

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. <sup>6</sup> H01S 3/10	(45) 공고일자 1999년08월 16일	(11) 등록번호 10-0216595
(21) 출원번호 10-1996-0043744	(24) 등록일자 1999년05월31일	(65) 공개번호 특1998-0025575
(22) 출원일자 1996년10월02일	(43) 공개일자 1998년07월 15일	

(73) 특허권자	한국전기통신공사 이계철 경기도 성남시 분당구 정자동 206한국전자통신연구원 정선중 대전광역시 유성구 가정동 161번지
(72) 발명자	류갑열 경기도 의정부시 녹양동 청구아파트 101-907 이상수 대전광역시 유성구 가정동 236-1 이동호 대전광역시 유성구 어은동 99 한빛아파트 125-1406 박창수 대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 130-901
(74) 대리인	박해천, 원석희

**심사관 : 고광석**

**(54) 유도 브릴루앙 산란을 이용한 레이저 선폭 측정장치**

**요약**

1. 청구범위에 기재된 발명이 속한 기술분야

유도 브릴루앙 산란을 이용한 레이저 선폭 측정장치

2. 발명이 해결하려고 하는 기술적 과제

광섬유내에서 유도 브릴루앙 산란에 의해 주파수가 이동된 빛을 이용하여 좁은 레이저 선폭부터 넓은 레이저 선폭에 이르기까지 간단하고, 효율적으로 레이저 선폭을 측정하고자 함.

3. 발명의 해결방법의 요지

측정할 광신호를 발생하여 두개의 광신호로 분리하는 수단과; 상기 광신호 발생 및 분리수단으로부터 입력된 광원의 주파수를 증폭한 후, 광섬유로 입사시켜 유도 브릴루앙 현상에 의해 주파수를 이동시키는 수단과; 상기 주파수 이동수단에 의해 원래 레이저 빛의 반대 방향으로 출력되는 주파수 이동된 빛의 손실을 최소화하면서 일정한 방향으로 유도하는 수단; 및 상기 광신호 발생 및 분리수단으로부터 측정할 원래의 빛을 입력받고, 상기 유도수단으로부터 주파수 이동된 빛을 입력받아 맥놀이(beatting)를 유도한 후, 맥놀이된 스펙트럼을 분석하는 수단을 구비함.

4. 발명의 중요한 용도

파장분할다중 광통신에 사용된 다채널 선폭 및 채널간격을 측정하는데 이용됨.

**대표도**

**도3**

**명세서**

**도면의 간단한 설명**

도 1 은 종래의 레이저 선폭 측정장치의 구성도,

도 2 는 본 발명의 원리를 설명하는 스펙트럼 파형도,

도 3 은 본 발명에 따른 레이저 선폭 측정장치의 구성도.

\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 \*

10 : 단일 또는 다채널 레이저

11, 15 : 광커플러

- 12 : 광증폭기
- 13 : 광순환기
- 14 : 광섬유
- 16 : 광검출기
- 17 : 라디오주파수 증폭기
- 18 : 라디오주파수 스펙트럼분석기

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 광섬유내에서의 유도 브릴루앙 산란(Stimulated Brillouin Scattering; SBS) 광을 이용하여 레이저의 선폭을 측정하는 장치에 관한 것으로, 특히 종래의 주파수 이동기로 사용된 음향광학변조기 대신 높은 세기의 빛이 광섬유에 입사할 때 광섬유내에서 유도 브릴루앙 산란 현상에 의해 발생하는 주파수 이동된 빛을 이용하여 레이저 선폭이 좁은 영역부터 넓은 영역에 이르기까지 간단하고 효율적으로 레이저 선폭을 측정할 수 있는 장치에 관한 것이다.

최근 광통신 분야에서 전송용량을 늘리기 위하여 다채널 광원을 이용한 파장분할다중(Wavelength Division Multiplexing; WDM) 방식에 관한 연구가 활발히 이루지고 있다. 이 때 다채널 레이저의 특성을 알아보기 위하여 다채널 레이저의 선폭 및 파장간격 등의 스펙트럼을 측정할 필요가 있다.

