



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0055600
(43) 공개일자 2020년05월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 7/481 (2006.01) G02B 27/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01S 7/4814 (2013.01)
G01S 17/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0139418
(22) 출원일자 2018년11월13일
심사청구일자 2018년11월13일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
한성흠
대전광역시 유성구 월드컵대로290번길 39(상대동, 목련아파트1단지)
김승만
대전광역시 유성구 어은로 57, 112동 505호 (어은동, 한빛아파트)
(74) 대리인
팬코리아특허법인

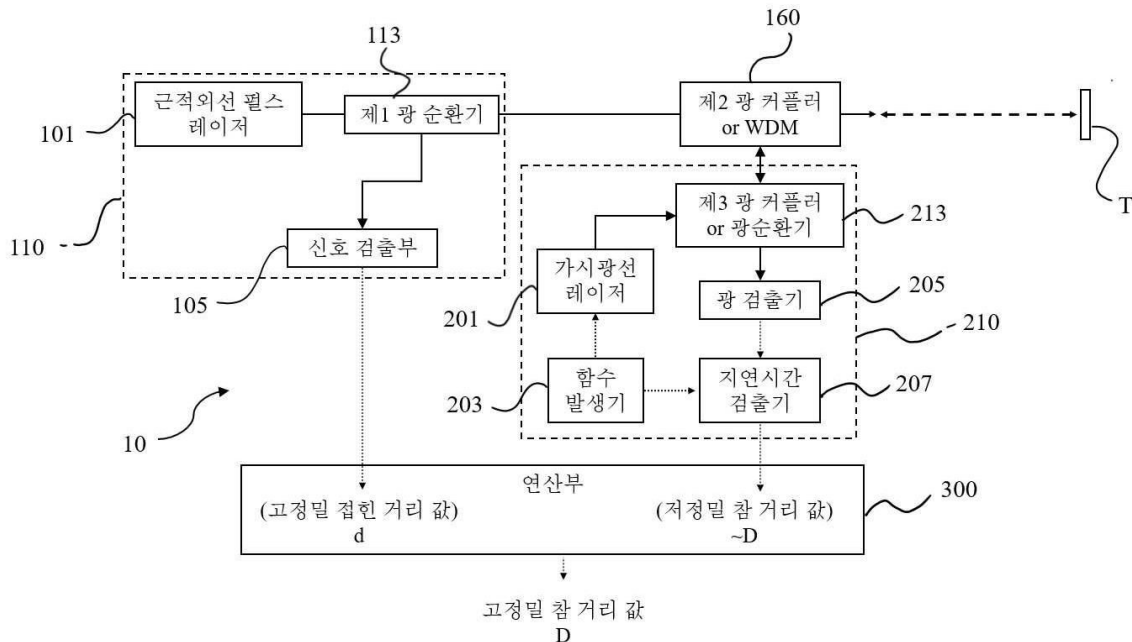
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **가시광선 레이저와 근적외선 펄스 레이저를 이용한 거리 측정 장치 및 측정 방법**

(57) 요약

본 기재의 거리 측정 장치는, 측정 대상으로 레이저 광을 조사하여 반사된 광을 수광함으로써 상기 측정 대상까지의 거리를 측정하는 장치로서, 근적외선 레이저 펄스를 생성하여 상기 측정 대상을 향해 방출하고, 상기 측정 대상으로부터 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 근적외선 전기적 신호로 변환하는 근적외선 레이저 광학 (뒷면에 계속)

대표도



계, 가시광선 레이저 광을 생성하여 상기 측정 대상을 향해 방출하고, 상기 측정 대상으로부터 반사된 가시광선 레이저 광을 수광하여 가시광선 전기적 신호로 변환하는 가시광선 레이저 광학계, 및 상기 가시광선 레이저 광학계로부터 상기 가시광선 전기적 신호를 제공받아 제1 정밀도 거리 값 $\sim D$ 를 구하고 하기 식(1)에 따라 정수 n 을 계산하며, 상기 근적외선 레이저 광학계로부터 상기 근적외선 전기적 신호를 제공받아 상기 제1 정밀도보다 높은 제2 정밀도 거리 값 d 를 구하고 하기 식(2)에 따라 실제 거리 D 를 산출하는 연산부를 포함한다.

$$n = \lfloor \sim D / \text{NAR} \rfloor \quad (1)$$

$$D = n \times \text{NAR} + d \quad (2)$$

(52) CPC특허분류

G01S 17/86 (2020.01)

G02B 27/10 (2013.01)

(72) 발명자

오정석

대전광역시 유성구 어은로 57(어은동, 한빛아파트)

노승국

대전광역시 유성구 어은로 57, 109동 706호 (어은동, 한빛아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

측정 대상으로 레이저 광을 조사하여 반사된 광을 수광함으로써 상기 측정 대상까지의 거리를 측정하는 장치에 있어서,

근적외선 레이저 펄스를 생성하여 상기 측정 대상을 향해 방출하고, 상기 측정 대상으로부터 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 근적외선 전기적 신호로 변환하는 근적외선 레이저 광학계;

가시광선 레이저 광을 생성하여 상기 측정 대상을 향해 방출하고, 상기 측정 대상으로부터 반사된 가시광선 레이저 광을 수광하여 가시광선 전기적 신호로 변환하는 가시광선 레이저 광학계; 및

상기 가시광선 레이저 광학계로부터 상기 가시광선 전기적 신호를 제공받아 제1 정밀도 거리 값 $\sim D$ 를 구하고 하기 식(1)에 따라 정수 n 을 계산하며, 상기 근적외선 레이저 광학계로부터 상기 근적외선 전기적 신호를 제공받아 상기 제1 정밀도보다 높은 제2 정밀도 거리 값 d 를 구하고 하기 식(2)에 따라 실제 거리 D 를 산출하는 연산부

를 포함하는 거리 측정 장치.

$$n = \lceil \sim D / \text{NAR} \rceil \quad (1)$$

$$D = n \times \text{NAR} + d \quad (2)$$

(여기서, $\lceil \]$ 은 가우스 함수이고, $\sim D$ 는 가시광선 레이저 광학계에서 측정된 거리, NAR은 근적외선 레이저 광학계의 비모호성 범위(Non-Ambiguity Range) 상수, D 는 실제 거리, 그리고 d 는 근적외선 레이저 광학계에서 측정된 거리임)

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 근적외선 레이저 광학계는,

상기 근적외선 레이저 펄스를 생성하여 방출하는 근적외선 펄스 레이저;

상기 방출된 근적외선 레이저 펄스를 통과시키고, 상기 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 광 경로를 변경시키는 제1 광 커플러;

상기 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 상기 근적외선 전기적 신호를 생성하고 상기 연산부로 전달하는 신호 검출부

를 포함하는, 거리 측정 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 근적외선 레이저 광학계로부터 방출되는 근적외선 레이저 펄스와 상기 가시광선 레이저 광학계로부터 방출되는 가시광선 레이저 광을 결합하여 상기 측정 대상으로 조사하고, 상기 측정 대상으로부터 반사되는 광을 수광하여 상기 근적외선 레이저 펄스와 상기 가시광선 레이저 광으로 분리하여 전송하는 제2 광 커플러를 더 포함하는 거리 측정 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 가시광선 레이저 광학계는,

상기 가시광선 레이저 광을 생성하여 방출하는 가시광선 레이저;

상기 방출된 가시광선 레이저 광을 통과시키고, 상기 반사된 가시광선 레이저 광을 수광하여 광 경로를 변경시키는 제3 광 커플러;

상기 제3 광 커플러로부터 전송된 상기 반사된 가시광선 레이저 광을 수광하여 상기 가시광선 전기적 신호를 생성하는 광 검출기;

