



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0052920
(43) 공개일자 2012년05월24일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01S 3/10 (2006.01) H01S 3/067 (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2012-0046204(분할)</p> <p>(22) 출원일자 2012년05월02일
심사청구일자 없음</p> <p>(62) 원출원 특허 10-2010-0052722
원출원일자 2010년06월04일
심사청구일자 2010년06월04일</p> | <p>(71) 출원인
한양대학교 산학협력단
서울 성동구 행당동 17 한양대학교 내</p> <p>(72) 발명자
김륜경
서울특별시 성동구 행당동 17 한양대학교 자연과
학대학 물리학과 414호</p> <p>한영근
서울특별시 성동구 행당동 17 한양대학교 자연과
학대학 물리학 448호</p> <p>권오장
서울특별시 성동구 행당동 17 한양대학교 자연과
학대학 물리학과 414호</p> <p>(74) 대리인
특허법인무한</p> |
|---|--|

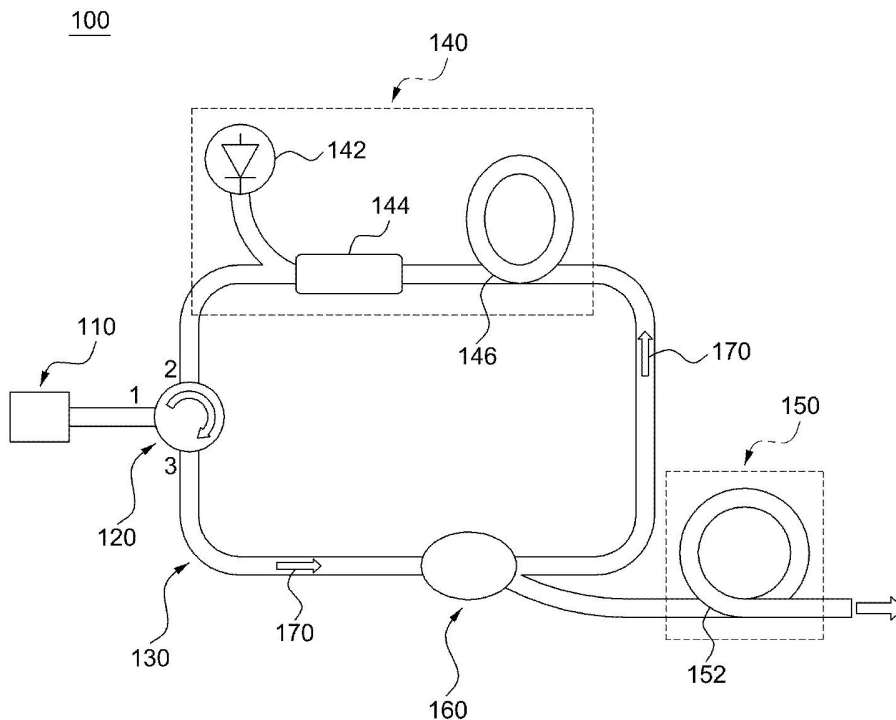
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 **고출력 펄스파 레이저 발생 및 이의 연속파 레이저 변환 시스템**

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 고출력 펄스파 레이저 발생 및 이의 연속파 레이저 변환 시스템은, 레이저 출력을 발생시키는 발진부, 발진부와 광섬유 루프를 연결하는 연결부, 광섬유 루프 상에서 레이저 출력을 증폭시키는 증폭부, 광섬유 루프 상에 위치하여 펄스파형 레이저 출력을 연속파형 레이저 출력으로 변환시키는 변환부, 및 연결부와 변환부 사이에 위치하여 레이저 출력의 일부를 변환부로 분기시키는 출력부를 포함한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 고출력 펄스파 레이저 발생 및 이의 연속파 레이저 변환 시스템에 따르면, 간단한 구조로 소형으로 형성될 수 있으며, 안정적이고 높은 재현성을 가지면서 고출력 레이저 출력을 얻을 수 있을 뿐만 아니라, 간단하게 펄스파를 연속파로 변환할 수 있으므로 필요성에 따라 고출력의 펄스파와 연속파 레이저 출력을 모두 얻을 수 있다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

발전부로부터 발생된 레이저 출력을 순환시키기 위한 광섬유;
 순환되는 상기 레이저 출력을 증폭시키는 증폭부; 및
 순환되는 상기 레이저 출력이 단일 방향으로 진행하도록 하는 광 아이솔레이터;
 를 포함하는 고휒력 레이저 발생 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 고휒력 펄스와 레이저 발생 및 이의 연속과 레이저 변환 시스템에 관한 것으로, 구체적으로 저출력 펄스와 레이저를 고휒력 펄스와 레이저로 증폭시키고, 또한 상기 고휒력 펄스와 레이저를 고휒력 연속과 레이저로 변환시킬 수 있는 고휒력 펄스와 레이저 발생 및 이의 연속과 레이저 변환 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 광 레이저 기술은 의료용 생체 진단 및 감지 기술, 광센서 기술, 광통신 기술뿐만 아니라 군사용 무기 기술, 마이크로파 무선통신 기술, 산업용 마킹/절삭 기술 등 다양한 분야에 적용되고 있다.

