



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0026988
(43) 공개일자 2016년03월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01S 5/40 (2006.01) G02B 5/04 (2006.01)
H01S 5/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01S 5/4012 (2013.01)
G02B 5/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7000913
(22) 출원일자(국제) 2014년05월23일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2016년01월13일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2014/063720
(87) 국제공개번호 WO 2015/001866
국제공개일자 2015년01월08일
(30) 우선권주장
JP-P-2013-139993 2013년07월03일 일본(JP)

(71) 출원인
하마마츠 포토닉스 가부시카이가이사
일본국 시주오카켄 하마마츠시 히가시쿠 이치노초 1126-1
(72) 발명자
세키네 다카시
일본국 시주오카켄 하마마츠시 히가시쿠 이치노초 1126-1 하마마츠 포토닉스 가부시카이가이사 내
가와시마 도시유키
일본국 시주오카켄 하마마츠시 히가시쿠 이치노초 1126-1 하마마츠 포토닉스 가부시카이가이사 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인태평양

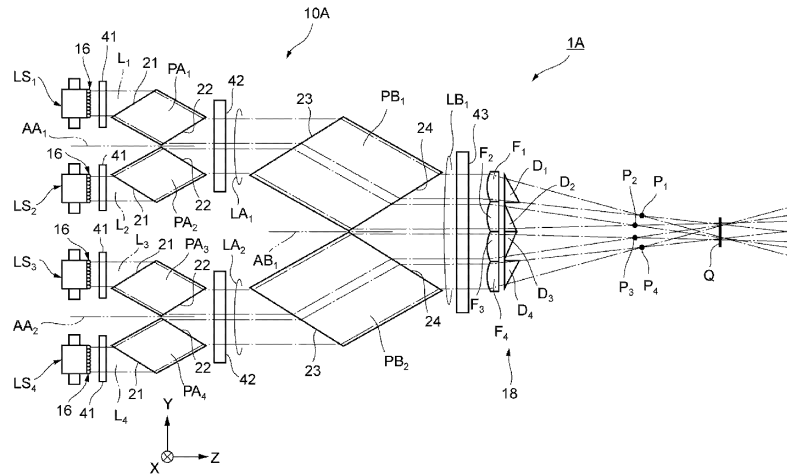
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 레이저 장치

(57) 요약

N개의 반도체 레이저 어레이 스택과, N개의 반도체 레이저 어레이 스택 각각으로부터 출력된 광속의 광축을 시프트하는 것에 의해 광속끼리의 간격을 축소하는 프리즘 광학계와, 광속을 광속마다 집광 및 편향하는 결상 광학계를 구비하며, 결상 광학계는, 소정 위치에서 광속이 서로 겹치도록 광속을 편향함과 아울러, 결상 광학계와 소정 위치와의 사이에 광속의 집광점을 생기게 하는, 레이저 장치.

대표도



(52) CPC특허분류

H01S 5/005 (2013.01)

H01S 5/405 (2013.01)

(72) 발명자

다케우치 야스키

일본국 시즈오카켄 하마마츠시 히가시쿠 이치노초
1126-1 하마마츠 포토닉스 가부시키키가이샤 내

하타노 유마

일본국 시즈오카켄 하마마츠시 히가시쿠 이치노초
1126-1 하마마츠 포토닉스 가부시키키가이샤 내

명세서

청구범위

청구항 1

소정 방향으로 배열된 2개 이상의 발광 영역으로부터 레이저 광을 출사하는 복수의 반도체 레이저 어레이가 출사 방향을 일치시켜 상기 소정 방향 및 상기 출사 방향과 교차하는 적층 방향으로 적층되어 이루어지며, 상기 복수의 반도체 레이저 어레이로부터 출사되는 상기 레이저 광을 하나의 광속(光束)으로서 각각 출력하는 N개(N은 2 이상의 정수(整數))의 반도체 레이저 어레이 스택(stack)과,

상기 광속에 포함되는 상기 레이저 광의 속축(速軸) 방향의 평행화를 행하는 제1 콜리메이트부와,

상기 N개의 반도체 레이저 어레이 스택 각각으로부터 출력되어 상기 제1 콜리메이트부를 거친 상기 광속을 투과함과 아울러, 해당 광속의 광축을 해당 광축과 교차하는 방향으로 시프트하는 것에 의해 상기 광속끼리의 간격을 축소하는 프리즘 광학계와,

상기 N개의 반도체 레이저 어레이 스택 각각으로부터 출력된 각 광속을, 지축(遲軸) 방향과 교차하는 면내에서 광속마다 집광(集光)함과 아울러, 해당 면내에서 각 광속의 광축을 광속마다 편향하는 결상(結像) 광학계를 구비하며,

상기 결상 광학계는, 소정 위치에서 N개의 상기 광속이 서로 겹치도록 각 광속을 편향함과 아울러, 상기 결상 광학계와 상기 소정 위치와의 사이에 각 광속의 집광점을 생기게 하는, 레이저 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 결상 광학계는, 상기 N개의 반도체 레이저 어레이 스택 각각으로부터 출력된 각 광속을 광속마다 집광하는 N개의 결상 렌즈와, 각 광속의 광축을 광속마다 편향하는 N개의 편향 광학 소자를 포함하는, 레이저 장치.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 N개의 반도체 레이저 어레이 스택이 상기 적층 방향으로 늘어서 배치되어 있고,

상기 프리즘 광학계가, 상기 광속의 광축을 상기 적층 방향으로 시프트하는, 레이저 장치.

청구항 4

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

하나 또는 복수의 상기 반도체 레이저 어레이 스택을 포함하는 제1 군(群)과, 하나 또는 복수의 상기 반도체 레이저 어레이 스택을 포함하는 제2 군이 상기 소정 방향으로 늘어서 배치되어 있으며,

상기 프리즘 광학계는, 상기 제1 군에 포함되는 상기 반도체 레이저 어레이 스택으로부터 출사되는 상기 광속과, 상기 제2 군에 포함되는 상기 반도체 레이저 어레이 스택으로부터 출사되는 상기 광속과의 간격이 축소하도록, 상기 소정 방향으로 해당 광속의 광축을 시프트하는, 레이저 장치.

발명의 설명

기술분야

본 발명의 일측면은, 레이저 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0001]

[0002] 특허 문헌 1에는, 고체 레이저의 여기(勵起)에 이용되는 집광(集光) 장치에 관한 기술이 개시되어 있다. 도 9는, 특허 문헌 1에 개시된 집광 장치(100)의 구성을 나타내는 사시도이다. 도 9에 나타내어지는 바와 같이, 집광 장치(100)는, 2개의 광원(106)과, 2개의 광학계(112)와, 집광 렌즈(114)를 구비하고 있다. 광원(106)은, 반도체 레이저 어레이 스택(stack)(102) 및 실린드리카울 렌즈 스택(104)을 가진다. 반도체 레이저 어레이 스택(102)은, 복수의 발광 영역을 가지는 반도체 레이저 어레이(116)가 복수 적층되어 이루어진다. 실린드리카울 렌즈 스택(104)은, 반도체 레이저 어레이(116)와 동수(同數)의 실린드리카울 렌즈(118)가 적층 방향으로 배열되어 이루어지며, 반도체 레이저 어레이 스택(102)의 복수의 발광 영역의 근방에 설치된다. 또, 광학계(112)는, 프리즘(108) 및 프리즘(110)을 가진다. 프리즘(108)은, 삼각기둥 모양의 직각 프리즘이며, 측면에는 전반사(全反射) 코팅이 실시되어 있다. 프리즘(110)은, 삼각기둥 모양의 직각 프리즘이며, 광 입사면에는 반사 방지 코팅이 실시되고, 전반사면에는 고반사 코팅이 실시되어 있다. 집광 렌즈(114)는, 집광 장치(100)의 여기 대상인 고체 레이저(120) 내에 초점을 가지고 있다.

[0003] 이 집광 장치(100)에서는, 반도체 레이저 어레이 스택(102)의 각 반도체 레이저 어레이(116)의 발광 영역으로부터 레이저 광(La₁)이 출사된다. 이 레이저 광(La₁)은, 실린드리카울 렌즈 스택(104)의 각 실린드리카울 렌즈(118)에 의해서 평행화 된 후, 프리즘(108)의 2개의 측면에서 반사되어, 광속 Lb₁과, 광속 Lc₁으로 분할된다. 광속 Lc₁은, 프리즘(110)의 2개의 전반사면에서 반사된 후, 프리즘(108) 위를 통과하여, 광속 Lb₁에 대해서 평행하게 인접한다. 그 후, 광속 Lb₁ 및 Lc₁은, 필요에 따라서 반사 미러(122, 124)에 의해 광로가 변경된 후, 집광 렌즈(114)에 의해서 고체 레이저(120)의 내부에 집광된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 특허 문헌 1 : 일본특허공개 제2001-111147호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 대출력의 레이저 광원으로서, 발광 영역을 복수 가지는 반도체 레이저 어레이가 복수개 적층되어 이루어지는 반도체 레이저 어레이 스택이 이용되고 있다. 반도체 레이저 어레이 스택은, 예를 들면 레이저 매질을 가지는 고 에너지 고체 레이저 장치의 여기 광원으로서 이용된다. 이러한 반도체 레이저 어레이 스택에서, 레이저 광량을 높이기 위해서는 발광 영역의 수를 증가시키거나, 즉 보다 많은 반도체 레이저 어레이를 적층하거나, 또는 보다 많은 발광 영역을 각 반도체 레이저 어레이에 마련할 수 있다. 그러나, 발광 영역의 수가 늘어나는 만큼 발열량도 늘어난다. 따라서, 냉각 장치의 대형화나 조립의 수율의 관점으로부터 보면, 하나의 반도체 레이저 어레이 스택을 대형화하는 것 보다도, 적당한 크기의 복수의 반도체 레이저 어레이 스택을 조합시키는 쪽이 바람직하다.

