



특 허 증

CERTIFICATE OF PATENT

특 허 제 10-1170271 호 (PATENT NUMBER)	출원번호 (APPLICATION NUMBER)	제 2011-0025974 호
	출원일 (FILING DATE:YY/MM/DD)	2011년 03월 23일
	등록일 (REGISTRATION DATE:YY/MM/DD)	2012년 07월 25일

발명의명칭 (TITLE OF THE INVENTION)

밀리미터 및 테라헤르쯔파 대역의 발진 신호 생성 방법 및 장치 방법

특허권자 (PATENTEE)

등록사항란에 기재

발명자 (INVENTOR)

등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 의하여 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.

(THIS IS TO CERTIFY THAT THE PATENT IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE.)

2012년 07월 25일



특 허 청

COMMISSIONER, THE KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE



연차등록료 납부일은 설정등록일 이후 4년차부터 매년 07월 25일까지이며 등록원부로 권리관계를 확인바랍니다.

등록사항

특 허 등록 제 10-1170271 호

(PATENT NUMBER)

특허권자 (PATENTEE)

홍익대학교 산학협력단(270171-0*****)
서울특별시 마포구 와우산로 94 (상수동)

연세대학교 산학협력단(274171-0*****)
서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 (신촌동)

발명자 (INVENTOR)

성혁기

김재영

조준형

최우영



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년08월01일
(11) 등록번호 10-1170271
(24) 등록일자 2012년07월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01S 1/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0025974

(22) 출원일자 2011년03월23일
심사청구일자 2011년03월23일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020040038171 A

KR1020030063007 A

KR1020110015107 A

US20080152360 A1

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 (신촌동)

홍익대학교 산학협력단

서울특별시 마포구 와우산로 94 (상수동)

(72) 발명자

성혁기

김재영

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인무한

전체 청구항 수 : 총 7 항

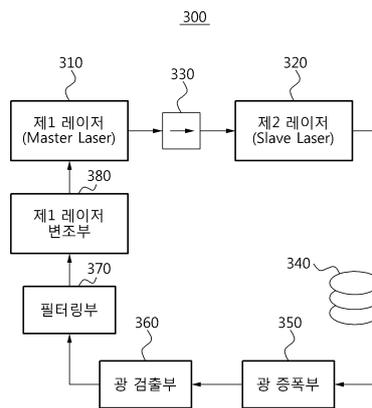
심사관 : 조성찬

(54) 발명의 명칭 밀리미터 및 테라헤르쯔파 대역의 발진 신호 생성 방법 및 장치 방법

(57) 요약

발진신호 생성방법은, 제1 레이저의 출력신호의 직접 변조에 기초하여 제1 및 제2 레이저의 비선형성을 발생시키는 단계, 및 비선형성 생성에 따라 제2 레이저의 출력신호를 광섬유 루프에 적용하여 테라헤르쯔파(Terahertz wave) 또는 밀리미터파(millimeter wave) 대역의 발진 신호를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도3



(72) 발명자
조준형

최우영

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2010T100100855
부처명 지식경제부
연구사업명 지식경제 기술혁신사업-전력산업원천기술개발사업
연구과제명 차세대 저전력 테라헤르쯔파 광원 개발
주관기관 홍익대학교 산학협력단
연구기간 2010.06.01 ~ 2012.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

