



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0062479
(43) 공개일자 2024년05월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01S 5/024 (2021.01) H01S 5/42 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01S 5/024 (2021.01)
H01S 5/42 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0143819
(22) 출원일자 2022년11월01일
심사청구일자 2022년11월01일

(71) 출원인
국방과학연구소
대전광역시 유성구 북유성대로488번길 160 (수남동)
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
오범환
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동)
정지훈
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동)
심규범
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동)
(74) 대리인
유미특허법인

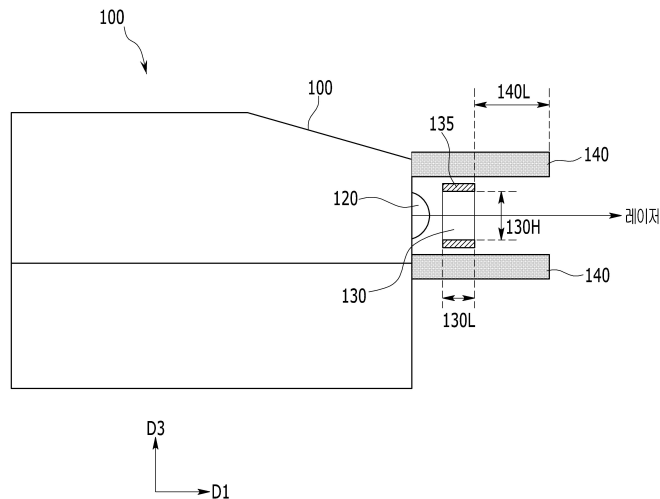
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **고출력 반도체 레이저 장치**

(57) 요약

고출력 반도체 레이저 장치는 출사면으로 레이저를 방사하는 고출력 레이저 다이오드 어레이, 상기 고출력 레이저 다이오드 어레이의 출사면 앞에 위치하여 상기 레이저를 정준하는 콜리메이터, 상기 레이저의 광경로 상에서 상기 콜리메이터 다음에 위치하여 특정된 선별 파장을 반사하여 외부공진 구조를 형성하는 볼륨 브래그 격자, 및 상기 볼륨 브래그 격자의 주변 공간을 둘러싸는 구조이고, 상기 볼륨 브래그 격자보다 상기 레이저의 진행 방향인 제1 방향으로 돌출된 처마를 포함하는 공간 히터를 포함한다.

대표도



명세서

청구범위

청구항 1

출사면으로 레이저를 방사하는 고휘력 레이저 다이오드 어레이;

상기 고휘력 레이저 다이오드 어레이의 출사면 앞에 위치하여 상기 레이저를 정준하는 콜리메이터;

상기 레이저의 광경로 상에서 상기 콜리메이터 다음에 위치하여 특정된 선별 파장을 반사하여 외부공진 구조를 형성하는 볼륨 브래그 격자; 및

상기 볼륨 브래그 격자의 주변 공간을 둘러싸는 구조이고, 상기 볼륨 브래그 격자보다 상기 레이저의 진행 방향인 제1 방향으로 돌출된 처마를 포함하는 공간 히터를 포함하는 고휘력 반도체 레이저 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 공간 히터는 상기 레이저의 광경로를 기준으로 상기 볼륨 브래그 격자의 좌측면, 우측면, 상부면 및 하부면과 공간을 두고 서로 마주하는 4면 구조인 고휘력 반도체 레이저 장치.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 공간 히터는 외부로부터 전압을 인가받고 인가되는 전압에 대응하는 열을 발생하여 상기 공간 히터 내부의 온도를 일정하게 유지시키고, 상기 볼륨 브래그 격자를 일정한 온도로 유지시키는 고휘력 반도체 레이저 장치.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 볼륨 브래그 격자의 외부를 둘러싸는 구조이고 금속 재질로 이루어진 열전도 박막을 더 포함하는 고휘력 반도체 레이저 장치.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 열전도 박막은 상기 레이저의 광경로를 기준으로 상기 볼륨 브래그 격자의 좌측면, 우측면, 상부면 및 하부면 상에 접촉되어 형성되어 있는 고휘력 반도체 레이저 장치.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 고휘력 레이저 다이오드 어레이의 출사면은 상기 제1 방향에 수직인 제2 방향으로 연장된 형태이고,

상기 볼륨 브래그 격자는 상기 출사면에 대응하여 상기 제2 방향으로 연장된 선형 또는 바 형태로 형성되어 있는 고휘력 반도체 레이저 장치.

청구항 7

제1 항 내지 제6 항 중 한 항에 있어서,

상기 볼륨 브래그 격자 내부의 온도를 균일하게 하면서 상기 처마가 불필요하게 돌출되지 않도록 하는 상기 처마의 최적화된 처마 길이는 상기 볼륨 브래그 격자의 제3 방향으로의 높이의 2배 내지 3배이고, 상기 제3 방향은 상기 제1 방향 및 상기 제2 방향에 수직인 고휘력 반도체 레이저 장치.

청구항 8

레이저를 방사하는 고휒력 레이저 다이오드 어레이;

상기 레이저의 특정된 선별 파장을 반사하여 외부공진 구조를 형성하는 볼륨 브래그 격자; 및

상기 레이저의 광경로를 제외하고 상기 볼륨 브래그 격자의 4면을 공간을 두고 둘러싸고 4면 구조인 공간 히터를 포함하고,

상기 공간 히터는 상기 볼륨 브래그 격자의 높이의 2배 내지 3배의 처마 길이를 갖는 처마를 포함하고, 상기 볼륨 브래그 격자는 상기 공간 히터의 처마가 상기 처마 길이를 가질 때 일정한 온도로 유지되는 고휒력 반도체 레이저 장치.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 공간 히터는 외부로부터 전압을 인가받고 인가되는 전압에 대응하는 열을 발생하여 상기 공간 히터 내부의 온도를 일정하게 유지시키고, 상기 볼륨 브래그 격자를 일정한 온도로 유지시키는 고휒력 반도체 레이저 장치.

