



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0046631
(43) 공개일자 2020년05월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 26/02 (2006.01) G02B 6/12 (2006.01)
G02B 6/122 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 26/02 (2013.01)
G02B 6/1223 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0128070
(22) 출원일자 2018년10월25일
심사청구일자 2018년10월25일

(71) 출원인
국방과학연구소
대전광역시 유성구 북유성대로488번길 160 (수남동)
아주대학교산학협력단
경기도 수원시 영통구 월드컵로 206 (원천동)
(72) 발명자
염동일
경기도 화성시 금반1길 15-11, 2호 (반송동, 동탄네이처타운하우스)
(74) 대리인
특허법인 무한

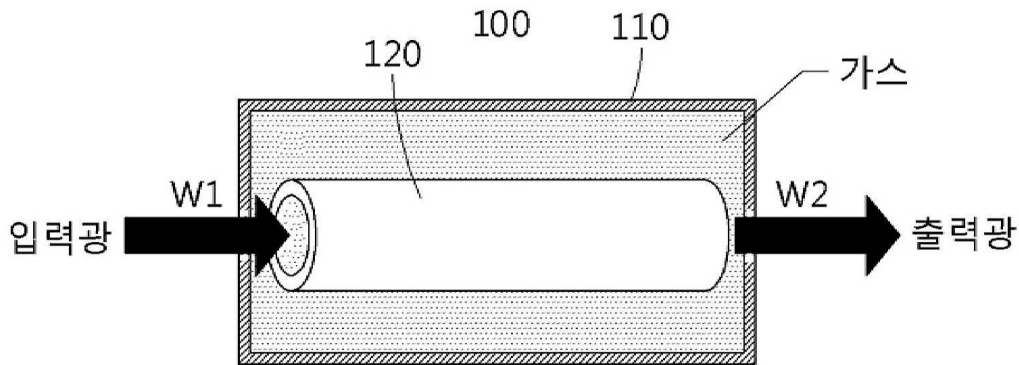
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 알칼리 가스 광증폭기 및 알칼리 가스 레이저

(57) 요약

본 발명은, 알칼리 가스 광증폭기 및 알칼리 가스 레이저에 관한 것으로, 알칼리 가스가 채워진 가스 셀; 및 상기 셀 내에 삽입되고 반공명 간섭 중공광섬유를 광 이득 물질로 사용하는 반공명 반사형 광도파로; 를 포함하는, 알칼리 가스 광증폭기 및 알칼리 가스 레이저에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G02B 2006/12038 (2013.01)

G02B 2006/12121 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

알칼리 가스가 채워진 가스 셀; 및
상기 셀 내에 삽입되고 반공명 간섭 중공광섬유를 광 이득 물질로 사용하는 반공명 반사형 광도파로;
를 포함하는,
알칼리 가스 광증폭기.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 알칼리 가스는, 리튬(Li), 나트륨(Na), 칼륨(K), 루비듐(Rb) 및 세슘(Cs)으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 알칼리 원소를 포함하는 것인, 알칼리 가스 광증폭기.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 가스 셀은, 헬륨(He), 아르곤(Ar), 크립톤(Kr), 네온(Ne) 및 제논(Xe)으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 원소를 포함하는 버퍼-가스를 더 포함하는 것인, 알칼리 가스 광증폭기.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 중공광섬유의 중공 내에 상기 알칼리 가스가 채워지고, 상기 중공 내로 입사광이 도파되는 것인, 알칼리 가스 광증폭기.

청구항 5

제4항에 있어서,
상기 중공 내의 알칼리 가스는, 입사광에 의해 여기되고, 입사광의 파장과 동일한 에너지 준위로 전이되어 광을 증폭시키는 것인, 알칼리 가스 광증폭기.

