

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2015년 11월 5일 (05.11.2015)



(10) 국제공개번호  
**WO 2015/167115 A1**

- (51) 국제특허분류:  
*H01S 3/067* (2006.01) *G02B 6/02* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/001267
- (22) 국제출원일: 2015년 2월 9일 (09.02.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:  
10-2014-0052395 2014년 4월 30일 (30.04.2014) KR
- (71) 출원인: 광주과학기술원 (GWANGJU INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [KR/KR]; 500-712 광주광역시 북구 첨단과기로 123 (오룡동), Gwangju (KR).
- (72) 발명자: 유봉안 (YU, Bong Ahn); 500-712 광주광역시 북구 첨단과기로 123 (오룡동) 광주과학기술원 고등광기술연구소, Gwangju (KR). 노영철 (NOH, Young Chul); 500-712 광주광역시 북구 첨단과기로 123 (오룡동) 광주과학기술원 고등광기술연구소, Gwangju (KR). 신우진 (SHIN, Woo Jin); 500-712 광주광역시 북구 첨단과기로 123 (오룡동) 광주과학기술원 고등광기술연구소, Gwangju (KR). 정창수 (JUNG, Chang Soo); 500-712 광주광역시 북구 첨단과기로 123 (오룡동) 광주과학기술원 고등광기술연구소, Gwangju (KR). 이영락 (LEE, Yeung Lak); 500-

712 광주광역시 북구 첨단과기로 123 (오룡동) 광주과학기술원 고등광기술연구소, Gwangju (KR).

(74) 대리인: 김기문 (KIM, Ki Moon); 135-936 서울특별시 강남구 역삼로 114, 6층 (역삼동, 현죽빌딩), Seoul (KR).

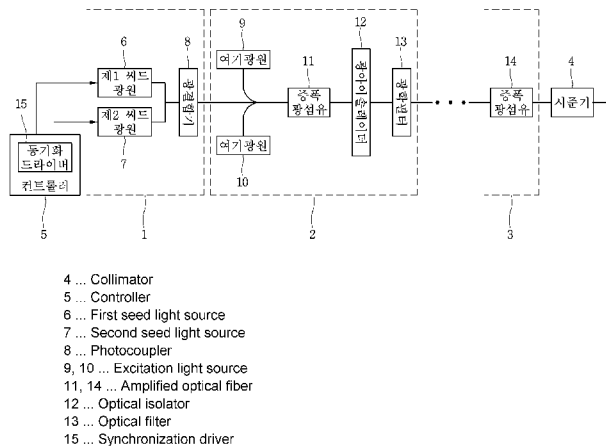
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[다음 쪽 계속]

(54) Title: OPTICAL FIBER LASER DEVICE AND OPTICAL FIBER LASER PROVIDING METHOD

(54) 발명의 명칭 : 광섬유 레이저 장치 및 광섬유 레이저 제공방법



(57) Abstract: An optical fiber laser device, according to the present invention, comprises: a seed unit for providing at least two seed lights having different wavelengths; and an amplifying unit for amplifying the at least two seed lights, wherein the amplifying unit comprises: a preamplifying unit for amplifying the at least two seed lights by using excitation light of which the wavelength is shorter than the wavelengths of the seed lights; and a final amplifying unit to which no separate excitation light source is provided, and which amplifies the seed light having the longest wavelength among the at least two seed lights by using the other seed light as excitation light with respect to the seed light having the longest wavelength. According to the present invention, the optical fiber laser device can output a pulse having a high peak power while using the same optical fiber by shortening the length of the optical fiber as much as possible. In addition, optical fiber having a small diameter can be used to easily obtain a single mode laser beam while providing a high peak power, thereby improving the quality of the laser beam.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2015/167115 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, **공개:**  
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

본 발명에 따른 광섬유 레이저 장치에는, 파장이 다른 적어도 두 개의 씨드광을 제공하는 씨드부: 및 상기 적어도 두 개의 씨드광을 증폭하는 증폭부가 포함되고, 상기 증폭부에는, 파장이 상기 씨드광보다 짧은 여기광을 이용하여 상기 적어도 두 개의 씨드광을 증폭하는 전치증폭부; 및 별도의 여기광원이 제공되지 않고, 상기 적어도 두 개의 씨드광 중에서 파장이 가장 긴 씨드광에 대하여, 다른 씨드광은 여기광으로 작용하여, 상기 파장이 가장 긴 씨드광이 증폭되는 최종증폭부가 포함된다. 본 발명에 따르는, 광섬유의 길이를 가급적 짧게 함으로써 동일한 광섬유를 이용하면서도 첨두출력이 큰 펄스 출력을 갖는 광섬유 레이저 장치를 얻을 수 있다. 또한, 높은 첨두출력을 가지면서도, 작은 직경의 광섬유를 사용할 수 있어서 단일모드의 레이저 빔을 용이하게 얻을 수 있어서, 레이저 빔의 품질을 향상시킬 수 있다.

## 명세서

### 발명의 명칭: 광섬유 레이저 장치 및 광섬유 레이저 제공방법 기술분야

- [1] 본 발명은 광섬유 레이저 장치에 관한 것이다. 상세하게는, 고출력 펄스 레이저의 구현이 가능한 광섬유 레이저 장치 및 광섬유 레이저 제공방법에 관한 것이다.

### 배경기술

- [2] 레이저 장치는, 전자가 광자를 방출할 수 있도록 물질에 적절한 에너지를 공급하고, 거울을 이용하여 상기 광자가 상기 물질을 반복하여 지날 수 있도록 하여 레이저 광을 발생시키는 광원이다. 상기 레이저 장치는 광통신 분야의 약진, 산업용 레이저에 대한 수요 증가, 및 의료용 응용 기기의 성장 등을 배경으로 지속적인 성장을 거듭하고 있다. 근래에는 광섬유 레이저가 개발되어 여러 분야에서 활용되고 있다. 상기 광섬유 레이저는 우수한 레이저 빔특성, 뛰어난 안정성, 유지 보수의 용이함 등의 장점으로 지속적으로 그 활용분야를 넓혀가고 있다.
- [3] 한편, 레이저 장치로 입력되는 광이 파장 변환을 통하여 다른 파장으로 출력되도록 하기 위하여, 선폭이 좁은 펄스 레이저가 요구되고 있다. 예를 들어, 초미세 레이저 가공 시스템의 광원으로 활용되는 자외선 영역의 고품질 레이저로서 상기 광섬유 레이저를 활용하기 위하여, 파장 변환에 효율적인 선폭이 좁은 펄스형 광섬유 레이저가 요구된다.
- [4] 상기 광섬유 레이저로는, 코어 크기가 수십  $\mu\text{m}$ 인 photonic crystal fiber 또는 large-mode-area double clad fiber(이하, LMA DCF, 또는 이중 클래드 광섬유라고 한다)가 이용된다. 상기 Photonic crystal fiber는 우수한 빔 품질을 갖는 장점이 있는 반면에, 광섬유의 접속이 어려워서 고출력의 전광섬유(all fiber) 레이저를 구성하기가 불가능하다. 이에 반하여, 상기 LMA DCF는 대구경 광섬유 접속기로 광섬유간 접속이 수월하게 가능하기 때문에, 전광섬유 형태의 광섬유 레이저를 만들기 용이하다. 상기 LMA DCF의 구조는 일반적으로 수십  $\mu\text{m}$ 크기의 코어를 가지고, 수백  $\mu\text{m}$ 크기의 안쪽 클래드 및 이를 감싸는 바깥쪽 클래드로 구성된다.
- [5] 상기 LMA DCF의 광섬유 구조를 설명한다. 먼저, 코어에는 희토류 금속이 도핑되어 있고, NA(numeric aperture)는 0.04~0.08정도이다. 안쪽 클래드는 여기광이 도파하는 역할을 하고 NA는 0.4~0.5정도이다. 바깥쪽 클래드는 안쪽 클래드보다 굴절률이 낮은 아크릴이 사용될 수 있다. 이러한 구조에 의해서 여기광은 광섬유의 바깥으로 빠져나가지 않고, 안쪽 클래드에 의해 가이딩되는 상태로 광섬유를 따라서 도파하게 된다. 이때, 광섬유를 도파하며 코어에 도핑된 희토류 이온에 의해 광흡수가 일어나고 흡수된 에너지가 씨드광을 증폭할 수 있다.

