



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년08월13일
(11) 등록번호 10-2144324
(24) 등록일자 2020년08월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C03B 33/02 (2006.01) B23K 26/00 (2014.01)
B23K 26/38 (2014.01) B23K 26/40 (2014.01)
C03C 3/247 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C03B 33/0222 (2013.01)
B23K 26/38 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7019009
(22) 출원일자(국제) 2014년02월03일
심사청구일자 2018년11월27일
(85) 번역문제출일자 2015년07월15일
(65) 공개번호 10-2015-0115736
(43) 공개일자 2015년10월14일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2014/052421
(87) 국제공개번호 WO 2014/119780
국제공개일자 2014년08월07일
(30) 우선권주장
JP-P-2013-019442 2013년02월04일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2010177340 A
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 10 항

(73) 특허권자
에이지씨 가부시킴가이샤
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 1쵸메 5방 1고
(72) 발명자
마스다 히데타카
일본 1008405 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 1쵸메 5방 1고 아사히 가라스 가부시킴가이샤 내
오바나 요시키
일본 1008405 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 1쵸메 5방 1고 아사히 가라스 가부시킴가이샤 내
구노 가즈히데
일본 4210302 시즈오카켄 하이바라군 요시다초 가와시리 3583번지노 5 에이지씨 테크노 가라스 가부시킴가이샤 내
(74) 대리인
장수길, 이석재

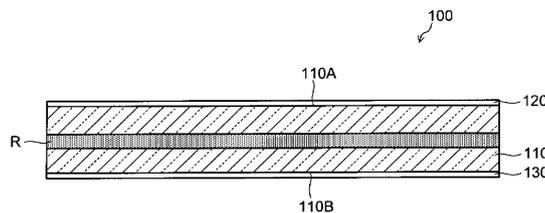
심사관 : 이영화

(54) 발명의 명칭 유리 기판의 절단 방법, 유리 기판, 근적외선 커트 필터 유리, 유리 기판의 제조 방법

(57) 요약

유리 기판 내부에 개질 영역을 효율적으로 형성하고, 용이하게 절단할 수 있는 유리 기판의 절단 방법, 유리 기판 및 근적외선 커트 필터 유리를 제공한다. 본 발명에 관한 유리 기판의 절단 방법은, 유리 기판의 내부에 초점을 맺게 해서 광을 조사하고, 유리 기판의 내부에 선택적으로 개질 영역을 형성하는 공정과, 개질 영역을 기점으로 해서 유리 기판의 두께 방향으로 깨짐을 발생시키고, 개질 영역을 따라 유리 기판을 절단하는 공정을 갖고, 유리 기판은 파괴 인성이 $0.1\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 내지 $0.74\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 인 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B23K 26/40 (2013.01)

B23K 26/53 (2018.08)

C03C 3/247 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP2011068542 A

JP2012208527 A

JP2005320178 A

JP09048633 A

명세서

청구범위

청구항 1

파괴 인성이 $0.1\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 내지 $0.65\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 인 유리 기관의 내부에 초점을 맺게 해서 광을 조사하여, 상기 유리 기관의 내부에 선택적으로 개질 영역을 형성하는 공정과,

상기 개질 영역을 기점으로 해서 상기 유리 기관의 두께 방향으로 깨짐을 발생시키고, 상기 개질 영역을 따라 상기 유리 기관을 절단하는 공정을 갖는 것을 특징으로 하는 유리 기관의 절단 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 개질 영역을 형성하는 공정에서는, 상기 유리 기관의 내부에 초점을 맺게 조사하는 광은 레이저광이며, 절단 예정 라인을 상기 레이저광으로 1회 혹은 2회 주사하는 것을 특징으로 하는 유리 기관의 절단 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 개질 영역을 형성하는 공정에 있어서, 상기 유리 기관의 내부에 초점을 맺게 조사하는 광의 1펄스당 에너지는 $2\mu\text{J}$ 내지 $20\mu\text{J}$ 의 범위인 것을 특징으로 하는 유리 기관의 절단 방법.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 유리 기관은, 50 내지 300°C 의 온도 범위에 있어서의 평균 열 팽창 계수가 $75 \times 10^{-7}/\text{K}$ 내지 $150 \times 10^{-7}/\text{K}$ 이며, 유리 전이점(T_g)이 300°C 내지 500°C 인 것을 특징으로 하는 유리 기관의 절단 방법.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 유리 기관을 절단하는 공정은,

상기 유리 기관에 신전성을 갖는 필름을 부착한 후, 상기 필름을 상기 유리 기관에 대하여 평면 방향으로 신전시켜서, 상기 개질 영역을 기점으로 해서 상기 유리 기관의 두께 방향으로 깨짐을 발생시키고, 상기 개질 영역을 따라 상기 유리 기관을 절단하는 것을 특징으로 하는 유리 기관의 절단 방법.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 유리 기관은, 양이온 % 표시로,

P^{5+} 20 내지 45%,

Al^{3+} 1 내지 25%,

R^+ 1 내지 30%(단, R^+ 는 Li^+ , Na^+ , K^+ 중 적어도 하나이며, 나중의 값은 각각의 함유 비율을 합계한 값이다),

Cu^{2+} 1 내지 15%,

R^{2+} 1 내지 50%(단, R^{2+} 는 Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Zn^{2+} 중 적어도 하나이며, 나중의 값은 각각의 함유 비율을 합계한 값이다)를 함유함과 함께,

음이온 % 표시로,

F^- 10 내지 65%,

O^{2-} 35 내지 90%를 함유하는 것을 특징으로 하는 유리 기관의 절단 방법.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 유리 기관은, 질량% 표시로,

P₂O₅ 40 내지 80%,

Al₂O₃ 1 내지 20%,

R₂O 0.5 내지 30%(단, R₂O는 Li₂O, Na₂O, K₂O 중 적어도 하나이며, 나중의 값은 각각의 함유 비율을 합제한 값이다),

CuO 1 내지 8%,

RO 0.5 내지 40%(단, RO는 MgO, CaO, SrO, BaO, ZnO 중 적어도 하나이며, 나중의 값은 각각의 함유 비율을 합제한 값이다)를 함유하는 것을 특징으로 하는 유리 기관의 절단 방법.

청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 개질 영역을 형성하는 공정 전에, 상기 유리 기관의 표면에 광학 박막을 형성하는 공정을 구비하는 것을 특징으로 하는 유리 기관의 절단 방법.

청구항 9

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 유리 기관은, 판 두께가, 0.10mm 내지 1.00mm인 것을 특징으로 하는 유리 기관의 절단 방법.

청구항 10

파괴 인성이 0.1MPa·m^{1/2} 내지 0.65MPa·m^{1/2}인 유리 기관의 내부에 초점을 맺게 해서 광을 조사하고, 상기 유리 기관의 내부에 선택적으로 개질 영역을 형성하는 공정과,

상기 개질 영역을 기점으로 해서 상기 유리 기관의 두께 방향으로 깨짐을 발생시키고, 상기 개질 영역을 따라 상기 유리 기관을 절단하는 공정을 갖는 것을 특징으로 하는 유리 기관의 제조 방법.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 유리 기판의 절단 방법, 유리 기판, 근적외선 커트 필터 유리 및 유리 기판의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 기판 등의 절단 방법으로서, 스텔스 다이싱(등록 상표)이 알려져 있다(예를 들어, 특허문헌 1 참조). 이 절단 방법에서는, 먼저 반도체 기판[예를 들어, 실리콘(Si)]을 투과하는 파장의 레이저 광을 반도체 기판 내부에 집광시켜서 반도체 기판 내부에 개질 영역(홈집 영역)을 형성한다. 그 후, 상기 절단 방법에서는, 테이프 익스팬드 등 외부 응력을 가함으로써, 개질 영역을 기점으로 해서 반도체 기판에 균열을 발생시켜 반도체 기판을 절단한다.

[0003] 상기 절단 방법에서는, 반도체 기판의 표면에 손상을 주지 않고 반도체 기판 내부에 국소적·선택적으로 개질 영역을 형성할 수 있기 때문에, 일반적인 블레이드 다이싱에서 문제가 되는 반도체 기판의 표면에 칩핑 등의 문제의 발생을 저감시킬 수 있다. 또한, 절삭 가공과 달리 발진 등의 문제도 적다. 이로 인해, 최근에는 반도체 기판에 한정되지 않고, 유리 기판의 절단 등에 있어서, 상기 절단 방법이 널리 사용되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2009-135342호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 상기와 같이 레이저 광을 사용해서 유리 기판을 절단할 경우, 레이저 광으로 절단 예정 라인을 주사하여 유리 기판 내부에 개질 영역을 형성한다. 그러나, 레이저 광에 의해 형성되는 개질 영역으로부터 발생한 크랙의 사이즈가 작으면, 개질 영역을 기점으로 해서 절단 예정 라인을 따라 유리 기판을 개편화할 때, 확실하게 절단할 수 없게 될 우려가 있다. 또한, 레이저 광에 의해 형성되는 개질 영역으로부터 발생한 크랙의 사이즈가 적절해도, 개질 영역을 기점으로 해서 절단 예정 라인을 따라 유리 기판을 개편화할 때에 크랙이 유리 기판의 판 두께 방향으로 신전되지 않으면, 유리 기판의 절단면이 거칠어짐과 함께, 치수 정밀도가 나빠지고, 절단면에서 절결이 발생하기 쉬워진다. 또한, 유리 기판의 절단면이 거칠어지면, 유리 기판의 굽힘 강도가 낮아진다.

