



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0077291
(43) 공개일자 2021년06월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B05D 5/06 (2006.01) B05D 1/00 (2006.01)
C23C 14/00 (2018.01) C23C 14/22 (2006.01)
C23C 14/30 (2006.01) G01N 21/81 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B05D 5/06 (2013.01)
B05D 1/005 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0168773

(22) 출원일자 2019년12월17일

심사청구일자 2019년12월17일

(71) 출원인

부산대학교 산학협력단

부산광역시 금정구 부산대학교로63번길 2 (장전동, 부산대학교)

광주과학기술원

광주광역시 북구 첨단과기로 123 (오룡동)

(72) 발명자

오진우

부산 금정구 금강로 503, 702-1701

송영민

광주 북구 첨단과기로 123, 1동 103호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김종석

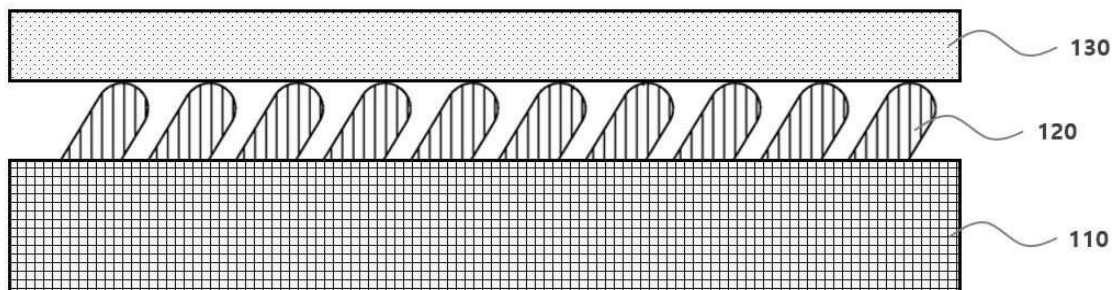
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 대면적 초박막 발색 구조물 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 대면적 초박막 발색 구조물 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 증착과 스핀 코팅 (spin-coating)을 이용하여 유연한(flexible) 대면적 필름 형태로 제조 가능하고, 다공성 매질층을 적용함으로써 코팅된 동적변환 물질층의 미세 두께 변화를 감지하여 색에 대한 민감도를 향상시킬 수 있으며, 다공성 매질층 상에 동적변환 물질층을 코팅하여 색 순도 및 색 변화량을 향상시킬 수 있고, 초박막 유연 소재로 적용 가능한 대면적 초박막 발색 구조물 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C23C 14/0015 (2013.01)

C23C 14/225 (2013.01)

C23C 14/30 (2013.01)

G01N 21/81 (2013.01)

(72) 발명자

유영진

부산 남구 신선로 490, 102-1103

고주환

전북 정읍시 천변로 394-16, 105-1402

김원근

부산 부산진구 범전로32번길 53

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호

1711092922

부처명

과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명

한국연구재단

연구사업명

미래소재디스커버리지원(R&D)

연구과제명

박테리오파지 기반의 동적 변환 메타물질 개발

기 여 율

1/1

과제수행기관명

부산대학교

연구기간

2019.03.01 ~ 2019.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

기관;

상기 기관 상에 빗각 증착되고, 빗각 증착으로 형성된 증착 각도에 따라 조정된 흡광 계수를 갖는 다공성 매질층; 및

상기 다공성 매질층 상에 위치하고, 상기 다공성 매질층과 상이한 굴절률을 갖는 동적변환 물질층;을 포함하는 것을 특징으로 하는 대면적 초박막 발색 구조물.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 기관은

금(Au), 은(Ag), 티타늄(Ti), 알루미늄(Al), 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 구리(Cu) 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 하는 대면적 초박막 발색 구조물.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 다공성 매질층은 광 흡수성질을 갖는 유전물질인 것을 특징으로 하는 대면적 초박막 발색 구조물.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 유전물질은 게르마늄(Ge), 비정질-실리콘(a-Si) 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 하는 대면적 초박막 발색 구조물.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 다공성 매질층은 상기 기관의 일부가 노출되도록 경사지게 배치되된 것을 특징으로 하는 대면적 초박막 발색 구조물.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 다공성 매질층은 상기 기관의 표면에 대하여 30 내지 85°의 경사각을 갖는 것을 특징으로 하는 대면적 초박막 발색 구조물.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 다공성 매질층은 증착 각도에 따른 0 내지 85%의 공극률을 갖는 것을 특징으로 하는 대면적 초박막 발색 구조물.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 동적변환 물질층은,

고분자 물질, 바이오물질, 파지 물질 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 하는 대면적 초박막 발색 구조물.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 동적변환 물질층은 파지 물질이며,

상기 파지 물질은 M13 박테리오파지인 것을 특징으로 하는 대면적 초박막 발색 구조물.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 동적변환 물질층은 1.3 내지 2.5의 굴절률을 갖는 것을 특징으로 하는 대면적 초박막 발색 구조물.