청구항 10

제8 항에 있어서,

상기 볼륨 브래그 격자의 외부를 둘러싸는 구조이고 금속 재질로 이루어진 열전도 박막을 더 포함하는 고휒력 반도체 레이저 장치.

청구항 11

제10 항에 있어서,

상기 열전도 박막은 상기 볼륨 브래그 격자의 4면에 접촉되어 형성되어 있는 고휒력 반도체 레이저 장치.

청구항 12

제8 항에 있어서,

상기 볼륨 브래그 격자는 일 방향으로 연장된 선형 또는 바 형태로 형성되어 있는 고휒력 반도체 레이저 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 고휒력 반도체 레이저 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 외부 공진기를 이루는 볼륨 브래그 격자(Volume Bragg Grating, VBG)의 온도를 균일하게 조절할 수 있는 고휒력 반도체 레이저 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 고휒력 반도체 레이저 다이오드는 의료, 첨단 산업 및 국방 분야까지 그 적용 범위를 넓혀가고 있다.

[0003] 하지만, 반도체 레이저 다이오드의 출력이 증가할수록 출력 파장의 중심이 변하고 선평이 넓어지는 문제가 발생하고, 결국 출력 파장의 품질 저하로 이어진다. 이에 볼륨 브래그 격자(Volume Bragg Grating, VBG)를 사용한 외부 공진기 구조를 도입하여 대부분의 광특성이 대폭 개선되었으나, 아직 볼륨 브래그 격자 자체의 정확한 온도조절이 필요하고, 더욱 정교한 온도 균일화가 필요하다.

[0004] 특히, 광원의 출력이 높아질수록 소자의 발열에 의해 주변 광학 시스템의 온도가 높아지며, 볼륨 브래그 격자의 외부 공진기도 영향을 받아 온도가 변화하여 광특성이 열화되고 있다. 이는 볼륨 브래그 격자 내부의 광경로 상의 온도가 불균일하여, 외부 공진기 내의 광경로 상의 위치에 따라 격자 간격이 미세하게 달라 공진파장 조건이 미세하게 다르고, 그 파장 선평을 넓히게 되기 때문이다. 따라서 출력광의 좁은 선평 및 안정적인 고휒력 동작을 위해서는 볼륨 브래그 격자의 온도를 조절할 뿐만 아니라 그 내부의 온도 분포를 균일하게 개선할 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 외부 공진기를 이루는 볼륨 브래그 격자의 온도를 균일하게 조절할 수 있는 고출력 반도체 레이저 장치를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 고출력 반도체 레이저 장치는 출사면으로 레이저를 방사하는 고출력 레이저 다이오드 어레이, 상기 고출력 레이저 다이오드 어레이의 출사면 앞에 위치하여 상기 레이저를 정준하는 콜리메이터, 상기 레이저의 광경로 상에서 상기 콜리메이터 다음에 위치하여 특정된 선별 파장을 반사하여 외부공진 구조를 형성하는 볼륨 브래그 격자, 및 상기 볼륨 브래그 격자의 주변 공간을 둘러싸는 구조이고, 상기 볼륨 브래그 격자보다 상기 레이저의 진행 방향인 제1 방향으로 돌출된 처마를 포함하는 공간 히터를 포함한다.

[0007] 상기 공간 히터는 상기 레이저의 광경로를 기준으로 상기 볼륨 브래그 격자의 좌측면, 우측면, 상부면 및 하부면과 공간을 두고 서로 마주하는 4면 구조일 수 있다.

[0008] 상기 공간 히터는 외부로부터 전압을 인가받고 인가되는 전압에 대응하는 열을 발생하여 상기 공간 히터 내부의 온도를 일정하게 유지시키고, 상기 볼륨 브래그 격자를 일정한 온도로 유지시킬 수 있다.

[0009] 상기 고출력 반도체 레이저 장치는 상기 볼륨 브래그 격자의 외부를 둘러싸는 구조이고 금속 재질로 이루어진 열전도 박막을 더 포함할 수 있다.

[0010] 상기 열전도 박막은 상기 레이저의 광경로를 기준으로 상기 볼륨 브래그 격자의 좌측면, 우측면, 상부면 및 하부면 상에 접촉되어 형성되어 있을 수 있다.

[0011] 상기 고출력 레이저 다이오드 어레이의 출사면은 상기 제1 방향에 수직인 제2 방향으로 연장된 형태이고, 상기 볼륨 브래그 격자는 상기 출사면에 대응하여 상기 제2 방향으로 연장된 선형 또는 바 형태로 형성되어 있을 수 있다.

[0012] 상기 볼륨 브래그 격자 내부의 온도를 균일하게 하면서 상기 처마가 불필요하게 돌출되지 않도록 하는 상기 처마의 최적화된 처마 길이는 상기 볼륨 브래그 격자의 제3 방향으로의 높이의 2배 내지 3배이고, 상기 제3 방향은 상기 제1 방향 및 상기 제2 방향에 수직일 수 있다.

