



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년07월01일  
(11) 등록번호 10-2680481  
(24) 등록일자 2024년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01S 7/4913 (2020.01) G01S 17/34 (2020.01)  
(52) CPC특허분류  
G01S 7/4913 (2013.01)  
G01S 17/34 (2021.01)  
(21) 출원번호 10-2023-7027334  
(22) 출원일자(국제) 2021년04월06일  
심사청구일자 2023년08월11일  
(85) 번역문제출일자 2023년08월11일  
(65) 공개번호 10-2023-0128381  
(43) 공개일자 2023년09월04일  
(86) 국제출원번호 PCT/JP2021/014590  
(87) 국제공개번호 WO 2022/215152  
국제공개일자 2022년10월13일  
(56) 선행기술조사문헌  
US20190339388 A1  
KR1020180028230 A  
KR1020110088368 A  
JP2019045200 A

(73) 특허권자  
미쓰비시덴키 가부시기가이샤  
일본국 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2초메 7반 3고  
(72) 발명자  
야마우치 다카노리  
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2초메 7-3 미쓰비시 덴키가부시기가이샤 내  
니시오카 준야  
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2초메 7-3 미쓰비시 덴키가부시기가이샤 내  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 5 항

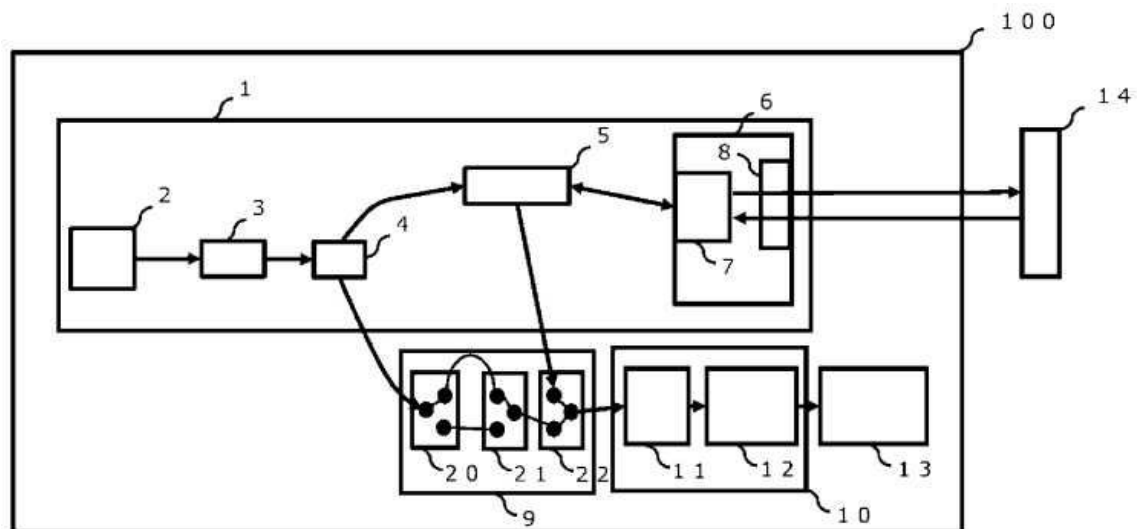
심사관 : 김민성

(54) 발명의 명칭 광 측정 장치

(57) 요약

광 측정 장치(100)는 광을 이용하여 대상물(14)까지의 거리를 측정하는 측거 장치로서, 광을 참조광과 측정광으로 분기하는 분기부(2), 참조광을 각각 광로 길이가 상이한 복수의 참조광으로 분기하는 조정부(9)와, 측정광을 대상물(14)에 조사하고 반사한 반사광과 복수의 참조광 중에서 2개를 합과하여 간섭광을 얻는 간섭부(9)와, 간섭광의 주파수에 근거하여, 광로 길이 차이를 산출하는 처리부(13)를 구비하고, 복수의 참조광의 광로 길이 차이를 산출하는 것에 의해, 대상물(14)까지의 거리가 크게 변동하는 경우에도 대상물(14)까지의 거리를 측정할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**고토 히로키**

일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2쵸메 7-3 미쓰  
비시 덴키가부시키키가이샤 내

**스즈키 나오키**

일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2쵸메 7-3 미쓰  
비시 덴키가부시키키가이샤 내

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

광을 참조광과 측정광으로 분기하는 분기부와,

상기 참조광을 각각 광로 길이가 상이한 복수의 참조광으로 분기하는 조정부와,

상기 측정광이 대상물에 조사되고 반사된 반사광과, 상기 복수의 참조광 중 어느 2개의 참조광 중 한쪽이 합파된 제 1 간섭광과, 상기 대상물에 조사되기 전의 상기 측정광과 상기 2개의 참조광 중 다른쪽이 합파된 제 2 간섭광과, 상기 2개의 참조광이 합파된 제 3 간섭광을 얻는 간섭부와,

상기 제 1 간섭광의 주파수에 근거하여, 상기 반사광과 상기 한쪽의 참조광의 광로 길이 차이를 산출하고, 또한, 상기 제 2 간섭광의 주파수에 근거하여, 상기 대상물에 조사되기 전의 상기 측정광과 상기 다른쪽의 참조광의 광로 길이 차이를 산출하고, 또한, 상기 제 3 간섭광의 주파수에 근거하여, 상기 2개의 참조광의 광로 길이 차이를 산출하는 처리부를 구비하고,

상기 처리부에 의해 산출된 각 광로 길이 차이에 기초하여, 상기 대상물까지의 거리를 측정하는

광 측정 장치.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 참조광을 광로 길이가 짧은 순서로, 1이상의 정수인  $m$ 번째의 참조광을 제  $m$ 의 참조광으로 한 경우에, 제  $m$ 의 참조광과 제  $m+1$ 의 참조광의 광로 길이 차이는 코히런스 길이의 범위 내인

광 측정 장치.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제  $m$ 의 참조광의 광로 길이를, 제 1 참조광의 광로 길이와, 상기 제 1 참조광으로부터 상기 제  $m$ 의 참조광까지의 각각의 광로 길이 차이를 이용하여 산출하는

광 측정 장치.

#### 청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광은 연속적으로 주파수가 변화하는 광인

광 측정 장치.

#### 청구항 5

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

백색광을 선형상으로 집광하고, 상기 분기부로 출력하는 집광부를 구비하는

광 측정 장치.

#### 청구항 6

삭제

## 발명의 설명

## 기술 분야

[0001] 본 개시는 광 측정 장치에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0002] 펄스 전파 방식, 삼각 측거 방식, 공초점 방식, 백색 간섭 방식, 또는 파장 주사 간섭 방식 등의 방식에 의해, 대상물까지의 거리를 측정하는 광측거 방법이 있다. 이들 방식 중, 백색 간섭 방식, 및 파장 주사 간섭 방식 등은, 광의 간섭 현상을 이용하는 간섭 방식이다. 간섭 방식은 광원으로부터 출사된 광을 측정광과 참조광으로 분기되며, 측정광이 대상물 상에서 반사된 광인 반사광과 참조광을 간섭시켜, 반사광과 참조광이 서로 강하게 하는 조건에 기초하여, 대상물까지의 거리를 측정하는 것이다.

