



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0141439  
(43) 공개일자 2014년12월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B23K 26/38 (2014.01) B23K 26/02 (2014.01)  
(21) 출원번호 10-2014-0051520  
(22) 출원일자 2014년04월29일  
심사청구일자 없음  
(30) 우선권주장  
JP-P-2013-112765 2013년05월29일 일본(JP)

(71) 출원인  
미쓰보시 다이아몬드 고교 가부시킴가이샤  
일본국 오사카후 셋츠시 코로엔 32반 12고  
(72) 발명자  
후쿠하라 켄지  
일본국 566-0034 오사카후 셋츠시 코로엔 32-12  
미쓰보시 다이아몬드 고교 가부시킴가이샤 나이  
(74) 대리인  
김성호

전체 청구항 수 : 총 4 항

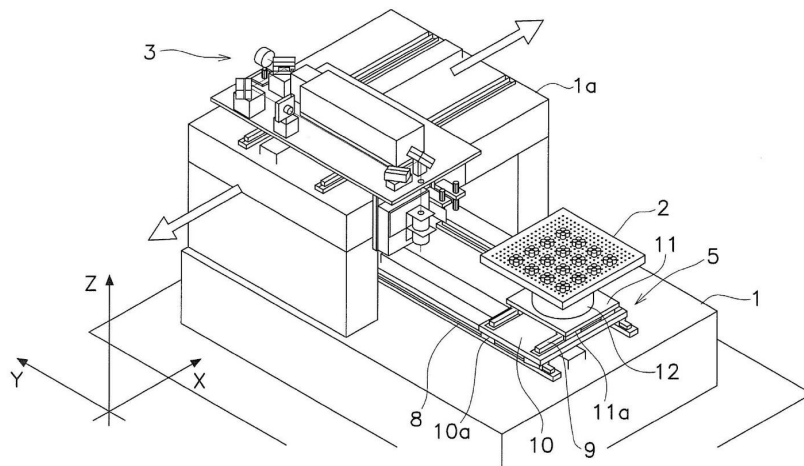
(54) 발명의 명칭 레이저광에 의한 기판 절단 장치

**(57) 요약**

[과제] 레이저광의 흡수율이 높은 후판(厚板) 재료 기판(基板)에 대하여, 단시간에 용이하게 구멍뚫기 가공 등을 행할 수 있도록 한다.

[해결 수단] 본 장치는, 기판이 재치(載置)되는 워크 테이블(2)과, 레이저광 출력부(15)와, 회전 수단과, 집광 수단과, 주사(走査) 수단을 구비하고 있다. 레이저광 출력부(15)는, 기판에 대하여, 흡수율이 50% 이상의 파장을 가지는 레이저광을 출력한다. 회전 수단은 레이저광 출력부로부터 출사(出射)된 레이저광을 소정의 회전 반경(半徑)으로 회전시킨다. 집광 수단은, 회전 수단으로부터의 레이저광을, 기판에 있어서 레이저광의 조사(照射) 축의 깊이 위치에 집광시킨다. 주사 수단은, 집광되고 또한 회전하는 레이저광을 가공 라인을 따라 주사하는 것과 함께, 주사를 반복하여 실행하여 기판을 가공한다.

**대표도**



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

기판(基板)에 레이저광을 조사(照射)하여 기판을 절단하는 레이저광에 의한 기판 절단 장치이고,  
 가공해야 할 기판이 재치(載置)되는 워크 테이블과,  
 상기 기판에 대하여, 흡수율이 50% 이상의 파장을 가지는 레이저광을 출력하는 레이저광 출력부와,  
 레이저광 출력부로부터 출사(出射)된 레이저광을 소정의 회전 반경(半徑)으로 회전시키는 회전 수단과,  
 상기 회전 수단으로부터의 레이저광을, 상기 기판에 있어서 레이저광의 조사 축의 깊이 위치에 집광시키는 집광 수단과,  
 집광되고 또한 회전하는 레이저광을 가공 라인을 따라 주사(走査)하는 것과 함께, 상기 주사를 반복하여 실행하여 상기 기판을 가공하는 주사 수단을 구비한 레이저광에 의한 기판 절단 장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서,  
 상기 기판의 두께는 1mm 이상인, 레이저광에 의한 기판 절단 장치.

**청구항 3**

제1항에 있어서,  
 상기 집광 수단은, 레이저광의 집광 위치를 기판의 레이저광이 조사되는 축으로부터 반대 측을 향하여 이동시키는, 레이저광에 의한 기판 절단 장치.

**청구항 4**

제1항에 있어서,  
 상기 기판은, 카본, 세라믹, 실리콘으로부터 선택되는 재료에 의하여 형성되어 있는, 레이저광에 의한 기판 절단 장치.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은, 기판(基板) 절단 장치, 특히, 기판에 레이저광을 조사(照射)하여 기판을 절단하는 레이저광에 의한 기판 절단 장치에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 레이저광에 의한 기판 가공 장치로서는, 예를 들어 특허문헌 1에 나타내진 장치가 알려져 있다. 이러한 종류의 가공 장치에서는, 파장이 532nm 정도(程度)의 그린 레이저광이 기판 등의 워크(work)에 조사된다. 그린 레이저광은, 일반적으로는 기판을 투과하지만, 레이저광을 집광하고, 그 강도가 어느 역치를 넘으면, 기판은 레이저광을 흡수하게 된다. 이와 같은 상태에서는, 레이저광의 집광부에 플라즈마가 발생하고, 이것에 의하여 기판은 증산(蒸散)한다. 이상과 같은 원리를 이용하여, 기판에 구멍을 형성하는 등의 가공이 가능하다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0003] (특허문헌 0001) 일본국 공개특허공보 특개2007-118054호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0004] 여기에서, 기관에 대해서는, 레이저광의 집광 위치를, 레이저광 조사 측과는 반대 측의 면(하방(下方)의 면)으로부터 레이저광 조사 측의 면(상방의 면)을 향하여 이동시켜 가공하는 것이 바람직하다. 이것은, 하방으로부터 가공하여 가면, 가공분(加功粉)이 하방으로 낙하하고, 가공분에 의한 가공부로의 악영향을 피할 수 있기 때문이다.

[0005] 그러나 레이저광의 흡수율이 높고, 비교적 두께가 두꺼운 기관에 대하여 구멍뚫기 가공 등을 행하는 경우는, 하방의 면까지 레이저광이 투과하지 않기 때문에, 전술과 같은 종래의 가공 방법에서는 가공이 매우 곤란하다.

[0006] 따라서 특히 두께가 두껍고, 레이저광의 흡수율이 높은 기관에 대하여 구멍뚫기 가공 등을 행하는 경우는, 종래의 가공 방법과는 다른 가공을 할 필요가 있다.

