



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0052331
(43) 공개일자 2017년05월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01S 3/11 (2006.01) G01J 1/42 (2006.01)
H01S 3/067 (2006.01) H01S 3/08 (2006.01)
H01S 3/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01S 3/1106 (2013.01)
G01J 1/4257 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0154653
(22) 출원일자 2015년11월04일
심사청구일자 2015년11월04일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
김승만
대전광역시 유성구 어은로 57, 112동 505호 (어은동, 한빛아파트)
송준엽
대전광역시 서구 둔산로 155, 104동 507호 (둔산동, 크로바아파트)
(74) 대리인
팬코리아특허법인

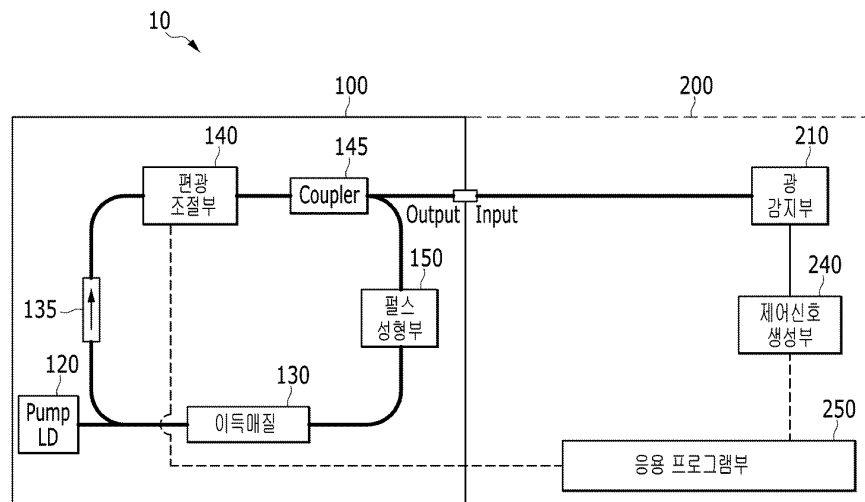
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 모드잠금펄스와 잠음펄스의 선택적 펄스 생성장치

(57) 요약

본 기재의 모드잠금펄스와 잠음펄스의 선택적 펄스 생성장치는, 광을 출력하는 레이저 다이오드와, 펄스의 편광을 조절하여 모드잠금펄스 또는 잠음펄스를 생성하는 편광조절부를 포함하는 공진기, 및 상기 공진기의 출력단에 광학적으로 연결되고 상기 편광 조절부에 전기적으로 연결되어, 상기 공진기의 출력을 감지하며 상기 모드잠금펄스 또는 상기 잠음펄스가 생성됨을 알리는 신호가 감지될 때 상기 편광조절부의 작동을 정지시키도록 구성된 신호감지제어기를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01S 3/06725 (2013.01)

H01S 3/06791 (2013.01)

H01S 3/08054 (2013.01)

H01S 3/10023 (2013.01)

(72) 발명자

신윤상

서울특별시 성북구 송인로16길 22 (길음동)

하태호

대전광역시 유성구 신성로58번길 28, 301호 (신성동, 파크빌라)

이재학

대전광역시 유성구 가정북로 156, 308호 (장동, 기숙사)

김용진

대전광역시 서구 청사로 282, 13동 501호 (둔산동, 수정타운아파트)

이창우

대전광역시 서구 청사서로 29, 103동 605호 (월평동, 셋별아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10052675

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 산업부-국가연구개발사업

연구과제명 3차원 이중 유연소자 Interconnection 시스템 기술개발 (1/5)

기 여 율 7/10

주관기관 기계연구원

연구기간 2015.06.01 ~ 2016.05.31이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 SC1040

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 국가과학기술연구회

연구사업명 주요사업

연구과제명 고성능 유연소자 Interconnection 기술 개발 (3/5)

기 여 율 3/10

주관기관 기계연구원

연구기간 2015.01.01 ~ 2015.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

광을 출력하는 레이저 다이오드와, 펄스의 편광을 조절하여 모드잠금펄스 또는 잡음펄스를 생성하는 편광조절부를 포함하는 공진기; 및

상기 공진기의 출력단에 광학적으로 연결되고 상기 편광 조절부에 전기적으로 연결되어, 상기 공진기의 출력을 감지하며 상기 모드잠금펄스 또는 상기 잡음펄스가 생성됨을 알리는 신호가 감지될 때 상기 편광조절부의 작동을 정지시키도록 구성된 신호감지제어기를

를 포함하는 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 신호감지제어기는,

상기 공진기로부터 출력되는 펄스를 감지하는 광 감지부;

상기 광 감지부에 연결되어 상기 광 감지부로부터 감지된 펄스에 따라 상기 편광 조절부를 제어하는 신호를 생성하는 제어신호 생성부; 및

상기 제어신호 생성부에 연결되고 상기 편광 조절부에 연결되어 상기 제어신호 생성부에서 생성된 제어신호를 상기 편광 조절부에 전달하는 응용 프로그램부를

를 포함하는, 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 광 감지부는,

상기 공진기로부터 출력되는 광을 주파수 별로 공간적으로 분산시키는 분산 광학계; 및

상기 분산 광학계로부터 분산된 광의 중심이 입사되는 제1 영역, 상기 제1 영역의 외곽에 미리 설정된 면적으로 형성되는 제2 영역, 및 상기 제2 영역의 외곽에 설정되는 제3 영역을 포함하고, 상기 각 영역별로 광 감지 센서가 위치하여 상기 분산 광학계로부터 분산된 광이 상기 각 영역별로 감지되는 광 센서를

를 포함하는, 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 광 센서는,

상기 제1 영역과 상기 제2 영역에 걸쳐 상기 광이 감지되면 모드잠금펄스에 해당하는 전기적 신호를 출력하고 상기 제1 영역 내지 상기 제3 영역에 걸쳐 상기 광이 감지되면 잡음펄스에 해당하는 전기적 신호를 출력하는, 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 분산 광학계는 격자(grating) 또는 프리즘(prism)을 포함하는, 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 광 센서는 복수 개의 상기 광 감지 센서를 포함하고,

상기 복수 개의 광 감지 센서는 선형 또는 평면형으로 배열된, 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치.

청구항 7

제 3 항에 있어서,

상기 광 센서는,

상기 제1 영역의 외측에서 상기 제2 영역에 위치하는 제1 광다이오드 및 상기 제2 영역의 외측에서 상기 제3 영역에 위치하는 제2 광다이오드를 포함하는, 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치.

청구항 8

제 2 항에 있어서,

상기 광 감지부는,

상기 공진기로부터 출력되는 광을 적어도 2개의 분할광으로 분할하는 광 분할기;

상기 광 분할기로부터 출력되는 제1 분할광을 입사시키며, 연속파와 Q-스위칭 스펙트럼 영역을 차단하는 제1 광학필터;

상기 광 분할기로부터 출력되는 제2 분할광을 입사시키며, 모드잠금펄스 스펙트럼 영역을 차단하는 제2 광학필터;

상기 제1 광학필터를 투과하거나 반사된 광을 감지하는 제1 광 다이오드; 및

상기 제2 광학필터를 투과하거나 반사된 광을 감지하는 제2 광 다이오드

를 포함하는, 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치.

청구항 9

제 2 항에 있어서,

상기 광 감지부는,

상기 공진기로부터 출력되는 광을 입사시키며, 연속파와 Q-스위칭 스펙트럼 영역을 차단하는 제1 광학필터;

상기 제1 광학필터를 투과하거나 반사된 광을 제1 분할광과 제2 분할광으로 분할하는 광 분할기;

상기 광 분할기로부터 출력되는 제2 분할광을 감지하는 제1 광 다이오드;

상기 광 분할기로부터 출력되는 제2 분할광을 입사시키며, 모드잠금펄스 스펙트럼 영역을 차단하는 제2 광학필터;

상기 제2 광학필터를 투과하거나 반사된 광을 감지하는 제2 광 다이오드

를 포함하는, 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치.

청구항 10

제 2 항에 있어서,

상기 광 감지부는,

상기 공진기로부터 출력되는 광을 적어도 2개의 분할광으로 분할하는 광 커플러;

상기 광 커플러로부터 출력되는 제1 분할광을 입사시키며, 연속파와 Q-스위칭 스펙트럼 영역을 차단하는 제1 광

학필터;

상기 광 커플러로부터 출력되는 제2 분할광을 입사시키며, 모드잠금펄스 스펙트럼 영역을 차단하는 제2 광학필터;

상기 제1 광학필터를 투과하거나 반사된 광을 감지하는 제1 광 다이오드; 및

상기 제2 광학필터를 투과하거나 반사된 광을 감지하는 제2 광 다이오드

를 포함하는, 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치.

