



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년10월26일
(11) 등록번호 10-1193872
(24) 등록일자 2012년10월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C03B 33/00 (2006.01) C03B 33/09 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0070954
(22) 출원일자 2008년07월22일
심사청구일자 2010년07월16일
(65) 공개번호 10-2009-0027565
(43) 공개일자 2009년03월17일
(30) 우선권주장
JP-P-2007-00236581 2007년09월12일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020040024537 A
JP2002241141 A
JP02048423 A
KR100985428 B1

(73) 특허권자
미쓰보시 다이야몬도 고교 가부시키키가이샤
일본국 오사카후 셋츠시 코로엔 32반 12고
(72) 발명자
시미즈 세이지
일본국 오사카후 스이타시 미나미카네텐 2초메 1
2반 12고미쓰보시 다이야몬도 고교가부시키키가이샤
내
(74) 대리인
박종화

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 이준석

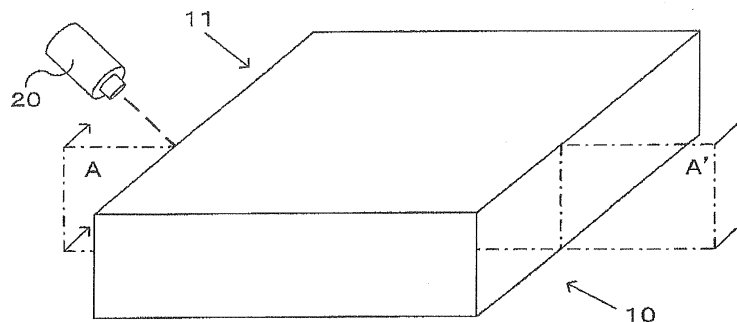
(54) 발명의 명칭 취성재료기판의 챔퍼링 방법

(57) 요약

본 발명은, 함몰이 작은 챔퍼링 가공면을 형성할 수 있는 취성재료기판의 가공방법을 제공한다.

이를 위하여, 기판(10)에 대한 흡수율이 0.05~0.95인 파장의 레이저 광원을 사용하여 엣지 라인(11) 근방에 입사하도록 레이저광을 조사하고, 엣지 라인으로부터 기판 내부에 걸쳐 분포하는 레이저광 흡수 영역(14)에 의해 기판 내부에 온도분포를 형성하고, 이 온도분포에 의해 기판 내부에 발생한 열응력 분포를 이용하여 크랙을 진전시킴과 아울러 크랙의 진전방향을 조정함으로써 기판 내부에 크랙을 제어할 수 있는 열응력분포장을 형성한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

취성재료기판의 엣지 라인(edge line)을 따라 레이저광을 주사(走査)함으로써 상기 엣지 라인의 챔퍼링 가공(chamfering 加工)을 하는 취성재료기판의 챔퍼링 방법으로서,

상기 취성재료기판에 대한 흡수율이 0.05~0.95인 파장의 레이저 광원을 사용하여 상기 엣지 라인 근방에 입사하도록 레이저광을 조사하고, 엣지 라인으로부터 기판 내부에 걸쳐 분포하는 레이저광 흡수 영역에 의해 기판 내부에 온도분포를 형성하고, 이 온도분포에 의해 기판 내부에 발생된 열응력분포를 이용하여 크랙을 진전시킴과 아울러 크랙의 진전방향을 조정(調整)하는 것을 특징으로 하는 취성재료기판의 챔퍼링 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 레이저광은 상기 엣지 라인으로부터 기판 내부를 향하여 경사방향으로 입사되는 취성재료기판의 챔퍼링 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 레이저광은 상기 엣지 라인으로부터 기판 내부를 향하여 직진 입사되어, 선 모양의 레이저광 흡수영역이 형성되는 취성재료기판의 챔퍼링 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 레이저광은 상기 엣지 라인으로부터 기판 내부를 향하여 직진 입사되어, 선 모양의 레이저광 흡수영역이 형성되는 취성재료기판의 챔퍼링 방법.

청구항 5

제1항내지 제4항 중의 어느 한 항에 있어서,

취성재료기판이 글라스계 재료이며, 레이저 광원이 Er:YAG 레이저, Ho:YAG 레이저, Er 파이버 레이저(Er fiber laser), Ho 파이버 레이저(Ho fiber laser), 반도체 레이저, 광 파라메트릭 발진(optical parametric oscillation)에 의한 파장변환 광원 중 어느 하나인 취성재료기판의 챔퍼링 방법.

청구항 6

제1항 내지 제4항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 엣지 라인을 사이에 둔 양측의 기판면 상에서 엣지 라인 근방의 위치에, 각각 엣지 라인과 평행한 초기균열 라인이 형성되는 취성재료기판의 챔퍼링 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 초기균열 라인의 균열단면의 형상은, 균열선단이 엣지 라인에 근접하는 방향으로 경사진 경사 균열인 취성재료기판의 챔퍼링 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 경사 균열은, 칼날 능선의 좌우가 비대칭인 커터휠을 기관표면에 압접(壓接)함으로써 형성되는 취성재료기관의 챔퍼링 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 경사 균열은, 기관표면에 대하여 경사방향의 레이저 조사에 의한 어블레이션 가공(ablation 加工)에 의하여 형성되는 취성재료기관의 챔퍼링 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 취성재료기관(脆性材料基板)의 단면(端面; 끝면)에 형성되는 엣지 라인(능선)의 챔퍼링 방법(chamfering 方法)에 관한 것으로서, 더 상세하게는 엣지 라인을 따라 형성되는 챔퍼링 가공면의 함몰을 작게 하여, 보다 바람직하게는 평탄한 가공면을 형성하는 챔퍼링 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 글라스 기관 등의 취성재료기관은, 원하는 치수, 형상으로 가공됨으로써 각종의 제품에 사용되고 있다. 일반적으로, 취성재료기관의 가공은, 다이싱(dicing), 휠 스크라이브(wheel scribe), 레이저 스크라이브(laser scribe) 등의 기존의 가공기술에 의해 이루어지지만, 이러한 가공기술에 의하여 절단된 기관 끝면의 엣지 라인은 매우 날카로워서, 작은 충격이 가해지는 것 만으로도 치핑(chipping)이나 마이크로 크랙(micro crack) 등의 불량 발생한다. 예를 들면 플랫 패널 디스플레이(FPD)용의 글라스 기관에서는, 엣지가 깨져 떨어짐으로써 발생한 파편이 FPD용 기관의 표면에 상처를 내는 원인이 되어, 제품의 수율에 영향을 끼친다.

[0003] 그 때문에 기관을 절단한 후에 발생하는 기관의 엣지 부분의 깨짐 등을 방지하기 위해서, 엣지 라인을 따라 챔퍼링 가공이 이루어지고 있다.

[0004] 종래부터의 챔퍼링 가공의 하나로, 다량의 물을 공급하면서 다이아몬드 스톤에 의하여 연마하는 웨트 연마법(wet 研磨法)이 있다. 그러나 웨트 연마법에 의하여 형성되는 챔퍼링 가공면에는, 미소한 크랙이 연속적으로 잔존하여 있어, 챔퍼링 가공면의 강도는 주위보다 현저하게 저하되게 되어 있었다.

