



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년03월02일
(11) 등록번호 10-1018467
(24) 등록일자 2011년02월22일

(51) Int. Cl.

H01S 3/10 (2006.01) H01S 3/00 (2006.01)

G01C 15/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0090943

(22) 출원일자 2009년09월25일

심사청구일자 2009년09월25일

(56) 선행기술조사문헌

US6373866 B1

US5748664 A

US5815523 A

US4912713 A

전체 청구항 수 : 총 25 항

(73) 특허권자

서강대학교산학협력단

서울 마포구 신수동 1-1 서강대학교

(72) 발명자

김철민

서울특별시 양천구 목5동 가든스위트 1304호

(74) 대리인

특허법인충현

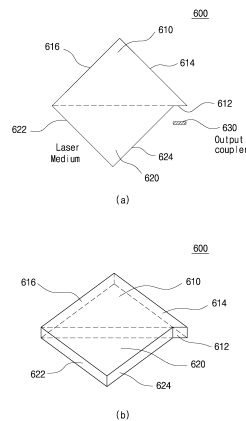
심사관 : 남정길

(54) 프리즘 구조를 이용한 레이저

(57) 요약

본 발명은 프리즘 구조를 이용한 레이저에 관한 것으로서, 본 발명에 따른 프리즘 구조를 이용한 레이저는, 프리즘 구조의 레이저 매질을 이용하여 레이저 발진(laser oscillation)을 발생시키고, 상기 프리즘 구조의 레이저 매질은, 상기 레이저 매질의 여기 시 발생하는 광이 상기 레이저 매질 내부로부터 출사되거나 공진기 거울에 의해 반사된 광이 상기 레이저 매질 내부로 입사되는 입출사면부; 및 상기 레이저 매질의 여기 시 발생하는 광 또는 상기 공진기 거울에 의해 반사되어 상기 입출사면부를 통해 입사되는 광을 임계각에 의한 전반사를 통해 상기 레이저 매질 내부에서 순환시킨 후 상기 입출사면부를 통해 출사시키는 반사면부를 포함하는 것을 특징으로 하여, 단순한 구조의 고효율 레이저 구현을 가능하게 하고 열적 왜곡 현상을 방지함은 물론, 공간 및 자원 효율성을 개선하는 이점을 제공한다.

대표도 - 도6



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 R17-2007-032-01000-0

부처명 한국 연구재단

연구관리전문기관

연구사업명 도약연구지원사업

연구과제명 양자 혼돈 응용 연구

기여율

주관기관 서강대학교

연구기간 2007년 05월 01일 ~ 2012년 02월 29일

특허청구의 범위

청구항 1

프리즘 구조의 레이저 매질을 이용하여 레이저 발진(laser oscillation)을 발생시키고,

상기 프리즘 구조의 레이저 매질은,

상기 레이저 매질의 여기 시 발생하는 광이 상기 레이저 매질 내부로부터 출사되거나 공진기 거울에 의해 반사된 광이 상기 레이저 매질 내부로 입사되는 입출사면부; 및

상기 레이저 매질의 여기 시 발생하는 광 또는 상기 공진기 거울에 의해 반사되어 상기 입출사면부를 통해 입사되는 광을 임계각에 의한 전반사를 통해 상기 레이저 매질 내부에서 순환시킨 후 상기 입출사면부를 통해 출사시키는 반사면부를 포함하는 프리즘 구조를 이용한 레이저.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 레이저는, 상기 입출사면부를 통해 출사된 광을 상기 레이저 매질의 외부에서 반사에 의해 상기 입출사면부로 입사시키는 상기 공진기 거울을 포함하는 것을 특징으로 하는 프리즘 구조를 이용한 레이저.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 입출사면부는, 브루스터 각(Brewster's Angle) 또는 무반사 코팅(Anti-reflective Coating)에 의해 상기 입출사면부를 통해 입사 또는 출사되는 광이 각각 무반사 입사 또는 출사되도록 하는 것을 특징으로 하는 프리즘 구조를 이용한 레이저.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 레이저 매질은, 상기 입출사면부를 통해 출사되는 광이 상기 입출사면부에서 반사되어 상기 레이저 매질 내부로 입사되도록 하는 굴절률을 지님으로써 상기 공진기 거울을 상기 입출사면부에 형성하는 것을 특징으로 하는 프리즘 구조를 이용한 레이저.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 레이저 매질은, 상기 입출사면부를 통해 출사되는 광이 상기 입출사면부에서 반사되어 상기 레이저 매질 내부로 입사되도록 하는 전반사 거울 코팅층을 더 포함함으로써 상기 공진기 거울을 상기 입출사면부에 형성하는 것을 특징으로 하는 프리즘 구조를 이용한 레이저.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 반사면부는, 상기 레이저 매질의 굴절률로 인하여 발생하는 광의 전반사를 통해 상기 레이저 매질 내부에서 광을 순환시킨 후 상기 입출사면부를 통해 출사시키는 것을 특징으로 하는 프리즘 구조를 이용한 레이저.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 레이저 매질은, 능동 매질(active medium)을 지니는 고체, 액체 또는 기체 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 프리즘 구조를 이용한 레이저.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 레이저 매질은, 내부의 열적 왜곡 현상을 보상하는 측면 곡선 가공 처리가 수행된 프리즘 구조를 지니는 것을 특징으로 하는 프리즘 구조를 이용한 레이저.

청구항 9

프리즘 구조의 레이저 매질을 이용하여 레이저 발진(laser oscillation)을 발생시키고,

상기 프리즘 구조의 레이저 매질은,

상기 레이저 매질의 여기 시 발생하는 광이 상기 레이저 매질 내부로부터 출사되는 입출사면부; 및

상기 레이저 매질의 여기 시 발생하는 광을 임계각에 의한 전반사를 통해 상기 레이저 매질 내부에서 순환시킨 후 상기 입출사면부를 통해 출사시키는 반사면부를 포함하고, 그리고

상기 프리즘 구조는, 직각이등변삼각형 프리즘 구조를 지니는 제1 프리즘 구조 및 상기 제1 프리즘 구조보다 작은 크기의 직각이등변삼각형 프리즘 구조를 지니는 제2 프리즘 구조가 상기 제1 프리즘 구조의 빔변 측 밑면 일단부에 상기 입출사면부를 포함하면서 상기 반사면부를 형성하도록 상기 제1 프리즘 구조 및 상기 제2 프리즘 구조의 빔변 측 밑면이 상기 제1 프리즘 구조의 빔변 측 밑면 타단부 쪽으로 정렬되어 상호 연결되어 있는 구조를 포함하는 프리즘 구조를 이용한 레이저.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제2 프리즘 구조는, 빔변 길이가 상기 제1 프리즘 구조의 빔변 길이에서 입출사되는 광의 파장 길이를 뺀 길이 이하, 상기 제1 프리즘 구조의 빔변 길이의 절반 이상 범위에 포함되는 것을 특징으로 하는 프리즘 구조를 이용한 레이저.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 입출사면부는, 상기 제1 프리즘 구조의 빔변 상에서의 길이가 입출사되는 광의 파장 길이 이상, 상기 제1 프리즘 구조의 빔변 길이의 절반 이하 범위에 포함되는 것을 특징으로 하는 프리즘 구조를 이용한 레이저.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 프리즘 구조는, 제3 프리즘 구조를 더 포함하고,

상기 제3 프리즘 구조는,

상기 제3 프리즘 구조의 레이저 매질 내부로 광이 입사되거나 상기 제3 프리즘 구조의 레이저 매질 내부로부터 광이 출사되는 제1 입출사면부 및 제2 입출사면부; 및

상기 제1 입출사면부를 통해 입사된 광을 임계각에 의한 전반사를 통해 상기 레이저 매질 내에서 순환시킨 후 상기 제2 입출사면부를 통해 출사시키고, 상기 제2 입출사면부를 통해 입사된 광을 임계각에 의한 전반사를 통해 상기 레이저 매질의 내부에서 순환시킨 후 상기 제1 입출사면부를 통해 출사시키는 반사면부를 포함하고, 그리고

상기 프리즘 구조는, 상기 제1 프리즘 구조의 상기 입출사면부를 통해 입사 또는 출사되는 광이 각각 상기 제3 프리즘 구조의 상기 제2 입출사면부를 통해 출사 또는 입사되도록 하는 구조인 것을 특징으로 하는 프리즘 구조를 이용한 레이저.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 프리즘 구조는, 상기 제3 프리즘 구조를 단위 프리즘 구조로 하여 제1 단위 프리즘 구조의 제2 입출사면부를 통해 입사 또는 출사되는 광이 각각 제2 단위 프리즘 구조의 제1 입출사면부를 통해 출사 또는 입사되도록

하는 직렬연결 방식에 의해, 최종 단위 프리즘 구조의 제2 입출사면부를 통해 입사 또는 출사되는 광이 각각 상기 제1 프리즘 구조의 상기 입출사면부를 통해 출사 또는 입사되도록 하는 구조인 것을 특징으로 하는 프리즘 구조를 이용한 레이저.

청구항 14

프리즘 구조의 레이저 매질을 이용하여 레이저 발진(laser oscillation)을 발생시키고,

상기 프리즘 구조의 레이저 매질은,

상기 레이저 매질 내부로 광이 입사되거나 상기 레이저 매질 내부로부터 광이 출사되는 제1 입출사면부 및 제2 입출사면부; 및

상기 제1 입출사면부를 통해 입사된 광을 임계각에 의한 전반사를 통해 상기 레이저 매질 내에서 순환시킨 후 상기 제2 입출사면부를 통해 출사시키고, 상기 제2 입출사면부를 통해 입사된 광을 임계각에 의한 전반사를 통해 상기 레이저 매질의 내부에서 순환시킨 후 상기 제1 입출사면부를 통해 출사시키는 반사면부를 포함하고, 그리고

상기 프리즘 구조는, 직각이등변삼각형 프리즘 구조를 지니는 제1 프리즘 구조 및 제2 프리즘 구조가 각각 빗변 측 밑면 일단부에 상기 제1 입출사면부 및 상기 제2 입출사면부를 포함하면서 상기 반사면부를 형성하도록 상기 제1 프리즘 구조 및 상기 제2 프리즘 구조의 빗변 측 밑면이 비껴서 상호 연결되어 있는 구조를 포함하는 프리즘 구조를 이용한 레이저.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 제1 프리즘 구조 및 상기 제2 프리즘 구조는, 동일 크기의 직각이등변삼각형 프리즘 구조를 지니는 것을 특징으로 하는 프리즘 구조를 이용한 레이저.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 제1 입출사면부 또는 상기 제2 입출사면부는, 각각 상기 제1 프리즘 구조 또는 상기 제2 프리즘 구조의 빗변 상에서의 길이가 입출사되는 광의 파장 길이 이상, 상기 제1 프리즘 구조 또는 상기 제2 프리즘 구조의 빗변 길이의 절반 이하 범위에 포함되는 것을 특징으로 하는 프리즘 구조를 이용한 레이저.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 레이저는, 상기 제1 입출사면부 또는 상기 제2 입출사면부를 통해 출사되는 광을 각각 반사에 의해 상기 제1 입출사면부 또는 상기 제2 입출사면부로 입사시키는 전반사 거울을 포함하는 것을 특징으로 하는 프리즘 구조를 이용한 레이저.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 레이저 매질은, 상기 제1 입출사면부 또는 상기 제2 입출사면부를 통해 출사되는 광이 각각 상기 제1 입출사면부 또는 상기 제2 입출사면부에서 반사되어 상기 레이저 매질 내부로 입사되도록 하는 전반사 코팅층을 더 포함함으로써 상기 전반사 거울을 상기 제1 입출사면부 또는 상기 제2 입출사면부에 형성하는 것을 특징으로 하는 프리즘 구조를 이용한 레이저.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 레이저 매질은, 상기 제1 입출사면부 또는 상기 제2 입출사면부에 전반사 코팅층을 포함하는 경우, 각각 상기 제2 입출사면부 또는 상기 제1 입출사면부에 반반사 코팅층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 프리즘 구

조를 이용한 레이저.

