



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0088146
(43) 공개일자 2013년08월07일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>B23K 26/38</i> (2006.01) <i>B23K 26/00</i> (2006.01)
 <i>B23K 26/40</i> (2006.01) <i>B23K 26/42</i> (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-7004727
 (22) 출원일자(국제) 2011년07월19일
 심사청구일자 없음
 (85) 번역문제출일자 2013년02월25일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2011/066321
 (87) 국제공개번호 WO 2012/014710
 국제공개일자 2012년02월02일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2010-167406 2010년07월26일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인
 하마마츠 포토닉스 가부시기가이샤
 일본국 시주오카켄 하마마츠시 히가시쿠 이치노초 1126-1
 (72) 발명자
 시모이 히데키
 일본국 시주오카켄 하마마츠시 히가시쿠 이치노초 1126-1 하마마츠 포토닉스 가부시기가이샤 내
 아라키 게이스케
 일본국 시주오카켄 하마마츠시 히가시쿠 이치노초 1126-1 하마마츠 포토닉스 가부시기가이샤 내
 (74) 대리인
 특허법인태평양</p> |
|---|--|

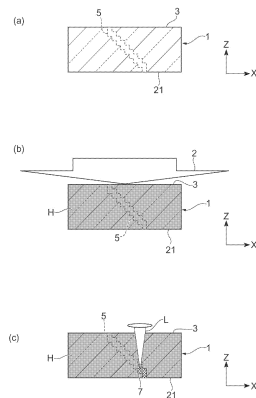
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **레이저 가공방법**

(57) 요약

유리로 형성된 가공대상물(1)의 내부에 레이저광(L)을 집광시켜 개질영역(7)을 형성하고, 이 개질영역(7)을 따라서 에칭함으로써, 가공대상물(1)에 관통구멍(24)을 형성하는 레이저 가공방법으로서, 가공대상물(1)의 적어도 일부를 브라우닝에 의해 변색시키는 브라우닝 공정과, 브라우닝 공정 후에, 가공대상물(1)에 레이저광(L)을 집광시킴으로써, 가공대상물(1)의 변색 부분에 개질영역(7)을 형성하는 레이저광 집광공정과, 레이저광 집광공정 후에, 가공대상물(1)에 에칭처리를 시행함으로써, 개질영역(7)을 따라서 에칭을 선택적으로 진전시켜 관통구멍(24)을 형성하는 에칭처리 공정을 포함하는 레이저 가공방법.

대표도 - 도7



특허청구의 범위

청구항 1

유리로 형성된 가공대상물의 내부에 레이저광을 집광(集光)시켜 개질(改質)영역을 형성하고, 이 개질영역을 따라서 에칭함으로써, 상기 가공대상물에 관통구멍을 형성하는 레이저 가공방법으로서,

상기 가공대상물의 적어도 일부를 브라우닝(browning)에 의해 변색시키는 브라우닝 공정과,

상기 브라우닝 공정 후에, 상기 가공대상물에 상기 레이저광을 집광시킴으로써, 상기 가공대상물의 변색 부분에 상기 개질영역을 형성하는 레이저광 집광공정과,

상기 레이저광 집광공정 후에, 상기 가공대상물에 에칭처리를 시행함으로써, 상기 개질영역을 따라서 상기 에칭을 선택적으로 진전(進展)시켜 상기 관통구멍을 형성하는 에칭처리 공정을 포함하는 레이저 가공방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 레이저광 집광공정 후에, 상기 가공대상물에 열처리를 시행함으로써, 상기 가공대상물의 변색 부분에서의 적어도 일부를 복색(復色)하는 복색공정을 더 포함하는 레이저 가공방법.

청구항 3

청구항 1 또는 2에 있어서,

상기 브라우닝 공정에서는 상기 가공대상물에서 복수 부분을 변색시키고,

상기 레이저광 집광공정에서는 상기 가공대상물에 상기 레이저광을 조사하면서, 이 레이저광을 복수의 상기 변색 부분에 걸쳐도록 일방향으로 상대이동시키는 레이저 가공방법.

청구항 4

청구항 1 내지 3 중 어느 한 항에 있어서,

상기 변색 부분은 상기 레이저광 집광공정으로 형성하는 상기 개질영역의 크기에 따른 농도를 가지고 있는 레이저 가공방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 변색 부분은 그라데이션(gradation)을 가지고 있는 레이저 가공방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 레이저 가공방법에 관한 것이고, 특히, 가공대상물에 관통구멍을 형성하는 레이저 가공방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 종래의 레이저 가공방법으로서, 유리로 형성된 가공대상물의 내부에 레이저광을 집광시켜 개질(改質)영역을 형성하고, 이 가공대상물에 에칭처리를 시행하여 개질영역을 제거함으로써, 관통구멍을 가공대상물에 형성하는 것이 알려져 있다(예를 들면, 특허문헌 1 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) [특허문헌 1] 일본국 특개2005-206401호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 여기서, 상술한 것과 같은 레이저 가공방법에서는, 유리의 레이저광에 대한 투과율이 현저하게 높기 때문에, 유리로 형성된 가공대상물에 레이저광을 집광시켜 개질영역을 형성하려고 하면, 예를 들면 레이저광의 초단(超短)펄스화나 단파장화가 필요하고, 따라서, 개질영역을 형성하는 것이 곤란해지는 경우가 있다. 이 때문에, 상술한 것과 같은 레이저 가공방법에서는 유리로 형성된 가공대상물에서 레이저광에 대한 가공성을 높이는 것이 요구되고 있다.

[0005] 그래서, 본 발명은 유리로 형성된 가공대상물에서 레이저광에 대한 가공성을 높일 수 있는 레이저 가공방법을 제공하는 것을 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일측면은 레이저 가공방법에 관한 것이다. 이 레이저 가공방법은, 유리로 형성된 가공대상물의 내부에 레이저광을 집광시켜 개질영역을 형성하고, 이 개질영역을 따라서 에칭함으로써, 가공대상물에 관통구멍을 형성하는 레이저 가공방법으로서, 가공대상물의 적어도 일부를 브라우닝(browning)에 의해 변색시키는 브라우닝 공정과, 브라우닝 공정 후에, 가공대상물에 레이저광을 집광시킴으로써, 가공대상물의 변색 부분에 개질영역을 형성하는 레이저광 집광공정과, 레이저광 집광공정 후에, 가공대상물에 에칭처리를 시행함으로써, 개질영역을 따라서 에칭을 선택적으로 진전(進展)시켜 관통구멍을 형성하는 에칭처리 공정을 포함한다.

[0007] 이 레이저 가공방법에서는, 브라우닝에 의해 변색시킨 가공대상물의 변색 부분에서 레이저광의 투과율을 저하시켜, 이 레이저광의 흡수를 유발할 수 있다. 이 때문에, 이 가공대상물의 변색 부분에서는 레이저광의 집광에 의해서 개질영역이 용이하게 형성되게 된다. 따라서, 유리로 형성된 가공대상물에서 레이저광에 대한 가공성을 높이는 것이 가능하게 된다.

[0008] 또, 레이저광 집광공정 후에, 가공대상물에 열처리를 시행함으로써, 가공대상물의 변색 부분에서의 적어도 일부를 복색(復色)하는 복색공정을 더 포함할 수 있다. 이 경우, 가공대상물의 변색 부분의 색을 변색 전의 상태로 되돌리는 것이 가능하게 된다.

[0009] 또, 브라우닝 공정에서는 가공대상물에서 복수 부분을 변색시키고, 레이저광 집광공정에서는 가공대상물에 레이저광을 조사하면서, 이 레이저광을 복수의 변색 부분에 걸쳐도록 일방향으로 상대이동시킬 수 있다. 이 경우, 레이저광을 조사하면서 상대이동시켰을 때, 변색 부분의 각각에서는 투과성이 낮아지고 있기 때문에 레이저광이 흡수되기 쉽고, 따라서, 개질영역이 용이하게 형성된다. 한편, 비변색 부분에서는 투과성이 높기 때문에 개질영역이 형성되기 어려워진다. 따라서, 레이저광을 ON·OFF 조사하지 않고 가공대상물에 복수의 개질영역을 용이하게 형성하는 것이 가능하게 되며, 가공대상물에 복수의 개질영역을 형성하는데 있어서, 고정밀도이고 또한 크리티컬(critical)한 레이저광의 조사조건제어가 불필요하게 된다.