[0013] 본 발명의 다른 실시예에 따른 고출력 반도체 레이저 장치는 레이저를 방사하는 고출력 레이저 다이오드 어레이, 상기 레이저의 특정된 선별 파장을 반사하여 외부공진 구조를 형성하는 볼륨 브래그 격자, 및 상기 레이저의 광경로를 제외하고 상기 볼륨 브래그 격자의 4면을 공간을 두고 둘러싸고 4면 구조인 공간 히터를 포함하고, 상기 공간 히터는 상기 볼륨 브래그 격자의 높이의 2배 내지 3배의 처마 길이를 갖는 처마를 포함하고, 상기 볼륨 브래그 격자는 상기 공간 히터의 처마가 상기 처마 길이를 가질 때 일정한 온도로 유지될 수 있다.

[0014] 상기 공간 히터는 외부로부터 전압을 인가받고 인가되는 전압에 대응하는 열을 발생하여 상기 공간 히터 내부의 온도를 일정하게 유지시키고, 상기 볼륨 브래그 격자를 일정한 온도로 유지시킬 수 있다.

[0015] 상기 고출력 반도체 레이저 장치는 상기 볼륨 브래그 격자의 외부를 둘러싸는 구조이고 금속 재질로 이루어진 열전도 박막을 더 포함할 수 있다.

[0016] 상기 열전도 박막은 상기 볼륨 브래그 격자의 4면에 접촉되어 형성되어 있을 수 있다.

[0017] 상기 볼륨 브래그 격자는 일 방향으로 연장된 선형 또는 바 형태로 형성되어 있을 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 실시예에 따른 고출력 반도체 레이저 장치는 외부 공진기를 이루는 브래그 격자 내부의 광경로 상의 온도 균일도를 개선할 수 있고, 이에 따라 고출력 조건에서도 출력광의 중심 파장을 미세 조절할 수 있고 선풍을 좁게 유지할 수 있다. 따라서, 고출력 반도체 레이저 광원의 광특성이 개선될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 고출력 반도체 레이저 장치의 측면면을 나타내는 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 공간 히터를 적용하기 전의 고출력 반도체 레이저 장치를 나타내는 사시도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 공간 히터를 적용한 후의 고출력 반도체 레이저 장치를 나타내는 사시도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 공간 히터의 적용 전과 후의 선폭 개선 효과를 실험한 결과를 나타내는 그래프이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 공간 히터의 유무와 인가되는 전압에 따른 레이저 중심 파장을 나타내는 그래프이다.

도 6 및 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 공간 히터의 처마 길이 변화에 따른 광경로 상의 온도 균일도를 실험한 결과를 나타낸다.

도 8 및 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 볼륨 브래그 격자의 높이와 공간 히터의 처마 길이에 따른 온도 균일도를 실험한 결과를 나타낸다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 브래그 격자에 열전도 박막의 적용 유무에 따른 볼륨 브래그 격자 내 광경로 상의 위치별 온도 분포를 실험한 결과를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예들에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예들에 한정되지 않는다.
- [0021] 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 붙이도록 한다.
- [0022] 또한, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0023] 이하, 도 1 내지 3을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 고출력 반도체 레이저 장치에 대하여 설명한다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 고출력 반도체 레이저 장치의 측면을 나타내는 블록도이다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 공간 히터를 적용하기 전의 고출력 반도체 레이저 장치를 나타내는 사시도이다. 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 공간 히터를 적용한 후의 고출력 반도체 레이저 장치를 나타내는 사시도이다.
- [0025] 도 1 내지 3을 참조하면, 고출력 반도체 레이저 장치(100)는 고출력 레이저 다이오드(High Power Laser Diode, HPLD) 어레이(110), 콜리메이터(120), 볼륨 브래그 격자(VGB)(130), 열전도 박막(135) 및 공간 히터(Space Heater)(140)를 포함할 수 있다.
- [0026] 고출력 레이저 다이오드 어레이(110)는 출사면으로 레이저(출력광)를 방사하며, 레이저의 출력 방향으로 콜리메이터(120)와 볼륨 브래그 격자(130)가 순서대로 위치한다. 이하, 레이저의 출력 방향(진행 방향)을 제1 방향(D1)이라 한다. 고출력 레이저 다이오드 어레이(110)는 출사면은 제1 방향(D1)에 수직인 제2 방향(D2)으로 연장된 선형 또는 바(bar) 형태일 수 있다.
- [0027] 콜리메이터(120)는 고출력 레이저 다이오드 어레이(110)의 출사면 앞에 위치하여 방사되는 레이저를 정준(collimation)할 수 있다. 콜리메이터(120)는 고출력 레이저 다이오드 어레이(110)의 출사면에 대응하여 제2 방향(D2)으로 연장된 선형 또는 바 형태로 형성된 FAC(Fast Axis Collimator)일 수 있다.
- [0028] 볼륨 브래그 격자(130)는 레이저의 광경로 상에서 콜리메이터(120) 다음에 위치하여 특정된 선별 파장을 반사하여 외부공진 구조를 형성할 수 있다. 볼륨 브래그 격자(130)는 고출력 레이저 다이오드 어레이(110)의 출사면에 대응하여 제2 방향(D2)으로 연장된 선형 또는 바 형태로 형성될 수 있다.
- [0029] 열전도 박막(135)은 레이저의 광경로를 제외하고 볼륨 브래그 격자(130)의 외부를 둘러싸는 구조일 수 있다. 즉, 열전도 박막(135)은 레이저의 광경로를 기준으로 볼륨 브래그 격자(130)의 좌측면, 우측면, 상부면 및 하부면 상에 접촉되어 형성되어 있을 수 있다. 열전도 박막(135)은 열전도율이 높은 금속 재질로 이루어질 수 있으며, 볼륨 브래그 격자(130)에 증착(코팅)되어 형성될 수 있다.