[0006] 복수의 반도체 레이저 어레이 스택을 조합시키는 경우, 복수의 반도체 레이저 어레이 스택으로부터 출사되는 레이저 광속을 단일의 광속으로 모을 필요가 있다. 그러나, 복수의 반도체 레이저 어레이 스택끼리가 인접하면, 냉각이 불충분하게 되기 쉽고, 또 충분히 냉각하기 위해서 냉각 장치를 대형화하지 않을 수 없게 되어 버린다. 따라서, 복수의 반도체 레이저 어레이 스택끼리의 간격을 적당히 두고 배치하는 것이 바람직하다. 그 경우, 복수의 반도체 레이저 어레이 스택으로부터 각각 출사되는 복수의 레이저 광속을, 광학계를 이용하여 하나로 통합할 필요가 있다. 예를 들면 도 9에 나타내어진 집광 장치(100)에서도, 2개의 반도체 레이저 어레이 스택(102)으로부터 출사된 레이저 광속이, 프리즘(108, 110)이나 반사 미러(122, 124)라고 하는 광학계를 이용하여 하나로 통합되어 있다.

[0007] 그렇지만, 특허 문헌 1에 개시된 집광 장치(100)에서는, 복수의 레이저 광속이 광축을 일치시키면서, 단일의 집광 렌즈(114)에 입사하고 있다. 따라서, 예를 들면 반도체 레이저 어레이 스택(102)의 일부에 열화(劣化)가 생기면, 조사 대상물인 고체 레이저(120)에서, 그 열화 부분에 대응하는 개소의 레이저 광량이 국소적으로 저하하여, 조사 대상물에서의 레이저 광량의 균일성을 해쳐 버린다.

[0008] 본 발명의 일측면은, 이러한 문제점을 감안하여 이루어진 것이며, 복수의 반도체 레이저 어레이 스택끼리를 인접시킬 필요가 없고, 반도체 레이저 어레이 스택의 일부에 열화가 생긴 경우라도 조사 대상물에서의 레이저 광량의 균일성을 유지할 수 있는 레이저 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일측면에 관한 레이저 장치는, 소정 방향으로 배열된 2개 이상의 발광 영역으로부터 레이저 광을 출사하는 복수의 반도체 레이저 어레이가 출사 방향을 일치시켜 소정 방향 및 출사 방향과 교차하는 적층 방향으로 적층되어 이루어지며, 복수의 반도체 레이저 어레이로부터 출사되는 레이저 광을 하나의 광속(光束)으로서 각각 출력하는 N개(N은 2 이상의 정수(整數))의 반도체 레이저 어레이 스택(stack)과, 광속에 포함되는 레이저 광의 속축(速軸) 방향의 평행화를 행하는 제1 콜리메이트부와, N개의 반도체 레이저 어레이 스택 각각으로부터 출력되어 제1 콜리메이트부를 거친 광속을 투과함과 아울러, 해당 광속의 광축을 해당 광축과 교차하는 방향으로 시프트하는 것에 의해 광속끼리의 간격을 축소하는 프리즘 광학계와, N개의 반도체 레이저 어레이 스택 각각으로부터 출력된 각 광속을, 지축(遲軸) 방향과 교차하는 면내에서 광속마다 집광함과 아울러, 해당 면내에서 각 광속의 광축을 광속마다 편향하는 결상 광학계를 구비하며, 결상 광학계는, 소정 위치에서 N개의 광속이 서로 겹치도록 각 광속을 편향함과 아울러, 결상 광학계와 소정 위치와의 사이에 각 광속의 집광점을 생기게 한다.

[0010] 이 레이저 장치에서는, N개의 반도체 레이저 어레이 스택으로부터 출사된 광속의 광축이 프리즘 광학계에 의해서 시프트되는 것에 의해, 광속끼리의 간격이 축소된다. 여기서, 광속의 광축을 시프트한다는 것은, 예를 들면, 프리즘 광학계로부터 출사하는 광속의 광축을, 프리즘 광학계에 입사하는 광속의 광축에 대해 대략 평행하게 하면서, 해당 광축과 교차하는 방향으로 이동시키는 것을 말한다. 이러한 프리즘 광학계가 마련되는 것에 의해, 복수의 반도체 레이저 어레이 스택끼리를 인접시킬 필요가 없게 되어, 냉각을 충분히 할 수 있고, 또 냉각 장치의 대형화를 회피할 수 있다.

[0011] 또, 이 레이저 장치에서는, 결상 광학계가, 결상 광학계와 소정 위치와의 사이에 각 광속의 집광점이 생기도록 각 광속을 광속마다 집광한다. 이것에 의해, 소정 위치에서의 레이저 광량의 균일성을 높일 수 있고, 예를 들면 소정 위치에 설치되는 조사 대상물에 균일한 광 강도의 레이저 광속을 부여할 수 있다. 게다가, 이 레이저 장치에서는, 결상 광학계가, 균일한 N개의 레이저 광속을 소정 위치에서 서로 겹치도록 광속마다 편향한다. 이것에 의해, 소정 위치에서 균일하게 퍼진 N개의 레이저 광속이 서로 겹치므로, 어느 반도체 레이저 어레이 스택의 일부에 열화가 생겨, 한 개의 레이저 광속에 그 영향이 생겼다고 해도, 다른 레이저 광속에 의해서 광량의 균일성을 유지할 수 있다.

[0012] 또, 레이저 장치는, 결상 광학계가, N개의 반도체 레이저 어레이 스택 각각으로부터 출력된 각 광속을 광속마다 집광하는 N개의 결상 렌즈와, 각 광속의 광축을 광속마다 편향하는 N개의 편향 광학 소자를 포함해도 괜찮다. 이것에 의해, 상기의 결상 광학계를 실현할 수 있다.

[0013] 또, 레이저 장치는, N개의 반도체 레이저 어레이 스택이 적층 방향으로 늘어서 배치되어 있으며, 프리즘 광학계가, 광속의 광축을 적층 방향으로 시프트해도 괜찮다. 이러한 구성에 의해서, 반도체 레이저 어레이 스택의 적층 방향으로 적당한 간격을 두면서, N개의 반도체 레이저 어레이 스택을 배치할 수 있다.

[0014] 또, 레이저 장치는, 하나 또는 복수의 반도체 레이저 어레이 스택을 포함하는 제1 군(群)과, 하나 또는 복수의 반도체 레이저 어레이 스택을 포함하는 제2 군이 소정 방향으로 늘어서 배치되어 있으며, 프리즘 광학계는, 제1 군에 포함되는 반도체 레이저 어레이 스택으로부터 출사되는 광속과, 제2 군에 포함되는 반도체 레이저 어레이 스택으로부터 출사되는 광속과의 간격이 축소하도록, 소정 방향으로 해당 광속의 광축을 시프트해도 괜찮다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 일측면에 관한 레이저 장치에 의하면, 복수의 반도체 레이저 어레이 스택끼리를 인접시킬 필요가 없고, 반도체 레이저 어레이 스택의 일부에 열화가 생긴 경우라도 조사 대상물에서의 레이저 광량의 균일성을 유지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 제1 실시 형태에 관한 레이저 장치의 구성을 나타내는 평면도이다.

- 도 2는 레이저 장치가 구비하는 반도체 레이저 어레이 스택의 구성을 나타내는 사시도이다.
- 도 3은 제2 실시 형태에 관한 레이저 장치의 구성을 나타내는 평면도이다.
- 도 4는 도 3에 나타내어진 레이저 장치를 Y축 방향으로부터 본 측면도이다.
- 도 5는 도 3에 나타내어진 레이저 장치의 구성을 나타내는 사시도이다.
- 도 6은 제3 실시 형태에 관한 레이저 장치의 구성을 나타내는 평면도이다.
- 도 7은 도 6에 나타내어진 레이저 장치를 Y축 방향으로부터 본 측면도이다.
- 도 8은 도 6에 나타내어진 레이저 장치의 구성을 나타내는 사시도이다.
- 도 9는 특허 문헌 1에 개시된 집광 장치의 구성을 나타내는 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 이하, 첨부 도면을 참조하면서 본 발명의 일측면에 관한 레이저 장치의 실시 형태를 상세하게 설명한다. 또, 도면의 설명에서 동일한 요소에는 동일한 부호를 부여하고, 중복하는 설명을 생략한다.
- [0018] (제1 실시 형태)
- [0019] 도 1은, 제1 실시 형태에 관한 레이저 장치(1A)의 구성을 나타내는 평면도이다. 또, 도 2는, 레이저 장치(1A)가 구비하는 반도체 레이저 어레이 스택(stack)(LS₁~LS_N)의 구성을 나타내는 사시도이다. 또, 이해를 용이하게 하기 위해, 도 1 및 도 2에는 XYZ 직교좌표계가 나타내어져 있다.
- [0020] 도 1에 나타내어지는 바와 같이, 본 실시 형태의 레이저 장치(1A)는, N개(N은 2 이상의 정수(整數). 도면에서는 N=4인 경우를 예시)의 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N)과, 프리즘 광학계(10A)를 구비하고 있다. 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N)은, Y축 방향으로 서로 간격을 두고 늘어서 배치되어 있다. 프리즘 광학계(10A)는, 이들 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N)에 일대일로 대응하여 마련된 N개의 제1 프리즘(PA₁~PA_N)과, 제2 프리즘(PB₁~PB_K)(단, K=N/2)을 가진다. 제1 프리즘(PA₁~PA_N) 및 제2 프리즘(PB₁~PB_K)도 또, 각각 Y축 방향으로 늘어서 배치되어 있다.
- [0021] 도 2에 나타내어지는 바와 같이, 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N)은, 복수의 반도체 레이저 어레이(12)를 가진다. 이들 반도체 레이저 어레이(12)는, 소정 방향(본 실시 형태에서는 X축 방향)으로 배열된 2개 이상의 발광 영역(14)을 각각 가지고 있으며, 이들 발광 영역(14) 각각으로부터 혹은 광 출사 방향(본 실시 형태에서는 Z축 방향)을 향해서 레이저 광(La)이 출사된다. 레이저 광(La)의 속축(速軸) 방향은 Y축 방향을 따르고 있으며, 지축(遲軸) 방향은 X축 방향을 따르고 있다. 복수의 반도체 레이저 어레이(12)는, 광 출사 방향을 일치시켜 상기 소정 방향(X축 방향) 및 광 출사 방향(Z축 방향)과 교차하는 적층 방향(본 실시 형태에서는 Y축 방향)으로 적층되어 있다. 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N)은, 복수의 반도체 레이저 어레이(12)로부터 출사되는 이들 레이저 광(La)을 하나의 광속(光束)으로서 각각 출력한다.
- [0022] 도 1을 다시 참조하면, 제n 번째 (n은 1 이상 N 이하의 정수)의 반도체 레이저 어레이 스택(LS_n)으로부터 출력된 레이저 광속(L_n)은, 콜리메이터 렌즈 스택(16)을 통과한다. 콜리메이터 렌즈 스택(16)은, 본 실시 형태에서의 제1 콜리메이트부로서, 각 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N)에 대응하여 배치되고, 각 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N)의 발광 영역(14)에 대향하고 있다. 콜리메이터 렌즈 스택(16)은, X축 방향으로 연장하고 있으며 복수의 반도체 레이저 어레이(12)에 각각 대응하는 복수의 실린드릭 렌즈를 가진다. 각 실린드릭 렌즈는, 대응하는 반도체 레이저 어레이(12)로부터 출사된 레이저 광(La)의 속축 방향의 평행화를 행한다.
- [0023] 콜리메이터 렌즈 스택(16)에 의해서 속축 방향의 평행화가 이루어진 레이저 광속(L_n)은, 대응하는 제n 번째의 제1 프리즘(PA_n)의 광 입사면(21)에 입사한다. 제1 프리즘(PA₁~PA_N)은, 예를 들면 유리, 석영 등의 투명 재료로 이루어지는 프리즘으로서, 광 입사면(21) 및 광 출사면(22)을 가진다. 본 실시 형태의 제1 프리즘(PA₁~PA_N)은, YZ평면을 따른 단면(斷面)이 평행사변형(예를 들면 능형(菱形)) 등의 형상을 나타내며, 해당 평행사변형의 한 변이 광 입사면(21)으로 되어 있고, 해당 한 변과 평행한 다른 한 변이 광 출사면(22)으로 되어 있다.