[0010] 또, 변색 부분은 레이저광 집광공정에서 형성하는 개질영역의 크기에 따른 농담(濃淡)을 가질 수 있다. 이 경우, 변색 부분은 그 농담에 따른 레이저광의 투과율을 가지기 때문에, 레이저광의 집광에 의해 형성되는 개질영역의 크기를 가공대상물의 변색 부분의 농담에 의해서 제어할 수 있다.

[0011] 또, 변색 부분은 그라데이션(gradation)을 가질 수 있다. 이 경우, 변색 부분은 그라데이션에 따라 단계적으로 변화하는 레이저광의 투과율을 가지게 된다. 따라서, 그라데이션에 따라서 크기가 다른 복수의 개질영역(7)을 일괄 형성할 수 있다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 레이저 가공방법에 의하면, 유리로 형성된 가공대상물에서 레이저광에 대한 가공성을 높이는 것이 가능하게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 개질영역의 형성에 이용되는 레이저 가공장치의 개략 구성도이다.
 도 2는 개질영역의 형성의 대상이 되는 가공대상물의 평면도이다.
 도 3은 도 2의 가공대상물의 III-III선에 따른 단면도이다.
 도 4는 레이저 가공 후의 가공대상물의 평면도이다.
 도 5는 도 4의 가공대상물의 V-V선에 따른 단면도이다.
 도 6은 도 4의 가공대상물의 VI-VI선에 따른 단면도이다.
 도 7의 (a)는 본 발명의 제1 실시형태에 관한 레이저 가공방법을 나타내는 플로우도, 도 7의 (b)는 도 7의 (a)에 이어서 나타내는 플로우도, 도 7의 (c)는 도 7의 (b)에 이어서 나타내는 플로우도이다.
 도 8의 (a)는 도 7의 (c)에 이어서 나타내는 플로우도, 도 8의 (b)는 도 8의 (a)에 이어서 나타내는 플로우도, 도 8의 (c)는 도 8의 (b)에 이어서 나타내는 플로우도이다.
 도 9의 (a)는 본 발명의 제2 실시형태에 관한 레이저 가공방법을 나타내는 플로우도, 도 9의 (b)는 도 9의 (a)에 이어서 나타내는 플로우도, 도 9의 (c)는 도 9의 (b)에 이어서 나타내는 플로우도이다.
 도 10의 (a)는 도 9의 (c)에 이어서 나타내는 플로우도, 도 10의 (b)는 도 10의 (a)에 이어서 나타내는 플로우도, 도 10의 (c)는 도 10의 (b)에 이어서 나타내는 플로우도이다.
 도 11의 (a)는 본 발명의 제3 실시형태에 관한 레이저 가공방법을 나타내는 플로우도, 도 11의 (b)는 도 11의 (a)에 이어서 나타내는 플로우도이다.
 도 12의 (a)는 도 11의 (b)에 이어서 나타내는 플로우도, 도 12의 (b)는 도 12의 (a)에 이어서 나타내는 플로우도이다.
 도 13의 (a)는 변형예에 관한 레이저 가공방법을 나타내는 플로우도, 도 13의 (b)는 도 13의 (a)에 이어서 나타내는 플로우도, 도 13의 (c)는 도 13의 (b)에 이어서 나타내는 플로우도이다.
 도 14의 (a)는 다른 변형예에 관한 레이저 가공방법을 나타내는 플로우도, 도 14의 (b)는 도 14의 (a)에 이어서 나타내는 플로우도, 도 14의 (c)는 도 14의 (b)에 이어서 나타내는 플로우도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 이하, 본 발명의 바람직한 실시형태에 대해서, 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 또한, 이하의 설명에서 동일 또는 상당 요소에는 동일 부호를 부여하고, 중복하는 설명을 생략한다.
- [0015] 본 실시형태에 관한 레이저 가공방법에서는, 가공대상물의 내부에 레이저광을 집광시켜 개질영역을 형성한다. 그래서, 우선, 개질영역의 형성에 대해서, 도 1 ~ 도 6을 참조하여 이하에 설명한다.
- [0016] 도 1에 나타내는 바와 같이, 레이저 가공장치(100)는 레이저광(L)을 펄스 발진하는 레이저광원(101)과, 레이저광(L)의 광축(광로)의 방향을 90° 변경하도록 배치된 다이클로익 미러(dichroic mirror)(103)와, 레이저광(L)을 집광하기 위한 집광용 렌즈(105)를 구비하고 있다. 또, 레이저 가공장치(100)는 집광용 렌즈(105)에서 집광된 레이저광(L)이 조사되는 가공대상물(1)을 지지하기 위한 지지대(107)와, 지지대(107)를 이동시키기 위한 스테이지(111)와, 레이저광(L)의 출력이나 펄스폭 등을 조절하기 위해서 레이저광원(101)을 제어하는 레이저광원 제어부(102)와, 스테이지(111)의 이동을 제어하는 스테이지 제어부(115)를 구비하고 있다.
- [0017] 이 레이저 가공장치(100)에서는, 레이저광원(101)으로부터 출사된 레이저광(L)은 다이클로익 미러(103)에 의해서 그 광축의 방향이 90° 변경되고, 지지대(107)상에 얹어 놓인 판 모양의 가공대상물(1)의 내부에 집광용 렌즈(105)에 의해서 집광된다. 이것과 함께, 스테이지(111)가 이동하게 되며, 가공대상물(1)이 레이저광(L)에 대해서 개질영역 형성예정부(5)를 따라서 상대이동하게 된다. 이것에 의해, 개질영역 형성예정부(5)에 따른 개질영역이 가공대상물(1)에 형성되게 된다.
- [0018] 가공대상물(1)로서는 반도체재료나 압전재료 등이 이용되며, 도 2에 나타내는 바와 같이, 가공대상물(1)에는 개질영역 형성예정부(5)가 설정되어 있다. 여기서의 개질영역 형성예정부(5)는 직선 모양으로 연장한 가상선이다. 가공대상물(1)의 내부에 개질영역을 형성하는 경우, 도 3에 나타내는 바와 같이, 가공대상물(1)의 내부에 집광점(P)을 맞춘 상태에서, 레이저광(L)을 개질영역 형성예정부(5)를 따라서(즉, 도 2의 화살표 A방향으로) 상대적

으로 이동시킨다. 이것에 의해, 도 4 ~ 도 6에 나타내는 바와 같이, 개질영역(7)이 개질영역 형성예정부(5)를 따라서 가공대상물(1)의 내부에 형성되고, 이 개질영역(7)이 후술의 에칭에 의한 제거영역(8)이 된다.

[0019] 또한, 집광점(P)은 레이저광(L)이 집광하는 개소이다. 또, 개질영역 형성예정부(5)는 직선 모양에 한정하지 않고 곡선 모양이라도 되고, 곡면 모양이나 평면 모양의 3차원 모양이라도 되며, 좌표 지정된 것이라도 된다. 또, 개질영역(7)은 연속적으로 형성되는 경우도 있고, 단속적으로 형성되는 경우도 있다. 또, 개질영역(7)은 열(列) 모양이라도 점 모양이라도 되고, 요점은, 개질영역(7)은 적어도 가공대상물(1)의 내부에 형성되어 있으면 된다. 또, 개질영역(7)을 기점(起点)으로 균열이 형성되는 경우가 있으며, 균열 및 개질영역(7)은 가공대상물(1)의 외 표면(표면, 이면 혹은 외주면)으로 노출하고 있어도 된다.

[0020] 덧붙여서, 여기에서는, 레이저광(L)이 가공대상물(1)을 투과함과 아울러 가공대상물(1)의 내부의 집광점 근방에서 특히 흡수되며, 이것에 의해, 가공대상물(1)에 개질영역(7)이 형성된다(즉, 내부흡수형 레이저가공). 일반적으로, 표면(3)으로부터 용융되고 제거되어 구멍이나 홈 등의 제거부가 형성되는(표면흡수형 레이저가공) 경우, 가공영역은 표면(3) 측으로부터 서서히 이면 측으로 진행된다.

