



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0083238
(43) 공개일자 2020년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B41M 3/14 (2006.01) B42D 25/378 (2014.01)
(52) CPC특허분류
B41M 3/14 (2013.01)
B42D 25/378 (2015.01)
(21) 출원번호 10-2019-0169060
(22) 출원일자 2019년12월17일
심사청구일자 2019년12월17일
(30) 우선권주장
1020180173847 2018년12월31일 대한민국(KR)

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
김태성
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
박준규
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
이경훈
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
전용준

전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 가변형 그레이팅 복합체를 이용하는 정보 제공 시스템 및 이를 이용한 정보 제공 방법

(57) 요약

본 발명은 가변형 그레이팅 복합체를 이용한 정보 제공 시스템에 관한 것으로, 본 발명은, 대상물의 정보를 색을 통해 제공하기 위하여, 복수 개의 마이크로 또는 나노 파티클들이 자기 조립에 의해 복수 개의 자기조립체들로 형성되어 플렉서블한 베이스 기체에 감싸는 구조로 함침되며, 외부로부터 가해지는 하중에 의해 상기 베이스 기

(뒷면에 계속)

대표도 - 도21



채의 형태가 변화되면, 상기 베이스 기재에 수용된 자기조립체들 간의 상대 위치와 상기 자기조립체들에 각각 포함도니 상기 파티클들의 상대 위치가 각각 변화되어, 상기 파티클들이 동일 또는 서로 다른 배열을 갖는 주름 형상의 그레이팅 구조를 형성함으로써, 입사광에 의해 상기 그레이팅 구조에 동일 또는 서로 다른 구조색이 각각 나타나 특정 패턴을 형성하는 그레이팅 복합체를 제공하는 생산자 모듈; 및 상기 구조색의 색상정보와 색상의 패턴 정보를 각각 또는 함께 감지하여 상기 대상물의 정보를 사용자에게 제공하는 사용자 모듈을 포함하는 가변형 그레이팅 복합체를 이용하는 정보 제공 시스템을 제공한다.

본 발명에 의하면, 구조색이 나타나는 자기조립체의 위치, 구조색의 지수(RGB, $2^8 * 2^8 * 2^8$), 빛의 세기(2^5), 빛의 각도, 사용자의 보기 각도 등에 따라 늘어나는 경우의 수에 의해 무수히 많은 정보를 그레이팅 복합체 내에 포함할 수 있어 보다 다양한 정보를 제공할 수 있다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711083215
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명 나노 패턴링을 위한 “크랙-포토리소그래피” 공정기술 개발
기여율 1/2
주관기관 울산과학기술원
연구기간 2019.03.01 ~ 2020.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711087805
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 집단연구지원(R&D)
연구과제명 급속·정밀 냉각 기반 신경 신호전달 모델링 및 제어 기초연구실
기여율 1/2
주관기관 울산과학기술원
연구기간 2019.03.01 ~ 2020.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

대상물의 정보를 색을 통해 제공하기 위하여, 복수 개의 마이크로 또는 나노 파티클들이 자기 조립에 의해 복수 개의 자기조립체들로 형성되어 플렉서블한 베이스 기재에 감싸는 구조로 함침되며, 외부로부터 가해지는 하중에 의해 상기 베이스 기재의 형태가 변화되면, 상기 베이스 기재에 수용된 자기조립체들 간의 상대 위치와 상기 자기조립체들에 각각 포함도니 상기 파티클들의 상대 위치가 각각 변화되어, 상기 파티클들이 동일 또는 서로 다른 배열을 갖는 주름 형상의 그레이팅 구조를 형성함으로써, 입사광에 의해 상기 그레이팅 구조에 동일 또는 서로 다른 구조색이 각각 나타나 특정 패턴을 형성하는 그레이팅 복합체를 제공하는 생산자 모듈; 및

상기 구조색의 색상정보와 색상의 패턴 정보를 각각 또는 함께 감지하여 상기 대상물의 정보를 사용자에게 제공하는 사용자 모듈을 포함하는 가변형 그레이팅 복합체를 이용하는 정보 제공 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 그레이팅 구조에 의한 상기 구조색들 및 상기 구조색들이 형성하는 특정 패턴은 상기 베이스 기재의 굽힘 정도에 따른 상기 그레이팅 구조에 입사되는 빛의 세기, 상기 그레이팅 구조에 입사되는 빛의 각도 및 상기 그레이팅 구조를 바라보는 사용자의 보기 각도에 따라 각각 다른 색의 패턴으로 나타나는 가변형 그레이팅 복합체를 이용하는 정보 제공 시스템.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 파티클들의 상대 위치는 1차원 형태의 이방성 하중 또는 2차원 형태의 등방성 복합 하중이 가해져 변화되는 가변형 그레이팅 복합체를 이용하는 정보 제공 시스템.

청구항 4

청구항 2 또는 3에 있어서,

상기 구조체의 탄성 계수(Young's Modulus)보다 상기 파티클들의 탄성 계수가 더 크게 형성된 가변형 그레이팅 복합체를 이용하는 정보 제공 시스템.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 구조색의 패턴 정보는, 문자, 이미지, 바-코드(Bar-code), QR-코드(QR-code)를 포함하며, 상기 파티클들의 변화되는 상대 위치 각각에 매칭된 복수 개의 색상패턴정보들을 포함하는 가변형 그레이팅 복합체를 이용하는 정보 제공 시스템.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 생산자 모듈로부터 상기 구조색이 나타날 때의 상기 그레이팅 구조에 입사되는 빛의 세기, 빛의 각도 및 사용자의 보기 각도에 따라 달라지는 구조색의 색상정보 및 색상의 패턴정보를 포함하는 사양정보를 전송받아 상기 사용자 모듈에 제공하는 정보제공 DB를 더 포함하는 가변형 그레이팅 복합체를 이용하는 정보 제공 시스템.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 사용자 모듈은,

상기 그레이팅 구조에 의해 나타나는 구조색들을 감지하여, 상기 구조색이 나타나는 자기조립체의 위치별 색상 정보와 색상의 패턴정보가 포함된 감지정보를 생성하는 구조색 감지부; 및

상기 감지정보와 상기 사양정보를 비교하여, 상기 대상물의 인증 여부 또는 상기 대상물의 위조 여부를 판별하는 위조여부 감별부를 포함하는 가변형 그레이팅 복합체를 이용하는 정보 제공 시스템.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 사용자 모듈은,

상기 색상정보로부터 색지수(Color index)를 기반으로 산출된 위치별 색대비 정보 및 파장 정보를 숫자, 문자 및 기호를 포함하는 식별정보로 변환하여, 상기 정보제공 DB에 기 저장된 식별정보와 비교함으로써 상기 대상물의 인증 여부 또는 위조 여부를 재차 판별하는 산출정보 제공부를 포함하는 가변형 그레이팅 복합체를 이용하는 정보 제공 시스템.

청구항 9

청구항 6에 있어서,

상기 사용자 모듈은,

상기 그레이팅 구조에 의해 나타나는 구조색들을 감지하여, 상기 구조색이 나타나는 자기조립체의 위치별 색상 정보와 색상의 패턴정보가 포함된 감지정보를 생성하는 구조색 감지부; 및

상기 감지정보를 상기 정보제공 DB에 입력 파라미터로 제공함으로써, 감지정보에 매칭되는 생산자의 정보를 출력 파라미터로 제공 받는 기초정보 교환부를 포함하는 가변형 그레이팅 복합체를 이용하는 정보 제공 시스템.

청구항 10

청구항 6에 있어서,

상기 그레이팅 구조에 의해 나타나는 상기 구조색의 색상정보와 색상의 패턴정보는 상기 사용자 모듈과 상기 정보제공 DB의 연결을 위한 안내정보를 제공하는 가변형 그레이팅 복합체를 이용하는 정보 제공 시스템.

청구항 11

대상물의 정보를 색을 통해 제공하기 위하여, 생산자 모듈이 복수 개의 마이크로 또는 나노 파티클들이 자기 조립에 의해 복수 개의 자기조립체들로 형성되어 플렉서블한 베이스 기재에 감싸는 구조로 함침되며, 외부로부터 가해지는 하중에 의해 상기 베이스 기재의 형태가 변화되면, 상기 베이스 기재에 수용된 자기조립체들 간의 상대 위치와 상기 자기조립체들에 각각 포함도니 상기 파티클들의 상대 위치가 각각 변화되어, 상기 파티클들이 동일 또는 서로 다른 배열을 갖는 주름 형상의 그레이팅 구조를 형성함으로써, 입사광에 의해 상기 그레이팅 구조에 동일 또는 서로 다른 구조색이 각각 나타나 특정 패턴을 형성하는 그레이팅 복합체를 제공하는 단계; 및

사용자 모듈이 상기 구조색의 색상정보와 색상의 패턴 정보를 각각 또는 함께 감지하여 상기 대상물의 정보를 사용자에게 제공하는 단계를 포함하는 사용자 모듈을 포함하는 가변형 그레이팅 복합체를 이용한 정보 제공 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 그레이팅 구조에 의한 상기 구조색들 및 상기 구조색들이 형성하는 패턴은 상기 베이스 기재의 굽힘 정도에 따른 상기 그레이팅 구조에 입사되는 빛의 세기, 상기 그레이팅 구조에 입사되는 빛의 각도 및 상기 그레이팅 구조를 바라보는 사용자의 보기 각도에 따라 각각 다른 색으로 나타나는 가변형 그레이팅 복합체를 이용한 정보 제공 방법.

청구항 13

청구항 11에 있어서,

상기 파티클들의 상대 위치는 1차원 형태의 이방성 하중 또는 2차원 형태의 등방성 복합 하중이 가해져 변화되는 가변형 그레이팅 복합체를 이용한 정보 제공 방법.

청구항 14

청구항 12 또는 13에 있어서,

상기 구조체의 탄성계수(Young`s Modulus)보다 상기 파티클의 탄성계수가 더 크게 형성된 가변형 그레이팅 복합체를 이용한 정보 제공 방법.

청구항 15

청구항 11에 있어서,

상기 구조색의 패턴 정보는 문자, 이미지, 바-코드, QR-코드를 포함하며, 상기 파티클들의 변화되는 상대 위치 각각에 매칭된 복수개의 색상패턴정보를 포함하는 가변형 그레이팅 복합체를 이용한 정보 제공 방법.

청구항 16

청구항 11에 있어서,

상기 그레이팅 복합체를 제공하는 단계 이후,

정보제공 DB가 상기 생산자 모듈로부터 상기 구조색이 나타날 때의 자기조립체의 상대 위치 정보, 상기 그레이팅 구조의 입사되는 빛의 세기, 빛의 각도 및 사용자의 보기 각도에 따라 달라지는 구조색의 색상정보 및 색상의 패턴정보를 포함하는 사양정보를 전송받아 상기 사용자 모듈에 제공하는 단계를 더 포함하는 가변형 그레이팅 복합체를 이용한 정보 제공 방법.