- [6] 상기 LMA DCF광섬유에서, 안쪽 클래드의 직경은 코어에 비하여 대략 5 ~ 20배에 이른다. 상기 안쪽 클래드에 의해 도파되는 여기광은, 코어와 접치는, 즉 여기광이 코어를 통과하는 영역에서는 흡수가 일어나지만, 코어의 바깥쪽은 도핑이 되어 있지 않기 때문에 광흡수가 일어나지 않는다. 따라서, 여기광이 안쪽 클래드에 분포하는 경우는, 여기광을 코어로 진행시켜서 여기광이 코어에만 분포하는 경우에 비하여, 단위 길이당 여기광의 광흡수율이 떨어진다. 이때, 여기광이 광섬유의 코어로 도파하게 하였을 때 여기광의 흡수율을 코어 흡수율, 여기광이 안쪽 클래드로 도파하는 경우의 흡수율을 클래드 흡수율로 표시한다. 광섬유의 단위길이당 상기 클래드 흡수율은 개별 광섬유의 구조에 따라 다르지만, 대략 코어 흡수율에 비하여 면적비의 역수만큼 떨어진다. 예를 들어, 안쪽 클래드의 직경이 코어의 직경에 비해 5 ~ 20배 정도 크다면, 클래드 흡수율은 면적비인 25 ~ 400 배 정도 떨어지게 된다.
- [7] 상기 LMA DCF광섬유에 있어서, 레이저 매질의 길이가 짧으면 여기광을 충분히 흡수하지 못하여 효율이 떨어지고, 너무 길게 하면 오히려 신호광이 흡수되어 효율이 떨어지는 문제가 있다. 이러한 점을 고려하여 일반적인 광섬유 레이저에 있어서, 여기광의 90%정도가 광흡수되도록 하는 것이 일반적이다.
- [8] 살펴본 바와 같은 광섬유 레이저에 있어서, 침투출력이 높은 고출력 레이저를 얻기 위해서는, 저출력의 씨드빔(seed beam)을 발생시켜 증폭기를 통하여 고출력으로 증폭하는 방법이 일반적으로 사용된다.
- [9] 광섬유 레이저에서 고출력의 레이저 빔을 발생시키기 위해서는 광섬유의 직경을 크게 하여야 한다. 그러나, 광섬유의 직경이 커지면, 레이저 빔의 공간모드가 단일모드로 생성되지 않고 다중모드로 발생하는 단점이 있다. 따라서, 출력빔의 품질을 단일모드로 유지하기 위해서는 광섬유의 코어의 크기를 무한정 크게 할 수 없고, 이에 따라 광섬유 레이저의 최대 출력이 제한된다.
- [10] 광섬유 레이저에서 효율적인 레이저 빔을 발생하기 위해서는, 여기광을 충분히 흡수하기 위한 광섬유 길이를 맞추어 주어야 한다. 그러나, 고출력 광섬유 레이저에서 광섬유의 길이가 길어지면 stimulated Brillouin scattering(SBS), stimulated Raman scattering(SRS) 등의 비선형 현상에 의해 출력이 제한된다. 일반적으로 SBS 문턱 광출력값은  $P_{th}^{SBS} \sim \frac{21A_{SBS}}{g_{eff}L_{ef}}$ 의 형태로 주어진다.

여기서,  $A_{SBS}$ 는 광섬유와 레이저빔이 반응하는 유효 단면적을 나타내고,  $g_{eff}$ 는 SBS 유효 이득 계수를 나타내고,  $L_{eff}$ 는 광섬유 유효 길이를 나타낸다. 또한, SRS의 문턱값은  $P_{th}^{SBS} \sim \frac{16A_R}{g_R L}$  형태로 주어지고, 여기서,  $A_R$ 는 유효

단면적,  $g_R$ 은 라만 이득계수,  $L$ 은 광섬유 길이를 나타낸다. 이에 따라 고출력 광섬유 레이저에서 SBS 및 SRS 발생을 억제하기 위하여 광섬유의 단면적을 가급적 크게 하고, 광섬유 길이를 줄이는 것이 필요하다. 그러나, 이미 기술한 바와 같이 광섬유 코어의 직경을 100 $\mu$ m 이상 크게 하면 단일 모드 발생이 불가능한 문제점이 있어서, 레이저의 품질이 떨어진다.

- [11] 가급적 광섬유의 길이를 줄이고, 광섬유의 직경이 일정수준 이하로 제한되도록 하면서, 고출력 광섬유 레이저를 얻는 방법으로는, 여기광의 단위길이당 흡수율을 크게 하는 방법을 생각할 수 있다. 즉, 광섬유에서 도핑 이온의 도핑 농도를 크게 할 수 있는 것이다. 그러나 도핑 농도를 크게 하면 일반적으로 광암흑화효과(photodarkening) 등이 커지기 때문에, 레이저 이득 매질로 사용하기 부적당한 문제가 발생한다.

- [12] 상기 LMA DCF 광섬유에 있어서, 광섬유의 길이, 광섬유의 직경, 및 광섬유의 도핑이온의 농도가 제한되는 조건 하에서, 고출력 광섬유 레이저를 얻는 방법으로서, 상기 광섬유에서 광흡수율을 높일 수 있도록 여기광이 코어로 도파하도록 하는 방법을 생각해 볼 수 있다. 이 경우에는 여기광의 NA가 광섬유 코어의 NA보다 작은 광원이 필요하고, 여기광과 신호광을 결합할 수 있는 광 결합기가 필요하다. 그러나 일반적으로 여기광원으로 이용되는 10W 이상의 광섬유 결합형 고출력 레이저 다이오드에서 출력빔의 NA는 0.16~0.4영역이기 때문에 코어에 결합하여 가이딩시킬수가 없다. 또한, 상기 LMA DCF에서 고출력의 여기광과 신호광을 코어로 결합할 수 있는 광결합기도 가능하지 않은 문제점이 있다.