[0006] 본 발명은, 상기 문제점을 해소하기 위해서 이루어진 것으로, 유리 기판 내부에 개질 영역을 효율적으로 형성하고, 용이하게 절단할 수 있으며, 굽힘 강도가 높은 유리 기판의 절단 방법, 유리 기판, 근적외선 커트 필터 유리 및 유리 기판의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명에 관한 유리 기판의 절단 방법은, 유리 기판의 내부에 초점을 맺게 해서 광을 조사하여 유리 기판의 내부에 선택적으로 개질 영역을 형성하는 공정과, 개질 영역을 기점으로 해서 유리 기판의 두께 방향으로 깨짐을 발생시키고, 개질 영역을 따라 유리 기판을 절단하는 공정을 가지며, 유리 기판은 파괴 인성이 $0.1\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 내지 $0.74\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0008] 본 발명에 따르면, 유리 기판 내부에 개질 영역을 효율적으로 형성하여 용이하게 절단할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0009] 도 1은, 실시 형태에 관한 유리 기판의 측면도이다.
- 도 2는, 실시 형태에 관한 유리 기판의 절단 장치의 모식도이다.
- 도 3은, 실시 형태에 관한 유리 기판의 절단 시의 설명도이다.

도 4는, 실시 형태에 관한 유리 기관의 절단 방법의 설명도이다.

도 5는, 실시 형태에 관한 유리 기관을 촬상 장치에 사용한 일례를 나타내는 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 이하, 도면을 참조하여 실시 형태에 대해서 설명한다.
- [0011] (실시 형태)
- [0012] 도 1은, 실시 형태에 관한 유리 기관(100)의 측면도이다. 도 1에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태에 관한 유리 기관(100)은, 예를 들어 근적외선 커트 필터 등의 광학 유리이다. 유리 기관(100)은 투명 기관(110)과, 투명 기관(110)의 표면(110A)(투광면)에 형성된 반사 방지막으로서의 광학 박막(120)과, 투명 기관(110)의 이면(110B)(투광면)에 형성된 자외(UV)선 및 적외(IR)선을 커트하는 UVIR 커트막으로서의 광학 박막(130)을 갖는다.
- [0013] 근적외선 커트 필터는 시감도를 보정하기 위한 색 보정 필터에 사용되고, 파장이 400 내지 600nm인 가시광 영역의 광을 효율적으로 투과하며, 700nm 부근에 있어서의 샤프 커트 특성이 우수할 것이 요구된다.
- [0014] [투명 기관(110)]
- [0015] 투명 기관(110)은 유리이며, 내부에 초점을 맺게 조사되는 레이저 광에 의해 선택적으로 형성된 개질 영역(R)을 따라 절단된 절단면을 갖는다. 투명 기관(110)은 파괴 인성이 $0.1\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 내지 $0.74\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 의 범위 내인 것이 바람직하다. 또한, 투명 기관(110)은 50 내지 300°C 의 온도 범위에 있어서의 평균 열 팽창 계수가 $65 \times 10^{-7}/\text{K}$ 내지 $200 \times 10^{-7}/\text{K}$ 의 범위 내인 것이 바람직하다. 또한, 투명 기관(110)은 유리 전이점(Tg)이 300°C 내지 500°C 의 범위 내인 것이 바람직하다.
- [0016] 또한, 개질 영역(R)이란, 레이저 광(L)의 조사에 의해 투명 기관(110)의 내부에 어떠한 성질 변화가 일어난 영역을 말한다. 또한, 어떠한 성질 변화가 일어난 영역이란, 레이저 광(L)의 조사 전후에 있어서, 취약화나 상변화(용융과 응고의 변화)나 결정 구조의 변화가 발생한 영역이나 광학적(예를 들어, 굴절률 등)으로 변화가 발생한 영역을 말한다. 그로 인해, 투명 기관(110)에 개질 영역(R)을 형성한 후, 개질 영역(R)을 기점으로 크랙이 발생하는 경우가 있지만, 이들 크랙은 개질 영역(R)에는 포함되지 않는다. 또한, 개질 영역(R)은 투명 기관(110)의 표면에 이르지 않고, 투명 기관(110)의 내부에만 형성되는 것이 바람직하다.
- [0017] 투명 기관(110)의 파괴 인성이 $0.74\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 을 초과하면, 레이저 광에 의해 투명 기관(110)에 개질 영역(R)을 형성할 때에 개질 영역(R)으로부터 크랙이 발생하기 어렵기 때문에, 유리 기관(100)의 절단이 어렵다. 또한, 개질 영역(R)을 기점으로 해서 유리 기관(100)을 절단할 때에 크랙이 판 두께 방향으로 신전되기 어렵기 때문에, 무리하게 유리 기관(100)을 절단하게 되어 유리 기관(100)의 절단면이 거칠어짐과 함께, 치수 정밀도가 나빠진다. 또한, 크랙이 충분히 신전되도록 개질 영역(R)으로부터 발생하는 크랙을 크게 형성했다고 해도, 판 두께 방향 이외의 방향으로 신전되는 크랙도 커지기 때문에, 유리 기관(100)의 절단면이 거칠어진다. 이에 의해, 유리 기관(100)의 치수 정밀도가 나쁘고, 굽힘 강도가 낮아질 우려가 있다.
- [0018] 한편, 투명 기관(110)의 파괴 인성이 $0.1\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 미만이면 레이저 광에 의해 투명 기관(110)에 개질 영역(R)을 형성할 때에 개질 영역(R)으로부터 크랙이 발생하기 쉽다. 이로 인해, 유리 기관(100)의 개질 영역(R)으로부터 유리 기관(100) 혹은 투명 기관(110)의 표면에 달하는 크랙이 형성되어 버리고, 또한 판 두께 방향 이외의 방향으로 신전되는 크랙도 커지고, 절단된 유리 기관(100)이 절결되어 깨지기 쉬워지는 문제가 발생한다. 또한, 개질 영역(R)으로부터 유리 기관(100) 혹은 투명 기관(110)의 표면에 달하는 크랙이 형성되지 않도록 크랙을 작게 형성했다고 해도, 개질 영역(R)을 기점으로 해서 발생한 크랙이 과도하게 신전되기 쉽다. 이로 인해, 판 두께 방향 이외의 방향으로도 크랙이 신전되어 버려, 유리 기관(100)의 절단면이 거칠어진다. 이에 의해, 유리 기관(100)의 치수 정밀도가 나쁘고, 굽힘 강도가 낮아질 우려가 있다. 또한, 파괴 인성이 $0.1\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 미만이면 유리 기관(100)의 절단면에 존재하는 크랙이 미소해도 파괴의 원인이 되어 버리기 때문에, 절단 후의 유리 기관(100)은 굽힘 강도가 실용적으로 만족스럽게 되지 않을 우려가 있다.
- [0019] 투명 기관(110)의 파괴 인성은, 특히 $0.15\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 이상, $0.65\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 이하의 범위가 바람직하고, $0.2\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 이상, $0.6\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 이하의 범위가 더욱 바람직하며, $0.2\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 이상, $0.5\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 가 일층 바람직하다.

- [0020] 또한, 50 내지 300℃의 온도 범위에 있어서의 투명 기관(110)의 평균 열 팽창 계수가 $200 \times 10^{-7}/K$ 를 초과하면, 레이저 광에 의해 투명 기관(110)에 개질 영역(R)을 형성할 때에 개질 영역(R)으로부터 발생하는 크랙이 과대하게 형성되기 때문에, 절단 후의 유리 기관(100)의 치수 정밀도나 굽힘 강도가 현저하게 저하된다. 한편, 50 내지 300℃의 온도 범위에 있어서의 투명 기관(110)의 평균 열 팽창 계수가, $65 \times 10^{-7}/K$ 미만이면 레이저 광에 의해 투명 기관(110)에 개질 영역(R)을 형성할 때에 개질 영역(R)으로부터 크랙이 발생하기 어렵기 때문에, 유리 기관(100)의 절단이 어렵다.
- [0021] 50℃ 이상, 300℃ 이하의 온도 범위에 있어서의 투명 기관(110)의 평균 열 팽창 계수는 $75 \times 10^{-7}/K$ 이상, $180 \times 10^{-7}/K$ 이하의 범위가 바람직하고, $90 \times 10^{-7}/K$ 이상, $150 \times 10^{-7}/K$ 이하의 범위가 더욱 바람직하며, $110 \times 10^{-7}/K$ 이상, $140 \times 10^{-7}/K$ 이하의 범위가 일층 바람직하다.
- [0022] 또한, 투명 기관(110)의 유리 전이점(Tg)이 500℃를 초과하면, 레이저 광에 의해 투명 기관(110)에 개질 영역(R)을 형성할 때에 개질 영역(R) 자체가 형성되기 어렵기 때문에 유리 기관(100)의 절단이 어렵다. 한편, 투명 기관(110)의 유리 전이점(Tg)이 300℃ 미만이면 레이저 광에 의해 투명 기관(110)에 개질 영역(R)을 형성할 때에 개질 영역(R) 자체가 과대해지기 때문에, 절단 후의 유리 기관(100)의 치수 정밀도나 굽힘 강도가 현저하게 저하된다.
- [0023] 투명 기관(110)의 파괴 인성을 $0.2MPa \cdot m^{1/2}$ 내지 $0.74MPa \cdot m^{1/2}$, 50 내지 300℃의 온도 범위에 있어서의 평균 열 팽창 계수를 $65 \times 10^{-7}/K$ 내지 $200 \times 10^{-7}/K$ 로 하고, 유리 전이점(Tg)을 300℃ 내지 500℃로 하기 위해, 투명 기관(110)은 플루오로인산계 혹은 인산계의 유리 기관인 것이 바람직하다.
- [0024] 레이저 광(L)을 사용해서 투명 기관(110)에 개질 영역(R)을 형성할 때, 레이저 광(L)의 총 투입 에너지가 낮은 조건에서, 유리 기관(100)을 절단할 수 있는 것이 바람직하다. 즉, 레이저 광(L)으로 개질 영역(R)을 형성할 때, 총 투입 에너지가 크면 투명 기관(110)의 단부면에 남는 크랙이 커지고, 유리 기관(100)의 굽힘 강도가 낮아질 우려가 있다. 상기한 바와 같이 파괴 인성 혹은 평균 열 팽창 계수를 규정한 투명 기관(110)을 사용함으로써 레이저 광(L)의 총 투입 에너지가 낮은 조건에서 유리 기관(100)을 절단할 수 있다. 그로 인해, 투명 기관(110)의 단부면에 손상이 적고, 굽힘 강도가 높은 유리 기관(100)을 얻을 수 있다.
- [0025] 플루오로인산계의 유리 기관인 경우, 투명 기관(110)은 양이온 % 표시로,
- [0026] P^{5+} 20 내지 45%,
- [0027] Al^{3+} 1 내지 25%,
- [0028] R^+ 1 내지 30%(단, R^+ 는 Li^+ , Na^+ , K^+ 중 적어도 하나이며, 나중의 값은 각각의 함유 비율을 합계한 값이다),
- [0029] Cu^{2+} 1 내지 15%,
- [0030] R^{2+} 1 내지 50%(단, R^{2+} 는 Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Zn^{2+} 중 적어도 하나이며, 나중의 값은 각각의 함유 비율을 합계한 값이다)를 함유함과 함께,
- [0031] 음이온 % 표시로,
- [0032] F^- 10 내지 65%,
- [0033] O^{2-} 35 내지 90%를 함유하고 있는 것이 바람직하다.
- [0034] 투명 기관(110)을 구성하는 각 음이온 성분 및 각 양이온 성분의 함유량(양이온 %, 음이온 % 표시)을 상기 범위로 한정된 이유에 관해서 이하에 설명한다. 또한, 「양이온 %」란, 투명 기관(110)을 구성하는 모든 양이온 성분의 몰수를 합계한 합계 몰수 Mc 중, 각 양이온 성분의 몰수 Mc1이 차지하는 비율(백분율)을 나타내고 있다 [즉, $(Mc1/Mc) \times 100$]. 마찬가지로, 「음이온 %」란, 투명 기관(110)을 구성하는 모든 음이온 성분의 몰수를 합계한 합계 몰수 Ma 중, 각 음이온 성분의 몰수 Ma1이 차지하는 비율(백분율)을 나타내고 있다 [즉, $(Ma1/Ma) \times 100$].

