



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년09월10일
(11) 등록번호 10-1306673
(24) 등록일자 2013년09월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 26/06 (2006.01) C03B 33/09 (2006.01)
G02F 1/13 (2006.01) G02F 1/1333 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7001391
(22) 출원일자(국제) 2009년06월11일
심사청구일자 2011년01월19일
(85) 번역문제출일자 2011년01월19일
(65) 공개번호 10-2011-0030622
(43) 공개일자 2011년03월23일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2009/060716
(87) 국제공개번호 WO 2009/157319
국제공개일자 2009년12월30일
(30) 우선권주장
JP-P-2008-166034 2008년06월25일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2007245235 A*
JP2006273695 A*
JP2002241141 A*
WO2007119740 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
미쓰보시 다이야몬드 고교 가부시키키가이샤
일본국 오사카후 셋츠시 코로엔 32반 12고
(72) 발명자
구마타니 잇세이
일본국 오사카후 스이타시 미나미카네탕 2초메 1
2반 12고 미쓰보시 다이야몬드 고교 가부시키키가이
샤 나이
스나타 토미히사
일본국 오사카후 스이타시 미나미카네탕 2초메 1
2반 12고 미쓰보시 다이야몬드 고교 가부시키키가이
샤 나이
시미즈 세이지
일본국 오사카후 스이타시 미나미카네탕 2초메 1
2반 12고 미쓰보시 다이야몬드 고교 가부시키키가이
샤 나이
(74) 대리인
이철

전체 청구항 수 : 총 7 항

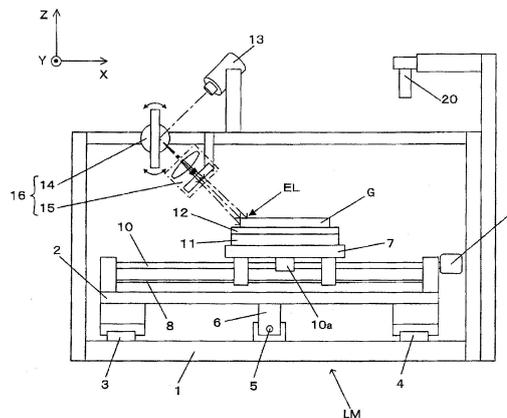
심사관 : 우귀애

(54) 발명의 명칭 **모따기 가공 장치**

(57) 요약

C면 혹은 R면 등의 모따기 가공면으로 할 수 있는 취성 재료 기관의 모따기 가공 장치를 제공한다. 레이저 광원(13)과 집광 부재(15)와의 사이의 레이저 빔의 광로에 설치되어, 레이저 빔의 집광 부재로의 입사 광로를 편향하여 집광 부재로부터 출사되는 레이저 빔이 형성하는 집광점의 위치를 주사시키는 빔 편향부(14)와, 예지 라인(EL)의 비스듬히 전방으로부터 예지 라인을 향하여 레이저 빔이 조사되어, 예지 라인 근방의 기관 표면 또는 기관 내부에 집광점이 예지 라인과 교차되는 면을 따라서 주사되도록 기관을 지지하는 기관 지지부(2, 7, 11, 12)를 구비하고, 집광 부재(15)는, 예지 라인과 교차되는 면에 형성되는 집광점의 주사 궤적이 집광 부재로부터 볼 때 오목 형상 또는 직선 형상이 되는 광학 소자 유닛으로 함으로써, 기관 외측을 향하여 볼록 형상의 모따기 가공을 행한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

취성 재료 기관의 모따기(chamfering) 가공을 행하는 모따기 가공 장치로서,
레이저 광원과,
상기 레이저 광원으로부터 방사된 레이저 빔을 집광하여 상기 기관으로 유도하는 집광 부재와,
상기 레이저 광원으로부터 상기 집광 부재를 통하여 상기 기관에 이르기까지의 레이저 빔의 광로 상에 설치되어, 레이저 빔의 입사 광로를 편향하여 레이저 빔이 형성하는 집광점의 위치를 주사시키는 빔 편향부와,
모따기 가공을 행하는 에지 라인에 대하여, 상기 에지 라인을 단변(端邊)으로 하는 2개의 인접면의 경사진 전방으로부터 에지 라인을 향하여 레이저 빔이 조사되어, 에지 라인 근방의 기관 표면 또는 기관 내부에 상기 집광점이 에지 라인과 교차되는 면을 따라서 주사되도록 기관을 지지하는 기관 지지부와,
레이저 어블레이션에 의해 집광점의 주사 궤적을 따라서 기관의 일부를 제거하는 레이저 조사를 행하는 레이저 구동부와,
상기 집광점이 상기 에지 라인을 따라 상대이동 하도록 기관 측 또는 레이저빔 측을 이동시키는 이송 기구를 구비하고,
상기 집광 부재는, 에지 라인과 교차되는 면에 형성되는 집광점의 주사 궤적이 집광 부재로부터 볼때 오목 형상 또는 직선 형상이 되는 광학 파라미터를 갖는 광학 소자 유닛인 것을 특징으로 하는 모따기 가공 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
집광 부재가, f θ 렌즈 또는 f θ 미러로 이루어지는 광학 소자 유닛인 모따기 가공 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,
집광 부재가, 텔레센트릭(telecentric)이 아닌 f θ 렌즈와 평면 평행관을 조합한 광학 소자 유닛인 모따기 가공 장치.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 기관 지지부는 기관을 수평으로 올려놓는 테이블로 이루어지며, 상기 집광 부재 및 빔 편향부는 수평으로 올려놓여진 기관의 에지 라인에 대하여 45도 경사진 방향을 중심 방향으로 하여 상기 집광점이 주사되도록 배치되는 모따기 가공 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,
빔 편향부는 갈바노 미러(galvano mirror) 또는 폴리곤 미러(polygon mirror)에 의해 구성되는 모따기 가공 장치.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 집광 부재의 상기 평면 평행판이 요동 가능하게 구성되어, 빔 편향부로서 검용되는 모따기 가공 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 기관 또는 상기 집광 부재의 위치를 레이저 빔의 조사 방향으로 이동함으로써 상기 집광점의 기관에 대한 깊이 방향의 위치를 조정하는 깊이 조정 기구를 추가로 구비한 모따기 가공 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 취성 재료 기관(brittle material substrate)의 단면(端面)에 형성되는 에지 라인(edg line; 능선)의 모따기 가공 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 레이저 빔의 조사에 의해 에지 라인의 R모따기(chamfering) 또는 C모따기를 행하는 모따기 가공 방법 및 모따기 가공 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 여기에서 가공 대상이 되는 취성 재료 기관에는, 유리 기관 외에, 석영, 단결정 실리콘, 사파이어, 반도체 웨이퍼, 세라믹 등의 기관이 포함된다.