제1 레이저의 출력신호의 변조에 기초하여 제1 및 제2 레이저의 비선형성을 발생시키는 단계; 및
 상기 비선형성 생성에 따라 제2 레이저의 출력신호를 광섬유 루프에 적용하여 테라헤르쯔파(Terahertz wave) 또는 밀리미터파(millimeter wave) 대역의 발진 신호를 생성하는 단계를 포함하는 발진 신호 생성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 비선형성을 발생시키는 단계는,
 제1 레이저의 출력신호에 대한 주파수와 제2 레이저의 출력신호에 대한 주파수에 기초하여 주파수차이를 계산하는 단계;
 제1 레이저의 출력신호에 대한 파워와 제2 레이저의 출력신호에 대한 파워에 기초하여 출력파워비율을 계산하는 단계; 및
 상기 주파수차이 및 상기 출력파워비율에 기초하여 상기 제1 레이저의 출력 신호를 조절하는 단계를 포함하는 발진 신호 생성 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 비선형성을 발생시키는 단계는,
 상기 제1 레이저의 출력신호의 변조에 기초하여 제1 레이저의 출력신호에 대한 주파수 및 파워 중 적어도 하나를 조절하여 이중모드 발진 또는 4파장혼합(Four-wave mixing)을 발생시키는 것을 특징으로 하는 발진 신호 생성 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 발진 신호를 생성하는 단계는,
 상기 제2 레이저의 출력신호를 광섬유 루프에 적용함에 따라 출력되는 광신호(Optical Signal)를 증폭하는 단계;
 증폭된 광신호를 전기적 신호로 변환하는 단계; 및
 상기 전기적 신호를 대역통과 필터링하는 단계를 포함하는 발진 신호 생성 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,
 상기 필터링하는 단계는,
 상기 전기적 신호를 필터링하여 낮은 위상 잡음을 갖는 테라헤르쯔파(Terahertz wave) 또는 밀리미터파(millimeter wave) 대역의 발진신호를 출력하는 것을 특징으로 하는 발진 신호 생성 방법.

청구항 6

제4항에 있어서,
 상기 발진 신호를 생성하는 단계는,
 대역통과 필터링된 신호를 변조하여 상기 광섬유 루프를 공진시키는 단계
 를 더 포함하는 발진 신호 생성 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,
 상기 제1 레이저는, 마스터 레이저(Master Laser)이고,
 상기 제2 레이저는, 상기 마스터 레이저에 종속하는 광주입(Optically Injection) 레이저인 것을 특징으로 하는
 발진 신호 생성 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 마스터 레이저(Master Laser) 및 슬레이브 레이저(Slave Laser)를 이용하여 고주파 대역의 발진 신호를 생성하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 주기적 정현파 신호를 발생시키는 발진 장치는 주파수를 이용하거나 특정 기준 신호를 발생시키는 장치이다. 이러한 발진 장치는 통신, 신호처리, 회로, 주파수 표준을 포함한 다양한 산업 기술에 있어서 중요하게 이용되고 있다.

[0003] 일반적으로, 유전체 공진 발진장치(Dielectric Resonator Oscillator), 수정 공진 발진장치(Quartz Resonator Oscillator), 및 전기 발진장치(Electronic Oscillator)가 주로 이용된다. 유전체 공진 발진장치는 마이크로파 대역의 신호를 발생시켜 셀룰러, PCS(Personal Communication Service), W-CDMA, 와이브로(Wibro), 및 갭 필터(Gap filter)에 적용된다. 수정 공진 발진장치는, MHz 이하 대역의 발진신호를 생성하며, 전기 발진장치는 전기 소자를 이용하여 GHz 이상 대역의 발진 신호를 생성한다. 이러한, 유전체 공진 발진장치, 수정 공진 발진장치, 및 전기 발진장치는 발진신호의 주파수 대역이 수 MHz~ 수 GHz이다. 이에 따라, 종래의 발진장치로는 수십 또는 수백 GHz 이상의 기준 주파수 신호를 생성하는데 한계가 있다.

[0004] 그런데, 시스템이 고집적화됨에 따라, 광/바이오 신호처리, 통신 시스템, 회로 시스템 등에서 요구하는 주파수 대역이 수십 GHz, 수백 GHz, 또는 THz 이상으로 증가하고 있다.