청구항 6

제4항에 있어서,
상기 입사광은, 펌프광과 신호광이 결합된 것이며,
상기 알칼리 가스는, 입사광에 의해 여기되고, 신호광의 파장과 동일한 에너지 준위로 전이되어 광을 증폭시키는 것인, 알칼리 가스 광증폭기.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 입사광의 파장은, 상기 중공광섬유의 도파되는 파장과 일치하도록 조정된 것인, 알칼리 가스 광증폭기.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 가스 셀은 복수개로 구성되고,

상기 복수개의 가스 셀은, 하나의 반공명 반사형 광도파로에 대하여 직렬 구조를 형성하도록 나란히 연결된 것인, 알칼리 가스 광증폭기.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 중공광섬유는, 원통형의 유리소재 모세관을 포함하는 것인, 알칼리 가스 광증폭기.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 원통형의 유리소재 모세관은, 10 마이크로 미터에서 1000 마이크로 미터 범위의 내경 및 1 마이크로 미터에서 100 마이크로 미터 범위의 두께를 갖는 것인, 알칼리 가스 광증폭기.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 원통형의 유리소재 모세관은, 상기 유리소재 모세관의 두께를 조절하여 도파되는 광의 중심 파장을 제어하는 것인, 알칼리 가스 광증폭기.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 원통형의 유리소재 모세관에서 내경 대 두께의 비율은, 1:0.1 에서 1 사이의 범위인 것인, 알칼리 가스 광증폭기.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 중공광섬유는, ARROW 광섬유인 것인, 알칼리 가스 광증폭기.

청구항 14

펌프광을 방출하는 펌프광원; 및 상기 펌프광이 입사되고 도파되는 광증폭기; 를 포함하고,

상기 광증폭기는, 알칼리 가스가 채워진 가스 셀; 및 상기 셀 내에 삽입된 반공명 간섭 중공광섬유를 광 이득 물질로 사용하는 것인, 알칼리 가스 레이저.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 펌프광과 신호광을 결합시키는 제1 이색 거울; 및

상기 광증폭기에서 방출되는 광을 반사시키는 제2 이색 거울; 을 더 포함하는 것인, 알칼리 가스 레이저.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 이색 거울은, 상기 펌프광의 파장과 신호광 파장을 결합시켜 중공광섬유에서 도파되는 파장과 일치하도록 조정하는 것인, 알칼리 가스 레이저.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 알칼리 가스 광증폭기 및 이를 포함하는 알칼리 가스 레이저에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 세슘 및 루비듐 등의 알칼리 원소의 가스상태를 이득 매질로 활용하는 레이저는, 광섬유 및 고체 레이저 등과 비교하여 상대적으로 높은 양자효율을 나타내고, 고효율 레이저 구현의 가능성을 가지고 있으므로, 고효율 협대역 레이저 다이오드의 개발에 따라 이를 이용한 다이오드 펌프 기반의 고효율 알칼리 레이저 구현에 응용하기 위한 연구가 진행되고 있다.

[0003] 다이오드 펌프 기반 알칼리 레이저(Diode-pumped alkali laser, DPAL)에 대한 연구는 미국의 공군연구소를 중심으로 진행되어 왔으며 최근 이스라엘, 일본 및 중국의 국가 연구소 및 대학에서 관련된 연구가 진행되고 있다. 통상적으로 알칼리 레이저 및 증폭기 구현을 위하여 알칼리 가스셀을 이득매질로 활용하고 있으나 이러한 방법은 알칼리 가스-빛 간의 상호작용에 있어 제한적이며, 펌프광 및 증폭광의 공간적 결합에 어려움이 있다.