[0003] 유리 기관 등의 취성 재료 기관은, 소망하는 치수, 형상으로 가공함으로써 각종의 제품에 이용되고 있다. 일반적으로, 취성 재료 기관의 가공은, 다이싱(dicing), 휠 스크라이브(wheel scribing), 레이저 스크라이브 등의 기존의 가공 기술에 의해 행해지지만, 이들 가공 기술에 의해 분단(dividing)된 기관 단면의 에지 라인은 매우 예리하여, 근소한 충격이 가해지는 것만으로도 칩핑(chipping)이나 마이크로 크랙(crack) 등의 문제가 발생한다. 예를 들면, 플랫 패널 디스플레이(FPD)용의 유리 기관에서는, 에지의 이가 빠짐으로써 발생한 파편이 FPD용 기관의 표면에 흠집을 내는 원인이 되어, 제품의 수율(yield)에 영향을 준다.

[0004] 그 때문에, 기관을 분단한 후에 발생하는 기관의 에지 부분의 이빠짐 등을 방지하기 위해, 에지 라인을 따라 모따기 가공이 행해지고 있다.

[0005] 종래부터의 모따기 가공의 하나로, 다량의 물을 공급하면서 다이아몬드 지석(砥石)에 의해 연마하는 웨트(wet) 연마법이 있다. 그러나, 웨트 연마법에 의해 형성되는 모따기 가공면에는, 미소한 크랙이 연속적으로 잔존해 있어, 모따기 가공면의 강도는 주위보다 현저하게 저하하는 것으로 되어 있었다.

[0006] 이에 대하여, 모따기 가공을 행하려고 하는 에지 라인을 따라서 레이저 빔을 주사하여, 에지 라인을 따라서, 레이저 빔의 초점이 이동함으로써 에지 상(上)이 가열 용융함으로써 모따기를 행하는 가열 용융법이 제안되고 있다. 예를 들면 유리 부재 전체를 상온보다 높은 온도로 유지(여열(余熱))한 상태에서, 능선부 근방을 레이저 가열하여 능선부를 연화(軟化)시켜 둥글게 함으로써 모따기를 행하는 방법이 개시되어 있다(특허문헌 1 참조).

[0007] 도 8은, CO₂ 레이저 광원을 이용하여 가열 용융법에 의해 모따기 가공을 행할 때의 레이저 조사 상태를 나타내는 단면도이다. 미리, 도시하지 않은 히터를 이용하여 유리 기관(10) 전체를 연화 온도보다 낮은 소정 온도로 서서히 가열해 두고, 이어서 소정 온도로 유지된 유리 기관(10)의 모따기 가공을 행할 에지 라인(51)을 따라서, CO₂ 레이저 광원(50)으로부터의 레이저광을 집광 렌즈(53)에 의해 집광하여, 초점을 가공 부분 근방에 맞춰 주사한다. 그때, 레이저 출력, 주사 속도를 조정함으로써, 레이저 조사된 에지 부분이 고온이 되어 연화되도록 하고, 이에 따라 레이저 조사된 에지 부분이 둥그스름함을 띠도록 가공한다.

[0008] 이 경우, 예비 가열, 가공 후의 냉각에 시간이 걸린다. 또한, 기관 전체를 예비 가열할 필요가 있어, 가열할 수 없는 디바이스나 센서 등의 기능막이 기관 상에 이미 형성되어 있는 경우에는, 이 방법에 의한 모따기 가공을 실시할 수 없는 경우도 있다. 또한, 여열이 불충분하면 열응력에 의해 균열(크랙)이 발생하여, 양호한 모따기 가공을 할 수 없게 된다. 또한, 전술한 가열 용융법에 의한 모따기 가공에서는, 용융 부분이 변형하여 그 일부(둥그스름함을 띤 부분의 일부)가 주위보다도 부풀어 버려, 기관 단면의 평탄도가 손상되는 경우가 있다.

[0009] 가열 용융법과는 달리, 예비 가열의 필요가 없는 레이저 조사에 의한 모따기 방법으로서, 에지 근방에 레이저광을 조사하여 가열함으로써 유리 기관(10)에 크랙을 발생시켜, 레이저광을 상대적으로 에지 라인 방향으로 주사함으로써 크랙을 에지 라인을 따라서 성장시켜, 유리 기관으로부터 에지 근방을 분리함으로써 모따기를 행하는

레이저 스크라이브법이 개시되어 있다(특허문헌 2).

[0010] 도 9는, CO₂ 레이저 광원을 이용하여 레이저 스크라이브에 의해 모따기 가공을 행할 때의 레이저 조사 상태를 나타내는 도면이다. 유리 기판(10)의 에지 라인(51) 부근에 CO₂ 레이저 광원(50)으로부터의 레이저광을 집광 렌즈(53)에 의해 국소적으로 조사하여, 연화 온도보다 낮은 온도로 가열한다. 이때 국소적 열팽창에 수반하는 열응력에 의해 크랙(52)이 발생한다. 그리고, 에지 라인(51)을 따라서 레이저광을 주사함으로써, 순차 발생하는 크랙(52)이 에지 라인(51)을 따라서 성장하여, 에지 라인(51)을 포함하는 에지 근방(모서리 부분)이 분리된다.

[0011] 특허문헌 2에 의하면, 레이저 스크라이브에 의한 모따기 가공을 행함으로써, 유리 기판의 정밀도를 손상시키는 일 없이, 높은 생산성과 세정 공정을 필요로 하지 않는 모따기 가공을 행할 수 있다고 되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0012] (특허문헌 0001) 일본공개특허공보 평2-241684호
(특허문헌 0002) 일본공개특허공보 평9-225665호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 여기에서, 레이저 스크라이브에 의한 모따기 가공에 의해 형성되는 가공면에 대해서 설명한다. 도 10은, CO₂ 레이저를 이용한 레이저 스크라이브에 의해 모따기 가공을 행했을 때의 가공 단면(斷面)의 확대도이다.

[0014] 모따기 가공에 의해, 유리 기판(10)의 모서리 부분(U)이 분리(박리)되어, 유리 기판(10)의 에지 라인(53)은 모서리 부분(U)과 함께 소실되지만, 새로이 모따기 가공면(54)이 형성된다.

[0015] 이 모따기 가공면(54)의 단면 형상을 관찰하면, 유리 기판(10) 측으로 패인 원호 형상의 역(逆)R면을 갖고 있다. 모따기 가공면(54)이 패여 있는 결과, 유리 기판(S)의 기판 표면(55, 56)과의 교차 부분에는, 2개의 에지 라인(57, 58)이 형성되게 된다. 이들 에지 라인(57, 58)은, 당초의 에지 라인(53)에 비하면 에지의 예리함은 개선되어 있지만, 그래도 패임이 커지면, 예리한 에지가 형성되어 버리게 된다.

[0016] 특히 플랫 패널 디스플레이용(FPD용) 유리 기판에서는, 에지 라인(57, 58)의 바로 위에 TAB 테이프가 배선되는 경우가 있어, 모따기 가공 후에, 이 부분에 예리한 에지가 남아 있으면 TAB 테이프가 단선될 가능성이 높아진다.

[0017] 그 때문에, 모따기 가공면(54)은, 패임을 없애고, 모따기 부분이 평면인 C면, 혹은, 외측을 향하여 볼록 형상이 되는 R면으로 하는 것이 요구되고 있다.

