(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2013 년 7 월 4 일 (04.07.2013)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2013/100423 A1

(51) 국제특허분류:
*H01S 3/067* (2006.01) *H01S 3/10* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2012/010516

(22) 국제출원일: 2012 년 12 월 6 일 (06.12.2012)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2011-0147664 2011 년 12 월 30 일 (30.12.2011) KR

(71) 출원인: **광주과학기술원 (GWANGJU INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY)** [KR/KR]; 500-712 광주시 북구 첨단과기로 123 (오룡동), Gwangju (KR).

(72) 발명자: **신우진 (SHIN, Woo Jin)**; 500-712 광주시 북구 첨단과기로 261(오룡동) 광주과학기술원 고등광기술연구소, Gwangju (KR).

(74) 대리인: **특허법인 우인 (WOOIN PATENT & LAW FIRM)**; 135-925 서울시 강남구 역삼로 157, 2 층 (역삼동, 중평빌딩), Seoul (KR).

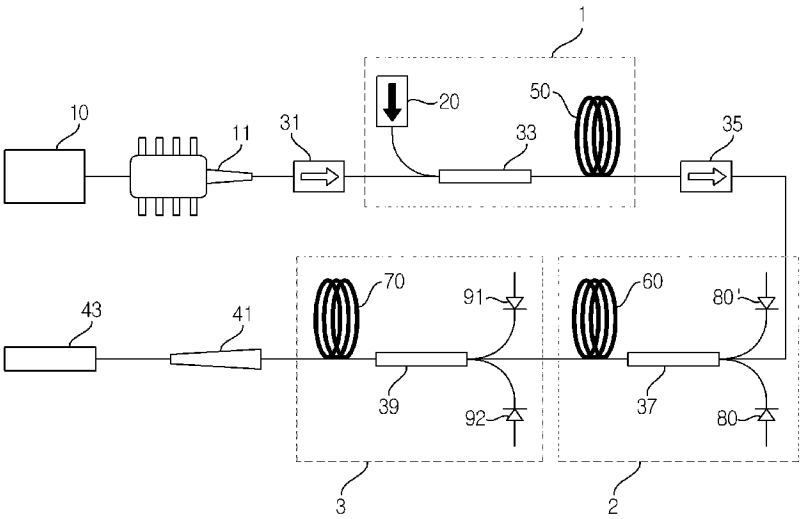
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, 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, 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, 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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) **Title**: LASER OUTPUT DEVICE AND METHOD

(54) **발명의 명칭** : 레이저 출력 장치 및 방법




(57) **Abstract**: The present invention relates to a laser output device that outputs high-repetition-rate pulse laser light having a narrow pulse width. The device according to the present invention comprises: a pulse driving driver that generates a driving signal; a laser diode that is driven by the driving signal of the pulse driving driver to oscillate the pulse laser light; and an amplifier that amplifies the pulse laser light oscillated by the laser diode. The amplifier comprises: a first pumping light source that supplies first pumping light; a wavelength division multiplexer that combines the pulse laser light with the first pumping light and outputs the result; and a first amplifier that comprises a first optical fiber which amplifies the light output through the wavelength division multiplexer to a single mode.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2013/100423 A1

본 발명은 좁은 펄스 폭을 가지며 고 반복률의 펄스 레이저광을 출력하는 레이저 출력 장치에 관한 것이다. 본 발명은 구동신호를 발생시키는 펄스구동 드라이버; 상기 펄스구동 드라이버의 구동신호에 의해 구동되어 펄스 레이저광을 발진하는 레이저 다이오드; 및 상기 레이저 다이오드로부터 발진된 상기 펄스 레이저광을 증폭하는 증폭부를 포함하며, 상기 증폭부는, 제 1 펌핑광을 공급하는 제 1 펌핑 광원; 상기 펄스 레이저광과 상기 제 1 펌핑광을 결합하여 출력하는 파장분할 다중화기; 및 상기 파장분할 다중화기를 통해 출력되는 광을 단일 모드로 증폭하는 제 1 광섬유를 포함하는 제 1 증폭부를 포함한다.

# 명세서

## 발명의 명칭: 레이저 출력 장치 및 방법

### 기술분야

[1] 본 발명은 레이저 출력 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 좁은 펄스 폭을 가지며 고 반복률의 펄스 레이저광을 출력하는 레이저 출력 장치 및 방법에 관한 것이다.

### 배경기술

[2] 펄스 레이저는 시간적으로 발진 및 정지가 반복되는 레이저를 말한다. 이와 같은 펄스 레이저는 에너지의 시간적 집속성을 매우 높일 수 있다. 즉, 펄스 폭이 수 ns인 초단광 펄스를 발진시키면 피크 파워는 매우 커진다. 이와 같은 특성 때문에, 펄스 레이저는 거리 측정, 물체의 속도 계측 등에 사용되고 있으며, 그 적용 분야 또한 점차 확대되어 가고 있다. 펄스 레이저가 더욱 많은 분야에 적용되기 위해서는 좁은 펄스 폭을 가지고, 높은 반복률을 가지는 펄스 레이저의 개발이 요구된다.

### 발명의 상세한 설명

### 기술적 과제

[3] 본 발명은 좁은 펄스 폭을 가지면서도 고 반복률로 구현할 수 있는 레이저 출력 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

### 과제 해결 수단

[4] 상기와 같은 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은, 구동신호를 발생시키는 펄스구동 드라이버; 상기 펄스구동 드라이버의 구동신호에 의해 구동되어 펄스 레이저광을 발진하는 레이저 다이오드; 및 상기 레이저 다이오드로부터 발진된 상기 펄스 레이저광을 증폭하는 증폭부를 포함하며, 상기 증폭부는, 제1 펌핑광을 공급하는 제1 펌핑 광원; 상기 펄스 레이저광과 상기 제1 펌핑광을 결합하여 출력하는 파장분할 다중화기; 및 상기 파장분할 다중화기를 통해 출력되는 광을 단일 모드로 증폭하는 제1 광섬유를 포함하는 제1 증폭부를 포함하는 레이저 출력 장치를 제공한다.