- [0035] P^{5+} 는 유리를 형성하는 주성분(유리 형성 산화물에 의한 양이온 성분)이며, 파괴 인성을 향상시켜 가시 영역의 투과율을 향상시키고, 또한, 근적외 영역의 컷팅성을 높이기 위한 필수 성분이다. 그러나, P^{5+} 의 비율이 20 양이온 % 미만인 경우에는, 그 효과가 충분히 얻어지지 않기 때문에 바람직하지 않다. 또한, P^{5+} 의 비율이 45 양이온 %를 초과하는 경우에는, 유리가 불안정해져 액상 온도가 높아짐과 함께 내후성이 저하되기 때문에 바람직하지 않다. P^{5+} 의 비율은 바람직하게는 25 내지 44 양이온 %이며, 보다 바람직하게는 28 내지 43 양이온 %이다.
- [0036] Al^{3+} 는 파괴 인성을 향상시켜, 내후성을 높이기 위한 필수 성분이다. 그러나, Al^{3+} 의 비율이 1양이온 % 미만인 경우에는 그 효과가 충분히 얻어지지 않고, 25 양이온 %를 초과하는 경우에는 유리가 불안정해짐과 함께, 분광 특성이 저하되기 때문에 바람직하지 않다. Al^{3+} 의 비율은 바람직하게는 5 내지 20 양이온 %이며, 보다 바람직하게는 8 내지 18 양이온 %이다. 또한, Al^{3+} 의 원료로서, AlF_3 또는 $Al(PO_3)_3$ 을 사용한 쪽이 Al_2O_3 을 사용한 경우보다도, 용해 온도의 상승 방지나 미용물의 발생 방지가 가능한 점 및 F^- 의 투입량을 확보 가능한 점에서 바람직하다.
- [0037] R^+ 는 Li^+ , Na^+ , K^+ 중 적어도 하나이며, 유리의 용융 온도를 낮게 하기 때문에 유리를 연화시키기 위한 필수 성분이다. 그러나, R^+ 의 비율(Li^+ , Na^+ , K^+ 의 합계 비율)이, 1 양이온 % 미만인 경우에는 그 효과가 충분히 얻어지지 않고, 30 양이온 %를 초과하는 경우에는 유리가 불안정해짐과 함께 파괴 인성이 작아지기 때문에 바람직하지 않다. R^+ 의 비율은 바람직하게는 5 내지 25 양이온 %이며, 보다 바람직하게는 10 내지 23 양이온 %이다.
- [0038] 또한, R^+ 에 있어서, Na^+ 는 Li^+ 에 비하여 가시 영역의 투과율을 향상시키는 효과가 크지만, 파괴 인성을 낮추는 효과도 크다. 근적외선 컷팅 필터 유리에 있어서는, 가시 영역의 투과율은 가능한 한 높을 것이 요구된다. 그로 인해, 유리에 있어서는, $[Na^+]/([Li^+] + [Na^+])$ 의 값을 특정 범위로 함으로써, 파괴 인성과 가시 영역의 투과율의 양쪽 성능을 높이는 것이 가능하게 된다. $[Na^+]/([Li^+] + [Na^+])$ 의 값이 0.02 미만인 경우에는 가시 영역 투과율이 충분하지 않고, 0.25를 초과하는 경우에는 파괴 인성이 낮아지기 때문에 바람직하지 않다. $[Na^+]/([Li^+] + [Na^+])$ 의 값은 바람직하게는 0.03 내지 0.15이며, 보다 바람직하게는, 0.05 내지 0.1이다. 또한, 상기 식에 있어서, $[Na^+]$ 와 $[Li^+]$ 각각은 모든 양이온 성분 중, Na^+ 와 Li^+ 각각이 함유하는 비율(양이온 %)을 나타내고 있다.
- [0039] Cu^{2+} 는 근적외선을 컷팅하기 위한 필수 성분이다. 그러나, Cu^{2+} 의 비율이 1 양이온 % 미만인 경우에는 그 효과를 충분히 얻지 못하고, 15 양이온 %를 초과하는 경우에는 가시 영역 투과율이 저하하기 때문에 바람직하지 않다. Cu^{2+} 의 비율은 바람직하게는 2 내지 12 양이온 %이며, 보다 바람직하게는 2.5 내지 10 양이온 %이다.
- [0040] R^{2+} 는 Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Zn^{2+} 중 적어도 하나이며, 유리의 파괴 인성을 높게 하기 위한 필수 성분이다. 그러나, R^{2+} 의 비율(Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Zn^{2+} 의 합계 비율)이 1 양이온 % 미만인 경우에는 그 효과가 충분히 얻어지지 않고, 50 양이온 %를 초과하는 경우에는 유리가 불안정해지기 때문에 바람직하지 않다. R^{2+} 의 비율은 바람직하게는 5 내지 40 양이온 %이며, 보다 바람직하게는 10 내지 35 양이온 %이다.
- [0041] 또한, 알칼리 토금속의 각 양이온 성분과 유리의 파괴 인성의 관계를 조사한 바, Mg^{2+} , Ca^{2+} 및 Zn^{2+} 는 Sr^{2+} , Ba^{2+} 와 비교하여, 유리의 파괴 인성을 높이는 효과가 큰 것이 확인되었다. $([Mg^{2+}] + [Ca^{2+}] + [Zn^{2+}])/([Mg^{2+}] + [Ca^{2+}] + [Sr^{2+}] + [Ba^{2+}] + [Zn^{2+}])$ 의 값을 특정 범위로 함으로써, 유리의 파괴 인성을 높이는 것이 가능하다. $([Mg^{2+}] + [Ca^{2+}] + [Zn^{2+}])/([Mg^{2+}] + [Ca^{2+}] + [Sr^{2+}] + [Ba^{2+}] + [Zn^{2+}])$ 가 0.50 미만인 경우에는 파괴 인성이 작아지고, 0.80을 초과하는 경우에는 유리가 불안정해지기 때문에 바람직하지 않다. $([Mg^{2+}] + [Ca^{2+}] + [Zn^{2+}])/([Mg^{2+}] + [Ca^{2+}] + [Sr^{2+}] + [Ba^{2+}] + [Zn^{2+}])$ 는 바람직하게는 0.55 내지 0.75이

며, 보다 바람직하게는 0.60 내지 0.70이다. 또한, 상기 식에 있어서, $[Mg^{2+}]$ 와 $[Ca^{2+}]$ 와 $[Zn^{2+}]$ 와 $[Sr^{2+}]$ 와 $[Ba^{2+}]$ 각각은 모든 양이온 성분 중, Mg^{2+} 와 Ca^{2+} 와 Zn^{2+} 와 Sr^{2+} 와 Ba^{2+} 각각의 비율(양이온 %)이다.

