



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0064109

(43) 공개일자 2015년06월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01S 3/06 (2006.01) H01S 3/02 (2006.01)
H01S 3/04 (2006.01) H01S 3/094 (2006.01)
H01S 3/0941 (2006.01) H01S 3/113 (2006.01)
H01S 3/16 (2006.01) H01S 3/17 (2006.01)
H01S 5/40 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01S 3/0606 (2013.01)
H01S 3/025 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-7010710

(22) 출원일자(국제) 2013년08월08일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2015년04월24일

(86) 국제출원번호 PCT/GB2013/052121

(87) 국제공개번호 WO 2014/049324

국제공개일자 2014년04월03일

(30) 우선권주장

1217379.5 2012년09월28일 영국(GB)

(71) 출원인

탈레스 홀딩스 유케이 파엘씨

영국 서리 케이티152엔엑스 엔알 웨이브리지 애들
스톤 더 버든 비즈니스 파크 2 대쉬우드 랭 로드

(72) 발명자

쿡, 트레버

영국 글래스고 쥐51 4비지 1 린트하우스 로드 탈
레스 옵트로닉스 리미티드

리, 스테판

영국 글래스고 쥐51 4비지 1 린트하우스 로드 탈
레스 옵트로닉스 리미티드

실버, 마크

영국 글래스고 쥐51 4비지 1 린트하우스 로드 탈
레스 옵트로닉스 리미티드

(74) 대리인

특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 13 항

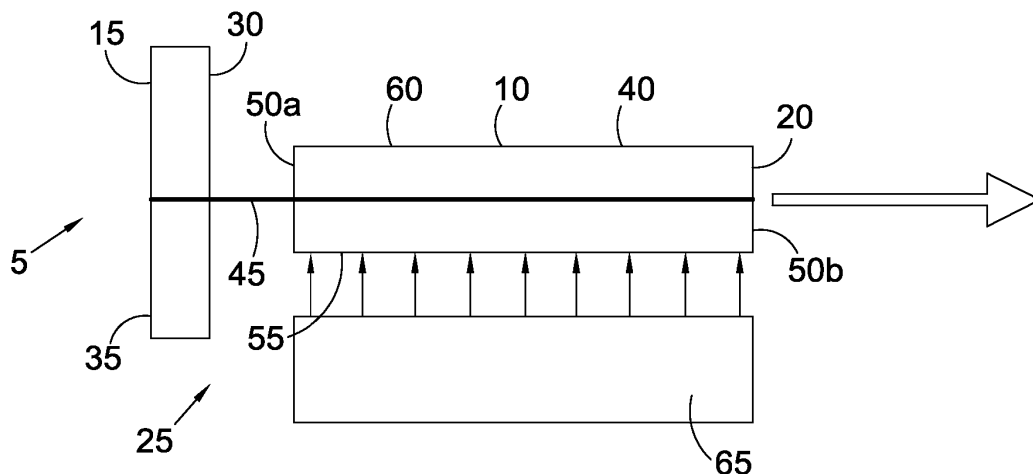
(54) 발명의 명칭 포커싱/광학 없는 길쭉한 고체 레이저의 레이저 다이오드 사이드 펌핑

(57) 요약

사이드 펌핑 레이저는 출력 커플러(20)와 카운터 반사경(15) 사이에 공급되는 길쭉한 이득 매체(10) 및 이득 매체(10)의 사이드 또는 긴 축을 따라서 이득 매체에 방사를 공급하기 위해 형성된 펌프 소스(65), 펌프 소스로부터의 방사가 이득 매체 위에 직접적으로 투사되는 것과 같이 형성되는 레이저; 및 인접하고, 가깝거나 접촉하고

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



있는 이득 매체와 접촉하여 공급되는 펌프 소스를 포함한다. 레이저 재료 및 구성 요소들, 기하학적 구조 및 차원들은, 레이저의 성능을 극대화하고 광학 통신 시스템(optical telecoms system)들을 위해 디자인된 장비들의 생산에 평범한 시공 기술의 사용을 가능케 하며 낮은 비용 높은 볼륨 및 소형화를 가능케 하기 위하여 디자인된다. 다른 발산되지 않는 표면(non-emitting surfaces)이 예를 들어 열 전도성에 의한 이득 매체의 펌프 라이트(pump light) 리사이클링(recycling) 및 쿨링(cooling)을 위한 황금 코팅과 함께 코팅되는 동안, 길쭉한 이득 매체(10)는 레이저 다이오드 바(laser diode bar; 65)에 의하여 발산되는 펌프 빛(pump light)을 수용하는 코팅되지 않은 사이드 표면(55)과 함께 횡단면을 가질 수 있다. 카운터 반사경(15)은 수동적인 큐스위치(30)의 일 측면 위에 공급될 수 있고 출력 커플러(20)는 이득 매체(10)의 일 측면(50b) 위에 공급될 수 있다.