- [0024] 제 n 번째의 제1 프리즘(PA_n)은, 광 입사면(21)에 입사한 레이저 광속(L_n)을 투과하여, 광 출사면(22)으로부터 출사한다. 광 입사면(21)은 XZ평면에 대해서 경사져 있어, 레이저 광속(L_n)이 광 입사면(21)에 입사할 때, 레이저 광속(L_n)은 광 출사 방향(Z축 방향)에 대해서 소정 각도만큼 굴절한다. 또, 광 출사면(22)은 광 입사면(21)에 대해서 평행이어서, 레이저 광속(L_n)이 광 출사면(22)으로부터 출사할 때, 레이저 광속(L_n)은 앞의 굴절과는 반대 방향으로 상기 소정 각도만큼 다시 굴절하고, 다시 광 출사 방향(Z축 방향)을 따라서 진행한다. 이와 같이, 제1 프리즘(PA_n)은, 레이저 광속(L_n)의 광축을, 해당 광축과 교차하는 방향(본 실시 형태에서는 Y축 방향)으로 시프트한다. 환언하면, 제1 프리즘(PA_n)은, 광 출사면(22)으로부터 출사되는 레이저 광속(L_n)의 광축을, 광 입사면(21)에 입사하는 레이저 광속(L_n)의 광축에 대해 대략 평행하게 하면서, Y축 방향으로 이동시킨다.
- [0025] 또, 본 실시 형태에서는, $(2k-1)$ 번째 (단, k 는 1 이상 K 이하의 정수)의 제1 프리즘(PA_{2k-1})과, $2k$ 번째의 제1 프리즘(PA_{2k})이 Y축 방향에서 서로 인접하여 배치되어 있고, 제1 프리즘(PA_{2k-1})의 광 입사면(21) 및 광 출사면(22)과, 제1 프리즘(PA_{2k})의 광 입사면(21) 및 광 출사면(22)이, XZ평면을 따른 기준면(AA_k)을 사이에 두고 대칭의 위치에 배치되어 있다. 그리고, 제1 프리즘(PA_{2k-1})의 광 입사면(21)에 입사한 레이저 광속(L_{2k-1})은, 서로 이웃하는 레이저 광속(L_{2k})에 가까워지는 방향으로 굴절하고, 또, 제1 프리즘(PA_{2k})의 광 입사면(21)에 입사한 레이저 광속(L_{2k})은, 서로 이웃하는 레이저 광속(L_{2k-1})에 가까워지는 방향으로 굴절한다. 이것에 의해, 이들 레이저 광속(L_{2k-1} , L_{2k})이 광 출사면(22)으로부터 출사할 때에는, 레이저 광속(L_{2k-1} , L_{2k})끼리의 간격이 축소되어, 한 쌍의 광속(L_{2k-1} , L_{2k})으로 이루어지는 레이저 광속군(LA_k)이 형성된다. 이 레이저 광속군(LA_k)은, 원래의 광 출사 방향(Z축 방향)을 따라서 진행한다. 또, 본 실시 형태의 레이저 광속군(LA_k)을 구성하는 레이저 광속(L_{2k-1} , L_{2k})은, 서로 인접하여 진행되지만, 서로 겹치지 않고, 예를 들면 1mm 정도의 간격을 가진다.
- [0026] 제2 프리즘(PB_1 ~ PB_k)은, 예를 들면 유리, 석영 등의 투명 재료로 이루어지는 프리즘으로서, 광 입사면(23) 및 광 출사면(24)을 가진다. 본 실시 형태의 제2 프리즘(PB_1 ~ PB_k)은, 제1 프리즘(PA_1 ~ PA_N)과 마찬가지로, YZ평면을 따른 단면에서 평행사변형(예를 들면 능형) 등의 형상을 나타내며, 해당 평행사변형의 한 변이 광 입사면(23)으로 되어 있고, 해당 한 변과 평행한 다른 한 변이 광 출사면(24)으로 되어 있다.
- [0027] 제1 프리즘(PA_{2k-1} , PA_{2k})으로부터 출사된 레이저 광속(L_{2k-1} , L_{2k})은, 레이저 광속군(LA_k)으로서 제 k 번째의 제2 프리즘(PB_k)의 광 입사면(23)에 입사한다. 제2 프리즘(PB_k)은, 광 입사면(23)에 입사한 레이저 광속군(LA_k)을 투과하여, 광 출사면(24)으로부터 출사한다. 광 입사면(23)은 XZ평면에 대해서 경사져 있어, 레이저 광속군(LA_k)이 광 입사면(23)에 입사할 때, 레이저 광속군(LA_k)은 광 출사 방향(Z축 방향)에 대해서 소정 각도만큼 굴절한다. 또, 광 출사면(24)은 광 입사면(23)에 대해서 평행이어서, 레이저 광속군(LA_k)이 광 출사면(24)으로부터 출사할 때, 레이저 광속군(LA_k)은 앞의 굴절과는 반대 방향으로 상기 소정 각도만큼 다시 굴절하고, 다시 광 출사 방향(Z축 방향)을 따라서 진행한다. 이와 같이, 제2 프리즘(PB_k)은, 레이저 광속군(LA_k)의 광축을, 해당 광축과 교차하는 방향(본 실시 형태에서는 Y축 방향)으로 시프트한다. 환언하면, 제2 프리즘(PB_k)은, 광 출사면(24)으로부터 출사되는 레이저 광속군(LA_k)의 광축을, 광 입사면(23)에 입사하는 레이저 광속군(LA_k)의 광축에 대해 대략 평행하게 하면서, Y축 방향으로 이동시킨다.
- [0028] 또, 본 실시 형태에서는, $(2m-1)$ 번째 (단, m 은 1 이상 M 이하의 정수. $M=N/4$)의 제2 프리즘(PB_{2m-1})과, $(2m)$ 번째의 제2 프리즘(PB_{2m})이 Y축 방향에서 서로 인접하여 배치되어 있고, 제2 프리즘(PB_{2m-1})의 광 입사면(23) 및 광 출사면(24)과, 제2 프리즘(PB_{2m})의 광 입사면(23) 및 광 출사면(24)이, XZ평면을 따른 기준면(AB_m)을 사이에 두고 대칭의 위치에 배치되어 있다. 따라서, 제2 프리즘(PB_{2m-1})의 광 입사면(23)에 입사한 레이저 광속군(LA_{2m-1})은, 서로 이웃하는 레이저 광속군(LA_{2m})에 가까워지는 방향으로 굴절하고, 또, 제2 프리즘(PB_{2m})의 광 입사면(23)에 입사한 레이저 광속군(LA_{2m})은, 서로 이웃하는 레이저 광속군(LA_{2m-1})에 가까워지는 방향으로 굴절한다. 이것에 의해, 이들 레이저 광속군(LA_{2m-1} , LA_{2m})이 광 출사면(24)으로부터 출사하는 때에는, 레이저 광속군(LA_{2m-1} , LA_{2m})끼리의 간격이 축소되어, 한 쌍의 레이저 광속군(LA_{2m-1} , LA_{2m})으로 이루어지는 레이저 광속군

(LB_m)이 형성된다. 이 레이저 광속군(LB_m)은, 원래의 광 출사 방향(Z축 방향)을 따라서 진행한다. 또, 본 실시 형태의 레이저 광속군(LB_m)을 구성하는 레이저 광속군(LA_{2m-1}, LA_{2m})은, 서로 인접하여 진행되지만, 서로 겹치지 않고, 예를 들면 1mm 정도의 간격을 가져 겹치지 않는다. 즉, 1개의 레이저 광속군(LB_m)에는 4개의 레이저 광속(L_n)이 포함되고, 또한, 이들 레이저 광속(L_n)은 Y축 방향으로 늘어서 있고, 서로 겹치지 않으며, 예를 들면 서로 이웃하는 레이저 광속의 사이에 1mm 정도의 간격을 가진다.

[0029] 본 실시 형태의 레이저 장치(1A)는, 결상 광학계(18)를 더 구비하고 있다. 결상 광학계(18)는, 제1 프리즘(PA₁~PA_N) 및 제2 프리즘(PB₁~PB_K)을 투과한 각 레이저 광속(L₁~L_N)을, 지축 방향과 교차하는 면내(본 실시 형태에서는 YZ평면내)에서 레이저 광속마다 집광한다. 또, 결상 광학계(18)는, 해당 면내에서 각 레이저 광속(L₁~L_N)의 광축을 레이저 광속마다 편향한다.

[0030] 구체적으로는, 결상 광학계(18)는, N개의 결상 렌즈(F₁~F_N)와, N개의 편향 광학 소자(D₁~D_N)를 포함하여 구성되어 있다. 결상 렌즈(F₁~F_N)는, N개의 레이저 광속(L₁~L_N)에 일대일로 대응하여 마련되어 있고, 제n 번째의 결상 렌즈(F_n)는, 대응하는 레이저 광속(L_n)을 YZ평면 내에서 집광한다. 또, 본 실시 형태에서는, 결상 렌즈(F₁~F_N)는 XZ평면 내에서는 집광 작용을 가지지 않아, 레이저 광속(L₁~L_N)은 XZ평면 내에서는 집광되지 않는다.