[0007] 본 발명의 과제는, 레이저광의 흡수율이 높은 후판(厚板) 재료 기관에 대하여, 단시간에 용이하게 구멍뚫기 가공 등을 행할 수 있도록 하는 것에 있다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 본 발명의 제1 측면에 관련되는 레이저광에 의한 기관 절단 장치는, 기관에 레이저광을 조사하여 기관을 절단하는 장치이고, 가공해야 할 기관이 재치(載置)되는 워크 테이블과, 레이저광 출력부와, 회전 수단과, 집광 수단과, 주사(走査) 수단을 구비하고 있다. 레이저광 출력부는, 기관에 대하여, 흡수율이 50% 이상의 파장을 가지는 레이저광을 출력한다. 회전 수단은 레이저광 출력부로부터 출사(出射)된 레이저광을 소정의 회전 반경(半徑)으로 회전시킨다. 집광 수단은, 회전 수단으로부터의 레이저광을, 기관에 있어서 레이저광의 조사 측의 깊이 위치에 집광시킨다. 주사 수단은, 집광되고 또한 회전하는 레이저광을 가공 라인을 따라 주사하는 것과 함께, 주사를 반복하여 실행하여 기관을 가공한다.

[0009] 이 장치에서는, 레이저광 출력부로부터 출력된 레이저광은, 회전 수단에 의하여 회전시켜지고, 또한 기관의 레이저광 조사면 측의 깊이 위치(예를 들어 레이저광 조사 측의 표면)에 집광된다. 그리고 집광된 레이저광은 회전하면서 가공 라인을 따라 주사 되고, 이것에 의하여 기관이 가공된다.

[0010] 여기에서는, 레이저광은 기관에 대하여 흡수율이 50% 이상의 파장을 가지고 있기 때문에, 반대로 말하면, 가공되는 기관은, 소정의 파장의 레이저광에 대하여 흡수율이 50% 이상이기 때문에, 레이저광은 조사 측과 반대 측의 면까지 도달하기 어렵다. 특히 두께가 두꺼운 기관에서는, 조사 측과 반대 측의 면에는 레이저광은 도달하지 않고, 가공할 수 없다.

[0011] 그래서 이 발명에서는, 레이저광을, 기관에 있어서 레이저광 조사 측의 위치에 집광시키고, 한층 더 회전시키면서 주사하는 것에 의하여 가공을 행하고 있다. 집광된 레이저광을 회전시키는 것에 의하여, 같은 개소에 복수회(回)에 걸쳐 레이저광이 조사되는 것에 의하여, 가공 효율이 높아져, 짧은 가공 시간에 가공을 행할 수 있다.

[0012] 본 발명의 제2 측면에 관련되는 레이저광에 의한 기관 절단 장치는, 제1 측면의 장치에 있어서, 기관의 두께는 1mm 이상이다.

[0013] 여기에서, 전술한 바와 같이, 흡수율이 높은 기관에 있어서는, 레이저광이 기관 내를 투과하기 어렵고, 가공이 곤란하다. 그리고 이 경향은 두께가 두꺼운 기관에 있어서 현저하게 된다. 특히, 1mm 이상의 두께를 가지는 기관에 대하여 본 발명을 적용하는 것에 의하여, 가공이 용이하게 된다.

[0014] 본 발명의 제3 측면에 관련되는 레이저광에 의한 기관 절단 장치는, 제1 측면의 장치에 있어서, 집광 수단은, 레이저광의 집광 위치를 기관의 레이저광이 조사되는 측의 면으로부터 반대 측을 향하여 이동시킨다.

[0015] 여기에서, 레이저광의 집광 위치를 레이저광의 조사 측으로부터 반대 측을 향하여 이동시키면서 가공하는 것에 의하여, 가공 효율이 보다 높아지고, 가공 시간을 보다 단축할 수 있다.

[0016] 본 발명의 제4 측면에 관련되는 레이저광에 의한 기관 절단 장치는, 제1 측면의 장치에 있어서, 기관은, 카본,

세라믹, 실리콘으로부터 선택되는 재료에 의하여 형성되어 있다.

[0017] 본 발명의 가공을 이들의 재료로 이루어지는 기관에 적용하는 것에 의하여, 이들의 기관을 용이하게 가공할 수 있다.

**발명의 효과**

[0018] 이상과 같은 본 발명에서는, 레이저광의 흡수율이 높은 후판 재료 기관에 대하여, 단시간에 용이하게 구멍뚫기 가공 등을 행할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 기관 가공 장치의 외관 사시도.
- 도 2는 워크 테이블의 확대 사시도.
- 도 3은 레이저광 조사 헤드의 구성을 확대하여 도시하는 사시도.
- 도 4는 제1 중공 모터 및 제1 웨지 프리즘의 배치를 모식적으로 도시한 도면.
- 도 5는 프리즘의 정각과 편각의 관계를 도시하는 도면.
- 도 6은 제2 중공 모터, 제2 웨지 프리즘 및 집광 렌즈의 배치를 모식적으로 도시한 도면.
- 도 7은 레이저광의 궤적을 도시하는 도면.
- 도 8은 집광점을 z축 방향으로 제어하는 작용을 설명하는 모식도.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예 및 비교예에 의한 가공예를 도시하는 도면.
- 도 10은 집광 회전 방식과 동심원 방식을 설명하기 위한 모식도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0020] [전체 구성]
- [0021] 도 1에 본 발명의 일 실시예에 의한 기관 절단 장치의 전체 구성을 도시한다. 이 기관 절단 장치는, 카본, 세라믹, 실리콘 등의 기관에 가공 라인을 따라 레이저광을 조사하고, 구멍뚫기 등의 가공을 행하기 위한 장치이다. 이 장치는, 베드(1)와, 기관이 재치되는 워크 테이블(2)과, 기관에 레이저광을 조사하기 위한 레이저광 조사 헤드(3)를 구비하고 있다. 여기에서, 도 1에 도시하는 바와 같이, 베드(1)의 상면(上面)을 따른 평면에 있어서, 서로 직교하는 축을 x축, y축으로 하고, 이들 축에 직교하는 연직 방향의 축을 z축으로 정의한다. 또한, x축을 따른 양 방향(+ 방향 및 - 방향)을 x축 방향, y축을 따른 양 방향을 y축 방향, z축을 따른 양 방향을 z축 방향으로 정의한다.
- [0022] [워크 테이블(2) 및 그 이동 기구]
- [0023] <워크 테이블(2)>
- [0024] 워크 테이블(2)은, 직사각형상으로 형성되어 있고, 워크 테이블(2)의 하방에는, 워크 테이블(2)을 x축 방향 및 y축 방향으로 이동시키기 위한 테이블 이동 기구(5)가 설치되어 있다.
- [0025] 워크 테이블(2)은, 도 2에 확대하여 도시하는 바와 같이, 복수의 블록(6)을 가지고 있다. 이 복수의 블록(6)은, 도면 중, 일점쇄선(一點鎖線)으로 도시하는 기관(W)을 워크 테이블(2)의 표면으로부터 들어 올려 지지하기 위한 부재이고, 기관(W)의 가공 라인(L)(파선(破線)으로 도시함)을 피하기 위하여, 워크 테이블(2)의 임의의 위치에 취부(取付)하는 것이 가능하다. 또한, 워크 테이블(2)에는 복수의 흡기구(2a)가 격자상(格子狀)으로 형성되는 것과 함께, 각 블록(6)에는 상하 방향으로 관통하는 흡기구멍(6a)이 형성되어 있다. 그리고 블록(6)의 흡기구멍(6a)과 워크 테이블(2)의 흡기구(2a)를 접속하는 것에 의하여, 블록(6) 상(上)에 배치되는 기관(W)을 흡착 고정하는 것이 가능하다. 덧붙여, 흡기를 위한 기구는, 주지(周知)의 배기 펌프 등에 의하여 구성되어 있으며, 상세한 것은 생략한다.
- [0026] <테이블 이동 기구(5)>
- [0027] 테이블 이동 기구(5)는, 도 1에 도시하는 바와 같이, 각각 한 쌍의 제1 및 제2 가이드 레일(8, 9)과, 제1 및 제