[0003] 특히 고휒력 펄스와 레이저는 마킹, material 프로세싱, 리모트(remote) 센싱 또는 형광 분광학 등의 분야에서 널리 이용되고 있으며, 고휒력 연속과 레이저는 통신 시스템, 분광학 또는 공간섭 단층 촬영(OCT)을 포함하는 이미징 등의 분야에서 널리 이용되고 있다.

[0004] 일반적으로 고휒력 펄스와 또는 연속파를 발생시키는 레이저 시스템은 단일 종 모드(single-longitudinal mode) 반도체 레이저를 이용한다. 특히, 외부 공진기 구조의 반도체 다이오드 레이저는 파장가변의 용이함과 좁은 선폭 특성을 모두 만족시킬 수 있지만, 레이저빔의 출력이 수 내지 수십 mW로 제한되고 있다는 단점을 극복하기 위하여 외부 공진기 구조의 다이오드 레이저를 주 발전기(Master Oscillator; MO)로 사용하고 테이퍼드형 반도체 소자(Tapered semiconductor gain medium)를 출력 증폭기(Power Amplifier; PA)로 사용하는 MOPA 레이저 시스템을 구성하여 수백 mW 이상의 출력을 가진 단일 종 모드 레이저빔을 얻는 방법이 이용되고 있다.

[0005] 도 6은 종래 고휒력 펄스와 레이저 시스템의 구성도로서, DFB(gain-switched distributed feedback) 레이저 다이오드를 주 발전기로 사용하고 3mm의 테이퍼드형 부분을 포함하고 있는 InGaAs/GaAsP의 반도체 광 증폭기를 출력 증폭기로 사용하여 고휒력 펄스와 레이저빔을 얻는다.

[0006] 도 6을 참조하여, DFB 레이저 다이오드(11)는 피코초(picosecond)의 펄스를 발생시키는데, 주 발전기(MO)로서 출사된 레이저 빔은 8mm 초점거리의 렌즈(12)를 통하여 모아져서 광 아이솔레이터(13)를 지나서 출력 증폭기(PA) 부분의 ridge-waveguide 부분(14)에 렌즈(12)를 통하여 포커싱 된다. 그리고, 출력 증폭기(PA) 부분의 테이퍼드된 도파로(15)를 지남으로써 그 출력이 증폭되고 다시 렌즈(12)를 통하여 모아짐으로써 레이저 빔의 출력 특성을 파악할 수 있다.