[0003] 예를 들면, 특허문헌 1에 기재된 광학적 측정 장치는 광의 간섭 현상을 이용한 것이다. 주파수 변조된 반도체 레이저의 출력광을 빔 스플리터에 의해 2분할하고, 한쪽은 참조광으로 하고, 다른쪽을 프로브 광으로 한다. 프로브 광은 광 서클레이터를 거쳐서 대상물에 조사한다. 대상물로부터의 산란광을, 광 서클레이터를 거쳐서, 빔 스플리터로 인도하고, 산란광과 참조광을 합파하여, 광 검출기에 의해 수광한다. 주파수 변조된 참조광과 산란광 사이에는, 대상물까지의 거리에 따른 시간차가 존재하기 때문에, 주파수 차이를 일으킨다. 광 검출기의 출력에는, 주파수 차이에 대응한 비트 신호가 발생한다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제 2020-85723 호 공보(제 8 페이지 0053, 도 1)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0005] 특허문헌 1에 기재된 광학적 측정 장치는, 산란광과 참조광을 합파하여 비트 신호를 발생시키고 있다. 그렇지만, 대상물까지의 거리가 크게 변동하는 경우에, 참조광과 산란광의 광로 길이 차이가 커지기 때문에, 비트 신호가 발생하지 않아, 측거할 수 없다는 과제가 있었다.

[0006] 상술과 같은 과제를 해결하기 위해 이루어진 것으로서, 대상물까지의 거리가 크게 변동하는 경우에도 대상물까지의 거리를 측정할 수 있는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0007] 광 측정 장치는 광을 참조광과 측정광으로 분기하는 분기부와, 참조광을 각각 광로 길이가 상이한 복수의 참조광으로 분기하는 조정부와, 측정광이 대상물에 조사되고 반사된 반사광과, 복수의 참조광 중 어느 2개의 참조광 중 한쪽이 합파된 제 1 간섭광과, 대상물에 조사되기 전의 측정광과 2개의 참조광 중 다른쪽이 합파된 제 2 간섭광과, 2개의 참조광이 합파된 제 3 간섭광을 얻는 간섭부와, 제 1 간섭광의 주파수에 근거하여, 반사광과 한쪽의 참조광의 광로 길이 차이를 산출하고, 또한, 제 2 간섭광의 주파수에 근거하여, 대상물에 조사되기 전의 측정광과 다른쪽의 참조광의 광로 길이 차이를 산출하고, 또한, 제 3 간섭광의 주파수에 근거하여, 2개의 참조광의 광로 길이 차이를 산출하는 처리부를 구비하고, 처리부에 의해 산출된 각 광로 길이 차이에 기초하여, 대상물까지의 거리를 측정한다.

### 발명의 효과

[0008] 대상물까지의 거리가 크게 변동하는 경우에도, 대상물까지의 거리를 측정할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 실시형태 1에 따른 광 측정 장치(100)를 이용하여 측거하는 경우의 일 예를 도시하는 구성도이다.

도 2는 참조광 및 측정광의 주파수에 관한 설명도이다.

도 3은 간섭광의 주파수 스펙트럼을 도시하는 도면이다.

도 4는 실시형태 1에 따른 조정부(9)가 상이한 일 예를 도시한다.

도 5는 실시형태 1의 변형예 1에 따른 광 측정 장치(101)를 이용하여 측거하는 경우의 일 예를 도시하는 구성도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 실시형태 1.

[0011] 이하, 실시형태 1에 따른 광 측정 장치(100)에 대해, 도면을 이용하여 상세하게 설명한다. 또한, 이하의 실시형태 1은 하나의 구체적인 예를 도시하는 것이다. 따라서, 각 구성 요소의 형상, 배치 및 재료 등은 일 예이며, 한정하는 취지는 없다. 또한, 각 도면은 모식도이며, 엄밀하게 도시된 것은 아니다. 또한, 각 도면에 있어서, 동일한 구성 요소에 대해서는 동일한 부호를 부여하고 있다.

[0012] 도 1은 실시형태 1에 따른 광 측정 장치(100)를 이용하여 측거하는 경우의 일 예를 도시하는 구성도이다. 광 측정 장치(100)로부터 광을 대상물(14)에 조사하고, 반사광을 수광하여, 대상물(14)까지의 거리를 측정한다.

[0013] <광 측정 장치(100)의 구성>

[0014] 광 측정 장치(100)는 송신부(1), 조정부(9), 및 수신부(10)를 구비한다. 광 측정 장치(100)는 처리부(13)를 구비하여도 좋다.

[0015] 《송신부(1)》

[0016] 송신부(1)는 분기부(4)를 구비한다. 송신부(1)는 광원(2), 스위프부(3), 서큘레이터(5), 및 조사부(6)를 구비하여도 좋다. 송신부(1)는 광을 출사하고, 반사광을 수광한다.

[0017] 《광원(2)》

[0018] 광원(2)은 광을 출사한다. 광원(2)은 예를 들면, 레이저 광을 출사한다. 광원(2)은 예를 들면, 연속광을 출사한다. 광원(2)은, 예를 들면, 소정의 주파수의 레이저 광을 출사한다.

[0019] 《스위프부(3)》

[0020] 스위프부(3)는 광의 파장을 연속적으로 변화한다. 스위프부(3)는 입력된 광을 파장 스위핑하고, 스위프 광으로서 출력한다.

[0021] 《분기부(4)》

[0022] 분기부(4)는 광을 분기한다. 분기부(4)는 예를 들면, 광 커플러 등에 의해 구성된다.

[0023] 《서큘레이터(5)》

[0024] 서큘레이터(5)는 광이 진행되는 방향을 제한한다. 서큘레이터(5)는 예를 들면, 3포트 광 서큘레이터이다. 3포트 광 서큘레이터는, 포트 1에 입사된 광을 포트 2에 출사하고, 포트 2에 입사된 광을 포트 3에서 출사한다.

[0025] 《조사부(6)》

[0026] 조사부(6)는 광을 대상물(14)에 조사한다. 조사부(6)는 커넥터(7), 및 렌즈(8)를 구비하여도 좋다.

[0027] 《커넥터(7)》

[0028] 커넥터(7)는 예를 들면, 광 파이버의 말단에 장착하는 커넥터이다.

[0029] 《렌즈(8)》

[0030] 렌즈(8)는 광을 집광한다. 렌즈(8)는 투과 렌즈, 또는 반사 렌즈 등을 1개이상 이용하여 구성된다.

[0031] 《조정부(9)》

[0032] 조정부(9)는 광 경로를 전환한다. 조정부(9)는 예를 들면, 광 스위치, 또는 VOA(Variable Optical Attenuator) 등에 의해 구성된다. 조정부(9)의 상세에 대해서는, 후술한다. 또한, 조정부(9)는 간섭광을 생성하기 위한, 간섭부이기도 하다.