[0018] 그러나, 전술한 바와 같은 종래의 CO₂ 레이저를 이용한 레이저 스크라이브법에 의한 모따기 가공면(54)에서는 아무래도 모따기 가공면에 패임이 발생해 버린다. 이는 에지 라인(53)에 조사하는 레이저의 조사 방향을 변화시키거나 해도, 결과는 거의 동일하여, 모따기 가공면의 형상을 제어하는 것이 곤란했다.

[0019] 최근, 플랫 패널 디스플레이(FPD)용 유리 기판 등에서는, 종래보다도 대형의 유리 기판이 이용되어, 유리 기판의 대형화에 수반하여, 기판의 가공 품질에 대해서도, 지금까지 이상으로 높은 정밀도나 신뢰성이 요구되게 되고 있다. 모따기 가공면의 형상에 대해서도, 지금까지 이상으로 높은 정밀도와 신뢰성이 요구되고 있다.

[0020] 그래서 본 발명은, 레이저 조사에 의해 형성되는 모따기 가공면을, 역R면이 아니라, C면 혹은 R면, 혹은 기판 외측을 향하여 볼록하게 되는 곡면으로 할 수 있는 모따기 가공 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0021] 상기 과제를 해결하기 위해 이루어진 본 발명의 모따기 가공 장치는, 특수한 광학 소자 유닛을 이용하여 레이저 빔의 집광점을 주사함으로써 C면, R면, 기판 외측을 향하여 볼록하게 되는 곡면의 모따기 가공을 실현하도록 하고 있다.

- [0022] 즉, 본 발명의 모따기 가공 장치는, 취성 재료 기관의 모따기 가공을 행하는 모따기 가공 장치로서, 레이저 광원과, 레이저 광원으로부터 방사된 레이저 빔을 집광하여 기관으로 유도하는 집광 부재와, 레이저 광원으로부터 집광 부재를 통하여 기관에 이르기까지의 레이저 빔의 광로 상에 설치되어, 레이저 빔의 입사 광로를 편향하여 레이저 빔이 형성하는 집광점의 위치를 주사시키는 빔 편향부와, 모따기 가공을 행하는 에지 라인에 대하여, 에지 라인을 단변(端邊)으로 하는 2개의 인접면의 경사진 전방(前方)으로부터 에지 라인을 향하여 레이저 빔이 조사되어, 에지 라인 근방의 기관 표면 또는 기관 내부에 상기 집광점이 에지 라인과 교차되는 면을 따라서 주사되도록 기관을 지지하는 기관 지지부를 구비하고, 집광 부재는, 에지 라인과 교차되는 면에 형성되는 집광점의 주사 궤적이 집광 부재로부터 볼때 오목 형상 또는 직선 형상이 되는 광학 파라미터를 갖는 광학 소자 유닛으로 이루어지도록 하고 있다.
- [0023] 여기에서, 취성 재료 기관에는, 유리 기관, 석영 기관, 실리콘 기관, 사파이어 기관, 실리콘 그 외의 반도체 웨이퍼, 세라믹 기관이 포함된다.
- [0024] 또한, 레이저 광원은, 레이저광의 파장에 의해 기관의 흡수 특성이 다르기 때문에, 기관의 종류, 기관 표면으로부터 주사할지 기관 내부를 주사할지에 따라, 사용할 레이저 광원을 선택한다.
- [0025] 예를 들면, 유리 기관에 대하여, 표면 부근을 주사하는 경우에는 기관 재료의 흡수 계수가 큰 CO₂ 레이저나 CO 레이저를 이용하는 것이 바람직하다(단 기관 표면을 주사하는 경우는 레이저를 집광하기만 하면 흡수가 작은 레이저라도 사용할 수 있다). 한편, 기관 내부를 주사하는 경우에는 기관 재료의 흡수 계수가 작은 YAG 레이저(Nd-YAG 레이저, Er-YAG 레이저 등)를 이용하는 것이 바람직하다.
- [0026] 또한, 집광 부재가 되는 광학 소자 유닛에는, 렌즈 유닛 또는 미러 유닛을 이용할 수 있다. 일반적으로, 렌즈 유닛에서는 그 굴절률 분포, 렌즈 곡면 형상을 조정함으로써, 또한, 미러 유닛에서는 그 반사면 형상을 조정함으로써, 렌즈 유닛, 미러 유닛으로의 입사광에 대한 출사광의 광로 방향이나 집광점을 설계할 수 있다. 따라서, 본 발명에 이용하는 광학 소자 유닛(렌즈 유닛, 미러 유닛)의 광학 파라미터로서, 빔 편향부에 의해 입사 광로가 편향되었을 때에 집광 부재에 의해 형성되는 집광점의 주사 궤적이 집광 부재로부터 볼때 오목 형상 또는 직선 형상이 되는 광학 파라미터를 갖는 것을 이용한다. 또한, 이러한 주사 궤적을 얻는 광학 파라미터는 기하학적인 계산, 혹은 유한 요소법에 의한 해석, 혹은 시행착오적인 설계를 행함으로써 구할 수 있다.
- [0027] 또한, 여기에서 말하는 광학 소자 유닛에는, 단일렌즈뿐만 아니라, 조합 렌즈와 같이, 복수의 렌즈나 거울을 직렬로 늘어놓은 구조로 함으로써, 소자 전체적으로, 집광점의 주사 궤적이 집광 부재로부터 볼때 오목 형상이 되도록 한 것도 포함된다.
- [0028] 본 발명에 의하면, 레이저 광원으로부터 방사되는 레이저 빔이, 빔 편향부, 집광 부재를 거쳐, 기관의 모따기 가공을 행하는 에지 라인에 대하여, 기관의 경사진 전방 방향으로부터 조사되도록 광학계가 배치된다. 빔 편향부는, 레이저 광원으로부터 방사된 레이저 빔의 집광 부재로의 입사 광로를 편향한다. 집광 부재는 빔 편향부에 의해 입사 광로가 편향됨으로써, 집광 부재로부터 출사되는 레이저 빔의 진행 방향이 편향된다. 그 결과, 집광 부재로부터 출사되는 레이저 빔에 의해 형성되는 집광점의 위치가, 기관의 에지 라인 근방에서 주사되게 된다. 이때 집광 부재에는, 에지 라인과 교차되는 면에 형성되는 집광점의 주사 궤적이 집광 부재로부터 볼때 오목 형상 또는 직선 형상이 되는 광학 파라미터를 갖는 광학 소자 유닛을 이용하고 있기 때문에, 에지 라인 근방의 집광점의 주사 궤적이 집광 부재로부터 볼때 오목 형상 또는 직선 형상이 된다. 그리고 기관 표면 또는 기관 내부에서 집광점이 주사되면, 그 궤적을 따라서 어블레이션(ablation) 현상이 발생하게 되어, 집광점의 주사 궤적을 따라서 기관의 일부가 제거되게 된다. 따라서 주사 궤적이 직선 형상인 경우는 C면의 모따기 가공이 행해지고, 주사 궤적이 집광 부재로부터 볼때 오목 형상인 경우는, 그 오목 형상에 대응하여 정해지는 R면, 포물면, 타원면 등의 볼록 형상의 모따기 가공이 행해진다.