[0007] 그러나, 이러한 종래 고휒력 펄스와 레이저 시스템의 경우에는 고가의 반도체 공정 장비와 복잡한 반도체 공정 과정을 필요로 한다. 또한, 벌크형의 시스템이므로 다수의 렌즈를 이용하여 레이저빔을 결합시키므로 결합 효율이 비교적 좋지 않다는 문제점이 있다. 뿐만 아니라, 선형적인 레이저 시스템에서는 주 발전기의 파워 증폭 부분을 한 번 거치게 되므로 레이저광의 증폭 효율이 높지 않다는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 목적은, 광섬유를 이용하여 발진기 부분과 증폭기 부분의 높은 결합효율을 가질 수 있도록 하여 안정적이고 재현성이 좋은 출력을 얻을 수 있는 고출력 펄스파 레이저 발생 및 이의 연속파 레이저 변환 시스템을 제공하는데 있다.
- [0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 다른 목적은, 루프 형태의 광섬유 공진기를 구성함으로써 하나의 증폭기만으로 높은 출력을 얻을 수 있는 고출력 펄스파 레이저 발생 및 이의 연속파 레이저 변환 시스템을 제공하는데 있다.
- [0010] 본 발명의 일 실시예에 따른 또 다른 목적은, 간단한 구성으로 소형으로 구현될 수 있는 고출력 펄스파 레이저 발생 및 이의 연속파 레이저 변환 시스템을 제공하는데 있다.
- [0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 목적은, 펄스파를 연속파로 변환할 수 있도록 하여 필요에 따라 고출력의 펄스파와 연속파를 얻을 수 있는 고출력 펄스파 레이저 발생 및 이의 연속파 레이저 변환 시스템을 제공하는데 있다.
- [0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 다른 목적은, 다양한 회토류계 원소를 이용하여 광섬유 증폭기를 구성함으로써 특정 파장 또는 동시에 여러 파장에서의 레이저 출력을 얻을 수 있는 고출력 펄스파 레이저 발생 및 이의 연속파 레이저 변환 시스템을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명의 일 실시예에 따른 고출력 펄스파 레이저 발생 및 이의 연속파 레이저 변환 시스템은, 레이저 출력을 발생시키는 발진부, 상기 발진부와 광섬유 루프를 연결시키는 연결부, 및 상기 광섬유 루프 상에서 상기 레이저 출력을 증폭시키는 증폭부를 포함하고, 상기 레이저 출력은 광섬유 루프를 순환하면서 상기 증폭부에 의해 반복적으로 증폭될 수 있다.
- [0014] *본 발명의 일 실시예에 따른 고출력 펄스파 레이저 발생 및 이의 연속파 레이저 변환 시스템은 변환부를 더 포함할 수 있으며, 상기 변환부는 광섬유 루프 상에 위치하여 펄스파형 레이저 출력을 연속파형 레이저 출력으로 변환시킬 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 고출력 펄스파 레이저 발생 및 이의 연속파 레이저 변환 시스템은 출력부를 더 포함할 수 있으며, 출력부는 연결부와 변환부 사이에 위치하여 레이저 출력의 일부를 변환부로 분기시킬 수 있다.
- [0016] 바람직하게, 발진부는 펄스파형 출력을 위해 이득 스위칭 될 수 있는 반도체 레이저 다이오드일 수 있다. 상기 반도체 레이저 다이오드는 단일 종 모드 형태의 DFB(distributed feedback) 반도체 레이저 다이오드일 수 있다. 또는 상기 반도체 레이저 다이오드는 다수의 종 모드 형태의 FP(Fabry-Perot) 반도체 레이저 다이오드일 수 있으며, 상기 FP 반도체 레이저 다이오드는 선평이 좁은 광섬유 격자에 의해 외부 공진기 구조의 레이저를 구현할 수 있다.
- [0017] 상기 연결부는 발진부로부터의 레이저 출력이 제1포트, 제2포트 및 제3포트로 순차적으로 진행할 수 있도록 하는 광 써큘레이터일 수 있으며, 상기 발진부는 제1포트에 연결되고, 상기 증폭부는 제2포트에 연결될 수 있으며, 상기 제3포트는 출력부에 연결될 수 있다.
- [0018] 상기 증폭부는, 출력 레이저와 다른 파장을 가지는 펌핑광을 제공하는 펌프 레이저 다이오드, 상기 레이저 출력을 증폭시키는 증폭 광섬유, 및 연결부, 증폭 광섬유 및 펌프 레이저 다이오드를 연결하는 파장분할다중화 커플러를 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 증폭 광섬유는 회토류계 원소를 포함할 수 있으며, 상기 회토류계 원소는 상기 펌핑광에 의해 원자의 밀도반전이 일어남으로써 레이저 출력을 증폭시킬 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 고출력 펄스파 레이저 발생 및 이의 연속파 레이저 변환 시스템은 광 아이솔레이터를 더 포함할 수 있으며, 상기 광 아이솔레이터는 광섬유 루프 상에 위치하여 레이저 출력이 단일 방향으로

진행할 수 있도록 한다.

- [0021] 상기 출력부는 상기 출력 레이저의 일부를 분기시킬 수 있는 광 커플러이고, 상기 광 커플러는 90:10 내지 50:50의 비율로 출력을 분기시킬 수 있으며, 입력 대 출력 포트가 1:2 또는 2:2로 구성될 수 있다.
- [0022] 상기 변환부는 분산값이 큰 분산 광섬유를 포함할 수 있으며, 상기 분산 광섬유는 연속파형 레이저 출력의 펄스퍼짐 현상을 야기함으로써, 펄스파를 연속파로 변환시킬 수 있다.
- [0023] 바람직하게, 상기 분산 광섬유는 출력부의 일 단에 연결되어, 펄스 반복율과 전체 파장대역에 의해 분산량을 결정할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 고휘력 펄스파 레이저 발생 시스템은, 발진부로부터 발생된 레이저 출력을 순환시키기 위한 광섬유; 순환되는 상기 레이저 출력을 증폭시키는 증폭부; 및 순환되는 상기 레이저 출력이 단일 방향으로 진행하도록 하는 광 아이솔레이터;를 포함할 수도 있다.
- [0025] 상기 고휘력 레이저 발생 시스템은, 펄스파형 레이저 출력을 연속파형 레이저 출력으로 변환시키는 변환부로, 상기 레이저 출력의 일부를 분기시키는 출력부를 더 포함할 수도 있다.
- [0026] 상기 출력부는 상기 출력 레이저의 일부를 분기시키는 광 커플러이며, 상기 광 커플러는 90:10 내지 50:50의 비율로 출력을 분기시키며, 입력 대 출력포트가 1:2 또는 2:2일 수 있다.
- [0027] 상기 광섬유는 루프 형태일 수 있다.

