



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0074852  
(43) 공개일자 2020년06월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01S 3/08 (2006.01) H01S 3/03 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01S 3/08 (2019.01)  
H01S 3/03 (2019.01)  
(21) 출원번호 10-2019-0140178  
(22) 출원일자 2019년11월05일  
심사청구일자 없음  
(30) 우선권주장  
JP-P-2018-235278 2018년12월17일 일본(JP)

(71) 출원인  
스미도모쥬기가이교교 가부시킴가이사  
일본국 도쿄도 시나가와구 오오사키 2초메 1반 1  
고  
(72) 발명자  
타나카 켄타  
일본국 237-8555 가나가와켄 요코스카시 나츠시마  
쵸 19반치 스미도모쥬기가이교교 가부시킴가이사  
요코스카세조쵸 내  
카와무라 조이치  
일본국 237-8555 가나가와켄 요코스카시 나츠시마  
쵸 19반치 스미도모쥬기가이교교 가부시킴가이사  
요코스카세조쵸 내  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
정구명

전체 청구항 수 : 총 3 항

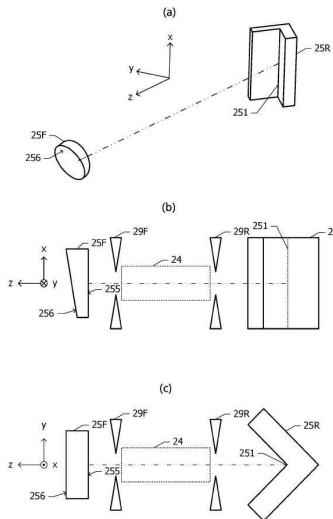
(54) 발명의 명칭 광공진기

(57) 요약

프론트미러의 외측을 향하는 면을 경사시키고, 리어미러로 루프미러를 이용해도, 프론트미러의 외측을 향하는 면에 기인하는 불필요한 발진을 억제할 수 있는 광공진기를 제공한다.

광공진기가 프론트미러와 리어미러를 갖고, 레이저가스를 여기시키는 방전영역을 통과하여 광을 왕복시킨다. 프론트미러의 외측을 향하는 면이, 광공진기의 광축에 수직인 가상평면에 대하여 경사지어져 있다. 리어미러는, 서로 교차하는 위치관계에 있는 평면상의 2개의 반사 영역을 갖는다. 리어미러의 2개의 반사 영역을 각각 포함하는 2개의 가상평면의 교선과, 프론트미러의 외측을 향하는 면의 경사방향이, 직교 관계로부터 어긋나 있다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

**요로즈 마사후미**

일본국 237-8555 가나가와켄 요코스카시 나츠시마  
쵸 19반치 스미도모쥬기가이교교 가부시키키가이샤  
요코스카세조쇼 내

**오카다 야스히로**

일본국 237-8555 가나가와켄 요코스카시 나츠시마  
쵸 19반치 스미도모쥬기가이교교 가부시키키가이샤  
요코스카세조쇼 내

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

프론트미러와 리어미러를 갖고, 레이저가스를 여기시키는 방전영역을 통과하여 광을 왕복시키는 광공진기로서, 상기 프론트미러의 외측을 향하는 면이, 상기 광공진기의 광축에 수직인 가상평면에 대하여 경사져 있고, 상기 리어미러는, 서로 교차하는 위치관계에 있는 평면상의 2개의 반사 영역을 가지며, 상기 리어미러의 상기 2개의 반사 영역을 각각 포함하는 2개의 가상평면의 교선과, 상기 프론트미러의 외측을 향하는 면의 경사방향이, 직교 관계로부터 어긋나 있는 광공진기.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 리어미러의 상기 2개의 반사 영역을 각각 포함하는 2개의 가상평면의 교선과, 상기 프론트미러의 외측을 향하는 면의 경사방향이, 평행의 관계를 갖는 광공진기.

**청구항 3**

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 광공진기의 광축방향에 관하여 상기 방전영역의 양측에 각각, 개구를 갖는 아이리스가 더 배치되어 있고, 한 쌍의 상기 아이리스의 간격을 L로 나타내며, 상기 아이리스의 개구 직경을 D로 나타냈을 때, 상기 광공진기의 광축에 대하여 직교하는 가상평면에 대하여 상기 프론트미러의 외측을 향하는 면이 경사져 있는 각도가  $\tan^{-1}(D/4L)$  이상인 광공진기.

**발명의 설명**

**기술 분야**

- [0001] 본 출원은 2018년 12월 17일에 출원된 일본 특허출원 제2018-235278호에 근거하여 우선권을 주장한다. 그 출원의 전체 내용은 이 명세서 중에 참고로 인용되어 있다.
- [0002] 본 발명은, 광공진기에 관한 것이다.

**배경 기술**

- [0003] 광공진기의 프론트미러의 외측을 향하는 표면을 광공진기의 광축에 대하여 경사시킴으로써, 외측을 향하는 표면에서의 반사에 의한 불필요한 공진을 억제하는 광공진기가 공지이다(예를 들면, 하기의 특허문헌 1의 단락 [0054]). 또, 교차회모드의 발생을 억제하여 모드안정성을 높이기 위하여, 광공진기의 리어미러로서, 서로 직교하는 2개의 반사면을 포함하는 루프미러를 이용한 광공진기가 공지이다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0004] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 국제 공개공보 제2014/046161호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 리어미러가 평면거울인 경우, 프론트미러의 외측을 향하는 면이 경사하고 있으면, 프론트미러의 외측을 향하는 면과 리어미러의 사이를 왕복하는 광은, 적은 왕복 횟수로, 광공진기 내에 배치된 아이리스에 의하여 차광된다. 이 때문에, 프론트미러의 외측을 향하는 면과 리어미러의 사이에 갇힌 광은 레이저광까지 성장하지 않는다.