레이저 선폭(Linewidth)을 측정하기 위한 종래의 방법으로는 광스펙트럼분석기(Optical Spectrum Analyzer)를 이용하는 방법과 도 1 에 나타난 바와 같은 자체 지연된 헤테로다인 맥놀이(self delayed heterodyne beating; SDHB) 방식이 있다.

종래의 광스펙트럼분석기를 이용하는 방법은 광스펙트럼분석기의 분해능이 0.1nm (1550nm 광주파수영역에서 약 12GHz) 이므로 레이저의 선폭이 약 20MHz 인 광통신용 레이저의 선폭을 측정할 수 문제점이 있었다.

또한, 자체 지연된 헤테로다인 맥놀이(SDHB) 방식을 이용한 레이저 선폭측정 방식은 음향광학변조기(acousto-optic modulator; AOM)(3)를 이용하여 주파수를 이동시키고, 국부발진기(4)와 라디오주파수(RF: Radio Frequency) 증폭기(8)를 이용하여 음향광학변조기(3)를 변조한다.

이 때, 측정될 레이저의 선폭이 국부발진기(4)의 주파수보다 큰 경우에는 레이저의 선폭을 측정할 수 없게 되고, 따라서 측정될 레이저 선폭이 넓을수록 높은 주파수의 국부발진기(4)가 필요하게 되며, 또한 종래의 방식들은 단일채널의 레이저 선폭만을 측정할 수 있다는 문제점이 있었다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 본 발명은 광섬유내에서 유도 브릴루앙 산란에 의해 주파수가 이동된 빛을 이용하여 좁은 레이저 선폭부터 넓은 레이저 선폭에 이르기까지 간단하고, 효율적으로 레이저 선폭을 측정할 수 있을 뿐만 아니라 단일 채널 및 다채널 레이저의 선폭을 동시에 측정할 수 있는 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

또한 본 발명의 다른 목적은 분해능이 1 Hz인 라디오 주파수 스펙트럼 분석기를 이용하여 다채널 레이저의 선폭 및 파장간격 등의 스펙트럼을 정밀하고, 용이하게 측정할 수 있는 장치를 제공하는데 있다.

### 발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 측정할 광신호를 발생하여 두개의 광신호로 분리하는 수단과; 상기 광신호 발생 및 분리수단으로부터 입력된 광원의 광주파수를 증폭한 후, 광섬유로 입사시켜 유도 브릴루앙 현상에 의해 주파수를 이동시키는 수단과; 상기 주파수 이동수단에 의해 원래 레이저 빛의 반대 방향으로 출력되는 주파수 이동된 빛의 손실을 최소화하면서 일정한 방향으로 유도하는 수단; 및 상기 광신호 발생 및 분리수단으로부터 측정할 원래의 빛을 입력받고, 상기 유도수단으로부터 주파수 이동된 빛을 입력받아 맥놀이(beatting)를 유도한 후, 맥놀이된 스펙트럼을 분석하는 수단을 구비한 것을 특징으로 한다.

도 2 는 본 발명에 따른 유도 브릴루앙 산란을 이용한 다채널 레이저 선폭 측정원리를 나타낸다.

높은 세기를 갖는 빛들(각각의 주파수가  $\nu_0, \nu_1, \dots$ )을 광섬유에 입사시키면, 광섬유의 비선형 현상에 의해 새로운 주파수를 갖는 빛들( $\nu_{B0}, \nu_{B1}, \dots$ )이 발생한다. 이들 중 상대적으로 낮은 빛의 세기에서 발생되어 입사된 빛과 반대 방향으로 진행되는 비선형 현상을 유도 브릴루앙 산란(SBS)이라고 한다.