청구항 20

제14항에 있어서,

상기 프리즘 구조는, 상기 제1 프리즘 구조 및 상기 제2 프리즘 구조가 상호 연결되어 있는 상기 구조를 단위 프리즘 구조로 하여 제1 단위 프리즘 구조의 제2 입출사면부를 통해 입사 또는 출사되는 광이 각각 제2 단위 프리즘의 제1 입출사면부를 통해 출사 또는 입사되도록 하는 직렬연결 구조인 것을 특징으로 하는 프리즘 구조를 이용한 레이저.

청구항 21

프리즘 구조의 레이저 매질;

상기 레이저 매질을 여기시키는 광펌핑부; 및

상기 레이저 매질을 냉각시키는 냉각부를 포함하여 레이저 발진(laser oscillation)을 발생시키고,

상기 프리즘 구조의 레이저 매질은,

상기 레이저 매질의 여기 시 발생하는 광이 상기 레이저 매질 내부로부터 출사되거나 공진기 거울에 의해 반사된 광이 상기 레이저 매질 내부로 입사되는 입출사면부; 및

상기 레이저 매질의 여기 시 발생하는 광 또는 상기 공진기 거울에 의해 반사되어 상기 입출사면부를 통해 입사되는 광을 임계각에 의한 전반사를 통해 상기 레이저 매질 내부에서 순환시킨 후 상기 입출사면부를 통해 출사시키는 반사면부를 포함하는 프리즘 구조를 이용한 레이저.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 광펌핑부는, 상기 레이저 매질을 여기시키기 위한 펌프광을 제공하는 다이오드 레이저(diode laser)를 포함하는 것을 특징으로 하는 프리즘 구조를 이용한 레이저.

청구항 23

제21항에 있어서,

상기 냉각부는, 상기 레이저 매질 내부에서의 광 순환 경로 면과 평행한 상기 레이저 매질의 상부면 또는 하부면 또는 상하부 양면에서 상기 레이저 매질을 냉각시키는 것을 특징으로 하는 프리즘 구조를 이용한 레이저.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 광펌핑부는, 상기 레이저 매질의 측면에서 광, 전류, 또는 방전을 이용하여 상기 레이저 매질을 여기시키는 것을 특징으로 하는 프리즘 구조를 이용한 레이저.

청구항 25

제23항에 있어서,

상기 냉각부는, 펌프광이 통과하는 홀을 형성하고,

상기 광펌핑부는, 상기 홀을 통해 펌프광을 방출하여 상기 레이저 매질을 여기시키는 것을 특징으로 하는 프리즘 구조를 이용한 레이저.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 프리즘 구조를 이용한 레이저에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 프리즘 구조의 레이저 매질을 이용하여 레이저 발진을 수행함으로써, 단순한 구조의 고효율 레이저 구현을 가능하게 하고 열적 왜곡 현상을 방지하는 물론, 공간 및 자원 효율성을 개선하는 프리즘 구조의 레이저에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 레이저(laser)란, 빛의 세기가 매우 강하고 원거리까지 퍼짐없이 전달되는 단색 광, 즉 레이저 빔을 방출하는 광학 기기를 말하며, 일반적으로 고에너지 준위의 원자를 함유한 물질을 여기시켜 나오는 광을 반사경을 이용하여 반복적으로 왕복시킬 때 유도 방출이 이루어지며 강한 빛이 방출되는 원리를 이용하는 것이다.

[0003] 최근, 레이저는 광 디스크, 우주 통신, 정밀 공작, 각종 센서, 의료, 군사, 물성 연구 등 광범위하고 다양한 용도로 이용되고 있으며, 관련 연구·개발 및 기술 수요가 급격히 증가하고 있는 추세이다.

[0004] 지금까지의 레이저 관련 연구들은, 마이크로 크기의 극소형 레이저에서부터 각종 산업에 이용하기 위한 킬로와트급 레이저까지 넓고 범위에서 다양한 형태로 진행되어 왔다. 예컨대, 극소형 레이저에 관한 연구들은, 거울 없는 레이저 개발과 관련하여 혼돈 구조나 원형의 레이저의 개발에 초점을 맞추어 진행되어 왔으며, 고효율 레이저 개발과 관련하여 광섬유 레이저나 고체 레이저의 개발에 초점을 맞추어 진행되어 왔다.

[0005] 이와 같은 상황에서, 고효율 레이저는 산업계에서 레이저를 이용한 용접, 절단, 마킹 등 다양한 용도로 사용되고 있으며, 그 응용 분야 및 수요가 더욱 급속히 증가할 전망이다.

[0006] 이러한, 고효율 레이저를 구현하기 위해, 레이저 작용을 일으키는 이온이 포함된 고체 유전체를 이용하여 레이저 빔을 방출하는 고체 레이저(solid state laser)가 소개된 바 있다. 이러한 고체 레이저들로는, 다이오드 레이저를 통해 펌핑(pumping)을 수행하는 Nd:YAG 레이저 등이 개발되고 있는데, 구조적으로 분류하면 원통형 매질 앞뒷면에 반반사 거울과 전반사 거울을 정렬하여 레이저 공진기를 형성시키는 일반적 구조의 레이저 외에 디스크형 레이저, 슬랩(slab) 레이저 등이 개발되고 있다.

[0007] 도 1에는 기존의 디스크 레이저가 도시되어 있다.

[0008] 도 1에 도시된 바와 같이, 기존의 디스크 레이저(100)는, 다수의 전반사 거울들(110, 112, 114, 116)을 사용하여 레이저 매질(120)로 광을 진행시킨다. 예컨대, 제1 거울(110)에 의해 레이저 매질(120)로 입사되는 광은 레이저 매질(120)의 밑면에서 반사되어 제2 거울(112)로 들어가며, 상기 제2 거울(112)에서 반사된 광은 동일한 원리로 상기 레이저 매질(120)을 거쳐 제3 거울(114) 및 제4 거울(116)로 들어간다. 상기 디스크 레이저(100)의 구조에서 마지막 거울(130)은 출력 거울로 사용된다. 한편, 상기 레이저 매질(120)의 밑면에는 상기 레이저 매질(120)을 냉각시키는 쿨러(140)가 위치한다. 최근, 이와 같은 디스크 레이저를 이용하여 상당히 높은 출력의 레이저 빔을 얻는 데 성공한 바 있다.

[0009] 그러나, 이러한 디스크 레이저는 아직까지 안정된 고효율 레이저의 개발을 위해 적용하기에는 열적인 변형이 심하다는 문제점이 있다. 특히, 디스크 레이저의 경우, 레이저 발진 위해 다수의 거울을 3차원 공간 구조로 정렬시켜야 하고, 다수의 거울들 사이에 펌핑 레이저(pumping laser)들을 배열해야 하는 등 그 구현이 어렵고 구조적으로 복잡하다는 문제점이 있다.

[0010] 도 2에는 기존의 슬랩 레이저가 도시되어 있다.

[0011] 도 2에 도시된 바와 같이, 기존의 슬랩 레이저(200)는, 전반사 거울(210)에 의해 레이저 매질(220)로 입사된 광이, 상기 레이저 매질(200)의 양면에서 지그재그로 반사되며 진행하여 출력 거울(230)을 통해 출력되도록 구성된다.

[0012] 그러나, 이러한 슬랩 레이저는 가격이 비싸고 효율이 낮다는 문제점이 있다. 또한, 열적 왜곡 현상을 해결하기 어렵다는 문제점이 있다. 실제로, 슬랩 레이저는 이러한 문제점들로 인해 최근 많이 개발되지 않고 있는 실정이다.

[0013] 이와 같이, 고효율 레이저 빔 생성시 발생하는 Nd:YAG 레이저 등의 다양한 문제점들과 광섬유 기술의 비약적인 발전으로 인해, 최근의 산업용 고효율 레이저에 관한 연구·개발 추세는 광섬유 레이저 기술의 반도체 레이저 위주로 그 판도가 바뀌어 가고 있다. 실제로, 최근의 광섬유 레이저는 연속동작으로 수 킬로와트의 출력을 얻을 수 있게 되어 산업 전반에 걸쳐 그 응용 범위가 확대되고 있는 실정이다.

[0014] 그러나, 이러한 광섬유 레이저는, 그 파장이 희토류 원소에 의해 결정되고, 연속동작일 때는 우수한 레이저 출

력을 보이지만 큐-스위칭(Q-switching) 레이저를 이용한 높은 첨두 출력의 레이저 개발에 적용하기에는 한계가 있다는 문제점이 있다. 그 이유는, 광섬유 레이저는 높은 첨두 출력일 때 광섬유의 손상이 발생하여 레이저 출력을 방해받기 때문이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0015] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 프리즘 구조의 레이저 매질을 이용하여 레이저 발진을 발생 시킴으로써, 단순한 구조의 고효율 레이저 구현을 가능하게 하고 열적 왜곡 현상을 방지함은 물론, 공간 및 자원 효율성을 개선하는 프리즘 구조의 레이저를 제공하는 것이다.