[0004] 이를 극복하기 위하여 코어가 비어 있는 광밴드갭 광섬유(photonic bandgap fiber) 내부에 알칼리 가스를 채워 넣고 펌프광 및 증폭광을 같은 공간에서 도파시킴으로써 효율적인 광 증폭을 시도하는 연구가 진행되었으나, 광밴드갭 광섬유의 경우 밴드갭 도파 효과를 구현하기 위하여 복잡한 클래딩 구조가 포함되고, 이는 기계적으로 매우 취약한 특성을 나타내고, 상대적으로 광정렬이 어렵고 고효율 펌프광에 의하여 클래딩 구조가 손상될 가능성이 높다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 진술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 반공명 간섭 중공광섬유(anti-resonant reflecting optical fiber)를 적용하여 광의 증폭 효율이 향상된, 알칼리 가스 광 증폭기를 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명은, 본 발명에 의한 알칼리 가스 광 증폭기를 적용하여 고효율 및 고효율의 알칼리 가스 레이저를 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명의 일 실시예에 따라, 알칼리 가스가 채워진 가스 셀; 및 상기 셀 내에 삽입되고 반공명 간섭 중공광섬유를 광 이득 물질로 사용하는 반공명 반사형 광도파로;를 포함하는, 알칼리 가스 광증폭기에 관한 것이다.
- [0009] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 알칼리 가스는, 리튬(Li), 나트륨(Na), 칼륨(K), 루비듐(Rb) 및 세슘(Cs)으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 알칼리 원소를 포함하는 것일 수 있다.
- [0010] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 가스 셀은, 헬륨(He), 아르곤(Ar), 크립톤(Kr), 네온(Ne) 및 제논(Xe)으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 원소를 포함하는 비파-가스를 더 포함하는 것일 수 있다.
- [0011] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 중공광섬유의 중공 내에 상기 알칼리 가스가 채워지고, 상기 중공 내로 입사광이 도파되는 것일 수 있다.
- [0012] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 중공 내의 알칼리 가스는, 입사광에 의해 여기되고, 입사광의 파장과 동일한 에너지 준위로 전이되어 광을 증폭시키는 것일 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 입사광은, 펄프광과 신호광이 결합된 것이며, 상기 알칼리 가스는, 입사광에 의해 여기되고, 신호광의 파장과 동일한 에너지 준위로 전이되어 광을 증폭시키는 것일 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 입사광의 파장은, 상기 중공광섬유의 도파되는 파장과 일치하도록 조정된 것일 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 가스 셀은 복수개로 구성되고, 상기 복수개의 가스 셀은, 하나의 반공명 반사형 광도파로에 대하여 직렬 구조를 형성하도록 나란히 연결된 것일 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 중공광섬유는, 원통형의 유리소재 모세관을 포함하는 것일 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 원통형의 유리소재 모세관유리소재 모세관은, 10 마이크로 미터에서 1000 마이크로 미터 범위의 내경 및 1 마이크로 미터에서 100 마이크로미터 범위의 두께를 갖는 것일 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 원통형의 유리소재 모세관은, 상기 유리소재 모세관의 두께를 조절하여 도파되는 광의 중심 파장을 제어하는 것일 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 원통형의 유리소재 모세관에서 내경 대 두께의 비율은, 1:0.1 에서 1사이의 범위일 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 중공광섬유는, ARROW 광섬유인 것일 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 따라, 펄프광을 방출하는 펄프광원; 및 상기 펄프광이 입사되고 도파되는 광증폭기; 를 포함하고, 상기 광증폭기는, 알칼리 가스가 채워진 가스 셀; 및 상기 셀 내에 삽입된 반공명 간섭 중공광섬유를 광 이득 물질로 사용하는 것인, 알칼리 가스 레이저에 관한 것이다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 