청구항 11

(S1) 기판 상에 다공성 매질 물질을 빗각 증착하여 다공성 매질층을 형성하는 단계; 및

(S2) 상기 다공성 매질층 상에 동적변환 물질층을 코팅하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 대면적 초박막 발색 구조물의 제조방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 (S1) 단계는,

(S1A) 상기 기판을 전자선 증착기(E-beam evaporator)에 장착하고, 기 설정된 각도를 갖는 샘플 홀더에 상기 다공성 매질 물질을 주입하는 단계; 및

(S1B) 상기 샘플 홀더에 주입된 다공성 매질 물질을 상기 기판(110)에 빗각 증착하는 단계;으로 구성되는 것을 특징으로 하는 대면적 초박막 발색 구조물의 제조방법.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 다공성 매질층은 20 내지 80 nm의 두께로 형성되는 것을 특징으로 하는 대면적 초박막 발색 구조물의 제조방법.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 (S2) 단계는,

(S2A) 상기 다공성 매질층을 진공 상태에서 고정시키는 단계;

(S2B) 상기 고정된 다공성 매질층 상에 1000 내지 2000 rpm의 속도로 동적변환 물질층을 스핀 코팅하는 단계;으로 구성되는 것을 특징으로 하는 대면적 초박막 발색 구조물의 제조방법.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 동적변환 물질층은 5 내지 100 nm의 두께로 형성되는 것을 특징으로 하는 대면적 초박막 발색 구조물 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 대면적 초박막 발색 구조물 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 증착과 스핀 코팅(spin-coating)을 이용하여 유연한(flexible) 대면적 필름 형태로 제조 가능하고, 다공성 매질층을 적용함으로써 코팅된 동적변환 물질층의 미세 두께 변화를 감지하여 색에 대한 민감도를 향상시킬 수 있으며, 다공성 매질층 상에 동적변환 물질층을 코팅하여 색 순도 및 색 변화량을 향상시킬 수 있고, 초박막 유연 소재로 적용 가능한 대면적 초박막 발색 구조물 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 차세대 스마트 소재로 동적 변환 물질을 이용하여 온도 및 습도, 화학가스, 미세 먼지 등의 특정 물질을 감지할 수 있는 발색 구조물에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 발색 구조물은 다양한 외부 환경 요인을 감지하기 위해, 고분자, 유기물 등을 합성하여 제조하고 있다.

[0003] 도 1은 종래에 따른 발색 구조물을 나타낸 사시도로, 이를 참조하여 보다 구체적으로 설명하도록 한다.

[0004] 도 1에 도시된 바와 같이, 종래에 따른 발색 구조물(1)은 기판(10), 기판(10) 상에 배치된 제1 금속층(20), 제1 금속층(20) 상에 적층된 반도체층(30), 반도체층(30) 상에 적층된 제2 금속층(40), 제2 금속층(40) 상에 적층된 산화물층(50)을 포함할 수 있다. 이때, 기판(10)으로는 유리가 이용되고, 제1 금속층(20)으로는 은(silver, Ag)이 이용되며, 제2 금속층(40)으로는 크롬(chromium, Cr)이 이용될 수 있다. 또한, 반도체층(30)으로는 a-Si이 이용되고, 산화물층(50)으로는 TiO_2 가 이용될 수 있다.

[0005] 전술한 구성을 갖는 종래에 따른 발색 구조물(1)은 복잡한 나노 구조를 갖는 다층의 박막 구조로 이루어진다. 이에 따라, 복잡한 구조 및 고온 및 용액 공정 등의 제작 과정에 의해 고분자 및 유기물 등의 동적 변환 물질이 손상될 위험이 있다. 또한, 종래에 따른 발색 구조물(1)은 동적 변환 물질과 외부 물질의 유입이 발색 구조에 의해 차단되어 외부 감지 성능이 저하되는 문제가 있었다.

[0006] 따라서, 전술한 문제점을 보완하기 위해 본 발명가들은 동적 변환 물질의 감지 성능의 향상을 위해 구조가 단순하고 외부 환경을 차단하지 않는 발색 구조물의 개발이 시급하다 인식하여, 본 발명을 완성하였다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2013-0126132호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 목적은 다공성 매질을 중간층으로 적용함으로써 코팅된 동적변환 물질층의 미세 두께 변화를 감지하여 색에 대한 민감도를 향상시킬 수 있으며, 다공성 매질층 상에 동적변환 물질층을 코팅하여 색 순도 및 색 변화량을 향상시킬 수 있는 대면적 초박막 발색 구조물 및 이의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 다른 목적은 초박막 유연 소재로 적용 가능하도록 증착과 스핀 코팅(spin-coating)을 이용하여 3층 구조의 유연한(flexible) 대면적 필름 형태인 대면적 초박막 발색 구조물 및 이의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0010] 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 본 발명의 기재로부터 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 대면적 초박막 발색 구조물 및 이의 제조방법을 제공한다.

[0012] 이하, 본 명세서에 대하여 더욱 상세하게 설명한다.

[0013] 본 발명은 기판; 상기 기판 상에 빗각 증착되고, 빗각 증착으로 형성된 증착 각도에 따라 조정된 흡광 계수를 갖는 다공성 매질층; 및 상기 다공성 매질층 상에 위치하고, 상기 다공성 매질층과 상이한 굴절률을 갖는 동적

변환 물질층;을 포함하는 것을 특징으로 하는 대면적 초박막 발색 구조물을 제공한다.