청구항 11

제 2 항에 있어서,

상기 광 감지부는,

상기 공진기로부터 출력되는 광을 입사시키며, 연속파와 Q-스위칭 스펙트럼 영역을 차단하는 제1 광학필터;

상기 제1 광학필터를 투과하거나 반사된 광을 제1 분할광과 제2 분할광으로 분할하는 광 커플러;

상기 광 커플러로부터 출력되는 제2 분할광을 감지하는 제1 광 다이오드;

상기 광 커플러로부터 출력되는 제2 분할광을 입사시키며, 모드잠금펄스 스펙트럼 영역을 차단하는 제2 광학필터;

상기 제2 광학필터를 투과하거나 반사된 광을 감지하는 제2 광 다이오드

를 포함하는, 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 공진기는 링 형태(ring cavity) 광섬유 공진기, 8자 형태(figure 8 cavity) 광섬유 공진기, 또는 9자 형태(figure 9 cavity) 광섬유 공진기 중 어느 하나의 광섬유 공진기를 포함하는, 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 공진기는 링 형태의 광섬유 공진기이고,

상기 링 형태의 광섬유 공진기는, 상기 레이저 다이오드에 연결되는 이득매질과 펄스 성형부가 상기 편광 조절부와 서로 연결되어 루프를 형성한, 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 공진기는 8자 형태의 광섬유 공진기이고,

상기 편광 조절부는 제1 편광 조절부와 제2 편광 조절부를 포함하며,

상기 8자 형태의 광섬유 공진기는, 상기 레이저 다이오드에 연결되는 이득매질과 상기 제1 편광 조절부가 제1 루프를 형성하고, 상기 제2 편광 조절부와 펄스 성형부가 제2 루프를 형성하며,

상기 제1 루프와 상기 제2 루프가 광 커플러를 통해 연결된, 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 공진기는 9자 형태의 광섬유 공진기이고,

상기 편광 조절부는 제1 편광 조절부와 제2 편광 조절부를 포함하며,

상기 9자 형태의 광섬유 공진기는, 상기 레이저 다이오드에 연결되는 이득매질과 상기 제1 편광 조절부가 루프를 형성하고, 상기 루프에 광 커플러를 통해 상기 제2 편광 조절부, 펄스 성형부 및 미러가 순차적으로 연결된, 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 펄스 생성장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 이중 모드 펄스를 단일 공진기에서 생성할 수 있는 선택적 펄스 생성장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 광섬유 기반 레이저 공진기는 대부분이 광섬유로 구성되어 있어 구성이 간결하고, 턴키 방식의 쉬운 작동과 환경변화에 둔감하여 장기간 작동이 가능하다. 또한 통신대역에서의 광섬유 구성품을 사용하여 낮은 가격과 통신대역에서의 활용 등의 산업적으로 응용하기 좋은 다양한 장점을 가지고 있다.

[0003] 모드잠금펄스(Mode-locked pulse)는 수 내지 수십 나노미터의 파장폭을 갖는 스펙트럼을 생성하며(도 10a 참조), 이는 공진기 길이에 해당하는 반복률 주파수 간격으로 형성되어 수십 내지 수백 만개의 주파수 모드들로 구성되어 있다(도 10b 참조). 각 주파수 모드들의 위상은 시간 축에서 피코초(picosecond, ps) 내지 펨토초(femtosecond, fs) 폭의 펄스를 생성하고, 반복률에 해당하는 주기로 반복되는 펄스 트레인을 형성한다(도 10c, 10d 참조). 생성되는 모드잠금펄스는 높은 첨두 출력을 가지고 있으며, 시간 및 공간 가간섭성이 높아 비열 가공, 정밀거리 측정 등에 적합한 광원이다.

[0004] 잡음펄스(Noise like pulse)는 수십 내지 수백 나노미터 이상의 파장폭을 갖는 스펙트럼을 형성하며(도 11a 참조), 각 주파수 모드들의 위상이 일치하지 않아 좁은 폭의 펄스가 생성되지는 않지만(도 11b 참조), 시간 축에서 반복률에 해당하는 주기로 반복되는 잡음펄스를 형성한다(도 11c, 11d 참조). 생성되는 잡음펄스는 시간 가간섭성이 낮고 공간 가간섭성이 높은 특성을 가지므로 정밀 형상측정에 적합한 광원이다.

[0005] 기존에 특정 공진기 형태에서 모드잠금펄스 또는 잡음펄스의 특성을 보이는 경우가 있었으나, 하나의 공진기에서 모드잠금펄스 및 잡음펄스를 생성하는 경우 생성된 펄스를 구분하여 어느 하나를 선택하는 것이 필요하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기한 바와 같은 기술적 배경을 바탕으로 안출된 것으로, 단일 공진기에서 생성되는 모드잠금펄스와 잡음펄스를 감지하여 공진기를 제어함으로써 원하는 펄스를 선택적으로 생성할 수 있는 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따른 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치는, 광을 출력하는 레이저 다이오드와, 펄스의 편광을 조절하여 모드잠금펄스 또는 잡음펄스를 생성하는 편광조절부를 포함하는 공진기, 및 상기 공진기의 출력단에 광학적으로 연결되고 상기 편광 조절부에 전기적으로 연결되어, 상기 공진기의 출력을 감지하며 상기 모드잠금펄스 또는 상기 잡음펄스가 생성됨을 알리는 신호가 감지될 때 상기 편광조절부의 작동을 정지시키도록 구성된 신호감지제어기를 포함한다.

[0008] 상기 신호감지제어기는, 상기 공진기로부터 출력되는 펄스를 감지하는 광 감지부, 상기 광 감지부에 연결되어 상기 광 감지부로부터 감지된 펄스에 따라 상기 편광 조절부를 제어하는 신호를 생성하는 제어신호 생성부, 및 상기 제어신호 생성부에 연결되고 상기 편광 조절부에 연결되어 상기 제어신호 생성부에서 생성된 제어신호를 상기 편광 조절부에 전달하는 응용 프로그램부를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 광 감지부는, 상기 공진기로부터 출력되는 광을 주파수 별로 공간적으로 분산시키는 분산 광학계, 및 상기 분산 광학계로부터 분산된 광의 중심이 입사되는 제1 영역, 상기 제1 영역의 외곽에 미리 설정된 면적으로 형성되는 제2 영역, 및 상기 제2 영역의 외곽에 설정되는 제3 영역을 포함하고, 상기 각 영역별로 광 감지 센서가

위치하여 상기 분산 광학계로부터 분산된 광이 상기 각 영역별로 감지되는 광 센서를 포함할 수 있다.

- [0010] 상기 광 센서는, 상기 제1 영역과 상기 제2 영역에 걸쳐 상기 광이 감지되면 모드잠금펄스에 해당하는 전기적 신호를 출력하고 상기 제1 영역 내지 상기 제3 영역에 걸쳐 상기 광이 감지되면 잠음펄스에 해당하는 전기적 신호를 출력할 수 있다.
- [0011] 상기 분산 광학계는 격자(grating) 또는 프리즘(prism)을 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 광 센서는 복수 개의 상기 광 감지 센서를 포함하고, 상기 복수 개의 광 감지 센서는 선형 또는 평면형으로 배열될 수 있다.
- [0013] 상기 광 센서는, 상기 제1 영역의 외측에서 상기 제2 영역에 위치하는 제1 광다이오드 및 상기 제2 영역의 외측에서 상기 제3 영역에 위치하는 제2 광다이오드를 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 광 감지부는, 상기 공진기로부터 출력되는 광을 적어도 2개의 분할광으로 분할하는 광 분할기, 상기 광 분할기로부터 출력되는 제1 분할광을 입사시키며, 연속파와 Q-스위칭 스펙트럼 영역을 차단하는 제1 광학필터, 상기 광 분할기로부터 출력되는 제2 분할광을 입사시키며, 모드잠금펄스 스펙트럼 영역을 차단하는 제2 광학필터, 상기 제1 광학필터를 투과하거나 반사된 광을 감지하는 제1 광 다이오드, 및 상기 제2 광학필터를 투과하거나 반사된 광을 감지하는 제2 광 다이오드를 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 광 감지부는, 상기 공진기로부터 출력되는 광을 입사시키며, 연속파와 Q-스위칭 스펙트럼 영역을 차단하는 제1 광학필터, 상기 제1 광학필터를 투과하거나 반사된 광을 제1 분할광과 제2 분할광으로 분할하는 광 분할기, 상기 광 분할기로부터 출력되는 제2 분할광을 감지하는 제1 광 다이오드, 상기 광 분할기로부터 출력되는 제2 분할광을 입사시키며, 모드잠금펄스 스펙트럼 영역을 차단하는 제2 광학필터, 상기 제2 광학필터를 투과하거나 반사된 광을 감지하는 제2 광 다이오드를 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 광 감지부는, 상기 공진기로부터 출력되는 광을 적어도 2개의 분할광으로 분할하는 광 커플러, 상기 광 커플러로부터 출력되는 제1 분할광을 입사시키며, 연속파와 Q-스위칭 스펙트럼 영역을 차단하는 제1 광학필터, 상기 광 커플러로부터 출력되는 제2 분할광을 입사시키며, 모드잠금펄스 스펙트럼 영역을 차단하는 제2 광학필터, 상기 제1 광학필터를 투과하거나 반사된 광을 감지하는 제1 광 다이오드, 및 상기 제2 광학필터를 투과하거나 반사된 광을 감지하는 제2 광 다이오드를 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 광 감지부는, 상기 공진기로부터 출력되는 광을 입사시키며, 연속파와 Q-스위칭 스펙트럼 영역을 차단하는 제1 광학필터, 상기 제1 광학필터를 투과하거나 반사된 광을 제1 분할광과 제2 분할광으로 분할하는 광 커플러, 상기 광 커플러로부터 출력되는 제2 분할광을 감지하는 제1 광 다이오드, 상기 광 커플러로부터 출력되는 제2 분할광을 입사시키며, 모드잠금펄스 스펙트럼 영역을 차단하는 제2 광학필터, 상기 제2 광학필터를 투과하거나 반사된 광을 감지하는 제2 광 다이오드를 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 공진기는 링 형태(ring cavity) 광섬유 공진기, 8자 형태(figure 8 cavity) 광섬유 공진기, 또는 9자 형태(figure 9 cavity) 광섬유 공진기 중 어느 하나의 광섬유 공진기를 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 공진기는 링 형태의 광섬유 공진기이고, 상기 링 형태의 광섬유 공진기는, 상기 레이저 다이오드에 연결되는 이득매질과 펄스 성형부가 상기 편광 조절부와 서로 연결되어 루프를 형성할 수 있다.
- [0020] 상기 공진기는 8자 형태의 광섬유 공진기이고, 상기 편광 조절부는 제1 편광 조절부와 제2 편광 조절부를 포함하며, 상기 8자 형태의 광섬유 공진기는, 상기 레이저 다이오드에 연결되는 이득매질과 상기 제1 편광 조절부가 제1 루프를 형성하고, 상기 제2 편광 조절부와 펄스 성형부가 제2 루프를 형성하며, 상기 제1 루프와 상기 제2 루프가 광 커플러를 통해 연결될 수 있다.
- [0021] 상기 공진기는 9자 형태의 광섬유 공진기이고, 상기 편광 조절부는 제1 편광 조절부와 제2 편광 조절부를 포함하며, 상기 9자 형태의 광섬유 공진기는, 상기 레이저 다이오드에 연결되는 이득매질과 상기 제1 편광 조절부가 루프를 형성하고, 상기 루프에 광 커플러를 통해 상기 제2 편광 조절부, 펄스 성형부 및 미러가 순차적으로 연결될 수 있다.

