



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년06월22일
(11) 등록번호 10-2267204
(24) 등록일자 2021년06월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 5/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 5/0242 (2013.01)
G02B 5/0221 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7011075
(22) 출원일자(국제) 2014년09월24일
심사청구일자 2019년09월17일
(85) 번역문제출일자 2016년04월27일
(65) 공개번호 10-2016-0065909
(43) 공개일자 2016년06월09일
(86) 국제출원번호 PCT/US2014/057082
(87) 국제공개번호 WO 2015/050750
국제공개일자 2015년04월09일
(30) 우선권주장
61/885,723 2013년10월02일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2010156893 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박
스 33427 쓰리엠 센터
(72) 발명자
나이스미스 나다니엘 케이
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오
피스 박스 33427 쓰리엠 센터
에드몬즈 윌리엄 에프
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오
피스 박스 33427 쓰리엠 센터
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 조윤성, 김영

전체 청구항 수 : 총 10 항

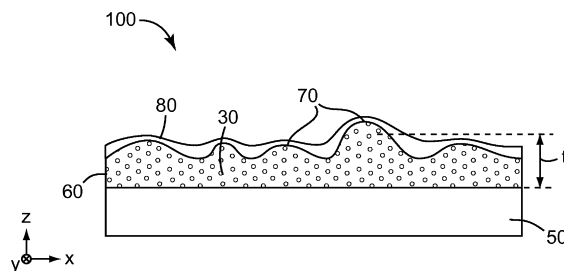
심사관 : 경천수

(54) 발명의 명칭 제1 미세구조화 층 및 코팅을 포함하는 미세구조화 확산기, 광학 적층체, 및 방법

(57) 요약

복수의 피크들 및 밸리들을 포함하는 제1 미세구조화 표면을 구비하는 광 투과성 필름을 포함하는 미세구조화 확산기가 기술된다. 코팅이 제1 미세구조화 표면 상에 배치된다. 코팅은 밸리들을 부분적으로 충전하여 제2 미세구조화 표면을 형성한다.

대표도 - 도1b



(52) CPC특허분류

G02B 5/0268 (2013.01)

G02B 5/0278 (2013.01)

(72) 발명자

페타자 제이슨 에스

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

카터 브랜트 케이

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

솔로몬 제프리 엘

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

멀릿 사라 에스

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

팜 트라이 디

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

(56) 선행기술조사문헌

JP2009204837 A*

US20110176213 A1*

W02012138495 A1*

US20070298193 A1

US20070201246 A1

EP01083445 A1

W02011140018 A1

KR1020090098975 A

JP2010085539 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

미세구조화 확산기(microstructured diffuser)로서,

복수의 피크(peak)들 및 밸리(valley)들을 갖는 제1 미세구조화 표면을 포함하고, 제1 미세구조화 표면 중 90% 이상은 20도 미만의 경사도 크기를 갖는, 광 투과성 필름;

제1 미세구조화 표면 상에 배치된 코팅을 포함하고,

코팅은 밸리들을 부분적으로 충전하여 제2 미세구조화 표면을 형성하고,

제1 및 제2 미세구조화 표면 각각은 적어도 하나의 광학적 또는 물리적 특성에 의해 특징지어지고, 제1 미세구조화 표면과 제2 미세구조화 표면 사이의 광학적 또는 물리적 특성의 차이가 10% 이상의 절대값을 가지는, 미세구조화 확산기.

청구항 2

제1항에 있어서, 제1 및 제2 미세구조화 표면들 각각은 보완적 누적 경사도 크기 분포(complement cumulative slope magnitude distribution)를 갖고, 4.1도 초과와 경사도 크기에서의 제1 표면과 제2 표면 사이의 보완적 누적 경사도 크기 분포의 차이가 10% 이상인, 미세구조화 확산기.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 제1 및 제2 미세구조화 표면들 각각은 탁도(haze)를 갖고, 제1 미세구조화 표면과 제2 미세구조화 표면 사이의 탁도의 차이가 10% 이상인, 미세구조화 확산기.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 제1 및 제2 미세구조화 표면 층 각각은 투명도를 갖고, 제1 미세구조화 표면과 제2 미세구조화 표면 사이의 투명도의 차이가 -10% 이상인, 미세구조화 확산기.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, 피크들은 무광택 입자들이 없는, 미세구조화 확산기.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 제1 미세구조화 표면은 탁도가 50% 이상이고, 제2 미세구조화 표면은 탁도가 40% 이하인, 미세구조화 확산기.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서, 제1 미세구조화 표면은 투명도가 10% 미만이고, 제2 미세구조화 표면은 투명도가 15% 이상인, 미세구조화 확산기.

청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서, 미세구조화 확산기는 기하학적으로 대칭이거나 기하학적으로 비대칭인 미세구조물들을 포함하는, 미세구조화 확산기.

청구항 9

제1항에 있어서, 광 투과성 필름은 제1 및 제2 미세구조화 표면 층들의 반대편의 주 표면(major surface) 상에 프리즘 구조물들을 추가로 포함하는, 미세구조화 확산기.

청구항 10

광학 필름 적층체(optical film stack)로서,

복수의 구조물들을 포함하는 제1 광학 필름을 포함하고,

복수의 구조물들은 접착제 층으로 제1항 또는 제2항의 미세구조화 확산기의 제2 미세구조화 표면 층에 접합된 제1 표면 - 구조물들의 일부분이 접착제 층에 침투하고, 경화된 접착제 층과 제1 표면 사이에 분리가 제공됨 - 상에 광학적 이득을 제공하도록 설계된, 광학 필름 적층체.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

발명의 설명

기술 분야

배경 기술

- [0001] 다양한 무광택 필름(또한 눈부심 방지 필름으로 기술됨) 및 미세구조화 확산기(microstructured diffuser)가 기술되어 있다.
- [0002] 예를 들어, 국제출원 공개 WO 2012/138496호는 프리즘 필름들의 적층체(stack)를 접합하기 위해 이용되는 광학 접착제 조성물을 기술하고 있다. 일 실시 형태에서, 접착제 조성물은 중합체 비드(bead)들을 함유한다. 접착제 층 내에서의 그러한 비드들의 존재는 광을 확산시키는 접착제 층의 표면에 텍스처(texture)를 제공한다.
- [0003] 무광택 필름을 획득하기 위한 몇 가지 접근법이 있다.
- [0004] 예를 들어, 미국 특허 제US 6,778,240호에 기재된 바와 같이, 무광택 입자를 첨가함으로써 무광택 코팅이 제조될 수 있다.
- [0005] 또 다른 접근법에서, 눈부심 방지 필름의 표면이 무광택 필름을 제공하도록 조면화되거나(roughened) 텍스처화될(textured) 수 있다. 미국 특허 제5,820,957호에 따르면, "반사 방지 필름의 텍스처화된 표면은 다수의 텍스처화 재료, 표면 또는 방법 중 임의의 것에 의해 부여될 수 있다. 텍스처화 재료 또는 표면의 비제한적인 예는 무광택 마무리(matte finish)를 갖는 필름 또는 라이너(liner), 미세엠보싱(microembossed) 필름, 원하는 텍스처화 패턴 또는 템플릿(template)을 포함하는 미세복제 공구, 슬리브 또는 벨트, 금속 또는 고무 롤과 같은 롤, 또는 고무 코팅된 롤을 포함한다."
- [0006] 국제출원 공개 W02010/141345호, W02010/141261호, 및 W02011/140018호는 공구 표면과 접촉하여 중합성 수지를 캐스팅(casting) 및 경화시킴으로써 공구로부터의 미세복제를 이용하여 제조된 눈부심 방지 및 반사 방지 필름을 기술하고 있다.

발명의 내용

- [0007] 일 실시 형태에서, 복수의 피크(peak)들 및 밸리(valley)들을 갖는 제1 미세구조화 표면을 포함하는 광 투과성 필름을 포함하는 미세구조화 확산기가 기술된다. 코팅이 제1 미세구조화 표면 상에 배치된다. 코팅은 밸리들을 부분적으로 충전하여, 제1 미세구조화 표면과는 실질적으로 상이한 제2 미세구조화 표면을 형성한다.
- [0008] 제1 및 제2 미세구조화 표면 각각은 탁도(haze) 또는 투명도와 같은 적어도 하나의 광학적 특성; 또는 보완적 누적 경사도 크기(complement cumulative slope magnitude), 표면 조도(예컨대, Ra, Rz) 또는 평균 높이와 같은 적어도 하나의 물리적 특성에 의해 특징지어질 수 있다. 제1 미세구조화 표면과 제2 미세구조화 표면 사이의 하나 이상의 광학적 및/또는 물리적 특성의 차이는 10% 이상의 절대값을 갖는다.
- [0009] 다른 실시 형태에서, 복수의 피크들 및 밸리들을 갖는 제1 미세구조화 표면을 포함하는 광 투과성 필름을 포함하는 미세구조화 확산기가 기술된다. 코팅이 제1 미세구조화 표면 상에 배치되고, 여기서 코팅은 밸리들을 부분적으로 충전하여, Rz가 1.5 마이크로미터 내지 7.5 마이크로미터 범위인 제2 미세구조화 표면을 형성한다. 피크들은 매립된 무광택 입자들이 없다.
- [0010] 다른 실시 형태에서, 복수의 피크들 및 밸리들을 갖는 제1 미세구조화 표면을 포함하는 광 투과성 필름을 포함하는 미세구조화 확산기가 기술된다. 코팅이 제1 미세구조화 표면 상에 배치되고, 여기서 코팅은 밸리들을 부분적으로 충전하여, 제2 미세구조화 표면을 형성한다. 제2 미세구조화 표면은 평균 높이가 0.75 마이크로미터

내지 4 마이크로미터 범위이다.

[0011] 다른 실시 형태에서, 복수의 피크들 및 밸리들을 갖는 제1 미세구조화 표면을 포함하는 광 투과성 필름을 포함하는 미세구조화 확산기가 기술된다. 코팅이 제1 미세구조화 표면 상에 배치되고, 여기서 코팅은 밸리들을 부분적으로 충전하여, 제2 미세구조화 표면을 형성한다. 코팅은 평균 두께가 0.5 마이크로미터 이상이다.

[0012] 본 명세서에 기술된 미세구조화 확산기를 포함하는 광학 필름 적층체 및 미세구조화 물품의 제조 방법이 또한 기술된다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1a는 제1 미세구조화 표면의 개략 측면도.

도 1b는 제2 미세구조화 표면을 형성하는 코팅을 추가로 포함하는 제1 미세구조화 표면의 개략 측면도.

도 2a는 미세구조물 만입부(depression)들의 개략 측면도.

도 2b는 미세구조물 돌출부들의 개략 측면도.

도 3a는 규칙적으로 배열된 미세구조물들의 개략 평면도.

도 3b는 불규칙적으로 배열된 미세구조물들의 개략 평면도.

도 4는 미세구조물의 개략 측면도.

도 5는 매립된 무광택 입자들을 포함하는 미세구조물들의 일부분을 포함하는 광학 필름의 개략 측면도.

도 6은 절삭 공구 시스템의 개략 측면도.

도 7a 내지 도 7d는 다양한 커터(cutter)들의 개략 측면도.

도 8a 내지 도 8d는 구현된 공구 표면으로부터 제조된 다양한 미세구조화 표면들의 광학 현미경 이미지.

도 9a 내지 도 9d는 다른 구현된 공구 표면으로부터 제조된 다양한 미세구조화 표면들의 광학 현미경 이미지.

도 10은 도 8a 내지 도 8d의 미세구조화 표면들의 보완적 누적 경사도 크기 분포의 그래프.

도 11은 도 9a 내지 도 9d의 미세구조화 표면들의 보완적 누적 경사도 크기 분포의 그래프.

도 12는 미세구조화 확산기를 포함하는 광 방향전환 필름(light redirecting film)의 개략 측면도.

도 13은 다른 광 방향전환 필름의 개략 측면도.

도 14는 광학 적층체의 개략 측면도.

도 15a 및 도 15b는 다른 구현된 공구 표면으로부터 제조된 다양한 미세구조화 표면들의 광학 현미경 이미지.

도 16a 및 도 16b는 다른 구현된 공구 표면으로부터 제조된 다양한 미세구조화 표면들의 광학 현미경 이미지.

도 17은 도 15a, 도 15b, 도 16a 및 도 16b의 미세구조화 표면들의 보완적 누적 경사도 크기 분포의 그래프.

도 18은 도 15a, 도 15b, 도 16a 및 도 16b의 미세구조화 표면들의 보완적 누적 x-경사도 크기 분포의 그래프.

도 19는 도 15a, 도 15b, 도 16a 및 도 16b의 미세구조화 표면들의 보완적 누적 y-경사도 크기 분포의 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이제, 미세구조화 확산기가 설명된다. 일부 실시 형태에서, 미세구조화 확산기는 눈부심 방지 필름(또한 무광택 필름으로 기술됨)으로서의 용도에 적합할 수 있다. 도 1a를 참조하면, 미세구조화 확산기(100)는 광 투과성(즉, 투명) 기재(50) 상에 전형적으로 배치되는 제1 미세구조화 표면 층(60)을 포함한다. 제1 미세구조화 표면은 복수의 피크(예컨대, 70)들 및 밸리들을 포함한다. 도 1b를 참조하면, 코팅(80)이 제1 미세구조화 표면 상에 배치된다. 코팅은 밸리들을 부분적으로 충전하여 제2 미세구조화 표면을 형성한다.

[0015] 미세구조화 확산기뿐만 아니라 기재(50)는 일반적으로 투과율이 85% 또는 90% 이상, 그리고 일부 실시 형태에서 91%, 92%, 93% 이상, 또는 이보다 크다.

[0016] 투명 기재는 필름일 수 있다. (예컨대, 필름) 기재 두께는 전형적으로 의도된 용도에 의존한다. 대부분의 응

용에서, 기재 두께는 바람직하게는 약 0.5 mm 미만, 그리고 더 바람직하게는 약 0.02 내지 약 0.2 mm이다. 대안적으로, 투명 필름 기재는 텍스트, 그래픽 또는 다른 정보가 표시될 수 있는 광학(예컨대, 조명된) 디스플레이일 수 있다. 투명 기재는 매우 다양한 비중합체 물질, 예를 들어 유리, 또는 다양한 열가소성의 가교결합된 중합체 물질, 예를 들어 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), (예를 들어, 비스페놀 A) 폴리카르보네이트, 셀룰로오스 아세테이트, 폴리(메틸 메타크릴레이트), 및 폴리올레핀, 예를 들어 다양한 광학 장치에 통상적으로 사용되는 2축 배향 폴리프로필렌 중 임의의 것을 포함하거나 이것으로 이루어질 수 있다. 기재는 선택적으로 접합을 향상시키기 위해 처리될 수 있는데, 예컨대, 화학적 처리(예컨대, 프라이머), 공기 또는 질소 코로나와 같은 코로나 처리, 플라즈마, 화염 또는 화학 방사전 처리될 수 있다.

[0017] 미세구조화 확산기는 전형적으로 비교적 두꺼운 미세구조화 표면 층을 포함한다. 미세구조화 층은 전형적으로 평균 두께("t")가 0.5 마이크로미터 이상, 바람직하게는 1 마이크로미터 이상, 그리고 더 바람직하게는 2 또는 3 마이크로미터 이상이다. 미세구조화 층은 전형적으로 평균 두께가 15, 14, 13, 12, 11 또는 10 마이크로미터 이하이다.

[0018] 일부 실시 형태에서, 미세구조물은 또한 밸리로서 지칭되는 만입부일 수 있다. 예를 들어, 도 2a는 만입된 미세구조물(320)들 또는 미세구조물 공동(cavity)들을 포함하는 미세구조화 층(310)의 개략 측면도이다. 미세구조화 표면을 형성하는 공구 표면은 일반적으로 복수의 만입부들을 포함한다. 미세구조화 확산기의 미세구조물들은 전형적으로 피크로서 또한 지칭되는 돌출부이다. 예를 들어, 도 2b는 돌출 미세구조물(340)들을 포함하는 미세구조화 층의 개략 측면도이다. 도 8a 내지 도 9d 및 도 15a 내지 도 16b는 복수의 피크들 및 피크들을 둘러싸는 밸리들을 포함하는 예시적인 미세구조화 표면들의 다양한 광학 현미경 이미지를 도시한다.

[0019] 일부 실시 형태에서, 미세구조물들은 규칙적인 패턴을 형성할 수 있다. 예를 들어, 도 3a는 주 표면(major surface)(415)에 규칙적인 패턴을 형성하는 미세구조물(410)들의 개략 평면도이다. 그러나, 전형적으로 미세구조물들은 불규칙적인 패턴을 형성한다. 예를 들어, 도 3b는 불규칙적인 패턴을 형성하는 미세구조물(420)들의 개략 평면도이다. 일부 경우에, 미세구조물들은 랜덤한 것으로 보이는 의사-랜덤(pseudo-random) 패턴을 형성할 수 있다.

[0020] (예컨대, 개별) 미세구조물은 경사도에 의해 특징지어질 수 있다. 도 4는 미세구조화 층(140)의 일부분의 개략 측면도이다. 특히, 도 4는 주 표면(120)에서의 미세구조물(160) 및 대면하는 주 표면(142)을 도시한다. 미세구조물(160)은 미세구조물의 표면을 가로질러 경사도 분포를 갖는다. 예를 들어, 미세구조물은 위치(510)에서 경사도 θ 를 가지며, 여기서 θ 는 위치(510)에서 미세구조물 표면에 수직인 법선(520)($\alpha = 90^\circ$)과 동일한 위치에서 미세구조물 표면에 접하는 접선(530) 사이의 각도이다. 경사도 θ 는 또한 접선(530)과 미세구조화 층의 주 표면(142) 사이의 각도이다.

[0021] 일부 실시 형태에서, 피크 미세구조물은 (예컨대, 무기 산화물 또는 중합체) 무광택 입자가 실질적으로 없다. 그러나, 무광택 입자의 부존재 시에도, 도 1에 도시된 바와 같이 미세구조물(70)은 (예컨대, 지르코니아 또는 실리카) 나노입자(30)를 포함할 수 있다.

[0022] 나노입자의 크기는 유의한 가시광 산란을 피하도록 선택된다. 광학적 특성 또는 물질 특성을 최적화하고 전체 조성물 원가를 낮추기 위하여 무기 산화물 입자 유형들의 혼합물을 이용하는 것이 바람직할 수 있다. 표면 개질된 콜로이드 나노입자는 (예를 들어, 비회합(unassociated)) 입자 입자 크기 또는 회합 입자 크기가 1 nm 또는 5 nm 이상인 무기 산화물 입자일 수 있다. 입자 또는 회합 입자 크기는 일반적으로 100 nm, 75 nm, 또는 50 nm 미만이다. 전형적으로, 입자 또는 회합 입자 크기는 40 nm, 30 nm, 또는 20 nm 미만이다. 나노입자들이 비회합되는 것이 바람직하다. 나노입자들의 측정에는 투과 전자 현미경법(transmission electron microscopy, TEM)에 기초할 수 있다. 표면-개질된 콜로이드 나노입자들은 실질적으로 완전히 압축될 수 있다.

[0023] 완전 압축 나노입자(실리카는 제외)는 전형적으로 결정도(단리된 금속 산화물 입자로서 측정됨)가 55% 초과, 바람직하게는 60% 초과, 그리고 더 바람직하게는 70% 초과이다. 예를 들어, 결정도는 최대 약 86% 이상의 범위일 수 있다. 결정도는 X-선 회절 기술에 의해 결정될 수 있다. 압축된 결정(예를 들어, 지르코니아) 나노입자는 고굴절률을 가지는 반면 비결정성 나노입자는 전형적으로 더 낮은 굴절률을 갖는다.

[0024] 나노입자의 실질적으로 더 작은 크기로 인해, 그러한 나노입자는 미세구조물을 형성하지 않는다. 오히려, 미세구조물은 복수의 나노입자를 포함한다.

[0025] 다른 실시 형태에서, 미세구조물들 중 일부는 매립된 무광택 입자를 포함할 수 있다.

[0026] 무광택 입자들은 전형적으로 약 0.25 마이크로미터(250 나노미터) 초과, 또는 약 0.5 마이크로미터 초과, 또는

약 0.75 마이크로미터 초과, 또는 약 1 마이크로미터 초과, 또는 약 1.25 마이크로미터 초과, 또는 약 1.5 마이크로미터 초과, 또는 약 1.75 마이크로미터 초과, 또는 약 2 마이크로미터 초과와 평균 크기를 갖는다. 더 작은 무광택 입자가 비교적 얇은 미세구조화 층을 포함하는 무광택 필름에 전형적이다. 그러나, 미세구조화 층이 더 두꺼운 실시 형태에 대하여, 무광택 입자는 최대 5 마이크로미터 또는 10 마이크로미터의 평균 크기를 가질 수 있다. 무광택 입자의 농도는 적어도 1 또는 2 중량% 내지 약 5, 6, 7, 8, 9, 또는 10 중량% 이상의 범위일 수 있다.