과제 해결수단

[0016] 상기와 같은 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명은, 프리즘 구조의 레이저 매질을 이용하여 레이저 발진(laser oscillation)을 발생시키고, 상기 프리즘 구조의 레이저 매질은, 상기 레이저 매질의 여기 시 발생하는 광이 상기 레이저 매질 내부로부터 출사되거나 공진기 거울에 의해 반사된 광이 상기 레이저 매질 내부로 입사되는 입출사면부; 및 상기 레이저 매질의 여기 시 발생하는 광 또는 상기 공진기 거울에 의해 반사되어 상기 입출사면부를 통해 입사되는 광을 임계각에 의한 전반사를 통해 상기 레이저 매질 내부에서 순환시킨 후 상기 입출사면부를 통해 출사시키는 반사면부를 포함하는 프리즘 구조를 이용한 레이저를 제공한다.

[0017] 일 실시예에 있어서, 상기 레이저는, 상기 입출사면부를 통해 출사된 광을 상기 레이저 매질의 외부에서 반사에 의해 상기 입출사면부로 입사시키는 상기 공진기 거울을 포함한다.

[0018] 일 실시예에 있어서, 상기 입출사면부는, 브루스터 각(Brewster's Angle) 또는 무반사 코팅(Anti-reflective Coating)에 의해 상기 입출사면부를 통해 입사 또는 출사되는 광이 각각 무반사 입사 또는 출사되도록 한다.

[0019] 일 실시예에 있어서, 상기 레이저 매질은, 상기 입출사면부를 통해 출사되는 광이 상기 입출사면부에서 반사되어 상기 레이저 매질 내부로 입사되도록 하는 굴절률을 지님으로써 상기 공진기 거울을 상기 입출사면부에 형성한다.

[0020] 일 실시예에 있어서, 상기 레이저 매질은, 상기 입출사면부를 통해 출사되는 광이 상기 입출사면부에서 반사되어 상기 레이저 매질 내부로 입사되도록 하는 전반사 거울 코팅층을 더 포함함으로써 상기 공진기 거울을 상기 입출사면부에 형성한다.

[0021] 일 실시예에 있어서, 상기 반사면부는, 상기 레이저 매질의 굴절률로 인하여 발생하는 광의 전반사를 통해 상기 레이저 매질 내부에서 광을 순환시킨 후 상기 입출사면부를 통해 출사시킨다.

[0022] 일 실시예에 있어서, 상기 레이저 매질은, 능동 매질(active medium)을 지니는 고체, 액체 또는 기체 물질을 포함한다.

[0023] 일 실시예에 있어서, 상기 레이저 매질은, 내부의 열적 왜곡 현상을 보상하는 측면 곡선 가공 처리가 수행된 프리즘 구조를 지닌다.

[0024] 일 실시예에 있어서, 본 발명에 따른 프리즘 구조를 이용한 레이저는, 프리즘 구조의 레이저 매질을 이용하여 레이저 발진(laser oscillation)을 발생시키고, 상기 프리즘 구조의 레이저 매질은, 상기 레이저 매질의 여기 시 발생하는 광이 상기 레이저 매질 내부로부터 출사되는 입출사면부; 및 상기 레이저 매질의 여기 시 발생하는 광을 임계각에 의한 전반사를 통해 상기 레이저 매질 내부에서 순환시킨 후 상기 입출사면부를 통해 출사시키는 반사면부를 포함하고, 그리고 상기 프리즘 구조는, 직각이등변삼각형 프리즘 구조를 지니는 제1 프리즘 구조 및 상기 제1 프리즘 구조보다 작은 크기의 직각이등변삼각형 프리즘 구조를 지니는 제2 프리즘 구조가 상기 제1 프리즘 구조의 빔변 측 밑면 일단부에 상기 입출사면부를 포함하면서 상기 반사면부를 형성하도록 상기 제1 프리즘 구조 및 상기 제2 프리즘 구조의 빔변 측 밑면이 상기 제1 프리즘 구조의 빔변 측 밑면 타단부 쪽으로 정렬되어 상호 연결되어 있는 구조를 포함한다.

[0025] 일 실시예에 있어서, 상기 제2 프리즘 구조는, 빔변 길이가 상기 제1 프리즘 구조의 빔변 길이에서 입출사되는 광의 파장 길이를 뺀 길이 이하, 상기 제1 프리즘 구조의 빔변 길이의 절반 이상 범위에 포함된다.

[0026] 일 실시예에 있어서, 상기 입출사면부는, 상기 제1 프리즘 구조의 빔변 상에서의 길이가 입출사되는 광의 파장

길이 이상, 상기 제1 프리즘 구조의 빔변 길이의 절반 이하 범위에 포함된다.

- [0027] 일 실시예에 있어서, 상기 프리즘 구조는, 제3 프리즘 구조를 더 포함하고, 상기 제3 프리즘 구조는, 상기 제3 프리즘 구조의 레이저 매질 내부로 광이 입사되거나 상기 제3 프리즘 구조의 레이저 매질 내부로부터 광이 출사되는 제1 입출사면부 및 제2 입출사면부; 및 상기 제1 입출사면부를 통해 입사된 광을 임계각에 의한 전반사를 통해 상기 레이저 매질 내에서 순환시킨 후 상기 제2 입출사면부를 통해 출사시키고, 상기 제2 입출사면부를 통해 입사된 광을 임계각에 의한 전반사를 통해 상기 레이저 매질의 내부에서 순환시킨 후 상기 제1 입출사면부를 통해 출사시키는 반사면부를 포함하고, 그리고 상기 프리즘 구조는, 상기 제1 프리즘 구조의 상기 입출사면부를 통해 입사 또는 출사되는 광이 각각 상기 제3 프리즘 구조의 상기 제2 입출사면부를 통해 출사 또는 입사되도록 하는 구조이다.
- [0028] 일 실시예에 있어서, 상기 프리즘 구조는, 상기 제3 프리즘 구조를 단위 프리즘 구조로 하여 제1 단위 프리즘 구조의 제2 입출사면부를 통해 입사 또는 출사되는 광이 각각 제2 단위 프리즘 구조의 제1 입출사면부를 통해 출사 또는 입사되도록 하는 직렬연결 방식에 의해, 최종 단위 프리즘 구조의 제2 입출사면부를 통해 입사 또는 출사되는 광이 각각 상기 제1 프리즘 구조의 상기 입출사면부를 통해 출사 또는 입사되도록 하는 구조이다.
- [0029] 일 실시예에 있어서, 본 발명에 따른 프리즘 구조를 이용한 레이저는, 프리즘 구조의 레이저 매질을 이용하여 레이저 발진(laser oscillation)을 발생시키고, 상기 프리즘 구조의 레이저 매질은, 상기 레이저 매질 내부로 광이 입사되거나 상기 레이저 매질 내부로부터 광이 출사되는 제1 입출사면부 및 제2 입출사면부; 및 상기 제1 입출사면부를 통해 입사된 광을 임계각에 의한 전반사를 통해 상기 레이저 매질 내에서 순환시킨 후 상기 제2 입출사면부를 통해 출사시키고, 상기 제2 입출사면부를 통해 입사된 광을 임계각에 의한 전반사를 통해 상기 레이저 매질의 내부에서 순환시킨 후 상기 제1 입출사면부를 통해 출사시키는 반사면부를 포함하고, 그리고 상기 프리즘 구조는, 직각이등변삼각형 프리즘 구조를 지니는 제1 프리즘 구조 및 제2 프리즘 구조가 각각 빔변 측 밑면 일단부에 상기 제1 입출사면부 및 상기 제2 입출사면부를 포함하면서 상기 반사면부를 형성하도록 상기 제1 프리즘 구조 및 상기 제2 프리즘 구조의 빔변 측 밑면이 비켜서 상호 연결되어 있는 구조를 포함한다.
- [0030] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 프리즘 구조 및 상기 제2 프리즘 구조는, 동일 크기의 직각이등변삼각형 프리즘 구조를 지닌다.
- [0031] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 입출사면부 또는 상기 제2 입출사면부는, 각각 상기 제1 프리즘 구조 또는 상기 제2 프리즘 구조의 빔변 상에서의 길이가 입출사되는 광의 파장 길이 이상, 상기 제1 프리즘 구조 또는 상기 제2 프리즘 구조의 빔변 길이의 절반 이하 범위에 포함된다.
- [0032] 일 실시예에 있어서, 상기 레이저는, 상기 제1 입출사면부 또는 상기 제2 입출사면부를 통해 출사되는 광을 각각 반사에 의해 상기 제1 입출사면부 또는 상기 제2 입출사면부로 입사시키는 전반사 거울을 포함한다.
- [0033] 일 실시예에 있어서, 상기 레이저 매질은, 상기 제1 입출사면부 또는 상기 제2 입출사면부를 통해 출사되는 광이 각각 상기 제1 입출사면부 또는 상기 제2 입출사면부에서 반사되어 상기 레이저 매질 내부로 입사되도록 하는 전반사 코팅층을 더 포함함으로써 상기 전반사 거울을 상기 제1 입출사면부 또는 상기 제2 입출사면부에 형성한다.
- [0034] 일 실시예에 있어서, 상기 레이저 매질은, 상기 제1 입출사면부 또는 상기 제2 입출사면부에 전반사 코팅층을 포함하는 경우, 각각 상기 제2 입출사면부 또는 상기 제1 입출사면부에 반반사 코팅층을 더 포함한다.
- [0035] 일 실시예에 있어서, 상기 프리즘 구조는, 상기 제1 프리즘 구조 및 상기 제2 프리즘 구조가 상호 연결되어 있는 상기 구조를 단위 프리즘 구조로 하여 제1 단위 프리즘 구조의 제2 입출사면부를 통해 입사 또는 출사되는 광이 각각 제2 단위 프리즘의 제1 입출사면부를 통해 출사 또는 입사되도록 하는 직렬연결 구조이다.
- [0036] 일 실시예에 있어서, 본 발명에 따른 프리즘 구조를 이용한 레이저는, 프리즘 구조의 레이저 매질; 상기 레이저 매질을 여기시키는 광펌핑부; 및 상기 레이저 매질을 냉각시키는 냉각부를 포함하여 레이저 발진(laser oscillation)을 발생시키고, 상기 프리즘 구조의 레이저 매질은, 상기 레이저 매질의 여기 시 발생하는 광이 상기 레이저 매질 내부로부터 출사되거나 공진기 거울에 의해 반사된 광이 상기 레이저 매질 내부로 입사되는 입출사면부; 및 상기 레이저 매질의 여기 시 발생하는 광 또는 상기 공진기 거울에 의해 반사되어 상기 입출사면부를 통해 입사되는 광을 임계각에 의한 전반사를 통해 상기 레이저 매질 내부에서 순환시킨 후 상기 입출사면부를 통해 출사시키는 반사면부를 포함한다.
- [0037] 일 실시예에 있어서, 상기 광펌핑부는, 상기 레이저 매질을 여기시키기 위한 펄스광을 제공하는 다이오드 레이

저(diode laser)를 포함한다.