발명의 효과

- [0022] 상기한 바와 같은 본 발명의 실시예에 따른 모드잠금펄스와 잠음펄스의 선택적 펄스 생성장치에 의하면, 단일 공진기에서 생성되는 모드잠금펄스와 잠음펄스를 감지하여 공진기를 제어함으로써 원하는 펄스를 선택적으로 생

성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023]

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치를 도시한 모식도이다.

도 2a 및 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치에서 공진기에 포함되는 편광조절부를 도시한 모식도이다. 도 2a는 벌크(bulk) 광학계 기반의 편광조절부를 도시한 것이고, 도 2b는 광섬유 광학계 기반의 편광조절부를 도시한 것이다.

도 3a 내지 3c는 빛의 종류에 따른 파장별 스펙트럼 에너지 밀도를 나타낸 그래프이다. 도 3a는 연속파의 파장별 스펙트럼 에너지 밀도를 나타낸 것이고, 도 3b는 Q-스위칭(Q-switching)의 파장별 스펙트럼 에너지 밀도를 나타낸 것이며, 도 3c는 모드잠금펄스와 잡음펄스의 파장별 스펙트럼 에너지 밀도를 나타낸 것이다.

도 4a 및 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치에서 광 감지부의 구성과 감지방법을 설명하기 위하여 도시한 모식도로서, 도 4a는 광의 종류에 따른 광 감지부의 분산 광학계 방출광의 분산 정도를 도시한 것이고, 도 4b는 분산 광학계 방출광이 입사되는 광센서의 영역에 따른 펄스의 구분을 나타낸 모식도이다.

도 5a 및 도 5b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치에서 광 감지부의 구성과 감지방법을 설명하기 위하여 도시한 모식도로서, 도 5a는 광의 종류에 따른 광 감지부의 분산 광학계 방출광의 분산 정도를 도시한 것이고, 도 5b는 분산 광학계 방출광이 입사되는 광 다이오드의 감지 조건에 따른 펄스의 구분을 나타낸 표이다.

도 6a 내지 6e는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치에서 광 감지부를 도시한 모식도이다. 도 6a 및 6b는 벌크 광학계 기반의 광 감지부를 도시한 것이고, 도 6c 및 6d는 광섬유 기반의 광 감지부를 도시한 것이며, 도 6e는 펄스 상태에 따른 광 다이오드 신호감지 유무를 나타낸 표이다.

도 7a 및 도 7b는 도 6a 내지 6e에 나타낸 광 감지부에 적용되는 광학필터의 차단 영역을 도시한 그래프로서, 도 7a는 제1 광학필터의 차단 영역을 도시한 것이고, 도 7b는 제2 광학필터의 차단 영역을 도시한 것이다.

도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치에 8자 형태의 공진기가 적용된 상태를 도시한 모식도이다.

도 9는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치에 9자 형태의 공진기가 적용된 상태를 도시한 모식도이다.

도 10a 내지 10e는 모드잠금펄스의 특성을 나타낸 그래프이다.

도 11a 내지 11e는 잡음펄스의 특성을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024]

이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 붙였다. 또한, 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다.

[0025]

본 발명에 있어서 "~상에"라 함은 대상부재의 위 또는 아래에 위치함을 의미하는 것이며, 반드시 중력방향을 기준으로 상부에 위치하는 것을 의미하는 것은 아니다. 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.

[0026]

이하, 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들에 따른 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치를 상세하게 설명한다.

[0027]

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치를 도시한 모식도이고, 도 2a 및 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치에서 공진기에 포함되

는 편광조절부를 도시한 모식도이다.