유도 브릴루앙 산란에 의해 발생된 빛의 주파수는 광섬유의 종류에 따라 약간의 차이는 있으나, 입사된 빛의 주파수들 보다 대략 10GHz 정도 작은 주파수를 갖는다. 이 때 입사된 레이저 빛과 유도 브릴루앙 산

$$\nu_0 - \nu_{B0} < \nu_1 - \nu_{B1} < \dots$$

란현상에 의해 주파수가 이동된 빛을 맥놀이( $\nu_0 - \nu_{B0}$ )하면 두 빛의 주파수 차이에 해당하는 주파수(약 라디오주파수 영역인 10GHz)를 중심으로 분포되는 스펙트럼을 얻을 수 있다.

또한 유도 브릴루앙 산란에 의해 발생하여 이동된 빛( $\nu_{B0} < \nu_{B1} < \dots$ )의 주파수 크기는 입사된 빛의 주파수 크기에 비례하기 때문에 장파장일 경우 이동된 주파수는 단파장일때 보다 작다. 따라서 다채널의 레이저 빛이 입사되었을 때 파장에 따라 이동된 주파수가 다르므로 맥놀이 주파수는 라디오주파수 영역에서 각각의 레이저 채널의 레이저 선폭 및 각 채널의 파장 간격을 정확하고, 정밀하게 측정할 수 있다.

도 3 은 본 발명에 따른 유도 브릴루앙 산란을 이용한 레이저 선폭 측정장치의 구성도로서, 도면에서 10은 레이저, 11, 15는 광커플러, 12는 광증폭기, 13은 광순환기, 14는 광섬유, 16은 광검출기, 17은 라디오주파수 증폭기, 18은 라디오주파수 스펙트럼 분석기를 각각 나타낸다.

레이저(10)는 레이저 선폭을 측정하고자 하는 단일 또는 다채널의 광신호를 출력하고, 제1 광 커플러(11)는 레이저(10)로부터 발생된 광신호를 두 갈래로 나누어 광증폭기(12)와 제2 광 커플러(15)로 출력한다.

광증폭기(12)는 제1 광 커플러(11)로부터 입력된 광신호를 펌프광을 이용 높은 출력을 갖는 광신호로 증폭하여 광순환기(13)를 통해 광섬유(14)로 출력함으로써, 광섬유내에 입력된 펌프광이 광섬유(14)내에서 유도 브릴루앙 산란을 유발할 수 있도록 한다.

광순환기(13)는 a단자로 입력된 빛은 b 단자로 출력하고, b 단자로 입력된 빛은 c 단자로 출력하는 기능을 한다. 따라서, 유도 브릴루앙 산란에 의해 주파수가 이동된 새로운 빛은 원래의 빛과 반대방향으로 진행되고, 광순환기(13)는 유도 브릴루앙 산란에 의해 주파수가 이동된 빛의 손실을 최소로 하면서 제2 광 커플러(15)로 유도한다.

제2 광 커플러(15)는 광순환기(13)의 c 단자로부터 출력되는 주파수 이동된 빛을 입력받고, 제1 광 커플러(11)로부터 측정할 원래 광신호를 입력받아 맥놀이하여 두 개 빛의 주파수 차이를 광검출기(16)로 출력한다.

광검출기(16)는 맥놀이하는 광신호를 라디오 주파수 영역의 맥놀이 스펙트럼 신호로 변환시켜 라디오주파수 증폭기(17)로 출력한다. 광검출기(16)를 통해 검출된 신호는 맥놀이 주파수를 중심으로 측정하고자 하는 레이저 선폭의 2배에 해당하는 폭으로 스펙트럼이 분포된다.

라디오주파수 증폭기(17)는 광검출기(16)에서 검출된 미약한 맥놀이 주파수를 증폭하여 라디오주파수 스펙트럼 분석기(18)로 출력한다.

라디오주파수 스펙트럼 분석기(18)는 분해능이 1Hz로써 라디오주파수 증폭기(17)를 통해 증폭된 맥놀이 주파수를 분석하여 맥놀이 스펙트럼의 폭을 측정한다.

이상에서 설명한 본 발명은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진자에게 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위내에서 여러가지 치환, 변형 및 변경이 가능하므로, 전술한 실시예 및 도면에 한정되는 것이 아니다.