- [0033] 《수신부(10)》
- [0034] 수신부(10)는 광을 수광한다. 수신부(10)는 광을 광전 변환하여 전기 신호를 출력한다. 수신부(10)는 광전 변환부(11), 및 디지털 변환부(12)를 구비하여도 좋다.
- [0035] 《광전 변환부(11)》
- [0036] 광전 변환부(11)는 광을 광전 변환하여 전기 신호를 출력한다. 광전 변환부(11)는 예를 들면, 광전 변환기이다.
- [0037] 《디지털 변환부(12)》
- [0038] 디지털 변환부(12)는 아날로그 신호를 A/D 변환하여, 디지털 신호를 출력한다. 디지털 변환부(12)는 예를 들면, A/D 변환기이다.
- [0039] 《처리부(13)》
- [0040] 처리부(13)는 간섭파의 주파수 스펙트럼으로부터 거리를 산출한다. 처리부(13)는 예를 들면, 프로세서 및 메모리 등을 구비한다. 처리부(13)는 예를 들면, PC이다.
- [0041] 《광 파이버》
- [0042] 광원(2)과 스위프부(3) 사이, 스위프부(3)와 분기부(4) 사이, 분기부(4)와 서큘레이터(5) 사이, 분기부(4)와 조정부(9) 사이, 서큘레이터(5)와 커넥터(7) 사이, 서큘레이터(5)와 조정부(9) 사이, 및 조정부(9)와 광전 변환부(11) 사이는, 예를 들면, 광 파이버에 의해 접속된다. 레이저 광은 광 파이버를 거쳐서 인도된다.
- [0043] <그 외의 구성>
- [0044] 《대상물(14)》
- [0045] 대상물(14)은 거리를 측정하는 대상이다. 대상물(14)은 광을 반사하는 것이면, 어느 것이어도 좋다.
- [0046] <광 측정 장치(100)의 동작>
- [0047] 다음에, 광 측정 장치(100)의 동작에 대해 설명한다.
- [0048] 송신부(1) 내의 광원(2)으로부터 출사된 광은 스위프부(3)에 입사된다. 또한, 광원(2)은 광 측정 장치(100)의 외부에 마련되어도 좋다.
- [0049] 스위프부(3)는 입사된 광을 파장 스위핑하여, 스위프 광으로서 출력한다. 스위프 광은 예를 들면, 연속파의 레이저 광이며, 연속적으로 주파수가 변화한다. 또한, 스위프부(3)는 광 측정 장치(100)의 외부에 마련되어도 좋다.
- [0050] 스위프부(3)로부터 출력된 스위프 광은 분기부(4)에 입력된다. 분기부(4)는 스위프 광을 2개로 분기한다. 분기된 2개의 스위프 광은, 각각 서큘레이터(5)와 조정부(9)에 입력된다. 서큘레이터(5)에 입력되는 스위프 광을 측정광으로 한다. 조정부(9)에 입력되는 스위프 광을 참조광으로 한다.
- [0051] 서큘레이터(5)는 분기부(4)로부터 입력된 측정광을 조사부(6)로 출력한다. 서큘레이터(5)는 분기부(4)로부터 입력된 측정광을 조정부(9)로 출력하지 않는다.
- [0052] 조사부(6)는 서큘레이터(5)로부터 입력된 측정광을 커넥터(7)로부터 출사한다. 커넥터(7)는 측정광의 일부를 반사하고, 서큘레이터(5)로 출력하여도 좋다. 렌즈(8)는 커넥터(7)로부터 출사된 측정광을 콜리메이트하여 집광한 후에, 대상물(14)에 조사한다. 또는, 렌즈(8)를 거치지 않고, 커넥터(7)로부터 출사된 측정광을 대상물(14)에 직접 조사한다. 그 때문에, 조사부(6)는 대상물(14)에 측정광을 조사한다.
- [0053] 대상물(14)에서 반사된 측정광(반사광으로 함)은 조사부(6)에 입사된다. 조사부(6)에 입사된 반사광은, 커넥터(7)를 거쳐서 서큘레이터(5)로 출력된다. 조사부(6)는 반사광을 서큘레이터(5)로 출력한다.
- [0054] 서큘레이터(5)는 조사부(6)로부터 입력되는 대상물(14)에서 반사된 측정광(반사광)을 조정부(9)로 출력한다. 즉, 서큘레이터(5)는 분기부(4)로부터의 측정광을 조사부(6)로 출력하고, 조사부(6)로부터의 측정광을 조정부(9)로 출력한다. 또한, 서큘레이터(5)는 커넥터(7)에서 반사한 측정광도 함께 조정부(9)로 출력하여도 좋다.
- [0055] 조정부(9)는 분기부(4)로부터의 참조광의 광로 길이를 계산할 수 있다. 조정부(9)는, 서큘레이터(5)로부터의

측정광과 분기부(4)로부터의 참조광을 간섭시켜 간섭광을 출력할 수 있다. 조정부(9)는, 광로 길이가 상이한 2개의 참조광을 간섭시켜 간섭광을 출력할 수 있다. 광을 간섭시키는 것에 의해, 비트 신호가 발생한다. 그 때문에, 조정부(9)는 간섭부이기도 하다.

[0056] 조정부(9)는 예를 들면, 전환부(20, 21, 22)를 구비한다. 도 1에 있어서, 전환부(20, 21, 22)의 스위치가, 각각, 하측, 하측, 양쪽을 선택하는 것에 의해, 조정부(9)는 참조광과 측정광을 간섭시킬 수 있다. 또한, 전환부(20, 21, 22)의 스위치가, 각각, 상측, 상측, 양쪽을 선택하는 것에 의해, 조정부(9)는 측정광과 광로 길이를 변경한 참조광을 간섭시킬 수 있다. 또한, 전환부(20, 21, 22)의 스위치가, 각각, 양쪽, 양쪽, 하측을 선택하는 것에 의해, 조정부(9)는 광로 길이가 상이한 2개의 참조광을 간섭시킬 수 있다.

[0057] 수신부(10)는 조정부(9)로부터 출력되는 간섭광을 받는다. 수신부(10)에 있어서, 광전 변환부(11)는 간섭광을 광전 변환하여, 간섭광을 나타내는 아날로그 신호를 출력한다. 디지털 변환부(12)는 광전 변환부(11)로부터의 아날로그 신호를 A/D 변환하고 나서 디지털 신호로서 수신 신호를 출력한다.

[0058] 처리부(13)는 수신 신호에 기초하여, 간섭광의 주파수 스펙트럼으로부터 측정 거리를 산출한다. 보다 구체적으로는, 예를 들면, 처리부(13)는 수신 신호를 푸리에 변환하는 것에 의해, 간섭광의 주파수 스펙트럼을 측정한다. 측정 거리는 측정광과 참조광의 광로 길이 차이에 의해 정해진다. 분기부(4)로부터의 양자의 광로 길이 차이를 0일 때 얻을 수 있는 주파수는 0이 되고, 광로 길이 차이에 비례하여 간섭광의 주파수는 커진다. 간섭광의 주파수를 측정하는 것에 의해, 측정 대상의 측거를 실행한다. 이 때, 간섭광의 주파수 스펙트럼을 얻을 수 있는 광로 길이 차이는, 코히런스 길이에 의해 제한된다.

[0059] 측정광과 참조광의 광로 길이 차이가 광원의 코히런스 길이 이내의 범위에 있을 때, 광간섭이 검출된다. 한 번의 측정으로 측정 가능한 범위를 결정하는 코히런스 길이는 광원의 사양에 따라서 상이하다. 식 (1)에 의해, 코히런스 길이  $l_c$ 를 구할 수 있다.

$$l_c = (c / \Delta \nu) \times (2 \ln 2 / \pi) \quad (1)$$

[0061] 이 중,  $c$ 는 광속,  $\Delta \nu$ 은 광원의 선폭을 나타낸다.

[0062] 식 (1)로부터, 코히런스 길이는 광원의 선폭에 반비례한다. 일반적으로 좁은 선폭을 갖는 광원일수록 비용이 비싸다. 저비용 광원으로 넓은 측정 범위를 갖기 위해서는, 참조광의 지연 길이를 조정하는 기구를 마련하여, 광로 길이를 변화시키는 것에 의해, 실질적인 측정 범위를 확대한다.

[0063] 다음에, 실시형태 1에 따른 광 측정 장치(100)가 대상물(14)의 위치를 측정하는 방법에 대해 설명한다. 도 2의 (A) 내지 도 2의 (C)는 참조광 및 측정광의 주파수에 관한 설명도이다. 도 2의 (A)는 참조광 및 반사광의 주파수의 시간 변화를 도시하고 있다. 도 2의 (B)는 간섭광의 강도의 시간 변화를 도시하고 있다. 도 2의 (C)는 간섭광에 대해 푸리에 변환을 실시한 후의 주파수 스펙트럼의 예를 도시하고 있다.