- [0014] 본 발명에 있어서, 상기 기판은 금(Au), 은(Ag), 티타늄(Ti), 알루미늄(Al), 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 구리(Cu) 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 한다.
- [0015] 본 발명에 있어서, 상기 다공성 매질층은 광 흡수성질을 갖는 유전물질인 것을 특징으로 한다.
- [0016] 본 발명에 있어서, 상기 유전물질은 게르마늄(Ge), 비정질-실리콘(a-Si) 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 한다.
- [0017] 본 발명에 있어서, 상기 다공성 매질층은 상기 기판의 일부가 노출되도록 경사지게 배치되는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 본 발명에 있어서, 상기 다공성 매질층은 상기 기판의 표면에 대하여 30 내지 85°의 경사각을 갖는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 본 발명에 있어서, 상기 다공성 매질층은 증착 각도에 따른 0 내지 85%의 공극률을 갖는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 본 발명에 있어서, 상기 동적변환 물질층은 고분자 물질, 바이오물질, 파지 물질 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 한다.
- [0021] 본 발명에 있어서, 상기 동적변환 물질층은 파지 물질이며 상기 파지 물질은 M13 박테리오파지인 것을 특징으로 한다.
- [0022] 본 발명에 있어서, 상기 동적변환 물질층은 1.3 내지 2.5의 굴절률을 갖는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 또한, 본 발명은 하기의 단계를 포함하는 대면적 초박막 발색 구조물의 제조방법을 제공한다.
- [0024] (S1) 기판 상에 다공성 매질 물질을 빔각 증착하여 다공성 매질층을 형성하는 단계; 및
- [0025] (S2) 상기 다공성 매질층 상에 동적변환 물질층을 코팅하는 단계.
- [0026] 본 발명에 있어서, 상기 (S1) 단계는 하기의 단계로 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0027] (S1A) 상기 기판(110)을 전자선 증착기(E-beam evaporator)에 장착하고, 기 설정된 각도를 갖는 샘플 홀더에 상기 다공성 매질 물질을 주입하는 단계; 및
- [0028] (S1B) 상기 샘플 홀더에 주입된 다공성 매질 물질을 상기 기판(110)에 빔각 증착하는 단계.
- [0029] 본 발명에 있어서, 상기 다공성 매질층은 20 내지 80 nm의 두께로 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0030] 본 발명에 있어서, 상기 (S2) 단계는 하기의 단계로 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0031] (S2A) 상기 다공성 매질층(120)을 진공 상태에서 고정시키는 단계;
- [0032] (S2B) 상기 고정된 다공성 매질층(120) 상에 1000 내지 2000 rpm의 속도로 동적변환 물질층(130)을 스핀 코팅하는 단계.
- [0033] 본 발명에 있어서, 상기 동적변환 물질층은 5 내지 100 nm의 두께로 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0034] 상기 대면적 초박막 발색 구조물 및 이의 제조방법에 언급된 모든 사항은 모순되지 않는 한 동일하게 적용된다.

발명의 효과

- [0035] 본 발명의 대면적 초박막 발색 구조물 및 이의 제조방법은 다공성 매질층을 중간층으로 적용함으로써 코팅된 동적변환 물질층의 미세 두께 변화를 감지하여 색에 대한 민감도를 향상시킬 수 있으며, 다공성 매질층 상에 동적변환 물질층을 적층하여 색 순도 및 색 변화량을 향상시킬 수 있다.
- [0036] 또한, 본 발명의 대면적 초박막 발색 구조물 및 이의 제조방법은 초증착과 스핀 코팅(spin-coating)을 이용하여 3층 구조의 유연한(flexible) 대면적 필름 형태로 제조 가능하고, 이를 박막 유연 소재로 적용 가능하다.
- [0037] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0038] 도 1은 종래의 따른 발색 구조물을 나타낸 사시도이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 대면적 초박막 발색 구조물을 나타낸 단면도이다.
- 도 3은 과지 물질인 M13 박테리오파지의 구조를 대략적으로 설명하기 위한 모식도이다.
- 도 4는 본 발명에 따른 대면적 초박막 발색 구조물의 제조방법을 대략적으로 나타낸 블록도이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 대면적 초박막 발색 구조물의 제조방법을 대략적으로 나타낸 공정 단면도이다.
- 도 6은 본 발명에 따른 대면적 초박막 발색 구조물의 습도에 따른 발색 변화를 확인한 도면이다.
- 도 7은 본 발명에 따른 대면적 초박막 발색 구조물의 반사율 등고선 맵을 계산한 도면이다.
- 도 8은 CIE 좌표에서 본 발명에 따른 대면적 초박막 발색 구조물의 색도 값을 나타낸 그래프이다.
- 도 9는 기관 종류에 따른 대면적 초박막 발색 구조물의 발색 변화 차이를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0039] 본 명세서에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 관례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [0040] 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 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0041] 수치 범위는 상기 범위에 정의된 수치를 포함한다. 본 명세서에 걸쳐 주어진 모든 최대의 수치 제한은 낮은 수치 제한이 명확히 쓰여져 있는 것처럼 모든 더 낮은 수치 제한을 포함한다. 본 명세서에 걸쳐 주어진 모든 최소의 수치 제한은 더 높은 수치 제한이 명확히 쓰여져 있는 것처럼 모든 더 높은 수치 제한을 포함한다. 본 명세서에 걸쳐 주어진 모든 수치 제한은 더 좁은 수치 제한이 명확히 쓰여져 있는 것처럼, 더 넓은 수치 범위 내의 더 좋은 모든 수치 범위를 포함할 것이다.
- [0042] 이하, 본 발명의 실시예를 상세히 기술하나, 하기 실시예에 의해 본 발명이 한정되지 아니함은 자명하다.
- [0043] **대면적 초박막 발색 구조물**
- [0044] 도 2는 본 발명에 따른 대면적 초박막 발색 구조물을 나타낸 단면도이다.
- [0045] 도 2를 참조하면, 본 발명은 대면적 초박막 발색 구조물(100)은 기관(110); 상기 기관(110) 상에 빗각 증착되고, 빗각 증착으로 형성된 증착 각도에 따라 조정된 흡광 계수를 갖는 다공성 매질층(120); 및 상기 다공성 매질층(120) 상에 위치하고, 상기 다공성 매질층(120)과 상이한 굴절률을 갖는 동적변환 물질층(130);을 포함할 수 있다.
- [0046] 상기 대면적 초박막 발색 구조물(100)은 100 내지 150 nm의 두께로 형성될 수 있다. 상기 대면적 초박막 발색 구조물(100)은 150 nm 미만의 두께로 형성되기 때문에 대면적 초박막이 가능하며, 유연한(flexible) 성질을 가질 수 있다.
- [0047] 상기 기관(110)은 금속 물질을 이용할 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 기관(110)은 금(Au), 은(Ag), 티타늄(Ti), 알루미늄(Al), 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 구리(Cu) 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상일 수 있으며, 바람직하게는 금, 은, 티타늄, 알루미늄, 백금 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상일 수 있고, 가장 바람직하게는 금, 은 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상일 수 있다.
- [0048] 상기 기관(110)으로 금속 물질을 이용하면 반사율이 뛰어나 후면 반사 효율을 향상시킬 수 있는 구조적인 이점이 발휘될 수 있다.