[0027] 도 5는 기재(850) 상에 배치된 미세구조화 층(860)을 포함하는 광학 필름(800)의 개략 측면도이다. 미세구조화 층(860)은 기재(850)에 부착된 제1 주 표면(810), 및 중합 결합체(840) 내에 분산된 복수의 무광택 입자(830)들 및/또는 무광택 입자 응집체들을 포함한다. 일부 바람직한 실시 형태에서, 미세구조물(870)들 중 상당한 부분, 예를 들어 약 50% 이상, 또는 약 60% 이상, 또는 약 70% 이상, 또는 약 80% 이상, 또는 약 90% 이상은 무광택 입자(830) 또는 무광택 입자 응집체(880)의 존재를 결여하고 있다. 따라서, 피크들의 50%, 40%, 30%, 20% 10% 이하가 매립된 무광택 입자를 포함한다. (예컨대, 실리카 또는 CaCO_3) 무광택 입자의 존재는 이러한 무광택 입자의 존재가 원하는 투명도, 및 이어서 설명된 탁도 특성을 제공하기에 충분하지 않은 때에도 개선된 내구성을 제공할 수 있다는 것으로 요약된다. 그러나, 무광택 입자들의 비교적 큰 크기로 인해, 무광택 입자들이 코팅 조성물 내에 균일하게 분산되도록 유지하는 것이 어려울 수 있다. 이는 (특히, 웨브(web) 코팅의 경우에) 적용되는 무광택 입자들의 농도의 변화를 야기할 수 있으며, 이는 다음에는 (예컨대, 광학적) 특성의 변화를 야기한다. 일부 실시 형태에서, 미세구조화 표면의 실질적으로 모든 피크들은 (예컨대, 매립된) 무광택 입자들이 없다.

[0028] 미세구조물들 중 적어도 일부가 매립된 무광택 입자 또는 응집된 무광택 입자를 포함하는 실시 형태의 경우에, 무광택 입자들의 평균 크기는 전형적으로 미세구조물들의 평균 크기보다 충분히 작아서(예를 들어, 적어도 약 2 배 이상 만큼), 무광택 입자가 도 5에 도시된 바와 같이 미세구조화 층의 중합성 수지 조성물에 의해 둘러싸이게 한다.

[0029] 미세구조화 층이 매립된 무광택 입자들을 포함할 때, 미세구조화 층은 전형적으로 약 0.5 마이크로미터 이상, 또는 약 1 마이크로미터 이상, 또는 약 1.5 마이크로미터 이상, 또는 약 2 마이크로미터 이상, 또는 약 2.5 마이크로미터 이상, 또는 약 3 마이크로미터 이상만큼 입자들의 평균 크기보다 큰 평균 두께 "t"를 갖는다.

[0030] 제1 미세구조화 표면은 임의의 적합한 제조 방법을 사용하여 만들어질 수 있다. 미세구조물은 일반적으로 미국 특허 제5,175,030호(루(Lu) 등) 및 제5,183,597호(루(Lu))에 기재된 바와 같이 공구 표면과 접촉하여 중합성 수지 조성물을 캐스팅 및 경화시킴으로써 제조된다. 공구는 임의의 이용가능한 제조 방법을 사용하여, 예를 들어 각인(engraving) 또는 다이아몬드 선삭의 사용에 의해 제조될 수 있다. 예시적인 다이아몬드 선삭 시스템 및 방법은, 예를 들어 개시 내용이 본 명세서에 참고로 포함되는 PCT 출원 공개 WO 00/48037호, 및 미국 특허 제 7,350,442호 및 제7,328,638호에 기재된 바와 같은 고속 공구 서보(fast tool servo, FTS)를 포함하고 이를 이용할 수 있다.

[0031] 도 6은 제1 미세구조화 표면(60)을 제조하기 위하여 미세복제될 수 있는 공구를 절삭하는 데 사용될 수 있는 절삭 공구 시스템(1000)의 개략 측면도이다. 절삭 공구 시스템(1000)은 스레드 컷(thread cut) 선삭 공정을 사용하고, 구동기(1030)에 의해 중심축(1020)을 중심으로 회전하고/하거나 이를 따라 이동할 수 있는 롤(1010), 및 롤 재료를 절삭하기 위한 커터(1040)를 포함한다. 커터는 서보(1050) 상에 장착되고, 구동기(1060)에 의해 롤 내로 이동되고/되거나 x-방향을 따라 롤을 따라 이동될 수 있다. 일반적으로, 커터(1040)는 롤 및 중심축(1020)에 수직으로 장착될 수 있고, 롤이 중심축을 중심으로 회전하는 동안 롤(1010)의 각인 가능한 재료 내로 구동된다. 이어서, 커터는 중심축에 평행하게 구동되어 스레드 컷을 생성한다. 커터(1040)는 미세복제될 때 미세구조물을 형성하는 특징부들을 롤 내에 생성하도록 높은 빈도 및 낮은 변위로 동시에 작동될 수 있다.

[0032] 서보(1050)는 고속 공구 서보(FTS)이며, 커터(1040)의 위치를 신속하게 조정하는, 종종 PZT 적층체로 지칭되는 고상 압전 장치(solid state piezoelectric(PZT) device)를 포함한다. FTS(1050)는 x-방향, y-방향 및/또는 z-방향, 또는 축외(off-axis) 방향으로의 커터(1040)의 매우 정밀하면서도 고속의 이동을 가능하게 한다. 서보(1050)는 휴지 위치(rest position)에 대한 제어된 이동을 발생시킬 수 있는 임의의 고품질 변위 서보일 수 있다. 일부 경우에, 서보(1050)는 약 0.1 마이크로미터 또는 더 우수한 분해능으로 0 내지 약 20 마이크로미터 범위 내의 변위를 확실하게 그리고 반복가능하게 제공할 수 있다.

[0033] 구동기(1060)는 중심축(1020)에 평행한 x-방향을 따라 커터(1040)를 움직일 수 있다. 어떤 경우에, 구동기(1060)의 변위 분해능은 약 0.1 마이크로미터보다 더 양호하거나, 약 0.01 마이크로미터보다 더 양호하다. 미

세구조물의 최종 형상을 정확하게 제어하기 위하여 구동기(1030)에 의해 발생하는 회전 운동은 구동기(1060)에 의해 발생하는 병진 운동과 동기화된다.

- [0034] 물(1010)의 각인 가능한 재료는 커터(1040)에 의해 각인될 수 있는 임의의 재료일 수 있다. 예시적인 물 재료는 구리와 같은 금속, 다양한 중합체, 및 다양한 유리 재료를 포함한다.
- [0035] 커터(1040)는 임의의 유형의 커터일 수 있고, 응용에 바람직할 수 있는 임의의 형상을 가질 수 있다. 예를 들어, 도 7a는 반경 "R"을 갖는 아크-형상 절삭 팁(1115)을 갖는 커터(1110)의 개략 측면도이다. 일부 경우에, 절삭 팁(1115)의 반경 R은 약 100 마이크로미터 이상, 또는 약 150 마이크로미터 이상, 또는 약 200 마이크로미터 이상이다. 일부 실시 형태에서, 절삭 팁의 반경 R은 약 300 마이크로미터 이상, 또는 약 400 마이크로미터 이상, 또는 약 500 마이크로미터 이상, 또는 약 1000 마이크로미터 이상, 또는 약 1500 마이크로미터 이상, 또는 약 2000 마이크로미터 이상, 또는 약 2500 마이크로미터 이상, 또는 약 3000 마이크로미터 이상이다.
- [0036] 대안적으로, 공구의 미세구조화 표면은 도 7b에 도시된 바와 같은, V자 형상의 절삭 팁(1125)을 갖는 커터(1120), 도 7c에 도시된 바와 같은, 구분 선형(piece-wise linear) 절삭 팁(1135)을 갖는 커터(1130), 또는 도 7d에 도시된 바와 같은, 만곡된 절삭 팁(1145)을 갖는 커터(1140)를 사용하여 형성될 수 있다. 일 실시 형태에서, 약 178도 이상 또는 이보다 큰 각도의 정각(apex angle) β 를 갖는 V자 형상의 절삭 팁을 사용하였다.
- [0037] 도 6을 다시 참조하면, 물 재료를 절삭하는 동안의 중심축(1020)을 따른 물(1010)의 회전 및 x-방향을 따른 커터(1040)의 이동은 물의 주위에 중심축을 따라 피치 P_1 을 갖는 스톱 경로로 한정한다. 커터가 물 재료를 절삭하기 위하여 물 표면에 수직인 방향을 따라 이동할 때, 커터에 의해 절삭되는 재료의 폭은 커터가 물 재료 내외로 이동하거나 플런지(plunge)함에 따라 변화한다. 예를 들어 도 7a를 참조하면, 커터에 의한 최대 침투 깊이는 커터에 의해 절삭된 최대 폭 P_2 에 대응한다. 일반적으로, 비(ratio) P_2/P_1 은 약 2 내지 약 4의 범위이다.
- [0038] 대안적으로, 공구는 전착(electrodeposition)에 의해 제조될 수 있다. 일 실시 형태에서, 공구는, 본 명세서에 참고로 포함되는 국제출원 공개 W02014/081693호에 기술된 바와 같이, 제1 평균 조도를 갖는 제1 층의 제1 주 표면을 생성하는 제1 전착 공정을 사용하여 금속을 전착시킴으로써 금속의 제1 층을 형성하고, 제1 평균 조도보다 작은 제2 평균 조도를 갖는 제2 층의 제2 주 표면을 생성하는 제2 전착 공정을 사용하여 제1 주 표면 상에 금속을 전착시킴으로써 제1 층의 제1 주 표면 상에 금속의 제2 층을 형성함으로써 제조된다.
- [0039] 몇몇의 미세구조화 확산기는 4개의 상이한 공구들의 표면을 미세복제함으로써 제조되었다. 미세구조화 표면은 공구 표면의 정밀한 복제물이었으므로, 미세구조화 표면 층의 하기의 설명은 또한 역상의 공구 표면의 설명이다.
- [0040] 도 8a, 도 9a, 도 15a, 및 도 16a는 4개의 상이한 공구들(즉, 각각 공구 1 내지 공구 4)로부터 생성된 제1 미세구조화 표면들의 공초점(confocal) 주사 레이저 현미경 이미지(50x 대물렌즈)를 도시한다.
- [0041] 제1 미세구조화 표면을 갖는 기체는 제1 미세구조화 표면 상에 코팅을 배치함으로써 미세구조화된 물품(예컨대, 확산기)을 제조하기 위한 중간 물품으로서 적합하다. 예를 들어, 도 8b 내지 도 8d는 제1 미세구조화 표면 상에 배치된 코팅의 다양한 두께를 갖는 (공구 1로부터 형성된) 도 8a의 제1 미세구조화 표면을 도시한다. 도 9b 내지 도 9d는 제1 미세구조화 표면 상에 배치된 코팅의 다양한 두께를 갖는 (공구 2로부터 형성된) 도 9a의 제1 미세구조화 표면을 도시한다. 도 15b는 제1 미세구조화 표면 상에 배치된 (예컨대, 3.3 마이크로미터) 코팅을 갖는 (공구 3으로부터 형성된) 도 15a의 제1 미세구조화 표면을 도시한다. 도 16b는 제1 미세구조화 표면 상에 배치된 (예컨대, 3.3 마이크로미터) 코팅을 갖는 (공구 3으로부터 형성된) 도 16a의 제1 미세구조화 표면을 도시한다.
- [0042] 전형적인 실시 형태에서, 코팅은 피크들을 덮고 부분적으로 밸리들을 충전한다. 그러나, 코팅이 점도가 충분히 낮을 때, 코팅은 피크들의 일부분만을 덮으면서 밸리들을 부분적으로 충전할 수 있다. 예를 들어, 제1 미세구조화 표면의 가장 높은 피크는 코팅에 의해 덮이지 않을 수 있다. 밸리들의 이러한 부분적 충전은, 또한 코팅과 함께 제1 미세구조화 표면의 토포그래피(topography)로부터 형성되는 복수의 피크들 및 밸리들을 갖는 제2 미세구조화 표면을 형성한다.
- [0043] 코팅의 두께는 제1 미세구조화 표면 및 요구되는 최종 특성에 따라 변할 수 있다. 코팅의 두께는 일반적으로 $\frac{1}{4}$ 파의 광학 두께보다 크다. 국제특허 공개 W02011/140018호에 기술된 바와 같이, 코팅이 $\frac{1}{4}$ 파의 광학 두께를 가질 때, 코팅은 물리적 및 광학 특성의 실질적인 변화가 얻어지지 않도록 하부의 제1 미세구조화 표면에 대체로 균일하게 정합한다. (즉, 건조된) 코팅의 평균 두께는 전형적으로 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 또는 1 마이

크로미터 이상이다. 일부 실시 형태에서, (즉, 건조된) 코팅의 평균 두께는 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 또는 5 마이크로미터 이상이다. 전형적인 실시 형태에서, 코팅의 두께는 약 20, 15 또는 10 마이크로미터 이하이다.

[0044] 제1 및 제2 미세구조화 표면 각각은 적어도 하나의 광학적 또는 물리적 특성에 의해 특징지어질 수 있다. 제1 미세구조화 표면과 제2 미세구조화 표면 사이의 광학적 또는 물리적 특성의 차이가 10% 이상의 절대값을 가질 때, 제2 미세구조화 표면은 제1 미세구조화 표면과 실질적으로 상이한 것으로 고려될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 물리적 특성은 미세구조물의 보완적 누적 경사도 크기 분포(즉, F_{cc}), 표면 조도 또는 평균 피크 높이일 수 있다. 다른 실시 형태에서, 광학적 특성은 탁도 또는 투명도일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 미세구조화 표면과 제2 미세구조화 표면 사이의 광학적 또는 물리적 특성의 차이가 적어도 15% 또는 20% 또는 그 이상의 절대값을 갖는다.

[0045] 제1 미세구조화 표면 상에 배치된 코팅을 추가로 포함하는, 제1 미세구조화 표면들 및 제2 미세구조화 표면들의 대표적인 부분들은 공초점 주사 레이저 현미경법(50X 대물렌즈)을 사용하여 특징지어졌다.

[0046] $F_{cc}(\theta)$ 는 경사도 크기의 보완적 누적 분포이고 하기 수학식에 의해 정의되는데, 여기서 $N_G(q)$ 는 q 번째 각도 빈(angle bin) 내의 픽셀들의 개수이며, 여기서 각각의 각도 빈은 0.01° 의 크기를 갖는다.

$$F_{cc}(\theta) = \frac{\sum_{q=\theta}^{\infty} N_G(q)}{\sum_{q=0}^{\infty} N_G(q)}$$

[0047]

[0048] 특정 각도(θ)에서의 F_{cc} 는 절대값이 규정 각도(θ)보다 큰 경사도들의 분율(fraction)이다. 분율은 또한 전체의 백분율로서 표현될 수 있다. 예를 들어, 분율 1.0은 100%이고 0.45의 분율은 45%이다.

[0049] 다양한 예시적인 제1 및 제2 미세구조화 층들의 $F_{cc}(\theta)$ 가 도 10, 도 11 및 도 17에 도시되고 하기의 표 A 내지 표 D에 기재되어 있다. 표 A 내지 표 D 각각에서, 괄호 내의 값은 제1 미세구조화 표면(즉, 대조군)과 제2 미세구조화 표면 사이의 차이이다.

[0050] [표 A]

공구 1

	코팅 두께 (μm)	F_{cc} >0.1	F_{cc} >0.3	F_{cc} >0.7	F_{cc} >1.3	F_{cc} >2.1	F_{cc} >4.1
대조군	없음	100	100	100	99	96	86
실시예 1	3	100	98	93	81	61 (35)	17 (69)
실시예 2	4	100	98	93	80	58 (38)	13 (73)
실시예 3	5	99	97	90	74	48 (48)	7 (79)

[0051]

[0052] [표 B]

공구 2

	코팅 두께 (μm)	F_{cc} >0.1	F_{cc} >0.3	F_{cc} >0.7	F_{cc} >1.3	F_{cc} >2.1	F_{cc} >4.1
대조군	없음	100	100	99	97	93	76
실시예 4	3	100	99	97	91	78 (15)	42 (34)
실시예 5	4	100	99	96	88	73 (20)	32 (44)
실시예 6	5	100	99	96	89	76 (17)	38 (38)

[0053]

[0054] [표 C]

비대칭 공구 3

	코팅 두께 (μm)	Fcc >0.1	Fcc >0.3	Fcc >0.7	Fcc >1.3	Fcc >2.1	Fcc >4.1	Ycc >2.1	Xcc >2.1	Ycc >4.1	Xcc >4.1
대조군	없음	100	100	99	96	91	75	85	22	72	2
실시예 16	3.3	99	97	87	70	50 (41)	18 (57)	48 (37)	0 (22)	18 (54)	0 (2)

[0055]

[0056] [표 D]

대칭 공구 4

	코팅 두께 (μm)	Fcc >0.1	Fcc >0.3	Fcc >0.7	Fcc >1.3	Fcc >2.1	Fcc >4.1	Ycc >2.1	Xcc >2.1	Ycc >4.1	Xcc >4.1
대조군	없음	100	100	100	99	97	89	81	80	64	63
실시예 17	3.3	100	99	96	88	73 (24)	34 (55)	45 (36)	43 (37)	16 (48)	14 (49)

[0057]

[0058] 표 A 내지 표 D의 예시적인 실시 형태를 참조하면, 0.1도 초과, 0.3도 초과, 0.7도 초과 및 1.3도 초과와 경사도 크기에서의 제1 미세구조화 표면의 보완적 누적 경사도 크기 분포는 95, 96, 97, 98, 99% 이상 또는 100%일 수 있다. 0.1도 초과 또는 0.3도 초과와 경사도 크기에서의 제2 미세구조화 표면의 보완적 누적 경사도 크기 분포는 또한 95, 96, 97, 98, 99% 이상 또는 100%일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 0.7도 초과와 경사도 크기에서의 제2 미세구조화 표면의 보완적 누적 경사도 크기 분포는 또한 95, 96, 97, 98, 99% 이상 또는 100%일 수 있거나, 85 또는 90% 이상과 같이 약간 낮을 수 있다. 1.3도 초과와 경사도 크기에서의 제2 미세구조화 표면의 보완적 누적 경사도 크기 분포는 또한 65, 70, 75, 80, 85, 또는 약 90% 이상일 수 있다.

[0059] 2.1도 초과 또는 4.1도 초과와 경사도 크기에서의 제1 및 제2 미세구조화 표면들 사이의 보완적 누적 경사도 크기 분포의 차이는 10%, 11%, 12%, 13%, 14%, 또는 15% 이상이다. 추가로 일부 실시 형태에서, 2.1도 초과 또는 4.1도 초과와 경사도 크기에서의 제1 미세구조화 표면과 제2 미세구조화 표면 사이의 보완적 누적 경사도 크기 분포의 차이는 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 또는 70% 이상이다.

[0060] 제1 미세구조화 표면은 2.1도 초과와 경사도 크기에서의 보완적 누적 경사도 크기 분포가 90%, 91%, 92%, 93%, 94%, 95%, 또는 96% 이상일 수 있다. 그러나, 제2 미세구조화 표면은 2.1도 초과와 경사도 크기에서의 보완적 누적 경사도 크기 분포가 80 이하 및 일부 실시 형태에서 75, 70, 65, 60, 55, 50, 또는 45% 이하일 수 있다.

[0061] 제1 미세구조화 표면은 4.1도 초과와 경사도 크기에서의 보완적 누적 경사도 크기 분포가 60%, 65%, 70%, 또는 75% 이상일 수 있다. 그러나, 제2 미세구조화 표면은 4.1도 초과와 경사도 크기에서 보완적 누적 경사도 크기 분포가 50, 45, 40, 35, 30, 25, 20, 15, 또는 10% 이하일 수 있다.

[0062] 도 10, 도 11 및 도 17의 예시적인 실시 형태를 참조하면, 제1 미세구조화 표면은 10도 초과와 경사도 크기에서의 보완적 누적 경사도 크기 분포가 10%, 20%, 30%, 40% 또는 50% 이상일 수 있다. 또한, 제1 미세구조화 표면은 15도 초과와 경사도 크기에서의 보완적 누적 경사도 크기 분포가 5%, 10%, 15%, 또는 20% 이상일 수 있다. 그러나, 제2 미세구조화 표면은 10도 초과 또는 15도 초과와 경사도 크기에서의 보완적 누적 경사도 크기 분포가 40%, 30% 또는 20% 미만 및 일부 실시 형태에서 10%, 9%, 8%, 7%, 6%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1% 미만 또는 0일 수 있다. 추가로, 제1 미세구조화 표면은 5도 초과와 경사도 크기에서의 보완적 누적 경사도 크기 분포가 50%, 60%, 70%, 80% 또는 85% 이상일 수 있다. 그러나, 제2 미세구조화 표면은 5도 초과와 경사도 크기에서의 보완적 누적 경사도 크기 분포가 40% 미만 및 일부 실시 형태에서 35%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10% 또는 5% 미만일 수 있다.

