



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0025141
(43) 공개일자 2011년03월09일

(51) Int. Cl.

G02B 1/12 (2006.01) G02B 1/11 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0085626

(22) 출원일자 2010년09월01일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

JP-P-2009-203181 2009년09월02일 일본(JP)

JP-P-2010-174046 2010년08월02일 일본(JP)

(71) 출원인

소니 주식회사

일본국 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1

(72) 발명자

타카하시 히데토시

일본국 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1 소니 주식회사내

이이다 후미히코

일본국 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1 소니 주식회사내

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

문경진, 김학수

전체 청구항 수 : 총 21 항

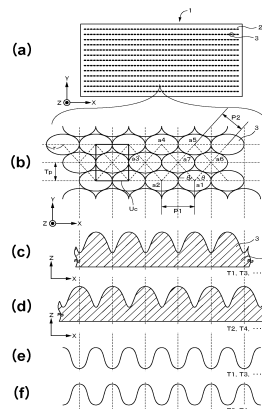
(54) 광학 소자 및 그 제조 방법

(57) 요약

[과제] 지문 등의 더러움을 닦아낼{拭取; wiping, wipe off} 수 있는 광학 소자를 제공한다.

[해결 수단] 반사 방지 기능을 가지는 광학 소자는, 표면을 가지는 기체{基體; substrate}와, 기체의 표면에 가시광의 파장 이하의 미세 피치로 다수 배치된, 볼록부{凸部; convex portion} 또는 오목부{凹部; concave portion}로 이루어지는 복수의 구조체를 구비한다. 구조체를 형성하는 재료의 탄성률이, 1MPa 이상 1200MPa 이하이며, 구조체의 에스펙트비가, 0.6 이상 1.5 이하이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

키소 히로유키

일본국 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1 소니 주식회사
내

노무라 유

일본국 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1 소니 주식회사
내

타자와 히로시

일본국 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1 소니 주식회사
내

니시무라 료

일본국 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1 소니 주식회사
내

특허청구의 범위

청구항 1

표면을 가지는 기체{基體; substrate}와,

상기 기체의 표면에 가시광의 파장 이하의 미세 피치로 다수 배치된, 볼록부{凸部; convex portion} 또는 오목부{凹部; concave portion}로 이루어지는 복수의 구조체

를 구비하고,

상기 구조체를 형성하는 재료의 탄성률이, 1MPa 이상 1200MPa 이하이며,

상기 구조체의 에스펙트비가, 0.6 이상 1.5 이하인, 반사 방지 기능을 가지는 광학 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 구조체 상에 형성된 표면 처리층을 더 구비하고,

상기 표면 처리층은, 불소 및 규소 중의 적어도 일종을 포함하는 화합물을 함유하는 광학 소자.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 표면 처리층이 형성된 상기 기체의 표면에서의 올레인산의 접촉각이, 30도 이상인 광학 소자.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 표면 처리층이 형성된 상기 기체의 표면에서의 올레인산의 접촉각이, 50도 이상인 광학 소자.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 구조체는, 상기 기체의 표면에서 복수 열의 트랙을 이루도록 배치되어 있음과 동시에, 육방 격자 패턴, 준육방 격자 패턴, 사방 격자 패턴 또는 준사방 격자 패턴을 형성하고,

상기 구조체는, 상기 트랙의 연재{延在; extension} 방향에 장축{長軸} 방향을 가지는 타원뿔 또는 타원뿔대{橢圓錐台; elliptical truncated cone} 형상인 광학 소자.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 트랙이, 직선모양, 또는 원호모양을 가지는 광학 소자.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 트랙이, 사행{蛇行; meander}하고 있는 광학 소자.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 구조체는, 상기 기체의 표면에서 복수 열의 트랙을 이루도록 배치되어 있음과 동시에, 준육방 격자 패턴을 형성하고,

상기 트랙의 연재 방향에서의 상기 구조체의 높이 또는 깊이는, 상기 트랙의 열방향에서의 상기 구조체의 높이 또는 깊이보다도 작은 광학 소자.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 구조체는, 상기 기체의 표면에서 복수 열의 트랙을 이루도록 배치되어 있음과 동시에, 사방 격자 패턴 또는 준사방 격자 패턴을 형성하고,

상기 트랙의 연재 방향에 대해서 비스듬하게 되는 배열 방향에서의 상기 구조체의 높이 또는 깊이는, 상기 트랙의 연재 방향에서의 상기 구조체의 높이 또는 깊이보다도 작은 광학 소자.

청구항 10

제1항에 있어서,

동일 트랙 내에서의 상기 구조체의 배치 피치 P1은, 인접하는 2개의 트랙 사이에서의 상기 구조체의 배치 피치 P2보다도 긴 광학 소자.

청구항 11

가시광의 파장 이하의 미세 피치로 다수 배치된, 블록부로 이루어지는 복수의 구조체를 구비하고,

서로 이웃{隣合; adjacent}하는 상기 구조체의 하부끼리가 접합되어 있고,

상기 구조체를 형성하는 재료의 탄성률이, 1MPa 이상 1200MPa 이하이며,

상기 구조체의 에스펙트비가, 0.6 이상 1.5 이하인, 반사 방지 기능을 가지는 광학 소자.

청구항 12

표면을 가지는 기체와,

상기 기체의 표면에 가시광의 파장 이하의 미세 피치로 다수 배치된, 블록부 또는 오목부로 이루어지는 복수의 구조체

를 구비하고,

상기 구조체를 형성하는 재료의 탄성률이, 1MPa 이상 1200MPa 이하이며,

상기 구조체의 에스펙트비가, 0.6 이상 5 이하인, 반사 방지 기능을 가지는 광학 소자.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 기체를 형성하는 재료의 탄성률이, 1MPa 이상 3000MPa 이하인 광학 소자.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 기체의 두께가, 60 μ m 이상인 광학 소자.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 기체가, 2층 이상의 층 구조를 가지고,

상기 2층 이상의 층 구조 중, 상기 구조체와 인접{隣接}해서 형성된 기저층{基底層; base layer}의 탄성률이, 1MPa 이상 3000MPa 이하인 광학 소자.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 기저층의 두께가, 60 μ m 이상인 광학 소자.

청구항 17

제12항에 있어서,

상기 기체가, 상기 구조체와 인접해서 형성된 기저층과, 그 기저층과 인접해서 형성된 기재{基材; base member}를 구비하고,

상기 기저층 및 상기 기재의 탄성률이, 1MPa 이상 3000MPa 이하인 광학 소자.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 기저층과 상기 기재와의 총두께가, 60 μ m 이상인 광학 소자.

청구항 19

제12항에 있어서,

상기 구조체를 형성하는 재료의 신장률{伸率; elongation percentage}이 50% 이상인 광학 소자.

청구항 20

제12항에 있어서,

상기 기체를 형성하는 재료의 신장률이 20% 이상인 광학 소자.

청구항 21

제1항 내지 제20항중 어느 한항에 기재된 광학 소자를 구비하는 표시 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 반사 방지 기능을 가지는 광학 소자 및 그 제조 방법에 관한 것이다. 자세하게는, 볼록부{凸部; convex portion} 또는 오목부{凹部; concave portion}로 이루어지는 구조체가 표면에 가시광의 파장 이하의 미세 피치로 다수 배치되어 이루어지는 광학 소자 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 종래부터, 유리, 플라스틱 등의 투광성 기판을 이용한 광학 소자에서는, 광(빛)의 표면 반사를 억제하기 위한 표면 처리가 행해져 있는 것이 있다. 이런 종류의 표면 처리로서, 광학 소자 표면에 미세하고 치밀한 요철(모스아이; 나방{蛾}의 눈)을 형성하는 것이 있다(예를 들면, 비특허 문헌 1 참조).

[0003] 일반적으로, 광학 소자 표면에 주기적인 요철 형상을 설치한 경우, 이곳을 광이 투과할 때에는 회절이 발생하여, 투과광의 직진 성분이 대폭 감소한다. 그러나, 요철 형상의 피치가 투과하는 광의 파장보다도 짧은 경우에는 회절은 발생하지 않고, 예를 들면 요철 형상을 후술하는 바와 같은 직사각형{矩形; rectangular}으로 했을 때에, 그의 피치나 깊이 등에 대응하는 단일 파장의 광에 대해서 유효한 반사 방지 효과를 얻을 수가 있다.

[0004] 전자선 노광을 이용해서 제작한 모스아이 구조체로서는, 미세한 텐트 형상의 모스아이 구조체(피치 약 300nm, 깊이 약 400nm)가 개시되어 있다(예를 들면, 비특허 문헌 2 참조). 이 모스아이 구조체에서는, 반사율 1% 이하의 고성능인 반사 방지 특성을 얻을 수가 있다.

[0005] 또, 광 디스크의 원반{原盤; stamper} 제작 프로세스와 에칭 프로세스를 융합한 방법을 이용해서 제작한 모스아이 구조체로서, 조종{釣鐘; tample bell} 형상이나 타원뿔대{橢圓錐台; elliptical truncated cone} 형상의 모

스아이 구조체가 개시되어 있다(예를 들면, 특허 문헌 1 참조). 이 구조체에서는, 전자선 노광에 가까운 반사 방지 특성이 얻어진다.

[0006] [선행 기술 문헌]

[0007] [비특허 문헌]

[0008] [비특허 문헌 1] 「광기술 컨택트」 Vol.43, No.11 (2005), 630-637 참조

[0009] [비특허 문헌 2] NTT 어드밴스트 테크놀로지(주), "과장 의존성이 없는 반사 방지체(모스아이)용 성형 금형 원반", [online], [헤이세이20년{2008년} 2월 27일 검색], 인터넷

[0010] [특허 문헌]

[0011] [특허 문헌 1] 국제 공개 제08/023816호 팜플렛

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 상술한 바와 같은 모스아이 구조체는, 표면에 미세한 요철{凹凸; unevenness}을 붙이는 것에 의해 굴절률을 단계적으로 변화시켜, 반사를 억제한다고 하는 원리를 이용하고 있기 때문에, 지문이 구조체에 부착한 경우에, 그 더러움을 마른 걸레질{乾拭}에 의해 제거할 수 있도록 하는 것이 요망되고 있다. 지문에 포함되는 유분 등의 더러움이 모스아이 구조체의 오목부에 메워져{埋; filled; 가득차} 버리면, 반사를 억제할 수 없기 때문이다.

[0013] 모스아이 구조체에 지문이 부착하면, 지문의 모양{模様; pattern}대로 더러움이 부착하며, 그 후, 부착한 더러움이 모세관 현상{現象}에 의해서 구조체의 오목부에 스며들어 간다. 이 상태에서 마른 걸레질을 행하면, 더러움이 오목부에만 메워지기 때문에, 요철 형상의 반사 억제 효과가 무디어져 버려, 반사율이 높아져 버린다.

[0014] 표면을 불소 등의 저{低}표면 에너지의 물질로 코팅함으로써, 구조체 오목부에서의 스며들{染入; sinking}은 다소 억제되지만, 마른 걸레질을 행하면 구조체의 오목부에서의 스며들은 방지할 수가 없다. 이것은 마른 걸레질에 사용하는 섬유보다도, 구조체의 오목부 쪽이 가늘기 때문에, 섬유가 더러움을 빨아들이는 힘보다도, 더러움이 오목부에 잔류하는 힘이 강하기 때문이다.

[0015] 따라서, 본 발명의 목적은, 지문 등의 더러움을 닦아낼{拭取; wiping, wipe off} 수 있는 광학 소자 및 그 제조 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0016] 상술한 과제를 해결하기 위해서, 제1 발명은,

[0017] 표면을 가지는 기체{基體; substrate}와,

[0018] 기체의 표면에 가시광의 파장 이하의 미세 피치로 다수 배치된, 볼록부 또는 오목부로 이루어지는 복수의 구조체

[0019] 를 구비하고,

[0020] 구조체를 형성하는 재료의 탄성률이, 1MPa 이상 1200MPa 이하이며,

[0021] 구조체의 애스펙트비가, 0.6 이상 1.5 이하인, 반사 방지 기능을 가지는 광학 소자이다.

[0022] 제2 발명은,

[0023] 가시광의 파장 이하의 미세 피치로 다수 배치된, 볼록부로 이루어지는 복수의 구조체를 구비하고,

[0024] 서로 이웃하는{隣合; adjacent} 구조체의 하부끼리가 접합되어 있고,

[0025] 구조체를 형성하는 재료의 탄성률이, 1MPa 이상 1200MPa 이하이며,

- [0026] 구조체의 에스펙트비가, 0.6 이상 1.5 이하인, 반사 방지 기능을 가지는 광학 소자이다.
- [0027] 제3 발명은,
- [0028] 표면을 가지는 기체와,
- [0029] 기체의 표면에 가시광의 파장 이하의 미세 피치로 다수 배치된, 블록부 또는 오목부로 이루어지는 복수의 구조체
- [0030] 를 구비하고,
- [0031] 구조체를 형성하는 재료의 탄성률이, 1MPa 이상 1200MPa 이하이며,
- [0032] 구조체의 에스펙트비가, 0.6 이상 5 이하인, 반사 방지 기능을 가지는 광학 소자이다.
- [0033] 본 발명에 있어서, 주{主}구조체를 사방 격자모양{格子狀; lattice shape} 또는 준{準}사방 격자모양으로 주기적으로 배치하는 것이 바람직하다. 여기서, 사방 격자란, 정사각 형상의 격자의 것을 말한다. 준사방 격자란, 정사각 형상의 격자와는 달리, 일그러진{歪; distorted} 정사각 형상의 격자의 것을 말한다.
- [0034] 예를 들면, 구조체가 직선 상에 배치되어 있는 경우에는, 준사방 격자란, 정사각 형상의 격자를 직선모양의 배열 방향(트랙 방향)으로 잡아늘여서{引伸; stretching} 일그러뜨린 사방 격자의 것을 말한다. 구조체가 사행해서{蛇行; meanderingly; 꾸불꾸불하게} 배열되어 있는 경우에는, 준사방 격자란, 정사각 형상의 격자를 구조체의 사행 배열에 의해 일그러뜨린 사방 격자를 말한다. 또는, 정사각 형상의 격자를 직선모양의 배열 방향(트랙 방향)으로 잡아늘여서 일그러뜨리고, 또한 구조체의 사행 배열에 의해 일그러뜨린 사방 격자의 것을 말한다.
- [0035] 본 발명에 있어서, 구조체를 육방 격자모양 또는 준육방 격자모양으로 주기적으로 배치하는 것이 바람직하다. 여기서, 육방 격자란, 정육각 형상의 격자의 것을 말한다. 준육방 격자란, 정육각 형상의 격자와는 달리, 일그러진 정육각 형상의 격자의 것을 말한다.
- [0036] 예를 들면, 구조체가 직선 상에 배치되어 있는 경우에는, 준육방 격자란, 정육각 형상의 격자를 직선모양의 배열 방향(트랙 방향)으로 잡아늘여서 일그러뜨린 육방 격자의 것을 말한다. 구조체가 사행해서 배열되어 있는 경우에는, 준육방 격자란, 정육각 형상의 격자를 구조체의 사행 배열에 의해 일그러뜨린 육방 격자의 것을 말한다. 또는, 정육각 형상의 격자를 직선모양의 배열 방향(트랙 방향)으로 잡아늘여서 일그러뜨리고, 또한 구조체의 사행 배열에 의해 일그러뜨린 육방 격자의 것을 말한다.
- [0037] 본 발명에 있어서, 타원에는, 수학적으로 정의되는 완전한 타원 뿐만 아니라, 다소의 일그러짐이 부여된 타원도 포함된다. 원형에는, 수학적으로 정의되는 완전한 원(진원) 뿐만 아니라, 다소의 일그러짐이 부여된 원형도 포함된다.
- [0038] 본 발명에 있어서, 동일 트랙 내에서의 구조체의 배치 피치 P1은, 인접하는 2개의 트랙 사이에서의 구조체의 배치 피치 P2보다도 긴 것이 바람직하다. 이와 같이 함으로써, 타원꼴 또는 타원꼴대 형상을 가지는 구조체의 충전율을 향상할 수 있으므로, 반사 방지 특성을 향상할 수가 있다.
- [0039] 본 발명에 있어서, 각 구조체가, 기체 표면에서 육방 격자 패턴, 또는 준육방 격자 패턴을 형성하고 있는 경우에는, 동일 트랙 내에서의 구조체의 배치 피치를 P1, 인접하는 2개의 트랙 사이에서의 구조체의 배치 피치를 P2로 했을 때, 비율 $P1/P2$ 가, $1.00 \leq P1/P2 \leq 1.1$, 또는 $1.00 < P1/P2 \leq 1.1$ 의 관계를 만족시키는 것이 바람직하다. 이와 같은 수치 범위로 함으로써, 타원꼴 또는 타원꼴대 형상을 가지는 구조체의 충전율을 향상할 수 있으므로, 반사 방지 특성을 향상할 수가 있다.
- [0040] 본 발명에 있어서, 각 구조체가, 기체 표면에서 육방 격자 패턴, 또는 준육방 격자 패턴을 형성하고 있는 경우에는, 각 구조체는, 트랙의 연재{延在; extension} 방향에 장축{長軸; major axis} 방향을 가지고, 중앙부의 기울기{傾; slop}가 선단부 및 밑부{底部}의 기울기보다도 가파르게{急峻} 형성된 타원꼴 또는 타원꼴대 형상인 것이 바람직하다. 이와 같은 형상으로 함으로써, 반사 방지 특성 및 투과 특성을 향상할 수가 있다.
- [0041] 본 발명에 있어서, 각 구조체가, 기체 표면에서 육방 격자 패턴, 또는 준육방 격자 패턴을 형성하고 있는 경우에는, 트랙의 연재 방향에서의 구조체의 높이 또는 깊이는, 트랙의 열방향에서의 구조체의 높이 또는 깊이보다도 작은 것이 바람직하다. 이와 같은 관계를 만족시키지 않는 경우에는, 트랙의 연재 방향의 배치 피치를 길게 할 필요가 생기기 때문에, 트랙의 연재 방향에서의 구조체의 충전율이 저하한다. 이와 같이 충전율이 저하하면, 반사 특성의 저하를 초래하게 된다.

- [0042] 본 발명에 있어서, 구조체가, 기체 표면에서 사방 격자 패턴 또는 준사방 격자 패턴을 형성하고 있는 경우에는, 동일 트랙 내에서의 구조체의 배치 피치 P1은, 인접하는{隣接; adjacent} 2개의 트랙 사이에서의 구조체의 배치 피치 P2보다도 긴 것이 바람직하다. 이와 같이 함으로써, 타원뿔 또는 타원뿔대 형상을 가지는 구조체의 충전율을 향상할 수 있으므로, 반사 방지 특성을 향상할 수가 있다.
- [0043] 구조체가, 기체 표면에서 사방 격자 패턴 또는 준사방 격자 패턴을 형성하고 있는 경우에는, 동일 트랙 내에서의 구조체의 배치 피치를 P1, 인접하는 2개의 트랙 사이에서의 구조체의 배치 피치를 P2로 했을 때, 비율 P1/P2가, $1.4 < P1/P2 \leq 1.5$ 의 관계를 만족시키는 것이 바람직하다. 이와 같은 수치 범위로 함으로써, 타원뿔 또는 타원뿔대 형상을 가지는 구조체의 충전율을 향상할 수 있으므로, 반사 방지 특성을 향상할 수가 있다.
- [0044] 구조체가, 기체 표면에서 사방 격자 패턴 또는 준사방 격자 패턴을 형성하고 있는 경우에는, 각 구조체는, 트랙의 연재 방향에 장축 방향을 가지고, 중앙부의 기울기가 선단부 및 밑부의 기울기보다도 가파르게 형성된 타원뿔 또는 타원뿔대 형상인 것이 바람직하다. 이와 같은 형상으로 함으로써, 반사 방지 특성 및 투과 특성을 향상할 수가 있다.
- [0045] 구조체가, 기체 표면에서 사방 격자 패턴 또는 준사방 격자 패턴을 형성하고 있는 경우에는, 트랙에 대해서 45도 방향 또는 약 45도 방향에서의 구조체의 높이 또는 깊이는, 트랙의 열방향에서의 구조체의 높이 또는 깊이보다도 작은 것이 바람직하다. 이와 같은 관계를 만족시키지 않는 경우에는, 트랙에 대해서 45도 방향 또는 약 45도 방향에서의 배치 피치를 길게 할 필요가 생기기 때문에, 트랙에 대해서 45도 방향 또는 약 45도 방향에서의 구조체의 충전율이 저하한다. 이와 같이 충전율이 저하하면, 반사 특성의 저하를 초래하게 된다.
- [0046] 본 발명에 있어서, 미세 피치로 기체 표면에 다수 배설{配設; dispose}된 구조체가, 복수 열의 트랙을 이루고 있음과 동시에, 인접하는 3열의 트랙 사이에서, 육방 격자 패턴, 준육방 격자 패턴, 사방 격자 패턴 또는 준사방 격자 패턴을 이루고 있는 것이 바람직하다. 이것에 의해, 표면에서의 구조체의 충전 밀도를 높게 할 수 있으며, 이것에 의해 가시광의 반사 방지 효율을 높여, 반사 방지 특성이 뛰어난, 투과율이 높은 광학 소자를 얻을 수가 있다.
- [0047] 본 발명에 있어서, 광 디스크의 원반 제작 프로세스와 에칭 프로세스를 융합한 방법을 이용해서 광학 소자를 제작하는 것이 바람직하다. 광학 소자 제작용 원반을 단시간에 효율 좋게 제조할 수 있음과 동시에 기체의 대형화에도 대응할 수 있으며, 이것에 의해 광학 소자의 생산성의 향상을 도모할 수가 있다. 또, 구조체의 미세 배열을 광 입사{入射; incident}면 뿐만 아니라 광 출사{出射; emitting}면에도 설치한 경우에는, 투과 특성을 한층 더 향상시킬 수가 있다.
- [0048] 본 발명에서는, 구조체를 형성하는 재료의 탄성률을 1MPa 이상 1200MPa 이하로 하고, 구조체의 애스펙트비를 0.6 이상 1.5 이하로 하고 있으므로, 닦아냄시에 구조체가 변형하여, 인접하는 구조체끼리가 접촉한다. 이것에 의해, 구조체 사이로 스며들어간 더러움이 밀어내어{押出; push out}진다.

발명의 효과

- [0049] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 의하면, 광학 소자 표면에 부착한 지문 등의 더러움을 닦아낼 수가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0050] 도 1의 (a)는, 본 발명의 제1 실시형태에 관계된 광학 소자의 구성의 1예를 도시하는 개략 평면도, 도 1의 (b)는, 도 1의 (a)에 도시한 광학 소자의 일부를 확대해서 도시하는 평면도, 도 1의 (c)는, 도 1의 (b)의 트랙 T1, T3, ...에서의 단면도, 도 1의 (d)는, 도 1의 (b)의 트랙 T2, T4, ...에서의 단면도, 도 1의 (e)는, 도 1의 (b)의 트랙 T1, T3, ...에 대응하는 잠상{潛像} 형성에 이용되는 레이저 광의 변조 파형을 도시하는 대략선도{略線圖}, 도 1의 (f)는, 도 1의 (b)의 트랙 T2, T4, ...에 대응하는 잠상 형성에 이용되는 레이저 광의 변조 파형을 도시하는 대략선도,
- 도 2는, 도 1의 (a)에 도시한 광학 소자의 일부를 확대해서 도시하는 사시도,
- 도 3의 (a)는, 도 1의 (a)에 도시한 광학 소자의 트랙 연재 방향의 단면도, 도 3의 (b)는, 도 1의 (a)에 도시한 광학 소자(1)의 θ 방향의 단면도,

도 4는, 도 1의 (a)에 도시한 광학 소자(1)의 일부를 확대해서 도시하는 사시도,
 도 5는, 도 1의 (a)에 도시한 광학 소자(1)의 일부를 확대해서 도시하는 사시도,
 도 6은, 도 1의 (a)에 도시한 광학 소자(1)의 일부를 확대해서 도시하는 사시도,
 도 7은, 구조체의 경계가 불명료한 경우의 구조체 밑면(底面; bottom)의 설정 방법에 대해서 설명하기 위한 도면,
 도 8의 (a)~도 8의 (d)는, 구조체의 밑면의 타원율을 변화시켰을 때의 밑면 형상을 도시하는 도면,
 도 9의 (a)는, 원뿔 형상 또는 원뿔대 형상을 가지는 구조체의 배치의 1예를 도시하는 도면, 도 9의 (b)는, 타원뿔 형상 또는 타원뿔대 형상을 가지는 구조체(3)의 배치의 1예를 도시하는 도면,
 도 10의 (a)는, 광학 소자를 제작하기 위한 롤 마스터의 구성의 1예를 도시하는 사시도, 도 10의 (b)는, 광학 소자를 제작하기 위한 롤 마스터의 구성의 1예를 도시하는 평면도,
 도 11은, 롤 원반 노광 장치의 구성의 1예를 도시하는 개략도,
 도 12의 (a)~도 12의 (c)는, 본 발명의 제1 실시형태에 의한 광학 소자의 제조 방법을 설명하기 위한 공정도,
 도 13의 (a)~도 13의 (c)는, 본 발명의 제1 실시형태에 의한 광학 소자의 제조 방법을 설명하기 위한 공정도,
 도 14의 (a)~도 14의 (c)는, 광학 소자의 표면에 더러움이 부착한 경우의 제거에 대해서 설명하는 대략선도,
 도 15의 (a)는, 본 발명의 제2 실시형태에 관계된 광학 소자의 구성의 1예를 도시하는 개략 평면도, 도 15의 (b)는, 도 15의 (a)에 도시한 광학 소자의 일부를 확대해서 도시하는 평면도, 도 15의 (c)는, 도 15의 (b)의 트랙 T1, T3, ...에서의 단면도, 도 15의 (d)는, 도 15의 (b)의 트랙 T2, T4, ...에서의 단면도, 도 15의 (e)는, 도 15의 (b)의 트랙 T1, T3, ...에 대응하는 잠상 형상에 이용되는 레이저 광의 변조 파형을 도시하는 대략선도, 도 15의 (f)는, 도 15의 (b)의 트랙 T2, T4, ...에 대응하는 잠상 형상에 이용되는 레이저 광의 변조 파형을 도시하는 대략선도,
 도 16은, 구조체의 밑면의 타원율을 변화시켰을 때의 밑면 형상을 도시하는 도면,
 도 17의 (a)는, 광학 소자를 제작하기 위한 롤 마스터의 구성의 1예를 도시하는 사시도, 도 17의 (b)는, 광학 소자를 제작하기 위한 롤 마스터의 구성의 1예를 도시하는 평면도,
 도 18의 (a)는, 본 발명의 제3 실시형태에 관계된 광학 소자의 구성의 1예를 도시하는 개략 평면도, 도 18의 (b)는, 도 18의 (a)에 도시한 광학 소자의 일부를 확대해서 도시하는 평면도, 도 18의 (c)는, 도 18의 (b)의 트랙 T1, T3, ...에서의 단면도, 도 18의 (d)는, 도 18의 (b)의 트랙 T2, T4, ...에서의 단면도,
 도 19의 (a)는, 광학 소자를 제작하기 위한 디스크 마스터의 구성의 1예를 도시하는 평면도, 도 19의 (b)는, 도 19의 (a)에 도시한 디스크 마스터의 일부를 확대해서 도시하는 평면도,
 도 20은, 디스크 원반 노광 장치의 구성의 1예를 도시하는 개략도,
 도 21의 (a)는, 본 발명의 제4 실시형태에 관계된 광학 소자의 구성의 1예를 도시하는 개략 평면도, 도 21의 (b)는, 도 21의 (a)에 도시한 광학 소자의 일부를 확대해서 도시하는 평면도,
 도 22의 (a)는, 본 발명의 제5 실시형태에 관계된 광학 소자의 구성의 1예를 도시하는 개략 평면도, 도 22의 (b)는, 도 22의 (a)에 도시한 광학 소자의 일부를 확대해서 도시하는 평면도, 도 22의 (c)는, 도 22의 (b)의 트랙 T1, T3, ...에서의 단면도, 도 22의 (d)는, 도 22의 (b)의 트랙 T2, T4, ...에서의 단면도,
 도 23은, 도 22의 (a)에 도시한 광학 소자의 일부를 확대해서 도시하는 사시도,
 도 24는, 본 발명의 제6 실시형태에 관계된 광학 소자의 구성의 1예를 도시하는 단면도,
 도 25는, 본 발명의 제8 실시형태에 관계된 액정 표시 장치의 구성의 1예를 도시하고,
 도 26은, 본 발명의 제9 실시형태에 관계된 액정 표시 장치의 구성의 1예를 도시하고,
 도 27의 (a)는, 구조체를 육방 격자모양으로 배열했을 때의 충전율을 설명하기 위한 도면, 도 27의 (b)는, 구조체를 사방 격자모양으로 배열했을 때의 충전율을 설명하기 위한 도면,

도 28은, 시험예 3의 시뮬레이션 결과를 도시하는 그래프,

도 29는, 제7 실시형태에 관계된 광학 소자의 구성의 1예를 도시하는 단면도,

도 30의 (a)는, 제10 실시형태에 관계된 광학 소자(1)의 제1 예를 도시하는 단면도, 도 30의 (b)는, 제10 실시형태에 관계된 광학 소자(1)의 제2 예를 도시하는 단면도, 도 30의 (c)는, 제10 실시형태에 관계된 광학 소자(1)의 제3 예를 도시하는 단면도,

도 31의 (a)~도 31의 (c)는, 유연성{柔軟性; flexible} 광학 소자의 작용을 설명하기 위한 모식도,

도 32의 (a)~도 32의 (c)는, 비{非}유연성 광학 소자의 작용을 설명하기 위한 모식도,

도 33의 (a)는, 샘플 7-1~7-4의 광학 소자의 긁기{引掻; scratch} 시험의 결과를 도시하는 그래프, 도 33의 (b)는, 샘플 8-2~8-6의 광학 소자의 긁기 시험의 결과를 도시하는 그래프,

도 34의 (a)는, 샘플 9-1~9-3의 광학 소자의 긁기 시험의 결과를 도시하는 그래프, 도 34의 (b)는, 샘플 10-2~10-7의 광학 소자의 긁기 시험의 결과를 도시하는 그래프,

도 35는, 시뮬레이션의 광학 필름의 설정 조건을 설명하기 위한 모식도,

도 36의 (a)는, 시험예 3-1~3-10의 시뮬레이션 결과를 도시하는 그래프, 도 36의 (b)는, 시험예 4-1~4-4, 시험예 5-1~5-4, 시험예 6-1~6-4의 시뮬레이션 결과를 도시하는 그래프,

도 37은, 시뮬레이션의 광학 소자의 설정 조건을 설명하기 위한 모식도,

도 38의 (a)는, 시험예 8의 시뮬레이션의 결과를 도시하는 도면, 도 38의 (b)는, 시험예 9의 시뮬레이션의 결과를 도시하는 그래프,

도 39는, 시험예 10-1~10-8의 시뮬레이션 결과를 도시하는 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0051] 본 발명은, 종래 기술이 가지는 상술한 문제를 해결하기 위해서, 예의{銳意} 검토한 결과로서 안출된 것이다. 이하에 그 개요를 설명한다.
- [0052] 본 발명자들은, 예의 검토의 결과, 구조체를 형성하는 재료에 탄력성을 갖게 하는 것에 의해, 닦아냄시에 구조체가 변형하고, 구조체 사이로 스며들어난 더러움이 밀어내어지고, 예를 들면 평탄막에서의 접촉각이 90도 이하인 물질도 제거할 수 있는 것을 찾아내기에 이르렀다.
- [0053] 변형해서 구조체 사이로 스며들어난 더러움이 밀어내어지기 위해서는, 인접하는 구조체끼리가 접촉할 필요가 있다. 구조체가 변형하고, 구조체 사이의 공간을 없애기 위해서는, 구조체를 형성하는 재료의 탄성률과, 구조체의 에스펙트비가 중요하다. 그래서, 본 발명자들은, 실험에 의한 예의 검토의 결과, 탄성률과 에스펙트비가 소정의 범위이면 더러움의 제거가 가능하게 되는 것을 찾아냈다.
- [0054] 구조체를 변형시키면 좋다고 생각한 경우, 탄성률이 높은 재료이더라도, 닦아냄시의 압력을 높게 해 가면 원리적으로는 닦아냄은 가능하다고 생각된다. 그러나, 탄력성이 없는 재료의 경우, 구조체가 변형하는 바와 같은 압력으로 닦아냄을 행하면, 구조체가 부러져{折; break} 버리거나, 소성 변형{塑性變形; plastic deformation}을 해 버린다. 그 결과, 닦아냄후의 반사율이 지문 부착전의 반사율보다도 높게 되어 버린다.
- [0055] 본 발명에 있어서의 「마른 걸레질 가능」이란, 통상의 닦아냄법으로 더러움을 제거했을 때에, 지문 부착전과 지문 닦아냄후의 반사율이 일치, 또는 거의 일치하는 것을 의미한다.
- [0056] 본 발명의 실시형태에 대해서 도면을 참조하면서 이하의 순서로 설명한다.
- [0057] 1. 제1 실시형태(직선모양으로 또한 육방 격자모양으로 구조체를 2차원 배열한 예: 도 1 참조)
- [0058] 2. 제2 실시형태(직선모양으로 또한 사방 격자모양으로 구조체를 2차원 배열한 예: 도 15 참조)
- [0059] 3. 제3 실시형태(원호모양{圓弧狀}으로 또한 육방 격자모양으로 구조체를 2차원 배열한 예: 도 18 참조)
- [0060] 4. 제4 실시형태(구조체를 사행시켜 배열한 예: 도 21 참조)
- [0061] 5. 제5 실시형태(오목 형상의 구조체를 기체 표면에 형성한 예: 도 22 참조)