- [0049] 상기 다공성 매질층(120)은 광 흡수성질을 갖는 유전물질(121)일 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 다공성 매질층(120)은 다공성을 가지며 흡광 계수를 갖는 유전물질로서 반도체 물질일 수 있다.
- [0050] 상기 다공성 매질층(120)의 흡광계수는 상기 다공성 매질층(120)의 굴절률보다 작을 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 다공성 매질층(120)의 흡광계수는 상기 다공성 매질층(120)의 굴절률보다 작을 경우 다양한 색의 미세조절이 가능하고, 색 표현범위인 색 순도가 향상될 수 있다.
- [0051] 상기 다공성 매질층(120)은 게르마늄(Ge), 비정질-실리콘(a-Si) 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상일 수 있으며, 바람직하게는 게르마늄 및 비정질-실리콘으로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상일 수 있으며, 가장 바람직하게는 게르마늄일 수 있다.
- [0052] 상기 다공성 매질층(120)을 구성하는 유전물질은 다공성을 갖기 위해 상기 기판(110) 상에 상기 기판(110)의 일부가 노출되도록 경사지게 배치될 수 있다. 이때, 상기 다공성 매질층(120)은 전자빔 증착의 증착 각도를 조절하는 빔각증착으로 형성할 수 있고, 상기 증착 각도를 변화시킴으로써 상기 다공성 매질층(120)을 구성하는 유전물질의 다공성을 조절할 수 있다.
- [0053] 상기 다공성 매질층(120)은 빔각증착 되어 상기 기판(110)의 표면에 대하여 30 내지 85°의 경사각을 가질 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 경사각이 30° 미만일 경우에는 상기 다공성 매질층(120)에 의해 외부 환경에서 유입되는 외부 물질이 차단되어 상기 외부 물질 유입이 원활하지 않아 발색 속도 향상 효과를 제대로 발휘하는 데 어려움이 따를 수 있다. 또한, 상기 경사각이 85°를 초과할 경우에는 상기 다공성 매질층(120)에 의한 광 흡수성질의 효과가 감소하여 색 순도 향상 효과가 크지 않을 우려가 있다. 따라서, 상기 다공성 매질층(120)은 상기 기판(110)의 표면에 대하여 30 내지 85°의 경사각을 갖는 것이 바람직하다.
- [0054] 상기 다공성 매질층(120)은 빔각증착 되어 상기 다공성 매질층(120) 상호 간에 이격된 사이 공간인 공극(P)이 형성되어 배치될 수 있다. 상기 공극(P)이 형성됨으로써, 광학적 유효 복소 굴절률이 낮아지게 되어 상기 동적 변환 물질층(130)의 두께 변화에 민감하게 색 변화가 가능하다.
- [0055] 상기 공극(P)은 가시광 영역에서 반사율의 반화가 나타나야 하기 때문에, 가시광 파장인 400 내지 800 nm 보다 작은 이격 거리를 가질 수 있다.
- [0056] 상기 다공성 매질층(120)은 증착 각도에 따른 0 내지 85%의 공극률을 가질 수 있다. 상기 공극률 범위 이외일 경우, 고흡수 매질의 복소 유효 굴절률(굴절률 및 흡광계수)이 낮아지므로 색 변화 효과가 적게 나타날 수 있으므로, 상기 다공성 매질층(120)의 증착 각도에 따른 공극률은 0 내지 85%인 것이 바람직하다.
- [0057] 상기 공극률을 조절함으로써 상기 대면적 초박막 발색 구조물(100)의 발색 속도 및 색 변화 특성을 조절할 수 있다.
- [0058] 상기 다공성 매질층(120)은 상기 기판(110) 상에 20 내지 80 nm의 두께로 형성될 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 다공성 매질층(120)이 20 nm 미만일 경우에는 강한 공진 효과를 제대로 발휘하기 어려워 표면 반사 특성의 저하도 색 순도 향상 효과가 크지 않을 수 있다. 반대로, 상기 다공성 매질층(120)의 두께가 80 nm를 초과할 경우에는 더 이상의 효과 상승 없이 두께만을 증가시키므로 대면적 초박막화 구조의 형성을 역행하는 결과를 초래할 수 있다.
- [0059] 상기 동적변환 물질층(130)은 고분자 물질, 바이오물질, 파지 물질 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상일 수 있으며, 바람직하게는 파지 물질일 수 있으며, 가장 바람직하게는 박테리아를 숙주로 하는 바이러스의 일종인 M13 박테리오파지일 수 있다.
- [0060] 도 3은 파지 물질인 M13 박테리오파지의 구조를 대략적으로 설명하기 위한 모식도이다.
- [0061] 도 3을 참조하면, 상기 M13 박테리오파지는 박테리아를 숙주로 하는 바이러스의 일종으로서, 자기 진화(self-evolution), 자기 복제(self-replication) 및 자기 조립(self-assembly)의 성질을 갖는다. 이러한 M13 박테리오파지는 습도, 온도 등의 외부 환경에 따라 팽창하거나 수축하는 동적 변환 성질을 갖는다.
- [0062] 이에 따라, 본 발명의 실시예에 따른 대면적 초박막 발색 구조물(100)은 온도 및 습도, 화학 가스, 미세 먼지 등의 특정 물질을 감지할 수 있는 감지 센서로 활용될 수 있다.
- [0063] 상기 동적변환 물질층(130)은 상기 다공성 매질층(120)과 상이한 굴절률을 가질 수 있으며, 보다 구체적으로 상기 동적변환 물질층(130)은 가시광 영역에서 흡광계수가 거의 없으며, 상기 다공성 매질층(120)과 상이한 1.3

내지 2.5의 굴절률을 가질 수 있다.