청구항 17

청구항 16에 있어서,

상기 사용자 모듈이 대상물의 정보를 사용자에게 제공하는 단계는,

구조색 감지부가 상기 그레이팅 구조로부터 반사되는 구조색들을 감지하여, 상기 구조색이 나타나는 자기조립체의 위치별 색상정보와 색상의 패턴정보가 포함된 감지정보를 생성하는 단계; 및

위조여부 감별부가 상기 감지정보와 상기 사양정보를 비교하여, 상기 대상물의 인증 여부 또는 상기 대상물의 위조 여부를 판별하는 단계를 포함하는 가변형 그레이팅 복합체를 이용한 정보 제공 방법.

청구항 18

청구항 17에 있어서,

상기 사용자 모듈이 대상물의 정보를 사용자에게 제공하는 단계는,

산출정보 제공부가 상기 색상정보로부터 색지수(Color index)를 기반으로 산출된 위치별 색대비 정보 및 과장 정보를 숫자, 문자 및 기호를 포함하는 식별정보로 변환하여, 상기 정보제공 DB에 기 저장된 식별정보와 비교함으로써 상기 대상물의 인증 여부 또는 위조 여부를 재차 판별하는 단계를 포함하는 가변형 그레이팅 복합체를 이용한 정보 제공 방법.

청구항 19

청구항 16에 있어서,

상기 사용자 모듈이 대상물의 정보를 사용자에게 제공하는 단계는,

구조색 감지부가 상기 그레이팅 구조로부터 반사되는 구조색들을 감지하여, 상기 구조색이 나타나는 자기조립체의 위치별 색상정보와 색상의 패턴정보가 포함된 감지정보를 생성하는 단계; 및

기초정보 교환부가 상기 감지정보를 상기 정보제공 DB에 입력 파라미터로 제공함으로써, 감지정보에 매칭되는 생산자의 정보를 출력 파라미터로 제공 받는 단계를 포함하는 가변형 그레이팅 복합체를 이용한 정보 제공 방법.

청구항 20

청구항 16에 있어서,

상기 그레이팅 복합체를 제공하는 단계 이후,

상기 그레이팅 구조에 의해 나타나는 상기 구조색의 색상정보와 색상의 패턴정보는 상기 사용자 모듈과 상기 정보제공 DB의 연결을 위한 안내정보가 제공하는 단계를 더 포함하는 가변형 그레이팅 복합체를 이용한 정보 제공 방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 가변형 그레이팅 복합체를 이용하는 정보 제공 시스템 및 이를 이용한 정보 제공 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 그레이팅 복합체의 형태 변화에 따라 발현되는 다양한 구조색과 그 구조색이 형성하는 다양한 이미지를 포함하는 패턴을 이용하여 보다 많은 양의 정보를 전달할 수 있는 정보 제공 시스템 및 이를 이용한 정보 제공 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 색은 무수히 많은 정보를 포함하고 있다. 색상, 채도, 명도, 대비, 과장 등의 다양한 정보를 포함하고 있어, 이러한 정보들을 적절히 활용할 수 있다면 기존의 위조 방지 수단들을 충분히 대체할 수 있을 것으로 보인다.
- [0003] 일반적인 색의 구현 방법은 자체 광원의 빛을 Red, Green, Blue 색상의 컬러 필터에 투과시켜 색을 구현하는 방법, 플라즈마로부터 나오는 자외선을 형광체와 충돌시키는 방법 및 재료 자체에서 전류 흐름에 따라 발광되는 빛을 혼합하는 방법 등의 발광형 방법과, 이와 달리 광결정(Photonic Crystal)을 이용하여 자체 광원 없이 입사되는 특정 파장의 빛을 배제 또는 반사시켜 구조색(structure color)이 발현되도록 하는 반사형 방법 등이 알려져 있다.
- [0004] 이러한 색의 구현 방법 중, 발광형 방법은 반사형 방법에 비해 널리 알려져 있으나 컬러 필터와 발광을 위한 전력을 지속적으로 공급하여야 하는 중대한 문제를 안고 있으며, 기존의 구조색을 이용한 반사형 방법은 컬러 필터 없이 임의의 색상을 구현할 수 있어 간단한 소자제작 공정으로 야외 시인성이 우수한 초저전력 디스플레이 구현이 가능하다.
- [0005] 다만, 구조색을 이용한 반사형 방법은 광결정(Photonic Crystal)에 의한 이미지가 빛의 존재 하에서 항상 보임(Overt) 형태를 유지할 수밖에 없는 단점을 가지고 있다. 이러한 반사형 방법의 특성은 위조방지를 위한 필요 정보를 숨기기에는 부적합하여 위조방지 분야에서 광결정의 활용도를 떨어뜨리며, 발현되는 색 역시 조명각 및 보기각도에 따라 달라지는 문제로 인해 이미지에 내장되는 정보의 양도 떨어지는 문제를 안고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 『대한민국등록특허공보 제10-1672392호, 발명의 명칭: 광결정 표시 장치, (공고일: 2016년11월13일, 출원인: 삼성전자(주)/주식회사 나노브릭)』

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 그레이팅 복합체의 형태 변화에 따라 발현되는 다양한 구조색과 그 구조색이 형성하는 다양한 이미지를 이용하여 보다 많은 양의 정보를 전달할 수 있는 정보 제공 시스템 및 정보 제공 방법을 제공하는 것을 목적

으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일측면에 따르면, 본 발명은, 대상물의 정보를 색을 통해 제공하기 위하여, 복수 개의 마이크로 또는 나노 파티클들이 자기 조립에 의해 복수 개의 자기조립체들로 형성되어 플렉서블한 베이스 기재에 감싸는 구조로 함침되며, 외부로부터 가해지는 하중에 의해 상기 베이스 기재의 형태가 변화되면, 상기 베이스 기재에 수용된 자기조립체들 간의 상대 위치와 상기 자기조립체들에 각각 포함도니 상기 파티클들의 상대 위치가 각각 변화되어, 상기 파티클들이 동일 또는 서로 다른 배열을 갖는 주름 형상의 그레이팅 구조를 형성함으로써, 입사광에 의해 상기 그레이팅 구조에 동일 또는 서로 다른 구조색이 각각 나타나 특정 패턴을 형성하는 그레이팅 복합체를 제공하는 생산자 모듈; 및 상기 구조색의 색상정보와 색상의 패턴 정보를 각각 또는 함께 감지하여 상기 대상물의 정보를 사용자에게 제공하는 사용자 모듈을 포함하는 가변형 그레이팅 복합체를 이용하는 정보 제공 시스템을 제공한다.

[0010] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 본 발명은, 대상물의 정보를 색을 통해 제공하기 위하여, 생산자 모듈이 복수 개의 마이크로 또는 나노 파티클들이 자기 조립에 의해 복수 개의 자기조립체들로 형성되어 플렉서블한 베이스 기재에 감싸는 구조로 함침되며, 외부로부터 가해지는 하중에 의해 상기 베이스 기재의 형태가 변화되면, 상기 베이스 기재에 수용된 자기조립체들 간의 상대 위치와 상기 자기조립체들에 각각 포함도니 상기 파티클들의 상대 위치가 각각 변화되어, 상기 파티클들이 동일 또는 서로 다른 배열을 갖는 주름 형상의 그레이팅 구조를 형성함으로써, 입사광에 의해 상기 그레이팅 구조에 동일 또는 서로 다른 구조색이 각각 나타나 특정 패턴을 형성하는 그레이팅 복합체를 제공하는 단계; 및 사용자 모듈이 상기 구조색의 색상정보와 색상의 패턴 정보를 각각 또는 함께 감지하여 상기 대상물의 정보를 사용자에게 제공하는 단계를 포함하는 사용자 모듈을 포함하는 가변형 그레이팅 복합체를 이용한 정보 제공 방법을 제공한다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 의하면 다음과 같은 효과가 있다.

[0012] 첫째, 구조색이 나타나는 자기조립체의 위치, 구조색의 지수(RGB, $2^8 \times 2^8 \times 2^8$), 빛의 세기(2^5), 빛의 각도, 사용자의 보기 각도 등에 따라 늘어나는 경우의 수에 의해 무수히 많은 정보를 그레이팅 복합체 내 포함할 수 있어 보다 다양한 정보를 제공할 수 있다.

[0013] 둘째, 굽힘 정도 및 인장 정도에 따라 그레이팅 정도를 조절할 수 있고, 구조색 역시 그레이팅 정도에 따라 발현되는 색이 다양해지므로, 굽힘 또는 인장 정도를 통해 더욱 다양한 색을 발현할 수 있다.

[0014] 셋째, 베이스 기재와 주름 형상의 그레이팅 구조 사이의 탄성계수의 현격한 차이로 인하여 그레이팅 구조가 외부 자극에 민감하게 반응함으로써, 더욱 다양한 굽힘 정도에 따른 구조색을 나타낼 수 있다.

[0015] 넷째, 베이스 기재와 자기조립체의 굴절률을 유사하게 형성하여, 외부자극에 따라 구조색의 보임과 숨김 등의 동작을 능동적으로 제어할 수 있어 보다 높은 보안성을 유지할 수 있는 효과가 있다.

[0016] 다섯째, 베이스 기재에 가해지는 이방성 하중은 물론 등방성 하중에 따라 각각 구조색이 발현되게 할 수 있어, 다양한 입력-반응형 그레이팅 복합체를 제공할 수 있다.

[0017] 여섯째, 하나의 베이스 기재에 복수개의 그레이팅 구조가 형성될 수 있어, 베이스 기재의 형태 변화에 각각 매칭된 복수개의 문자, 이미지, 바-코드(Bar-code), QR-코드(QR-code) 등의 다양한 형식의 정보를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1 내지 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 가변형 그레이팅 복합체를 제조하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 5 내지 도 20은 본 발명의 일 실시예에 따른 가변형 그레이팅 복합체의 기계적/광학적 특성들을 설명하기 위한 도면이다.