[0006] 그런데, 리어미러로서 루프미러를 이용한 경우에는, 평면미러를 이용한 경우와 비교하여, 프론트미러의 외측을 향하는 면과 리어미러의 사이를 왕복하는 횟수가 증가하는 경우가 있다. 왕복 횟수가 증가하면, 본래 발전해야 할 레이저빔 외에, 광공진기의 광축에 대하여 경사진 방향으로 전반하는 광이 레이저광까지 성장하는 경우가 있다. 광축에 대하여 경사진 방향으로 전반하는 레이저빔은, 본래 발전해야 할 레이저빔의 횡단면에 있어서의 강도분포(횡모드)에 영향을 준다.

[0007] 광공진기의 광축에 대하여 경사진 방향으로 전반하는 레이저빔을 본래 발전해야 할 레이저빔으로부터 광공진기의 외부로 분리하기 위해서는, 수 미터정도의 거리가 필요하게 된다. 이 때문에, 양자를 분리하기 위한 광학계가 길어져, 광학장치가 고가가 된다.

[0008] 본 발명의 목적은, 프론트미러의 외측을 향하는 면을 경사시키고, 리어미러로 루프미러를 이용해도, 프론트미러의 외측을 향하는 면에 기인하는 불필요한 발전을 억제할 수 있는 광공진기를 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0009] 본 발명의 일 관점에 의하면,  
 [0010] 프론트미러와 리어미러를 갖고, 레이저가스를 여기시키는 방전영역을 통과하여 광을 왕복시키는 광공진기로서,  
 [0011] 상기 프론트미러의 외측을 향하는 면이, 상기 광공진기의 광축에 수직인 가상평면에 대하여 경사져 있고,  
 [0012] 상기 리어미러는, 서로 교차하는 위치관계에 있는 평면상의 2개의 반사 영역을 가지며,  
 [0013] 상기 리어미러의 상기 2개의 반사 영역을 각각 포함하는 2개의 가상평면의 교선과, 상기 프론트미러의 외측을 향하는 면의 경사방향이, 직교 관계로부터 어긋나 있는 광공진기가 제공된다.

**발명의 효과**

[0014] 리어미러의 2개의 반사 영역을 각각 포함하는 2개의 가상평면의 교선과, 프론트미러의 외측을 향하는 면의 경사 방향을 직교 관계로부터 어긋나게 하면, 프론트미러의 외측을 향하는 면에서 반사한 광이, 광공진기 내를 왕복할 수 있는 횟수가 적어지게 된다. 그 결과, 프론트미러의 외측을 향하는 면에 기인하는 불필요한 발전을 억제할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0015] 도 1은, 실시예에 의한 광공진기가 탑재된 가스레이저장치의 광축을 포함하는 단면도이다.  
 도 2는, 실시예에 의한 광공진기가 탑재된 가스레이저장치의 광축에 수직인 단면도이다.  
 도 3의 (a), (b), 및 (b)는, 각각 실시예에 의한 광공진기의 사시도, y축에 수직인 단면도, 및 x축에 수직인 단면도이다.  
 도 4의 (a) 및 (b)는, 각각 실시예 및 비교예에 의한 광공진기의 프론트미러의 외측을 향하는 면에서 수직반사한 광의, xz단면에 있어서의 전반의 모습을 나타내는 도이다.  
 도 5는, 프론트아이리스, 리어아이리스, 및 양자의 사이를 광공진기의 광축에 대하여 경사방향으로 전반하는 광의 모식도이다.  
 도 6은, 실시예에 따른 광공진기를 탑재한 레이저 발진기를 이용한 레이저가공장치의 개략도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0016] 도 1~도3의 (c)를 참조하여, 실시예에 의한 광공진기, 및 이 광공진기가 탑재된 가스레이저장치에 대하여 설명한다.  
 [0017] 도 1은, 실시예에 의한 광공진기가 탑재된 가스레이저장치의 광축을 포함하는 단면도이다. 광공진기의 광축방향을 z축방향으로 하고, 연직상방을 x축방향으로 하는 xyz 직교좌표계를 정의한다.