[0021] 그런데, 본 실시형태에 관한 개질영역(7)은 밀도, 굴절률, 기계적 강도나 그 외의 물리적 특성이 주위와는 다른 상태가 된 영역을 말한다. 개질영역(7)으로서는, 예를 들면, 용융처리영역, 크랙영역, 절연과괴영역, 굴절률 변화영역 등이 있고, 이들이 혼재한 영역도 있다. 또한, 개질영역(7)으로서는 가공대상물(1)의 재료에서 밀도가 비개질영역의 밀도와 비교하여 변화한 영역이나, 격자(格子) 결함이 형성된 영역이 있다(이들을 합쳐서 고밀전이(高密轉移)영역이라고도 함).

[0022] 또, 용융처리영역이나 굴절률 변화영역, 개질영역(7)의 밀도가 비개질영역의 밀도와 비교해 변화한 영역, 격자 결함이 형성된 영역은, 또한 그들 영역의 내부나 개질영역(7)과 비개질영역과의 계면(界面)에 균열(갈라짐, 마이크로 크랙)을 내포하고 있는 경우가 있다. 내포되는 균열은 개질영역(7)의 전체 면에 걸치는 경우나 일부분만이나 복수 부분에 형성되는 경우가 있다. 가공대상물(1)로서는 유리를 포함하거나, 또는 유리로 이루어지는 것을 들 수 있다(상세하게는 후술).

[0023] 여기서, 본 실시형태에서는 가공대상물(1)에 개질영역(7)을 형성한 후, 이 가공대상물(1)에 에칭처리를 시행함으로써, 개질영역(7)에 포함되는 또는 개질영역(7)으로부터 연장하는 균열(크랙, 미소 크랙, 균열 등으로도 칭해진다. 이하, 간단히 「균열」이라고 함)을 따라서 에칭을 선택적으로 진전(進展)시키고, 가공대상물(1)에서 개질영역(7)에 따른 부분을 제거한다.

[0024] 예를 들면, 본 실시형태의 에칭처리에서는 모세관 현상 등을 이용하여, 가공대상물(1)의 개질영역(7)에 포함되거나 또는 이 개질영역(7)으로부터 연장하는 균열에 에칭제를 침윤시켜, 균열면을 따라서 에칭을 진전시킨다. 이것에 의해, 가공대상물(1)에서는 균열을 따라서 선택적이고 또한 높은 에칭 레이트로 에칭을 진전시켜 제거한다. 이것과 함께, 개질영역(7) 자체의 에칭 레이트가 높다고 하는 특징을 이용하여, 개질영역(7)을 따라서 선택적으로 에칭을 진전시켜 제거한다.

[0025] 본 실시형태의 에칭처리로서는, 예를 들면 에칭제에 가공대상물을 침지하는 경우(디핑 방식 : Dipping)와, 가공대상물을 회전시키면서 에칭제를 도포하는 경우(스핀 에칭 방식 : Spin Etching)가 있다. 또, 여기서의 에칭은 등방성 에칭이다.

[0026] 또, 에칭제는 상온 ~ 100℃ 전후의 온도로 이용되며, 필요하게 되는 에칭 레이트 등에 따라 적절한 온도로 설정된다. 에칭제로서는 불소계의 에칭제가 이용되고 있으며, 예를 들면, 알칼리 에칭제인 KOH(수산화 칼륨) 등의 알칼리 용액, HF(불화수소산), HF와 H₂O(물)와의 혼합액 또는 NH₄F(중(重)불화 암모늄 포화 수용액)를 들 수 있다. 이 에칭제로서는 액체 상태인 것뿐만이 아니라, 겔 상태(젤리 상태, 반고형 상태)인 것을 이용할 수 있다.

[0027] 등방성 에칭의 경우에는, 비교적 얇은 가공대상물(예를 들면, 두께 10 μ m ~ 100 μ m)에 적용할 수 있으며, 결정 방위나 개질영역에 의존하지 않고, 등방성으로 에칭을 진행시킬 수 있다. 또, 이 경우, 표면에 균열이 노출하고 있으면, 에칭액이 당해 균열을 전하여 내부에 침윤(浸潤)되며, 개질영역에서 두께방향의 전체 면이 개질영역의 기점이 되기 때문에, 절단면이 반원형으로 오목하도록 에칭된 칩을 취출하는 것이 가능하게 된다.

[0028] [제1 실시형태]

[0029] 다음으로, 본 발명의 제1 실시형태에 관한 레이저 가공방법에 대하여 상세하게 설명한다. 도 7, 8은 본 발명의 제1 실시형태에 관한 레이저 가공방법을 나타내는 각 플로우도이다. 또한, 이하의 설명에서는, 가공대상물(1)의 두께방향(레이저광(L)의 조사방향)을 Z방향으로 하고, 두께방향으로 직교하는 한 방향을 X방향으로 하여 설명한

다.