- [0028] 도 1을 참조하면, 본 실시예에 따른 펄스 생성장치(10)는 펄스를 생성하는 공진기(100)와 상기 생성된 펄스의 종류를 감지하여 공진기(100)를 제어하는 신호감지 제어기(200)를 포함한다. 공진기(100)는 광을 출력하는 레이저 다이오드(120)에 연결되는 편광 조절부(140), 펄스 성형부(150) 및 이득매질(130)을 포함한다.
- [0029] 본 실시예에서 공진기(100)는 링 형태(ring cavity) 광섬유 공진기이다. 이득매질(130), 편광 조절부(140) 및 펄스 성형부(150)는 서로 연결되어 루프(loop)를 형성하며, 이득매질(130)과 편광 조절부(140)의 사이에는 아이솔레이터(isolator)(135)가 연결되어 있다. 편광 조절부(140)와 펄스 성형부(150)의 사이에는 광 커플러(145)가 연결되어 광을 출력할 수 있으며, 신호감지 제어기(200)의 입력단에 연결될 수 있다.
- [0030] 신호감지 제어기(200)는 공진기(100)의 출력단에 접속되며, 생성된 펄스의 종류를 감지하는 광 감지부(210), 생성된 펄스의 종류에 따라 제어신호를 생성하는 제어신호 생성부(240), 및 편광 조절부(140)에 연결되어 생성된 제어신호를 인가하는 응용 프로그램부(250)를 포함한다.
- [0031] 편광 조절부(140)는 공진기(100) 내부에서 펄스의 편광을 조절하여 모드잠금펄스 또는 잡음펄스를 생성하는 공진기 조건을 형성할 수 있다. 도 2a 및 도 2b에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 공진기(100)에서 편광 조절부(140)는 단일의 편광판(polarizer)(144, 144')와 복수의 파장판(waveplate)(142, 146, 142', 146')을 포함한다. 다른 예로 편광판(144, 144')을 대신하여 편광빔 분리기(polarization beam splitter, PBS)가 적용될 수 있다.
- [0032] 파장판(142, 146, 142', 146')은 벌크(bulk) 유형과 광섬유 유형이 있으며, 반파장($\lambda/2$)판과 사분의 일 파장($\lambda/4$)판의 조합으로 구성되어 이들을 회전시키거나, 또는 광섬유를 돌리거나 비틀거나 눌러주는 장치로 구성되어 공진하는 펄스의 편광을 조절할 수 있다.
- [0033] 편광판(144, 144') 또는 편광빔 분리기는 벌크 유형과 광섬유 유형이 있으며, 링형태 공진기에서 인공포화흡수(artificial saturable absorption)의 역할을 한다. 벌크 유형의 파장판(142, 146) 및 편광판(144)을 적용하기 위해서 빔 시준기(beam collimator)(141, 149)를 도입하여 공간상으로 레이저 빔을 통과시킬 수 있다.
- [0034] 도 2a는 벌크(bulk) 광학계 기반의 편광조절부(140)를 도시한 것으로, 광 경로 상에서 한 쌍의 파장판(142, 146) 사이에 단일의 편광판(144)이 개재되어 있고, 광 경로 상 첫번째 파장판(142)의 전방과 두 번째 파장판(146)의 후방에 빔 시준기(149)가 구비되어 있다. 도 2b는 광섬유 광학계 기반의 편광 조절부(140')를 도시한 것으로, 한 쌍의 광섬유 파장판(142', 146') 사이에 단일의 광섬유 편광판(144')이 개재되어 있다.
- [0035] 펄스 성형부(150)는 모드잠금 된 펄스가 공진기(100) 내부 분산(dispersion)에 의해 펄스 폭이 넓어지는 것을 방지하고 공진기(100)에서 극초단 펄스를 생성할 수 있도록 하는 부분이다. 펄스 성형부(150)는 공진기(100)를 구성하는 광섬유의 합 분산과 반대의 분산을 형성하는 부분으로, 분산보상 광섬유(dispersion compensating fiber) 또는 처프 광섬유 브래그 격자(Chirped fiber Bragg grating) 또는 격자쌍(Grating pair) 또는 프리즘 쌍(prism pair)로 구성된다. 펄스 성형부(150)는 처프 펄스의 앞단과 뒷단을 형성하는 주파수를 필터링하여 제거하므로 펄스 폭을 좁게 유지할 수 있으며, 벌크 유형과 광섬유 유형의 광필터 또는 광섬유 브래그 격자(Fiber Bragg grating)로 구성된다.
- [0036] 이득매질(130)은 펌프광을 흡수하여 넓은 주파수 대역으로 광 스펙트럼을 생성하는 희토류 첨가 광섬유가 사용될 수 있으며, 일례로, 이터븀첨가 광섬유(Ytterbium doped fiber), 어븀첨가 광섬유(Erbium doped fiber), 툴륨첨가 광섬유(Tm doped fiber), 네오디뮴첨가 광섬유(Nd doped fiber) 등이 있다.
- [0037] 펌프광은 다이오드 레이저(120)를 사용하여 출력될 수 있으며, 각 희토류의 흡수대역의 파장을 갖는 연속파 레이저가 사용될 수 있다. 희토류 첨가 광섬유는 방출대역에 해당하는 파장으로 수 내지 수십 나노미터(nm) 파장대역의 스펙트럼을 생성한다.
- [0038] 이와 같이 구성되는 본 실시예에 따른 공진기(100)는 단일의 공진기(100)에서 모드잠금펄스 또는 잡음펄스를 생성할 수 있다.
- [0039] 이득매질(130)의 넓은 방출 스펙트럼 대역에 해당하는 주파수 중에서 공진기 길이에 해당하는 반복률 주파수의 배수인 주파수 모드들이 살아남고 이들의 위상이 일치되었을 때, 극초단(fs~ps) 폭의 모드잠금 된 펄스가 생성될 수 있다. 공진기(100) 내부에서는 이러한 모드잠금을 발생시키기 위한 조건이 형성되어야 하며, 시간 축에서 고려했을 때, 이득이 손실보다 커지는 시간이 펌프에서 피코 초가 되는 조건을 만족시키면 극초단 펄스가 형성

될 수 있다.

- [0040] 이러한 모드잠금을 형성하는 방법은 비선형 편광회전(Nonlinear polarization evolution), 비선형 증폭(광) 루프 거울(Nonlinear amplifying(optic) loop mirror), 포화흡수체(Saturable absorber)가 있으며, 공진기 구조에 따라 적용되는 모드잠금 방법이 다르다.
- [0041] 이득매질(130)의 넓은 방출 스펙트럼 대역에 해당하는 주파수 중에서 공진기 길이에 해당하는 반복률 주파수의 배수인 주파수 모드들이 살아남지만, 강한 비선형 현상에 의해 위상이 일치하지 않고 무작위적인 주파수 모드들로 구성된 넓은 스펙트럼이 형성되어 잡음펄스가 될 수 있다. 잡음펄스를 형성하는 방법은 모드잠금이 가능한 장치와 구조를 갖는 공진기에서 편광을 조절함으로써 형성되는 조건을 찾을 수 있다.
- [0042] 본 실시예에 따른 링 형태 공진기(100)에서는 비선형 편광회전 방식의 모드잠금 방식이 적용될 수 있다.
- [0043] 도 1을 참조하여, 본 실시예에 따른 선택적 펄스 생성장치(10)의 구동 과정을 설명하면 다음과 같다.
- [0044] 먼저 공진기(100)를 온(On) 시키면, 레이저 다이오드(120)가 온(On)되고 응용 프로그램부(250)에서 모드잠금 펄스 또는 잡음펄스 생성을 선택한다. 응용 프로그램부(250)에서 편광 조절부(140)를 구동시켜 공진기(100) 내부 편광 조절을 시작한다.
- [0045] 다음으로, 광 감지부(210)는 공진기(100)에서 생성된 펄스를 감지하는데, 광 감지부(210)에 포함된 광 센서에서 감지되는 펄스의 광량 또는 반복률 RF 신호의 주파수 및 세기를 감지할 수 있다. 따라서 광 감지부(210)에서는 입사된 펄스가 모드잠금펄스인지 잡음펄스인지 감지할 수 있다. 광 감지부(210)의 상세한 구조와 펄스 감지 방법은 이하에서 도 4a 내지 도 7b를 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0046] 다음으로, 제어신호 생성부(240)는 광 감지부(210)에서 감지된 펄스의 종류에 따라 편광 조절부(140)를 제어할 수 있는 제어신호를 생성하고, 응용 프로그램부(250)를 통하여 상기 제어신호를 편광 조절부(140)로 전달한다.
- [0047] 따라서, 응용 프로그램부(250)에서 선택된 펄스가 생성되었음을 감지한 경우에는 제어신호 생성부(240)에서 편광 조절부(140)를 정지시키는 제어신호를 생성하여 전달한다. 선택된 펄스가 생성되었음을 확인하지 못한 경우에는 응용 프로그램부(250)를 통해 편광 조절부(140)를 다시 구동시켜 공진기(100) 내부의 편광 조절을 재개한다.
- [0048] 도 3a 내지 3c는 빛의 종류에 따른 파장별 스펙트럼 에너지 밀도를 나타낸 그래프이다. 도 3a는 연속파의 파장별 스펙트럼 에너지 밀도를 나타낸 것이고, 도 3b는 Q-스위칭(Q-switching)의 파장별 스펙트럼 에너지 밀도를 나타낸 것이며, 도 3c는 모드잠금펄스와 잡음펄스의 파장별 스펙트럼 에너지 밀도를 나타낸 것이다.
- [0049] 모드잠금펄스가 생성되기 전의 스펙트럼은 연속파(continuous waver)이거나 Q-스위칭 상태로 형성되며, 이득매질의 수 나노미터 이내의 파장대역폭을 갖는다.
- [0050] 도 3c를 참조하면, 모드잠금펄스는 중심 파장을 중심으로 수 내지 수십 나노미터의 파장대역폭을 갖는 스펙트럼을 형성하고, 잡음펄스는 중심파장을 중심으로 수십 내지 수백 나노미터 이상의 파장대역폭을 갖는 스펙트럼을 생성한다.
- [0051] 도 4a 및 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치에서 광 감지부의 구성과 감지방법을 설명하기 위하여 도시한 모식도로서, 도 4a는 광의 종류에 따른 광 감지부의 분산 광학계 방출광의 분산 정도를 도시한 것이고, 도 4b는 분산 광학계 방출광이 입사되는 광센서의 영역에 따른 펄스의 구분을 나타낸 모식도이다.
- [0052] 도 4a를 참조하면, 본 실시예에 따른 광 감지부(210)는 입사되는 광을 공간적으로 분산시키는 분산 광학계(212)와 이로부터 분산된 스펙트럼의 퍼지는 정도를 감지하는 광 센서(214)를 포함한다.
- [0053] 분산 광학계(212)는 공진기(100, 도 1 참조)의 출력 빔을 공간적으로 분산시키며, 이 때 분산된 스펙트럼은 주파수 별로 정해진 다른 각도로 발산하게 된다. 즉, 연속파 또는 Q-스위칭이 투과 또는 반사된 경우(c)는 퍼짐의 정도가 가장 작고, 잡음펄스가 투과 또는 반사된 경우(e)는 퍼짐의 정도가 가장 크며, 모드잠금펄스가 투과 또는 반사된 경우(d)는 퍼짐의 정도가 중간 정도가 된다.
- [0054] 도 4b를 참조하면, 광 센서(214)는 분산 광학계(212)로부터 분산된 광의 중심이 입사되는 제1 영역(A), 제1 영역(A)의 외곽에 미리 설정된 면적으로 형성되는 제2 영역(B), 및 제2 영역(B)의 외곽에 설정되는 제3 영역(C)을 포함한다. 광 센서(214)는 상기 각 영역별로 광 감지 센서가 위치하여 분산 광학계(212)로부터 분산된 광이 상

기 각 영역별로 감지될 수 있다. 즉, 연속파와 Q-스위칭이 분산된 광은 광 센서(214)의 제1 영역(A) 내에 포함되고, 모드잠금펄스가 분산된 광은 광 센서(214)의 제1 영역(A)을 벗어나서 제2 영역(B) 내에 포함되며, 잠음펄스가 분산된 광은 광 센서(214)의 제1 영역(A) 및 제2 영역(B)을 벗어나서 제3 영역(C)까지 위치하도록 각 영역은 미리 설정될 수 있다.