[0063] 보완적 누적 경사도 분포는 또한 전체 보완적 누적 경사도 분포의 성분들인 x-경사도 크기 및 y-경사도 크기 분포에 관하여 표현될 수 있다. 여기서 사용되는 바와 같이, "보완적 누적 경사도 크기 분포"는 달리 규정되지 않는다면 전체를 지칭한다. 미세구조화 표면의 미세구조물들이 기하학적으로 대칭일 때, 보완적 누적 x-경사도 크기 분포는 보완적 누적 y-경사도 크기 분포와 실질적으로 동일하다. 도 18 및 도 19의 예시적인 실시 형태를 참조하면, 예시적인 공구 4로부터 제조된 제1 미세구조화 표면은 보완적 누적 y-경사도 경사도 크기 분포(Ycc)와 실질적으로 동일한 보완적 누적 x-경사도 경사도 크기 분포(Xcc)를 갖는 것으로 도시되어 있다. 반대로, 예시적인 공구 3으로부터 제조된 제1 미세구조화 표면은 비대칭 미세구조물들을 갖고, 따라서, x-경사도 분포 및 y-경사도 분포는 상이하다. 예를 들어, 예시적인 공구 3의 5도 초과에서의 공구 3의 Ycc는 약 70%인 반면, Xcc는 10, 9, 8, 7, 6, 또는 5% 미만이다. 또한, 예시적인 공구 3에 대한 4.1도 초과에서의 공구 3의 Ycc는 70%

초과인 반면, 4.1도 초과에서의 X_{cc} 는 60, 50, 40, 30, 20, 10 또는 5% 미만이다.

[0064] 제1 및 제2 미세구조화 표면들은 평균 높이 및 표면 조도(예컨대, R_a , R_z)를 포함한 다른 물리적인 특성에 따라 특징지어질 수 있다. R_a 는 측정된 전체 영역에 걸쳐 계산된 평균 조도인 반면, R_z 는 평가 영역에서 10개의 최대 피크-밸리 분리부들의 평균 최대 표면 높이이다. 예시적인 제1 및 제2 미세구조화 층들의 R_a 및 R_z 가 하기의 표 E 내지 표 H에 기재되어 있다. 표 E 내지 표 H 각각에서, 괄호 내의 값은 제1 미세구조화 표면(즉, 대조군)과 제2 미세구조화 표면 사이의 차이이고, 그러한 차이는 백분율(예컨대, R_z (제1) - R_z (제2)/ R_z (제1))로서 표현된다. 표 E 내지 표 H에서 보고된 R_z 및 평균 높이가 표면 분석 기술을 이용하여 결정되었지만, R_z 는 또한 코팅된 제1 미세구조화 표면의 단면들의 주사 전자 현미경법으로부터 결정될 수 있다. 단면 분석이 이용될 때, 전체 제1 및 제2 미세구조화 표면들을 대표하는 통계적으로 의미 있는 결과를 얻기 위하여 충분한 개수의 단면들이 분석된다.

[0065] [표 E]

공구 1

코팅 두께	R_z	R_a	평균 높이
대조군 (없음)	5.0 마이크로미터	0.59 마이크로미터	2.6 마이크로미터
실시예 1 (3 μm)	2.4 (2.6 마이크로미터, -52%)	0.27 (0.32 마이크로미터, -54%)	1.1 (1.5 마이크로미터, -58%)
실시예 2 (4 μm)	2.1 (2.9 마이크로미터, -42%)	0.27 (0.32 마이크로미터, -54%)	1.0 (1.6 마이크로미터, -61%)
실시예 3 (5 μm)	2.0 (3.0 마이크로미터, -60%)	0.24 (0.35 마이크로미터, -59%)	1.0 (1.6 마이크로미터, -61%)

[0066]

[0067] [표 F]

공구 2

코팅 두께	R_z	R_a	평균 높이
대조군 (없음)	7.8 마이크로미터	0.97 마이크로미터	3.6 마이크로미터
실시예 4 (3 μm)	6.0 (1.8 마이크로미터, -23%)	0.70 (0.27 마이크로미터, -27%)	2.6 (1.0 마이크로미터, -27%)
실시예 5 (4 μm)	5.1 (2.7 마이크로미터, -35%)	0.61 (0.36 마이크로미터, -37%)	2.2 (1.4 마이크로미터, -39%)
실시예 6 (5 μm)	5.7 (2.1 마이크로미터, -27%)	0.72 (0.25 마이크로미터, -26%)	2.8 (0.8 마이크로미터, -23%)

[0068]

[0069] [표 G]

비대칭 공구 3

코팅 두께	R_z	R_a	평균 높이
대조군 (없음)	4.7 마이크로미터	0.59 마이크로미터	2.6 마이크로미터
실시예 16 (3.3 μm)	2.4 (2.3 마이크로미터, -51%)	0.28 (0.31 마이크로미터, -52%)	1.3 (1.3 마이크로미터, -50%)

[0070]

[0071] [표 H]

대칭 공구 4

코팅 두께	R_z	R_a	평균 높이
	굴절률 1.56	굴절률 1.56	
대조군 (없음)	7.1 마이크로미터	0.75	2.9 마이크로미터
실시예 17 (3.3 μm)	3.6 (3.5 마이크로미터, -51%)	0.40 (0.35 마이크로미터, -47%)	1.4 (1.5 마이크로미터, -52%)

[0072]

[0073] 표 E 내지 표 H의 예시적인 실시 형태를 참조하면, 제1 미세구조화 표면 상에 배치된 코팅은 제2 미세구조화 표

면의 Rz 및/또는 Ra를 10% 이상만큼 감소시킬 수 있다. 또한, 일부 실시 형태에서, 제1 미세구조화 표면과 제2 미세구조화 표면 사이의 Rz 및/또는 Ra의 차이는 -20%, -30%, -40%, -50% 또는 -60% 이상일 수 있다.

[0074] 제2 미세구조화 표면의 Rz는 전형적으로 1.3, 1.4 또는 1.5 마이크로미터 이상이고 약 5 마이크로미터 이하인 반면, 제1 미세구조화 표면은 제2 미세구조화 표면보다 큰 Rz를 갖는다. 일부 실시 형태에서, 제2 미세구조화 표면의 Rz는 1.6, 1.7, 1.8, 1.9 또는 2 마이크로미터 이상이다. 일부 실시 형태에서, 제1 미세구조화 표면의 Rz는 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5, 7.0, 7.5, 8.0, 8.5, 9.0, 9.5 또는 10 마이크로미터 이상일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제2 미세구조화 표면의 Rz는 7.5, 7.0, 6.5, 6.0, 5.5, 5.0 또는 4.5 마이크로미터 이하이다. 제2 미세구조화 표면의 Ra는 전형적으로 0.15, 0.16, 0.17, 0.18, 0.19 또는 0.20 마이크로미터 이상이고 약 1 마이크로미터 이하인 반면, 제1 미세구조화 표면은 제2 미세구조화 표면보다 큰 Ra를 갖는다. 일부 실시 형태에서, 제2 미세구조화 표면의 Ra는 0.95, 0.90, 0.85, 0.80 또는 0.75 이하이다.

[0075] 표 E 내지 표 H의 예시적인 실시 형태를 참고하면, 제1 미세구조화 표면 상에 배치된 코팅은 제2 미세구조화 표면의 평균 높이를 10% 이상만큼 감소시킬 수 있다. 또한, 일부 실시 형태에서, 제1 미세구조화 표면과 제2 미세구조화 표면 사이의 평균 높이의 차이는 -20%, -30%, -40%, -50% 또는 -60% 이상일 수 있다.

[0076] 제2 미세구조화 표면의 평균 높이는 전형적으로 0.75, 0.80, 0.85, 0.90, 0.95, 또는 1.00 마이크로미터 이상이다. 일부 실시 형태에서, 제2 미세구조화 표면의 평균 높이는 1.5 또는 2.0 마이크로미터 이상이다. 제2 미세구조화 표면의 평균 높이는 전형적으로 약 4 마이크로미터 이하이고, 일부 실시 형태에서 3.5 또는 3 마이크로미터 이하이다. 제1 미세구조화 표면은 제2 미세구조화 표면보다 높은 평균 높이를 갖는다. 일부 실시 형태에서, 제1 미세구조화 표면의 평균 높이는 2.5, 3, 3.5, 4, 또는 5 마이크로미터 이상이다.

[0077] 제1 및 제2 미세구조화 표면들의 탁도 및 투명도는 실시예들에 기술된 시험 방법을 따라 측정될 수 있다. 다양한 예시적인 제1 및 제2 미세구조화 층들의 탁도 및 투명도는 하기의 표 I 및 표 J에 기술되어 있다. 표 I 및 표 J 각각에서, 괄호 내의 값은 제1 미세구조화 표면(즉, 대조군)과 제2 미세구조화 표면 사이의 차이이다. 보완적 누적 경사도 크기 분포는 제1 미세구조화 표면을 제조하는 데 이용되는 중합성 수지의 선택에 의해 영향을 받지 않지만, 중합성 수지의 선택은 탁도 및 투명도에 영향을 줄 수 있다. 2개의 상이한 중합성 수지가 제1 미세구조화 표면을 제조하기 위해 이용되었고, 하기의 표 I 및 표 J에 나타난 바와 같이 하나는 1.56의 굴절률(RI)을 갖고 다른 하나는 1.65의 굴절률을 가졌다.

[0078] [표 I]

공구 1

코팅 두께	탁도	투명도	탁도	투명도
	굴절률 1.56	굴절률 1.56	굴절률 1.65	굴절률 1.65
대조군 (없음)	72	6	90	6
실시예 1 (3 μm)	16 (56)	32 (-26)	31 (59)	19 (-13)
실시예 2 (4 μm)	11 (61)	38 (-32)	26 (64)	22 (-16)
실시예 3 (5 μm)	9 (63)	44 (-38)	22 (68)	26 (-20)

[0079]

[0080] [표 J]

공구 2

접착제 코팅 두께	탁도	투명도	탁도	투명도
	굴절률 1.56	굴절률 1.56	굴절률 1.65	굴절률 1.65
대조군 (없음)	73	8	89	6
실시예 4 (3 μm)	24 (49)	21 (-13)	35 (54)	15 (-9)
실시예 5 (4 μm)	21 (52)	23 (-15)	31 (58)	17 (-11)
실시예 6 (5 μm)	19 (54)	25 (-17)	30 (59)	18 (-12)

[0081]

[0082] 표 I 및 표 J의 예시적인 실시 형태를 참조하면, 제1 미세구조화 표면과 제2 미세구조화 표면 사이의 탁도의 차이는 10% 이상일 수 있다. 또한, 일부 실시 형태에서, 제1 미세구조화 표면과 제2 미세구조화 표면 사이의 탁도의 차이는 20%, 30%, 40%, 50%, 60% 또는 70% 이상일 수 있다.

- [0083] 제1 미세구조화 표면은 탁도가 60, 70, 80, 또는 90% 이상일 수 있다. 그러나, 제2 미세구조화 표면은 탁도가 50, 45, 40, 35, 30, 25, 20, 15, 또는 10% 이하일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 탁도는 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 또는 2% 미만이다.
- [0084] 표 I 및 표 J의 예시적인 실시 형태를 참조하면, 제1 미세구조화 표면과 제2 미세구조화 표면 사이의 투명도의 차이는 -10% 이상이다. 또한, 제1 미세구조화 표면과 제2 미세구조화 표면 사이의 투명도의 차이는 -20%, -25%, -30%, -35%, 또는 -40% 이상이다.
- [0085] 제1 미세구조화 표면은 투명도가 10, 9, 8, 7, 6, 또는 5% 미만일 수 있다. 그러나, 제2 미세구조화 표면은 투명도가 15, 20, 25, 30, 35, 40, 또는 45% 이상일 수 있다.
- [0086] 제1 미세구조화 표면 상에 배치된 코팅을 포함하는 미세구조화 확산기는 다양한 광학 필름에 이용될 수 있다.
- [0087] 일부 실시 형태에서, 미세구조화 확산기는 도 12에 도시된 바와 같이 제1 및 제2 미세구조화 표면 층들의 반대편에 있는 주 표면 상에 프리즘 구조물들을 추가로 포함한다. 따라서, (예컨대, 제1) 미세구조화 표면은 기재와 프리즘형 층 사이에 매립되지 않는다. 그러나, 다른 실시 형태에서, 제1 미세구조화 표면 상에 배치된 코팅을 포함하는 미세구조화 확산기는, 본 명세서에 참고로 포함되는 국제출원 공개 W02013/158475호에 기술된 것과 같이, 기재와 프리즘형 층 사이에 매립될 수 있다.
- [0088] 미세구조화 (예컨대, 확산기) 층의 미세구조물은 주로 광학적 이득을 제공하도록 설계된 광학 필름의 (예컨대, 프리즘) 구조물과는 상이하다. 일 태양에서, 미세구조화 (예컨대, 확산기) 층의 미세구조물들은 불규칙적인 패턴 또는 랜덤한 것으로 보이는 의사-랜덤 패턴을 형성한다. 반대로, 광학 필름의 (예컨대, 프리즘) 구조물들은 일반적으로 명목상 규칙적인 패턴을 갖는다. 다른 태양에서, 미세구조화 (예컨대, 확산기) 층의 미세구조물은 전형적으로 광학 필름의 (예컨대, 프리즘) 구조물보다 작다. 예를 들어, 미세구조화 (예컨대, 확산기) 층의 미세구조물은 전형적으로 평균 피크-밸리 높이가 8 마이크로미터 이하인 반면, (예컨대, 프리즘) 구조물은 전형적으로 피크-밸리 높이가 8, 9 또는 10 마이크로미터 초과이다. 다른 태양에서, 광학 필름의 (예컨대, 프리즘) 구조물은 실질적으로 동일한 경사도(예컨대, 약 90°의 꼭지각(apex angle))를 갖는 반면, 미세구조화 (예컨대, 확산기) 층은 이전에 기술된 것과 같이 상이한 크기의 경사도를 갖는 미세구조물을 갖는다. 많은 실시 형태에서, 미세구조화 확산기의 미세구조물들 중 90% 이상은 20 또는 15도 미만의 경사도 크기를 갖는다.
- [0089] 도 12는 입사광을 원하는 방향을 향해 방향전환시키기 위한 광 방향전환 필름(100)의 개략 측면도이다. 광 방향전환 필름(100)은 y-방향을 따라 연장되는 복수의 미세구조물(150)들을 포함하는 제1 주 표면(110)을 포함한다. 미세구조물(150)이 프리즘일 때, 그러한 미세구조화 층은 프리즘형 층으로 기술될 수 있다. 광 방향전환 필름(100)은 또한 제1 주 표면(110)의 반대편에 있는 제2 주 표면(120)을 포함하고, 제1 미세구조화 층(60) 및 제1 미세구조화 표면 상에 배치된 코팅을 포함하며, 코팅은 밸리들을 부분적으로 충전하여 제2 미세구조화 표면(122)을 형성한다.
- [0090] 광 방향 전환 필름(100)은 또한 각자의 제1 주 표면(110)과 제2 주 표면(120) 사이에 배치되고, 제1 주 표면(172) 및 반대편에 있는 제2 주 표면(174)을 포함하는 기재 층(170)을 포함한다. 광 방향전환 필름(100)은 또한 기재 층의 제1 주 표면(172) 상에 배치되고 광 방향전환 필름의 제1 주 표면(110)을 포함하는 프리즘 층(130), 및 기판 층의 제2 주 표면(174) 상에 배치되고 광 방향전환 필름의 제2 주 표면(174)을 포함하는 무광택 층(140)을 포함한다. 무광택 층은 주 표면(120)의 반대편에 있는 주 표면(142)을 갖는다.
- [0091] 예시적인 광 방향전환 필름(100)은 3개의 층(130, 170, 140)들을 포함한다. 일반적으로, 광 방향전환 필름은 하나 이상의 층을 가질 수 있다. 예를 들어, 어떤 경우에, 광 방향전환 필름은 각자의 제1 및 제2 주 표면(110, 120)을 포함하는 단일 층을 가질 수 있다. 다른 예로서, 어떤 경우에, 광 방향전환 필름은 다수의 층들을 가질 수 있다. 예를 들어, 그러한 경우에, 기재(170)가 다수의 층들을 가질 수 있다.
- [0092] 미세구조물(150)은 주로 광 방향전환 필름의 주 표면(120)에 입사하는 광을, 원하는 방향을 따라 - 예컨대, 양의 z-방향을 따라 - 방향전환시키도록 설계된다. 예시적인 광 방향전환 필름(100)에서, 미세구조물(150)은 프리즘형 선형 구조물이다. 일반적으로, 미세구조물(150)은 예를 들어 입사 광의 일부분을 굴절시키고 입사 광의 상이한 부분을 재순환시킴으로써 광을 방향전환시킬 수 있는 임의의 유형의 미세구조물일 수 있다. 예를 들어, 미세구조물(150)의 단면 프로파일은 곡선형 및/또는 구분적으로 선형인 부분이거나 이를 포함할 수 있다. 예를 들어, 일부 경우에, 미세구조물(150)은 y-방향을 따라 연장하는 선형 원통형 렌즈일 수 있다.
- [0093] 각각의 선형 프리즘형 미세구조물(150)은 꼭지각(152) 및 예를 들어 주 평면 표면(172)과 같은 공통 기준 평면

으로부터 측정된 높이(154)를 포함한다. 광학 커플링 또는 웨트-아웃(wet-out)을 감소시키고/시키거나 광 방향 전환 필름의 내구성을 개선하는 것이 바람직할 때와 같은 일부 경우에, 프리즘형 미세구조물(150)의 높이가 y-방향을 따라 변화할 수 있다. 예를 들어, 프리즘형 선형 미세구조물(151)의 프리즘 높이는 y-방향을 따라 달라진다. 그러한 경우에, 프리즘형 미세구조물(151)은 y-방향을 따라 달라지는 국소 높이, 최대 높이(155), 및 평균 높이를 갖는다. 일부 경우에, 선형 미세구조물(153)과 같은 프리즘형 선형 미세구조물은 y-방향을 따라 일정한 높이를 갖는다. 그러한 경우에, 미세구조물은 최대 높이 및 평균 높이와 동일한 일정한 국소 높이를 갖는다.

[0094] 유효 투과율(ET)은 참고로 포함되는 국제출원 공개 W02010/141262호의 도 2에 기술된 바와 같은 광학 시스템을 사용하여 측정될 수 있다.

[0095] 광학 커플링 또는 웨트-아웃을 감소시키는 것이 바람직할 때와 같은 일부 경우에, 선형 미세구조물들 중 일부는 보다 짧고, 선형 미세구조물들 중 일부는 보다 크다. 예를 들어, 선형 미세구조물(153)의 높이(156)는 선형 미세구조물(157)의 높이(158)보다 작다.

[0096] 꼭지각 또는 이면각(dihedral angle)(152)은 응용에 바람직할 수 있는 임의의 값을 가질 수 있다. 예를 들어, 일부 경우에, 꼭지각(152)은 약 70도 내지 약 110도, 또는 약 80도 내지 약 100도, 또는 약 85도 내지 약 95도 범위 내에 있을 수 있다. 일부 경우에, 미세구조물(150)은 예를 들어 90도와 같이, 약 88 또는 89도 내지 약 92 또는 91도 범위 내에 있을 수 있는 동일한 꼭지각을 갖는다.

[0097] 프리즘 층(130)은 응용에 바람직할 수 있는 임의의 굴절률을 가질 수 있다. 예를 들어, 일부 경우에, 프리즘 층의 굴절률은 약 1.4 내지 약 1.8, 또는 약 1.5 내지 약 1.8, 또는 약 1.5 내지 약 1.7 범위 내에 있다. 일부 경우에, 프리즘 층의 굴절률은 약 1.5 이상, 또는 약 1.55 이상, 또는 약 1.6 이상, 또는 약 1.65 이상, 또는 약 1.7 이상이다.

[0098] 광 방향전환 필름(100)이 액정 디스플레이 시스템에서 사용되는 때와 같은 어떤 경우에, 광 방향전환 필름(100)은 디스플레이의 휘도를 증가 또는 향상시킬 수 있다. 그러한 경우에, 광 방향전환 필름은 1 초과의 유효 투과율 또는 상대 이득을 갖는다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 유효 투과율은 필름이 디스플레이 시스템 내의 제위치에 있는 상태에서의 디스플레이 시스템의 휘도 대 필름이 제위치에 있지 않은 디스플레이의 휘도의 비이다.

[0099] 광 방향전환 필름(100)이 디스플레이 시스템에서 휘도를 증가시키기 위해 사용되고 선형 프리즘이 약 1.6 초과의 굴절률을 가지는 때와 같은 어떤 경우에, 광 방향전환 필름의 평균 유효 투과율(ETA)은 약 1.5 이상, 또는 약 1.55 이상, 또는 약 1.6 이상, 또는 약 1.65 이상, 또는 약 1.7 이상, 또는 약 1.75 이상, 또는 약 1.8 이상, 또는 약 1.85 이상이다.