## 발명의 상세한 설명

### 기술적 과제

- [13] 본 발명은 상기되는 배경하에서 발명자가 반복되는 연구를 통하여 개발한 것으로서, 광섬유 레이저에서, 광섬유의 길이와 직경과 도핑이온의 농도가 제한되는 조건에서도 고출력 광섬유 레이저를 얻을 수 있도록 하는 광섬유 레이저 장치 및 광섬유 레이저 제공방법을 제안한다.

### 과제 해결 수단

- [14] 본 발명에 따른 광섬유 레이저장치에는, 파장이 다른 적어도 두 개의 씨드광을 제공하는 씨드부; 및 상기 적어도 두 개의 씨드광을 증폭하는 증폭부가 포함되고, 상기 증폭부에는, 파장이 상기 씨드광보다 짧은 여기광을 이용하여 상기 적어도 두 개의 씨드광을 증폭하는 전치증폭부; 및 별도의 여기광원이 제공되지 않고, 상기 적어도 두 개의 씨드광 중에서 파장이 가장 긴 씨드광에 대하여, 다른 씨드광은 여기광으로 작용하여, 상기 파장이 가장 긴 씨드광이 증폭되는 최종증폭부가 포함된다. 이에 따르면, 고출력의 광섬유 레이저 장치를 얻을 수 있다.

- [15] 본 발명의 다른 측면에 따른 광섬유 레이저 제공방법에는, 서로 다른 파장의

적어도 두 개의 씨드광을 제공하는 것; 제 1 증폭광섬유를 이용하여 다른 파장의 여기광을 이용하여 상기 적어도 두 개의 씨드광을 전치증폭하는 것; 증폭된 상기 적어도 두개의 씨드광 중 파장이 짧은 증폭된 씨드광이 여기광으로써 사용되어, 씨드광 중에서 파장이 가장 긴 증폭된 씨드광을, 제 2 증폭광섬유를 이용하여 최종증폭하는 것; 및 최종증폭된 다음에 출사되는 것이 포함된다. 본 발명에 따르면, 동일한 광섬유를 이용하면서도 침투출력이 높은 레이저를 얻을 수 있다.

### 발명의 효과

- [16] 본 발명에 따르면, 광섬유의 길이를 가급적 짧게 함으로써 동일한 광섬유를 이용하면서도 침투출력이 큰 펄스 출력을 갖는 광섬유 레이저 장치를 얻을 수 있다.
- [17] 또한, 높은 침투출력을 가지면서도, 작은 직경의 광섬유를 사용할 수 있어서 단일모드의 레이저 빔을 용이하게 얻을 수 있어서, 레이저 빔의 품질을 향상시킬 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [18] 도 1은 본 발명의 작용과 원리를 설명하는 광섬유 레이저 장치의 간략한 구성도.
- [19] 도 2와 도 3은 다양한 에너지 준위를 갖는 레이저 매질의 에너지 준위표를 나타내는 도면.
- [20] 도 4는 실시예에 따른 광섬유 레이저 장치의 구성도.
- [21] 도 5는 실시예에 따른 광섬유 레이저 제공방법을 설명하는 흐름도.

### 발명의 실시를 위한 형태

- [22] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시예를 상세하게 설명한다. 다만, 본 발명의 사상은 이하에 제시되는 실시예에 제한되지 아니하고, 본 발명의 사상을 이해하는 당업자는 동일한 사상의 범위 내에 포함되는 다른 실시예를 구성요소의 부가, 변경, 삭제, 및 추가 등에 의해서 용이하게 제안할 수 있을 것이나, 이 또한 본 발명 사상의 범위 내에 포함된다고 할 것이다.
- [23] 도 1은 발명의 작용과 원리를 설명하는 광섬유 레이저 장치의 간략한 구성도이다.
- [24] 도 1을 참조하면, 파장이 다른 두 개의 씨드광을 제공하는 씨드부(1)와, 상기 씨드부(1)에서 제공되는 파장이 다른 두 개의 씨드광을 여기광을 이용하여 증폭하는 전치증폭부(2)와, 상기 두 개의 씨드광 중의 하나의 씨드광을 여기광으로 이용하여 다른 하나의 씨드광을 증폭하여 출력하는 최종증폭부(3)와, 출사하는 레이저광을 평행하게 조사하는 시준기(collimator)(4)와, 상기 두 개의 씨드광을 동기화시키는 작용을 수행하는 동기화 드라이버(15)가 적어도 포함되는 컨트롤러(5)가 포함된다.
- [25] 상기 씨드부(1)에는, 제 1 파장( $\lambda_1$ )의 제 1 씨드광을 제공하는 제 1 씨드광원(6)과, 제 2 파장( $\lambda_2$ )의 제 2 씨드광을 제공하는 제 2 씨드광원(7)과, 상기