[0005] 그래서, 엣지 라인을 따라 레이저빔을 조사하여 가열융융 함으로써 챔퍼링을 하는 가열융융법이 제안되어 있다. 예를 들면 글라스 부재 전체를 상온보다 높은 온도로 유지(여열)한 상태에서, 능선부 근방을 레이저 가열하여 능선부를 연화시켜서 둥글게 함으로써 챔퍼링을 하는 방법이 개시되어 있다(특허문헌1 참조).

[0006] 도9는, CO₂레이저 광원을 사용하여 가열융융에 의해 챔퍼링 가공을 할 때의 레이저 조사 상태를 나타내는 단면도이다. 미리, 도면에 나타나 있지 않은 히터를 사용하여 글라스 기관(10) 전체를 연화온도보다 낮은 소정의 온도로 서서히 가열해 두고, 이어서 소정의 온도로 유지된 글라스 기관(10)의 챔퍼링 가공을 하고자 하는 엣지 라인(51)을 따라, CO₂레이저 광원(50)으로부터의 레이저광을 주사(走査)한다. 그 때, 레이저 출력, 주사 속도를 조정함으로써 레이저 조사된 엣지 부분이 고온이 되어 연화되도록 하고, 이에 따라 레이저 조사된 엣지 부분이 둥그스름함을 띠도록 가공한다.

[0007] 이 경우, 예비가열, 가공 후의 냉각에 시간이 걸린다. 또한 기관 전체를 예비가열 할 필요가 있고, 가열할 수 없는 디바이스나 센서 등의 기능막이 기관 상에 이미 형성되어 있는 경우에는, 이 방법에 의한 챔퍼링 가공을 실시할 수 없는 경우도 있다. 또한 여열이 불충분하면 열응력에 의하여 갈라짐(크랙)이 발생하여, 양호한 챔퍼링 가공을 할 수 없어진다. 또한 가열융융에 의한 챔퍼링 가공에서는, 융융부분이 변형되어 그 일부(둥그스름함을 띤 부분의 일부)가 주위보다 부풀어 버려, 기관

끝면의 평탄도가 손상되는 경우가 있다.

- [0008] 한편 레이저 조사에 의한 가열용융 이외의 챔퍼링 방법으로서, 엣지 근방에 레이저광을 조사하여 가열함으로써 글라스 기관(10)에 크랙을 발생시키고, 레이저광을 상대적으로 엣지 라인 방향으로 주사함으로써 크랙을 엣지 라인을 따라 성장시키고, 글라스 기관으로부터 엣지 근방을 분리함으로써 챔퍼링을 하는 레이저 스크라이브법이 개시되어 있다(특허문헌2).
- [0009] 도10은, CO₂레이저 광원을 사용하여 레이저 스크라이브에 의하여 챔퍼링 가공을 할 때의 레이저 조사 상태를 나타내는 도면이다. 글라스 기관(10)의 엣지 라인(51) 부근에 CO₂레이저 광원(50)으로부터의 레이저광을 국소적으로 조사하고, 연화온도보다 낮은 온도로 가열한다. 이 때 국소적 열팽창에 동반하는 열응력에 의하여 크랙(52)이 발생한다. 그리고 엣지 라인(51)을 따라 레이저광을 주사함으로써, 순차적으로 발생하는 크랙(52)이 엣지 라인(51)을 따라 성장하고, 엣지 라인(51)을 포함하는 엣지 근방(모서리부분)이 분리된다.
- [0010] 특허문헌2에 의하면, 레이저 스크라이브에 의한 챔퍼링 가공을 함으로써, 글라스 기관의 정밀도를 손상하지 않고 높은 생산성을 가지며 세정공정을 필요로 하지 않는 챔퍼링 가공을 실시할 수 있다고 되어 있다.
- [0011] 특허문헌1 : 일본국 공개특허공보 특개평2-241684호 공보
- [0012] 특허문헌2 : 일본국 공개특허공보 특개평9?1225665호 공보

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0013] 그런데 레이저 조사에 의하여 글라스 기관의 챔퍼링 가공을 하는 경우, 글라스 기관이 흡수 가능한 파장대역(波長帶域)의 레이저 광원이 사용된다. 일반적으로 글라스재는, 소다 글래스계, 석영 글래스계 등의 종류에 따라 다소의 차이는 있지만, 파장대역이 2 μ m~10.6 μ m(10.6 μ m은 CO₂레이저의 파장)의 레이저이면 흡수 가능하다. 그러나 실제로는 챔퍼링 가공용의 레이저 광원으로서, 가열용융, 레이저 스크라이브의 어느 쪽도 CO₂레이저가 전적으로 사용되고 있었다.
- [0014] 그 이유는, 챔퍼링 가공은, 기관 끝면(표면)의 엣지 라인을 가공하는 것이고, 엣지 라인을 따라 레이저를 조사하여 가열할 때에, 엣지 부분에서 가장 많이 흡수되는 파장의 레이저광을 사용하는 편이 낫다고 생각되고 있었기 때문이다. 즉 CO₂레이저의 파장(10.6 μ m)은, 글라스에 대해서는 흡수율이 높아, 글라스 기관의 표면근방에서 대개 흡수(표면흡수라고 한다)되어버림으로써, 다른 레이저광보다 표면 근방을 효율적으로 가열할 수 있어, 챔퍼링 가공에는 적합하다고 생각되고 있었기 때문이다.
- [0015] CO₂레이저 이외의 특수한 레이저는, 연구목적으로는 챔퍼링 가공에 사용하는 것은 있을 수 있지만, 실제로 글라스 기관의 챔퍼링 가공용으로 특수 레이저를 실제로 사용한 적은 없었다. 예를 들면 주로 의료용 레이저로서 이용되고 있는 Er:YAG 레이저(파장2.94 μ m), Ho:YAG 레이저(파장2.09 μ m) 등은, 글라스재에 대해서도 흡수 가능한 파장대역의 레이저 광원이지만, 이러한 레이저 파장에 대한 글라스 기관의 흡수율은 CO₂레이저보다 작아, 그 결과, 글라스 기관에 조사하면, 기관표면으로부터 기관 내부에 걸쳐서 연속적으로 흡수(내부흡수라고 한다)된다. 이러한 내부흡수를 발생시키는 파장의 레이저 광원은, 두꺼운 판유리를 레이저 스크라이브로 절단할 때와 같이, 기관표면으로부터 기관 내부를 향하여 크랙을 깊게 진전시켜서 절단할 때에는 이용될 가능성이 있다. 즉 내부흡수를 이용하여 두꺼운 판유리 표면으로부터 두꺼운 판유리 내부에 걸쳐서 깊게 가열하여, 열응력분포를 두꺼운 판유리의 내부 깊숙이까지 형성함으로써, 크랙을 표면으로부터 내부까지 깊게 진전시키고 싶은 경우에는 유효하다. 그러나 챔퍼링 가공에서는, 상기한 바와 같이 레이저광은 표면근방에서만 흡수되는 파장 쪽이, 챔퍼링 가공을 하는 부분에 대한 가열효율이 좋다고 생각되고 있어, 일부러 CO₂레이저를 대치하여 특수 레이저를 이용할 이유가 없어서, 전적으로 CO₂레이저가 사용되고 있었다. 또한 상기한 의료용의 Er:YAG 레이저(파장2.94 μ m)이나 Ho:YAG 레이저(파장2.09 μ m)는, 출력 파워가 2W에서 10W 정도여서, 의료용의 레이저를 그대로 전용하여도 챔퍼링 가공용으로서도 출력이 부족한 경우도 있어, 레이저 출력

의 면에서도 CO₂레이저를 대치하여 특수 레이저를 이용할 이유는 없었다.