[0100] (도 14에 도시된 것과 같이) 휘도를 증가시키기 위하여 디스플레이 시스템 내에서 2개의 광 방향전환 필름들의 적층체가 사용되는 때와 같은 다른 경우에, 평균 유효 투과율(ETA)은 1.9, 2.0, 또는 2.1 이상일 수 있고 최대 2.4, 2.5 또는 2.6의 범위일 수도 있다.

[0101] 제2 미세구조화 표면(122)은 주로 (예들 들어, 스크래치와 같은) 바람직하지 않은 물리적인 결함 및/또는 (예들 들어, 디스플레이 또는 조명 시스템 내의 램프로부터의 바람직하지 않게 밝은 스팟 또는 "핫" 스팟 또는 흔히 무아레(moiré)로 지칭되는 패턴의 특별한 간섭과 같은) 광학적 결함을, 광을 방향전환하고 휘도를 향상시키는 광 방향전환 필름의 능력에 악영향 없이 또는 아주 적은 악영향을 가지고서 숨기도록 설계된다.

[0102] 본 명세서에서 기술된 바와 같은 미세구조화 확산기를 포함하는 광학 필름은 다양한 광학 필름 적층체 내에서 이용될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름 적층체는 이득을 증가시키도록 설계된 단일 광 지향(예컨대, 프리즘) 필름 및 비-프리즘형 미세구조화 확산기를 포함한다. 다른 실시 형태에서, 광학 적층체는 이득을 증가시키도록 설계된 적어도 2개의 광 지향(예컨대, 프리즘) 필름들을 포함한다. 프리즘 필름들은 전형적으로 제1 프리즘 필름의 정점들이 제2 프리즘 필름의 정점들에 직교하도록 적층된다. 일 실시 형태에서, 광학 필름 또는 광학 필름 적층체는 예를 들어 국제출원 공개 W02011/130155호; W02011/130144호; W02011/130151호; 및 W02013/138495호에 기술된 광학적으로 비-활성인 접합 부분을 포함한다.

[0103] 광학적으로 비-활성인 접합 부분을 포함하는 하나의 예시적인 광학 필름이 도 13에 도시되어 있다. 광 지향 필름(4400)은 제1 복수의 선형 대칭 단일형 개별 구조물(4420)들 및 제2 복수의 선형 대칭 개별 구조물(4460)들을 포함한다. 구조물(4420, 4460)들은 y 방향을 따라 연장되고 기재(4410) 상에 배치되었다. 기재(4410)는 PET로

제조하였으며, 약 29 마이크로미터의 두께 및 약 1.65의 굴절률을 가졌다. 구조물(4420, 4460)들의 경화된 굴절률은 약 1.56이었다. 각각의 단일형 개별 구조물은 광 지향 필름을 표면에 접합시키도록 주로 설계되고 광을 지향 및 재순환시키도록 주로 설계된 광 지향 부분(4440) 상에 배치된 접합 부분(4430)을 포함하였다. 개별 구조물(4460)은 임의의 접합 부분을 포함하지 않았으며, 광을 지향 및 재순환시키도록 주로 설계되었다. 단일형 개별 구조물(4420)들은 개별 구조물(4460)들과 교번하였다.

[0104] 각각의 접합 부분(4430)은 xy 평면(광 지향 필름의 평면)과 약 80 내지 85도인 각도 ω_1 을 이루는 2개의 반대편의 측부 소면(facet)(4432)들을 포함한다. 각각의 접합 부분은 기부(4434), 약 $1.5(\pm 0.5)$ 마이크로미터인 최소 기부 치수 t_2 , 및 약 $4(\pm 0.5)$ 마이크로미터인 최대 높이 t_1 을 가졌다. 각각의 접합 부분은 또한 약 $0.2(\pm 0.2)$ 마이크로미터의 최소 상부 표면 치수 t_3 을 갖는 만곡되거나 둥근 상부 표면을 포함하였다. 각각의 광 지향 부분(4420)은 xy 평면(광 지향 필름의 평면)과 약 45도인 각도 ω_2 를 이루는 2개의 반대편의 측부 소면(4442)들을 포함하였다. 각각의 광 지향 부분은 기부(4444), 약 24 마이크로미터의 최소 기부 치수 t_5 , 및 약 12 마이크로미터인 최대 높이 t_4 를 가졌다. 단일형 개별 구조물(4420)의 접합 부분(4430)의 정점과 개별 구조물(4460)의 정점 사이의 z-축 오프셋 높이 차이가 2.6 마이크로미터였다. 광 지향 필름(4400)은 평균 유효 투과율 ETA가 약 1.63이었다.

[0105] 광학적으로 비-활성인 접합 부분을 포함하는 다른 적합한 예시적인 광학 필름이 본 명세서에 참고로 포함되는 국제출원 공개 WO 2012/138495호에 기술되어 있다.

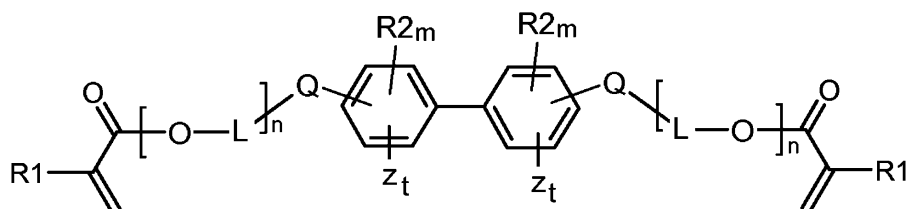
[0106] 도 13의 광학 필름은, 광 지향 필름(예컨대, 프리즘)(2010) 상에 선택적으로 배치되는 본 명세서에 기술된 제1 및 제2 미세구조화 표면들을 포함하는 광학 필름(2090)을 포함하는 광학 적층체(2000)의 개략 측면도인 도 14에 도시된 바와 같은 광학 필름 적층체 내에 포함될 수 있다. 광 지향 필름(2010)은 제1 구조화 주 표면(2020) 및 반대편의 제2 주 표면(2025)을 포함한다. 제1 구조화 주 표면(2020)은 기재(2005) 상에 배치된 복수의 단일형 개별 구조물(2030)들을 포함한다. 적어도 일부의 단일형 개별 구조물들 각각은 주로 광을 지향시키기 위한 광 지향 부분(2040), 및 주로 광 지향 필름을 광학 필름(2090)에 접합시키기 위한 접합 부분(2050)을 포함한다. 일부 경우에, 예를 들어 예시적인 광학 적층체(2000)의 경우에, 광 지향 필름(2010)의 적어도 일부의 접합 부분(2050)들 중 적어도 일부분은 광학 필름(2090) 내로 침투하고, 광 지향 필름(2010)의 적어도 일부의 광 지향 부분(2040)들 중 적어도 일부분은 광학 필름(2090) 내로 침투하지 않는다. 그러한 경우에, 광학 적층체(2000)는 광 지향 필름(2010)과 광학 필름(2090) 사이에 복수의 비충전된 공극(2015)들을 포함하는데, 여기서 비충전된 공극들은 공기 및/또는 기체를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 복수의 비충전된 공극(2015)들 중 적어도 일부의 비충전된 공극들 각각은 구역 - 이 구역은 광학 필름(2090) 및 광학 필름 내로 침투하지 않고 구역을 직접 둘러싸는 2개 이상의 인접한 단일형 개별 구조물(2030)들의 부분들에 의해 한정됨 - 을 실질적으로 덮는다. 예를 들어, 그러한 경우에, 비충전된 공극은 광학 필름(2090) 및 광학 필름 내로 침투하지 않는 2개 이상의 인접한 단일형 개별 구조물(2030)들의 부분들에 의해 한정되는 구역의 50% 이상, 또는 60% 이상, 또는 70% 이상, 또는 80% 이상, 또는 90% 이상을 덮는다. 예를 들어, 선형 단일형 개별 구조물(2030)들의 경우에, 비충전된 공극(2015)은 상부에서 광학 필름(2090)에 의해, 우측에서 광학 필름 내로 침투하지 않는 선형 단일형 개별 구조물(2030A)의 부분(2021)에 의해, 그리고 좌측에서 광학 필름 내로 침투하지 않는 선형 단일형 개별 구조물(2030B)의 부분(2022)에 의해 한정되는 구역을 실질적으로 덮는다.

[0107] 광학 필름(2090)은 (예컨대, 프리즘형) 광학 층(2070), 광 투과성 기재(2070) 상에 배치된 선택적인 프라이머 층(2075), 및 선택적인 프라이머 층(2075) 상에 배치된 코팅(예컨대, 광학 접착제) 층(2060)을 선택적으로 추가로 포함하는 광 투과성 기재를 포함한다. 프라이머 층이 존재하지 않을 때, 코팅(2060)은 광학 필름(2090)의 제1 미세구조화 표면(2076) 상에 직접 배치된다. 광학 필름 내로 침투하는 광 지향 필름(2010)의 접합 부분(2050)들의 일부분들은 코팅(예컨대, 광학 접착제) 층 내로 침투한다. 코팅(예컨대, 광학 접착제) 층(2060)은 광 지향 부분(2040)을 위한 공기 환경 또는 주위를 실질적으로 유지하면서 광 지향 필름(2010)을 광학 층(2070) 또는 광학 층(2070)의 주 표면(2071)에 부착하거나 접합시킨다. 일부 경우에, 접합 부분(2050)은 광학 필름(2090)과 광 지향 필름(2010) 사이에 강한 접합을 유발할 수 있는 높은 중형비를 갖는다.

[0108] 코팅(예컨대, 광학 접착제) 층 내로 침투하는 접합 부분(2050)은 코팅(예컨대, 광학 접착제) 층 내로 침투한 개별 접합 부분들의 최대 높이 h_2 들의 평균인 평균 최대 높이 $h_{2,avg}$ 를 갖는다. 일부 경우, $h_{2,avg}$ 는 코팅(예컨대, 광학 접착제) 층(2060)의 평균 두께 h_3 보다 크다. 예를 들어, 그러한 경우에, $h_{2,avg}$ 는 h_3 보다 0.2 마이크로미터 이상, 또는 0.3 마이크로미터 이상, 또는 0.4 마이크로미터 이상, 또는 0.5 마이크로미터 이상, 또는 0.7 마이크로미터 이상, 또는 1 마이크로미터 이상, 또는 1.2 마이크로미터 이상, 또는 1.5 마이크로미터 이상, 또는

1.7 마이크로미터 이상, 또는 2 마이크로미터 이상만큼 더 크다.

- [0109] 개별 접합 부분들의 평균 높이가 코팅(예컨대, 광학 접착제) 층의 평균 두께(h_3)보다 클 때, 접합 부분들의 높이는 구조물의 광학적으로 활성인 부분들과 접착제 층 사이의 물리적인 분리를 생성할 수 있다. 이러한 분리 또는 공기 계면은, 접착제 조성물이 적층체의 통상 사용 동안에 유동하지 않거나 "크리프(creep)"하지 않는다면, 유지되거나 또는 실질적으로 변경되지 않는다. 그러한 사용은, 선택적으로, 증가된 습도와 조합하여, 상승된 온도에서 에이징 시험의 사용에 의해 시뮬레이션될 수 있다.
- [0110] 대안적으로, 개별 접합 부분들의 평균 높이가 코팅(예컨대, 광학 접착제) 층의 평균 두께(h_3)보다 작을 때, 침투의 깊이 및 적층체의 통상 사용 동안 이러한 침투를 유지하는 것은 구조물의 광학적으로 활성인 부분들과 접착제 층 사이의 분리를 제공한다.
- [0111] 일 실시 형태에서, 코팅(예컨대, 광학 접착제) 층은 평균 두께 h_3 이 약 3 내지 6 마이크로미터이고, 접합 부분들은 평균 최대 높이 $h_{2,avg}$ 가 약 4 마이크로미터이다.
- [0112] 일반적으로, 광학 필름 기재(2070)는 임의의 광학 층을 포함할 수 있고, 응용에서 바람직할 수 있는 임의의 기능을 제공할 수 있다. 예를 들어, 일부 경우에, 기재는 주로 다른 층을 위한 지지를 제공할 수 있다. 다른 예로서, 개시된 기재는 예를 들어 반사 또는 흡수 편광기를 포함함으로써 광을 편광시키거나, 광학적 확산기를 포함함으로써 광을 확산시키거나, 광 지향 필름을 포함함으로써 광을 지향 또는 방향전환시킬 수 있다.
- [0113] 제1 미세구조화 표면 층은 전형적으로 중합성 수지의 반응 생성물과 같은 중합체 물질을 포함한다. 다양한 자유 라디칼 중합성(예컨대, (메트)아크릴레이트)) 단량체, 올리고머, 중합체 및 이들의 혼합물이 제1 미세구조화 표면 층의 유기 재료에 채용될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 중합성 수지는 무기 산화물 나노입자들을 추가로 포함한다.
- [0114] 제1 미세구조화 층의 중합성 수지는 전형적으로 2개의 (메트)아크릴레이트 기(즉, 다이(메트)아크릴레이트 단량체)들을 갖는 적어도 하나의 방향족 (메트)아크릴레이트 단량체를 포함한다. 방향족 다이(메트)아크릴레이트 단량체의 양은 전형적으로 5 중량% 이상이고 약 80 중량% 이하이다. 중합성 수지에 무기 산화물 나노입자들이 없을 때, 방향족 다이(메트)아크릴레이트 단량체의 양은 전형적으로 적어도 10, 15, 20, 또는 25 중량% 이상이다. 중합성 수지가 무기 산화물 나노입자들을 추가로 포함할 때, 방향족 다이(메트)아크릴레이트 단량체의 양은 전형적으로 25 중량%를 초과하지 않는다.
- [0115] 일부 실시 형태에서, 다이(메트)아크릴레이트 단량체는 비스페놀 A로부터 유도된다. 하나의 예시적인 비스페놀-A 에톡실화 다이아크릴레이트 단량체는 사토머(Sartomer)로부터 상표명 "SR602" (점도가 20 °C에서 610 cp이고 Tg가 2 °C인 것으로 보고됨)로 구매가능하다. 다른 예시적인 비스페놀-A 에톡실화 다이아크릴레이트 단량체는 사토머로부터 상표명 "SR601" (점도가 20 °C에서 1080 cp이고 Tg가 60 °C인 것으로 보고됨)로 구매가능하다. 미국 특허 제7,282,272호에 기재된 것과 같은, 다양한 다른 비스페놀 A 단량체가 당업계에서 기술되어 있다.
- [0116] 다른 실시 형태에서, 중합성 조성물은 비스페놀 A로부터 유도된 단량체가 없다. 하나의 적합한 2작용성 방향족 (메트)아크릴레이트 단량체는, 본 명세서에 참고로 포함되는 미국 특허 출원 공개 제2008/0221291호에 기재된 바이페닐 다이(메트)아크릴레이트 단량체이다. 바이페닐 다이(메트)아크릴레이트 단량체는 하기의 일반적인 화학 구조를 가질 수 있다:



- [0117]
- [0118] 여기서, 각각의 R1은 독립적으로 H 또는 메틸이고;
- [0119] 각각의 R2는 독립적으로 Br이고;
- [0120] m은 0 내지 4의 범위이고;
- [0121] 각각의 Q는 독립적으로 O 또는 S이고;

- [0122] n은 0 내지 10의 범위이고;
- [0123] L은 하나 이상의 하이드록실 기로 선택적으로 치환된 C2 내지 C12 알킬렌 기이고;
- [0124] z는 방향족 고리이며;
- [0125] t는 독립적으로 0 또는 1이다.
- [0126] $-Q[L-O]_n C(O)C(R1)=CH_2$ 기들 중 적어도 하나, 및 바람직하게는 둘 모두가, 단량체가 25 °C에서 액체이도록, 오르토 또는 메타 위치에서 치환된다.
- [0127] 일부 실시 형태에서, 2작용성 방향족 (메트)아크릴레이트 단량체는, 분자량이 450 g/몰 미만이고 굴절률이 1.50, 1.51, 1.52, 1.53, 1.54, 1.55, 1.56, 1.57 또는 1.58 이상인 방향족 모노(메트)아크릴레이트 단량체와 조합된다. 그러한 반응성 희석제는 전형적으로 페닐, 바이페닐, 또는 나프틸 기를 포함한다. 또한, 그러한 반응성 희석제는 할로겐화되거나 비-할로겐화(예를 들어, 비-브롬화)될 수 있다. 반응성 희석제의 포함은 동시에 유기 성분의 굴절률을 상승시킬 수 있고 점도의 감소에 의해 중합성 조성물의 가공성을 향상시킬 수 있다.
- [0128] 방향족 모노(메트)아크릴레이트 반응성 희석제의 농도는 전형적으로 5, 6, 7, 8, 9, 또는 10 중량% 이상이다. 일부 실시 형태에서, 방향족 모노(메트)아크릴레이트 반응성 희석제의 농도는 중합성 수치 조성물의 50, 40 또는 30 중량% 이하이다.
- [0129] 적합한 반응성 희석제는, 예를 들어 본 명세서에 참고로 포함되는 국제출원 공개 W02008/112451호에 기술된 것과 같은 다양한 바이페닐(메트)아크릴레이트 단량체를 포함한다. 다른 적합한 반응성 희석제는, 페녹시 에틸 (메트)아크릴레이트; 페녹시-2-메틸에틸 (메트)아크릴레이트; 페녹시에톡시에틸 (메트)아크릴레이트, 3-하이드록시-2-하이드록시프로필 (메트)아크릴레이트; 벤질 (메트)아크릴레이트; 페닐티오 에틸 아크릴레이트; 2-나프틸티오 에틸 아크릴레이트; 1-나프틸티오 에틸 아크릴레이트; 2,4,6-트라이브로모페녹시 에틸 아크릴레이트; 2,4-다이브로모페녹시 에틸 아크릴레이트; 2-브로모페녹시 에틸 아크릴레이트; 1-나프틸옥시 에틸 아크릴레이트; 2-나프틸옥시 에틸 아크릴레이트; 페녹시 2-메틸에틸 아크릴레이트; 페녹시에톡시에틸 아크릴레이트; 3-페녹시-2-하이드록시 프로필 아크릴레이트; 2,4-다이브로모-6-sec-부틸페닐 아크릴레이트; 2,4-다이브로모-6-아이소프로필페닐 아크릴레이트; 벤질 아크릴레이트; 페닐 아크릴레이트; 2,4,6-트라이브로모페닐 아크릴레이트를 포함한다. 다른 고 굴절률 단량체, 예를 들어 펜타브로모벤질 아크릴레이트 및 펜타브로모페닐 아크릴레이트가 또한 사용될 수 있다.
- [0130] 제1 미세구조화 층은 선택적으로, 낮은 굴절률(예컨대, 1.50 미만)을 전형적으로 갖는 실리카와 같은 무기 나노입자들을 포함할 수 있다. 실리카는 미국 일리노이즈 네이퍼빌 소재의 날코 케미칼 컴퍼니(Nalco Chemical Co.)로부터 상표명 "날코 콜로디알 실리카스(Nalco Collodial Silicas)", 예를 들어 제품 1040, 1042, 1050, 1060, 2327 및 2329로 구매가능하다. 건식 실리카(fumed silica)가 또한 구매가능하다.
- [0131] 제1 미세구조화 층은 선택적으로, 다양한 고굴절률 입자들, 예를 들어 지르코니아("ZrO₂"), 티타니아("TiO₂"), 안티몬 산화물, 알루미늄, 주석 산화물을 단독으로 또는 조합으로 포함할 수 있다. 혼합된 금속 산화물이 또한 채용될 수 있다. 고굴절률 층에 사용하기 위한 지르코니아는 날코 케미칼 컴퍼니로부터 상표명 "날코 00SS00 8"로 그리고 스위스 부흐러 아게(Buhler AG)로부터 상표명 "부흐러(Buhler) 지르코니아 Z-W0 졸(sol)"로 입수가능하다. 지르코니아 나노입자는 또한 미국 특허 제7,241,437호 및 미국 특허 제6,376,590호에 기술된 것과 같이 제조될 수 있다. 무광택 층의 최대 굴절률은 전형적으로, 고 굴절률 무기(예를 들어, 지르코니아) 나노입자가 가교결합된 유기 물질 내에 분산된 코팅의 경우 약 1.75 이하이다.
- [0132] 제1 미세구조화 표면 층 내의 (예컨대, 지르코니아) 무기 나노입자들의 농도는 전형적으로 25 중량% 또는 30 중량% 이상이다. (예컨대, 지르코니아) 무기 나노입자들의 농도는 전형적으로 40 중량% 이상이고 약 70 중량% 또는 60 중량% 또는 50 중량% 이하이다.
- [0133] 무기 나노입자는 바람직하게는 표면 처리제로 처리된다. 다양한 표면 처리제가 알려져 있으며, 이중 일부가 미국 특허 출원 공개 제2007/0286994호에 기술되어 있다.
- [0134] 실란이 실리카를 위해 그리고 다른 것이 규산질 충전제(siliceous fillers)를 위해 바람직할 수 있다. 실란 및 카르복실산이 지르코니아와 같은 금속 산화물을 위해 바람직하다. 고굴절률(예컨대, 지르코니아) 나노입자는, 본 명세서에 참고로 포함되는 국제출원 공개 W02010/074862호에 기재된 바와 같이, 카르복실산 말단 기 및 C₃-C₈ 에스테르 반복 단위 또는 적어도 하나의 C₆-C₁₆ 에스테르 단위를 포함하는 화합물을 포함하는 표면 처리제로 표

면처리될 수 있다.