[0031] 또, 결상 렌즈(F₁~F_N)는, 결상 광학계(18)와 Z축 방향의 소정 위치 Q와의 사이에 각 레이저 광속(L₁~L_N)의 집광 점(P₁~P_N)을 생기게 한다. 보다 상세하게는, 결상 렌즈(F₁~F_N)의 초점 거리는 결상 광학계(18)와 소정 위치 Q와의 거리 보다도 짧고, 레이저 광속(L₁~L_N)은 소정 위치 Q의 바로 앞에서 일단 수렴한 후, 다시 확대하면서 소정 위치 Q를 통과한다.

[0032] 편향 광학 소자(D₁~D_N)는, N개의 레이저 광속(L₁~L_N)에 일대일로 대응하여 마련되어 있고, 제n 번째의 편향 광학 소자(D_n)는, 대응하는 레이저 광속(L_n)을 YZ평면 내에서 편향한다. 여기서, 레이저 광속(L_n)을 편향한다는 것은, 레이저 광속(L_n)의 광축의 방향을 약간 변경하는 것을 말하며, 본 실시 형태에서는, 레이저 광속(L_n)의 광축이 Z축 방향을 기준으로 하여 Y축 방향으로 약간의 경사진다.

[0033] 이러한 레이저 광속(L_n)의 편향은, Z축 방향의 소정 위치 Q에서 N개의 레이저 광속(L₁~L_N)이 서로 겹치도록 행해진다. 환언하면, X축 방향으로부터 본 레이저 광속(L₁~L_N)의 각 광축은, 편향 광학 소자(D₁~D_N)를 통과한 후, 소정 위치 Q에서 서로 겹친다. 이러한 작용을 가지는 편향 광학 소자(D₁~D_N)는, 예를 들면 웨지(wedge) 프리즘에 의해서 실현된다. 소정 위치 Q에는, 예를 들면 조사 대상물이 배치된다. 이 조사 대상물로서는, 예를 들면, 레이저 공진기의 공진 광로 상에 배치되며, 여기광(勵起光)이 공급됨으로써 방출광을 발생시키는 고체 레이저 매질을 들 수 있다.

[0034] 본 실시 형태의 레이저 장치(1A)는, 지축 콜리메이터 렌즈(41, 42, 및 43)를 더 구비하고 있다. 지축 콜리메이터 렌즈(41)는 본 실시 형태에서의 제2 콜리메이트부이며, 지축 콜리메이터 렌즈(43)는 본 실시 형태에서의 제3 콜리메이트부이다. 지축 콜리메이터 렌즈(41)는, 콜리메이터 렌즈 스택(16)과 제1 프리즘(PA₁~PA_N)과의 사이의 광축 상에 배치되며, 레이저 광속(L_n)에 포함되는 레이저 광(La)의 지축 방향(본 실시 형태에서는, X축 방향)의 평행화를 행한다. 지축 콜리메이터 렌즈(42)는, 제1 프리즘(PA₁~PA_N)과 제2 프리즘(PB₁~PB_K)과의 사이의 광축 상에 배치되며, 레이저 광속군(LA_k)에 포함되는 레이저 광(La)의 지축 방향의 평행화를 행한다. 지축 콜리메이터 렌즈(43)는, 제2 프리즘(PB₁~PB_K)과 결상 광학계(18)와의 사이의 광축 상에 배치되며, 레이저 광속군(LB_m)에 포함되는 레이저 광(La)의 지축 방향의 평행화를 행한다.

[0035] 이상의 구성을 구비하는 본 실시 형태의 레이저 장치(1A)에 의해서 얻어지는 효과에 대해 설명한다. 이 레이저 장치(1A)에서는, N개의 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N)으로부터 출사된 레이저 광속(L₁~L_N)의 광축이 프리즘 광학계(10A)(제1 프리즘(PA₁~PA_N), 제2 프리즘(PB₁~PB_K))에 의해서 시프트되는 것에 의해, 레이저 광속(L₁~L_N)끼리의 간격이 축소된다. 이러한 프리즘 광학계(10A)가 마련되는 것에 의해, 복수의 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N)끼리를 인접시킬 필요가 없게 되므로, 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N)의 사이의 간격을 이용하

여 냉각을 충분히 할 수 있고, 또 간소한 냉각 장치로 충분하기 때문에 냉각 장치의 대형화를 회피할 수 있다. 또, 프리즘 광학계(10A)와 같은 간이한 구성으로서 레이저 광속(L₁~L_N)을 모을 수 있으므로, 레이저 장치(1A)를 더 소형화할 수 있다.

[0036] 또, 이 레이저 장치(1A)에 의하면, 프리즘 광학계(10A)를 이용하여 레이저 광속(L₁~L_N)을 전송하므로, 레이저 광속(L₁~L_N)을, 작은 스페이스에서, 저손실(예를 들면 수% 이하)로 장거리(예를 들면 1m 이상) 전송할 수 있다. 또, 임의의 위치 Q에서 균일성이 높은 공간 강도 분포를 가지고, 임의의 크기(예를 들면 1cm각(角))의 영역 내에 충분한 광 강도(예를 들면 수십 kW/cm² 이상)로 레이저 광속(L₁~L_N)을 수렴시킬 수 있다.

[0037] 또, 이 레이저 장치(1A)에서는, 결상 광학계(18)가, 각 레이저 광속(L₁~L_N)을 광속마다 집광하고, 결상 광학계(18)와 소정 위치 Q와의 사이에 각 레이저 광속(L₁~L_N)의 집광점(P₁~P_N)을 생기게 하고 있다. 이것에 의해, 소정 위치 Q에서의 레이저 광량의 균일성을 높일 수 있고, 예를 들면 소정 위치 Q에 설치되는 조사 대상물에 균일한 광 강도의 레이저 광속을 부여할 수 있다. 게다가, 이 레이저 장치(1A)에서는, 결상 광학계(18)가, 균일한 N개의 레이저 광속(L₁~L_N)을 소정 위치 Q에서 서로 겹치도록 광속마다 편향한다. 이것에 의해, 소정 위치 Q에서 균일한 N개의 레이저 광속(L₁~L_N)이 서로 겹치므로, 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N) 중 어느 일부에 열화가 생겨, 하나의 레이저 광속(L_n)에 그 영향이 생겼다고 해도, 다른 레이저 광속에 의해서 레이저 광속군(LB_m)의 광량의 균일성을 유지할 수 있다.

[0038] 예를 들면, 레이저 광원 장치가 고체 레이저 매질의 여기에 이용되는 경우, 여기광의 공간 패턴의 강도 변동은, 고체 레이저 매질의 출력 특성(에너지 안정성, 패턴의 균일성)에 크게 영향을 주고, 또, 광학 소자 등의 광 손상의 한 요인이 된다. 본 실시 형태의 레이저 장치(1A)에 의하면, 상술한 바와 같이 레이저 광속군(LB_m)의 광량의 균일성을 유지할 수 있으므로, 고체 레이저 매질의 출력 특성을 안정시키고, 광학 소자 등의 광 손상을 저감하는 것이 가능해진다.

[0039] 또, 이 레이저 장치(1A)에서는, 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N)의 개수 N을 증감시키고 싶은 경우라도 대규모의 구조 변경을 필요로 하지 않고, 프리즘 광학계(10A)에 포함되는 제1 프리즘(PA₁~PA_M) 및 제2 프리즘(PB₁~PB_K), 및 결상 광학계(18)에 포함되는 결상 렌즈(F₁~F_N) 및 편향 광학 소자(D₁~D_N)의 개수를 증감하는 것으로 된다. 따라서, 레이저 장치(1A)에 의하면, 조사 광량의 증감이 용이하고 확장성이 높은 레이저 장치(1A)를 제공할 수 있다.

[0040] 또, 본 실시 형태와 같이, N개의 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N)이 적층 방향으로 늘어서 배치되어 있고, 프리즘 광학계(10A)가, 레이저 광속(L₁~L_N)의 광축을 적층 방향으로 시프트해도 괜찮다. 이러한 구성에 의해서, 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N)의 적층 방향으로 적당한 간격을 두면서, N개의 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N)을 배치할 수 있다.

[0041] 또, 프리즘 광학계(10A)를 대신하여, 반사 미러를 이용하여 레이저 광속(L₁~L_N)을 시프트하는 것도 고려되어진다. 그렇지만, 반사 미러에서는, 레이저 광속의 입사각이 어떤 방향으로 변동하면 출사각이 반대의 방향으로 변동하므로, N개의 레이저 광속(L₁~L_N)의 광로의 어긋남이 크게 되어, 이들을 정밀도 좋게 늘어놓는 것이 어렵다고 하는 문제가 있다. 이것에 대해, 프리즘에서는, 레이저 광속의 입사각과 출사각은 동일 방향으로 변동하므로, N개의 레이저 광속(L₁~L_N)의 광로의 어긋남이 억제되고, N개의 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N)을 설치할 때의 허용 오차를 크게 할 수 있다.

[0042] (제2 실시 형태)

[0043] 도 3은, 제2 실시 형태에 관한 레이저 장치(1B)의 구성을 나타내는 평면도이다. 도 4는, 도 3에 나타내어진 레이저 장치(1B)를 Y축 방향으로부터 본 측면도이다. 도 5는, 도 3에 나타내어진 레이저 장치(1B)의 구성을 나타내는 사시도이다. 도 3~도 5에 나타내어지는 바와 같이, 본 실시 형태의 레이저 장치(1B)는, N개(N은 2 이상의 정수. 도면에서는 N=8인 경우를 예시)의 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N)과, 프리즘 광학계(10B)와, 콜리메이터 렌즈 스택(16)과, 결상 광학계(18)를 구비하고 있다. 또, 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N) 자체의

구성, 콜리메이터 렌즈 스택(16)의 배치 및 구성, 및 결상 광학계(18)의 구성은, 전술한 제1 실시 형태와 동일하기 때문에 상세한 설명을 생략한다.