- [0016] 그리고 실제로 CO₂레이저를 광원으로 사용한 레이저 스크라이브에 의한 챔퍼링 가공에 의하여 그 나뭇잎의 챔퍼링 가공이 실현되고 있었다.
- [0017] 그러나 최근, 플랫 패널 디스플레이(FPD)용 글라스 기판 등에서는, 종래부터도 대형의 글라스 기판이 사용되고, 글라스 기판의 대형화에 따라, 기판의 가공 품질에 관해서도, 지금까지 이상으로 높은 정밀도나 신뢰성이 요구되도록 되어 있다. 그리고 챔퍼링 가공에 의하여 형성되는 가공면의 형상에 관해서도, 지금까지 이상으로 높은 정밀도와 신뢰성이 요구되고 있다.
- [0018] 여기에서 레이저 스크라이브에 의한 챔퍼링 가공에 의하여 형성되는 가공면에 대하여 설명한다. 도11은, CO₂레이저를 사용한 레이저 스크라이브에 의하여 챔퍼링 가공을 하였을 때의 가공단면의 확대도이다.
- [0019] 챔퍼링 가공에 의하여 글라스 기판(10)의 모서리부분(U)이 분리(박리)되어, 글라스 기판(10)의 엣지 라인(53)은 모서리부분(U)과 함께 소실되지만, 새롭게 챔퍼링 가공면(54)이 형성된다.
- [0020] 이 챔퍼링 가공면(54)의 단면형상을 관찰하면, 글라스 기판(10) 측으로 움푹 팬 원호형상을 가지고 있다. 챔퍼링 가공면(54)이 우그러져있는 결과, 글라스 기판(S)의 기판표면(55, 56)과의 교차부분에는, 2개의 엣지 라인(57, 58)이 형성되게 된다. 이러한 엣지 라인(57, 58)은, 당초의 엣지 라인(53)에 비하면 엣지의 날카로움은 개선되어 있지만, 그래도 함몰이 커지게 되면, 예리한 엣지가 형성되어버리게 된다.
- [0021] 플랫 패널 디스플레이용(FPD用) 글라스 기판에서는, 엣지 라인(57, 58)의 바로 위에 TAB테이프가 배선되는 경우가 있고, 챔퍼링 가공 후에, 이 부분에 예리한 엣지가 남아 있으면 TAB테이프가 단선될 가능성이 높아진다.
- [0022] 그 때문에 챔퍼링 가공면(54)의 함몰을 가능한 한 작은 형상으로 하여, 예리한 엣지가 형성되지 않도록 챔퍼링 가공하는 것이 요구되고 있다.
- [0023] 그러나 종래부터 이루어지고 있는 CO₂레이저를 사용한 레이저 스크라이브로 형성되는 챔퍼링 가공면(54)에서는 아무리 해도 함몰이 발생되어버린다. 이것은 엣지 라인(53)에 조사하는 레이저의 조사방향을 변화시키거나 하여도, 결과는 대략 같아서, 챔퍼링 가공면의 형상을 제어하기 어려웠었다.
- [0024] 그래서 본 발명은, 첫째로 레이저 스크라이브에 의한 챔퍼링 가공방법을 개량하여, 레이저 스크라이브를 할 때에 형성되는 챔퍼링 가공면의 함몰을 작게 할 수 있고, 더 바람직하게는 형성되는 챔퍼링 가공면을 평탄하게 할 수 있는 챔퍼링 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0025] 또한 둘째로, 챔퍼링 가공면의 형상을 평탄화 할 뿐만 아니라, 가공면의 형상을 제어할 수 있는 챔퍼링 가공법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

- [0026] 상기 과제를 해결하기 위하여 이루어진 본 발명의 취성재료기판의 챔퍼링 방법은, 취성재료기판의 엣지 라인을 따라 레이저광을 주사함으로써 상기 엣지 라인의 챔퍼링 가공을 하는 취성재료기판의 챔퍼링 방법으로서, 상기 취성재료기판에 대한 흡수율이 0.05~0.95인 파장의 레이저 광원을 사용하여 상기 엣지 라인 근방에 입사하도록 레이저광을 조사하고, 엣지 라인으로부터 기판 내부에 걸쳐 분포하는 레이저광 흡수영역에 의해 기판 내부에 온도분포를 형성하고, 이 온도분포에 의해 기판 내부에 발생된 열응력분포를 이용하여 크랙을 진전시킴과 아울러 크랙의 진전방향을 조정하도록 하고 있다.
- [0027] 여기에서 「취성재료기판」이라고 함은, 글라스 기판 외에, 석영, 단결정 실리콘, 사파이어, 반도체 웨이, 세라믹 등의 기판이 포함된다.
- [0028] 「취성재료기판에 대한 흡수율이 0.05~0.95인 파장의 레이저 광원」이라고 함은, 기능적으로 설명하면 기판표면 근방에서만 흡수(표면흡수)되는 파장의 레이저 광원 및 기판이 거의 흡수하지 않는 파장의 레이저 광원을 제외한 레이저 광원을 의미하는 것으로서, 레이저광을 기판에 조사했을 때에, 기판표면

근방(엣지 라인도 포함된다)으로부터 기관 내부에 걸쳐서, 레이저광이 흡수(내부흡수)되는 레이저광 흡수 영역이 분포되게 되는 파장의 레이저 광원을 말한다. 구체적으로는, 글라스 기관의 경우에는, CO₂레이저나 CO레이저(파장5.3 μm)는 흡수율이 0.95보다 크기 때문에, 여기에서 사용하는 챔퍼링 가공용의 레이저 광원으로부터는 제외된다. 취성재료기관의 종류에 따라 바람직한 파장대역이 다르게 되지만, 글라스 기관의 경우, 2 μm~5 μm의 파장대역의 레이저 광원이 바람직하다.

[0029] 본 발명에 의하면, 챔퍼링 가공용의 레이저 광원으로서, 표면흡수가 아니라 내부흡수가 발생하는 파장의 레이저 광원을 사용하고, 이 레이저 광원으로부터의 레이저광이, 엣지 라인 근방으로부터 입사하도록 레이저광을 조사한다. 이 때 기관표면으로부터 기관 내부에 걸쳐서 레이저광이 통과하는 영역이 레이저광 흡수영역이 되고, 레이저광 흡수영역 내의 각 점은 조사된 레이저광을 흡수하여 발열한다. 즉 레이저광 흡수영역의 각 점은, 엣지 라인으로부터 기관 내부에 걸쳐 분포하는 열원이 되어 발열하여, 주위에 열을 전달하게 된다. 그 결과, 레이저광 흡수영역의 형상에 따라 선 모양 또는 면 모양 또는 입체 모양의 열원(즉 점 모양 열원이나 기관표면 상의 열원이 아님)이 되어서 가열되었을 때의 온도분포가 기관 내부에 발생하게 되고, 또한 이 온도분포에 기인하여 발생된 열응력분포가 얻어지게 된다. 이 때의 온도분포나 열응력분포는, 표면흡수만이 발생하는 파장의 레이저 광원(예를 들면 글라스 기관에 대한 CO₂레이저 광원)을 사용하여 가열하였을 경우와 다르게 된다. 그리고 내부흡수에 의하여 발생하는 열응력분포장(특히 인장응력)을 제어함으로써 크랙을 성장시킴과 아울러, 단순히 크랙을 성장시킬 뿐만 아니라 크랙의 진전방향을 조정할 수 있도록 함으로써(구체적인 예에 관해서는 후술한다), 챔퍼링 가공면의 형상을 조정한다.