- [0030] 공간 히터(140)는 레이저의 광경로를 제외하고 볼륨 브래그 격자(130)의 주변 공간을 둘러싸는 뚫린 구조일 수 있다. 즉, 공간 히터(140)는 레이저의 광경로를 기준으로 볼륨 브래그 격자(130)의 좌측면, 우측면, 상부면 및 하부면과 공간을 두고 서로 마주하는 4면 구조, 다시 말해 볼륨 브래그 격자(130)의 4면을 공간을 두고 둘러싸는 4면 구조로 이루어질 수 있다. 공간 히터(140)는 외부로부터 전압을 인가받고 인가되는 전압에 대응하는 열을 발생하여 공간 히터(140) 내부의 온도를 일정하게 유지시킬 수 있으며, 공간 히터(140)의 내부에 위치하는 볼륨 브래그 격자(130)를 일정한 온도를 유지시킬 수 있다. 공간 히터(140)는 열전도율이 높은 금속 재질로 이루어질 수 있다. 공간 히터(140)는 제1 방향(D1)으로 볼륨 브래그 격자(130)의 길이(130L)보다 크게 형성되어 제3 방향(D3)으로 볼륨 브래그 격자(130)와 중첩할 수 있다. 제3 방향(D3)은 제1 방향(D1) 및 제2 방향(D2)에 수직인 방향이다. 공간 히터(140)는 볼륨 브래그 격자(130)보다 제1 방향(D1)으로 돌출된 처마(Eaves)를 포함하고, 처마의 처마 길이(140L)는 볼륨 브래그 격자(130)의 규격에 따라 다양하게 설정될 수 있다. 일 예로, 공간 히터(140)는 볼륨 브래그 격자(130)의 제3 방향(D3)으로의 높이(130H)의 2배 내지 3배의 처마 길이(140L)를 갖는 처마를 포함할 수 있고, 볼륨 브래그 격자(130)는 공간 히터(140)의 처마에 의해 일정한 온도로 효율적으로 유지될 수 있다. 한편, 실시예에 따라 고출력 반도체 레이저 장치(100)에서 열전도 박막(135) 또는 공간 히터(140) 중 하나는 생략될 수 있다.
- [0031] 고출력 반도체 레이저 장치(100)가 고출력의 레이저를 방사하는 고출력 운용시에 레이저의 일부가 콜리메이터(120)와 볼륨 브래그 격자(130)의 내부에서 부분적으로 발열할 수 있다. 이에 따라, 콜리메이터(120)와 볼륨 브래그 격자(130) 내부의 광경로에 발생하는 열이 커지기 때문에 볼륨 브래그 격자(130) 내부의 온도가 균일하지 못하게 된다. 즉, 전체 광학 시스템의 온도에 영향을 미칠 뿐만 아니라 볼륨 브래그 격자(130) 내부의 온도 차이가 유발될 수 있다. 볼륨 브래그 격자(130) 내부의 광경로 상에서 온도가 불균일해지는 경우 반사 파장의 선별 특성이 저하되면서 공진 파장의 선폭이 넓어지게 되고 출력광의 품질이 저하될 수 있다.
- [0032] 이러한 출력광의 품질 저하는 열전도 박막(135)과 공간 히터(140)에 의해 개선될 수 있다. 더욱 상세하게, 공간 히터(140)는 전압 인가에 의한 자체 발열로 내부의 온도가 균일하게 유지되도록 하여 출력광의 중심 파장이 미세하게 조율되도록 할 수 있다. 공간 히터(140)에 전압이 인가되지 않아 자체 발열이 없는 경우에도 공간 히터(140)는 볼륨 브래그 격자(130)로부터 복사되거나 공기를 통해 전도되는 열을 흡수하여 공간적으로 온도 분포를 균일화하면서 그 열을 다시 외부로 재복사하여 공간 히터(140)의 내부 온도 및 볼륨 브래그 격자(130)의 내부 온도를 균일하게 유지시킬 수 있다. 이때, 열전도 박막(135)은 볼륨 브래그 격자(130)의 표면에 직접 접촉하여 공간 히터(140)의 발열에 의한 온도가 볼륨 브래그 격자(130)에 균일하게 전도되도록 할 수 있다. 그리고 열전도 박막(135)은 볼륨 브래그 격자(130)로부터 공기 중으로 열복사 또는 열전도가 효과적으로 이루어지도록 하여 볼륨 브래그 격자(130)의 내부 온도의 균일도를 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0033] 또한, 공간 히터(140)의 처마 길이(140L)를 조절하면 복사 방열 면적이 효과적으로 조절될 수 있고 내부 온도 균일도를 향상시킬 수 있다. 뿐만 아니라, 공간 히터(140)에 인가되는 전압을 조절하면 발열 온도가 조절될 수 있으며, 이에 따라 출력광의 중심 파장이 미세하게 조절될 수 있다.
- [0034] 이하, 도 4 내지 10을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 고출력 반도체 레이저 장치(100)의 성능을 실험한 결과에 대하여 설명한다. 이하, 'w/'는 with의 약자, 'w/o'는 without의 약자, 'SH'는 공간 히터(140)의 약자, 'w/ SH'는 공간 히터(140)가 장착되고 0V의 전압이 인가된 상태, 'w/ SH *V'는 공간 히터(140)가 장착되고 공간 히터(140)에 *V의 전압이 인가된 상태를 의미한다.
- [0035] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 공간 히터의 적용 전과 후의 선폭 개선 효과를 실험한 결과를 나타내는 그래프이다.
- [0036] 도 4를 참조하면, 공간 히터(140)가 장착되지 않은 경우(w/o SH)에 비해 공간 히터(140)가 장착된 경우(w/ SH)에 공진 파장의 선폭이 감소하여 개선됨을 확인할 수 있다.
- [0037] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 공간 히터의 유무와 인가되는 전압에 따른 레이저 중심 파장을 나타내는 그래프이다.
- [0038] 도 5를 참조하면, 공간 히터(140)가 장착되지 않은 경우(w/o SH), 공간 히터(140)가 장착되고 0V 전압이 인가된 경우(w/ SH 0V), 공간 히터(140)가 장착되고 4V 전압이 인가된 경우(w/ SH 4V) 및 공간 히터(140)가 장착되고 8V 전압이 인가된 경우(w/ SH 8V)에 따라 출력광의 중심 파장의 미세한 이동과 중심 파장의 조절 정도의 차이를 확인할 수 있으며, 중심 파장이 미세하게 조율되는 능동적 조절 기능이 성공적으로 이루어짐을 알 수 있다.
- [0039] 도 6 및 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 공간 히터의 처마 길이 변화에 따른 광경로 상의 온도 균일도를 실험