발명의 효과

- [0028] 본 발명의 일 실시예에 따른 고휘력 펄스파 레이저 발생 및 이의 연속파 레이저 변환 시스템에 의하면, 광섬유를 이용하여 발진기 부분과 증폭기 부분의 높은 결합효율을 가질 수 있어 안정적이고 재현성이 좋도록 고휘력을 얻을 수 있는 효과가 있다.
- [0029] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 고휘력 펄스파 레이저 발생 및 이의 연속파 레이저 변환 시스템에 의하면, 루프 형태의 광섬유 공진기를 구성함으로써 하나의 증폭기만으로 높은 출력을 얻을 수 있다는 장점이 있다.
- [0030] 본 발명의 일 실시예에 따른 고휘력 펄스파 레이저 발생 및 이의 연속파 레이저 변환 시스템에 의하면, 광섬유를 이용하여 소형으로 간단하게 구성할 수 있는 효과가 있다.
- [0031] 그리고, 본 발명의 일 실시예에 따른 고휘력 펄스파 레이저 발생 및 이의 연속파 레이저 변환 시스템에 의하면, 펄스파를 연속파로 용이하게 변환할 수 있으며, 필요에 따라 고휘력의 펄스파와 연속파를 얻을 수 있다는 효과가 있다.
- [0032] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 고휘력 펄스파 레이저 발생 및 이의 연속파 레이저 변환 시스템에 의하면, 다양한 회로류계 원소를 이용하여 광섬유 증폭기를 구성함으로써 특정 파장 또는 동시에 여러 파장에서의 레이저 출력이 가능하다는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0033] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 고휘력 펄스파 레이저 발생 및 이의 연속파 레이저 변환 시스템의 구성도이다;
- 도 2는 단일 중 모드를 가지는 반도체 레이저 다이오드의 평면도, 단면도 동작도이다;
- 도 3은 단일 중 모드를 가지는 반도체 레이저 다이오드의 다른 실시예를 나타내는 평면도, 단면도, 동작도이다;
- 도 4는 증폭부의 동작 메커니즘을 도시하는 그래프이다;
- 도 5는 펄스파 레이저와 연속파 레이저의 시간에 따른 크기를 도시한 그래프이다;
- 도 6은 종래의 고휘력 펄스파 레이저 시스템의 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