[0044] N개의 반도체 레이저 어레이 스택($LS_1 \sim LS_N$) 중, 반도체 레이저 어레이 스택($LS_1, LS_3, \dots, LS_{2K-1}$) (단, $K=N/2$)은 제1 군(6a)을 구성하고 있고, 다른 반도체 레이저 어레이 스택($LS_2, LS_4, \dots, LS_{2K}$)은 제2 군(6b)을 구성하고 있다. 제1 군(6a)과 제2 군(6b)은, 서로 소정 방향(X축 방향)으로 늘어서 배치되어 있다. 또, 제1 군(6a)에 포함되는 반도체 레이저 어레이 스택($LS_1, LS_3, \dots, LS_{2K-1}$)은, Y축 방향으로 서로 간격을 두고 늘어서 배치되어 있다. 마찬가지로, 제2 군(6b)에 포함되는 반도체 레이저 어레이 스택($LS_2, LS_4, \dots, LS_{2K}$)은, Y축 방향으로 서로 간격을 두고 늘어서 배치되어 있다. 게다가, X축 방향으로부터 보아, 반도체 레이저 어레이 스택($LS_1, LS_3, \dots, LS_{2K-1}$)과 반도체 레이저 어레이 스택($LS_2, LS_4, \dots, LS_{2K}$)이 교호(交互)가 되도록, 반도체 레이저 어레이 스택($LS_1 \sim LS_N$)의 Y축 방향의 위치가 정해져 있다.

[0045] 프리즘 광학계(10B)는, 이들 반도체 레이저 어레이 스택($LS_1 \sim LS_N$)에 일대일로 대응하여 마련된 N개의 프리즘($PC_1 \sim PC_N$)을 가진다. N개의 프리즘($PC_1 \sim PC_N$) 중, 프리즘($PC_1, PC_3, \dots, PC_{2K-1}$)은, 대응하는 반도체 레이저 어레이 스택($LS_1, LS_3, \dots, LS_{2K-1}$)을 따라서 Y축 방향으로 늘어서 배치되어 있고, 프리즘($PC_2, PC_4, \dots, PC_{2K}$)은, 대응하는 반도체 레이저 어레이 스택($LS_2, LS_4, \dots, LS_{2K}$)을 따라서 Y축 방향으로 늘어서 배치되어 있다. 또, 프리즘($PC_1, PC_3, \dots, PC_{2K-1}$)과 프리즘($PC_2, PC_4, \dots, PC_{2K}$)은, Y축 방향으로 교호로 늘어서 있다.

[0046] 제n 번째의 반도체 레이저 어레이 스택(LS_n)으로부터 출사된 레이저 광속(L_n)은, 콜리메이터 렌즈 스택(16)에 의해서 속축 방향의 평행화가 이루어진 후, 대응하는 제n 번째의 프리즘(PC_n)의 광 입사면(25)(도 4를 참조)에 입사한다. 프리즘($PC_1 \sim PC_N$)은, 예를 들면 유리, 석영 등의 투명 재료로 이루어지는 프리즘으로서, 광 입사면(25) 및 광 출사면(26)(도 4를 참조)을 가진다. 본 실시 형태의 프리즘($PC_1 \sim PC_N$)은, XZ평면을 따른 단면이 평행사변형(예를 들면 능형) 등의 형상을 나타내며, 해당 평행사변형의 한 변이 광 입사면(25)으로 되어 있고, 해당 한 변과 평행한 다른 한 변이 광 출사면(26)으로 되어 있다.

[0047] 제n 번째의 프리즘(PC_n)은, 광 입사면(25)에 입사한 레이저 광속(L_n)을 투과하여, 광 출사면(26)으로부터 출사한다. 광 입사면(25)은 YZ평면에 대해서 경사져 있고, 레이저 광속(L_n)이 광 입사면(25)에 입사할 때, 레이저 광속(L_n)은 광 출사 방향(Z축 방향)에 대해서 소정 각도만큼 굴절한다. 또, 광 출사면(26)은 광 입사면(25)에 대해서 평행이어서, 레이저 광속(L_n)이 광 출사면(26)으로부터 출사할 때, 레이저 광속(L_n)은 앞의 굴절과는 반대 방향으로 상기 소정 각도만큼 다시 굴절하고, 다시 광 출사 방향(Z축 방향)을 따라서 진행한다. 이와 같이, 프리즘(PC_n)은, 레이저 광속(L_n)의 광축을, 해당 광축과 교차하는 방향(본 실시 형태에서는 X축 방향)으로 시프트한다. 환언하면, 프리즘(PC_n)은, 광 출사면(26)으로부터 출사되는 레이저 광속(L_n)의 광축을, 광 입사면(25)에 입사하는 레이저 광속(L_n)의 광축에 대해 대략 평행하게 하면서, X축 방향으로 이동시킨다.

[0048] 또, 본 실시 형태에서는, 프리즘($PC_1, PC_3, \dots, PC_{2K-1}$)의 광 입사면(25)에 입사한 레이저 광속($L_1, L_3, \dots, L_{2K-1}$)은, Y축 방향으로부터 보아, 서로 이웃하는 레이저 광속(L_2, L_4, \dots, L_{2K})에 가까워지는 방향(예를 들면 X축 부(負)방향)으로 굴절하고, 또, 프리즘($PC_2, PC_4, \dots, PC_{2K}$)의 광 입사면(25)에 입사한 레이저 광속(L_2, L_4, \dots, L_{2K})은, Y축 방향으로부터 보아, 서로 이웃하는 레이저 광속($L_1, L_3, \dots, L_{2K-1}$)에 가까워지는 방향(예를 들면 X축 정(正)방향)으로 굴절한다. 이것에 의해, 이들 레이저 광속($L_1, L_2, \dots, L_{2K-1}, L_{2K}$)이 광 출사면(26)으로부터 출사할 때에는, 레이저 광속($L_1, L_3, \dots, L_{2K-1}$)과 레이저 광속(L_2, L_4, \dots, L_{2K})과의 간격이 축소되어, 레이저 광속($L_1, L_2, \dots, L_{2K-1}, L_{2K}$)으로 이루어지는 단일의 레이저 광속군(LC)이 형성된다. 이 레이저 광속군(LC)은, 원래의 광 출사 방향(Z축 방향)을 따라서 진행한다. 또, 본 실시 형태의 레이저 광속군(LC)을 구성하는 레이저 광속($L_1, L_2, \dots, L_{2K-1}, L_{2K}$)은, 서로 인접하여 진행되지만, 서로 겹치지 않고, 예를 들면 1mm 정도의 간격을 가진다.

[0049] 본 실시 형태의 레이저 장치(1B)는, 지축 콜리메이터 렌즈(44, 45, 및 46)를 더 구비하고 있다. 지축 콜리메이터 렌즈(44)는 본 실시 형태에서의 제2 콜리메이트부이며, 지축 콜리메이터 렌즈(45)는 본 실시 형태에서의 제3

콜리메이트부이다. 지축 콜리메이터 렌즈(44)는, 콜리메이터 렌즈 스택(16)과 프리즘(PC₁~PC_N)과의 사이의 광축 상에 배치되고, 레이저 광속(L_n)에 포함되는 레이저 광(La)(도 2를 참조)의 지축 방향(본 실시 형태에서는, X축 방향)의 평행화를 행한다. 지축 콜리메이터 렌즈(45)는, 프리즘(PC₁~PC_N)과 결상 광학계(18)와의 사이의 광축 상에 배치되고, 레이저 광속(LC)에 포함되는 레이저 광(La)의 지축 방향의 평행화를 행한다. 지축 콜리메이터 렌즈(46)는, 결상 광학계(18)와 집광점(P₁~P_N)과의 사이의 광축 상에 배치되고, 레이저 광속(LC)에 포함되는 레이저 광(La)의 지축 방향의 평행화를 행한다.

[0050] 이상의 구성을 구비하는 본 실시 형태의 레이저 장치(1B)에서는, N개의 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N)으로부터 출사된 레이저 광속(L₁~L_N)의 광축이 프리즘 광학계(10B)(프리즘(PC₁~PC_N))에 의해서 시프트되는 것에 의해, 레이저 광속(L₁~L_N)끼리의 간격이 축소된다. 이러한 프리즘 광학계(10B)가 마련되는 것에 의해, 복수의 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N)끼리를 인접시킬 필요가 없게 되므로, 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N)의 사이의 간격을 이용하여 냉각을 충분히 할 수 있고, 또 간소한 냉각 장치로 충분하기 때문에 냉각 장치의 대형화를 회피할 수 있다. 또, 프리즘 광학계(10B)와 같은 간단한 구성으로 레이저 광속(L₁~L_N)을 모을 수 있으므로, 레이저 장치(1B)를 더 소형화할 수 있다.

[0051] 또, 이 레이저 장치(1B)는, 전술한 제1 실시 형태와 동일한 구성을 가지는 결상 광학계(18)를 구비하고 있다. 이것에 의해, 소정 위치 Q에서의 레이저 광량의 균일성을 높일 수 있고, 예를 들면 소정 위치 Q에 설치되는 조사 대상물에 균일한 광 강도의 레이저 광속을 부여할 수 있다. 또, 소정 위치 Q에서 균일한 N개의 레이저 광속(L₁~L_N)이 서로 겹치므로, 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N) 중 어느 일부에 열화가 생겨, 하나의 레이저 광속(L_n)에 그 영향이 생겼다고 해도, 다른 레이저 광속에 의해서 레이저 광속군(LC)의 광량의 균일성을 유지할 수 있다.

[0052] (제3 실시 형태)

[0053] 도 6은, 제3 실시 형태에 관한 레이저 장치(1C)의 구성을 나타내는 평면도이다. 도 7은, 도 6에 나타내어진 레이저 장치(1C)를 Y축 방향으로부터 본 측면도이다. 도 8은, 레이저 장치(1C)의 구성을 나타내는 사시도이다. 또, 이해를 용이하게 하기 위해, 도 8에서는 레이저 광속의 도시를 생략하고 있다.

[0054] 도 6~도 8에 나타내어지는 바와 같이, 본 실시 형태의 레이저 장치(1C)는, N개(N은 2 이상의 정수. 도면에서는 N=8인 경우를 예시)의 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N)과, 프리즘 광학계(10C)과, 콜리메이터 렌즈 스택(16)과, 결상 광학계(18)를 구비하고 있다. 또, 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N) 자체의 구성, 콜리메이터 렌즈 스택(16)의 배치 및 구성, 및 결상 광학계(18)의 구성은, 전술한 제1 실시 형태와 동일하기 때문에 상세한 설명을 생략한다.