- [0042] F^- 는 유리를 안정화시키기 위한, 및 내후성을 향상시키기 위한 필수 성분이다. 그러나, F^- 의 비율이, 10 음이온 % 미만인 경우에는 그 효과가 충분히 얻어지지 않고, 65 음이온 %를 초과하는 경우에는, 가시 영역 투과율이 저하할 우려가 있기 때문에 바람직하지 않다. F^- 의 비율은 바람직하게는 15 내지 60 음이온 %이며, 보다 바람직하게는 20 내지 55 음이온 %이다.
- [0043] O^{2-} 는 유리를 안정화시키기 위한 필수 성분이다. 그러나, O^{2-} 의 비율이 35 음이온 % 미만인 경우에는 상기 효과가 충분히 얻어지지 않고, 90 음이온 %를 초과하는 경우에는 유리가 불안정해지기 때문에 바람직하지 않다. O^{2-} 의 비율은 바람직하게는 40 내지 85 음이온 %이며, 보다 바람직하게는, 45 내지 80 음이온 %이다.
- [0044] 또한, 인산계 유리 기관인 경우, 투명 기관(110)은 질량% 표시로,
- [0045] P_2O_5 40 내지 80%,
- [0046] Al_2O_3 1 내지 20%,
- [0047] R_2O 0.5 내지 30%(단, R_2O 는 Li_2O , Na_2O , K_2O 중 적어도 하나이며, 나중의 값은 각각의 함유 비율을 합제한 값이다)
- [0048] CuO 1 내지 8%,
- [0049] RO 0.5 내지 40%(단, RO 는 MgO , CaO , SrO , BaO , ZnO 중 적어도 하나이며, 나중의 값은 각각의 함유 비율을 합제한 값이다)를 함유하는 것이 바람직하다.
- [0050] P_2O_5 는 유리를 형성하는 주성분(유리 형성 산화물)이며, 파괴 인성을 향상시키고 함께, 가시 영역의 투과율을 향상시켜 근적외 영역의 커트성을 높이기 위한 필수 성분이다. 그러나, P_2O_5 의 비율이 투명 기관(110) 전체에 있어서, 40질량% 미만인 경우에는 그 효과가 충분히 얻어지지 않고, 80질량%를 초과하는 경우에는, 유리가 불안정해져서 액상 온도가 높아짐과 함께 내후성이 저하하기 때문에 바람직하지 않다. P_2O_5 의 비율은 투명 기관(110) 전체에 있어서, 바람직하게는 42 내지 75질량%이며, 보다 바람직하게는 45 내지 70질량%이다.
- [0051] Al_2O_3 은 파괴 인성을 향상시키고 내후성을 높이기 위한 필수 성분이다. 그러나, Al_2O_3 의 비율이 투명 기관(110)의 전체에 있어서, 1질량% 미만인 경우에는 그 효과가 충분히 얻어지지 않고, 20질량%를 초과하는 경우에는 유리가 불안정해짐과 함께, 분광 특성이 저하하기 때문에 바람직하지 않다. Al_2O_3 의 비율은 투명 기관(110) 전체에 있어서, 바람직하게는 3 내지 18질량%이며, 보다 바람직하게는 6 내지 16질량%이다.
- [0052] R_2O 는 Li_2O 와 Na_2O 와 K_2O 중 적어도 1개이며, 유리의 용융 온도를 낮게 함과 함께 유리를 연화시키기 위한 필수 성분이다. 그러나, R_2O 의 비율(Li_2O , Na_2O , K_2O 의 합계 비율)이 투명 기관(110) 전체에 있어서, 0.5질량% 미만인 경우에는 그 효과가 충분히 얻어지지 않고, 30질량%를 초과하는 경우에는 유리가 불안정해짐과 함께 파괴 인성이 작아지기 때문에 바람직하지 않다. R_2O 의 비율은 바람직하게는 투명 기관(110) 전체에 있어서, 1 내지 25질량%이며, 보다 바람직하게는 2 내지 20질량%이다.
- [0053] CuO 는 근적외선 커트를 위한 필수 성분이다. CuO 의 비율이 투명 기관(110)의 전체에 있어서, 1질량% 미만인 경우에는 효과를 충분히 얻지 못하고, 8질량%를 초과하는 경우에는 가시 영역 투과율이 저하되기 때문에 바람직하지 않다. CuO 의 비율은 투명 기관(110)의 전체에 있어서, 바람직하게는 3 내지 8질량%이며, 보다 바람직하게는 4 내지 7질량%이다.
- [0054] RO 는 MgO , CaO , SrO , BaO , ZnO 중 적어도 하나이며, 유리의 파괴 인성을 높이기 위한 필수 성분이다. 그러나, RO 의 비율(MgO , CaO , SrO , BaO , ZnO 의 합계 비율)이 투명 기관(110)의 전체에 있어서, 0.5질량% 미만인 경우에는 그 효과가 충분하지 않고, 40질량%를 초과하는 경우에는 유리가 불안정해지기 때문에 바람직하지 않다. RO 의 비율은, 투명 기관(110)의 전체에 있어서, 바람직하게는 1 내지 35질량%이며, 보다 바람직하게는 2 내지 30질량%이다.

- [0055] 그 밖의 성분으로서, 질산염 화합물이나 황산염 화합물을 산화제 혹은 청정제로서 첨가할 수 있다.
- [0056] 투명 기판(110)의 조성을 상기 범위 내로 함으로써, 파괴 인성이 $0.1\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 내지 $0.74\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 이며, 50 내지 300°C 의 온도 범위에 있어서의 평균 열 팽창 계수가 $65 \times 10^{-7}/\text{K}$ 내지 $200 \times 10^{-7}/\text{K}$ 이며, 유리 전이점(T_g)이 300°C 에서 500°C 인 투명 기판(110)을 얻을 수 있다.
- [0057] [광학 박막(120)]
- [0058] 광학 박막(120)은 투명 기판(110)에 있어서, 광이 입사하는 측에 위치하는 표면(110A)에 형성되어 있다. 광학 박막(120)은 반사 방지막이며, 유리 기판(100)의 표면(110A)에 있어서, 광의 반사율을 저감시켜서 광의 투과율을 증가시킨다. 광학 박막(120)은, 예를 들어 불화 마그네슘(MgF_2)으로 형성된 단층막으로 구성되어 있다. 또한, 광학 박막(120)은 산화 알루미늄(Al_2O_3)과 산화지르코늄(ZrO_2)의 혼합물막, 산화지르코늄(ZrO_2)막 및 불화 마그네슘(MgF_2)막을, 이 순서로 적층한 3층막으로 구성되어 있어도 된다. 기타, 광학 박막(120)은 산화 규소(SiO_2)막과 산화티타늄(TiO_2)막을 교대로 적층한 교대 다층막 등으로 구성되어 있어도 된다. 이 단층 또는 다층막은 진공 증착이나 스퍼터링 등의 성막 방법으로 투명 기판(110)의 표면(110A)에 형성되어 있다. 그 밖에, 광학 박막(120)에 대해서는, 미세 요철을 형성하는 코팅제나 저굴절률성을 구비하는 코팅제를, 투명 기판(110)의 표면에 도포함으로써 도막으로서 형성해도 된다.
- [0059] [광학 박막(130)]
- [0060] 광학 박막(130)은 투명 기판(110)의 이면(110B)에, 자외(UV)선 및 적외(IR)선을 컷하는 UVIR 컷막으로서 형성되어 있다. 광학 박막(130)은, 예를 들어 SiO_2 막, TiO_2 막 등과 같이, 굴절률이 상이한 복수의 유전체막을 교대로 적층한 다층막으로 구성되어 있다. 이들 다층막은, 진공 증착이나 스퍼터링 등의 성막 방법으로 투명 기판(110)의 이면(110B)에 형성되어 있다. 또한, 투명 기판(110)이 근적외 파장 영역의 광을 충분히 흡수할 수 있는 경우에는, 광학 박막(130)이 근적외 파장 영역의 광을 컷하지 않고, 자외(UV)선을 컷하도록, 광학 박막(130)을 구성해도 된다.
- [0061] 또한, 투명 기판(110)이 다른 부재와 맞대어지는 경우나 필요성이 없는 경우에는, 광학 박막(120) 또는 광학 박막(130)을 투명 기판(110)의 표면(110A) 또는 이면(110B)에 형성하지 않아도 된다. 또한, 유리 기판(100)의 근적외선 컷 성능을 향상시킬 목적으로, 투명 기판(110)과 광학 박막(120) 사이 혹은 투명 기판(110)과 광학 박막(130) 사이에, 근적외선 흡수제를 수지에 분산한 수지 코트층을 개재시켜도 된다.
- [0062] (유리 기판의 절단 장치)
- [0063] 도 2는, 실시 형태에 관한 유리 기판의 절단 장치(200)의 모식도이다. 도 2에서는, 절단 장치(200)의 측면을 나타내고 있다. 도 2에 도시한 바와 같이, 절단 장치(200)는 테이블(210)과, 구동 기구(220)와, 레이저 광 조사 기구(230)와, 광학계(240)와, 거리 측정계(250)와, 제어 기구(260)를 구비한다.
- [0064] 테이블(210)은, 절단 대상인 유리 기판(100)을 적재하기 위한 대이다. 유리 기판(100)은, 반사 방지막인 광학 박막(120)이 형성되어 있는 표면(110A)(도 1 참조)측을 상측으로 해서, 테이블(210) 위에 적재된다. 또한, 테이블(210)은 도 2에 도시한 바와 같이, X 방향과 Y 방향과 Z 방향 각각으로 이동 가능하다. 또한, 테이블(210)은 도 2에 도시한 바와 같이, XY 평면 내에서 Z 방향을 회전축으로 하여 회전 방향 θ 로 회전 가능하다.
- [0065] 구동 기구(220)는 테이블(210)에 연결되어 있고, 제어 기구(260)로부터 출력된 지시(제어 신호 S1)에 기초하여, 테이블(210)을 수평 방향(X 방향, Y 방향), 수직 방향(Z 방향) 및 회전 방향(θ 방향)으로 이동시킨다.
- [0066] 레이저 광 조사 기구(230)는, 제어 기구(260)로부터 출력된 지시(제어 신호 S2)에 기초하여, 레이저 광(L)을 조사하는 광원이다. 또한, 레이저 광 조사 기구(230)의 광원에는, YAG 레이저를 사용하는 것이 바람직하다. YAG 레이저는 높은 레이저 강도를 얻을 수 있고, 전력을 절약함과 함께, 비교적 저렴하기 때문에 적합하다. 기타, 티탄 사파이어 레이저 등과 같이, 공지의 고체 레이저를 사용할 수도 있다.
- [0067] YAG 레이저가 출력하는 레이저 광(L)의 중심 파장은 1064nm 이다. 그러나, 비선형 광학 결정을 사용해서 고조파를 발생시킴으로써, 중심 파장이 532nm (녹색)인 레이저 광(L)이나, 중심 파장이 355nm (자외선)인 레이저 광(L)을 조사할 수도 있다. 또한, 티탄 사파이어 레이저가 출력하는 레이저 광(L)의 중심 파장은, 650 내지 1100nm 의 범위에서 조정 가능하며, 그 중에서도 가장 효율적으로 발진 가능한 것이 800nm 이다. 그리고, 비선형 광학

결정을 사용해서 고조파를 발생시킴으로써, 중심 파장이 예를 들어 400nm인 레이저 광(L)을 조사할 수도 있다.