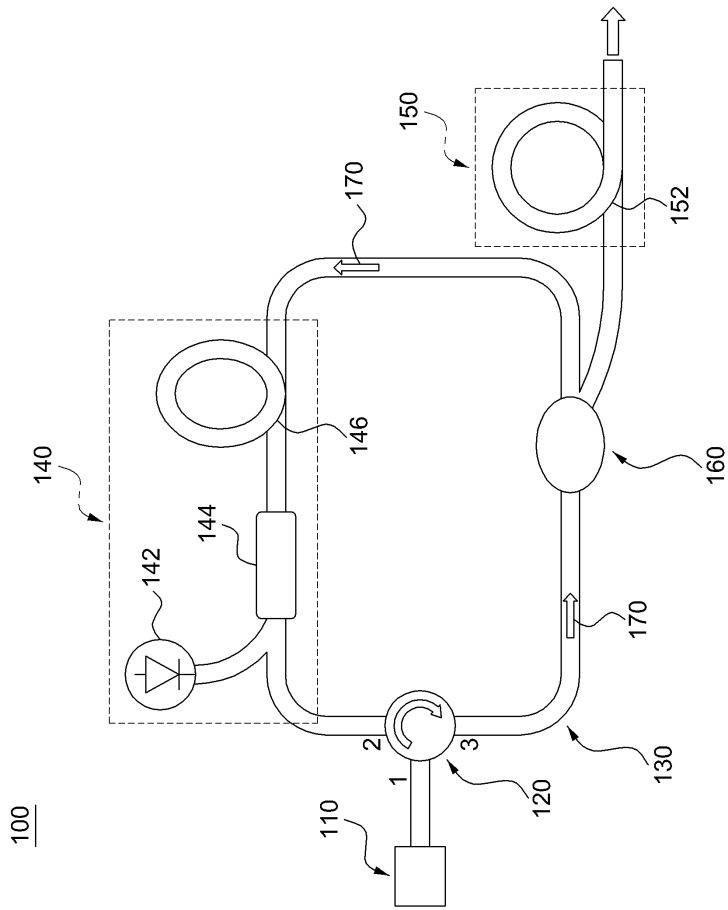
- [0034] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 구성 및 적용에 관하여 상세히 설명한다.
- [0035] 이하의 설명은 특허 청구 가능한 본 발명의 여러 태양(aspects) 중 하나이며, 하기의 기술(description)은 본 발명에 대한 상세한 기술(detailed description)의 일부를 이룬다.
- [0036] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 고출력 펄스와 레이저 발생 및 이의 연속과 레이저 변환 시스템(100)의 구성도이고, 도 2는 발진부인 단일 중 모드를 가지는 레이저 반도체 다이오드를 도시하고, 도 3은 발진부인 단일 중 모드를 가지는 레이저 반도체 다이오드의 다른 예를 도시한다. 도 4는 증폭부의 동작 메커니즘을 나타내는 그래프이고, 도 5는 펄스와 및 연속과 레이저의 시간에 따른 크기를 도시한 그래프이다.
- [0037] 도 1을 참조하여, 고출력 펄스와 레이저 발생 및 이의 연속과 레이저 변환 시스템(100)은 레이저 출력을 발생시키는 발진부(110), 발진부(110)와 광섬유 루프(130)를 연결하는 연결부(120), 광섬유 루프(130) 상에서 레이저 출력을 증폭시키는 증폭부(140), 광섬유 루프(130) 상에 위치하여 펄스파형 레이저 출력을 연속파형 레이저 출력으로 변환시키는 변환부(150), 및 연결부(120)와 변환부(150) 사이에 위치하여 레이저 출력의 일부를 변환부(150)로 분기시키는 출력부(160)를 포함한다.
- [0038] 고출력 펄스와 레이저 발생 및 이의 연속과 레이저 변환 시스템(100)은 루프 형태로 구성되어 고출력 펄스파형 레이저를 발생시키기 위한 부분과 상기 펄스파형 레이저를 연속파형 레이저 출력광으로 변환시키기 위한 부분으로 구분할 수 있다. 발진부(110), 연결부(120), 광섬유 루프(130), 증폭부(140) 및 출력부(160)는 고출력 펄스파형 레이저를 발생시키고, 변환부(150)는 펄스파형 레이저를 연속파형 레이저로 변환시킨다.
- [0039] 도 2를 참조하여, 발진부(110)는 단일 중 모드를 갖는 반도체 레이저 다이오드일 수 있다. 도 2(a)는 평면도, (b)는 정면도 및 (c)는 동작도를 도시한다.
- [0040] 단일 중 모드를 갖는 반도체 레이저 다이오드는 고출력 펄스와 레이저 발생 및 이의 연속과 레이저 변환 시스템(100)에서 주 발진기(MO) 부분의 시드 레이저(seed laser)를 발생시키며, DFB(distributed feedback) 레이저 다이오드(112)에 광섬유(180)가 함께 연결되어 구성될 수 있다. DFB 반도체 레이저 다이오드(112)는 자체의 공진기에서 하나의 파장(λ_1)의 레이저광이 나와 광섬유 코어를 따라 진행하게 된다. 상기 DFB 반도체 레이저 다이오드(112)의 출력광은 광섬유에서 빛이 진행하도록 굴절률이 더 높게 이루어진 코어층으로 잘 입사되도록 연결될 수 있다.
- [0041] 도 3을 참조하여, 발진부(110)는 다수 중 모드 형태의 반도체 레이저 다이오드일 수 있다. 도 3(a)는 평면도, (b)는 정면도 및 (c)는 동작도를 도시한다.
- [0042] 다수 중 모드 형태의 반도체 레이저 다이오드는 FB(Fabry-Perot) 반도체 레이저 다이오드(114)일 수 있으며, 이는 광섬유(180)와 함께 연결되어 있으며, 광섬유(180)의 일부에는 광섬유 브래그 격자(182)가 구성되어 있다. 격자(182)는 주 발진기 부분의 시드 레이저가 하나의 파장만을 가지도록 구현하기 위하여 외부 공진기용 반사경으로서 구성된 것으로서 반사율이 100%가 아닌 것이 바람직하다.
- [0043] 상기 격자(182)는 굴절률이 n_1 과 n_2 값을 갖는 주기적인 여러 층들로 이루어진 주기(Λ)를 갖는 단주기형으로서 주기에 해당하는 반사 피크를 갖는다. 상기 격자의 제작은 광섬유(180)에 위상마스크를 정렬시키고 자외선(UV)을 조사시킴으로써 광섬유의 내부에 격자가 생성될 수 있다. 상기 격자에 있어서, 주기에 따른 발진파장(λ)은 아래와 같이 격자의 주기(Λ)와 광섬유 코어의 유효굴절률(n_{eff})에 따라서 결정된다.
- [0044]
$$\lambda = 2 n_{eff} \Lambda$$
- [0045] 따라서, 상기 광섬유 브래그 격자는 주기(Λ)와 광섬유의 유효굴절률(n_{eff})에 의하여 파장(λ_1)이 반사되도록 이루어져 있다. 상기 격자(182)는 광섬유(180)의 코어층에 형성되는 것이 바람직하다. 상기 FP(Fabry-Perot) 반도체 레이저 다이오드(114)는 한쪽 면이 높은 반사(High Reflection, HR) 코팅되어 있고, 다른 한쪽 면이 무반사(Anti Reflection, AR) 코팅되어 있어서 자체 공진기가 형성되지 않고 상기 반사피크를 갖는 외부 공진기용 격자(182)와 함께 공진기로 구현된다. 상기 FP 반도체 레이저 다이오드(114)에서 나오는 다수의 파장($\lambda_1 \sim \lambda_n$)의 레이저 출력광이 광섬유의 코어층을 따라 진행하다가 Λ 의 주기를 갖는 격자부분에서 파장 λ_1 이 일부 반사되어 상기 FP 반도체 레이저 다이오드(114)로 되돌아가게 됨으로써, 상기 FP 반도체 레이저 다이오드(114)와 상기 격자(182) 사이에 파장 λ_1 에서 공진현상이 일어나게 된다. 이때, 상기 격자(182)의 반