효 과

[0030] 본 발명에 의하면, 표면흡수만이 발생하는 파장의 레이저 광원을 사용하여 가열하는 것이 아니라, 내부흡수가 발생하는 파장의 레이저 광원을 사용하여 엣지 라인으로부터 기관 내부에 걸쳐서 가열하고, 그 때의 열응력분포를 제어하여 크랙을 진전시킴과 아울러 진전방향을 조정함으로써 챔퍼링 가공면의 형상을 조정하도록 하였으므로, 챔퍼링 가공면의 형상을 열응력분포(인장응력)의 형상에 의하여 변화시킬 수 있게 되고, 열응력분포(인장응력)의 형상을 적절하게 함으로써 함몰이 작은 형상, 더 평탄한 형상으로 할 수 있다.

[0031] (기타의 과제해결 수단 및 효과)

[0032] 상기 발명에 있어서, 레이저광은 상기 엣지 라인으로부터 기관 내부를 향하여 경사방향으로 입사되도록 하는 것이 바람직하다.

[0033] 이에 따라 엣지 라인으로부터 기관 내부로 경사 입사된 레이저광은 기관 내부에서 거의 전부 흡수되게 되어, 효율적으로 가열할 수 있다.

[0034] 상기 발명에 있어서, 레이저광은 상기 엣지 라인으로부터 기관 내부를 향하여 직진 입사되어, 선 모양의 레이저광 흡수영역이 형성되도록 하여도 좋다.

[0035] 이에 따라 가느다란 레이저광 흡수영역에 집중하여 가열할 수 있어, 열응력분포를 집중시킬 수 있기 때문에 크랙의 진전방향을 조정하기 쉽게 할 수 있다.

[0036] 상기 발명에 있어서, 취성재료기관이 글라스계 재료이며, 레이저 광원이 Er:YAG 레이저, Ho:YAG 레이저, Er 파이버 레이저, Ho 파이버 레이저, 반도체 레이저, 광 파라메트릭 발진(optical parametric oscillation)에 의한 파장변환 광원 중의 어느 것이어도 좋다.

[0037] Er:YAG 레이저에 의하여 파장이 2.94 μm인 레이저광을, Ho:YAG 레이저에 의하여 파장이 2.09 μm인 레이저광을 조사할 수 있기 때문에, 이러한 레이저 광원을 사용하여 내부흡수를 일으킴으로써 함몰이 작은 챔퍼링 가공면을 얻을 수 있다. 또, 이러한 레이저는 지금까지 의료용으로서 작은 출력 파워(10W이하)의 것이 전적으로 사용되고 있었지만, 챔퍼링 가공용에서는 큰 출력 파워(예를 들면 10W~200W)의 레이저 광원을 사용하게 된다.

[0038] 상기 발명에 있어서, 엣지 라인을 사이에 둔 양측의 기관면 상에서 이 엣지 라인 근방의 위치에, 각각 상기 엣지 라인과 평행한 초기균열 라인을 형성하더라도 좋다.

- [0039] 이러한 초기균열 라인을 크랙 진전의 기점으로 함으로써 크랙이 형성되는 위치를 더 정밀도 좋게 제어할 수 있다.
- [0040] 상기 발명에 있어서, 초기균열 라인의 균열단면의 형상은, 균열선단이 엿지 라인에 근접하는 방향으로 경사진 경사 균열로 하더라도 좋다.
- [0041] 이에 따라 기관표면에 형성되는 크랙이 경사방향이 되어, 챔퍼링 가공면의 방향에 근접하게 되므로, 열응력분포장(인장응력)에 의한 크랙의 진전방향의 제어를 더 정밀도 좋게 할 수 있다.
- [0042] 여기에서 경사 균열은, 칼날 능선의 좌우가 비대칭인 커터휠을 기관표면에 압접함으로써 형성하더라도 좋다.
- [0043] 또한 경사 균열은, 기관표면에 대하여 경사방향의 레이저 조사에 의한 어블레이션 가공에 의하여 형성 하더라도 좋다.
- [0044] 비대칭의 칼날을 구비하는 커터휠을 기관에 수직으로 가압함으로써, 균열선단이 기관표면에 대하여 경사방향을 향하는 크랙을 형성할 수 있다. 또한 빔 지름을 가늘게 축소시킨 고출력 레이저(예를 들 면 YAG레이저)를 기관표면에 대하여 경사지게 조사함으로써 크랙이 형성되지 않고 어블레이션 가공(다 만 절단되지 않는 정도의 강도)에 의하여 경사 균열을 형성할 수 있다. 따라서 이러한 가공방법에 의 하여 형성된 경사 균열을 기점으로 하여 크랙의 형성위치나 크랙의 진전방향의 제어를 정밀도 좋게 할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0045] 이하, 본 발명의 실시예에 대하여 도면을 사용하여 설명한다. 또, 본 발명은, 이하에 설명하는 것 같은 실시예에 한정되는 것이 아니라, 본 발명의 취지를 일탈하지 않는 범위에서 여러 가지 태양 이 포함되는 것은 말할 필요도 없다.
- [0046] 도1은, 본 발명의 제1실시예인 취성재료기관의 챔퍼링 가공방법을 나타내는 도면이다. 도2는, 도1의 A-A'단면을 나타내는 도면이다. 챔퍼링 가공을 하고자 하는 글라스 기관(10)의 엿지 라인(11)과 대향하 는 위치에, Er:YAG 레이저 광원(20)(이하 Er레이저 광원(20)이라고 한다)을 배치하고, 기관의 엿지 라인 (11)으로부터 기관 내부를 향하여 레이저광이 경사지게 입사하도록 한다. 그리고 레이저 광원(20)에 대하여 글라스 기관(10)을 상대적으로 이동하여, 레이저광이 엿지 라인(11)을 따라 주사되도록 한다. 구체적으로는, 글라스 기관(10)의 위치를 이동하기 위한 스테이지 구동기구(도면에 나타나지 않는다)를 작동시켜서 주사한다.
- [0047] 또는, 글라스 기관(10)의 위치를 고정하고, 레이저 광원(20)을 로봇 암과 같은 이동기구에 의하여 이 동하도록 하더라도 좋다.
- [0048] 레이저광의 빔 형상에 대해서는, 직선 모양으로 조사하여, 기관 내부에 선 모양의 레이저광 조사영역 을 형성하더라도 좋다. 또한 레이저광의 광로 상에 렌즈를 설치하여 빔을 모음으로써 초점을 형성 하고, 이 초점위치를 엿지 라인(11)의 직전위치를 따라 기관(10)으로부터 초점을 빗나가게 하거나, 반대로 초점위치를 기관(10)의 내부로 조정하거나 하여 면 모양 혹은 입체 모양의 레이저광 조사영 역을 형성하더라도 좋다. 본 실시예에서는 선 모양의 레이저광 조사영역이 기관 내에 형성되도록 직 선 모양으로 조사하는 것으로 한다.
- [0049] 이 챔퍼링 방법에 의하면, Er레이저 광원(20)을 사용하여 기관의 가열을 한다. 이에 따라 엿지 라인 (11) 근방의 표면흡수에 의한 가열이 이루어지는 것이 아니고, 내부흡수에 의한 가열이 이루어지도 록 되어 있다.
- [0050] 여기에서 레이저 광원을 CO₂레이저에서 Er레이저로 대체한 것에 의한 차이점에 대해서, 종래의 방법 과 비교하면서 설명한다.
- [0051] 도3은, 도1에서 설명한 배치에 의하여 Er레이저 광원(20)을 사용하여 가열했을 때의 글라스 기관의 상태를 나타내는 단면모식도로서, 도3(a)는 글라스 기관 내부의 온도분포 및 레이저광 흡수영역을 나 타내는 도면이고, 도3(b)는 열응력분포 및 크랙 형상을 나타내는 도면이다.