- [0068] 레이저 광(L)은, 투명 기관(110)을 투과하는 파장 영역에 중심 파장을 구비하는 것이면 되고, 중심 파장이 380nm 내지 800nm인 것이 바람직하다. 레이저 광(L)이 전술한 파장 영역으로부터 벗어나면, 투명 기관(110)의 투과율이 저하되어 레이저 광(L)의 출력을 효율적으로 이용할 수 없게 될 우려가 있다.
- [0069] 또한, 투명 기관(110)에 구리 성분을 함유하는 유리를 사용한 경우, 그 유리는 자외광 및 근적외광을 흡수하는 특성을 갖는다. 그로 인해, 그 구리 성분을 함유하는 투명 기관(110)을 구비하는 유리 기관(100)을 절단하는 경우에는, 400nm 내지 700nm에 중심 파장을 구비하는 레이저 광(L)을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0070] 또한, 레이저 광 조사 기구(230)에는, 펄스 레이저 광을 레이저 광(L)으로서 조사할 수 있는 것을 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 레이저 광(L)의 광원으로서, 펄스 레이저 광을 조사할 수 있는 것이라면, 펄스 레이저, 피코초 레이저, 나노초 레이저 등을 사용해도 된다. 또한, 레이저 광 조사 기구(230)는, 투명 기관(110)의 두께(판 두께)나, 투명 기관(110) 내에 형성하는 개질 영역(R)의 크기에 따라, 레이저 광(L)의 파장, 펄스 폭, 반복 주파수, 조사 시간 및 에너지 강도 등의 인자를 임의로 설정할 수 있는 것을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0071] 레이저 광(L)의 펄스 폭은, 1 피코초 이상, 100 나노초 이하인 것이 바람직하다. 레이저 광(L)의 펄스 폭이 1 피코초 미만이면 레이저 광(L)에 의한 열의 영향이 적고, 개질 영역(R)이 충분히 형성될 수 없게 될 우려가 있다. 또한, 레이저 광(L)의 펄스 폭이 100 나노초를 초과하면, 1펄스당 피크 에너지가 작아 개질 영역(R)이 충분히 형성될 수 없을 우려가 있다.
- [0072] 레이저 광(L)의 반복 주파수는 1kHz 이상, 1MHz 이하인 것이 바람직하다. 레이저 광(L)의 반복 주파수가 1kHz 미만이면 개질 영역(R)의 형성 속도가 느려 생산성이 낮다. 또한, 레이저 광(L)의 반복 주파수가 1MHz를 초과하면, 레이저 광(L)의 조사 위치를 이동시키기 위한 속도를 빠르게 할 필요가 있으므로, 속도에 대응하기 위해서 고가의 구동 기구가 필요하게 되고, 또한, 위치 결정의 오차가 커질 우려가 있다.
- [0073] 광학계(240)는 광학 렌즈 O L(도시 생략)를 구비하고, 레이저 광 조사 기구(230)로부터 조사된 레이저 광(L)을 투명 기관(110)의 내부에 수렴시킨다. 즉, 광학계(240)는 투명 기관(110)의 내부에 집광점 P를 형성하고, 투명 기관(110)의 내부에 개질 영역(R)을 형성한다.
- [0074] 거리 측정계(250)는, 예를 들어 레이저 거리계이며, 위상차 측정 방식에 의해 유리 기관(100)의 표면, 즉 광학 박막(120)의 표면까지의 거리 H를 측정한다. 거리 측정계(250)는, 소정의 시간 간격(예를 들어, 수 마이크로초)으로 유리 기관(100)의 표면과의 사이의 거리 H를 측정하고, 거리 정보 D를 제어 기구(260)에 출력한다.
- [0075] 제어 기구(260)는, 유리 기관(100)에 있어서 미리 설정된 절단 라인(이하, 절단 예정 라인)을 따라 레이저 광(L)을 레이저 광 조사 기구(230)로부터 조사하도록, 구동 기구(220)를 제어해서 테이블(210)을 이동시킨다. 또한, 제어 기구(260)는 거리 측정계(250)로부터 출력되는 거리 정보 D에 기초하여, 테이블(210)의 높이를 조정한다.
- [0076] 즉, 제어 기구(260)는, 광학계(240)과 유리 기관(100) 사이의 거리 H가 일정한 범위 내(예를 들어, $\pm 5\mu\text{m}$)가 되도록, 구동 기구(220)를 제어하고, 높이 방향(Z 방향)에 있어서의 유리 기관(100)의 위치를 조정한다. 또한, 절단 후의 유리 기관(100)의 강도의 관점에서, 레이저 광(L)의 집광점 P가 투명 기관(110)의 두께 방향의 대략 중심에 위치하도록, 유리 기관(100)의 높이를 조정하는 것이 바람직하다.
- [0077] 도 3은, 유리 기관(100)을 절단할 때의 모습을 설명하기 위한 설명도이다. 도 3에 도시한 바와 같이, 레이저 광(L)의 조사에 의해 투명 기관(110)의 내부에 형성되는 개질 영역(R)은, 투명 기관(110)의 표면(110A) 및 이면(110B) 중 적어도 한쪽까지 이르지 않는 것이 바람직하다.
- [0078] (절단 방법)
- [0079] 이하에서, 유리 기관(100)의 제조 방법에 있어서, 유리 기관(100)을 절단하는 방법에 관해서 설명한다. 도 4의 (A), 도 4의 (B), 도 4의 (C)는 유리 기관(100)의 절단 방법의 설명도이다. 이하, 도 4의 (A), 도 4의 (B), 도 4의 (C)를 참조하여, 유리 기관(100)의 절단 방법에 대해서 설명한다.
- [0080] 먼저, 광학 박막(반사 방지막)(120)이 형성된 표면(110A)(도 1 참조) 측을 상측으로 해서, 유리 기관(100)을 익스팬드용 테이프 T1에 부착하는 것에 의해, 절단 장치(200)(도 2 참조)의 스테이지(210) 상에 유리 기관(100)을 적재한다[도 4의 (A) 참조]. 또한, 도 4의 (A)에서는, 1매의 유리 기관(100)을 테이프 T1에 부착하고 있지만, 테이프 T1에 부착하는 유리 기관(100)의 매수는 복수이어도 된다.