[0005] 따라서, 수십 GHz, 수백 GHz, 또는 THz 등의 고주파 대역에서 저잡음 발진신호를 생성할 수 있는 기술이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 수십 GHz, 수백 GHz, 또는 THz 등의 고주파 대역에서 기준신호를 저전력으로 생성할 수 있는 발진 기술을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일실시예에 따른 발진 신호 생성 방법은, 제1 레이저의 출력신호의 변조에 기초하여 제1 및 제2 레이저의 비선형성을 발생시키는 단계, 및 상기 비선형성 생성에 따라 제2 레이저의 출력신호를 광섬유 루프에 적용하여 테라헤르쯔파(Terahertz wave) 또는 밀리미터파(millimeter wave) 대역의 발진 신호를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0008] 또한, 상기 비선형성을 발생시키는 단계는, 제1 레이저의 출력신호에 대한 주파수와 제2 레이저의 출력신호에 대한 주파수에 기초하여 주파수차이를 계산하는 단계, 제1 레이저의 출력신호에 대한 파워와 제2 레이저의 출력

신호에 대한 파워에 기초하여 출력과워비율을 계산하는 단계, 및 상기 주파수차이 및 상기 출력과워비율에 기초하여 상기 제1 레이저의 출력 신호를 조절하는 단계를 포함할 수 있다.

[0009] 또한, 상기 비선형성을 발생시키는 단계는, 상기 제1 레이저의 출력신호의 직접 변조에 기초하여 제1 레이저의 출력신호에 대한 주파수 및 파워 중 적어도 하나를 조절하여 이중모드 발진 또는 4파장혼합(Four-wave mixing)을 발생시킬 수 있다.

[0010] 또한, 상기 발진 신호를 생성하는 단계는, 상기 제2 레이저의 출력신호를 광섬유 루프에 적용함에 따라 출력되는 광신호(Optical Signal)를 증폭하는 단계, 증폭된 광신호를 전기적 신호로 변환하는 단계, 및 전기적 신호를 대역통과 필터링하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 필터링하는 단계는, 상기 전기적 신호를 필터링하여 낮은 위상 잡음을 갖는 테라헤르쯔파(Terahertz wave) 또는 밀리미터파(millimeter wave) 대역의 발진신호를 출력하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 발진 신호를 생성하는 단계는, 대역통과 필터링된 신호를 변조하여 상기 광섬유 루프를 공진시킬 수 있다.

[0013] 또한, 상기 제1 레이저는, 마스터 레이저(Master Laser)이고, 상기 제2 레이저는, 상기 마스터 레이저에 종속하는 광주입(Optically Injection) 레이저일 수 있다.

발명의 효과

[0014] 본 발명의 일실시예에 따르면, 제1 및 제2 레이저의 출력신호에 따른 비선형성에 기초하여 제1 레이저의 출력신호를 조절하여 이중 모드를 발진 시킨 후 이를 공진 가능한 단한 형태의 광섬유 루프에 적용시켜 테라헤르쯔파(Terahertz wave) 또는 밀리미터파(Millimeter wave) 대역의 발진신호를 생성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따라 테라헤르쯔파 또는 밀리미터파 대역의 발진신호를 생성하는 과정을 설명하기 위해 제공되는 플로우차트이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 발진신호 생성장치에서 제1 및 제2 레이저의 비선형성을 발생시키는 과정을 설명하기 위해 제공되는 플로우차트이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 발진신호 생성장치의 구성을 도시한 블록다이어그램이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 발진신호 생성장치에서 이중모드 발진을 발생시키는 과정을 설명하기 위해 제공되는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하, 본 발명에 따른 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0017] 다만, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그에 대한 상세한 설명은 축약하거나 생략한다.

[0018] 본 명세서에서 사용되는 용어들은 본 발명의 바람직한 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0019] 이하에서 설명하는 제1 레이저는 광주입 반도체 레이저의 마스터 레이저(Master Laser)이고, 제2 레이저는 광주입 반도체 레이저의 슬레이브 레이저(Slave Laser)이다.