(52) CPC특허분류

H01S 3/0405 (2013.01)
H01S 3/061 (2013.01)
H01S 3/0625 (2013.01)
H01S 3/094084 (2013.01)
H01S 3/0941 (2013.01)
H01S 3/113 (2013.01)
H01S 3/1618 (2013.01)
H01S 3/17 (2013.01)
H01S 5/4025 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

사이드 펌핑 레이저(5)에 있어서,

출력 커플러(20)와 카운터 반사경(15) 사이에 공급되는 길쭉한 이득 매체(10); 및

상기 이득 매체(10)의 사이드(40) 또는 긴 축을 따라서 상기 이득 매체(10)에 방사를 공급하기 위해 형성된 펌프 소스(65);

상기 펌프 소스(65)로부터의 방사가 상기 이득 매체(10) 위에 직접적으로 투사되는 것과 같이 형성되는 상기 레이저(5); 및

인접하고, 가깝거나 접촉하고 있는 상기 이득 매체(10)와 접촉하여 공급되는 상기 펌프 소스(65)를 포함하는 사이드 펌핑 레이저(5).

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 레이저(5)는 상기 이득 매체(10)에 의하여 상기 펌프 소스(65)로부터 수용되는 빛이 발산되고 초점이 맞춰지지 않도록 형성되는, 사이드 펌핑 레이저(5).

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 이득 매체(10)는 직각 단면 막대를 포함하는, 사이드 펌핑 레이저(5).

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이득 매체(10)의 입력 표면(55)이 대체되거나, 평평하거나, 형성되거나 또는 제거된 상기 이득 매체(10)의 가장자리, 코너 또는 정점을 포함하는, 사이드 펌핑 레이저(5).

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이득 매체(10)는 반사적 및/또는 열 전도성 코팅(60)에 의하여 코팅되는, 사이드 펌핑 레이저(5).

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 펌프 방사는 싱글 티이엠00 모드의 볼륨에 알맞은, 사이드 펌핑 레이저(5).

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이득 매체(10)의 도핑은 적어도 상기 이득 매체의 일 차원에 대하여 빔 스팟 크기를 맞추고 빔/또는 빔의 출력 밀도를 제어할 수 있는, 사이드 펌핑 레이저(5).

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 레이저는 수동적이 큐스위치(30)을 포함하는, 사이드 펌핑 레이저(5).

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

적어도 상기 레이저의 어떤 요소들이 안에 수용되는 상기 이득 매체(10) 및/또는 상기 큐스위치(30) 및/또는 상기 펌프 소스(65) 및/또는 하우징 또는 용기(75)의 적어도 가장 큰 차원은 5센치미터 보다 작고, 바람직하게는 3센치미터 보다 더 작으며 가장 바람직하게는 2센치미터 보다 작거나 동일한, 사이드 펌핑 레이저(5).

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

사이드 펌프 레이저(5)를 포함하는 장치 또는 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

센서, 레이저 지시기 또는 거리계를 포함하거나 센서, 레이저 지시기 또는 거리계에 포함되는 장치 또는 시스템.

청구항 12

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

인접하거나 가까운 상기 이득 매체(10)의 긴 사이트에 접촉된 상기 레이저의 상기 펌프 소스(65)를 공급하는 것을 포함하는, 사이드 펌핑 레이저(5)를 생산하는 방법.

청구항 13

실질적으로 도면에 도시되고 빔/또는 설명에서 설명된 사이드 펌핑 레이저(5).

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 사이드 펌핑 레이저(side pumped laser)에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 사이드 펌핑 레이저 시스템(Side pumped laser system)들은 펌프 소스(pump source)로부터 그것의 긴 축에 평행하게 연장되는 이득 매체의 사이드(side)를 따라 길쭉한 이득 매체까지에 공급되는 펌프 방사(pump radiation)가 안에 있는 레이저 시스템(laser system)들이며, 예를 들어, 펌프 방사는 빔(beam) 축에 직각으로 공급된다.

[0003] 그러나, 사이드 펌핑 레이저 시스템들과 같은 것은 종종 빛 소스(light source)와 이득 매체 사이에서의 펌프 방사의 발산 때문에 비효율적이다. 이러한 문제를 다루기 위하여, 펌프 소스와 이득 매체 사이에서 초점을 맞추거나 빔(beam)을 조준하기 위하여, 원기둥 렌즈(cylindrical lens) 및 포커싱 옵틱스(focussing optics)와 같은, 다양한 광학의 요소들을 공급하는 것은 이 분야에서 일반적인 관례이다. 그러나, 이것은 비용을 증가시키고 잠재적으로 얼라인먼트 문제(alignment issues)를 야기한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 적어도 본 발명의 일 실시예가 개선된 사이드 펌핑 레이저를 공급하는 것을 목적으로 한다. 적어도 본 발명의 일 실시예가 적어도 선행 기술의 한 문제점을 제거하거나 완화시키는 것을 목적으로 한다. 특별히, 적어도 본 발명의 일 실시예가 더 작고/작거나 튼튼하고/튼튼하거나 안정적이고/안정적이거나 저비용의 사이드 펌핑 레이저를 공급하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 제1관점에 따르면 사이드 펌핑 레이저는:

[0006] 출력 커플러(output coupler)와 카운터 반사경(counter reflector) 사이에 공급되는 길쭉한 이득 매체; 및

[0007] 이득 매체의 사이드 또는 긴 축을 따라서 이득 매체에 방사를 공급하기 위해 형성된 펌프 소스;를 포함한다.