- [0052] 도4는, 도3에 있어서의 Er레이저 광원에 대신하여, CO₂레이저 광원을 사용했을 때의 글라스 기관의 상태를 나타내는 단면모식도로서, 도4(a)는 온도분포 및 레이저광 흡수영역을 나타내는 도면이고, 도4(b)는 열응력분포 및 크랙 형상을 나타내는 도면이다.
- [0053] 설명의 편의상, 먼저 CO₂레이저 광원(21)에 의한 가열의 경우에 대하여 설명한다. CO₂레이저 광원(21)으로부터 엷지 라인(11)을 향하여 CO₂레이저(파장10.6 μ m)가 직선 모양으로 경사입사(2개의 단면10a, 10b에 대하여 약45도로 입사)되면, 글라스 기관(10)은 이 파장에 대한 흡수율이 높기 때문에 표면흡수가 되고, 엷지 라인(11) 상의 입사점(12)이 레이저광 흡수영역이 된다. 따라서 입사점(12)을 중심으로 하는 점모양의 열원(13)에 의하여 글라스 기관(10) 내부가 가열되어 간다. 즉 도4(a)에 있어서 실선으로 나타나 있는 바와 같이, 입사점(12)을 중심으로 하여 대략 동심원모양의 온도분포(Tc)가 형성되고, 또 동심원 모양으로 열전달 되어 간다. 그리고 동심원모양의 온도분포(Tc)가 형성됨으로써 도4(b)에 있어서 일점쇄선으로 나타나 있는 바와 같이 기관(10)의 내부에, 엷지 라인(11)을 향한 흑모양블록부를 가지는 파형의 열응력분포(인장응력)(Fc)가 형성되게 된다.
- [0054] 그 후에 가열후의 냉각이 진행되어 기관 내에 발생하는 열응력이 충분히 커지게 되면, 이윽고 기관표면으로부터 내부로 크랙이 발생한다.
- [0055] 일반적으로, 초기균열이 형성되어 있지 않은 상태에서 기관표면에 크랙이 발생할 때에는, 기관표면에 대하여 수직방향으로 크랙이 들어가는 성질이 있다. 또한 기관 내에 열응력분포장(熱應力分布場)이 발생하여 있는 상태에서 크랙이 들어가면, 인장응력이 집중되는 방향을 따라 크랙이 진전되기 쉽게 되는 성질이 있다. 그 한편 일단 발생한 크랙은 직진하는 성질도 있다.
- [0056] 이러한 성질로부터, 글라스 기관(10)의 모서리부분(U)에 있어서, 크랙에는, 흑모양블록부를 구비하는 파형의 열응력분포(Fc)의 형상에 따라 진전하려고 하는 힘이 작용함과 아울러, 기관표면으로부터 수직으로 들어간 크랙이 그대로 직진하려고 하는 힘도 작용하여, 이러한 힘이 경합하여 작용하는 결과, 파형의 응력분포(Fc)로부터 벗어난 원호 모양의 크랙(C')이 형성되게 된다. 즉, 크게 물결치는 형상의 응력분포장(인장응력)이 형성되어 있는 경우에는, 크랙은 이 응력분포장에 완전하게는 추종할 수 없고, 직선 모양으로 진전되려고 하는 힘이 우세한 결과, 파형의 응력분포장을 무시하여 크랙이 진전되게 되고, 인장응력의 방향으로 진전하는 힘과 직진하려고 하는 힘이 균형을 이룬 중간적인 원호 모양의 크랙 진전이 발생하는 것으로 생각된다.
- [0057] 이에 비하여 도3에 나타내는 Er레이저 광원(20)을 사용한 경우에, 엷지 라인(11)을 향하여 Er레이저(파장2.94 μ m)가 경사 입사되고 직선 모양으로 진행하면, 글라스 기관(10)은 이 파장에 대한 흡수율이 중간적인 값(0.05~0.95)이기 때문에 내부흡수가 되어, 엷지 라인(11)으로부터 기관 내부에 걸쳐서 선 모양의 레이저광 흡수영역이 형성된다. 따라서 입사점(12)으로부터의 선 모양의 열원(14)에 의하여 글라스 기관(10) 속이 가열되어 간다. 즉 도3(a)에 있어서 실선으로 나타나 있는 바와 같이, 선 모양의 열원(14)을 중심으로 하여, U자 모양(혹은 V자 모양)의 온도분포(Td)가 형성되고, 또 U자 모양으로 열전달 되어 간다. 그리고 U자 모양의 온도분포(Td)가 형성됨으로써, 도3(b)에 있어서 일점쇄선으로 나타나 있는 바와 같이 기관 내부의 흑모양블록부가 작아져서 대략 직선 모양의 열응력분포장(인장응력)(Fd)이 형성되게 된다.
- [0058] 즉 내부흡수를 이용하여 선 모양으로 분포되는 열원(14)으로 함으로써, 도4(CO₂레이저 조사의 경우)에 있어서 열응력분포에 흑모양블록부가 나타나 있던 부분이 적극적으로 가열되고, 이 부분의 온도분포가 변화되어서 열응력분포가 평탄화되어, 결과적으로 직선에 가까운 열응력분포장(인장응력)(Fd)이 얻어지게 된다.
- [0059] 그 후에 가열후의 냉각이 진행되어 기관 내에 발생하는 열응력이 충분히 커지고, 이윽고 기관표면으로부터 내부로 크랙이 발생하지만, 직선 모양의 열응력분포(인장응력장)(Fd)가 형성되어 있음으로써, 크랙은 이 직선을 따라 진전되는 것이 가능하게 된다.
- [0060] 즉 글라스 기관(10)의 모서리부분(U)에 있어서, 기관표면으로부터 수직으로 들어간 크랙이, 직선 모양의 열응력분포장(인장응력)(Fd)을 따라 진전할 수 있도록 되어, 이 직선 모양의 크랙을 따라 챔퍼링 가공면이 연속하여 형성되는 결과, 평탄한 챔퍼링 가공면(C)이 형성되게 된다. 또는, 평탄면에 이르지 않아도 함몰이 작은 챔퍼링 가공면이 형성되게 된다.