[0064] 측정광은 대상물(14)과의 사이의 거리에 따라서, 광로 길이가 변화한다. 도 2의 (A)는 측정광(S)의 광로 길이가, 2종류의 참조광(R1, R2)의 광로 길이보다 긴 예를 도시한다. 스위프부(3)로부터 조정부(9)까지의 광로 길이는, 측정광(S)>참조광(R2)>참조광(R1)의 순서로 긴 것으로 한다. 참조광(R1)은 예를 들면, 전환부(20)의 하측을 통과하는 광로이다. 참조광(R2)은 예를 들면, 전환부(20)의 상측을 통과하는 광로이다.

[0065] 측정광(S), 참조광(R2), 참조광(R1)은 스위프부(3)에 의해 삽입되는 주파수가 시간과 함께 상승한다. 그 때문에, 조정부(9)에 있어서, 측정광(S)의 주파수가 가장 낮다. 또한, 어느 특정의 주파수의 광이 조정부(9)에 도달하는 것이 가장 느린 것은 측정광(S)이 된다. 도 2의 (A)에 있어서, 주파수의 궤적은 참조광(R1), 참조광(R2), 측정광(S)의 순서로 우측으로 어긋나 있다. 즉, 느리다. 대상물(14)과의 거리가 더욱 이격되면, 측정광(S)의 주파수의 궤적은 더욱 우측으로 어긋난다. 또한, 측정광(S)은 참조광(R1, R2)과의 주파수 차이가 커진다.

[0066] 도 2의 (B)는 참조광(R1)과 측정광(S), 참조광(R2)과 측정광(S)이 조정부(9)에서 합파되는 것에 의해 얻을 수 있는 간섭광의 시간에 대한 강도 신호(X)를 나타낸다. 이 때, 참조광과 측정광의 광로 길이 차이가 작은 경우는, 코히런스 길이를 따라서 강한 진폭을 갖는 간섭광을 얻을 수 있다. 한편, 참조광과 측정광의 광로 길이 차이가 큰 경우는, 코히런스 길이를 따라서 약한 진폭을 갖는 간섭광을 얻을 수 있다. 도 2의 (B)에 있어서, 참조광(R1)과 측정광(S)의 간섭광이 약한 진폭, 참조광(R2)과 측정광(S)의 간섭광이 강한 진폭을 갖는다.

[0067] 도 2의 (C)는 도 2의 (B)의 간섭광의 주파수 스펙트럼을 도시하는 도면이다. 도 2의 (C)에 있어서, 횡축은 주파수( $f$ )를, 종축은 간섭광의 강도( $Y$ )를 나타내고 있다. 주파수 스펙트럼의 강도( $Y$ )는 참조광과 측정광의 광로

길이 차이가 커질수록 저하한다. 이 때, 최대값에 대해 3dB 저하하는 값(강도가 1/2가 되는 값)을 코히런스 길이라 정의되고 있다.

[0068] 코히런스 길이는 식 (1)에 나타내는 바와 같이, 광원의 선폭에 반비례한다. 예를 들면, 광원(2)의 선폭이 작은 경우에도, 코히런스 길이는 수십 mm 정도로 한정된다. 참조광(R2)은 강한 강도를 갖는 주파수 스펙트럼을 얻을 수 있으며, 참조광(R1)은 약한 주파수 스펙트럼을 얻을 수 있다. 이와 같이, 측정광과 참조광의 광로 길이 차이를 이용하여 주파수 스펙트럼의 위치로부터 측거하는 경우, 대상으로 하는 측정광과 광로 길이 차이가 작은 참조광이, 보다 정확한 측정이 가능해진다.

[0069] 실시형태 1에 따른 광 측정 장치(100)에 있어서, 2개의 참조광을 이용한 측거 방법에 대해 설명한다. 도 3의 (A) 내지 도 3의 (C)는 간섭광의 주파수 스펙트럼을 도시하는 도면이다. 도 3의 (A)는 대상물(14) 주변에 측정 레인지를 조정된 경우의 주파수 스펙트럼을 도시하고 있다. 도 3의 (B)는 커넥터(7) 주변에 측정 레인지를 조정된 경우의 주파수 스펙트럼을 도시하고 있다. 도 3의 (C)는 2개의 참조광에 의한 간섭광의 주파수 스펙트럼을 도시하고 있다. 도 3의 (A) 내지 도 3의 (C)에 있어서, 횡축은 파장의 길이( $\lambda$ )를, 종축은 광의 강도( $I$ )를 나타내고 있다.

[0070] 실시형태 1에 따른 조정부(9)는, 전환부(20, 21, 22)를 구비하고 있다. 측정광에 따른 주파수 스펙트럼은, 대상물(14) 표면으로부터의 반사광에 유래하는 것과, 커넥터(7)의 단부면 반사에 유래하는 것의 2개가 존재한다. 실시형태 1에 따른 양쪽의 스펙트럼은 코히런스 길이로 한정되는 단일의 측정 범위에서는 정밀도 양호하게 측정할 수 없는 것으로 한다.

[0071] 도 3의 (A) 내지 도 3의 (C)에 있어서, 참조광(R1, R2)의 분기부(4)로부터 조정부(9)까지의 광로 길이를 각각  $L_{R1}$ ,  $L_{R2}$ 로 한다( $L_{R1} < L_{R2}$ ). 측정광(S)의 분기부(4)로부터 대상물(14)에서 반사되어 조정부(9)까지 도달하는 광로 길이를  $L_S$ 로 한다. 또한, 측정광(S)의 분기부(4)로부터 커넥터(7)에서 반사되어 조정부(9)까지 도달하는 광로 길이를  $L_F$ 로 한다. 이 경우,  $L_S > L_F$ 가 된다.

[0072] 도 3의 (A)는 참조광(R2)과 대상물(14)에서 반사된 측정광(S)을 간섭시킨 예이다. 이 때, 조정부(9)의 전환부(20, 21, 22)는 각각, 상측, 상측, 양쪽을 선택하고 있다. 측정광(S)과 참조광(R2)의 광로 길이 차이  $L_A$ 는, 식 (2)와 같이 나타난다.

$$L_A = L_S - L_{R2} \quad (2)$$

[0074] 도 3의 (A)에 도시하는 바와 같이, 간섭광의 주파수 스펙트럼은, 참조광(R2)의 코히런스 길이의 대상이 되는 중심으로부터 오른쪽으로  $L_A$ 만큼 이격된 위치에 발생한다. 동시에 중심으로부터 좌측에 발생한 간섭광의 주파수 스펙트럼은, 커넥터(7)의 단부면 반사에 유래하는 것이다.

[0075] 도 3의 (B)는 참조광(R1)과 커넥터(7)에서 반사된 측정광(S)을 간섭시킨 예이다. 이 때, 조정부(9)의 전환부(20, 21, 22)는 각각, 하측, 하측, 양쪽을 선택하고 있다. 측정광(S)과 참조광(R1)의 광로 길이 차이  $L_B$ 는, 식 (3)과 같이 나타난다.

$$L_B = L_F - L_{R1} \quad (3)$$

[0077] 도 3의 (B)에 도시하는 바와 같이, 간섭광의 주파수 스펙트럼은, 참조광(R1)의 코히런스 길이의 대상이 되는 중심으로부터 오른쪽으로  $L_B$ 만큼 이격된 위치에 발생한다. 동시에 중심으로부터 크게 우측으로 이격되어 발생한 간섭광의 주파수 스펙트럼은 대상물(14)의 반사에 유래하는 것이다.

[0078] 상기와 같이 측거의 대상으로 하는 반사점이 2개 존재하는 경우를 생각한다. 레이저 광이 확산되는 광 파이버 등의 경로는, 환경 온도의 변화나 길이방향의 온도 분포와 같은 외란에 의해, 그 광로 길이가 변동된다. 그 때문에, 대상물(14)과 커넥터(7)의 측거값의 차분을 얻는 것에 의해, 광로 길이의 변동을 억제할 수 있다.