발명의 효과

- [0029] 본 발명에 의하면, 레이저 조사에 의해 형성되는 모따기 가공면을, C면, 혹은 R면, 혹은, 기관 외측을 향하여 볼록하게 되는 곡면으로 할 수 있다.
- [0030] (그 외의 과제 해결 수단 및 효과)
- [0031] 상기 발명에 있어서, 집광 부재는 f θ 렌즈 또는 f θ 미러로 이루어지는 광학 소자 유닛이라도 좋다.
- [0032] 집광 부재를 f θ 렌즈 또는 f θ 미러로 이루어지는 광학 소자 유닛으로 한 경우의 집광점의 주사 궤적은, 직선 형

상이 되기 때문에, C면의 모따기 가공을 행할 수 있다.

- [0033] 상기 발명에 있어서, 집광 부재는, 텔레센트릭(telecentric)이 아닌 f θ 렌즈와 평면 평행판을 조합한 광학 소자 유닛이라도 좋다.
- [0034] 집광 부재를 텔레센트릭이 아닌 f θ 렌즈와 평면 평행판을 조합한 광학 소자 유닛으로 한 경우의 집광점의 주사 궤적은, 기관 외측을 향하여 볼록 형상이 되기 때문에, 당해 볼록 형상의 모따기 가공을 행할 수 있다.
- [0035] 상기 발명에 있어서, 집광점이 상기 에지 라인을 따라서 상대 이동하도록 기관 측 또는 레이저 빔 측을 이동시키는 이송 기구를 구비하도록 해도 좋다.
- [0036] 이에 의하면, 에지 라인을 따라서, 에지 라인 전체의 모따기 가공을 행할 수 있다.
- [0037] 상기 발명에 있어서, 기관 지지부는 기관을 수평으로 올려놓는 테이블로 이루어지며, 상기 집광 부재 및 빔 편향부는 수평으로 올려놓여진 기관의 에지 라인에 대하여 45도 경사진 방향을 중심 방향으로 하여 상기 집광점이 주사되게 배치되도록 해도 좋다.
- [0038] 이에 의하면, 기관을 수평인 테이블 상에 안정되게 올려놓은 채로 모따기 가공을 행할 수 있다.
- [0039] 상기 발명에 있어서, 빔 편향부는 갈바노 미러(galvano mirror) 또는 폴리곤 미러(polygon mirror)에 의해 구성 되도록 해도 좋다.
- [0040] 갈바노 미러의 경우는 반사경의 요동 운동에 의해, 또한, 폴리곤 미러의 경우는 반사경의 회전 운동에 의해, 간단한 기구로 집광 부재로 향하는 레이저 빔을 정확하고 그리고 재현성 좋게 편향시킬 수 있다.
- [0041] 상기 발명에 있어서, 기관 또는 상기 집광 부재의 위치를 레이저 빔의 조사 방향으로 이동함으로써 상기 집광점의 기관에 대한 깊이 방향의 위치를 조정하는 깊이 조정 기구를 추가로 구비하도록 해도 좋다.
- [0042] 이에 의하면, 집광점의 기관 내의 깊이 위치를, 모따기 가공의 가공 예정 깊이에 맞춰 모따기 가공을 행함으로써, 소망하는 깊이의 모따기 가공을 행할 수 있다.
- [0043] 또한, 깊은 모따기 가공을 행하는 바와 같은 경우에, 얇은 모따기 가공을 행하고, 서서히 깊이를 변화시켜 깊은 모따기 가공을 행하도록 하여, 깊이 방향의 주사 위치를 조정하면서 에지 라인의 기점에서 종점까지 연속적으로 상대 이동시킴으로써, 무리가 없는 모따기 가공을 행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0044] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태인 취성 재료 기관의 모따기 가공 장치의 구성을 나타내는 도면이다.
- 도 2는 도 1의 주사 광학계의 확대도이다.
- 도 3은 도 1의 모따기 가공 장치의 제어계의 블록도이다.
- 도 4는 모따기 가공면을 깊게 형성하는 경우의 수순을 나타내는 도면이다.
- 도 5는 주사 광학계의 변형예의 확대도이다.
- 도 6은 주사 광학계의 변형예의 확대도이다.
- 도 7은 주사 광학계의 변형예의 확대도이다.
- 도 8은 CO₂ 레이저 광원을 이용하여 가열 용융법에 의해 모따기 가공을 행할 때의 레이저 조사 상태를 나타내는 단면도이다.
- 도 9는 CO₂ 레이저 광원을 이용하여 레이저 스크라이브법에 의해 모따기 가공을 행할 때의 레이저 조사 상태를 나타내는 도면이다.
- 도 10는 CO₂ 레이저를 이용한 레이저 스크라이브법에 의해 모따기 가공을 행했을 때의 가공 단면의 확대도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0045] (발명을 실시하기 위한 최량의 형태)
- [0046] 이하, 본 발명의 실시 형태에 대해서 도면을 이용하여 설명한다. 여기에서는, 유리 기관에 대한 모따기 가공에

대해서 설명한다.