- [0064] 상기 동적변환 물질층(130)은 상기 다공성 매질층(120) 상에 10 내지 150 nm의 두께로 형성될 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 동적변환 물질층(130)의 두께가 10 nm 미만일 경우에는 두께가 너무 얇아 동적 변화에 따른 외부 환경 변화의 감지 기능을 제대로 발휘하는데 어려움이 따를 수 있다. 반대로, 상기 동적변환 물질층(130)의 두께가 150 nm를 초과할 경우에는 더 이상의 효과 상승 없이 두께만을 증가시키는 요인으로 작용할 수 있다. 따라서, 상기 동적변환 물질층(130)은 10 내지 150 nm의 두께로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0065] 상기 동적변환 물질층(130)은 상기 대면적 초박막 발색 구조물(1)의 최 외부면에 위치하여, 상기 동적변환 물질층(130)이 외부로 노출되어 습기 발생 시 색 반응성이 빠르게 나타날 수 있다.
- [0066] 또한, 상기 동적변환 물질층(130)은 대면적 초박막 필름 형태로 형성될 수 있으며, 이로 인해 동적 변화에 따른 색 변화로 외부 감지 성능이 향상될 수 있다.
- [0067] **대면적 초박막 발색 구조물의 제조방법**
- [0068] 도 4는 본 발명에 따른 대면적 초박막 발색 구조물의 제조방법을 대략적으로 나타낸 블록도이며, 도 5는 본 발명에 따른 대면적 초박막 발색 구조물의 제조방법을 대략적으로 나타낸 공정 단면도이다.
- [0069] 본 발명은 하기의 단계를 포함하는 대면적 초박막 발색 구조물(100)의 제조방법을 제공한다.
- [0070] (S1) 기판(110) 상에 다공성 매질 물질을 빗각 증착하여 다공성 매질층(120)을 형성하는 단계; 및
- [0071] (S2) 상기 다공성 매질층(120) 상에 동적변환 물질층(130)을 코팅하는 단계.
- [0072] 상기 대면적 초박막 발색 구조물(100)은 특별한 차이점을 언급하지 않는 이상 앞서 언급한 바와 동일하다.
- [0073] 상기 (S1) 단계는 기판(110) 상에 다공성 매질 물질을 빗각 증착하여 다공성 매질층(120)을 형성하는 단계;일 수 있으며, 하기의 단계로 구성될 수 있다.
- [0074] (S1A) 상기 기판(110)을 전자선 증착기(E-beam evaporator)에 장착하고, 기 설정된 각도를 갖는 샘플 홀더에 상기 다공성 매질 물질을 주입하는 단계; 및
- [0075] (S1B) 상기 샘플 홀더에 주입된 다공성 매질 물질을 상기 기판(110)에 빗각 증착하는 단계.
- [0076] 상기 (S1B) 단계에서 수행되는 빗각 증착은 1×10^{-4} 내지 1×10^{-7} torr의 진공도에서 수행될 수 있으며, 바람직하게는 1×10^{-4} 내지 1×10^{-6} torr의 진공도에서 수행될 수 있다.
- [0077] 또한, 상기 (S1B) 단계에서 수행되는 빗각 증착은 0.1 내지 3 Å/s에서 수행될 수 있으며, 바람직하게는 0.5 내지 1 Å/s에서 수행될 수 있다.
- [0078] 상기 다공성 매질층(120)은 상기 기판(110) 상에 5 내지 50 nm의 두께로 형성될 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 다공성 매질층(120)이 5 nm 미만일 경우에는 강한 공진 효과를 제대로 발휘하기 어려워 표면 반사 특성의 저하도 색 순도 향상 효과가 크지 않을 수 있다. 반대로, 상기 다공성 매질층(120)의 두께가 50 nm를 초과할 경우에는 더 이상의 효과 상승 없이 두께만을 증가시키므로 대면적 초박막화 구조의 형성을 역행하는 결과를 초래할 수 있다.
- [0079] 상기 (S2) 단계는 상기 다공성 매질층(120) 상에 동적변환 물질층(130)을 코팅하는 단계;로서, 하기의 단계로 구성될 수 있다.
- [0080] (S2A) 상기 다공성 매질층(120)을 진공 상태에서 고정시키는 단계;
- [0081] (S2B) 상기 고정된 다공성 매질층(120) 상에 1000 내지 2000 rpm의 속도로 동적변환 물질층(130)을 스핀 코팅하는 단계.
- [0082] 상기 스핀 코팅은 20 내지 500초 동안 수행될 수 있으며, 바람직하게는 50 내지 450초 동안 수행될 수 있고, 가장 바람직하게는 100 내지 400초 동안 수행될 수 있다.
- [0083] 상기 동적변환 물질층(130)은 5 내지 100 nm의 두께로 형성될 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 동적변환 물질층(130)의 두께가 5 nm 미만일 경우에는 두께가 너무 얇아 동적 변화에 따른 외부 환경 변화의 감지 기능을 제대로 발휘하는데 어려움이 따를 수 있다. 반대로, 상기 동적변환 물질층(130)의 두께가 100 nm를 초과할 경우에는 더 이상의 효과 상승 없이 두께만을 증가시키는 요인으로 작용할 수 있다. 따라서, 상기 동적변환 물질층(130)

은 5 내지 100 nm의 두께로 형성되는 것이 바람직하다.