사율은 100%가 아니므로, 외부 공진기의 출력단으로 발진 파장 λ_1 의 레이저 출력광이 나오게 된다.

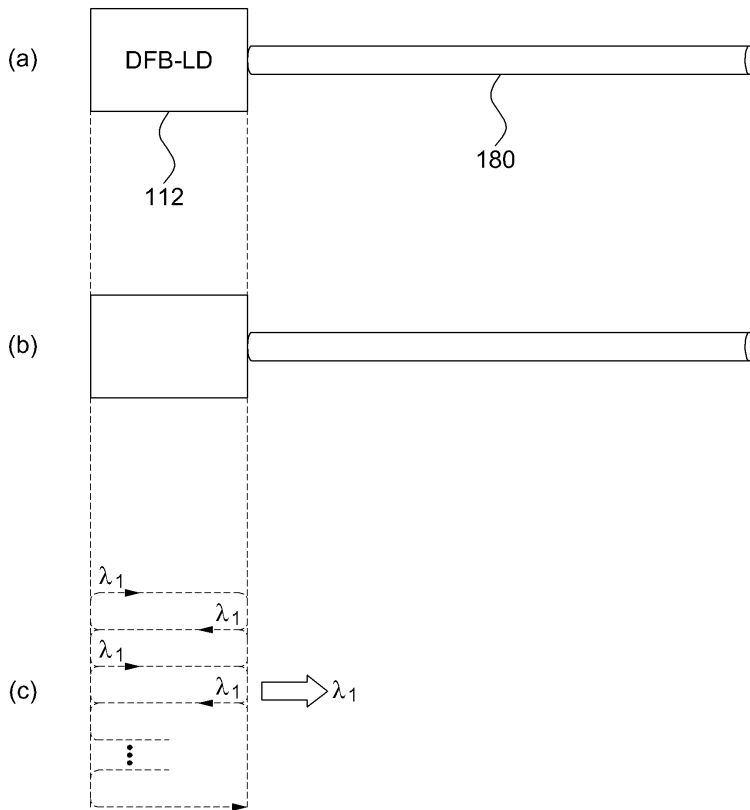
- [0046] 다시 도 1을 참조하여, 단일 증 모드를 가지는 반도체 레이저 다이오드인 발진부(110)가 이득 스위칭(gain-switching)에 의하여 피코초(picosecond)의 펄스파 레이저광을 출력하면, 이러한 출력광은 증폭을 위한 증폭부(140)에서 증폭된다.
- [0047] 고출력 펄스파 레이저 발생 및 이의 연속파 레이저 변환 시스템(100)은 광섬유를 포함하여 구성되며, 이러한 광섬유는 광섬유 루프(130)를 형성한다. 레이저 출력이 광섬유 루프(130)를 계속하여 단일 방향으로 돌게 되어 증폭부(140)를 반복적으로 지나면서 크게 증폭이 이루어진다. 이는 선형의 고출력 레이저 시스템에서 시드 레이저의 레이저 출력이 하나의 증폭기를 한번 지나면서 그 출력이 증폭되는 구조인 것과 비교하여 증폭 효율이 크게 향상될 수 있는 장점이 있다. 또한, 종래의 벌크 형태의 고출력 레이저 시스템에서 시드 레이저와 출력 증폭기 사이에 다수의 렌즈를 결합함으로써 레이저광의 일부를 손실하는 구조인 것과 비교하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 고출력 펄스파 레이저 발생 및 이의 연속파 레이저 변환 시스템(100)은 광섬유를 포함하여 이루어져 있으므로 레이저 출력이 손실 없이 진행함에 따라 높은 출력 파워를 효율적으로 얻을 수 있는 장점이 있다.
- [0048] 발진부(110)와 광섬유 루프(130) 사이에는 연결부(120)가 위치하며, 이러한 연결부(120)는 광 써클레이터일 수 있다. 구체적으로, 발진부(110)와 증폭부(140) 사이에 연결부(120)를 이용하여 발진부(110)에서 발생하는 레이저 출력이 연결부(120)인 광 써클레이터의 제1 포트에 연결되어 제2 포트의 광섬유로 진행하고, 제2 포트에 연결된 증폭부(140)에서 레이저 출력이 증폭된 후 제3 포트의 광섬유로 진행하여 이에 연결된 출력부(160)인 광 커플러를 통하여 일부의 레이저 출력은 출력되고 나머지 레이저 출력은 다시 광섬유 루프(130)를 따라서 증폭부(140)를 지나면서 반복적으로 레이저 출력이 증폭될 수 있다. 그러므로, 본 발명의 일 실시예에 따른 고출력 펄스파 레이저 발생 및 이의 연속파 레이저 변환 시스템(100)에서는 레이저 출력이 계속적으로 증폭됨으로써 고출력의 펄스파 레이저 발생이 이루어질 수 있다.
- [0049] 고출력 펄스파 레이저 발생 및 이의 연속파 레이저 변환 시스템(100)은 광섬유 루프(130)를 따라서 진행되는 레이저 출력이 단일 방향으로만 흐르도록 하는 광 아이솔레이터(170)를 포함할 수 있다.