- [0038] 일 실시예에 있어서, 상기 냉각부는, 상기 레이저 매질 내부에서의 광 순환 경로 면과 평행한 상기 레이저 매질의 상부면 또는 하부면 또는 상하부 양면에서 상기 레이저 매질을 냉각시킨다.
- [0039] 일 실시예에 있어서, 상기 광펌핑부는, 상기 레이저 매질의 측면에서 광, 전류, 또는 방전을 이용하여 상기 레이저 매질을 여기시킨다.
- [0040] 일 실시예에 있어서, 상기 냉각부는, 펌프광이 통과하는 홀을 형성하고, 상기 광펌핑부는, 상기 홀을 통해 펌프광을 방출하여 상기 레이저 매질을 여기시킨다.

효 과

- [0041] 본 발명은, 프리즘 구조의 레이저 매질로 입사된 광을 전반사를 이용하여 진행시킴으로써, 다수의 전반사 거울 없이 단순한 구조의 레이저 구현을 가능하게 하고 열적 왜곡을 방지하는 이점을 제공한다.
- [0042] 또한, 상기 입사된 광이 상기 프리즘 구조의 레이저 매질 영역을 전체적으로 순환하도록 하여 충분히 긴 광 경로를 확보함으로써, 고출력 레이저 빔 생성을 가능하게 하고 공간 및 자원 효율성을 개선하는 이점을 제공한다.
- [0043] 나아가, 얇은 평면 형태로 레이저 매질을 구현할 수 있도록 함으로써, 레이저 매질의 상하 양면에서 효율적 냉각 내지 온도 조절을 가능하게 하는 이점을 제공한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0044] 이하, 본 발명의 기술적 과제의 해결 방안을 명확화하기 위해 첨부도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다. 다만, 본 발명을 설명함에 있어서 관련 공지기술에 관한 설명이 오히려 본 발명의 요지를 불명료하게 할 수 있다고 판단되는 경우 그에 관한 설명을 생략하기로 한다. 또한, 후술하는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자 등의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있을 것이다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0045] 도 3에는 본 발명의 제1 실시예에 따른 프리즘 구조를 이용한 레이저가 도시되어 있다.
- [0046] 도 3의 (a)에는 상기 레이저(300)가 평면도로 도시되어 있으며, (b)에는 상기 레이저(300)의 레이저 매질(laser medium)이 사시도로 도시되어 있다. 도 3의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이, 상기 레이저(300)는, 프리즘 구조의 레이저 매질(310, 320) 및 공진기 거울(330, 340)을 포함한다.
- [0047] 상기 레이저(300)는, 상기 프리즘 구조의 레이저 매질(310, 320)을 이용하여 레이저 발진(laser oscillation)을 일으킨다. 이를 위해, 상기 프리즘 구조의 레이저 매질(310, 320)은, 입출사면부(312, 322) 및 반사면부(314, 316, 324, 326)를 포함한다.
- [0048] 상기 레이저(300)는, 상기 입출사면부(312, 322)를 통해, 상기 레이저 매질(310, 320)의 여기 시 발생하는 광이 상기 레이저 매질(310, 320) 내부로부터 출사되거나, 공진기 거울에 의해 반사된 광이 상기 레이저 매질(310, 320) 내부로 입사된다.
- [0049] 상기 반사면부(314, 316, 324, 326)는, 상기 레이저 매질(310, 320)의 여기 시 발생하는 광 또는 상기 공진기 거울에 의해 반사되어 상기 입출사면부(312, 322)를 통해 입사되는 광을 임계각에 의한 전반사를 통해 상기 레이저 매질(310, 320) 내부에서 순환시킨 후 상기 입출사면부(312, 322)를 통해 출사시킨다. 이때, 상기 반사면부(314, 316, 324, 326)는 상기 레이저 매질(310, 320)의 굴절률로 인하여 발생하는 광의 전반사를 이용할 수 있다. 예컨대, 입사된 광이 상기 레이저 매질(310, 320) 내부에서 진행 중 상기 반사면부(314, 316, 324, 326)와 전반사 임계각을 유지하도록 상기 반사면부(314, 316, 324, 326)를 구성하거나, 전반사 코팅을 이용할 수 있다.
- [0050] 상기 공진기 거울(330, 340)은, 상기 입출사면부(312, 322) 측 외부에 배치되어 상기 입출사면부(312, 322)를 통해 출사된 광을 반사에 의해 상기 입출사면부(312, 322)로 입사시킬 수 있다. 일반적으로, 레이저 발진을 일으키기 위해서는, 레이저 매질 양측에 공진기 거울을 두고 외부에서 상기 매질을 여기시켜 들뜬 에너지 준위로 올린 뒤, 상기 매질로부터 나오는 광을 상기 공진기 거울에 의한 반사를 이용하여 공진기 내부에 가두어야 한다. 즉, 상기 공진기 거울(330, 340)에 의한 반사를 통해, 상기 레이저 매질(310, 320)이 여기되어 발생한 광의 자발 전이를 유도 전이로 전환한다.

- [0051] 상기 제1 실시예에 있어서, 공진기 거울들(330, 340) 중 한쪽은 전반사 거울(total reflector; 330)로 구현되고, 나머지 한쪽은 레이저 출력이 이루어지는 출력 거울(output coupler; 340)로 구현될 수 있다. 상기 공진기 거울들(330, 340)이 레이저 매질(310, 320) 외부에서 구현될 때, 상기 입출사면부(312, 322)는, 브루스터 각(Brewster's Angle) 또는 무반사 코팅(Anti-reflective Coating)에 의해 입출사되는 광이 무반사 입출사 되도록 할 수 있다. 상기 무반사 코팅을 위한 재료로는 유기-무기 복합구조나 최근 소개된 폴리스티렌-폴리메틸 메타아크릴레이트(PS-PMMA) 블록공중합체 등이 사용될 수 있다.
- [0052] 한편, 실시예에 따라, 상기 레이저 매질은, 상기 입출사면부(312 또는 322)를 통해 출사되는 광이 상기 입출사면부(312 또는 322)에서 반사되어 상기 레이저 매질 내부로 다시 입사되도록 하는 굴절률을 지니도록 하여 상기 공진기 거울(330 또는 340)을 상기 입출사면부(312 또는 322)에 형성할 수 있다. 즉, 상기 입출사면부(312 또는 322)를 통해 출사되려는 광이 상기 레이저 매질 자체의 굴절률에 의해 결정되는 상기 입출사면부(312 또는 322) 측의 반사율에 따라 반사되도록 상기 레이저 매질의 굴절률을 결정할 수 있다. 또한, 상기 레이저 매질은, 상기 입출사면부(312 또는 322)를 통해 출사되는 광이 상기 입출사면부(312 또는 322)에서 반사되어 상기 레이저 매질 내부로 다시 입사되도록 하는 전반사 거울 코팅층을 더 포함함으로써 상기 공진기 거울(330 또는 340)을 상기 입출사면부(312 또는 322)에 형성할 수 있다.
- [0053] 상기 레이저 매질의 프리즘 구조(310, 320)는, 하나의 단일한 프리즘 구조로 구성될 수 있으며, 또한 복수 개의 프리즘 구조로 구성될 수도 있다. 예컨대, 상기 프리즘 구조(310, 320)는, 제1 입출사면부(312)를 지나는 제1 프리즘 구조(310), 및 상기 제1 프리즘 구조(310)와 연결하고 제2 입출사면부(322)를 지나는 제2 프리즘 구조(320)를 포함할 수 있다. 이때, 상기 제1 프리즘 구조(310) 및 상기 제2 프리즘 구조(320)는 상호 결합을 통해 입사된 광을 상기 제1 프리즘 구조(310) 및 상기 제2 프리즘 구조(320)의 내부 경로로 순환시키는 상기 반사면부(314, 316, 324, 326)를 형성한다. 이때, 상기 제1 프리즘 구조(310) 및 상기 제2 프리즘 구조(320)는, 각각 직각이등변삼각형 프리즘 구조를 지닐 수 있으며, 특히 동일한 크기일 수 있다.
- [0054] 이와 관련하여, 도 3에는 두 개의 동일한 직각이등변삼각형 프리즘 구조들(310, 320) 간에 상호 빗면 측 밑면이 약간 비껴서 연결되어 있는 형태로 도시되어 있다.
- [0055] 아래에서 다시 설명하겠지만, 본 발명을 직각이등변삼각형 프리즘 구조를 이용하여 구현하는 경우, 설계가 단순화되고 제작이 용이한 이점이 있다. 그러나, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니며, 본 발명은 다양한 형태의 프리즘 구조로 구현될 수 있음을 미리 밝혀둔다.
- [0056] 상기 제1 실시예에 있어서, 상기 프리즘 구조(310, 320)는, 직각이등변삼각형 프리즘 구조를 지나는 제1 프리즘 구조(310) 및 제2 프리즘 구조(320)가 각각 빗면 측 밑면 일단부에 상기 제1 입출사면부(312) 및 상기 제2 입출사면부(322)를 포함하면서 상기 반사면부(314, 316, 324, 326)를 형성하도록 상기 제1 프리즘 구조(310) 및 상기 제2 프리즘 구조(320)의 빗면 측 밑면이 비껴서 상호 연결되어 있는 구조를 지니고 있다. 따라서, 상기 제1 프리즘 구조(310) 및 상기 제2 프리즘 구조(320)는, 각각 직각이등변삼각형의 빗면 측 밑면에 상호 접촉하는 접촉면을 포함하게 된다. 그리고, 상기 제1 입출사면부(312) 및 상기 제2 입출사면부(322)는, 각각 상기 제1 프리즘 구조(310) 및 상기 제2 프리즘 구조(320)의 빗면 측 밑면 중 상기 접촉면 이외의 면(312, 322)에 형성된다. 이와 같이 형성된 상기 제1 입출사면부(312) 또는 상기 제2 입출사면부(322)는, 각각 상기 제1 프리즘 구조(310) 또는 상기 제2 프리즘 구조(320)의 빗면 상에서의 길이가 입출사되는 광의 파장 길이 이상, 상기 제1 프리즘 구조(310) 또는 상기 제2 프리즘 구조(320)의 빗면 길이의 절반 이하 범위에 포함된다.
- [0057] 한편, 실시예에 따라, 상기 레이저 매질은, 상기 제1 또는 제2 입출사면부(312 또는 322)를 통해 출사되는 광이 각각 상기 제1 또는 제2 입출사면부(312 또는 322)에서 반사되어 상기 레이저 매질 내부로 입사되도록 하는 전반사 코팅층(미도시)을 더 포함함으로써 전반사 거울을 상기 제1 또는 제2 입출사면부(312 또는 322)에 형성할 수 있다. 또한, 상기 레이저 매질이 상기 제1 또는 제2 입출사면부(312 또는 322)에 전반사 코팅층을 포함하는 경우와 같이, 각각 상기 제2 또는 제1 입출사면부(322 또는 312)에 반반사 코팅층(미도시)을 더 포함함으로써 반반사 거울을 상기 제2 또는 제1 입출사면부(322 또는 312)에 형성할 수 있다.
- [0058] 도 4a 및 도 4b에는 도 3의 레이저 매질 내에서의 광 진행 경로가 도시되어 있다.
- [0059] 도 4a에 도시된 바와 같이, 전반사 거울(330)에 의해 반사된 광이 제1 입출사면부(312)를 통해 입사되면 상기 반사면부(314, 316, 324, 326)에 의해 내부 경로를 따라 시계 방향으로 순환하면서 직선 운동을 하게 된다. 이 경우, 상기 반사면부(314, 316, 324, 326)에 부딪치는 광은 그 입사각이 전반사 임계각보다 크기 때문에 전반사가 일어나 광 손실 없이 상기 프리즘(300)의 내부 경로를 계속 순환하면서 진행할 수 있다.