[0055] N개의 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N) 중, 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_J)(단, J는 2개 이상 (N-1) 미만의 정수. 도면에서는 J=4인 경우를 예시)은, 제1 군(6c)을 구성하고 있다. 또, 다른 반도체 레이저 어레이 스택(LS_{J+1}~LS_N)은, 제2 군(6d)을 구성하고 있다. 제1 군(6c)과 제2 군(6d)은, 서로 소정 방향(X축 방향)으로 늘어서 배치되어 있다. 또, 제1 군(6c)에 포함되는 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_J)은, Y축 방향으로 서로 간격을 두고 늘어서 배치되어 있다. 마찬가지로, 제2 군(6d)에 포함되는 반도체 레이저 어레이 스택(LS_{J+1}~LS_N)은, Y축 방향으로 서로 간격을 두고 늘어서 배치되어 있다.

[0056] 프리즘 광학계(10C)는, 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N)에 일대일로 대응하여 마련된 N개의 제1 프리즘(PA₁~PA_N)과, 제2 프리즘(PB₁~PB_K)(단, K=N/2)과, 제3 프리즘(PD₁~PD_M)(단, M=N/4)을 가진다. N개의 제1 프리즘(PA₁~PA_N) 중, 제1 프리즘(PA₁~PA_J)은 대응하는 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_J)을 따라서 Y축 방향으로 늘어서 배치되어 있고, 제1 프리즘(PA_{J+1}~PA_N)은, 대응하는 반도체 레이저 어레이 스택(LS_{J+1}~LS_N)을 따라서 Y축 방향으로 늘어서 배치되어 있다. 또, 제1 프리즘(PA₁~PA_J)으로 이루어지는 프리즘열과, 제1 프리즘(PA_{J+1}~PA_N)으로 이루어지는 프리즘열은, 서로 X축 방향으로 늘어서 배치되어 있다.

[0057] 제1 프리즘(PA₁~PA_N)은, 제1 실시 형태의 제1 프리즘(PA₁~PA_N)과 동일한 구성을 가진다. 즉, 제1 프리즘(PA₁~PA_N)은,

n)은, 광 입사면(21) 및 광 출사면(22)을 가지는 평행사변형 모양을 나타내고 있고, 제 n 번째의 제1 프리즘(PA_n)은, 레이저 광속(L_n)의 광축을, 해당 광축과 교차하는 방향(본 실시 형태에서는 Y축 방향)으로 시프트한다. 또, $(2k-1)$ 번째의 제1 프리즘(PA_{2k-1})과, $2k$ 번째의 제1 프리즘(PA_{2k})이 Y축 방향에서 서로 인접하여 배치되어 있고, 제1 프리즘(PA_{2k-1})의 광 입사면(21)에 입사한 레이저 광속(L_{2k-1})은, 서로 이웃하는 레이저 광속(L_{2k})에 가까워지는 방향으로 굴절하고, 또, 제1 프리즘(PA_{2k})의 광 입사면(21)에 입사한 레이저 광속(L_{2k})은, 서로 이웃하는 레이저 광속(L_{2k-1})에 가까워지는 방향으로 굴절한다. 이것에 의해, 이들 레이저 광속(L_{2k-1} , L_{2k})이 광 출사면(22)으로부터 출사할 때에는, 레이저 광속(L_{2k-1} , L_{2k})끼리의 간격이 축소되고, 한 쌍의 광속(L_{2k-1} , L_{2k})으로 이루어지는 레이저 광속군(LA_k)이 형성된다. 이 레이저 광속군(LA_k)은, 원래의 광 출사 방향(Z축 방향)을 따라서 진행한다.

[0058]

제2 프리즘($PB_1 \sim PB_k$)도 또, 제1 실시 형태의 제2 프리즘($PB_1 \sim PB_k$)과 동일한 구성을 가진다. 즉, 제2 프리즘($PB_1 \sim PB_k$)은, 광 입사면(23) 및 광 출사면(24)을 가지는 평행사변형 모양을 나타내고 있고, 제 k 번째의 제2 프리즘(PB_k)은, 레이저 광속군(LA_k)의 광축을, 해당 광축과 교차하는 방향(본 실시 형태에서는 Y축 방향)으로 시프트한다. 또, $(2m-1)$ 번째의 제2 프리즘(PB_{2m-1})과, $2m$ 번째의 제2 프리즘(PB_{2m})이 Y축 방향에서 서로 인접하여 배치되어 있고, 제2 프리즘(PB_{2m-1})의 광 입사면(23)에 입사한 레이저 광속군(LA_{2m-1})은, 서로 이웃하는 레이저 광속군(LA_{2m})에 가까워지는 방향으로 굴절하고, 또, 제2 프리즘(PB_{2m})의 광 입사면(23)에 입사한 레이저 광속군(LA_{2m})은, 서로 이웃하는 레이저 광속군(LA_{2m-1})에 가까워지는 방향으로 굴절한다. 이것에 의해, 이들 레이저 광속군(LA_{2m-1} , LA_{2m})이 광 출사면(24)으로부터 출사할 때에는, 레이저 광속군(LA_{2m-1} , LA_{2m})끼리의 간격이 축소되어, 한 쌍의 레이저 광속군(LA_{2m-1} , LA_{2m})으로 이루어지는 레이저 광속군(LB_m)이 형성된다. 이 레이저 광속군(LB_m)은, 원래의 광 출사 방향(Z축 방향)을 따라서 진행한다.

[0059]

제3 프리즘($PD_1 \sim PD_M$)은, 예를 들면 유리, 석영 등의 투명 재료로 이루어지는 프리즘으로서, 광 입사면(27) 및 광 출사면(28)을 가진다. 본 실시 형태의 제3 프리즘($PD_1 \sim PD_M$)은, XZ평면을 따른 단면에서 평행사변형(예를 들면 능형) 등의 형상을 나타내며, 해당 평행사변형의 한 변이 광 입사면(27)으로 되어 있고, 해당 한 변과 평행한 다른 한 변이 광 출사면(28)으로 되어 있다.

[0060]

제2 프리즘(PB_{2m-1} , PB_{2m})으로부터 출사된 레이저 광속군(LB_m)은, 제 m 번째의 제3 프리즘(PD_m)의 광 입사면(27)에 입사한다. 제3 프리즘(PD_m)은, 광 입사면(27)에 입사한 레이저 광속군(LB_m)을 투과하여, 광 출사면(28)으로부터 출사한다. 광 입사면(27)은 YZ평면에 대해서 경사져 있어, 레이저 광속군(LB_m)이 광 입사면(27)에 입사할 때, 레이저 광속군(LB_m)은 광 출사 방향(Z축 방향)에 대해서 상기 각도만큼 굴절한다. 또, 광 출사면(28)은 광 입사면(27)에 대해서 평행이어서, 레이저 광속군(LB_m)이 광 출사면(28)으로부터 출사할 때, 레이저 광속군(LB_m)은 앞의 굴절과는 반대 방향으로 상기 각도만큼 다시 굴절하고, 다시 광 출사 방향(Z축 방향)을 따라서 진행한다. 이와 같이, 제3 프리즘(PD_m)은, 레이저 광속군(LB_m)의 광축을, 해당 광축과 교차하는 방향(본 실시 형태에서는 X축 방향)으로 시프트한다. 환언하면, 제3 프리즘(PD_m)은, 광 출사면(28)으로부터 출사되는 레이저 광속군(LB_m)의 광축을, 광 입사면(27)에 입사하는 레이저 광속군(LB_m)의 광축에 대해 대략 평행하게 하면서, X축 방향으로 이동시킨다.

[0061]

또, 본 실시 형태에서는, $(2i-1)$ 번째(단, i 는 1 이상 I 이하의 정수. $I=N/8$)의 제3 프리즘(PD_{2i-1})에 입사한 레이저 광속군(LB_{2i-1})은, 서로 이웃하는 레이저 광속군(LB_{2i})에 가까워지는 방향(예를 들면 X축 부방향)으로 굴절하고, $(2i)$ 번째의 제3 프리즘(PD_{2i})에 입사한 레이저 광속군(LB_{2i})은, 서로 이웃하는 레이저 광속군(LB_{2i-1})에 가까워지는 방향(예를 들면 X축 정방향)으로 굴절한다. 이것에 의해, 이들 레이저 광속군(LB_m)이 광 출사면(28)으로부터 출사할 때에는, 레이저 광속군(LB_{2i-1})과 레이저 광속군(LB_{2i})과의 간격이 축소되어, 레이저 광속군($LB_1 \sim LB_M$)으로 이루어지는 단일의 레이저 광속군(LD)이 형성된다.

- [0062] 또, 본 실시 형태에서는, 제3 프리즘(PD₁~PD_M)이 결상 광학계(18)와 집광 위치(P₁~P_N)와의 사이에 배치되어 있지만, 제3 프리즘(PD₁~PD_M)은 제2 프리즘(PB₁~PB_K)과 결상 광학계(18)와의 사이에 배치되어도 괜찮다.
- [0063] 이상의 구성을 구비하는 본 실시 형태의 레이저 장치(1C)에서는, N개의 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N)으로부터 출사된 레이저 광속(L₁~L_N)의 광축이 프리즘 광학계(10C)(제1 프리즘(PA₁~PA_N), 제2 프리즘(PB₁~PB_K), 제3 프리즘(PD₁~PD_M))에 의해서 시프트되는 것에 의해, 레이저 광속(L₁~L_N)끼리의 간격이 축소된다. 이러한 프리즘 광학계(10C)가 마련되는 것에 의해, 복수의 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N)끼리를 인접시킬 필요가 없게 되므로, 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N) 사이의 간극을 이용하여 냉각을 충분히 할 수 있고, 또 간소한 냉각 장치로 충분하기 때문에 냉각 장치의 대형화를 회피할 수 있다. 또, 프리즘 광학계(10C)와 같은 간이한 구성으로서 레이저 광속(L₁~L_N)을 모을 수 있으므로, 레이저 장치(1C)를 더 소형화할 수 있다.
- [0064] 또, 이 레이저 장치(1C)는, 전술한 제1 실시 형태와 동일한 구성을 가지는 결상 광학계(18)를 구비하고 있다. 이것에 의해, 소정 위치 Q에서의 레이저 광량의 균일성을 높일 수 있고, 예를 들면 소정 위치 Q에 설치되는 조사 대상물에 균일한 광 강도의 레이저 광속을 부여할 수 있다. 또, 소정 위치 Q에서 균일한 N개의 레이저 광속(L₁~L_N)이 서로 겹치므로, 반도체 레이저 어레이 스택(LS₁~LS_N) 중 어느 일부에 열화가 생겨, 하나의 레이저 광속(L_n)에 그 영향이 생겼다고 해도, 다른 레이저 광속에 의해서 레이저 광속군(LD)의 광량의 균일성을 유지할 수 있다.
- [0065] 본 발명의 일측면에 관한 레이저 장치는, 상술한 실시 형태에 한정되는 것이 아니고, 이외에 여러가지 변형이 가능하다. 예를 들면, 제1 실시 형태에서는 반도체 레이저 어레이 스택의 개수 N이 4인 경우를 나타내고, 제2 실시 형태 및 제3 실시 형태에서는 개수 N이 8인 경우를 나타냈지만, 본 발명의 일측면에 관한 레이저 장치에서는, 반도체 레이저 어레이 스택의 개수에 제한은 없고, 임의의 개수의 반도체 레이저 어레이 스택을 조합시킬 수 있다.
- [0066] [산업상의 이용 가능성]
- [0067] 본 발명의 일측면에 관한 레이저 장치에 의하면, 복수의 반도체 레이저 어레이 스택끼리를 인접시킬 필요가 없고, 반도체 레이저 어레이 스택의 일부에 열화가 생긴 경우라도 조사 대상물에서의 레이저 광량의 균일성을 유지할 수 있다.