- [0047] 또한, 본 발명은, 이하에 설명하는 바와 같은 실시 형태에 한정되는 것은 아니고, 본 발명의 취지를 일탈하지 않는 범위에서 여러 가지의 실시 형태가 포함되는 것은 말할 필요도 없다.
- [0048] 도 1은, 본 발명의 일 실시 형태인 취성 재료 기관의 모따기 가공 장치(LM)를 나타내는 도면이다. 도 2는, 도 1의 주사 광학계를 나타내는 확대도이다.
- [0049] 모따기 가공 장치(LM)는, 수평인 가대(架臺;stand; 1) 상에 평행으로 배치된 한 쌍의 가이드 레일(3, 4)을 따라서, 도 1의 지면(紙面) 전후 방향(이하 Y방향이라고 함)으로 왕복 이동하는 슬라이드 테이블(2)이 설치되어 있다. 양 가이드 레일(3, 4)의 사이에, 스크루 나사(5)가 전후 방향을 따라서 배치되고, 이 스크루 나사(5)에, 상기 슬라이드 테이블(2)에 고정된 스테이(6)가 나사결합되어 있어, 스크루 나사(5)를 모터(도시하지않음)에 의해 정, 역회전함으로써, 슬라이드 테이블(2)이 가이드 레일(3, 4)을 따라서 Y방향으로 왕복 이동하도록 형성되어 있다.
- [0050] 슬라이드 테이블(2) 상에는, 수평인 대좌(臺座;pedestal; 7)가 가이드 레일(8)을 따라서, 도 1의 좌우 방향(이하 X방향이라고 함)으로 왕복 이동하도록 배치되어 있다. 대좌(7)에 고정된 스테이(10a)에, 모터(9)에 의해 회전하는 스크루 나사(10)가 관통 나사결합되어 있어, 스크루 나사(10)가 정, 역회전함으로써, 대좌(7)가 가이드 레일(8)을 따라서, X방향으로 왕복 이동한다.
- [0051] 대좌(7) 상에는, 높이 방향(이하 Z방향이라고 함)의 조정을 행하는 승강 테이블(11)과, 흡인척(chuck)을 탑재한 흡착 테이블(12)이 설치되어 있고, 이 흡착 테이블(12)의 위에, 유리 기관(G)이 수평인 상태로 세트된다. 이때, 모따기 가공을 행하는 에지 라인(EL)은 상방으로 향해지고, 후술하는 레이저 빔이 45도 경사진 방향으로 부터 입사되도록 지지된다.
- [0052] 또한, 유리 기관(G)은 카메라(20) 및 기관에 형성된 얼라인먼트 마크(alignment mark;도시하지 않음)를 이용하여 위치 결정을 행하고, 에지 라인(EL)을 Y방향으로 향하도록 한다. 기관(G)이 일정한 경우에는, 흡착 테이블(12)의 표면에 위치 결정용의 가이드를 설치해 두고, 기관의 일부를 가이드에 맞게 하여 위치 결정을 행해도 좋다.
- [0053] 유리 기관(G)의 상방에는, 레이저 광원(13)과, 갈바노 미러(14)(빔 편향부)와, 렌즈 유닛(15)(집광 부재)이 부착되어 있다. 갈바노 미러(14)와 렌즈 유닛(15)은 주사 광학계(16)를 구성한다.
- [0054] 레이저 광원(13)에는 Nd-YAG 레이저 광원이 이용된다. 레이저 광원(13)은 XZ면 내에서 출사 방향이 왼쪽 하방으로 45도 경사져 향해 있다.
- [0055] 갈바노 미러(14)는, 레이저 광원(13)으로부터 출사되는 레이저 빔의 광로 상에 반사경을 배치하고 있어, 레이저 빔을 오른쪽 하방으로 경사져 출사함과 함께, 반사경의 요동 운동에 의해, 빔의 출사 방향을 XZ면 내에서 편향한다. 이때의 갈바노 미러(14)의 요동 운동의 범위는, 가공 대상물의 모따기 가공을 행하는 각도 범위에 따라 조정한다.
- [0056] 렌즈 유닛(15)은, 갈바노 미러(14)로부터 출사되는 레이저 빔을 집광하여, 집광점을 형성한다. 또한, 갈바노 미러(14)에 의해 출사 방향이 편향되고, 레이저 빔의 렌즈 유닛(15)으로의 입사 위치가 주사되는 결과, 렌즈 유닛(15)으로부터 출사되는 레이저 빔에 의한 집광점은, XZ면 내(즉 에지 라인(EL)에 직교하는 면 내)에서 주사되어, 주사 궤적이 렌즈 유닛 측으로부터 볼때 오목 형상(기관 외측을 향하여 볼록 형상)이 된다.
- [0057] 예를 들면 도 2에 나타내는 바와 같이, 갈바노 미러(14)의 요동 운동에 의해 집광점의 주사 궤적은 F0, F1, F2를 잇는 호(R0)가 된다.
- [0058] 여기에서 렌즈 유닛(15)의 구체예에 대해서 설명한다. 렌즈 유닛(15)은, 텔레센트릭(telecentric)이 아닌 f θ 렌즈와 평면 평행판을 조합한 렌즈 유닛으로 함으로써, 집광점의 주사 궤적을 전술한 F0, F1, F2를 잇는 호(R0)와 같은 형상(기관 외측을 향하여 볼록 형상)으로 할 수 있다.
- [0059] 갈바노 미러(14)와 렌즈 유닛(15)은 장치의 프레임에 고정되어 있고, 이들 광학 소자에 의해 형성되는 집광점의 위치 및 집광점의 주사 궤적은, 일정한 위치 및 궤적이 되기 때문에, 미리, 집광점의 좌표(F0, F1, F2의 좌표)나 궤적(호(R0))을 나타내는 함수를 기하학적 계산에 의해(또는 실측으로) 구해 둘 수 있다.
- [0060] 따라서, 유리 기관(G)을 세트한 후, 슬라이드 테이블(2) 및 대좌(7) 및 승강 테이블(11)에 의한 XYZ방향의 위치 조정을 행함으로써, 집광점 F0을 에지 라인(EL) 상, 혹은 에지 라인(EL) 근방으로 설정한 가공 예정면의 위치에

맞추도록 한다.

- [0061] 이어서, 모따기 가공 장치(LM)의 제어계에 대해서 설명한다. 도 3은 제어계의 블록도이다. 모따기 가공 장치(LM)는, 각종 제어 데이터, 설정 파라미터 및 프로그램(소프트웨어)을 기억하는 메모리, 연산 처리를 실행하는 CPU로 이루어지는 제어부(50)를 구비하고 있다.
- [0062] 이 제어부(50)는, 슬라이드 테이블(2), 대좌(7), 승강 테이블(11)의 위치 결정이나 이동을 행하기 위한 모터(모터(9) 등)를 구동하는 테이블 구동부(51), 흡착 테이블(12)의 흡인력을 구동하는 흡착 기구 구동부(52), 갈바노 미러(14)를 구동하는 빔 편향부 구동부(53), 레이저 조사를 행하는 레이저 구동부(54)의 각 구동계를 제어한다. 또한, 제어부(50)는, 키보드, 마우스 등으로 이루어지는 입력부(도시하지 않음), 및, 표시 화면 상에 각종 표시를 행하는 표시부(도시하지 않음)가 접속되어, 필요한 정보가 화면에 표시됨과 함께, 필요한 지령이나 설정을 입력할 수 있도록 되어 있다.
- [0063] 다음으로, 모따기 가공 장치(LM)에 의한 모따기 동작에 대해서 설명한다. 기관(G)을 흡착 테이블(12)에 얹고, 카메라(20)를 이용하여 위치 조정을 행한다. 그리고 에지 라인(EL)을 Y방향으로 향하게 함과 함께, 집광점 F0의 좌표가 에지 라인(EL) 상 또는 이 근방의 가공 예정면의 깊이에 오도록 슬라이드 테이블(2), 대좌(7), 승강 테이블(11)에 의해 위치 조정한다.
- [0064] 이 경우, 대좌(7)와 승강 테이블(11)을 연동하여 이동시키면, 기관을 경사진 방향으로 이동할 수 있기 때문에, 집광점 F0의 기관의 깊이 방향의 위치 조정 기구로서 이용할 수 있다.
- [0065] 이어서, 갈바노 미러(14) 및 레이저 광원(13)을 구동하여 레이저 빔을 에지 라인 근방에서 주사한다. 그 결과, 집광점 근방에서 어블레이션에 의해 기관 재료가 용융 제거되어, 모따기 가공면이 형성된다.
- [0066] 에지 라인(EL)의 전체길이에 걸쳐서 모따기를 행할 때는, 슬라이드 테이블(2)을 일정 속도로 움직여, 레이저 빔의 주사면(XZ면)에 대하여 기관(G)을 Y방향으로 이동한다. 이때, 슬라이드 테이블(2)을 간헐적으로 움직여, 동일한 가공 위치에 대하여 복수회 레이저 빔이 주사되도록 해도 좋다.
- [0067] 또한, 모따기 가공면을 깊게 형성하는 경우에는, 복수회로 나누어 모따기 가공을 행한다. 즉, 도 4에 나타내는 바와 같이, 첫 회의 모따기 가공은 에지 라인(EL)에 가까운 얇은 위치에 집광점을 설정하여 Y방향으로 이동하면서 가공을 행하고, 두 번째 이행은 집광점의 위치를 기관 내부 측으로 조금씩 시프트시켜 동일한 가공을 반복하도록 한다.
- [0068] 다음으로, 변형 실시예에 대해서 설명한다.
- [0069] 도 5는, 집광 부재를 렌즈 유닛(15)으로부터, f θ 렌즈(15a)로 바꾸었을 때의 주사 광학계의 확대도이다. 이 경우는, 집광점의 주사 궤적이 XZ면에서 직선 형상이 되기 때문에 C면의 모따기 가공을 행할 수 있다.
- [0070] 또한, 렌즈 유닛(15)의 곡면 형상, 곡률 반경, 굴절률 등의 광학 파라미터를 적절히 설계하면, 소망하는 주사 궤적을 그릴 수 있는 자유 곡면 렌즈를 작성할 수 있기 때문에, 이 자유 곡면 렌즈를 이용하여, 모따기 가공면을 포물면으로 하거나 타원면으로 하거나 임의의 자유 곡면으로 할 수도 있다. 또한, 렌즈에 의한 주사 궤적과 동일한 궤적을, 렌즈 대신에 반사경을 이용하여 그리게 할 수도 있다.
- [0071] 또한, 빔 편향부를 갈바노 미러로부터 폴리곤 미러로 바꾸어도 동일한 모따기 가공을 행할 수 있다.
- [0072] 도 6은 주사 광학계의 변형예이다. 도 2와 동일한 것에 대해서는 동일부호를 붙임으로써 설명을 생략한다. 도 2의 주사 광학계에서는 갈바노 미러(14)에 의해 초점의 위치를 주사했지만, 여기에서는 갈바노 미러(14) 대신에, 렌즈 유닛(15)의 평면 평행판에 요동 기구(도시하지 않음)를 부착하여, 이것을 요동시킴으로써, 실질적으로 도 2와 동일한 주사 궤적을 이루도록 하고 있다.
- [0073] 또한, 도 7은 집광 부재를 텔레센트릭이 아닌 f θ 미러와 평면 평행판으로 이루어지는 유닛(15b)으로 바꾸었을 때의 주사 광학계의 확대도이다.
- [0074] 유닛(15b)에 대해서도, 도 2에서 설명한 텔레센트릭이 아닌 f θ 렌즈와 평면 평행판과의 조합 때와 동일하게, 집광점의 주사 궤적을 전술한 F0, F1, F2를 잇는 호(RO)와 같은 형상(기관 외측을 향하여 볼록 형상)으로 할 수 있다.
- [0075] 이러한 주사 광학계를 이용한 경우도, 도 2와 동일한 모따기 가공을 행할 수 있다.
- [0076] 또한, 유한 요소법을 이용하여 적절한 광학 파라미터를 갖는 비(非)구면 렌즈나 비구면 미러를 설계함으로써,