[0085] 본 발명에 따른 대면적 초박막 발색 구조물 및 이의 제조방법은 다공성 매질층을 중간층으로 적용함으로써 코팅된 동적변환 물질층의 미세 두께 변화를 감지하여 색에 대한 민감도를 향상시킬 수 있으며, 다공성 매질층 상에 동적변환 물질층을 적층하여 색 순도 및 색 변화량을 향상시킬 수 있다.

[0086] 또한, 본 발명에 따른 대면적 초박막 발색 구조물 및 이의 제조방법은 초증착과 스핀 코팅(spin-coating)을 이용하여 3층 구조의 유연한(flexible) 대면적 필름 형태로 제조 가능하고, 이를 박막 유연 소재로 적용 가능하다.

[0087] 게다가, 본 발명에 따른 대면적 초박막 발색 구조물 및 이의 제조방법은 온도 및 습도, 화학 가스, 미세 먼지 등의 특정 물질을 감지할 수 있는 감지 센서로 활용할 수 있을 뿐만 아니라, 눈에 보이지 않는 물질들도 시각화하는 것을 통하여 시각 증진 스마트 센서로 활용할 수 있게 된다.

[0089] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해 질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려 주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0090] 실시예 1. 본 발명에 따른 대면적 초박막 발색 구조물

[0091] 기관(금, Au)을 전자선 증착기(E-beam evaporator)에 장착하고, 다공성 매질 물질인 게르마늄(Ge)을 샘플 홀더에 주입하였다. 그리고, 상기 주입된 게르마늄을 상기 기관 상에 1×10^{-5} torr의 진공도 및 1 Å/s의 속도로 빔각 증착하여 60 nm 두께의 다공성 매질층을 형성하였다. 다음으로, 상기 다공성 매질층을 진공 상태에서 고정시키고, 동적변환 물질인 M13 박테리오파지를 1500 rpm의 속도로 300초 동안 스핀 코팅하여 50 nm 두께의 동적변환 물질층을 형성하여 본 발명에 따른 대면적 초박막 발색 구조물을 제조하였다.

[0092] 이때, 제조된 대면적 초박막 발색 구조물에서 상기 다공성 매질층은 상기 기관의 표면에 대하여 70°의 경사각 및 75%의 공극률을 가지며, 상기 동적변환 물질층은 2.0의 굴절률을 갖는다.

[0093] 실험예 1. 습도에 따른 발색 변화 확인

[0094] 가습기(humidifier)를 사용하여 습도 측정 센서가 부착된 챔버 내에 습기를 가하여 가하여 상기 실시예 1에 제조된 본 발명에 따른 대면적 초박막 발색 구조물의 습도에 따른 발색 변화를 확인하였으며, 그 결과를 도 6에 나타내었다.

[0095] 도 6을 참조하면, 규소(Si), 금(Au) 및 유리(glass)의 경우 습도에 따른 발색 변화가 확인되지 않았다. 반면, 본 발명에 따른 대면적 초박막 발색 구조물의 상대 습도의 변화에 따른 뚜렷한 색상 변화를 나타내는 것을 확인할 수 있다. 상기 결과로 인해, 본 발명에 따른 대면적 초박막 발색 구조물이 온도 및 습도, 화학 가스, 미세 먼지 등의 특정 물질을 감지할 수 있는 감지 센서로 활용할 수 있음을 시사한다 할 수 있다.

[0096] 실험예 2. 습도에 따른 발색 변화 확인

[0097] 상기 실시예 1에 제조된 본 발명의 대면적 초박막 발색 구조물의 정량적인 광학 특성을 평가하기 위해, 가시광 영역에서 반사 딥 이동을 측정하였으며, 이를 반사율 등고선 맵을 계산하였고, 그 결과를 도 7에 나타내었다.

[0098] 상기 도 7을 참조하면, 본 발명에 따른 대면적 초박막 발색 구조물의 동적변화로 인해 상대 습도의 변화에 따라 반사 딥 움직임(the movement of the reflective dip)이 크게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 색이 변화하기 위해서는 가시광 영역에서 반사율의 변화가 수행되어야 하고, 반사 딥 움직임이 클수록 더 큰 색 변화가 나타난 것이므로, 본 발명에 따른 대면적 초박막 발색 구조물의 습도에 따른 발색 변화가 명확히 나타나는 것이라 할 수 있다.

[0099] 실험예 3. CIE 좌표에 따른 색도 값 확인

[0100] 상기 실시예 1에 제조된 본 발명의 대면적 초박막 발색 구조물의 CIE 좌표에 따른 색도 값을 확인하였다. 이때 사용한 상기 CIE 좌표에 대한 정조는 색도값을 변환하는 삼극자 함수를 사용하였으며, 그 결과를 도 8에 나타내었다.

[0101] 상기 도 8을 참조하면, 본 발명에 따른 대면적 초박막 발색 구조물은 색도 값은 상대 습도가 변함에 따라 시계

방향으로 회전하여 색상 궤적을 형성하는 것을 확인할 수 있다.