한 결과를 나타낸다.

- [0040] 도 6에 예시한 바와 같이, 상용 프로그램인 솔리드웍스(SolidWorks)를 통해 전산모사된 결과로서, 공간 히터(140)의 처마 길이(140L)를 늘여가면서 볼륨 브래그 격자(130) 내부의 온도 차이를 전산모사하여 볼륨 브래그 격자(130)의 높이(130H)에 따른 처마 길이(140L)의 최적화를 파악하였다. 볼륨 브래그 격자(130) 내부의 온도를 균일하게 하면서 처마가 불필요하게 돌출되지 않도록 하는 최적화된 처마 길이(140L)는 볼륨 브래그 격자(130)의 높이(130H)의 2배 내지 3배인 것으로 확인되었다.
- [0041] 도 7에 예시한 바와 같이, 볼륨 브래그 격자(130) 내부의 광경로 상의 부위별 온도 차이가 2도 정도이었던 것이 점차 개선되는 결과를 비교하였다. 볼륨 브래그 격자(130)에 열전도율(K)이 높은 열전도 박막(135)이 코팅되지 않은 경우(w/o high K coating)에도 공간 히터(140)에 의해 볼륨 브래그 격자(130) 내부의 온도 차이가 처마 길이(140L)에 따라 1도까지 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 또한, 볼륨 브래그 격자(130)에 열전도율(K)이 높은 열전도 박막(135)이 코팅된 경우(w/ high K coating)에는 볼륨 브래그 격자(130) 내부의 온도 차이가 0.26도까지 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 즉, 볼륨 브래그 격자(130)에 열전도 박막(135)이 부착되면 내부 광경로 상의 온도 균일도가 더욱 향상됨을 알 수 있다.
- [0042] 도 8 및 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 볼륨 브래그 격자의 높이와 공간 히터의 처마 길이에 따른 온도 균일도를 실험한 결과를 나타낸다.
- [0043] 도 8 및 9를 참조하면, 상용 프로그램인 솔리드웍스를 통해 볼륨 브래그 격자(130)의 높이(130H)와 공간 히터(140)의 처마 길이(140L)에 따른 볼륨 브래그 격자(130) 내부의 온도 차이를 전산모사한 결과이다.
- [0044] 볼륨 브래그 격자(130)의 높이(130H)가 줄어들면 공간 히터(140)의 처마 길이(140L)도 좀더 짧아진 조건에서 최적화되고 있음을 알 수 있다. 볼륨 브래그 격자(130)의 높이(130H)의 2배 내지 3배에서 공간 히터(140)의 처마 길이(140L)가 최적화되는 경향이 있다.
- [0045] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 브래그 격자에 열전도 박막의 적용 유무에 따른 볼륨 브래그 격자 내 광경로 상의 위치별 온도 분포를 실험한 결과를 나타내는 그래프이다.
- [0046] 도 10을 참조하면, 볼륨 브래그 격자(130)에 열전도 박막(135)이 적용되지 않은 경우(Bare VBG)에는 볼륨 브래그 격자(130) 내 광경로 상의 위치별 온도 차이가 2.02도인 반면, 볼륨 브래그 격자(130)에 열전도 박막(135)이 적용된 경우(High K coated VBG)에는 볼륨 브래그 격자(130) 내 광경로 상의 위치별 온도 차이가 0.26도인 것으로 확인되었다. 즉, 볼륨 브래그 격자(130)에 열전도 박막(135)을 적용함으로써 볼륨 브래그 격자(130) 내 광경로 상의 온도 균일도를 향상시킬 수 있다.
- [0047] 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 고효율 반도체 레이저 장치(100)는 주요 공진 구조인 볼륨 브래그 격자(130) 내 광경로 상의 온도 분포를 균일하게 유지할 수 있고, 통상적인 기대효과에서 예측하지 못하는 수준으로 고효율 동작 시 공진 파장의 선폭 안정화에 기여하는 것을 알 수 있다. 이에 따라, 본 발명의 실시예에 따른 공간 히터(140)와 열전도 박막(135)이 부착된 볼륨 브래그 격자(130)의 사용 구조는 고효율 반도체 레이저 다이오드의 광원 품질을 개선할 수 있다.
- [0048] 지금까지 참조한 도면과 기재된 발명의 상세한 설명은 단지 본 발명의 예시적인 것으로서, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미 한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