- [0030] 도 7, 8에 나타내는 바와 같이, 본 실시형태는, 예를 들면 반도체 디바이스와 프린트 배선기판이나 플렉서블 기판을 서로 전기적으로 접속하는 부품(인터포저(interposer) 등)을 제조하는 가공방법이며, 가공대상물(1)에 관통구멍(24)(도 11 참조)을 형성하고, 관통구멍(24)에 도체를 매립함으로써 관통전극을 형성한다.
- [0031] 도 7의 (a)에 나타내는 바와 같이, 가공대상물(1)은 브라우닝에 의해 변색 가능한 유리기판으로서, 투명색(가시광에 대한 투명성)을 가지고 있다. 이 가공대상물(1)로서는 SiO₂ 순도가 높은 석영(石英)유리(쿼츠(quartz)) 이외의 유리가 이용되고 있다. 즉, 가공대상물(1)은 브라우닝으로 변색 가능한 것이며, SiO₂ 이외의 조성인 불순물을 소정량 이상 포함하는 유리로 형성되어 있다. 이 가공대상물(1)은 표면(3) 및 이면(21)을 가지고 있다.
- [0032] 또, 가공대상물(1)에는 관통구멍(24)에 대응하는 부분을 따라서 개질영역 형성예정부(5)가 3차원적인 좌표 지정에 의해 프로그래머블(programmable)하게 설정되어 있다. 이 개질영역 형성예정부(5)는 가공대상물(1)의 두께방향에 대해 경사지는 방향을 따라서 연장하도록 설정되어 있다.
- [0033] 본 실시형태의 레이저 가공방법에 의해서 가공대상물(1)을 가공하는 경우, 도 7의 (b)에 나타내는 바와 같이, 우선, 가공대상물(1)에 대해서 X선(2)을 표면(3) 측으로부터 소정 시간만큼 면조사한다. 이것에 의해, 가공대상물(1)로서는 브라우닝에 의해 투명색으로부터 진한 황갈색으로 변색된다. 그 결과, 레이저광(L)의 투과율이 저하한 변색 부분(H)이 가공대상물(1) 전역에 형성된다. 또한, 브라우닝은 유리에 고속 중성자가 조사되는 것에 의해서 당해 유리가 변성하여 변색(착색)하는 현상을 의미한다.
- [0034] 이 브라우닝에 의한 착색시, 본 실시형태에서는, 후단에서 형성하는 개질영역(7)의 크기에 따른 농담을 가지도록 가공대상물(1)을 변색시키고 있다. 구체적으로는, 레이저광(L)의 투과성이 소정값이 되는 농담으로 변색부(H)가 변색되도록 X선에서의 조사강도 등의 조사조건 및 시간이 설정되어 있다. 예를 들면, 130kV, 130 μ A의 조사조건으로 소정 시간만큼 X선(2)이 조사되고, 변색부(H)가 파장 1064nm의 레이저광(L)에 대해서 수 10%(예를 들면 20%)의 투과율로 되어 있다.
- [0035] 이어서, 도 7의 (c)에 나타내는 바와 같이, 가공대상물(1)의 표면(3) 측을 위쪽으로 하여 재치대(載置臺)에 얹어 놓고 유지하며, 가공대상물(1)의 이면(21) 측에 레이저광(L)의 집광점(이하, 간단히 「집광점」이라고 함)을 맞춘다. 그리고, 이 집광점을 X방향으로 상대이동시키면서, 일정한 레이저 조건으로 레이저광(L)을 표면(3) 측으로부터 ON·OFF 조사한다(스캔). 이것에 의해, 변색 부분(H)의 이면(21) 측에서 개질영역 형성예정부(5)를 따른 위치에 변색 부분(H)의 농담에 따른 크기의 개질영역(7)이 형성된다.
- [0036] 여기에서는, 레이저광(L)의 출력이 0.6W/Pulse로 되고, 펄스폭이 100ns로 되어 있다. 또, 레이저광(L)의 파장이, 예를 들면 1064nm로 되며, 펄스 피치가 0.25 μ m(400kHz_100mm/s)로 되어 있다. 또한, 펄스 레이저광을 레이저광(L)으로서 스팟 조사하기 때문에, 형성되는 개질영역(7)은 개질 스팟으로 구성되어 있다. 또, 개질영역(7)에는 이 개질영역(7)으로부터 발생한 균열이 내포되어 형성되어 있다(이하의 개질영역에 대해서 동일함).
- [0037] 이어서, 도 8의 (a)에 나타내는 바와 같이, 상술의 스캔을 가공대상물(1)에서 이면(21) 측으로부터 표면(3) 측의 순서로 집광점의 Z방향 위치를 변경하여 반복 실시한다. 이것에 의해, 관통구멍(24)에 대응하는 부분을 따라서 서로 연결되는 개질영역(7)이 가공대상물(1) 내에 형성된다. 즉, 가공대상물(1)의 개질영역(7)이 가공대상물(1)의 내부의 변색 부분(H)에 형성된다.
- [0038] 이어서, 도 8의 (b)에 나타내는 바와 같이, 가공대상물(1)에 대해서 에칭처리를 시행한다. 구체적으로는, 가공대상물(1)의 표면(3) 및 이면(21) 측으로부터 개질영역(7)으로 에칭제를 침윤시키고, 개질영역(7) 및 이 개질영역(7)에 내포된 균열을 따라서 에칭을 선택적으로 진전시킨다. 이것에 의해, 가공대상물(1)의 내부가 개질영역(7)을 따라서 선택적으로 제거되고, 관통구멍(24)이 가공대상물(1)에 형성된다.
- [0039] 이어서, 도 8의 (c)에 나타내는 바와 같이, 가공대상물(1)에 예를 들면 약 400℃의 열처리를 시행하여, 변색부(H)를 복색시킨다. 즉, 가공대상물(1)의 투명성이 복구(부활)되어, 가공대상물(1)의 색이 변색 전의 원래의 투명색으로 되돌려진다. 그 후, 켈(wet) 산화법 등에 의해 가공대상물(1)을 산화하고, 전기적 절연성을 가지는 절연막을 관통구멍(24)의 내면에 생성하며, 관통구멍(24) 내에 도체를 매립한다. 그리고, 이 도체와 전기적으로 접속하도록 전극패드를 표면(3) 및 이면(21)상에 형성하고, 이것에 의해, 관통전극이 구성된다.
- [0040] 이상, 본 실시형태에서는, 브라우닝에 의해 가공대상물(1)을 변색시킴으로써, 변색 부분(H)에서 레이저광(L)의 투과율을 저하시키고 있기 때문에, 이러한 변색 부분(H)에서는 레이저광(L)의 흡수가 유발되고, 레이저광(L)의 집광에 의해서 개질영역(7)을 용이하게 형성되게 된다. 따라서, 본 실시형태에 의하면, 유리로 형성된 가공대상

물(1)에 있어서, 레이저광(L)에 대한 가공하기 쉬움으로서의 가공성을 높이는 것이 가능하게 되며, 레이저광(L)의 초단펄스화나 단파장화의 필요성을 저감할 수 있다.

[0041] 그 결과, 가공대상물(1)의 소재를 바꿀 때마다, 레이저광(L)에서의 과장 등의 조사조건을 변경하는 것이 불필요하게 된다. 따라서, 유리로 형성된 가공대상물(1)뿐만이 아니라, 실리콘 등의 다른 소재로 형성된 가공대상물에 대해서도, 동일한 레이저광원을 이용하여 레이저 가공을 행하는 것이 가능하게 되며, 나아가서는, 생산성을 향상시킬 수 있다.

[0042] 또, 본 실시형태에서는, 상술한 바와 같이, 열처리에 의해서 변색부(H)를 복색시키고 있으며, 브라우닝에 의한 변색에 기인한 제품상의 악영향을 억제하는 것이 가능하게 된다.

[0043] 또, 본 실시형태에서는, 상술한 바와 같이, 형성하는 개질영역(7)의 크기에 따른 농담을 가지도록 가공대상물(1)을 변색시키고 있다. 즉, X선(2)의 조사강도 및 시간을 제어함으로써 변색 부분(H)의 농담을 조정하고, 가공대상물(1)에서의 레이저광(L)의 흡수율을 제어하고 있다. 따라서, 동일한 레이저광(L)의 조사조건하에서, 레이저광(L)의 흡수율의 차이를 이용하여 가공치수(개질영역(7)의 크기)를 바람직하게 제어하는 것이 가능하게 된다. 그 결과, 변색부(H)를 진하게 함으로써 레이저광(L)의 집광에 의해 큰 개질영역(7)을 형성할 수 있으며, 변색부(H)를 연하게 함으로써 레이저광(L)의 집광에 의해 작은 개질영역(7)을 형성할 수 있다.

[0044] 또한, 본 실시형태에서는, 다음의 작용 효과도 발휘한다. 예를 들면, 관통구멍(24)의 형성시에, 개질영역(7) 및 이 개질영역(7)에 내포된 균열을 에칭처리에 의해서 가공 후의 가공대상물(1)로부터 제거할 수 있기 때문에, 그 강도 및 품질을 향상 가능하게 된다. 또, 가공시에 질삭 분진(粉塵)이 발생하지 않기 때문에, 환경을 배려한 가공방법을 실현할 수 있다. 또한, 예를 들면, 본 실시형태를 이용하여 제조한 인터포저 등에서는, 배선 피치를 미세화, 배선의 설계 용이화 및 배선의 전기저항 저감이 가능하게 된다.

[0045] 덧붙여서, 본 실시형태에서는, 상기와 같이 가공대상물(1)에 X선(2)을 조사하기 때문에, 가공대상물(1)을 반도체 칩 등으로서 서로 절단하는 레이저 가공방법에 본 실시형태를 적용하는 것은 곤란하게 되는 경우가 있다. 이 점, 본 실시형태는, 가공대상물(1)에 관통구멍(24)을 형성하는 것으로, 이러한 문제의 염려는 적다고 말할 수 있다.

[0046] [제2 실시형태]

[0047] 다음으로, 본 발명의 제2 실시형태에 대해서 설명한다. 도 9, 10은 본 발명의 제2 실시형태에 관한 레이저 가공방법을 나타내는 각 플로우도이다. 또한, 본 실시형태의 설명에서는 상기 제 1실시형태와 다른 점에 대해서 주로 설명한다.

[0048] 본 실시형태의 레이저 가공방법에서는, 도 9의 (a)에 나타내는 바와 같이, 우선, 가공대상물(1)의 표면(3)에 소정 패턴을 가지는 마스크(12)를 형성한다. 여기에서는, 마스크(12)는 X선(2)에 대해서 비투과재료(예를 들면, 납 등)로 이루어지고, 복수의 개구부(12a)가 X방향을 따라서 병설되어 있다.

[0049] 이어서, 도 9의 (b)에 나타내는 바와 같이, 가공대상물(1)에 대해서 X선(2)을 표면(3) 측으로부터 소정 시간만큼 먼조사한다. 이것에 의해, 가공대상물(1)은 마스크(12)의 소정 패턴에 따라 선택적으로 변색된다. 구체적으로는, 가공대상물(1)에서 마스크(12)의 개구부(12a)에 대응하는 영역에만 X선(2)이 입사되며, 복수의 변색 부분(H)이 X방향을 따라서 병설된다.