도 21 및 도 25는 본 발명의 일 실시예에 따른 가변형 그레이팅 복합체를 이용한 정보 제공 시스템 및 방법을

설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 도 1 내지 도 4를 참조하여 본 발명의 가변형 그레이팅 복합체(100)를 제조하는 방법에 대해 설명한다.
- [0020] 도 1(a)를 참조하면, 가변형 그레이팅 복합체(100)를 제조하기 위해, 그레이팅 구조를 통해 나타나야 할 컬러 이미지를 흑백이미지로 변환하여, 잉크젯 프린터의 매트릭스 구조의 인쇄를 위한 바이너리 패턴을 생성한다(S1100) 이때, 도 1(b)와 같이, 액적 기반 바이너리 패턴 생성을 위한 기본 픽셀 단위의 결정 구조는 높은 종횡비의 커피-링 모양의 마이크로 또는 나노 구조이다. 여기서, 커피-링 형상은 도넛(doughnut) 또는 링(ring) 형태를 의미한다.
- [0021] 이후, 상기 잉크젯 프린터의 잉크로 사용되어질 나노 파티클(111)들이 포함된 현탁액을 준비한다.(S1200) 여기서, 나노 파티클(111)들이 포함된 현탁액을 준비하는 과정(S1200)은 300nm, 500nm 또는 700nm 직경의 단분산(mono-dispersed) 실리카 나노 입자(20%, w/v) 용액을 6500rpm에서 10분간 원심 분리하여 솔벤트를 제거함으로써 단분산 실리카 펠릿(Pellet)을 추출하는 과정(S1210)과, 솔벤트가 제거된 실리카 펠릿을 포름아미드(Formamide)와 혼합하여 실리카 현탁액인, 나노 입자 현탁액을 제조하는 과정(S1220)과, 제조된 나노 입자 현탁액 내 실리카 파티클(111)들을 완전히 분산시키기 위해 소니케이터를 사용하여 용액을 초음파 처리하는 과정(S1230)을 포함한다. 이때, 단분산 실리카 나노 입자 용액은 20w%의 파티클(111) 농도를 가지는 증류수를 자연 증발 시키기 위한 포름아미드를 혼합하며, 물과 포름아미드의 비율은 3:1 정도로 설정하는 것이 바람직하다.
- [0022] 이후, 상기 현탁액이 도포되어 질 습윤성(wettability) 유리 기판(GS)을 준비한다.(S1300) 여기서, 상기 습윤성 유리 기판(GS)을 준비하는 과정(S1300)은, 화학적 처리가 전혀 되지 않은 유리 기판(GS)을 준비하는 과정(S1310)과, 화학적 처리가 전혀 되지 않은 유리 기판(GS)에 피라니아(piranha) 용액을 처리하여 친수성을 증가시킨 유리 기판(GS)을 준비하는 과정(S1320)과, 화학적 처리가 전혀 되지 않은 유리 기판(GS)을 실레인(Silane) 처리하여 소수성을 증가시킨 유리 기판(GS)을 준비하는 과정(S1330) 중 어느 하나가 선택적으로 포함된다.
- [0023] 이때, 상술한 유리 기판(GS)의 물의 친화력과 함께 도포를 위한 접촉각은 커피-링 형상의 자기조립체(112)를 형성하는데 중요한 역할을 한다. 구체적으로, 현탁액의 성분인 물(water), 입자(particle), 포름아미드의 비율이 일정할 경우, 표면의 접촉각에 따라 형성되는 패턴은 3종류로 나눌 수 있다. 접촉각이 0° ~ 15° 에서는 단층(monolayer)에 가까운 패턴이 형성되고, 15° ~ 60° 내외까지는 커피-링 구조가 형성되며, 그 이상에서는 소수성 표면에서와 같이 돔(Dome) 구조가 형성된다.
- [0024] 아울러, 잠시 피라니아 세정 공정(piranha cleaning)을 약술하면, 수산화 암모늄(70 ml), 과산화수소(70 ml) 및 탈 이온수(350 ml)로 구성된 피라니아 용액을 서서히 190℃로 가열한 후, 유리 슬라이드를 가열된 피라니아 용액에 1시간 동안 담그고, 탈이온수로 세척하여 N₂ 가스로 건조시키는 과정이다.
- [0025] 도 1(c)를 참조하면, 앞서 준비된 나노 파티클(111)들이 포함된 현탁액을 상기 습윤성 유리 기판(GS)에 도포 및 인쇄하여, 사전 정의된 패턴으로 상기 나노 파티클(111)들이 자기 조립되게 함으로써, 복수 개의 자기조립체(112)들을 형성한다.(S1400)
- [0026] 잠시, 도 2를 참조하면, 상기 복수 개의 자기조립체(112)들을 형성하는 단계(S1400)는, 유리 기판(GS)의 온도를 32℃ 이상으로 유지하는 과정(S1410)과, 접촉각이 15° 내지 60° 중 17℃로 형성된 상태에서 액적 간의 간섭을 방지하기 위해 액적 간 150μm 이상의 간격으로 현탁액을 유리 기판(GS)에 도포하는 과정(S1420)과, 현탁액이 도포된 유리 기판(GS)을 10분간 100℃의 오븐에 보관하여 포름아미드(Formamide)를 충분히 증발시켜 커피-링 구조의 비정질(amorphorous) 자기조립체(112)를 형성하는 과정(S1430)을 포함한다. 이때, 유리 기판(GS)의 온도는 32℃ 이상, 50℃ 이하로 유지되는 것이 바람직하나, 50℃ 이상의 온도 역시 자기조립체(112)를 형성하는데 큰 무리는 없을 것으로 보인다.
- [0027] 여기서, 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에서는 각 자기조립체(112)들 내 실리카 파티클(111)들을 커피-링 구조로 형성하는 것을 상정하여 설명하고 있으나, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되는 것은 아니며, 실리카 파티클(111)을 플랫(Flat) 구조의 모노레이어(평면 구조, monolayer) 또는 돔(Dome) 구조로 형성할 수 있음은 물론이다. 다만, 돔 구조에서는 그레이팅 복합체(100)에 가해지는 하중에 의한 그레이팅 구조의 형성이 다른 구조들에 비해 어렵기 때문에 실리카 파티클(111)을 플랫 구조의 모노레이어와 커피-링 구조로 형성하는 것이 바람직하다. 이에 관해서는 도 8 내지 도 11에 다시 상세히 설명한다. 플랫 구조의 모노레이어와 커피-링 구조의 생성 방법을 약술하면, 모노레이어는 유리 기판(GS)을 초 친수성 처리한 상태에서 유리 기판(GS)의 온도보

다 자기조립체(112) 형성을 위한 액적 온도가 유리 기판(GS)의 온도보다 높게 설정하여 생성하며, 커피-링 구조는 유리 기판(GS)을 친수성 처리한 상태에서 유리 기판(GS)의 온도를 액적의 온도보다 높게 설정하여 형성할 수 있다.

[0028] 더불어, 실리카 나노 파티클(111)의 인쇄 과정을 위해 Dimatrix 카트리지가 있는 압전식 드롭-온-디맨드 잉크젯 프린터가 준비되며, 이러한 잉크젯 프린터는 약 $21.5\mu\text{m}$ 의 직경과 $254\mu\text{m}$ 의 간격을 갖는 16개의 독립적인 작동 노즐을 구비하고, 10pL의 액적을 지지하며, 액적 중심 간격을 해상도 설정(9dpi)에 따라 $5\mu\text{m}$ 에서 $254\mu\text{m}$ 까지 $1\mu\text{m}$ 단위로 프린터 헤드의 각도를 조절할 수 있으며, 진공 펌프가 장착되고, 60°C 까지 가열할 수 있는 A4 크기의 기판 테이블이 구비된다.

[0029] 다시 도 1(d)를 참조하여, 도포된 현탁액에서 포름아미드를 증발시켜 커피-링 구조의 자기조립체(112)가 형성되면, 모르타르 형태의 고분자 폴리머(Macromolecule Polymer)를 자기조립체(112)들 위에 부어, 고분자 폴리머가 자기조립체(112)들 각각의 전부분 또는 일부분을 수용하도록 자기조립체(112)들을 각각 감싸는 구조로 함침시켜 베이스 기재(113)를 형성한다. (S1500) 여기서, 상기 베이스 기재(113)을 형성하는 과정(S1500)은 모르타르 형태의 고분자 폴리머를 경화시키기 위해 75°C 에서 3시간 가열하는 과정(S1510)과, 경화된 고분자 폴리머를 30분간 냉각시키는 과정(S1520)을 포함한다. 이때, 고분자 폴리머는 PDMS(polydimethylsiloxane)가 사용되는 것이 바람직하다.

[0030] 다음으로, 상기 베이스 기재(113)로부터 유리 기판(GS)을 제거함으로써, 베이스 기재(113)에 입사광을 배제, 회절, 산란 또는 반사하여 구조색을 나타내는 그레이팅 복합체(100)가 완성된다. (S1600)

[0031] 도 4를 참조하면, 자기조립체(112)들과 베이스 기재(113)의 굴절률은 굴절률 차가 0.04 이내(즉, 자기조립체(112)들의 굴절률이 베이스 기재(113)의 굴절률의 96% 내지 104%)로 형성되도록 함으로써, 마이크로 또는 나노 파티클(111)들이 PDMS 매트릭스 상에서 경화되어 자기조립체(112)로 캡슐화되었을 때, 베이스 기재(113)의 동일 또는 유사한 색을 띄게 되어 전혀 보이지 않아 숨겨진 상태로 유지될 수 있다. 또한, 베이스 기재(113)이 매우 투명한 재질로 마련되는 경우, 자기조립체(112)들 역시 투명한 상태로 유지될 수 있다.

[0033] 이하에서, 본 발명의 일 실시예에 따른 가변형 그레이팅 복합체(100)의 기계적 특성과 광학적 특성에 대해 도 5 내지 도 20을 참조하여 상세히 설명한다.

[0034] 도 5(a), 6 및 7을 참조하면, 나노 파티클(111)들은 자기조립체(112) 또는 베이스 기재(113)의 높이 방향 또는 두께 방향을 따라 여러 계층(Layer)을 형성하여 분포되며, 외부자극이 가해지지 않은 상태에서는 그레이팅 구조가 형성되지 않아, 구조색이 나타나지 않는(Covert) 0차원 격자로 존재한다. 이는 앞서 말한 바와 같이, PDMS의 베이스 기재(113)와, 자기조립체(112)들의 동일 또는 유사한 굴절률($R/\text{silica} - R/\text{PDMS} = 0.04$)로 인한 구조적 투명성(photonic glasses)에 의해 입사광이 대부분 투과하기 때문이다. 이에, 파티클(111)들이 형성하는 그레이팅 구조에 의한 구조색이 나타나지 않은 상태에서 자기조립체(112)들은 베이스 기재(113) 내에 완전하게 숨겨(Covert)질 수 있다.

[0035] 도 5(b), 6 및 7을 참조하면, 한편, 그레이팅 복합체(100)에 1st 계층 방향으로 굽힘 하중에 따른 압축된 변형이 일어나는 경우, 각 자기조립체(112)들의 나노 파티클(111)들은 굽힘 하중에 의해 그 상대 위치가 변화되어 주름 형상의 그레이팅 구조를 각각 형성함으로써, 구조색이 나타나는(Overt) 1차원 격자로 변형되고, 이러한 주름 형상의 그레이팅 구조에 의한 구조색이 나타난 자기조립체(112)들이 한데 모여 특정 이미지를 형성한다. 이때, 각 자기조립체(112) 포함된 나노 파티클(111)들의 계층 중 주름 형상의 그레이팅 구조에 의해 구조색이 나타나는 계층은 1st 계층의 나노 파티클(111) 계층이다.