[0020] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 발진신호 생성장치에서 테라헤르쯔파 또는 밀리미터파 대역의 발진신호를 생성하는 과정을 설명하기 위해 제공되는 플로우차트이다.

[0021] 도 1에 따르면, 110단계에서, 발진신호 생성장치는 제1 레이저의 직접 변조(Directly Modulation)에 기초하여 제1 및 제2 레이저의 비선형성을 발생시킬 수 있다.

[0022] 일례로, 발진신호 생성장치는, 제1 및 제2 레이저 각각의 출력신호에 대한 파워, 그리고, 제1 및 제2 레이저 각각의 출력신호에 대한 주파수를 이용하여 제1 레이저의 출력신호를 조절함에 따라 비선형성을 발생시킬 수

있다. 여기서, 비선형성은, 광주입 파장 잠금, 이중모드 발진, 4파장혼합(four-wave mixing), 및 펄세이션(pulsation) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0023] 이어, 120 단계에서, 발진신호 생성장치는, 비선형성이 발생함에 따라 제2 레이저의 출력신호를 충분한 이득값을 가진 닫힌 형태의 광섬유 루프에 적용하여 테라헤르쯔파(Terahertz wave) 또는 밀리미터파(Millimeter wave) 대역의 발진신호를 생성할 수 있다.

[0024] 일례로, 이중모드 발진현상이 발생한 경우, 발진신호 생성장치는, 제2 레이저의 출력신호를 광섬유 루프(Optical Fiber Loop)에 통과시킬 수 있다. 그러면, 발진신호 생성장치는 광섬유 루프를 통과한 신호로부터 광신호를 검출할 수 있다. 이어, 발진신호 생성장치는 광신호를 전기적 신호로 변환하고, 전기적 신호를 증폭 및 필터링하여 테라헤르쯔파(Terahertz wave) 또는 밀리미터파(Millimeter wave) 대역의 발진신호를 생성할 수 있다. 예를 들어, 발진신호 생성 장치는, RF 필터링을 통해 낮은 위상잡음을 갖는 60GHz 이상 300GHz 이하의 발진신호를 생성할 수 있다.

[0025] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 발진신호 생성장치에서 제1 및 제2 레이저의 비선형성을 발생시키는 과정을 설명하기 위해 제공되는 플로우차트이다.

[0026] 도 2에 따르면, 210 단계에서, 발진신호 생성장치는, 제1 레이저의 출력신호에 대한 주파수와 제2 레이저의 출력신호에 대한 주파수를 이용하여 주파수차이를 계산할 수 있다. 예를 들어, 발진신호 생성장치는 아래의 수학적 식 1을 이용하여 주파수차이를 계산할 수 있다.

수학적 식 1

[0027]
$$\Delta f = f_1 - f_2$$

[0028] 수학적 식 1에서, Δf 는 주파수차이, f_1 은 제1 레이저의 출력신호에 대한 주파수, f_2 은 제2 레이저의 출력신호에 대한 주파수이다.

[0029] 수학적 식 1에 따르면, 발진신호 생성장치는, 제1 레이저의 출력신호에 대한 주파수와 2 레이저의 출력신호에 대한 주파수의 차로써 주파수차이를 계산할 수 있다.

[0030] 이때, 발진신호 생성장치는 제1 레이저의 출력신호에 대한 파장 및 제2 레이저의 출력신호에 대한 파장의 차를 통해 파장차이를 계산할 수도 있다.

[0031] 이어, 220 단계에서, 발진신호 생성장치는, 제1 레이저의 출력신호에 대한 파워와 제2 레이저의 출력신호에 대한 파워를 이용하여 출력파워비율을 계산할 수 있다. 예를 들어, 발진신호 생성장치는 아래의 수학적 식 2를 이용하여 출력파워비율을 계산할 수 있다.