- [0062] 6. 제6 실시형태(표면 처리층을 설치한 예: 도 24 참조)
- [0063] 7. 제7 실시형태(기체 없는{without} 광학 소자의 예: 도 29 참조)
- [0064] 8. 제8 실시형태(표시 장치에 대한 제1 적용예: 도 25 참조)
- [0065] 9. 제9 실시형태(표시 장치에 대한 제2 적용예: 도 26 참조)
- [0066] 10. 제10 실시형태(기체 및 구조체의 양쪽이 유연성을 가지고 있는 예)
- [0067] <1. 제1 실시형태>
- [0068] [광학 소자의 구성]
- [0069] 도 1의 (a)는, 본 발명의 제1 실시형태에 관계된 광학 소자의 구성의 1예를 도시하는 개략 평면도이다. 도 1의 (b)는, 도 1의 (a)에 도시한 광학 소자의 일부를 확대해서 도시하는 평면도이다. 도 1의 (c)는, 도 1의 (b)의 트랙 T1, T3, ...에서의 단면도이다. 도 1의 (d)는, 도 1의 (b)의 트랙 T2, T4, ...에서의 단면도이다. 도 1의 (e)는, 도 1의 (b)의 트랙 T1, T3, ...에 대응하는 잠상 형성에 이용되는 레이저 광의 변조 파형을 도시하는 대략선도이다. 도 1의 (f)는, 도 1의 (b)의 트랙 T2, T4, ...에 대응하는 잠상 형성에 이용되는 레이저 광의 변조 파형을 도시하는 대략선도이다. 도 2, 도 4~도 6은, 도 1의 (a)에 도시한 광학 소자(1)의 일부를 확대해서 도시하는 사시도이다. 도 3의 (a)는, 도 1의 (a)에 도시한 광학 소자의 트랙의 연재 방향(X방향(이하, 적당히{適宜} 트랙 방향이라고도 한다))의 단면도이다. 도 3의 (b)는, 도 1의 (a)에 도시한 광학 소자의 θ 방향의 단면도이다.
- [0070] 광학 소자(1)는, 예를 들면 입사광의 입사각에 따른 반사 방지 효과를 가지는 광학 시트(서브 파장 구조체)이다. 이 광학 소자(1)는, 갖가지 파장역{波長域}을 가지는 광학 기기(예를 들면, 카메라 등의 광학 기기), 디스플레이, 광일렉트로닉스, 망원경 등의 갖가지 광 디바이스에 적용해서 매우 적합{好適}한 것이다.
- [0071] 광학 소자(1)는, 주면{主面}을 가지는 기체(2)와, 반사의 저감을 목적으로 하는 광의 파장 이하의 미세 피치로 주면에 배치된, 볼록부인 복수의 구조체(3)를 구비한다. 이 광학 소자(1)는, 기체(2)를 도 2의 -Z방향으로 투과하는 광에 대해서, 구조체(3)와 그 주위의 공기와의 계면에서의 반사를 방지하는 기능을 가지고 있다.
- [0072] 이하, 광학 소자(1)에 구비되는 기체(2) 및, 구조체(3)에 대해서 순차 설명한다.
- [0073] (기체)
- [0074] 기체(2)는, 예를 들면 투명성을 가지는 투명 기체이다. 기체(2)의 재료로서는, 예를 들면 폴리카보네이트(PC)나 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET) 등의 투명성 합성 수지, 유리 등을 주성분으로 하는 것을 들 수 있지만, 이들 재료에 특별히 한정되는 것은 아니다. 기체(2)의 형상으로서는, 예를 들면 시트모양, 플레이트모양, 볼록모양을 들 수 있지만, 특별히 이들 형상에 한정되는 것은 아니다. 여기서, 시트에는 필름이 포함되는 것으로 정의한다. 기체(2)의 형상은, 카메라 등의 광학 기기 등에서, 소정의 반사 방지 기능이 필요하게 되는 부분의 형상 등에 맞추어 적당히 선택하는 것이 바람직하다.
- [0075] (구조체)
- [0076] 기체(2)의 표면에는, 볼록부인 구조체(3)가 다수 배열되어 있다. 이 구조체(3)는, 반사의 저감을 목적으로 하는 광의 파장 대역 이하의 짧은 배치 피치, 예를 들면 가시광의 파장과 같은{同} 정도의 배치 피치로 주기적으로 2차원 배치되어 있다. 여기서, 배치 피치란, 배치 피치 P1 및 배치 피치 P2를 의미한다. 반사의 저감을 목적으로 하는 광의 파장 대역은, 예를 들면 자외광의 파장 대역, 가시광의 파장 대역 또는 적외광의 파장 대역이다. 여기서, 자외광의 파장 대역이란 10nm~360nm의 파장 대역, 가시광의 파장 대역이란 360nm~830nm의 파장 대역, 적외광의 파장 대역이란 830nm~1mm의 파장 대역을 말한다. 구체적으로는, 배치 피치는, 175nm 이상 350nm 이하인 것이 바람직하다. 배치 피치가 175nm 미만이면, 구조체(3)의 제작이 곤란하게 되는 경향이 있다. 한편, 배치 피치가 350nm를 넘으면, 가시광의 회절이 생기는 경향이 있다.
- [0077] 광학 소자(1)의 각 구조체(3)는, 기체(2)의 표면에서 복수 열의 트랙 T1, T2, T3, ... (이하, 총칭해서 「트랙 T」라고도 말한다)을 이루는 바와 같은 배치 형태를 가진다. 본 발명에 있어서, 트랙이란, 구조체(3)가 열을 이루고 직선모양으로 연속한{連; aligned} 부분의 것을 말한다. 또, 열방향이란, 기체(2)의 성형면에서, 트랙의 연재 방향(X방향)에 직교하는 방향)의 것을 말한다.
- [0078] 구조체(3)는, 인접하는 2개의 트랙 T사이에서, 반{半}피치 어긋난 위치에 배치되어 있다. 구체적으로는, 인접

하는 2개의 트랙 T사이에서, 한쪽의 트랙(예를 들면 T1)에 배열된 구조체(3)의 중간 위치(반피치 어긋난 위치)에, 다른쪽의 트랙(예를 들면 T2)의 구조체(3)가 배치되어 있다. 그 결과, 도 1의 (b)에 도시하는 바와 같이, 인접하는 3열의 트랙(T1~T3) 사이에서 a1~a7의 각 점에 구조체(3)의 중심이 위치하는 육방 격자 패턴 또는 준육방 격자 패턴을 형성하도록 구조체(3)가 배치되어 있다. 이 제1 실시형태에서, 육방 격자 패턴이란, 정육각 형상의 격자 패턴의 것을 말한다. 또, 준육방 격자 패턴이란, 정육각 형상의 격자 패턴과는 달리, 트랙의 연재 방향(X축 방향)으로 잡아늘여져 일그러진 육방 격자 패턴의 것을 말한다.

[0079] 구조체(3)가 준육방 격자 패턴을 형성하도록 배치되어 있는 경우에는, 도 1의 (b)에 도시하는 바와 같이, 동일 트랙(예를 들면 T1) 내에서의 구조체(3)의 배치 피치 P1(a1~a2 사이 거리)은, 인접하는 2개의 트랙(예를 들면 T1 및 T2) 사이에서의 구조체(3)의 배치 피치, 즉 트랙의 연재 방향에 대해서 $\pm\theta$ 방향에서의 구조체(3)의 배치 피치 P2(예를 들면 a1~a7, a2~a7 사이 거리)보다도 길게 되어 있는 것이 바람직하다. 이와 같이 구조체(3)를 배치함으로써, 구조체(3)의 충전 밀도의 더 높은 향상을 도모할 수 있게 된다.

[0080] 구조체(3)가, 성형의 용이함의 관점에서, 뿔체{錐體; cone} 형상, 또는 뿔체 형상을 트랙 방향으로 연신{延伸; stretch} 또는 수축{收縮; contract}시킨 뿔체 형상을 가지는 것이 바람직하다. 구조체(3)가, 축 대칭인 뿔체 형상, 또는 뿔체 형상을 트랙 방향으로 연신 또는 수축시킨 뿔체 형상을 가지는 것이 바람직하다. 인접하는 구조체(3)에 접합되어 있는 경우에는, 구조체(3)가, 인접하는 구조체(3)에 접합되어 있는 하부를 제외하고 축 대칭인 뿔체 형상, 또는 뿔체 형상을 트랙 방향으로 연신 또는 수축시킨 뿔체 형상을 가지는 것이 바람직하다. 뿔체 형상으로서, 예를 들면 원뿔 형상, 원뿔대 형상, 타원뿔 형상, 타원뿔대 형상, 다각뿔{多角錐} 형상(예를 들면 삼각뿔 형상, 사각뿔 형상, 오각뿔 형상 등), 다각뿔대 형상 등을 들 수가 있다. 여기서, 뿔체 형상이란, 상술한 바와 같이, 원뿔 형상, 원뿔대 형상 및 다각뿔 형상 이외에도, 타원뿔 형상, 타원뿔대 형상 및 다각뿔대 형상을 포함하는 개념이다. 또, 원뿔대 형상이란, 원뿔 형상의 꼭대기부{頂部; top portion}를 잘라낸{切落; cut off} 형상을 말하며, 타원뿔대 형상이란, 타원뿔의 꼭대기부를 잘라낸 형상의 것을 말한다. 다각뿔대 형상이란, 다각뿔의 꼭대기부를 잘라낸 형상의 것을 말한다. 또, 구조체(3)의 형상은 상기 형상에 한정되는 것은 아니며, 바늘모양{針狀}, 원기둥모양{圓柱狀}, 돔모양, 텐트모양 등의 형상을 채용하는 것도 가능하다. 여기서, 텐트모양이란, 다각뿔 또는 다각뿔대의 뿔면{錐面}을 오목모양으로 우뚝하게 한{움푹 패이게 한} 형상의 것을 말한다.

[0081] 구조체(3)는, 도 2 및 도 4에 도시하는 바와 같이, 밀면이 장축과 단축{短軸; minor axis}을 갖는 타원형, 긴 원형{長圓形; oval shape} 또는 계란형{卵形}의 뿔체 구조로, 꼭대기부가 곡면인 타원뿔 형상인 것이 바람직하다. 혹은, 도 5에 도시하는 바와 같이, 밀면이 장축과 단축{短軸}을 갖는 타원형, 긴 원형 또는 계란형의 뿔체 구조로, 꼭대기부가 평탄한 타원뿔대 형상인 것이 바람직하다. 이와 같은 형상으로 하면, 열방향의 충전율을 향상시킬 수 있기 때문이다.

[0082] 반사 특성의 향상의 관점에서 보면, 꼭대기부의 기울기가 완만하고 중앙부로부터 밀부로 서서히 가파른 기울기의 뿔체 형상(도 4 참조)이 바람직하다. 또, 반사 특성 및 투과 특성의 향상의 관점에서 보면, 중앙부의 기울기가 밀부 및 꼭대기부보다 가파른 뿔형{錐形} 형상(도 2 참조), 또는 꼭대기부가 평탄한 뿔체 형상(도 5 참조)인 것이 바람직하다. 구조체(3)가 타원뿔 형상 또는 타원뿔대 형상을 가지는 경우, 그의 밀면의 장축 방향이, 트랙의 연재 방향과 평행하게 되는 것이 바람직하다. 도 2 등에서는, 각 구조체(3)는, 각각 동일한 형상을 가지고 있지만, 구조체(3)의 형상은 이것에 한정되는 것은 아니며, 기체 표면에 2종 이상의 형상의 구조체(3)가 형성되어 있어도 좋다. 또, 구조체(3)는, 기체(2)와 일체적으로{integrally} 형성되어 있어도 좋다.

[0083] 또, 도 2, 도 4~도 6에 도시하는 바와 같이, 구조체(3) 주위의 일부 또는 전부에 돌출부(4)를 설치하는 것이 바람직하다. 이와 같이 하면, 구조체(3)의 충전율이 낮은 경우라도, 반사율을 낮게 억제할 수 있기 때문이다. 구체적으로는, 예를 들면 돌출부(4)는, 도 2, 도 4 및 도 5에 도시하는 바와 같이, 서로 이웃하는 구조체(3) 사이에 설치된다. 또, 가늘고 긴{細長; slender} 돌출부(4)가, 도 6에 도시하는 바와 같이, 구조체(3) 주위의 전체 또는 그의 일부에 설치되도록 해도 좋다. 이 가늘고 긴 돌출부(4)는, 예를 들면 구조체(3)의 꼭대기부로부터 하부의 방향을 향해서 연장{延}하고 있다. 돌출부(4)의 형상으로서, 단면{斷面} 삼각 형상 및 단면 사각 형상 등을 들 수 있지만, 특별히 이들 형상에 한정되는 것은 아니며, 성형의 용이함 등을 고려해서 선택할 수가 있다. 또, 구조체(3) 주위의 일부 또는 전부의 표면을 거칠게{荒; roughen} 해서, 미세 요철을 형성하도록 해도 좋다. 구체적으로는, 예를 들면 서로 이웃하는 구조체(3) 사이의 표면을 거칠게 하고, 미세한 요철을 형성하도록 해도 좋다. 또, 구조체(3)의 표면, 예를 들면 꼭대기부에 미소한 구멍{穴}을 형성하도록 해도 좋다.

[0084] 구조체(3)는 도시하는 볼록부 형상의 것에 한하지 않고, 기체(2)의 표면에 형성한 오목부로 구성되어 있어도 좋

다. 구조체(3)의 높이는 특별히 한정되지 않고, 예를 들면 420nm 정도, 구체적으로는 415nm~421nm이다. 또한, 구조체(3)를 오목부 형상으로 한 경우에는, 구조체(3)의 깊이로 된다.

[0085] 트랙의 연재 방향에서의 구조체(3)의 높이 H1은, 열방향에서의 구조체(3)의 높이 H2보다도 작은 것이 바람직하다. 즉, 구조체(3)의 높이 H1, H2가 H1 < H2의 관계를 만족시키는 것이 바람직하다. H1 ≥ H2의 관계를 만족시키도록 구조체(3)를 배열하면, 트랙의 연재 방향의 배치 피치 P1을 길게 할 필요가 생기기 때문에, 트랙의 연재 방향에서의 구조체(3)의 충전율이 저하하기 때문이다. 이와 같이 충전율이 저하하면, 반사 특성의 저하를 초래하게 된다.

[0086] 또한, 구조체(3)의 에스펙트비는 모두 동일한 경우에 한하지 않고, 각 구조체(3)가 일정한 높이 분포(예를 들면, 에스펙트비 0.83~1.46 정도의 범위)를 갖도록 구성되어 있어도 좋다. 높이 분포를 가지는 구조체(3)를 설치함으로써, 반사 특성의 파장 의존성을 저감할 수가 있다. 따라서, 뛰어난 반사 방지 특성을 가지는 광학 소자(1)를 실현할 수가 있다.

[0087] 여기서, 높이 분포란, 2종 이상의 높이(깊이)를 가지는 구조체(3)가 기체(2)의 표면에 설치되어 있는 것을 의미한다. 즉, 기준으로 되는 높이를 가지는 구조체(3)와, 이 구조체(3)와는 다른 높이를 가지는 구조체(3)가 기체(2)의 표면에 설치되어 있는 것을 의미한다. 기준과는 다른 높이를 가지는 구조체(3)는, 예를 들면 기체(2)의 표면에 주기적 또는 비주기적으로(랜덤하게) 설치되어 있다. 그 주기성의 방향으로서, 예를 들면 트랙의 연재 방향, 열방향 등을 들 수 있다.

[0088] 구조체(3)의 둘레가장자리부{周緣部; circumference portion}에 끝부{tail portion}(3a)를 설치하는 것이 바람직하다. 광학 소자의 제조 공정에서 광학 소자를 금형 등으로부터 용이하게 박리하는 것이 가능하게 되기 때문이다. 여기서, 끝부(3a)란, 구조체(3)의 밑부의 둘레가장자리부에 설치된 돌출부를 의미한다. 이 끝부(3a)는, 상기 박리 특성의 관점에서 보면, 구조체(3)의 꼭대기부로부터 하부의 방향을 향해서, 완만하게 높이가 저하하는 곡면을 가지는 것이 바람직하다. 또한, 끝부(3a)는, 구조체(3)의 둘레가장자리부의 일부에만 설치해도 좋지만, 상기 박리 특성의 향상의 관점에서 보면, 구조체(3)의 둘레가장자리부의 전부에 설치하는 것이 바람직하다. 또, 구조체(3)가 오목부인 경우에는, 끝부는, 구조체(3)인 오목부의 개구 둘레가장자리{周緣; perimeter}에 설치된 곡면으로 된다.

[0089] 구조체(3)의 높이(깊이)는 특별히 한정되지 않고, 투과시키는 광의 파장 영역에 따라 적당히 설정되며, 예를 들면 236nm~450nm 정도의 범위로 설정된다. 구조체(3)의 에스펙트비(높이/배치 피치)는, 0.6 이상 1.5 이하, 바람직하게는 0.81 이상 1.46 이하, 보다 바람직하게는 0.94 이상 1.28 이하의 범위이다. 0.6 미만이면 반사 특성 및 투과 특성이 저하하는 경향이 있고, 1.5를 넘으면 광학 소자의 제작시에 있어서 구조체(3)의 박리 특성이 저하하고, 레플리카의 복제가 깨끗하게{綺麗; clearly} 떨어지지{取; take off} 않게 되는 경향이 있기 때문이다.

[0090] 또, 구조체(3)의 에스펙트비는, 반사 특성을 보다 향상시키는 관점에서 보면, 0.94~1.46의 범위로 설정하는 것이 바람직하다. 또, 구조체(3)의 에스펙트비는, 투과 특성을 보다 향상시키는 관점에서 보면, 0.81~1.28의 범위로 설정하는 것이 바람직하다.

[0091] 또, 구조체(3)의 에스펙트비(높이/배치 피치)는, 바람직하게는 0.6 이상 5 이하, 보다 바람직하게는 0.6 이상 4 이하의 범위내이다. 0.6 미만이면 반사 특성 및 투과 특성이 저하하는 경향이 있다. 한편, 5를 넘으면, 원반에 불소 코팅{fluorine coating} 등을 행하고, 전사{轉寫} 수지로서 실리콘계 첨가제, 또는 불소계 첨가제 등을 첨가하는 등 해서, 이형성{離型性; mold release property}을 향상하는 처리를 시행한 경우에도, 전사성이 저하하는 경향이 있다. 또, 에스펙트비가 4를 넘은 경우에는, 시감{視感; luminous} 반사율에 큰 변화가 없기 때문에, 시감 반사율의 향상과 이형성의 용이함이라는 양쪽의 관점을 고려하면, 에스펙트비를 4 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0092] 구조체(3)를 형성하는 재료의 탄성률이, 1MPa 이상 1200MPa 이하이다. 1MPa 미만이면, 전사 공정에서 인접하는 구조체끼리가 부착하고, 구조체(3)의 형상이 원하는 형상과는 다른 형상으로 되고, 원하는 반사 특성이 얻어지지 않게 된다. 1200MPa를 넘으면, 닦아냄시에, 인접하는 구조체끼리가 접촉하기 어려워져, 구조체 사이로 스며들어간 더러움 등이 밀어내어지지 않게 된다.

[0093] 또한, 본 발명에 있어서 에스펙트비는, 이하의 식(1)에 의해 정의된다.

[0094] 에스펙트비=H/P ... (1)

- [0095] 단, H: 구조체의 높이, P: 평균 배치 피치(평균 주기)
- [0096] 여기서, 평균 배치 피치 P는 이하의 식(2)에 의해 정의된다.
- [0097] 평균 배치 피치 $P=(P1+P2+P2)/3 \dots (2)$
- [0098] 단, P1: 트랙의 연재 방향의 배치 피치(트랙 연재 방향 주기), P2: 트랙의 연재 방향에 대해서 $\pm\theta$ 방향(단, $\theta=60^\circ-\delta$, 여기서, δ 는 바람직하게는 $0^\circ < \delta \leq 11^\circ$, 보다 바람직하게는 $3^\circ \leq \delta \leq 6^\circ$)의 배치 피치(θ 방향 주기)
- [0099] 또, 구조체(3)의 높이 H는, 구조체(3)의 열방향의 높이로 한다. 구조체(3)의 트랙 연재 방향(X방향)의 높이는, 열방향(Y방향)의 높이보다도 작고, 또 구조체(3)의 트랙 연재 방향 이외의 부분에서의 높이는 열방향의 높이와 거의 동일하기 때문에, 서브 파장 구조체의 높이를 열방향의 높이로 대표한다. 단, 구조체(3)가 오목부인 경우, 상기 식(1)에서의 구조체의 높이 H는, 구조체의 깊이 H로 한다.
- [0100] 동일 트랙 내에서의 구조체(3)의 배치 피치를 P1, 인접하는 2개의 트랙 사이에서의 구조체(3)의 배치 피치를 P2로 했을 때, 비율 $P1/P2$ 가, $1.00 \leq P1/P2 \leq 1.1$, 또는 $1.00 < P1/P2 \leq 1.1$ 의 관계를 만족시키는 것이 바람직하다. 이와 같은 수치 범위로 함으로써, 타원뿔 또는 타원뿔대 형상을 가지는 구조체(3)의 충전율을 향상할 수 있으므로, 반사 방지 특성을 향상할 수가 있다.
- [0101] 기체 표면에서의 구조체(3)의 충전율은, 100%를 상한으로 해서, 65% 이상, 바람직하게는 73% 이상, 보다 바람직하게는 86% 이상의 범위내이다. 충전율을 이와 같은 범위로 함으로써, 반사 방지 특성을 향상할 수가 있다. 충전율을 향상시키기 위해서는, 인접하는 구조체(3)의 하부끼리를 접합하거나, 또는 구조체 밀면의 타원율을 조정 등 해서 구조체(3)에 일그러짐{歪; distortion}을 부여하는 것이 바람직하다.
- [0102] 여기서, 구조체(3)의 충전율(평균 충전율)은 이하와 같이 해서 구한 값이다.
- [0103] 우선, 광학 소자(1)의 표면을 주사형{走査型} 전자 현미경(SEM: Scanning Electron Microscope)을 이용해서 Top View로 촬영한다. 다음에, 촬영한 SEM 사진으로부터 무작위로 단위 격자 Uc 를 골라내고{선출하고}, 그 단위 격자 Uc 의 배치 피치 P1 및, 트랙피치 Tp 를 측정한다(도 1의 (b) 참조). 또, 그 단위 격자 Uc 의 중앙에 위치하는 구조체(3)의 밀면의 면적 S를 화상 처리에 의해 측정한다. 다음에, 측정한 배치 피치 P1, 트랙 피치 Tp 및, 밀면의 면적 S를 이용해서, 이하의 식(3)으로부터 충전율을 구한다.
- [0104] $\text{충전율}=(S(\text{hex.})/S(\text{unit})) \times 100 \dots (3)$
- [0105] 단위 격자 면적: $S(\text{unit})=P1 \times 2Tp$
- [0106] 단위 격자 내에 존재하는 구조체의 밀면의 면적: $S(\text{hex.})=2S$
- [0107] 산술한 충전율 산출의 처리를, 촬영한 SEM 사진으로부터 무작위로 골라내어진 10개소{箇所}의 단위 격자에 대해서 행한다. 그리고, 측정값을 단순히 평균(산술 평균)해서 충전율의 평균을 구하고, 이것을 기체 표면에서의 구조체(3)의 충전율로 한다.
- [0108] 구조체(3)가 겹쳐 있을 때나, 구조체(3) 사이에 돌출부(4) 등의 부{副; auxiliary}구조체가 있을 때의 충전율은, 구조체(3)의 높이에 대해서 5%의 높이에 대응하는 부분을 임계값{threshold value}으로 해서 면적비를 판정하는 방법으로 충전율을 구할 수가 있다.
- [0109] 도 7은, 구조체(3)의 경계가 불명료한 경우의 충전율의 산출 방법에 대해서 설명하기 위한 도면이다. 구조체(3)의 경계가 불명료한 경우에는, 단면 SEM 관찰에 의해, 도 7에 도시하는 바와 같이, 구조체(3)의 높이 h의 $5\%(=(d/h) \times 100)$ 에 상당하는 부분을 임계값으로 하고, 그의 높이 d로 구조체(3)의 지름을 환산하여 충전율을 구하도록 한다. 구조체(3)의 밀면이 타원인 경우에는, 장축 및 단축에서 마찬가지로 처리를 행한다.
- [0110] 도 8은, 구조체(3)의 밀면의 타원율을 변화시켰을 때의 밀면 형상을 도시하는 도면이다. 도 8의 (a)~도 8의 (d)에 도시하는 타원의 타원율은 각각, 100%, 110%, 120%, 141%이다. 이와 같이 타원율을 변화시킴으로써, 기체 표면에서의 구조체(3)의 충전율을 변화시킬 수가 있다. 구조체(3)가 준육방 격자 패턴을 형성하는 경우에는, 구조체 밀면의 타원율 e는, $100\% < e < 150\%$ 인 것이 바람직하다. 이 범위로 함으로써, 구조체(3)의 충전율을 향상하고, 뛰어난 반사 방지 특성을 얻을 수 있기 때문이다.
- [0111] 여기서, 타원율 e는, 구조체 밀면의 트랙 방향(X방향)의 지름을 a, 그것과는 직교하는 열방향(Y방향)의 지름을 b로 했을 때에, $(a/b) \times 100$ 으로 정의된다. 또한, 구조체(3)의 지름 a, b는 이하와 같이 해서 구한 값이다. 광

학 소자(1)의 표면을 주사형 전자 현미경(SEM: Scanning Electron Microscope)을 이용해서 Top View로 촬영하고, 촬영한 SEM 사진으로부터 무작위로 구조체(3)를 10개 추출한다. 다음에, 추출한 구조체(3) 각각의 밑면의 지름 a, b를 측정한다. 그리고, 측정값 a, b 각각을 단순히 평균(산술 평균)해서 지름 a, b의 평균값을 구하며, 이것을 구조체(3)의 지름 a, b로 한다.

[0112] 도 9의 (a)는, 원뿔 형상 또는 원뿔대 형상을 가지는 구조체(3)의 배치의 1예를 도시한다. 도 9의 (b)는, 타원뿔 형상 또는 타원뿔대 형상을 가지는 구조체(3)의 배치의 1예를 도시한다. 도 9의 (a) 및 도 9의 (b)에 도시하는 바와 같이, 구조체(3)가, 그의 하부끼리를 서로 겹치(重疊)도록 해서 접합되어 있는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 구조체(3)의 하부가, 인접 관계에 있는 구조체(3)의 일부 또는 전부의 하부와 접합되어 있는 것이 바람직하다. 보다 구체적으로는, 트랙 방향에서, θ 방향에서, 또는 그들 양방향에서, 구조체(3)의 하부끼리를 접합하는 것이 바람직하다. 도 9의 (a), 도 9의 (b)에서는, 인접 관계에 있는 구조체(3)의 전부의 하부를 접합하는 예가 도시되어 있다. 이와 같이 구조체(3)를 접합함으로써, 구조체(3)의 충전율을 향상할 수가 있다. 구조체끼리는, 굴절률을 고려한 광로{光路} 길이에서 사용 환경하의 광의 파장 대역의 최대값의 1/4 이하의 부분에서 접합되어 있는 것이 바람직하다. 이것에 의해, 뛰어난 반사 방지 특성을 얻을 수가 있다.

[0113] 도 9의 (b)에 도시하는 바와 같이, 타원뿔 형상 또는 타원뿔대 형상을 가지는 구조체(3)의 하부끼리를 접합한 경우에는, 예를 들면 접합부 a, b, c의 순서로 접합부의 높이가 낮아진다.

[0114] 배치 피치 P1에 대한 지름 2r의 비율 $((2r/P1) \times 100)$ 이, 85% 이상, 바람직하게는 90% 이상, 보다 바람직하게는 95% 이상이다. 이와 같은 범위로 함으로써, 구조체(3)의 충전율을 향상하고, 반사 방지 특성을 향상할 수 있기 때문이다. 비율 $((2r/P1) \times 100)$ 이 커지고, 구조체(3)의 겹침이 너무 커지면 반사 방지 특성이 저감하는 경향이 있다. 따라서, 굴절률을 고려한 광로 길이에서 사용 환경하의 광의 파장 대역의 최대값의 1/4 이하의 부분에서 구조체끼리가 접합되도록, 비율 $((2r/P1) \times 100)$ 의 상한값을 설정하는 것이 바람직하다. 여기서, 배치 피치 P1은, 구조체(3)의 트랙 방향의 배치 피치, 지름 2r은, 구조체 밑면의 트랙 방향의 지름이다. 또한, 구조체 밑면이 원형인 경우, 지름 2r은 직경으로 되며, 구조체 밑면이 타원형인 경우, 지름 2r은 장경{長徑; major axis}으로 된다.

[0115] [롤 마스터의 구성]

[0116] 도 10은, 상술한 구성을 가지는 광학 소자를 제작하기 위한 롤 마스터의 구성의 1예를 도시한다. 도 10에 도시하는 바와 같이, 롤 마스터(11)는, 예를 들면 원반(12)의 표면에 오목부인 구조체(13)가 가시광 등의 광의 파장과 같은 정도의 피치로 다수 배치된 구성을 가지고 있다. 원반(12)은, 원기둥모양 또는 원통모양의 형상을 가진다. 원반(12)의 재료는, 예를 들면 유리를 이용할 수 있지만, 이 재료에 특별히 한정되는 것은 아니다. 후술하는 롤 원반 노광 장치를 이용해서, 2차원 패턴이 공간적으로 링크하고, 1트랙마다 극성 반전 포매터{formatter} 신호와 기록 장치의 회전 컨트롤러를 동기{同期}시켜 신호를 발생하고, CAV에서 적절한 이송{送; feed} 피치로 패턴닝한다. 이것에 의해, 육방 격자 패턴 또는 준육방 격자 패턴을 기록할 수가 있다. 극성 반전 포매터 신호의 주파수와 롤의 회전수를 적절히 설정하는 것에 의해, 원하는 기록 영역에 공간 주파수가 한결 같은{一樣; uniform} 격자 패턴을 형성한다.

[0117] [광학 소자의 제조 방법]

[0118] 다음에, 도 11~도 13을 참조하면서, 이상과 같이 구성되는 광학 소자(1)의 제조 방법에 대해서 설명한다.

[0119] 제1 실시형태에 관계된 광학 소자의 제조 방법은, 원반에 레지스트 층을 형성하는 레지스트 성막 공정, 롤 원반 노광 장치를 이용해서 레지스트 막에 모스아이 패턴의 잠상을 형성하는 노광 공정, 잠상이 형성된 레지스트 층을 현상{現像}하는 현상 공정을 구비한다. 또, 플라즈마 에칭을 이용해서 롤 마스터를 제작하는 에칭 공정, 자외선 경화 수지에 의해 복제 기판을 제작하는 복제 공정을 구비한다.

[0120] (노광 장치의 구성)

[0121] 우선, 도 11을 참조해서, 모스아이 패턴의 노광 공정에 이용하는 롤 원반 노광 장치의 구성에 대해서 설명한다. 이 롤 원반 노광 장치는, 광학 디스크 기록 장치를 베이스로 해서 구성되어 있다.

[0122] 레이저 광원(21)은, 기록 매체로서의 원반(12)의 표면에 착막{着膜}된 레지스트를 노광하기 위한 광원이며, 예를 들면 파장 $\lambda=266\text{nm}$ 의 기록용 레이저 광(15)을 발진{發振}하는 것이다. 레이저 광원(21)으로부터 출사된 레이저 광(15)은, 평행 빔인 채 직진하고, 전기 광학 소자(EOM: Electro Optical Modulator)(22)에 입사한다. 전기 광학 소자(22)를 투과한 레이저 광(15)은, 미러(23)에서 반사되어, 변조 광학계(25)에 인도{導}된다.