[5] 여기서, 상기 광섬유는 희토류가 첨가된 광섬유로 펌프광에 의해 여기된 에너지로 이득을 얻을 수 있는 광섬유인 것이 바람직하며, 나아가, 상기 광섬유는 단일 모드 광섬유인 것이 바람직하다.

[6] 또한, 상기 레이저 출력 장치는, 상기 제1 증폭부의 입력단 및 출력단에 각각 구비되는 광 아이솔레이터를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[7] 다른 실시 형태로서, 상기 증폭부는, 상기 제1 증폭부에 의해 증폭된 상기 펄스 레이저광을 멀티 모드로 증폭하는 제2 증폭부를 더 포함할 수 있다. 이때, 상기 제2 증폭부는, 제2 펌핑광을 공급하는 제2 펌핑 광원; 상기 제1 증폭부에 의해 증폭된 펄스 레이저광과 제2 펌핑광을 결합시키는 제1 광 결합기; 및 상기 제1 광

결합기를 통해 출력되는 광을 멀티 모드로 증폭하는 제2 광섬유를 포함할 수 있다.

[8] 또 다른 실시 형태로서, 상기 증폭부는, 상기 제2 증폭부에 의해 증폭된 상기 펄스 레이저광을 멀티 모드로 증폭하는 제3 증폭부를 더 포함할 수 있다. 이때, 상기 제3 증폭부는, 제3 펌핑광을 공급하는 제3 펌핑 광원; 제4 펌핑광을 공급하는 제4 펌핑 광원; 상기 제2 증폭부에 의해 증폭된 펄스 레이저광과 제3 펌핑광 및 제4 펌핑광을 결합시키는 제2 광 결합기; 및 상기 제2 광 결합기를 통해 출력되는 광을 멀티 모드로 증폭하는 제3 광섬유를 포함할 수 있다.

[9] 또한, 본 발명은, 레이저 다이오드가 펄스구동 드라이버의 구동신호에 의해 구동되어 펄스 레이저광을 발진하는 단계; 상기 펄스 레이저광과 제1 펌핑 광원에 의해 공급된 제1 펌핑광이 파장분할 다중화기에 의해 결합되는 단계; 및 파장분할 다중화기에 결합된 광이 제1 광섬유의 코어로 입사되어 단일 모드로 증폭되는 단계를 포함하는 레이저 출력 방법을 제공한다.

[10] 이때, 상기 레이저 출력 방법은, 상기 제1 광섬유에 의해 증폭된 광과 제2 펌핑 광원에 의해 공급된 제2 펌핑광이 제1 광 결합기에 의해 결합되는 단계; 및 상기 제1 광섬유에 의해 증폭된 광은 제2 광섬유의 코어로 입사되고 상기 제2 펌핑광은 상기 제2 광섬유의 내부 클래딩으로 입사되어, 상기 제1 광섬유에 의해 증폭된 광이 멀티 모드로 증폭되는 단계를 더 포함할 수 있다.

[11] 또한, 상기 레이저 출력 방법은, 상기 제2 광섬유에 의해 증폭된 광과, 제3 펌핑 광원에 의해 공급된 제3 펌핑광 및 제4 펌핑 광원에 의해 공급된 제4 펌핑광이 결합되는 단계; 및 상기 제2 광섬유에 의해 증폭된 광은 제3 광섬유의 코어로 입사되고 상기 제3 펌핑광 및 상기 제4 펌핑광은 상기 제3 광섬유의 내부 클래딩으로 입사되어, 상기 제2 광섬유에 의해 증폭된 광이 멀티 모드로 증폭되는 단계를 더 포함할 수 있다.

## 발명의 효과

[12] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 고 반복률로 좁은 펄스 폭을 가지는 펄스 레이저를 출력할 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

[13] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 출력 장치의 전체적인 구성을 도시하는 도면이다.

[14] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 출력 장치에 의해 출력되는 펄스 레이저광의 스펙트럼 특성을 나타내는 그래프이다.

[15] 도 3은 본 발명에 따른 레이저 출력 장치에 이용되는 펄스구동 드라이버의 구성도이다.

[16] 도 4는 도 3의 펄스구동 드라이버에 의해 발생되는 펄스의 가변 특성을 나타내는 그래프이다.

## 발명의 실시를 위한 형태

[17] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 자세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[18] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 출력 장치의 전체적인 구성을 도시하는 도면이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 출력 장치에 의해 출력되는 펄스 레이저광의 스펙트럼 특성을 나타내는 그래프이다.

[19] 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 출력 장치는, 펄스구동 드라이버(10), 펄스구동 드라이버(10)에 의해 구동되어 펄스 레이저광을 발진하는 레이저 다이오드(11) 및 레이저 다이오드(11)로부터 출력된 펄스 레이저광을 증폭하는 증폭부를 포함한다. 증폭부는 제1 증폭부(1), 제2 증폭부(2) 및 제3 증폭부(3)를 포함한다.

[20] 펄스구동 드라이버(10)는 레이저 다이오드(11)를 구동시키기 위한 구동신호를 발생시킨다. 레이저 다이오드(11)는 펄스구동 드라이버(10)의 구동신호에 의해 구동되어 펄스 레이저광을 발진시킨다. 레이저 다이오드(11)에 의해 발진되는 펄스 레이저광의 파장은 수 ㎛ 대역, 바람직하게는 1㎛ 내지 2㎛ 대역이다.

[21] 제1 증폭부(1), 제2 증폭부(2), 및 제3 증폭부(3)는 펄스 레이저광의 광축을 따라 직렬로 배치되며, 레이저 다이오드(11)로부터 출력된 펄스 레이저광을 순차적으로 증폭한다.