- 제 1, 2 씨드광원(6)(7)에서 제공되는 광을 결합하는 광결합기(8)가 포함된다.
- [26] 상기 전치증폭부(2)에는 제 3 파장( $\lambda_3$ )의 여기광을 제공하는 여기광원(9)(10)과, 여기광을 이용하여 씨드광을 증폭하는 증폭광섬유(11)와, 역진광을 제거하는 광아이솔레이터(12)와, 광학적 필터링을 수행하는 광학필터(13)가 포함된다. 상기 전치증폭부(2)는 적어도 하나 이상이 제공되고 광경로를 따라서 직렬로 놓일 수 있다. 상기 제 1 파장과 제 2 파장과 제 3 파장과 관계는, 제 1 파장이 가장 길고, 제 2 파장이 그 다음, 제 3 파장이 가장 짧게 제공될 수 있다. 이러한 파장의 상호관계는 본 명세서의 이하의 설명에 있어서도 동일하게 적용되는 것으로 한다.
- [27] 상기 최종증폭부(3)에는 증폭광섬유(14)가 제공되어 제 2 파장의 제 2 씨드광이 여기광으로써 사용되어, 제 1 파장의 제 1 씨드광을 증폭시킬 수 있다. 상기 최종증폭부(3)에는 별도의 여기광원이 제공되지 않을 수 있다.
- [28] 상기 최종증폭부(3)에서 증폭된 제 1 씨드광은 시준기(4)를 통과하며 평행광으로서 피조사물체로 출사한다.
- [29] 상기 광섬유 레이저 장치의 작용을 상세하게 설명한다.
- [30] 상기 제 1 씨드광원(6)에서 조사되는 제 1 씨드광은 짧은 펄스폭을 갖는 펄스로 제공되고, 상기 제 2 씨드광원(7)에서 조사되는 제 2 씨드광은 연속출력(CW)으로 제공될 수 있다. 이들 씨드광은 광결합기(8)에서 결합되고, 전치증폭부(2)에서 제 3 파장의 여기광에 의해서 증폭광섬유(11)에서 증폭된다. 상기 전치증폭부(2)는 직렬로 복수개가 제공되어 상기 씨드광이 계속해서 증폭될 수 있다.
- [31] 한편, 상기 제 2 씨드광은 펄스로 구동할 수 있다. 예를 들어, 상기 제 2 씨드광은 상기 제 1 씨드광에 비하여 긴 펄스로 구동할 수 있다. 이와 같은 경우에 제 1 씨드광 및 제 2 씨드광은 상기 동기화 드라이버(15)에 의해서 서로 동기화 하는 것이 바람직하다. 이는, 광섬유 레이저 장치의 출력이 효과적으로 수행되도록 하기 위한 것으로서, 제 2 씨드광의 펄스폭 및 제 2 씨드광의 제 1 씨드광에 대한 시간지연 또는 시간선행은 구체적인 광섬유 레이저 장치에 따라서 달라질 수 있다.
- [32] 상기 최종증폭부(3)에서, 제 2 파장의 제 2 씨드광은 증폭광섬유(14)에서 흡수되어 여기광의 역할을 한다. 제 1 파장의 제 1 씨드광은 증폭광섬유(14)에서 계속해서 증폭되어 출력된다.
- [33] 상기 제 1 씨드광, 제 2 씨드광, 및 여기광의 상호 작용을 도 2 및 도 3의 레이저 매질의 에너지 준위표 참조하여 설명한다.
- [34] 도 2와 도 3은 다양한 에너지 준위를 갖는 레이저 매질의 에너지 준위표를 나타낸 도면이다. 도 2 및 도 3을 참조하면, 도펀트의 발생파장이나 흡수파장에 따라 다양한 형태의 흡수파장 및 발생파장의 조합이 가능하다. 일반적으로 흡수율이 큰 파장을 택하여 여기광을 입사하고, 흡수가 거의 없는 파장 영역에서 레이저 신호광을 발생시킨다(도 2의 경우). 흡수가 있는 영역에서 레이저를

발생시키면 재흡수로 인하여 레이저 효율이 떨어진다. 그러나 강한 여기광으로 상위준위의 분포를 충분히 크게 하면 흡수가 있는 영역에서도 레이저 신호를 발생할 수 있다(도 3의 경우).

- [35] 도면에서,  $\lambda_1$ (제 1 파장)은 흡수가 거의 없는 발생파장이 될 수 있고,  $\lambda_2$ (제 2 파장)와  $\lambda_3$ (제 3 파장)은 흡수가 있는 파장대역이다. 그런데, 도 3에서 볼 수 있는 바와 같이  $\lambda_3$ 의 파장을 갖는 상당히 강한 여기광을 레이저 매질에 입사하여 상위준위의 분포를 크게 하면,  $\lambda_1$  뿐만 아니라  $\lambda_2$ 의 파장을 발생할 수 있다.
- [36] 이러한 방법을 이용하여 실시예에서는, 제 3 파장의 여기광을 이용하고, 제 1 파장 및 제 2 파장의 두 씨드광을 입사시키면, 두 개의 씨드광은 각각 증폭이 되어 출력된다. 여기광의 세기, 각 씨드광의 세기에 따라 각각의 증폭효율은 달라질 수 있고, 일반적으로는 흡수가 없는 파장대역인 제 1 파장의 제 1 씨드광이 주로 증폭될 수 있다.
- [37] 이 배경하에서, 상기 제 1 씨드광을 짧은 펄스로 작동시키고, 제 2 씨드광을 연속출력으로 입사하면, 제 1 씨드광의 광신호가 입사하지 않는 동안은 제 2 씨드광의 신호만 증폭되고, 제 1 씨드광의 신호가 입사하는 시간동안은 각각의 파장 증폭효율에 따라 두 파장의 신호가 동시에 증폭된다. 상기 두 씨드광의 증폭효율은 각 씨드광의 펄스폭 및 각각의 이득 효율에 따라 달라질 수 있다.
- [38] 상기 두 씨드광의 증폭효율을 상세하게 설명한다. 연속출력의 여기광으로 여기하는 전치증폭부(2)의 증폭광섬유(11)에 펄스형의 제 1 씨드광, 및 연속출력의 제 2 씨드광 광신호를 결합하여 함께 증폭하면, 각 파장에 따른 증폭율이 크게 차이가 나지 않는다면, 제 1 씨드광은 펄스가 지속되는 시간 동안만 증폭되고, 연속출력의 제 2 씨드광은 연속적으로 증폭된다. 그러므로, 제 1 씨드광의 광신호의 펄스폭이  $t_p$  이고, 주기가  $T$  이고, 주기  $T$ 가 레이저 매질의 포화시간보다 상당히 작아서  $T \gg t_p$  이면, 증폭되는 광신호의 단위 시간당 에너지 비율(제 1 파장의 광신호 에너지 : 제 2 파장의 광신호 에너지)은 대략  $t_p : T$ 가 된다. 예를 들어 펄스폭이 10ns이고, 펄스 주기가 10us이면, 파장에 따른 단위 시간당 에너지는 약 1000배 정도 차이가 난다. 상기 파장에 따른 단위 시간당 출력에너지는 구체적인 레이저 시스템에서는 각각의 파장에 따른 증폭률 및 각각의 파장의 입사광 세기에 따라 달라질 수 있지만, 대략 펄스의 작동비(duty ratio)에 비례하는 형태로 나타낼 수 있다. 즉  $t_p : T$ 에 비례하는 형태로 나타낼 수 있다.
- [39] 상기 전치증폭부(2)에서 각각 증폭된 출력광을 여기광을 구비하지 않은 최종 증폭부(3)의 증폭광섬유(14)에 입사하면, 제 2 씨드광이 증폭된 제 2 파장의 광신호는 매질에 흡수되어 여기광의 역할을 하게 되고, 제 1 파장의 광신호는 계속하여 증폭되어 출력된다.
- [40] 상기 최종증폭부(3)의 증폭광섬유(14)에서 제 2 파장의 광신호는 광섬유의 코어로 진행한다. 구체적으로 상기 최종증폭부(3)에서 여기광의 역할을 하는 제 2 파장의 광신호는 광섬유의 코어에서 발생하는데, 발생된 제 2 파장의 레이저



빔의 NA는 코어의 NA와 일치하므로 별도의 광 결합기가 필요하지 않다. 그러므로, 상기 제 2 파장의 광신호가 별도의 여기광을 구비하지 않는 최종증폭부(3)에 입사하면, 코어여기방식으로 작용하는 여기광의 역할을 수행할 수 있다. 상기 코어여기방식은, 여기광이 광섬유의 코어로 도파하게 하는 경우로서 코어 흡수율(여기광이 안쪽 클래드로 도파하는 경우의 클래드 흡수율과 대비되는 개념으로서 높은 광흡수율을 얻을 수 있다)을 얻을 수 있다. 그러므로, 상기 클래드 흡수율을 제공하는 클래드여기방식에 비하여 단위 길이당 흡수율이 크기 때문에 짧은 광섬유 길이로 충분한 흡수가 가능하고, 제 1 파장의 광신호의 침투 출력을 더 높일 수 있다.