- [0081] 이어서, 절단 장치(200)를 사용하여, 절단 예정 라인을 따라 광학 박막(반사 방지막)(120)이 형성된 표면(110A) 측으로부터 유리 기판(100)에 레이저 광(L)을 조사하고, 유리 기판(100)의 내부에 개질 영역(R)(도 1 참조)을 형성한다[도 4의 (B) 참조]. 또한, 개질 영역(R)은, 절단 예정 라인을 따라 레이저 광(L)을 복수회 주사함으로써 형성해도 된다. 즉, 레이저 광(L)의 집광점 P를 유리 기판(100)의 판 두께 방향으로 상이하게 하고, 절단 예정 라인을 따라 레이저 광(L)을 복수회 주사하도록 해도 된다.
- [0082] 이와 같이, 유리 기판(100)에 있어서 광학 박막(반사 방지막)(120)이 형성된 표면(110A) 측으로부터 레이저 광(L)을 조사하면, 레이저 광(L)이 유리 기판(100)의 표면(110A) 측에서 반사되기 어렵다. 이로 인해, 유리 기판(100)의 내부에 입사되는 레이저 광(L)의 에너지 효율이 낮아지는 것을 억제할 수 있다. 이 결과, 유리 기판(100)의 내부에서 원하는 위치에 원하는 개질 영역(R)을 확실하게 형성할 수 있다.
- [0083] 이어서, 테이프 T1을 화살표 방향으로 확장함으로써, 유리 기판(100)에 인장 절단 응력을 가한다. 이에 의해, 유리 기판(100)에 형성된 개질 영역(R)을 기점으로 하여 절단 예정 라인을 따라 유리 기판(100)이 절단되어 개편화된다[도 4의 (C) 참조].
- [0084] 이상과 같이, 본 실시 형태에 따르면, 유리 기판(100)을 구성하는 투명 기판(110)은 파괴 인성이 $0.1\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 내지 $0.74\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 의 범위 내이다. 이로 인해, 본 실시 형태에서는, 투명 기판(110)의 내부에 형성된 개질 영역(R)을 기점으로 한 크랙이 발생하기 쉬워 유리 기판(100)을 용이하게 절단할 수 있다. 또한, 유리 기판(100)을 평면 방향으로 인장함으로써, 개질 영역(R)으로부터 발생한 크랙이 유리 기판(100)의 판 두께 방향으로 신전되기 쉽고, 유리 기판(100)의 절단면이 거칠어지기 어려움과 함께, 양호한 치수 정밀도 및 높은 굽힘 강도를 얻을 수 있다.
- [0085] 투명 기판(110)의 파괴 인성은 0.15 내지 $0.65\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 이 바람직하고, 0.2 내지 $0.6\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 이 더욱 바람직하며, 0.2 내지 $0.5\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 이 일층 바람직하다.
- [0086] 또한, 본 실시 형태에서는, 유리 기판(100)을 구성하는 투명 기판(110)은 50 내지 300°C 의 온도 범위에 있어서의 평균 열 팽창 계수가 $65 \times 10^{-7}/\text{K}$ 내지 $200 \times 10^{-7}/\text{K}$ 의 범위 내이며, 유리 전이점(Tg)이 300°C 부터 500°C 의 범위 내이다. 이로 인해, 레이저 광(L)에 의해 투명 기판(110)의 내부에 크랙의 기점이 되는 개질 영역(R)이 형성되기 쉽다. 그 결과, 원하는 절단 예정 라인을 따라, 크랙의 기점이 되는 개질 영역(R)을 용이하게 형성할 수 있다. 또한, 개질 영역(R)으로부터 크랙이 발생되기 쉽고, 유리 기판(100)의 절단면이 거칠어지기 어려움과 함께, 양호한 치수 정밀도 및 높은 굽힘 강도를 얻을 수 있다.
- [0087] 50 내지 300°C 의 온도 범위에 있어서의 투명 기판(110)의 평균 열 팽창 계수는 $75 \times 10^{-7}/\text{K}$ 내지 $180 \times 10^{-7}/\text{K}$ 가 바람직하고, $90 \times 10^{-7}/\text{K}$ 내지 $150 \times 10^{-7}/\text{K}$ 가 더욱 바람직하며, $110 \times 10^{-7}/\text{K}$ 내지 $140 \times 10^{-7}/\text{K}$ 가 일층 바람직하다.
- [0088] 판 두께가 0.10mm 에서 1.00mm 의 범위인 얇은 유리 기판은, 블레이드 다이싱 등의 절단 방법으로 절단한 경우, 단부에 발생한 칩핑 등을 기점으로 하여 금이나 절결 등이 발생할 우려가 있다. 그러나, 본 발명의 실시 형태에 관한 절단 방법은 유리 기판의 판 두께가 얇을수록, 작은 개질 영역(R)에서 절단하는 것이 가능하다. 즉, 유리 기판에 조사하는 레이저의 에너지를 작게 하는 것이 가능하다. 그로 인해, 유리 기판의 판 두께가 얇을수록, 절단에 의해 유리 기판의 단부에 칩핑이나 크랙 등이 발생하는 일이 적어지기 때문에, 높은 강도의 유리 기판이 얻어지고, 전술한 판 두께의 범위 내의 유리 기판의 절단 방법으로서 적합하다.
- [0089] 또한, 유리 기판(100)을 구성하는 투명 기판(110)의 파괴 인성을 $0.1\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 내지 $0.74\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 의 범위 내, 50 내지 300°C 의 온도 범위에 있어서의 평균 열 팽창 계수를 $65 \times 10^{-7}/\text{K}$ 내지 $200 \times 10^{-7}/\text{K}$ 의 범위 내, 유리 전이점(Tg)을 300°C 에서 500°C 의 범위 내로 하기 위해서는, 하기의 조성으로 하는 것이 바람직하다.
- [0090] 구체적으로는, 투명 기판(110)이 플루오로인산계의 유리 기판인 경우에는, 양이온 % 표시로,
- [0091] P^{5+} 20 내지 45% ,
- [0092] Al^{3+} 1 내지 25% ,
- [0093] R^+ 1 내지 30% (단, R^+ 는 Li^+ , Na^+ , K^+ 중 적어도 하나이며, 나중의 값은 각각의 함유 비율을 합계한 값이다)

- [0094] Cu^{2+} 1 내지 15%,
- [0095] R^{2+} 1 내지 50%(단, R^{2+} 는 Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Zn^{2+} 중 적어도 하나이며, 나중의 값은 각각의 함유 비율을 합제한 값이다)를 함유함과 함께,
- [0096] 음이온 % 표시로,
- [0097] F^- 10 내지 65%,
- [0098] O^{2-} 35 내지 90%를 함유하고 있는 것이 바람직하다.
- [0099] 또한, 투명 기관(110)이 인산계의 유리 기관인 경우에는, 질량% 표시로,
- [0100] P_2O_5 40 내지 80%,
- [0101] Al_2O_3 1 내지 20%,
- [0102] R_2O 0.5 내지 30%(단, R_2O 는 Li_2O , Na_2O , K_2O 중 적어도 하나이며, 나중의 값은 각각의 함유 비율을 합제한 값이다)
- [0103] CuO 1 내지 8%,
- [0104] RO 0.5 내지 40%(단, RO 는 MgO , CaO , SrO , BaO , ZnO 중 적어도 하나이며, 나중의 값은 각각의 함유 비율을 합제한 값이다)를 함유하는 것이 바람직하다.
- [0105] 도 5는, 상기와 같이 해서 절단한 유리 기관(100)을 촬상 장치(300)에 사용한 일례를 나타내는 단면도이다. 촬상 장치(300)는, 고체 촬상 소자(310)(예를 들어, CCD나 CMOS)를 내장한 하우징(320)에, 본 실시 형태의 유리 기관(100)을 기밀 봉착한 것이다. 본 실시 형태의 유리 기관(100)을 사용함으로써, 단부에 발생한 칩핑이나 크랙 등을 기점으로 해서 광학 유리에 금이 발생할 우려를 억제할 수 있다. 이 결과, 신뢰성이 높은 촬상 장치(300)를 제공할 수 있다.
- [0106] 실시예
- [0107] 이하, 본 발명의 실시예에 기초하여 상세하게 설명하지만, 본 발명은 하기의 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0108] 실시예(예 3)에서는, 유리 기관으로서 플루오로인산 유리(판 두께 0.3mm, 치수 100mm×100mm)를 준비했다. 이에 반해 비교예(예 10)에서는, 유리 기관으로서 무알칼리 유리(알루미노실리케이트계 유리, 판 두께 0.3mm, 치수 100mm×100mm)를 준비했다. 또한, 실시예에서 준비한 유리 기관은, 상기 실시 형태에서 설명한 조성 범위에서 형성된 유리이다.
- [0109] 또한, 이하에 설명하는 실시예 및 비교예는, 유리의 표면에 광학 박막을 형성하지 않는다. 이 경우, 유리 기관과 투명 기관은 같은 의미이다.
- [0110] 각 유리 기관의 파괴 인성은 실시예(예 3)에서는 $0.44\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 이며, 비교예(예 10)에서는 $0.85\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 이었다. 또한, 각 유리 기관의 열 팽창 계수는 실시예(예 3)에서는 $129 \times 10^{-7}/\text{K}$ 이며, 비교예(예 10)에서는 $38 \times 10^{-7}/\text{K}$ 이었다. 또한, 각 유리 기관의 유리 전이점은 실시예(예 3)에서는 400°C 이고, 비교예(예 10)에서는 690°C 이었다.
- [0111] 유리 기관의 파괴 인성은, JIS R1607에서 규정된 파괴 인성 측정법(IF법)에 있어서, 다음 식에 의해 산출되는 값(K1c)이다. 또한, 유리 기관의 파괴 인성의 측정은, 비커스 경도계(Future Tech사제, ARS9000F 및 해석 소프트웨어: FT-026)를 사용하고, 실온이 23°C 이며, 습도가 약 30%인 환경 조건 하에서 행했다. 또한, 이 측정에 있어서는, 압자에 의해 형성된 압흔으로부터 균열이 신장되어 시간 경과와 함께 성장한다. 그로 인해, 유리 기관으로부터 압자를 이격한 후, 30초 이내에 균열 길이의 측정을 행했다.
- [0112]
$$K1c = 0.026 \cdot E^{1/2} \cdot P^{1/2} \cdot a \cdot C^{3/2}$$
- [0113] 상기 식에 있어서, E는 영률이고, P는 압입 하중, a는 압흔 대각선 길이의 평균의 1/2이며, C는 균열 길이의 평균의 1/2이다. 유리 기관의 열 팽창 계수는, JIS R3102에서 규정된 시차식에 의해 측정된 것으로서, 50°C 내지 300°C 에서 측정된 값의 평균값이다. 또한, 유리 기관의 유리 전이점은, JIS R3103-3에 준거한 TMA(열 기계 분

석)에 의해 측정된 값이다.