[0008] 레이저(laser)는 펌프 소스로부터의 방사가 이득 매체 위에 직접적으로 투사(incident)되는 것과 같이 형성될 수 있는데, 예를 들면, 펌프 소스로부터의 빛이 원기둥 렌즈 및/또는 포커싱 옵틱스와 같은 다른 광학의 요소들을 지나가지 않고 이득 매체 위에 투사될 수 있다.

[0009] 펌프 소스는 인접하거나 가까운 이득 매체와 접촉하여 공급될 수 있다. 예를 들면, 펌프 소스는 이득 매체의 2밀리미터(mm) 사이에, 바람직하게는 1밀리미터 사이 그리고 더 바람직하게는 0.2밀리미터 사이에 공급될 수 있다. 펌프 소스 및 이득 매체는 밀접하게 연결될 수 있다.

[0010] 펌프 소스는 레이저 다이오드(laser diode)와 같은 빛 소스를 포함할 수 있고, 방사는 빛을 포함할 수 있다. 펌프 소스는 빛 소스의 배열을 포함할 수 있다. 펌프 소스는(예를 들어, 배열) 길쭉하거나 적어도 부분 및 선택적으로 이득 매체의 모든 길이를 따라서 연장될 수 있다.

[0011] 레이저는 이득 매체에 의하여 펌프 소스로부터 수용되는 빛이 발산하도록 형성될 수 있는데, 예를 들면 펌프 방사는 원뿔 형상일 수 있다. 레이저는 펌프 방사가 초점이 맞춰지지 않는 것(non-focussed)과 같이 형성될 수 있다.

[0012] 이득 매체는 에르븀-이테르븀-도핑 유리 막대(Erbium-Ytterbium-doped glass rod)를 포함할 수 있다. 그러나, 다른 이득 매체가 사용될 수 도 있다는 것이 인식될 것이다.

[0013] 이득 매체는 사각 단면과 같은 비원형 또는 비곡선의 횡단면을 지니는 막대를 포함할 수 있는데, 예를 들어, 직각 단면 막대이다. 사각 단면은 원뿔 형상의 펌프 방사에 더 적합하다. 게다가, 펌프 빔(pump beam)은 더 균일한 펌핑(pumping)으로 이어지는 이득 매체와 개선된 레이저 출력 속성(laser output properties)들 사이의 특정

한 지점들에 초점이 맞춰지지 않는다.