- [0123] 미러(23)는, 편광 빔 스플리터로 구성되어 있고, 한쪽의 편광 성분을 반사하고 다른쪽의 편광 성분을 투과하는 기능을 갖는다. 미러(23)를 투과한 편광 성분은 포토 다이오드(24)에서 수광되며, 그 수광 신호에 의거해서 전기 광학 소자(22)를 제어해서 레이저 광(15)의 위상 변조를 행한다.
- [0124] 변조 광학계(25)에서, 레이저 광(15)은, 집광{集光} 렌즈(26)에 의해, 유리(SiO_2) 등으로 이루어지는 음향 광학 소자(AOM: Acoust-Optic Modulator)(27)에 집광된다. 레이저 광(15)은, 음향 광학 소자(27)에 의해 강도 변조되고 발산한 후, 렌즈(28)에 의해서 평행 빔화된다. 변조 광학계(25)로부터 출사된 레이저 광(15)은, 미러(31)에 의해서 반사되고, 이동 광학 테이블(32) 상에 수평으로 또한 평행하게 인도된다.
- [0125] 이동 광학 테이블(32)은, 빔 익스팬더(33) 및, 대물 렌즈(34)를 구비하고 있다. 이동 광학 테이블(32)에 인도된 레이저 광(15)은, 빔 익스팬더(33)에 의해 원하는 빔 형상으로 정형{整形}된 후, 대물 렌즈(34)를 거쳐서, 원반(12) 상의 레지스트 층에 조사된다. 원반(12)은, 스핀들 모터(35)에 접속된 턴테이블(36) 상에 재치{載置; place}되어 있다. 그리고, 원반(12)을 회전시킴과 동시에, 레이저 광(15)을 원반(12)의 높이 방향으로 이동시키면서, 레지스트 층에 레이저 광(15)을 간헐적으로 조사하는 것에 의해, 레지스트 층의 노광 공정이 행해진다. 형성된 잠상은, 원주{圓周} 방향에 장축을 가지는 대략 타원형으로 된다. 레이저 광(15)의 이동은, 이동 광학 테이블(32)의 회살표 R방향으로의 이동에 의해서 행해진다.
- [0126] 노광 장치는, 도 1의 (b)에 도시한 육방 격자 또는 준육방 격자의 2차원 패턴에 대응하는 잠상을 레지스트 층에 형성하기 위한 제어 기구(37)를 구비하고 있다. 제어 기구(37)는, 포매터(29)와 드라이버(30)를 구비한다. 포매터(29)는, 극성 반전부를 구비하고, 이 극성 반전부가, 레지스트 층에 대한 레이저 광(15)의 조사 타이밍을 제어한다. 드라이버(30)는, 극성 반전부의 출력을 받아서, 음향 광학 소자(27)를 제어한다.
- [0127] 이 물 원반 노광 장치에서는, 2차원 패턴이 공간적으로 링크하도록 1트랙마다 극성 반전 포매터 신호와 기록 장치의 회전 컨트롤러를 동기시켜 신호를 발생하고, 음향 광학 소자(27)에 의해 강도 변조하고 있다. 각속도{角速度} 일정(CAV)에서 적절한 회전수와 적절한 변조 주파수와 적절한 이송 피치로 패턴닝하는 것에 의해, 육방 격자 또는 준육방 격자 패턴을 기록할 수가 있다. 예를 들면, 도 10의 (b)에 도시하는 바와 같이, 원주 방향의 주기를 315nm, 원주 방향에 대해서 약 60도 방향(약 -60도 방향)의 주기를 300nm로 하려면, 이송 피치를 251nm로 하면 좋다(피타고라스의 법칙). 극성 반전 포매터 신호의 주파수는 물의 회전수(예를 들면 1800rpm, 900rpm, 450rpm, 225rpm)에 의해 변화시킨다. 예를 들면, 물의 회전수 1800rpm, 900rpm, 450rpm, 225rpm 각각에 대항하는 극성 반전 포매터 신호의 주파수는, 37.70MHz, 18.85MHz, 9.34MHz, 4.71MHz로 된다. 원하는 기록 영역에 공간 주파수(원주 315nm 주기, 원주 방향 약 60도 방향(약 -60도 방향) 300nm 주기)가 한결같은 준육방 격자 패턴은, 원자외선 레이저 광을 이동 광학 테이블(32) 상의 빔 익스팬더(BEX)(33)에 의해 5배의 빔 지름으로 확대하고, 개구수(NA) 0.9의 대물 렌즈(34)를 거쳐서 원반(12) 상의 레지스트 층에 조사하고, 미세한 잠상을 형성하는 것에 의해 얻어진다.
- [0128] (레지스트 성막 공정)
- [0129] 우선, 도 12의 (a)에 도시하는 바와 같이, 원기둥모양의 원반(12)을 준비한다. 이 원반(12)은, 예를 들면 유리 원반이다. 다음에, 도 12의 (b)에 도시하는 바와 같이, 원반(12)의 표면에 레지스트 층(14)을 형성한다. 레지스트 층(14)의 재료로서는, 예를 들면 유기계 레지스트 및, 무기계 레지스트의 어느 것을 이용해도 좋다. 유기계 레지스트로서는, 예를 들면 노볼락계 레지스트나 화학 증폭형 레지스트를 이용할 수가 있다.
- [0130] (노광 공정)
- [0131] 다음에, 도 12의 (c)에 도시하는 바와 같이, 상술한 물 원반 노광 장치를 이용해서, 원반(12)을 회전시킴과 동시에, 레이저 광(노광 빔)(15)을 레지스트 층(14)에 조사한다. 이 때, 레이저 광(15)을 원반(12)의 높이 방향(원기둥모양 또는 원통모양의 원반(12)의 중심 축에 평행한 방향)으로 이동시키면서, 레이저 광(15)을 간헐적으로 조사함으로써, 레지스트 층(14)을 전면에 걸쳐서 노광한다. 이것에 의해, 레이저 광(15)의 궤적에 따른 잠상(16)이, 가시광 파장과 같은 정도의 피치로 레지스트 층(14)의 전면에 걸쳐서 형성된다.
- [0132] 잠상(16)은, 예를 들면 원반 표면에서 복수 열의 트랙을 이루도록 배치됨과 동시에, 육방 격자 패턴 또는 준육방 격자 패턴을 형성한다. 잠상(16)은, 예를 들면 트랙의 연재 방향에 장축 방향을 가지는 타원 형상이다.
- [0133] (현상 공정)
- [0134] 다음에, 원반(12)을 회전시키면서, 레지스트 층(14) 상에 현상액을 적하{滴下; drop; 방울져서 떨어뜨림}해서, 도 13의 (a)에 도시하는 바와 같이, 레지스트 층(14)을 현상 처리한다. 도시하는 바와 같이, 레지스트 층(14)

을 포지티브형의 레지스트에 의해 형성한 경우에는, 레이저 광(15)으로 노광한 노광부는, 비노광부와 비교해서 현상액에 대한 용해 속도가 늘어나므로, 잠상(노광부)(16)에 따른 패턴이 레지스트 층(14)에 형성된다.

[0135] (에칭 공정)

[0136] 다음에, 원반(12) 상에 형성된 레지스트 층(14)의 패턴(레지스트 패턴)을 마스크로 해서, 원반(12)의 표면을 에칭 처리한다. 이것에 의해, 도 13의 (b)에 도시하는 바와 같이, 트랙의 연재 방향에 장축 방향을 갖는 타원꼴 형상 또는 타원꼴대 형상의 오목부, 즉 구조체(13)를 얻을 수가 있다. 에칭 방법은, 예를 들면 드라이 에칭에 의해서 행해진다. 이 때, 에칭 처리와 애싱{ashing} 처리를 번갈아{交互} 행하는 것에 의해, 예를 들면 뿔체모양의 구조체(13)의 패턴을 형성할 수가 있다. 또, 레지스트 층(14)의 3배 이상의 깊이(선택비 3 이상)의 유리 마스터를 제작할 수 있고, 구조체(3)의 고{高}에스펙트비화를 도모할 수가 있다.

[0137] 이상에 의해, 예를 들면 깊이 120nm 정도부터 350nm 정도의 오목형상의 육방 격자 패턴 또는 준육방 격자 패턴을 가지는 롤 마스터(11)가 얻어진다.

[0138] (복제 공정)

[0139] 다음에, 예를 들면 롤 마스터(11)와 전사 재료를 도포한 시트 등의 기체(2)를 밀착시키고, 자외선을 조사해서 경화시키면서 박리한다. 이것에 의해, 도 13의 (c)에 도시하는 바와 같이, 블록부인 복수의 구조체가 기체(2)의 제1 주면에 형성되고, 모스아이 자외선 경화 복제 시트 등의 광학 소자(1)가 제작된다.

[0140] 전사 재료는, 예를 들면 자외선 경화 재료와, 개시제로 이루어지며, 필요에 따라서 필러나 기능성 첨가제 등을 포함하고 있다.

[0141] 자외선 경화 재료는, 예를 들면 단관능 모노머, 이관능 모노머, 다관능 모노머 등으로 이루어지며, 구체적으로는, 이하에 나타내는 재료를 단독 또는 복수 혼합한 것이다.

[0142] 단관능 모노머로서는, 예를 들면 카르본산류(아크릴산), 히드록시류(2-히드록시에틸 아크릴레이트, 2-히드록시프로필 아크릴레이트, 4-히드록시부틸 아크릴레이트), 알킬, 지환류{脂環類}(이소부틸 아크릴레이트, t-부틸 아크릴레이트, 이소옥틸 아크릴레이트, 라우릴 아크릴레이트, 스테아릴 아크릴레이트, 이소보닐 아크릴레이트, 시클로헥실 아크릴레이트), 기타 기능성 모노머(2-메톡시에틸 아크릴레이트, 메톡시에틸렌 글리콜 아크릴레이트, 2-에톡시에틸 아크릴레이트, 테트라히드로푸르푸릴 아크릴레이트, 벤질 아크릴레이트, 에틸카르비톨 아크릴레이트, 페녹시에틸 아크릴레이트, N, N-디메틸아미노에틸 아크릴레이트, N, N-디메틸아미노프로필 아크릴아미드, N, N-디메틸 아크릴아미드, 아크릴로일 모르포린, N-이소프로필 아크릴아미드, N, N-디에틸 아크릴아미드, N-비닐 피롤리돈, 2-(피플루오로옥틸) 에틸 아크릴레이트, 3-피플루오로옥틸-2-히드록시프로필 아크릴레이트, 3-피플루오로옥틸-2-히드록시프로필 아크릴레이트, 2-(피플루오로데실) 에틸 아크릴레이트, 2-(피플루오로-3-메틸부틸) 에틸 아크릴레이트), 2, 4, 6-트리브로모페놀 아크릴레이트, 2, 4, 6-트리브로모페놀 메타크릴레이트, 2-(2, 4, 6-트리브로모페녹시) 에틸 아크릴레이트), 2-에틸헥실 아크릴레이트 등을 들 수가 있다.

[0143] 이관능 모노머로서는, 예를 들면 트리(프로필렌 글리콜) 디아크릴레이트, 트리메틸올프로판 디알릴 에테르, 우레탄 아크릴레이트 등을 들 수가 있다.

[0144] 다관능 모노머로서는, 예를 들면 트리메틸올프로판 트리아크릴레이트, 디펜타에리스리톨 펜타 및 헥사아크릴레이트, 디트리메틸올프로판 테트라아크릴레이트 등을 들 수 있다.

[0145] 개시제로서는, 예를 들면 2, 2-디메톡시-1, 2-디페닐에탄-1-원, 1-히드록시-시클로헥실 페닐 케톤, 2-히드록시-2-메틸-1-페닐프로판-1-원 등을 들 수가 있다.

[0146] 필러로서는, 예를 들면 무기 미립자 및 유기 미립자의 어느 것이나 이용할 수가 있다. 무기 미립자로서는, 예를 들면 SiO₂, TiO₂, ZrO₂, SnO₂, Al₂O₃ 등의 금속 산화물 미립자를 들 수가 있다.

[0147] 기능성 첨가제로서는, 예를 들면 레벨링제, 표면 조정제, 소포제{消泡劑} 등을 들 수가 있다. 기체(2)의 재료로서는, 예를 들면 메틸메타크릴레이트 (공)중합체, 폴리카보네이트, 스티렌 (공)중합체, 메틸메타크릴레이트-스티렌 공중합체, 셀룰로스 디아세테이트, 셀룰로스 트리아세테이트, 셀룰로스 아세테이트 부틸레이트, 폴리에스테르, 폴리아미드, 폴리이미드, 폴리에테르술폰, 폴리술폰, 폴리프로필렌, 폴리메틸펜텐, 폴리염화 비닐, 폴리비닐 아세탈, 폴리에테르 케톤, 폴리우레탄, 유리 등을 들 수 있다.

[0148] 기체(2)의 성형 방법은 특별히 한정되지 않고, 사출{射出; injection} 성형체라도 압출{押出; extruded} 성형체라도, 캐스트 성형체라도 좋다. 필요에 따라서, 코로나 처리 등의 표면 처리를 기체 표면에 시행하도록 해도

좋다.

- [0149] 또한, 고에스펙트의 구조체(3)(예를 들면, 에스펙트가 1.5를 넘고 5 이하의 구조체(3)를 제작하는 경우에는, 롤 마스터(11) 등의 원반의 이형성 향상을 위해, 롤 마스터(11) 등의 원반의 표면에 실리콘계 이형제, 또는 불소계 이형제 등의 이형제를 도포하는 것이 바람직하다. 또, 전사 재료에 불소계 첨가제, 또는 실리콘계 첨가제 등의 첨가제를 첨가하는 것이 바람직하다.
- [0150] 여기서, 상술한 바와 같이 해서 제조된 광학 소자(1)의 표면에 더러움이 부착한 경우의 제거에 대해 설명한다. 도 14의 (a)~도 14의 (c)는, 광학 소자(1)의 표면에 더러움이 부착한 경우의 제거에 대해서 설명하는 대략선도이다. 도 14의 (a)에 도시하는 바와 같이, 광학 소자(1)의 표면에 접하면, 구조체(3) 사이에 지문에 의한 더러움이 부착해 버린다. 이와 같은 상태에서 광학 소자(1)의 표면을 마른 걸레질하면, 구조체(3)가 탄력성을 가지고 있기 때문에, 도 14의 (b)에 도시하는 바와 같이 구조체(3)가 탄성 변형하고, 인접하는 탄성체(3)끼리가 접촉한다. 이것에 의해, 구조체(3) 사이에 부착한 더러움이 외부로 밀어내어지고, 지문에 의한 더러움을 제거할 수가 있다. 그리고, 도 14의 (c)에 도시하는 바와 같이, 마른 걸레질 후에는, 탄성력에 의해서 구조체(3)의 형상이 원상태로 복원된다.
- [0151] <2. 제2 실시형태>
- [0152] [광학 소자의 구성]
- [0153] 도 15의 (a)는, 본 발명의 제2 실시형태에 관계된 광학 소자의 구성의 1예를 도시하는 개략 평면도이다. 도 15의 (b)는, 도 15의 (a)에 도시한 광학 소자의 일부를 확대해서 도시하는 평면도이다. 도 15의 (c)는, 도 15의 (b)의 트랙 T1, T3, ...에서의 단면도이다. 도 15의 (d)는, 도 15의 (b)의 트랙 T2, T4, ...에서의 단면도이다. 도 15의 (e)는, 도 15의 (b)의 트랙 T1, T3, ...에 대응하는 잠상 형성에 이용되는 레이저 광의 변조 파형을 도시하는 대략선도이다. 도 15의 (f)는, 도 15의 (b)의 트랙 T2, T4, ...에 대응하는 잠상 형성에 이용되는 레이저 광의 변조 파형을 도시하는 대략선도이다.
- [0154] 제2 실시형태에 관계된 광학 소자(1)는, 각 구조체(3)가, 인접하는 3열의 트랙 사이에서 사방 격자 패턴 또는 준사방 격자 패턴을 이루고 있는 점에서, 제1 실시형태의 것과는 다르다. 본 발명에 있어서, 준사방 격자 패턴이란, 정사방 격자 패턴과 달리, 트랙의 연재 방향(X방향)으로 잡아늘어져 일그러진 사방 격자 패턴을 의미한다.
- [0155] 구조체(3)의 높이 또는 깊이는 특별히 한정되지 않고, 예를 들면 159nm~312nm 정도이다. 트랙에 대해서 (약) 45도 방향 피치 P2는, 예를 들면 275nm~297nm 정도이다. 구조체(3)의 에스펙트비(높이/배치 피치)는, 예를 들면 0.54~1.13 정도이다. 또, 각 구조체(3)의 에스펙트비는 모두 동일한 경우에 한하지 않고, 각 구조체(3)가 일정의 높이 분포를 갖도록 구성되어 있어도 좋다.
- [0156] 동일 트랙 내에서의 구조체(3)의 배치 피치 P1은, 인접하는 2개의 트랙 사이에서의 구조체(3)의 배치 피치 P2보다도 긴 것이 바람직하다. 또, 동일 트랙 내에서의 구조체(3)의 배치 피치를 P1, 인접하는 2개의 트랙 사이에서의 구조체(3)의 배치 피치를 P2로 했을 때, $P1/P2 > 1.4$ ($P1/P2 \leq 1.5$)의 관계를 만족시키는 것이 바람직하다. 이와 같은 수치 범위로 함으로써, 타원뿔 또는 타원뿔대 형상을 가지는 구조체(3)의 충전율을 향상할 수 있으므로, 반사 방지 특성을 향상할 수가 있다. 또, 트랙에 대해서 45도 방향 또는 약 45도 방향에서의 구조체(3)의 높이 또는 깊이는, 트랙의 연재 방향에서의 구조체(3)의 높이 또는 깊이보다도 작은 것이 바람직하다.
- [0157] 트랙의 연재 방향에 대해서 비스듬하게 되는 구조체(3)의 배열 방향(θ 방향)의 높이 H2는, 트랙의 연재 방향에서의 구조체(3)의 높이 H1보다도 작은 것이 바람직하다. 즉, 구조체(3)의 높이 H1, H2가 $H1 > H2$ 의 관계를 만족시키는 것이 바람직하다.
- [0158] 도 16은, 구조체(3)의 밑면의 타원율을 변화시켰을 때의 밑면 형상을 도시하는 도면이다. 타원(3_1 , 3_2 , 3_3)의 타원율은 각각, 100%, 163.3%, 141%이다. 이와 같이 타원율을 변화시킴으로써, 기체 표면에서의 구조체(3)의 충전율을 변화시킬 수가 있다. 구조체(3)가 사방 격자 또는 준사방 격자 패턴을 형성하는 경우에는, 구조체 밑면의 타원율 e 는, $150\% \leq e \leq 180\%$ 인 것이 바람직하다. 이 범위로 함으로써, 구조체(3)의 충전율을 향상하고, 뛰어난 반사 방지 특성을 얻을 수 있기 때문이다.
- [0159] 기체 표면에서의 구조체(3)의 충전율은, 100%를 상한으로 해서, 65% 이상, 바람직하게는 73% 이상, 보다 바람직하게는 86% 이상의 범위내이다. 충전율을 이와 같은 범위로 함으로써, 반사 방지 특성을 향상할 수가 있다.

- [0160] 여기서, 구조체(3)의 충전율(평균 충전율)은 이하와 같이 해서 구한 값이다.
- [0161] 우선, 광학 소자(1)의 표면을 주사형 전자 현미경(SEM: Scanning Electron Microscope)을 이용해서 Top View로 촬영한다. 다음에, 촬영한 SEM 사진으로부터 무작위로 단위 격자 U_c 를 골라내고, 그 단위 격자 U_c 의 배치 피치 P_1 및, 트랙 피치 T_p 를 측정한다(도 15의 (b) 참조). 또, 그 단위 격자 U_c 에 포함되는 4개의 구조체(3)의 어느 하나의 밑면의 면적 S 를 화상 처리에 의해 측정한다. 다음에, 측정한 배치 피치 P_1 , 트랙 피치 T_p 및, 밑면의 면적 S 를 이용해서, 이하의 식(4)로부터 충전율을 구한다.
- [0162]
$$\text{충전율} = (S(\text{tetra})/S(\text{unit})) \times 100 \quad \cdots (2)$$
- [0163] 단위 격자 면적: $S(\text{unit}) = 2 \times ((P_1 \times T_p) \times (1/2)) = P_1 \times T_p$
- [0164] 단위 격자 내에 존재하는 구조체의 밑면의 면적: $S(\text{tetra}) = S$
- [0165] 상술한 충전율 산출의 처리를, 촬영한 SEM 사진으로부터 무작위로 골라내어진 10개소의 단위 격자에 대해서 행한다. 그리고, 측정값을 단순히 평균(산술 평균)해서 충전율의 평균율을 구하며, 이것을 기체 표면에서의 구조체(3)의 충전율로 한다.
- [0166] 배치 피치 P_1 에 대한 지름 $2r$ 의 비율 $((2r/P_1) \times 100)$ 이, 64% 이상, 바람직하게는 69% 이상, 보다 바람직하게는 73% 이상이다. 이와 같은 범위로 함으로써, 구조체(3)의 충전율을 향상하고, 반사 방지 특성을 향상할 수 있기 때문이다. 여기서, 배치 피치 P_1 은, 구조체(3)의 트랙 방향의 배치 피치, 지름 $2r$ 은, 구조체 밑면의 트랙 방향의 지름이다. 또한, 구조체 밑면이 원형인 경우, 지름 $2r$ 은 직경으로 되고, 구조체 밑면이 타원형인 경우, 지름 $2r$ 은 장경으로 된다.
- [0167] 도 17은, 상술한 구성을 가지는 광학 소자를 제작하기 위한 롤 마스터의 구성의 1예를 도시한다. 이 롤 마스터는, 그의 표면에서 오목모양의 구조체(13)가 사방 격자 패턴 또는 준사방 격자 패턴을 이루고 있는 점에서, 제1 실시형태의 것과는 다르다.
- [0168] [롤 마스터의 구성]
- [0169] 롤 원반 노광 장치를 이용하고, 2차원 패턴이 공간적으로 링크하고, 1트랙마다 극성 반전 포맷터 신호와 기록 장치의 회전 컨트롤러를 동기시켜 신호를 발생하고, CAV에서 적절한 이송 피치로 패턴닝한다. 이것에 의해, 사방 격자 패턴, 또는 준사방 격자 패턴을 기록할 수가 있다. 극성 반전 포맷터 신호의 주파수와 롤의 회전수를 적절히 설정하는 것에 의해, 원하는 기록 영역에 공간 주파수가 한결같은 격자 패턴을 레이저 광의 조사에 의해 원반(12) 상의 레지스트에 형성하는 것이 바람직하다.
- [0170] <3. 제3 실시형태>
- [0171] [광학 소자의 구성]
- [0172] 도 18의 (a)는, 본 발명의 제3 실시형태에 관계된 광학 소자의 구성의 1예를 도시하는 개략 평면도이다. 도 18의 (b)는, 도 18의 (a)에 도시한 광학 소자의 일부를 확대해서 도시하는 평면도이다. 도 18의 (c)는, 도 18의 (b)의 트랙 T_1 , T_3 , ...에서의 단면도이다. 도 18의 (d)는, 도 18의 (b)의 트랙 T_2 , T_4 , ...에서의 단면도이다.
- [0173] 제3 실시형태에 관계된 광학 소자(1)는, 트랙 T 가 원호모양의 형상을 가지고, 구조체(3)가 원호모양으로 배치되어 있는 점에서, 제1 실시형태의 것과는 다르다. 도 18의 (b)에 도시하는 바와 같이, 인접하는 3열의 트랙($T_1 \sim T_3$) 사이에서 $a_1 \sim a_7$ 의 각 점에 구조체(3)의 중심이 위치하는 준육방 격자 패턴을 형성하도록 구조체(3)가 배치되어 있다. 여기서, 준육방 격자 패턴이란, 정육방 격자 패턴과는 달리, 트랙 T 의 원호모양을 따라 일그러진 육방 격자 패턴을 의미한다. 혹은, 정육방 격자 패턴과는 달리, 트랙 T 의 원호모양을 따라 일그러지고, 또한 트랙의 연재 방향(X축 방향)으로 잡아늘어져 일그러진 육방 격자 패턴을 의미한다.
- [0174] 상술한 이외의 광학 소자(1)의 구성은, 제1 실시형태와 마찬가지로이므로, 설명을 생략한다.
- [0175] [디스크 마스터의 구성]
- [0176] 도 19의 (a), 도 19의 (b)는, 상술한 구성을 가지는 광학 소자를 제작하기 위한 디스크 마스터의 구성의 1예를 도시한다. 도 19의 (a), 도 19의 (b)에 도시하는 바와 같이, 디스크 마스터(41)는, 원반모양(圓盤狀; disk shape)의 원반(原盤; stamper)(42)의 표면에 오목부인 구조체(43)가 다수 배열된 구성을 가지고 있다. 이 구조체(43)는, 광학 소자(1)의 사용 환경하의 광의 파장 대역 이하, 예를 들면 가시광의 파장과 같은 정도의 피치로 주기적으로 2차원 배열되어 있다. 구조체(43)는, 예를 들면 동심원모양 또는 스파이럴모양의 트랙 상에 배치되

어 있다.

- [0177] 상술한 이외의 디스크 마스터(41)의 구성은, 제1 실시형태의 물 마스터(11)와 마찬가지로, 설명을 생략한다.
- [0178] [광학 소자의 제조 방법]
- [0179] 우선, 도 20을 참조해서, 상술한 구성을 가지는 디스크 마스터(41)를 제작하기 위한 노광 장치에 대해서 설명한다.
- [0180] 이동 광학 테이블(32)은, 빔 익스팬더(33), 미러(38) 및 대물 렌즈(34))를 구비하고 있다. 이동 광학 테이블(32)에 인도된 레이저 광(15)은, 빔 익스팬더(33)에 의해 원하는 빔 형상으로 정형된 후, 미러(38) 및 대물 렌즈(34)를 거쳐서, 원반모양의 원반(42) 상의 레지스트 층에 조사된다. 원반(42)은, 스핀들 모터(35)에 접속된 턴테이블(도시를 생략한다) 상에 재치되어 있다. 그리고, 원반(42)을 회전시킴과 동시에, 레이저 광(15)을 원반(42)의 회전 반경 방향으로 이동시키면서, 원반(42) 상의 레지스트 층에 레이저 광을 간헐적으로 조사하는 것에 의해, 레지스트 층의 노광 공정이 행해진다. 형성된 잠상은, 원주 방향에 장축을 가지는 대략 타원형으로 된다. 레이저 광(15)의 이동은, 이동 광학 테이블(32)의 화살표 R방향으로의 이동에 의해서 행해진다.
- [0181] 도 20에 도시한 노광 장치에서는, 레지스트 층에 대해서 도 18의 (b)에 도시한 육방 격자 또는 준육방 격자의 2차원 패턴으로 이루어지는 잠상을 형성하기 위한 제어 기구(37)를 구비하고 있다. 제어 기구(37)는, 포매터(29)와 드라이버(30)를 구비한다. 포매터(29)는, 극성 반전부를 구비하고, 이 극성 반전부가, 레지스트 층에 대한 레이저 광(15)의 조사 타이밍을 제어한다. 드라이버(30)는, 극성 반전부의 출력을 받아서, 음향 광학 소자(27)를 제어한다.
- [0182] 제어 기구(37)는, 잠상의 2차원 패턴이 공간적으로 링크하도록, 1트랙마다, AOM(27)에 의한 레이저 광(15)의 강도 변조와, 스핀들 모터(35)의 구동 회전 속도와, 이동 광학 테이블(32)의 이동 속도를 각각 동기시킨다. 원반(42)은, 각속도 일정(CAV)에서 회전 제어된다. 그리고, 스핀들 모터(35)에 의한 원반(42)의 적절한 회전수와, AOM(27)에 의한 레이저 강도의 적절한 주파수 변조와, 이동 광학 테이블(32)에 의한 레이저 광(15)의 적절한 이송 피치로 패턴닝을 행한다. 이것에 의해, 레지스트 층에 대해서 육방 격자 패턴, 또는 준육방 격자 패턴의 잠상이 형성된다.
- [0183] 또, 극성 반전부의 제어 신호를, 공간 주파수(잠상의 패턴 밀도이며, P1: 330, P2: 300nm, 또는 P1: 315nm, P2: 275nm, 또는 P1: 300nm, P2: 265nm)가 한결갈게 되도록 서서히 변화시킨다. 보다 구체적으로는, 레지스트 층에 대한 레이저 광(15)의 조사 주기를 1트랙마다 변화시키면서 노광을 행하고, 각 트랙 T에서 P1이 거의 330nm(혹은 315nm, 300nm)로 되도록 제어 기구(37)에서 레이저 광(15)의 주파수 변조를 행한다. 즉, 트랙 위치가 원반모양의 원반(42)의 중심으로부터 멀어짐에 따라서, 레이저 광의 조사 주기가 짧아지도록 변조 제어한다. 이것에 의해, 기판 전면{全面}에서 공간 주파수가 한결같은 나노 패턴을 형성하는 것이 가능해진다.
- [0184] 이하, 본 발명의 제3 실시형태에 관계된 광학 소자의 제조 방법의 1예에 대해서 설명한다.
- [0185] 우선, 상술한 구성을 가지는 노광 장치를 이용해서, 원반모양의 원반 상에 형성된 레지스트 층을 노광하는 것 이외는, 제1 실시형태와 마찬가지로 해서 디스크 마스터(41)를 제작한다. 다음에, 이 디스크 마스터(41)와, 자외선 경화 수지를 도포한 아크릴 시트 등의 기체(2)를 밀착시키고, 자외선을 조사해서 자외선 경화 수지를 경화시킨 후, 디스크 마스터(41)로부터 기체(2)를 박리한다. 이것에 의해, 복수의 구조체(3)가 표면에 배열된 원반모양의 광학 소자(1)가 얻어진다. 다음에, 이 원반모양의 광학 소자(1)로부터, 직사각형모양 등의 소정 형상의 광학 소자(1)를 절출{切出; cut}한다. 이것에 의해, 목적으로 하는 광학 소자(1)가 제작된다.
- [0186] 이 제3 실시형태에 의하면, 직선모양으로 구조체(3)를 배열한 경우와 마찬가지로, 생산성이 높고, 뛰어난 반사방지 특성을 가지는 광학 소자(1)를 얻을 수가 있다.
- [0187] <4. 제4 실시형태>
- [0188] 도 21의 (a)는, 본 발명의 제4 실시형태에 관계된 광학 소자의 구성의 1예를 도시하는 개략 평면도이다. 도 21의 (b)는, 도 21의 (a)에 도시한 광학 소자의 일부를 확대해서 도시하는 평면도이다.
- [0189] 제4 실시형태에 관계된 광학 소자(1)는, 구조체(3)를 사행하는 트랙(이하, 워블 트랙이라고 칭한다) 상에 배열하고 있는 점에서, 제1 실시형태와는 다르다. 기체(2) 상에서의 각 트랙의 워블은, 동기하고 있는 것이 바람직하다. 즉, 워블은, 싱크로나이즈드 워블인 것이 바람직하다. 이와 같이 워블을 동기시킴으로써, 육방 격자 또

는 준육방 격자의 단위 격자 형상을 보존유지{保持}하고, 충전율을 높게 유지{保}할 수 있다. 위블 트랙의 파형으로서는, 예를 들면 싸인파, 삼각파 등을 들 수 있다. 위블 트랙의 파형은, 주기적인 파형에 한정되는 것은 아니며, 비주기적인 파형으로 해도 좋다. 위블 트랙의 위블 진폭은, 예를 들면 $\pm 10\mu\text{m}$ 정도로 선택된다.

[0190] 이 제4 실시형태에서, 상기 이외의 것은, 제1 실시형태와 마찬가지로이다.

[0191] 제4 실시형태에 의하면, 구조체(3)를 위블 트랙 상에 배열하고 있으므로, 외관 상의 얼룩{斑; variation}의 발생을 억제할 수 있다.

[0192] <5. 제5 실시형태>

[0193] 도 22의 (a)는, 본 발명의 제5 실시형태에 관계된 광학 소자의 구성의 1예를 도시하는 개략 평면도이다. 도 22의 (b)는, 도 22의 (a)에 도시한 광학 소자의 일부를 확대해서 도시하는 평면도이다. 도 22의 (c)는, 도 22의 (b)의 트랙 T1, T3, ...에서의 단면도이다. 도 22의 (d)는, 도 22의 (b)의 트랙 T2, T4, ...에서의 단면도이다. 도 23은, 도 22의 (a)에 도시한 광학 소자의 일부를 확대해서 도시하는 사시도이다.

[0194] 제5 실시형태에 관계된 광학 소자(1)는, 오목부인 구조체(3)가 기체 표면에 다수 배열되어 있는 점에서, 제1 실시형태의 것과는 다르다. 이 구조체(3)의 형상은, 제1 실시형태에서의 구조체(3)의 볼록 형상을 반전해서 오목형상으로 한 것이다. 또한, 상술한 바와 같이 구조체(3)를 오목부로 한 경우, 오목부인 구조체(3)의 개구부(오목부의 입구 부분)를 하부, 기체(2)의 깊이 방향의 최하부(오목부의 가장 깊은 부분)를 꼭대기부라고 정의한다. 즉, 비실체적인 공간인 구조체(3)에 의해 꼭대기부 및 하부를 정의한다. 또, 제5 실시형태에서는, 구조체(3)가 오목부이기 때문에, 식(1) 등에서의 구조체(3)의 높이 H는, 구조체(3)의 깊이 H로 된다.

[0195] 이 제5 실시형태에서, 상기 이외의 것은, 제1 실시형태와 마찬가지로이다.

[0196] 이 제5 실시형태에서는, 제1 실시형태에서의 볼록형상의 구조체(3)의 형상을 반전해서 오목형상으로 하고 있으므로, 제1 실시형태와 마찬가지로 효과를 얻을 수가 있다.

[0197] <6. 제6 실시형태>

[0198] 구조체(3)를 형성하는 재료의 탄성률이 내려감에 따라서, 닦아냄시의 미끄럼성{滑性; sliding property}이 나빠지고, 닦아냄성{拭取性; wiping performance}이 저하하는 경향이 있다. 그래서, 제6 실시형태에서는, 불소계 화합물 및, 실리콘계 화합물 중에서 선택되는 적어도 1종류의 화합물을, 구조체 표면에 포함시키는 것에 의해, 미끄럼성을 향상시켜, 닦아냄성을 향상시킨다.

[0199] 이들 물질을 구조체 표면에 포함시키는 것은, 지문을 닦아낼 수 있는지 여부에는 영향을 미치지 않지만, 지문 부착 후의 지문 젖어번짐{濡擴; wetting and spreading}을 억제할 수 있다. 그 때문에, 탄성률과 에스펙트비를 일정의 범위로 유지하고, 게다가 또한 올레인산의 접촉각을 높임으로써, 방오성{防汚性; antifouling property}이 뛰어난 반사 방지 구조체(3)로 할 수가 있다.

[0200] 불소계 화합물, 또는 실리콘계 화합물을 구조체 표면에 포함시키는 방법으로서, 예를 들면 구조체를 형성하는 수지 재료에 대해서 불소계 화합물을 첨가해서 경화하는 방법, 구조체 형성 후에, 불소계 화합물을 포함하는 표면 처리층을 구조체 표면에 형성하는 방법 등을 들 수 있다.

[0201] 도 24는, 본 발명의 제6 실시형태에 관계된 광학 소자의 구성의 1예를 도시하는 단면도이다. 도 24에 도시하는 바와 같이, 제6 실시형태에 관계된 광학 소자(1)는, 구조체(3)가 형성된 요철면 상에 표면 처리층(5)을 더 구비하는 점에서, 제1 실시형태와는 다르다.

[0202] 표면 처리층(5)이 형성된 표면에서의 올레인산 접촉각이, 바람직하게는 30도 이상, 보다 바람직하게는 90도 이상이다. 90도 이상이면, 광학 소자 표면에 부착한 지문 등의 더러움이 젖어번지는 것을 억제할 수가 있다. 표면 처리층(5)은, 예를 들면 불소 함유 화합물 또는 실리콘계 화합물을 함유한다.

[0203] [실리콘계 화합물]

[0204] 실리콘계 화합물로서는, 실리콘 오일, 실리콘 계면 활성제 등을 들 수 있다. 실리콘 오일은, 규소 원자에 결합한 유기기의 종류에 따라서, 스트레이트 실리콘 오일과 변성 실리콘 오일로 크게 나눌 수 있다.