미리 설정된 전기적 신호 파형을 생성하여 상기 가시광선 레이저에 제공하는 함수 발생기; 및

상기 광 검출기로부터 상기 가시광선 전기적 신호를 전달받고, 상기 함수 발생기로부터 상기 전기적 신호 파형 또는 그 생성 시점을 전달받아서 상기 가시광선 전기적 신호의 지연된 시간을 산출하여 상기 연산부로 전달하는 지연시간 검출기

를 포함하는, 거리 측정 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 근적외선 레이저 광학계에서 방출되는 상기 근적외선 레이저 펄스는 통과시키고 상기 가시광선 레이저 광학계에서 방출되는 상기 가시광선 레이저 광은 반사시키는 제 1 광 분할기를 더 포함하는 거리 측정 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 근적외선 레이저 광학계는,

상기 근적외선 레이저 펄스를 생성하여 방출하는 근적외선 펄스 레이저;

상기 방출된 근적외선 레이저 펄스의 일부를 반사시켜 기준면 미러로 전달하고 다른 일부를 통과시켜 상기 측정 대상으로 조사하며, 상기 측정 대상으로부터 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 광 경로를 변경시키는 제 2 광 분할기;

상기 측정 대상으로부터 반사된 근적외선 레이저 펄스와 상기 기준면 미러로부터 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 상기 근적외선 전기적 신호를 생성하여 상기 연산부로 전달하는 신호 검출부

를 포함하는, 거리 측정 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 가시광선 레이저 광학계는,

상기 가시광선 레이저 광을 생성하여 방출하는 가시광선 레이저;

상기 방출된 가시광선 레이저 광을 반사시키고, 상기 반사된 가시광선 레이저 광을 통과시키는 제3 광 분할기;

상기 제3 광 분할기로부터 전송된 상기 반사된 가시광선 레이저 광을 수광하여 상기 가시광선 전기적 신호를 생성하는 광 검출기;

미리 설정된 전기적 신호 파형을 생성하여 상기 가시광선 레이저에 제공하는 함수 발생기; 및

상기 광 검출기로부터 상기 가시광선 전기적 신호를 제공받고, 상기 함수 발생기로부터 상기 전기적 신호 파형 또는 그 생성 시점을 제공받아서 상기 가시광선 전기적 신호의 지연된 시간을 산출하여 상기 연산부로 전달하는 지연시간 검출기

를 포함하는, 거리 측정 장치.

청구항 8

측정대상으로 레이저 광을 조사하여 반사된 광을 수광하여 상기 측정 대상까지의 거리를 측정하는 장치에 있어

서,

근적외선 레이저 펄스를 생성하여 상기 측정 대상을 향해 방출하고, 상기 측정 대상으로부터 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 근적외선 전기적 신호로 변환하는 근적외선 레이저 광학계;

가시광선 레이저 광을 생성하여 적어도 일부는 상기 측정 대상을 향해 방출하고 적어도 다른 일부는 기준면 미러에서 반사시키며, 상기 측정 대상으로부터 반사된 가시광선 레이저 광을 상기 기준면 미러에서 반사된 가시광선 레이저 광과 간섭시킨 간섭신호를 가시광선 전기적 신호로 변환하는 가시광선 레이저 광학계; 및

상기 근적외선 레이저 광학계로부터 상기 근적외선 전기적 신호를 제공받아 제2 정밀도 거리 값 $\sim D'$ 을 구하고 하기 식(3)에 따라 정수 n 을 계산하며, 상기 가시광선 레이저 광학계로부터 상기 가시광선 전기적 신호로부터 얻은 상기 제2 정밀도보다 높은 제3 정밀도 거리 값 d' 을 제공받고 하기 식(4)에 따라 실제 거리 D' 을 산출하는 연산부

를 포함하는 거리 측정 장치.

$$n = \lceil \sim D' / NAR' \rceil \quad (3)$$

$$D' = n \times NAR + d' \quad (4)$$

(여기서, $\lceil \]$ 은 가우스 함수이고, $\sim D'$ 는 근적외선 레이저 광학계에서 측정된 거리, NAR' 은 가시광선 레이저 광학계의 비모호성 범위(Non-Ambiguity Range) 상수, D' 는 실제 거리, 그리고 d' 은 가시광선 레이저 광학계에서 측정된 거리임)

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 근적외선 레이저 광학계는,

상기 근적외선 레이저 펄스를 생성하여 방출하는 근적외선 펄스 레이저;

상기 방출된 근적외선 레이저 펄스를 통과시키고, 상기 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 광 경로를 변경시키는 제1 광 커플러;

상기 제1 광 커플러에서 경로가 변경된 상기 반사된 근적외선 펄스 레이저를 수광하고 상기 근적외선 전기적 신호를 생성하여 상기 연산부로 전달하는 신호 검출부

를 포함하는, 거리 측정 장치.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 근적외선 레이저 광학계로부터 방출되는 근적외선 레이저 펄스와 상기 가시광선 레이저 광학계로부터 방출되는 가시광선 레이저 광을 결합하여 상기 측정 대상으로 조사하고, 상기 측정 대상으로부터 반사되는 광을 수광하여 상기 근적외선 레이저 펄스와 상기 가시광선 레이저 광으로 분리하여 전송하는 제2 광 커플러를 더 포함하는 거리 측정 장치.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 가시광선 레이저 광학계는,

상기 가시광선 레이저 광을 생성하여 방출하는 가시광선 레이저;

상기 방출된 가시광선 레이저 광을 통과시키고, 상기 측정 대상으로부터 반사된 가시광선 레이저 광을 수광하여 광 경로를 변경시키는 제3 광 커플러;

상기 기준면 미러로부터 반사된 가시광선 레이저 광과 상기 측정 대상으로부터 반사된 가시광선 레이저 광을 수광하여 간섭시킨 간섭신호를 상기 가시광선 전기적 신호로 변환하는 광 검출기;

상기 광 검출기로부터 상기 가시광선 전기적 신호를 제공받아 상기 제3 정밀도 거리 값 d' 을 산출하여 상기 연

산부로 제공하는 간섭신호 분석기를 포함하는, 거리 측정 장치.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 근적외선 레이저 광학계에서 방출되는 상기 근적외선 레이저 펄스는 통과시키고 상기 가시광선 레이저 광학계에서 방출되는 상기 가시광선 레이저 광은 반사시키는 제1 광 분할기를 더 포함하는 거리 측정 장치.

청구항 13

제 8 항에 있어서,

상기 근적외선 레이저 광학계는,

상기 근적외선 레이저 펄스를 생성하여 방출하는 근적외선 펄스 레이저;

상기 방출된 근적외선 레이저 펄스의 일부를 반사시켜 상기 기준면 미러로 전달하고 다른 일부를 통과시켜 상기 측정 대상으로 조사하며, 상기 측정 대상으로부터 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 광 경로를 변경시키는 제2 광 분할기;

상기 측정 대상으로부터 반사된 근적외선 레이저 펄스와 상기 기준면 미러로부터 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 상기 근적외선 전기적 신호를 생성하여 상기 연산부로 전달하는 신호 검출부를 포함하는, 거리 측정 장치.

청구항 14

제 8 항에 있어서,

상기 가시광선 레이저 광학계는,

상기 가시광선 레이저 광을 생성하여 방출하는 가시광선 레이저;

상기 방출된 가시광선 레이저 광의 일부를 반사시켜 상기 기준면 미러로 전달하고 다른 일부를 통과시켜 상기 측정 대상으로 조사하는 제2 광 분할기;

상기 방출된 가시광선 레이저 광을 반사시키고, 상기 기준면 미러로부터 및 상기 측정 대상으로부터 각각 반사된 가시광선 레이저 광을 통과시키는 제3 광 분할기;

상기 기준면 미러 및 상기 측정 대상으로부터 각각 반사된 가시광선 레이저 광을 수광하여 간섭시킨 간섭신호를 상기 가시광선 전기적 신호를 변환하는 광 검출기; 및

상기 광 검출기로부터 상기 가시광선 전기적 신호를 전달받아 상기 제3 정밀도 거리 값 d' 을 산출하여 상기 연산부로 전달하는 간섭신호 분석기를 포함하는, 거리 측정 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 레이저를 이용하여 측정 대상의 거리를 측정하는 거리 측정 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 가시광선 레이저와 근적외선 펄스 레이저를 이용한 거리 측정 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 레이저를 이용한 거리 측정 기술은 레이저 광 등의 펄스 광을 측정 대상을 향해서 조사하고 이 펄스 광이 측정 대상으로부터 반사되어 오는 반사 펄스 광을 볼록 렌즈 또는 오목 거울 등의 광학계로 수광하며, 이러한 펄스 광의 조사에서 수광까지 소요된 지연 시간을 검출하여 측정 대상까지의 거리를 측정하는 기술이다.