수학적 식 2

[0032]
$$R = \frac{P_1}{P_2}$$

[0033] 수학적 식 2에서, R는 출력파워비율, P1은 제1 레이저의 출력신호에 대한 파워, P2는 제2 레이저의 출력신호에 대한 파워이다.

[0034] 수학적 식 2에 따르면, 발진신호 생성장치는 제1 레이저의 출력신호에 대한 파워를 제2 레이저의 출력신호에 대한 파워로 나눔으로써 출력파워비율, 즉, 주입비율(Injection Ratio)을 계산할 수 있다.

[0035] 그리고, 230단계에서, 발진신호 생성장치는, 주파수차이 및 출력파워비율에 기초하여 제1 레이저의 출력신호를 조절하여 비선형성을 발생시킬 수 있다.

[0036] 일례로, 발진신호 생성장치는, 이중모드 발진 또는 4파장혼합이 발생할 때까지 제1 레이저의 출력신호에 대한 주파수 및 제1 레이저의 출력신호에 대한 파워 중 적어도 하나를 조절할 수 있다. 상세하게는, 마스터 레이저

와 슬레이브 레이저 간의 출력과워비율 R이 증가할수록 이중모드 간의 발진 주파수 차이가 커질 수 있다. 이에 따라, 높은 기준 주파수를 발진시키려 하는 경우, 마스터 레이저에서 슬레이브 레이저로 매우 강한 세기의 광출력을 주입하고, 이와 동시에 두 레이저의 파장 차이를 조절함으로써 특정 대역 내에서 발진 신호의 가변성(tunability)을 얻을 수 있다.

[0037] 그러면, 이중모드 발진 또는 4파장혼합이 발생한 경우, 발진신호 생성장치는, 제2 레이저의 출력신호를 광섬유 루프(Optical fiber loop)에 적용할 수 있다. 이때, 광섬유 루프를 통과한 신호는 테라헤르쯔파 또는 밀리미터파 대역 등의 높은 주파수 간격을 가질 수 있다. 발진신호 생성장치는, 광섬유 루프를 통과한 신호를 광증폭기를 이용하여 증폭한 후 광신호를 검출하여 전기적 신호로 변환할 수 있다. 그리고, 발진신호 생성장치는 전기적 신호를 발진신호 대역의 대역 통과 필터를 통해 필터링한 후, 다시 제 1 레이저를 변조함으로써 광섬유 루프를 공진할 수 있다. 이때, 발진신호 생성장치는, 단한 광섬유 루프에서 필터링부를 통과한 신호를 추출함으로써, 낮은 위상 잡음을 가진 테라헤르쯔파 또는 밀리미터파 대역의 발진신호를 생성할 수 있다.

[0038] 한편, 비선형성이 발생한 경우, 제2 레이저의 출력신호에 대한 광학적 주파수 성분의 세기가 매우 강하기 때문에, 발진신호 생성장치는, 낮은 증폭이득으로도 루프를 발진시킬 수 있다. 이에 따라, 발진신호 생성장치는 전력소모를 약 30dB이상 감소시킬 수 있다.

[0039] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 발진신호 생성장치의 구성을 도시한 블록다이어그램이다.

[0040] 도 3에 따르면, 발진신호 생성장치(300)는 제1 레이저(310), 제2 레이저(320), 광주입부(330), 광섬유 루프(340), 광증폭부(350), 광검출부(360), 필터링부(370), 및 제1 레이저 변조부(380)를 포함할 수 있다.

[0041] 먼저, 제1 광주입부(Injection-Locked Unit: 330)는 제1 레이저(310)의 출력신호에 대한 주파수 및 제2 레이저(320)의 출력신호에 대한 주파수를 이용하여 주파수차이를 계산할 수 있다. 이때, 제1 레이저(310)에서 출력되는 신호는 제2 레이저(320)로 주입될 수 있다. 그리고, 제1 광주입부(330)는 제1 레이저(310)의 출력신호에 대한 파워 및 제2 레이저(320)의 출력신호에 대한 파워를 이용하여 출력과워비율을 계산할 수 있다. 예를 들어, 제1 광주입부(330)는 위의 수학적 식 1 및 수학적 식 2를 이용하여 주파수차이 및 출력과워비율을 각각 계산할 수 있다.