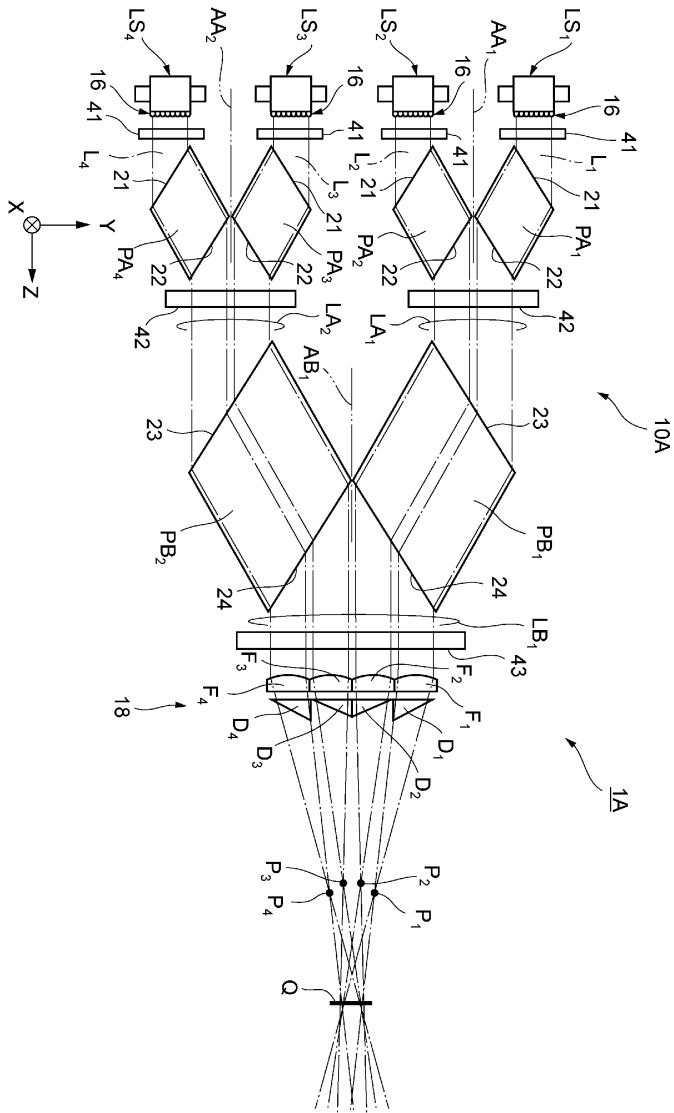
부호의 설명

- [0068] 1A, 1B, 1C - 레이저 장치 10A, 10B, 10C - 프리즘 광학계
- 12 - 반도체 레이저 어레이 14 - 발광 영역
- 16 - 콜리메이터 렌즈 스택 18 - 결상 광학계
- 21, 23, 25, 27 - 광 입사면 22, 24, 26, 28 - 광 출사면
- 41~46 - 지축 콜리메이터 렌즈 D₁~D_N - 편향 광학 소자
- F₁~F_N - 결상 렌즈 L₁~L_N - 레이저 광속
- La - 레이저 광 LA₁~LA_K - 레이저 광속군
- LB₁~LB_M - 레이저 광속군 LC - 레이저 광속군
- LD - 레이저 광속군
- LS₁~LS_N - 반도체 레이저 어레이 스택
- P₁~P_N - 집광점 PA₁~PA_N - 제1 프리즘
- PB₁~PB_K - 제2 프리즘 PC₁~PC_N - 프리즘