[0003] 근적외선 펄스 레이저는 근적외선 파장 대역의 광학 부품의 발달과 펄스 레이저와 같은 레이저 기술의 발달

및 근적외선 펄스 레이저의 우수한 특성들로 인해 많은 거리 측정 기술들이 개발되고 있다. 근적외선 펄스 레이저를 이용한 거리 측정 장치들은 분해능은 향상시키면서도 모호성 없이 측정할 수 있는 영역을 확장시키는 방향으로 발전하고 있다. 근적외선 펄스 레이저를 이용한 거리 측정 장치들은 나노미터 수준의 분해능을 가지는 레이저 간섭계 보다는 낮은 분해능을 갖지만 레이저 간섭계보다는 모호성 없이 측정할 수 있는 영역이 길다는 장점이 있다.

[0004] 그러나 근적외선 펄스 레이저를 이용한 거리 측정 장치는 사람의 눈에 보이지 않는 파장 영역의 레이저를 사용하기 때문에 장치의 설치 시 정렬의 어려움이 있고 사람의 눈에 레이저의 광이 들어가는 것과 같은 안전문제가 발생할 수 있다. 또한 근적외선 펄스 레이저는 레이저 펄스의 반복적인 특성에 의해 측정 모호성이 발생하여 측정된 거리 값이 가질 수 있는 해의 개수가 무수히 많이 존재하게 되는 모호성 문제가 발생한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 일 측면은 근적외선 펄스 레이저 거리 측정 장치에 가시광선 레이저를 부가하여 적용함으로써 모호성 없이 거리 측정이 가능한 영역을 확장할 수 있는 거리 측정 장치를 제공하고자 한다.

[0006] 본 발명의 다른 일 측면은 근적외선 펄스 레이저 거리 측정 장치에 추가적인 레이저 간섭계를 구성함으로써 거리 측정 분해능을 향상시킬 수 있는 거리 측정 장치를 제공하고자 한다.

[0007] 본 발명의 또 다른 일 측면은 근적외선 펄스 레이저 거리 측정 장치에 가시광선을 가이드 빔으로 사용함으로써 사용의 편리성과 안전성을 향상시킨 거리 측정 장치를 제공하고자 한다.

[0008] 그러나, 본 발명의 실시예들이 해결하고자 하는 과제는 상술한 과제에 한정되지 않고 본 발명에 포함된 기술적 사상의 범위에서 다양하게 확장될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 거리 측정 장치는, 측정 대상으로 레이저 광을 조사하여 반사된 광을 수광함으로써 상기 측정 대상까지의 거리를 측정하는 장치로서, 근적외선 레이저 펄스를 생성하여 상기 측정 대상을 향해 방출하고, 상기 측정 대상으로부터 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 근적외선 전기적 신호로 변환하는 근적외선 레이저 광학계, 가시광선 레이저 광을 생성하여 상기 측정 대상을 향해 방출하고, 상기 측정 대상으로부터 반사된 가시광선 레이저 광을 수광하여 가시광선 전기적 신호로 변환하는 가시광선 레이저 광학계, 및 상기 가시광선 레이저 광학계로부터 상기 가시광선 전기적 신호를 제공받아 제1 정밀도 거리 값 $\sim D$ 를 구하고 하기 식(1)에 따라 정수 n 을 계산하며, 상기 근적외선 레이저 광학계로부터 상기 근적외선 전기적 신호를 제공받아 상기 제1 정밀도보다 높은 제2 정밀도 거리 값 d 를 구하고 하기 식(2)에 따라 실제 거리 D 를 산출하는 연산부를 포함한다.

[0010] $n = \lfloor \sim D / NAR \rfloor$ (1)

[0011] $D = n \times NAR + d$ (2)

[0012] 여기서, $\lfloor \]$ 은 가우스 함수이고, $\sim D$ 는 가시광선 레이저 광학계에서 측정된 거리, NAR은 근적외선 레이저 광학계의 비모호성 범위(Non-Ambiguity Range) 상수, D 는 실제 거리, 그리고 d 는 근적외선 레이저 광학계에서 측정된 거리이다.

[0013] 상기 근적외선 레이저 광학계는, 상기 근적외선 레이저 펄스를 생성하여 방출하는 근적외선 펄스 레이저, 상기 방출된 근적외선 레이저 펄스를 통과시키고, 상기 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 광 경로를 변경시키는 제1 광 커플러, 상기 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 상기 근적외선 전기적 신호를 생성하고 상기 연산부로 전달하는 신호 검출부를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 거리 측정 장치는, 상기 근적외선 레이저 광학계로부터 방출되는 근적외선 레이저 펄스와 상기 가시광선 레이저 광학계로부터 방출되는 가시광선 레이저 광을 결합하여 상기 측정 대상으로 조사하고, 상기 측정 대상으로부터 반사되는 광을 수광하여 상기 근적외선 레이저 펄스와 상기 가시광선 레이저 광으로 분리하여 전송하는 제2 광 커플러를 더 포함할 수 있다.

[0015] 상기 가시광선 레이저 광학계는, 상기 가시광선 레이저 광을 생성하여 방출하는 가시광선 레이저, 상기 방출된

가시광선 레이저 광을 통과시키고, 상기 반사된 가시광선 레이저 광을 수광하여 광 경로를 변경시키는 제3 광 커플러, 상기 제3 광 커플러로부터 전송된 상기 반사된 가시광선 레이저 광을 수광하여 상기 가시광선 전기적 신호를 생성하는 광 검출기, 미리 설정된 전기적 신호 파형을 생성하여 상기 가시광선 레이저에 제공하는 함수 발생기, 및 상기 광 검출기로부터 상기 가시광선 전기적 신호를 전달받고, 상기 함수 발생기로부터 상기 전기적 신호 파형 또는 그 생성 시점을 전달받아서 상기 가시광선 전기적 신호의 지연된 시간을 산출하여 상기 연산부로 전달하는 지연시간 검출기를 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 거리 측정 장치는, 상기 근적외선 레이저 광학계에서 방출되는 상기 근적외선 레이저 펄스는 통과시키고 상기 가시광선 레이저 광학계에서 방출되는 상기 가시광선 레이저 광을 반사시키는 제1 광 분할기를 더 포함할 수 있다.

[0017] 상기 근적외선 레이저 광학계는, 상기 근적외선 레이저 펄스를 생성하여 방출하는 근적외선 펄스 레이저, 상기 방출된 근적외선 레이저 펄스의 일부를 반사시켜 기준면 미러로 전달하고 다른 일부를 통과시켜 상기 측정 대상으로 조사하며, 상기 측정 대상으로부터 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 광 경로를 변경시키는 제2 광 분할기, 상기 측정 대상으로부터 반사된 근적외선 레이저 펄스와 상기 기준면 미러로부터 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 상기 근적외선 전기적 신호를 생성하여 상기 연산부로 전달하는 신호 검출부를 포함할 수 있다.