[22] 제1 증폭부(1)는, 제1 펌핑광을 공급하는 제1 펌핑 광원(20), 펄스 레이저광과 제1 펌핑광을 결합하여 출력하는 파장분할 다중화기(Wavelength Divisional Multiplexer, WDM)(33) 및 파장분할 다중화기(33)를 통해 출력되는 광을 증폭하는 제1 광섬유(50)를 포함한다.

[23] 제1 펌핑 광원(20)은 펄스 레이저광을 증폭시키기 위한 제1 펌핑광을 공급한다. 제1 펌핑광은, 예컨대 어븀 레이저일 수 있으며, 2W의 세기 및 1500nm 대역의 파장을 가진다.

[24] 파장분할 다중화기(33)는 펄스 레이저광과 제1 펌핑광을 결합시킨다. 펄스 레이저광 및 제1 펌핑광은 파장분할 다중화기(33)에 의해 결합된 후 제1 광섬유(50)로 입사된다.

[25] 제1 광섬유(50)는 파장분할 다중화기(33)의 출력단에 배치되며, 파장분할 다중화기(33)를 통해 출력되는 광을 증폭한다. 제1 광섬유(50)는 파장분할 다중화기(33)를 통과한 광에 대해 여기광을 유발시킴으로써 펄스 레이저광을 증폭시킨다. 제1 광섬유(50)은 희토류 첨가 광섬유로서, 단일 모드 광섬유(Single Mode Fiber, SMF)인 것이 바람직하다. 예컨대, 제1 광섬유(50)는 어븀(Er), 네오디뮴(Nd), 툴륨(Tm), 이터븀(Yb) 등이 첨가된 광섬유일 수 있다.

[26] 또한, 제1 광섬유(50)는 제1 펌핑광의 에너지가 펄스 레이저광에 충분히 전달될

수 있는 길이를 가지는 것이 바람직하다. 제1 광섬유(50)의 길이는 1m 내지 3m일 수 있다.

[27] 바람직하게는, 제1 증폭부(1)의 입력단 및 출력단에는 광 아이솔레이터(isolator)(31, 35)가 각각 구비될 수 있다. 광 아이솔레이터(31, 35)는 파장분할 다중화기(33)의 입력단 및 제1 광섬유의 출력단에 구비되어 광을 한쪽 방향으로만 진행시킨다.

[28] 레이저 다이오드(11)로부터 출력된 펄스 레이저광은 파장분할 다중화기(33)에 의해 제1 펌핑광과 결합된 후 제1 광섬유(50)의 코어에 전달된다. 이때, 펄스 레이저광과 제1 펌핑광은 모두 제1 광섬유(50)의 코어로 입사한다. 펄스 레이저광은 제1 광섬유(50)에서 단일 모드로 증폭된 후 광 아이솔레이터를 거쳐 제2 증폭부(2)에 입사한다.

[29] 한편, 본 발명의 다른 실시예에서는, 제1 펌핑광은 역방향으로 펌핑될 수도 있다. 즉, 파장분할 다중화기(33)가 제1 광섬유(50)의 출력단에 위치하고, 제1 펌핑광이 파장분할 다중화기(33)를 통해 제1 광섬유의 출력단으로부터 입사되도록 구성될 수도 있다.

[30] 제2 증폭부(2)는 제1 증폭부(1)에 의해 증폭된 광을 다시 증폭시킨다. 제2 증폭부(2)는, 제2 펌핑 광원(80), 제1 광 결합기(Combiner)(37) 및 제2 광섬유(60)를 포함한다.

[31] 제2 펌핑 광원(80)은, 예컨대 펌프 레이저 다이오드일 수 있으며, 제2 펌핑광을 공급한다. 제2 펌핑광은 2.5W의 세기 및 700nm 내지 800nm 대역의 파장을 가진다. 제2 펌핑 광원(80)은 하나 또는 두개 이상이 구비될 수 있다.

[32] 제1 광 결합기(37)는 제1 증폭부(1)에 의해 증폭된 펄스 레이저광과 제2 펌핑광을 결합시킨다.

[33] 제2 광섬유(60)는 내부 클래딩과 외부 클래딩으로 이루어지는 이중 클래딩(double cladding) 구조를 가지는 광섬유(Double Clad Fiber, DCF)일 수 있다. 예컨대, 제2 광섬유(60)는 어븀(Er), 네오디뮴(Nd), 툴륨(Tm), 이터븀(Yb) 등이 첨가된 광섬유일 수 있다. 또한, 제2 광섬유(60)는 제2 펌핑광의 에너지가 펄스 레이저광에 충분히 전달될 수 있는 길이를 가지는 것이 바람직하다. 제1 광섬유(50)의 길이는 1m 내지 3m일 수 있다.

[34] 제2 광섬유(60)는 제1 광 결합기(37)에 의해 결합된 광을 멀티 모드로 증폭한다.

[35] 제1 증폭부(1)로부터 입사된 펄스 레이저광은 제1 광 결합기(37)에 의해 제2 펌핑광과 결합되어 제2 광섬유(60)로 전달된다. 이때, 펄스 레이저광은 제2 광섬유(60)의 코어로 입사되고, 제2 펌핑광은 제2 광섬유(60)의 내부 클래딩으로 입사된다. 펄스 레이저광은 제2 광섬유(60)에 의해 멀티 모드로 증폭된 후 제3 증폭부(3)로 출력된다.

[36] 제3 증폭부(3)는 제2 증폭부(2)에 의해 증폭된 광을 다시 증폭시킨다. 제3 증폭부(3)는, 제3 펌핑 광원(91), 제4 펌핑 광원(92), 제2 광 결합기(39) 및 제3 광섬유(70)를 포함한다.