[0036] 도 5(c), 6 및 7을 참조하여, 반대로, 7st 계층 방향으로 굽힘 하중에 따른 압축된 변형이 일어나는 경우, 즉 인장된 변형이 일어나는 경우, 각 자기조립체(112)들의 나노 파티클(111)들은 굽힘 하중에 의해 그 상대 위치가 변화되 나노 파티클(111)들의 간격이 가까워지는 것이 아니라 상대적으로 멀어져 주름 형상의 그레이팅 구조를 형성하지 않는 0차원 격자로 변형 또는 유지된다. 이에, 각 자기조립체(112)들에 구조색이 나타나지 않는(Covert) 것은 물론 구조색의 한데 모여 형성하는 특정 이미지 역시 나타나지 않는다.

[0037] 여기서, 상술한 그레이팅 복합체(100)에 가해지는 하중은 굽힘 하중을 비롯한 압축, 인장, 또는 비틀림 하중의 단일 하중이거나, 둘 이상의 복합 하중일 수 있으며, 상술한 그레이팅 복합체(100)에 형성되는 압축된 변형은

이러한 압축, 인장, 굽힘 또는 비틀림 하중에 의한 변형일 수 있다.

[0038] 도 8 내지 11을 참조하여, 이러한, 굽힘 하중에 따른 1st 계층의 나노 파티클(111)들의 주름 형상의 그레이팅 구조 형성 원리에 대해 살펴보면, 본 발명의 자기조립체(112)는 유리 기판(GS)에 액적 형태로 맺혀 형성되는 생성 조건에 의해 계층별로 구배(Gradient)를 갖도록 분포되어 형성된다. 구체적으로, 잠시 도 3을 참조하여, 자기조립체(112) 내 분포된 나노 파티클(111)의 구배는 플랫폼 구조의 모노레이어와 같이 분포 구배가 거의 없는 형태로 형성되거나, 커피-링 구조와 같이 구배가 형성되되 내부 중심이 움푹 패인 형태로 형성되거나, 도시 되지는 않았으나 돔 구조와 같이 반원형의 분포 구배를 갖는 형태로 형성될 수 있다.

[0039] 이때, 모노레이어 구조와 커피-링 구조는 돔 구조와 다르게 자기조립체(112) 내 두터운 부분이 존재하지 않아 PDMS가 나노 파티클(111)들 사이로 진입하여 나노 파티클(111)들과 복합 구조를 형성하기 용이하다. 보다 상세하게는 모노레이어 구조는 얇은 박막 형태로 PDMS가 나노 파티클(111)들 사이로 진입하기 용이하고, 커피-링 구조는 상층부 입자들 사이에 많은 빈 공간을 포함하고 있어, PDMS가 나노 파티클(111)들 사이로 진입하기 용이한 반면, 돔 구조는 내부 중심 즉, 상층부 입자들이 두텁게 밀집됨으로써, PDMS가 나노 파티클(111)들 사이로 진입하기 어렵다.

[0040] 한편, 도 12를 참조하면, 자기조립체(112) 내 나노 파티클(111) 사이에 PDMS가 진입하여 복합 구조를 이룬 상태에서 자기조립체(112)에 베이스 기재(113)을 통한 굽힘 하중이 가해지면, 얇고 강성인 필름층(113a)과 필름층(113a)보다 두껍고 연성인 기관층(113b)의 기계적 물성의 부조화로 인해 필름층(113a)에서 버클링(Buckling) 타입의 불안정성(instability)에 의해 주기적인 폭을 갖는 주름 배열 패턴이 형성된다. 다만, 상술한 모노레이어 구조와 커피-링 구조의 자기조립체(112)들에서는 주기적인 주름 구조가 나타나나, 돔 구조의 자기조립체(112)에서는 돔 구조의 자기조립체(112)가 전체가 매우 높은 탄성계수를 가진 큰 블록 형태로 형성되어 주름이 돔 패턴보다 더 크게 형성됨으로써, 마이크로 스케일 단위에서는 그 주름 패턴을 관찰할 수 없다. 즉, 돔 구조에서는 자기조립체(112)에 주름 구조가 나타나지 않는다.

[0041] 아울러, 자기조립체(112) 내 형성되는 나노 파티클(111)들의 커피-링 구조는 상술한 바와 같이, 나노 파티클(111)들의 계층에 따른 탄성 구배가 형성되어 단일 하중 또는 복합 하중이 가해질 때, 플랫폼 구조의 모노레이어보다 규칙적인 주름 패턴을 형성하는데 유리함을 가지고 있다. 이는, 자기조립체(112)에 다양한 역학적 하중이 가해질 때, 플랫폼 구조의 모노레이어는 나노 파티클(111)들의 구조가 내부 응력에 따라 불규칙하게 바뀔 수 있으나, 커피-링 구조는 나노 파티클(111)들의 탄성 구배에 의해 구조가 보다 규칙적일 수 있어, 주름 패턴을 형성하는데 그 만큼 유리할 것으로 보인다.

[0042] 여기서, 주름 배열의 주기성 λ 는 필름의 두께(h)와, 필름층(113a)의 탄성 계수(E_f) 및 선형 좌굴 이론을 통해 예측할 수 있는 기관층(113b)의 탄성 계수(E_s)에 의해 다음과 같이 결정된다.

수학식 1

$$\lambda = 2\pi h^3 \sqrt{E_f/3E_s}$$

[0044] 여기서, $\bar{E}$ 는 평면 변형 계수이며 $E/(1-\nu^2)$ 로 정의된다. ν 는 포아송 비율이다. 이러한 수학식 1은 표면 주기 현상의 모델을 보여주며 그레이팅 복합체(100)의 주기성을 예측하게 한다. 세부적으로, 본 발명의 필름층(113a)과 기관층(113b)이 복합된 그레이팅 복합체(100, SiO₂-NPs/PDMS)는 기관층(132, $E_s = 0.75$ MPa)의 강성에 비해 필름층(131, $E_f =$ 수십 GPa)의 강성이 매우 높기 때문에 필름층(113a)을 강성 필름층(113a)으로 간주할 수 있으며, 커피-링 나노 구조를 둘러싼 PDMS는 도 12의 분홍색 화살표와 같이 압축력을 제공한다. 여기서, 베이스 기재(113)의 탄성계수보다 자기조립체(112)의 탄성계수가 높게 설정되어 필름층(113a)의 강성이 기관층(113b)의 강성에 비해 높게 형성된다.

[0045] 도 12 및 13을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 그레이팅 복합체(100)는 회절 그레이팅(diffraction grating) 구조보다 투과 그레이팅(transmission grating) 구조에 가깝게 형성됨으로써, 그레이팅 복합체(100)의 후면으로부터 백색광이 입사되면, 그레이팅 복합체(100)를 관통하여 입사광이 주름 형상의 그레이팅 구조에 의해 회절 또는 산란됨으로써, 자기조립체(112)들의 구조색이 나타나 특정 이미지를 형성한다. 이때, 나타나는 구조색은 입사광의 입사각도 및 관측자의 보기각도에 따라 각기 다른 색으로 나타날 수 있음은 물론이다. 여기서,

관측자는 사람의 시각일 수 있으나, CCD 카메라와 같은 이미지 관측 장치일 수 있다.

[0046] 도 14를 참조하면, 그레이팅 복합체(100)에 나타나는 주름 구조는 앞서 설명한 바와 같이 압축된 변형이 일어난 경우에만 나타나는 것을 확인할 수 있다.

[0047] 도 15를 참조하면, 그레이팅 복합체(100)의 구조적인 색상 플랫폼을 확인할 수 있다. 우선, 나노 파티클(111)들의 크기를 달리하면, 도 15의 (a, b, c)와 같이 나노 파티클(111)의 크기를 300 nm로 달리하면 주름의 주기는 약 2.44 μm 이며, 700 nm 일 때 6.50 μm 임을 알 수 있다. 따라서, 입자 크기의 증가에 따른 주름의 주기성의 증가는 입자 크기의 증가에 따른 얇은 필름층(113a)의 두께(h)의 증가에 의해 설명될 수 있다. 동시에, 나노 파티클(111)의 입자 크기가 300 nm에서 700 nm로 증가했을 때 명백한 적색 편이가 있음을 알 수 있다. 이것은 회절 방정식 $n\lambda_w = (\sin\theta_D - \sin\theta_I)$ 으로 설명될 수 있으며, 여기서 정수 n은 회절 차수이다. λ_w 는 400 nm 내지 700nm 범위의 백색광의 파장으로 가시광선 스펙트럼 영역을 커버한다. θ_L 및 θ_I 는 각각 관찰 각도 및 입사각이며 주름의 주기성을 파악하기 위해 그 값은 고정된다. d는 주름의 주기이다. 따라서 주름의 주기(d)가 입자 크기에 따라 증가함에 따라 적색 편이가 일어날 것을 보인다.

[0048] 도 15의 (d, e, f, g)를 참조하면, 그레이팅 복합체(100)가 안쪽으로 굽혀질 때, 다른 거리를 가지는 선형의 회절 반점들을 얻을 수 있다. 그러나, 구조색 플랫폼이 반대 방향으로 굽혀지거나 굽혀지지 않을 때에는 회절 반점들이 보이지 않는다. 이를 통해 그레이팅 효과는 나노 파티클(111)의 입자가 아닌 그레이팅 복합체(100)의 계층적 복합 주름에 의해 주로 야기됨을 알 수 있다.

[0049] 아울러, 주름의 거리는 다음 방정식으로 계산할 수 있다.

수학적 2

$$d = \frac{4\lambda_{laser} \sqrt{(D/2)^2 + L^2}}{\sqrt{3}D}$$

[0050]

[0051] 여기서, λ_{laser} 는 레이저 파장, d는 주름 간격, L은 스크린에서 구조색의 플랫폼까지의 거리, D는 동일한 회절 순성의 회절 반점 사이의 거리이다. 서로 다른 크기(300 nm, 500 nm, 700 nm)를 갖는 나노 파티클(111)에 의해 제조된 구조색 플랫폼으로부터 얻은 회절 반점의 거리에 대응하여, 주름 주기율의 계산된 값은 각각 2.99 μm , 4.92 μm , 6.50 μm 이다. 이 결과를 통해 그레이팅 효과는 주로 그레이팅 복합체(100)의 복합 주름에 기인하는 것을 확인할 수 있다. 도 15의 (i)를 참조하면, 그레이팅 복합체(100)의 굽힘 후, 가시적인 범위에서 확실한 피크가 주름 효과에 기인한 그레이팅 효과에 의한 투과 스펙트럼에 나타나는 것을 알 수 있다. 그런 다음, x축과 y축을 따라 그레이팅 복합체(100)를 이동시켜 일련의 스펙트럼을 측정한다. 도 15의 (j)를 참조하면, x축을 따라 이동할 때 스펙트럼이 거의 일정함을 알 수 있으며, 이는 y좌표가 동일하면 입사광의 각도가 동일하기 때문이다. 동시에, x축을 따라 굽힘 모멘트의 모양 변화와 주름의 형상은 동일하다. 한편, y축을 따라 이동할 때 주름에 대한 입사광의 각도는 계속 변한다. 따라서 스펙트럼의 이동은 명백하다 할 수 있다.