- [0018] 챔버(10)에 레이저가스가 수용된다. 챔버(10)의 내부공간이, 상대적으로 연직방향 상측에 위치하는 광학실(11)과, 상대적으로 연직방향 하측에 위치하는 블로어실(12)로 구분되어 있다. 광학실(11)과 블로어실(12)은, 상하구획판(13)으로 나누어져 있다. 또한, 상하구획판(13)에는, 레이저가스를 광학실(11)과 블로어실(12)의 사이로 유통시키는 개구가 마련되어 있다. 블로어실(12)의 측벽으로부터 광학실(11)의 바닥판(14)이 z축방향의 양측으로 뻗어 있고, 광학실(11)의 z축방향의 길이가, 블로어실(12)의 z축방향의 길이보다 길게 되어 있다. 챔버(10)는, 광학실(11)의 바닥판(14)에 있어서 챔버지지부재(16)에 의하여 광학베이스로 지지된다.
- [0019] 광학실(11) 내에, 한 쌍의 방전전극(21)이 배치되어 있다. 한 쌍의 방전전극(21)은, 각각 방전전극지지부재(22, 23)를 통하여 바닥판(14)에 지지되어 있다. 한 쌍의 방전전극(21)은, x축방향으로 간격을 두고 배치되고, 양자의 사이에 방전영역(24)이 확정된다. 방전전극(21)은 방전영역(24)에 방전을 발생시킴으로써, 레이저가스를 여기시킨다. 후에 도 2를 참조하여 설명하는 바와 같이, 방전영역(24)을 도 1의 지면에 수직인 방향으로 레이저가스가 흐른다.
- [0020] 광학실(11) 내에 배치된 공통지지부재(26)에 광공진기(25)가 지지되어 있다. 광공진기(25)는, 프론트미러(25F) 및 리어미러(25R)로 구성된다. 광공진기(25)의 광축이 방전영역(24) 내를 통과하고 있다. 공통지지부재(26)는, 광공진기지지부재(27)를 통하여 바닥판(14)에 지지되어 있다. 광공진기(25)의 광축을 프론트미러(25F)측(도 1에 있어서 좌측)에 연신시킨 연장선과 광학실(11)의 벽면과의 교차개소에, 레이저빔을 투과시키는 광투과창(28)이 장착되어 있다. 광공진기(25) 내에서 여진된 레이저빔이 광투과창(28)을 투과하여 외부로 방사된다.
- [0021] 블로어실(12)에 블로어(50)가 배치되어 있다. 블로어(50)는, 광학실(11)과 블로어실(12)의 사이에서 레이저가스를 순환시킨다.
- [0022] 도 2는, 본 실시예에 의한 광공진기(25)(도 1)가 탑재된 가스레이저장치의 z축에 수직인 단면도이다. 챔버(10)의 내부공간이 상하구획판(13)에 의하여, 상방의 광학실(11)과 하방의 블로어실(12)로 구분되어 있다. 광학실(11) 내에, 한 쌍의 방전전극(21), 광공진기(25)(도 1)를 지지하는 공통지지부재(26)가 배치되어 있다. 방전전극(21)의 사이에 방전영역(24)이 확정된다.
- [0023] 광학실(11) 내에 구획판(15)이 배치되어 있다. 구획판(15)은, 상하구획판(13)에 마련된 개구(13A)로부터 방전영역(24)까지의 제1가스유로(51), 방전영역(24)으로부터 상하구획판(13)에 마련된 다른 개구(13B)까지의 제2가스유로(52)를 확정한다. 레이저가스는, 방전영역(24)을, 광축에 대하여 직교하는 방향(y축방향)으로 흐른다. 방전방향(x축방향)은, 레이저가스가 흐르는 방향(y축방향), 및 광축방향(z축방향)의 양쪽 모두에 대하여 직교한다. 블로어실(12), 제1가스유로(51), 방전영역(24), 및 제2가스유로(52)에 의하여, 레이저가스가 순환하는 순환로가 구성된다. 블로어(50)는, 이 순환로를 레이저가스가 순환하도록, 레이저가스의 흐름을 발생시킨다.
- [0024] 블로어실(12) 내의 순환로에, 열교환기(56)가 수용되어 있다. 방전영역(24)에서 가열된 레이저가스가, 열교환기(56)를 통과함으로써 냉각되고, 냉각된 레이저가스가 방전영역(24)에 재공급된다.
- [0025] 상하구획판(13)에, 블로어실(12)로부터 광학실(11)로 레이저가스를 유출시키는 유출구멍(58)이 마련되어 있다. 블로어(50)에 의하여 제1가스유로(51)로 향하는 레이저가스의 흐름에 포함되는 일부의 레이저가스는, 유출구멍(58)을 통과하여 광학실(11)로 유출된다. 유출구멍(58)에는, 파티클을 제거하는 필터(59)가 마련되어 있다. 예를 들면, 필터(59)는 유출구멍(58)을 막고 있고, 블로어실(12)로부터 광학실(11)로 유출되는 레이저가스는, 필터(59)를 통과함으로써 여과된다.
- [0026] 도3의 (a), (b) 및 (c)는, 각각 본 실시예에 의한 광공진기(25)의 사시도, y축에 수직인 단면도(수직 단면도), 및 x축에 수직인 단면도(수평 단면도)이다.
- [0027] 리어미러(25R)는, 서로 교차하는 2매의 반사면을 갖는 루프미러로 구성되어 있다. 2매의 반사면이 이루는 각도는 거의 직각이다. 거의 직교하는 2매의 반사면을 갖는 리어미러(25R)는, 횡방향의 빔의 변동을 억제하고, 빔강도분포의 안정성을 높이는 기능을 갖는다. 방전영역(24)과 프론트미러(25F)의 사이에 프론트아이리스(29F)가 배치되어 있고, 방전영역(24)과 리어미러(25R)의 사이에 리어아이리스(29R)가 배치되어 있다. 다만, 도3의 (a)의 사시도에 있어서는, 프론트아이리스(29F) 및 리어아이리스(29R)의 기재를 생략하고 있다. 프론트아이리스(29F) 및 리어아이리스(29R)는, 광공진기(25)의 광축으로부터 멀어진 영역을 전반하는 불필요한 광을 차광하는 기능을 갖는다.
- [0028] 리어미러(25R)는, 2매의 반사면의 곡선(谷線)(251)이 x축에 평행이 되는 자세로 고정되어 있다. 프론트미러(25F)는, 광공진기(25)의 내측을 향하는 면(255) 및 외측을 향하는 면(256)을 갖는다. 내측을 향하는 면(255)은