- [0135] 캐스팅 및 경화에 의해 광 지향(예컨대, 프리즘) 구조물을 제조하기 위한 것으로 기재된 다양한 중합성 수지는 제1 미세구조화 층의 제조에 적합하다. 일부 적합한 중합성 수지 조성물이 본 명세서에 참고로 포함되는 미국 특허 출원 제2009/0017256호 및 미국 특허 제8,263,863호에 기술되어 있다.
- [0136] 일부 실시 형태에서, 제1 미세구조화 층의 중합성 수지의 굴절률은 광 투과성 기재에 대해 굴절률 정합되도록 선택된다. 그러한 실시 형태에서, 제1 미세구조화 층의 중합성 수지와 광 투과성 기재 사이의 굴절률의 차이가 0.05, 0.04, 0.03, 0.02 또는 0.01 이하이다. 다른 실시 형태에서, 제1 미세구조화 층의 중합성 수지와 광 투과성 기재 사이의 굴절률의 차이는 0.10, 0.15, 또는 0.20 이상이다.
- [0137] 일부 실시 형태에서, 제1 미세구조화 층은 적어도 1.60 이상의 고굴절률을 갖는다. 일부 실시 형태에서, 굴절률은 1.62 이상 또는 1.63 이상 또는 1.64 이상 또는 1.65 이상이다. 다른 실시 형태에서, 제1 미세구조화 층은 1.60 미만의 굴절률을 갖는다. 예를 들어, 미세구조화 층은 굴절률이 약 1.40 내지 약 1.60의 범위일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 미세구조화 층의 굴절률은 약 1.49, 1.50, 1.51, 1.52, 1.53, 또는 1.54 이상이다.
- [0138] 본 명세서에 기술된 바와 같은 미세구조화 물품의 제조 방법은 일반적으로 제1 미세구조화 표면을 포함하는 기재를 제공하는 단계를 포함하고, 제1 미세구조화 표면은 복수의 피크들 및 밸리들을 포함한다. 제1 미세구조화 표면은 바람직하게는 앞서 기술된 바와 같이 공구 표면과 접촉하여 중합성 수지 조성물을 캐스팅 및 경화시킴으로써 제조된다. 이 방법은 제1 미세구조화 표면을 코팅하여 코팅이 밸리들을 부분적으로 충전하여 제2 미세구조화 표면을 형성하게 하는 단계를 추가로 포함한다.
- [0139] 저점성 무-용제 코팅 조성물이 또한 제1 미세구조화 표면을 코팅하는 목적을 위해 사용될 수 있지만, 전형적인 실시 형태에서 코팅 조성물은 유기 용제를 포함하는 희석 코팅 용액이다. 일부 실시 형태에서, 코팅 조성물은 적어도 50, 60, 70, 80, 또는 90 중량% 이상의 휘발성 유기 용제를 포함한다. 대표적인 용제는 아세톤, 메틸-에틸-케톤, 에틸 아세테이트, 헵탄, 톨루엔, 사이클로펜타논, 메틸 셀로솔브 아세테이트, 메틸렌 클로라이드, 니트로메탄, 메틸 포르메이트, 감마-부티로락톤, 프로필렌 카르보네이트, 및 1,2-다이메톡시에탄(글라임)을 포함한다.
- [0140] 희석 용액으로서 코팅을 제공하는 것은 공극 또는 공기 기포를 형성함이 없이 제1 미세구조화 표면의 밸리들을 충전할 수 있다. 전형적인 공정에서, 용제는 건조를 통해 제거되어, 건조되고 바람직하게는 경화된 얇은 코팅을 생성한다. 용제의 증발은 적용된 코팅 두께보다 작은 건조된 코팅 두께를 초래한다. 예를 들어, 코팅 조성물이 90 중량%의 휘발성 용제를 함유하고, 3 마이크로미터의 두께로 적용될 때, 건조된 코팅은 평균 두께가 약 0.3 마이크로미터이다. 따라서, 희석 코팅 용액으로서 코팅을 제공하는 것은 또한 앞서 기술된 바와 같이 낮은 건조된 평균 코팅 두께를 제공할 수 있다.
- [0141] 코팅은 그라비아 코팅, 커튼 코팅, 슬롯 코팅, 스핀 코팅, 스크린 코팅, 브러시 또는 롤러 코팅 등을 포함하지만 이로 한정되지 않는 임의의 종래의 적용 방법에 의해 적용될 수 있다.
- [0142] 용제는 전형적으로 열의 사용에 의해 증발된다. 예를 들어, 코팅된 제1 미세구조화 표면은 약 130 내지 160 °F 범위의 온도를 갖는 오븐을 통해 이송될 수 있다. 열가소성 중합체 및 다른 중합성 성분은 전형적으로 증가된 온도에서 보다 낮은 점성을 나타낸다. 따라서, 코팅이 상승된 온도에서 건조될 때, 열가소성 중합체 또는 다른 중합성 성분은 쉽게 유동하여, 피크들로부터 내려옴으로써 밸리들 내에서 코팅 두께를 증가시킬 수 있다. 따라서, 코팅이 제1 미세구조화 표면 전체에 적용될 수 있을지라도, 건조된 코팅은 전형적으로 밸리들 내에서보다 피크들에서 더 낮은 두께를 갖는다.
- [0143] 일부 실시 형태에서, 코팅은 제1 미세구조화 층을 제조하는 데 사용하기에 적합한 앞서 기술된 중합성 수지 조성물과 같은 (예컨대, 희석) 중합성 수지 조성물이다.
- [0144] 다른 실시 형태에서, 코팅은 (예컨대, 광학) 접착제이다. 당업계에 공지된 바와 같은 다양한 (예컨대, 희석) 광학 접착제가 코팅으로서 사용하기에 적합하다 (예를 들어, 미국 특허 출원 공개 제2006/0027321호 및 2013년 3월 13일자로 출원된 미국 특허 출원 제61/778,679호 참조).
- [0145] 코팅은 예비성형된 열가소성 중합체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 코팅은 폴리아크릴레이트(다르게는 아크릴 중합체로서 알려짐)를 포함할 수 있다. 열가소성 중합체는 중합성 단량체, 유기 용제 또는 이들의 조합 내에서 용해될 수 있다.
- [0146] 코팅이 중합성 단량체를 포함할 때, 코팅은 일반적으로 경화된다. 코팅의 경화는 제1 미세구조화 표면 상에 형

성된 제2 미세구조화 표면을 유지하는 데 유리할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 코팅은 (예컨대, 자외선) 방사선에 노출됨으로써 경화되는 자유 라디칼 중합성(예컨대, (메트)아크릴레이트)) 단량체, 올리고머, 중합체 및 이들의 혼합물을 포함한다. 다른 실시 형태에서, 코팅은 (예컨대, 코팅으로부터 용제를 증발시키면서) 양이온 경화되는 에폭시 수지를 포함한다.

[0147] 광학 적층체가 형성되는 실시 형태에 대하여, 이 방법은 경화 전에 다른 광학 필름의 표면에 (예컨대, 건조된) 코팅을 접촉시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 프리즘 구조물, 또는 프리즘의 정점으로부터 연장되는 지주(post)가 부분적으로 코팅에 침투할 수 있다.

[0148] 일 실시 형태에서, 제1 미세구조화 표면 상에 배치된 코팅은 작용기 및 작용기 당 150 g/몰 미만의 분자량을 갖는 중합성 단량체와 폴리아크릴레이트의 반응 생성물을 포함한다. 중합성 단량체는 자유 라디칼 중합성 (메트)아크릴레이트 단량체, 또는 앞서 인용된 국제출원 공개 WO 2012/138495호에 기술된 에폭시 수지일 수 있다.

[0149] 일부 실시 형태에서, 코팅은 동일 조성물의 단일 층이다. 다른 실시 형태에서, 코팅은 (예컨대, 상이한 조성물의) 하나 초과층을 포함한다. 예를 들어, 코팅은 프라이머 층 및 (예컨대, 광학) 접착제 층을 포함할 수 있다. 프라이머 층은, 본 명세서에 참고로 포함되는, 2013년 10월 2일자로 출원된 미국 가출원 제61/885760호에 기술된 바와 같이, 제1 미세구조화 표면 층과 (예컨대, 광학 접착제) 코팅 사이에 배치될 수 있다. 프라이머는 폴리아크릴레이트(예컨대, 감압 접착제)를 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 프라이머 층은 질소 함유 중합체를 추가로 포함한다.

[0150] 일부 실시 형태에서, 경화된 코팅은 (실시예들에서 추가로 설명되는 바와 같이) 동적 기계 분석의 사용에 의해 특징지어질 수 있다. 경화된 접착제의 탄성계수(elastic modulus)는 전형적으로 100 Mpa 이상이다. 일부 실시 형태에서, 탄성계수는 200 MPa, 또는 300 MPa, 또는 400 MPa, 또는 500 Mpa 이상이다. 탄성계수는 전형적으로 2000 MPa 이하이다. 25 °C에서의 탄성계수(E')는, 제2 미세구조화 표면의 광학적 및 물리적 특성이 에이징에 따라 실질적으로 변화하지 않도록, 부분적으로 충전된 벨리들 내에 유지되고 있는 코팅에 적어도 부분적으로 관련되는 것으로 추정된다. 탄성계수는 또한 에이징에 따라 광학적 적층체의 유지된 휘도 및/또는 침투에 적어도 부분적으로 관련된다.

[0151] 일부 실시 형태에서, 코팅의 굴절률은 광 투과성 기재에 굴절률 정합되도록 선택된 제1 미세구조화 층에 굴절률 정합될 수 있다. 그러한 실시 형태에서, 제1 미세구조화 층(예컨대, 이의 중합성 수지)과 코팅 사이의 굴절률 차이는 0.05, 0.04, 0.03, 0.02 또는 0.01 이하이다.

[0152] 실시예

[0153] 미세구조화 표면 특성화

[0154] x 및 y 위치의 함수로서 표면의 높이를 제공하는 표면 프로파일 데이터가 50X 대물렌즈를 갖는 공초점 주사 레이저 현미경법(CSLM)에 의해 얻어졌다. 필름의 대표적인 영역(예컨대, 약 500 × 500 마이크로미터)이 이미지 분석을 위해 사용되었다.

[0155] 경사도 분석

[0156] 표면 프로파일 데이터는 표면의 높이를 x 위치 및 y 위치의 함수로서 제공한다. 이 데이터는 함수 H(x,y)로서 표현될 것이다. 이미지의 x 방향은 이미지의 수평 방향이다. 이미지의 y 방향은 이미지의 수직 방향이다.

[0157] 매트랩(MATLAB)을 사용하여 하기를 계산하였다:

[0158] 1. 구배 벡터

$$\nabla H(x,y) = \left(\frac{\partial H(x,y)}{\partial x}, \frac{\partial H(x,y)}{\partial y} \right) = \left(\frac{H(x+\Delta x,y) - H(x-\Delta x,y)}{2\Delta x}, \frac{H(x,y+\Delta y) - H(x,y-\Delta y)}{2\Delta y} \right)$$

[0160] 2. 구배 벡터의 경사도 크기(도)

$$\theta = \arctan(|\nabla H(x,y)|) = \arctan \left(\sqrt{\left(\frac{H(x+\Delta x,y) - H(x-\Delta x,y)}{2\Delta x} \right)^2 + \left(\frac{H(x,y+\Delta y) - H(x,y-\Delta y)}{2\Delta y} \right)^2} \right)$$

[0161]

[0162] 3. x-경사도 (도)

$$\theta = \arctan \left(\frac{H(x + \Delta x, y) - H(x - \Delta x, y)}{2 \Delta x} \right)$$

[0163]

[0164] 4. y-경사도 (도)

$$\theta = \arctan \left(\frac{H(x, y + \Delta y) - H(x, y - \Delta y)}{2 \Delta y} \right)$$

[0165]

[0166] 5. $F_{cc}(\theta)$ - 구배 경사도 분포의 보완적 누적 분포

$$F_{cc}(\theta) = \frac{\sum_{q=\theta}^{\infty} N_G(q)}{\sum_{q=0}^{\infty} N_G(q)}$$

[0167]

[0168] $F_{cc}(\theta)$ 는 누적 경사도 분포의 보수(complement)이고, 규정된 각도 θ 보다 큰 경사도의 분율을 제공한다. $N_G(q)$ 는 q 번째 각도 bin 내의 픽셀들의 개수인데, 여기서 각각의 각도 bin은 0.01° 의 크기를 갖는다. (따라서, 제 1 각도 bin은 0° 보다 크고 최대 0.01° 의 경사도를 갖는 픽셀들의 개수의 분율이고, 제2 각도 bin은 0.01° 보다 크고 최대 0.02° 인 경사도를 갖는 픽셀들의 개수의 분율, 등등이다). x-경사도 및 y-경사도에 대한 누적 경사도 분포의 보수는 유사하게 정의된다.

[0169] 이미지 처리 도구 박스를 갖는 매트랩을 사용하여 높이 프로파일을 분석하고 표면 경사도를 계산하였다. 하기의 순서는 사용되었던 매트랩 코드에서의 단계들의 개요를 제공한다.

[0170] 1. 픽셀들의 개수 $\geq 1001 \times 1001$ 인 경우, 픽셀들의 개수를 감소시킨다.

[0171] - $nskip = \text{fix}(na \times nb / 1001 / 1001) + 1$ 을 계산한다.

[0172] 여기서, 원래의 이미지는 크기 $na \times nb$ 픽셀을 갖는다.

[0173] - $nskip > 1$ 인 경우, $(2 \times \text{fix}(nskip/2) + 1) \times (2 \times \text{fix}(nskip/2) + 1)$ 중앙 평균화(median averaging)를 수행한다.

[0174] ■ fix 는 가장 가까운 정수로 무조건 내림(round down)을 하는 함수이다.

[0175] - 각각의 방향에 모든 $nskip$ 픽셀을 유지하는 새로운 이미지를 생성한다(예를 들어, $nskip = 3$ 인 경우, 행 및 열 1, 4, 8, 11...을 유지).

[0176] 2. $r = \text{round}(\Delta x / \text{pix})$

[0177] - Δx 는 경사도 계산에 사용될 스텝 크기이다.

[0178] - pix 는 픽셀 크기이다.

[0179] - r 은 픽셀의 반올림된 Δx 이다.

[0180] 3. Δx (및 Δy)는 모든 경사도 계산에 대하여 0.825 마이크로미터였다.

[0181] 4. $(2 \times \text{round}(f_{\text{MX}} \times r) + 1) \times (2 \times \text{round}(f_{\text{MY}} \times r) + 1)$ 픽셀의 윈도우 크기를 갖고 중앙 평균화를 수행한다. 이 계산에 대하여 f_{MX} 및 f_{MY} 둘 모두는 0.5 였다.

[0182] 5. 기울기를 제거한다.

[0183] - 모든 방향에서 전체 프로파일에 걸쳐 평균 경사도를 0과 같도록 효과적으로 만든다.

6. 전술된 바와 같이 경사도 프로파일을 계산한다.

조도 측정

R_a - 측정된 어레이 전체에 대해 계산된 평균 조도.

$$R_a = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{k=1}^N |Z_{jk}|$$

여기서, Z_{jk} = 각 픽셀의 측정된 높이와 어레이의 평균 높이 사이의 차이.

R_z 는 평가 영역 내의 10개의 최대 피크-밸리 분리부들의 평균 최대 표면 높이,

$$R_z = \frac{1}{10} [(H_1 + H_2 + \dots + H_{10}) - (L_1 + L_2 + \dots + L_{10})]$$

여기서, H는 피크 높이이고, L은 밸리 높이이며, H 및 L은 공통의 기준 평면을 갖는다.

보완적 누적 경사도 크기 분포, 피크 치수, 및 조도에 대해 보고된 각각의 값은 2개의 영역들의 평균에 기초하였다.

탁도 및 투명도의 측정:

본 명세서에 개시된 탁도 및 투명도 값은 헤이즈-가드 플러스 탁도 측정기(미국 메릴랜드주 실버 스프링스 소재의 비와이케이-가디너(BYK-Gardner))를 사용하여 ASTM D1003에 기재된 절차에 따라 측정하였다. 광학 탁도는, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 총 투과된 광에 대한 수직 방향으로부터 4도 초과만큼 벗어난 투과된 광의 비로서 정의된다. 광학 탁도는 $(T_1 - T_2) / (T_1 + T_2)$ 로서 정의되는데, 여기서 T_1 은 0과 0.7도 사이의 수직 방향으로부터 벗어난 투과된 광이고, T_2 는 수직 방향으로부터 1.6과 2도 사이에 놓인 투과된 광이다. 모든 경우에서, 광학 필름은 코팅 또는 미세구조화 표면이 광원을 향해 대면하는 상태에서 측정되었다.

광학적 이득의 측정

각 필름 또는 필름 적층체를 확산 투과성 중공 라이트 박스(light box)의 상부에 배치하였다. 라이트 박스의 확산 투과 및 반사는 대략 램버시안(Lambertian)이었다. 라이트 박스는 약 0.6 mm 두께의 확산 PTFE 플레이트로 제조된, 12.5 cm × 12.5 cm × 11.5 cm의 치수를 갖는 6면 중공형 직육면체였다. 박스의 일 면을 샘플 표면으로서 지정하였다. 중공 라이트 박스는 400 내지 700 nm 파장 범위에 걸쳐 평균된 샘플 표면에서 측정된 약 0.83%의 확산 반사율을 가졌다. 이득 시험 동안, 박스는 샘플 표면에 대향하는 박스의 표면에서의 약 1 cm 직경의 원형 구멍을 통해 내부로부터 조명되었고, 광은 샘플 표면을 향해 지향되었다. 조명은, 광을 지향시키는 데 이용되는 광섬유 다발에 부착된 안정화된 광대역 백열 광원(미국 매사추세츠주 사우스브리지 소재의 쇼트 노스 아메리카(Schott North America)로부터 1 cm 직경의 섬유 다발 연장부를 갖는 포스텍(Fostec) DCR-III로서 입수가능함)에 의해 제공되었다. 선형 흡수 편광기(미국 뉴멕시코주 앨버커키 소재의 씨브이아이 멜레스 그리엇(CVI Melles Griot)으로부터 멜레스 그리엇 03 FPG 007로서 입수가능함)를 회전식 스테이지(미국 펜실베이니아주 피츠버그 소재의 에어로테크(Aerotech)로부터 ART310-UA-G54-BMS-9DU-HC로서 입수가능함) 상에 장착하였고, 샘플과 카메라 사이에 배치하였다. 카메라를 0.28 m의 거리에서 라이트 박스의 샘플 표면에 초점 맞추고, 흡수 편광기를 카메라 렌즈로부터 약 1.3 cm에 배치하였다. 편광기가 제 위치에 있고 샘플 필름이 제 위치에 없는 상태에서 측정된, 조명된 라이트 박스의 휘도는 150 cd/m² 초과였다. 샘플 휘도를 Vis-NIR 광섬유 케이블(미국 플로리다주 탬파 소재의 스텔라네트 인크.(StellarNet Inc)로부터 F1000-Vis-NIR로서 입수가능함)을 통해 시준 렌즈에 연결된 EPP2000 분광기(미국 플로리다주 탬파 소재의 스텔라네트 인크.로부터 입수가능함)로 측정하였는데, 샘플 필름을 샘플 표면 상에 배치한 때 분광기를 박스 샘플 표면의 평면에 대해 수직 입사로 배향시켰다. 시준 렌즈는 렌즈 튜브(미국 뉴저지주 뉴턴 소재의 토르랩스(Thorlabs)로부터 SM130로서 입수가능함) 및 평철(plano-convex) 렌즈(미국 뉴저지주 뉴턴 소재의 토르랩으로부터 LA1131로서 입수가능함)로 구성되는데, 검출기에서 5 mm의 초점 스팟 크기를 달성하도록 장비를 조립하였다. 광학적 이득을, 샘플 필름이 제 위치에 있는 상태에서의 휘도 대 샘플이 존재하지 않는 라이트 박스로부터의 휘도의 비로서 결정하였다. 모든 필름에 대하여, 샘플 배향에 대한 0, 45 및 90도의 편광기 각도에서 광학적 이득을 결정하였다. 0 및 90도

에서 측정된 값들의 평균 광학적 이득이 보고된다.