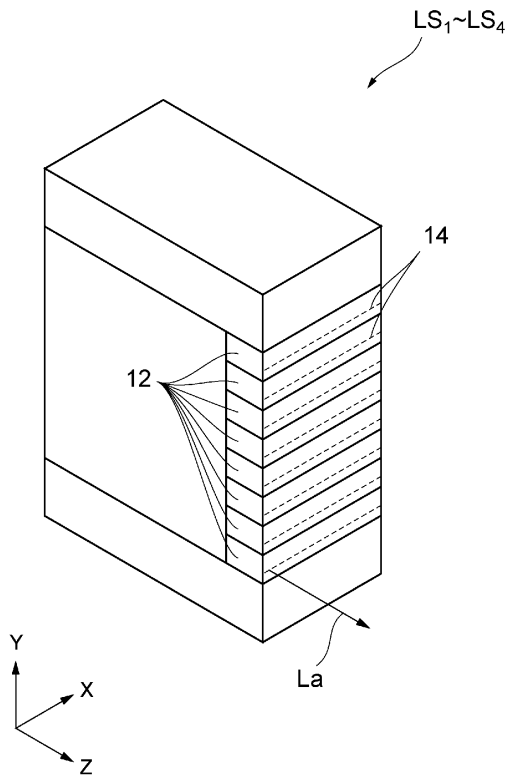
PD₁~PD_M - 제3 프리즘 Q - 소정 위치

도면

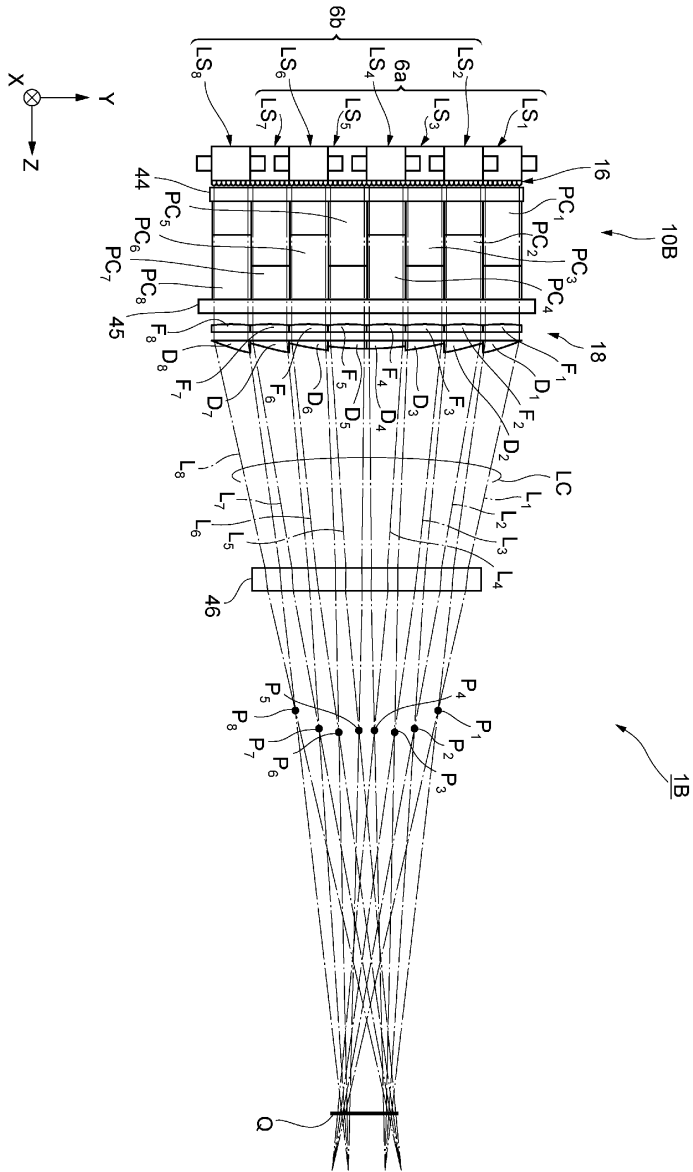
도면1



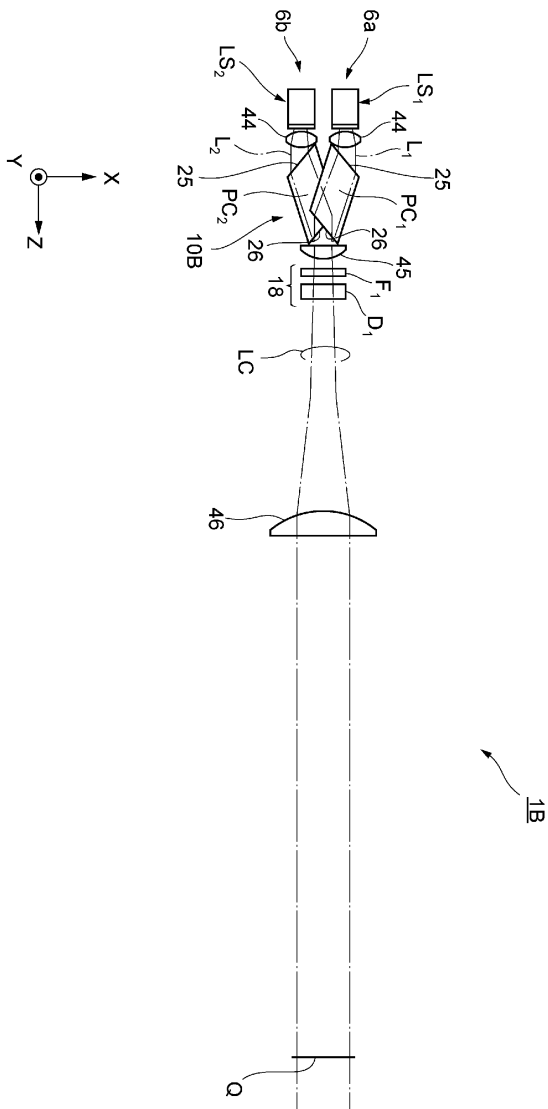
도면2



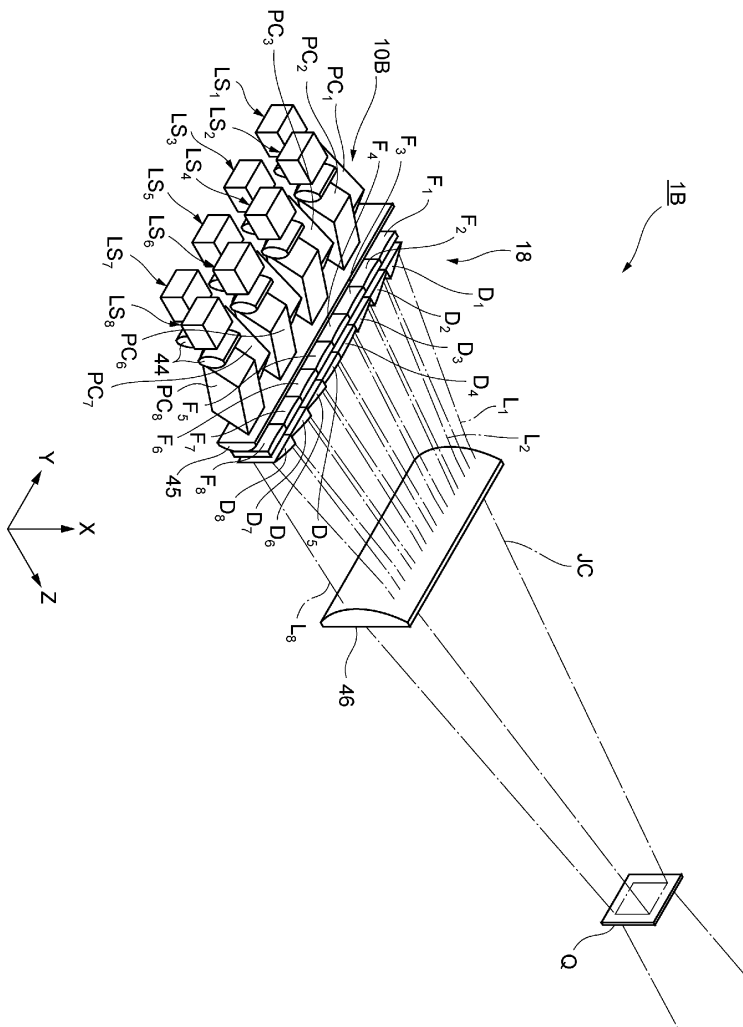
도면3



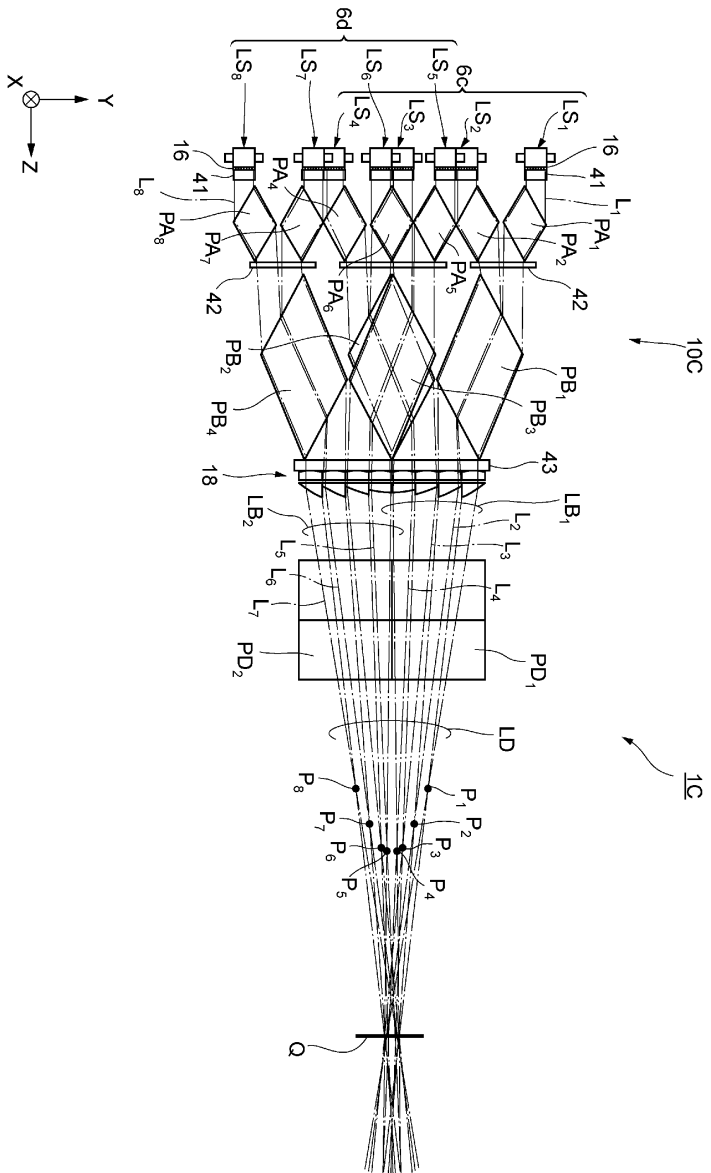
도면4



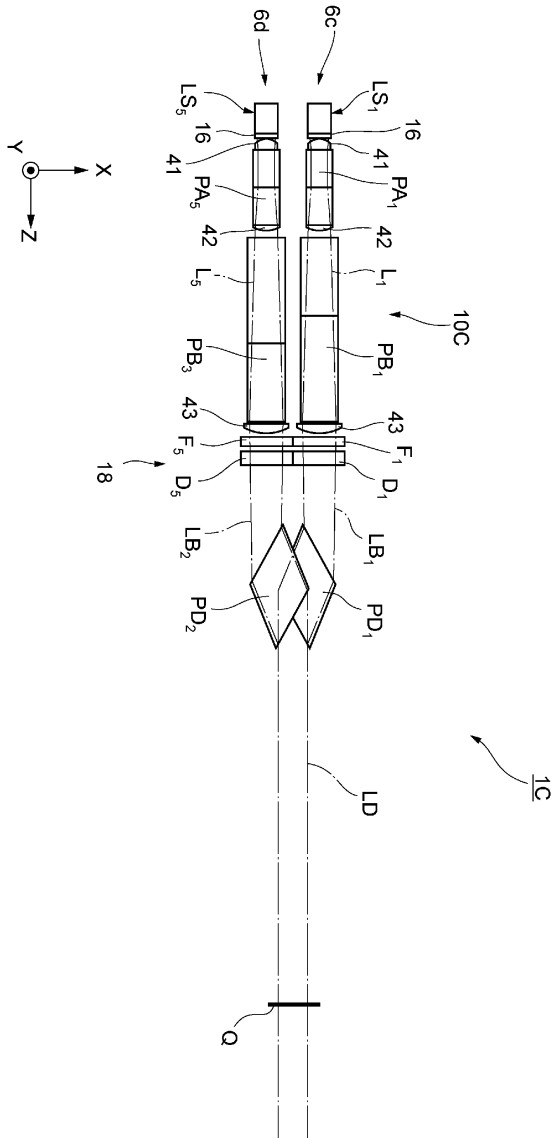
도면5



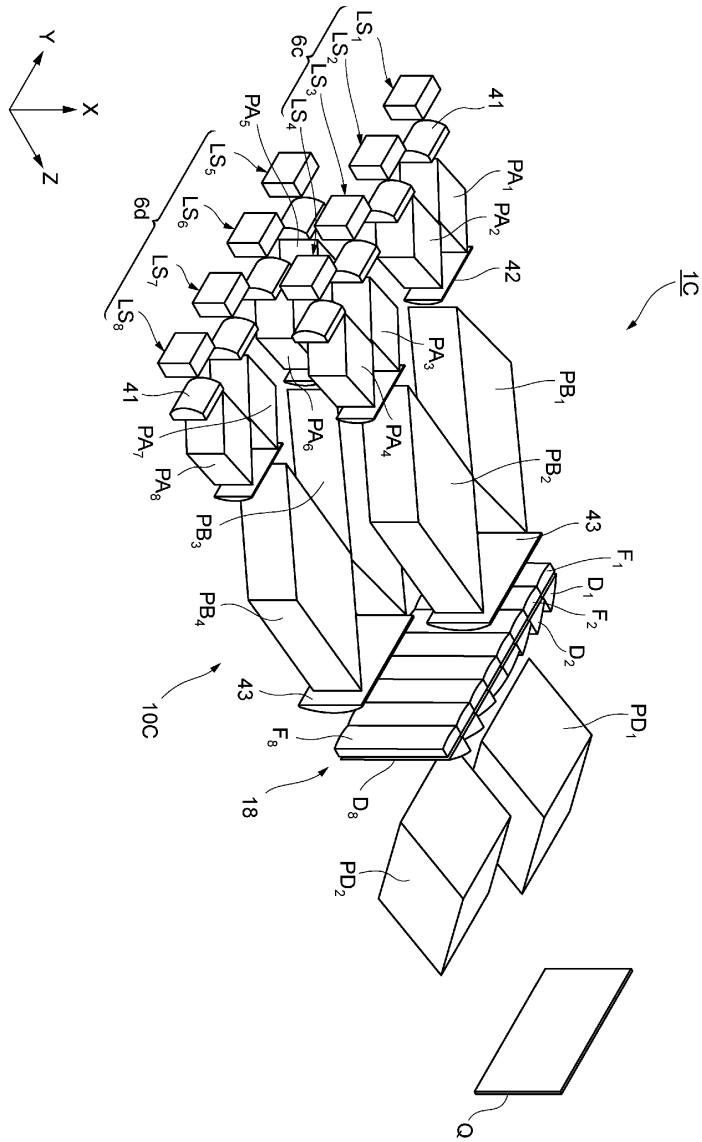
도면6



도면7



도면8



도면9