### 발명의 효과

상기와 같이 이루어지는 본 발명은 광섬유내의 유도 브릴루앙 산란광으로 부터 생기는 주파수 이동된 광을 이용하여 좁은 영역부터 넓은 영역에 이르기까지 간단하고, 효율적으로 레이저 선폭을 측정할 수 있을 뿐만 아니라 단일 채널 및 다채널 레이저의 선폭을 동시에 측정할 수 있는 효과가 있다.

또한, 본 발명은 광주파수영역(약  $2 \times 10^{14}$  Hz)에 포함된 다채널의 레이저 선폭 및 채널 간격을 라디오주파수 영역(10GHz)에서 다채널 레이저의 선폭 및 간격을 정밀하게 측정할 수 있는 효과가 있다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

측정할 광신호를 발생하여 두개의 광신호로 분리하는 수단;

상기 광신호 발생 및 분리수단으로부터 입력된 광원의 광주파수를 증폭한 후, 광섬유로 입사시켜 유도 브릴루앙 현상에 의해 주파수를 이동시키는 수단;

상기 주파수 이동수단에 의해 원래 레이저 빛의 반대 방향으로 출력되는 주파수 이동된 빛의 손실을 최소화하면서 일정한 방향으로 유도하는 수단; 및

상기 광신호 발생 및 분리수단으로부터 측정할 원래의 빛을 입력받고, 상기 유도수단으로부터 주파수 이동된 빛을 입력받아 맥놀이(beatting)를 유도한 후, 맥놀이된 스펙트럼을 분석하는 수단을 구비한 레이저 선폭 측정장치.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 광신호 발생 및 분리수단은,

레이저 선폭을 측정하고자 하는 단일 또는 다채널의 광신호를 발생하는 수단(10); 및

상기 광신호 발생수단(10)으로부터 발생된 광신호를 두 갈래로 나누어 출력하는 광커플링수단(11)을 구비한 것을 특징으로 하는 레이저 선폭 측정장치.

**청구항 3**

제 2 항에 있어서,

상기 주파수 이동수단은,

상기 광커플링수단으로부터 입력된 광신호를 펄프광을 이용 높은 출력을 갖는 광신호로 증폭하는 수단(12);

상기 증폭수단으로부터 입력된 광신호를 광섬유로 출력하는 광순환수단(13); 및

상기 광순환수단(13)으로부터 입력된 펄프광을 유도 브릴루앙 산란 현상에 의해 주파수 이동된 새로운 빛을 원래의 빛과 반대방향으로 진행하도록 출력하는 광섬유(14)를 구비한 것을 특징으로 하는 레이저 선폭 측정장치.

**청구항 4**

제 1 항에 있어서,

상기 유도수단은,

임의의 a단자로 입력된 빛을 임의의 b 단자로 출력하고, 상기 임의의 b 단자로 입력된 빛을 임의의 c 단자로 출력하는 광순환수단(13)을 포함한 것을 특징으로 하는 레이저 선폭 측정장치.

**청구항 5**

제 1 항에 있어서,

상기 맥놀이 및 스펙트럼 분석수단은,

상기 유도수단으로부터 주파수 이동된 빛을 입력받고, 상기 광신호 발생 및 분리수단으로부터 측정할 원래 광신호를 입력받아 맥놀이하여 두 개 빛의 주파수 차이를 출력하는 광커플링수단(15);

상기 광커플링수단(15)의 맥놀이된 광신호를 라디오 주파수 영역의 맥놀이 스펙트럼 신호로 변환시켜 출력하는 광검출수단(16);

상기 광검출수단(16)에서 검출된 미약한 맥놀이 주파수를 증폭하여 출력하는 라디오주파수 증폭수단(17); 및

상기 라디오주파수 증폭수단(17)의 증폭된 맥놀이 주파수를 분석하여 맥놀이 스펙트럼의 폭을 측정하는 라디오주파수 스펙트럼 분석수단(18)을 구비한 것을 특징으로 하는 레이저 선폭 측정장치.

