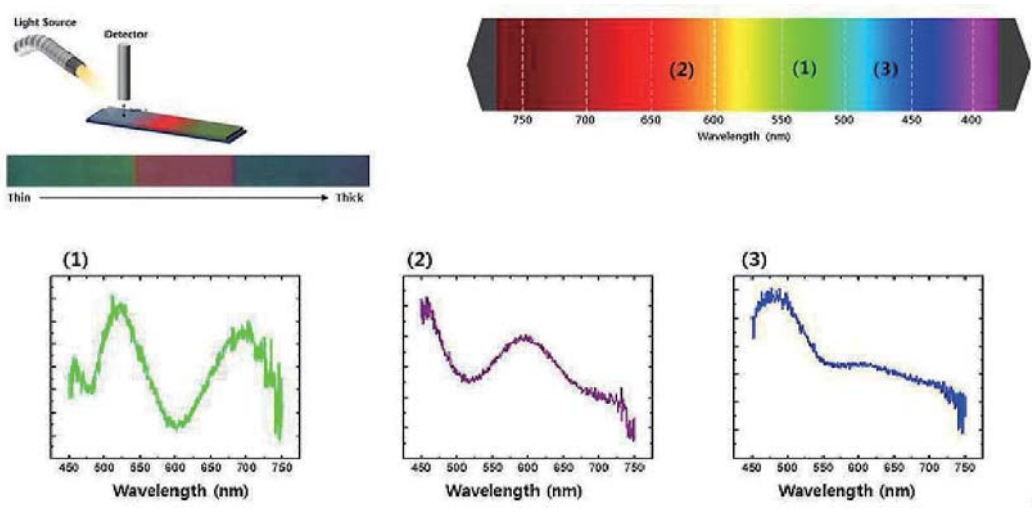
도면29



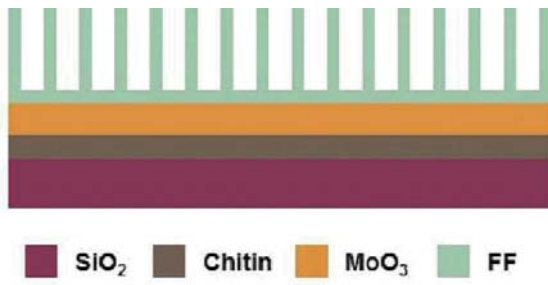
도면30



도면31



도면32

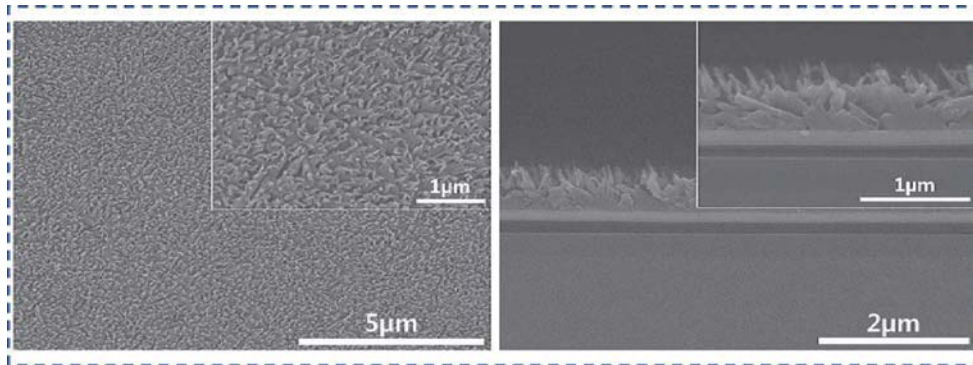


Thickness

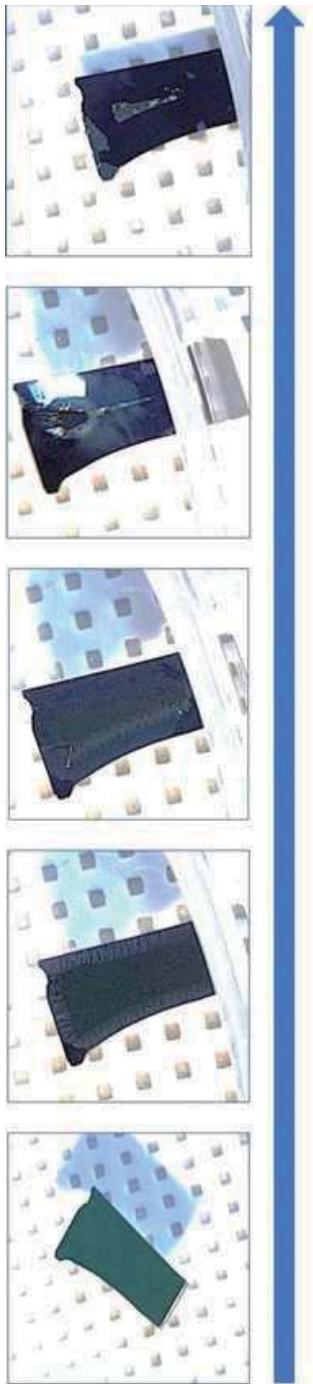
Chitin : 130nm

MoO_3 : 140 nm

도면33



도면34



도면35