- [0050] 증폭부(140)는 출력 레이저와 다른 파장을 가지는 펌핑광을 제공하는 펌프 레이저 다이오드(142), 레이저 출력을 증폭시키는 증폭 광섬유(146) 및 연결부(120), 증폭 광섬유(146), 펌프 레이저 다이오드(142)를 연결하는 파장분할다중화 커플러(144)를 포함할 수 있다.
- [0051] 구체적으로, 증폭부(140)는 펌프 레이저 다이오드(142)와 이를 광섬유 루프(130)에 연결하기 위한 파장분할다중화 커플러(144) 및 레이저 출력을 증폭시키는 증폭 광섬유(146)를 포함하는데, 이의 동작 원리는 다음과 같다.
- [0052] 펌프 레이저 다이오드(142)에서 출력되는 레이저광은 회토류계 원소가 첨가된 증폭 광섬유(146)와 연결된 파장분할다중화 커플러(144)를 통하여 펌핑광을 넣어주는 역할을 한다. 펌핑광에 의해 원자의 밀도반전이 일어나고 회토류계 원소의 종류에 따라서 어느 특정 파장 대역의 레이저광을 방출하면서 그 출력이 증폭한다. 이때, 회토류계 원소는 발진부(110)의 시드레이저인 레이저 출력의 파장과 동일한 파장대역의 레이저광을 방출하는 것을 이용하는 것이 바람직하다. 펌프 레이저 다이오드(142)는, 발진부(110)의 레이저 출력과 증폭 광섬유(146)에서 출력되는 레이저광이 동일 파장대역을 가지는 것과 달리, 다른 파장을 가지기 때문에 파장분할다중화 광 커플러(144)가 이용된다.
- [0053] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 고출력 펄스파 레이저 발생 및 이의 연속파 레이저 변환 시스템(100)의 증폭부(140)의 동작 메커니즘을 도시하며, 회토류계 원소인 어븀(erbium)이 첨가된 증폭 광섬유의 밀도반전이 일어나는 에너지 레벨을 도시한다. 이는 펌프 레이저 다이오드(142)를 이용하여 일반적인 실리카(silica) 광섬유에 어븀 원소가 첨가된 증폭 광섬유(146)에 파장분할다중화 광 커플러(144)를 통하여 펌핑광을 넣어줌으로써 동작하는데, 바닥 상태의 원자가 맨 위 준위 ($^4I_{11/2}$)로 올라가서 빠르게 두 번째 준위 ($^4I_{13/2}$)로 전이하고 이에 머물고 있는 원자들은 세 번째 준위 ($^4I_{15/2}$)로 전이하면서 1.55 μm 파장의 증폭된 레이저광을 방출한다.
- [0054] 출력부(160)인 광 커플러를 통하여 출력된 일부의 레이저 출력은 루프 광섬유(130) 레이저 출력을 분석하기 위하여 파워미터 또는 광 스펙트럼 분석기(OSA)와 포토 디텍터(photodetector)를 통한 오실로스코프 등의 측정 장비에 연결하여 출력 파워를 측정할 수 있고, 파장(λ)-도메인에서의 레이저 출력광의 특성과 시간(t)-도메인에서의 출력광의 특성을 관측할 수 있다. 또한, 상기 연속파 변환부(150)로 연결하여 고출력 펄스파를