- [0114] 실시예 및 비교예에서는, 유리 기판을 이하에 나타내는 조건에서 5mm×5mm의 사각형상으로 절단했다.
- [0115] 유리 기판의 내부에 선택적으로 개질 영역을 형성하는 공정에 대해서는, 이하의 조건에서 행했다. 레이저 광원으로 YAG 레이저(중심 파장 1064nm)를 사용하고, 그것을 변조해서 중심 파장이 532nm인 펄스 레이저 광을 유리 기판에 입사했다. 또한, 레이저 출력은, 개질 영역이 유리 기판의 표면에 도달하지 않은 정도의 출력이며, 1펄스당 에너지가 2μJ 내지 20μJ의 범위로부터 적절한 에너지를 선택했다. 레이저 광에 의해 형성되는 개질 영역의 중심은, 유리 기판의 판 두께 방향의 중심부(예를 들어, 유리 기판의 판 두께가 0.3mm인 경우, 유리 표면으로부터 판 두께 방향으로 0.15mm인 위치)로 했다.
- [0116] 계속해서, 개질 영역을 형성한 유리 기판을, 개질 영역을 기점으로 해서 유리 기판의 두께 방향으로 발생한 크랙을 신전하고, 개질 영역을 따라 유리 기판을 절단하는 공정을 행했다. 이 공정에서는, 개질 영역을 형성한 유리 기판을, 연신성을 갖는 수지 필름에 부착하고, 그 수지 필름을 유리 기판의 평면 방향으로 인장했다. 이와 같이 하여, 유리 기판의 개질 영역으로부터 발생한 크랙을 유리 기판의 표면에까지 신전시킴으로써 유리 기판을 절단했다.
- [0117] 이어서, 각 유리 기판의 절단성을 확인했다. 즉, 개질 영역을 따라 유리 기판을 절단하는 공정에 있어서, 절단 예정 라인의 98% 이상이 절단되어 있는 상태인 경우에, 유리 기판이 절단되었다고 판단했다.
- [0118] 실시예(예 3)에서는, 절단 예정 라인을 레이저 광으로 1회 주사하는 것만으로 유리 기판을 절단할 수 있었다. 이에 반해, 비교예(예 10)에서는, 절단 예정 라인을 레이저 광으로 1회 주사한 것만으로는 유리 기판을 절단할 수 없었다. 그로 인해, 비교예(예 10)에서는, 유리 기판에 대하여 절단 예정 라인의 동일 개소를 레이저 광으로 주사하는 횟수를 1회씩 증가시켜서 절단할 수 있는지 확인했다. 레이저 광의 주사 횟수를 증가시킬 때에는, 유리 기판의 판 두께 방향에 있어서 레이저 광의 주사 위치를 바꿈으로써, 레이저 광의 주사에 의해 먼저 형성된 개질 영역의 중심과, 나중에 형성된 개질 영역의 중심이, 서로 동일한 위치가 되지 않도록 제어했다. 결과로서, 비교예(예 10)에서는, 동일한 절단 예정 라인을 레이저 광으로 7회 주사함으로써 유리 기판을 절단할 수 있었다.
- [0119] 비교예(예 10)에서는, 유리 기판의 내부에 있어서 레이저 광에 의해 형성된 개질 영역으로부터 발생하는 크랙의 사이즈가 작고, 개질 영역을 따라 유리 기판을 절단하는 공정에 있어서, 그 크랙이 유리 기판 표면으로 신전되기 어렵다고 생각된다. 이로 인해, 비교예에서는, 상기한 바와 같이 동일한 절단 예정 라인에 대하여 복수회의 레이저 광의 주사가 필요하다고 생각된다.
- [0120] 이에 반해, 실시예(예 3)에서는, 유리 기판의 내부에서 레이저 광에 의해 형성된 개질 영역으로부터 발생하는 크랙의 사이즈가 적절하게 크고, 개질 영역을 따라 유리 기판을 절단하는 공정에 있어서, 그 크랙이 유리 기판 표면으로 신전되기 쉽다고 생각된다. 이로 인해, 실시예에서는, 상기한 바와 같이 동일한 절단 예정 라인에 대하여 1회의 레이저 광의 주사로 확실하게 절단할 수 있었다고 생각된다.
- [0121] 표 1 및 표 2에서는, 유리 조성이 상이한 복수의 유리 기판에 대해서, 상기와 마찬가지로, 절단성을 확인한 실시예(예 1 내지 예 8)를 나타내고 있다. 표 1 및 표 2에 있어서, 예 1부터 예 8은 실시예이며, 예 9 및 예 10은 비교예이다.
- [0122] 표 1 및 표 2에서는, 예 1부터 예 10에서 사용한 유리 기판에 대해서, 유리 조성, 판 두께, 파괴 인성, 평균 열팽창 계수(50 내지 300℃의 온도 범위) 및, 유리 전이점을 나타내고 있다. 또한, 표 1 및 표 2에서는, 가공 시의 레이저 광 조건으로서, 레이저 광의 총 투입 에너지를 나타내고 있다. 레이저 광의 총 투입 에너지는 1펄스당 출력값(μJ/펄스)에 주사 횟수를 적산한 값에 대해서, 예 10의 경우를 1로 했을 때의 상대값을 나타내고 있다.
- [0123] 기타, 표 1 및 표 2에서는, 절단 후의 유리 기판의 강도와, 유리 기판의 절단성을 나타내고 있다. 절단 후의 유리 기판의 강도는, 4점 굽힘 강도의 평균값에 대해서, 예 10의 경우를 1로 했을 때의 상대값을 나타내고 있다. 또한, 유리 기판의 절단성으로서, 절단 가능한 레이저 광의 최소 주사 횟수에 대해서 확인한 결과를 나타내고 있다.
- [0124] 또한, 표 1, 표 2에 있어서, 조성(wt%, 음이온 %, 양이온 %)에 대해서는, 소수점 이하의 첫째 자리까지(함유량이 미소한 성분 에 대해서는, 소수점 이하의 둘째 자리까지)를 표시하고 있다. 또한, 표 1, 표 2에 있어서, 「-」로 표시한 개소는 미측정인 것을 나타내고 있다.

[0125]

절단 후의 유리 기판의 강도에 대해서는, JIS R 1601(2008년)에서 규정된 「4점 굽힘 강도 시험」을 참고로 해서 측정을 행했다. 여기에서는, 시험편은 5mm×5mm의 정사각형상의 사이즈이며, 지지점 피치를 3mm로 하고, 하중점 피치를 1mm로 하며, 지지구에 있어서 지지점 및 하중점이 되는 선단의 곡률 반경을 0.25mm로 했다. 또한, 굽힘 강도는 1개의 조건에 대해서 16장 측정하고, 그들의 평균값을 나타냈다.

표 1

조성계	예 1	예 2	예 3	예 4
조성계 (wt%)	플루오로인산	플루오로인산	플루오로인산	플루오로인산
P ₂ O ₅	54.0	26.1	41.6	41.6
AlF ₃	5.2	21.3	11.5	11.5
CuO	3.8	2.2	3.4	3.4
MgF ₂	10.5	6.1	3.0	3.0
CaF ₂	15.8	3.5	5.3	5.3
BaF ₂	3.6	13.0	15.0	15.0
SrF ₂	0.0	18.4	10.4	10.4
LiF	0.0	9.2	9.8	9.8
NaF	7.1	0.2	0.0	0.0
합계	100.0	100.0	100.0	100.0
판 두께 [mm]	0.3	0.3	0.3	0.15
과괴 인장 [MPa·m ^{1/2}]	0.40	0.48	0.44	0.44
평균 열 팽창 계수 [$\times 10^{-7}/K$]	81	-	129	129
유리 전이점 [°C]	485	-	400	400
레이저 광의 흡수율 에너지	-	-	0.15	0.04
4점 굽힘 강도 (평균값)	-	-	2.8	4.0
절단점(주사렛수)	1회	1회	1회	1회

조성계	예 1	예 2	예 3	예 4
조성계 (cat%/anion%)	플루오로인산	플루오로인산	플루오로인산	플루오로인산
P ⁵⁺	47.6	26.8	41.0	41.0
Al ³⁺	3.9	18.5	9.5	9.5
Li ⁺	0.0	25.9	28.5	28.5
Na ⁺	10.5	0.4	0.0	0.0
K ⁺	10.4	0.0	0.0	0.0
Mg ²⁺	10.6	7.1	3.2	3.2
Ca ²⁺	12.7	3.2	4.7	4.7
Sr ²⁺	0.0	10.7	5.8	5.8
Ba ²⁺	1.3	5.4	6.2	6.2
Cu ²⁺	3.0	2.0	3.1	3.1
양이온 합계	100.0	100.0	100.0	100.0
F ⁻	12.5	42.4	14.6	14.6
O ⁻	87.5	57.6	85.4	85.4
음이온 합계	100.0	100.0	100.0	100.0

[0126]

표 2

	예5	예6	예7	예8	예9	예10
조성비	인산	인산	인산	붕규산	소다석회	무알카리
조성 (wt%)						
P ₂ O ₅	70.5	71.1	65.8	0.0	0.0	0.0
Al ₂ O ₃	8.2	13.0	14.9	4.5	1.1	17.0
CuO	7.9	4.1	5.5	0.0	0.0	0.0
B ₂ O ₃	1.3	0.0	0.0	8.5	0.0	8.0
SiO ₂	0.0	0.0	0.08	65.5	70.6	60.0
MgO	0.0	3.3	0.3	0.0	5.9	3.0
CaO	0.0	0.0	0.07	0.0	9.2	4.0
BaO	4.5	2.8	4.5	0.0	0.0	0.0
SrO	0.0	0.0	0.02	0.0	0.0	8.0
ZnO	0.0	1.4	4.0	8.1	0.0	0.0
Li ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
K ₂ O	0.0	4.3	4.8	6.7	0.7	0.0
Na ₂ O	7.6	0.0	0.0	6.7	12.5	0.0
Fe ₂ O ₃	0.0	0.0	0.02	0.02	0.0	0.0
SO ₃	0.0	0.0	0.05	0.0	0.0	0.0
합계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
판 두께 [mm]	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
파괴 인성 [MPa·m ^{1/2}]	0.54	0.61	0.58	0.67	0.75	0.85
평균 열 팽창 계수 [$\times 10^{-7}/K$]	99	81	79	72	85	38
유리 전이점 [°C]	470	485	530	557	555	690
레이저 광의 총 투입 에너지	0.25	-	-	0.75	0.70	1.00
4점 굽힘 강도(평균값)	2.0	-	-	1.6	-	1.00
절단성(주사 횟수)	1회	2회	1회	3회	6회	7회

[0127]

[0128]

표 1 및 표 2에 나타난 바와 같이, 예 1부터 예 8에서는, 파괴 인성이 0.1MPa·m^{1/2} 내지 0.74MPa·m^{1/2}의 범위 내, 혹은, 50 내지 300°C의 온도 범위에 있어서의 평균 열 팽창 계수가 65×10⁻⁷/K 내지 200×10⁻⁷/K의 범위 내이다. 예 1 내지 예 8에서는, 유리 기판의 절단 예정 라인을 레이저 광으로 1회 내지 3회 주사함으로써 절단하는 것이 가능하다.