- [41] 도 4는 실시예에 따른 광섬유 레이저 장치의 구성도이다. 실시예의 설명에 있어서 구체적인 설명이 없는 부분은 본 발명의 원리를 설명하는 도 1의 구성을 위하여 제시된 설명이 그대로 적용되는 것으로 한다.
- [42] 도 4를 참조하면, 각각의 파장이 다른 제 1 파장의 제 1 씨드광과 제 2 파장의 제 2 씨드광을 제공하는 씨드부(20)와, 상기 씨드부(20)에서 제공되는 두 개의 씨드광을 증폭하는 제 1 전치증폭부(30) 및 제 2 전치증폭부(40)와, 상기 전치증폭부(30)(40)에서 증폭된 상기 제 1 파장의 광신호와 제 2 파장의 광신호 중에서 제 2 파장의 광신호를 여기광으로 이용하여 제 1 파장의 광신호를 증폭하여 출력하는 최종증폭부(50)와, 출사하는 레이저광을 평행하게 조사하는 시준기(60)와, 상기 두 개의 씨드광을 동기화시키기 위한 동기화 드라이버(71)가 적어도 포함되는 컨트롤러(70)가 포함된다.
- [43] 상기 씨드부(20)에는, 제 1 파장( $\lambda_1$ )의 제 1 씨드광을 제공하는 제 1 씨드광원(21)과, 제 2 파장( $\lambda_2$ )의 제 2 씨드광을 제공하는 제 2 씨드광원(22)과, 상기 제 1, 2 씨드광원(21)(22)에서 제공되는 광을 결합하는 광결합기(23)가 포함된다. 상기 제 1 씨드광원(21) 및 제 2 씨드광원(22)은 레이저 다이오드로 구성될 수 있고, 레이저 공진기로 구성될 수 있다. 또한, 상기 제 1 씨드광원(21) 및 제 2 씨드광원(22)은 각각의 증폭기를 포함할 수도 있다.
- [44] 상기 제 2 전치증폭부(40)에는 제 3 파장( $\lambda_3$ )의 여기광을 제공하는 여기광원(41)(42)과, 여기광을 이용하여 씨드광을 증폭하는 증폭광섬유(43)와, 역진광을 제거하는 광아이솔레이터(44)와, 광학적 필터링을 수행하는 광학필터(45)가 포함된다.
- [45] 상기 최종증폭부(50)에는 증폭광섬유(51)가 제공되어 제 2 파장의 광신호가 여기광으로써 사용되어, 제 1 파장의 광신호를 증폭시킬 수 있다. 상기 최종증폭부(50)에는 별도의 여기광원이 제공되지 않는다. 상기 최종증폭부(50)에서 증폭된 제 1 씨드광은 시준기(60)를 통과하며 평행광으로서 출사한다.
- [46] 상기 제 1 전치증폭부(30)는 단일모드 광섬유로 구성하여 저출력으로 코어여기방식으로 씨드광을 증폭할 수 있다. 상기 제 2 전치증폭부(40) 및 최종증폭부(50)의 광섬유는 코어직경이 25 $\mu\text{m}$ 이고, 안쪽 클래드의 직경이

250um인 LMA DCF로 구성할 수 있다. 상기 제 2 전치증폭부(40)는 클래드여기방식으로 증폭을 수행할 수 있고, 상기 최종증폭부(50)는 코어여기방식으로 출력광을 증폭할 수 있다. 이때, 상기 제 2 전치증폭부(40)의 증폭광섬유(43)의 길이는 수 m정도로 구성하고, 최종증폭부(50)의 증폭광섬유(51)는 수십 cm정도로 구성할 수 있다.

[47] 실시예에 따른 광섬유 레이저 장치의 작용을 설명한다.

[48] 상기 증폭광섬유(43)(51)에는 이터븀(Yb)이 첨가되는데, Yb 광섬유 레이저는 일반적으로 1030~1100nm 대역의 파장을 출력하는 광섬유 레이저이다. 일반적으로 915~940nm 대역과 970~985nm 대역의 파장을 갖는 여기광이 이용될 수 있다. 바람직하게는, 상기 씨드광의 파장은 1030~1080nm 및 970~985nm이고, 상기 여기광의 파장은 915~940nm가 이용될 수 있다. 본 실시예에서는 제 1 씨드광원(21)의 제 1 파장은 1064nm, 제 2 씨드광원(22)의 제 2 파장은 976nm를 사용한다. 상기 여기광의 제 3 파장으로는 915nm를 사용한다. 또한, 상기 제 1 씨드광원의 제 1 씨드광은 펄스로 구동하고, 제 2 씨드광원의 제 2 씨드광은 연속출력 또는 펄스로 구동하고, 여기광은 연속출력으로 구동한다.

[49] 상기 두 씨드광은 결합되어 제 1 전치증폭부(30)로 입력되고, 단일모드 광섬유로 구성된 제 1 증폭기(31)에서 제 1 씨드광 및 제 2 씨드광은 각각의 증폭율에 따라서 증폭된다. 이미 살펴본 바와 같이, 펄스형태의 제 1 씨드광과 연속출력의 제 2 씨드광의 단위 시간당 에너지 비는 대략 제 1 씨드광의 펄스 작동비에 비례하는 형태로 나타나므로, 연속출력의 형태인 976nm 파장의 신호가 훨씬 큰 에너지를 갖는다. 단일모드 광섬유의 출력은 클래드여기방식의 LMA DCF로 구성된 제 2 전치증폭부(40)에서 더욱 고출력으로 증폭된다.

[50] 상기 전치증폭부(30)(40)의 출력 광신호는 여기광을 구비하지 않은 상기 최종증폭부(50)로 입사한다. 상기 최종증폭부(50)에서는 상기 전치증폭부(30)(40)에서 증폭된 976nm(제 2 파장)의 광신호가 흡수되고, 1064nm(제 1 파장)의 광신호는 계속하여 증폭된 다음에, 시준기(60)를 통하여 출력된다.

[51] 일반적인 광섬유 레이저에 있어서는, 직경 25um의 코어 크기를 갖는 증폭광섬유로 최종증폭기를 수 m의 길이로 구성하면, 10ns정도의 펄스폭을 가지고 0.1nm정도의 파장 선포를 가지는 광신호는 첨두출력이 높아지면 상기 비선형 현상으로 인하여 레이저장치가 손상을 입게 된다. 따라서 광신호의 첨두출력은 대략 수십 kW정도로 제한된다. 이에 반하여, 본 실시예에서는 전치증폭기에서 제 1 파장의 광신호의 첨두출력을 수 kW 정도로만 증폭하고, 제 2 파장의 광신호도 연속출력 또는 긴 펄스로 구동되기 때문에 단위 시간당 에너지는 크게 하고 첨두출력은 낮은 형태로 출력되어 비선형 현상으로 인한 문제가 발생하지 않는다. 또한, 최종증폭부(50)의 증폭광섬유(51)는 그 길이가 수십 cm정도이기 때문에 비선형효과가 없이 제 1 파장 광펄스의 첨두 출력을 수백 kW수준으로 증폭할 수 있다.