펄프광과 신호광을 결합시키는 제1 이색 거울; 및 상기 광증폭기에서 방출되는 광을 반사시키는 제2 이색 거울; 을 더 포함하는 것일 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 이색 거울은, 상기 펄프광의 파장과 신호광 파장을 결합시켜 중공광섬유에서 도파되는 파장과 일치하도록 조정하는 것일 수 있다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명은, 알칼리 가스가 삽입되고 반공명 간섭 중공광섬유를 광 이득매질로 사용하여 광의 증폭 효율이 향상된, 고효율 알칼리 가스 광증폭기 및 알칼리 가스 레이저를 제공할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 알칼리 가스 광증폭기 및 알칼리 가스 레이저는, 반공명 간섭 중공광섬유를 적용하여, 고출력 빛의 입사에 따른 반공명 간섭 중공광섬유의 광손상을 방지하고, 간단하고 기계적으로도 안정적인 구조를 제공할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 알칼리 가스 광증폭기 및 알칼리 가스 레이저는, 도파하는 광섬유를 따라 펄프광 및 신호광의 공간적 결합이 용이하게 이루어지므로, 광의 증폭 효율을 월등하게 증가시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은, 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 알칼리 가스 광증폭기의 구조를 예시적으로 나타낸 것이다.
- 도 2는, 본 발명의 일 실시예에 따라, 본 발명에 의한 광증폭기의 반공명 간섭 중공광섬유 내의 알칼리 원자의 입사광에 의한 에너지 전이특성을 예시적으로 나타낸 것이다.
- 도 3은, 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 알칼리 가스 광증폭기의 반공명 간섭 중공광섬유의 단면 (a) 및 도파광의 간섭 특성 (b)을 예시적으로 나타낸 것이다.
- 도 4는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 반공명 간섭 중공광섬유의 정성적 분석에 의한 도파특성 (a), 도파되는 파장과 도파되지 않는 파장에서 반공명 간섭 중공광섬유의 광의 도파 특성 (b) 및 (c)를 나타낸 것이다.
- 도 5는, 본 발명의 다른 실시예에 따른, 본 발명에 의한 알칼리 가스 광증폭기의 구조를 예시적으로 나타낸 것이다.
- 도 6은, 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 알칼리 가스 레이저의 구조를 예시적으로 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 상세하게 설명한다. 그러나, 실시예들에는 다양한 변경이 가해질 수 있어서 특허출원의 권리 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 실시예들에 대한 모든 변경, 균등물 내지 대체물이 권리 범위에 포함되는 것으로 이해되어야 한다.
- [0029] 실시예에서 사용한 용어는 단지 설명을 목적으로 사용된 것으로, 한정하려는 의도로 해석되어서는 안된다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0030] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0031] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 실시예의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0032] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0033] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 청구범위의 범위에 속한다.
- [0034] 본 발명은, 알칼리 가스 광증폭기에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 알칼리 가스 광증폭기는, 반공명 간섭 중공광섬유(anti-resonant reflecting optical waveguide, ARROW)를 광 이득 물질로 사용하여 입사광이 도파되고, 도파되는 광과 알칼리 가스와 효율적인 상호작용을 유도하여 광의 증폭 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0035] 본 발명의 일 실시예에 따라, 도 1을 참조하여 설명하여, 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 알칼리 가스 광증폭기의 구조를 예시적으로 나타낸 것으로, 도 1에서 상기 알칼리 가스 광증폭기는, 가스 셀(110) 및 셀(110) 내에 삽입된 반공명 반사형 광도파로(120);를 포함할 수 있다.
- [0036] 가스 셀(110)은, 원통형 또는 다각 기둥이 형태일 수 있고, 내부에 알칼리 가스가 채워진 것일 수 있다. 상기