[0052] 도 16 및 17 참조하면, 아울러, 본 발명의 그레이팅 복합체(100)는 자기조립체(112) 내 나노 파티클(111)들의 구조를 이용하여 x 축 또는 y 축 방향의 1차원(1D) 구조의 그레이팅을 형성할 수 있음은 물론, x, y 축 방향의 2차원(2D) 구조의 그레이팅을 형성할 수도 있다. 커피-링 구조는 상하좌우가 대칭인 구조로 단순 하중은 물론 복합 하중에 의한 그레이팅 구조가 형성되도록 하여 그에 따른 구조색과 그 구조색이 이루는 이미지가 나타나게 할 수 있다. 구체적으로, 도 17(a)를 참조하면, 그레이팅 복합체(100) 내 형성된 그레이팅이 1차원 구조로 형성되어, y 축 방향의 굽힘 하중에는 구조색이 나타나 이미지를 이루나, 90° 회전된 x 축 방향의 굽힘 하중에는 그 구조색이 나타나지 않도록 할 수 있으며, 도 17(b)을 참조하면, 그레이팅 구조가 2차원 구조의 그레이팅으로 형성되어 x, y 축 방향의 하중이 복합적으로 작용할 때, 그 복합된 굽힘 하중에 의한 구조색이 나타나도록 할 수 있다.

[0053] 도 18을 참조하면, 원편 그림에는 90° 각도를 이루는 x, y 축 방향의 복합된 등방성 압축 하중이 작용할 때, 자기조립체(112) 내 나노 파티클(111)들의 미시적으로는 불규칙하나 거시적으로는 규칙성을 띄는 주름 형상의 그레이팅 구조가 나타나 있으며, 오른편 그림에는 45° 각도 또는 360° 반경을 따라 작용하는 복합된 등방성 압축 하중이 작용할 때, 자기조립체(112)의 커피-링 구조의 중심을 기준으로 방사형으로 형성되어 규칙성을 띄

는 주름 구조가 나타나 있다.

- [0054] 도 19 및 20을 참조하면, 한편, 본 발명의 그레이팅 복합체(100)는 서로 다른 특정 이미지를 형성할 수 있는 이중의 두 그레이팅 구조체(110, 120)를 대칭형으로 플라즈마 본딩(cohesion bonding, Plasma bonding)하여 베이스 기재 간 서로 마주보게 결합되게 함으로써, 서로 다른 방향으로 가해지는 이중의 하중에 의해 각 그레이팅 구조체(110, 120)가 설정된 특정 이미지를 형성하게 할 수 있다. 구체적으로 제1 구조체(110)에 의한 이미지(패턴-A, 제1 이미지)와 제2 구조체(120)에 의한 이미지(패턴-B, 제2 이미지)가 형성된 두 그레이팅 구조체(110, 120)가 두 필름층(113a, 113b)이 바깥쪽을 향하도록 기관층들이 서로 마주보게 접합된 상태에서, 외부 자극에 의해 일면이 압축되고 타면이 인장되는 변형이 일어나는 경우, 제1 구조체(110)의 구조색이 발현되어 패턴-A의 제1 이미지가 나타나고, 반대로 일면이 인장되고 타면이 압축되는 변형이 일어나는 경우, 패턴-A와 형태와 색깔이 각기 다른 제2 구조체(120)의 구조색이 발현되어 패턴-B의 제2 이미지가 나타나게 할 수 있다.
- [0055] 다시 말해, 상술한 압축 변형 시 일면에 패턴이 나타나고 타면의 패턴이 숨겨지게 되며, 인장 변형 시 타면에 패턴이 나타나고 다시 일면의 패턴이 숨겨지게 되어 외부 자극에 의한 각기 다른 굽힘 하중에 따라 다양한 천연 색과 이미지가 나타나게 할 수 있다. 이는 제조되는 그레이팅 구조의 레이어 수에 따라 더 다양한 패턴을 하나의 디바이스에 내장할 수 있는 가능성을 보여준다.
- [0057] 이하에서는 본 발명의 그레이팅 복합체(100)가 달성하는 효과에 대해 약술한다.
- [0058] 본 발명의 그레이팅 복합체(100)는 입력-반응형 또는 숨김-보임 특성을 이용할 뿐만 아니라, 1차원 또는 2차원의 차원전환이 가능한 그레이팅 구조의 기술적 특징들을 내재하고 있어, 위조방지 수단으로 사용되던 기존 그레이팅 구조의 활용도를 한층 높임으로써 보다 높은 수준의 위조방지 장치 및 시스템을 구현할 것으로 보인다.
- [0059] 아울러, 일반적인 구조색을 나타내는 그레이팅 구조의 제조방법은, 콜로이드 서스펜전(suspension)을 가만히 놓아 두어 자연적으로 중력에 의해 침전을 시켜서 결정을 형성하는 침전법(natural sedimentation)과, 젖음성(wettable)이 있는 기판을 콜로이드 서스펜전 용액에 수직으로 침적한 후, 콜로이드 서스펜전의 용매가 증발함에 따라 기관 위에 결정이 형성되는 대류조립법(convective assembly)과, 외부 전기장을 이용하여 한쪽 기관 위에 결정을 형성하는 전기 영동법(electrophoretic deposition) 등이 알려져 있다. 그러나, 전기 영동법을 제외한 나머지 광결정 형성 방법은 수 cm^2 크기의 결정을 형성하기 위해 1~2일 정도의 시간을 소요하며, 전기 영동법은 빠른 공정시간 안에 3차원 콜로이드 결정을 형성할 수 있는 장점이 있는 대신 형성되는 콜로이드 결정의 완성도가 다소 떨어지는 단점이 있다.
- [0060] 반면, 본 발명의 가변형 그레이팅 복합체(100)는 유리 기관(GS)에 잉크젯 프린터의 잉크젯 기술을 이용하여 마이크로 또는 나노 파티클(111)들을 액적 형태로 인쇄함으로써, 그레이팅 복합체(100)를 용이하게 제조할 수 있음은 물론, 유리 기관(GS)을 친수성 처리하며, 기관과 액적의 온도와 접촉각을 각각 제어함으로써, 마이크로 또는 나노 파티클(111)들을 하중에 의해 변형시켜 주름 형상의 그레이팅 구조를 형성하기 용이한 플랫폼 구조의 모노레이어 또는 커피-링 구조로 형성할 수 있다.
- [0062] 아래에서는, 상술한 가변형 그레이팅 복합체(100)를 이용하여 정보를 제공하는 시스템 및 방법에 대해 설명하기로 한다. 다만, 중복된 설명은 생략하기로 한다.
- [0063] 도 21 내지 도 25를 참조하면, 상술한 그레이팅 복합체(100)는 대상물의 생산자가 필름형태로 제작하여 대상물의 사용자가 대상물과 관련된 정보를 생산자로부터 제공받는 것은 물론, 대상물의 취득에 따른 인증 여부 또는 위조 여부를 판별하는 수단으로서의 역할을 수행할 수 있다.
- [0064] 이를 위해, 본 발명의 정보 제공 시스템은 생산자 모듈(1000), 정보제공 DB(2000) 및 사용자 모듈(3000)을 포함한다.
- [0065] 생산자 모듈(1000)은 상술한 바와 같이, 나노 파티클(111)들과 용매를 혼합하여 자기조립체(112)를 형성하고, 혼합된 나노 파티클(111)들과 용매를 잉크젯 방식으로 대상물의 친수성 표면에 자기제어 조립방식을 통하여 단층 또는 커피-링 형상의 나노 구조를 갖는 그레이팅 복합체(100)를 필름 형태로 제작한다.
- [0066] 정보제공 DB(2000)는 생산자 모듈(1000)로부터 상기 구조색이 나타날 때의 상기 주름 형상의 그레이팅 구조에 입사되는 빛의 세기, 그때의 각도 및 사용자의 보기 각도에 따라 달라지는 구조색의 색상정보 및 색상의 패턴정

보를 포함하는 사양정보를 전송받아 상기 사용자 모듈(3000)에 제공한다. 이때, 상술한 사양정보는 생산자 모듈(1000)에 의해 베이스 기체(113)의 기설정된 굽힘 정도, 조도 각도, 보기 각도 등이 제공되어 사용자 모듈(3000)을 통해 확인할 수 있는 구조색들의 색상 정보들이거나, 구조색들의 집합체가 나타내는 패턴화된 이미지 형태 또는 바코드, QR코드 등의 정보를 내장한 특수한 이미지 패턴일 수 있다.

[0067] 또한, 정보제공 DB(2000)는 생산자 모듈(1000)로부터 사용자 모듈(3000)에 사양정보를 제공하기 위한 저장공간으로 사용되는 것뿐만 아니라, 사용자 모듈(3000)로부터 대상물의 인증 여부 또는 위조 여부를 판단하기 위한 정보를 제공하거나, 정보 제공 플랫폼으로서의 역할을 수행할 수 있다.

[0068] 참고로, 정보제공 DB(2000)는 일반적으로 다수의 이동 통신사가 운영하는 하나 이상의 통신망에 포함된 기지국 서버 또는 중계기 장치를 의미하며, 유·무선 통신에 의해 상기 생산자 모듈(1000)과 사용자 모듈(3000)에 연결되어 정보를 송수신할 수 있다.

[0069] 사용자 모듈(3000)은 주름 형상의 그레이팅 구조 의해 나타나는 구조색의 색상정보 또는 색상패턴정보 등을 인식하여 상기 사양정보에 대응되는 감지정보를 생성하여 사용자에게 제공함은 물론, 대상물의 위조여부 판별, 정보제공 DB(2000)가 정보 제공 플랫폼으로서의 역할을 하게 하는 입력 파라미터를 전송하는 역할, 및 구조색의 색상정보 또는 색상의 패턴정보를 연산하여 연계된 산출 정보를 제공함으로써, 이중화된 보안 시스템을 구현하게 할 수 있다.

[0070] 여기서, 사용자 모듈(3000)은 상기 정보제공 DB(2000)에 LAN(Local Area Network), WAN(Wide Area Network)을 통해 접속할 수 있는 단말을 의미하며, 데스크탑 PC(Desktop PC), 스마트폰(Smart Phone), 노트북 컴퓨터(Laptop Computer), 태블릿 장치(Tablet Device) 등이 포함될 수 있다. 또한, 상기 정보제공 DB(2000)는 저장된 데이터를 인터넷을 통해 용이하게 접속하여 열람 또는 수정할 수 있는 웹 서버, 웹 사이트 또는 클라우드 시스템을 포함할 수 있다.

[0071] 도 24를 참조하면, 구체적으로 사용자 모듈(3000)은 구조색 감지부(3100), 데이터 매칭부(3200), 위조여부 감별부(3300), 기초정보 교환부(3400) 및 산출정보 제공부(3500)의 구성을 포함한다.