[0055] 이와 같이 설정된 광 센서(214)는 제1 영역(A)과 제2 영역(B)에 걸쳐 상기 광이 감지되면 모드잠금펄스에 해당하는 전기적 신호를 출력하고, 제1 영역(A) 내지 제3 영역(C)에 걸쳐 상기 광이 감지되면 잠음펄스에 해당하는 전기적 신호를 출력할 수 있다.

[0056] 분산 광학계(212)는, 일례로, 광을 주파수 별로 공간으로 퍼지게 하는 격자(grating) 또는 프리즘(prism)을 포함할 수 있다.

[0057] 본 실시예에서 광 센서(212)는 복수 개의 광 감지 센서를 포함할 수 있다. 복수 개의 광 감지 센서는 선형 또는 평면형으로 배열되어 공간적으로 광이 감지되는 길이 또는 면적에 해당하는 부분만 광 신호가 전기적 신호로 전환될 수 있다.

[0058] 도 5a 및 5b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 모드잠금펄스와 잠음펄스의 선택적 펄스 생성장치에서 광 감지부의 구성과 감지방법을 설명하기 위하여 도시한 모식도로서, 도 5a는 광의 종류에 따른 광 감지부의 분산 광학계 방출광의 분산 정도를 도시한 것이고, 도 5b는 분산 광학계 방출광이 입사되는 광 다이오드의 감지 조건에 따른 펄스의 구분을 나타낸 표이다.

[0059] 도 5a를 참조하면, 본 실시예에 따른 광 감지부(210')의 광 센서는 복수의 광 다이오드(217, 218)를 포함한다. 복수의 광 다이오드(217, 218)는 제1 영역(A)의 외측에서 제2 영역(B)에 위치하는 제1 광 다이오드(217) 및 제2 영역(B)의 외측에서 제3 영역(C)에 위치하는 제2 광 다이오드(218)를 포함할 수 있다.

[0060] 도 5b를 참조하면, 제1 광 다이오드(217)와 제2 광 다이오드(218)에 동시에 감지되면 입사된 광은 잠음펄스이고, 제1 광 다이오드(217)에는 감지되었으나 제2 광 다이오드(218)에는 감지되지 않으면 입사된 광은 모드잠금펄스이며, 제1 광 다이오드(217)와 제2 광 다이오드(218)에 모두 감지되지 않으면 입사된 광은 연속파 또는 Q-스위칭이라고 판단될 수 있다.

[0061] 도 6a 내지 6e는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 모드잠금펄스와 잠음펄스의 선택적 펄스 생성장치에서 광 감지부를 도시한 모식도이다. 도 6a 및 6b는 벌크 광학계 기반의 광 감지부를 도시한 것이고, 도 6c 및 6d는 광섬유 기반의 광 감지부를 도시한 것이며, 도 6e는 펄스 상태에 따른 광 다이오드 신호감지 유무를 나타낸 표이다.

[0062] 도 6a 및 6b를 참조하면, 본 실시예에 따른 광 감지부(220, 220')는, 벌크 광학계에 기반하여, 광 분할기(221), 제1 광학필터(223), 제2 광학필터(224), 제1 광 다이오드(227) 및 제2 광 다이오드(228)를 포함한다.

[0063] 도 6a에 도시된 바와 같이, 광 분할기(221)는 공진기(100, 도 1 참조)로부터 출력되는 광을 적어도 2개의 분할광으로 분할하고, 제1 광학필터(223)는 광 분할기(221)로부터 출력되는 제1 분할광을 입사시키며, 제2 광학필터(224)는 광 분할기(221)로부터 출력되는 제2 분할광을 입사시킨다. 제1 광 다이오드(227)는 제1 광학필터(223)를 투과하거나 반사된 광을 감지하고, 제2 광 다이오드(228)는 제2 광학필터(224)를 투과하거나 반사된 광을 감지할 수 있다.

[0064] 도 6b에 도시된 바와 같이, 본 실시예의 변형예에 따른 광 감지부(220')에서 제1 광학필터(223)는 공진기(100)로부터 출력되는 광을 입사시키도록 위치할 수 있고, 광 분할기(221)는 제1 광학필터(223)를 투과하거나 반사된 광을 제1 분할광과 제2 분할광으로 분할할 수 있으며, 제2 광학필터(224)는 광 분할기(221)로부터 출력되는 제2 분할광을 입사시키도록 위치할 수 있다. 제1 광 다이오드(227)는 광 분할기(221)로부터 출력되는 제2 분할광을 감지하고, 제2 광 다이오드(228)는 제2 광학필터(224)를 투과하거나 반사된 광을 감지할 수 있다.

[0065] 도 6c 및 6d를 참조하면, 본 실시예에 따른 광 감지부(230, 230')는, 광섬유 광학계에 기반하여, 광 커플러(231), 제1 광학필터(233), 제2 광학필터(234), 제1 광 다이오드(237) 및 제2 광 다이오드(238)를 포함할 수 있다.

[0066] 도 6c에 도시된 바와 같이, 광 커플러(231)는 공진기(100)로부터 출력되는 광을 적어도 2개의 분할광으로 분할하고, 제1 광학필터(233)는 광 커플러(231)로부터 출력되는 제1 분할광을 입사시키며, 제2 광학필터(234)는 광 커플러(231)로부터 출력되는 제2 분할광을 입사시킨다. 제1 광 다이오드(237)는 제1 광학필터(233)를 투과하거나 반사된 광을 감지하고, 제2 광 다이오드(238)는 제2 광학필터(234)를 투과하거나 반사된 광을 감지할 수 있다.

다.