- [0014] 이득 매체는 이득 매체의 평평한 입력 면을 포함할 수 있는 입력 표면을 포함할 수 있다. 입력 표면은 이득 매체의 사이드 또는 길이 방향의 표면을 따라 연장될 수 있고 선택적으로 이득 매체의 길이를 따라서 연장될 수 있다. 입력 표면은 펌프 소스(pump source)와 부합할 수 있다. 입력 표면은 펌프 소스와 직면하고/직면하거나 인접한, 가깝고/가깝거나 접촉하고 있게 공급될 수 있다. 이러한 방식으로, 입력 표면은 펌프 소스로부터 펌프 방사를 수용하도록 배열될 수 있다. 입력 표면은 정사각 단면의 코너(corner)와 같은 이득 매체의 대체되는, 평평해진, 형성되는 또는 제거된 가장자리, 코너 또는 정점을 포함할 수 있다. 입력 표면은 300마이크론 폭(microns wide) 보다 작을 수 있으며, 바람직하게는 200마이크론 폭 보다 더 작으며 더 바람직하게는 100마이크론 폭 보다 더 작을 수 있다.
- [0015] 이득 매체는 반사 코팅(reflective coating)과 함께 공급될 수 있다. 반사 코팅은 열전도성이 있을 수 있다. 반사 코팅은 금속 코팅(coating), 바람직하게는 황금 코팅을 포함할 수 있다. 황금 코팅은 이롭게 우수한 반사율 및 열전도성을 공급할 수 있다. 반사 코팅은 이득 매체의 긴 결면들 또는 표면들(예를 들면, 사이드들) 위에 공급될 수 있다. 입력 표면은 반사 코팅과 함께 코팅되지 않을 수 있거나(다른 말로, 입력 표면이 투명하게 남겨질 수 있다), 투사 펌프 빔(incident pump beam)의 반사를 감소시키기 위해 코팅될 수 있다.
- [0016] 사이드 펌프 레이저는 펌프 방사가 싱글 티엠00 모드(single TEM00 mode)의 볼륨(volume)과 일치되는 것과 같이 형성될 수 있다.
- [0017] 이득 매체의 도핑(doping)은, 예를 들어 민감한 광학의 요소들 또는 코팅들에 광학적 손상을 피하기 위하여, 적어도 이득 매체의 일 차원에 일치하는 빔 스팟 크기(beam spot size)를 야기시키고/야기시키거나 빔(beam)의 출력 밀도가 제어될 수 있다.
- [0018] 레이저는 수동적인 큐스위치(Q-switch)와 같은 큐스위치를 포함할 수 있다. 수동적인 큐스witch는 카운터 반사경 또는 출력 커플러와 함께 집적될 수 있다.
- [0019] 카운터 반사경은 유전성의 코팅(dielectric coating)과 같은 고도의 반사 코팅을 포함할 수 있다. 카운터 반사경 또는 출력 커플러는 이득 매체의 단말 및/또는 큐스위치의 외면 위에 공급될 수 있다.
- [0020] 레이저는 하나 또는 그 이상의 레이저의 요소들을 수용하기 위한 한 하우징(housing) 및/또는 용기를 포함할 수 있다. 하우징 및/또는 용기는 이득 매체, 펌프 소스, 카운터 반사경, 출력 커플러 및/또는 큐스위치를 포함하거나 수용하도록 형성될 수 있다.
- [0021] 이득 매체 및/또는 큐스위치 및/또는 펌프 소스 및/또는 하우징 또는 용기의 적어도 일 차원 및 선택적인 가장 큰 차원은 5센치미터(cm) 보다 작을 수 있고, 바람직하게는 3센치미터 보다 작으며 가장 바람직하게는 2센치미터 보다 작거나 동일하다.
- [0022] 펌프 소스는 구동 전자 장치(drive electronics) 및/또는 제어 장치를 포함하거나 이와 연결 가능하거나 이와 통신될 수 있다. 구동 전자 장치 및/또는 제어 장치는 하우징 및/또는 용기의 내부 또는 외부에 공급될 수 있다.
- [0023] 이득 매체, 펌프 소스 및/또는 큐스witch는 하우징 및/또는 용기에 의하여 지지되고/되거나 인접해 있을 수 있다. 하우징 및/또는 용기는 이득 매체, 펌프 소스, 구동 전자 장치 및/또는 제어 장치 및/또는 큐스switch의 적어도 한 결합된 차원에 부합되도록 치수화될 수 있다.
- [0024] 하우징 및/또는 용기는 출력 커플러로부터 빔 축(beam axis)에 또는 따라 공급되는 출력 개구와 함께 공급된다.
- [0025] 하우징 및/또는 용기는 펌프 소스에 힘 및/또는 제어 신호를 제공하기 위하여 전기적 연결을 포함할 수 있다.
- [0026] 하우징 또는 용기는 열 전도성 물질을 포함할 수 있다. 하우징 또는 용기는 금속 재료, 세라믹 재료(ceramic material) 및/또는 그와 같은 것을 포함할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 제2관점에 따르면 장치 또는 시스템은 제1관점의 레이저를 포함할 수 있다. 장치 또는 시스템은 센서(sensor), 레이저 지시기, 거리계, 레이저 일루미네이티드 이미징 시스템(laser illuminated imaging system) 및/또는 그와 같은 것을 포함하거나 포함될 수 있다.
- [0028] 본 발명의 제3관점에 따르면 제1관점에 따라 레이저를 생산하는 방법은, 인접하거나 가까운 이득 매체의 긴 사

이드에 접촉된 레이저의 펌프 소스를 공급하는 것을 포함한다. 펌프 소스는, 예를 들어 원기둥 렌즈 및/또는 포커싱 옵틱스를 경유하지 아니하고 직접적으로 이득 매체를 펌프(pump)하기 위하여 배열될 수 있다.

[0029] 방법은 이득 매체 및/또는 펌프 소스 및/또는 큐스위치 및/또는 구동 전자 장치 및/또는 제어 장치를 하우징 및/또는 용기에 설치하는 것을 포함할 수 있다.

[0030] 어떠한 위의 관점들과 관련된 설명들과 비슷한 특징은 개별적 및 분리적 및/또는 공동적으로 어떠한 다른 관점들에 적용될 수 있다는 것이며, 심지어 그러한 특징들이 다른 특징들과 조합되어 오직 설명될 때도 그러하다.

[0031] 방법과 관련하여 위에서 설명된 어떠한 특징을 충족시키기 위하여 형성되는 장치 및/또는 장치 특징과 관련된 위에서 설명된 어떠한 특징의 사용에 상응하는 방법 특징 또한 본 발명의 범위 내에서 속하기 위하여 의도된다.

발명의 효과

[0032] 적어도 본 발명의 일 실시예는 개선된 사이드 펌핑 레이저를 공급할 수 있다. 적어도 본 발명의 일 실시예는 적어도 선행 기술의 한 문제점을 제거하거나 완화시킬 수 있다. 특별히, 적어도 본 발명의 일 실시예는 더 작고/작거나 튼튼하고/튼튼하거나 안정적이고/안정적이거나 저비용의 사이드 펌핑 레이저를 공급할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0033] 본 발명은 이하의 도면을 참조하여 설명될 것으로:

도1은 레이저 공진기의 정상 면의 도식을 보여주고;

도2는 도1에서 보여지는 레이저 공진기의 측면도의 도식을 보여주고;

도3은 도1에서 보여지는 공진기를 포함하는 레이저의 잘려진 정면도를 보여주며;