[0060] 그 다음, 도 4b에 도시된 바와 같이, 상기 입사된 광은 상기 레이저 매질 내부 경로를 진행하던 중 꼭지점(410, 420) 부근에 도달하게 되면 시계 방향에서 반시계 방향으로 회전 방향의 변경이 발생하게 된다. 상기 회전 방향 변경은 상·하부 프리즘 구조의 꼭지점이 서로 약간 어긋나 있음에 기인한다. 그리고, 상기 입사된 광 펄스는 반시계 방향으로 회전을 시작하여 결국 제2 입출사면부(322)를 통해 상기 레이저 매질의 외부로 출사하게 된다. 레이저 매질을 광 공진기 속에 넣는 일반적인 발진기형 레이저의 경우, 전반사 거울 및 반반사 거울을 구비하므로 상기 레이저 매질 내에서 광이 진행한 경로(D)는 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 1

[0061] $D \approx 8L^2/d$

[0062] 상기 수학식 1에서, L은 직각이등변삼각형 빔변 길이의 절반, d는 상기 제1 프리즘 구조(310) 및 상기 제2 프리즘 구조(320)를 비켜 맞춘 길이, 즉 상기 제1 입출사면부(312) 또는 상기 제2 입출사면부(322)의 빔변 상의 길이를 나타낸다. 예컨대, L이 1cm, d가 100 μ m이면, 상기 레이저 매질 내에서 입사된 광이 진행하는 경로의 길이 D는 8m가 된다.

[0063] 도 5에는 본 발명의 제2 실시예 따른 프리즘 구조를 이용한 레이저가 도시되어 있다.

[0064] 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 레이저(500)는, 프리즘 구조의 레이저 매질(510 내지 530) 및 공진기 거울(540, 550)을 포함한다.

[0065] 상기 프리즘 구조의 레이저 매질은, 도 3과 같은 프리즘 구조, 즉 제1 프리즘 구조(310) 및 제2 프리즘 구조(320)가 상호 연결되어 있는 프리즘 구조를 단위 프리즘 구조로 하여 제1 단위 프리즘 구조(510)의 제2 입출사면부(514)로 출사되는 광이 제2 단위 프리즘 구조(520)의 제1 입출사면부(522)로 입사되도록 하는 직렬연결 방식을 통해 레이저 매질 내에서의 광 경로를 연장할 수 있다. 도 5의 경우, 세 개의 단위 프리즘 구조(510, 520, 530)를 직렬연결한 경우이다. 따라서, 전반사 거울(540)로부터 반사되어 제1 단위 프리즘 구조(510)의 제1 입출사면부(512)로 입사된 광은, 상술한 바와 같이 제2 단위 프리즘 구조(520)의 내부로 입사되고 상기 제2 단위 프리즘 구조(520)의 내부 경로를 순환하면서 진행한 후, 상기 제2 단위 프리즘 구조(520)의 제2 입출사면부(524) 및 제3 단위 프리즘 구조의 제1 입출사면부(532)를 통해 상기 제3 단위 프리즘 구조(530)의 내부로 입사된다. 결국, 상기 입사된 광은 전체 프리즘 구조(510, 520, 530)의 내부 경로를 순환하며 진행한 후, 상기 제3 단위 프리즘 구조(530)의 제2 입출사면부(532)로 출사하여 출력 거울(550)을 통해 출력된다. 따라서, 단위 프리즘 구조를 직렬연결하여 조합된 프리즘 구조의 레이저 매질은, 도 3의 레이저 매질에 비해 조합에 사용된 단위 프리즘의 개수만큼 광 진행 경로를 연장할 수 있게 된다. 또한, 도 5에는 2차원 평면상에서 직렬연결된 프리즘 구조가 도시되어 있으나, 상기 직렬연결 방식을 적용함에 있어서, 2차원 평면상에서뿐만 아니라, 본 발명이 적용되는 시스템 환경, 설계자 또는 제조자의 의도 등에 따라, 3차원적으로 연결될 수 있다. 예컨대, n 번째 단위 프리즘 구조와 n+1 번째 단위 프리즘이 직렬연결되는 경우, 수직 방향으로 연결되도록 구현할 수 있다. 또한, 실시예에 따라, 직렬연결 상태의 프리즘 구조는 복수 개의 개별 단위 프리즘들을 연결하여 구현할 수 있으며, 하나의 단일한 프리즘 구조로도 구현할 수 있다.

[0066] 한편, 도 3 또는 도 5의 레이저에서 레이저 매질의 외부에 전반사 거울을 배치할 수 있으나, 입출사면부(312 또는 512)에 전반사 코팅 처리를 하면 전반사 거울을 상기 입출사면부(312 또는 322)에 형성할 수 있다. 즉, 외부 전반사 거울을 제거하는 것이 가능해 진다. 이때, 레이저 매질 내부를 순환하며 진행하던 광은 상기 전반사 코팅에 의해 반사되어 다른 입출사면부(322, 532)를 통해 출사하게 된다.

[0067] 도 6에는 본 발명의 제3 실시예에 따른 프리즘 구조를 이용한 레이저가 도시되어 있다.

[0068] 도 6의 (a)에는 상기 레이저(600)가 평면도로 도시되어 있으며, (b)에는 상기 레이저(600)의 레이저 매질이 사시도로 도시되어 있다. 도 6의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이, 상기 레이저(600)는, 프리즘 구조의 레이저 매질(610, 620) 및 공진기 거울(630)을 포함한다.

[0069] 상기 레이저(600)는, 상기 프리즘 구조의 레이저 매질(610, 620)을 이용하여 레이저 발진을 일으킨다. 이를 위해, 상기 프리즘 구조의 레이저 매질(610, 620)은, 입출사면부(612), 및 반사면부(614, 616, 622, 624)를 포함할 수 있다.

[0070] 상기 레이저(600)는, 상기 입출사면부(612)를 통해, 상기 레이저 매질(610, 620)의 여기 시 발생하는 광이 상기 레이저 매질(610, 620) 내부로부터 출사된다.