[0018] 상기 가시광선 레이저 광학계는, 상기 가시광선 레이저 광을 생성하여 방출하는 가시광선 레이저, 상기 방출된 가시광선 레이저 광을 반사시키고, 상기 반사된 가시광선 레이저 광을 통과시키는 제3 광 분할기, 상기 제3 광 분할기로부터 전송된 상기 반사된 가시광선 레이저 광을 수광하여 상기 가시광선 전기적 신호를 생성하는 광 검출기, 미리 설정된 전기적 신호 파형을 생성하여 상기 가시광선 레이저에 제공하는 함수 발생기, 및 상기 광 검출기로부터 상기 가시광선 전기적 신호를 제공받고, 상기 함수 발생기로부터 상기 전기적 신호 파형 또는 그 생성 시점을 제공받아서 상기 가시광선 전기적 신호의 지연된 시간을 산출하여 상기 연산부로 전달하는 지연시간 검출기를 포함할 수 있다.

[0019] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 거리 측정 장치는, 측정대상으로 레이저 광을 조사하여 반사된 광을 수광하여 상기 측정 대상까지의 거리를 측정하는 장치로서, 근적외선 레이저 펄스를 생성하여 상기 측정 대상을 향해 방출하고, 상기 측정 대상으로부터 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 근적외선 전기적 신호로 변환하는 근적외선 레이저 광학계, 가시광선 레이저 광을 생성하여 적어도 일부는 상기 측정 대상을 향해 방출하고 적어도 다른 일부는 기준면 미러에서 반사시키며, 상기 측정 대상으로부터 반사된 가시광선 레이저 광을 상기 기준면 미러에서 반사된 가시광선 레이저 광과 간섭시킨 간섭신호를 가시광선 전기적 신호로 변환하는 가시광선 레이저 광학계, 및 상기 근적외선 레이저 광학계로부터 상기 근적외선 전기적 신호를 제공받아 제2 정밀도 거리 값 $\sim D'$ 을 구하고 하기 식(3)에 따라 정수 n 을 계산하며, 상기 가시광선 레이저 광학계로부터 상기 가시광선 전기적 신호로부터 얻은 상기 제2 정밀도보다 높은 제3 정밀도 거리 값 d' 을 제공받고 하기 식(4)에 따라 실제 거리 D' 을 산출하는 연산부를 포함할 수 있다.

[0020]
$$n = \lfloor \sim D' / NAR' \rfloor \quad (3)$$

[0021]
$$D' = n \times NAR + d' \quad (4)$$

[0022] 여기서, $\lfloor \]$ 은 가우스 함수이고, $\sim D'$ 는 근적외선 레이저 광학계에서 측정된 거리, NAR' 은 가시광선 레이저 광학계의 비모호성 범위(Non-Ambiguity Range) 상수, D' 는 실제 거리, 그리고 d' 은 가시광선 레이저 광학계에서 측정된 거리이다.

[0023] 상기 근적외선 레이저 광학계는, 상기 근적외선 레이저 펄스를 생성하여 방출하는 근적외선 펄스 레이저, 상기 방출된 근적외선 레이저 펄스를 통과시키고, 상기 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 광 경로를 변경시키는 제1 광 커플러, 상기 제1 광 커플러에서 경로가 변경된 상기 반사된 근적외선 펄스 레이저를 수광하고 상기 근적외선 전기적 신호를 생성하여 상기 연산부로 전달하는 신호 검출부를 포함할 수 있다.

[0024] 상기 거리 측정 장치는, 상기 근적외선 레이저 광학계로부터 방출되는 근적외선 레이저 펄스와 상기 가시광선 레이저 광학계로부터 방출되는 가시광선 레이저 광을 결합하여 상기 측정 대상으로 조사하고, 상기 측정 대상으로부터 반사되는 광을 수광하여 상기 근적외선 레이저 펄스와 상기 가시광선 레이저 광으로 분리하여 전송하는 제2 광 커플러를 더 포함할 수 있다.

[0025] 상기 가시광선 레이저 광학계는, 상기 가시광선 레이저 광을 생성하여 방출하는 가시광선 레이저, 상기 방출된 가시광선 레이저 광을 통과시키고, 상기 측정 대상으로부터 반사된 가시광선 레이저 광을 수광하여 광 경로를

변경시키는 제3 광 커플러, 상기 기준면 미러로부터 반사된 가시광선 레이저 광과 상기 측정 대상으로부터 반사된 가시광선 레이저 광을 수광하여 간섭시킨 간섭신호를 상기 가시광선 전기적 신호로 변환하는 광 검출기, 상기 광 검출기로부터 상기 가시광선 전기적 신호를 제공받아 상기 제3 정밀도 거리 값 d' 을 산출하여 상기 연산부로 제공하는 간섭신호 분석기를 포함할 수 있다.

[0026] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 거리 측정 장치는, 상기 근적외선 레이저 광학계에서 방출되는 상기 근적외선 레이저 펄스는 통과시키고 상기 가시광선 레이저 광학계에서 방출되는 상기 가시광선 레이저 광은 반사시키는 제1 광 분할기를 더 포함할 수 있다.

[0027] 상기 근적외선 레이저 광학계는, 상기 근적외선 레이저 펄스를 생성하여 방출하는 근적외선 펄스 레이저, 상기 방출된 근적외선 레이저 펄스의 일부를 반사시켜 상기 기준면 미러로 전달하고 다른 일부를 통과시켜 상기 측정 대상으로 조사하며, 상기 측정 대상으로부터 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 광 경로를 변경시키는 제2 광 분할기, 상기 측정 대상으로부터 반사된 근적외선 레이저 펄스와 상기 기준면 미러로부터 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 상기 근적외선 전기적 신호를 생성하여 상기 연산부로 전달하는 신호 검출부를 포함할 수 있다.

[0028] 상기 가시광선 레이저 광학계는, 상기 가시광선 레이저 광을 생성하여 방출하는 가시광선 레이저, 상기 방출된 가시광선 레이저 광의 일부를 반사시켜 상기 기준면 미러로 전달하고 다른 일부를 통과시켜 상기 측정 대상으로 조사하는 제2 광 분할기, 상기 방출된 가시광선 레이저 광을 반사시키고, 상기 기준면 미러로부터 및 상기 측정 대상으로부터 각각 반사된 가시광선 레이저 광을 통과시키는 제3 광 분할기, 상기 기준면 미러 및 상기 측정 대상으로부터 각각 반사된 가시광선 레이저 광을 수광하여 간섭시킨 간섭신호를 상기 가시광선 전기적 신호를 변환하는 광 검출기, 및 상기 광 검출기로부터 상기 가시광선 전기적 신호를 전달받아 상기 제3 정밀도 거리 값 d' 을 산출하여 상기 연산부로 전달하는 간섭신호 분석기를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0029] 본 발명의 실시예에 따른 거리 측정 장치에 의하면, 가시광선 영역의 빔을 추가로 사용함으로써 먼 거리를 모호성 없이 측정할 수 있으며, 사용하기에 편리하고 안전 사고도 예방할 수 있는 효과가 있다.

[0030] 또한, 근적외선 펄스 레이저에 추가적으로 레이저 간섭계를 적용함으로써 먼 거리를 높은 분해능으로 측정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 거리 측정 장치의 광학계를 도시한 구성도이다.
- 도 2는 근적외선 레이저 펄스의 시간에 따른 전기장의 세기를 나타낸 그래프이다.
- 도 3은 모호성의 유무에 따른 실제 거리와 측정 거리의 관계를 나타낸 그래프이다.
- 도 4는 고정밀 접힌 거리 값을 설명하기 위하여 나타낸 그래프이다.
- 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 거리 측정 장치의 광학계를 도시한 구성도이다.
- 도 6은 본 발명의 제3 실시예에 따른 거리 측정 장치의 광학계를 도시한 구성도이다.
- 도 7은 본 발명의 제4 실시예에 따른 거리 측정 장치의 광학계를 도시한 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시예를 상세히 설명하되, 동일하거나 유사한 구성요소에는 동일, 유사한 도면 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0033] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는

목적으로만 사용된다.