2 이동 테이블(10, 11)을 가지고 있다. 한 쌍의 제1 가이드 레일(8)은 베드(1)의 상면에 y축 방향으로 연장되어 설치되어 있다. 제1 이동 테이블(10)은, 제1 가이드 레일(8)의 상부(上部)에 설치되고, 제1 가이드 레일(8)에 이동 가능하게 계합(係合)하는 복수의 가이드부(10a)를 하면(下面)에 가지고 있다. 제2 가이드 레일(9)은 제1 이동 테이블(10)의 상면에 x축 방향으로 연장되어 설치되어 있다. 제2 이동 테이블(11)은, 제2 가이드 레일(9)의 상부에 설치되고, 제2 가이드 레일(9)에 이동 가능하게 계합하는 복수의 가이드부(11a)를 하면에 가지고 있다. 제2 이동 테이블(11)의 상부에는, 고정 부재(12)를 통하여 워크 테이블(2)이 취부되어 있다.

[0028] 이상과 같은 테이블 이동 기구(5)에 의하여, 워크 테이블(2)은, x축 방향 및 y축 방향으로 이동 가능하다. 덧붙여, 제1 및 제2 이동 테이블(10, 11)은, 상세한 것은 생략하지만, 주지의 모터 등의 구동 수단에 의하여 구동되도록 되어 있다.

[0029] [레이저광 조사 헤드(3)]

[0030] 레이저광 조사 헤드(3)는, 도 1 및 도 3에 도시하는 바와 같이, 베드(1)의 상면에 배치된 문형(門型) 프레임(1a)에 장착되어 있고, 레이저광 출력부(15)와, 광학계(光學系)(16)와, 내부에 한 쌍의 제1 웨지 프리즘(후술)이 짜 넣어진 제1 중공(中空) 모터(17)와, 내부에 한 쌍의 제2 웨지 프리즘(후술) 및 집광 렌즈가 짜 넣어진 제2 중공 모터(18)를 가지고 있다. 또한, 레이저광 조사 헤드(3)를 x축 방향으로 이동시키기 위한 x축 방향 이동 기구(21)와, 제1 중공 모터(17) 및 제2 중공 모터(18)를 z축 방향으로 이동시키기 위한 z축 방향 이동 기구(22)가 설치되어 있다.

[0031] <레이저광 출력부(15)>

[0032] 레이저광 출력부(15)는 종래와 마찬가지로 레이저관에 의하여 구성되어 있다. 이 레이저광 출력부(15)에 의하여, 파장 532nm의 그린 레이저가 y축을 따라 워크 테이블(2)과는 반대 측으로 출사된다.

[0033] <광학계(16)>

[0034] 광학계(16)는, 레이저광 출력부(15)로부터의 레이저광을 제1 중공 모터(17)에 짜 넣어진 한 쌍의 제1 웨지 프리즘으로 유도하는 것이다. 이 광학계(16)는, 도 3에 확대하여 도시하는 바와 같이, 제1 ~ 제4 미러(25 ~ 28)와, 레이저 출력을 계측하는 파워 모니터(29)와, 빔 익스팬더(beam expander)(30)를 가지고 있다.

[0035] 제1 미러(25)는, 레이저광 출력부(15)의 출력 측의 근방에 배치되어 있고, y축 방향으로 출사된 레이저광을 x축 방향으로 반사한다. 제2 미러(26)는, x축 방향에 있어서 제1 미러(25)와 나란히 놓아 배치되어 있고, x축 방향으로 진행하는 레이저광을 y축 방향으로 반사하여, 워크 테이블(2) 측으로 유도한다. 제3 미러(27) 및 제4 미러(28)는, 제1 중공 모터(17)의 상방(上方)에 x축 방향으로 연장되어 배치되어 있다. 제3 미러(27)는 제2 미러(26)에 의하여 반사되어 온 레이저광을 제4 미러(28) 측으로 유도한다. 제4 미러(28)는 제3 미러(27)에 의하여 반사되어 온 레이저광을 하방의 제1 중공 모터(17)로 유도한다.

[0036] 빔 익스팬더(30)는, 제2 미러(26)와 제3 미러(27)의 사이에 배치되고, 제2 미러(26)에 의하여 반사되어 온 레이저광을 일정한 배율의 평행 광속(光束)으로 넓히기 위하여 설치되어 있다. 이 빔 익스팬더(30)에 의하여, 레이저광을 보다 작은 스폿(spot)에 집광시키는 것이 가능해진다.

[0037] <제1 웨지 프리즘 및 제1 중공 모터>

[0038] 도 4에, 제1 웨지 프리즘(321, 322)이 내부에 배치된 제1 중공 모터(17)를 모식적으로 도시하고 있다. 제1 중공 모터(17)는, 중심에 z축 방향으로 연장되는 회전축(R)을 가지고, 이 회전축(R)을 포함하는 중앙부가 중공으로 되어 있다. 그리고 이 중공부에 한 쌍의 제1 웨지 프리즘(321, 322)이 고정되어 있다. 한 쌍의 웨지 프리즘(321, 322)은, 동(同) 형상, 동 비중(比重)이며, 굴절률이 다르다. 각 웨지 프리즘(321, 322)은, 각각 회전축(R)에 대하여 경사하는 사면(斜面)(321a, 322a)과, 회전축(R)에 수직인 수직면(321b, 322b)을 가지고 있다. 그리고 한 쌍의 웨지 프리즘(321, 322)은, 서로의 수직면(321b, 322b)이 근접하여 대향하도록 배치되며, 2개의 수직면(321b, 322b)이 평행이고, 또한 2개의 사면(321a, 322a)이 평행이 되도록 배치되어 있다.