[0129]

특히, 예 1 내지 예 4에서는, 다른 예보다도, 파괴 인성이 작고, 평균 열 팽창 계수가 큰 플루오로인산 유리를 유리 기판으로서 사용하고 있으므로, 작은 레이저 광의 총 투입 에너지에서 유리 기판의 절단 예정 라인을 레이저 광으로 1회 주사함으로써 절단하는 것이 가능하다.

[0130]

또한, 예 3 내지 예 5에서는, 비교예에 반하여 파괴 인성이 작고, 평균 열 팽창 계수가 크기 때문에, 레이저 광의 총 투입 에너지를 작게, 레이저 광의 주사 횟수를 적게 할 수 있다. 그로 인해, 유리 기판의 단부면에 남은 크랙이나 칩핑이 작아지기 때문에, 굽힘 강도가 높은 유리 기판을 얻는 것이 가능하다. 통상, 파괴 인성이 큰 유리일수록 굽힘 강도가 높은 것이 알려져 있다. 그러나, 본 발명의 절단 방법을 사용하면, 파괴 인성이 작은 유리일수록, 절단 후에 있어서의 유리 기판의 굽힘 강도가 높아진다는 특이한 결과가 얻어진다.

[0131]

표 1 및 표 2에 나타난 바와 같이, 예 1 내지 예 8의 각각에 있어서, 유리 기판 내부에 개질 영역을 효율적으로 형성하고, 용이하게 절단할 수 있어 굽힘 강도가 높은 유리 기판을 얻을 수 있다.

[0132]

산업상 이용가능성

[0133]

본 발명의 유리 기판 절단 방법은, 판 두께가 0.10mm에서 1.00mm로 얇고, 또한 굽힘 응력이 부여되는 용도[예를 들어, 디지털 스틸 카메라 등의 고체 촬상 소자(CCD나 CMOS)에 사용되는 커버 유리나 근적외선 커트 필터 등의 광학 유리]에 적절하게 사용할 수 있다.

부호의 설명

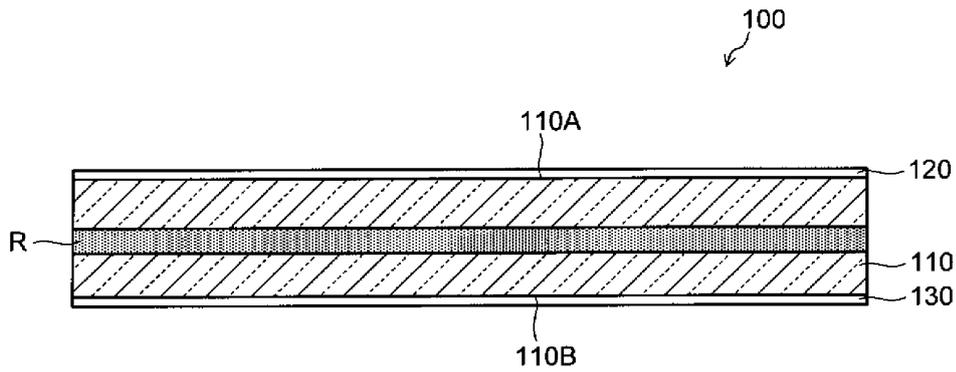
[0134]

100: 유리 기판

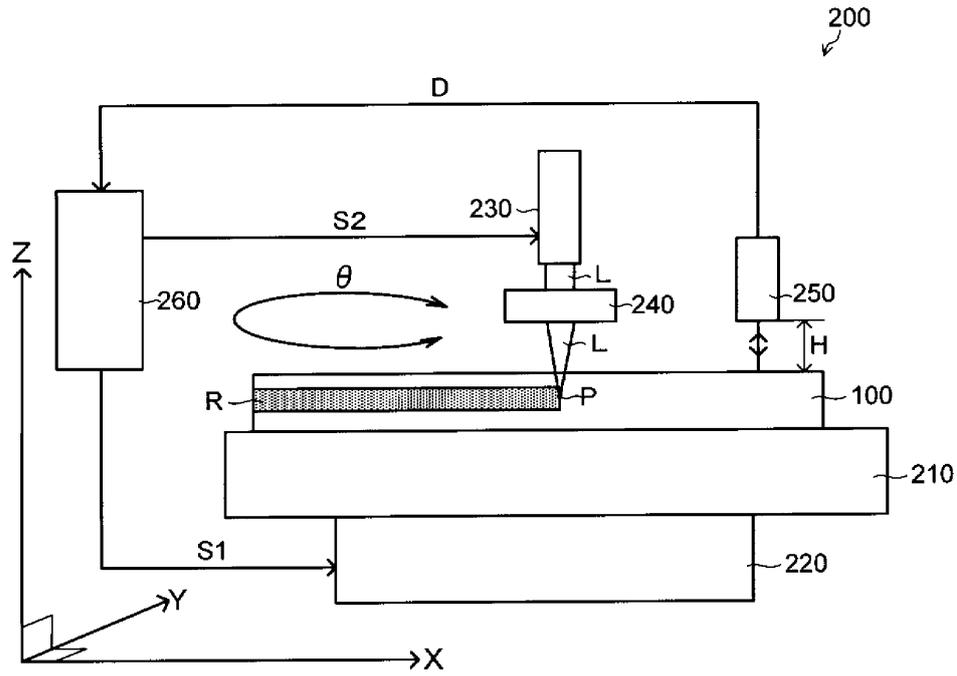
- 110: 투명 기판
- 120, 130: 광학 박막
- 200: 유리 기판의 절단 장치
- 210: 테이블
- 210: 스테이지
- 220: 구동 기구
- 230: 레이저 광 조사 기구
- 240: 광학계
- 250: 거리 측정계
- 260: 제어 기구
- O L: 광학 렌즈
- T1, T2: 테이프

도면

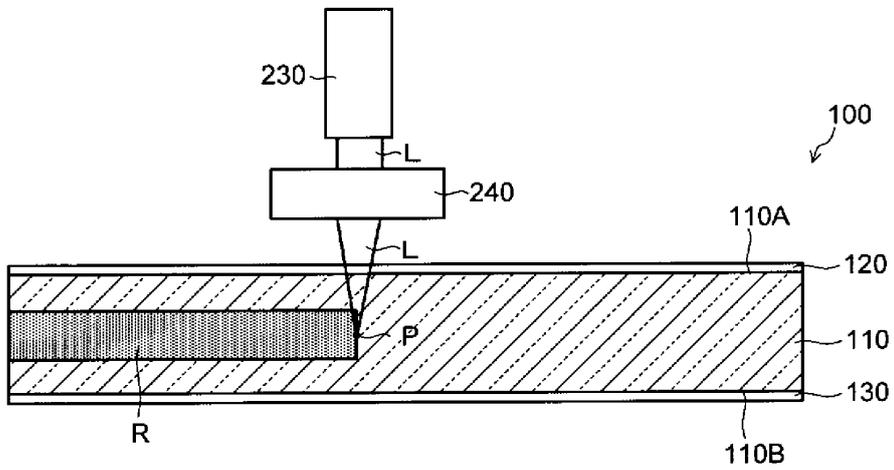
도면1



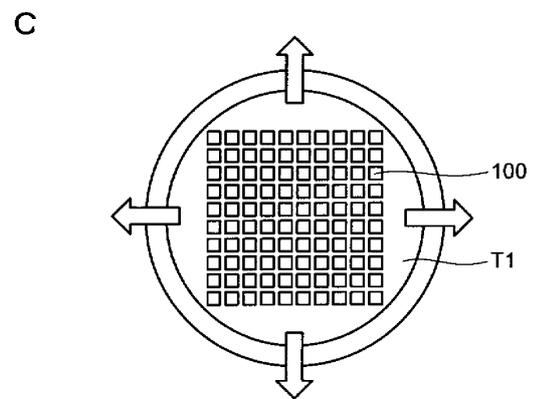
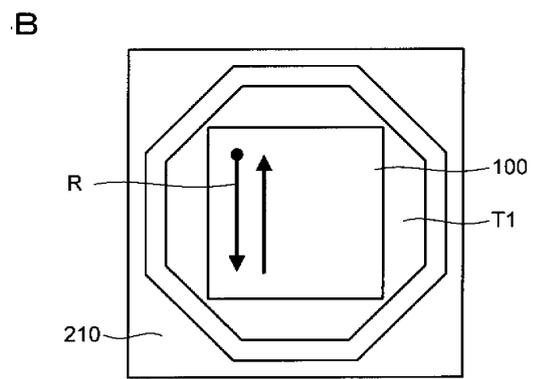
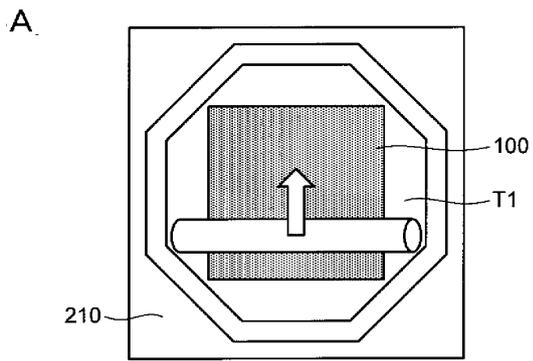
도면2



도면3



도면4



도면5