[0102] **실험예 4. 기판의 종류에 따른 색 변화 확인**

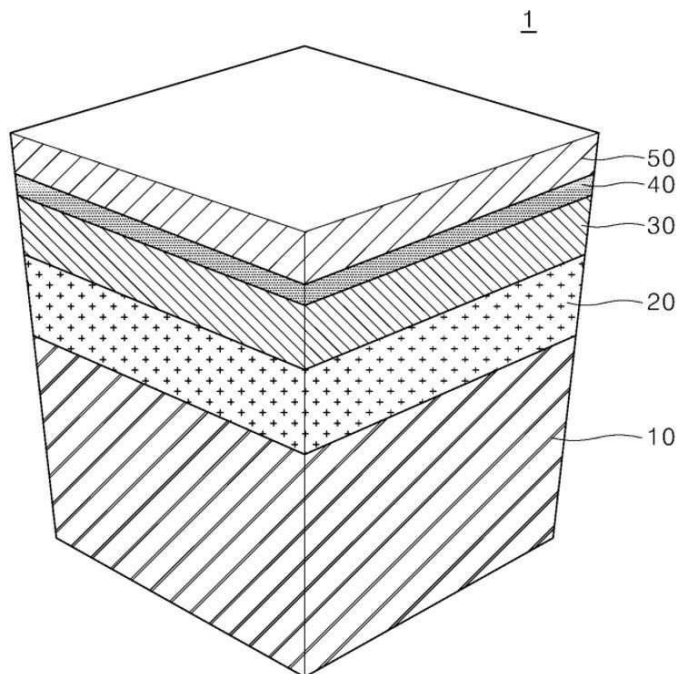
[0103] 상기 실시예 1에 제조된 본 발명의 대면적 초박막 발색 구조물과, Si 및 Au 기판에 대한 동적 변화에 따른 색상 차이를 확인하였다. 이때 사용한 상기 CIE 좌표에 대한 정조는 색도값을 변환하는 삼극자 함수를 사용하였으며, 그 결과를 도 9에 나타내었다.

[0104] 상기 도 9를 참조하면, 본 발명에 따른 대면적 초박막 발색 구조물은 Si 및 Au 기판과 비교하여 상대적으로 높은 색상 차이를 나타내는 것을 확인할 수 있다.

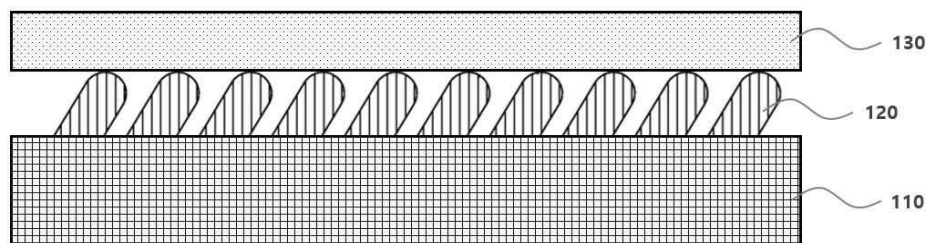
[0105] 이상 설명으로부터, 본 발명에 속하는 기술 분야의 당업자는 본 발명의 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 이와 관련하여, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며, 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해해야만 한다.