부분반사코팅되어 있고, 외측을 향하는 면(256)은 무반사코팅되어 있다. 내측을 향하는 면(255)은, 광공진기(25)의 광축(z축)에 대하여 직교하고 있고, 외측을 향하는 면(256)은, 광축에 직교하는 가상평면(xy면에 평행한 면)에 대하여 경사지어져 있다. 또한, 내측을 향하는 면(255)을, 광축 상에 초점을 갖는 오목면으로 해도 된다. 광축에 직교하는 가상평면(xy면에 평행한 면)에 대하여, 프론트미러(25F)의 외측을 향하는 면(256)이 경사져 있는 각도를, 단순히 "외측을 향하는 면의 경사각"이라고 하는 경우가 있다.

[0029] 광축에 수직인 가상평면(xy면)에 대하여 외측을 향하는 면(256)이 경사하는 방향은, x축의 정 또는 부의 방향이다. 여기에서, "경사하는 방향"이란, 외측을 향하는 면(256)에 포함되는 직선 중, xy면에 대한 경사각이 최대가 되는 직선의 하행방향을 의미한다. 바꾸어 말하면, 프론트미러(25F)의 외측을 향하는 면(256)의 경사방향과, 리어미러(25R)의 곡선(251)이 평행의 관계가 된다. 광공진기(25)로서, 폴드미러 등을 포함하는 폴드광공진기를 채용해도 된다. 이 경우, 프론트미러(25F)가 배치된 위치에 있어서의 광축에 수직인 가상평면에, 광공진기(25)를 구성하는 폴드미러 등의 광학 부품을 경유하여 곡선(251)을 투영한 선상(線像)과, 외측을 향하는 면(256)의 경사방향이 평행이 된다. "평행의 관계"는, 곡선(251)을 투영한 선상과, 외측을 향하는 면(256)의 경사방향이 평행인 관계를 포함한다.

[0030] 다음으로, 도 4의 (a) 및 (b)를 참조하여, 본 실시예의 우수한 효과에 대하여 설명한다.

[0031] 도4의 (a)는, 본 실시예에 의한 광공진기(25)의 프론트미러(25F)의 외측을 향하는 면(256)에서 수직반사한 광의, xz단면에 있어서의 전반의 모습을 나타내는 도이다. 리어미러(25R)의 2매의 반사면과 xz면에 평행한 평면과의 교선은, x축에 평행한 직선이 된다. 이 때문에, xz단면에 있어서는, 리어미러(25R)는 광축(z축)에 수직인 평면미러라고 생각할 수 있다. 도 4의 (a)에서는, 리어미러(25R)를 평면미러로서 나타내고 있다. 프론트미러(25F)의 외측을 향하는 면(256)이 경사하는 방향은 x축의 부의 방향으로 한다.

[0032] 발진해야 할 레이저빔은, 프론트미러(25F)의 내측을 향하는 면(255)과 리어미러(25R)의 사이에 간한다. 이 레이저빔의 전반방향은 광공진기(25)의 광축(z축)에 대하여 평행이다. 프론트미러(25F)의 외측을 향하는 면(256)에는 무반사코팅이 실시되어 있지만, 반사율이 완전하게 제로인 것은 아니고, 프론트미러(25F)의 외측을 향하는 면(256)은 1% 이하의 반사율을 갖는다. 방전영역(24) 내에서 자연 발광한 광이 외측을 향하는 면(256)에서 수직 반사됨으로써, 광공진기(25)의 광축에 대하여 xz면내에서 경사방향으로 전반하는 광(40)이 발생한다. 광(40)의 전반방향의 x성분은 정이다.

[0033] 경사방향으로 전반하는 광(40)이 리어미러(25R)에서 경사방향으로 반사되고, 프론트미러(25F)의 외측을 향하는 면(256)에 재입사한다. 리어미러(25R)에서 경사방향으로 반사된 광(41)의 전반방향의 x성분은, 입사하는 광(40)의 전반방향의 x성분과 동일하게 정이다. 이 때문에, 반사된 광(41)이 재입사하는 위치는, 광(40)의 기점보다 x축의 정의 측으로 어긋나 있다. 재입사한 광(41)은, 광공진기(25)의 광축에 대한 경사각이 보다 큰 기울기의 방향으로 반사된다. 이와 같이, 프론트미러(25F)의 외측을 향하는 면(256)에서 수직반사된 광은, 광공진기(25)내를 전반함에 따라, 광공진기(25)의 광축으로부터 멀어진다. 이 때문에, 프론트미러(25F)의 외측을 향하는 면(256)으로 반사한 광은, 적은 왕복 횟수로 프론트아이리스(29F) 또는 리어아이리스(29R)에 의하여 차광된다. 따라서, 프론트미러(25F)의 외측을 향하는 면(256)에서 수직반사된 광은, 레이저광까지 성장하기 어렵다.