[0050] 이어서, 도 9의 (c)에 나타내는 바와 같이, 마스크(12)를 제거한 후, 도 10의 (a)에 나타내는 바와 같이, 가공대상물(1)의 이면(21) 측에 집광점을 맞추어 일정한 레이저 조건으로 레이저광(L)을 표면(3) 측으로부터 연속 조사하면서, 이 레이저광(L)을 X방향으로 상대이동시킨다(스캔). 즉, 레이저광(L)을 조사하면서, 이 레이저광(L)을 복수의 변색 부분(H)에 걸치도록 X방향으로 상대이동시킨다. 이것에 의해, 변색 부분(H)의 각각에서는 투과성이 낮아져 있기 때문에 개질영역(7)이 형성되는 한편, 비변색 부분에서는 레이저광(L)이 집광되어도, 투과성이 높기 때문에 개질영역이 형성되지 않게 된다.

[0051] 이어서, 상술의 스캔을 가공대상물(1)에서 이면(21) 측으로부터 표면(3) 측의 순서로 집광점의 Z방향 위치를 변경하여 반복 실시한다. 이것에 의해, 도 10의 (b)에 나타내는 바와 같이, 변색 부분(H)에서 서로 연결되는 개질영역(7)이 가공대상물(1) 내에 형성된다. 그리고, 도 10의 (c)에 나타내는 바와 같이, 가공대상물(1)에 대해서 에칭처리를 시행하고, 가공대상물(1)의 내부를 개질영역(7)을 따라서 선택적으로 제거한다. 이것에 의해, 복수의 변색 부분(H)이 제거되고, Z방향으로 연장하는 관통구멍(24)이 복수 형성된다.

[0052] 이상, 본 실시형태에서도, 유리로 형성된 가공대상물(1)에서 레이저광(L)에 대한 가공성을 높인다고 하는 상기

작용 효과를 발휘한다.

[0053] 또, 본 실시형태에서는, 상술한 바와 같이, 마스크(12)를 이용하여 가공대상물(1)의 브라우닝의 유무의 영역을 제어하고, 가공대상물(1)의 복수 부분을 변색시키고 있다. 환언하면, 마스크(12)에 의해서 가공대상물(1)을 부분적으로 브라우닝하고, 레이저광(L)의 투과영역과 비투과영역을 동일한 가공대상물(1)에 만들고 있다. 그리고, 일정한 레이저광(L)의 조사조건하에서, 가공대상물(1)의 복수의 변색 부분(H)에 걸치도록 레이저광(L)을 비추면서 상대이동시키고, 변색 부분(H)을 선택적으로 개질하고 있다. 따라서, 레이저광(L)을 ON·OFF 조사하지 않고 가공대상물(1)에 복수의 개질영역(7)을 정밀도 좋게 형성할 수 있다. 따라서, 가공대상물(1)에 복수의 개질영역(7)을 형성하는데 있어서, 고정밀도이고 또한 크리티컬한 레이저광(L)의 조사조건제어가 불필요하게 된다.

[0054] [제3 실시형태]

[0055] 다음으로, 본 발명의 제3 실시형태에 대해서 설명한다. 도 11, 12는 본 발명의 제3 실시형태에 관한 레이저 가공방법을 나타내는 각 플로우도이다. 또한, 본 실시형태의 설명에서는 상기 제 1 실시형태와 다른 점에 대해서 주로 설명한다.

[0056] 본 실시형태의 레이저 가공방법에서는, 도 11의 (a)에 나타내는 바와 같이, 우선, 가공대상물(1)의 표면(3)에 소정 패턴을 가지는 마스크(12)를 형성한다. 여기서의 마스크(12)는 가공대상물(1)의 양단부를 마스크하는 것으로, 그 일단 측으로부터 타단 측에 걸쳐 넓게 개구하는 개구부(12a)가 형성되어 있다.

[0057] 이어서, 가공대상물(1)에 대해서 X선(2)을 스팟 조사(회절(回折)을 이용하여 강도분포를 부여하여 조사)한다. 여기서의 X선(2)의 강도분포는 중심 측이 높고 외측으로 감에 따라서 곡선적으로 낮아지는 2차 곡선상의 강도분포(2a)로 되어 있다. 이것에 의해, 도 11의 (b)에 나타내는 바와 같이, 가공대상물(1)에서는, 단계적인 농담으로서의 그래데이션이 부가되도록 변색되며, 중심 측이 진하고 또한 외측으로 감에 따라서 서서히 연해지는 변색 부분(H1)이 형성된다.

[0058] 이어서, 도 12의 (a)에 나타내는 바와 같이, 집광점을 X방향으로 상대이동시키면서 일정한 레이저광(L)의 조사조건으로 레이저광(L)을 ON·OFF 조사하는 스캔을, 가공대상물(1)에서 이면(21) 측으로부터 표면(3) 측의 순서로 집광점의 Z방향 위치를 변경하여 반복 실시한다. 이것에 의해, 변색 부분(H1)에서 이 변색 부분(H1)의 농담에 따른 크기의 개질영역(7)이 관통구멍(24)에 대응하는 부분을 따라서 서로 연결되도록 형성된다.

[0059] 이 때, 상기와 같이 변색 부분(H)이 그래데이션을 가지고 있고, 그래데이션에 따라 레이저광(L)의 투과율이 차이가 나기 때문에, 이 그래데이션에 따라서 크기가 다른 복수의 개질영역(7)이 상기 스캔에 의해서 일괄 형성된다. 구체적으로는, 일괄 형성되는 복수의 개질영역(7)의 크기는 가공대상물(1)의 중심 측에서 크고, 외측으로 감에 따라서 작게 된다.

[0060] 이어서, 도 12의 (b)에 나타내는 바와 같이, 가공대상물(1)에 대해서 에칭처리를 시행하여, 가공대상물(1)의 내부를 개질영역(7)을 따라서 선택적으로 제거한다. 이것에 의해, 개질영역(7)의 크기에 대응하여 서로 지름이 다른 복수의 관통구멍(24)이 일괄 형성된다. 여기서의 관통구멍(24)의 지름은 개질영역(7)의 크기, 즉 변색 부분(H1)의 그래데이션에 대응하고 있으며, 가공대상물(1)의 중심 측의 관통구멍(24)이 대경이 되고 또한 외측으로 감에 따라서 소경인 것으로 되어 있다.

[0061] 이상, 본 실시형태에서도, 유리로 형성된 가공대상물(1)에서 레이저광(L)에 대한 가공성을 높인다고 하는 상기 작용 효과를 발휘한다.

[0062] 또, 본 실시형태에서는, 상술한 바와 같이, 변색 부분(H1)이 그래데이션을 가지고 있기 때문에, 그래데이션에 따라서 크기가 다른 복수의 개질영역(7)을 일정한 레이저광(L)의 조사조건하에서 일괄 형성할 수 있다. 즉, 집광점을 상대이동시키면서 일정한 레이저 조건으로 레이저광(L)을 가공대상물(1)에 적절히 ON·OFF 조사함으로써, 변색부(H1)의 진한 영역에는 큰 개질영역(7)을 형성하고, 연한 영역에는 작은 개질영역(7)을 형성할 수 있다.

[0063] 또한, 본 실시형태에서는, 중심 측이 진하고 또한 외측으로 감에 따라서 서서히 연해지는 그래데이션을 변색 부분(H1)이 가지고 있지만, 변색 부분의 그래데이션은 한정되는 것은 아니다.

[0064] 예를 들면, 도 13에 나타내는 바와 같이, 가공대상물(1)의 X방향 일단 측으로부터 타단 측으로 감에 따라서 서서히 연해지는(또는, 진해지는) 그래데이션을 가지고 있어도 된다. 이 경우, 우선, 도 13의 (a)에 나타내는 바와 같이, 가공대상물(1)의 표면(3)상에 X선 흡수 필터(13)를 배치한다. X선 흡수 필터(13)의 X선 흡수 패턴으로서 변색 부분(H)의 그래데이션에 대응하는 패턴으로 되고, 여기에서는, 가공대상물(1)의 X방향 일단 측으로부터

터 타단 측으로 감에 따라서 서서히 커지는(또는, 작아지는) 패턴으로 되어 있다.