도4는 도1의 레이저 공진기 위에 있는 실험 장치를 보여주며;

도5는 도4의 장치의 펌프 소스, 큐스위치 및 이득 매체를 보여주는 스케일 이미지(scale image)이며;

도6a는 도4의 장치에 있는 막대의 펌프 지역(pumped region)을 보여주는 이미지(image)이며;

도6b는 도4의 장치에 있는 이득 매체에 관한 레이저 스팟(laser spot)을 보여주는 이미지이며;

도6c는 도4의 장치의 큐스위치 파동을 보여주는 이미지이며;

도6d는 도4의 장치에 의해 생산되는 레이저 빔(laser beam)의 원거리 장을 보여주는 이미지이며;

도7은 레이저 공진기 대안의 정상 면의 도식을 보여주고;

도8은 도7에서 보여지는 레이저 공진기의 측면도의 도식을 보여주고; 및

도9는 도7에서 보여지는 레이저 공진기의 측면도 도식의 일 부분을 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 도1에서 도3은 사이드 펌핑 레이저 공진기(side pumped laser resonator; 5)를 보여주는데, 이는 공진 진동(25)을 만들어 내기 위하여 단부 반사경(end reflector; 15)과 부분적으로 반사하는 출력 커플러(output coupler; 20) 사이에 공급되는 이득 매체(10)의 길쭉한 막대를 포함한다. 수동적인 큐스위치(Q-switch; 30)는 단부 반사경(15)와 이득 매체(10) 사이에 공급된다. 이 실험예에서, 단부 반사경(15)은 이득 매체(10)에 대하여 큐스위치(30)의 반대편에 있는 큐스위치(30)의 표면(35) 위에서 코팅(coated)되는데, 큐스위치(30) 및 단부 반사경(15)은 필수적이다.

[0035] 의문을 방지하기 위하여, 이득 매체(10)의 반대 단부(50a, 50b)들이 방사상으로(radially) 연장되는 동안, 이득 매체(10)의 사이드(side; 40)들은 이득 매체(10)의 길이 방향의 차원, 빔 축(beam axis; 45)에 평행한 방향으로 연장된다. 이 실험예에서의 이득 매체(10)의 반대 단부(50a, 50b)들은 각각 큐스위치(30) 및 출력 커플러(20)에 마주본다.