- [0071] 상기 반사면부(614, 616, 622, 624)는, 상기 레이저 매질(610, 620)의 여기 시 발생하는 광을 임계각에 의한 전 반사를 통해 상기 레이저 매질(610, 620) 내부에서 순환시킨 후 상기 입출사면부(612)를 통해 출사시킨다. 이때, 상기 반사면부(614, 616, 622, 624)는 상기 레이저 매질(610, 620)의 굴절률로 인하여 발생하는 광의 전 반사를 이용할 수 있다. 예컨대, 입사된 광이 상기 레이저 매질(610, 620) 내부에서 진행 중 상기 반사면부(614, 616, 622, 624)와 전반사 임계각을 유지하도록 상기 반사면부(614, 616, 622, 624)를 구성하거나, 전반사 코팅을 이용할 수 있다. 이와 같이, 여기된 레이저 매질(610, 620)을 통해 광의 유도 전이를 일으킨다.
- [0072] 상기 제3 실시예에 있어서, 상기 공진기 거울(630)이 레이저 매질(610, 620) 외부에서 구현될 때, 상기 입출사면부(612), 브루스터 각 또는 무반사 코팅에 의해 입출사되는 광이 무반사 입출사되도록 할 수 있다. 상기 무반사 코팅을 위한 재료로는 유기-무기 복합구조나 최근 소개된 폴리스티렌-폴리메틸메타아크릴레이트(PS-PMMA) 블록공중합체 등이 사용될 수 있다.
- [0073] 상기 레이저 매질의 프리즘 구조(610 내지 620)는, 하나의 단일한 프리즘 구조로 구성될 수 있으며, 또한 복수 개의 프리즘 구조로 구성될 수도 있다. 예컨대, 상기 프리즘 구조(610, 620)는, 상기 입출사면부(612)를 지나는 제1 프리즘 구조(610), 및 상기 제1 프리즘 구조(610)와 연결하는 제2 프리즘 구조(620)를 포함할 수 있다. 상기 제1 프리즘 구조(610) 및 상기 제2 프리즘 구조(620)는 상호 접촉을 통해 입사된 광을 상기 제1 프리즘부(610) 및 상기 제2 프리즘부(620)의 내부 경로로 진행시키는 상기 반사면부(614, 616, 622, 624)를 형성한다. 이때, 상기 제1 프리즘 구조(610) 및 상기 제2 프리즘 구조(620)는, 각각 직각이등변삼각형 프리즘일 수 있으며, 특히 크기가 다를 수 있다.
- [0074] 이와 관련하여, 도 6에는 두 개의 동일한 직각이등변삼각형 프리즘들(610, 620)들이 한쪽으로 정렬되어 상호 빗변 측 밑면이 연결되어 있는 형태로 도시되어 있다.
- [0075] 본 발명을 직각이등변삼각형 프리즘으로 구현하는 경우, 설계가 단순화되고 제작이 용이한 이점이 있다. 그러나, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니며, 본 발명은 다양한 형태의 프리즘으로 구현될 수 있다.
- [0076] 상기 제3 실시예에 있어서, 상기 프리즘 구조(610, 620)는, 직각이등변삼각형 프리즘 구조를 지나는 제1 프리즘 구조(610) 및 상기 제1 프리즘 구조보다 작은 크기의 직각이등변삼각형 프리즘 구조를 지나는 제2 프리즘 구조(620)가 상기 제1 프리즘 구조의 빗변 측 밑면 일단부에 상기 입출사면부(612)를 포함하면서 상기 반사면부(614, 616, 622, 624)를 형성하도록 상기 제1 프리즘 구조(610) 및 상기 제2 프리즘 구조(620)의 빗변 측 밑면이 상기 제1 프리즘 구조(610)의 빗변 측 밑면 타단부 쪽으로 정렬되어 상호 연결되어 있는 구조를 지니고 있다. 따라서, 상기 제1 프리즘 구조(610) 및 상기 제2 프리즘 구조(620)는, 각각 직각이등변삼각형의 빗변 측 밑면에 상호 접촉하는 접촉면을 포함하게 된다. 그리고, 상기 입출사면부(612)는, 상기 제1 프리즘 구조(610)의 빗변 측 밑면 중 상기 접촉면 이외의 면에 형성된다. 이와 같이 형성된 상기 입출사면부(612)는, 상기 제1 프리즘 구조(610)의 빗변 상에서의 길이가 입출사되는 광의 파장 길이 이상, 상기 제1 프리즘 구조(610)의 빗변 길이의 절반 이하 범위에 포함된다. 환언하면, 상기 제2 프리즘 구조(620)는, 그 빗변 길이가 상기 제1 프리즘 구조(610)의 빗변 길이에서 입출사되는 광의 파장 길이를 뺀 길이 이하, 상기 제1 프리즘 구조(610)의 빗변 길이의 절반 이상 범위에 포함된다.
- [0077] 도 7에는 도 6의 레이저 매질 내에서의 광 진행 경로가 도시되어 있다.
- [0078] 도 7에 도시된 바와 같이, 상기 공진기 거울(630)으로부터 상기 입출사면부(612)를 통해 레이저 매질 내부로 광이 입사되면 상기 반사면부(614, 616, 622, 624)에 의해 내부 경로를 따라 반시계 방향으로 순환하면서 직선 운동을 하게 된다. 이 경우, 상기 반사면부(614, 616, 622, 624)에 부딪치는 광은 그 입사각이 전반사 임계각보다 크기 때문에 전반사가 일어나 광 손실 없이 상기 레이저 매질의 내부 경로를 계속 순환하면서 진행할 수 있다. 상기 입사된 광은 상기 레이저 매질의 내부 경로를 진행하던 중 꼭지점(710, 720) 부근에 도달하게 되면 반시계 방향에서 시계 방향으로 회전 방향의 변경이 발생하게 된다. 상기 회전 방향 변경은 상·하부 프리즘 구조의 꼭지점이 서로 약간 어긋나 있음에 기인한다. 그리고, 상기 입사된 광 펄스는 시계 방향으로 회전을 시작하여 결국 상기 입출사면부(612)를 통해 상기 레이저 매질의 외부로 출사하게 된다.
- [0079] 상기 제3 실시예에 있어서, 상기 레이저 매질에서의 광 진행 경로는, 상기 수학적 1과 같이 표현될 수 있다. 예컨대, L 이 1cm, d 가 2mm 이면, 레이저 매질 내에서 광이 진행하는 경로의 길이는 40cm가 된다. 이것은 2mm 반경의 고체 레이저(solid state laser)를 40cm 길이로 만든 레이저에서 레이저 발진을 발생시키는 경우와 같다.
- [0080] 이와 같이, 본 발명은, 특히 상기 제3 실시예와 같은 프리즘 구조를 포함하여 구현하는 경우, 레이저 매질 내부에서 긴 광 진행 경로를 가지므로 레이저의 출력을 효과적으로 얻을 수 있다. 또한, 상기 본 발명에서 광 진행

경로는 레이저 매질 영역을 전체적으로 순환하면서 진행하므로 공간 및 자원 효율도 크다. 나아가, 외부에 전반사 거울을 배치하거나 전반사 코팅 처리를 할 필요가 없고 한쪽에만 출력 거울을 설치하면 되므로 레이저 장치의 구성을 단순화시킬 수 있다.

- [0081] 도 8에는 본 발명의 제4 실시예에 따른 프리즘 구조를 이용한 레이저가 도시되어 있다.
- [0082] 도 8에 도시된 바와 같이, 상기 레이저(800)는, 프리즘 구조의 레이저 매질(810 내지 830) 및 공진기 거울(840)을 포함한다.
- [0083] 상기 프리즘 구조의 레이저 매질은, 도 6과 같은 프리즘 구조(830)와 단위 프리즘 구조로서 도 3과 같은 프리즘 구조(810, 820)를 1 또는 2 이상 포함할 수 있다.
- [0084] 상기 단위 프리즘 구조(810 또는 820)는, 제1 입출사면부(812 또는 822), 제2 입출사면부(814 또는 824) 및 반사면부(810 또는 820)를 포함할 수 있다.
- [0085] 상기 단위 프리즘 구조(810 또는 820)는, 상기 제1 입출사면부(812 또는 822)부 및 제2 입출사면부(814 또는 824)를 통해 레이저 매질 내부로 광이 입사되고, 상기 레이저 매질 내부에서 외부로 광이 출사된다.
- [0086] 상기 반사면부(810 또는 820)는, 상기 제1 입출사면부(812 또는 822)를 통해 입사된 광을 전반사에 의해 레이저 매질 내에서 순환시킨 후 상기 제2 입출사면부(814 또는 824)를 통해 출사시키고, 상기 제2 입출사면부(814 또는 824)를 통해 입사된 광을 전반사에 의해 상기 레이저 매질 내에서 순환시킨 후 상기 제1 입출사면부(812 또는 822)를 통해 출사시킨다.
- [0087] 상기 프리즘 구조(810 내지 830)는, 도 6과 같은 프리즘 구조(830)의 입출사면부(832)를 통해 입사 또는 출사되는 광이, 상기 단위 프리즘 구조(820)의 제2 입출사면부(824)를 통해 출사 또는 입사되도록 하는 구조를 포함하여 레이저 매질 내에서의 광 진행 경로를 추가적으로 연장할 수 있다.
- [0088] 일 실시예에 있어서, 상기 프리즘 구조(810 내지 830)는, 상기 단위 프리즘 구조(810 또는 820)를 이용하여 제1 단위 프리즘 구조(810)의 제1 입출사면부(812)를 통해 입사되어 상기 제1 단위 프리즘 구조(810)의 제2 입출사면부(814)를 통해 출사되는 광이, 제2 단위 프리즘 구조(820)의 제1 입출사면부(822)를 통해 입사되도록 하는 직렬연결 방식에 의해, 최종 단위 프리즘 구조(820)의 제2 입출사면부(824)를 통해 출사되는 광이 도 6의 프리즘 구조(830)의 입출사면부(832)를 통해 입사되도록 할 수 있다.
- [0089] 한편, 도 8에는 2차원 평면상에서 직렬연결된 프리즘 구조가 도시되어 있으나, 상기 직렬연결 방식을 적용함에 있어서, 2차원 평면상에서만 뿐만 아니라, 본 발명이 적용되는 시스템 환경, 설계자 또는 제조자의 의도 등에 따라, 3차원적으로 연결될 수 있다. 예컨대, n 번째 단위 프리즘 구조와 $n+1$ 번째 단위 프리즘이 직렬연결되는 경우, 수직 방향으로 연결되도록 구현할 수 있다. 또한, 실시예에 따라, 직렬연결 상태의 프리즘 구조는 복수 개의 개별 단위 프리즘들을 연결하여 구현할 수 있으며, 하나의 단일한 프리즘 구조로도 구현할 수 있다.
- [0090] 한편, 앞서 언급한 바와 같이 본 발명에 따른 프리즘 구조를 이용한 레이저를 구현함에 있어서, 상술한 직각이등변삼각형 프리즘 구조뿐만 아니라, 레이저 매질 내부에서 충분한 광 진행 경로를 확보할 수 있는 한, 일반 삼각형, 직각삼각형, 다각형, 반원형, 삼각형의 꼭지점을 곡선 처리한 삼각형, 다각형에서 꼭지점들을 곡선 처리한 다각형 등, 다양한 형태의 프리즘 구조들이 사용될 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 레이저를 구현하기 위해서는, 2차원적 광 경로를 지니는 일반 프리즘 구조뿐만 아니라, 프리즘 내부에서 충분한 광 진행 경로를 확보할 수 있는 한, coner cube 등 3차원적 광 경로를 지니는 프리즘 구조 등 다양한 프리즘 구조가 사용될 수 있다. 또한, 레이저 빔의 직경에 따른 입출사면부의 길이, 구조, 프리즘 구조의 두께 등을 상황에 따라 변형하여 사용할 수 있다.
- [0091] 또한, 본 발명에 따른 프리즘 구조를 이용한 레이저는, 레이저 내부에서 발생하는 열적 왜곡 현상을 보상하기 위해 측면 곡선 가공 처리가 수행된 프리즘 구조를 이용할 수 있다. 즉, 프리즘 구조의 측면을 원형, 타원형, 포물선 등의 형태로 곡선 가공 처리하여 이용할 수 있다.
- [0092] 또한, 본 발명에 사용되는 프리즘 구조의 레이저 매질은, 능동 매질(active medium)을 지니는 고체, 액체 또는 기체 물질을 포함할 수 있다. 즉, 본 발명은 다양한 고체 레이저(solid state laser), 액체 레이저(liquid laser), 기체 레이저(gas laser) 등으로 구현할 수 있다. 예컨대, Nd:YAG, Nd:Glass, Ti:Sapphire, Ruby 레이저 등 다양한 고체 레이저나, GaAs계열, GaN계열 등 다양한 계열의 반도체 레이저(semiconductor laser)로 용이하게 제작할 수 있다. 그 이유는, 상기 고체 레이저 및 반도체 레이저는 레이저 매질의 굴절률을 알 수 있어 매질 내에서 전반사가 일어나는 각도를 계산함으로써 다양한 프리즘 구조의 공진기를 설계할 수 있기 때문이다.

또한, 일 실시예에 있어서, 프리즘 구조의 용기에 능동 매질을 포함하는 다양한 액체 물질 또는 기체 물질을 충전하는 경우, 상기 용기의 굴절률 내지 상기 용기와 충전 물질 간의 굴절률 차를 이용하여 전반사가 발생하도록 설계할 수 있다. 따라서, 색소 레이저(dye laser) 등 다양한 액체 레이저나 다양한 기체 레이저로 용이하게 제작할 수 있다.