[0079] 참조광의 광로 길이를 변경할 수 없는 종래의 방법에서는,  $L_{R1} = L_{R2}$ 가 된다. 커넥터(7)로부터 대상물(14)까지의 거리를 측정값으로 하면, 종래의 측정에 의해 얻을 수 있는 측정값  $L_{\text{measure1}}$ 은 식 (4)와 같이 나타난다.

$$L_{\text{measure1}} = (L_S - L_F) / 2 = (L_A - L_B) / 2 \quad (4)$$

[0081] 종래의 방법에서는, 대상물(14)과 커넥터(7)의 2개의 반사점 간의 거리가 코히런스 길이에 비해 큰 경우는, 측

분한 강도의 주파수 스펙트럼이 얻어지지 않는다. 또한, 이 때,  $L_{R1}$ 과  $L_{R2}$ 도 다른 광로와는 상이한 온도 분포와 변동을 갖는다. 그 때문에, 양자의 차분도 측정하는 것에 의해, 측정에 대한 온도 분포와 변동의 영향을 배제할 수 있다.

[0082] 실시형태 1에서는, 조정부(9)에 있어서, 2개의 참조광( $R1$ ,  $R2$ )을 간섭시키는 것에 의해, 참조광( $R1$ )과 참조광( $R2$ )의 광로 길이 차이  $L_C$ 를 얻을 수 있다.

[0083] 
$$L_C = L_{R2} - L_{R1} \quad (5)$$

[0084] 실시형태 1에 의해, 얻을 수 있는 측정값  $L_{\text{measure}2}$ 은, 식 (6)과 같이 나타난다.

[0085] 
$$L_{\text{measure}2} = (L_S - L_F) / 2 = (L_A - L_B + L_C) / 2 \quad (6)$$

[0086] 식 (6)에 있어서는, 광로 길이 차이  $L_A$ , 광로 길이 차이  $L_B$ , 광로 길이 차이  $L_C$ 의 3개의 계측을 실행할 필요가 있다. 3개의 계측을 신속하게 전환하여 실행하는 것에 의해, 온도 변화 등에 의한 광로 길이의 변동을 억제할 수 있다. 온도 변동에 의한 변동 속도는  $\mu\text{m}/\text{min}$  오더이며, 일반적인 파장 스위프 광원의 스위프 주기는  $1\text{kHz}$ 를 초과한다. 그 때문에, 1회의 측정 시간은  $100\mu\text{sec}$  정도로 짧고, 1회의 측정마다 측정 대상을 전환하는 것에 의해, 충분히 광로 길이의 변동을 억제할 수 있다.

[0087] 이 때, 광로 길이 차이  $L_A$ , 광로 길이 차이  $L_B$ , 광로 길이 차이  $L_C$ 의 계측 빈도의 비율을 균등하게 1:1:1로 하여도 좋다. 또한, 계측 빈도를 불균등하게 하여도 좋다. 주파수 스펙트럼의 강도가 미지인 대상물(14)로부터의 반사광의 계측을 복수회 얻는 것에 의해 충분한 평균화 횟수를 얻을 수 있도록 하여도 좋다. 또한, 주파수 스펙트럼의 강도에 따라서 능동적으로 비율을 변경하여도 좋다.

[0088] 이상과 같이, 대상물까지의 거리가 크게 변동하는 경우에도, 광로 길이가 상이한 2개의 참조광을 이용하는 것에 의해 대상물까지의 거리를 측정할 수 있다. 또한, 2개의 참조광의 광로 길이 차이를 측정하도록 했으므로, 광 파이버 부분의 광로 길이를 상쇄할 수 있어서, 커넥터(7)로부터 대상물(14)까지의 거리를 계측할 수 있다. 이에 의해, 온도 변화 등에 의한 광 파이버 부분의 광로 길이의 변동의 영향을 억제할 수 있다.

[0089] 대상물(14)의 반사와 커넥터(7)의 단부면 반사를 이용하여 거리를 측정하는 예를 나타냈지만, 렌즈(8)에서 반사가 발생하는 경우는, 렌즈(8)의 반사와 대상물(14)의 반사를 이용하여 거리를 측정하여도 좋다.

[0090] 다음에, 광로 길이가 상이한 참조광의 수를 늘린 예를 나타낸다. 도 4는 실시형태 1에 따른 조정부가 상이한 일 예를 나타낸다.

[0091] 조정부(9A)는 전환부(20A, 21A, 22)를 구비한다. 전환부(20A, 21A)는 전환부(20, 21)와 비교하여, 전환 경로가 2개에서 5개로 증가한 것이다. 이에 의해, 광로 길이가 상이한 5가지 방법의 참조광을 만들 수 있다. 참조광의 광로 길이가 짧으므로, 참조광( $R1$ ,  $R2$ ,  $R3$ ,  $R4$ ,  $R5$ )으로 하고, 그것의 광로 길이는  $L_{R1}$ ,  $L_{R2}$ ,  $L_{R3}$ ,  $L_{R4}$ ,  $L_{R5}$ 로 한다. 전환 경로가  $k$ 종류로 하는 경우에는, 광로 길이는  $L_{R1}$  내지  $L_{Rk}$ 가 된다.  $n$ 번째의 참조광  $Rn$ 과  $n+1$ 번째의 참조광  $Rn+1$ 의 광로 길이 차이  $L_{cn}$ 은 참조광  $Rn$ 의 코히런스 길이의 범위 내에 존재한다.

[0092] 참조광( $R1$ ,  $R2$ ,  $R3$ ,  $R4$ ,  $R5$ )을 사용하는 것에 의해, 식 (5)의  $L_C$ 가 코히런스 길이의 범위 외가 된 경우에도, 식 (7)의  $L_{C\text{sum}}$ 을 이용하여 식 (6)을 산출할 수 있다.

[0093] 
$$L_{cn} = L_{R2} - L_{R1}$$

[0094] 
$$L_{cn} = L_{R3} - L_{R2}$$

[0095] 
$$L_{cn} = L_{R4} - L_{R3}$$

[0096] 
$$L_{cn} = L_{R5} - L_{R4}$$

[0097] 
$$L_{C\text{sum}} = L_{R5} - L_{R1}$$

[0098] (7)

[0099] 이와 같이, 광로 길이가 상이한 참조광을 다수 이용하는 것에 의해 측정 가능한 범위를 확대할 수 있다.