- [0061] 이와 같이 Er 레이저 광원(20)에 의하여 글라스 기관(10)의 모서리부분에서 내부흡수를 하게 함으로써 열응력분포장(인장응력)을 제어할 수 있기 때문에, 크랙이 추종할 수 있을 것 같은 열응력분포장을 형성함으로써 챔퍼링 가공면의 형상을 제어할 수 있게 된다.
- [0062] 예를 들면, 상기 실시예에서는 엷지 라인(11)을 사이에 둔 2개의 기관표면(10a, 10b)에 대하여 약 45도로 입사되게 함으로써, 형성되는 챔퍼링 가공면의 각도가 2개의 단면(10a, 10b)에 대해서 약 45도로 형성되도록 하였지만, 입사각도를 변화시킴으로써 어느 하나의 단면측으로 챔퍼링 가공면을 경사시킬 수 있다.
- [0063] 또 레이저광의 빔 형상을 직선 모양이 아니라 면 모양으로 조사하여 레이저광 흡수영역을 면 모양, 입체 모양으로 하더라도 좋다. 또한 레이저광을 집광(集光)하여 초점을 형성하고, 기관 내부에 초점을 맞추거나, 혹은 기관의 직전에 초점을 맞추거나 하여 레이저광 흡수영역을 입체적인 형상으로 하더라도 좋다. 각각의 레이저광 흡수영역의 형상에 대응하는 열원형상이 되어 가열되어, 글라스 기관(11)의 모서리부분에 다양한 온도분포를 형성시키게 되지만, 크랙을 추종할 수 있는 열응력분포장을 형성하기만 하면, 챔퍼링 가공면의 형상이나 방향을 제어할 수 있다.
- [0064] 다음에 제2실시예에 대하여 설명한다. 제1실시예에서는 내부흡수 가능한 레이저광을 조사함으로써, 함몰이 작은 챔퍼링 가공면이나 평탄한 챔퍼링 가공면을 형성하는 개량을 하였지만, 형성되는 챔퍼링 가공면의 위치나 방향의 제어성을 더 높이기 위해서, 본 실시예에서는 초기균열 라인을 도입하도록 하고 있다.
- [0065] 도5는, 본 발명의 다른 한 실시예인 취성재료기관의 챔퍼링 가공방법을 나타내는 도면이다. 또한 도6은, 도5의 챔퍼링 가공면에 수직한 B-B' 단면을 나타내는 도면이다.
- [0066] 우선, 글라스 기관(10)의 챔퍼링 가공을 하고자 하는 엷지 라인(11)을 사이에 둔 2개의 기관표면(10a, 10b) 상에서, 또한, 엷지 라인(11) 근방의 위치에, 이 엷지 라인(11)을 따라 평행하게 이어지는 초기균열 라인(15, 16)을 형성한다.
- [0067] 초기균열 라인(15, 16)이 형성되는 위치는, 뒤의 공정에서 레이저가 조사되었을 때에, 열응력분포장(인장응력)이 형성되어서 크랙이 유도되는 영역 내일 것이 필요하게 된다. 구체적으로는 엷지 라인으로부터 0.5mm~3mm의 위치에 형성하는 것이 바람직하다. 또한 초기균열(15, 16)의 단면형상은, 기관표면(10a, 10b)에 대하여, 균열선단이 엷지 라인(11)의 측에 근접하는 방향으로 경사진 경사 균열이 되도록 한다.
- [0068] 도7은 경사 균열의 형성에 사용되는 커터휠의 한 예를 나타내는 도면이다. 이 커터휠(30)은, 도7(a)에 칼날부분을 확대하여 나타내고 있는 바와 같이 칼날 능선의 원주 방향을 따라 적시의 간격으로 홈(31)이 형성되어 있다. 이웃하는 홈(31)의 사이에는 돌기(32)가 형성되고, 이에 따라 스크라이브 성능을 향상시킬 수 있다. 도7(b)는 홈(31)의 단면(C-C' 단면)을 나타낸다. 홈(31)의 절취면은, 능선에 대하여 좌우 비대칭이 되도록 경사져 있다. 이러한 비대칭홈을 형성함으로써, 스크라이브 성능을 손상하지 않고 경사 균열을 형성할 수 있다(일본국 특허 제2989602호 참조).
- [0069] 또한 칼날 능선의 좌우의 칼날각을 비대칭으로 한 커터휠을 사용하여도 경사 균열을 형성할 수 있다(일본국 공개특허공보 특개평9-278474호 참조).
- [0070] 또한 경사 균열을 형성하는 다른 방법으로서, 도8에 나타나 있는 바와 같이 고출력 레이저(예를 들면 YAG레이저 혹은 펄스 CO₂레이저)의 빔 지름을 축소시킴과 아울러 집광하여, 초점이 기관표면에 오도록 하여 가열하고, 핀포인트(pinpoint)에서 경사방향으로 어블레이션(ablation)가공하는 방법을 사용할 수 있다.
- [0071] 이러한 방법에 의하여 경사 균열을 형성한 후, 제1실시예와 같이, Er 레이저 광원(20)을 엷지 라인(11)을 향해, Er 레이저(파장2.94μm)를 직선 모양으로 경사 입사한다. 그 결과, 초기균열 라인(15, 16)의 위치가 기점이 되어 크랙이 진전되고, 또한 크랙의 진전방향이 경사 균열 방향이 되어 기관 내부를 향하여 진전되게 된다. 이 때 기관 내의 열응력분포장(인장응력)을 경사 균열 방향으로 가까이 해 둠으로써 크랙을 열응력분포장(인장응력)을 따라 진전시킬 수 있고, 이 크랙에 의하여 챔퍼링 가공면을 원하는 형상으로 할 수 있다.
- [0072] 이상, 글라스 기관에 관한 챔퍼링 가공에 대하여 설명하였지만, 다른 취성재료기관에 관해서도, 각각

의 기관재료의 흡수 특성에 따라 내부흡수가 가능한 레이저 광원을 선택함으로써, 같은 챔퍼링 가공을 실현할 수 있다.

산업이용 가능성

[0073] 본 발명은, 글라스 기관 등의 취성재료기관의 챔퍼링 가공에 이용된다.

도면의 간단한 설명

[0074] 도1은, 본 발명의 한 실시예인 취성재료기관의 챔퍼링 가공방법을 나타내는 도면이다.

[0075] 도2는, 도1의 A-A' 단면도이다.

[0076] 도3은, Er 레이저 광원을 사용하여 가열했을 때의 글라스 기관의 상태를 나타내는 단면모식도이다.

[0077] 도4는, CO₂ 레이저 광원을 사용하여 가열했을 때의 글라스 기관의 상태를 나타내는 단면모식도이다.

[0078] 도5는, 본 발명의 다른 한 실시예인 취성재료기관의 챔퍼링 가공방법을 나타내는 도면이면서, 본 발명의 다른 한 실시예인 크랙 형성장치의 개략적인 구성을 나타내는 도면이다.