[0072] 구조색 감지부(3100)는 그레이팅 구조를 통해 나타나는 구조색의 색상정보 및 색상의 패턴정보들을 인식하여 자기조립체(112)들의 상대 위치에 따른 베이스 기체(113)의 굽힘 정도, 그레이팅 구조에 입사되는 빛의 세기와 그 빛의 각도, 및 그레이팅 구조를 바라보는 사용자의 보기 각도 정보를 포함하는 감지정보를 생성하여 사용자에게 제공한다. 이때, 제공되는 데이터는 숫자, 문자 또는 기호 등의 식별 정보로 환산되어 데이터 저장부(미도시)에 저장될 수 있다.

[0073] 여기서, 그레이팅 구조를 통해 나타나는 구조색들은 유사한 톤을 갖는 단일한 색상 또는 그라데이션이 포함된 색의 집합이거나, 특정 메시지가 내재된 문자, 숫자, 기호 또는 이미지일 수 있다.

[0074] 데이터 매칭부(3200)는 정보제공 DB(2000)에 생산자 모듈(1000)로부터 전송된 굽힘 정도, 빛의 세기, 빛의 각도 및 사용자의 보기 각도 정보가 전송되어 그레이팅 구조의 사양정보로 저장된 경우, 상기 구조색 감지부(3100)에 인식된 데이터 중 상기 사용정보와 대응되는 감지정보의 구조색의 색상정보, 그 색상의 패턴정보를 도출하여 사용자에게 제공한다. 이를 통해 생산자가 대상물과 관련된 정보를 사용자에게 제공할 수 있다.

[0075] 이때, 그레이팅 복합체(100)에는 사용자 모듈(3000)과 정보제공 DB(2000)를 상호 접속 및 연결하게 할 수 있는 안내 정보를 포함하고 있는 것이 바람직하다.

[0076] 위조여부 감별부(3300)는 상술한 데이터 매칭부(3200)에 의해 정보제공 DB(2000)에 기저장된 구조색의 사양정보와 구조색 감지부(3100)에 의해 생성된 감지정보를 비교하여 대상물의 인증 또는 대상물의 위조 여부를 판별할 수 있다.

[0077] 기초정보 교환부(3400)는 구조색 감지부(3100)에 의해 생성된 감지정보를 파라미터화하여 정보제공 DB(2000)에 입력하며, 출력 파라미터로 상기 감지정보에 대응되는 또 다른 사용정보를 제공받는다. 이는 정보제공 DB(2000)가 정보 제공 플랫폼의 역할로 사용될 수 있음을 의미한다.

[0078] 산출정보 제공부(3500)는 그레이팅 구조를 통해 나타나는 구조색의 색지수(color index)를 기반으로 하여 산출된 구조색의 위치별 색대비 정보 및 구조색이 나타내는 색의 파장 정보를 숫자, 문자 또는 기호를 포함하는 식별 정보로 변환하여 정보제공 DB(2000)에 전송함으로써, 상술한 기초정보 교환부(3400)가 수행하는 입력 파라미터 대비 출력 파라미터 형식의 최종 정보에 접근할 수 있는 키워드 역할을 수행할 수 있다.

- [0079] 이는, 생산자와 사용자가 연계된 정보를 상호 교환하여 각각 매칭된 정보를 서로 확인함으로써, 대상물에 대한 정보를 복수회에 걸쳐 인증하거나, 위조 여부를 판별하게 할 수 있는 근거를 제공한다.
- [0080] 보다 상세히 설명하면, 본 발명의 그레이팅 구조는 그 형태를 지지하는 베이스 기재(113)에 비해 탄성계수가 현격히 높게 형성된다. 이는, 외력에 의한 베이스 기재(113)의 작은 변형에도 그레이팅 구조의 형태는 크게 변할 수 있어 그레이팅 구조는 외부 자극에 민감하게 반응하게 되며, 이에, 굽힘 정도에 따른 다양한 구조색을 발현할 수 있다. 또한, 구조색은 빛의 세기, 빛의 입사각도 그리고, 사용자의 보기 각도에 따라서도 색이 달라 보일 수 있다. 따라서, 나타나는 구조색은 파티클(111)의 위치별로 등방성 하중에 의한 굽힘 정도, 빛의 세기 및 각도, 보기 각도, 색지수 등을 변수로 하여 발현되는 것으로 굽힘 하중에 따른 구조색이 나타나는 본 발명의 그레이팅 복합체(100)는 다양한 정보를 포함하는 정보제공 수단으로서의 기능을 적절히 수행할 수 있을 것으로 보인다.
- [0081] 더불어, 본 발명의 그레이팅 복합체(100)는 그레이팅 구조와 베이스 기재(113)의 굴절률이 매우 유사하게 형성되어 외부 자극 없이는 그레이팅 구조의 구조색이 숨겨진 상태(Covert)로 존재하기 때문에 초기 보안성을 확보할 수 있다.
- [0082] 또한, 구조색 감지부(3100)와 위조여부 감별부(3300)를 통해 감지정보와 사양정보를 비교하여 1차적인 인증 또는 위조여부를 판별할 수 있고, 나아가, 앞서 설명한 산출정보 제공부(3500)가 그레이팅 구조에 의해 나타나는 구조색을 기반으로 하여 산출된 굽힘 정도에 따른 색대비 정보 및 구조색이 나타내는 색의 파장 정보 등을 산출하고, 이를 숫자, 문자 또는 기호를 포함하는 식별 정보로 변환 및 정보제공 DB(2000)에 전송함으로써, 사용자가 그에 매칭된 생산자의 정보를 열람 또는 제공받을 수 있어 제공되는 정보의 2차적인 위조여부를 판별할 수 있다.
- [0083] 도 25를 참조하여, 상술한 정보 제공 시스템을 이용하여 정보를 제공하는 방법을 설명한다.
- [0084] 우선, 상술한 바와 같이 사용자는 사용자 모듈(3000)을 통해, 압축, 인장, 굽힘 또는 비틀림 하중에 의해 그 형태가 변화된 상태에서 그레이팅 구조에 따른 구조색이 나타나는 그레이팅 복합체(100)를 제조한다.(S2100) 이때, 그레이팅 구조에 의해 설정된 구조색은 단일 또는 그라데이션이 가미된 유사한 색상일 수 있고, 문자, 숫자, 이미지, 또는 바-코드, QR-코드 형태의 조합된 패턴일 수 있다.
- [0085] 여기서, 그레이팅 복합체(100)를 제조하는 과정은, 나노 파티클(111)을 준비하고, 유리 기관(GS)을 준비하며, 자기조립체(112)를 유리 기관(GS)에 인쇄하여 베이스 기재(113)에 의해 지지 및 결합되는 과정을 포함하나, 그 상세한 설명은 앞서 설명한 바와 같으므로 생략한다.
- [0086] 대상물은 생산자 모듈(1000)에 의해 제조된 그레이팅 복합체(100)와 함께 사용자에게 제공되며,(S2200) 사용자 모듈(3000)은 대상물의 정보를 사용자에게 제공하기 위하여, 그레이팅 복합체(100)에 압축, 인장, 굽힘 또는 비틀림 하중을 부가하여 그 때에 나타나는 구조색의 색상정보 또는 색상의 패턴정보를 수집하여 감지정보를 생성한다.(S2300) 이러한 색상정보 또는 색상의 패턴정보는 사용자의 육안을 통해 수집되어 인식될 수 있으나, 사용자 모듈(3000) 내 구조색 감지부(3100)를 통해 인식되어 수집될 수 있다.
- [0087] 이때의 그레이팅 복합체(100)는 하나의 베이스 기재(113)에 다양한 그레이팅 구조가 형성되어 복수개의 색상정보 또는 색상의 패턴정보가 사용자에게 제공될 수 있다. 또한, 나타나는 구조색은 베이스 기재(113)에 비해 현격히 높은 탄성계수를 포함하는 그레이팅 구조에 의해 베이스 기재(113)에 가해지는 외부 자극에 굉장히 민감하게 반응하여 다양한 구조색을 발현할 수 있어, 그에 따라 그레이팅 복합체(100)가 보다 많은 정보를 포함하는 정보제공 수단으로서의 역할을 가능하게 한다.
- [0088] 또한 대상물의 인증 또는 위조 방지를 위해, 대상물의 진위 여부를 판단할 수 있는 정보가 정보제공 DB(2000)에 사양정보로 사용자 모듈(3000)을 통해 등록된다.(S2400)
- [0089] 사용자 모듈(3000)은 그레이팅 복합체(100)에 나타나는 구조색을 상기 정보제공 DB(2000)에 등록된 사양정보와 비교하여 대상물의 인증 또는 위조 여부를 판별한다.(S2500)
- [0090] 여기서, 위조 여부를 판별하는 단계는, 구조색 감지부(3100)를 통해 그레이팅 복합체(100)에 나타나는 구조색의 색상정보 및 색상의 패턴정보들을 감지하여 수집하는 과정(S2510)과, 데이터 매칭부(3200)를 통해 수집된 감지정보와 정보제공 DB(2000)에 기저장된 사양 정보를 베이스 기재(113)의 굽힘 정도, 빛의 세기, 빛의 각도 및 사용자의 보기 각도 등을 기준으로 각각 매칭시키는 과정(S2520)과, 매칭된 감지 정보와 사양 정보의 동일성을 여부를 판정하여 대상물의 위조 여부를 판별하는 과정(S2530)을 포함한다.