- [52] 상기 최종증폭부(50)의 증폭광섬유(51)의 길이가 짧아지는 것은, 코어여기방식으로 여기광의 광흡수 출력광의 증폭이 가능함으로써, 코어 흡수율을 얻을 수 있기 때문인 것을 알 수 있다. 이때 코어여기방식이 가능한 것은 여기광으로 동작하는 제 2 파장 광신호의 레이저 빔의 NA는 코어의 NA와 일치하기 때문임은 이미 살펴본 바와 같다. 이 경우에, 상기 증폭광섬유(51)의 길이는 다른 조건이 동일할 때, 90%의 클래드 흡수율을 가지는 증폭광섬유의 길이에 비하여 1/2~1/400의 길이로서 충분하다.
- [53] 본 실시예에서는 제 3 파장의 여기광에 의해서 증폭된 제 2 파장(제 2 씨드광의 파장)의 광신호가 최종증폭부(50)의 증폭광섬유(51)에서 여기광으로 사용되는 것을 볼 수 있다. 이는 제 1 파장의 광신호는 최소 두 단계의 증폭과정을 거치게 된다. 다시 말하면, 전치증폭부(30)(40)에서 코어 크기에 비하여 낮은 첨두출력으로 비선형현상이 없이 일차 증폭된 다음에, 상기 최종증폭부(50)의 증폭광섬유(51)는 그 길이가 수십 cm로 짧은 것에 기인하여 비선형 현상없이 수백 kW 수준으로 이차 증폭될 수 있다. 증폭광섬유(51)의 길이가 짧은 것은 코어여기효과를 얻을 수 있기 때문인 것은 설명된 바와 같다.
- [54] 이와 같은 두 단계 증폭에 따르면, 다른 광섬유 레이저 장치에 비하여 전체적인 증폭의 효율은 떨어질 수 있지만, 동일한 코어 크기를 가지는 광섬유를 이용하여 큰 첨두출력을 낼 수 있는 효과가 있다.
- [55] 본 발명은 상기되는 구체적인 실시예에 따른 광섬유 레이저 장치에 제한되지 아니하고 다양한 구성예를 더 포함할 수 있다. 이하에서는 동일한 사상의 범위 내에 포함되는 다른 실시예를 더 제시한다.
- [56] 먼저, 상기 실시예에서 제시한 씨드광의 파장 및 여기광의 파장은 실시예에 제시된 경우로 제한되지 않는다. 예를 들어, Yb 첨가 광섬유의 에너지 준위표를 참조할 때, 여기광으로는 흡수가 있는 짧은 파장을 선택하고, 제 2 씨드광으로는 흡수가 있지만 다른 파장에 대한 여기광으로서 강하게 여기하면 레이저 증폭이 가능한 파장으로 선택하고, 제 1 씨드광은 최종적인 펄스로서의 출력파장을 선택할 수 있다. 경우에 따라서는 씨드광을 두 개이상 제공하여 각각 증폭된 다음에, 최종증폭기에서 다른 씨드광이 출력파장을 제공하는 하나의 씨드광의 파장에 대하여 여기광으로 동작하도록 할 수도 있다.
- [57] 다른 실시형태로서, 상기 광섬유는 Yb 첨가 광섬유로 제한되지 않고 Nd, Er, Tm 등 다른 도펀트가 첨가되는 광섬유도 충분히 사용이 가능하다. 나아가서, 상기 광섬유 레이저 장치에서 각 증폭부 별로 다른 종류의 이온이 첨가된 증폭광섬유를 사용할 수도 있다. 이 때에는 전치증폭부의 출력 파장이 최종증폭부의 증폭광섬유의 흡수 파장과 일치하도록 함으로써 광섬유 레이저 장치의 동작을 달성할 수 있다.
- [58] 도 5는 실시예에 따른 광섬유 레이저 제공방법을 설명하는 흐름도이다.
- [59] 도 5를 참조하면, 서로 다른 파장의 적어도 두개의 씨드광을 제공한다(S1). 이때 적어도 두개의 씨드광 중에서 하나는 출력파장이 될 수 있다. 이후에, 다른

파장의 여기광을 이용하여 상기 두 씨드광을 증폭한다(S2). 이때, 여기광의 파장은 상기 두 씨드광의 파장에 비하여 짧은 것이 바람직하다. 이후에 증폭된 상기 적어도 두개의 씨드광 중의 파장이 짧은 증폭된 씨드광이 여기광으로서 사용되고, 씨드광 중에서 파장이 가장 긴 증폭된 씨드광을 다시금 증폭한다(S3). 두 단계로 증폭된 씨드광이 출사한다(S4)

- [60] 상기되는 광섬유 레이저 제공방법에 따르면, 레이저 장치에 손상을 주지 않으면서도 첨두출력이 높은 광섬유 레이저를 제공할 수 있다.

#### 산업상 이용가능성

- [61] 본 발명에 따르면, 동일한 크기 및 길이의 광섬유 레이저 장치의 경우에도 첨두출력이 큰 펄스 출력을 갖는 광섬유 레이저 장치를 얻을 수 있다.
- [62] 또한, 높은 첨두출력을 가지면서도, 작은 직경의 광섬유를 사용할 수 있어서 레이저 빔의 품질을 향상시킬 수 있다.