[37] 제3 펌핑 광원(91) 및 제4 펌핑 광원(92)은, 예컨대 펌프 레이저 다이오드일 수 있으며, 제3 펌핑광 및 제4 펌핑광을 공급한다. 제3 펌핑광 및 제4 펌핑광은 5W의 세기 및 700nm 내지 800nm 대역의 파장을 가진다.

[38] 제2 광 결합기(39)는 제2 증폭부(2)에 의해 증폭된 펄스 레이저광과 제3 펌핑광 및 제4 펌핑광을 결합시킨다.

[39] 제3 광섬유(70)는, 내부 클래딩과 외부 클래딩으로 이루어지는 이중 클래딩 구조를 가지는 광섬유(DCF)일 수 있으며, 3m 내지 7m 길이로 이루어질 수 있다. 예컨대, 제3 광섬유(70)는 어븀(Er), 네오디뮴(Nd), 톨륨(Tm), 이터븀(Yb) 등이 첨가된 광섬유일 수 있다. 제3 광섬유(70)는 제2 광 결합기(39)에 의해 결합된 광을 멀티 모드로 증폭한다.

[40] 제2 증폭부(2)로부터 입사된 펄스 레이저광은 제2 광 결합기(39)에 의해 제3 펌핑광 및 제4 펌핑광과 결합되어 제3 광섬유(70)로 전달된다. 이때, 펄스 레이저광은 제3 광섬유(70)의 코어로 입사되고, 제3 펌핑광 및 제4 펌핑광은 제3 광섬유(70)의 내부 클래딩으로 입사된다. 펄스 레이저광은 제3 광섬유(70)에 의해 멀티 모드로 증폭된 후 출력된다. 도 2에 도시된 펄스 레이저광의 스펙트럼에서 볼 수 있듯이, 본 발명에 따른 레이저 출력 장치에 의하면, 100kHz의 반복률로 10nsec의 펄스 폭을 가지는 펄스 레이저를 출력할 수 있다.

[41] 바람직하게는, 제3 증폭부(3)의 출력단에는 펌프광 제거기(Pump Stripper)(41)가 구비되는 것이 바람직하다. 펌프광 제거기(41)는 증폭이 완료된 펄스 레이저광으로부터 펌핑광을 제거한다.

[42] 또한, 펌프광 제거기(41)의 후단에는 필요에 따라 광 아이솔레이터 및 콜리메이터(43)가 구비될 수도 있다.

[43] 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 출력 장치는 레이저 다이오드로부터 출력되는 펄스 레이저광을 증폭하는 증폭부가 제1 증폭부(1), 제2 증폭부(2) 및 제3 증폭부(3)를 포함한다. 그러나, 증폭부는 본 실시예에 도시된 구조에 한정되지 아니한다. 본 발명에 있어서, 증폭부는 제1 증폭부(1)만을 포함하더라도 본 발명의 목적은 달성될 수 있다. 다만, 증폭부가 제2 증폭부(2) 및/또는 제3 증폭부(3)를 더 포함할 경우 펄스 레이저광의 증폭 효율이 향상될 수 있다. 나아가, 본 실시예에는 도시되지 않았으나, 펄스 레이저광을 증폭하기 위한 또 다른 증폭부가 제1 증폭부(1) 내지 제3 증폭부(3)의 사이, 제3 증폭부(3)의 후단 또는 제1 증폭부(1)의 전단에 추가될 수 있다.

[44] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 출력 장치에 의해 출력되는 펄스 레이저광의 스펙트럼 특성을 나타내는 그래프이다.

[45] 다음으로는 레이저 다이오드를 구동하기 위한 펄스구동 드라이버의 일례를 설명한다.

[46] 도 3은 본 발명에 따른 레이저 출력 장치에 이용되는 펄스구동 드라이버(10)의 구성도이며, 도 4는 도 3의 펄스구동 드라이버에 의해 발생되는 펄스의 가변 특성을 나타내는 그래프이다.

[47] 도 3에 도시된 펄스구동 드라이버(10)는 직접 변조 방식이며, 전류의 차동 스위칭 방법을 이용함으로써 입력되는 전기신호와 관계 없이 펄스 폭 및 출력의 크기를 제어할 수 있는 특징이 있다. 펄스구동 드라이버(10)는 세 개의 모스펫(MOSFET)(12)(13)와 펄스폭 가변 제어기(15)를 포함한다. 펄스폭 가변 제어기(15)와 연결되는 두 개의 모스펫(12)은 차동 스위칭에 의해 펄스를 생성하고, 구동 전류가 입력되는 모스펫(13)은 레이저 다이오드(11)에 인가되는 전류의 양을 조정한다. 도 3에 도시된 펄스구동 드라이버(10)는 최대 2A의 첨두 전력 구동이 가능하고, 약 1.5 나노초에서 수 마이크로초의 펄스 폭 생성이 가능하며, 최대 20Mhz까지 펄스의 반복 구동이 가능하다. 도 4에 나타난 바와 같이, 도 3에 도시된 펄스구동 드라이버(10)에 의하면 약 2nsec에서 1μsec까지 자유로운 펄스 폭의 가변이 가능하며 출력된 펄스의 폭은 입력 전기신호의 폭과 관계 없이 제어된다.

[48] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정, 변경 및 치환이 가능할 것이다. 따라서 본 발명에 개시된 실시예는 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

## 산업상 이용가능성

[49] 본 발명은 거리 측정이나 속도 측정 등에 사용되는 펄스 레이저에 있어서, 좁은 펄스 폭과 높은 반복률을 가지는 펄스 레이저를 제공하여 다양한 분야에 유용하게 이용될 수 있다.