[0042] 이때, 제1 및 제2 레이저 각각에서 출력되는 신호의 파장을 이용하는 경우, 제1 광주입부(330)는 파장차이를 계산할 수 있다. 여기서, 제1 레이저(310)는 TLS(Tunable Laser Source) 및 MZM(Mach-Zehnder Modulator), 혹은 DFB LD(Distributed Feedback Laser Diode)로 구성될 수 있으며, 제2 레이저(320)는 DFB LD(Distributed Feedback Laser Diode)로 구성될 수 있다.

[0043] 그러면, 제1 및 제2 레이저의 비선형성은 주파수차이 및 출력과워비율에 기초하여 제1 레이저의 출력신호에 대한 파워 및 주파수 중 적어도 하나를 조절함에 따라 발생할 수 있다. 이때, 파장차이가 이용되는 경우, 제1 및 제2 레이저의 비선형성은 제1 레이저의 출력신호에 대한 파워 및 파장 중 적어도 하나를 조절함에 따라 발생할 수 있다. 여기서, 비선형성은 광주입 파장 잠금, 이중모드 발진, 4파장혼합(four-wave mixing), 및 펄세이션(pulsation) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0044] 일례로, 이중모드 발진 또는 4파장혼합이 발생한 경우, 광섬유 루프(340)는 제2 레이저(320)의 출력신호를 통과시켜 높은 주파수 간격의 주파수 성분을 갖는 신호를 출력할 수 있다. 다시 말해, 광섬유 루프(340)는 제2 레이저(320)의 출력신호를 입력받아 수십 GHz ~ 수백 GHz의 주파수 성분을 갖는 신호를 출력할 수 있다.

[0045] 광증폭부(350)는 발진을 위한 충분한 루프 이득 값을 얻기 위해 광신호를 증폭한다. 예를 들어, 광증폭부(350)로는 EDFA(Erbium-Doped Fiver Amplifier)가 이용될 수 있다.

[0046] 그러면, 광검출부(photo detector: 360)는 광증폭부(350)에서 출력되는 신호에서 전기적 신호를 검출할 수 있다. 이때, 검출된 전기적 신호는 밀리미터파 및 테라헤르쯔파 대역의 발진 신호일 수 있다. 이러한, 발진 신호는 위상 잡음이 높은 신호이므로 전체 광루프 시스템을 단한 형태로 구성하여 공진할 수 있게 구현하여 낮은 위상 잡음을 가진 신호를 생성할 수 있어야 한다. 이에 따라, 필터링부(370)는 광검출부(360)로부터 입력되는 신호에서 원하는 대역의 신호를 필터링한 후, 필터링된 신호를 제1 레이저 변조부(380)로 전달할 수 있다. 그러면, 제1 레이저 변조부(380)는 필터링된 신호를 변조하여 전체 시스템을 공진 가능한 구조로 만들 수 있다. 다시 말해, 제1 레이저 변조부(380)는 필터링된 신호를 변조하여 광섬유 루프(340)를 공진시킬 수 있다. 이때, 필터링부(370)로는 대역통과필터(BPF)가 이용될 수 있다.

[0047] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 발진신호 생성장치에서 이중모드 발진을 발생시키는 과정을 설명하기 위해

제공되는 도면이다.