단일렌즈 혹은 단일미러만으로, 텔레센트릭이 아닌 $f\theta$ 렌즈와 평면 평행판의 조합 렌즈와 등가인 광학계를 형성하는 것도 가능하다.

[0077] 또한, 에지 라인(EL)을 따라서 모따기 가공을 행할 때에, 도 2의 모따기 가공 장치(LM)에서는 기판(G)을 얹은 슬라이드 테이블(2)을 이동했지만, 주사 광학계(갈바노 미러(14), 렌즈 유닛(15)) 축을 이동할 수도 있다.

[0078] 이상, 유리 기판에 대한 모따기 가공에 대해서 설명했지만, 다른 취성 재료 기판에 대해서도, 각각의 기판 재료의 흡수 특성에 따라 사용 가능한 레이저 광원을 선택함으로써, 동일한 모따기 가공을 실현할 수 있다.

산업상 이용가능성

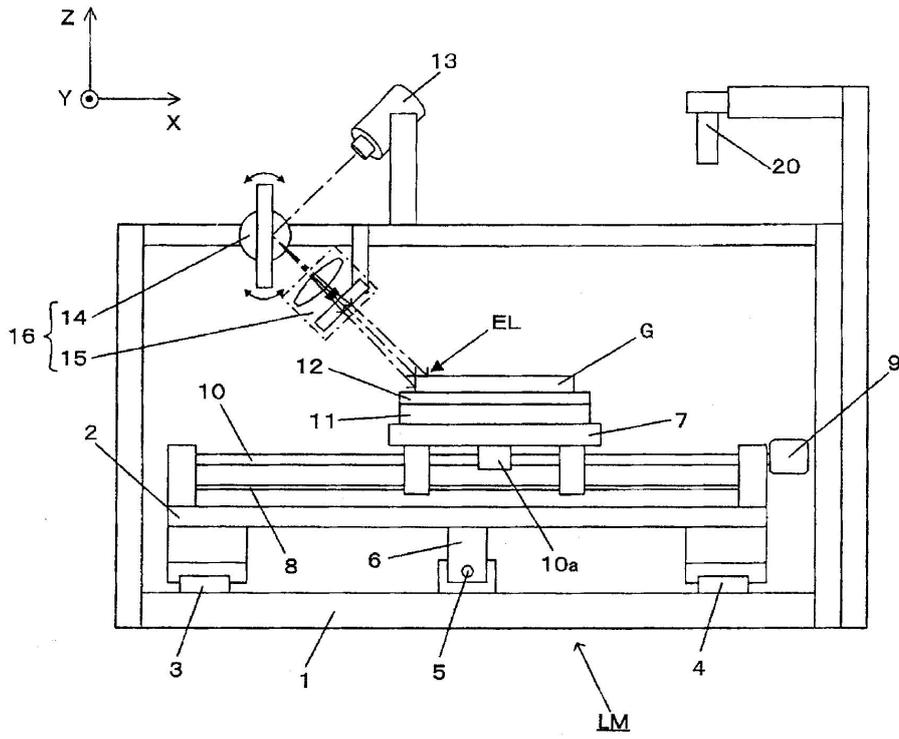
[0079] 본 발명은 유리 기판 등의 취성 재료 기판의 모따기 가공에 이용된다.