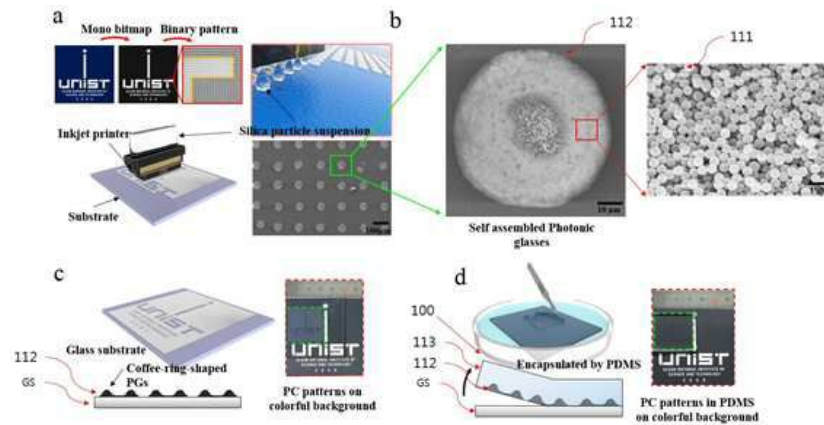
- [0091] 또한, 정보제공 DB(2000)는 위조방지를 위한 설정된 기준 데이터만을 저장하는 역할을 하는 것이 아니라, 정보 제공 플랫폼으로서의 역할을 수행할 수도 있다.
- [0092] 사용자 모듈(3000)은 기초정보 교환부(3400)를 통해 구조색의 색상정보 및 색상의 패턴정보와 함께 그레이팅 복합체(100)의 굽힘 정도, 빛의 세기, 빛의 각도 및 사용자의 보기 각도 등의 감지정보들을 숫자, 문자 및 기호 등을 포함하는 식별정보로 변환하여 정보제공 DB(2000)에 파라미터화하여 입력함으로써, 사용자가 정보제공 DB(2000)에 기저장되어 있던 생산자의 정보들을 열람하게 할 수 있다.(S2600) 이때의 그레이팅 구조에 의해 구조색이 나타나는 과정 속의 변수들은 입력 파라미터로서 수단화되며, 하나의 인증 수단의 기능을 수행할 수 있다.
- [0093] 나아가, 정보제공 DB(2000)는 단순히 생산자 모듈(1000)과 사용자 모듈(3000) 사이에 인증 또는 위조 여부를 판단하는 1차적인 기준 데이터만을 저장하는 것이 아니라, 1차 판단 과정을 거친 2차 또는 3차의 인증 또는 위조 여부 판단 과정을 수행하는 기준 데이터를 저장할 수 있으며, 이러한 위조 여부 판단 과정은 정보제공 DB(2000)를 매개로 하여 생산자 모듈(1000)과 사용자 모듈(3000) 사이에 쌍방향의 상호작용을 통해 이루어질 수 있다.
- [0094] 구체적으로, 생산자 모듈(1000)에 의해 제조된 그레이팅 복합체(100)가 제공되고, 정보제공 DB(2000)에 구조색이 나타나는 굽힘 정도, 빛의 세기, 빛의 각도 또는 사용자의 보기 각도 등의 사양정보가 등록된 후, 사용자 모듈(3000)은 구조색 감지부(3100)의 감지정보와 정보제공 DB(2000)에 기저장된 사양정보를 매칭시켜 위조 여부를 판단한다.
- [0095] 이러한 1차적인 위조 여부가 판단되면, 사용자 모듈(3000)은 색지수를 기반으로 하여 산출된 굽힘 정도에 따른 색대비 정보 및 파장 정보 등을 숫자, 문자 및 기호를 포함하는 식별 정보로 변환하여 정보제공 DB(2000)에 전송하고, 정보제공 DB(2000)에 기저장된 정보와 매칭 및 위조 여부를 다시 한 번 판단한다.(S2700)
- [0096] 다시 말해, 1차적으로 숨겨진 상태의 구조색이 굽힘 정도에 따라 드러나게 되어 정보제공 DB(2000)에 저장된 사양정보를 기준으로 위조 여부가 판단되며, 2차적으로 구조색을 통해 산출된 가공 데이터가 다시 정보제공 DB(2000)에 전송되어 저장된 또 다른 사양정보를 기준으로 위조 여부가 판단되어 대상물의 진위 여부를 명확히 확인하게 함으로써, 정보제공 DB(2000)를 매개로 하여 이중 위조 방지 시스템을 구현할 수 있다.
- [0098] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

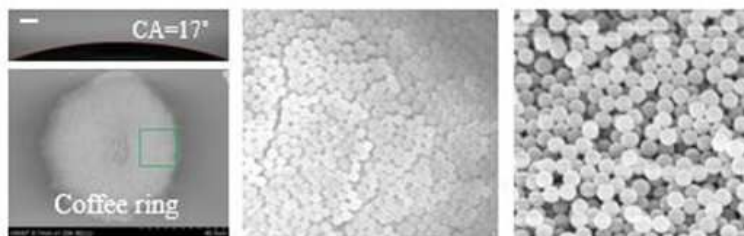
- [0099] 100 : 그레이팅 복합체
 110 : 제1 구조체
 111 : 파티클 112 : 자기조립체
 113 : 베이스 기재 113a : 필름층
 113b : 기판층
 120 : 제2 구조체
 GS : 유리 기판
 1000 : 생산자 모듈
 2000 : 정보제공 DB
 3000 : 사용자 모듈
 3100 : 구조색 감지부 3200 : 데이터 매칭부
 3300 : 위조여부 감별부 3400 : 기초정보 교환부
 3500 : 산출정보 제공부