[0197] **실시예 1 내지 실시예 6**

[0198] 1.14 mil PET 필름의 프라이머 처리된 면 상으로 미세구조화 층을 캐스팅 및 경화시켰다. 프라이머 처리된 면의 프라이머 조성물은 아크릴 중합체 결합제(미국 미시간주 미들랜드 소재의 다우 케미칼 컴퍼니(Dow Chemical Company)로부터 입수가능한 로플렉스(Rhoplex) 3208) 및 멜라민계 경화 수지(벨기에 안데르레트 소재의 올넥스(Allnex)로부터 입수가능한 사이멜(Cymel) 327)을 함유하였다. 멜라민 경화 수지는 전형적으로 450 g/몰의 수평균 분자량(number average molecular weight)(Mn)으로 특징지어진다. 프라이머 두께는 90 nm였고 총 프라이머 고형물에서 3.5% 멜라민을 함유하였다.

[0199] 2개의 상이한 UV 중합성 아크릴레이트 수지들 - 하나는 1.56의 굴절률(RI)을 갖고(미국 특허 출원 공개 제 2009/0017256호의 수지 R8) 및 다른 하나는 1.65의 굴절률을 가짐(미국 특허 제8,282,863호의 실시예 2) - 을 공구 표면과 접촉하여 캐스팅 및 경화시켜 공구 표면의 역상인 미세구조화 표면을 갖는 층을 형성하였다.

[0200] 2개의 공구(공구 1 및 공구 2)들을 이용하여 미세구조화 표면들을 제조하였다. 앞서 기술된 바와 같이 고속 공구 서보(FTS)를 이용하는 다이아몬드 선삭 시스템을 사용하여 공구들을 제조하였다.

[0201] 실시예들 각각에 대하여, 접착제 용액을 분당 26 피트의 선속도로 용제 코터를 사용하여 미세구조화 표면 상으로 코팅하여 3, 4 또는 5 마이크로미터의 (건조된) 코팅 두께들을 초래하였다. 60 °F로 설정된 UV 백업 롤 및 이색성(dichroic) 반사기를 갖는 100% 출력으로 작동하는 UV-D 벌브를 사용하여 접착제를 경화시켰다.

[0202] 경화된 접착제는 하기의 성분들의 반응 생성물을 함유하였다.

성분	중량%
폴리아크릴레이트 PSA - 아이소옥틸 아크릴레이트(50%), 에틸 아크릴레이트 (40%) 및 1.6의 고유 점도를 갖는 아크릴산(10%)의 삼원공중합체	62.0
지환족 다이에폭사이드 단량체(사이텍 인더스트리즈(Cytec Industries)로부터 입수가능한 "유바큐어(Uvacure) 1500")	28.6
가소제 (다이에틸 프탈레이트)	4.8
광개시제 (사이텍 인더스트리즈로부터 입수가능한 "유바큐어 1600")	4.4
감광제 (사이텍 인더스트리즈로부터 입수가능한 "애디톨(Additol ITX")	0.2

[0203]

[0204] 접착제 코팅 용액은 접착제의 10 중량% 고형물 농도로 유기 용제 내에 분산된 것으로 단지 기술되는 성분들을 포함하였다.

[0205] "대조군"의 경우, 접착제가 적용되지 않았다. 따라서, 대조군은 (예컨대, 접착제) 코팅이 없는 제1 미세구조화 표면이다.

[0206] 생성된 미세구조화 표면들의 공초점 주사 레이저 현미경 이미지들은 앞서 기술되었다. 공구 1로부터 생성된 미세구조화 표면들이 도 8a 내지 도 8d에 도시된 반면에, 공구 2로부터 생성된 미세구조화 표면들은 도 9a 내지 도 9d에 도시되어 있다.

[0207] 주어진 각도보다 큰 경사도의 백분율을 나타내는 누적 표면 구배 크기의 보수(Fcc)는 도 10 및 도 11에 도시되어 있다. 표 형태의 이러한 동일 데이터가 앞서 기술된 표 A 및 표 B에서 보고되어 있다. 표면 조도, 평균 높이 및 Fcc 데이터를 생성하기 위해 1.56 RI 수지로부터 제조된 제1 미세구조화 표면 층을 사용하였지만, 경화된 수지가 공구 표면의 정밀한 복제를 제공할 수 있다면, Fcc는 수지에 관계 없이 동일한 것으로 여겨진다.

[0208] 생성된 필름들의 탁도 및 투명도가 앞서 기술된 표 I 및 표 J에 보고된 바와 같이 측정되었다.

[0209] **실시예 7 내지 실시예 18**

[0210] **제1 프리즘 필름**

[0211] 동일한 공구들, 즉 공구 1 및 공구 2를 사용하여, 미세구조화 확산기 층들을 1.14 mil PET 필름의 프라이머 처리된 면 상에 캐스팅 및 경화시켰고, 여기서 PET 필름의 반대편의 주 표면은 미국 특허 출원 공개 제 2009/0041553호에 기술된 공정에 따라 제조된 마스터 공구를 사용하여 미국 특허 제5,175,030호 및 미국 특허 제5,183,597호에 기술된 공정에 따라 캐스팅 및 경화된 프리즘 구조물들을 가졌다. 프리즘 구조물들은 인접하는 정점들 사이의 평균 거리가 약 24 마이크로미터인 프리즘들의 측면들의 경사도에 의해 한정되는 바와 같은 예리한 90° 꼭지각을 가졌다.

[0212] 제1 및 제2 프리즘 필름들의 적층체

[0213] 제1 프리즘 필름의 미세구조화 확산기 층은 앞서 기술된 바와 같이 접착제로 코팅되었고 제2 프리즘 필름(WO 2012/138495호에 기술된 것과 같은 필름 D)의 광학적으로 비활성인 접합 부분들(예컨대, 프리즘 정점들로부터 연장되는 지주 구조물들)에 접합되었다. 프리즘 필름들은 제2 프리즘 필름의 정점들이 제1 프리즘 필름의 정점들에 직교하도록 접합되었다.

[0214] 모든 하기 실시예들은 저반사성 무아래를 가졌다. 결과적인 필름 적층체들의 유효 투과율(ET)은 다음과 같았다:

[0215] 공구 1의 미세구조화 확산기를 갖는 프리즘 필름 적층체의 특성

	굴절률	코팅 두께 (μm)	평균 ET
실시예 7	1.65	3	2.21
실시예 8	1.65	4	2.23
실시예 9	1.65	5	2.23

[0216]

[0217] 공구 2의 미세구조화 확산기를 갖는 프리즘 필름 적층체의 특성

	굴절률	접착제 두께 (μm)	평균 ET
실시예 10	1.56	3	2.23
실시예 11	1.56	4	2.24
실시예 12	1.56	5	2.23
실시예 13	1.65	3	2.17
실시예 14	1.65	4	2.19
실시예 15	1.65	5	2.18

[0218]

[0219] 공구 3 및 공구 4를 이용하여 1.56의 RI를 갖는 UV 중합성 아크릴레이트 수지로부터 미세구조화 표면들 제조하였다. 공구 3은 비대칭 미세구조물들을 가졌고, 앞서 기술된 바와 같이 고속 공구 서보(FTS)를 이용하는 다이아몬드 선삭 시스템을 사용하여 제조되었다. 공구 4는 대칭 구조물들을 가졌고, 2012년 11월 21일자로 출원된 미국 특허 출원 제61/728,868호에 따라 제조되었다.

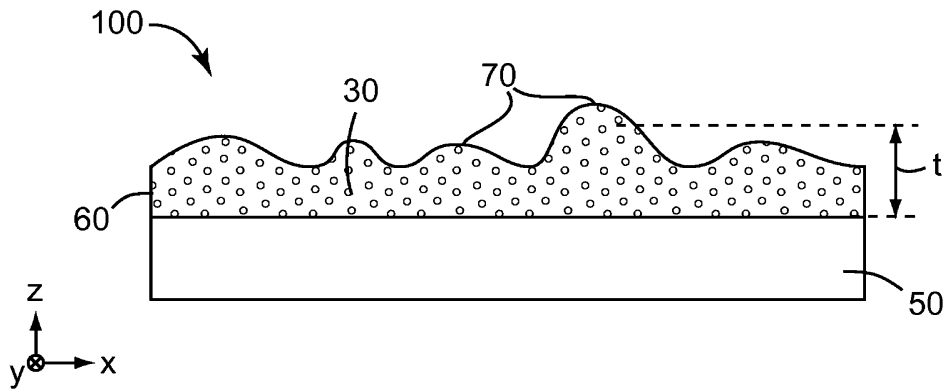
[0220] 미세구조화 표면들의 공초점 주사 레이저 현미경 이미지들이 앞서 기술된 바와 같이 생성되었다. 생성된 미세구조화 표면들이 도 15a 및 도 16a에 도시되어 있다.

[0221] 보완적 누적 경사도 크기 분포(Fcc)가 도 17에 도시되어 있다. 표 형태의 이러한 동일 데이터가 앞서 기술된 표 C 및 표 D에 보고되어 있다.

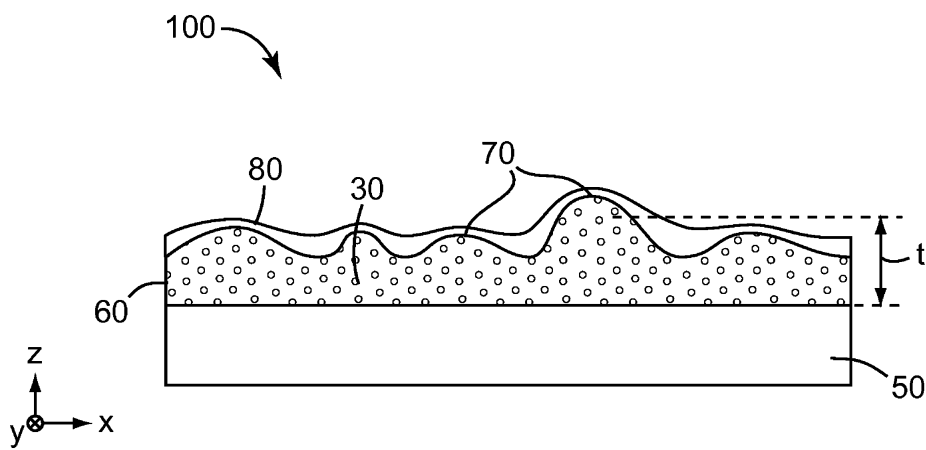
[0222] 공구 3 및 공구 4를 사용하여 실시예 7 내지 실시예 15와 동일한 방식으로 "제1" 프리즘 필름 및 제1 및 제2 프리즘 필름들의 적층체를 제조하였다. 실시예 16 및 실시예 17의 평균 유효 투과율(ET)은 2.24였다.