- [0036] 이득 매체(10)는 횡단면을 지니는 막대를 포함하는데, 이는 이득 매체(10)의 사이드(40)의 코너(corner) 대신에 공급되는 길이 방향으로 연장되는 평평한 입력 표면(55)을 제외하고 정사각형의 모양이다. 입력 표면(55)은 이득 매체(10)의 길이를 따라서 상당히 연장된다. 예를 들어, 입력 표면은 300마이크론 폭(microns wide)이다.
- [0037] 이득 매체(10)의 사이드(40)들의 외면들은 코팅되지 않고 투명한 입력 표면(55)과 함께, 황금 코팅의 형식으로 반사적 및 열 전도성 코팅(60)에 의해 코팅된다. 막대 사이드(40)들 위의 반사 코팅(The reflective coating; 60)은 싱글 티이엠00 모드 볼륨(single TEM00 mode volume)에 알맞은 펌프 소스(pump source; 65)에 의하여 발사되는 갈라지고, 원뿔 형상이며, 초점이 맞춰지지 않은 펌프 방사를 둘러싸고 활용하기 위해 배열될 수 있다.
- [0038] 펌프 소스(65)은 이득 매체(10)의 길이를 따라 길이 방향으로 연장되는 레이저 다이오드 배열(laser diode array)의 모양을 띤 형태이며, 펌프 소스(65)는 원기둥 렌즈 및/또는 포커싱 옵틱스와 같은 어떤 광학 요소 사이를 통과하지 아니한 이득 매체(10)의 입력 표면(55)에 의하여 직접적으로 수용되는 펌프 소스(65)로부터의 빛과 같은 입력 표면(55)에 가깝고 근접하게 연결된다.
- [0039] 배열을 이용하여, 빔 축(45)은 이득 매체(10)에 공급되는 펌프 방사가 있는 방향에 직각이고 이득 매체(10)의 길이 방향 축에 평행하다.
- [0040] 상기 배열은 이득 매체(10)와 펌프 소스(65) 사이의 광학의 필요를 제거하고 갈라지는 빛 소스(light source)가 이득 매체(10)에 직접적이고 효율적으로 연결되는 것이 가능하게 한다. 특별히, 펌프 소스(65)가 이득 매체(10)에 가까이 연결되어 공급되기 때문에, 이득 매체(10)와 펌프 소스(65) 사이의 거리는 최소화되고, 이득 매체(10)와 펌프 소스(65) 사이의 빛의 갈라짐을 최소화한다. 이는 이득 매체(10)와 펌프 소스(65) 사이의 빛의 손실을 최소화한다. 이는 또한 입력 표면(55)의 크기가 최소화되는 것을 가능하게 하며, 코팅되지 않은 입력 표면(55)을 경유하여 이득 매체(10) 사이로부터의 빛의 손실을 최소화한다. 정확히, 도2에서 보여지는 것처럼, 펌핑 방사(pumping radiation)의 갈라짐은 이득 매체(10)안의 방사의 분포를 활용하고 제어하기 위한 이득 매체(10)의 사이드 표면(side surfaces; 40) 위에 방사 코팅(60)을 공급함으로써 활용될 수 있다. 이와 같이, 높은 펌핑 효율(pumping efficiencies)을 달성할 수 있는 단순화된 설계가 공급될 수 있다.
- [0041] 이득 매체(10)은 이롭게 에르븀-이테르븀-도핑 유리 막대를 포함한다. 그러나, 다른 적합한 이득 매체가 사용될 수 있다. 이득 매체의 도핑은 맞춤 스팟(tailored spot)의 크기를 공급하기 위하여 선택된다. 특별하게, 스팟 크기는 레이저 빔(laser beam) 사이의 어떤 다른 광학 표면 또는 큐스위치(30)에 광학적 손상을 최소화하거나 방지하기 위하여 충분히 낮은 수준을 유지하는 광학 밀도 투사와 같이 제어될 수 있다.
- [0042] 이득 매체(10)는 반사 코팅(60) 및 열 전도 접착제(heat conducting adhesive; 미도시)를 경유하여 메탈 마운트(metal mount)와 같은 열 전도성이 있는 마운트(mount; 70)에 설치된다. 이러한 방법으로, 황금 반사 코팅(60)은 이득 매체(10)로부터 열 전도 접착제를 경유하여 히트 싱크(heat sink)와 같이 작동하는 마운트(70)로 열을 이동시키는 것을 가능하게 한다.
- [0043] 도3에서 보여지는 것과 같이, 이득 매체(10), 펌프 소스(65) 및 집적된 큐스위치(30) / 반사경(15)들은 적합한 하우징(75)사이에 설치된다. 선택적으로, 하우징(75)은 열 분산을 개선하기 위한 금속 재료와 같은 열 전도성 재료를 포함한다. 하우징(75)은 출력 커플러(20)와 함께 빔 축(45) 위에 나란히 놓이는 출력 개구(80)와 함께 공급된다. 하우징(75)은 또한 필요한 동력 장치와 제어 연결(85)과 함께 공급된다. 하우징(75)은 레이저 요소들(laser component; 10, 15, 20, 30, 65)이 안에 포함되는 것과 같이 닫힐 수 있다.
- [0044] 도4는 도1에서 보여지는 레이저 공진기에 상응하여 실험적으로 제공되는 브레드보드(breadboard)를 보여준다. 이러한 경우에, 단부 반사경 반사 표면(15')은 떨어져 있으나 수동적인 큐스위치(30')의 바로 뒤에 공급된다. 이득 매체(10)의 막대는, 도1에 관하여 설명된 것과 같이, 이득 매체(10)의 입력 표면(55)에 가까운 이득 매체(10)의 사이드를 따라 길이 방향으로 연장되는 레이저 다이오드 배열(65)에 의하여 사이드 펌프(side pumped)된다.
- [0045] 레이저 공진기 안에서 사용되기 위한 요소들의 예시가 도5에서 보여진다. 작은 크기의 요소들은 중요하며 이롭다. 도1에서부터 도3에서 보여지는 예에서, 2x1 센치미터(cm)인 레이저 다이오드 배열은 이득 매체(10)의 2센치미터인 긴 막대와 함께 사용되기 위하여 펌프 소스(65)처럼 사용된다. 하우징(75)은 대략 3센치미터 길이다(예를 들어 빔 축(45)에 평행한 방향으로). 도5에서 보여지는 요소들을 위하여, 레이저 다이오드 배열(65)은 대략 0.5센치미터 폭에 1센치미터 길이이며, 큐스위치(30')는 대략 0.5센치미터 평방이며, 이득 매체(10)의 막대는 대략 1센치미터 길이이다. 5센치미터 보다 더 작고, 바람직하게는 3센치미터 보다 더 작고 가장 바람직하게는 2센치미터 이거나 보다 작은 가장 긴 차원을 지니는 이득 매체(10)의 막대, 펌프 다이오드 배열(pump diode

array; 65) 및 큐스위치와 같은 요소들의 사용은 종래의 레이저 응용에서 사용되는 종래의 시스템으로부터 탈피(departure from)를 보여주는데 레이저 지시기와 같으며, 그 안에 상당히 더 큰 요소들이 일반적으로 사용된다. 더 작은 요소들 크기는 비용의 절감을 가져온다. 더욱이, 이득 매체(10)의 차원들이 언급된 응용들을 위해 요구되는 출력 빔(output beam)에 더 잘 알맞을 때, 레이저는 더 높은 효율을 갖는다.

[0046] 더욱이, 본 디자인(design)은 오직 세 개의 요소들을 포함하는 기본 시스템과 함께 부품의 부족을 위해 주목할 만하다(예를 들어, 펌프 소스(65), 이득 매체(10)의 막대 및 집적된 큐스위치(30) / 단부 반사경(15)). 이들 요소들 각각은 이용할 수 있는 소형화가 가능하다.