[0205] 스트레이트 실리콘 오일은, 규소 원자에, 메틸기, 페닐기, 수소 원자를 치환기로서 결합한 것이다. 이 스트레이트 실리콘 오일로서는, 디메틸 실리콘 오일, 메틸페닐 실리콘 오일 등을 들 수 있다.

[0206] 변성 실리콘 오일은, 예를 들면 디메틸 실리콘 오일 등의 스트레이트 실리콘 오일에, 유기 치환기를 도입한 것

이다. 변성 실리콘 오일은, 비반응성 실리콘 오일과 반응성 실리콘 오일로 분류된다.

[0207] 비반응성 실리콘 오일로서는, 알킬/아랄킬 변성 실리콘 오일, 폴리에테르 변성 실리콘 오일, 고급 지방산 변성 실리콘 오일, 아미노 변성 실리콘 오일, 에폭시 변성 실리콘 오일, 카르복실 변성 실리콘 오일, 알콜 변성 실리콘 오일을 들 수 있다.

[0208] 반응성 실리콘 오일로서는, 아미노 변성 실리콘 오일, 에폭시 변성 실리콘 오일, 카르복실 변성 실리콘 오일, 알콜 변성 실리콘 오일 등을 들 수 있다.

[0209] 실리콘 오일로서는, 구체적으로, 일본 유니카(주)사{Nippon Unicar Company Limited}의 L-45, L-9300, FZ-3704, FZ-3703, FZ-3720, FZ-3786, FZ-3501, FZ-3504, FZ-3508, FZ-3705, FZ-3707, FZ-3710, FZ-3750, FZ-3760, FZ-3785, Y-7499, 신에츠 화학사{信越化学社; Shin-Etsu Chemical Co.,Ltd.}의 KF96L, KF96, KF96H, KF99, KF54, KF965, KF968, KF56, KF995, KF351, KF352, KF353, KF354, KF355, KF615, KF618, KF945, KF6004, FL100 등을 들 수 있다.

[0210] 실리콘 계면 활성제는, 예를 들면 실리콘 오일의 메틸기의 일부를 친수성 기로 치환한 것이다. 친수기{親水基}의 치환의 위치는, 실리콘 오일의 측쇄{側鎖}, 양말단{兩末端}, 편말단{片末端}, 양말단 측쇄 등을 들 수 있다. 친수성 기로서는, 폴리에테르, 폴리글리세린, 피롤리돈, 베타인, 황산 염, 인산 염, 4급 염 등을 들 수 있다.

[0211] 이들 중에서, 소수기{疏水基}가 디메틸 폴리실록산, 친수기가 폴리옥시알킬렌으로 구성되는 비이온성 계면 활성제가 바람직하다.

[0212] 비이온 계면 활성제는, 수용액 중에서 이온에 해리하는 기를 가지지 않는 계면 활성제를 총칭해서 말하지만, 소수기 외에 친수성 기로서 다가{多價} 알콜류의 수산기, 또 폴리옥시알킬렌쇄(폴리옥시에틸렌) 등을 친수기로서 가지는 것이다. 친수성은 알콜성 수산기의 수가 많아짐에 따라서, 또 폴리옥시알킬렌쇄(폴리옥시에틸렌쇄)가 길어짐에 따라서 강해진다.

[0213] 이들 비이온성 계면 활성제의 구체예로서는, 예를 들면 일본 유니카(주)제, 실리콘 계면 활성제 SILWET L-77, L-720, L-7001, L-7002, L-7604, Y-7006, FZ-2101, FZ-2104, FZ-2105, FZ-2110, FZ-2118, FZ-2120, FZ-2122, FZ-2123, FZ-2130, FZ-2154, FZ-2161, FZ-2162, FZ-2163, FZ-2164, FZ-2166, FZ-2191 등을 들 수 있다. 또, SUPERSILWET SS-2801, SS-2802, SS-2803, SS-2804, SS-2805 등을 들 수 있다. 또, 예를 들면, 일본 유니카(주)제, 실리콘 계면 활성제 ABN SILWET FZ-2203, FZ-2207, FZ-2208 등을 들 수 있다.

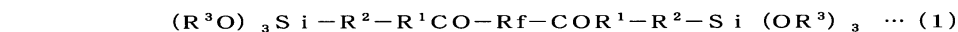
[0214] [불소 함유 화합물]

[0215] 불소 함유 화합물로서는, 불소계 수지를 들 수 있다. 불소계 수지로서는, 예를 들면 퍼플루오로 폴리에테르기 또는 플루오로알킬기를 갖는 알콕시실란 화합물 등을 들 수 있다.

[0216] 퍼플루오로 폴리에테르기 또는 플루오로알킬기를 갖는 알콕시실란 화합물은, 낮은 표면 에너지를 갖기 때문에, 뛰어난 방오·발수성{撥水性; water-repellent} 효과를 발휘하고, 퍼플루오로폴리에테르기를 포함하는 것에 의해 윤활 효과를 발휘한다.

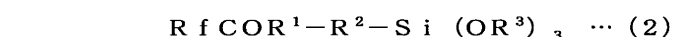
[0217] 퍼플루오로폴리에테르기를 갖는 알콕시실란 화합물로서는, 예를 들면 하기 일반식(1) 혹은 (2)로 표현되는 퍼플루오로폴리에테르기를 가지는 알콕시실란 화합물 등을 들 수 있다.

[0218] [화학식 1]



[0220] 단, 식중, Rf는 퍼플루오로폴리에테르기를, R¹은 2가{2價}의 원자 또는 기(예를 들면, O, NH, S의 어느 하나)를, R²는 탄화 수소기(예를 들면, 알킬렌기)를, R³은 알킬기를 나타낸다.

[0221] [화학식 2]

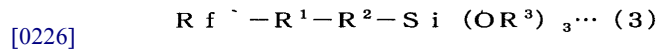


[0223] 단, 식중, Rf는 퍼플루오로폴리에테르기를, R¹은 O, NH, S의 어느 하나를, R²는 알킬렌기를, R³은 알킬기를 나타

낸다.

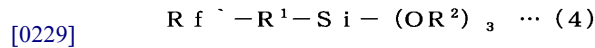
[0224] 플루오로알킬기를 가지는 알콕시실란 화합물로서는, 하기 일반식(3) 혹은 (4)로 표현되는 플루오로알킬기를 가지는 알콕시실란 화합물 등을 들 수 있다.

[0225] [화학식 3]



[0227] 단, 식중, Rf'는 플루오로 알킬기를, R¹은 2가의 원자 또는 원자단{原子團; atomic group}을, R²는 알킬렌기를, R³은 알킬기를 나타낸다.

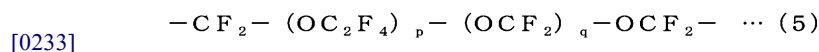
[0228] [화학식 4]



[0230] 단, 식중, Rf'는 플루오로알킬기를, R¹은 탄소수 7 미만의 알킬기를, R²는 알킬기를 나타낸다.

[0231] 또, 일반식(1)로 표현되는 Rf로서의 퍼플루오로폴리에테르기의 분자 구조는, 특별히 한정되는 것은 아니며, 각종 쇠길이{鎖長; chain length}의 퍼플루오로폴리에테르기가 포함되지만, 하기에 나타내는 분자 구조의 것이 바람직하다.

[0232] [화학식 5]



[0234] 일반식(5)로 표현되는 퍼플루오로폴리에테르기 중, p, q는 1~50의 범위에 있는 것이 바람직하다.

[0235] 일반식(5)로 표현되는 퍼플루오로폴리에테르기를 갖는 알콕시실란 화합물의 분자량은, 특별히 한정되는 것은 아니지만, 안정성, 취급하기 쉬움 등의 점에서, 수 평균 분자량으로 400~10000의 것이 바람직하고, 500~4000의 것이 보다 바람직하게 이용된다.

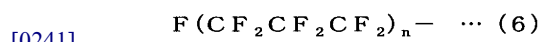
[0236] 일반식(5)로 표현되는 퍼플루오로폴리에테르기를 갖는 알콕시실란 화합물중, R¹은, 2가의 원자 또는 기를 나타내고, R²와 퍼플루오로폴리에테르기와의 결합기이며, 특별히 제한은 없지만, 합성 상, 탄소 이외의 O, NH, S 등의 원자 혹은 원자단이 바람직하다. R²는 탄화 수소기이며, 탄소 수는 2~10의 범위가 바람직하다. R²로서는, 메틸렌기, 에틸렌기, 프로필렌기 등의 알킬렌기, 페닐렌기 등을 예시할 수가 있다.

[0237] 일반식(5)로 표현되는 퍼플루오로폴리에테르기를 갖는 알콕시실란 화합물 중, R³은 알콕시기를 구성하는 알킬기이며, 통상은 탄소 수가 3 이하, 다시 말해 이소프로필기, 프로필기, 에틸기, 메틸기를 예시할 수가 있지만, 탄소 수는 이것 이상이라도 좋다.

[0238] 또, 일반식(2)로 표현되는 Rf로서의 퍼플루오로폴리에테르기의 분자 구조로서는, 특별히 한정되는 것은 아니며, 각종 쇠길이의 퍼플루오로폴리에테르기가 포함되지만, 하기에 나타내는 분자 구조의 것이 바람직하다.

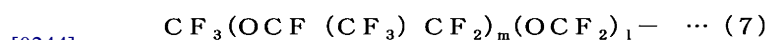
[0239] Rf는, 알킬기의 수소 원자가 불소 원자로 치환된 것이며, 하기의 화학식(6)~(8)로 표현되는 것을 들 수 있다. 단, 모든 알킬기의 수소 원자가 불소 원자로 치환되어 있을 필요는 없고, 부분적으로 수소가 포함되어 있어도 좋다.

[0240] [화학식 6]



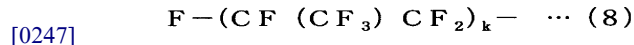
[0242] 단, n은, 1이상의 정수{整數}이다.

[0243] [화학식 7]



[0245] 단, l, m은, 1이상의 정수이다.

[0246] [화학식 8]



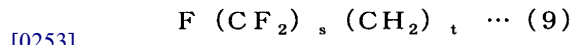
[0248] 단, k는, 1이상의 정수이다.

[0249] 또한, 화합물(8) 중, m/l은, 0.5~2.0의 범위에 있는 것이 바람직하다.

[0250] 퍼플루오로폴리에테르기를 갖는 알콕시실란 화합물의 분자량은, 특별히 한정되는 것은 아니지만, 안정성, 취급하기 쉬움 등의 점에서, 수 평균 분자량으로 400~10000의 것이 바람직하고, 500~4000의 것이 보다 바람직하게 이용된다.

[0251] Rf'로서의 플루오로알킬기의 분자 구조로서도, 특별히 한정되는 것이 아니며, 알킬기의 수소 원자를 불소 원자로 치환한 것을 들 수 있고, 각종쇄길이 및 각종 불소 치환도{置換度}의 플루오로알킬기가 포함되지만, 하기에 나타내는 분자 구조의 것이 바람직하다.

[0252] [화학식 9]



[0254] [화학식 10]



[0256] 이 식중, s는 6~12의 정수, t는 20 이하의 정수를 나타낸다.

[0257] (표면 처리층의 형성 방법)

[0258] 표면 처리층을 형성하는 방법으로서, 실리콘계 화합물, 불소 함유 화합물을 용제에 용해시킨 용액을 그라비아 코터, 디핑법, 스펀코트법, 또는 분무에 의해 도포하는 방법, 실리콘계 화합물, 불소 함유 화합물을 용제에 용해시킨 용액을 문질러대서{擦付; rubbing} 도포한 후 건조하는 방법 등을 들 수 있다. 또, LB법, PVD법, CVD법, 자기{自己} 조직화법, 스퍼터법 등을 들 수 있다. 또, 실리콘계 화합물, 불소 화합물을 자외선 경화 수지와 혼합해서 도포한 후, UV 조사해서 경화하는 방법 등을 들 수 있다.

[0259] <7. 제7 실시형태>

[0260] 도 29는, 제7 실시형태에 관계된 광학 소자의 구성의 1예를 도시한다. 도 29에 도시하는 바와 같이, 이 광학 소자(1)는, 기체(2)를 구비하고 있지 않는 점에서, 제1 실시형태와는 다르다. 광학 소자(1)는, 가시광의 파장 이하의 미세 피치로 다수 배치된, 블록부로 이루어지는 복수의 구조체(3)를 구비하고, 서로 이웃하는 구조체의 하부끼리가 접합되어 있다. 하부끼리가 접합된 복수의 구조체가, 전체로서 그물코모양{網目狀; mesh shape}을 가지고 있어도 좋다.

[0261] 제7 실시형태에 의하면, 점착제 없이 광학 소자(1)를 피착체에 붙일{貼付; stick} 수가 있다. 또, 3차원적인 곡면에 붙이는 것도 가능하다.

[0262] <8. 제8 실시형태>

[0263] [액정 표시 장치의 구성]

[0264] 도 25는, 본 발명의 제8 실시형태에 관계된 액정 표시 장치의 구성의 1예를 도시한다. 도 25에 도시하는 바와 같이, 이 액정 표시 장치는, 광을 출사하는 백라이트(53)와, 백라이트(53)로부터 출사된 광을 시간적 공간적으로 변조해서 화상을 표시하는 액정 패널(51)을 구비한다. 액정 패널(51)의 양면에는 각각, 광학 부품인 편광자(51a, 51b)가 설치되어 있다. 액정 패널(51)의 표시면 측에 설치된 편광자(51b)에는, 광학 소자(1)가 설치되어 있다. 여기에서는, 광학 소자(1)이 한 주면에 설치된 편광자(51b)를 반사 방지 기능을 갖춘{機能付} 편광자(52)라고 칭한다. 이 반사 방지 기능을 갖춘 편광자(52)는, 반사 방지 기능을 갖춘 광학 부품의 1예이다.

[0265] 이하, 액정 표시 장치를 구성하는 백라이트(53), 액정 패널(51), 편광자(51a, 51b) 및, 광학 소자(1)에 대해서 순차 설명한다.

- [0266] (백라이트)
- [0267] 백라이트(53)로서는, 예를 들면 직하형{直下型; direct} 백라이트, 에지형 백라이트, 평면 광원형 백라이트를 이용할 수가 있다. 백라이트(53)는, 예를 들면 광원, 반사판, 광학 필름 등을 구비한다. 광원으로서는, 예를 들면 냉음극 형광관(Cold Cathode Fluorescent Lamp: CCFL), 열음극 형광관(Hot Cathode Fluorescent Lamp: HCFL), 유기 일렉트로루미네센스(Organic ElectroLuminescence: OEL), 무기 일렉트로루미네센스(IEL: Inorganic ElectroLuminescence) 및 발광 다이오드(Light Emitting Diode: LED) 등이 이용된다.
- [0268] (액정 패널)
- [0269] 액정 패널(51)로서는, 예를 들면 트위스티드 네마틱(Twisted Nematic: TN) 모드, 슈퍼 트위스티드 네마틱(Super Twisted Nematic: STN) 모드, 수직 배향(Vertically Aligned: VA) 모드, 수평 배열(In-Plane Switching: IPS) 모드, 광학 보상 벤드 배향(Optically Compensated Birefringence: OCB) 모드, 강유전성(Ferroelectric Liquid Crystal: FLC) 모드, 고분자 분산형 액정(Polymer Dispersed Liquid Crystal: PDLC) 모드, 상{相} 전이형 게스트·호스트(Phase Change Guest Host: PCGH) 모드 등의 표시 모드의 것을 이용할 수가 있다.
- [0270] (편광자)
- [0271] 액정 패널(51)의 양면에는, 예를 들면 편광자(51a, 51b)가 그의 투과축이 서로 직교하도록 해서 설치된다. 편광자(51a, 51b)는, 입사하는 광중 직교하는 편광 성분의 한쪽만을 통과시키고, 다른쪽을 흡수에 의해 차폐하는 것이다. 편광자(51a, 51b)로서는, 예를 들면 폴리비닐 알콜계 필름, 부분 포르말화 폴리비닐 알콜계 필름, 에틸렌·초산 비닐 공중합체계 부분 비누화{saponified} 필름 등의 친수성 고분자 필름에, 요오드{沃素}나 이색성{二色性} 염료 등의 이색성 물질을 흡착시켜 1축 연신{延伸}시킨 것을 이용할 수가 있다. 편광자(51a, 51b)의 양면에는, 트리아세틸 셀룰로스(TAC) 필름 등의 보호층을 설치하는 것이 바람직하다. 이와 같이 보호층을 설치하는 경우, 광학 소자(1)의 기체(2)가 보호층을 겸하는 구성으로 하는 것이 바람직하다. 이와 같은 구성으로 함으로써, 반사 방지 기능을 갖춘 편광자(52)를 박형화할 수 있기 때문이다.
- [0272] (광학 소자)
- [0273] 광학 소자(1)는, 상술한 제1~제4 실시형태의 어느 하나의 것과 마찬가지로 설명을 생략한다.
- [0274] 제8 실시형태에 의하면, 액정 표시 장치의 표시면에 광학 소자(1)를 설치하고 있으므로, 액정 표시 장치의 표시면의 반사 방지 기능을 향상할 수가 있다. 따라서, 액정 표시 장치의 시각적 확인성{視認性; visibility}을 향상할 수가 있다.
- [0275] <9. 제9 실시형태>
- [0276] [액정 표시 장치의 구성]
- [0277] 도 26은, 본 발명의 제9 실시형태에 관계된 액정 표시 장치의 구성의 1예를 도시한다. 이 액정 표시 장치는, 액정 패널(51)의 앞면{前面} 측에 앞면 부재(54)를 구비하고, 액정 패널(51)의 앞면, 앞면 부재(54)의 앞면 및 이면{裏面}의 적어도 1개의 면에, 광학 소자(1)를 구비하는 점에서, 제8 실시형태의 것과는 다르다. 도 26에서는, 액정 패널(51)의 앞면과, 앞면 부재(54)의 앞면 및 이면의 모든 면에, 광학 소자(1)를 구비하는 예가 도시되어 있다. 액정 패널(51)과 앞면 부재(54) 사이에는, 예를 들면 공기층이 형성되어 있다. 상술한 제8 실시형태와 마찬가지로 부분에는 동일한 부호를 붙여서 설명을 생략한다. 또한, 본 발명에 있어서, 앞면이란 표시면으로 되는 측의 면, 즉 관찰자측으로 되는 면을 나타내고, 이면이란 표시면과 반대로 되는 측의 면을 나타낸다.
- [0278] 앞면 부재(54)는, 액정 패널(51)의 앞면(관찰자 측)에 기계적, 열적 및 내후적{耐候的; weather-resistant} 보호나, 디자인{意匠性}을 목적으로 해서 이용하는 프런트 패널 등이다. 앞면 부재(54)는, 예를 들면 시트모양, 필름모양, 또는 판모양을 가진다. 앞면 부재(54)의 재료로서는, 예를 들면 유리, 트리아세틸 셀룰로스(TAC), 폴리에스테르(TPEE), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리이미드(PI), 폴리아미드(PA), 아라미드, 폴리에틸렌(PE), 폴리아크릴레이트, 폴리에테르 술폰, 폴리술폰, 폴리프로필렌(PP), 디아세틸 셀룰로스, 폴리염화 비닐, 아크릴 수지(PMMA), 폴리카보네이트(PC) 등을 이용할 수가 있지만, 특별히 이들 재료에 한정되는 것은 아니며, 투명성을 가지는 재료이면 이용할 수가 있다.
- [0279] 제9 실시형태에 의하면, 제7 실시형태와 마찬가지로, 액정 표시 장치의 시각적 확인성을 향상할 수가 있다.
- [0280] <10. 제10 실시형태>

- [0281] 제10 실시형태에 관계된 광학 소자(1)는, 기체(2) 및 구조체(3)의 양쪽이 유연성을 가지고 있는 점에서, 제1 실시형태와는 다르다. 구조체(3)를 형성하는 재료의 탄성률은, 제1 실시형태에서 설명한 바와 같이, 1MPa 이상 1200MPa 이하이다. 기체(2)는, 예를 들면 단층 구조 또는 2층 이상의 다층 구조를 가지고 있다.
- [0282] 구조체(3)를 형성하는 재료의 신장률{伸率; elongation percentage}이, 바람직하게는 50% 이상, 보다 바람직하게는 50% 이상 150% 이하의 범위내이다. 50% 이상이면, 밀착 또는 접촉에 수반하는 수지의 변형으로 구조체(3)의 파단{破斷; breakage}이 일어나지 않기 때문에, 닙아냄 전후에서 반사율 변화를 억제할 수 있다. 또, 구조체(3)를 형성하는 재료의 신장률이 상승함에 따라서, 닙아냄시의 미끄럼성이 나빠지고, 닙아냄성이 저하하는 경향이 있지만, 150% 이하이면, 표면의 미끄럼성의 악화를 억제하기 쉬워진다.
- [0283] 기체(2)를 형성하는 재료의 신장률이, 바람직하게는 20% 이상, 보다 바람직하게는 20% 이상 800% 이하의 범위내이다. 20% 이상이면, 소성 변형을 억제할 수가 있다. 800% 이하이면, 재료 선정이 비교적 용이하게 된다. 예를 들어 우레탄 필름의 경우, 무황변{無黃變} 그레이드의 선정이 가능해진다.
- [0284] 도 30의 (a)는, 제10 실시형태에 관계된 광학 소자(1)의 제1 예를 도시하는 단면도이다. 광학 소자(1)는, 개별적으로 성형된 구조체(3)와 기체(2)를 구비하고, 이들 사이에 계면이 형성되어 있다. 따라서, 기체(2)와 구조체(3)를 형성하는 재료를 필요에 따라서 다른 것으로 할 수가 있다. 즉, 기체(2)와 구조체(3)와의 탄성률을 다른 것으로 할 수가 있다.
- [0285] 기체(2)가 단층의 구성을 가지는 경우, 기체(2)를 형성하는 재료의 탄성률이, 바람직하게는 1MPa 이상 3000MPa 이하, 보다 바람직하게는 1MPa 이상 1500MPa, 더욱더 바람직하게는 1MPa 이상 1200MPa 이하의 범위내이다. 1MPa 이하이면, 탄성률이 낮은 수지는 일반적으로 표면의 끈적거림{stickiness}이 큰 특성상, 취급하기 어려워진다. 한편, 3000MPa 이하이면, 소성 변형의 발생을 억제하고, 그의 시각적 확인을 대부분 없앨 수가 있다. 또, 기체(2) 및 구조체(3)를 형성하는 재료의 신장률을 일치 또는 거의 일치시키는 것이 바람직하다. 기체(2)와 구조체(3) 사이에서의 계면에서의 박리를 억제할 수 있기 때문이다. 여기서, 신장률의 거의 일치란, 기체(2) 및 구조체(3)를 형성하는 재료의 신장률의 차가 $\pm 25\%$ 의 범위내인 것을 말한다. 여기서, 기체(2) 및 구조체(3)의 탄성률을 반드시 일치시킬 필요는 없으며, 양자의 탄성률을 상기 수치 범위에서 다르게 설정해도 좋다.
- [0286] 기체(2)를 형성하는 재료의 탄성률이 1MPa 이상 3000MPa 이하의 범위내인 경우, 기체(2)의 두께는, 바람직하게는 $60\mu\text{m}$ 이상, 보다 바람직하게는 $60\mu\text{m}$ 이상 $2000\mu\text{m}$ 이하의 범위내이다. $60\mu\text{m}$ 이상이면, 소성 변형 및 응집 파괴{凝集破壊; cohesion failure}의 발생을 억제하고, 그들의 시각적 확인을 대부분 없앨 수가 있다. 한편, $2000\mu\text{m}$ 이하이면, 롤 to 롤{roll-to-roll} 프로세스로 연속 전사할 수 있다.
- [0287] 도 30의 (b)는, 제10 실시형태에 관계된 광학 소자의 제2 예를 도시하는 단면도이다. 광학 소자(1)는, 구조체(3)에 인접해서 형성된 기저층{基底層; base layer}(6)과, 기저층(6)과 인접해서 형성된 기재{基材; base member}(5)로 이루어지는 2층 구조의 기체(2)를 구비한다. 기저층(6)은, 예를 들면 구조체(3)의 밑면 측에 구조체(3)와 일체 성형된 층이며, 기저층(6)과 기재(5) 사이에 계면이 형성된다. 기재(5)의 재료로서는, 신축성을 가지고, 또한 탄성을 가지는 것을 이용하는 것이 바람직하며, 이와 같은 재료로서는, 예를 들면 폴리우레탄, 투명 실리콘 수지, 폴리 염화 비닐 등을 들 수 있다. 또, 기재(5)의 재료는 투명성을 가지는 것에 특별히 한정되지 않고, 검정색{黑色} 등의 유색의 것도 이용하는 것도 가능하다. 기재(5)의 형상으로서, 예를 들면 시트 모양, 플레이트모양, 블록모양을 들 수 있지만, 특별히 이들 형상에 한정되는 것은 아니다. 여기서, 시트에는 필름이 포함되는 것으로 정의한다.
- [0288] 기저층(6)을 형성하는 재료의 탄성률이, 바람직하게는 1MPa 이상 3000MPa 이하, 보다 바람직하게는 1MPa 이상 1500MPa, 더욱더 바람직하게는 1MPa 이상 1200MPa 이하의 범위내이다. 구조체(3)와, 기저층(6)이 동시에 전사되는 경우, 1MPa 미만이면, 전사 공정에서 인접하는 구조체끼리가 부착하고, 구조체(3)의 형상이 원하는 형상과는 다른 형상으로 되어, 원하는 반사 특성이 얻어지지 않게 된다. 또, 닙아냄시의 미끄럼성이 나빠지고, 닙아냄성이 저하하는 경향이 있다. 한편, 3000MPa 이하이면, 소성 변형의 발생을 억제하고, 그의 시각적 확인을 대부분 없앨 수가 있다.
- [0289] 기재(5) 및 기저층(6)을 형성하는 재료의 탄성률이 1MPa 이상 3000MPa 이하의 범위 내인 경우, 기재(5) 및 기저층(6)의 총두께가, 바람직하게는 $60\mu\text{m}$ 이상, 보다 바람직하게는 $60\mu\text{m}$ 이상 $2000\mu\text{m}$ 이하의 범위내이다. $60\mu\text{m}$ 이상이면, 소성 변형 및 응집 파괴의 발생을 억제하고, 그들의 시각적 확인을 대부분 없앨 수가 있다. 한편, $2000\mu\text{m}$ 이하이면, 롤 to 롤 프로세스로 연속 전사할 수 있다. 여기서, 구조체(3), 기재(5) 및 기저층(6)의 탄성률을 반드시 일치시킬 필요는 없으며, 이들의 탄성률을 상기 수치 범위에서 다르게 설정해도 좋다.

- [0290] 기저층(6)을 형성하는 재료의 탄성률이 1MPa 이상 3000MPa 이하의 범위 내인데 대해서, 기재(5)를 형성하는 재료의 탄성률이 1MPa 이상 3000MPa 이하의 범위 외인 경우, 기저층(6)의 두께는, 바람직하게는 60 μ m 이상, 보다 바람직하게는 60 μ m 이상 2000 μ m 이하의 범위내이다. 60 μ m 이상이면, 기재(5)의 재료, 즉 기재(5)의 탄성률에 의하지 않고, 소성 변형 및 응집 파괴의 발생을 억제하고, 그들의 시각적 확인을 대부분 없앨 수가 있다. 한편, 2000 μ m 이하이면, 자외선 경화 수지를 효율 좋게 경화시킬 수가 있다.
- [0291] 도 30의 (c)는, 제10 실시형태에 관계된 광학 소자(1)의 제3 예를 도시하는 단면도이다. 광학 소자(1)는, 일체 성형된 구조체(3)와 기체(2)를 구비한다. 이와 같이 구조체(3)와 기체(2)가 일체 성형되어 있기 때문에, 양자 사이에 계면이 존재하지 않는다.
- [0292] 기체(2)를 형성하는 재료의 탄성률이, 바람직하게는 1MPa 이상 3000MPa 이하, 보다 바람직하게는 1MPa 이상 1500MPa, 더욱더 바람직하게는 1MPa 이상 1200MPa 이하인 것이 바람직하다. 구조체(3)와, 기체(2)가 동시에 전사되는 경우, 1MPa 미만이면, 전사 공정에서 인접하는 구조체끼리가 부착하여, 구조체(3)의 형상이 원하는 형상과는 다른 형상으로 되며, 원하는 반사 특성이 얻어지지 않게 된다. 또, 닦아냄시의 미끄럼성이 나빠지고, 닦아냄성이 저하하는 경향이 있다. 한편, 3000MPa 미만이면, 소성 변형의 발생을 억제하고, 그의 시각적 확인을 대부분 없앨 수가 있다.
- [0293] 구조체(3)와 기체(2)를 일체 성형 하는 경우, 제조를 용이하게 하는 관점에서 보면, 양자의 재료의 탄성률을 동일한 값, 구체적으로는 1MPa 이상 1200MPa 이하의 범위내에서 동일한 값으로 하는 것이 바람직하다. 구조체(3)와 기체(2)를 일체 성형하고, 양자의 탄성률을 다른 값으로 하는 것도 가능하다. 이와 같은 광학 소자(1)를 형성하는 방법으로서, 예를 들면 이하와 같은 방법을 들 수 있다. 즉, 탄성률이 다른, 수지의 다층 도포를 행한다. 이때, 수지가 고점도인 것이 바람직하고, 구체적으로는 50000MPa·s 이상인 것이 바람직하다. 수지의 섞임{混; mixing}이 적고 영률{Young's modulus}의 그라데이션을 얻을 수 있기 때문이다.
- [0294] 기체(2)를 형성하는 재료의 탄성률이 1MPa 이상 3000MPa 이하의 범위내인 경우, 기체(2)의 두께는, 바람직하게는 60 μ m 이상, 보다 바람직하게는 60 μ m 이상 2000 μ m 이하이다. 60 μ m 이상이면, 소성 변형 및 응집 파괴의 발생을 억제하고, 그들의 시각적 확인을 대부분 없앨 수가 있다. 한편, 2000 μ m 이하이면, 자외선 경화 수지를 효율 좋게 경화시킬 수가 있다.
- [0295] 도 31의 (a)~도 32의 (c)는, 유연성 광학 소자와, 비유연성 광학 소자와의 작용의 차이{違}를, 소성 변형의 관점에서 설명하기 위한 모식도이다. 여기서, 유연성 광학 소자란, 구조체(3)와 기체(2)와의 양쪽이 유연성을 가지는 광학 소자의 것을 말하며, 비유연성 광학 소자란, 구조체(3)는 유연성을 가지는데 대해, 기체(2)는 유연성을 가지고 있지 않은 광학 소자의 것을 말한다.
- [0296] 도 31의 (a)에 도시하는 바와 같이, 유연성 광학 소자의 표면에 대해서 힘 F를 가하는 것, 기체(2)가 유연성을 가지기 때문에, 도 31의 (b)에 도시하는 바와 같이, 유연성 광학 소자의 표면에 가해지는 힘 F가 분산한다. 이 때문에, 도 31의 (c)에 도시하는 바와 같이, 힘 F를 개방하면, 유연성 광학 소자의 표면은 원래{元}의 평탄한 상태로 되돌아간다.
- [0297] 한편, 도 32의 (a)에 도시하는 바와 같이, 유연성 광학 소자의 표면에 대해서 힘 F를 가하는 것, 기체(2) 단단하기 때문에, 도 32의 (b)에 도시하는 바와 같이, 유연성 광학 소자의 표면에 가해지는 힘 F가 분산되지 않는다. 이 때문에, 도 32의 (c)에 도시하는 바와 같이, 힘 F를 개방하면, 유연성 광학 소자의 표면에, 소성 변형이나 응집 박리가 발생한다.
- [0298] [실시예]
- [0299] 이하, 실시예에 의해 본 발명을 구체적으로 설명하겠지만, 본 발명은 이들 실시예에만 한정되는 것은 아니다.
- [0300] (샘플 1-1)
- [0301] 우선, 외경 126mm의 유리 롤 원반을 준비하고, 이 유리 원반의 표면에 이하와 같이 해서 레지스트를 착막했다. 즉, 시너로 포토레지스트를 1/10로 희석하고, 이 희석 레지스트를 디핑{dipping}에 의해 유리 롤 원반의 원기둥면 상에 두께 130nm 정도로 도포하는 것에 의해, 레지스트를 착막했다. 다음에, 기록 매체로서의 유리 원반을, 도 11에 도시한 롤 원반 노광 장치에 반송{搬送}하고, 레지스트를 노광하는 것에 의해, 1개의 나선모양{螺旋狀}으로 연속됨과 동시에, 인접하는 3열의 트랙 사이에서 준육방 격자 패턴을 이루는 잠상이 레지스트에 패터닝되었다.
- [0302] 구체적으로는, 육방 격자 패턴이 형성되어야 할 영역에 대해서, 상기 유리 롤 원반 표면까지 노광하는 파워

0.50mW/m의 레이저 광을 조사해서 오목 형상의 준육방 격자 패턴을 형성했다. 또한, 트랙열의 열방향의 레지스트 두께는 120nm 정도, 트랙의 연재 방향의 레지스트 두께는 100nm 정도였다.

[0303] 다음에, 유리 롤 원반 상의 레지스트에 현상 처리를 시행해서, 노광한 부분의 레지스트를 용해시켜 현상을 행했다. 구체적으로는, 도시하지 않은 현상기{現像機}의 턴테이블 상에 미현상의 유리 롤 원반을 재치하고, 턴테이블마다 회전시키면서 유리 롤 원반의 표면에 현상액을 적하해서 그의 표면의 레지스트를 현상했다. 이것에 의해, 레지스트 층이 준육방 격자 패턴으로 개구되어 있는 레지스트 유리 원반이 얻어졌다.