[0039] 동 형상, 동 비중의 2개의 제1 웨지 프리즘(321, 322)을 이상과 같이 배치하는 것에 의하여, 2개의 제1 웨지 프리즘(321, 322)의 전체의 중심은 회전축(R) 상에 위치하게 된다. 이 때문에, 이들 제1 웨지 프리즘(321, 322)을 고속으로 회전시켜도, 동적(動的) 언밸런스를 매우 작게 할 수 있다.

[0040] <2개의 웨지 프리즘을 이용한 경우의 편각(偏角)에 관하여>

[0041] 도 5를 참조하여, 프리즘의 정각(頂角)을  $\delta$ , 굴절률을 n으로 한 경우, 이 프리즘의 편각( $\theta$ )은,  $\delta$ 가 작은

경우,

[0042]  $(n-1) \cdot \delta$

[0043] 이다. 덧붙여, 상기 식은,  $\sin \delta = \delta$  (단위는 라디안)로 근사(近似)할 수 있을 정도(程度)로  $\delta$ 가 작은 경우의 근사식이다. 본 실시예에서 이용하는 프리즘에서는, 정각( $\delta$ )은 커도  $5^\circ$  정도(程度)이기 때문에,  $\sin \delta = \delta$ 로 근사하여도 지장이 없다. 따라서, 동 형상(같은 정각)에서 굴절률이 각각  $n_1, n_2$ 인 2개의 웨지 프리즘의 각각의 편각( $\theta_1, \theta_2$ )은,

[0044]  $\theta_1 = (n_1-1) \cdot \delta$

[0045]  $\theta_2 = (n_2-1) \cdot \delta$

[0046] 이다. 그리고 2개의 웨지 프리즘의 사면이 평행하게 되도록 조합하여 배치한 경우의 편각( $\theta$ )은,

[0047]  $\theta = (n_1-1) \cdot \delta - (n_2-1) \cdot \delta = (n_1-n_2) \cdot \delta$

[0048] 로 된다. 이상으로부터 명확한 바와 같이, 정각( $\delta$ )이 같고, 또한 같은 재질의 웨지 프리즘의 조합이면,  $n_1 = n_2$ 이고, 토털(total)의 편각은 「0」이 된다.

[0049] 그러나  $n_1 \neq n_2$ 이면, 토털의 편각은, 「0」이 되지 않고, 2개의 웨지 프리즘의 굴절률의 차(差)에 비례하게 된다.

[0050] 그래서 여기에서는, 2개의 제1 웨지 프리즘(321, 322)의 굴절률을 다르게 하여, 제1 웨지 프리즘(321, 322)을 통과하는 레이저광을 편향하도록 하고 있다. 즉, 이와 같은 제1 웨지 프리즘(321, 322)을 이용하는 것에 의하여, 회전 밸런스가 좋은 레이저광 편향 수단을 구성할 수 있다.

[0051] 덧붙여, 동 비중이고 굴절률이 다른 웨지 프리즘의 예로서는, 예를 들어 이하와 같은 조합을 생각할 수 있다.

[0052] <예 1> S-BSM22+S-TIH11(비중 : 3.24, 가부시키가이샤 오히라(株式會社OHARA)에서 만들)

[0053] 이 조합의 경우의 편각( $^\circ$ )은, 정각  $1^\circ$ 에 대하여, 「0.169」이다.

[0054] <예 2> N-SSK2+N-SF57(비중 : 3.53, 쇼트 니혼 가부시키가이샤(SCHOTT日本株式會社)에서 만들)

[0055] 이 조합의 경우의 편각( $^\circ$ )은, 정각  $1^\circ$ 에 대하여, 「0.232」이다.

[0056] <예 3> BACD11+E-FD10(비중 : 3.07, 호야 가부시키가이샤(HOYA株式會社)에서 만들)

[0057] 이 조합의 경우의 편각( $^\circ$ )은, 정각  $1^\circ$ 에 대하여, 「0.170」이다.

[0058] 덧붙여, 양 웨지 프리즘(321, 322)의 형상(정각)에 관해서는, 후술하는 집광 렌즈의 초점 거리(f)와 편각( $\theta$ )에 의하여 정하여지는 레이저광의 회전 반경  $r(= f \cdot \tan \theta$  또는  $f \cdot \theta)$ 이, 소망의 값이 되도록 설정된다.

[0059] <제2 웨지 프리즘, 제2 중공 모터, 집광 렌즈>

[0060] 도 6에, 한 쌍의 제2 웨지 프리즘(341, 342)이 내부에 배치된 제2 중공 모터(18)를 모식적으로 도시하고 있다. 이 제2 중공 모터(18)는, 중심에 z축 방향으로 연장되는 회전축을 가지고 있다. 이 회전축은, 제1 중공 모터(17)의 회전축(R)과 동축(同軸)이다. 이 제2 중공 모터(18)는, 회전축(R)을 포함하는 중심부에 중공부를 가지고 있다. 이 중공부에, 한 쌍의 제2 웨지 프리즘(341, 342)이 장착되어 있다. 또한, 이들 제2 웨지 프리즘(341, 342)은, 일방(一方)의 웨지 프리즘(342)에 대하여 타방(他方)의 웨지 프리즘(341)이 회전축(R)의 둘레에 상대 회전 가능하게 취부되어 있다. 즉, 한 쌍의 제2 웨지 프리즘(341, 342)은 편각이 조정 가능하다.

[0061] 한 쌍의 제2 웨지 프리즘(341, 342)은, 동 형상, 동 재질(동 비중)이고, 따라서 굴절률도 같다. 또한, 한 쌍의 제2 웨지 프리즘(341, 342)은, 각각 회전축에 대하여 경사하는 사면(341a, 342a)과, 회전축에 대하여 수직인 수직면(341b, 342b)을 가지고 있다. 그리고 이 제2 웨지 프리즘(341, 342)에 있어서는, 편각이 「0」인 상태(서로의 사면이 평행한 상태)로부터, 타방의 웨지 프리즘(342)이 회전되어 배치되어 있고, 2개의 웨지 프리즘(341, 342)의 사면(341a, 342a)은 평행은 아니다. 이와 같은 2개의 제2 웨지 프리즘(341, 342)의 조합에 의하여, 한 쌍의 제2 웨지 프리즘(341, 342)은 소정의 편각을 가지고 있다. 이 편각은, 제1 웨지 프리즘(321, 322)의 편각보다도 크다.

[0062] 덧붙여, 한 쌍의 제2 웨지 프리즘(341, 342)은, 일방이 타방에 대하여 회전시켜지고 있기 때문에, 이들의 회전 밸런스는 제1 웨지 프리즘(321, 322)에 비교하여 좋지 않다. 그러나 제2 웨지 프리즘(341, 342)은, 레이저광을

주사하기 위한 수단이기 때문에, 회전 속도는 저속이고, 가공 시에 있어서 동적 언밸런스가 가공 품질에 악영향을 줄 것은 없다.