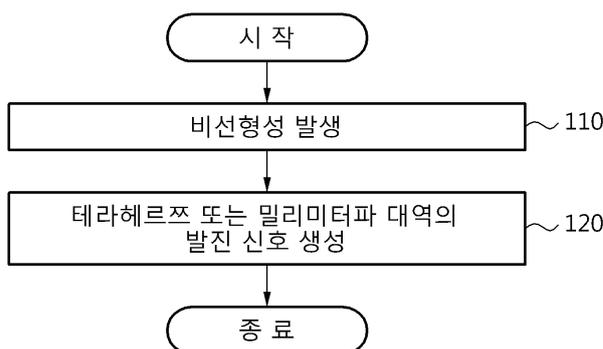
- [0048] 도 4에 따르면, 이중모드 발진이 발생한 경우, 제1 레이저의 출력신호에 대한 제1 스펙트럼(410)은 하나가 존재하고, 공진모드(Cavity Mode)에서 다른 하나의 제2 스펙트럼(420)이 존재할 수 있다. 여기서, 제2 스펙트럼(420)은 제2 레이저 주변에 존재하는 공진모드(Cavity)에서 나타나는 스펙트럼을 의미한다.
- [0049] 이때, 발진신호 생성장치는 제1 스펙트럼(410)과 제2 스펙트럼(420)의 파장차이 또는 주파수차이 $f_0(=|f_1 - f_2|)$ 에서 광신호를 검출할 수 있다. 그러면, 발진신호 생성장치는 주파수차이에 기초하여 광주입 세기를 조절함에 따라 고성능 밀리미터파 또는 테라헤르쯔파 대역의 발진신호를 생성할 수 있다.
- [0050] 본 발명의 실시 예에 따른 방법들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.
- [0051] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0052] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

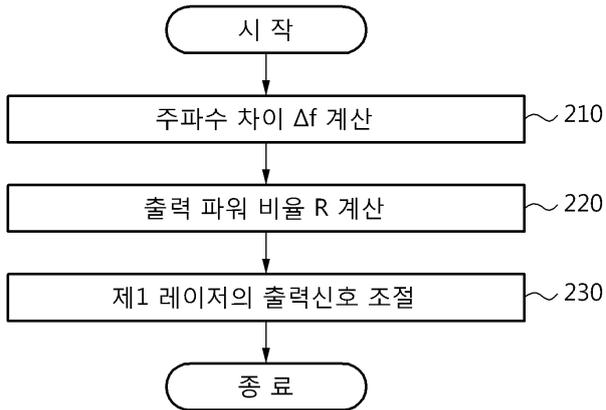
- [0053] 300: 발진신호 생성장치
- 310: 제1 레이저
- 320: 제2 레이저
- 330: 광주입부
- 340: 광섬유 루프
- 350: 광검출부
- 360: 광증폭부
- 370: 필터링부
- 380: 제1 레이저 변조부

도면

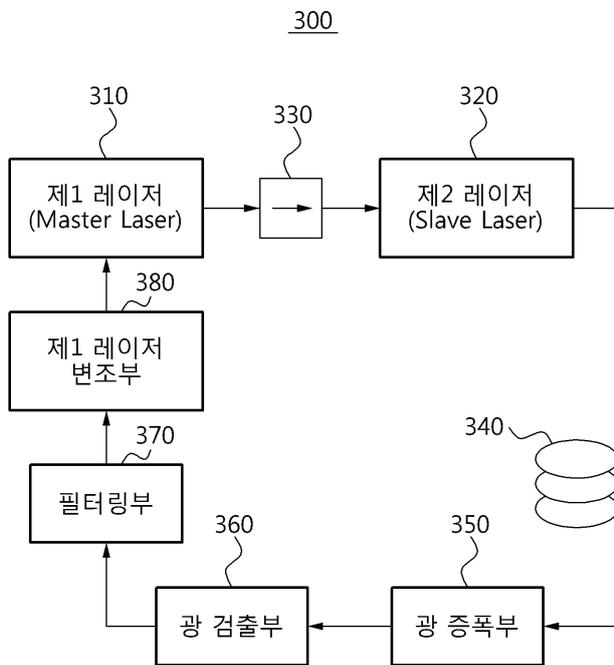
도면1



도면2



도면3



도면4