[0304] 다음에, 드라이 에칭에 의해서, 에칭 처리와 애싱 처리를 번갈아 행하는 것에 의해, 타원뿔 형상의 오목부가 얻어졌다. 이 때의 패턴에서의 에칭량(깊이)은 에칭 시간에 의해서 변화시켰다. 최후에, O₂ 애싱에 의해 완전하게 포토레지스트를 제거하는 것에 의해, 오목 형상의 준육방 격자 패턴의 모스아이 유리 롤 마스터가 얻어졌다. 열방향에서의 오목부의 깊이는, 트랙의 연재 방향에서의 오목부의 깊이보다 깊었다.

[0305] 상기 모스아이 유리 롤 마스터와 하기의 조성을 가지는 자외선 경화 수지 조성물을 수 μ m의 두께로 도포한 폴리메타크릴산 메틸 수지(PMMA)제 시트를 밀착시키고, 자외선을 조사해서 경화시키면서 박리하는 것에 의해, 광학 소자를 제작했다.

[0306] 다음에, 광학 소자의 모스아이 패턴이 형성된 면에, 불소계 처리제(다이킨 화성품 판매 주식회사{DAIKIN CHEMICALS SALES.LTD.}제 상품명 옵툴{OPTOOL} DSX)를 딥 코팅하는 것에 의해, 불소 처리를 행했다. 이상에 의해, 샘플 1-1의 광학 소자가 제작되었다.

[0307] <자외선 경화 수지 조성물>

[0308] 폴리에스테르 아크릴레이트 올리고머 80질량부

[0309] (사토머사{Sartomer Company, Inc.}제, 상품명 CN2271E)

[0310] 저점도 모노 아크릴레이트 올리고머 20질량부

[0311] (사토머사제, 상품명 CN152)

[0312] 광중합 개시제 4wt%

[0313] (치바·스페셜티·케미컬즈사{Ciba Specialty Chemicals}제, 상품명 DAROCUR1173)

[0314] (샘플 1-2)

[0315] 1트랙마다 극성 반전 포매터 신호의 주파수와, 물의 회전수와, 적절한 이송 피치를 조정해서, 레지스트 층을 패터닝하는 것에 의해, 샘플 1-1과 피치 및 애스펙트비가 다른 준육방 격자 패턴을 레지스트 층에 기록했다. 이것 이외의 것은, 샘플 1-1과 마찬가지로 해서 샘플 1-2의 광학 소자를 제작했다.

[0316] (샘플 1-3)

[0317] 1트랙마다 극성 반전 포매터 신호의 주파수와, 물의 회전수와, 적절한 이송 피치를 조정해서, 레지스트 층을 패터닝하는 것에 의해, 샘플 1-1과 피치 및 애스펙트비가 다른 준육방 격자 패턴을 레지스트 층에 기록했다. 이것 이외의 것은, 샘플 1-1과 마찬가지로 해서 광학 소자를 제작했다.

[0318] (샘플 2-1~샘플 2-3)

[0319] 하기의 조성을 가지는 자외선 경화 수지 조성물을 이용한 점 이외는, 샘플 1-1~샘플 1-3의 각각과 마찬가지로 해서, 샘플 2-1~샘플 2-3의 광학 소자를 제작했다.

[0320] <자외선 경화 수지 조성물>

[0321] 폴리에스테르 아크릴레이트 올리고머 30질량부

[0322] (사토머사제, 상품명 CN2271E)

[0323] 2관능 아크릴레이트 70질량부

[0324] (오사카 유기 화학 공업 주식회사{大阪有機化學工業株式會社; OSAKA ORGANIC CHEMICAL INDUSTRY LTD.}제, 상품명 비스코트 310HP)

[0325] 광중합 개시제 4wt%

- [0326] (치바·스페셜티·케미컬즈사제, 상품명 DAROCUR1173)
- [0327] (샘플 3-1~샘플 3-3)
- [0328] 하기의 조성을 가지는 자외선 경화 수지 조성물을 이용한 점 이외는, 샘플 1-1~샘플 1-3의 각각과 마찬가지로 해서, 샘플 3-1~샘플 3-3의 광학 소자를 제작했다.
- [0329] <자외선 경화 수지 조성물>
- [0330] 폴리에스테르 아크릴레이트 올리고머 15질량부
- [0331] (사토머사제, 상품명 CN2271E)
- [0332] 2관능 아크릴레이트 85질량부
- [0333] (오사카 유기 화학 공업 주식회사제, 상품명 비스코트 310HP)
- [0334] 광중합 개시제 4wt%
- [0335] (치바·스페셜티·케미컬즈사제, 상품명 DAROCUR1173)
- [0336] (샘플 4-1~샘플 4-3)
- [0337] 하기의 조성을 가지는 자외선 경화 수지 조성물을 이용한 점 이외는, 샘플 1-1~샘플 1-3의 각각과 마찬가지로 해서, 샘플 4-1~샘플 4-3의 광학 소자를 제작했다.
- [0338] <자외선 경화 수지 조성물>
- [0339] 폴리에스테르 아크릴레이트 올리고머 5질량부
- [0340] (사토머사제, 상품명 CN2271E)
- [0341] 2관능 아크릴레이트 95질량부
- [0342] (오사카 유기 화학 공업 주식회사제, 상품명 비스코트 310HP)
- [0343] 광중합 개시제 4wt%
- [0344] (치바·스페셜티·케미컬즈사제, 상품명 DAROCUR1173)
- [0345] (샘플 5-1~샘플 5-3)
- [0346] 하기의 조성을 가지는 자외선 경화 수지 조성물을 이용한 점 이외는, 샘플 1-1~샘플 1-3의 각각과 마찬가지로 해서, 샘플 5-1~샘플 5-3의 광학 소자를 제작했다.
- [0347] <자외선 경화 수지 조성물>
- [0348] 2관능 아크릴레이트 80질량부
- [0349] (오사카 유기 화학 공업 주식회사제, 상품명 비스코트 310HP)
- [0350] 5관능 우레탄 아크릴레이트 20질량부
- [0351] (쿄에이샤 화학 주식회사{共榮社化學株式會社; Kyoeisha Chemical Co.,Ltd.}제, 상품명 UA510H)
- [0352] 광중합 개시제 4wt%
- [0353] (치바·스페셜티·케미컬즈사제, 상품명 DAROCUR1173)
- [0354] (샘플 6-1~샘플 6-3)
- [0355] 광학 소자의 모스아이 패턴이 형성된 면에, 불소 처리를 하는 공정을 생략하는 점 이외는, 샘플 1-1~샘플 1-3의 각각과 마찬가지로 해서, 샘플 6-1~샘플 6-3의 광학 소자를 제작했다.
- [0356] (형상의 평가)
- [0357] 제작한 샘플 1-1~샘플 6-3의 광학 소자에 대해서, 원자간력 현미경(AFM: Atomic Force Microscope)에 의해 관찰을 행했다. 그리고, AFM의 단면{斷面} 프로파일로부터 각 샘플의 구조체의 피치와 에스펙트비를 구했다. 그

결과를 표 1에 나타낸다.

[0358] (접촉각의 측정)

[0359] 접촉각계(接觸角計)(교와 계면 화학사(協和界面化學社; KYOWA INTERFACE SCIENCE CO.,LTD.) 제품명 CA-XE형)로, 광학 소자의 모스아이 패턴 형성층의 면의 접촉각을 측정했다. 접촉각을 측정하는 액체에는, 올레 인산을 이용했다.

[0360] (뒹아냄성의 평가)

[0361] 광학 소자의 모스아이 패턴의 형성층의 면에 지문을 부착한 후, 코튼 시갈(COTTON CIEGAL)(치요다 제지(주)(千代田製紙(株); Chiyoda Seisi K.K.)제)을 이용해서, 18kPa 정도의 압력으로 5초간, 10왕복의 마른 걸레질을 행했다. 뒹아냄성의 평가는, 지문을 부착시키기 전과 마른 걸레질한 후에서의 반사율을 비교하는 것에 의해 행하고, 반사율이 지문을 부착시키기 전과 마른 걸레질한 후에서 동일한 값이었던 경우를 마른 걸레질 가능으로 간주했다. 또한, 표 1에서는, 마른 걸레질 가능을 ○로 표기하고, 마른 걸레질 불가능을 ×로 표기한다. 반사율은, 평가 장치(일본 분광사(日本分光社; JASCO Corporation)제 상품명 V-550)를 이용해서, 파장 532nm의 가시광의 반사율을 측정했다. 그 결과를 표 1에 나타낸다.

[0362] (탄성률의 측정)

[0363] (인장(引張; tensile) 시험기에 의한 측정)

[0364] 광학 소자의 제작에 이용한 자외선 경화 수지 조성물과 마찬가지로 재료로 평탄막을 제작하고(UV 경화), 폭 14mm 길이 50mm 두께 약 200 μ m 형상의 필름 시료로 절출해서 사용했다. 이 필름 시료의 탄성률을, JIS K7127에 준거해서, 인장 시험기(주식회사 시마즈 제작소(株式會社島津製作所; SHIMADZU CORPORATION)제 제품명 AG-X)를 이용해서 측정했다. 그 결과를 표 1에 나타낸다.

[0365] 또한, 모스아이 패턴을 형성한 광학 소자의 탄성률을, 표면 피막 물성(物性) 시험기((주)피셔·인스트루먼트사(Fischer Instruments K.K.)제: 피셔 스크프 HM-500)를 이용해서 측정했다. 그 결과, 미소(微小) 경도계(硬度計)에 의해 측정한 탄성률의 값 및 인장 시험기를 이용해서 측정한 재료 고유의 탄성률의 값은, 거의 동일했다.

[0366] [표 1]

	형상			탄성률 [MPa]	불소코팅	올레인산 접촉각 [도]	뒹아냄성			
	구조체의 배열	피치 [nm]	에스펙트 비				반사율		판정	비고
							지문 부착전	지문 뒹아냄후		
샘플 1-1	준육방 격자	300	0.33	29	있음	105	1.9	1.9	○	미끄러지기 쉽고 뒹아내기 쉽다
샘플 1-2	준육방 격자	280	0.61		있음	123	0.2	0.2	○	
샘플 1-3	준육방 격자	250	1.20		있음	127	0.5	0.5	○	
샘플 2-1	준육방 격자	300	0.33	188	있음	104	1.9	1.9	○	-
샘플 2-2	준육방 격자	280	0.61		있음	120	0.2	0.2	○	
샘플 2-3	준육방 격자	250	1.20		있음	122	0.5	0.5	○	
샘플 3-1	준육방 격자	300	0.33	535	있음	85	1.9	2.7	×	-
샘플 3-2	준육방 격자	280	0.61		있음	105	0.2	0.2	○	
샘플 3-3	준육방 격자	250	1.20		있음	114	0.5	0.5	○	
샘플 4-1	준육방 격자	300	0.33	1140	있음	75	1.9	3.1	×	-
샘플 4-2	준육방 격자	280	0.61		있음	90	0.2	0.2	○	
샘플 4-3	준육방 격자	250	1.20		있음	107	0.5	0.5	○	
샘플 5-1	준육방 격자	300	0.33	1920	있음	93	1.9	2.9	×	-
샘플 5-2	준육방 격자	280	0.61		있음	104	0.2	2.7	×	
샘플 5-3	준육방 격자	250	1.20		있음	107	0.5	2.6	×	
샘플 6-1	준육방 격자	300	0.33	29	없음	15	1.9	1.9	○	미끄러지기 어렵고, 뒹아내기 어렵다. 지문이 묻으면, 지문이 묻은 장소보다도 크게 스며들어 변진다
샘플 6-2	준육방 격자	280	0.61		없음	15	0.2	0.2	○	
샘플 6-3	준육방 격자	250	1.20		없음	12	0.5	0.5	○	

[0367]

[0368] [평가]

[0369] 표 1에 나타내는 바와 같이, 샘플 5-1~샘플 5-3에서는, 뒹아냄성 평가에서, 마른 걸레질이 불가능했다. 이것

은, 광학 소자의 탄성률이, 5MPa~1200MPa로부터 벗어나 있기 때문이다.

[0370] 또, 샘플 1-1~샘플 1-3과, 샘플 6-1~샘플 6-3과의 비교에 의하면, 샘플 1-1~샘플 1-3에서는, 닭아넘성 평가에서, 코튼 시일이 미끄러지기 쉽고, 지문이 닦아내기 쉬웠다. 한편, 샘플 6-1~샘플 6-3에서는, 코튼 시일이 미끄러지기 어렵고, 지문이 묻으면, 지문이 묻은 장소보다도 크게 스며들어 번졌다. 이것은, 샘플 1-1~샘플 1-3에서는, 광학 소자의 모스아이 패턴 형성면에 불소 코팅을 행하고 있으며, 샘플 6-1~샘플 6-3에서는, 불소 코팅을 행하고 있지 않기 때문이다.

[0371] 다음에, RCWA(Rigorous Coupled Wave Analysis) 시뮬레이션에 의해, 비율 $((2r/P1) \times 100)$ 과 반사 방지 특성과의 관계에 대해서 검토를 행했다.

[0372] (시험예 1)

[0373] 도 27의 (a)는, 구조체를 육방 격자모양으로 배열했을 때의 충전율을 설명하기 위한 도면이다. 도 27의 (a)에 도시하는 바와 같이, 구조체를 육방 격자모양으로 배열한 경우에 있어서, 비율 $((2r/P1) \times 100)$ (단, P1: 동일 트랙 내에서의 구조체의 배치 피치, r: 구조체 밑면의 반경)을 변화시켰을 때의 충전율을 이하의 식(2)에 의해 구했다.

[0374] $\text{충전율} = (S(\text{hex.}) / S(\text{unit})) \times 100 \quad \cdots (2)$

[0375] 단위 격자 면적: $S(\text{unit}) = 2r \times (2\sqrt{3})r$

[0376] 단위 격자 내에 존재하는 구조체의 밑면의 면적: $S(\text{hex.}) = 2 \times \pi r^2$

[0377] (단, $2r > P1$ 일 때는 작도{作圖} 상으로부터 구한다)

[0378] 예를 들면, 배치 피치 $P1=2$, 구조체 밑면의 반경 $r=1$ 로 한 경우, $S(\text{unit})$, $S(\text{hex.})$, 비율 $((2r/P1) \times 100)$, 충전율은 이하에 나타내는 값으로 된다.

[0379] $S(\text{unit}) = 6.9282$

[0380] $S(\text{hex.}) = 6.28319$

[0381] $(2r/P1) \times 100 = 100.0\%$

[0382] $\text{충전율} = (S(\text{hex.}) / S(\text{unit})) \times 100 = 90.7\%$

[0383] 표 2에, 상술한 식(2)에 의해서 구한 충전율과 비율 $((2r/P1) \times 100)$ 과의 관계를 나타낸다.

[0384] [표 2]

$(2r/P1) \times 100$	충전율
115.4%	100.0%
100.0%	90.7%
99.0%	88.9%
95.0%	81.8%
90.0%	73.5%
85.0%	65.5%
80.0%	58.0%
75.0%	51.0%

[0385]

[0386] (시험예 2)

[0387] 도 27의 (b)는, 구조체를 사방 격자모양으로 배열했을 때의 충전율을 설명하기 위한 도면이다. 도 27의 (b)에 도시하는 바와 같이, 구조체를 사방 격자모양으로 배열한 경우에 있어서, 비율 $((2r/P1) \times 100)$, 비율 $((2r/P2) \times 100)$, (단, P1: 동일 트랙 내에서의 구조체의 배치 피치, P2: 트랙에 대해서 45도 방향의 배치 피치, r: 구조체 밑면의 반경)을 변화시켰을 때의 충전율을 이하의 식(3)에 의해 구했다.

[0388] $\text{충전율} = (S(\text{tetra}) / S(\text{unit})) \times 100 \quad \cdots (3)$

[0389] 단위 격자 면적: $S(\text{unit}) = 2r \times 2r$

[0390] 단위 격자 내에 존재하는 구조체의 밀면의 면적: $S(\text{tetra}) = \pi r^2$

[0391] (단, $2r > P1$ 일 때는 작도 상으로부터 구한다)

[0392] 예를 들면, 배치 피치 $P2=2$, 구조체 밀면의 반경 $r=1$ 로 한 경우, $S(\text{unit})$, $S(\text{tetra})$, 비율 $((2r/P1) \times 100)$, 비율 $((2r/P2) \times 100)$, 충전율은 이하에 나타내는 값으로 된다.

[0393] $S(\text{unit})=4$

[0394] $S(\text{tetra})=3.14159$

[0395] $(2r/P1) \times 100=141.4\%$

[0396] $(2r/P2) \times 100=100.0\%$

[0397] 충전율 $= (S(\text{tetra})/S(\text{unit})) \times 100=78.5\%$

[0398] 표 3에, 상술한 식(3)에 의해서 구한 충전율과, 비율 $((2r/P1) \times 100)$, 비율 $((2r/P2) \times 100)$ 과의 관계를 나타낸다.

[0399] 또, 사방 격자의 배치 피치 $P1$ 과 $P2$ 와의 관계는 $P1 = \sqrt{2} \times P2$ 로 된다.

[0400] [표 3]

$(2r/P1) \times 100$	$(2r/P2) \times 100$	충전율
100.0%	141.4%	100.0%
84.9%	120.0%	95.1%
81.3%	115.0%	92.4%
77.8%	110.0%	88.9%
74.2%	105.0%	84.4%
70.7%	100.0%	78.5%
70.0%	99.0%	77.0%
67.2%	95.0%	70.9%
63.6%	90.0%	63.6%
60.1%	85.0%	56.7%
56.6%	80.0%	50.3%
53.0%	75.0%	44.2%

[0401]

[0402] (시험예 3)

[0403] 배치 피치 $P1$ 에 대한 구조체 밀면의 직경 $2r$ 의 비율 $((2r/P1) \times 100)$ 을 80%, 85%, 90%, 95%, 99%의 크기로 해서, 이하의 조건에서 반사율을 시뮬레이션에 의해 구했다. 그 결과의 그래프를 도 28에 도시한다.

[0404] 구조체 형상: 조종형

[0405] 편광: 무편광

[0406] 굴절률: 1.48

[0407] 배치 피치 $P1$: 320nm

[0408] 구조체의 높이: 415nm

[0409] 애스펙트비: 1.30

[0410] 구조체의 배열: 육방 격자

[0411] 도 28로부터, 비율 $((2r/P1) \times 100)$ 이 85% 이상이면, 가시역{可視域}의 파장역(0.4~0.7 μm)에서, 평균 반사율 R 이 $R < 0.5\%$ 로 되고, 충분한 반사 방지효과가 얻어진다. 이 때, 밀면의 충전율은 65% 이상이다. 또, 비율 $((2r/P1) \times 100)$ 이 90% 이상이면, 가시역의 파장역에서 평균 반사율 R 이 $R < 0.3\%$ 로 되고, 보다 고성능인 반사 방지 효과가 얻어진다. 이 때, 밀면의 충전율은 73% 이상이며, 상한을 100%로 해서 충전율이 높을 수록 성능이 좋아진다. 구조체끼리가 서로 겹치는 경우는, 구조체 높이는 제일 낮은 위치로부터의 높이를 생각하기로 한다. 또, 사방 격자에서도, 충전율과 반사율의 경향은 마찬가지인 것을 확인했다.

- [0412] 이하의 샘플에서, 기체, 기재 및 기저층의 두께는 이하와 같이 해서 측정했다.
- [0413] 광학 소자를 절단하고, 그 단면을 주사형 전자 현미경(SEM: scanning electron microscope)으로 촬영하고, 촬영한 SEM 사진으로부터, 기체, 기재 또는 기저층의 두께를 측정했다.
- [0414] 또, 이하의 샘플에서, 기체, 기재 및 기저층의 탄성률은 이하와 같이 해서 측정했다.
- [0415] JIS K7311에 규정된 덤벨모양 시험편(試験片; test piece)(유효 시료 폭 5mm)을 제작하고, 주식회사 시마즈 제작소{株式會社島津製作所; SHIMADZU CORPORATION}제 정밀 만능 시험기 오토그래프 AG-5kNX로 측정했다. 상기 시료를 얻을 수 없는 소형 시료인 경우는, 미소 경도계, 예를 들면 Fischer 인스트루먼트 PICODENTOR HM500을 이용해서 측정하는 것도 가능하다. 또, 더욱더 소형인 경우는 AFM에 의한 측정도 가능하다(공립 출판 주식회사{共立出版株式會社; KYORITSU SHUPPAN CO.,LTD.} 발행, 고분자 나노 재료 P.81-P.111 참조).
- [0416] (샘플 7-1)
- [0417] 우선, 외경 126mm의 유리 롤 원반을 준비하고, 이 유리 원반의 표면에 이하와 같이 해서 레지스트를 착막했다. 즉, 시너로 포토레지스트를 1/10로 희석하고, 이 희석 레지스트를 디핑에 의해 유리 롤 원반의 원기둥면 상에 두께 130nm 정도로 도포하는 것에 의해, 레지스트를 착막했다. 다음에, 기록 매체로서의 유리 원반을, 도 11에 도시한 롤 원반 노광 장치에 반송하고, 레지스트를 노광하는 것에 의해, 1개의 나선모양으로 연속됨과 동시에, 인접하는 3열의 트랙 사이에서 준육방 격자 패턴을 이루는 잠상이 레지스트에 패터닝되었다.
- [0418] 구체적으로는, 육방 격자 패턴이 형성되어야 할 영역에 대해서, 상기 유리 롤 원반 표면까지 노광하는 파워 0.50mW/m의 레이저 광을 조사하여 오목 형상의 준육방 격자 패턴을 형성했다. 또한, 트랙열의 열방향의 레지스트 두께는 120nm 정도, 트랙의 연재 방향의 레지스트 두께는 100nm 정도였다.
- [0419] 다음에, 유리 롤 원반 상의 레지스트에 현상 처리를 시행해서, 노광한 부분의 레지스트를 용해시켜 현상을 행했다. 구체적으로는, 도시하지 않은 현상기의 턴테이블 상에 미현상의 유리 롤 원반을 재치하고, 턴테이블마다 회전시키면서 유리 롤 원반의 표면에 현상액을 적하하여 그의 표면의 레지스트를 현상했다. 이것에 의해, 레지스트 층이 준육방 격자 패턴으로 개구되어 있는 레지스트 유리 원반이 얻어졌다.
- [0420] 다음에, 드라이 에칭에 의해서, 에칭 처리와 애싱 처리를 번갈아 행하는 것에 의해, 타원뿔 형상의 오목부가 얻어졌다. 이 때의 패턴에서의 에칭량(깊이)은 에칭 시간에 의해서 변화시켰다. 최후에, O₂ 애싱에 의해 완전히 포토레지스트를 제거하는 것에 의해, 오목 형상의 준육방 격자 패턴의 모스아이 유리 롤 마스터가 얻어졌다. 열방향에서의 오목부의 깊이는, 트랙의 연재 방향에서의 오목부의 깊이보다 깊었다.
- [0421] 다음에, 두께 400 μ m의 우레탄 필름(시덤사{Sheedom Co.,Ltd.}제)을 기재로서 준비했다. 이 우레탄 필름을 형성하는 수지의 탄성률은, 10MPa였다. 다음에, 우레탄 필름 상에 하기의 조성을 가지는 자외선 경화 수지 조성물을 수 μ m의 두께로 도포한 후, 이 도포면에 대해서 모스아이 유리 롤 마스터를 밀착시키고, 자외선을 조사해서 경화시키면서 박리하는 것에 의해, 광학 소자를 제작했다. 이 때, 도포면에 대한 모스아이 유리를 마스터의 압력을 조정하는 것에 의해, 구조체와 우레탄 필름 사이에 20nm의 기저층을 형성했다. 이 경화 후의 기저층을 형성하는 수지의 탄성률은, 20MPa였다.
- [0422] <자외선 경화 수지 조성물>
- [0423] 폴리에스테르 아크릴레이트 올리고머 80질량부
- [0424] (사토머사제, 상품명 CN2271E)
- [0425] 저점도 모노아크릴레이트 올리고머 20질량부
- [0426] (사토머사제, 상품명 CN152)
- [0427] 광중합 개시제 4질량%
- [0428] (치바·스페셜티·케미컬즈사제, 상품명 DAROCUR1173)
- [0429] 다음에, 광학 소자의 모스아이 패턴이 형성된 면에, 불소계 처리제(다이킨 화성품 판매 주식회사제 상품명 읍틀 DSX)를 딥 코팅하는 것에 의해, 불소 처리를 행했다. 이상에 의해, 하기의 구성을 가지는 샘플 7-1의 광학 소자가 제작되었다.
- [0430] <모스아이 구성>

- [0431] 구조체의 배열: 준육방 격자
- [0432] 높이: 250
- [0433] 피치: 250
- [0434] 에스펙트비: 1
- [0435] (샘플 7-2)
- [0436] 우레탄 필름의 도포면에 대한 모스아이 유리 롤 마스터의 압력을 조정하는 것에 의해, 구조체와 우레탄 필름 사이에 두께 60 μ m의 기저층을 형성한 것 이외는, 샘플 7-1과 마찬가지로 해서, 샘플 7-2의 광학 소자를 제작했다.
- [0437] (샘플 7-3)
- [0438] 우레탄 필름의 도포면에 대한 모스아이 유리 롤 마스터의 압력을 조정하는 것에 의해, 구조체와 우레탄 필름 사이에 두께 120 μ m의 기저층을 형성한 것 이외는, 샘플 7-1과 마찬가지로 해서, 샘플 7-3의 광학 소자를 제작했다.
- [0439] (샘플 7-4)
- [0440] 우레탄 필름의 도포면에 대한 모스아이 유리 롤 마스터의 압력을 조정하는 것에 의해, 구조체와 우레탄 필름 사이에 두께 150 μ m의 기저층을 형성한 것 이외는, 샘플 7-1과 마찬가지로 해서, 샘플 7-4의 광학 소자를 제작했다.
- [0441] (샘플 8-1)
- [0442] 우레탄 필름의 두께를 20 μ m로 한 것 이외는, 샘플 8-1과 마찬가지로 해서, 샘플 7-4의 광학 소자를 제작했다.
- [0443] (샘플 8-2)
- [0444] 우레탄 필름의 두께를 40 μ m로 한 것 이외는, 샘플 8-1과 마찬가지로 해서, 샘플 7-4의 광학 소자를 제작했다.
- [0445] (샘플 8-3)
- [0446] 우레탄 필름의 두께를 80 μ m로 한 것 이외는, 샘플 8-1과 마찬가지로 해서, 샘플 7-4의 광학 소자를 제작했다.
- [0447] (샘플 8-4)
- [0448] 우레탄 필름의 두께를 120 μ m로 한 것 이외는, 샘플 8-1과 마찬가지로 해서, 샘플 7-4의 광학 소자를 제작했다.
- [0449] (샘플 8-5)
- [0450] 우레탄 필름의 두께를 200 μ m로 한 것 이외는, 샘플 8-1과 마찬가지로 해서, 샘플 7-4의 광학 소자를 제작했다.
- [0451] (샘플 8-6)
- [0452] 우레탄 필름의 두께를 400 μ m로 한 것 이외는, 샘플 8-1과 마찬가지로 해서, 샘플 7-4의 광학 소자를 제작했다.
- [0453] (금기 시험)
- [0454] 우선, 제작한 샘플 7-1~7-4, 8-1~8-6에 대해서, JISK5600-5-4의 시험 방법에 준거해서 금기 시험을 행했다. 구체적으로는, 수동식{手押式; HAND PUSH} 금기 경도 시험기(주식회사 야스다 정기 제작소{株式會社安田精機製作所; YASUDA SEIKI SEISAKUSHO, LTD.}제, 상품명: NO. 553-S)를 이용해서, 2H의 연필로 샘플 표면을 긁었다. 다음에, 연필을 그은 자국{痕}을 부드러운 천으로 닦아내고, 연필 가루를 제거한 후, 목시{目視}로 샘플 표면을 관찰했다. 다음에, 미세 형상 측정 장치(KLA-Tencor사제, 상품명 Alpha-Step500)로 소성 변형 깊이를 측정했다. 그들의 결과를 표 4, 표 5 및 도 33의 (a), 도 33의 (b)에 도시한다. 또한, 표 4, 표 5중의 「소성 변형」 및 「응집 파괴」에서의 「○」표, 「△」표 및 「×」표는 이하의 평가 결과를 나타낸다.
- [0455] (소성 변형)
- [0456] ◎: 소성 변형의 깊이가 0nm 이상 350nm 미만이며, 반사 성능에 변화가 없고, 목시로 우묵한 곳{窪; dent}이 전혀 관찰되지 않는다.
- [0457] ○: 소성 변형의 깊이가 350nm 이상 1000nm 미만이며, 반사 성능에 변화가 없고, 목시로 우묵한 곳이 거의 관찰

되지 않는다.

×: 소성 변형의 깊이가 1000nm 이상이며, 반사 성능이 저하하고, 목시로 우묵한 곳이 명확히 관찰된다.

(응집 파괴)

◎: 반사 성능에 변화가 없고, 목시로 상처{傷} 및 박리가 전혀 관찰되지 않는다.

○: 반사 성능에 변화가 없고, 목시로 상처 및 박리가 거의 관찰되지 않는다.

×: 반사 성능이 저하하고, 목시로 상처 및 박리가 명확히 관찰된다.

표 4는, 샘플 7-1~7-4의 굽기 시험의 결과를 나타낸다.

[표 4]

		샘플 7-1	샘플 7-2	샘플 7-3	샘플 7-4
소자 구성	기재의 두께 (μm)	400	400	400	400
	기저층의 두께 (μm)	20	60	120	150
평가	우묵한 곳 깊이(nm)	145	75	65	68
	소성 변형	◎	◎	◎	◎
	응집 파괴	◎	◎	◎	◎

표 5는, 샘플 8-1~8-6의 굽기 시험의 결과를 나타낸다. 또한, 샘플 8-1의 소성 변형의 우묵한 곳의 깊이는 측정 범위 외이었기 때문에, 측정값의 기재{記載}가 생략되어 있다.

[표 5]

		샘플 8-1	샘플 8-2	샘플 8-3	샘플 8-4	샘플 8-5	샘플 8-6
소자 구성	기재의 두께 (μm)	20	40	80	120	200	400
	기저층의 두께 (μm)	20	20	20	20	20	20
평가	우묵한 곳 깊이(nm)	-	980	721	512	403	145
	소성 변형	x	○	○	○	○	◎
	응집 파괴	x	○	◎	◎	◎	◎

표 4, 표 5 및 도 34의 (a), 도 34의 (b)로부터 이하의 것을 알 수 있다.

기재와 기저층과의 총두께를 60μm 이상으로 하면, 소성 변형 및 응집 파괴의 시각적 확인을 억제할 수가 있다.

(샘플 9-1)

기재로서 두께 400μm의 우레탄 필름 대신에 두께 150μm의 PMMA(폴리메틸메타아크릴레이트) 필름을 이용한 것 이외는, 샘플 7-1과 마찬가지로 해서, 샘플 9-1의 광학 소자를 제작했다. 또한, PMMA 필름의 재료의 탄성률은, 3300MPa였다.

(샘플 9-2)

우레탄 필름의 도포면에 대한 모스아이 유리 롤 마스터의 압력을 조정하는 것에 의해, 구조체와 PMMA 필름 사이에 두께 60μm의 기저층을 형성한 것 이외는, 샘플 9-1과 마찬가지로 해서, 샘플 9-2의 광학 소자를 제작했다.

(샘플 9-3)

우레탄 필름의 도포면에 대한 모스아이 유리 롤 마스터의 압력을 조정하는 것에 의해, 구조체와 PMMA 필름 사이에 두께 120μm의 기저층을 형성한 것 이외는, 샘플 9-1과 마찬가지로 해서, 샘플 9-3의 광학 소자를 제작했다.

(굽기 시험)

[0478] 제작한 샘플 9-1~9-3에 대해서, 상술한 샘플 7-1~7-4와 마찬가지로 굽기 시험을 행하고, 샘플 표면의 관찰, 및 소성 변형 깊이의 측정을 행했다. 그 결과를 표 6 및 도 34의 (a)에 도시한다.

[0479] 표 6은, 샘플 9-1~9-3의 굽기 시험의 결과를 나타낸다.

[0480] [표 6]

		샘플 9-1	샘플 9-2	샘플 9-3
소자 구성	기재의 두께 (μm)	150	150	150
	기저층의 두께 (μm)	20	60	120
평가	우묵한 곳 깊이 (nm)	7205	324	19
	소성 변형	×	○	◎
	응집 파괴	×	○	◎

[0481]

[0482] 표 6 및 도 34의 (a)로부터 이하의 것을 알 수 있다.

[0483] 기재로서 탄성률이 1MPa 이상 3000MPa 이하의 범위로부터 벗어나는 것을 이용한 경우에는, 기저층의 두께를 60 μm 이상으로 함으로써, 소성 변형 및 응집 파괴의 발생을 억제할 수가 있다.

[0484] (샘플 10-1)

[0485] 우선, 성형면으로 되는 영역이 한결같이 우묵한{우묵 팬}, 외경 126mm의 유리 롤 원반을 준비했다. 다음에, 이 유리 롤 원반을 이용한 것 이외는 샘플 7-1과 마찬가지로 해서, 준육방 격자 패턴의 모스아이 유리 롤 마스터를 얻었다. 다음에, 시클로올레핀계 필름 상에 하기의 조성을 가지는 자외선 경화 수지 조성물을 도포한 후, 이 도포면에 대해서 모스아이유리 롤 마스터를 밀착시키고, 자외선을 조사해서 경화시키면서 박리하는 것에 의해, 광학 소자를 제작했다. 이 때, 도포면에 대한 모스아이 유리 롤 마스터의 압력을 조정하는 것에 의해, 구조체와 시클로올레핀계 필름 사이에, 기체로 되는 20μm의 수지층을 형성했다.