알칼리 가스는, 리튬(Li), 나트륨(Na), 칼륨(K), 루비듐(Rb) 및 세슘(Cs)으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 알칼리 원소를 포함할 수 있다. 상기 알칼리 가스는, 헬륨(He), 아르곤(Ar), 크립톤(Kr), 네온(Ne) 및 제논(Xe)으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 원소를 포함하는 버퍼-가스를 포함할 수 있다.

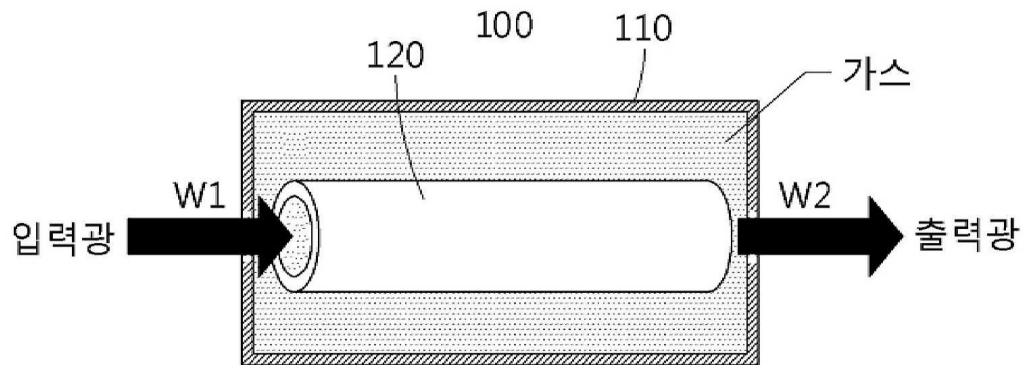
- [0037] 가스 셀(110)은, 광의 입사 및 방출을 위해서 무반사 코팅된 투명한 윈도우(W1 및 W2)를 포함하고, 윈도우(W1 및 W2)의 직경은, 광의 입사 및 방출을 원활하게하고, 광의 증폭 효율을 개선하기 위해서 3 mm 에서 30 mm의 범위에 있다.
- [0038] 반공명 반사형 광도파로(120)는, 반공명 간섭 증공광섬유를 광 이득 물질로 사용하고, 상기 반공명 간섭 증공광섬유의 증공 내에 상기 언급한 알칼리 가스가 채워지고, 상기 상기 반공명 간섭 증공광섬유의 증공 내로 입사광이 도파될 수 있다.
- [0039] 상기 입사광은, 증폭 대상인 신호광과 펌프광을 공간적으로 결합된 것으로, 무반사 코팅된 윈도우(W1)를 통하여 가스 셀(110) 내에 도입된다. 상기 입사광은, 펌프광 및 신호광의 결합에 따라 펌프광을 도파함으로써 효율적인 증폭광의 흡수가 가능하고 광 증폭 효율을 향상시킬 수 있다. 즉, 광의 증폭 효율은, 알칼리 가스에서 증폭광의 흡수율 및 신호광과 증폭광의 공간적 결합 정도에 의해서 결정되고, 알칼리가스가 채워진 반공명 간섭 증공광섬유에 펌프광을 도파함으로써 효율적인 증폭광의 흡수를 나타낼 수 있다.
- [0040] 상기 입사광은, 상기 반공명 간섭 증공광섬유의 증공 내의 알칼리 가스와 상호작용하여 광 증폭시킬 수 있으며, 예를 들어, 상기 증공 내의 알칼리 가스는, 상기 입사광의 파장에 따라 에너지 준위로 여기되고, 상기 입사광의 파장과 동일한 에너지 준위로 전이되어 광을 증폭시킬 수 있고, 상기 입사광은, 신호광 및 펌프광의 결합에 의해 상기 반공명 간섭 증공광섬유의 도파되는 파장과 일치하도록 조정될 수 있다. 보다 구체적으로, 도 2를 참조하면, 도 2에서 입사된 펌프광은, 세슘가스의 에너지 준위를 여기상태(D2 전이)로 만들고, 입사된 신호광의 파장과 동일한 에너지 준위로 전이(D1 전이)하여 광을 증폭시키고, 그 결과, 광의 증폭 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0041] 상기 반공명 간섭 증공광섬유는, 가시광선 및 근적외선 영역에서 흡수가 작은 매질을 기반으로 하는 증공광섬유이며, 높은 출력의 빛에 의한 광손상을 줄이고 기계적으로 안정적인 구조를 제공할 수 있다.