부호의 설명

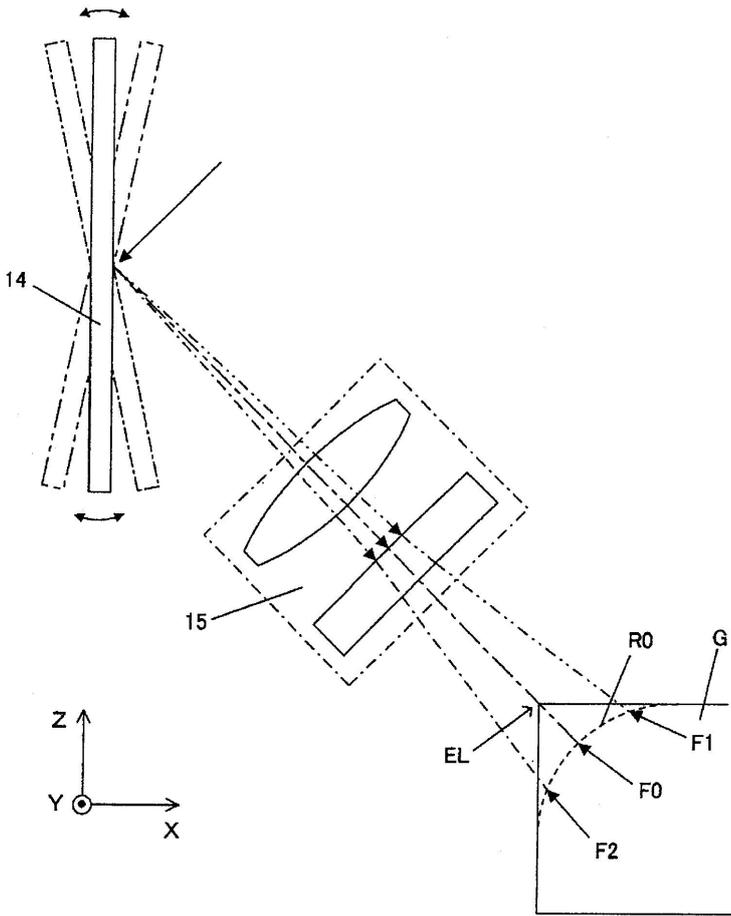
- [0080] 2 : 슬라이드 테이블
 7 : 대좌(臺座)
 11 : 승강 테이블
 12 : 흡착 테이블
 13 : 레이저 광원
 14 : 갈바노 미러(빔 편향부)
 14a : 폴리곤 미러
 15 : 렌즈 유닛(집광 부재)
 15a : $f\theta$ 렌즈
 15b : 유닛
 16 : 주사 광학계