도면

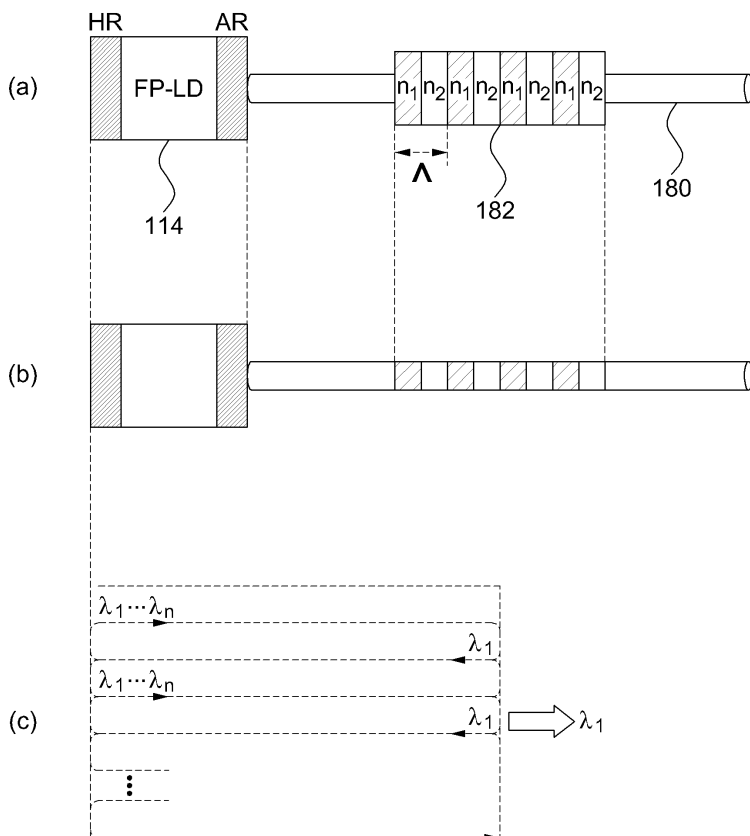
도면1



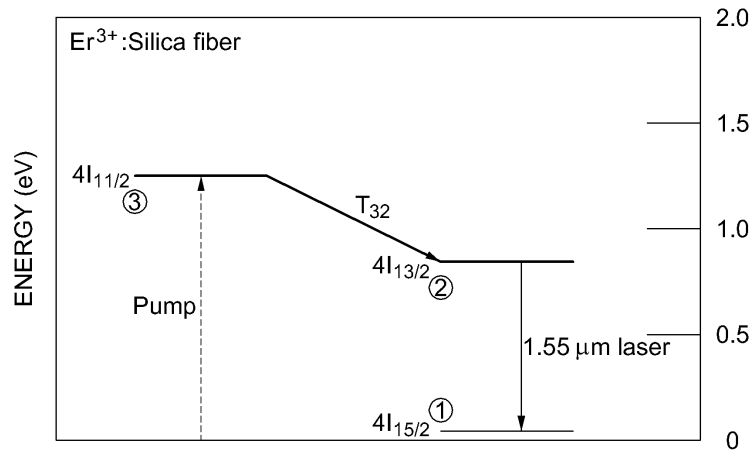
도면2



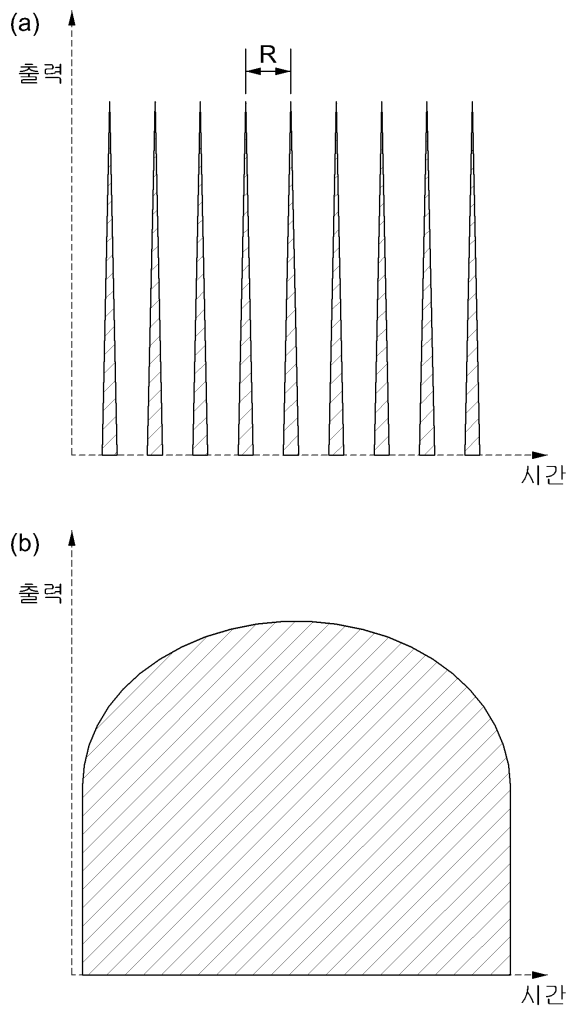
도면3



도면4



도면5



도면6