- [0034] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0035] 본 출원에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0036] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 거리 측정 장치의 광학계를 도시한 구성도이다.
- [0037] 도 1을 참조하면, 본 실시예에 따른 거리 측정 장치(10)는 측정 대상(T)으로 레이저 광을 조사하여 반사된 광을 수광함으로써 측정 대상(T)까지의 거리를 측정하는 장치로서, 근적외선 전기적 신호를 생성하는 근적외선 레이저 광학계(110), 가시광선 전기적 신호를 생성하는 가시광선 레이저 광학계(210) 및 이들 신호를 전달받아 거리 값을 계산하는 연산부(300)를 포함한다.
- [0038] 근적외선 레이저 광학계(110)는 근적외선 레이저 펄스를 생성하여 측정 대상(T)을 향해 방출하고, 측정 대상(T)으로부터 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 근적외선 전기적 신호로 변환할 수 있다. 이렇게 변환된 근적외선 전기적 신호는 연산부(300)로 전달될 수 있다.
- [0039] 근적외선 레이저 광학계(110)는 근적외선 펄스 레이저(101)와 이에 연결되는 제1 광 커플러(113)를 포함하고, 제1 광 커플러(113)는 신호 검출부(105)와 제2 광 커플러(160)에 각각 연결될 수 있다. 제1 광 커플러(113)로 광 순환기가 사용될 수 있다. 근적외선 펄스 레이저(101)는 근적외선 레이저 펄스를 생성하여 제1 광 커플러(113)에 제공할 수 있으며, 제1 광 커플러(113)는 상기 방출된 근적외선 레이저 펄스를 통과시켜 제2 광 커플러(160)에 제공할 수 있다. 그러면, 제2 광 커플러(160)는 이를 가시광선 레이저 광학계(210)로부터 방출되는 가시광선 레이저 광과 결합하여 측정 대상(T)으로 조사(송광)시킬 수 있다.
- [0040] 여기서, 제2 광 커플러(160)는 상기한 바와 같이 근적외선 레이저 광학계(110)로부터 방출되는 근적외선 레이저 펄스와 가시광선 레이저 광학계(210)로부터 방출되는 가시광선 레이저 광을 결합하여 측정 대상(T)으로 조사하고, 측정 대상(T)으로부터 반사되는 광을 수광하여 상기 근적외선 레이저 광학계(110)와 가시광선 레이저 광학계(210)로 전송할 수 있다. 제2 광 커플러(160)는 근적외선 레이저 펄스와 가시광선 레이저 광으로 각각 분리하여 전송할 수 있는 WDM (Wavelength-Division Multiplexing) 커플러가 사용될 수도 있다.
- [0041] 제1 광 커플러(113)는 측정 대상(T)에서 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 광 경로를 변경시킬 수 있다. 즉 제1 광 커플러(113)는 근적외선 펄스 레이저(101)로부터 방출된 근적외선 레이저 펄스가 입사하는 방향과 다른 방향으로 경로를 변경하여 상기 반사된 근적외선 레이저 펄스를 신호 검출부(105)로 보낼 수 있다. 신호 검출부(105)는 상기 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 근적외선 전기적 신호를 생성하여 연산부(300)로 전달할 수 있다.
- [0042] 가시광선 레이저 광학계(210)는 가시광선 레이저 광을 생성하여 측정 대상(T)을 향해 방출하고, 측정 대상(T)으로부터 반사된 가시광선 레이저 광을 수광하여 가시광선 전기적 신호로 변환할 수 있다. 이렇게 변환된 가시광선 전기적 신호는 연산부(300)로 전달될 수 있다.
- [0043] 가시광선 레이저 광학계(210)는 가시광선 레이저(201)와 이에 연결되는 제3 광 커플러(213)를 포함하고, 제3 광 커플러(213)는 광 검출기(205)와 제2 광 커플러(160)에 각각 연결될 수 있다. 제3 광 커플러(213)로 광 순환기가 사용될 수 있다. 광 검출기(205)는 지연시간 검출기(207)에 연결되며, 전기적 신호 파형을 생성하는 함수 발생기(203)는 가시광선 레이저(201)와 지연시간 검출기(207) 각각에 연결될 수 있다.
- [0044] 가시광선 레이저(201)는 가시광선 레이저 광을 생성하여 방출할 수 있으며, 제3 광 커플러(213)는 상기 방출된 가시광선 레이저 광을 통과시켜 제2 광 커플러(160)에 전달할 수 있으며, 제2 광 커플러(160)는 이를 근적외선 레이저 광학계(110)로부터 방출되는 근적외선 레이저 광과 결합하여 측정 대상(T)으로 조사(송광)시킬 수 있다. 따라서 제3 광 커플러(213)는 가시광선 레이저 광을 제2 광 커플러(160)를 통하여 측정 대상(T)에 보냄으로써 사람의 눈에 보이는 가이드 빔을 제공할 수 있다.
- [0045] 제3 광 커플러(213)는 측정 대상(T)에서 반사된 가시광선 레이저 광을 수광하여 광 경로를 변경시킬 수 있다.

즉 제3 광 커플러(213)는 가시광선 레이저(201)로부터 방출된 가시광선 레이저 광이 입사하는 방향과 다른 방향으로 경로를 변경하여 상기 반사된 가시광선 레이저를 광 검출기(205)로 전달할 수 있다. 광 검출기(205)는 상기 반사된 가시광선 레이저 광을 수광하여 가시광선 전기적 신호를 생성하여 지연시간 검출기(207)로 전달할 수 있다.

[0046] 가시광선 레이저(201)와 지연시간 검출기(207)에 각각 연결된 함수 발생기(203)는 미리 설정된 전기적 신호 파형을 생성하여 가시광선 레이저(201)에 제공하며, 이렇게 생성된 전기적 신호 파형 또는 그 생성 시점을 지연시간 검출기(207)로 전달할 수 있다. 다시 말하면, 함수 발생기(203)는 가시광선 레이저(201)의 출력 또는 주파수를 변조할 수 있는 함수 신호를 생성하여 가시광선 레이저(201)에 제공하며, 함수 신호가 생성되는 시점을 알리는 신호를 지연시간 검출기(207)에 제공할 수 있다. 따라서 가시광선 레이저(201)는 가시광선 레이저 광을 생성하여 제3 광 커플러(213)에 제공하며, 함수 발생기(203)로부터 함수 신호를 제공받아 가시광선 레이저(201)의 출력 또는 주파수를 변조할 수 있다. 지연시간 검출기(207)는 이렇게 전달받은 전기적 신호 파형 또는 그 생성 시점을 광 검출기(205)로부터 전달된 상기 반사된 가시광선 레이저 광의 가시광선 전기적 신호와 비교하여 상기 가시광선 전기적 신호의 지연된 시간을 산출할 수 있다. 즉, 함수 발생기(203)의 함수 생성 시점으로부터의 지연시간을 검출하고 이를 연산부(300)로 제공할 수 있다.

[0047] 도 2에 나타낸 바와 같이, 근적외선 펄스 레이저(101)는 일정한 주기 T_r 로 근적외선 레이저 펄스를 생성한다. 이러한 주기적인 특성으로 인해 근적외선 펄스 레이저를 이용하여 거리를 측정하는 경우 연속된 펄스간 동일한 형태의 신호의 생성하고, 각 신호를 구분하지 못하여 모호성이 발생하게 된다. 모호성이 없이 측정할 수 있는 거리를 NAR(Non-Ambiguity Range)라 하며, 실제 거리(D)는 측정된 거리(d)와 NAR을 이용하여 구할 수 있다.