[0034] 도 4의 (b)는, 비교예에 의한 광공진기(25)의 프론트미러(25F)의 외측을 향하는 면(256)으로 반사한 광의, xz단면에 있어서의 전반의 모습을 나타내는 도이다. 비교예에 있어서는, 리어미러(25R)의 2매의 반사면의 곡선(251)이 y축에 평행으로 배치되어 있다. 즉, 리어미러(25R)의 곡선(251)과, 프론트미러(25F)의 외측을 향하는 면의 경사방향이, 직교 관계에 있다. 여기에서, "직교 관계"는, 2개의 직선이 삼차원 공간에 있어서 직각으로 교차하고 있는 경우뿐만 아니라, 일방의 직선을 광공진기(25)의 광축을 따라 평행이동시키면 타방의 직선과 직각으로 교차하는 것과 같은 관계를 포함하고 있다. 광공진기(25)의 광축이 반전되어 있는 경우에는, 반전 전의 광축을 따라 이동하는 직선과 반전 후의 광축을 따라 이동하는 직선이 물체와 상(像)의 관계가 되도록 직선을 광축을 따라 평행이동시킨다. 프론트미러(25F)의 외측을 향하는 면(256)에서 수직반사하여 광공진기(25)의 광축에 대하여 경사방향으로 전반하는 광(43)은, 리어미러(25R)의 2매의 반사면에서 2회 반사한 후, 프론트미러(25F)를 향하여 전반한다.

[0035] 리어미러(25R)에 입사하는 광(43)의 전반방향과, 반사된 광(44)의 전반방향은, 반(反)평행의 관계를 갖는다. 광(43)의 전반방향이, 외측을 향하는 면(256)에 대하여 수직이기 때문에, 리어미러(25R)로부터 프론트미러(25F)를 향하는 광(44)은, 외측을 향하는 면(256)에 수직입사한다. 외측을 향하는 면(256)에 수직입사한 광(44)의 일부 성분은, 외측을 향하는 면(256)에서 반사되고, 반사광은, 광(43, 44)의 경로를 역방향으로 전반하여, 외측을 향하는 면(256)에 재입사한다. 그 결과, 광공진기(25) 내에, 광축에 대하여 경사방향으로 향하는 광이 간혀 레이

저광까지 성장하는 경우가 있다. 광공진기(25)의 광축에 대하여 비스듬하게 전반하는 레이저빔은, 본래 발진해야 할 레이저빔의 횡방향의 강도분포에 영향을 주기 때문에, 빔의 횡단면에 있어서의 강도분포의 안정성이 저하된다.

- [0036] 본 실시예에서는, 프론트미러(25F)의 외측을 향하는 면(256)에서의 반사에 기인하는 레이저 발진이 억제되기 때문에, 발진해야 할 레이저빔의 횡단면에 있어서의 강도분포의 안정성의 저하를 억제할 수 있다.
- [0037] 다음으로, 상기 실시예의 변형예에 대하여 설명한다.
- [0038] 상기 실시예에서는, 도 3의 (a)~(c)에 나타난 바와 같이, 프론트미러(25F)와 리어미러(25R)의 2세트 미러를 이용하고 있지만, 양자의 사이에 폴드미러 등을 배치하여 폴드광공진기를 구성해도 된다.
- [0039] 또, 상기 실시예에서는, 리어미러(25R)의 곡선(251)과, 프론트미러(25F)의 외측을 향하는 면(256)의 경사방향을 평행의 관계로 하고 있지만, 반드시 양자를 평행의 관계로 하지 않아도 된다. 양자가 직교 관계로부터 어긋나 있으면, 직교 관계를 갖는 경우와 비교하여, 프론트미러(25F)의 외측을 향하는 면(256)에서 반사된 광이 광공진기(25)를 왕복할 수 있는 횡수가 적어지게 된다. 그 결과, 도 4의 (b)에 나타난 비교예와 비교하여, 레이저빔의 강도분포의 안정성의 저하를 억제할 수 있다.
- [0040] 또, 상기 실시예에서는, 리어미러(25R)로서 루프미러를 이용했지만, 그 외에, 서로 교차하는 위치관계에 있는 평면상의 2개의 반사 영역을 갖는 미러를 이용해도 된다. 이 경우, 2개의 반사 영역을 각각 포함하는 2개의 가상평면의 교선방향이, 루프미러의 곡선(251)의 방향에 상당한다.
- [0041] 다음으로, 도 5를 참조하여, 프론트아이리스(29F)와 리어아이리스(29R)의 간격(L), 프론트아이리스(29F)와 리어아이리스(29R)의 개구 직경(D), 및 프론트미러(25F)의 외측을 향하는 면(256)의 경사각( $\theta$ )의 바람직한 관계에 대하여 설명한다.
- [0042] 도 5는, 프론트아이리스(29F), 리어아이리스(29R), 및 양자간을 광공진기(25)의 광축에 대하여 경사방향으로 전반하는 광의 모식도이다. 프론트미러(25F)의 외측을 향하는 면(256)이, z축에 수직인 가상평면에 대하여 x축방향으로 경사각( $\theta$ )만큼 경사져 있다. 프론트미러(25F)의 외측을 향하는 면(256)에 대하여 수직 방향으로 반사한 광(46)은, z축에 대하여 경사각( $\theta$ )만큼 경사진 방향으로 전반한다. 리어아이리스(29R)의 위치에 평면의 리어미러가 배치되어 있다고 가정한다. 이 리어미러에서 반사된 광(47)은, 프론트아이리스(29F)의 위치에 있어서, 당초의 광(46)의 통과위치로부터 x축방향으로 어긋난 위치를 통과한다. 이 어긋남양( $\Delta d$ )은 이하의 식으로 나타낸다.
- [0043] 
$$\Delta d = 2L \times \tan \theta \cdots (1)$$
- [0044] 프론트아이리스(29F)의 개구 직경(D)이 어긋남양( $\Delta d$ ) 이하이면, 프론트미러(25F)의 외측을 향하는 면(256)에서 수직반사한 광은, 광공진기(25) 내를 1왕복하는 동안에, 프론트아이리스(29F)로 차광된다. 광공진기(25) 내를 왕복하는 광이 2왕복할 때까지 차광되면, 그 광은 레이저광까지 성장하는 경우는 없다고 생각된다. 광공진기(25) 내를 왕복하는 광이 2왕복하기까지 차광되도록 하기 위해서, 경사각( $\theta$ ), 아이리스의 간격(L), 아이리스의 개구 직경(D)이 이하의 관계를 충족시키도록 하면 된다.
- [0045] 
$$\theta \geq \tan^{-1}(D/4L) \cdots (2)$$
- [0046] 실제로는, 리어미러(25R)는 리어아이리스(29R)보다 외측에 배치되어 있다. 따라서, 어긋남양( $\Delta d$ )은, 식 (1)에서 나타난 값보다 커진다. 또한, 도 5를 참조하여 설명한 바와 같이, 광(47)이 프론트미러(25F)의 외측을 향하는 면(256)에서 반사한 광의 전반방향의 광축(z축)에 대한 경사각은, 경사각( $\theta$ )보다 커진다. 이 때문에, 광공진기(25) 내를 왕복하는 광이 2왕복하기까지 차광되는 조건은, 상술의 조건식 (2)보다 완화된다. 상술의 조건식 (2)가 만족되면, 실제의 가스레이저장치에 있어서, 프론트미러(25F)의 외측을 향하는 면(256)에 기인하여 불필요한 레이저 발진이 발생하는 것을 억제하는 효과가 얻어진다.
- [0047] 다음으로, 도 6을 참조하여, 상기 실시예에 의한 광공진기(25)를 탑재한 레이저가공장치에 대하여 설명한다.
- [0048] 도 6은, 레이저가공장치의 개략도이다. 레이저발진기(70)가 제어장치(73)로부터의 지령에 근거하여 펄스레이저빔을 출력한다. 레이저발진기(70)로부터 출력된 펄스레이저빔은, 빔정형주사광학계(71)를 통하여 가공대상물(75)에 입사한다. 빔정형주사광학계(71)는, 레이저빔의 빔단면형상을 정형함과 함께, 레이저빔을 이차원방향으로 주사한다.
- [0049] 가공대상물(75)은, 예를 들면 프린트 기관이며, 스테이지(72)에 유지되어 있다. 스테이지(72)는, 제어장치(73)