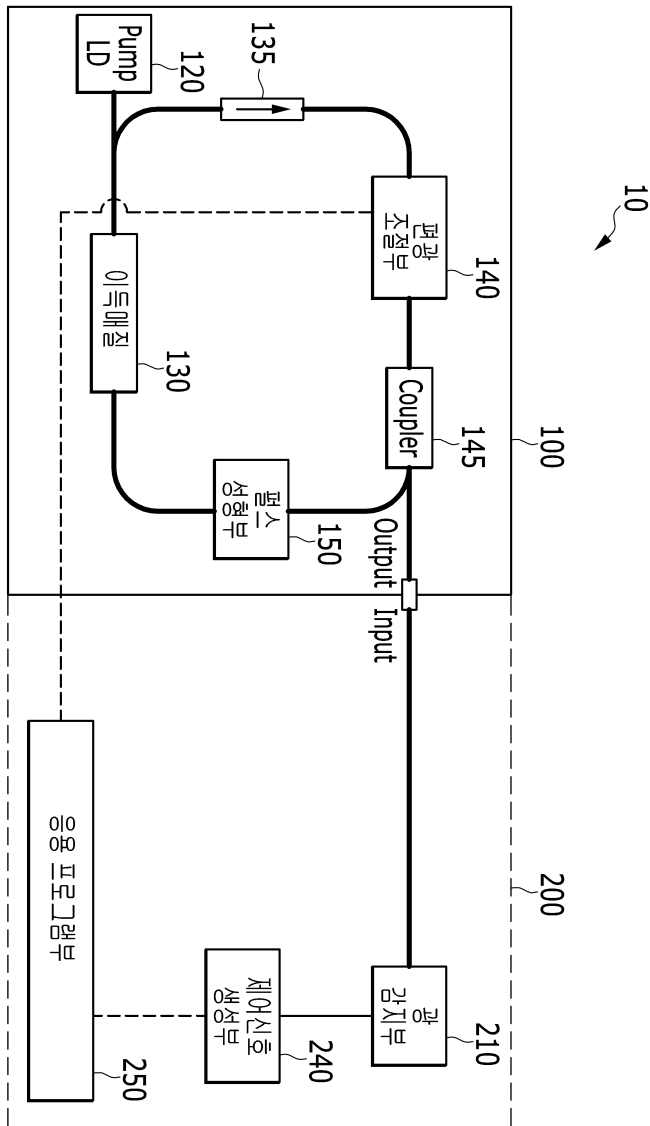
- [0067] 도 6d에 도시된 바와 같이, 본 실시예의 변형예에 따른 광 감지부(230')에서 제1 광학필터(233)는 공진기(100)로부터 출력되는 광을 입사시키도록 위치할 수 있고, 광 커플러(231)는 제1 광학필터(233)를 투과하거나 반사된 광을 제1 분할광과 제2 분할광으로 분할할 수 있으며, 제2 광학필터(234)는 광 커플러(231)로부터 출력되는 제2 분할광을 입사시키도록 위치할 수 있다. 제1 광 다이오드(237)는 광 커플러(231)로부터 출력되는 제2 분할광을 감지하고, 제2 광 다이오드(238)는 제2 광학필터(234)를 투과하거나 반사된 광을 감지할 수 있다.
- [0068] 한편, 제1 광학필터(223, 233)는, 도 7a에 나타낸 바와 같이, 연속파와 Q-스위칭 스펙트럼 영역을 차단하고, 제2 광학필터(224, 234)는, 도 7b에 나타낸 바와 같이, 모드잠금펄스 스펙트럼 영역을 차단할 수 있다. 상기 각 광학필터(223, 224, 233, 234)는, 일례로, 벌크 필터이거나 광섬유 기반 필터 또는 FBG (Fiber Bragg Grating)가 사용될 수 있다.
- [0069] 도 6e를 참조하면, 제1 광 다이오드(227, 237)와 제2 광 다이오드(228, 238)에 동시에 감지되면 입사된 광은 잡음펄스이고, 제1 광 다이오드(227, 237)에는 감지되었으나 제2 광 다이오드(228, 238)에는 감지되지 않으면 입사된 광은 모드잠금펄스이며, 제1 광 다이오드(227, 237)와 제2 광 다이오드(228, 238)에 모두 감지되지 않으면 입사된 광은 연속파 또는 Q-스위칭이라고 판단될 수 있다.
- [0070] 도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치에 8자 형태의 광섬유 공진기가 적용된 상태를 도시한 모식도이다.
- [0071] 도 8을 참조하면, 8자 형태의 광섬유 공진기(30)는 레이저 다이오드(320)에 연결되는 이득매질(330)과 제1 편광 조절부(340)가 제1 루프를 형성하고, 제2 편광 조절부(360)와 펄스 성형부(350)가 제2 루프를 형성하며, 제1 루프와 제2 루프가 광 커플러(345)를 통해 연결되어 있다. 제2 편광 조절부(360)와 펄스 성형부(350) 사이에는 아이솔레이터가 위치하며, 제2 편광 조절부(350)의 후단에 광 커플러(365)가 연결되어 8자 형태의 광섬유 공진기(30)에서 생성된 광을 출력할 수 있으며, 신호감지 제어기(200, 도 1 참조)의 입력단에 연결될 수 있다.
- [0072] 신호감지 제어기(200)는 8자 형태의 광섬유 공진기(30)에서 출력되는 광을 입사하여 모드잠금펄스 또는 잡음펄스를 감지할 수 있으며, 신호감지 제어기(200)는 8자 형태의 광섬유 공진기(30)의 편광 조절부(340, 360)에 전기적으로 연결되어 감지된 펄스 신호에 따른 제어신호를 전달하여 편광 조절부(340, 360)를 제어할 수 있다.
- [0073] 도 9는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 모드잠금펄스와 잡음펄스의 선택적 펄스 생성장치에 9자 형태의 광섬유 공진기가 적용된 상태를 도시한 모식도이다.
- [0074] 도 9를 참조하면, 9자 형태의 광섬유 공진기(50)는 레이저 다이오드(520)에 연결되는 이득매질(530)과 제1 편광 조절부(540)가 루프를 형성하고, 상기 루프에 광 커플러(545)를 통해 제2 편광 조절부(560), 펄스 성형부(550) 및 미러(570)가 순차적으로 연결된다. 광 커플러(545)에 의해 9자 형태의 광섬유 공진기(50)에서 생성된 광을 출력할 수 있으며, 신호감지 제어기(200, 도 1 참조)의 입력단에 연결될 수 있다.
- [0075] 신호감지 제어기(200)는 9자 형태의 광섬유 공진기(50)에서 출력되는 광을 입사하여 모드잠금펄스 또는 잡음펄스를 감지할 수 있으며, 신호감지 제어기(200)는 9자 형태의 광섬유 공진기(50)의 편광 조절부(540, 560)에 전기적으로 연결되어 감지된 펄스 신호에 따른 제어신호를 전달하여 편광 조절부(540, 560)를 제어할 수 있다.
- [0076] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고 특허청구 범위와 발명의 상세한 설명 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러 가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고 이 또한 본 발명의 범위에 속하는 것은 당연하다.

부호의 설명

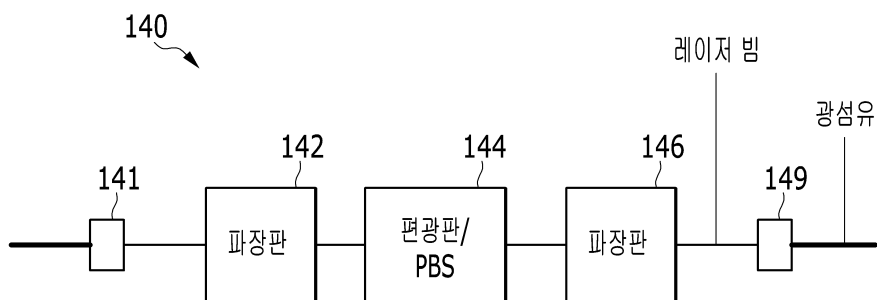
- [0077] 10, 30, 50: 선택적 펄스 생성장치 100, 300, 500: 공진기
200, 400, 600: 신호감지 제어부 120: 레이저 다이오드
130: 이득매질 135: 아이솔레이터
140: 편광 조절부 150: 펄스 성형부
210: 광 감지부 240: 제어신호 생성부
250: 응용 프로그램부