[0486] <자외선 경화 수지 조성물>

[0487] 폴리에스테르 아크릴레이트 올리고머 80질량부

[0488] (사토머사제, 상품명 CN2271E)

[0489] 저점도 모노아크릴레이트 올리고머 20질량부

[0490] (사토머사제, 상품명 CN152)

[0491] 광중합 개시제 4질량%

[0492] (치바·스페셜티·케미컬즈사제, 상품명 DAROCUR1173)

[0493] 다음에, 시클로올레핀계 필름을 수지층으로부터 박리하는 것에 의해, 광학 소자가 얻어졌다. 다음에, 광학 소자의 모스아이 패턴이 형성된 면에, 불소계 처리제(다이킨 화성품 판매 주식회사제 상품명 읍툴 DSX)를 딥 코팅하는 것에 의해, 불소 처리를 행했다. 이상에 의해, 두께 20μm의 기체 상에 다수의 구조체가 형성된, 샘플 10-1의 광학 소자가 제작되었다.

[0494] (샘플 10-2)

[0495] 기체와 구조체를 일체 성형하고, 기체의 두께를 60μm로 하는 것 이외는 샘플 7-1과 마찬가지로 해서, 샘플 10-1의 광학 소자를 제작했다.

[0496] (샘플 10-3)

[0497] 기체와 구조체를 일체 성형하고, 기체의 두께를 120μm로 하는 것 이외는 샘플 7-1과 마찬가지로 해서, 샘플 10-1의 광학 소자를 제작했다.

[0498] (샘플 10-4)

- [0499] 기체와 구조체를 일체 성형하고, 기체의 두께를 $250\mu\text{m}$ 로 하는 것 이외는 샘플 7-1과 마찬가지로 해서, 샘플 10-1의 광학 소자를 제작했다.
- [0500] (샘플 10-5)
- [0501] 기체와 구조체를 일체 성형하고, 기체의 두께를 $500\mu\text{m}$ 로 하는 것 이외는 샘플 7-1과 마찬가지로 해서, 샘플 10-1의 광학 소자를 제작했다.
- [0502] (샘플 10-6)
- [0503] 기체와 구조체를 일체 성형하고, 기체의 두께를 $750\mu\text{m}$ 로 하는 것 이외는 샘플 7-1과 마찬가지로 해서, 샘플 10-1의 광학 소자를 제작했다.
- [0504] (샘플 10-7)
- [0505] 기체와 구조체를 일체 성형하고, 기체의 두께를 $1000\mu\text{m}$ 로 하는 것 이외는 샘플 7-1과 마찬가지로 해서, 샘플 10-1의 광학 소자를 제작했다.
- [0506] (굽기 시험)
- [0507] 제작한 샘플 10-1~10-7에 대해서, 상술한 샘플 7-1~7-4와 마찬가지로 굽기 시험을 행하고, 샘플 표면의 관찰, 및 소성 변형 깊이의 측정을 행했다. 그 결과를 표 7 및 도 34의 (b)에 도시한다.
- [0508] 표 7은, 샘플 10-1~10-7의 굽기 시험의 결과를 나타낸다. 또한, 샘플 10-1의 소성 변형의 우묵한 곳의 깊이는 측정 범위 외이었기 때문에, 측정값의 기재가 생략되어 있다.
- [0509] [표 7]

		샘플 10-1	샘플 10-2	샘플 10-3	샘플 10-4	샘플 10-5	샘플 10-6	샘플 10-7
소자 구성	기체의 두께 (μm)	20	60	120	250	500	750	1000
평가	우묵한 곳 깊이(nm)	-	523	255	128	0	0	0
	소성 변형	x	0	0	0	0	0	0
	응집 파괴	x	0	0	0	0	0	0

- [0510]
- [0511] 표 7 및 도 34의 (b)로부터 이하의 것을 알 수 있다.
- [0512] 구조체와 기체를 일체 성형한 경우에는, 기체의 두께를 $60\mu\text{m}$ 이상으로 함으로써, 소성 변형 및 응집 파괴의 발생을 억제할 수가 있다.
- [0513] (시험예 3-1~3-10)
- [0514] 시물레이션에 의해, 광학 필름 표면을 연필에 의해 압압{押壓; press}했을 때의 소성 변형 영역의 깊이를, 이하와 같이 해서 구했다.
- [0515] 우선, 도 35에 도시하는 2층 구조의 광학 필름을 설정했다. 이 광학 필름의 물성값의 설정 조건을 이하에 나타낸다. 또한, 프로그램으로서, ANSYS Structural(ANSYS, INC.제)을 이용했다.
- [0516] 기재
- [0517] 두께 D: $40\mu\text{m}$
- [0518] 탄성률: $0\sim 10000\text{MPa}$
- [0519] 표면층
- [0520] 두께 d: $20\mu\text{m}$
- [0521] 탄성률: 20MPa
- [0522] 다음에, 도 35에 도시하는 빗금{斜線}의 영역에 대해서 연필을 압압했을 때의 소성 변형 영역의 깊이를 구했다.

이하에 압압 조건을 나타낸다.

[0523] 압압의 가중: 0.75kg

[0524] 압압의 면적(빗금 영역의 면적): 2mm×0.5mm

[0525] 도 36의 (a)는, 시험예 3-1~3-10의 시물레이션 결과를 도시하는 그래프이다. 표 8은, 시험예 3-1~3-10의 시물레이션 결과를 도시하는 그래프이다. 또한, 표 8 중의 「소성 변형」 및 「응집 파괴」에서의 「○」표, 「△」표 및 「×」표는 이하의 평가 결과를 나타낸다.

[0526] (소성 변형)

[0527] ⊙: 소성 변형의 깊이가 0nm 이상 350nm 미만이다. 또한, 소성 변형의 깊이를 이 범위로 함으로써, 반사 성능에 변화가 없고, 목시로 우묵한 곳이 전혀 관찰되지 않게 된다.

[0528] ○: 소성 변형의 깊이가 350nm 이상 1000nm 미만이다. 또한, 소성 변형의 깊이를 이 범위로 함으로써, 반사 성능에 변화가 없고, 목시로 우묵한 곳이 거의 관찰되지 않게 된다.

[0529] ×: 소성 변형의 깊이가 1000nm 이상이다. 또한, 소성 변형의 깊이가 이 범위로 되면, 반사 성능이 저하하며, 또한 목시로 우묵한 곳이 관찰되도록 되어 버린다.

[0530] [표 8]

	시험예 3-1	시험예 3-2	시험예 3-3	시험예 3-4	시험예 3-5	시험예 3-6	시험예 3-7	시험예 3-8	시험예 3-9	시험예 3-10
영률 (MPa)	0	10	20	100	500	1000	1500	2000	3000	10000
소성변형 깊이 (nm)	0	0.23732	0.48464	13.0768	82.9515	170.595	258.261	359.36	523.197	1987.9
평가	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	○	○	×

[0531]

[0532] 또한, 모스아이 구조체의 높이는 기저층의 두께에 비해 충분히 작으므로, 상기 시물레이션에서는 광학 필름의 표면을 평탄면으로써 근사시키고 있다. 이와 같이 평탄면에 의해 근사시킨 시물레이션의 결과는, 모스아이 구조체가 형성된 광학 필름의 소성 변형의 실측 결과와 거의 일치한다.

[0533] 표 8 및 도 36의 (a)로부터 이하의 것을 알 수 있다.

[0534] 기재의 탄성률을 3000MPa 이하로 함으로써, 소성 변형의 깊이를 350nm 이상 1000nm 미만의 범위 내로 할 수가 있다. 즉, 반사 성능의 저하를 억제하고, 또한 목시에 의한 우묵한 곳의 관찰을 방지할 수가 있다.

[0535] 또, 기재의 탄성률을 1500MPa 이하로 함으로써, 소성 변형의 깊이를 0nm 이상 350nm 미만의 범위 내로 할 수가 있다. 즉, 반사 성능의 저하를 억제하고, 목시에 의한 우묵한 곳의 관찰을 더욱더 방지할 수가 있다.

[0536] (시험예 4-1~4-4)

[0537] 시물레이션에 의해, 광학 필름 표면을 연필에 의해 압압했을 때의 소성 변형 영역의 깊이를, 이하와 같이 해서 구했다.

[0538] 우선, 도 35에 도시하는 2층 구조의 광학 필름을 설정했다. 이 광학 필름의 물성값의 설정 조건을 이하에 나타낸다. 또한, 프로그램로서는, ANSYS Structural(ANSYS, INC.제)을 이용했다.

[0539] 기재

[0540] 두께 D: 400 μ m

[0541] 탄성률: 20MPa

[0542] 표면층

[0543] 두께 d: 20 μ m, 60 μ m, 120 μ m, 200 μ m

[0544] 탄성률: 20MPa

- [0545] 다음에, 도 35에 도시하는 빗금의 영역에 대해서 연필을 압압했을 때의 소성 변형 영역의 깊이를 구했다. 이하에 압압의 조건을 나타낸다.
- [0546] 압압의 가중: 0.75kg
- [0547] 압압의 면적(빗금 영역의 면적): $2\text{mm} \times 0.5\text{mm}$
- [0548] (시험예 5-1~5-4)
- [0549] 광학 필름의 물성값의 설정 조건을 이하와 같이 한 것 이외는 시험예 4-1~4-4와 마찬가지로 해서, 시뮬레이션을 행했다.
- [0550] 기재
- [0551] 두께 D: $400\mu\text{m}$
- [0552] 탄성률: 40MPa
- [0553] 표면층
- [0554] 두께 d: $20\mu\text{m}$, $60\mu\text{m}$, $120\mu\text{m}$, $200\mu\text{m}$
- [0555] 탄성률: 20MPa
- [0556] (시험예 6-1~6-4)
- [0557] 광학 필름의 물성값의 설정 조건을 이하와 같이 한 것 이외는 시험예 4-1~4-4와 마찬가지로 해서, 시뮬레이션을 행했다.
- [0558] 기재
- [0559] 두께 D: $135\mu\text{m}$
- [0560] 탄성률: 3000MPa
- [0561] 표면층
- [0562] 두께 d: $20\mu\text{m}$, $60\mu\text{m}$, $120\mu\text{m}$, $200\mu\text{m}$
- [0563] 탄성률: 20MPa
- [0564] 도 36의 (b)는, 시험예 4-1~4-4, 시험예 5-1~5-4, 시험예 6-1~6-4의 시뮬레이션 결과를 도시하는 그래프이다. 또한, 모스아이 구조체의 높이는 기저층의 두께에 비해 충분히 작으므로, 상기 시뮬레이션에서는 광학 필름의 표면을 평탄면으로써 근사시키고 있다. 이와 같이 평탄면에 의해 근사시킨 시뮬레이션의 결과는, 모스아이 구조체가 형성된 광학 필름의 소성 변형의 실측 결과와 거의 일치한다.
- [0565] 도 36의 (b)로부터 이하의 것을 알 수 있다.
- [0566] 기재의 탄성률에 의하지 않고, 표면층의 두께를 $60\mu\text{m}$ 이상으로 하는 것에 의해, 소성 변형의 발생을 억제할 수가 있다. 따라서, 광학 소자(모스아이 필름)의 기저층의 두께를 $60\mu\text{m}$ 이상으로 하는 것에 의해, 소성 변형의 발생을 억제할 수가 있다.
- [0567] (시험예 7)
- [0568] 시뮬레이션에 의해, 광학 필름 표면을 연필에 의해 압압했을 때의 신장률을, 이하와 같이 해서 구했다.
- [0569] 우선, 도 35에 도시하는 2층 구조의 광학 필름을 설정했다. 이 광학 필름의 물성값의 설정 조건을 이하에 나타낸다. 또한, 프로그램으로서, ANSYS Structural(ANSYS, INC.제)을 이용했다.
- [0570] 기재
- [0571] 두께 D: $400\mu\text{m}$
- [0572] 탄성률: 1MPa
- [0573] 표면층

- [0574] 두께 d: 20 μ m
- [0575] 탄성률: 1MPa
- [0576] 다음에, 도 35에 도시하는 빗금의 영역에 대해서 연필을 압압했을 때의 광학 필름의 신장률을 구했다. 이하에 압압의 조건을 나타낸다.
- [0577] 압압의 가중: 0.75kg
- [0578] 압압의 면적(빗금 영역의 면적): 2mm \times 0.5mm
- [0579] 상기 시뮬레이션의 결과로부터, 연필로 가압된 것에 의한 변형이 원인인 기재 및 표면층의 신장률이 20% 미만의 범위라는 것을 알 수 있었다. 따라서, 기재의 파단을 방지하기 위해서, 기재 및 표면층을 형성하는 재료의 신장률을 20% 이상으로 설정하는 것이 바람직하다.
- [0580] (시험예 8)
- [0581] 시뮬레이션에 의해, 구조체끼리가 밀착하기 위한 신장률을 이하와 같이 해서 구했다.
- [0582] 우선, 도 37에 도시하는 광학 소자를 설정했다. 이 광학 소자의 설정 조건을 이하에 나타낸다. 또한, 프로그램으로서는, ANSYS Structural(ANSYS, INC.제)을 이용했다.
- [0583] 기체
- [0584] 두께: 750nm
- [0585] 탄성률: 100MPa
- [0586] 나노 구조체
- [0587] 형상: 포물면모양
- [0588] 높이: 250nm
- [0589] 피치: 200nm
- [0590] 애스펙트: 1.25
- [0591] 구조체의 개수: 3개
- [0592] 다음에, 도 37에 도시하는 3개의 구조체 중, 중앙에 위치하는 구조체에 대해서 가중을 가하고, 이 구조체의 꼭대기부를, 인접하는 구조체의 측면에 접촉시켰을 때의 신장률을 구했다. 가중은, 중앙의 구조체의 한쪽 측면 중, 높이 200nm \sim 250nm 범위의 영역에 대해서, 7.5MPa의 압력이 가해지도록 조정했다. 이 때, 밑면은 고정했다.
- [0593] 도 38의 (a)는, 시험예 8의 시뮬레이션의 결과를 도시하는 도면이다.
- [0594] 시뮬레이션의 결과로부터, 중앙의 구조체의 꼭대기부를, 인접하는 구조체의 측면에 접촉시켰을 때의 신장률의 최대값은 50%라는 것을 알 수 있었다.
- [0595] 따라서, 인접하는 구조체끼리를 접촉 또는 밀착시키기 위해서는, 구조체의 재료의 신장률을 50% 이상으로 하는 것이 바람직하다.
- [0596] (시험예 9)
- [0597] 시뮬레이션에 의해, 피치 P에 대한 구조체 정점{頂点}의 변위량 ΔX 의 변화율 ($((\Delta X/P) \times 100)[\%]$)을 이하와 같이 해서 구했다.
- [0598] 우선, 도 37에 도시하는 광학 소자를 설정했다. 이 광학 소자의 설정 조건을 이하에 나타낸다. 또한, 프로그램으로서는, ANSYS Structural(ANSYS, INC.제)을 이용했다.
- [0599] 기체
- [0600] 두께 D: 750nm
- [0601] 탄성률: 100MPa

- [0602] 나노 구조체
- [0603] 높이: 250nm
- [0604] 피치: 125nm~312.5nm
- [0605] 애스펙트: 0.8~2.0
- [0606] 구조체의 개수: 3개
- [0607] 다음에, 도 37에 도시하는 3개의 구조체 중, 중앙에 위치하는 구조체에 대해서 가중을 가했다. 구체적으로는, 중앙의 구조체의 한쪽 측면 중, 높이 200nm~250nm 범위의 영역에 대해서, 7.5MPa의 압력을 가해서, 피치 P에 대한 구조체 정점의 변위량 ΔX 의 변화율 ($((\Delta X/P) \times 100)[\%]$)을 구했다. 이 때, 밀면은 고정했다. 여기서, 구조체의 변위량 ΔX 는, 구조체 정점의 X축 방향(도 37 참조)으로의 변화량의 것을 말한다.
- [0608] 도 38의 (b)는, 시험예 9의 시뮬레이션의 결과를 도시하는 그래프이다. 도 38의 (b)에서, 가로축{橫軸}은, 닙아냄성(A.R.(애스펙트 레시오) 의존성)이며, 세로축{縱軸}은, 피치 P에 대한 구조체 정점의 변위량 ΔX 의 변화율이다.
- [0609] 도 38의 (b)로부터, 피치 P에 대한 구조체 정점의 변위량 ΔX 의 변화율의 증가에 수반해서, 닙아냄성이 향상하는 것을 알 수 있다. 예를 들면, A.R.=1.2에서는, A.R.=0.8에 대해서 닙아냄성이 1.6배 향상한다.
- [0610] 상기 닙아냄성 향상의 원인은 이하의 점에 있는 것으로 생각된다.
- [0611] (1) 고애스펙트화에 의해, 구조체의 높이에 대한 구조체의 피치폭이 상대적으로 좁아지고, 얼마 안 되는 나노 구조체의 변형이라도 효과적으로 기름의 밀어내기{押出; push out}가 가능해지기 때문에, 닙아냄성이 향상한 것으로 생각된다.
- [0612] (2) 고애스펙트화에 의해, 보다 작은 힘으로 나노 구조체를 변형하는 것이 가능해졌기 때문에, 닙아냄성이 향상한 것으로 생각된다.
- [0613] (시험예 10-1~10-8)
- [0614] RCWA법에 의한 광학 시뮬레이션에 의해, 광학 소자의 시감 반사율을 구했다.
- [0615] 이하에, 시뮬레이션의 조건을 나타낸다.
- [0616] 구조체의 형상: 포물면모양
- [0617] 구조체의 배치 패턴: 준육방 격자
- [0618] 구조체의 높이: 125~1250nm
- [0619] 구조체의 배치 피치: 250nm
- [0620] 구조체의 애스펙트비: 0.5~5
- [0621] 도 39는, 시험예 10-1~10-8의 시뮬레이션 결과를 도시하는 그래프이다. 표 9는, 시험예 10-1~10-8의 시뮬레이션 결과를 나타내는 표이다. 또한, 도 39 및 표 9에는, 시험예 9의 시뮬레이션의 결과(닙아냄성)도 나타낸다.
- [0622] [표 9]

	시험예 10-1	시험예 10-2	시험예 10-3	시험예 10-4	시험예 10-5	시험예 10-6	시험예 10-7	시험예 10-8
애스펙트비	0.50	0.80	1.00	1.20	2.00	3.00	4.00	5.00
시감 반사율 (%)	0.63	0.04	0.18	0.19	0.08	0.05	0.04	0.03
닙아냄성	-	2.04	4.28	8.06	49.68	-	-	-

- [0623]
- [0624] 도 39 및 표 9로부터, 광학 특성 및 닙아냄성을 향상하기 위해서는, 0.6 미만이면 반사 특성 및 투과 특성이 저하하는 경향이 있고, 애스펙트비를 0.6 이상으로 하는 것이 바람직하다는 것을 알 수 있다. 단, 본 발명자들이

실험에 의해 얻은 지견(知見)에 의하면, 원반에 불소 코팅을 행하고, 전사 수지에도 실리콘계 첨가제나, 불소계 첨가제를 첨가하고, 이형성을 향상시킨 상태에서, 전사시의 이형성을 고려하면, 에스펙트비를 5 이하로 설정하는 것이 바람직하다. 또, 에스펙트비가 4를 넘은 경우에는, 시감 반사율에 큰 변화가 없기 때문에, 에스펙트비를 0.6 이상 4 이하의 범위 내로 하는 것이 바람직하다.

- [0625] 이상, 본 발명의 실시예를 반사 방지 기판으로 설명했지만, 상술한 실시예는 본 발명의 기술적 사상에 의거하여 여러가지로 변형가능하다.
- [0626] 이상, 본 발명의 실시형태 및 실시예에 대해서 구체적으로 설명했지만, 본 발명은, 상술한 실시형태 및 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상에 의거하는 각종 변형이 가능하다.
- [0627] 예를 들면, 상술한 실시형태 및 실시예에서 든 구성, 방법, 형상, 재료 및 수치 등은 어디까지나 예에 불과하고, 필요에 따라서 이것과 다른 구성, 방법, 형상, 재료 및 수치 등을 이용해도 좋다.
- [0628] 또, 상술한 실시형태의 각 구성은, 본 발명의 주지를 일탈하지{벗어나지} 않는 한, 서로 조합하는 것이 가능하다.
- [0629] 또, 상술한 실시형태에서는, 본 발명을 액정 표시 장치에 적용하는 경우를 예로서 설명했지만, 본 발명은 액정 표시 장치 이외의 각종 표시 장치에 대해서도 적용가능하다. 예를 들면, CRT(Cathode Ray Tube) 디스플레이, 플라즈마 디스플레이(Plasma Display Panel: PDP), 일렉트로루미네센스(Electro Luminescence: EL) 디스플레이, 표면 진도형 전자 방출 소자 디스플레이(Surface-conduction Electron-emitter Display: SED) 등의 각종 표시 장치에 대해서도 본 발명은 적용가능하다. 또, 본 발명은 터치 패널에도 적용할 수가 있다. 구체적으로는, 예를 들면 터치 패널 등에 구비되는 기체로서, 상술한 실시형태에 관계된 광학 소자를 이용할 수가 있다.
- [0630] 또, 상술한 실시형태에서, 구조체의 피치를 적당히 변경함으로써 정면으로부터 비스듬한{斜; slanting} 방향으로 회절광을 발생시키는 것에 의해, 엿보기{peeping} 방지 기능을 광학 소자에 부여하도록 해도 좋다.
- [0631] 또, 상술한 실시형태에서, 구조체가 형성된 기체 표면 상에, 저굴절률층을 더 형성하도록 해도 좋다. 저굴절률층은, 기체 및 구조체를 구성하는 재료보다 낮은 굴절률을 가지는 재료를 주성분으로 하고 있는 것이 바람직하다. 이와 같은 저굴절률층의 재료로서는, 예를 들면 불소계 수지 등의 유기계 재료, 또는 LiF, MgF₂ 등의 무기계의 저굴절률 재료를 들 수 있다.
- [0632] 또, 상술한 실시형태에서는, 감광성 수지에 의해 광학 소자를 제조하는 경우를 예로서 설명했지만, 광학 소자의 제조 방법은 이 예에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 열 전사나 사출 성형에 의해 광학 소자를 제조하도록 해도 좋다.
- [0633] 또, 상술한 실시형태에서는, 원기둥모양 또는 원통모양의 원반의 외주면에 오목모양 또는 볼록모양의 구조체를 형성하는 경우를 예로서 설명했지만, 원반이 원통모양인 경우에는, 원반의 내주면에 오목모양 또는 볼록모양의 구조체를 형성하도록 해도 좋다.
- [0634] 또, 상술한 실시형태에서, 구조체를 형성하는 재료의 탄성률을 1MPa 이상 200MPa 이하로 하고, 구조체의 에스펙트비를 0.2 이상 0.6 미만으로 해도 좋다. 이 경우에도, 광학 소자 표면에 부착한 지문 등의 더러움을 닦아낼 수가 있다.
- [0635] 또, 상술한 실시형태에서는, 광학 소자에 대해서 본 발명을 적용하는 경우를 예로서 설명했지만, 본 발명은 이 예에 한정되는 것은 아니며, 광학 소자 이외의 미세 구조체에 대해서도 본 발명은 적용가능하다. 광학 소자 이외의 미세 구조체로서는, 세포 배양 비계{足場; scaffold}, 연꽃 잎의 효과{蓮葉效果; lotus effect}를 이용한 발수성이 있는 유리 등에 적용가능하다.
- [0636] 또, 상술한 실시형태에 있어서, 기체, 기저층 및 구조체의 탄성률이 그들의 내부에서 변화하도록 해도 좋다. 예를 들면 기체의 두께 방향, 기저층의 두께 방향, 또는 구조체의 높이 방향에 그들의 탄성률이 분포를 가지도록 해도 좋다. 이 경우, 탄성률의 변화는 연속적 또는 불연속적으로 하는 것이 가능하다.

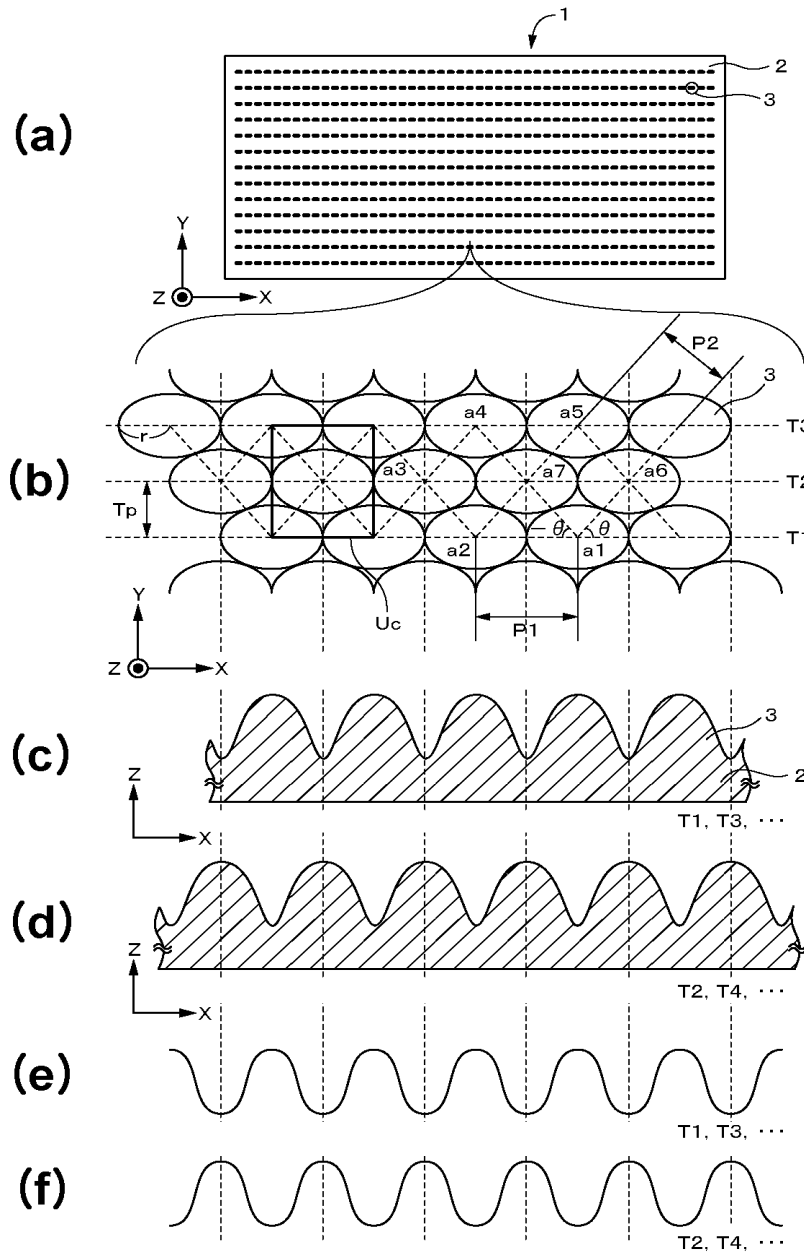
부호의 설명

- [0637] 1: 광학 소자, 2: 기체, 3: 구조체, 4: 볼록부, 11: 롤 마스터, 12: 기체, 13: 구조체, 14: 레지스트 층,

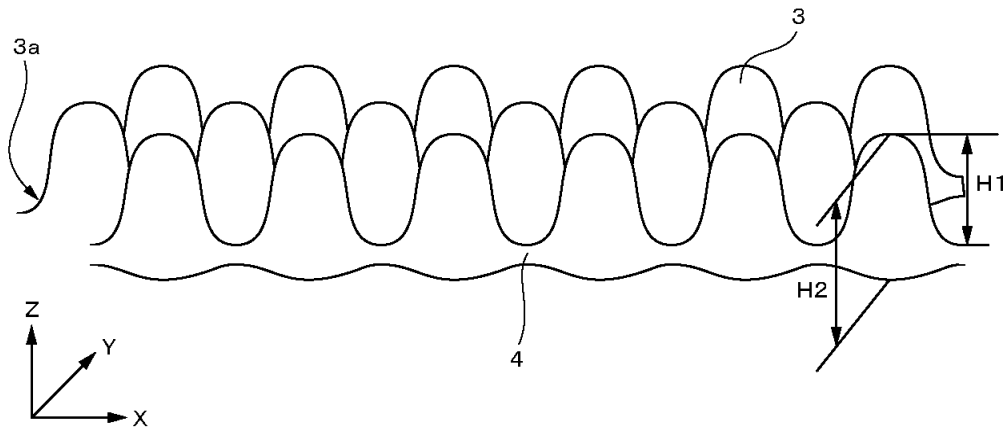
15: 레이저 광, 16: 잠상, 21: 레이저, 22: 전기 광학 변조기, 23, 31: 미러, 24: 포토다이오드, 26: 집광 렌즈, 27: 음향 광학 변조기, 28: 콜리메이터 렌즈, 29: 포매터, 30: 드라이버, 32: 이동 광학 테이블계, 33: 빔 익스팬더, 34: 대물 렌즈, 35: 스피들 모터, 36: 턴테이블, 37: 제어 기구.

도면

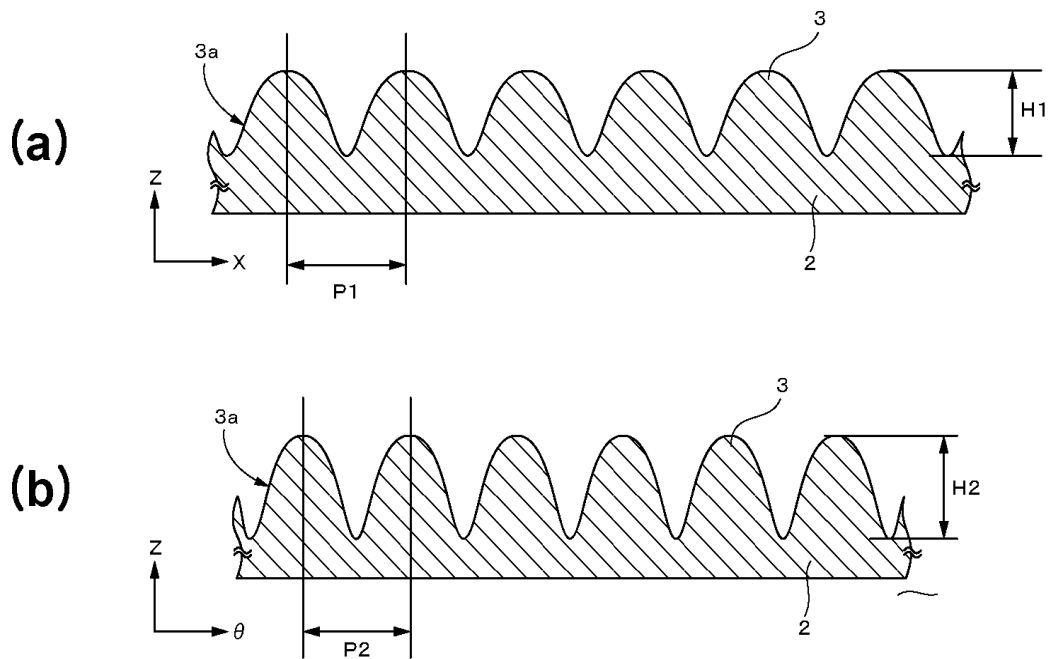
도면1



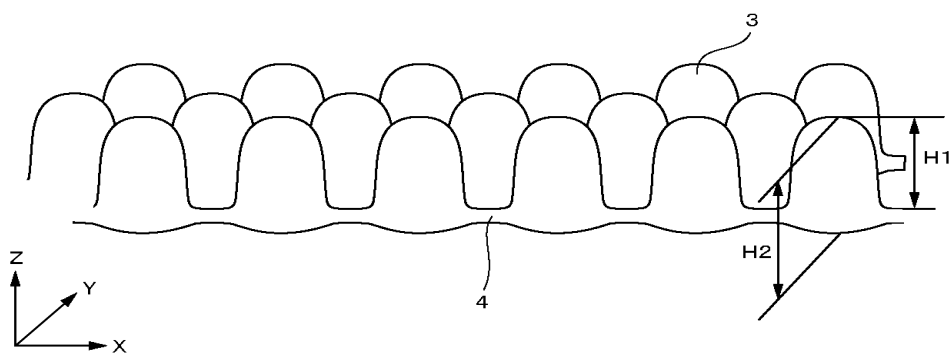
도면2



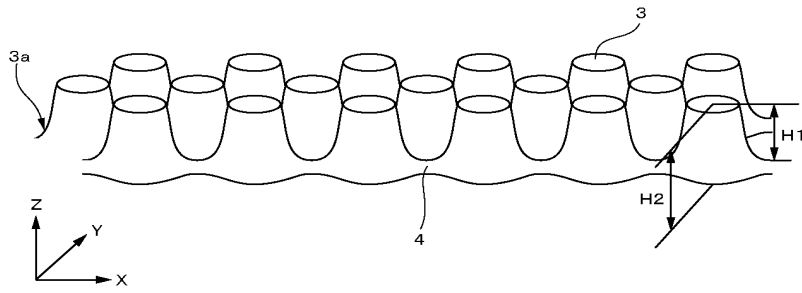
도면3



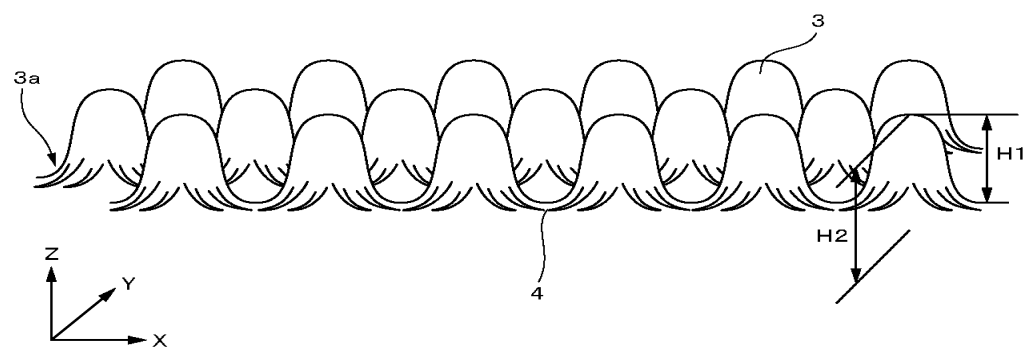
도면4



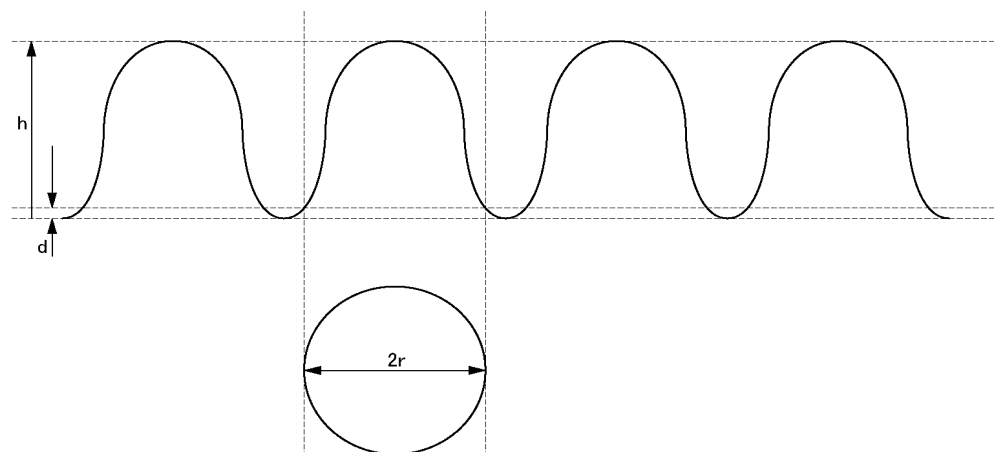
도면5



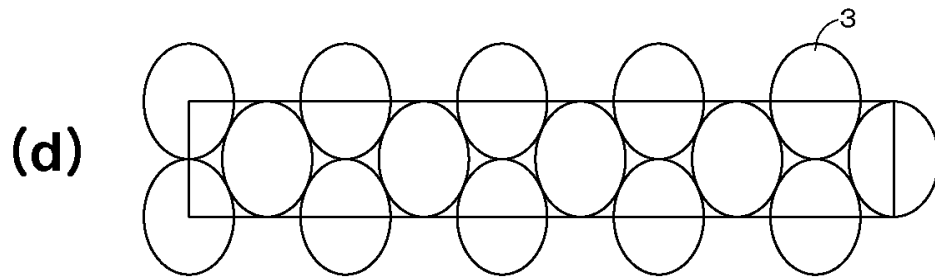
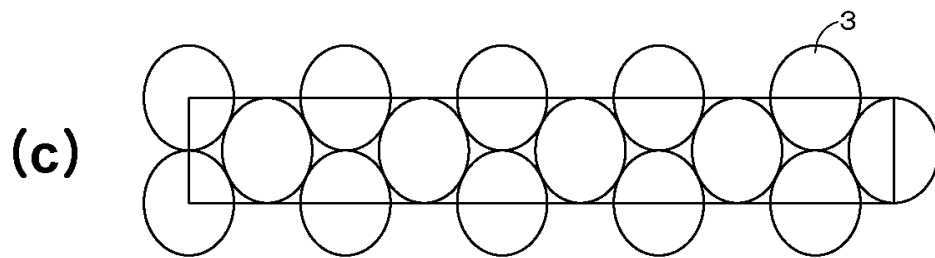
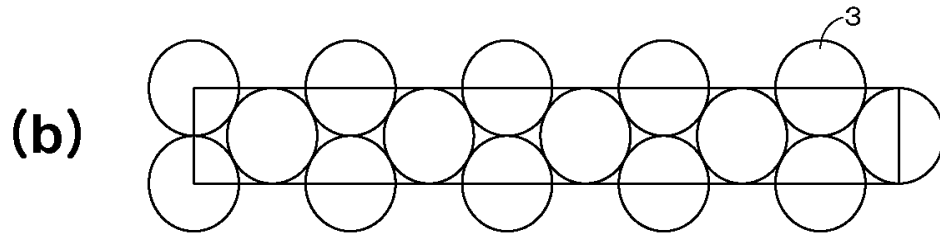
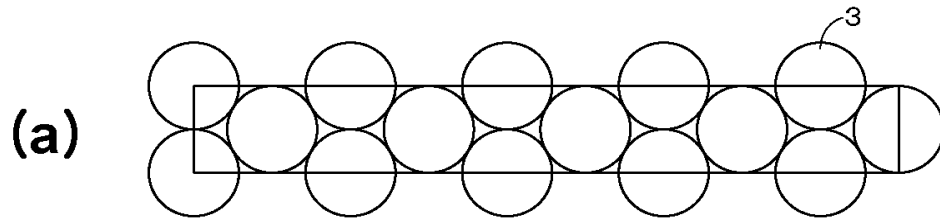
도면6