[0093] 도 9a 및 도 9b에는 본 발명의 제5 실시예에 따른 프리즘 구조를 이용한 레이저가 도시되어 있다.

[0094] 도 9a에는 상기 레이저가 정면도로 도시되어 있으며, 도 9b에는 상기 레이저의 사시도로 도시되어 있다. 도 9a 및 도 9b에 도시된 바와 같이, 상기 레이저는, 프리즘 구조의 레이저 매질(910), 상기 레이저 매질(910)을 여기시키는 광펌핑부(920, 922), 및 상기 레이저 매질(910)을 냉각시키는 냉각부(930, 932)를 포함한다.

[0095] 상기 프리즘 구조의 레이저 매질(910)에 관해서는 상술한 설명들을 참조한다.

[0096] 상기 광펌핑부(920, 922)는, 상기 레이저 매질(910)을 여기시키기 위해 램프 광, 레이저 광, 반도체 레이저 광 등이나, 전류 또는 방전을 이용할 수 있다. 일 실시예에 있어서, 상기 광펌핑부(920, 922)는, 상기 레이저 매질(910)을 여기시키기 위한 펌프광을 제공하는 다이오드 레이저(diode laser)를 포함할 수 있다. 예컨대, 다이오드 레이저를 1 또는 2 이상 포함하여 다이오드 레이저 광을 사용하거나, 또는 다이오드 레이저 어레이를 1 또는 2 이상 이용할 수 있다. 일 실시예에 있어서, 상기 광펌핑부(920, 922)는 광에 의해 상기 레이저 매질(910)을 여기시키는 경우, 광섬유를 통한 광섬유 전송 방식을 이용할 수 있다.

[0097] 상기 냉각부(930, 932)는, 상기 레이저 매질(910) 내부에서의 광 순환 경로 면과 평행한 상기 레이저 매질(910)의 상부면 또는 하부면 또는 상하부 양면에서 상기 레이저 매질을 냉각시킬 수 있다. 본 발명에 따르면, 상기 레이저 매질(910)이 얇은 평면 형태로 제작될 수 있으며, 상기 냉각부(930, 932)는 상기 얇은 평면의 상하부에서 넓은 면적에 걸쳐 냉각을 수행할 수 있으므로 냉각 효율이 매우 우수하다. 이때, 상기 광펌핑부(920, 922)는, 상기 레이저 매질(910)의 측면에서 상기 레이저 매질을 여기시킬 수 있다. 일 실시예에 있어서, 상기 냉각부(930, 932)는, 펠티어 쿨러(peltier cooler) 또는 수랭식 쿨러(water cooler)를 사용하여 상기 레이저 매질(910)을 냉각시킬 수 있다. 예컨대, 상기 레이저 매질(910)의 상하부 면에 금속판을 붙인 후, 금속판을 물로 냉각시키거나 혹은 펠티어 쿨러를 함께 사용하여 냉각시킬 수 있다.

[0098] 도 9a 및 도 9b에서, 상기 광펌핑부(920, 922)는 상기 레이저 매질(910)의 측면에서 상기 레이저 매질(910)을 여기시키고 있으나, 실시예에 따라 상부 또는 하부, 또는 상하부, 또는 상, 하부 및 측면의 조합으로 여기시킬 수 있다. 일 실시예에 있어서, 상기 광펌핑부(920, 922)가 상기 레이저 매질(910)의 상부 또는 하부에서 여기시키는 경우, 상기 냉각부(930, 932)에는 펌프광이 통과할 수 있는 홀(hole)이 형성되어 있고, 상기 광펌핑부(920, 922)는, 상기 홀을 통해 펌프광을 방출하여 상기 레이저 매질(910)을 여기시킬 수 있다.

[0099] 앞서 언급한 바와 같이, 기존의 디스크 레이저의 경우 광이 상하로 움직이며 진행하기 때문에 열적인 문제로 인한 공간 왜곡이 발생하는 경우 광축이 달라지게 되는 문제점이 있다. 즉, 레이저 거울의 정열 상태와 빛의 진행 경로 간에 차이가 발생함으로써 레이저 거울의 정열이 흐트러지고 레이저 발진이 발생되지 않는 문제점이 있다.

[0100] 그러나, 본 발명의 경우, 프리즘 구조의 레이저 매질 내에서 광이 측면으로 진행하며 이동하기 때문에 광 경로가 그대로 유지되며, 또한 레이저 매질 내부에서 전반사에 의해 광이 진행되므로 다수의 거울을 정열하여 배치할 필요가 없어 열적 왜곡으로 인한 문제를 최소화시킬 수 있는 이점을 제공한다.

[0101] 상술한 바와 같이, 본 발명은, 프리즘 구조의 레이저 매질로 입사된 광을 전반사를 이용하여 진행시킴으로써, 다수의 전반사 거울 없이 단순한 구조의 레이저 구현을 가능하게 하고 열적 왜곡을 방지하는 이점을 제공한다. 또한, 상기 입사된 광이 상기 프리즘 구조의 레이저 매질 영역을 전체적으로 순환하도록 하여 충분히 긴 광 경로를 확보함으로써, 고출력 레이저 빔 생성을 가능하게 하고 공간 및 자원 효율성을 개선하는 이점을 제공한다. 나아가, 얇은 평면 형태로 레이저 매질을 구현할 수 있도록 함으로써, 레이저 매질의 상하 양면에서 효율적 냉각 내지 온도 조절을 가능하게 하는 이점을 제공한다.

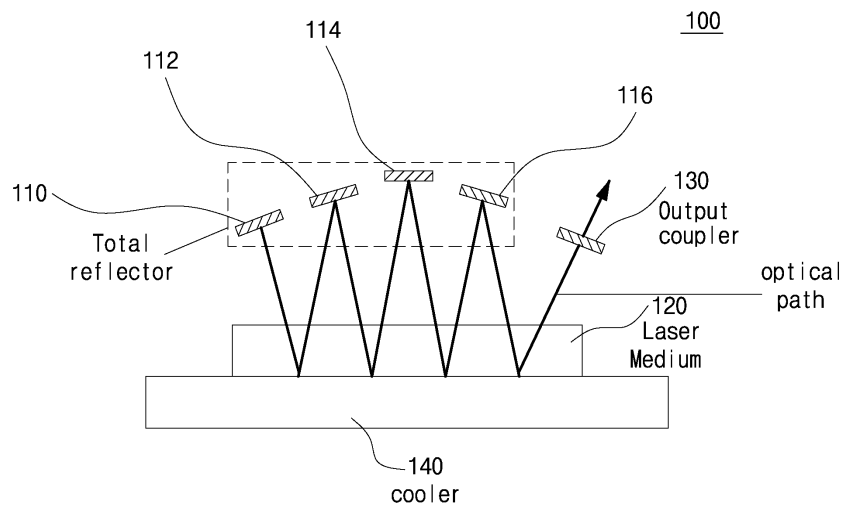
[0102] 지금까지 본 발명에 대해 실시예들을 참고하여 설명하였다. 그러나 당업자라면 본 발명의 본질적인 기술적 사상으로부터 벗어나지 않는 범위에서 본 발명이 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 즉, 본 발명의 진정한 기술적 범위는 첨부된 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 균등범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

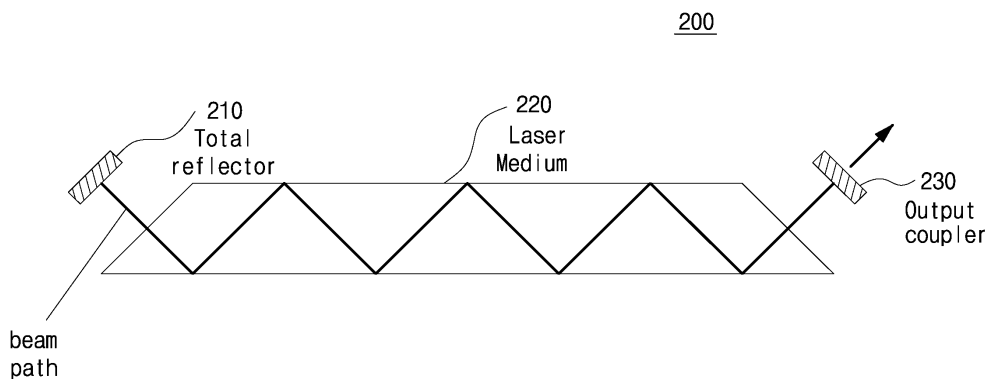
- [0103] 도 1은 기존의 디스크 레이저를 나타낸 도면.
- [0104] 도 2는 기존의 슬랩 레이저를 나타낸 도면.
- [0105] 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 프리즘 구조를 이용한 레이저를 나타낸 도면.
- [0106] 도 4a 및 도 4b는 도 3의 레이저 매질 내에서의 광 진행 경로를 나타낸 도면.
- [0107] 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 프리즘 구조를 이용한 레이저를 나타낸 도면.
- [0108] 도 6은 본 발명의 제3 실시예에 따른 프리즘 구조를 이용한 레이저를 나타낸 도면.
- [0109] 도 7은 도 6의 레이저 매질 내에서의 광 진행 경로를 나타낸 도면.
- [0110] 도 8은 본 발명의 제4 실시예에 따른 프리즘 구조를 이용한 레이저를 나타낸 도면.
- [0111] 도 9a 및 도 9b는 본 발명의 제5 실시예에 따른 프리즘 구조를 이용한 레이저를 나타낸 도면.