[0047] 본 디자인의 소형화된 부품과 함께 작은 요소들의 사용은 섬유 광학 라우터(fibre optic router)들, 멀티 플렉서(multiplexer)들, 스위치(switch)들 및 그와 같은 것들과 같은 광학 통신 시스템(optical telecoms system)들을 위해 디자인된 장비들의 생산에 평범한 시공 기술의 사용을 가능하게 한다. 이와 같은 기술들은 텔레콤(telecom) 기술 분야의 숙련된 사람에게 잘 알려진, 마이크로 머니플레이터(micro manipulator)들, 진공 집게들, 인덕션 본딩(induction bonding) 및/또는 이와 같은 것들의 사용을 선택적으로 포함할 수 있다.

[0048] 작은 요소의 크기 및 소형화된 부품의 조합은 또한 매우 컴팩트한 전반적인 패키지(compact overall package)의 결과를 가져온다.

[0049] 그러나, 본 디자인은 쉽게 확장 가능한데, 예를 들어 출력 에너지를 증가시키고, 이득 매체(10)의 막대의 길이를 간단히 증가시키고/증가시키거나 이득 매체(10)의 도핑을 증가시킴으로써 가능하다. 그 이상의 레이저 다이오드들은 또한 펌프 소스(65)에 추가될 수 있다.

[0050] 도 6a에서부터 도6d는 도4에서 보여진 실험적 제공을 사용하여 얻어진 결과를 보여준다. 특별히, 도6a는 이득 매체의 막대의 횡단면에서의 펌프 분포를 보여준다. 도6b는 이득 매체의 횡단면에 관한 레이저 스팟(laser spot)의 크기를 보여준다. 도6c는 큐스위치(10) 파동 개요를 보여주고 도6d는 결과로서 생기는 레이저 빔의 원방계 횡단면을 보여준다. 빔 개요는 회절 한계 근처에서 보이는 것으로 알려져 있다.

[0051] 상기 설명된 본 발명의 이로운 예들에도 불구하고, 위의 변형들이 고려된다.

[0052] 예를 들어, 본 발명은 다양한 정도의 효력과 함께, 이 기술 분야에서 알려진 바와 같이, 다양한 적합한 이득 매체 재료들, 펌핑 배열들 및 공진기 차원들과 함께 사용 가능하며 어떤 특별한 형상 또는 차원에 제한되지 않는다.

[0053] 비록 상기에서 설명된 예는 평평한 코너(corner)를 갖는 수정된 정사각형인 횡단면의 개요를 지니는 이득 매체(10) 막대를 가지지만, 이득 매체(10)의 다른 형상들이 사용될 수 있다. 예를 들어, 원형의 횡단면을 지니는 이득 매체(10')의 막대를 포함하는 대체 가능한 레이저 공진기 배열은 도7에서부터 도9에서 보여지는데 여기에서 이득 매체는 단부 반침대들에 의하여 펌프 레이저 마운트(pump laser mount)와 함께 부착된다. 다른 요소들은 도1에서부터 도4에서의 실시예와 관련되어 설명된 것들처럼 상당히 동일하다.

[0054] 더욱이, 이득 매체(10)의 막대는 유리하게 에르븀-이테르븀-도핑 유리 막대인 반면, 다른 적합한 이득 매체가 사용될 수 도 있다. 유사하게, 비록 황금이 반사 코팅(60)을 위해 유리하게 사용되지만, 다른 반사 코팅 또는 다른 기술이 내부 반사 생산을 위하여 사용될 수 있다.

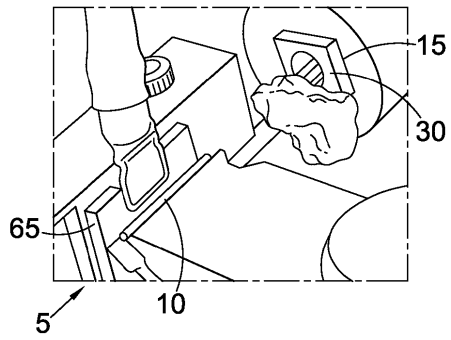
[0055] 게다가, 비록 상기 예는 집적된 큐스위치(30) 및 카운터/단부 반사경(15)를 가지고 있는 것과 같이 설명되지만 카운터/단부 반사경(15) 및 큐스위치(30)은 분리되어 공급될 수 있다. 본 발명의 실시예에서 출력 커플러(20) 및/또는 카운터/단부 반사경(15)은 이득 매체(10) 및/또는 큐스위치(30)와 같은 다른 요소들 위에서 코팅된다. 그러나, 이러한 필요가 사실은 아니다. 예를 들어, 출력 커플러(20) 및/또는 카운터/단부 반사경(15)은 분리된 요소들처럼 및/또는 다른 방법에 의하여 공급될 수 있다.

[0056] 게다가, 개구는 이득 매체(10) 위의 카운터 반사경 및 큐스위치 위에 형성된 출력 커플러와 같이 뒤집힐 수 있다.