도면

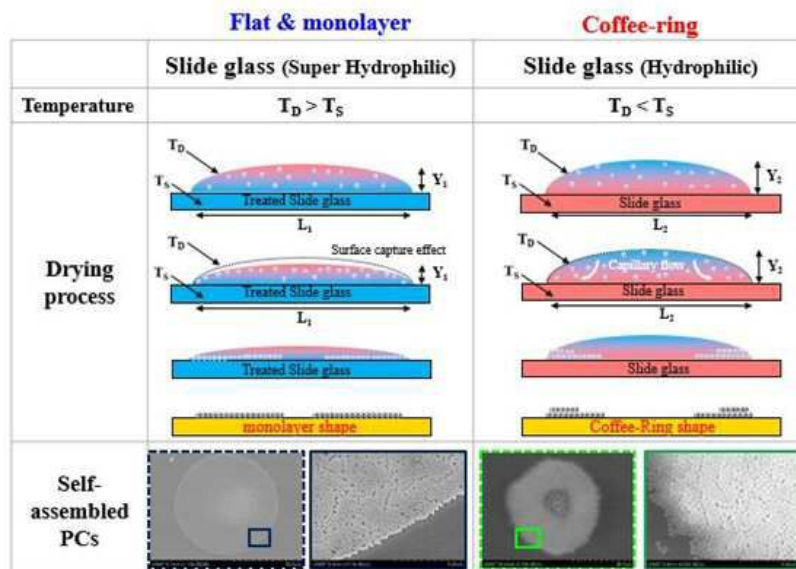
도면1



도면2

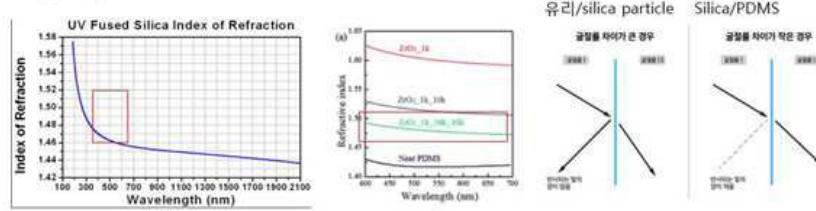


도면3

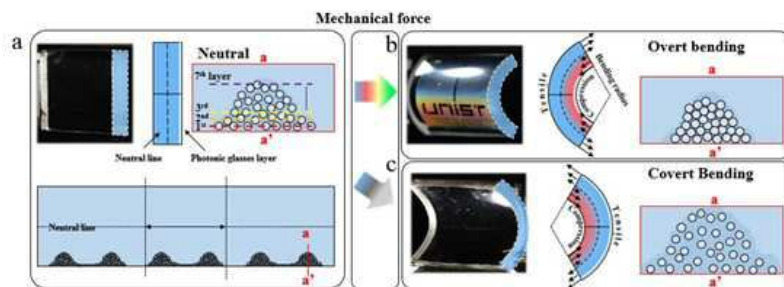


도면4

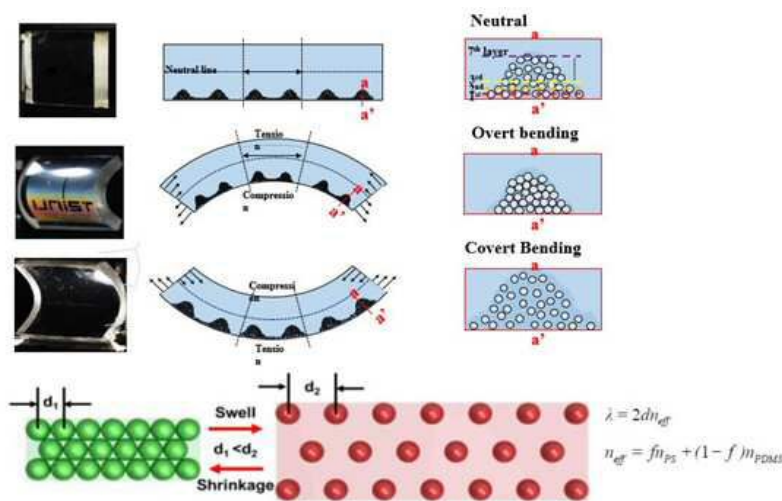
Google image



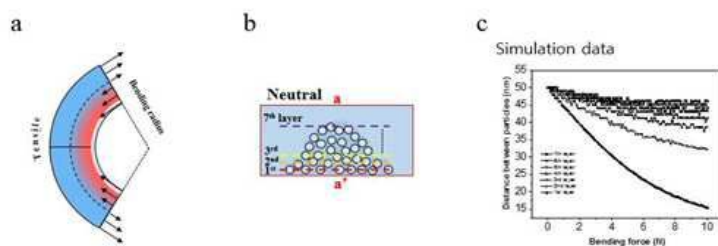
도면5



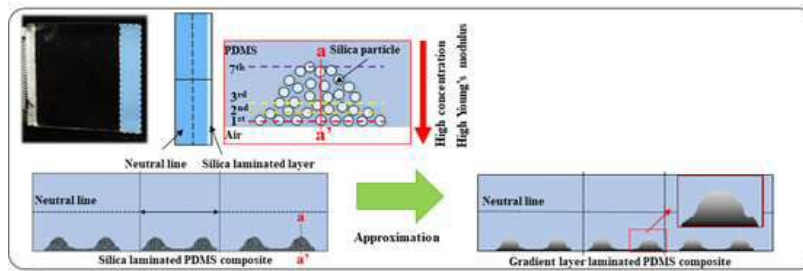
도면6



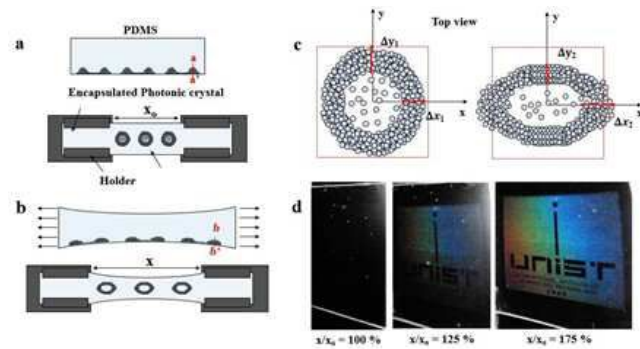
도면7



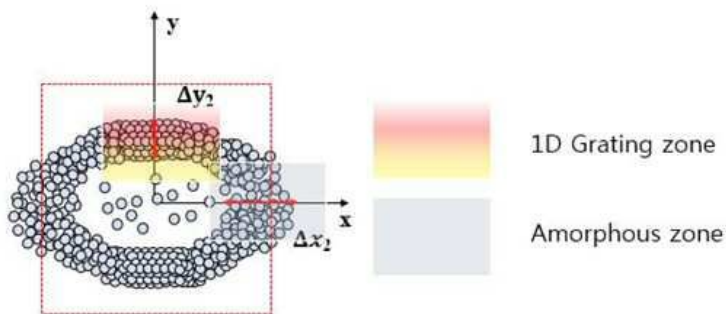
도면8



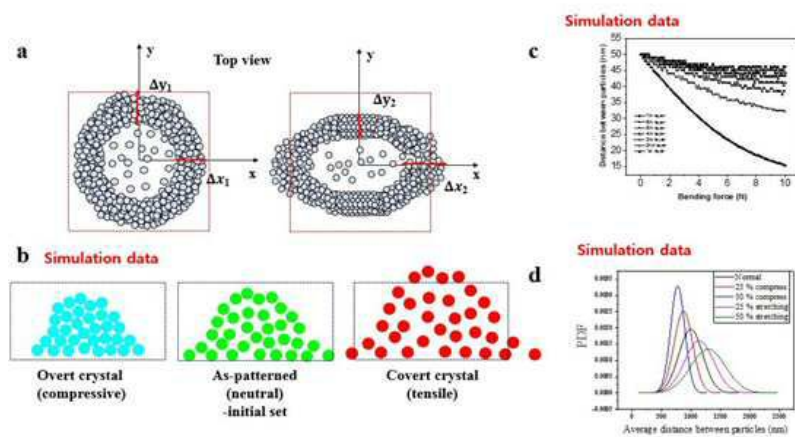
도면9



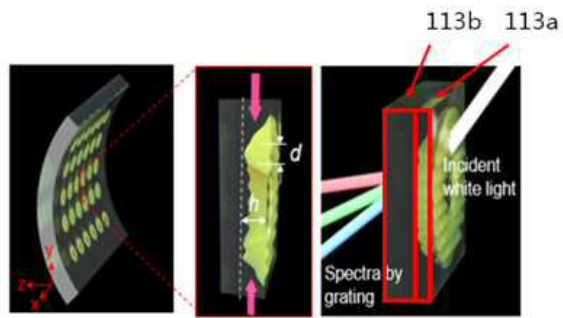
도면10



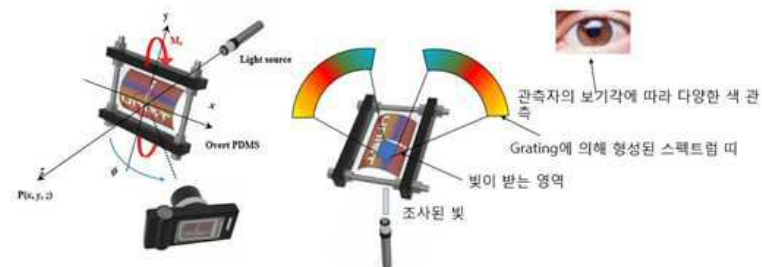
도면11



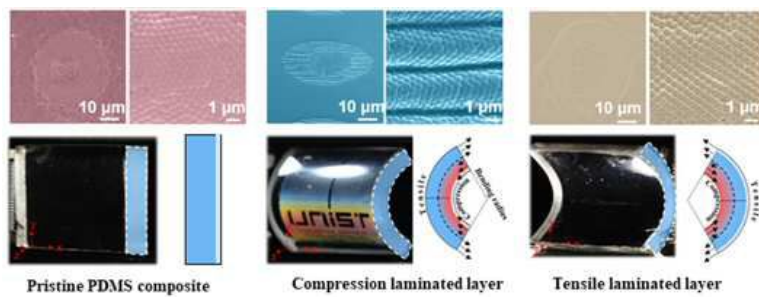
도면12



도면13

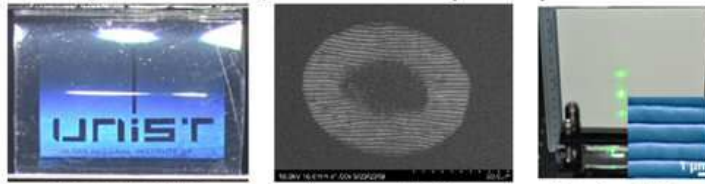


도면14

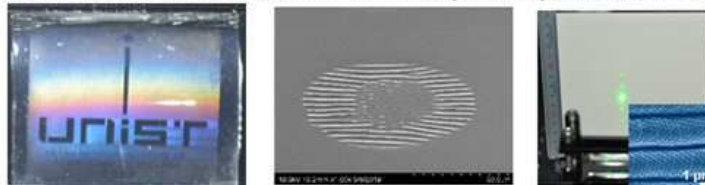


도면15

300nm SiO₂ NP/PDMS composite $d = 2.44\mu\text{m}$ Amplitude:300nm



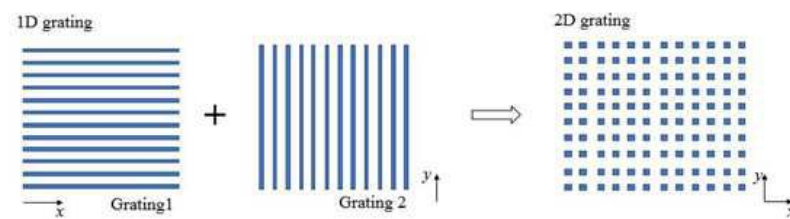
500nm SiO₂ NP/PDMS composite $d = 4.92\mu\text{m}$ Amplitude:500nm



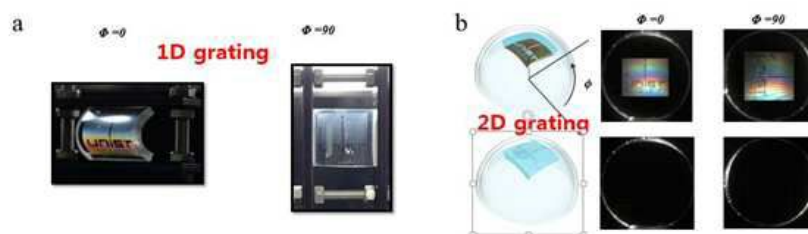
700nm SiO₂ NP/PDMS composite $d = 6.50\mu\text{m}$ Amplitude:800nm



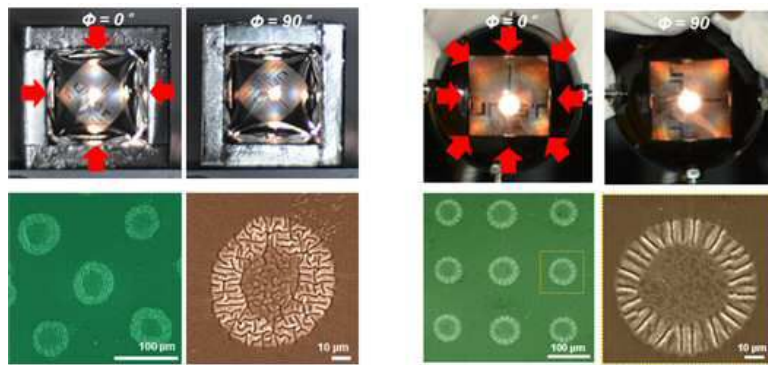
도면16



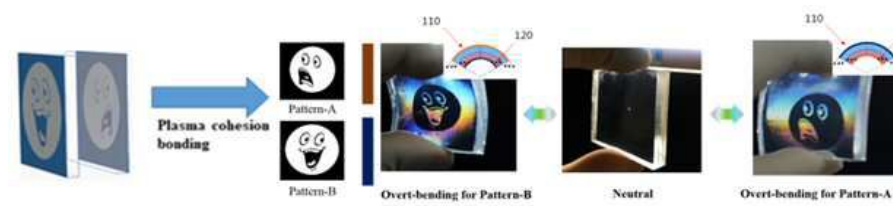
도면17



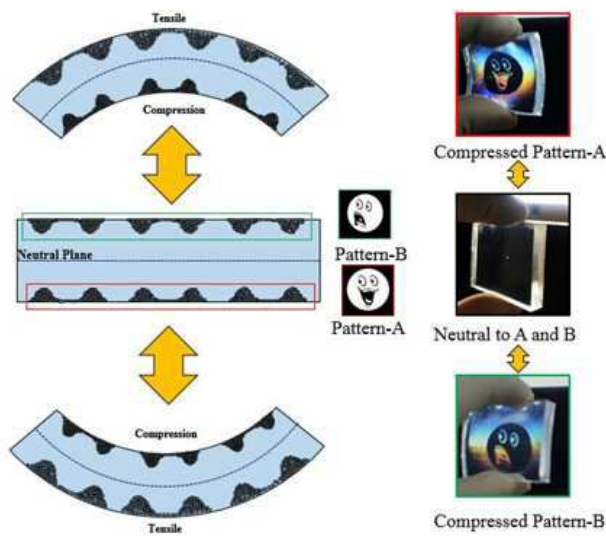
도면18



도면19



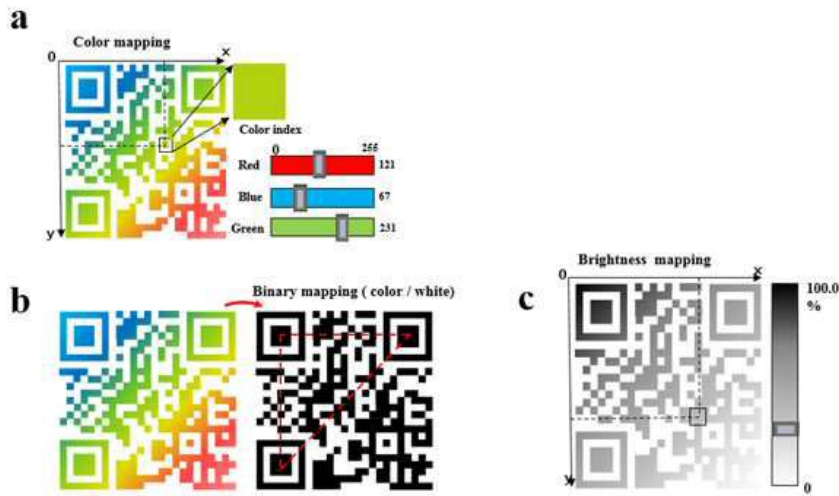
도면20



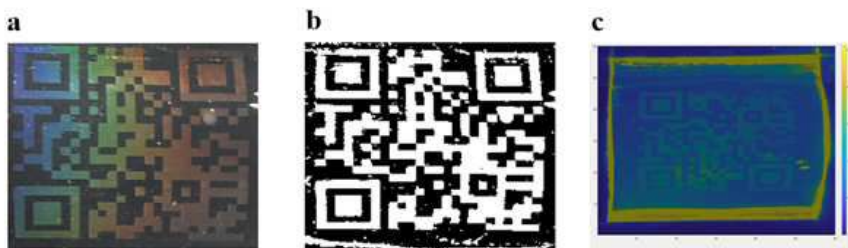
도면21



도면22



도면23



도면24

사용자 모듈(3000)



도면25