도면

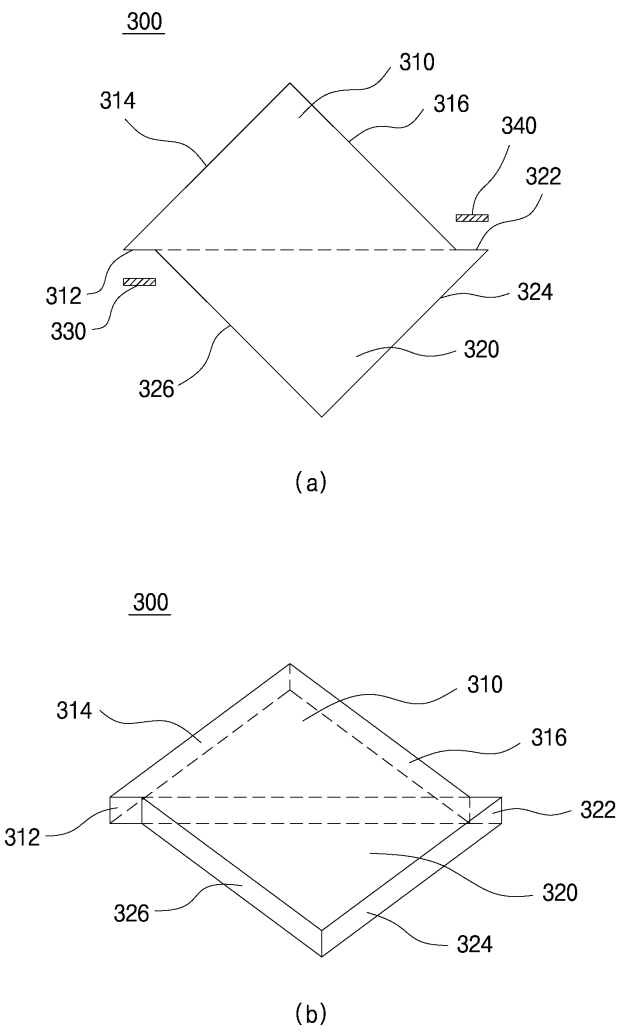
도면1



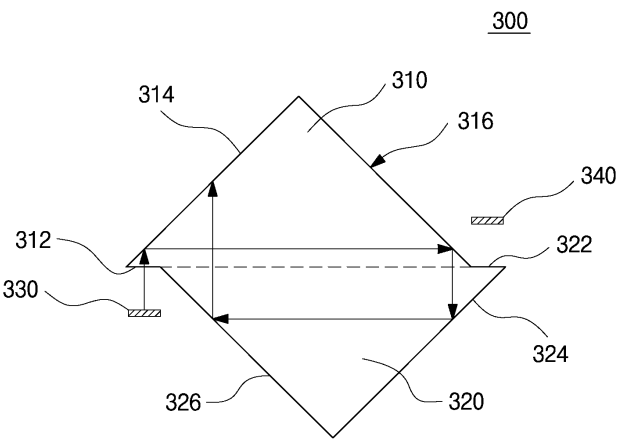
도면2



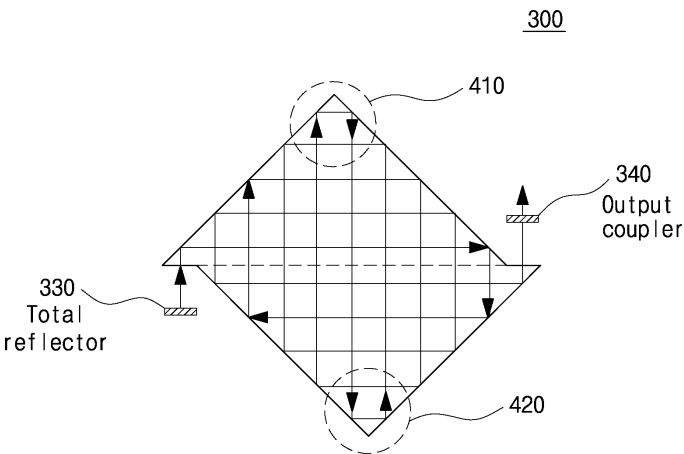
도면3



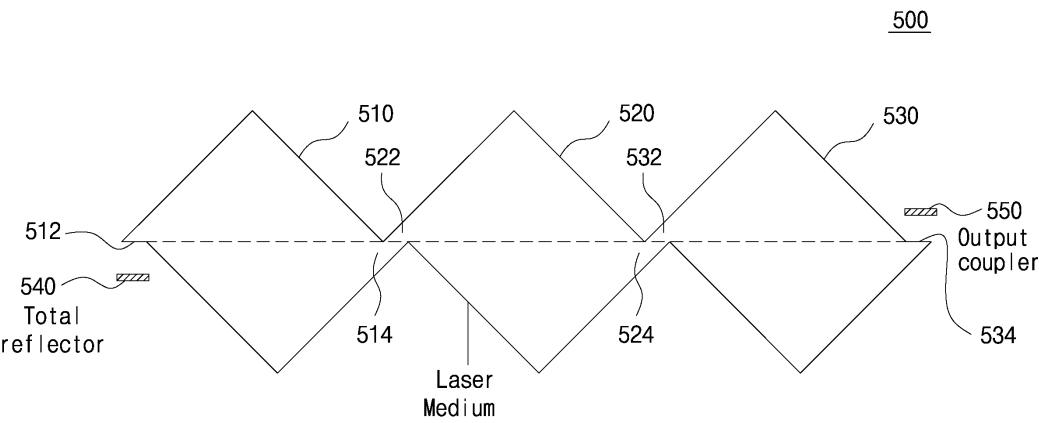
도면4a



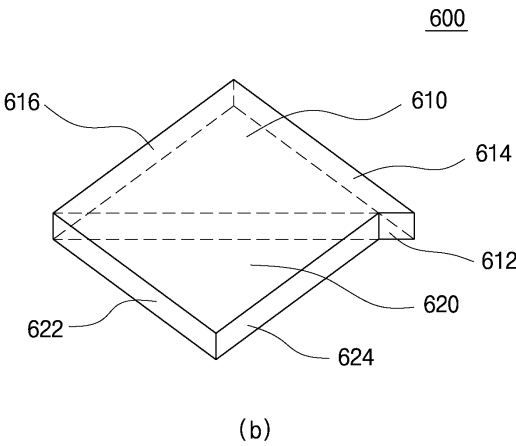
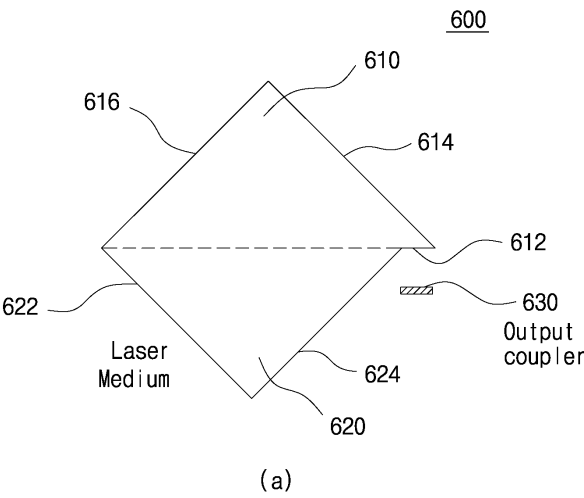
도면4b



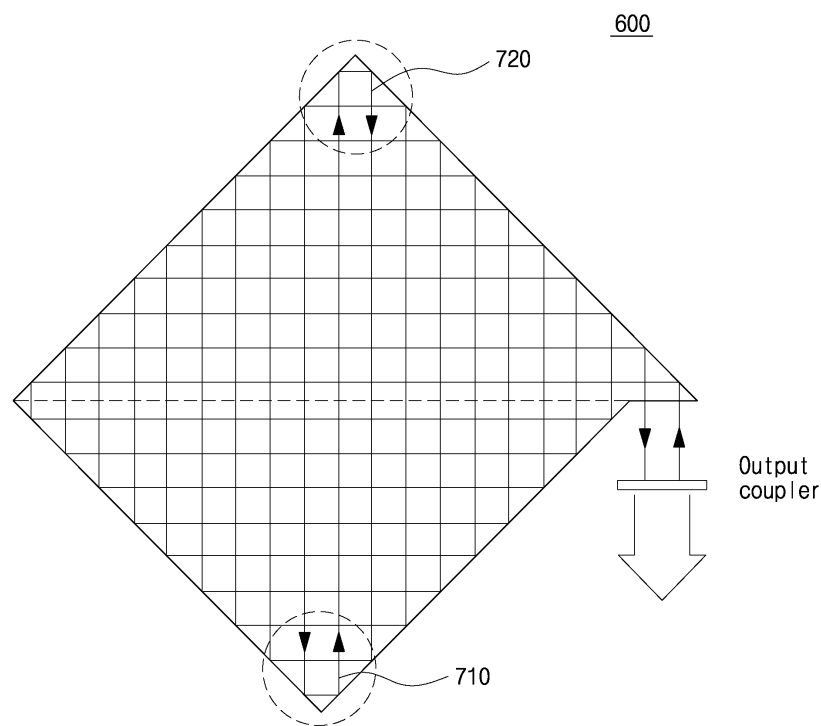
도면5



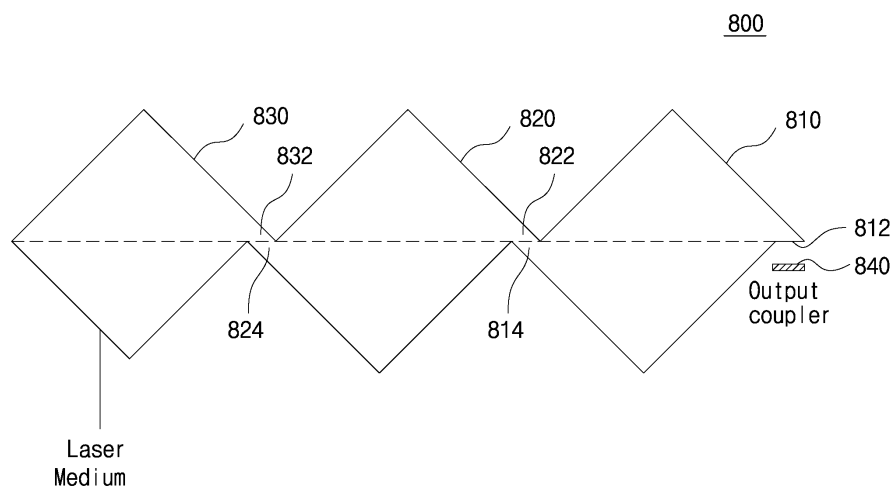
도면6



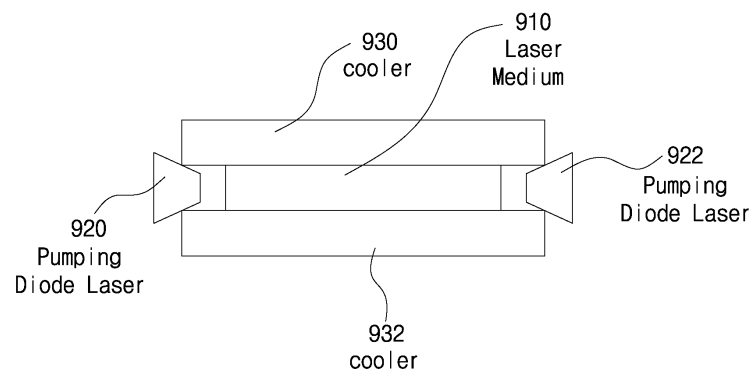
도면7



도면8



도면9a



도면9b