## 청구범위

- [청구항 1] 파장이 다른 적어도 두 개의 씨드광을 제공하는 씨드부; 및 상기 적어도 두 개의 씨드광을 증폭하는 증폭부가 포함되고, 상기 증폭부에는, 파장이 상기 씨드광보다 짧은 여기광을 이용하여 상기 적어도 두 개의 씨드광을 증폭하는 전치증폭부; 및 별도의 여기광원이 제공되지 않고, 상기 적어도 두 개의 씨드광 중에서 파장이 가장 긴 씨드광에 대하여, 다른 씨드광은 여기광으로 작용하여, 상기 파장이 가장 긴 씨드광이 증폭되는 최종증폭부가 포함되는 광섬유 레이저 장치.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서, 상기 최종증폭부에는 LMA DCF가 증폭광섬유로 사용되고, 상기 증폭광섬유는 코어여기방식으로 상기 파장이 가장 긴 씨드광을 증폭하는 광섬유 레이저 장치.
- [청구항 3] 제 2 항에 있어서, 상기 증폭광섬유의 길이는, 90%의 클래드 흡수율을 가지는 증폭광섬유의 길이에 비하여 1/2~1/400의 길이로 제공되는 광섬유 레이저 장치.
- [청구항 4] 제 3 항에 있어서, 상기 씨드광은 두 개이고, 상기 증폭광섬유에는 이터븀(Yb)이 첨가되고, 어느 하나의 씨드광의 파장은 1030~1080nm이고, 다른 하나의 씨드광의 파장은 970~985nm이고, 상기 여기광의 파장은 915~940nm인 광섬유 레이저 장치.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서, 상기 파장이 가장 긴 씨드광은 짧은 펄스인 광섬유 레이저 장치.
- [청구항 6] 제 1 항에 있어서, 상기 파장이 가장 긴 씨드광을 제외하는 씨드광은 연속출력 또는 긴 펄스인 광섬유 레이저 장치.
- [청구항 7] 제 1 항에 있어서, 상기 전치증폭부와 상기 최종증폭부에는 증폭광섬유가 제공되고, 각각의 증폭광섬유에는 같거나 다른 희토류가 첨가되고, 상기 희토류에는 Yb, Nd, Er, 및 Tm가 포함되는 광섬유 레이저 장치.
- [청구항 8] 제 1 항에 있어서, 상기 씨드광을 동기화시키기 위한 동기화 드라이버가 포함되는 광섬유 레이저 장치.
- [청구항 9] 서로 다른 파장의 적어도 두 개의 씨드광을 제공하는 것; 제 1 증폭광섬유를 이용하여 다른 파장의 여기광을 이용하여 상기 적어도 두 개의 씨드광을 전치증폭하는 것;

증폭된 상기 적어도 두개의 씨드광 중 파장이 짧은 증폭된 씨드광이 여기광으로써 사용되어, 씨드광 중에서 파장이 가장 긴 증폭된 씨드광을, 제 2 증폭광섬유를 이용하여 최종증폭하는 것; 및

최종증폭된 다음에 출사되는 것이 포함되는 광섬유 레이저 제공방법.

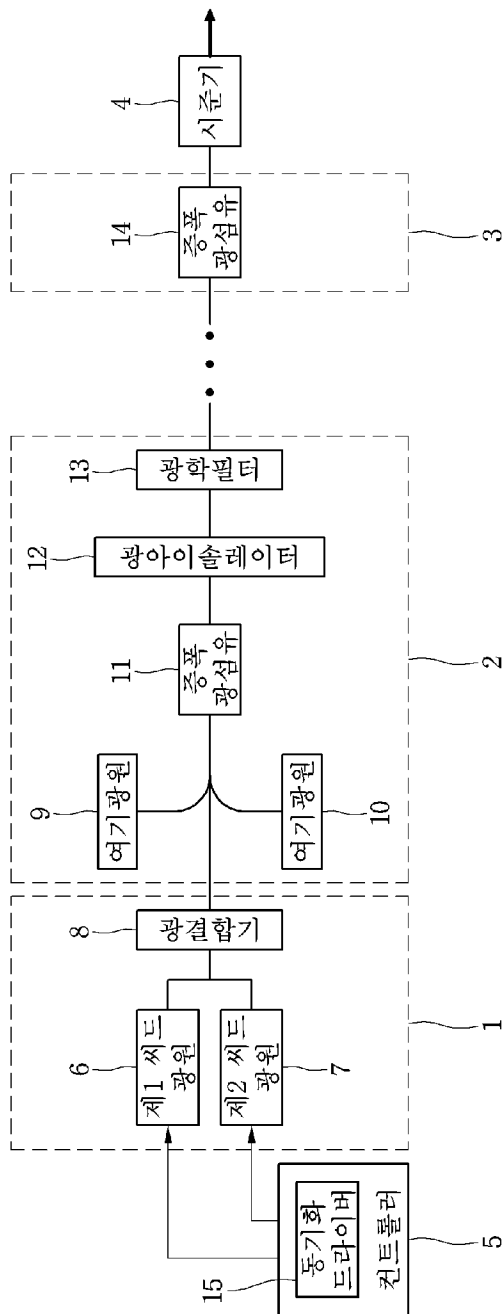
[청구항 10]

제 9 항에 있어서,

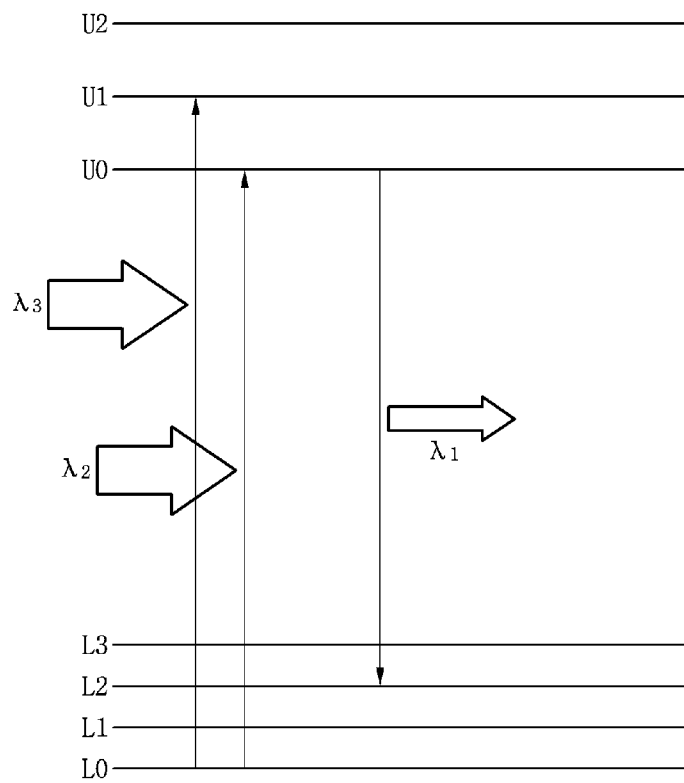
상기 제 1 증폭광섬유는 클래드여기방식으로 증폭이 수행되고,

상기 제 2 증폭광섬유는 코어여기방식으로 증폭이 수행되는 광섬유 레이저 제공방법.

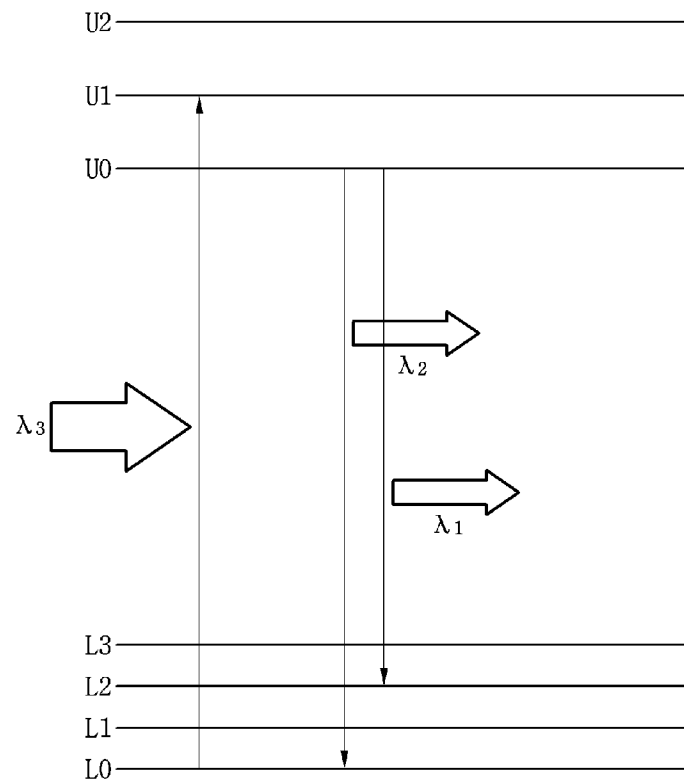
[Fig. 1]