[0065] 이어서, 가공대상물(1)에 대해서 X선(2)을 X선 흡수 필터(13)를 통하여 면조사한다. 이것에 의해, 가공대상물(1)에 입사되는 X선(2)의 강도분포가 가공대상물(1)의 X방향 일단 측으로부터 타단 측으로 감에 따라서 서서히 작아지는(커지는) 강도 부분(2b)으로 된다. 그 결과, 도 13의 (b)에 나타내는 바와 같이, 변색 부분(H2)이 가공대상물(1)에 형성된다.

[0066] 따라서, 도 13의 (c)에 나타내는 바와 같이, 그 후, 집광점을 상대이동시키면서 일정한 레이저 조건으로 레이저 광(L)을 가공대상물(1)에 적절히 ON·OFF 조사함으로써, X방향 일단 측으로부터 타단 측으로 감에 따라서 작은 사이즈인 것으로 되도록, 복수의 개질영역(7)이 변색 부분(H2)에 형성된다.

[0067] 혹은, 예를 들면 도 14에 나타내는 바와 같이, 가공대상부(1)에서의 임의의 복수 위치에 변색 부분(H3)을 형성하고, 이들 복수의 변색 부분(H3)의 사이에 그래데이션을 가지고 있어도 된다. 이 경우, 도 14의 (a)에 나타내는 바와 같이, 투과율이 다른 복수의 X선 흡수 필터가 교체 가능하게 마련된 X선 흡수 기구(14)를 이용하여, 강도분포가 서로 다르도록 X선(2)을 임의의 복수 위치에서 조사한다.

[0068] 이 때, 가공대상물(1)의 X방향 일단 측의 위치에서 X선(2)을 조사하는 경우, 타단 측의 위치에서 X선(2)을 조사할 경우에 비교하여 입사되는 X선의 강도분포(2c)가 커지도록 X선 흡수 기구(14)의 X선 흡수 필터를 교체한다. 그 결과, 도 14의 (b)에 나타내는 바와 같이, 가공대상물(1)의 X방향 일단 측으로부터 타단 측으로 감에 따라서 연하게 된 복수의 변색 부분(H3)이 가공대상물(1)에 형성된다.

[0069] 따라서, 도 14의 (c)에 나타내는 바와 같이, 그 후, 집광점을 상대이동시키면서 일정한 레이저 조건으로 레이저 광(L)을 적절히 ON·OFF 조사하는 스캔을 실시 하면, X방향 일단 측으로부터 타단 측으로 감에 따라서 작은 사이즈가 되도록 복수의 개질영역(7) 각각이 변색 부분(H3)의 각각에 형성된다.

[0070] 이상, 본 발명의 바람직한 실시형태에 대해서 설명했지만, 본 발명에 관한 레이저 가공방법은, 상기 실시형태에 한정되는 것이 아니고, 각 청구항에 기재한 요지를 변경하지 않는 범위에서 변형하거나 또는 다른 것에 적용한 것이라도 된다.

[0071] 예를 들면, 개질영역을 형성할 때의 레이저광 입사면 및 X선 입사면은 가공대상물(1)의 표면(3)에 한정되는 것이 아니고, 가공대상물(1)의 이면(21)이라도 된다. 또, 상기 실시형태에서는, 브라우닝하기 위해서 X선(2)을 조사했지만, X선(2)과는 다른 방사선을 조사해도 되며, 요점은, 가공대상물을 브라우닝에 의해 변색시키면 된다. 또, 상기 실시형태에서는, 변색 부분(H)의 모두를 복색(復色)시키고 있지만, 변색 부분의 적어도 일부를 복색시켜도 된다.

[0072] 또, 상기 실시형태에서는, 가공대상물(1)의 표면(3)을 따라서 집광점을 이동시키는 스캔을, Z방향의 집광점 위치를 변경하여 반복 실시함으로써, 복수의 개질영역(7)을 형성했지만, 스캔 방향이나 스캔 순서는 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 관통구멍(24)을 따라서 집광점을 이동시키면서 레이저광(L)을 조사하여 개질영역(7)을 형성하고, 이것을 관통구멍(24)의 수만큼 반복해도 된다.

[0073] 또, 상기 실시형태에서의 레이저광(L)의 ON·OFF 조사는 레이저광(L)의 출사의 ON·OFF를 제어하는 것 외에, 레이저광(L)의 광로상에 마련된 셔터를 개폐하거나, 가공대상물(1)의 표면(3)을 마스킹하거나 하여 실시해도 된다. 또한, 레이저광(L)의 강도를 개질영역(7)이 형성되는 문턱값(가공 문턱값) 이상의 강도와 가공 문턱값 미만의 강도와 사이에서 제어해도 된다.

[0074] [산업상의 이용 가능성]

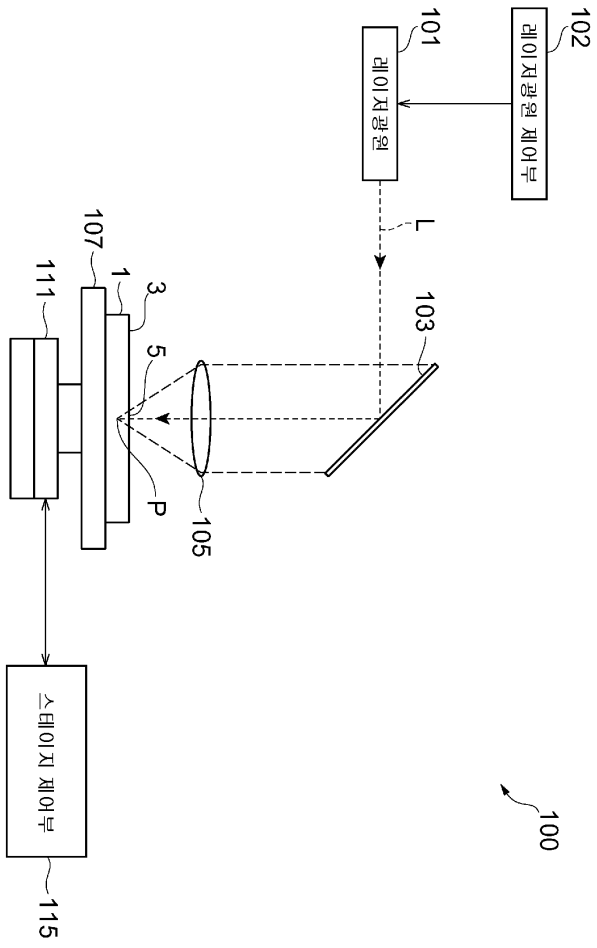
[0075] 본 발명의 레이저 가공방법에 의하면, 유리로 형성된 가공대상물에서 레이저광에 대한 가공성을 높이는 것이 가능하게 된다.