- [0042] 도 3을 참조하면, 도 3은, 본 발명에 의한 알칼리 가스 광증폭기의 반공명 간섭 증공광섬유의 단면 및 도파광의 간섭 특성을 예시적으로 나타낸 것으로, 상기 반공명 간섭 증공광섬유는, 원통형의 유리소재 모세관(capillary)을 포함할 수 있다. 상기 원통형의 유리소재 모세관은, 광의 증폭 효율 및 구조적 안정성을 개선시키고, 광의 도파 과정에서 알칼리 가스와 효율적인 상호작용을 유도하기 위해서, 10 마이크로 미터에서 1000 마이크로 미터 범위의 내경(2r) 및 1 마이크로 미터에서 100 마이크로 미터 범위의 두께(t)를 가지며, 동작 파장에 따라 상기 범위 내에서 내경 및 두께를 조정할 수 있고, 예를 들어, 상기 유리소재 모세관의 두께 및/또는 내경을 조절하여 도파되는 광의 중심 파장을 제어할 수 있다. 상기 원통형의 실리카 모세관에서 내경 대 두께의 비율은, 광의 증폭 효율 및 구조적 안정성을 개선시키고, 광의 도파 과정에서 알칼리 가스와 효율적인 상호작용을 유도하기 위해서, 1:0.1에서 1 범위일 수 있다.
- [0043] 즉, 도 3에서, 모세관 내부(공기)의 굴절률(n_1) 및 실리카 유리의 굴절률(n_2)인 경우에, 비스듬히 입사된 빛이 모세관의 내부 벽과 외부벽에서 반사하며 간섭을 일으키고, 두께(t)를 조절하여 펌프광 및 신호광의 해당 파장에서 보강간섭을 일으키는 조건을 만족할 때, 광의 큰 손실 없이 모세관 내부(즉, 반공명 간섭 증공광섬유의 코어)로 광의 도파가 가능하고, 모세관 내부의 계면에서 반사된 두 빛의 상대적인 위상차가 보강간섭을 일으키는 조건에서 빛이 도파되어 코어 크기에 관계없이 두께를 조절하여 중심파장이 결정될 수 있다.
- [0044] 상기 반공명 간섭 증공광섬유는, ARROW 광섬유이며, ARROW 광섬유는 고출력 펌프광에서 펌프광 및 신호광의 공간적 결합을 향상시키고, 광의 증폭 효율이 우수하면서 기계적으로 안정적인 구조를 제공할 수 있다. 도 4를 참조하면, 도 4는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 반공명 간섭 증공광섬유의 정성적 분석에 따라, 도파되는 중심파장의 투과 특성을 그래프로 나타낸 것이며 (a), 및 도파되는 파장과 도파되지 않는 파장에서 반공명 간섭 증공광섬유의 광의 도파 특성 (b) 및 (c)를 나타낸 것으로, 도 4의 (a)에 나타난 중심파장(λ_1 , λ_2 , λ_3)에 따라 도 4의 (b) 및 4의 (c)는 ARROW 광섬유의 파장에 따른 도파 특성을 확인할 수 있고, ARROW 광섬유의 모세관의 두께를 조절하여 펌프광 (λ_1) 및 신호광 (λ_3)은, 도 4의 (b)와 같이 도파될 수 있으며, 중심파장이 λ_2 인 광은 도 4의 (c)와 같이 ARROW 광섬유에 도파되지 못하고 외부로 빠져 나오게된다.
- [0045] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 알칼리 가스 광증폭기는, 복수개의 가스 셀(110, 100')을 포함할 수 있고,