[0063] 또한, 이 제2 중공 모터(18)의 내부에서, 한 쌍의 제2 웨지 프리즘(341, 342)의 출력 측에는, 집광 렌즈(35)가 고정되어 있다. 덧붙여, 집광 렌즈(35)는 제2 중공 모터(18)와는 별도로 단독으로 배치하도록 하여도 무방하다.

[0064] <레이저광 조사 헤드의 지지 및 반송계>

[0065] 이상과 같은 레이저광 조사 헤드(3)는, 전술과 같이, 베드(1)의 문형 프레임(1a)에 지지되어 있다. 보다 상세하게는, 도 3에 도시하는 바와 같이, 문형 프레임(1a)의 상면에는 x축 방향으로 연장되는 한 쌍의 제3 가이드 레일(36)이 설치되어 있고, 이 한 쌍의 제3 가이드 레일(36) 및 도시하지 않는 구동 기구가 x축 방향 이동 기구(21)를 구성하고 있다. 그리고 한 쌍의 제3 가이드 레일(36)에는, 지지 부재(37)가 이동 가능하게 지지되어 있다. 지지 부재(37)는, 제3 가이드 레일(36)에 지지된 횡(橫) 지지 부재(38)와, 횡 지지 부재(38)의 워크 테이블(2) 측의 일단(一端) 측으로부터 하방으로 연장되는 종(從) 지지 부재(39)를 가지고 있다. 종 지지 부재(39)의 측면에는, z축 방향으로 연장되는 한 쌍의 제4 가이드 레일(40)이 설치되어 있고, 이 한 쌍의 제4 가이드 레일(40) 및 도시하지 않는 구동 기구가 z축 방향 이동 기구(22)를 구성하고 있다. 제4 가이드 레일(40)에는, z축 방향으로 이동 가능하게 제3 이동 테이블(41)이 지지되어 있다.

[0066] 그리고 레이저광 출력부(15), 제1 ~ 제4 미러(25 ~ 28), 파워 모니터(29), 및 빔 익스팬더(30)가, 횡 지지 부재(38)에 지지되어 있다. 또한, 제3 이동 테이블(41)에는 모터 지지 부재(42)가 고정되어 있고, 이 모터 지지 부재(42)에, 제1 중공 모터(17) 및 제2 중공 모터(18)가 지지되어 있다.

[0067] [동작]

[0068] 다음으로, 레이저광에 의한 기관의 가공 동작에 관하여 설명한다.

[0069] 우선, 워크 테이블(2)의 표면에 복수의 블록(6)을 설치한다. 이때, 복수의 블록(6)은, 도 2에 도시하는 바와 같이, 기관(W)의 가공 라인(L)을 피하도록 배치한다. 이상과 같이 하여 설치된 복수의 블록(6) 상에, 가공해야 할 기관(W)을 재치한다.

[0070] 다음으로, x축 방향 이동 기구(21)에 의하여 레이저광 조사 헤드(3)를 x축 방향으로 이동하고, 또한 테이블 이동 기구(5)에 의하여 워크 테이블(2)을 y축 방향으로 이동하여, 레이저광 조사 헤드(3)에 의한 레이저광의 집광 점이 가공 라인(L)의 스타트 위치에 오도록 위치시킨다.

[0071] 이상과 같이 하여 레이저광 조사 헤드(3) 및 기관(W)을 가공 위치에 이동시킨 후, 레이저광을 기관에 조사하여 가공을 행한다. 여기에서는, 레이저광 출력부(15)로부터 출사된 레이저광은, 제1 미러(25)에 의하여 반사되어 제2 미러(26)로 유도된다. 덧붙여, 제1 미러(25)에 입사한 레이저광은 파워 모니터(29)에 의하여 레이저 출력 계측된다. 제2 미러(26)에 입사한 레이저광은 y축 방향으로 반사되고, 빔 익스팬더(30)에 의하여 광속이 넓혀져 제3 미러(27)로 유도된다. 그리고 제3 미러(27)에서 반사되고, 한층 더 제4 미러(28)에서 반사된 레이저광은, 제1 중공 모터(17)의 중심부에 설치된 한 쌍의 제1 웨지 프리즘(321, 322)에 입력된다.

[0072] 한 쌍의 제1 및 제2 웨지 프리즘(321, 322)에 입력된 레이저광은, 2개의 제1 웨지 프리즘(321, 322)의 굴절률이 다른 것에 의하여, 편향되어 출력된다. 또한, 제1 웨지 프리즘(321, 322)은, 예를 들어 15000rpm 이상으로 고속 회전시켜지기 때문에, 제1 웨지 프리즘(321, 322)을 투과한 레이저광은, 작은 회전 반경(예를 들어 직경 0.4mm ~ 0.8mm)으로 고속 회전하고 있다.

[0073] 제1 웨지 프리즘(321, 322)으로부터 출사된 레이저광은, 제2 웨지 프리즘(341, 342)에 입력된다. 이 제2 웨지 프리즘(341, 342)은, 일방이 타방에 대하여 회전시켜지고 있고, 제1 웨지 프리즘(321, 322)에 비교하여 큰 편각을 가지고 있다. 이 때문에, 제2 웨지 프리즘(341, 342)을 회전시키는 것에 의하여, 고속 회전하는 레이저광이, 비교적 큰 회전 반경(예를 들어 외측 직경(直徑) 5.0mm)으로 회전 주사된다. 덧붙여, 제2 웨지 프리즘(341, 342)의 회전수는 낮고, 예를 들어 400~800rpm 정도(程度)이다.

[0074] 이상과 같은 레이저광의 기관 상에서의 궤적을 도 7에 도시하고 있다. 여기에서, 한 쌍의 제1 웨지 프리즘(321, 322)에 있어서의 가공 오차나 취부 오차 등에 의하여, 제1 웨지 프리즘(321, 322)에 의하여 편향, 회전된 레이저광에 의하여 그려지는 원의 직경에 오차가 생긴다. 이 오차에 의하여, 최종적으로 가공되는 구멍의 직경에 오차가 생긴다. 이 경우는, 제2 웨지 프리즘(341, 342)의 일방을 타방에 대하여 회전시켜, 편각을 조정하고, 제2 웨지 프리즘(341, 342)을 통과한 레이저광에 의한 주사 궤적을 조정하면 된다. 이것에 의하여, 높은 정도(精

度)로 소망하는 직경의 구멍을 가공할 수 있다.