부호의 설명

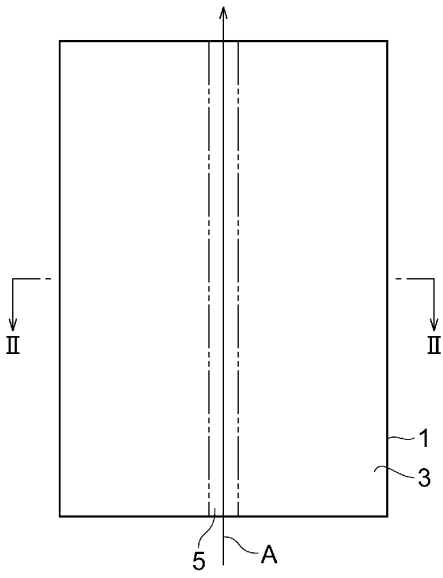
- [0076] 1 ... 가공대상물, 7 ... 개질영역,
- 24 ... 관통구멍, H, H1, H2, H3 ... 변색 부분,
- L ... 레이저광

도면

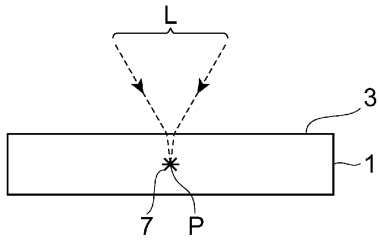
도면1



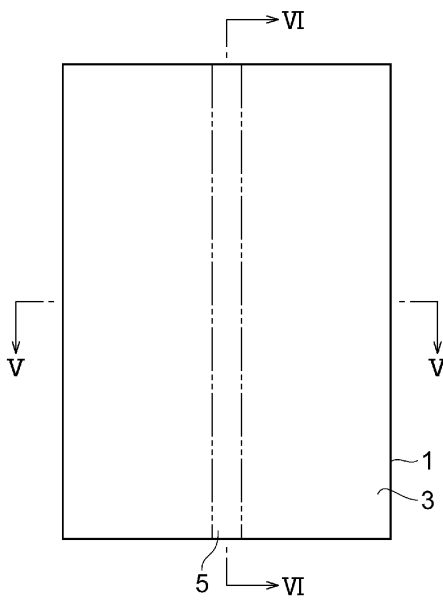
도면2



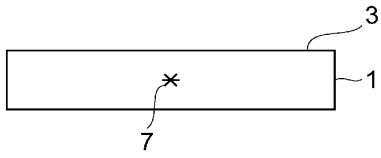
도면3



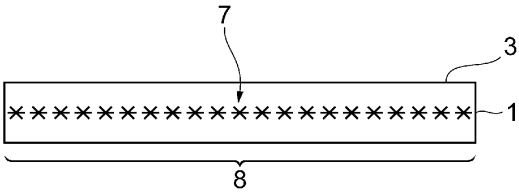
도면4



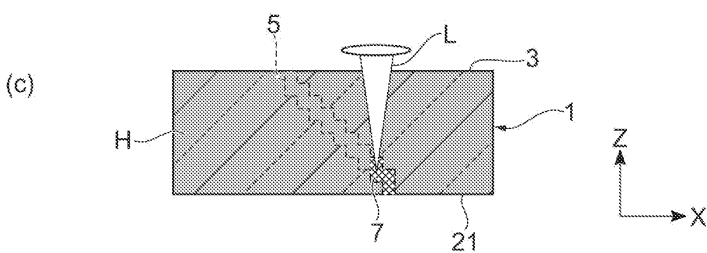
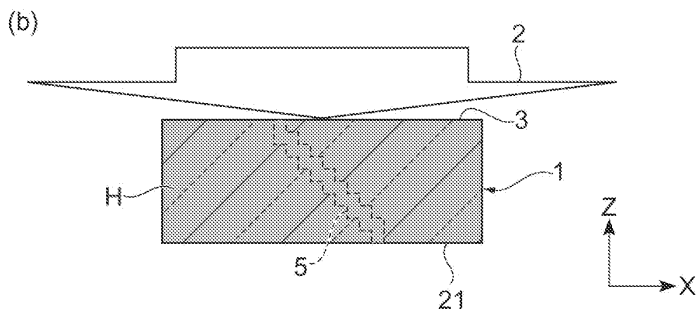
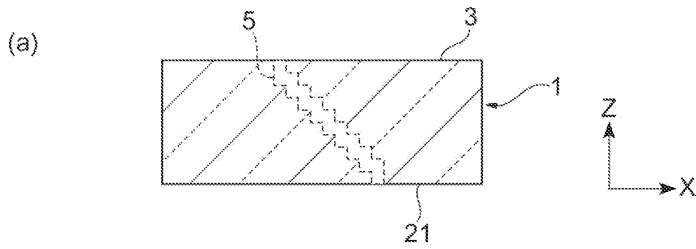
도면5