예를 들어, 도 5를 참조하면, 도 5는, 본 발명의 다른 실시예에 따른, 알칼리 가스 광증폭기의 구조를 나타낸 것으로, 도 5에서 복수개의 가스 셀(110, 110') 내에 하나의 반공명 반사형 광도파로(120)가 삽입되고, 이들은 직렬 구조로 나란히 연결되며, 하나의 반공명 반사형 광도파로(120)는, 복수개의 가스 셀(110, 110')을 연결할 수 있다. 상기 가스 셀(110)은 가스 주입구를 포함하고, 상기 가스 셀(110')은 가스 배출구를 포함하고, 이러한 가스 주입구 및 배출구의 도입에 의해 알칼리 가스 흐름 셀(gas flow cell)을 형성할 수 있다.

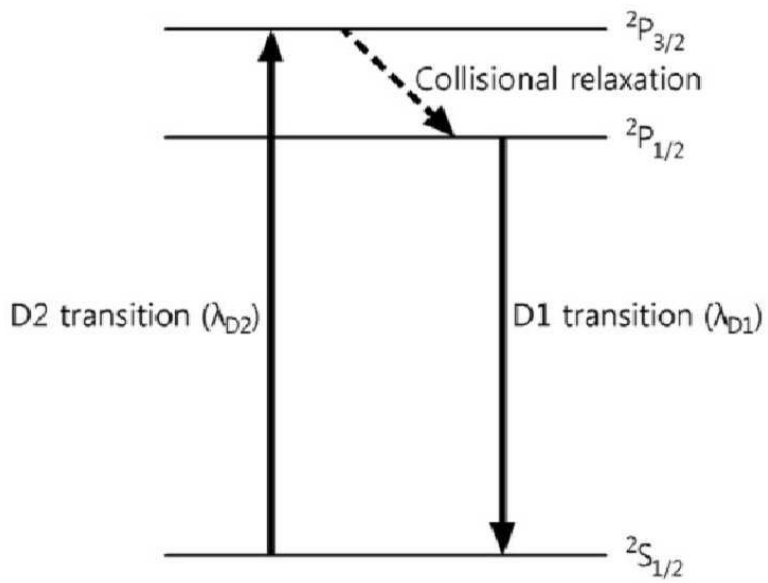
- [0046] 본 발명은, 알칼리 가스 레이저에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 알칼리 가스 레이저는, 본 발명에 의한 알칼리 가스 광증폭기를 도입한 알칼리 가스 기반의 레이저이며, 고출력 및 고효율의 알칼리 가스 레이저를 제공할 수 있다.
- [0047] 본 발명의 일 실시예에 따라, 도 6을 참조하면, 도 6은, 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 알칼리 가스 레이저의 구조를 예시적으로 나타낸 것으로, 광증폭기(100); 광원(200, seed laser); 펌프광원(300, pump laser diode); 제1 이색 거울(D1); 및 제2 이색 거울(D2);을 포함할 수 있다.
- [0048] 광증폭기(100)는, 펌프광이 입사되고 도파되는 것으로, 본 발명에 의한 알칼리 가스 광증폭기를 포함하고, 상기 언급한 바와 같이, 알칼리 가스가 채워진 가스 셀(110); 및 가스 셀(110) 내에 삽입되고 반공명 간섭 증공광섬유를 광 이득 물질로 사용되는 반공명 반사형 광도파로(120);를 포함할 수 있다.
- [0049] 광원(200)은, 증폭 대상인 신호광(L1)을 방출하며, 예를 들어, 신호광(L1)은, 790nm 내지 1000 nm의 중심 파장을 가지며, 예를 들어, 약 895 nm의 중심파장을 가질 수 있다.
- [0050] 펌프광원(300)은, 광증폭기(100)의 광 이득 물질의 흡수 밴드에 부합하도록 특정 파장의 펌프광(L2)을 방출하며, 예를 들어, 펌프광(L2)은, 790 nm 내지 1000 nm의 중심 파장을 가지며, 약 852 nm의 중심 파장을 가질 수 있다.
- [0051] 제1 이색 거울(D1, Dichroic mirror)은, 반사율이 높은 거울이며, 신호광(L1, 또는 증폭광)과 펌프광(L2)을 결합시켜 광증폭기(100)에 입사광(L3)을 입사시키는 것으로, 펌프광(L2)의 파장과 신호광 파장(L1)의 결합 시 광증폭기(100) 내의 반공명 간섭 증공광섬유의 도파되는 파장과 일치하도록 입사광(L3)을 조정하고, 조정된 파장 영역의 입사광(L3)은, 윈도우(W1)를 통하여 광증폭기(100) 내에 삽입되어 도파될 수 있다.
- [0052] 즉, 제1 이색 거울(D1)에 의한 파장 조정에 따라 상기 입사광(L3)은, 반공명 간섭 증공광섬유를 따라 도파하면서 펌프광(L2) 및 신호광(L1)의 공간적 결합이 용이하고 알칼리 가스와 상호 작용하여 광 증폭 효율을 크게 향상시켜 고출력의 레이저 광을 제공할 수 있다.
- [0053] 제2 이색 거울(D2)은, 광증폭기(100)에서 방출되는 방출광(L4)을 반사 및/또는 투과시켜 레이저 광(L5)으로 방출하고, 제2 이색 거울(D2)에서 반사 및/또는 투과된 레이저 광의 일부(즉, 원치 않는 또는 사용하지 않는 레이저 광)는 이를 흡수하여 제거하는 레이저 빔 덤프(beam dump)로 전달되어 레이저 광의 산란(scatter)에 따른 간섭 및 손상을 줄일 수 있다.
- [0054] 본 발명은, 반공명 간섭 증공광섬유를 광도파로로 적용하고, 펌프광 및 신호광의 공간적 결합을 유도하여 상기 광도파로에 도파함으로써, 효율적인 광 증폭을 구현하고, 고효율 및 고출력의 레이저 광을 제공할 수 있다.
- [0055] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0056] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 청구범위의 범위에 속한다.