도면

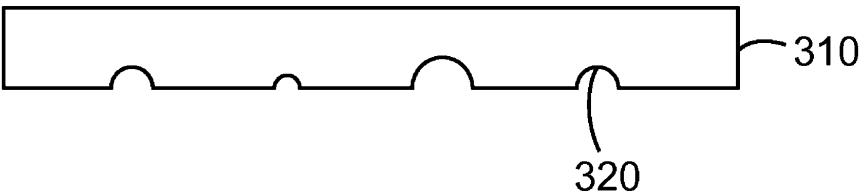
도면1a



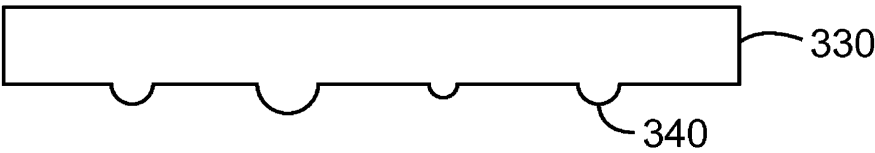
도면1b



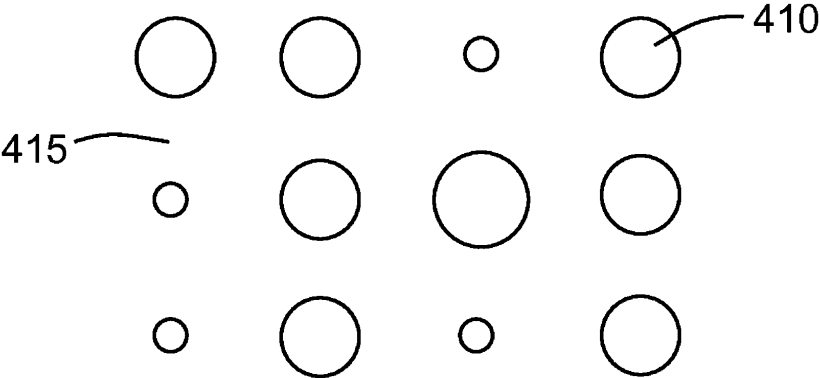
도면2a



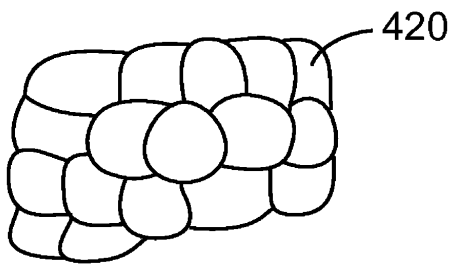
도면2b



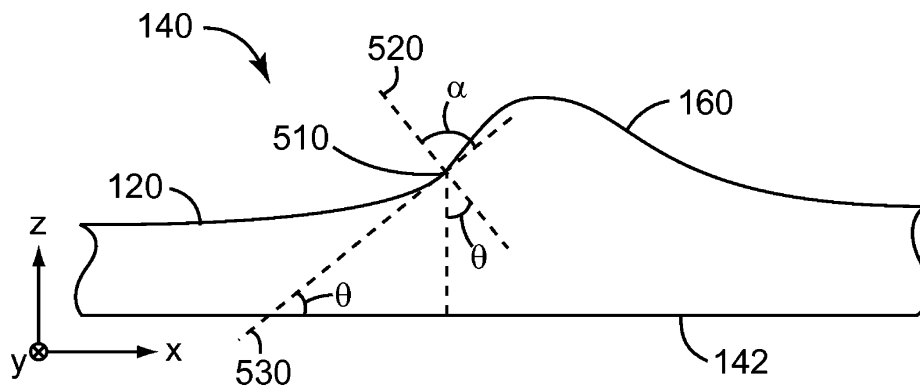
도면3a



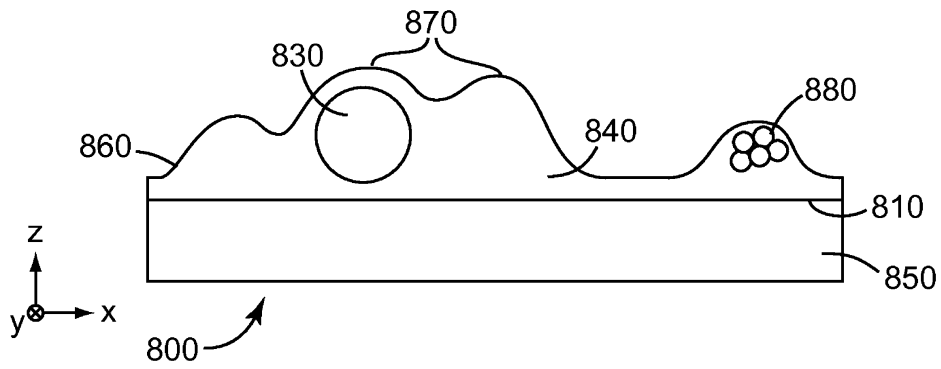
도면3b



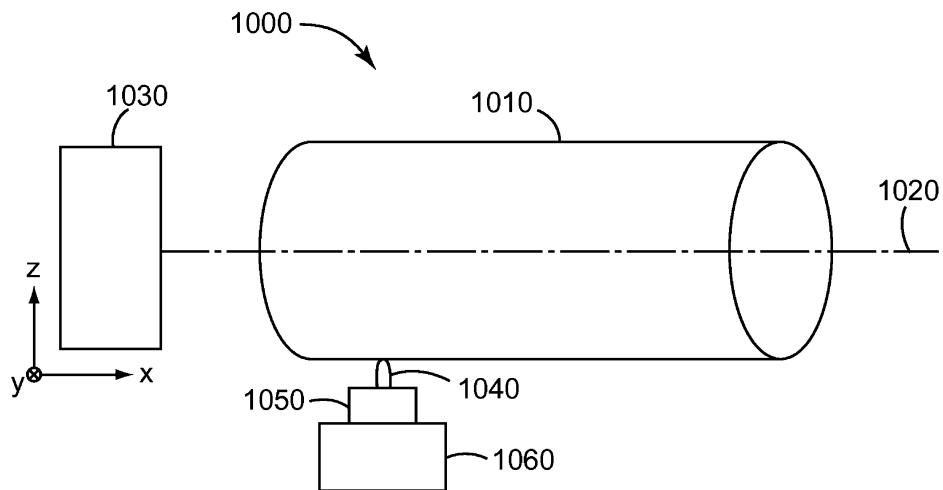
도면4



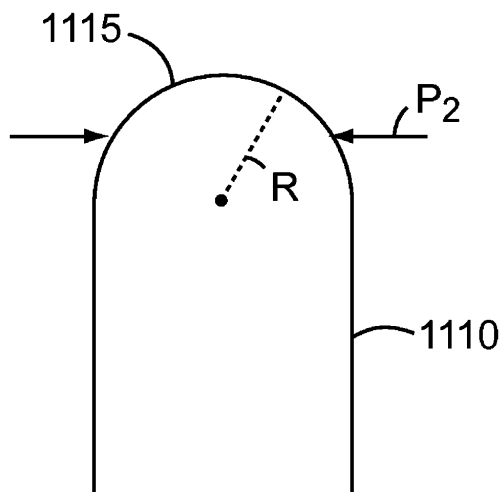
도면5



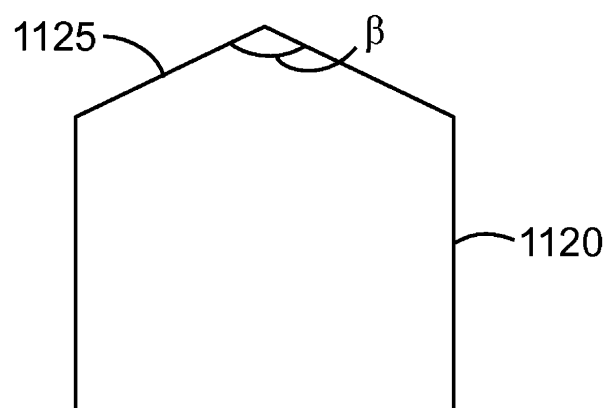
도면6



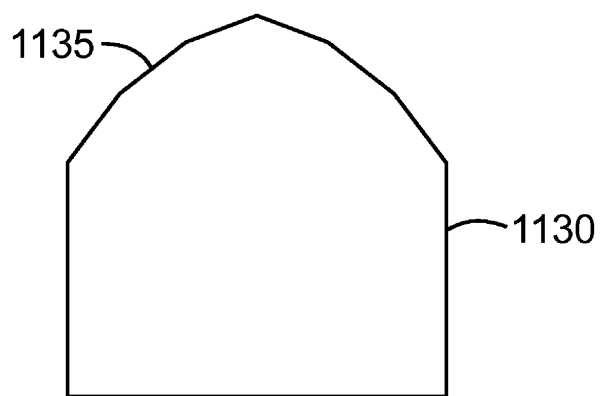
도면7a



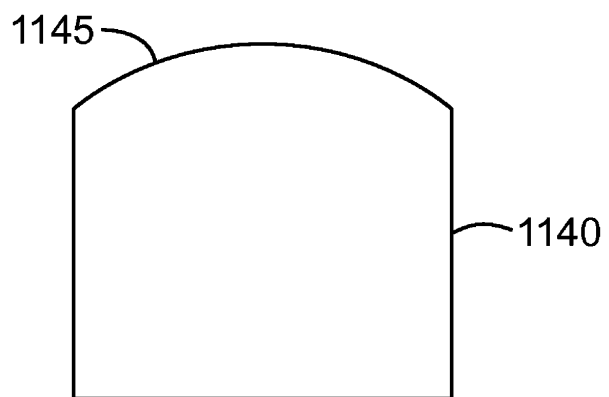
도면7b



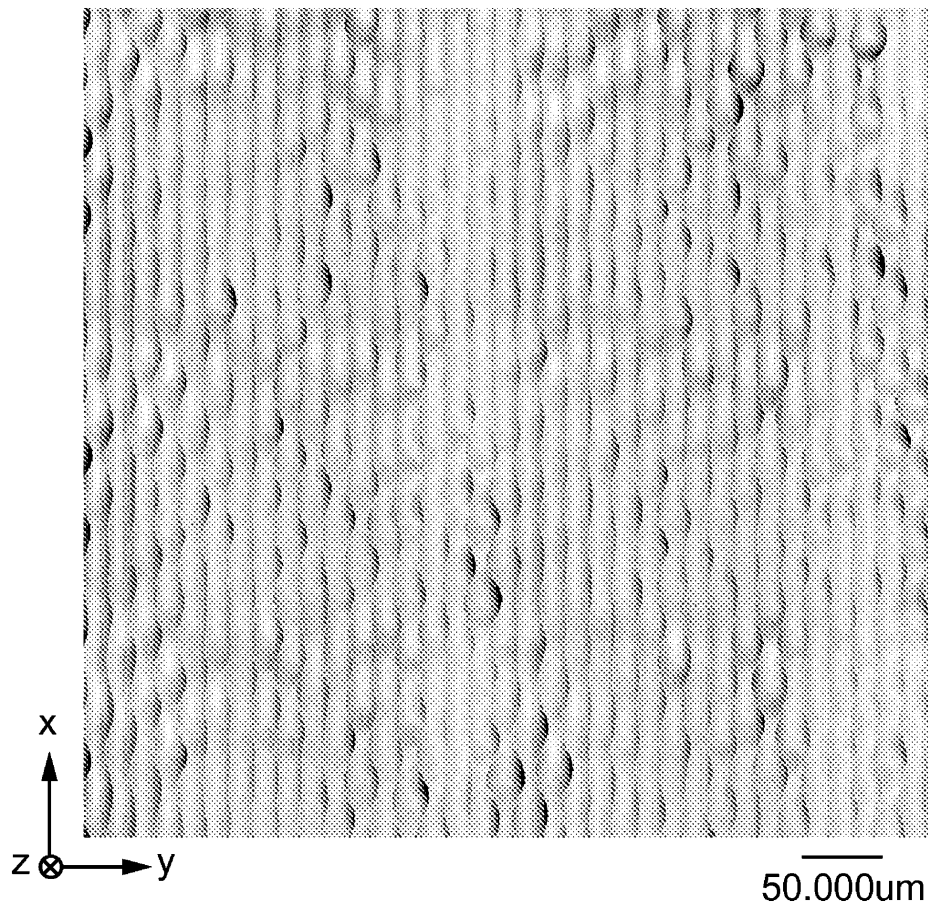
도면7c



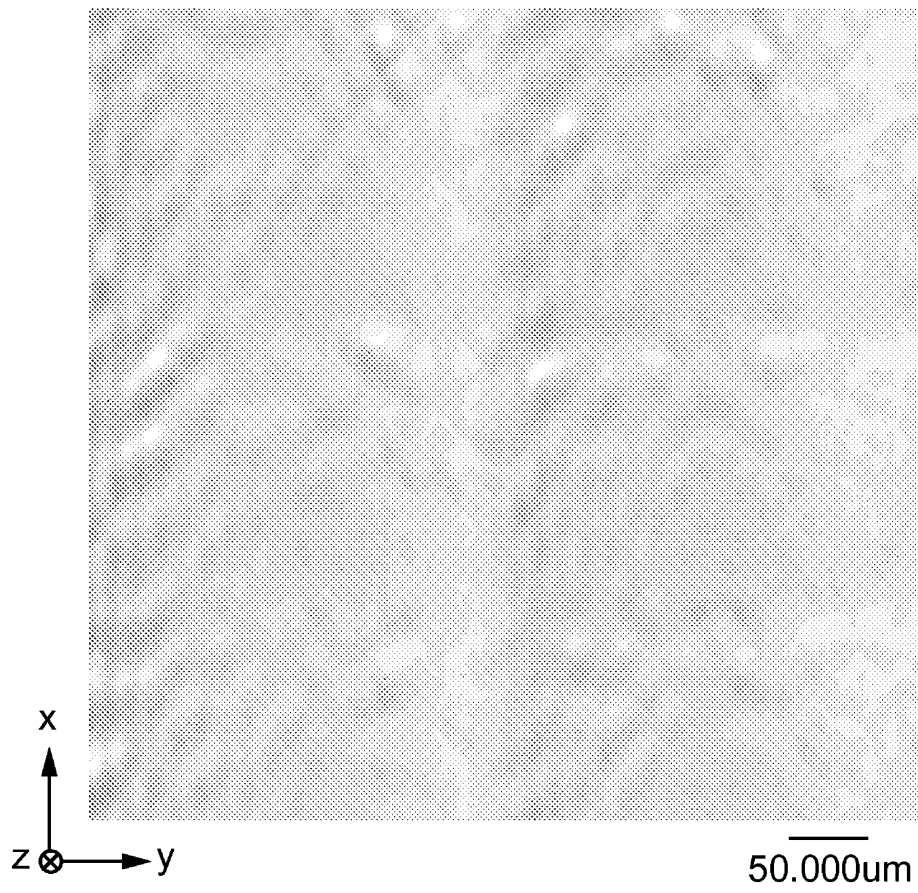
도면7d



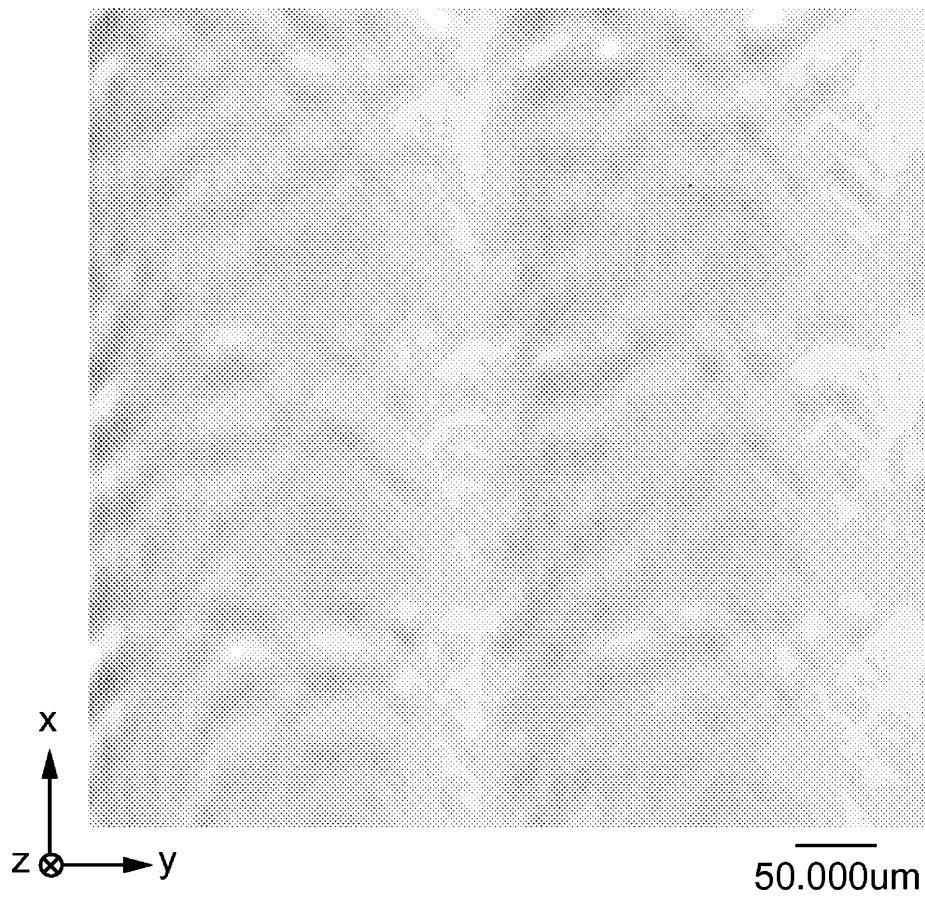
도면8a



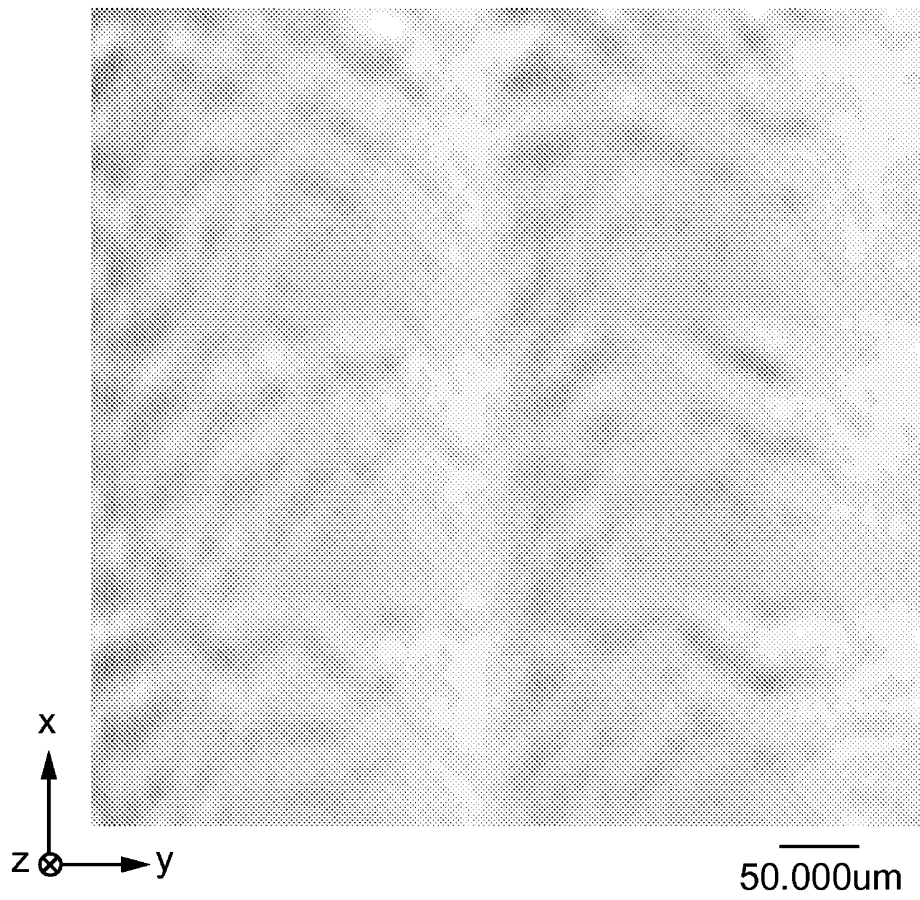
도면 8b