로부터의 지령에 의하여, 가공대상물(75)을 그 피가공면에 평행한 이방향으로 이동시킬 수 있다. 이 레이저가공 장치는, 펄스레이저빔에 의한 가공대상물(75)의 천공가공에 이용된다.

[0050] 레이저발진기(70)에는, 상기 실시예에 의한 광공진기(25)가 이용되어 있다. 이 때문에, 레이저발진기(70)로부터 출력되는 펄스레이저빔의 강도분포의 안정성을 높일 수 있다. 그 결과, 펄스레이저빔의 빔 단면의 진원도가 향상되고, 천공가공의 가공품질을 높이는 것이 가능하게 된다.

[0051] 상술의 각 실시예는 예시이며, 본 발명은 상술의 실시예에 제한되는 것은 아니다. 예를 들면, 다양한 변경, 개량, 조합 등이 가능한 것은 당업자에게 자명하다.

### 부호의 설명

- [0052]
- 10 챔버
  - 11 광학실
  - 12 블로어실
  - 13 상하구획판
  - 13A, 13B 개구
  - 14 바닥판
  - 15 구획판
  - 16 챔버지지부재
  - 21 방전전극
  - 22, 23 방전전극지지부재
  - 24 방전영역
  - 25 광공진기
  - 25F 프론트미러
  - 25R 리어미러
  - 26 공통지지부재
  - 27 광공진기지지부재
  - 28 광투과창
  - 29F 프론트아이리스
  - 29R 리어아이리스
  - 40, 41, 43, 44, 46, 47 광공진기 내를 전반하는 광
  - 50 블로어
  - 51 제1가스유로
  - 52 제2가스유로
  - 56 열교환기
  - 58 유출구멍
  - 59 필터
  - 70 레이저발진기
  - 71 빔정형주사광학계
  - 72 스테이지