도면

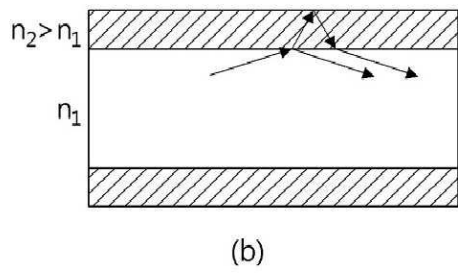
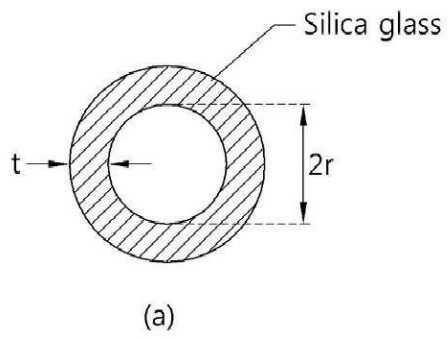
도면1



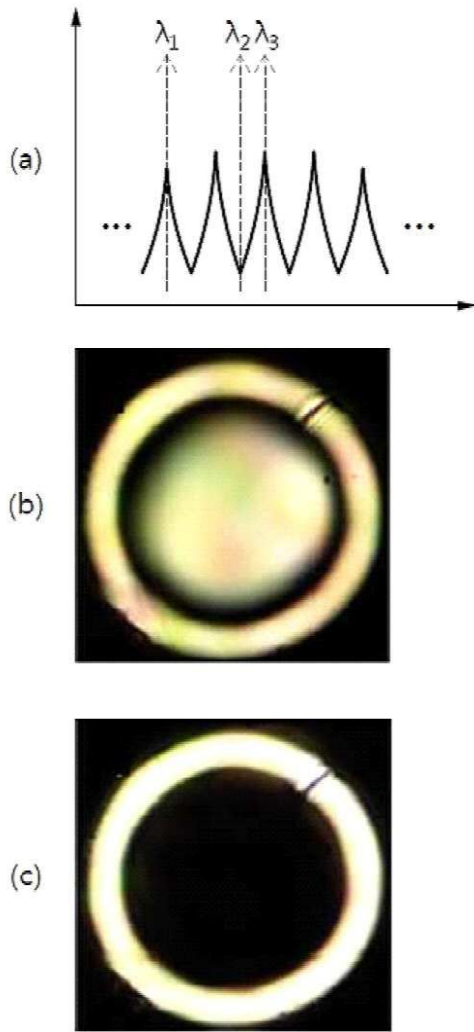
도면2



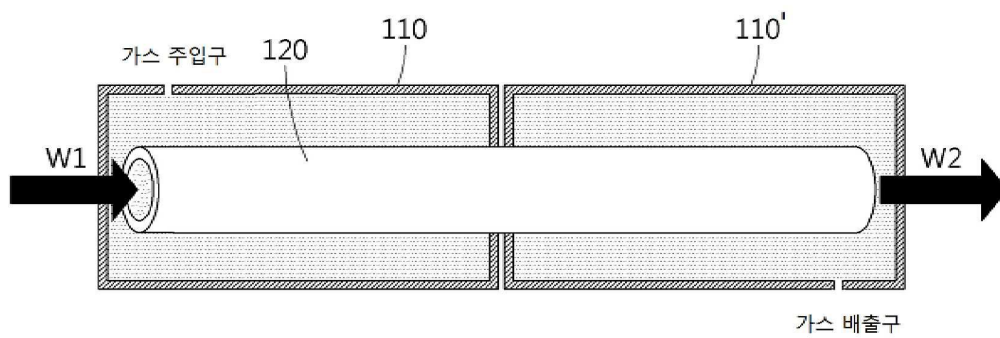
도면3



도면4



도면5



도면6