[0048] 연산부(300)는 가시광선 레이저 광학계(210)로부터 가시광선 전기적 신호를 전달받아 측정 대상(T)의 제1 정밀도 거리 값 $\sim D$ 를 구할 수 있다. 즉, 지연시간 검출기(207)에서 측정 대상(T)에서 반사된 가시광선 레이저 광의 지연시간을 산출하여 연산부(300)로 전달하면, 연산부(300)는 상기 지연시간에 대한 거리 값을 계산하여 $\sim D$ 를 얻을 수 있다. 또한 연산부(300)는 근적외선 레이저 광학계(110)로부터 근적외선 전기적 신호를 전달받아 측정 대상(T)의 제2 정밀도를 갖는 거리 값 d를 구할 수 있다. 이 때, 제2 정밀도는 제1 정밀도보다 더 높게 된다.

[0049] 근적외선 레이저 펄스로 측정된 거리 값은 높은 정밀도로 측정이 가능하지만 주기적인 특성으로 인해 도 3의 실선과 같이 주기적인 형태로 모호성을 가지고 나타난다. 가이드 빔으로 사용하는 가시광선 레이저(201)를 이용하여 모호성이 없지만 낮은 정밀도로 거리 $\sim D$ 를 측정함으로써 하기 수학식 1로부터 정수 n 값을 구할 수 있으며, 수학식 2에 구한 n 값을 대입하여 모호성 없이 높은 정밀도로 거리를 측정할 수 있다. 이 때 가시광선 레이저(201)를 이용하여 측정된 거리 측정값의 분해능은 근적외선 펄스 레이저(101)로 측정된 NAR보다 작아야 한다.

[0050] 따라서, 연산부(300)는 $\sim D$ 와 NAR (Non-Ambiguity Range)을 사용하여 하기 수학식 1에 따라 정수 n을 계산하고, 다시 n과 d 및 NAR을 사용하여 하기 수학식 2에 따라 실제 거리 D를 산출할 수 있다. 이 때, 제1 정밀도 거리 값 $\sim D$ 는 저정밀 참 거리 값이고, 제2 정밀도 거리 값 d는 제1 정밀도보다 높은 고정밀 접힌 거리 값이며, 실제 거리 D는 고정밀 참 거리 값이라고 할 수 있다. 도 4를 참조하면, 실제 측정되어야 하는 거리는 (b)의 그래프와 같으나, n 값을 구하여 NAR과 곱한 값을 더해지지 않으면 (a)의 그래프와 같이 NAR 이내에서 접힌 것처럼 나타나게 된다.

[0051] [수학식 1]

[0052] $n = \lfloor \sim D / \text{NAR} \rfloor$

[0053] [수학식 2]

[0054] $D = n \times \text{NAR} + d$

[0055] 즉, 수학식 1은 $\sim D$ 를 NAR로 나눈 몫의 정수 값을 취하여 n으로 두는 것이고, 수학식 2는 NAR을 n으로 곱한 값에 d를 더함으로써 D를 얻는 것이다.

[0056] 여기서, $\lfloor \]$ 은 가우스 함수이고, $\sim D$ 는 가시광선 레이저 광학계에서 측정된 거리, NAR은 근적외선 레이저 광학계의 비모호성 범위(Non-Ambiguity Range) 상수, D는 실제 거리, 그리고 d는 근적외선 레이저 광학계에서 측정된 거리이다.

[0057] 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 거리 측정 장치의 광학계를 도시한 구성도이다.

[0058] 도 5를 참조하면, 상기 제1 실시예에서와 마찬가지로, 본 실시예에 따른 거리 측정 장치(20)는 근적외선 전기적

신호를 생성하는 근적외선 레이저 광학계(120), 가시광선 전기적 신호를 생성하는 가시광선 레이저 광학계(220) 및 이들 신호를 전달받아 거리 값을 계산하는 연산부(300)를 포함한다.

- [0059] 본 실시예에서는 근적외선 레이저 광학계(120)에서 방출되는 근적외선 레이저 펄스는 통과시키고 가시광선 레이저 광학계(220)에서 방출되는 가시광선 레이저 광은 반사시키는 제1 광 분할기(170)가 구비될 수 있다.
- [0060] 근적외선 레이저 광학계(120)는 근적외선 펄스 레이저(101)와 이에 연결되는 제1 광 분할기(170)와 제2 광 분할기(123)를 포함하고, 제2 광 분할기(123)는 신호 검출부(105)와 제1 광 분할기(170)에 각각 연결될 수 있다. 근적외선 펄스 레이저(101)는 근적외선 레이저 펄스를 생성하여 제1 광 분할기(170)를 통해 제2 광 분할기(123)로 제공할 수 있다. 제2 광 분할기(123)는 근적외선 펄스 레이저(101)에서 제공된 근적외선 레이저 펄스의 일부를 반사시켜 기준면 미러(209)로 전달하고, 다른 일부를 통과시켜 측정 대상(T)으로 조사(송광)할 수 있다.
- [0061] 제2 광 분할기(123)는 측정 대상(T)으로부터 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 광 경로를 변경시킬 수 있으며, 기준면 미러(209)로부터 반사된 근적외선 레이저 펄스는 통과시킬 수 있다. 즉, 제2 광 분할기(123)는 근적외선 펄스 레이저(101)로부터 제공된 근적외선 레이저 펄스가 입사하는 방향과 다른 방향으로 경로를 변경하여 상기 반사된 근적외선 레이저 펄스를 신호 검출부(105)로 보낼 수 있다. 신호 검출부(105)는 상기 반사된 근적외선 레이저 펄스를 제공받아 근적외선 전기적 신호를 생성하여 연산부(300)로 전달할 수 있다.
- [0062] 가시광선 레이저 광학계(220)는 가시광선 레이저(201)와 이에 연결되는 제3 광 분할기(223)를 포함하고, 제3 광 분할기(223)는 광 검출기(205)와 제1 광 분할기(170)에 각각 연결될 수 있다. 광 검출기(205)는 지연시간 검출기(207)에 연결되며, 전기적 신호 파형을 생성하는 함수 발생기(203)는 가시광선 레이저(201)와 지연시간 검출기(207) 각각에 연결될 수 있다. 지연시간 검출기(207)는 연산부(300)에 연결될 수 있다.
- [0063] 가시광선 레이저(201)는 가시광선 레이저 광을 생성하여 방출할 수 있으며, 제3 광 분할기(223)는 상기 방출된 가시광선 레이저 광을 반사시켜 제1 광 분할기(170)로 제공할 수 있다. 제1 광 분할기(170)는 상기 제공된 가시광선 레이저 광을 반사시켜 제2 광 분할기(123)를 지나 측정 대상(T)으로 조사(송광)할 수 있다.
- [0064] 측정 대상(T)으로부터 반사된 가시광선 레이저 광은 다시 제2 광 분할기(123)로 수광되어 이를 통과하며, 제1 광 분할기(170)에서 반사되어 제3 광 분할기(223)로 전달될 수 있다. 제3 광 분할기(223)는 상기 반사된 가시광선 레이저 광을 수광하여 광 검출기(205)로 제공하며, 광 검출기(205)는 이를 가시광선 전기적 신호로 생성하여 지연시간 검출기(207)로 전달할 수 있다.
- [0065] 가시광선 레이저(201)와 지연시간 검출기(207)에 각각 연결된 함수 발생기(203)는 미리 설정된 전기적 신호 파형을 생성하여 가시광선 레이저(201)에 제공하며, 이렇게 생성된 전기적 신호 파형 또는 그 생성 시점을 지연시간 검출기(207)로 전달할 수 있다. 지연시간 검출기(207)는 이렇게 전달받은 전기적 신호 파형 또는 그 생성 시점을 광 검출기(205)로부터 전달된 상기 반사된 가시광선 레이저 광의 가시광선 전기적 신호와 비교하여 상기 가시광선 전기적 신호의 지연된 시간을 산출할 수 있다. 즉, 함수 발생기(203)의 함수 생성 시점으로부터의 지연시간을 검출하고 이를 연산부(300)로 제공할 수 있다.
- [0066] 연산부(300)는 가시광선 레이저 광학계(220)로부터 가시광선 전기적 신호를 전달받아 측정 대상(T)의 제1 정밀도 거리 값 $\sim D$ 를 구할 수 있다. 즉, 지연시간 검출기(207)에서 측정 대상(T)에서 반사된 가시광선 레이저 광의 지연시간을 산출하여 연산부(300)로 전달하면, 연산부(300)는 상기 지연시간에 대한 거리 값을 계산하여 $\sim D$ 를 얻을 수 있다. 또한 연산부(300)는 근적외선 레이저 광학계(120)로부터 근적외선 전기적 신호를 전달받아 측정 대상(T)의 제2 정밀도를 갖는 거리 값 d 를 구할 수 있다. 이 때, 제2 정밀도는 제1 정밀도보다 더 높게 된다.
- [0067] 따라서, 상기 제1 실시예에서와 마찬가지로, 연산부(300)는 $\sim D$ 와 NAR (Non-Ambiguity Range)을 사용하여 상기 수학식 1에 따라 정수 n 을 계산하고, 다시 n 과 d 및 NAR을 사용하여 상기 수학식 2에 따라 실제 거리 D 를 산출할 수 있다.
- [0068] 본 실시예에서는 제1 광 분할기(170)가 제2 광 분할기(123)보다 후방에 위치하고 그에 따라 제2 광 분할기(123) 이전에 근적외선 레이저 펄스와 가시광선 레이저 광이 제1 광 분할기(170)에서 결합되고 있지만, 제1 광 분할기(170)는 제2 광 분할기(123)보다 전방(측정 대상에 가까운 방향)으로 위치할 수 있으며, 이 경우에 제2 광 분할기(123) 이후에 근적외선 레이저 펄스와 가시광선 레이저 광이 결합될 수 있으며, 이 또한 본 발명의 범위에 속하는 것이다.
- [0069] 도 6은 본 발명의 제3 실시예에 따른 거리 측정 장치의 광학계를 도시한 구성도이다.
- [0070] 도 6을 참조하면, 본 실시예에 따른 거리 측정 장치(30)는 근적외선 전기적 신호를 생성하는 근적외선 레이저