[0079] 도6은, 도5의 B-B' 단면을 나타내는 도면이다.

[0080] 도7은, 비대칭 커터휠에 의하여 경사 균열을 형성하는 상태를 나타내는 도면이다.

[0081] 도8은, 레이저 어블레이션(laser ablation)에 의하여 경사 균열을 형성하는 상태를 나타내는 도면이다.

[0082] 도9는, CO₂ 레이저 광원을 사용하여 가열용융에 의하여 챔퍼링 가공을 할 때의 레이저 조사 상태를 나타내는 도면이다.

[0083] 도10은, CO₂ 레이저 광원을 사용하여 레이저 스크라이브에 의하여 챔퍼링 가공을 할 때의 레이저 조사 상태를 나타내는 도면이다.

[0084] 도11은, CO₂ 레이저를 사용한 레이저 스크라이브에 의하여 챔퍼링 가공을 하였을 때의 가공단면의 확대도이다.

[0085] *도면의 주요부분에 대한 부호의 설명*

[0086] 10 : 글라스 기관

[0087] 10a, 10b : 기관표면

[0088] 11 : 엣지 라인

[0089] 12 : 레이저광 흡수영역(점 모양)

[0090] 13 : 열원

[0091] 14 : 레이저광 흡수영역(선 모양)