- [0075] 여기에서, 1mm 이상의 판 두께의 카본이나 세라믹 혹은 실리콘의 기관에 대하여 과장이 532 $\mu$ m의 레이저광을 조사하여 가공하는 경우, 기관에 대한 레이저광의 흡수율이 50% 이상이 된다. 따라서 레이저광을 기관의 표면으로부터 조사한 경우, 레이저광은 이면(裏面)까지 도달하지 않고, 구멍뚫기를 행할 수 없다. 따라서 기관에 구멍뚫기 가공을 행하는 경우, 집광점을 가공 라인을 따라 한 번만 주사하여도 구멍을 형성하는 것, 즉 가공 라인의 내측의 부분을 빼내는 것은, 일반적으로 곤란하다.
- [0076] 그래서 우선, 집광점(가공 부위)이 기관의 표면(레이저광 조사 측)에 형성되도록, 집광 렌즈(35)를 포함하는 제 2 중공 모터(18)의 z축 방향의 위치를 z축 방향 이동 기구(22)에 의하여 제어한다(도 8(a) 참조). 이 상태에서 집광점을 가공 라인을 따라 몇 바퀴 돌게 한 후, 제2 중공 모터(18)의 z축 방향의 위치를 제어하는 것에 의하여, 도 8(b)에 도시하는 바와 같이, 집광점을 하강시킨다. 그리고 마찬가지로 집광점을 가공 라인을 따라 몇 바퀴 돌게 한 후, 한층 더 집광점을 하강시킨다. 이상의 동작을 반복하여 실행하는 것에 의하여, 가공 라인의 내측 부분을 빼내어 구멍을 형성할 수 있다.
- [0077] 혹은, 집광점을 가공 라인을 따라 몇 바퀴 돌게 할 때마다 하강시키는 대신에, 적절한 속도로 연속적으로 z축 방향으로 하강시켜, 나선상(螺旋狀)으로 가공하는 것이라도 마찬가지로 구멍뚫기 가공을 행할 수 있다.
- [0078] [실험예]
- [0079] 도 9에 레이저광을 집광 회전 방식 및 동심원(同心圓) 방식으로 기관에 조사하고, 가공한 경우의 실험예를 도시하고 있다. 동 도면 (a)는 집광 회전 방식에 의한 가공이고, 집광 회전 방식이란, 도 10(a)에 도시하는 바와 같이, 본 발명의 레이저광 조사 방식이다. 또한, 동 도면 (b)는 동심원 방식에 의한 가공이다. 동심원 방식이란, 도 10(b)에 도시하는 바와 같이, 레이저광을 회전시키는 것 없이, 가공 라인(도 10에서는 원 궤적)을 따라 레이저광을 주사시켜 가공하는 방식이다. 덧붙여, 집광 회전 방식은, 도 10(a)에서 도시하는 폭이 200 $\mu$ m 이상의 경우에 가능하다.
- [0080] 도 9의 가공예에서는, 레이저광의 과장은 532 $\mu$ m이고, 기관은 카본이며, 두께는 1mm이다. 또한, 레이저광의 출력 및 1주(周)의 주사 시간은, (a) 및 (b)로 같은 조건이다.
- [0081] 도 9(a) 및 (b)를 비교하여 명확한 바와 같이, 집광 회전 방식 쪽이 적은 주사 횟수로 가공 깊이를 깊게 할 수 있다. 즉, 구멍뚫기 가공을 보다 짧은 시간에 행할 수 있다. 이 원인의 하나는, 집광 회전 방식의 경우, 가공 부위의 외주연(外周緣)의 부분에 있어서 레이저광이 반복하여 겹쳐 조사되게 되어, 이 부분이 보다 깊게 가공되기 때문이라고 생각할 수 있다.
- [0082] 이상과 같이, 본 실시예에서는, 비교적 두께가 두껍고(1mm 이상), 레이저광의 흡수율이 50% 이상의 기관에 대하여, 보다 단시간에 가공을 행할 수 있다.
- [0083] [다른 실시예]
- [0084] 본 발명은 이상과 같은 실시예에 한정되는 것은 아니고, 본 발명의 범위를 일탈하는 것 없이 여러 가지의 변형 또는 수정이 가능하다.
- [0085] (a) 레이저광을 회전시키기 위한 기구나, 집광시키기 위한 구성, 나아가서는 주사를 위한 구성에 관해서는, 상기 실시예에 한정되지 않는다.
- [0086] 예를 들어, 주사를 위한 구성으로서, 제2 중공 모터 및 한 쌍의 제2 프리즘에 대신하여, 2개의 갈바노 미러를 설치하여, 임의의 형상으로 주사할 수 있도록 하여도 무방하다. 구체적으로는, 기관 표면을 따른 평면 내에 있어서 x축 방향으로 레이저광을 주사하기 위한 x방향 갈바노 미러와, 기관 표면을 따른 평면 내에 있어서 y축 방향으로 레이저광을 주사하기 위한 y방향 갈바노 미러를 설치하는 것과 함께, f $\theta$  렌즈를 배치하는 것에 의하여, 레이저광을, 기관 표면에 있어서 임의의 형상으로 주사할 수 있다.
- [0087] (b) 상기 실시예에서는, 집광점을 z축 방향으로 이동시키는 기구로서, 집광 렌즈(35)를 포함하는 제2 중공 모터(18)를 z축 방향 이동 기구(22)에 의하여 이동시키도록 하였지만, 집광 렌즈(35)를 포함하는 제2 중공 모터(18)를 고정하여 두고, 워크 테이블(2)을 z축 방향으로 이동시키도록 하여도 무방하다.
- [0088] (c) 광학계의 구체적인 구성은 상기 실시예에 한정되지 않는다. 레이저광 출력부(15)의 레이저광을, 광축의 조정이 용이하고, 또한 효과적으로 제1 중공 모터(17)의 제1 웨지 프리즘(321, 322)에 입력할 수 있으면 된다.

[0089] (d) 제1 웨지 프리즘(321, 322)의 구체예는 일례이고, 이들에 한정되는 것은 아니다. 또한, 가공예의 각 수치도 일례에 지나지 않는다.

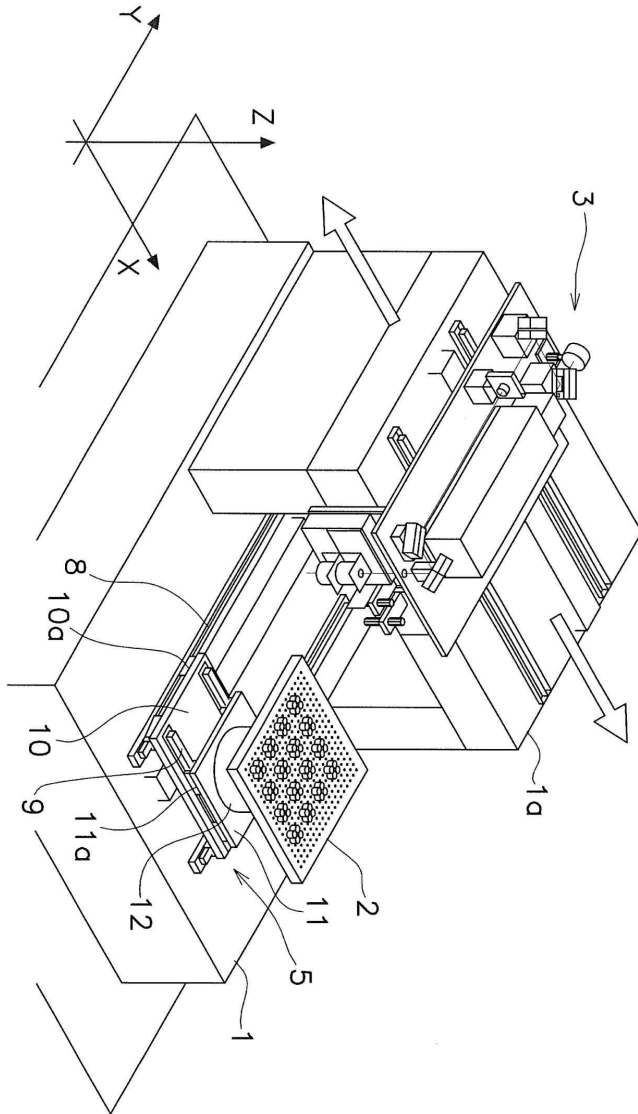
[0090] (e) 기관의 재료로서는, 카본 이외에, 세라믹 또는 실리콘 등의 다른 재료의 기관에 관해서도, 본 발명을 적용하여 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.