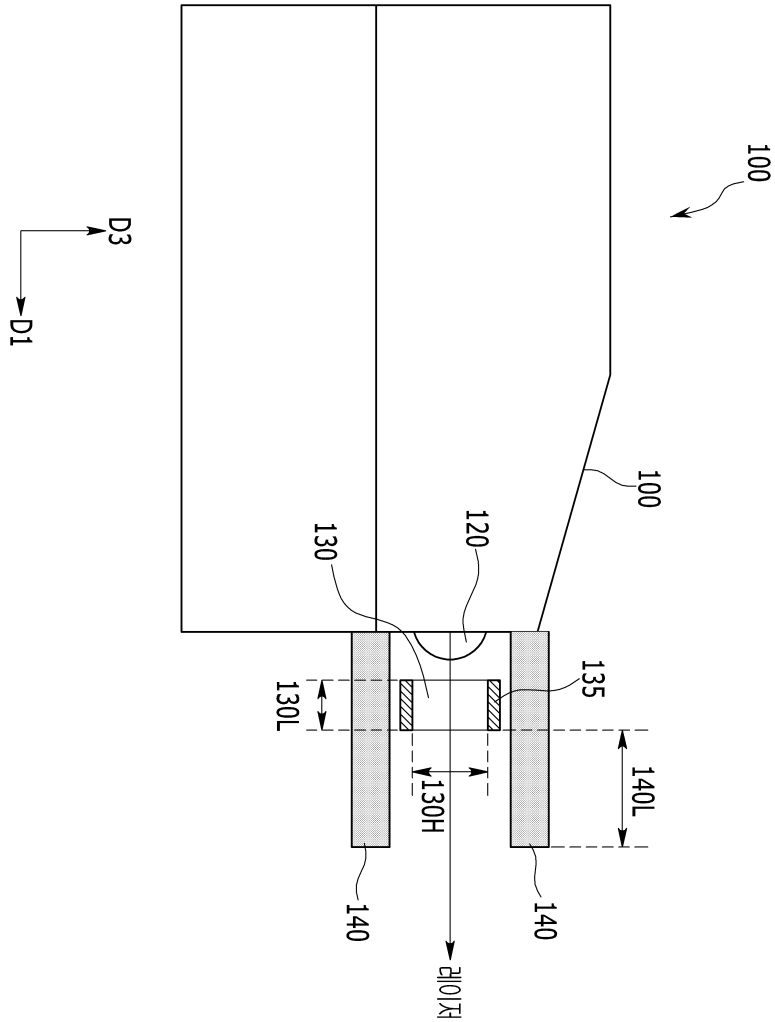
부호의 설명

- [0049] 100: 고효율 반도체 레이저 장치
110: 고효율 레이저 다이오드 어레이
120: 콜리메이터
130: 볼륨 브래그 격자
135: 열전도 박막