- [0100] 또한, 대상물(14)의 반사광을 포함하는 측정광의 광로 길이가 참조광(R3)의 광로 길이보다 조금 긴 경우에는, 참조광(R1, R2, R3)을 이용하는 것에 의해, 측정값을 산출할 수 있다. 이와 같이, 대상물(14)까지의 거리가 크게 변동하는 경우에서도, 사용하는 참조광의 수를 변경하는 것에 의해 대상물(14)까지의 거리를 측정할 수 있다.
- [0101] 《변형예 1》
- [0102] 미러를 이용하여 참조광의 광로 길이를 변경하는 예를 도시한다. 도 5는 실시형태 1의 변형예 1에 따른 광 측정 장치(101)를 이용하여 측거하는 경우의 일 예를 도시하는 구성도이다.
- [0103] 광 측정 장치(101)는 광 측정 장치(100)와 마찬가지로 참조광의 광로 길이를 조정하여, 대상물(14)까지의 거리를 측정한다. 도 1과 동일한 구성 요소의 설명은 생략한다.
- [0104] <광 측정 장치(101)의 구성>
- [0105] 광 측정 장치(101)는 송신부(31), 조정부(39), 및 수신부(40)를 구비한다. 광 측정 장치(101)는 처리부(44)를 구비하여도 좋다.
- [0106] 《송신부(31)》
- [0107] 송신부(31)는 빔 스플리터(34)를 구비한다. 송신부(31)는 광원(32), 집광부(33), 셔터(35), 및 조사부(36)를 구비하여도 좋다. 송신부(31)는 광을 출사하고, 반사광을 수광한다.
- [0108] 《광원(32)》
- [0109] 광원(32)은 광을 출사한다. 광원(32)은 예를 들면, 백색광을 출사한다. 광원(32)은 예를 들면, 연속광을 출사한다. 광원(32)은 예를 들면, 소정의 주파수의 백색광을 출사한다.
- [0110] 《집광부(33)》
- [0111] 집광부(33)는 선형상으로 광을 집광한다. 집광부(33)는 예를 들면, 렌즈 및 슬릿 등에 의해 구성된다.
- [0112] 《빔 스플리터(34)》
- [0113] 빔 스플리터(34)는 광을 분기한다. 빔 스플리터(34)는 소정의 분기비로 광을 분기한다. 빔 스플리터(34)는 예를 들면, 하프 미러 등에 의해 구성된다.
- [0114] 《셔터(35)》
- [0115] 셔터(35)는 광을 통과 혹은 차단한다. 셔터(35)는 예를 들면, 광을 투과하지 않는 부재로 구성되며, 개폐할 수 있다.
- [0116] 《조사부(36)》
- [0117] 조사부(36)는 광을 대상물(14)에 조사한다. 조사부(36)는 렌즈(38)를 구비하여도 좋다.
- [0118] 《렌즈(38)》
- [0119] 렌즈(38)는 광을 집광한다. 렌즈(38)는 투과 렌즈, 또는 반사 렌즈 등을 1개 이상 이용하여 구성된다.
- [0120] 《조정부(39)》
- [0121] 조정부(39)는 광로 길이를 전환한다. 조정부(39)는 예를 들면, 2개 이상의 미러(50, 51)를 이용하여 구성된다. 미러(50, 51)는 투과율과 반사율이 제어 가능한 것이다. 미러(50, 51)는 예를 들면, 투과율과 반사율이 전기적으로 제어 가능한 광학 결정을 이용하여 구성되어도 좋다. 혹은, 미러(50, 51)는 기계적으로 각도를 변화시키는 것에 의해, 투과율과 반사율로 제어할 수 있는 것이어도 좋다.
- [0122] 《수신부(40)》
- [0123] 수신부(40)는 광을 수광한다. 수신부(40)는 광을 광전 변환하여 전기 신호를 출력한다. 수신부(40)는 분광부(41), 광전 변환부(42), 및 디지털 변환부(43)를 구비하여도 좋다.
- [0124] 《분광부(41)》
- [0125] 분광부(41)는 광을 소정의 파장으로 공간으로 분광한다. 분광부(41)는 예를 들면, 회절 격자 등에 의해 구성된

다.

[0126] 《광전 변환부(42)》

[0127] 광전 변환부(42)는 광을 광전 변환하여 전기 신호를 출력한다. 광전 변환부(42)는 2차원의 분광을 광전 변환하여, 간섭 무늬를 나타내는 아날로그 신호를 출력한다. 광전 변환부(42)는 예를 들면, CMOS 소자 등으로 구성된다.

[0128] 《디지털 변환부(43)》

[0129] 디지털 변환부(43)는 아날로그 신호를 A/D 변환하여, 디지털 신호를 출력한다. 디지털 변환부(43)는 예를 들면, A/D 변환기이다.

[0130] 《처리부(44)》

[0131] 처리부(44)는 간섭파의 주파수 스펙트럼으로부터 거리를 산출한다. 처리부(44)는 예를 들면, 프로세서 및 메모리 등을 구비한다. 처리부(44)는 예를 들면, PC이다.

[0132] 《그 외의 구성》

[0133] 광원(32)과 집광부(33) 사이, 집광부(33)와 빔 스플리터(34) 사이, 빔 스플리터(34)와 조사부(36) 사이, 빔 스플리터(34)와 조정부(39) 사이, 빔 스플리터(34)와 분광부(41) 사이, 및 분광부(41)와 광전 변환부(42) 사이는, 예를 들면, 광학 스테이지류에 의해 광이 공간에 확산되도록 설계된다. 이에 의해, 백색광은 공간을 거쳐서 인도된다.

[0134] <광 측정 장치(101)의 동작>

[0135] 다음에, 광 측정 장치(101)의 동작에 대해 설명한다.

[0136] 송신부(31) 내의 광원(32)으로부터 출사된 백색광은, 집광부(33)에 입사된다. 또한, 광원(32)은 광 측정 장치(101)의 외부에 마련되어도 좋다.

[0137] 집광부(33)는 광원(32)으로부터의 백색광을 선형상으로 집광한다. 빔 스플리터(34)는 집광부(33)에서 집광된 백색광을 분기한다. 빔 스플리터(34)는 백색광을 소정의 분기비로 측정광 및 참조광으로서 분기한다. 빔 스플리터(34)로부터 출력되는 측정광은, 셔터(35)를 통과하여 조사부(36)에 입사된다. 빔 스플리터(34)로부터 출력되는 참조광은 조정부(39)에 입사된다.

[0138] 조사부(36)는 측정광을 대상물(14)에 조사한다. 예를 들면, 조사부(36)는 렌즈(38)에 의해 측정광을 콜리메이트하여 선형상으로 집광하고, 대상물(14)에 조사한다. 빔 스플리터(34) 등에 의해, 측정광이 선형상으로 되어 있으면, 조사부(36)를 구비하지 않아도 좋다. 혹은, 조사부(36)는 렌즈(38)를 구비하지 않고, 빔 스플리터(34)로부터 출력되는 측정광을 대상물(14)에 직접 조사하여도 좋다. 대상물(14)에서 반사한 측정광은 조사부(36)로부터 빔 스플리터(34)로 인도된다.

[0139] 조정부(39)는 빔 스플리터(34)로부터 출력되는 참조광을 반사하고, 다시 빔 스플리터(34)로 인도한다. 조정부(39)는 각종 미러의 투과 혹은 반사의 제어를 실행하여, 참조광의 광로 길이를 조정한다.

[0140] 빔 스플리터(34)는 조사부(36)로부터 출력된 측정광과, 조정부(39)로부터 출력된 참조광을 간섭시켜, 간섭광을 출력한다. 빔 스플리터(34)는 예를 들면, 도 5와 같이, 집광부(33)로부터의 백색광을, 하프 미러로 반사시킨 참조광과 하프 미러를 투과시킨 측정광으로 분기한다. 그리고, 빔 스플리터(34)는, 조사부(36)로부터의 측정광을 하프 미러로 반사시켜, 조정부(39)로부터의 참조광을 하프 미러로 투과시킨다. 이에 의해, 참조광과 측정광을 동일방향을 향하여 간섭할 수 있다.

[0141] 수신부(40)는 빔 스플리터(34)로부터 출력된 간섭광을 수신하고, 분광부(41)로 출력한다. 분광부(41)는 간섭광을 소정의 파장으로 공간으로 분광한다. 광전 변환부(42)는 분광부(41)로부터 출력된 2차원의 분광을 광전 변환하여, 간섭 무늬를 나타내는 아날로그 신호를 출력한다. 그리고, 디지털 변환부(43)는 아날로그 신호를 A/D 변환하고, 디지털 신호를 수신 신호로서 출력한다. 이와 같이, 수신부(40)는 빔 스플리터(34)로부터 출력된 간섭광을 받아, 간섭 무늬를 나타내는 수신 신호를 출력한다.