73 제어장치

75 가공대상물

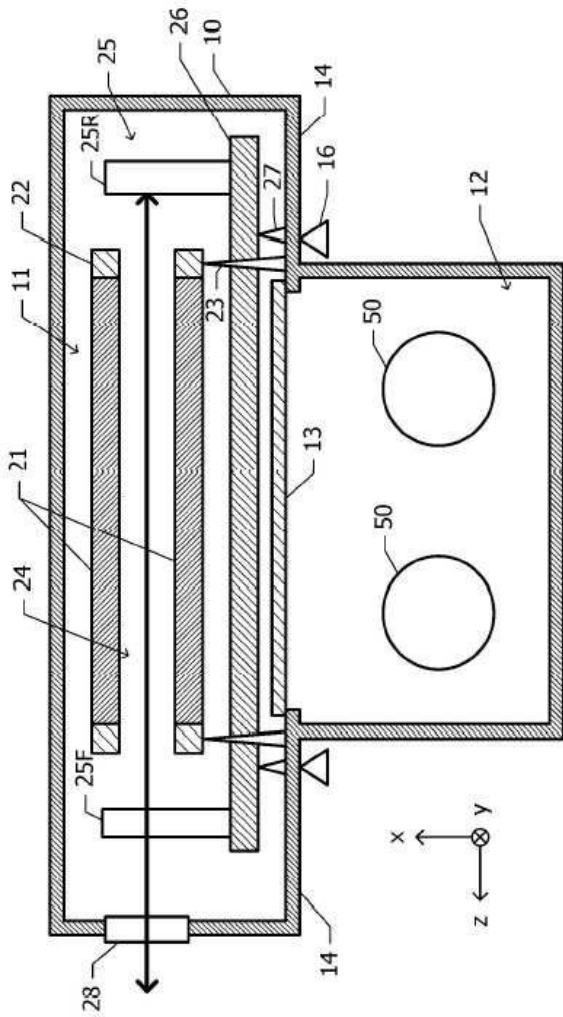
251 리어미러의 곡선

255 프론트미러의 내측을 향하는 면

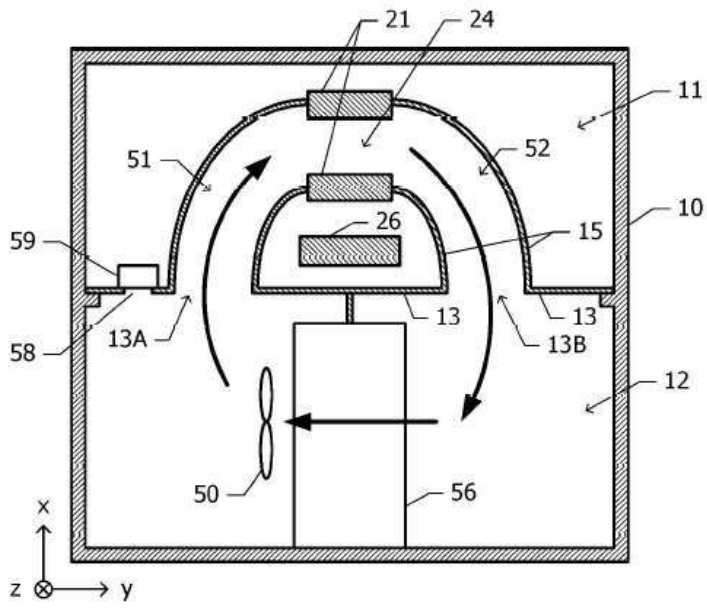
256 프론트미러의 외측을 향하는 면

도면