광학계(130), 가시광선 전기적 신호를 생성하는 가시광선 레이저 광학계(230) 및 이들 신호를 전달받아 거리 값을 계산하는 연산부(300)를 포함한다.

- [0071] 근적외선 레이저 광학계(130)는 근적외선 레이저 펄스를 생성하여 측정 대상(T)을 향해 방출하고, 측정 대상(T)으로부터 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 근적외선 전기적 신호로 변환할 수 있다. 이렇게 변환된 근적외선 전기적 신호는 연산부(300)로 전달될 수 있다.
- [0072] 근적외선 레이저 광학계(130)는 근적외선 펄스 레이저(101)와 이에 연결되는 제1 광 커플러(113)를 포함하고, 제1 광 커플러(113)는 신호 검출부(105)와 제2 광 커플러(180)에 각각 연결될 수 있다. 제1 광 커플러(113)로 광 순환기가 사용될 수 있다. 근적외선 펄스 레이저(101)는 근적외선 레이저 펄스를 생성하여 제1 광 커플러(113)에 제공할 수 있으며, 제1 광 커플러(113)는 상기 방출된 근적외선 레이저 펄스를 통과시키고 제2 광 커플러(180)에 제공할 수 있으며, 제2 광 커플러(180)는 이를 가시광선 레이저 광학계(230)로부터 방출되는 가시광선 레이저 광과 결합하여 측정 대상(T)으로 조사(송광)시킬 수 있다.
- [0073] 여기서, 제2 광 커플러(180)는 상기한 바와 같이 근적외선 레이저 광학계(130)로부터 방출되는 근적외선 레이저 펄스와 가시광선 레이저 광학계(230)로부터 방출되는 가시광선 레이저 광을 결합하여 측정 대상(T)으로 조사하고, 측정 대상(T)으로부터 반사되는 광을 수광하여 상기 근적외선 레이저 광학계(130)와 가시광선 레이저 광학계(230)로 전송할 수 있다.
- [0074] 제1 광 커플러(113)는 측정 대상(T)에서 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 광 경로를 변경시킬 수 있다. 즉 제1 광 커플러(113)는 근적외선 펄스 레이저(101)로부터 방출된 근적외선 레이저 펄스가 입사하는 방향과 다른 방향으로 경로를 변경하여 상기 반사된 근적외선 레이저 펄스를 신호 검출부(105)로 보낼 수 있다. 신호 검출부(105)는 상기 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 근적외선 전기적 신호를 생성하여 연산부(300)로 제공할 수 있다.
- [0075] 가시광선 레이저 광학계(230)는 가시광선 레이저 광을 생성하여 적어도 일부는 측정 대상(T)을 향해 방출하고 적어도 다른 일부는 기준면 미러(209)에서 반사시키며, 측정 대상(T)으로부터 반사된 가시광선 레이저 광을 기준면 미러(209)에서 반사된 가시광선 레이저 광과 간섭시킨 간섭신호를 가시광선 전기적 신호로 변환할 수 있다. 이렇게 변환된 가시광선 전기적 신호로부터 얻은 거리 값은 연산부(300)로 제공될 수 있다.
- [0076] 가시광선 레이저 광학계(230)는 가시광선 레이저(201)와 이에 연결되는 제3 광 커플러(213)를 포함하고, 제3 광 커플러(213)는 광 검출기(205)와 제2 광 커플러(180)에 각각 연결될 수 있다. 제3 광 커플러(213)로 광 순환기가 사용될 수 있다. 또한 제2 광 커플러(180)는 기준면 미러(209)와 연결될 수 있다. 가시광선 레이저(201)는 가시광선 레이저 광을 생성하여 방출할 수 있으며, 제3 광 커플러(213)는 상기 방출된 가시광선 레이저 광을 통과시켜 제2 광 커플러(180)에 전달할 수 있으며, 제2 광 커플러(180)는 이를 근적외선 레이저 광학계(130)로부터 방출되는 근적외선 레이저 광과 결합하여 측정 대상(T)으로 조사(송광)시킬 수 있다. 따라서 제3 광 커플러(213)는 가시광선 레이저 광을 제2 광 커플러(180)를 통하여 측정 대상(T)에 보냄으로써 사람의 눈에 보이는 가이드 빔을 제공할 수 있다.
- [0077] 제3 광 커플러(213)는 측정 대상(T)에서 반사된 가시광선 레이저 광을 수광하여 광 경로를 변경시킬 수 있다. 즉 제3 광 커플러(213)는 가시광선 레이저(201)로부터 방출된 가시광선 레이저 광이 입사하는 방향과 다른 방향으로 경로를 변경하여 상기 반사된 가시광선 레이저 광을 광 검출기(205)로 전달할 수 있다. 따라서 제3 광 커플러(213)는 기준면 미러(209)로부터 반사된 가시광선 레이저 광과 측정 대상(T)으로부터 반사된 가시광선 레이저 광을 광 검출기(205)로 제공할 수 있다. 광 검출기(205)는 기준면 미러(209)로부터 반사된 가시광선 레이저 광과 측정 대상(T)으로부터 반사된 가시광선 레이저 광을 수광하여 간섭시킨 간섭신호를 가시광선 전기적 신호로 변환하여 간섭신호 분석기(226)로 전달할 수 있다. 간섭신호 분석기(226)는 광 검출기(205)로부터 가시광선 전기적 신호를 전달받아 제3 정밀도 거리 값 d' 을 산출하여 연산부(300)로 전달할 수 있다.
- [0078] 연산부(300)는 근적외선 레이저 광학계(130)로부터 근적외선 전기적 신호를 전달받아 측정 대상(T)의 제2 정밀도 거리 값 $\sim D'$ 을 구할 수 있다. 또한 연산부(300)는 가시광선 레이저 광학계(230)로부터 가시광선 전기적 신호로부터 얻은 측정 대상(T)의 제3 정밀도를 갖는 거리 값 d' 을 제공받을 수 있다. 이 때 제3 정밀도는 제2 정밀도보다 더 높게 된다.
- [0079] 따라서, 연산부(300)는 $\sim D'$ 과 NAR' 을 사용하여 하기 수학식 3에 따라 정수 n 을 계산하고, 다시 n 과 d' 및 NAR' 을 사용하여 하기 수학식 4에 따라 실제 거리 D' 을 산출할 수 있다. 이 때, 제2 정밀도 거리 값 $\sim D'$ 는 고정밀 참 거리 값이고, 제3 정밀도 거리 값 d' 은 제2 정밀도보다 높은 초고정밀 접힌 거리 값이며, 실제 거리 D' 은 초

고정밀 참 거리 값이라고 할 수 있다.