[0142] 처리부(44)는 수신 신호에 기초하여, 간섭 무늬의 주파수 스펙트럼으로부터 대상물의 거리 분포를 출력한다. 구체적으로는, 예를 들면, 처리부(44)는 수신 신호를 각 점마다 푸리에 변환하는 것에 의해, 대상물의 각 점의 주파수 스펙트럼을 측정한다. 대상물의 거리 분포는 측정광과 참조광의 광로 길이 차이에 의해 정해진다. 빔

스플리터(34)에서 참조광과 측정광으로 분기하고 나서의 양자의 광로 길이 차이를 0일때 얻을 수 있는 주파수는 0이 되고, 광로 길이 차이에 비례하여 주파수는 커진다. 이 값을 측정하는 것에 의해, 측정 대상의 거리 분포의 측정을 실행한다. 이 때, 주파수 스펙트럼을 얻을 수 있는 거리는 코히런스 길이에 의해 제한된다.

[0143] 실시형태 1의 변형예 1에 따른 광 측정 장치(101)가 대상물(14)의 위치를 측정하는 방법에 대해 설명한다.

[0144] 광원(32)으로부터 빔 스플리터(34)로 인도되는 백색광은, 집광부(33)에 의해 선형상으로 형성되어 있다. 또한, 대상물(14)에 조사될 때의 광형상도 빔 스플리터(34) 상에서 간섭할 때의 광형상도, 선형상의 광형상을 계속 유지한다. 예를 들면 도 5에 있어서, 조사부(36)로부터 출사되는 측정광은 우방향을 향하고 있다. 이 경우, 우방향과 수직인 방향, 예를 들면, 상하방향으로 선형상의 광형상을 형성한다. 상하방향으로 가늘고 길게 신장된 광은, 상하방향의 각 점에서 반사와 간섭이 생긴다. 그 때문에, 상하방향의 각 점의 광은 대상물의 거리 분포에 따라서 참조광과 반사광의 거리에 따라서 상이한 간섭 성분을 갖는다. 이 간섭광을 분광부에 있어서 공간으로 분광하면, 백색광의 대역에 따라서 각 점의 거리에 따른 상이한 간섭 무늬가 생긴다. 이 간섭 무늬를 이차원 수광부에서 수광하고, 각 점의 간섭 무늬를 디지털 변환한 후, 푸리에 변환하는 것에 의해, 각 점의 거리를 나타내는 스펙트럼을 얻을 수 있다.

[0145] 실시형태 1과 마찬가지로, 각 점의 스펙트럼은 코히런스 길이에 의해 측정 가능한 범위가 제한된다. 변형예 1에 따른 백색광은, 선폭이 크고, 코히런스 길이는 수  $\mu\text{m}$ 로 한정된다.

[0146] 변형예 1에 따른 광 측정 장치(101)에 있어서의 참조광의 광로 길이의 조정 방법에 대해 설명한다. 변형예 1에 따른 미러(50, 51) 및 셔터(35)의 기능은, 실시형태 1의 조정부(9)의 전환부(20, 21, 22)의 기능에 상당한다. 미러(50)에서 반사된 참조광의 광로 길이는, 미러(50)를 투과하고 미러(51)에서 반사한 참조광의 광로 길이보다 짧다.

[0147] 빔 스플리터(34)는 미러(50)에서 반사한 참조광과, 대상물(14)에서 반사하여 개방된 셔터(35)를 통과한 측정광을 간섭시키는 것에 의해, 실시형태 1의 참조광(R1)과 대상물(14)에서 반사한 측정광(S)을 간섭시킨 예와 동일한 효과를 얻을 수 있다. 또한, 미러(50)를 투과하고 미러(51)에서 반사된 참조광과, 대상물(14)에서 반사 개방된 셔터(35)를 통과한 측정광을 간섭시키는 것에 의해, 실시형태 1의 참조광(R2)과 대상물(14)에서 반사한 측정광(S)을 간섭시킨 예와 동일한 효과를 얻을 수 있다. 또한, 미러(50)에서 일정한 비율로 참조광을 투과와 반사하고, 미러(51)에서 일정한 비율로 참조광을 반사하고, 셔터(35)를 폐쇄하여 조사부(36)로부터의 측정광을 막는 것에 의해, 실시형태 1의 참조광(R1)과 참조광(R2)을 간섭시킨 예와 동일한 효과를 얻을 수 있다. 이 때, 실시형태 1에 있어서 커넥터(7)에서 반사하는 측정광(S)과 참조광(R1, R2)을 간섭시킨 예와 동일한 효과도 얻을 수 있다.

[0148] 빔 스플리터(34)와 셔터(35)는 간섭광을 생성하기 위한 간섭부이기도 하다.

[0149] 실시형태 1에서 설명한 식 (1) 내지 식 (7)에 따른 설명은, 변형예 1에 있어서도 마찬가지이다. 또한, 광로 길이 차이  $L_A$ , 광로 길이 차이  $L_B$ , 광로 길이 차이  $L_C$ 의 계측 빈도의 비율을 균등하게 1:1:1로 하여도 좋다. 또한, 계측 빈도를 불균등으로 하여도 좋다. 주파수 스펙트럼의 강도가 미지인 대상물(14)로부터의 반사광의 계측을 복수회 얻는 것에 의해 충분한 평균화 횟수를 얻을 수 있도록 하여도 좋다. 또한, 주파수 스펙트럼의 강도에 따라서 능동적으로 비율을 변경하여도 좋다.

[0150] 또한, 상술의 각 실시형태에 있어서, 제조상의 공차나 조립 상의 편차 등을 고려한 범위를 포함하고 있다. 이 때문에, 청구범위에 부품 간의 위치 관계 혹은 부품의 형상을 나타내는 기재를 한 경우에는, 제조 상의 공차 또는 조립 상의 편차 등을 고려한 범위를 포함하는 것을 나타내고 있다.

[0151] 또한, 이상과 같이 본 발명의 실시형태에 대해 설명했지만, 본 발명은 이들 실시형태로 한정되는 것은 아니다.

## 부호의 설명

- |               |         |
|---------------|---------|
| [0152] 1: 송신부 | 2: 광원   |
| 3: 스위프부       | 4: 분기부  |
| 5: 서클레이터      | 6: 조사부  |
| 7: 커넥터        | 8: 렌즈   |
| 9: 조정부        | 10: 수신부 |