# 청구범위

[청구항 1] 구동신호를 발생시키는 펄스구동 드라이버;
상기 펄스구동 드라이버의 구동신호에 의해 구동되어 펄스 레이저광을 발진하는 레이저 다이오드; 및
상기 레이저 다이오드로부터 발진된 상기 펄스 레이저광을 증폭하는 증폭부
를 포함하며,
상기 증폭부는, 제1 펌핑광을 공급하는 제1 펌핑 광원과, 상기 펄스 레이저광과 상기 제1 펌핑광을 결합하여 출력하는 파장분할 다중화기, 및 상기 파장분할 다중화기를 통해 출력되는 광을 단일 모드로 증폭하는 제1 광섬유를 포함하는 제1 증폭부를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 출력 장치.

[청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 광섬유는 라만이득을 얻을 수 있는 광섬유인 것을 특징으로 하는 레이저 출력 장치.

[청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 광섬유는 단일 모드 광섬유인 것을 특징으로 하는 레이저 출력 장치.

[청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 제1 증폭부의 입력단 및 출력단에 각각 구비되는 광 아이솔레이터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 출력 장치.

[청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 증폭부는, 상기 제1 증폭부에 의해 증폭된 상기 펄스 레이저광을 멀티 모드로 증폭하는 제2 증폭부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 출력 장치.

[청구항 6] 제5항에 있어서,
상기 제2 증폭부는, 제2 펌핑광을 공급하는 제2 펌핑 광원과, 상기 제1 증폭부에 의해 증폭된 펄스 레이저광과 제2 펌핑광을 결합시키는 제1 광 결합기, 및 상기 제1 광 결합기를 통해 출력되는 광을 멀티 모드로 증폭하는 제2 광섬유를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 출력 장치.

[청구항 7] 제5항에 있어서,
상기 증폭부는, 상기 제2 증폭부에 의해 증폭된 상기 펄스 레이저광을 멀티 모드로 증폭하는 제3 증폭부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 출력 장치.

[청구항 8] 제7항에 있어서,

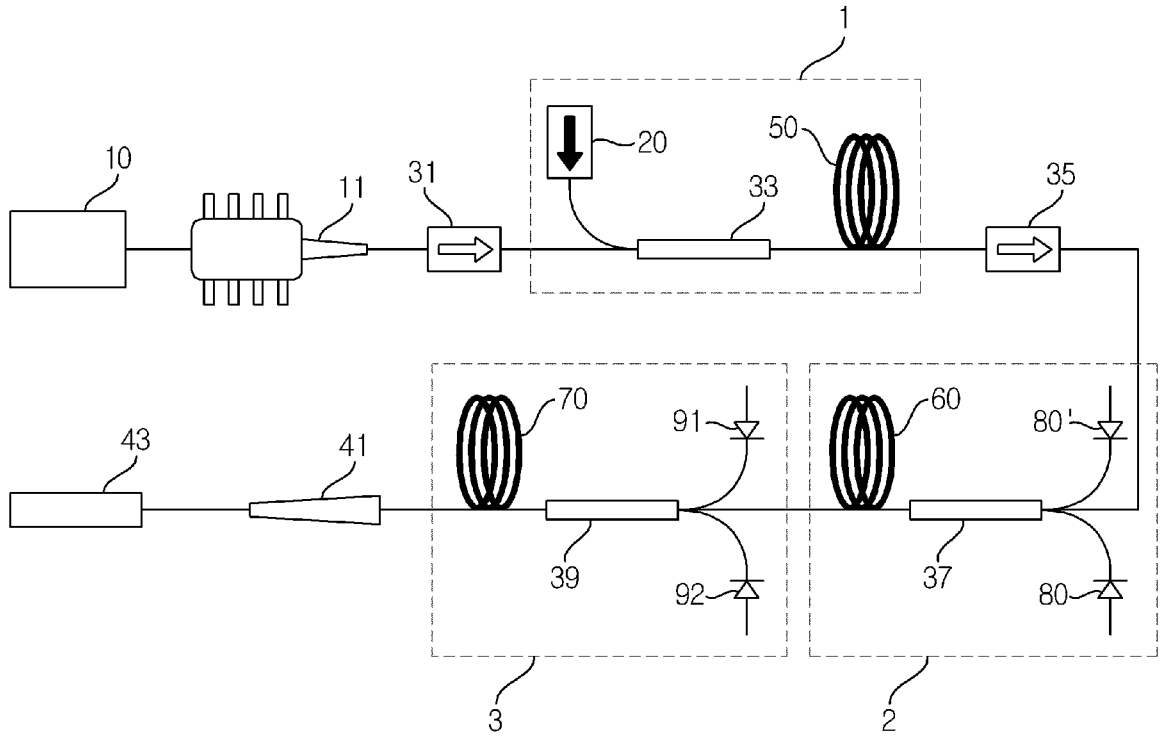
상기 제3 증폭부는, 제3 펌핑광을 공급하는 제3 펌핑 광원과, 제4 펌핑광을 공급하는 제4 펌핑 광원과, 상기 제2 증폭부에 의해 증폭된 펄스 레이저광과 제3 펌핑광 및 제4 펌핑광을 결합시키는 제2 광 결합기, 및 상기 제2 광 결합기를 통해 출력되는 광을 멀티 모드로 증폭하는 제3 광섬유를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 출력 장치.

[청구항 9] 레이저 다이오드가 펄스구동 드라이버의 구동신호에 의해 구동되어 펄스 레이저광을 발진하는 단계;
상기 펄스 레이저광과 제1 펌핑 광원에 의해 공급된 제1 펌핑광이 파장분할 다중화기에 의해 결합되는 단계; 및
파장분할 다중화기에 결합된 광이 제1 광섬유의 코어로 입사되어 단일 모드로 증폭되는 단계;
를 포함하는 레이저 출력 방법.