**부호의 설명**

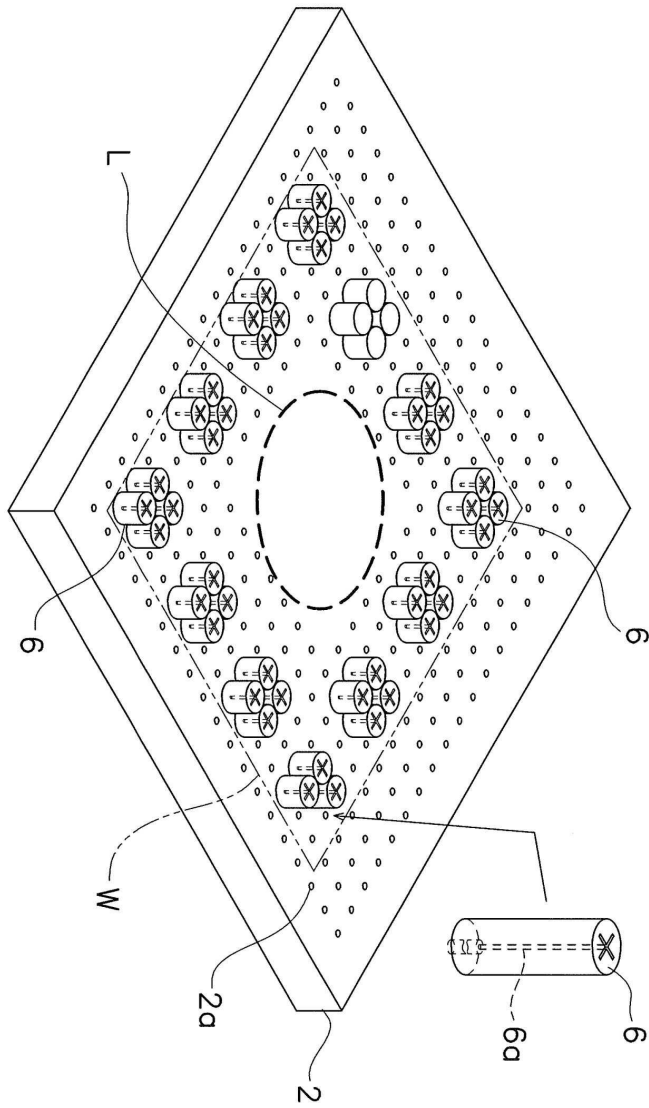
- [0091] 2: 워크 테이블  
15: 레이저광 출력부  
16: 광학계  
17: 제1 중공 모터  
18: 제2 중공 모터  
321, 322: 제1 웨지 프리즘  
341, 342 제2 웨지 프리즘  
35: 집광 렌즈  
W: 기관