도면

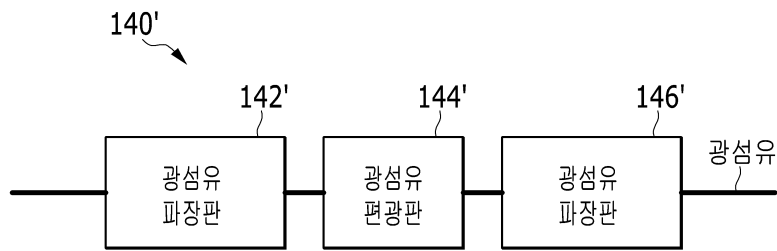
도면1



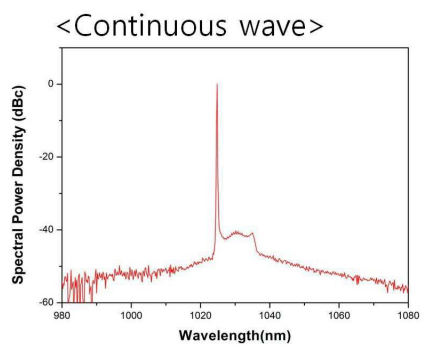
도면2a



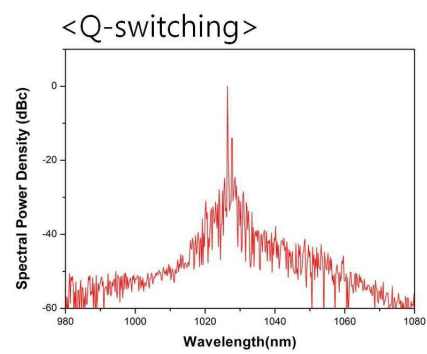
도면2b



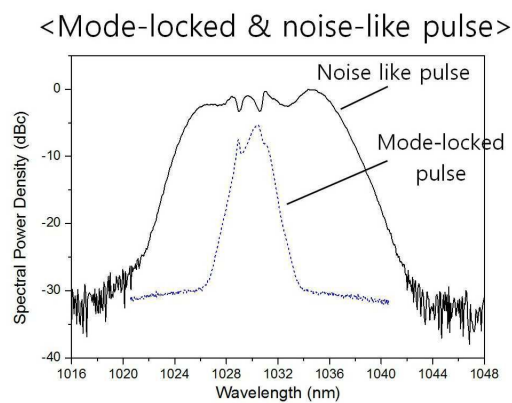
도면3a



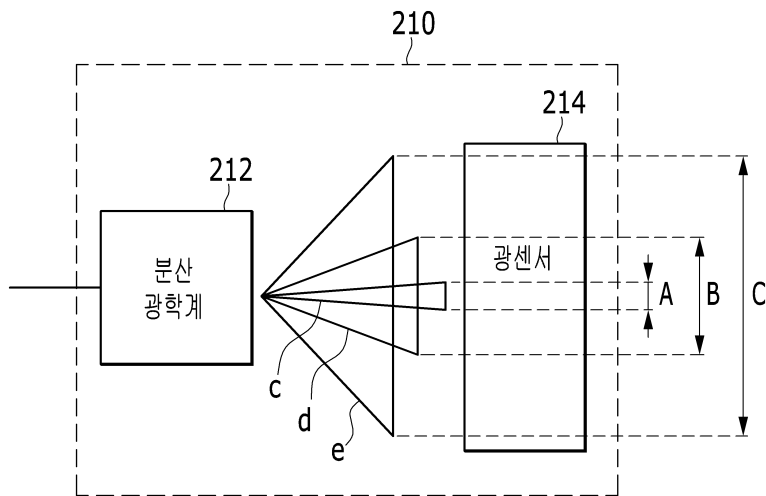
도면3b



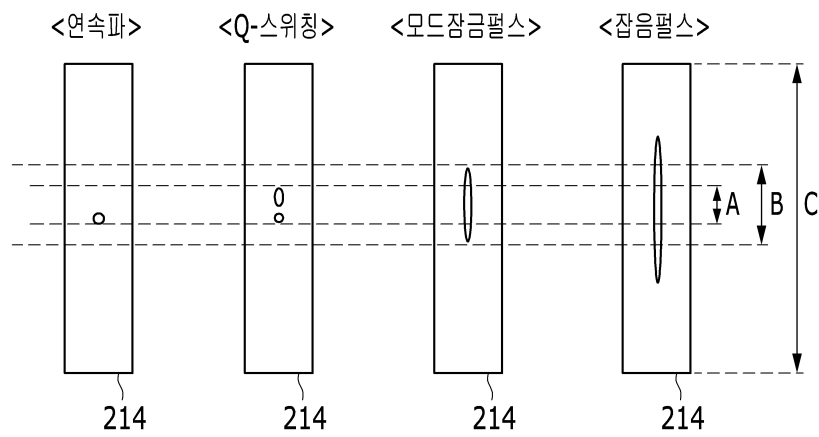
도면3c



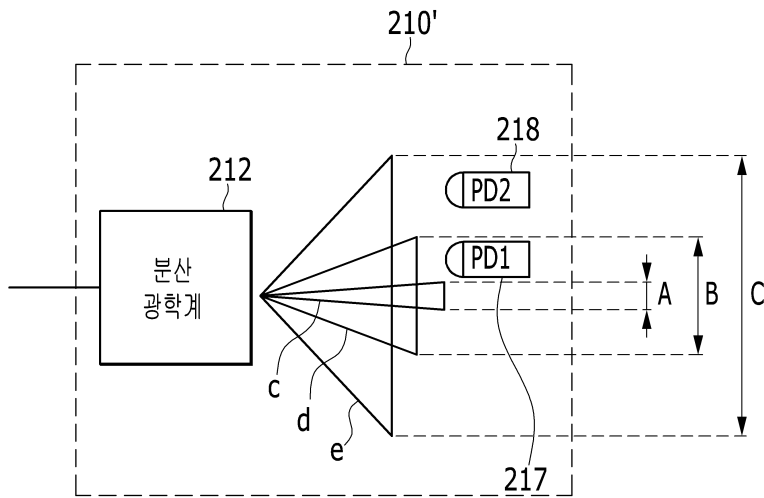
도면4a



도면4b



도면5a

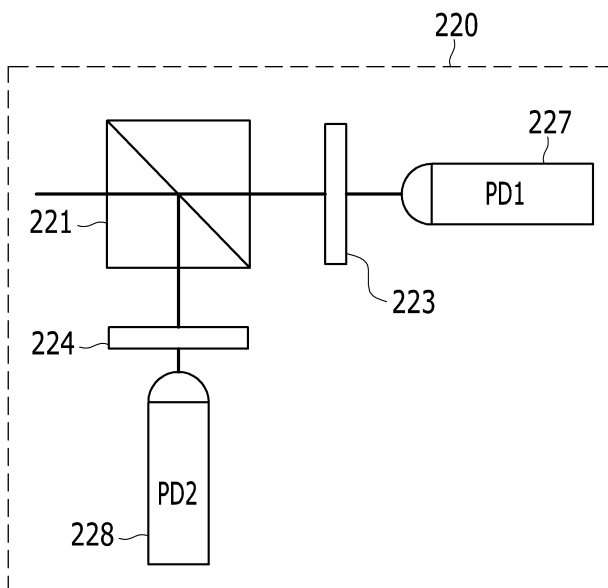


도면5b

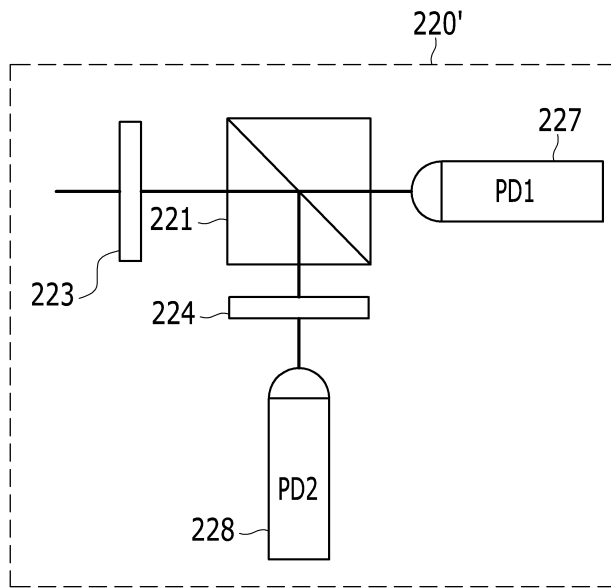
<펄스 상태에 따른 PD1, PD2에서의 신호 감지 유무>

	연속파, Q-스위칭	모드잠금펄스	잡음펄스
PD1	×	○	○
PD2	×	×	○

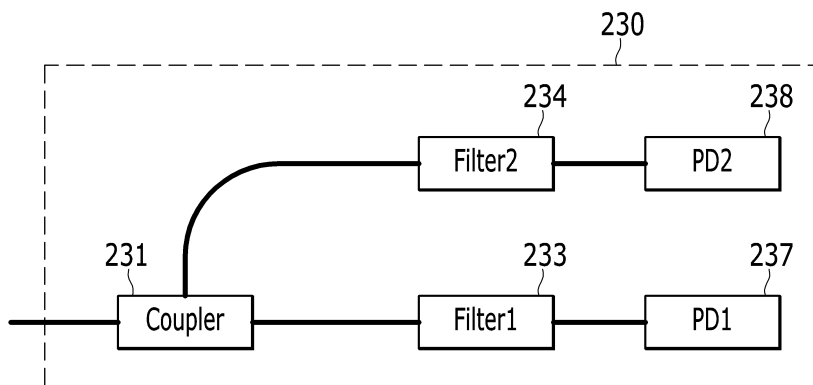
도면6a



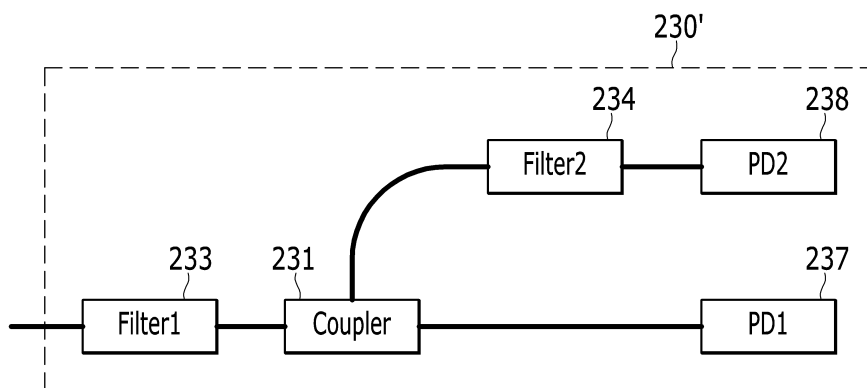
도면6b



도면6c



도면6d