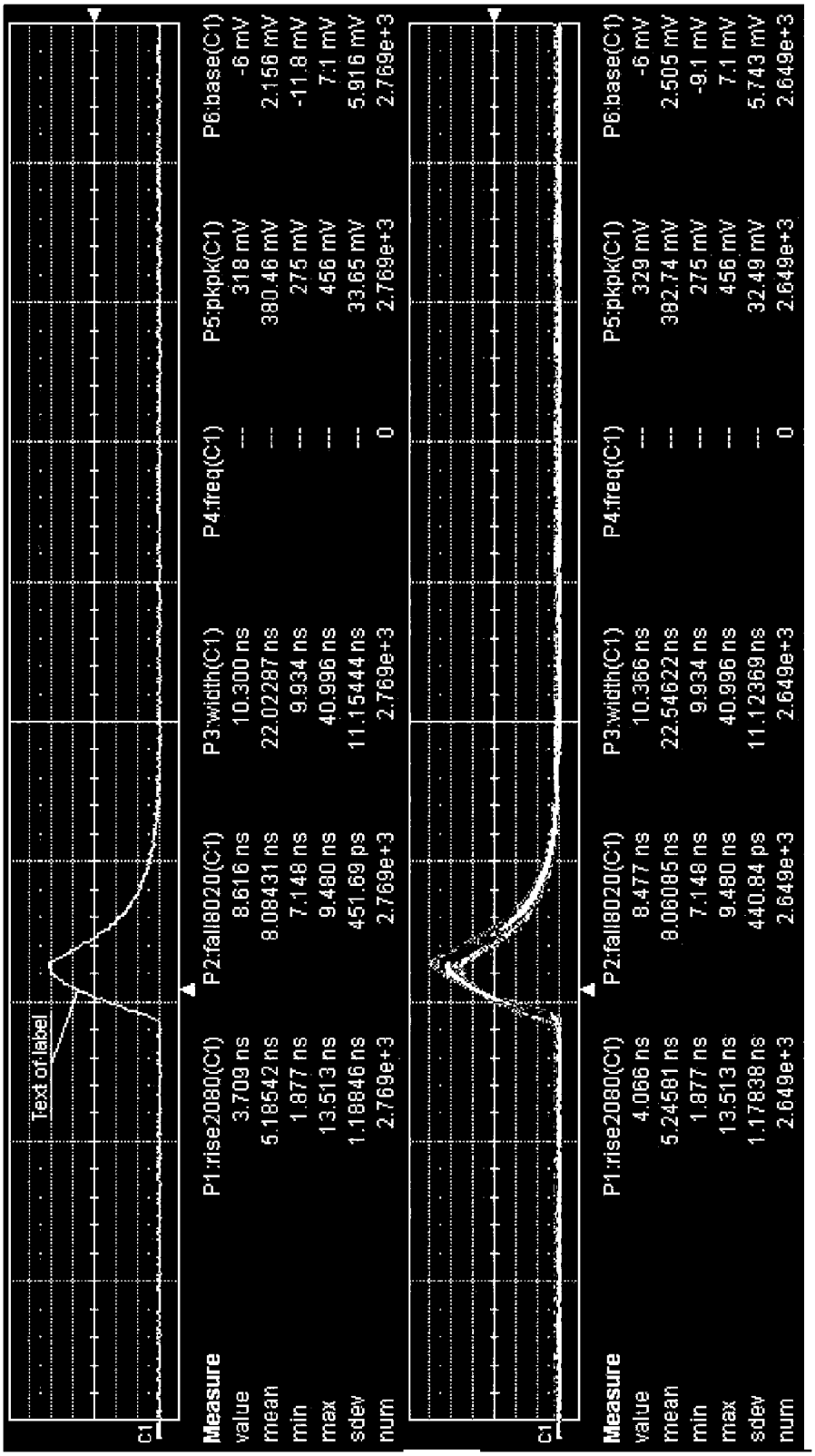
[청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 레이저 출력 방법은,
상기 제1 광섬유에 의해 증폭된 광과 제2 펌핑 광원에 의해 공급된 제2 펌핑광이 제1 광 결합기에 의해 결합되는 단계; 및
상기 제1 광섬유에 의해 증폭된 광은 제2 광섬유의 코어로 입사되고 상기 제2 펌핑광은 상기 제2 광섬유의 내부 클래딩으로 입사되어, 상기 제1 광섬유에 의해 증폭된 광이 멀티 모드로 증폭되는 단계
를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 출력 방법.

[청구항 11] 제10항에 있어서,
상기 레이저 출력 방법은,
상기 제2 광섬유에 의해 증폭된 광과, 제3 펌핑 광원에 의해 공급된 제3 펌핑광 및 제4 펌핑 광원에 의해 공급된 제4 펌핑광이 결합되는 단계; 및
상기 제2 광섬유에 의해 증폭된 광은 제3 광섬유의 코어로 입사되고 상기 제3 펌핑광 및 상기 제4 펌핑광은 상기 제3 광섬유의 내부 클래딩으로 입사되어, 상기 제2 광섬유에 의해 증폭된 광이 멀티 모드로 증폭되는 단계
를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 출력 방법.