도면

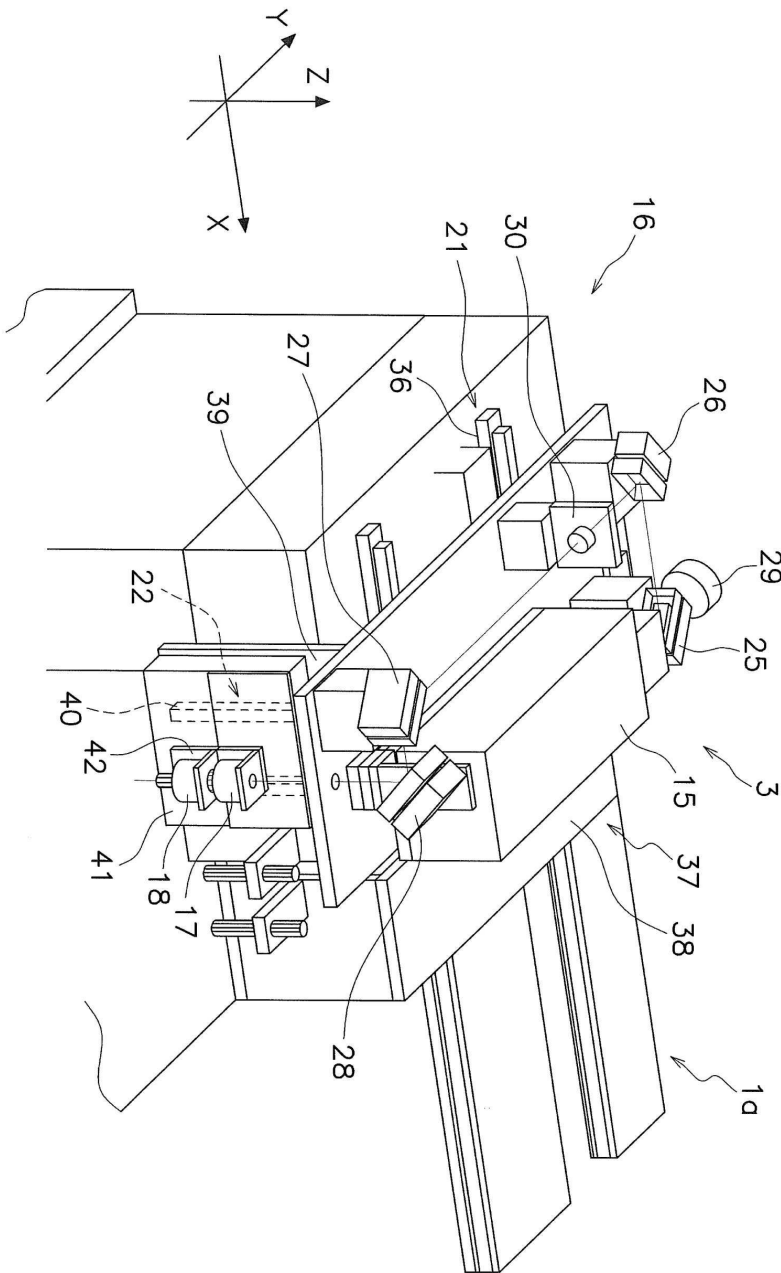
도면1



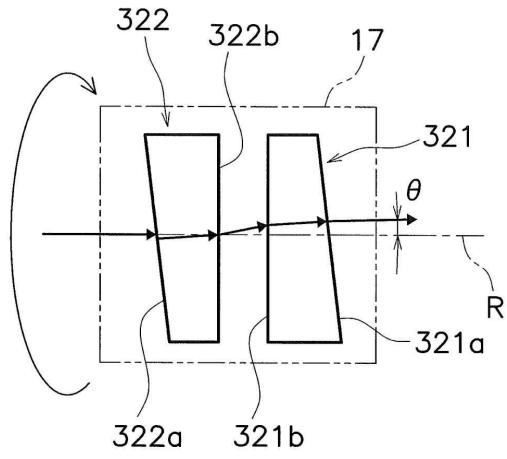
도면2



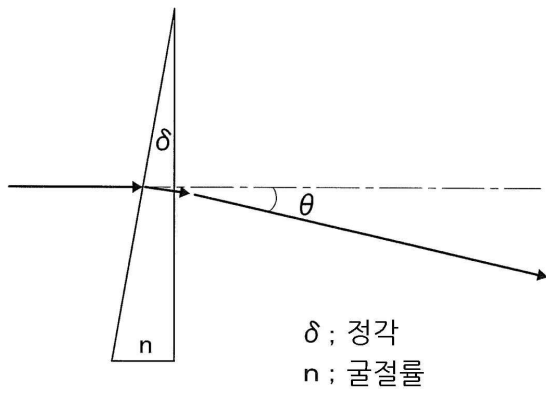
도면3



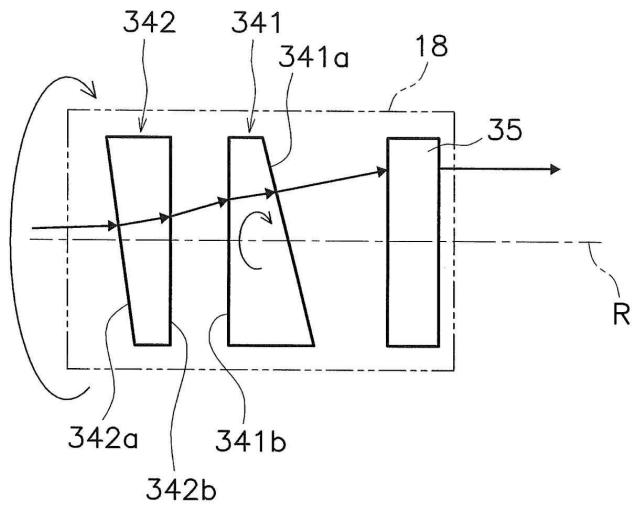
도면4



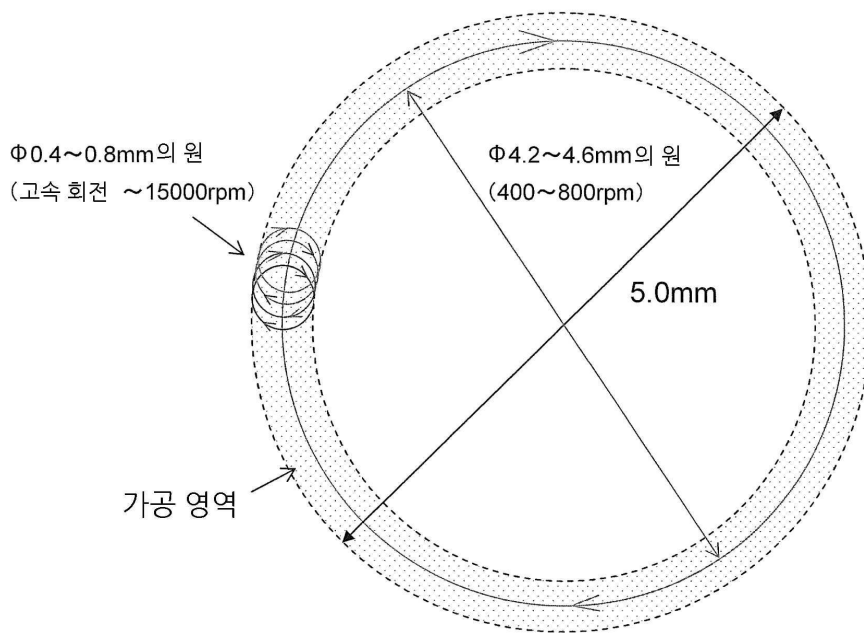
도면5



도면6

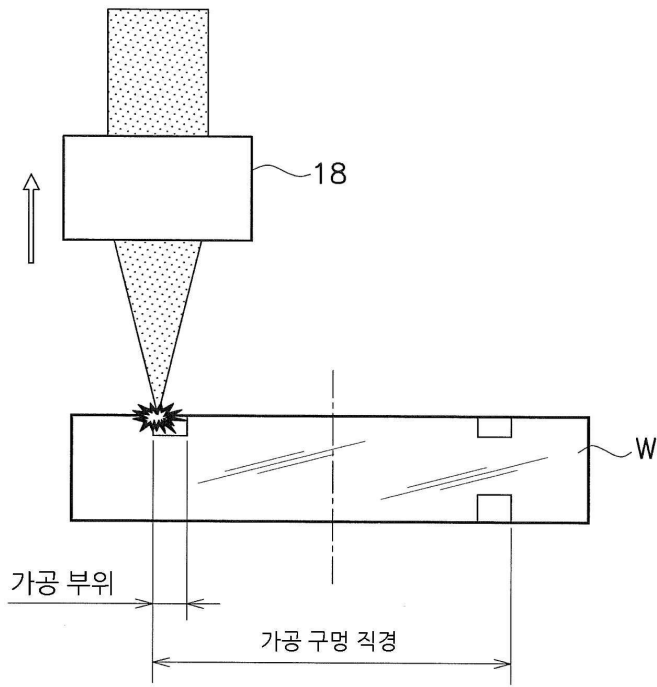


도면7

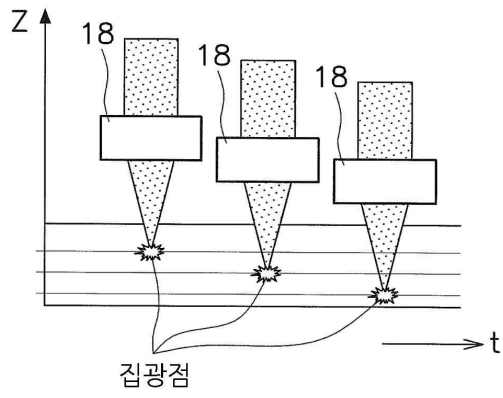


도면8

(a)



(b)



(a) 집관 회전 방식



(b) 동심원 방식



도면9

도면10