[Fig. 2]

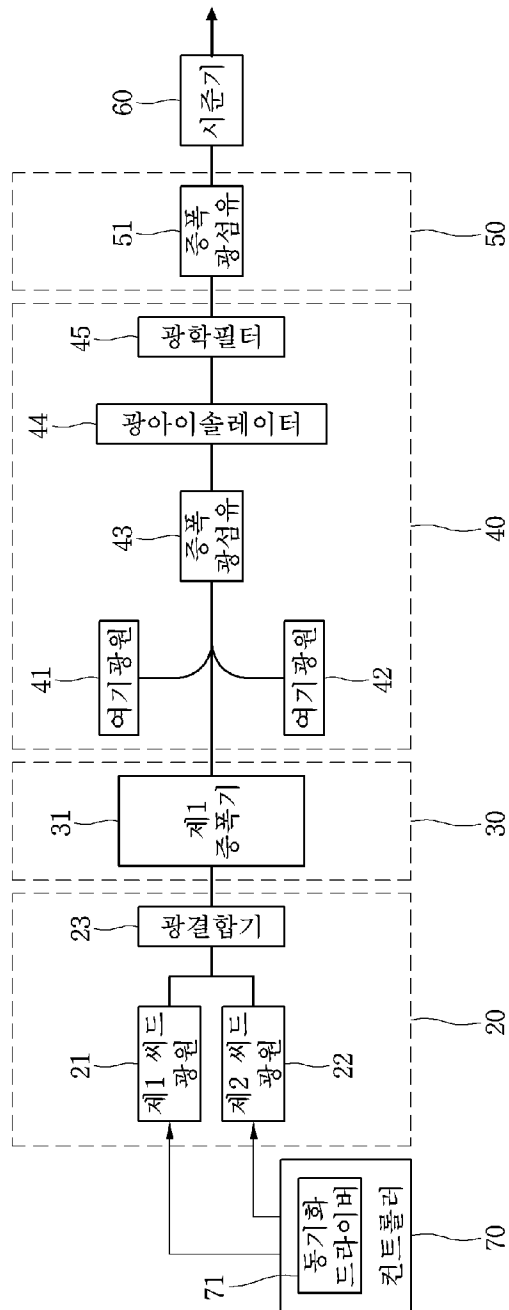


[Fig. 3]

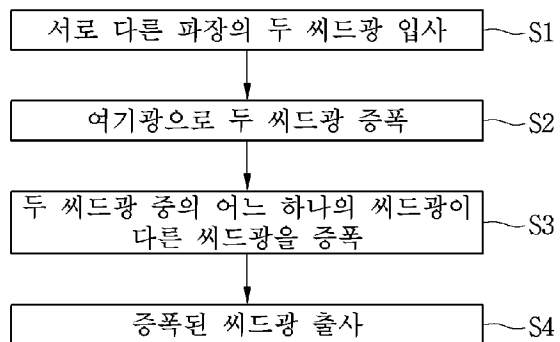




[Fig. 4]



[Fig. 5]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/KR2015/001267****A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H01S 3/067(2006.01)i, G02B 6/02(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01S 3/067; H01S 3/10; H01S 3/06; H01S 3/10; H01S 3/00; H01S 3/13; G02B 6/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) &amp; Keywords: laser, amplification, optical fiber, rare earth, seed, excitation, pump, pre, post, dual, and core

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | JP 2013-065655 A (TOSHIBA CORP.) 11 April 2013<br>See abstract; figures 1-3; claims 1-6; and pages 4-7.                           | 1-10                  |
| A         | JP 2010-080642 A (TOSHIBA CORP.) 08 April 2010<br>See abstract; figures 1-6; claims 1-8; and pages 3-7.                           | 1-10                  |
| A         | JP 2012-044098 A (MIYACHI TECHNOS CORP.) 01 March 2012<br>See abstract; figures 1-5; claims 1-5; and paragraphs [0003] to [0098]. | 1-10                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

**14 MAY 2015 (14.05.2015)**

Date of mailing of the international search report

**15 MAY 2015 (15.05.2015)**

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office  
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,  
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

**PCT/KR2015/001267**

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|
| JP 2013-065655 A                          | 11/04/2013          | NONE                    |                     |
| JP 2010-080642 A                          | 08/04/2010          | NONE                    |                     |
| JP 2012-044098 A                          | 01/03/2012          | JP 5612964 B2           | 22/10/2014          |

**A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))**

H01S 3/067(2006.01)i, G02B 6/02(2006.01)i

**B. 조사된 분야**

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H01S 3/067; H01S 3/10; H01S 3/06; H01S 3/10; H01S 3/00; H01S 3/13; G02B 6/02

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) &amp; 키워드: 레이저, 증폭, 광섬유, 회로류, 씨드, 여기, 펌프, 전치, 후치, 이중, 및 코어

**C. 관련 문헌**

| 카테고리* | 인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재                                                                       | 관련 청구항 |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| X     | JP 2013-065655 A (TOSHIBA CORP.) 2013.04.11<br>요약; 그림 1-3; 청구항 1-6; 및 4-7쪽 참조.                   | 1-10   |
| A     | JP 2010-080642 A (TOSHIBA CORP.) 2010.04.08<br>요약; 그림 1-6; 청구항 1-8; 및 3-7쪽 참조.                   | 1-10   |
| A     | JP 2012-044098 A (MIYACHI TECHNOS CORP.) 2012.03.01<br>요약; 그림 1-5; 청구항 1-5; 및 문단 [3] 내지 [98] 참조. | 1-10   |

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

\* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&amp;” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2015년 05월 14일 (14.05.2015)

국제조사보고서 발송일

2015년 05월 15일 (15.05.2015)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청

(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,

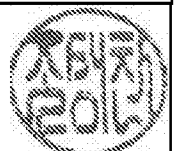
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 ++82 42 472 7140

심사관

조성찬

전화번호 +82-42-481-8462



| 국제조사보고서에서<br>인용된 특허문헌 | 공개일        | 대응특허문헌        | 공개일        |
|-----------------------|------------|---------------|------------|
| JP 2013-065655 A      | 2013/04/11 | 없음            |            |
| JP 2010-080642 A      | 2010/04/08 | 없음            |            |
| JP 2012-044098 A      | 2012/03/01 | JP 5612964 B2 | 2014/10/22 |