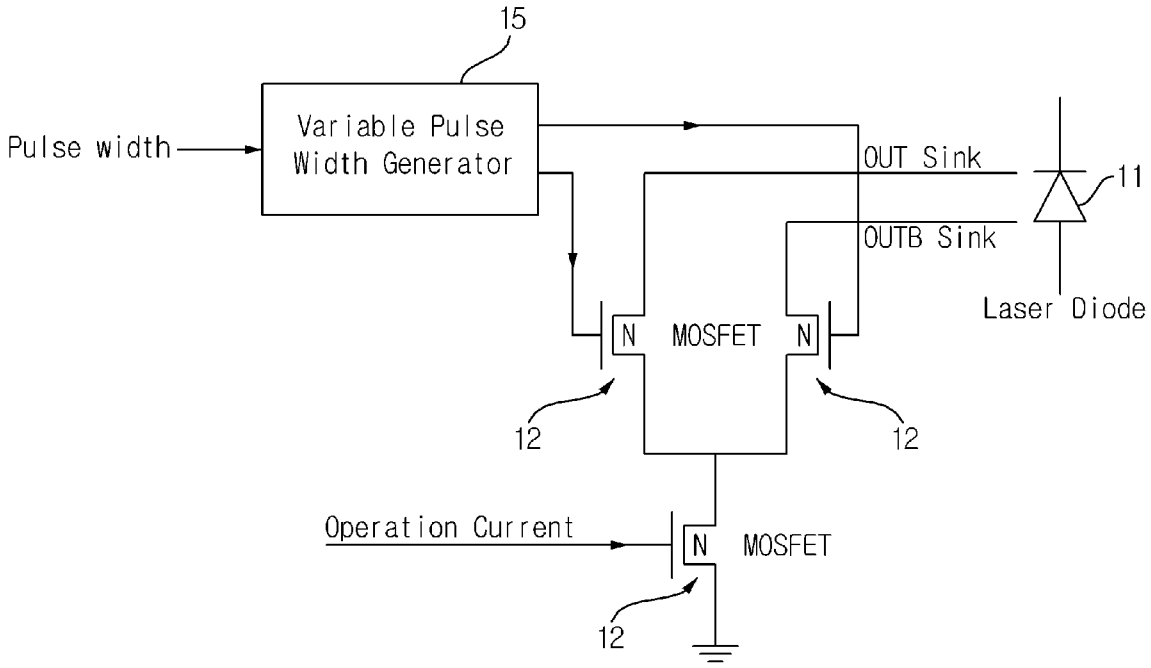
[Fig. 1]



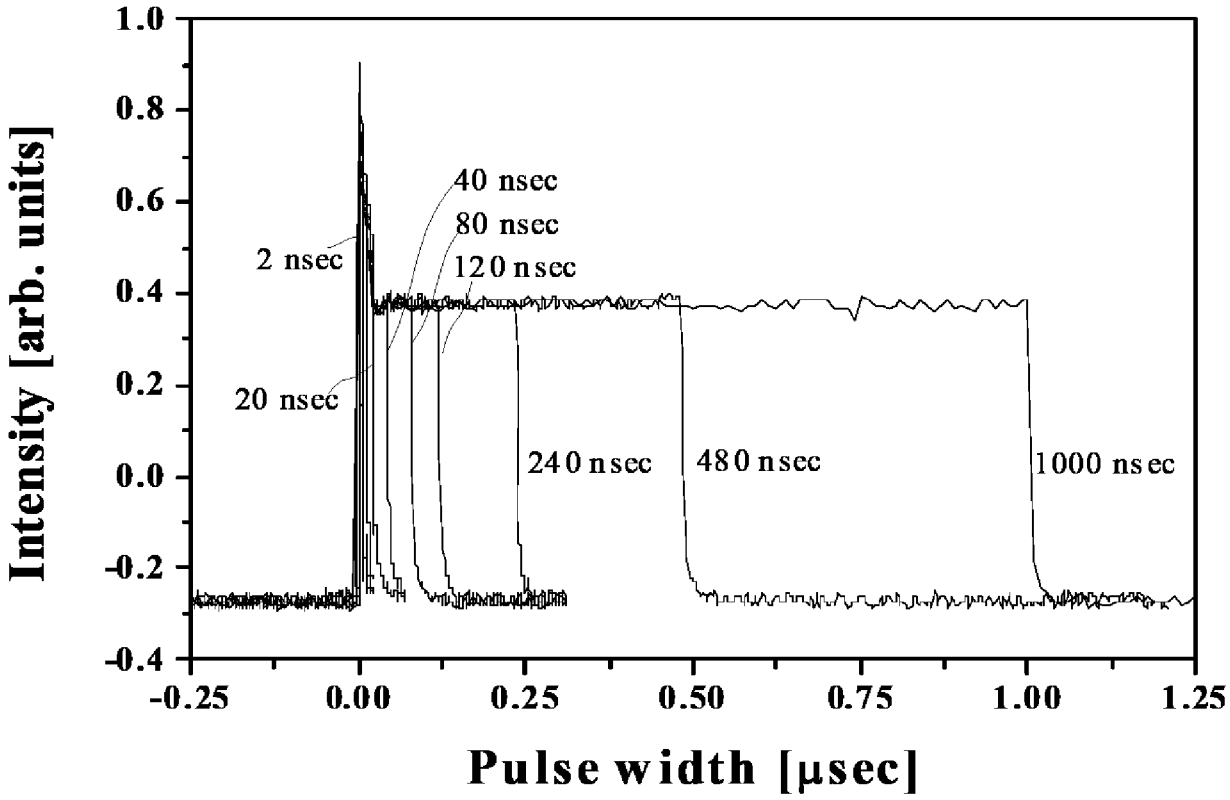
[Fig. 2]


Text or label
C1
Measure
value
mean
min
max
sdev
num
P1:rise2080(C1)
3.709 ns
5.18542 ns
1.877 ns
13.513 ns
1.18846 ns
2.769e+3
P2:fall8020(C1)
8.616 ns
8.08431 ns
7.148 ns
9.480 ns
451.69 ps
2.769e+3
P3:width(C1)
10.300 ns
22.02287 ns
9.934 ns
40.996 ns
11.15444 ns
2.769e+3
P4:freq(C1)
---
---
---
---
---
0
P5:pkpk(C1)
318 mV
380.46 mV
275 mV
456 mV
33.65 mV
2.769e+3
P6:base(C1)
-6 mV
2.156 mV
-11.8 mV
7.1 mV
5.916 mV
2.769e+3
C1
Measure
value
mean
min
max
sdev
num
P1:rise2080(C1)
4.066 ns
5.24581 ns
1.877 ns
13.513 ns
1.17838 ns
2.649e+3
P2:fall8020(C1)
8.477 ns
8.06085 ns
7.148 ns
9.480 ns
440.84 ps
2.649e+3
P3:width(C1)
10.366 ns
22.54622 ns
9.934 ns
40.996 ns
11.12369 ns
2.649e+3
P4:freq(C1)
---
---
---
---
---
0
P5:pkpk(C1)
329 mV
382.74 mV
275 mV
456 mV
32.49 mV
2.649e+3
P6:base(C1)
-6 mV
2.505 mV
-9.1 mV
7.1 mV
5.743 mV
2.649e+3