도면

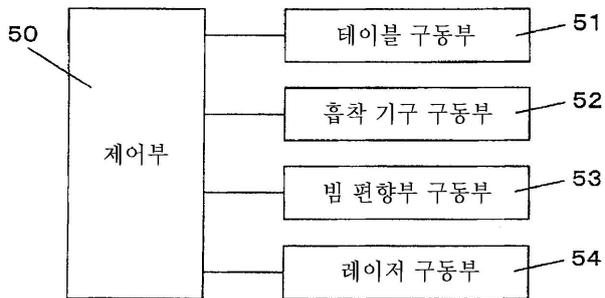
도면1



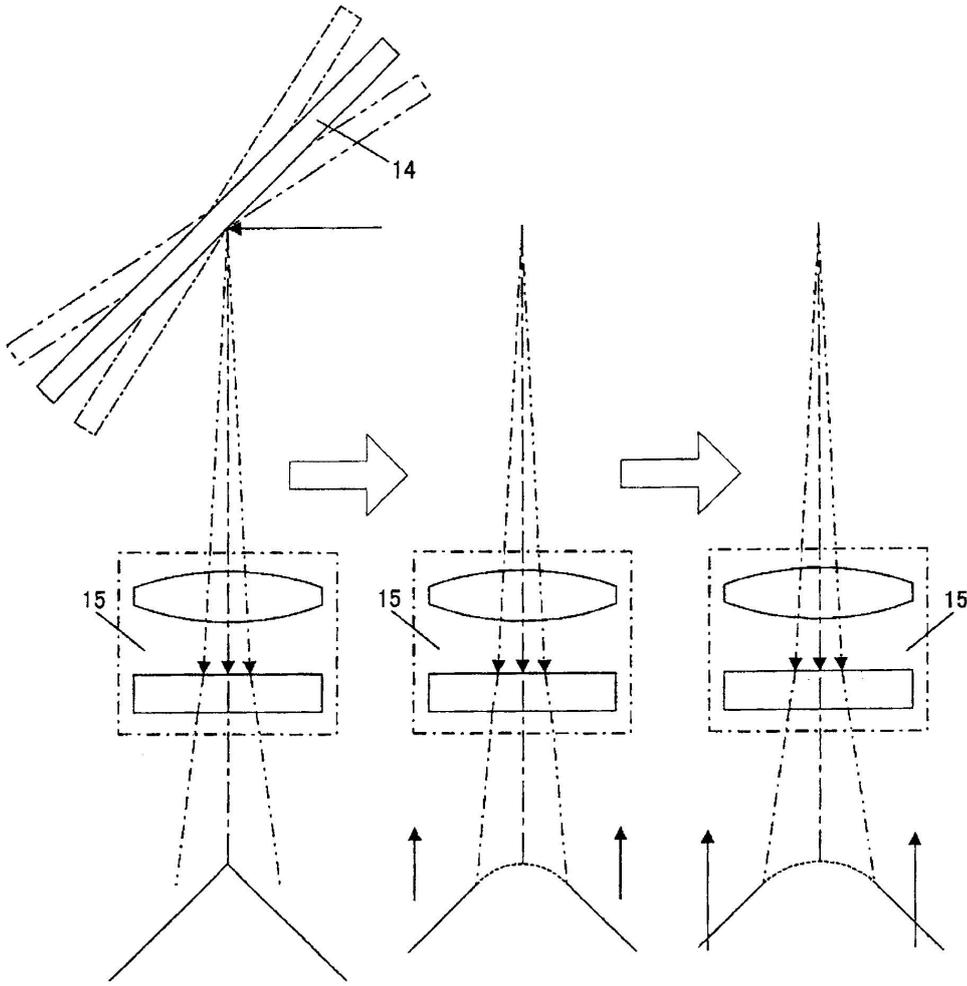
도면2



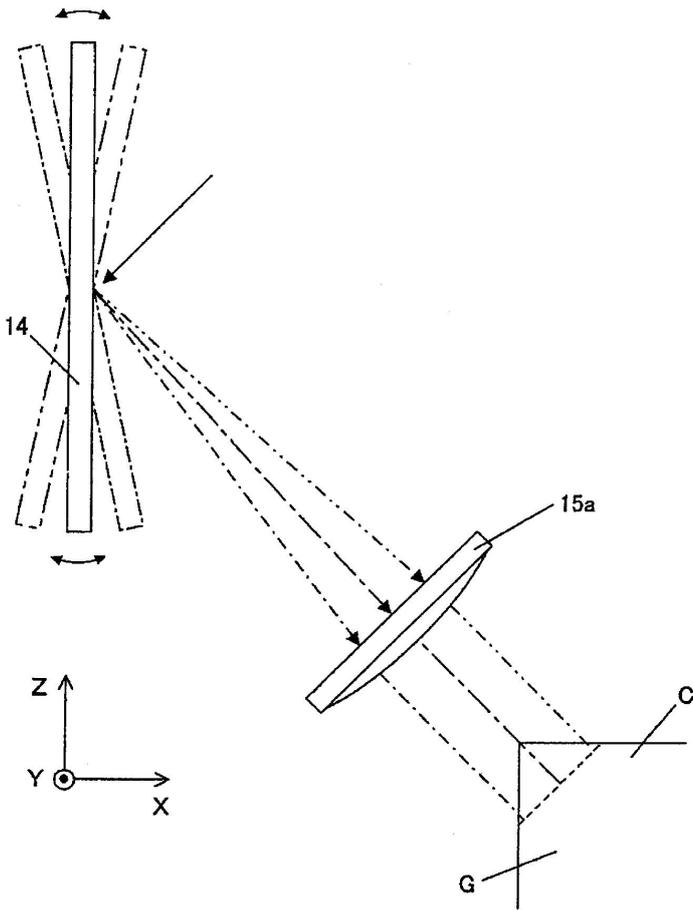
도면3



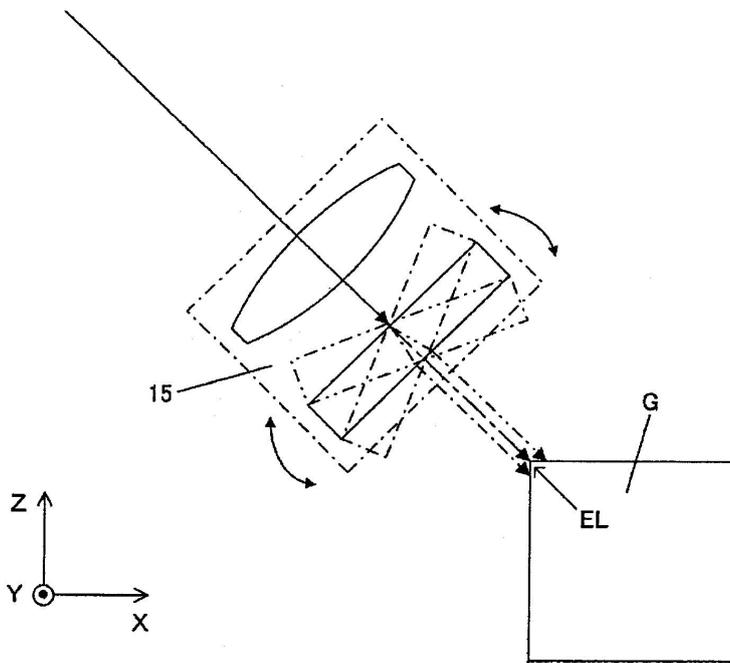
도면4



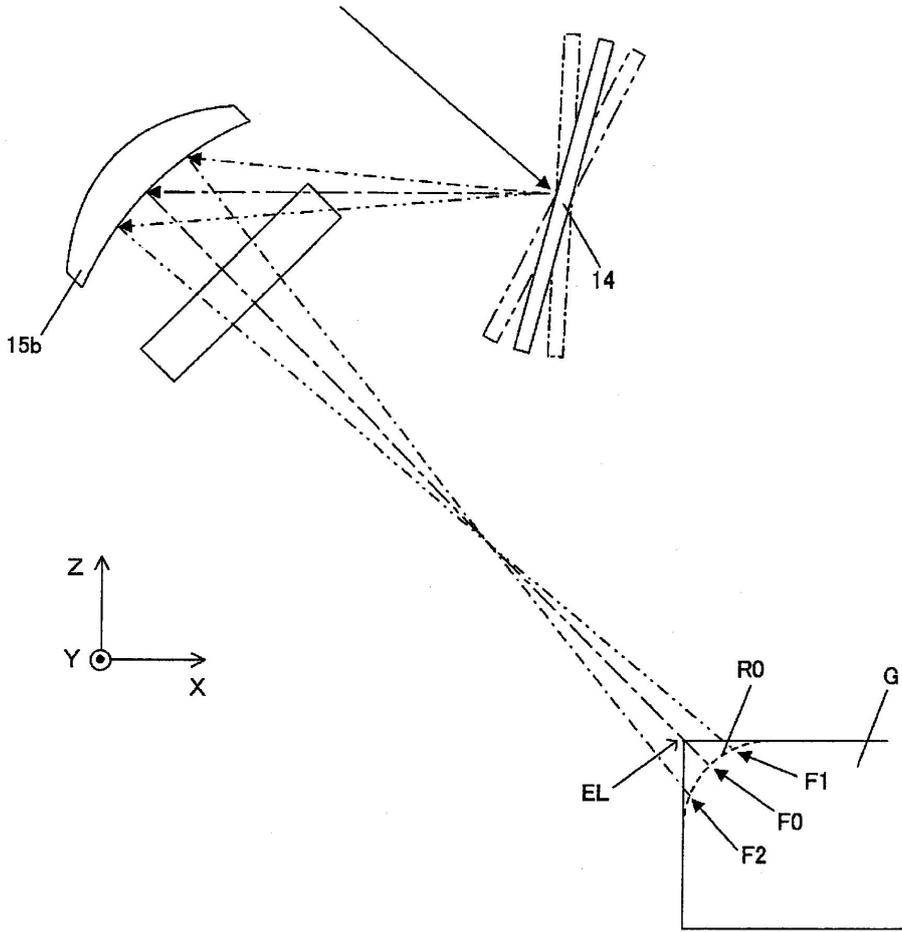
도면5



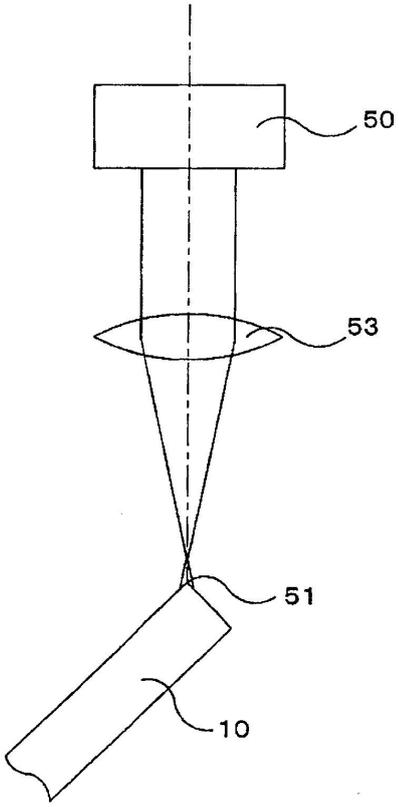
도면6



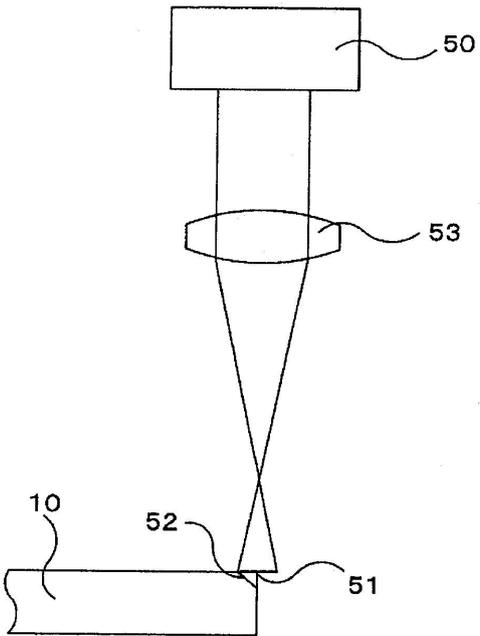
도면7



도면8



도면9



도면10