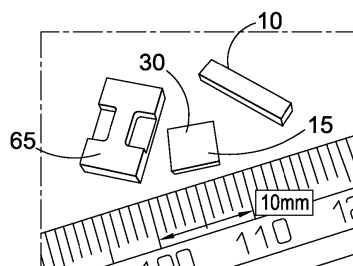
[0057] 상기 설명된 레이저 공진기(5)는 센서, 레이저 지시기, 거리계, 레이저 일루미네이티드 이미징 시스템 및/또는 그와 같으나 이에 제한되지 않는 다양한 잠재적인 레이저 기반의 응용 및 장치에서 사용될 수 있다.

[0058] 그러므로, 상기 특별한 설명은 오직 한 예로서 공급되는 것이며 발명의 범위는 청구항에 의하여 정의된다.

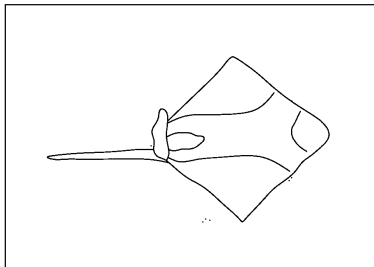
도면4



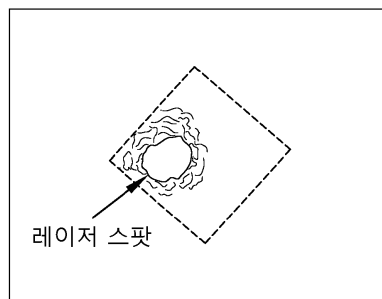
도면5



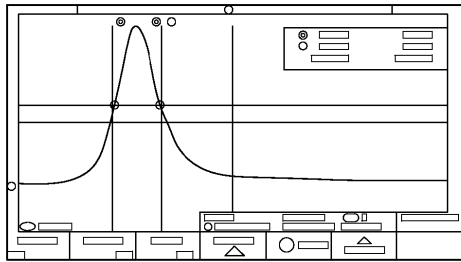
도면6a



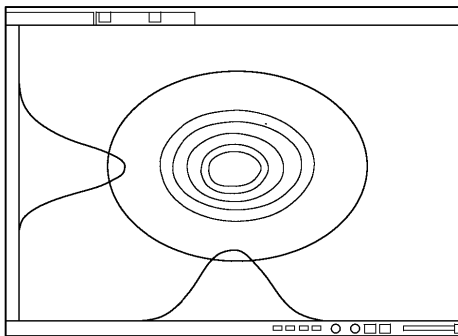
도면6b



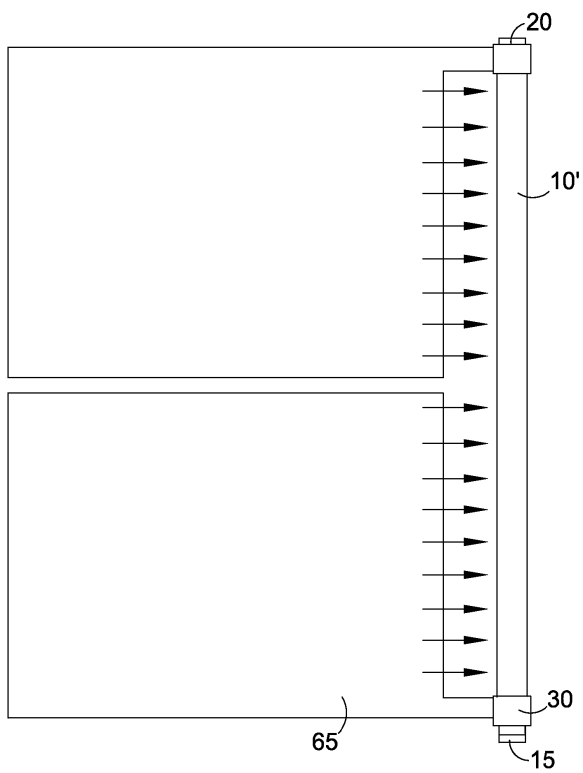
도면6c



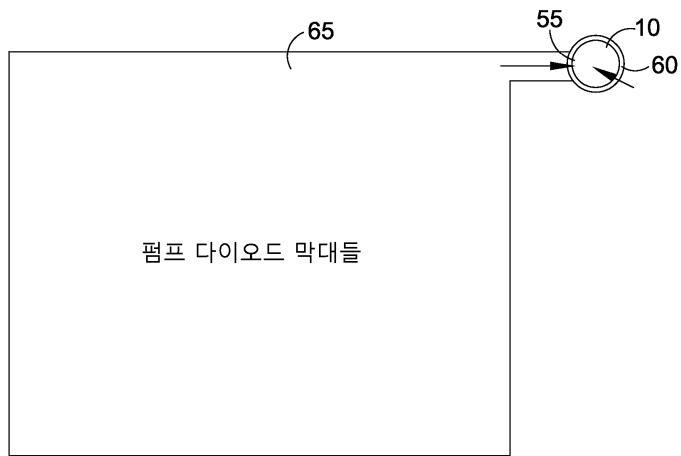
도면6d



도면7



도면8



도면9