[Fig. 3]


15
Pulse width
Variable Pulse Width Generator
OUT Sink
OUTB Sink
11
Laser Diode
N MOSFET N
12
12
Operation Current
N MOSFET
12

[Fig. 4]


Intensity [arb. units]
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
-0.2
-0.4
-0.25
0.00
0.25
0.50
0.75
1.00
1.25
Pulse width [μsec]
2 nsec
20 nsec
40 nsec
80 nsec
120 nsec
240 nsec
480 nsec
1000 nsec

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
**PCT/KR2012/010516**

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

***H01S 3/067(2006.01)i, H01S 3/10(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 3/00; G02B 6/02; G02B 6/00; H01S 3/06; H01S 3/094

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) & Keywords: "optical fiber", "amplification", "optical amplification", "coupler", "coupler", "wavelength division", "multiplexer", "laser" and "raman"

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| X<br>Y | JP 2007-335522 A (SUMITOMO ELECTRIC IND., LTD.) 27 December 2007<br>See abstract; figures 1, 3; and paragraphs [4]-[8], [11]-[15], [27]-[32]. | 1-11<br>5-8,10,11 |
| X | KR 10-2001-0111163 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 17 December 2001<br>See abstract; figures 1-4; claims 1-12; and pages 5-8. | 1-11 |
| X<br>Y | KR 10-0701551 B1 (KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 30 March 2007<br>See abstract; figures 1a-3; claims 1, 2, 3-8; and pages 3-4. | 1-4,9<br>5-8,10,11 |
| X<br>Y | JP 2010-171260 A (SUMITOMO ELECTRIC IND., LTD.) 05 August 2010<br>See abstract; figures 1, 2, 4, 16-18; and paragraphs [2]-[24], [51]-[60]. | 1-4,9<br>5-8,10,11 |

☐ 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
"T" 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
"&" document member of the same patent family

| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 21 FEBRUARY 2013 (21.02.2013) | **21 FEBRUARY 2013 (21.02.2013)** |

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 application No.
**PCT/KR2012/010516**

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member | Publication date |
|---|---|---|---|
| JP 2007-335522 A | 27.12.2007 | JP 4784406 B2 | 05.10.2011 |
| | | US 2008-0123694 A1 | 29.05.2008 |
| | | US 8008600 B2 | 30.08.2011 |
| KR 10-2001-0111163 A | 17.12.2001 | US 2001-0050803 A1 | 13.12.2001 |
| | | US 6529317 B2 | 04.03.2003 |
| KR 10-0701551 B1 | 30.03.2007 | NONE | |
| JP 2010-171260 A | 05.08.2010 | US 2010-0189139 A1 | 29.07.2010 |

# 국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
**PCT/KR2012/010516**

**A.** 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

***H01S 3/067(2006.01)i, H01S 3/10(2006.01)i***

**B.** 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H01S 3/067; H01S 3/00; G02B 6/02; G02B 6/00; H01S 3/06; H01S 3/094

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) & 키워드: "광섬유," "증폭," "광증폭," "결합기," "커플러," "파장분할," "다중화기," "레이저" 및 "라만"

**C.** 관련 문헌

| 카테고리* | 인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재 | 관련 청구항 |
|---|---|---|
| X<br>Y | JP 2007-335522 A (SUMITOMO ELECTRIC IND., LTD.) 2007.12.27<br>요약; 그림 1, 3; 및 식별 문단 기호 [4]-[8], [11]-[15], [27]-[32] 참조. | 1-11<br>5-8,10,11 |
| X | KR 10-2001-0111163 A (한국전자통신연구원) 2001.12.17<br>요약; 그림 1-4; 청구항 1-12 ; 및 5-8쪽 참조. | 1-11 |
| X<br>Y | KR 10-0701551 B1 (한국과학기술연구원) 2007.03.30<br>요약; 그림 1a-3; 청구항 1, 2, 3-8 ; 및 3-4쪽 참조. | 1-4,9<br>5-8,10,11 |
| X<br>Y | JP 2010-171260 A (SUMITOMO ELECTRIC IND., LTD.) 2010.08.05<br>요약; 그림 1, 2, 4, 16-18; 및 식별 문단 기호 [2]-[24], [51]-[60] 참조. | 1-4,9<br>5-8,10,11 |

☐ 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

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

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

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

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

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

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

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

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

| 국제조사의 실제 완료일 | 국제조사보고서 발송일 |
|---|---|
| 2013년 02월 21일 (21.02.2013) | **2013년 02월 21일 (21.02.2013)** |


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

# 국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
**PCT/KR2012/010516**

| 국제조사보고서에서 인용된 특허문헌 | 공개일 | 대응특허문헌 | 공개일 |
|---|---|---|---|
| JP 2007-335522 A | 2007.12.27 | JP 4784406 B2 | 2011.10.05 |
| | | US 2008-0123694 A1 | 2008.05.29 |
| | | US 8008600 B2 | 2011.08.30 |
| KR 10-2001-0111163 A | 2001.12.17 | US 2001-0050803 A1 | 2001.12.13 |
| | | US 6529317 B2 | 2003.03.04 |
| KR 10-0701551 B1 | 2007.03.30 | 없음 | |
| JP 2010-171260 A | 2010.08.05 | US 2010-0189139 A1 | 2010.07.29 |