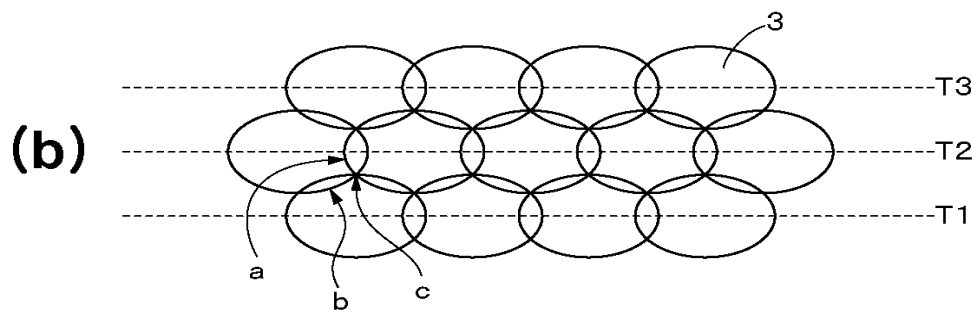
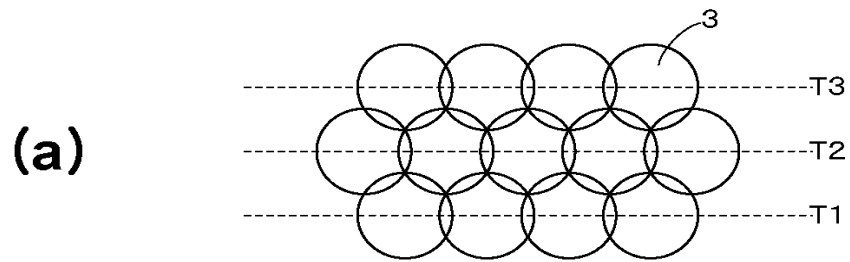
도면7



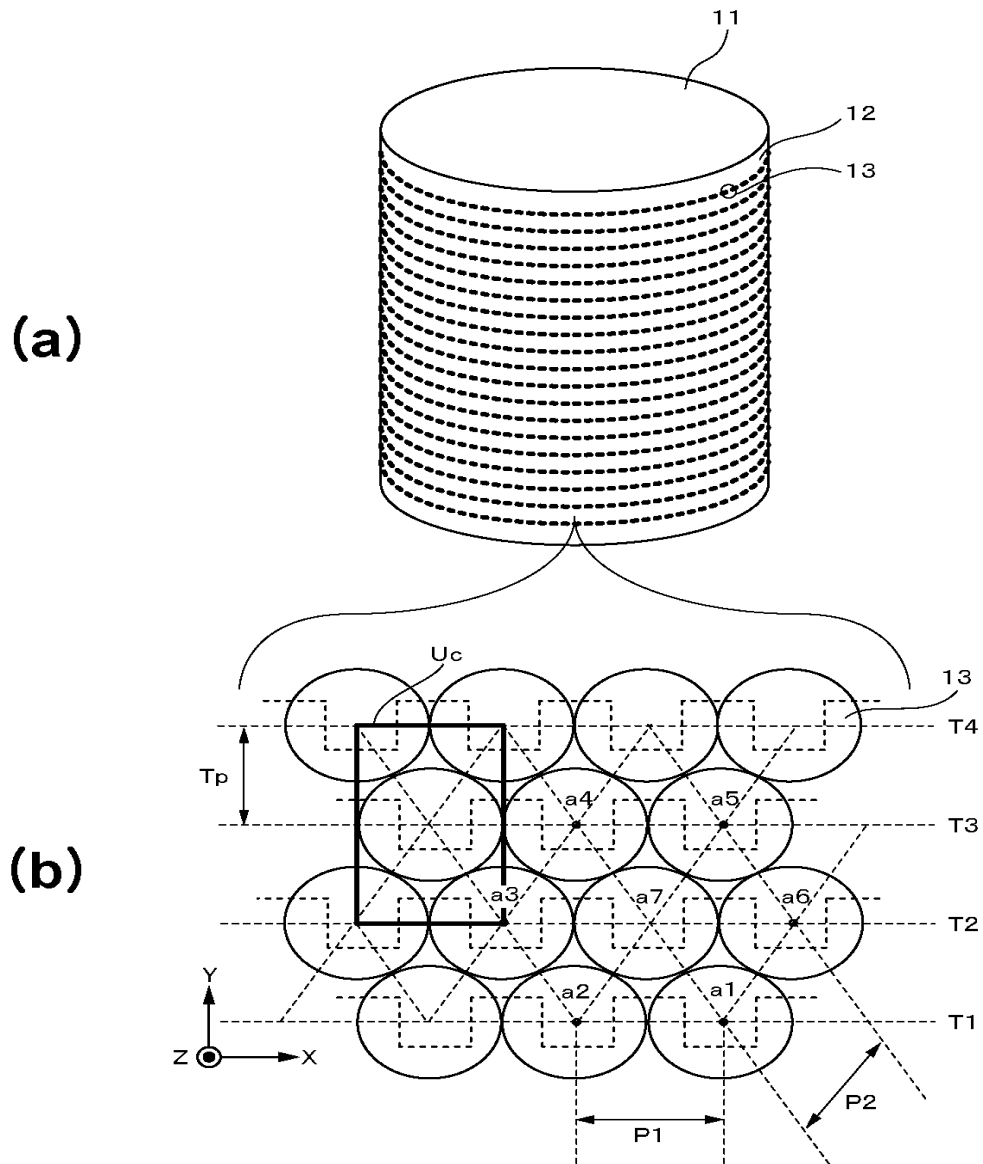
도면8



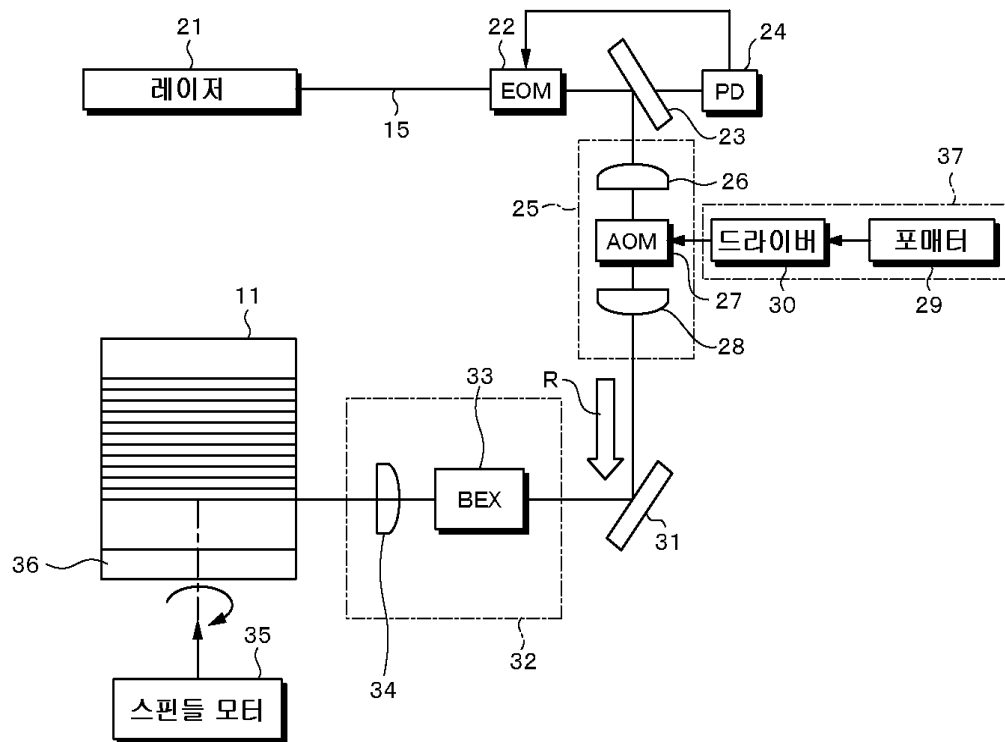
도면9



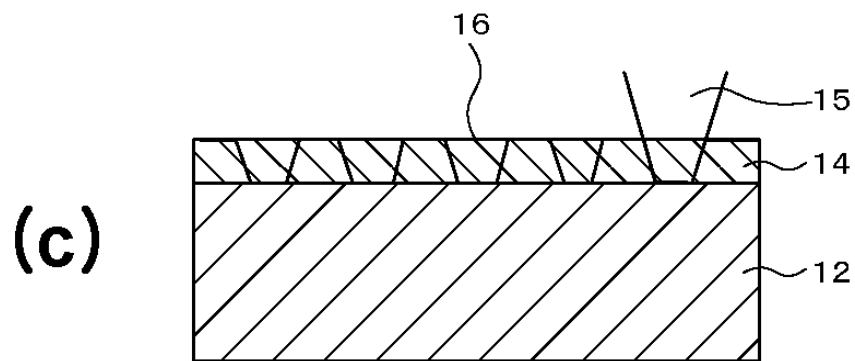
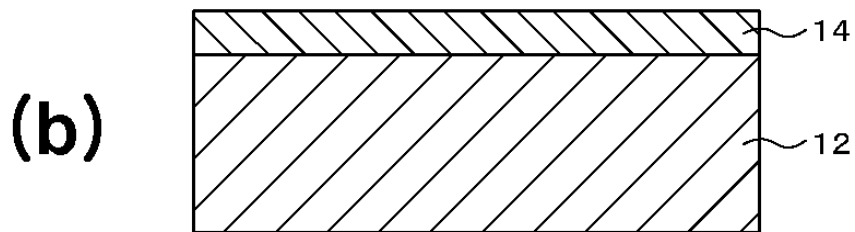
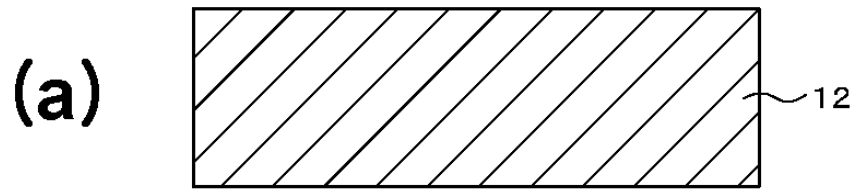
도면10