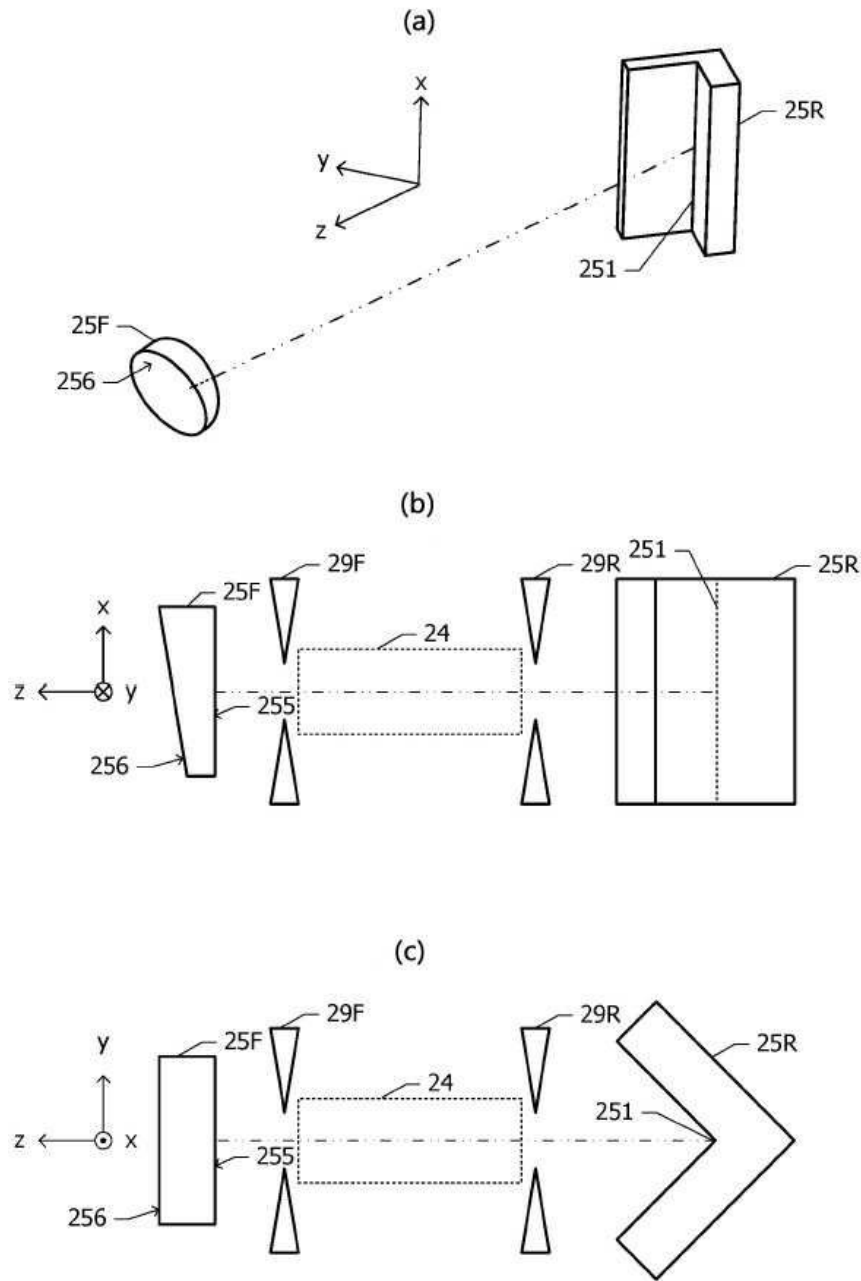
도면1



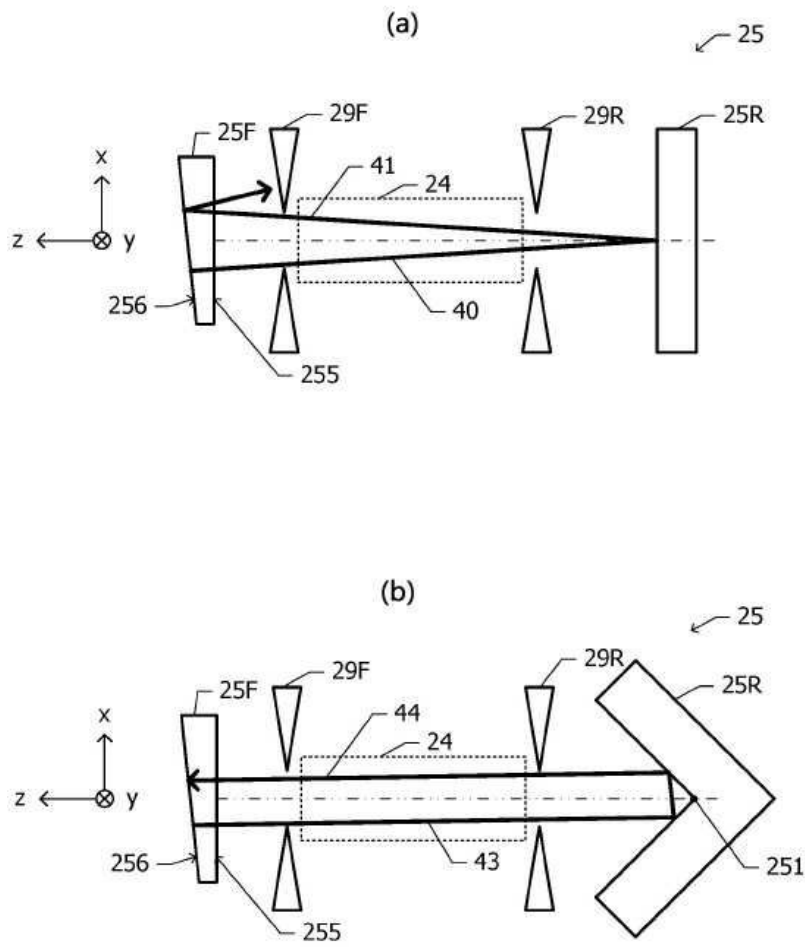
도면2



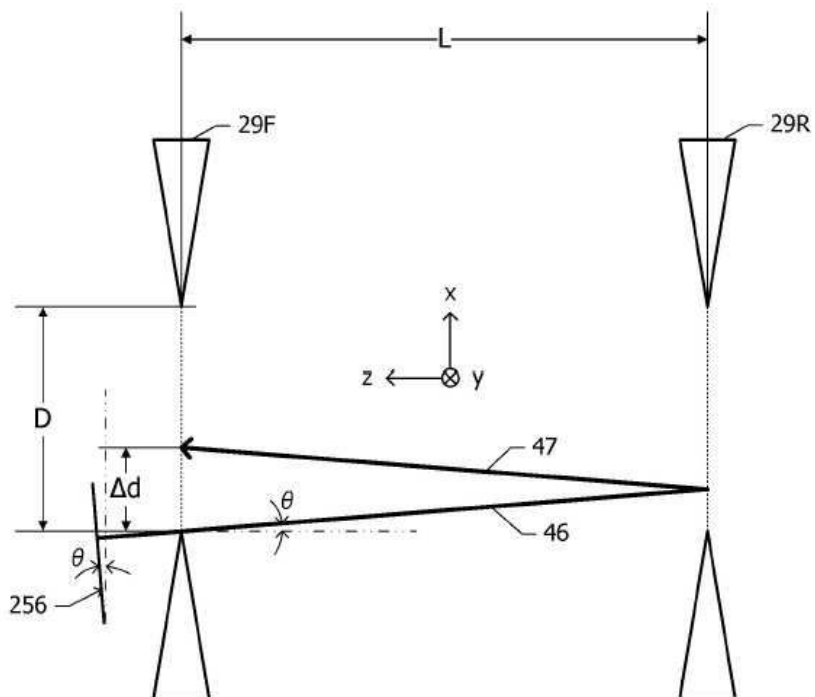
도면3



도면4



도면5



도면6