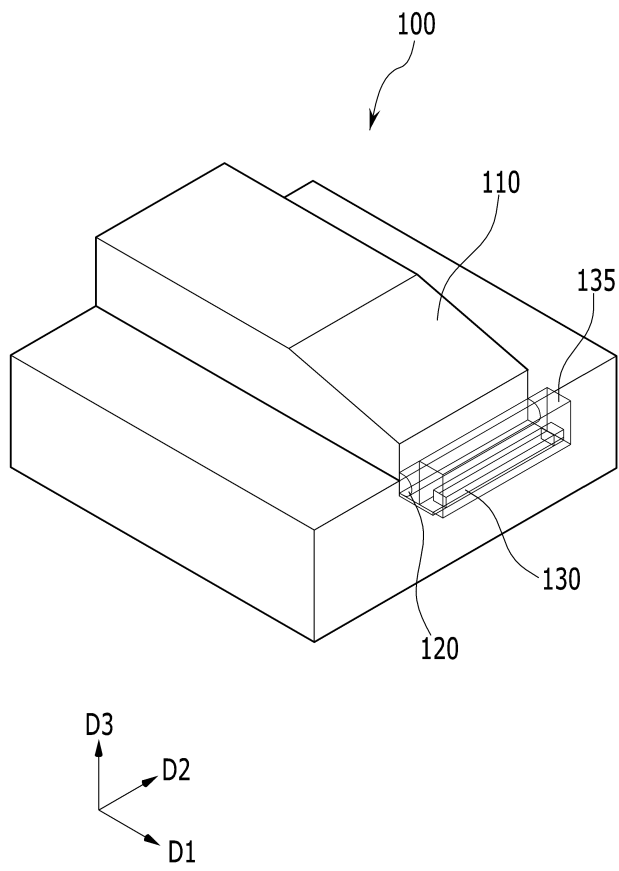
140: 공간 히터

도면

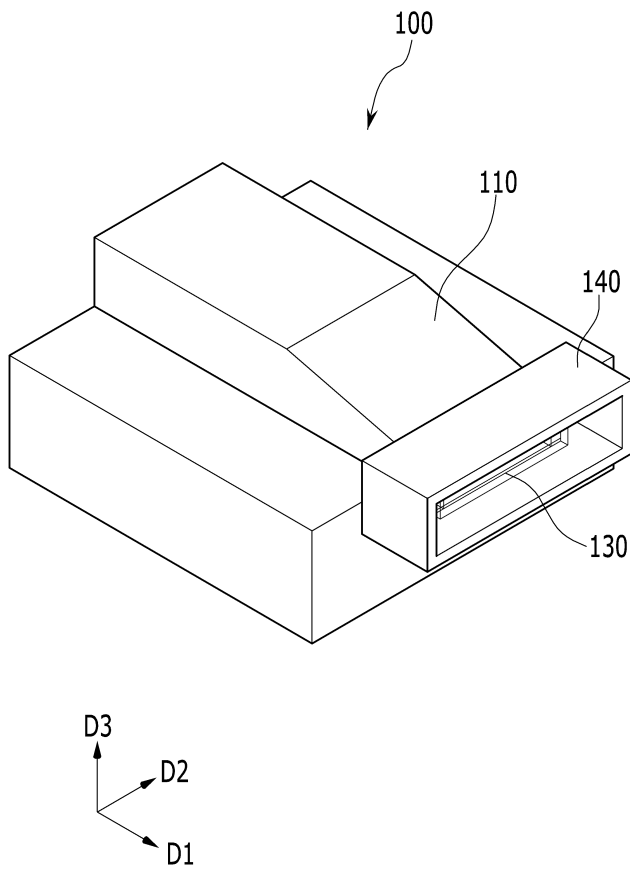
도면1



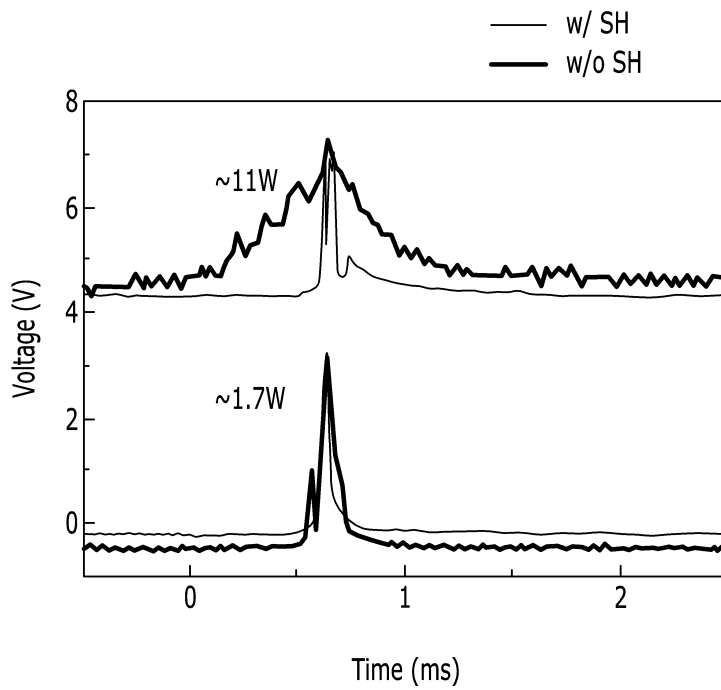
도면2



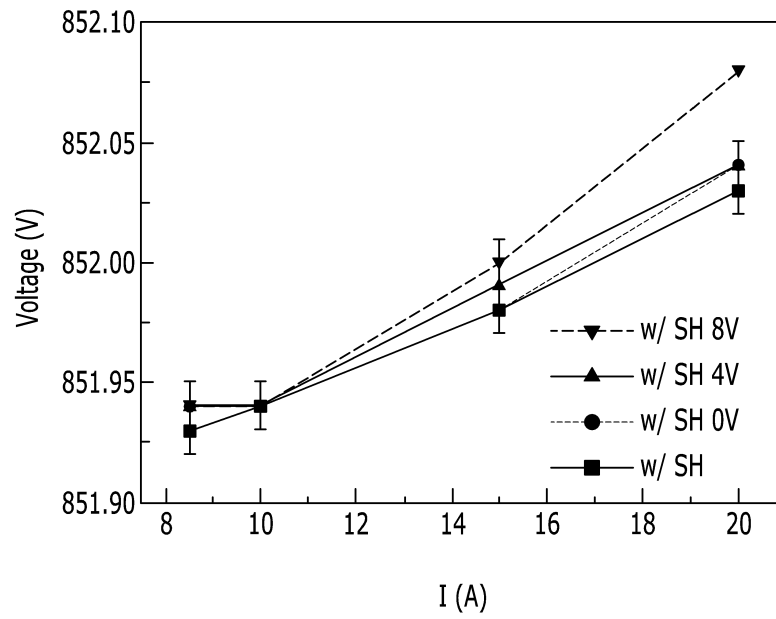
도면3