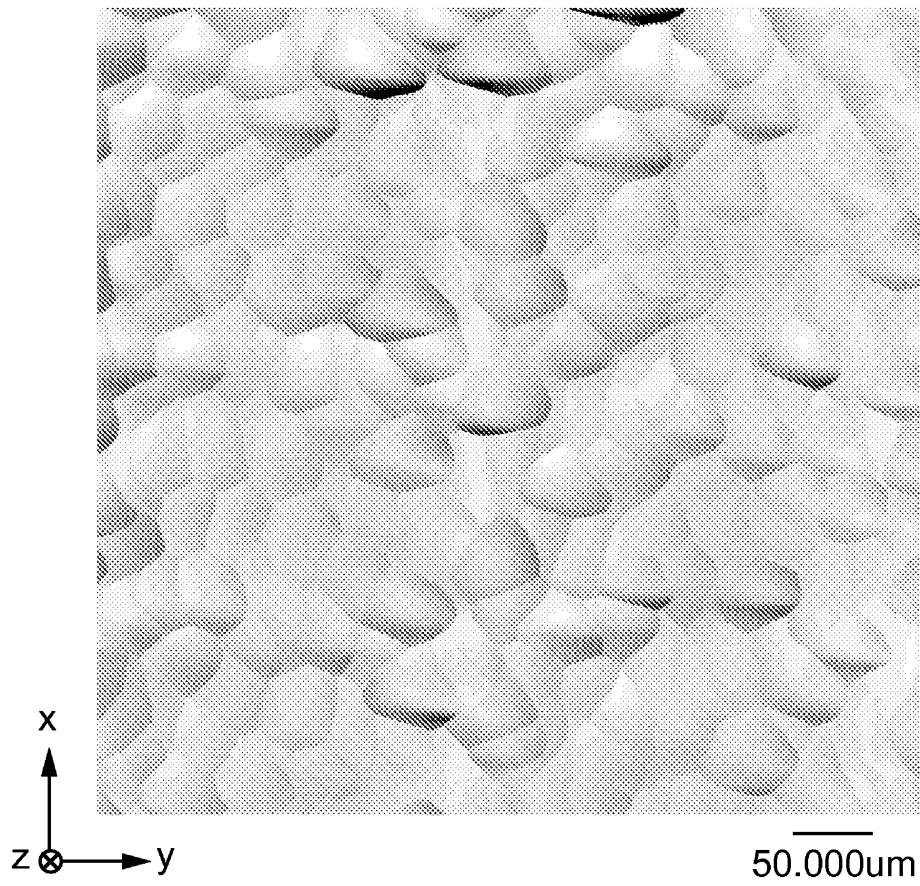
도면8c



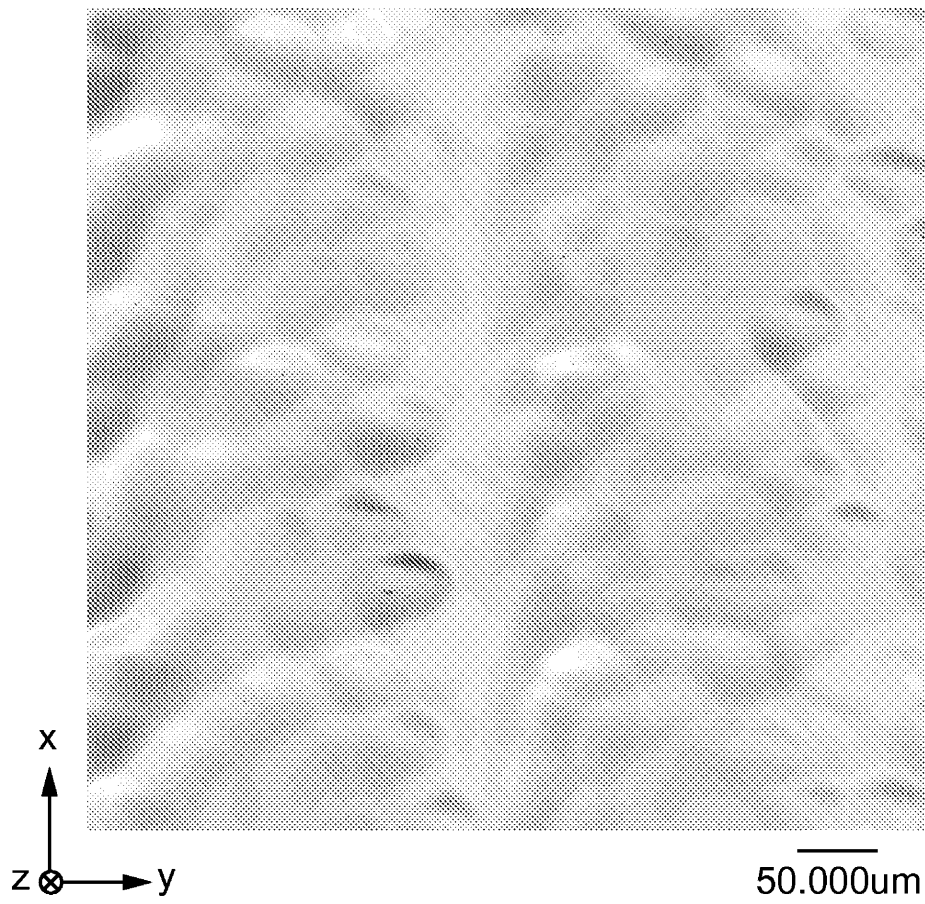
도면8d



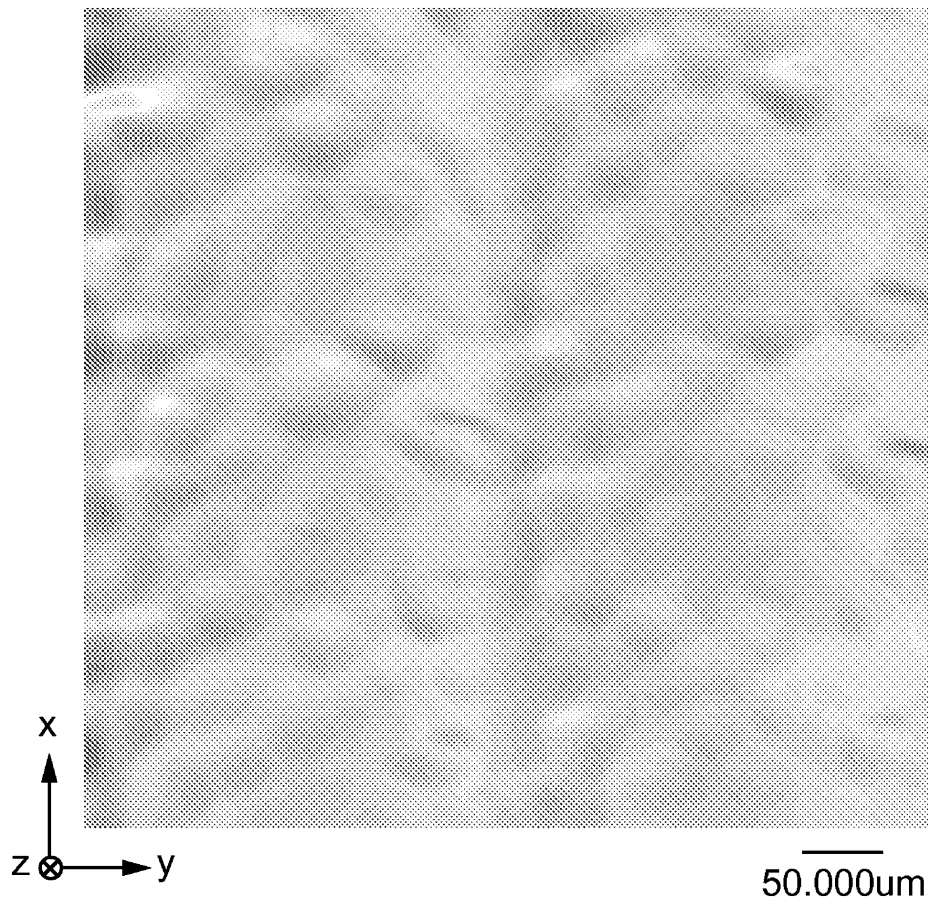
도면9a



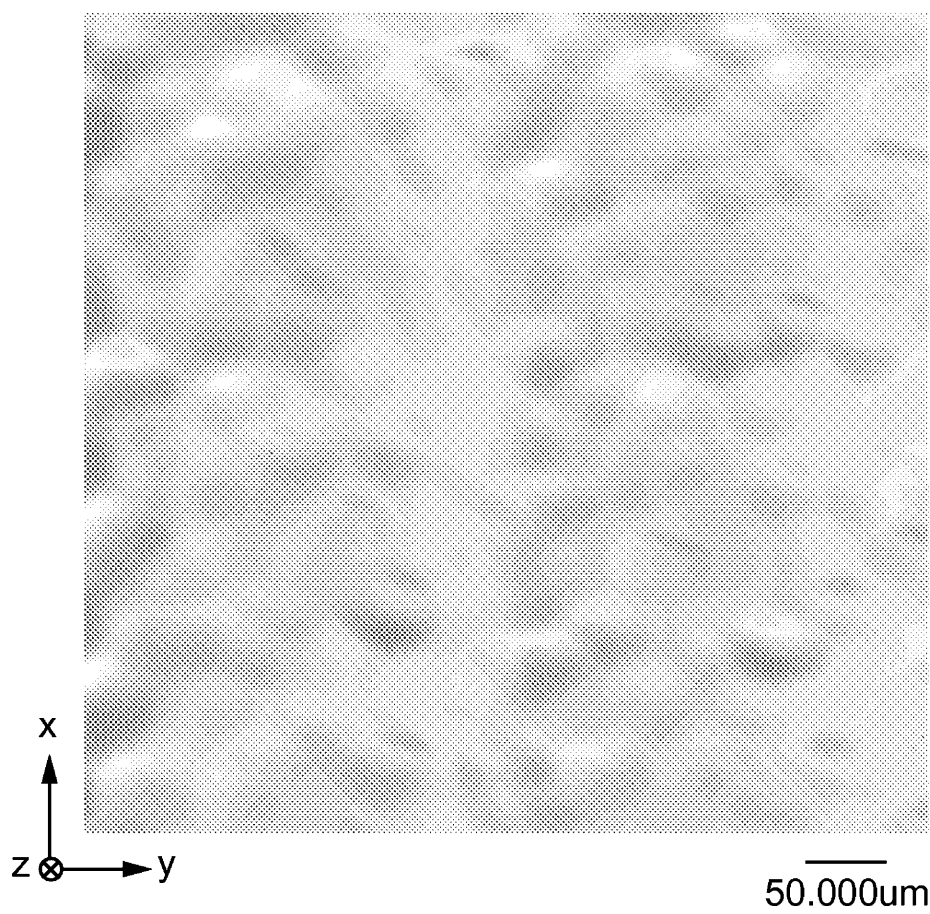
도면9b



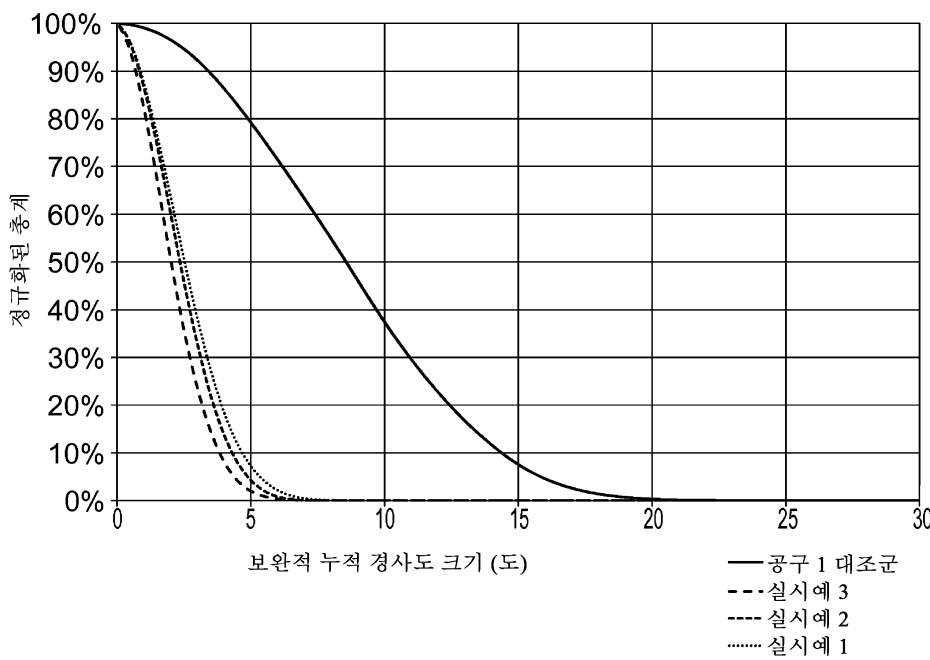
도면9c



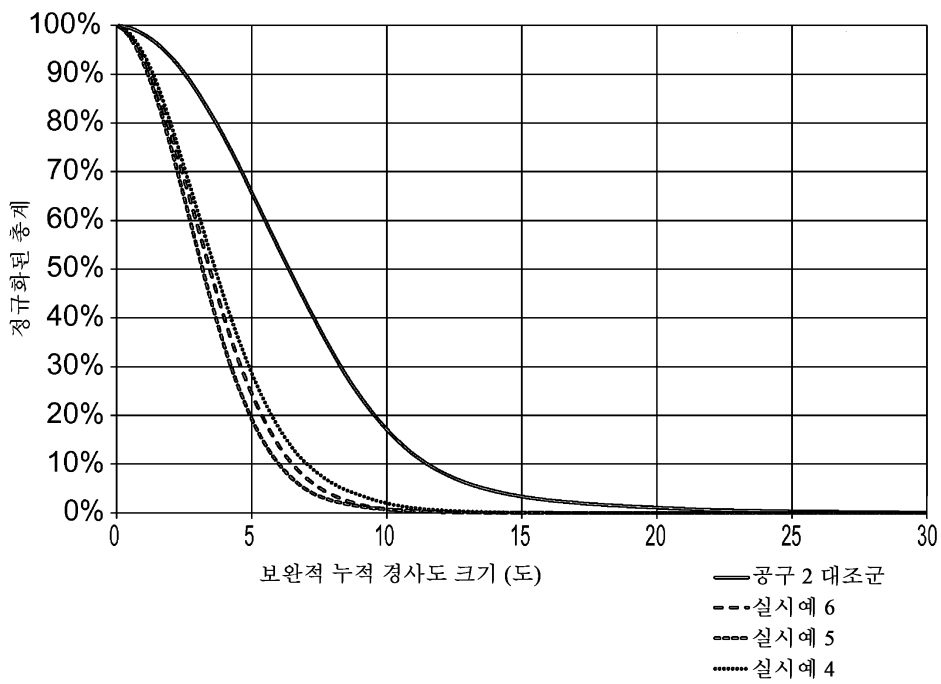
도면9d



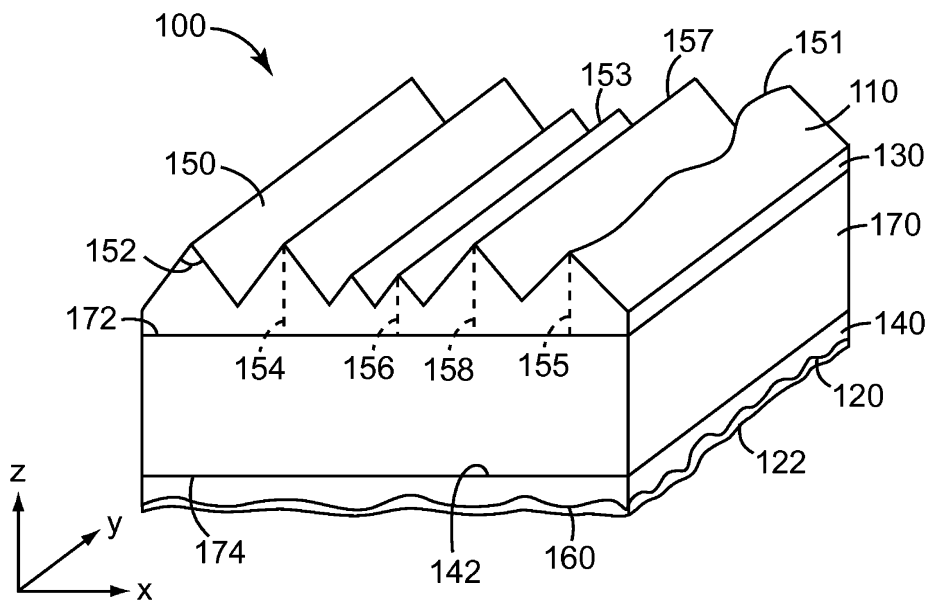
도면10



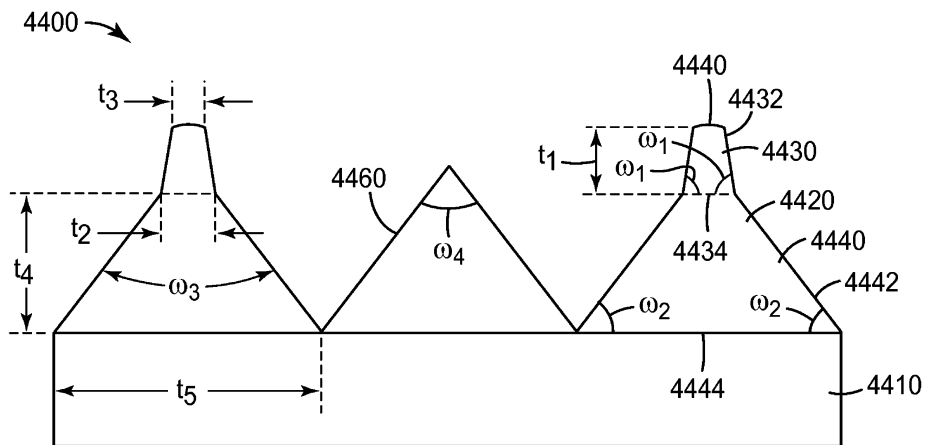
도면11



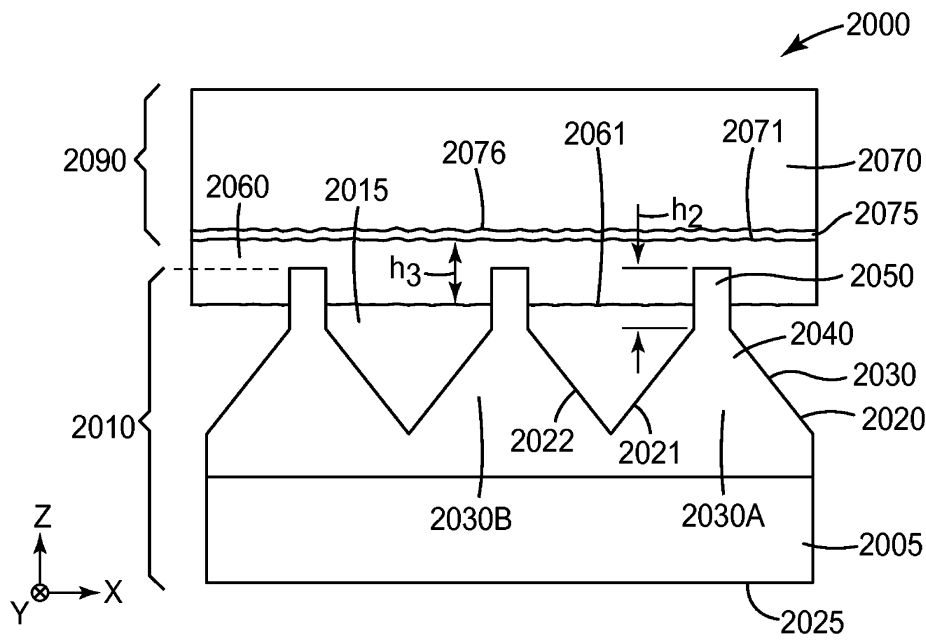
도면12



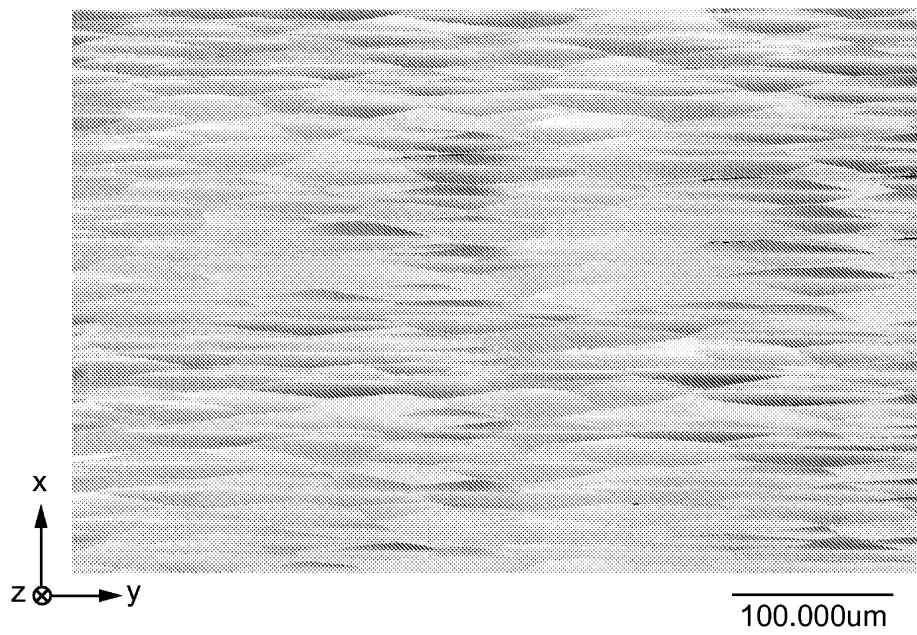
도면13



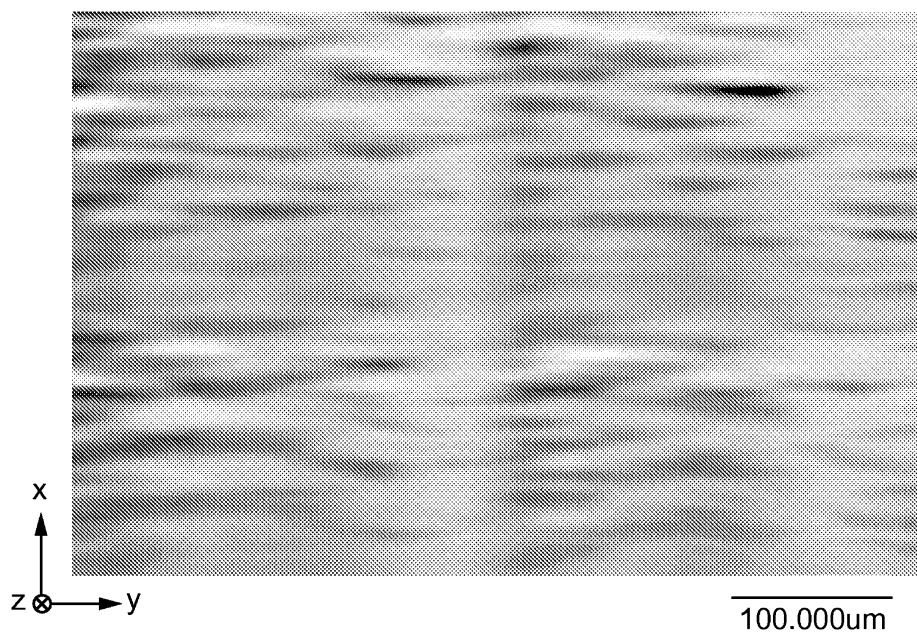
도면14



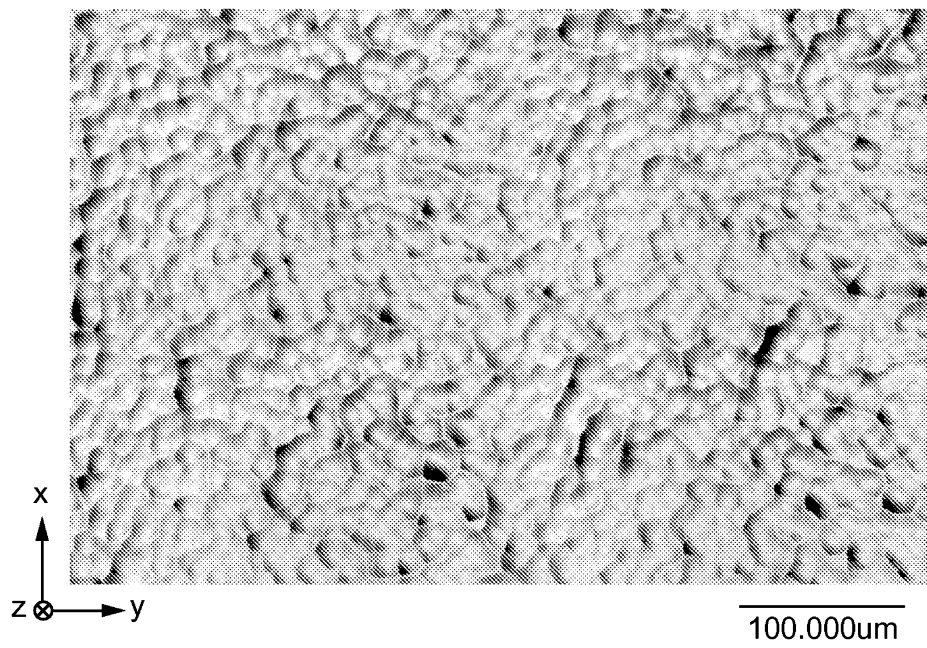
도면15a



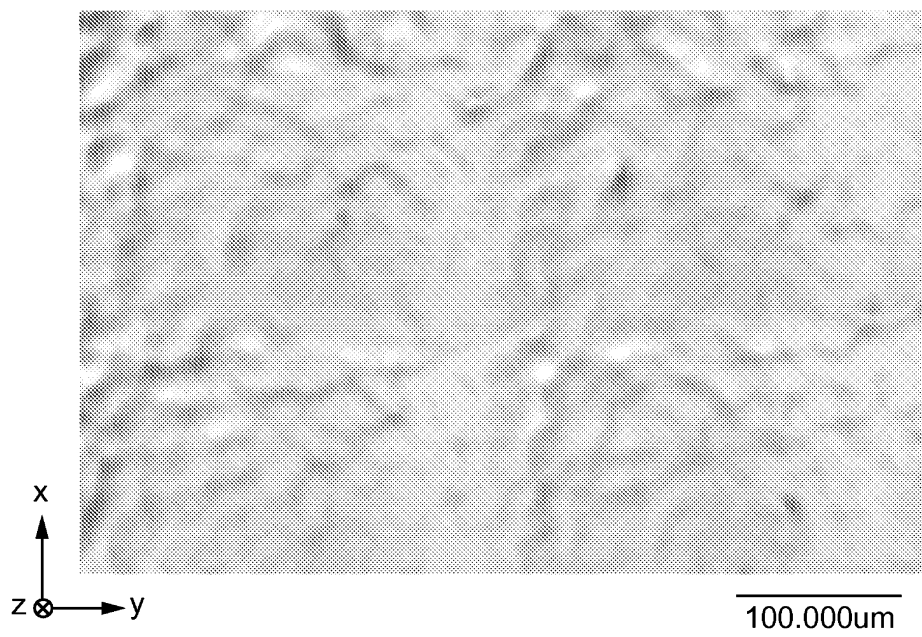
도면15b



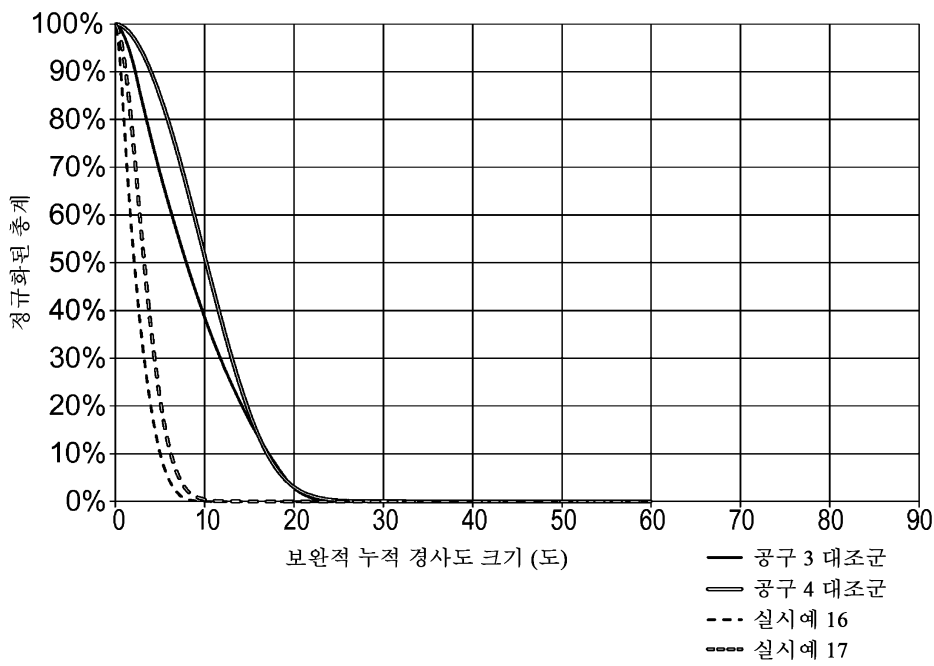
도면16a



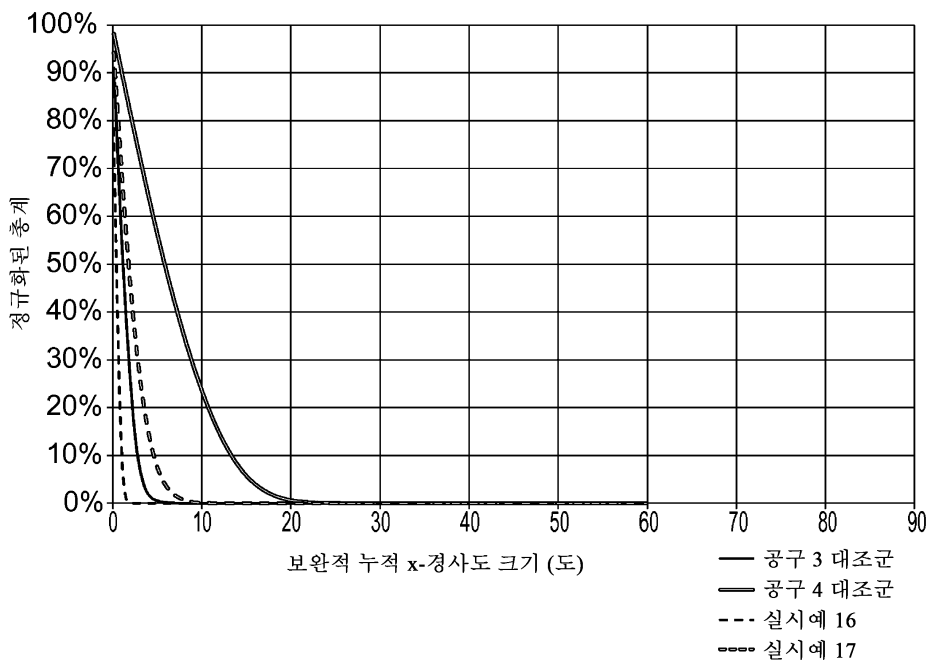
도면16b



도면17



도면18



도면19