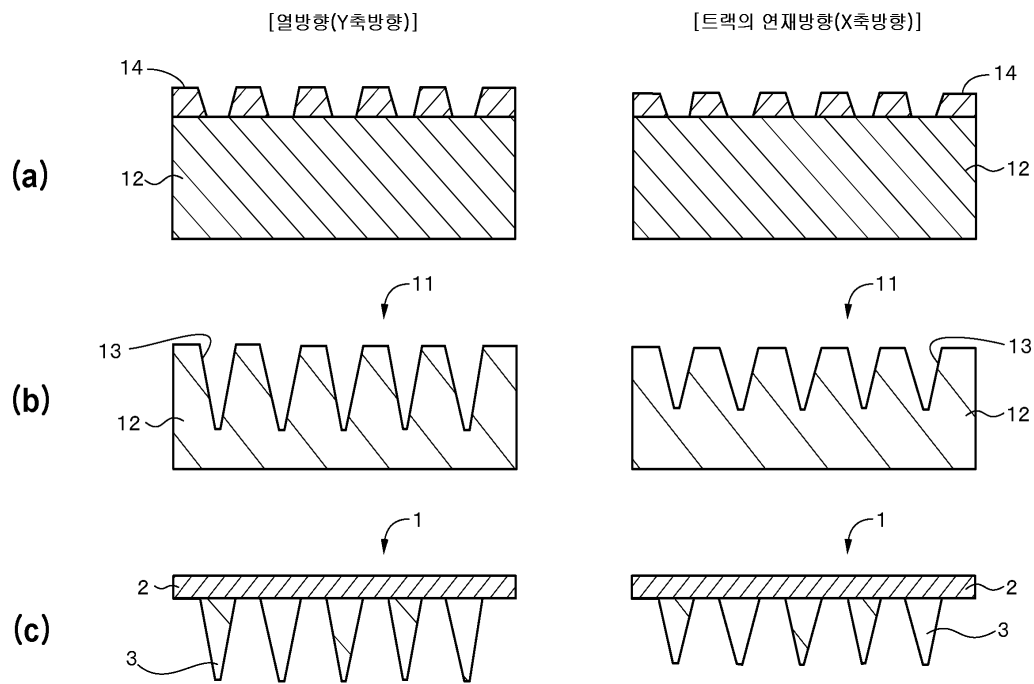
도면11



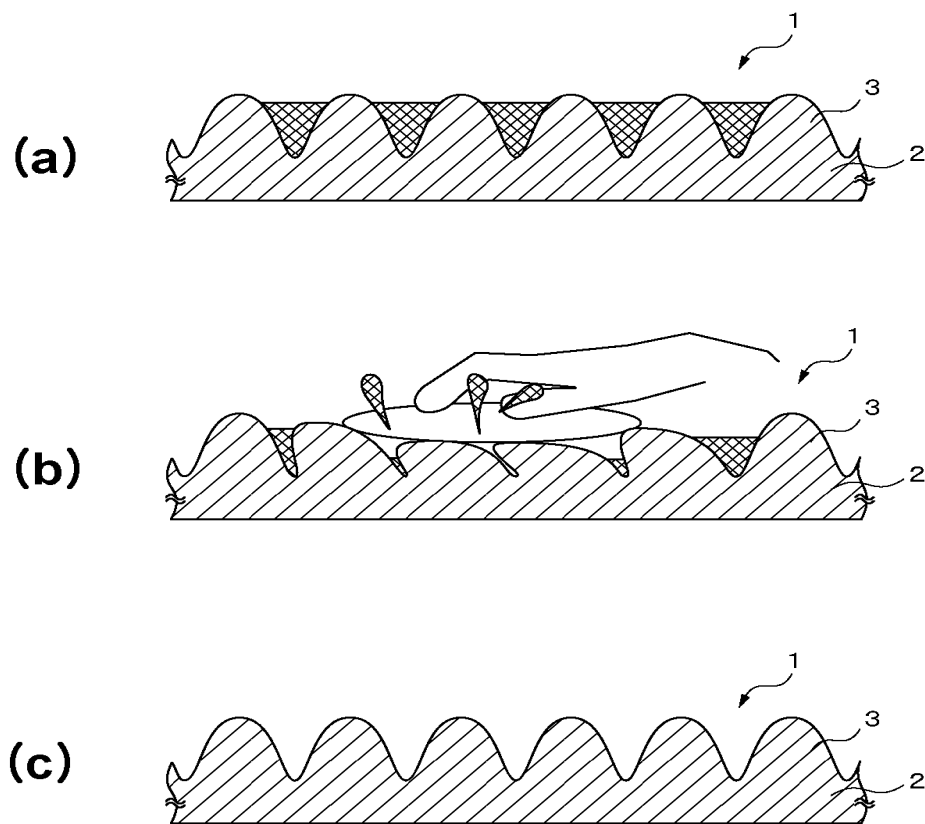
도면12



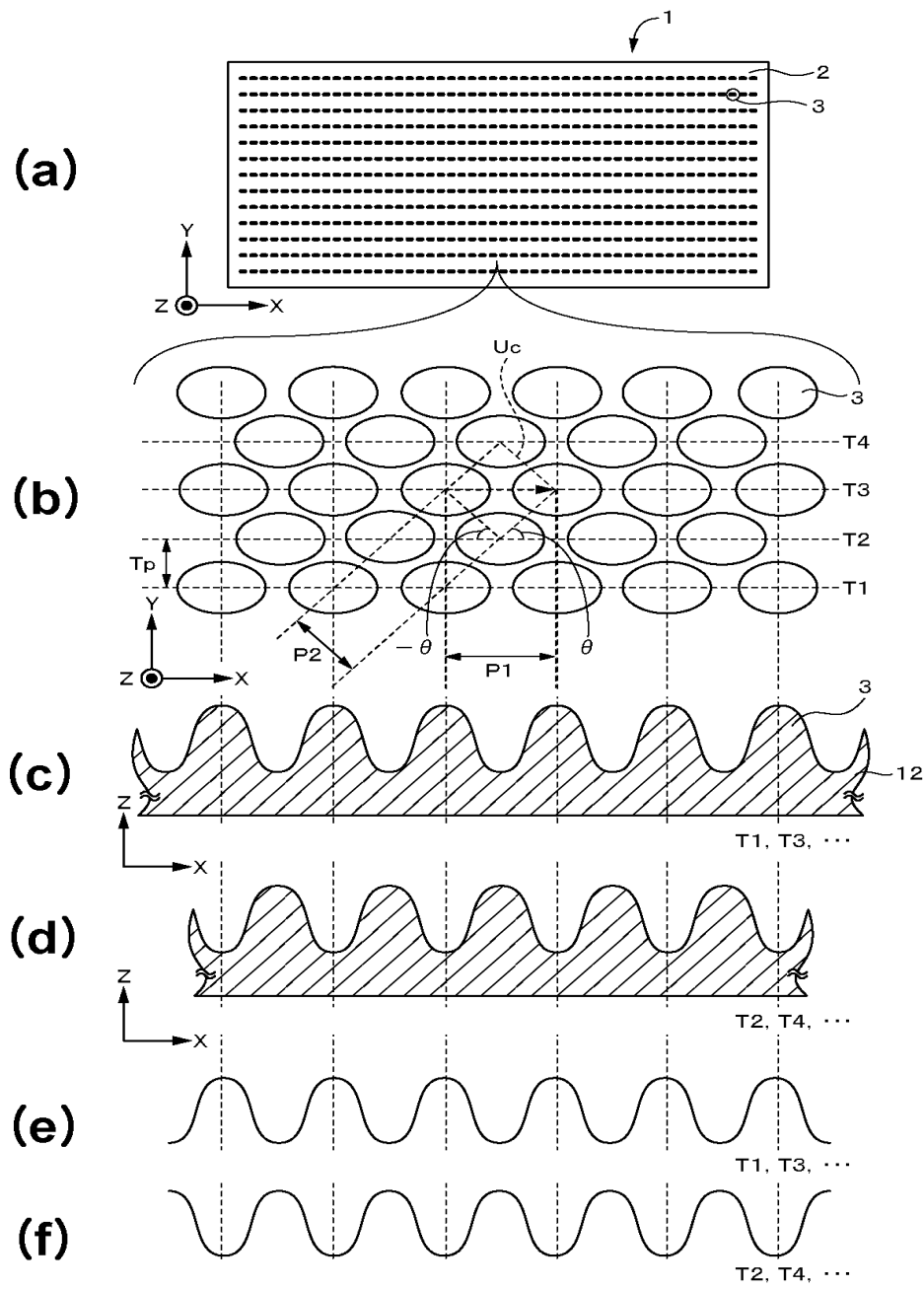
도면13



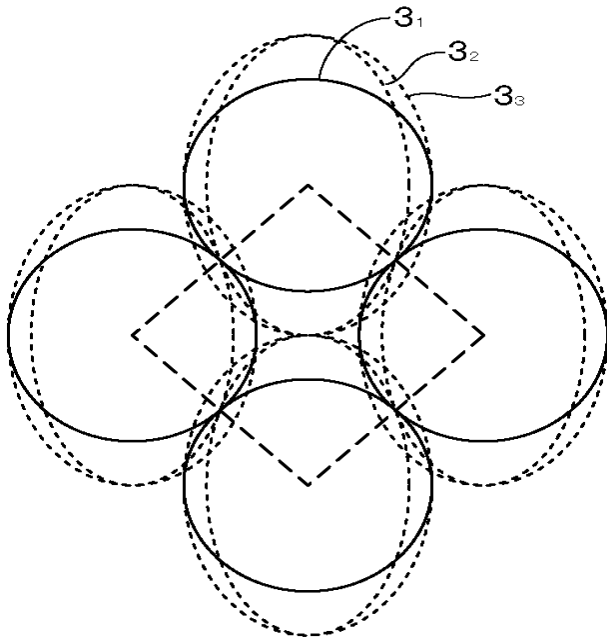
도면14



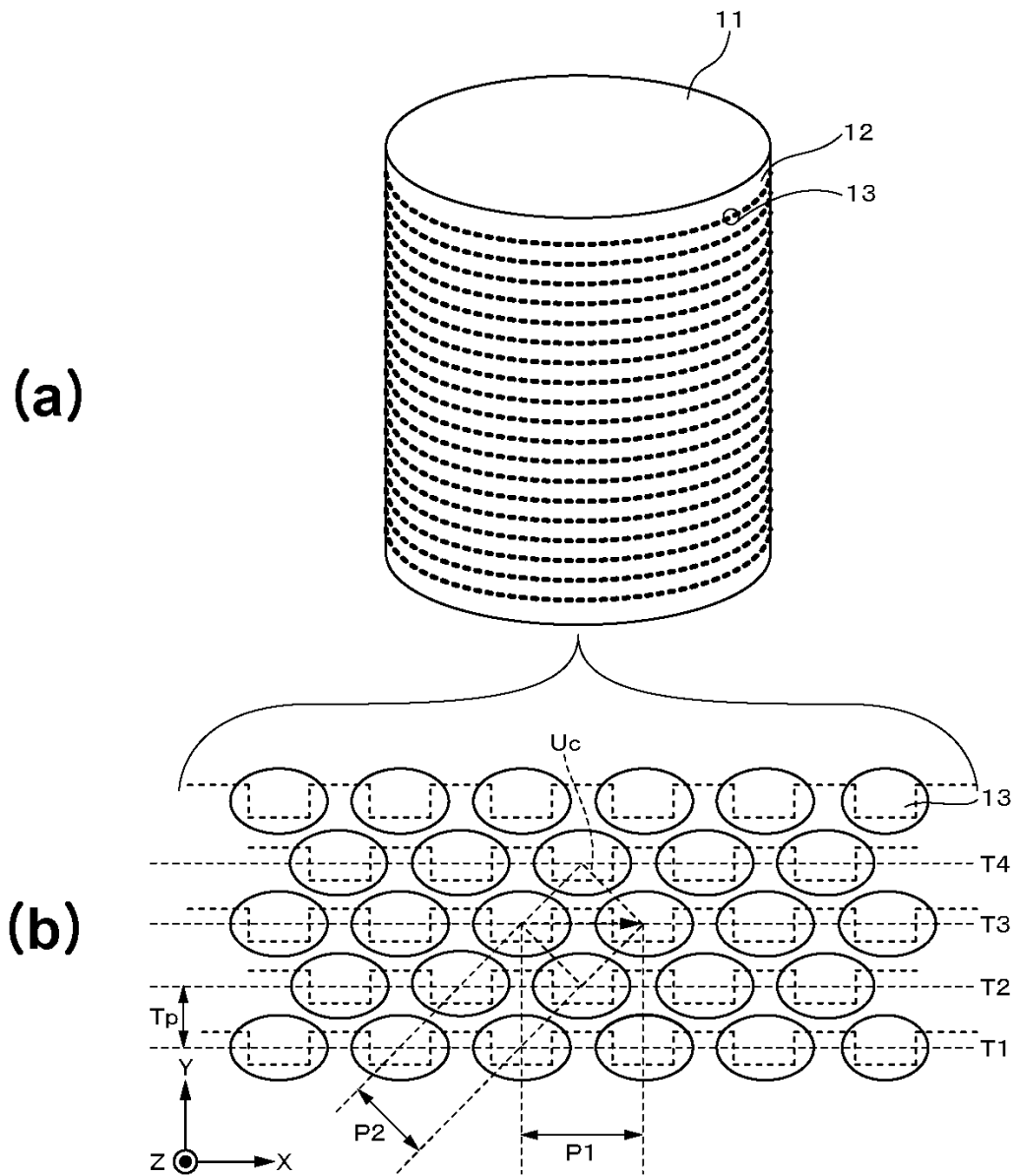
도면15



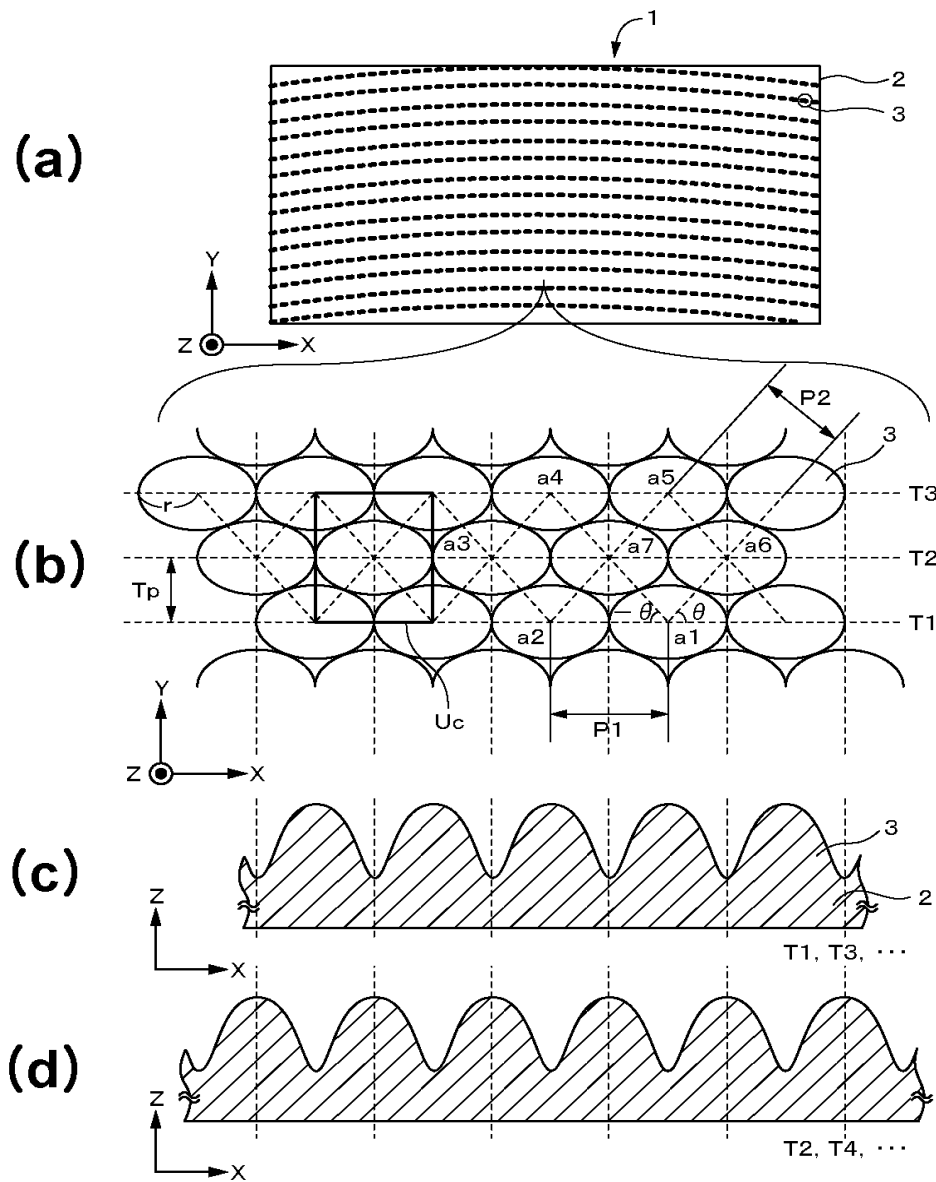
도면16



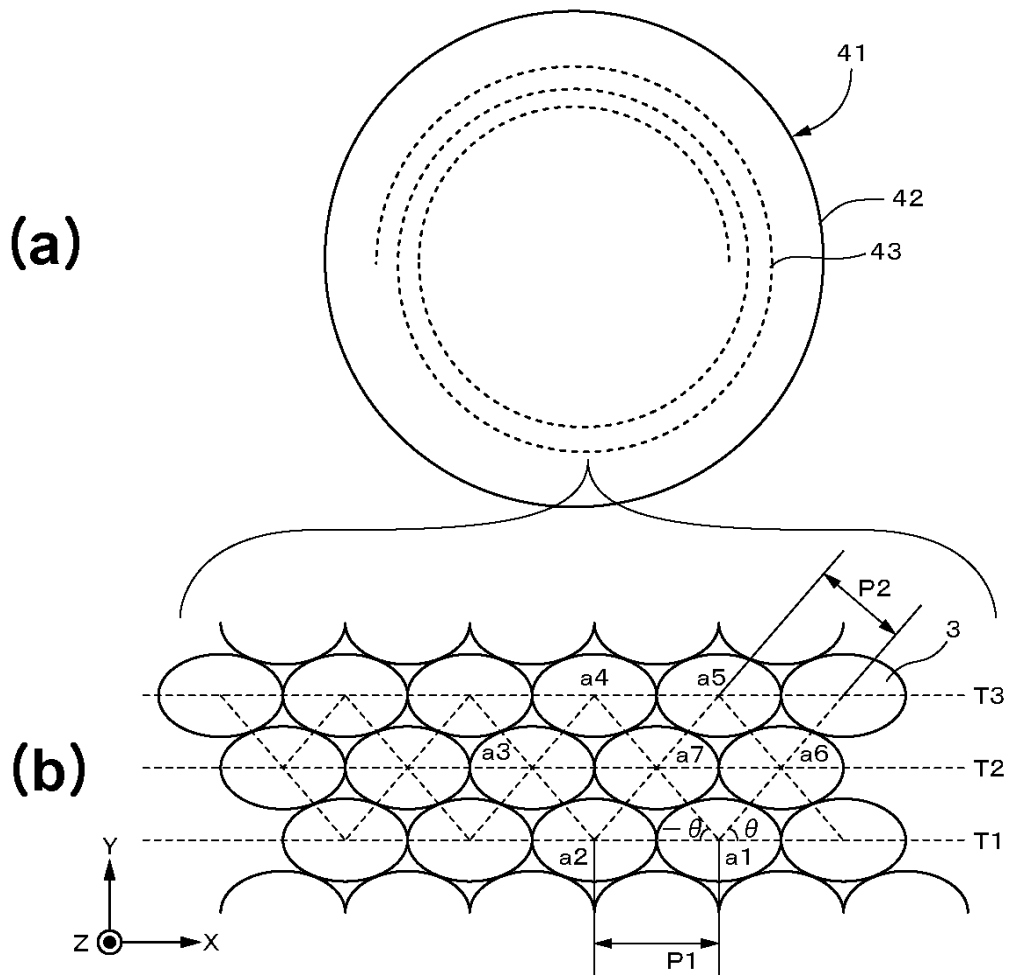
도면17



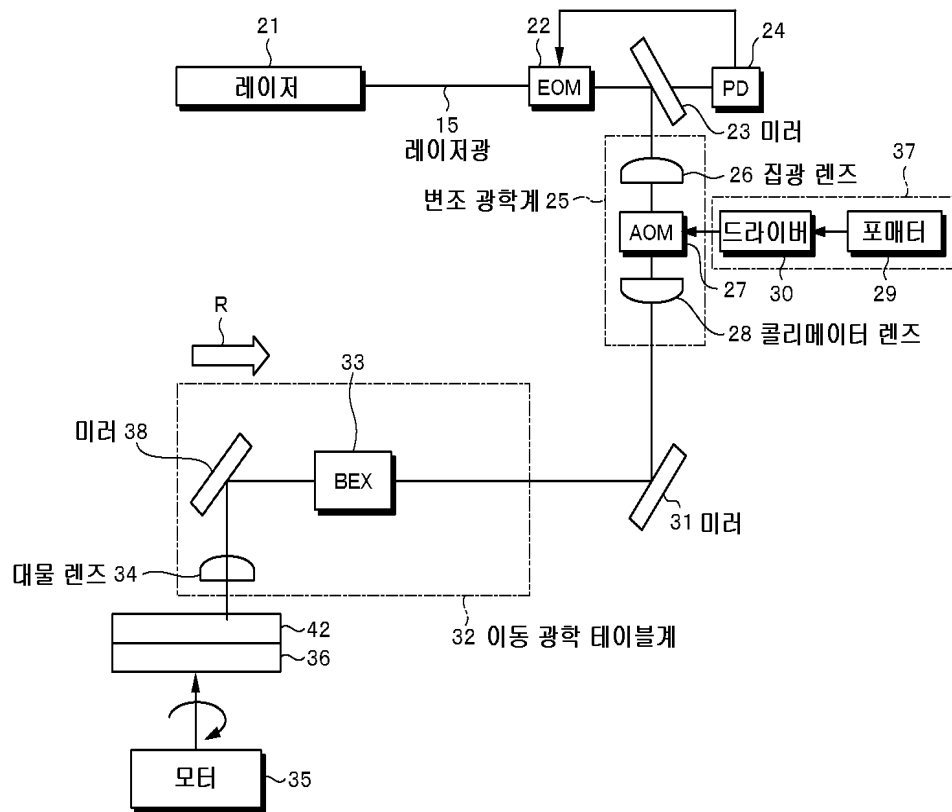
도면18



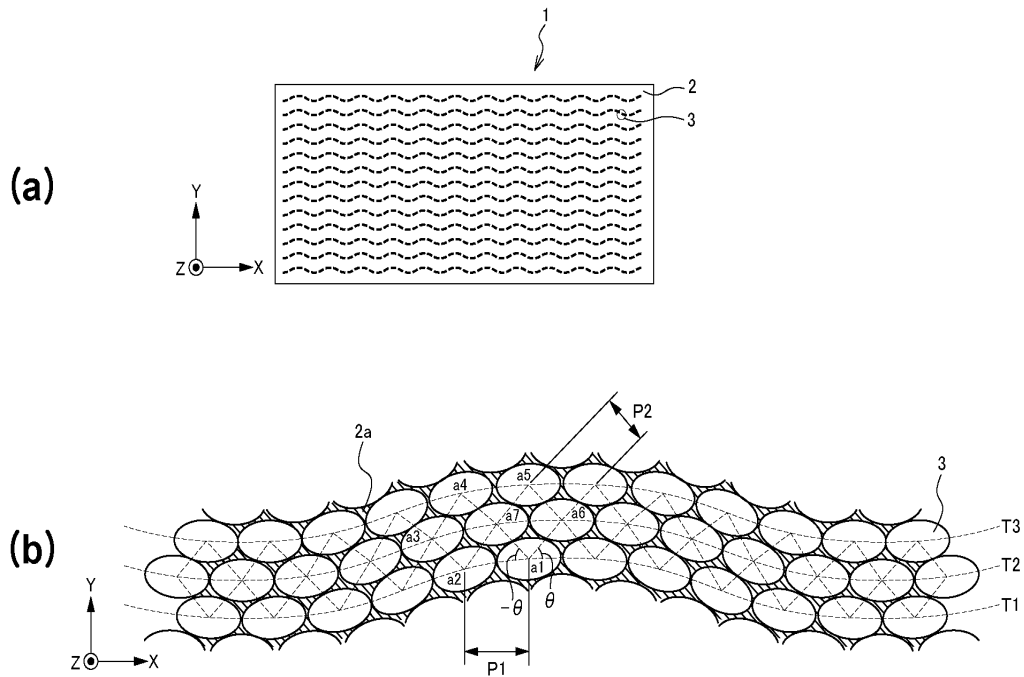
도면19



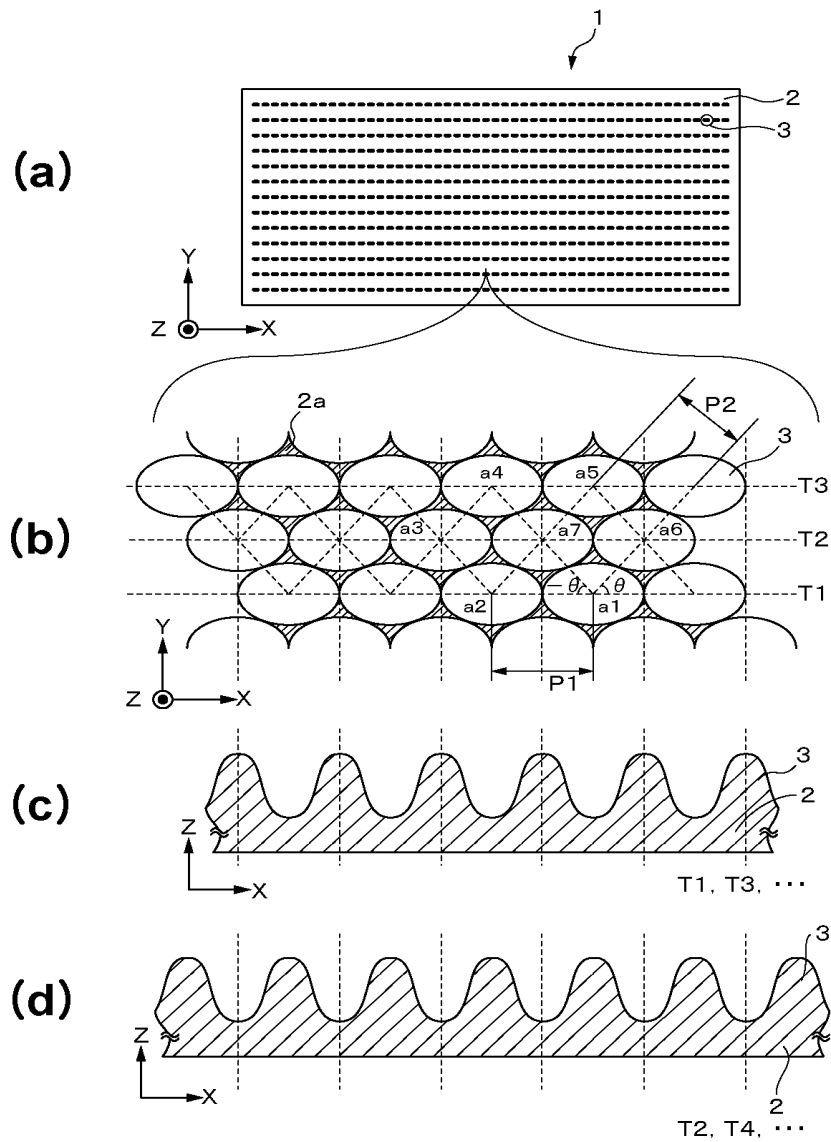
도면20



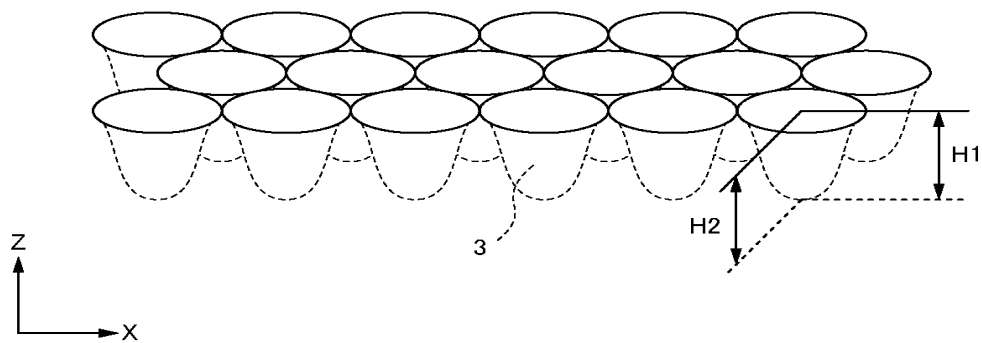
도면21



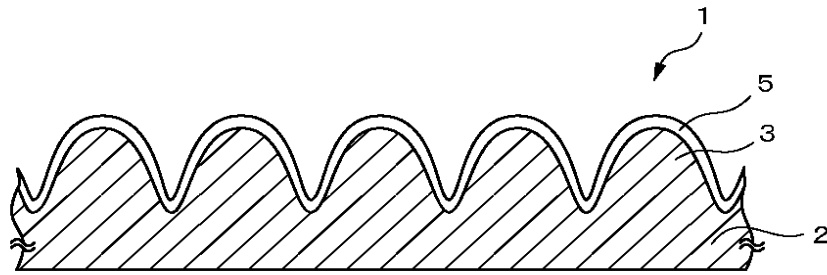
도면22



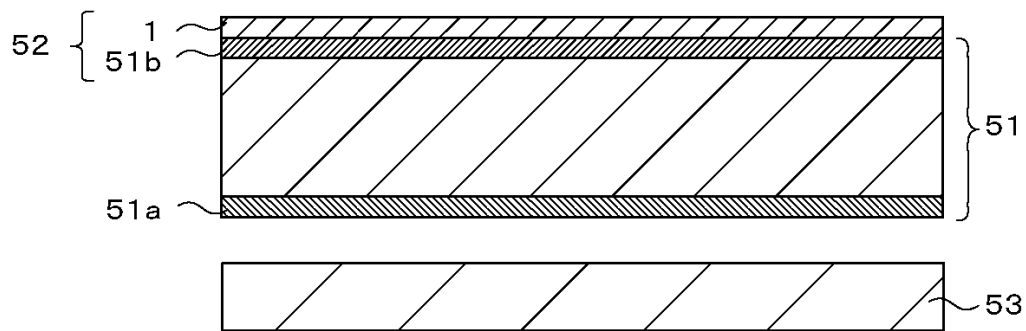
도면23



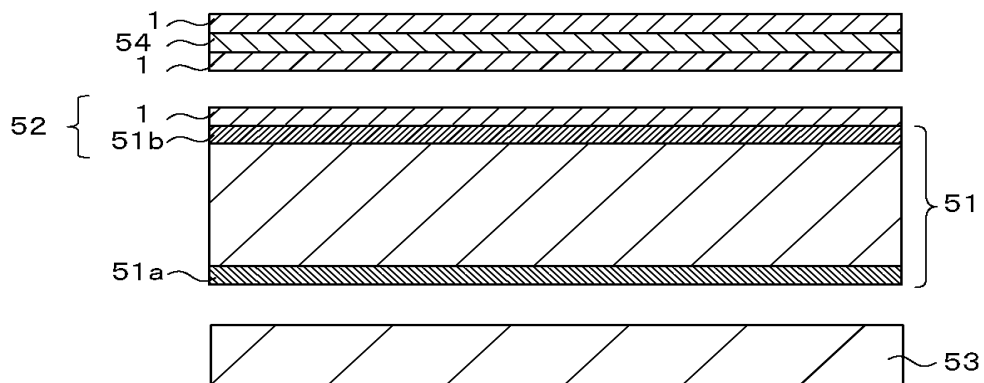
도면24



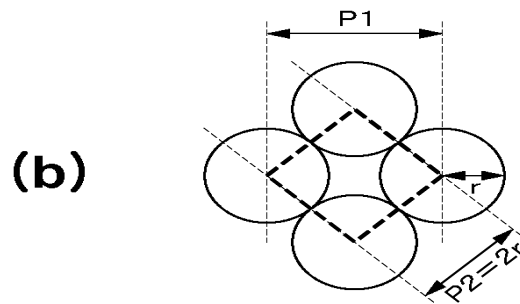
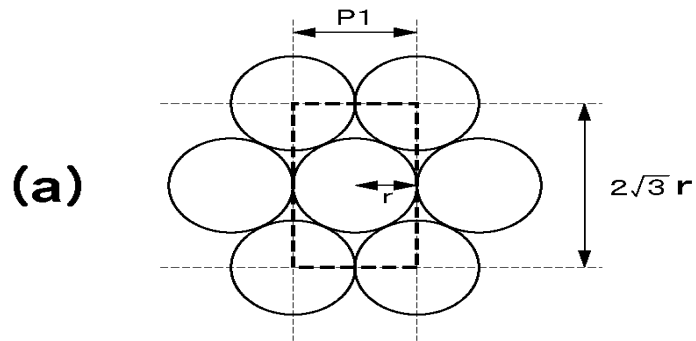
도면25



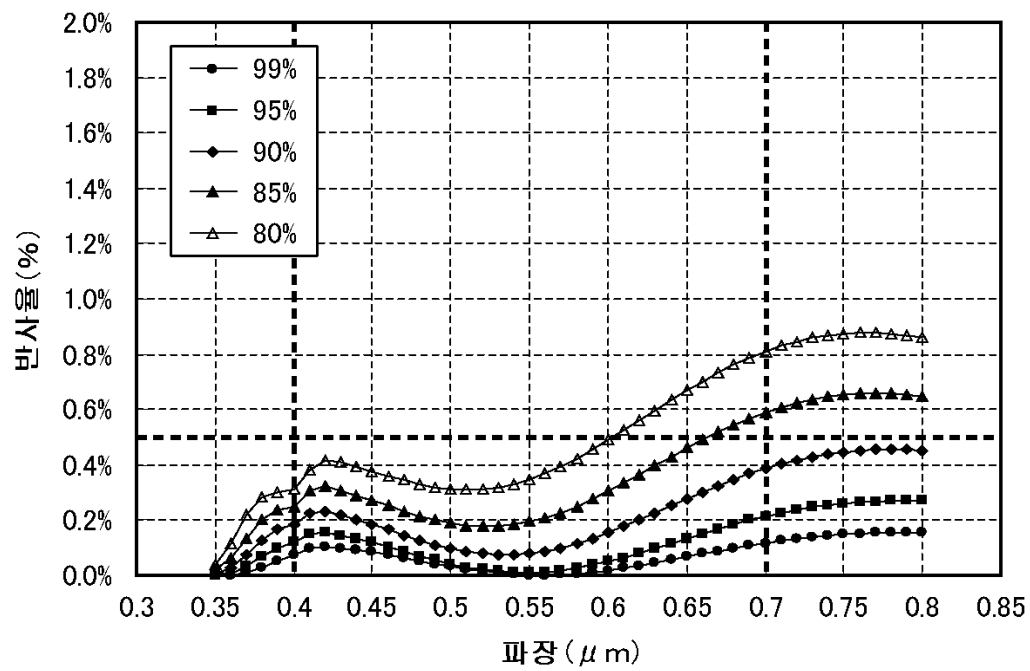
도면26



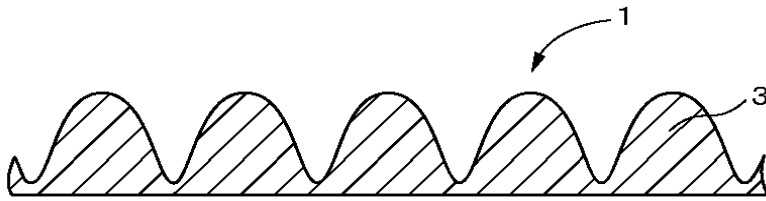
도면27



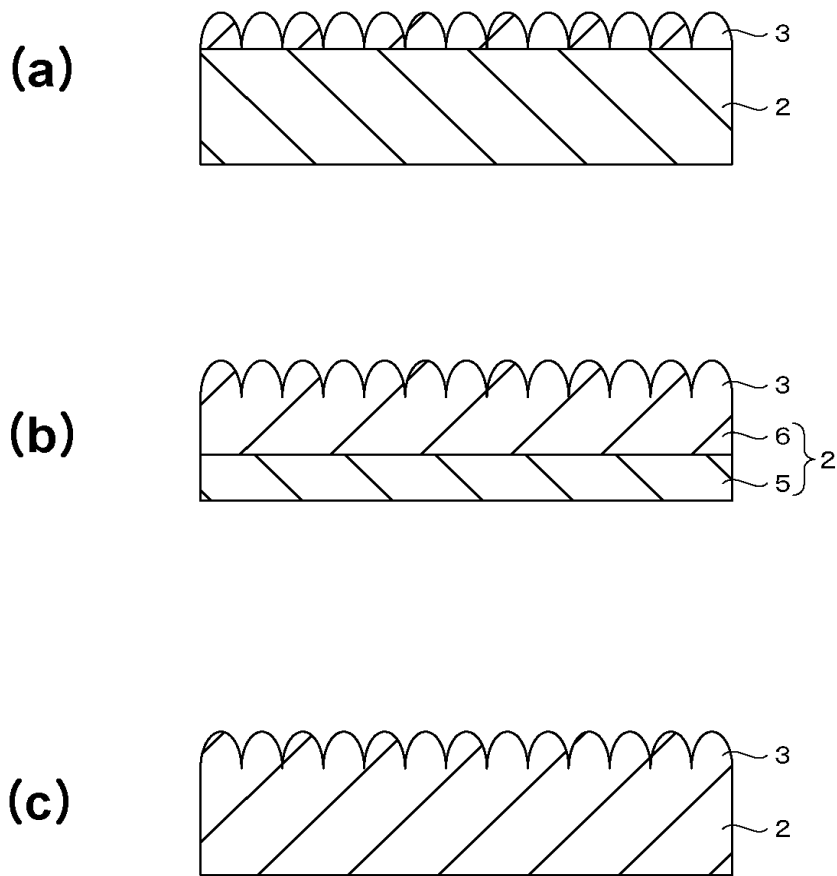
도면28



도면29

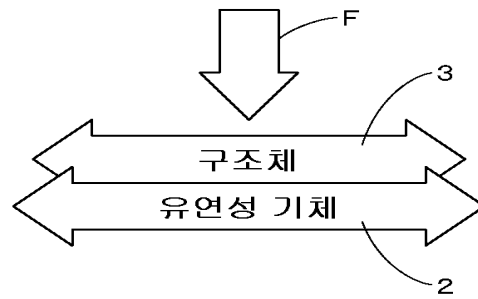


도면30

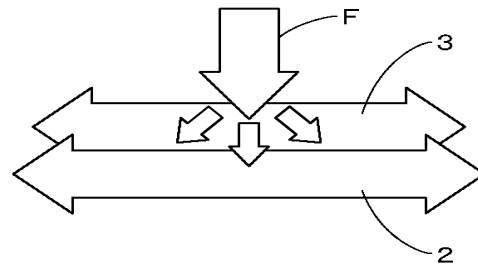


도면31

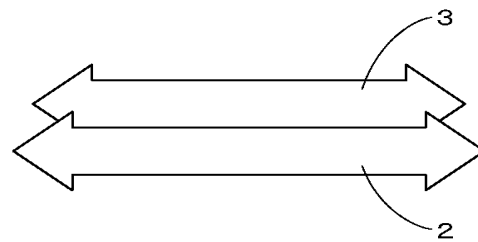
(a)



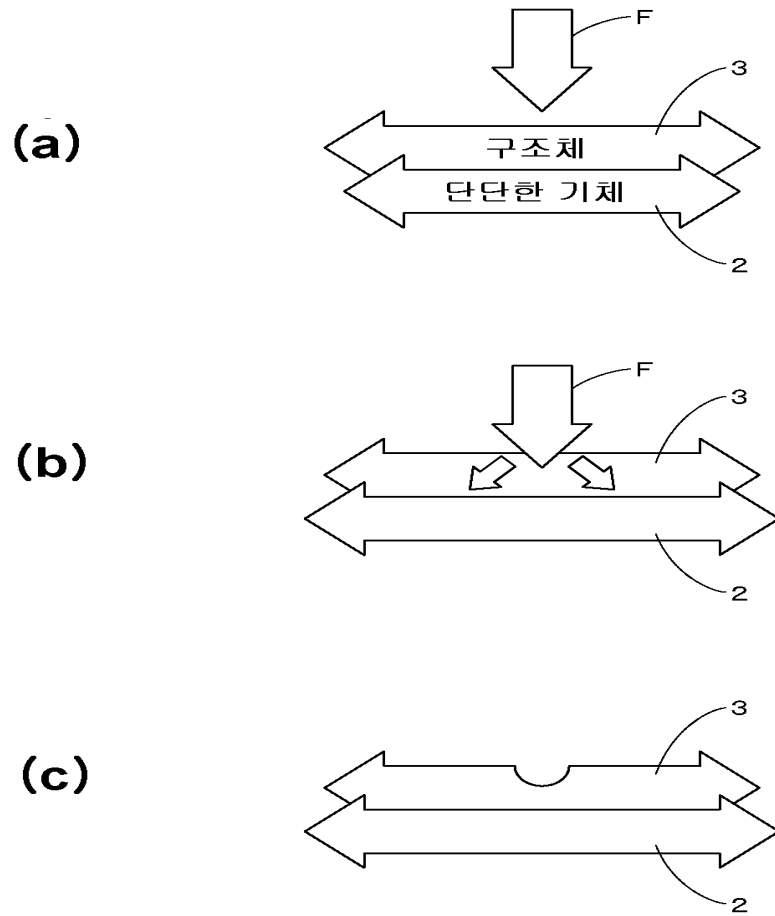
(b)



(c)

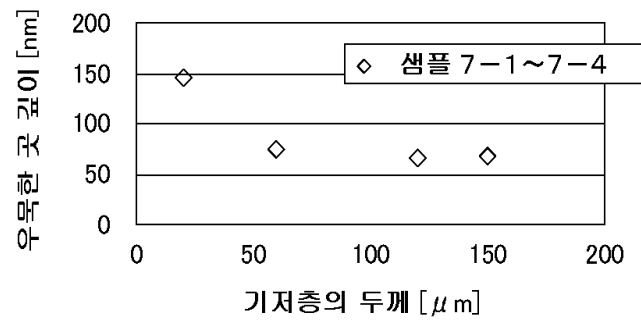


도면32

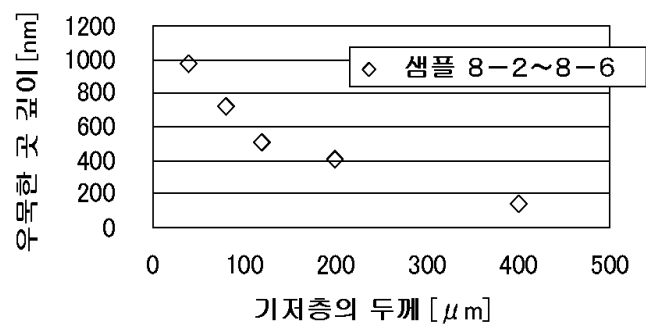


도면33

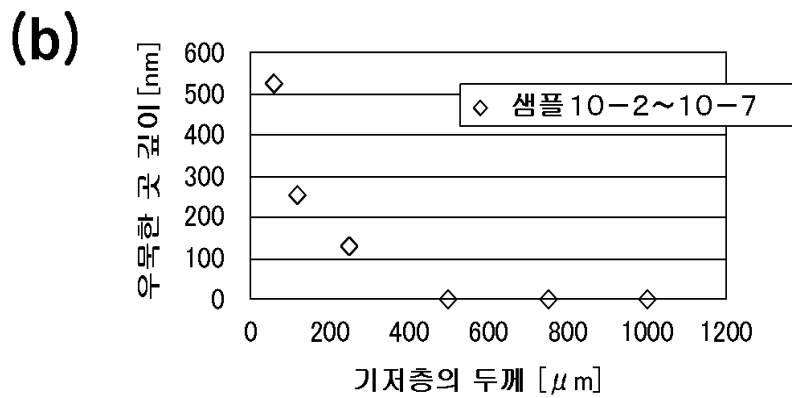
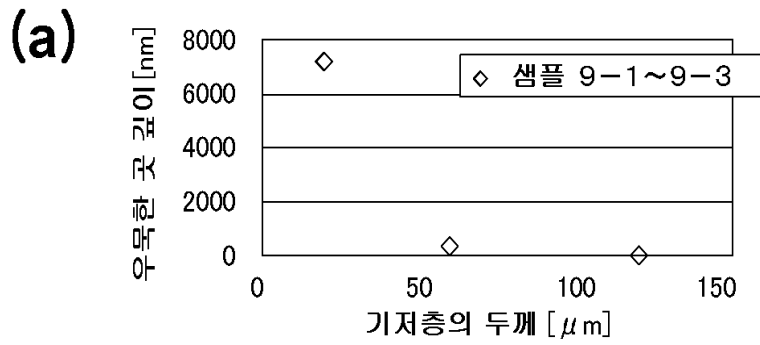
(a)



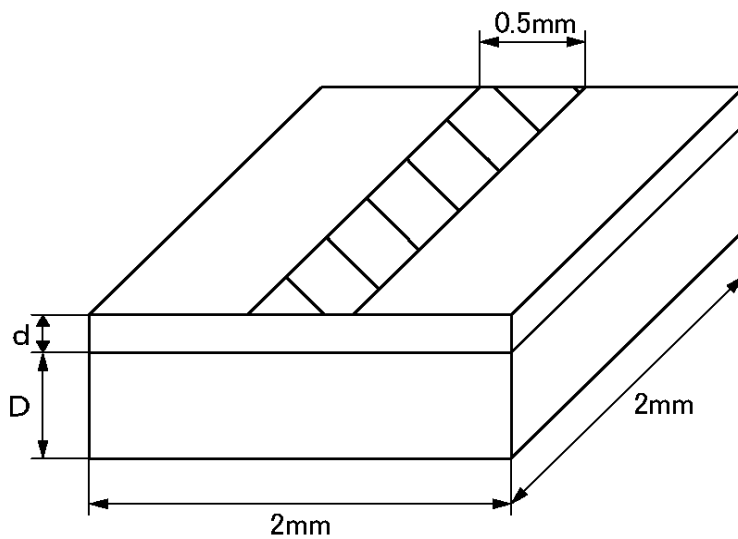
(b)



도면34

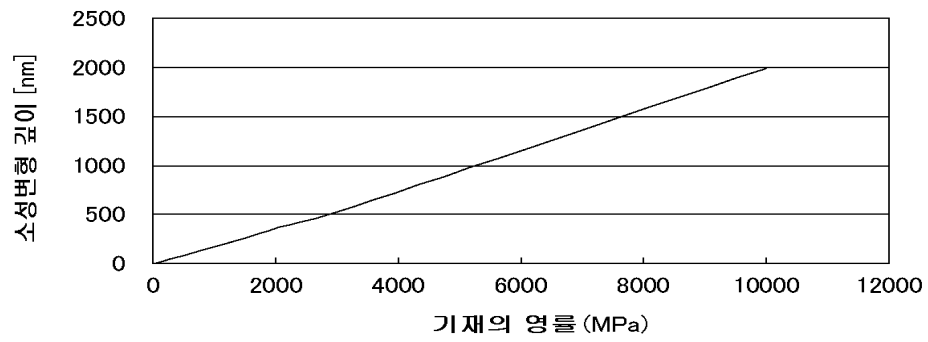


도면35

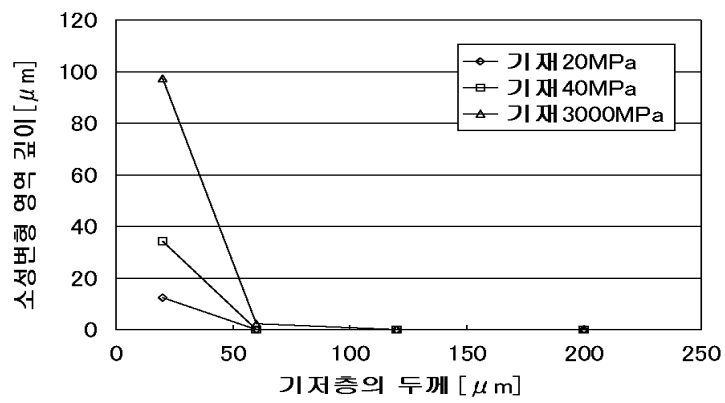


도면36

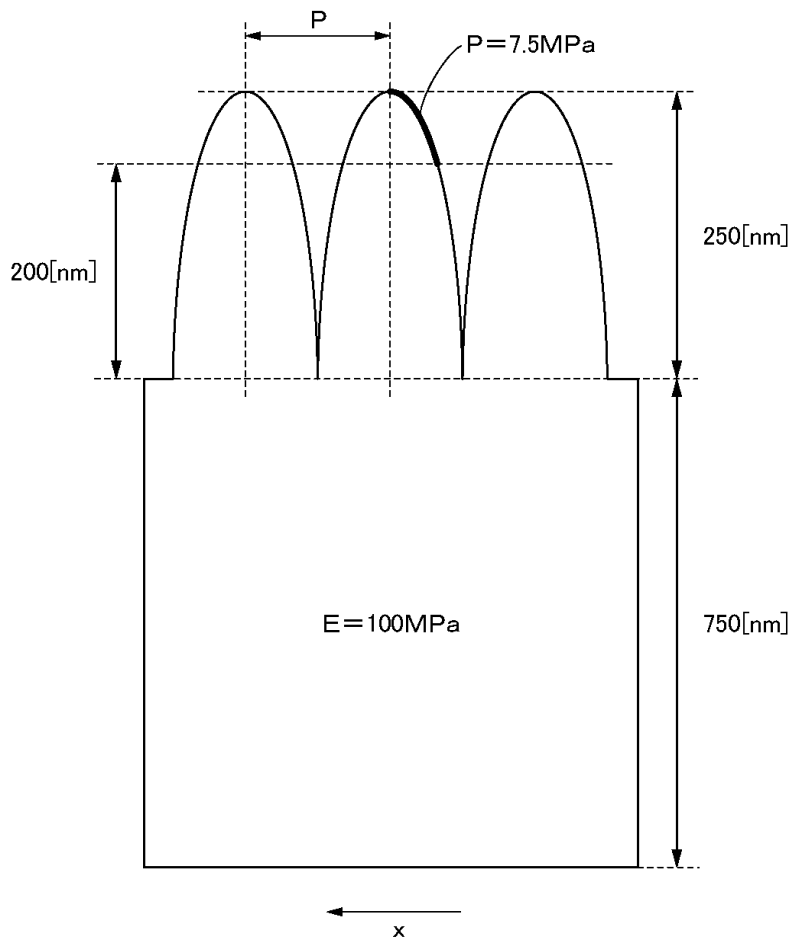
(a)



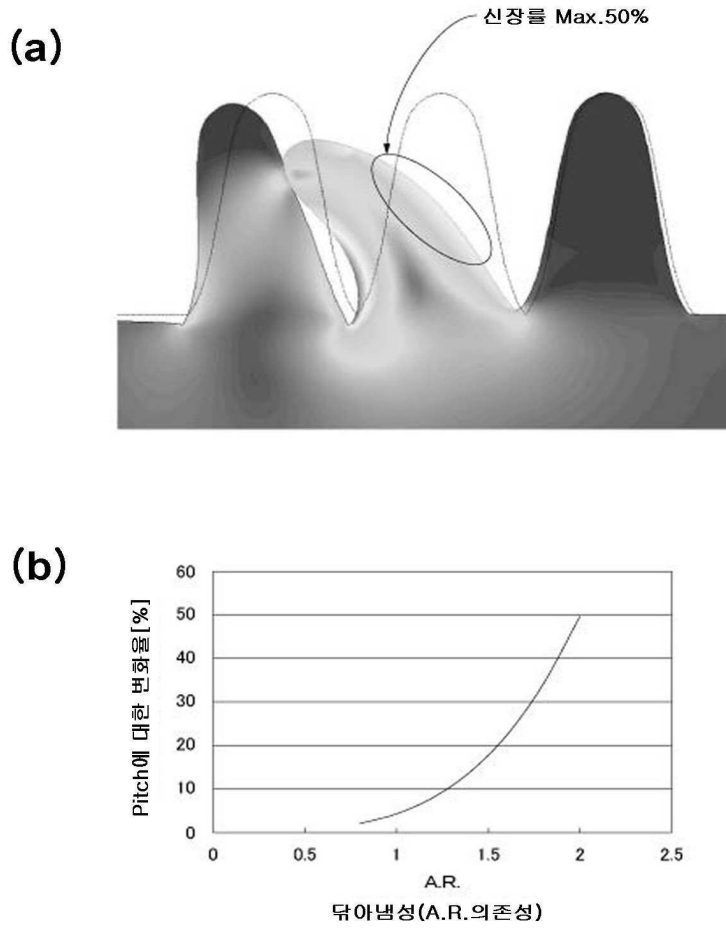
(b)



도면37



도면38



도면39