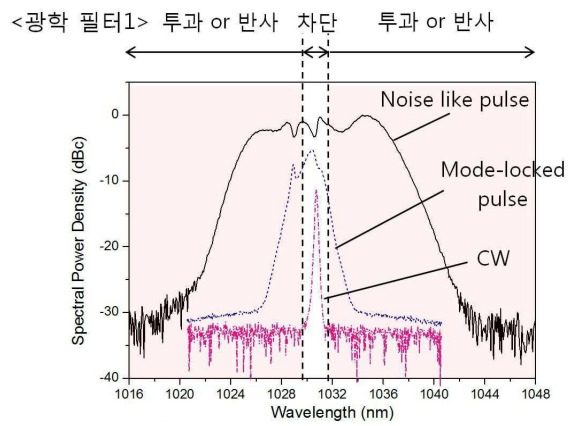


도면6e

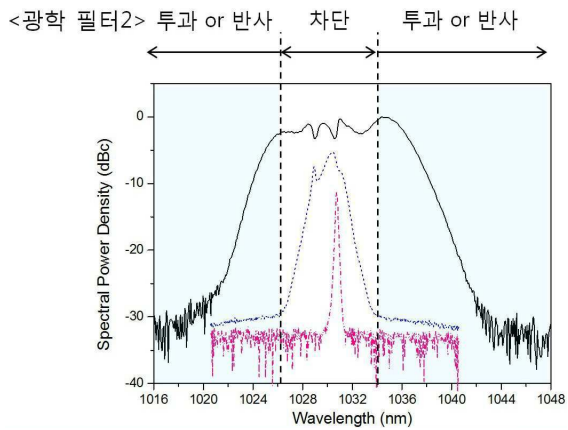
<펄스 상태에 따른 PD1, PD2에서의 신호 감지 유무>

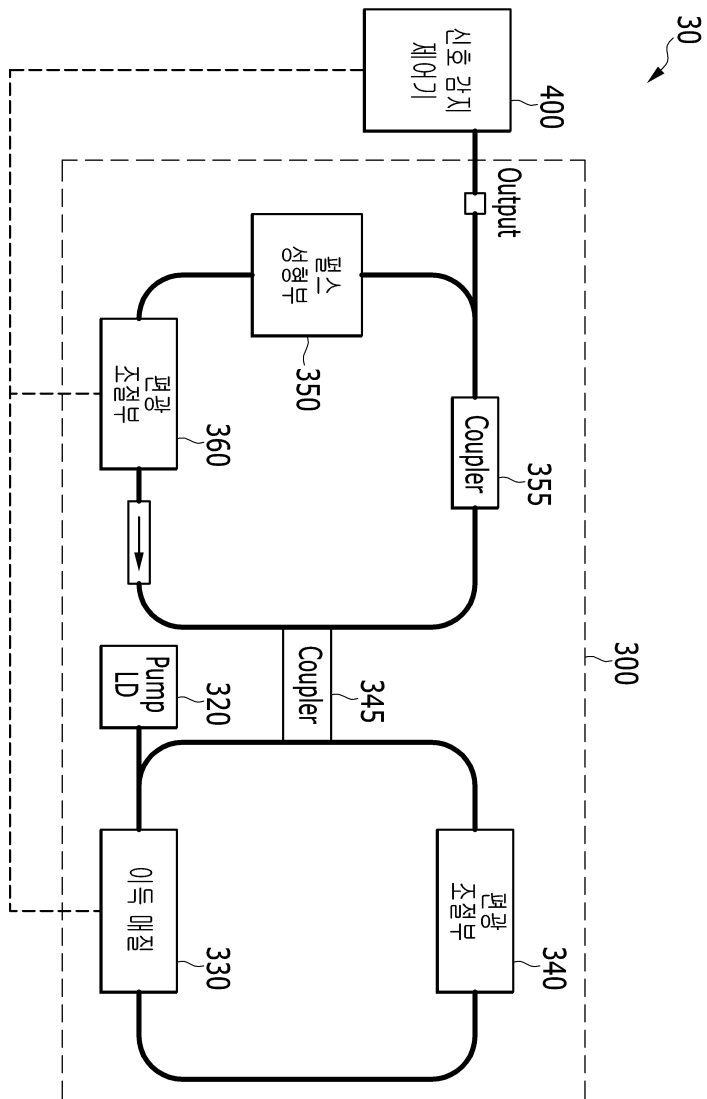
	연속파, Q-스위칭	모드잠금펄스	잡음펄스
PD1	×	○	○
PD2	×	×	○

도면7a



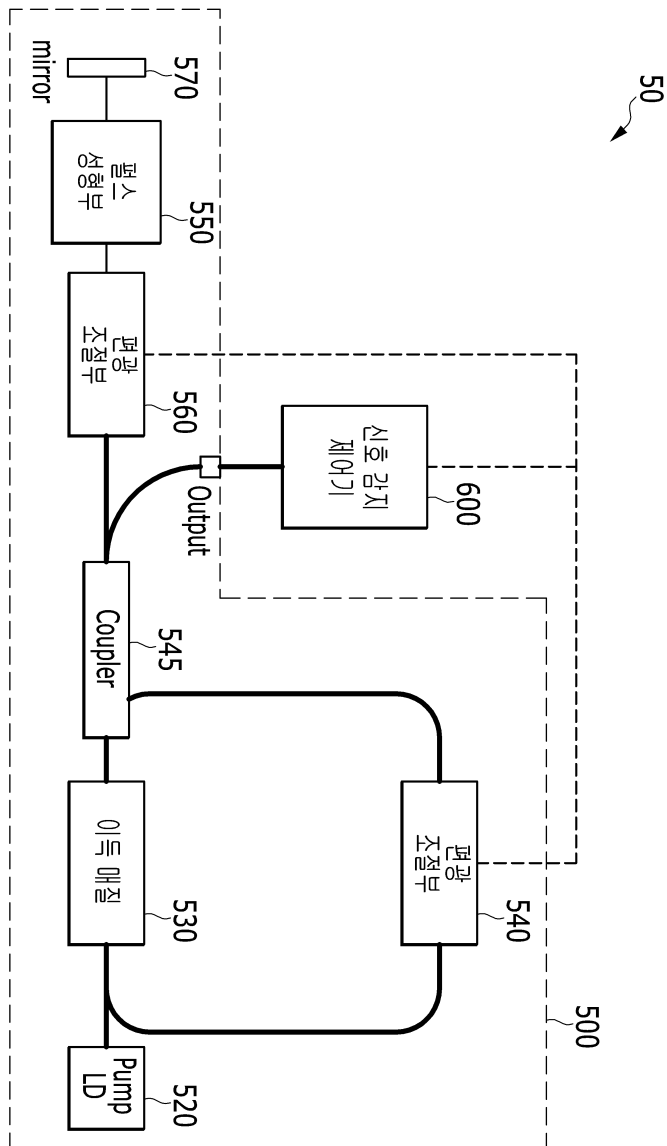
도면7b



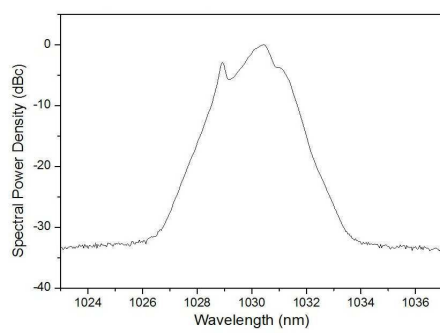


도면8

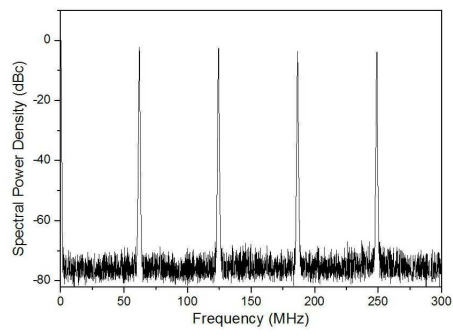
도면9



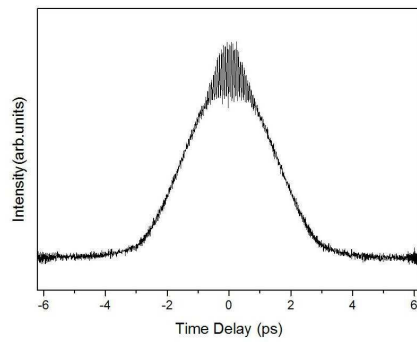
도면 10a



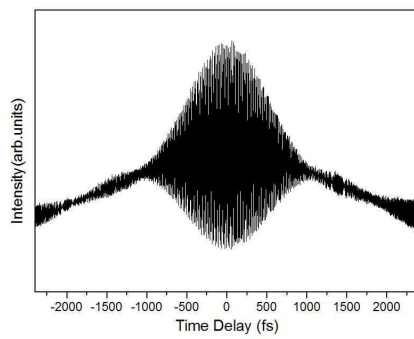
도면10b



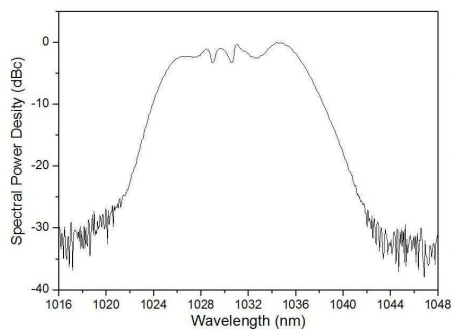
도면10c



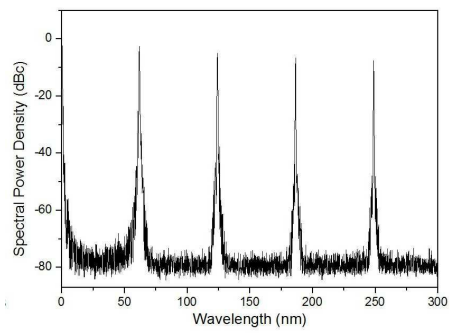
도면10d



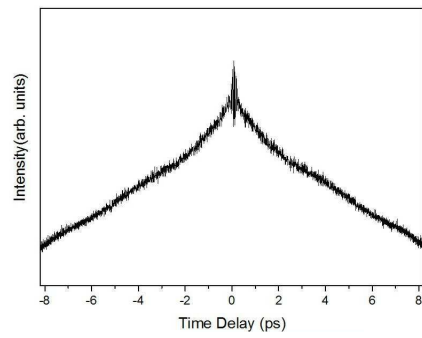
도면11a



도면11b



도면11c



도면11d