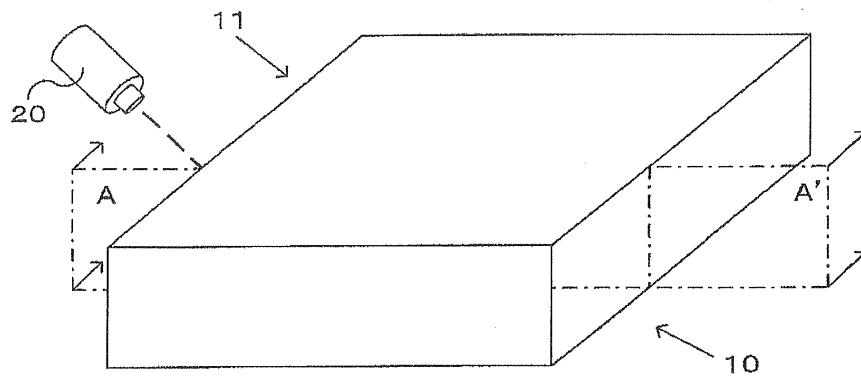
[0092] 20 : Er 레이저 광원

[0093] 30 : 비대칭 커터휠

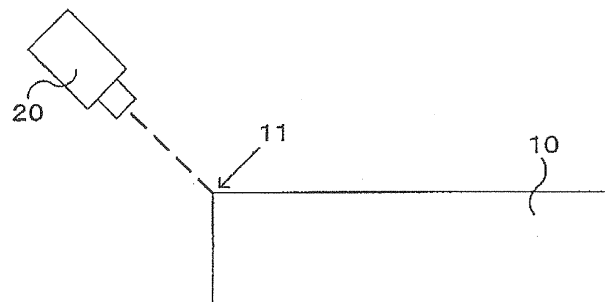
[0094] 40 : YAG 레이저

도면

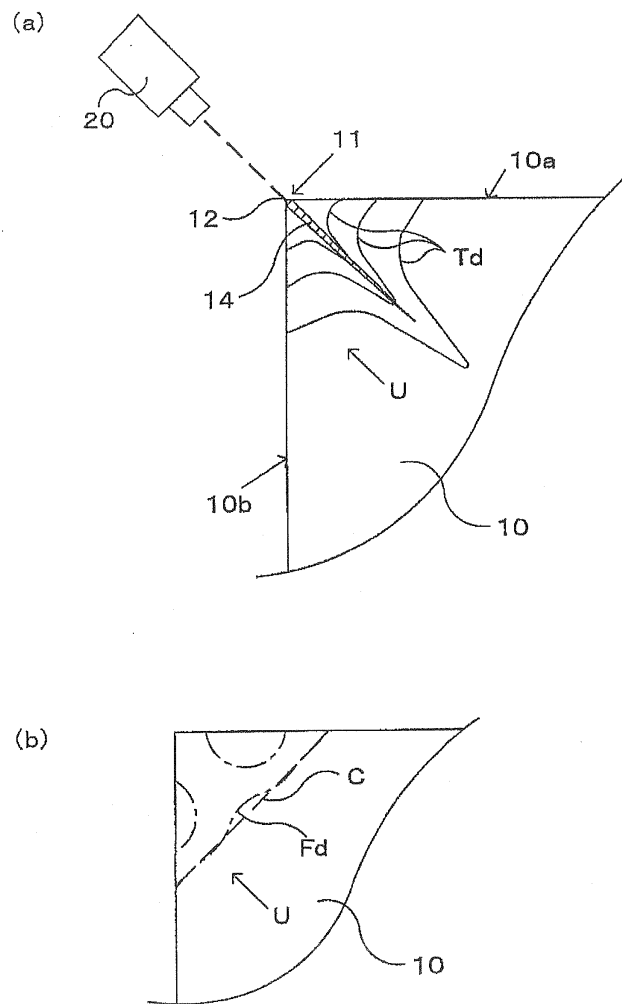
도면1



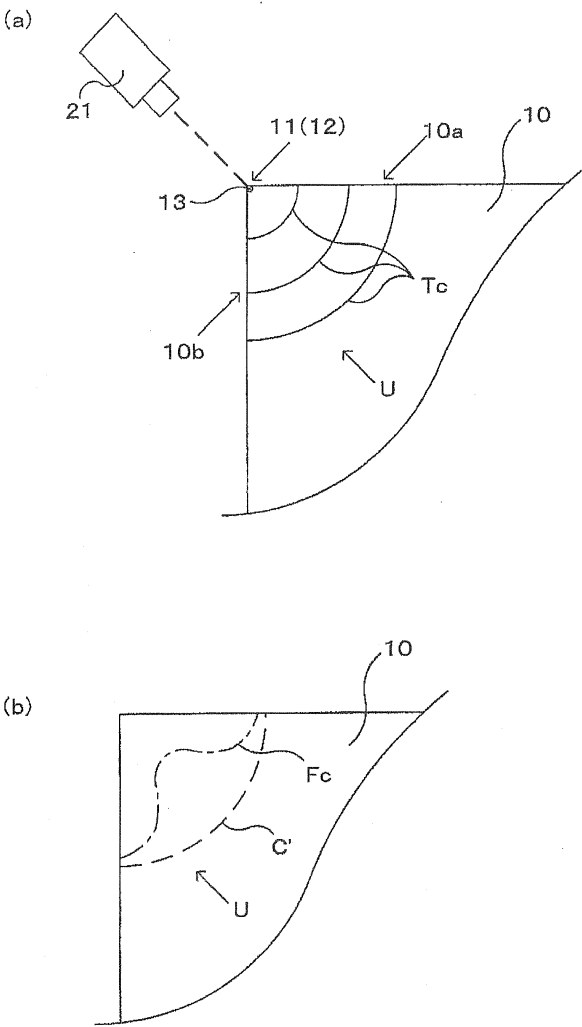
도면2



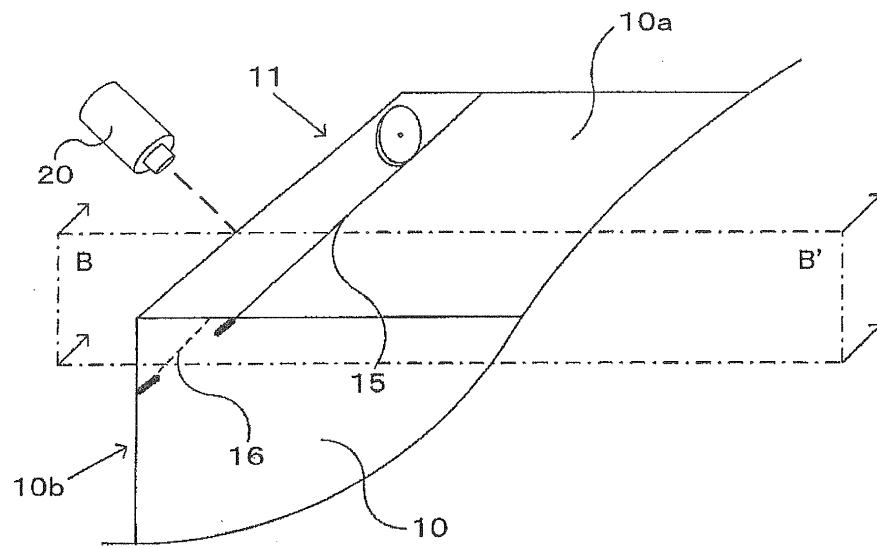
도면3



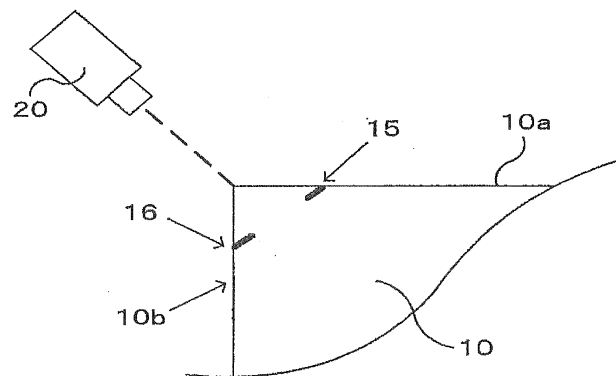
도면4



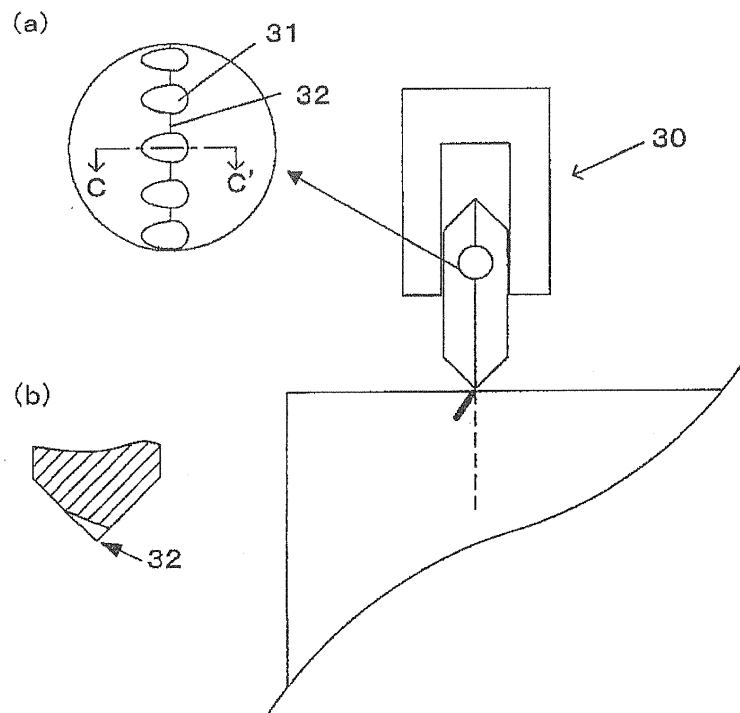
도면5



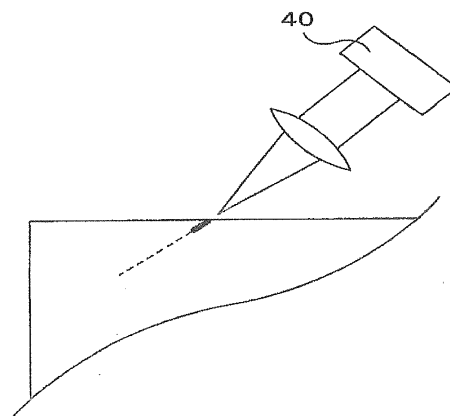
도면6



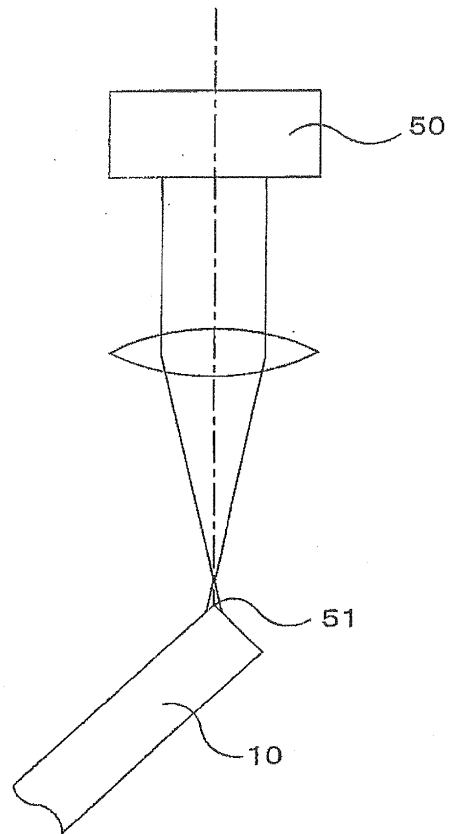
도면7



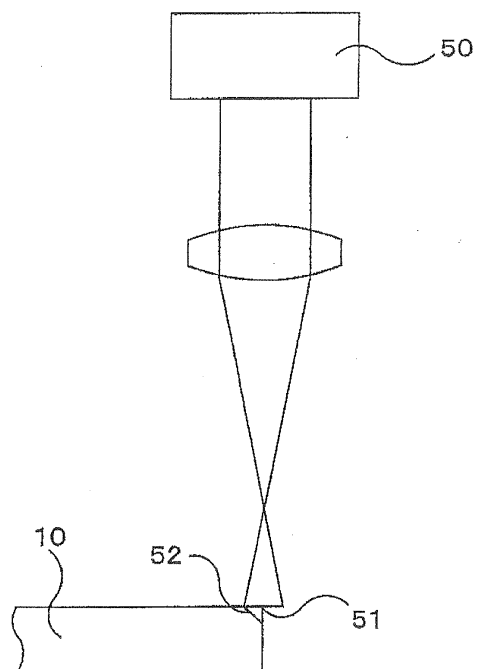
도면8



도면9



도면10



도면11