11: 광전 변환부

12: 디지털 변환부

13: 처리부

14: 대상물

20, 21, 22: 전환부

31: 송신부

32: 광원

33: 집광부

34: 빔 스플리터

35: 셔터

36: 조사부

38: 렌즈

39: 조정부

40 : 수신부

41: 분광부

42: 광전 변환부

43: 디지털 변환부

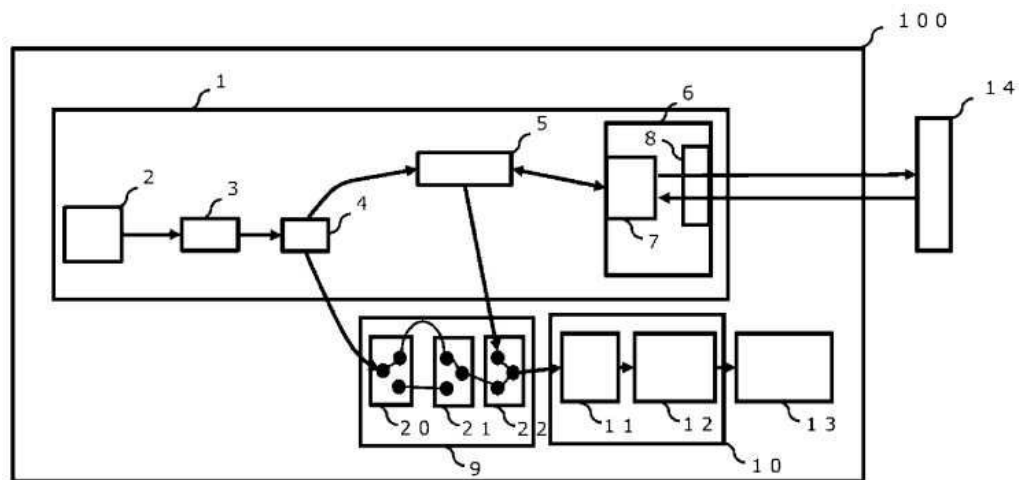
44: 처리부

50, 51: 미러

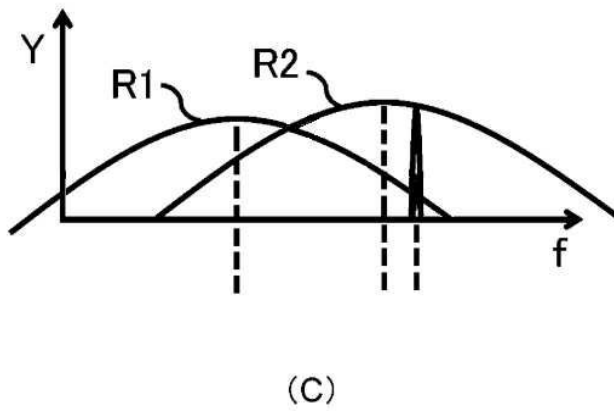
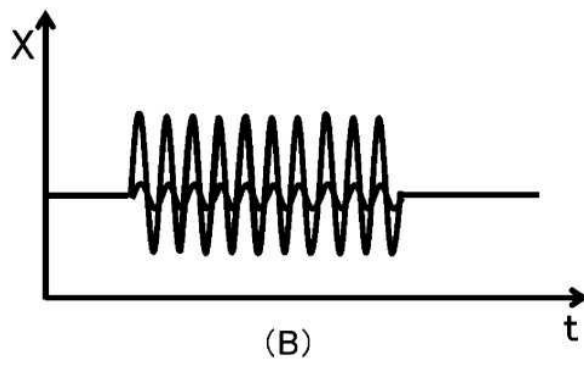
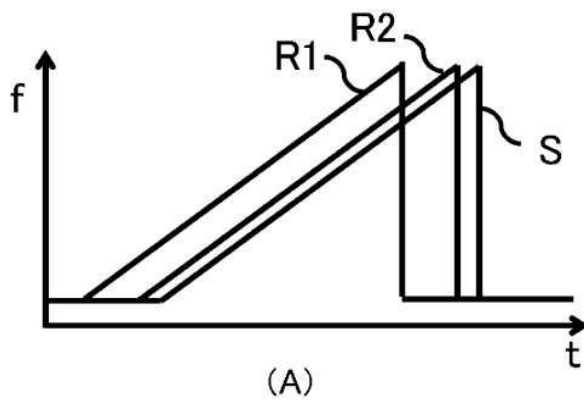
100, 101: 광 측정 장치

도면

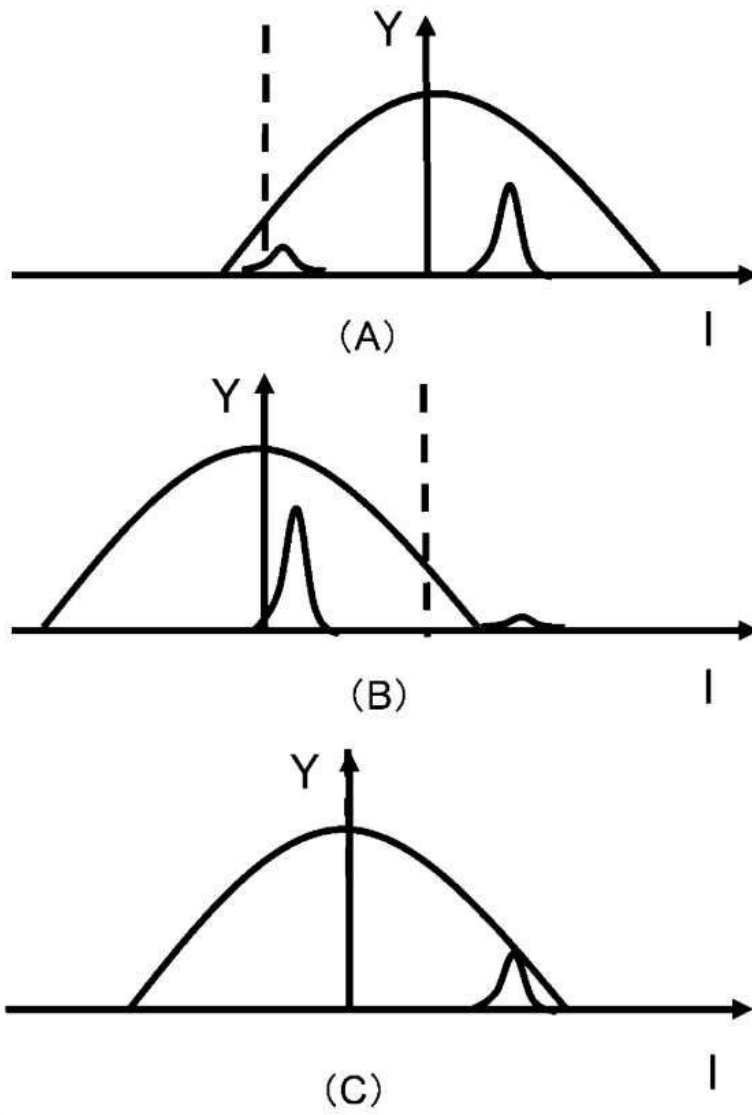
도면1



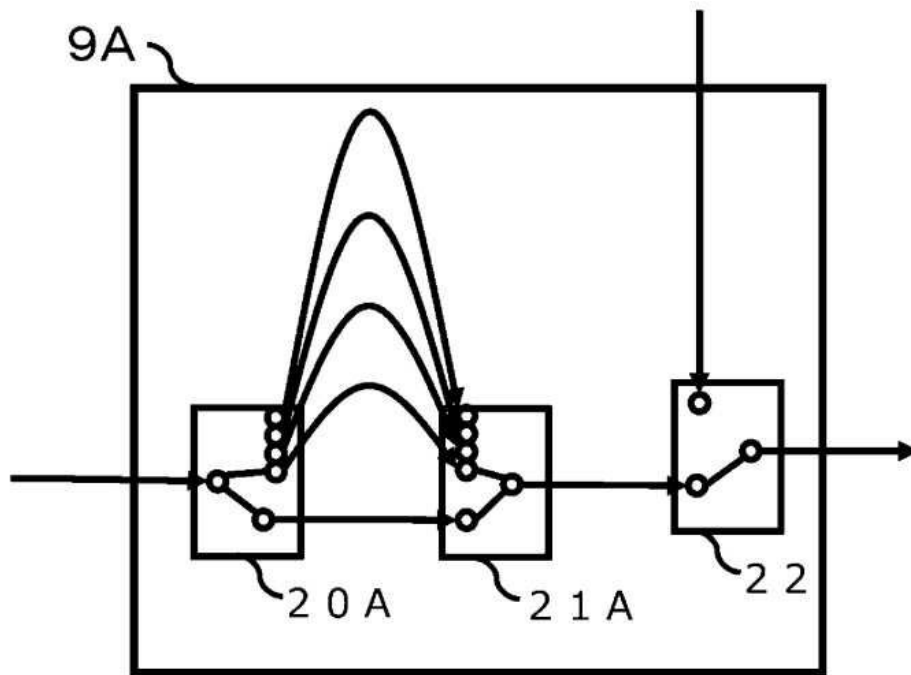
도면2



도면3



도면4



도면5