**청구항 6**

제 5 항에 있어서,

상기 광검출수단(16)을 통해 검출한 광신호는,

상기 광커플링수단(15)으로부터 입력되는 맥놀이 주파수를 중심으로 측정하고자 하는 레이저 선폭의 2배에 해당하는 폭으로 스펙트럼이 분포되는 것을 특징으로 하는 레이저 선폭 측정장치.

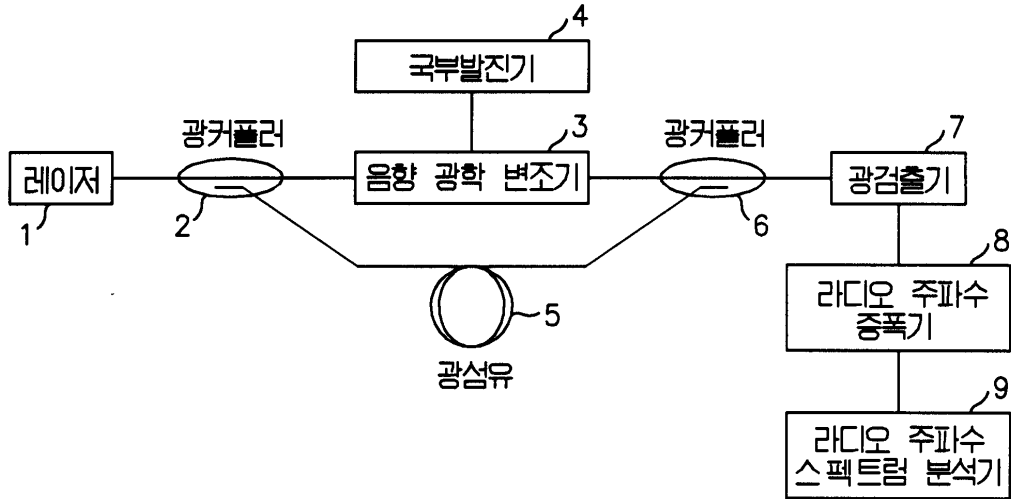
**청구항 7**

제 5 항에 있어서,

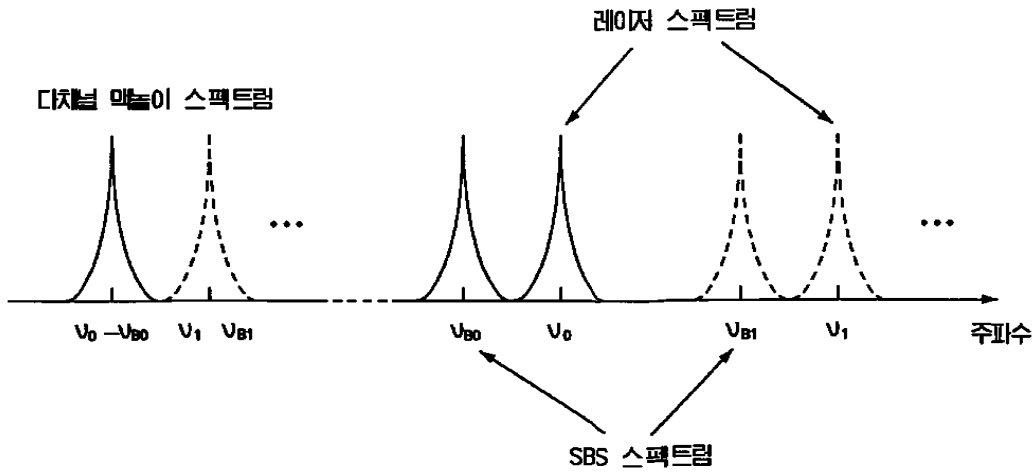
상기 라디오주파수 스펙트럼 분석수단(18)은 분해능이 1Hz인 것을 특징으로 하는 레이저 선폭 측정장치.

**도면**

도면1



도면2



도면3