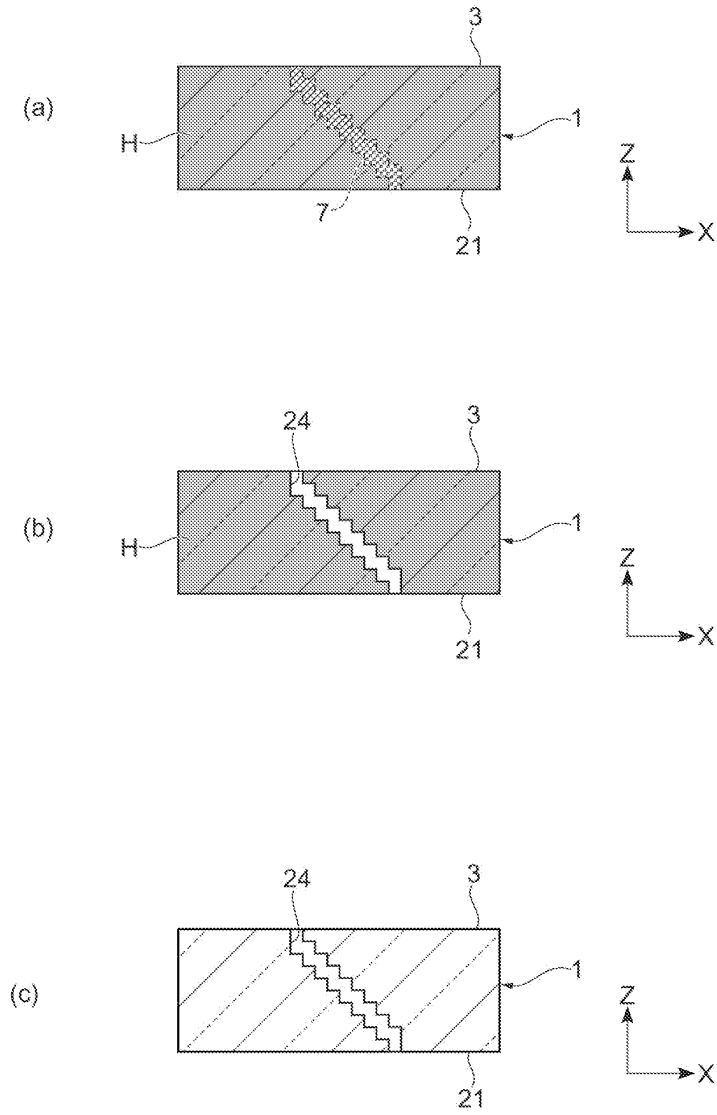
도면6



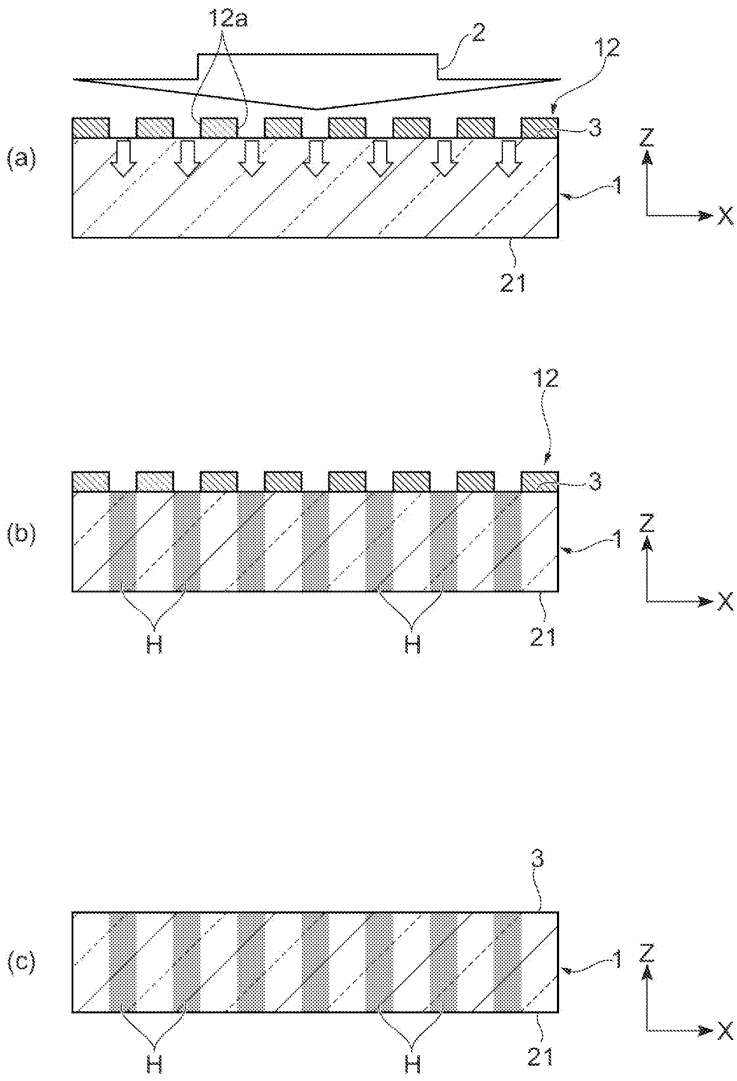
도면7



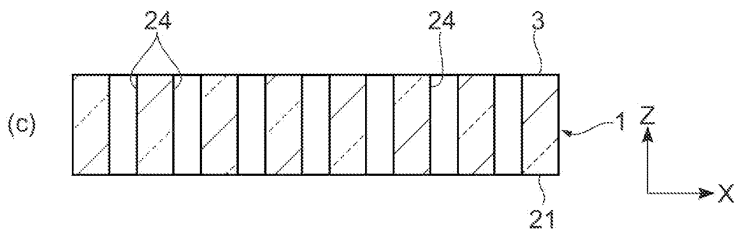
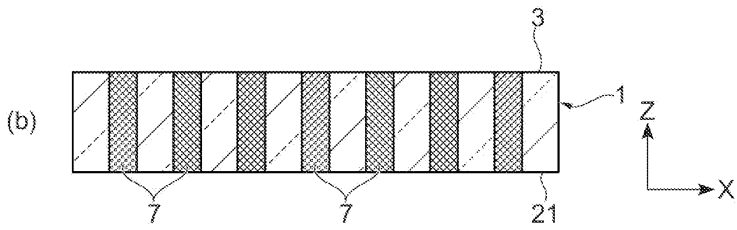
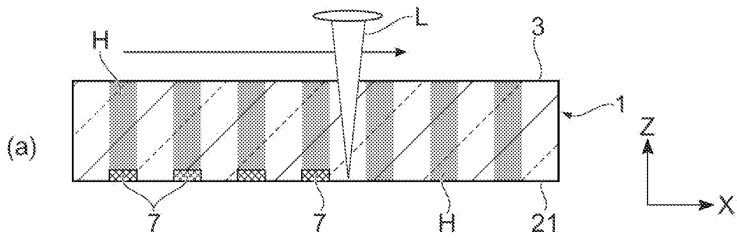
도면8



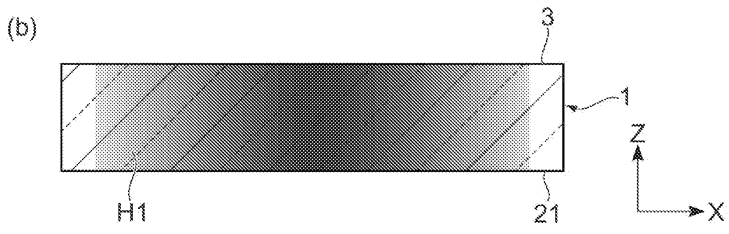
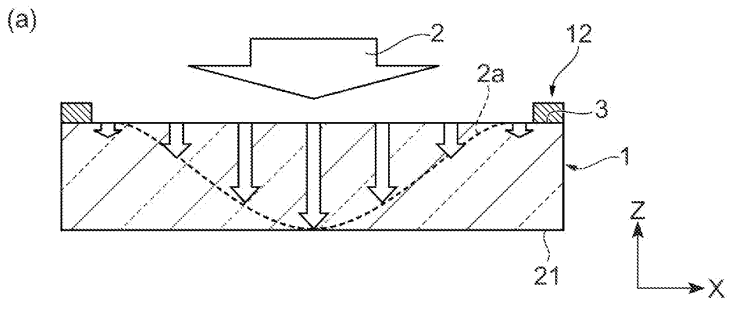
도면9



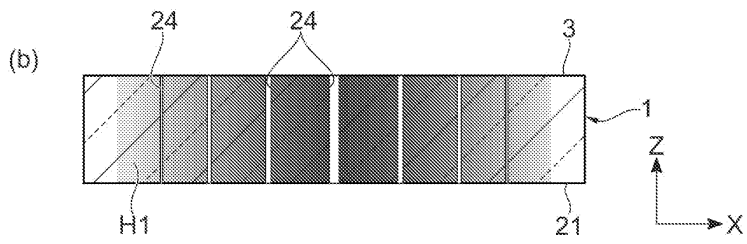
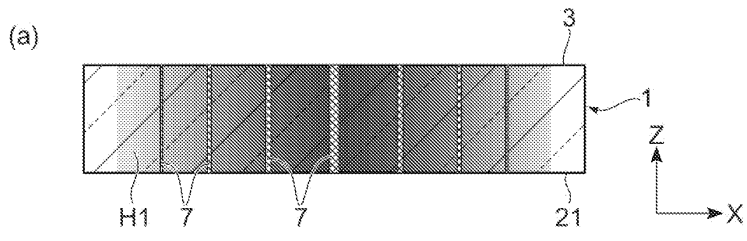
도면10



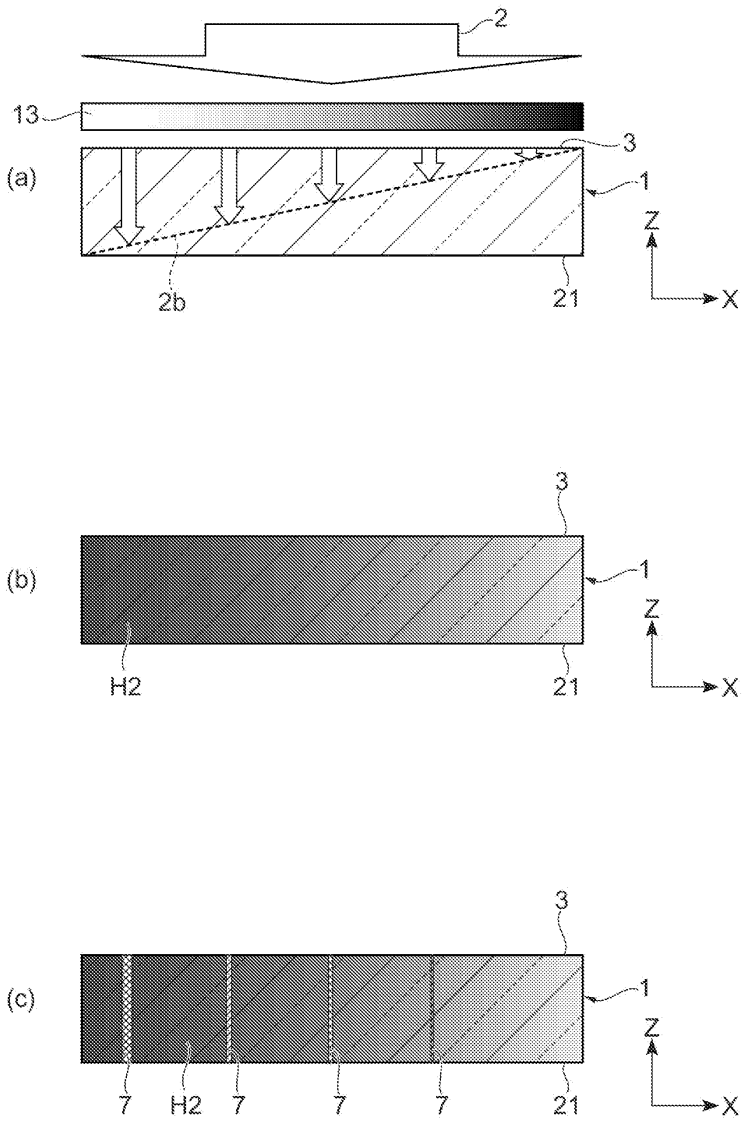
도면11



도면12



도면13



도면14