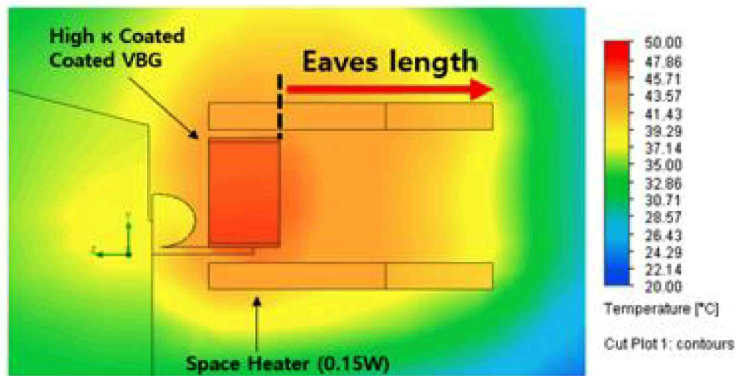
도면4



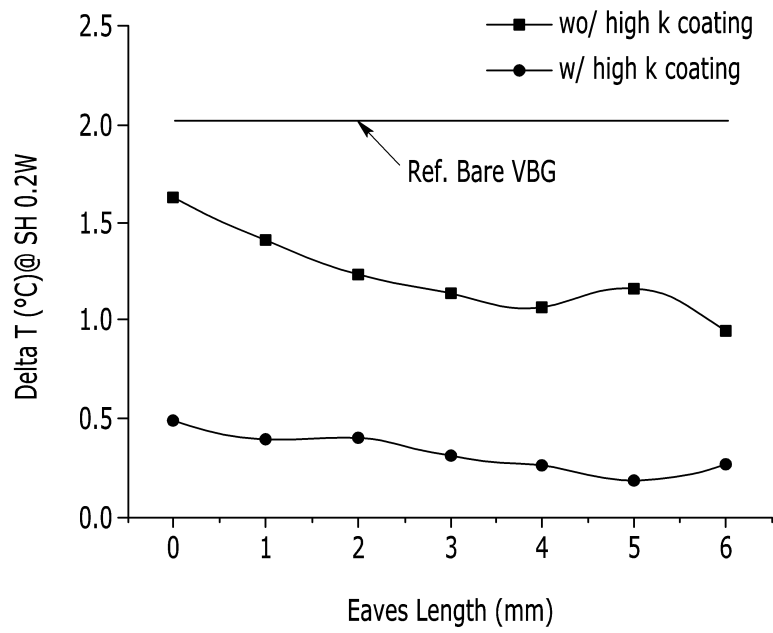
도면5



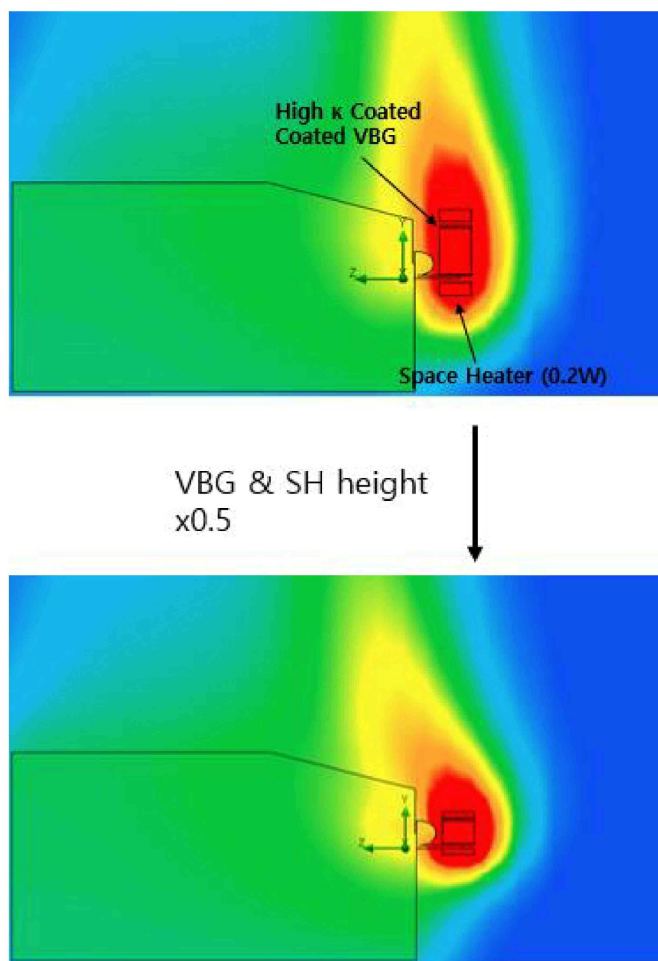
도면6



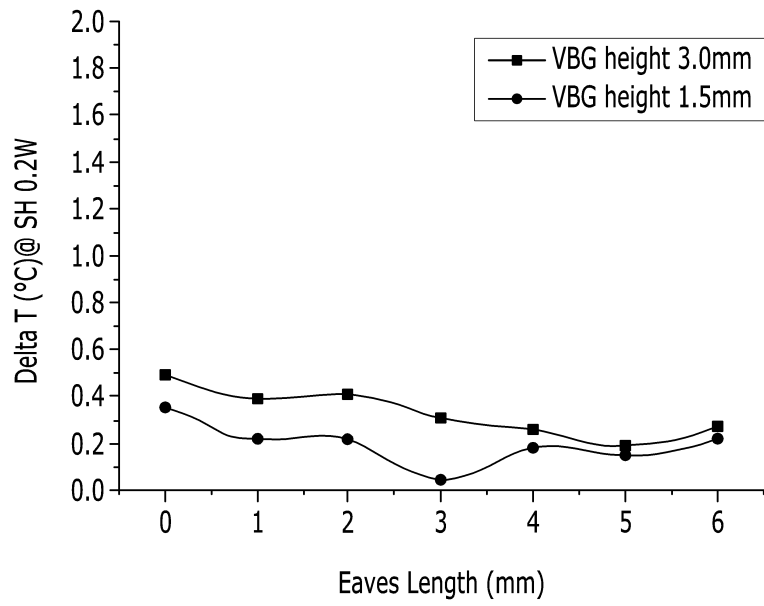
도면7



도면8



도면9



도면10