도면

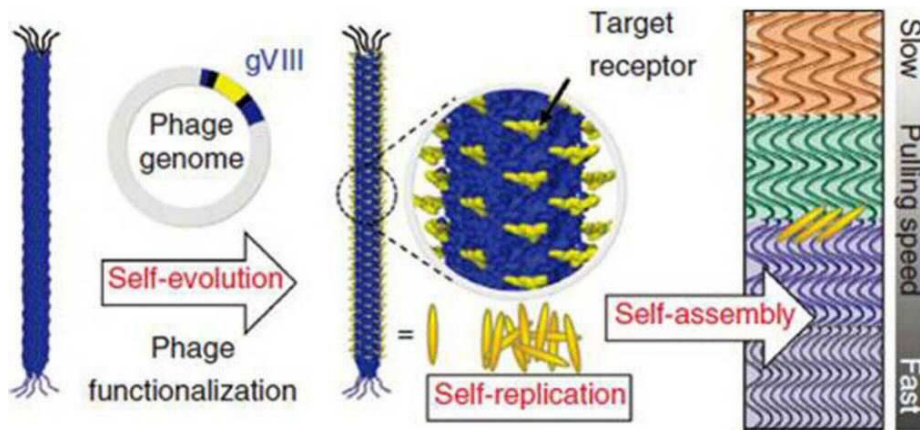
도면1



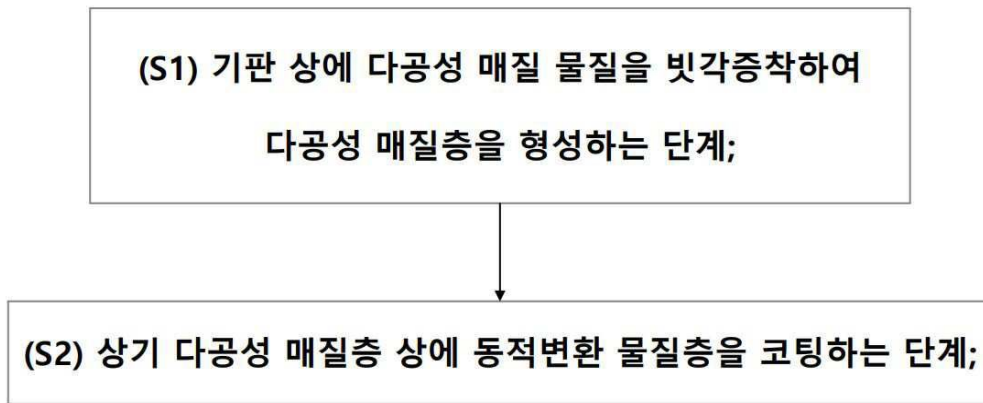
도면2



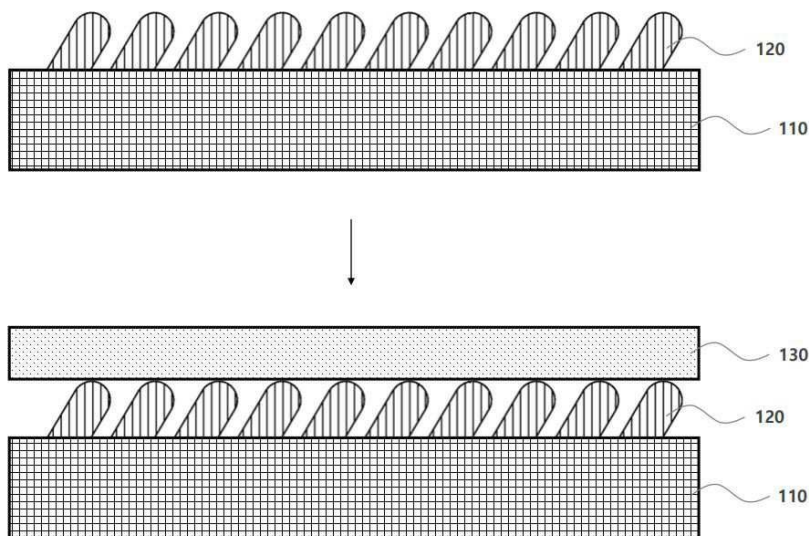
도면3



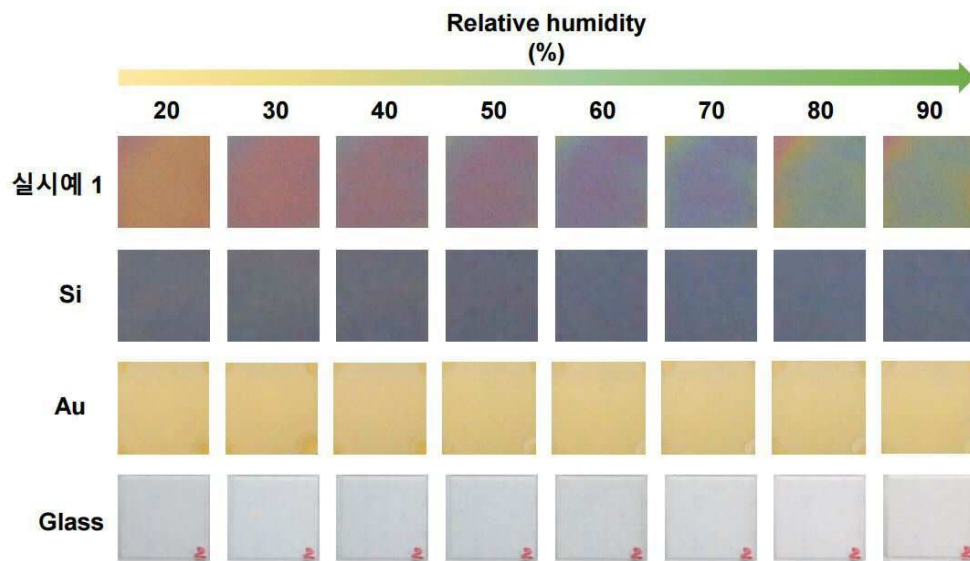
도면4



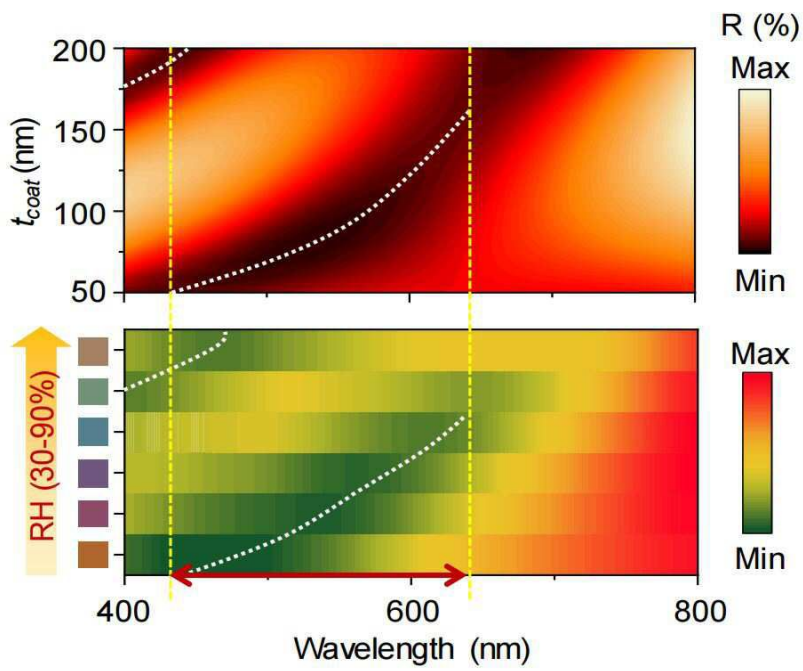
도면5



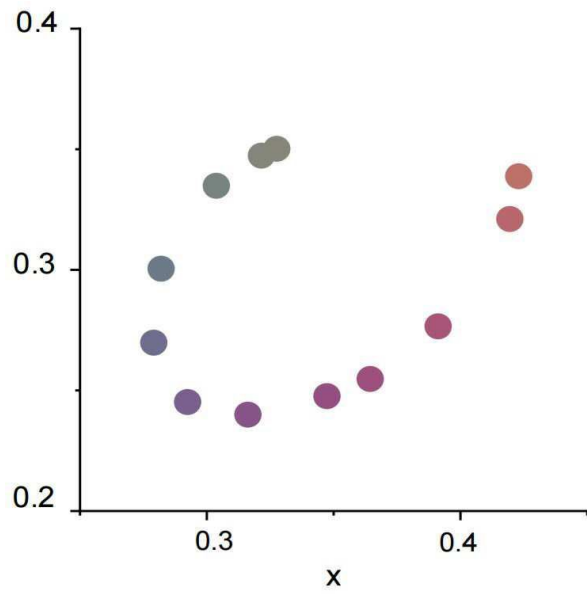
도면6



도면7



도면8



도면9