- [0080] [수학식 3]
- [0081] $n = \lfloor \sim D' / NAR' \rfloor$
- [0082] [수학식 4]
- [0083] $D' = n \times NAR + d'$
- [0084] 즉, 수학식 3은 $\sim D'$ 을 NAR' 로 나눈 몫의 정수 값을 취하여 n 으로 두는 것이고, 수학식 4는 NAR' 을 n 으로 곱한 값에 d' 을 더함으로써 D' 을 얻는 것이다.
- [0085] 여기서, [] 은 가우스 함수이고, $\sim D'$ 는 근적외선 레이저 광학계에서 측정된 거리, NAR' 은 가시광선 레이저 광학계의 비모호성 범위(Non-Ambiguity Range) 상수, D' 는 실제 거리, 그리고 d' 은 가시광선 레이저 광학계에서 측정된 거리이다.
- [0086] 가시광선 가이드 빔은 헤테로다인(heterodyne) 또는 호모다인(homodyne) 간섭계 원리를 이용하여 근적외선 펄스 레이저 거리 측정보다 더 높은 분해능으로 거리 측정이 가능하다. 하지만 헤테로다인 또는 호모다인 간섭계 원리를 적용할 경우 모호성이 발생하며, 이때 모호성 없이 측정할 수 있는 거리는 근적외선 펄스 레이저를 이용하여 측정한 거리보다 짧기 때문에 근적외선 펄스 레이저를 이용하여 측정한 거리 값과 결합하여 보다 긴, 모호성 없이 측정할 수 있는 영역과 높은 분해능을 얻을 수 있다.
- [0087] 도 7은 본 발명의 제4 실시예에 따른 거리 측정 장치의 광학계를 도시한 구성도이다.
- [0088] 도 7을 참조하면, 상기 제3 실시예에서와 마찬가지로, 본 실시예에 따른 거리 측정 장치(40)는 근적외선 전기적 신호를 생성하는 근적외선 레이저 광학계(140), 가시광선 전기적 신호를 생성하는 가시광선 레이저 광학계(240) 및 이들 신호를 전달받아 거리 값을 계산하는 연산부(300)를 포함한다.
- [0089] 본 실시예에서는 근적외선 레이저 광학계(140)에서 방출되는 근적외선 레이저 펄스는 통과시키고 가시광선 레이저 광학계(240)에서 방출되는 가시광선 레이저 광은 반사시키는 제1 광 분할기(170)가 구비될 수 있다.
- [0090] 근적외선 레이저 광학계(140)는 근적외선 펄스 레이저(101)와 이에 연결되는 제1 광 분할기(170)와 제2 광 분할기(123)를 포함하고, 제2 광 분할기(123)는 신호 검출부(105)와 제1 광 분할기(170)에 각각 연결될 수 있다. 근적외선 펄스 레이저(101)는 근적외선 레이저 펄스를 생성하여 제1 광 분할기(170)를 통해 제2 광 분할기(123)로 제공할 수 있다. 제2 광 분할기(123)는 근적외선 펄스 레이저(101)에서 제공된 근적외선 레이저 펄스의 일부를 반사시켜 기준면 미러(209)로 전달하고, 다른 일부를 통과시켜 측정 대상(T)으로 조사(송광)할 수 있다.
- [0091] 제2 광 분할기(123)는 측정 대상(T)으로부터 반사된 근적외선 레이저 펄스를 수광하여 광 경로를 변경시킬 수 있으며, 기준면 미러(209)로부터 반사된 근적외선 레이저 펄스는 통과시킬 수 있다. 즉, 제2 광 분할기(123)는 근적외선 펄스 레이저(101)로부터 제공된 근적외선 레이저 펄스가 입사하는 방향과 다른 방향으로 경로를 변경하여 상기 반사된 근적외선 레이저 펄스를 신호 검출부(105)로 보낼 수 있다. 신호 검출부(105)는 상기 반사된 근적외선 레이저 펄스를 제공받아 근적외선 전기적 신호를 생성하여 연산부(300)로 전달할 수 있다.
- [0092] 가시광선 레이저 광학계(240)는 가시광선 레이저(201)와 이에 연결되는 제3 광 분할기(223)를 포함하고, 제3 광 분할기(223)는 광 검출기(205)와 제1 광 분할기(170)에 각각 연결될 수 있다. 광 검출기(205)는 간섭신호 분석기(226)에 연결되고, 간섭신호 분석기(226)는 다시 연산부(300)에 연결될 수 있다.
- [0093] 가시광선 레이저(201)는 가시광선 레이저 광을 생성하여 방출할 수 있으며, 제3 광 분할기(223)는 상기 방출된 가시광선 레이저 광을 반사시켜 제1 광 분할기(170)로 제공할 수 있다. 제1 광 분할기(170)는 상기 제공된 가시광선 레이저 광을 반사시켜 제2 광 분할기(123)를 제공하고, 제2 광 분할기(123)는 이의 일부를 기준면 미러(209)로 전달하고 다른 일부를 통과시켜 측정 대상(T)으로 조사(송광)할 수 있다.
- [0094] 측정 대상(T)으로부터 반사된 가시광선 레이저 광은 다시 제2 광 분할기(123)로 수광되어 이를 통과하며, 제1 광 분할기(170)에서 반사되어 제3 광 분할기(223)로 전달될 수 있다. 또한 기준면 미러(209)에서 반사된 가시광선 레이저 광은 제2 광 분할기(123)에서 반사되어 제1 광 분할기(170)로 제공되고, 제1 광 분할기(170)는 이를 다시 반사하여 제3 광 분할기(223)로 전달할 수 있다.
- [0095] 제3 광 분할기(223)는 기준면 미러(209) 및 측정 대상(T)으로부터 각각 반사된 가시광선 레이저 광을 통과시켜 광 검출기(205)로 제공할 수 있다. 광 검출기(205)는 기준면 미러(209) 및 측정 대상(T)으로부터 각각 반사된

가시광선 레이저 광을 수광하여 간섭시킨 간섭신호를 가시광선 전기적 신호로 변환할 수 있으며, 이를 간섭신호 분석기(226)로 전달할 수 있다. 간섭신호 분석기(226)는 간섭신호를 변환한 가시광선 전기적 신호를 전달받아 제3 정밀도 거리 값 d' 을 산출하여 연산부(300)로 전달할 수 있다.

[0096] 연산부(300)는 근적외선 레이저 광학계(140)로부터 근적외선 전기적 신호를 전달받아 측정 대상(T)의 제2 정밀도 거리 값 $\sim D'$ 을 구할 수 있다. 또한 연산부(300)는 가시광선 레이저 광학계(240)로부터 가시광선 전기적 신호를 전달받아 측정 대상(T)의 제3 정밀도를 갖는 거리 값 d' 을 구할 수 있다. 이 때 제3 정밀도는 제2 정밀도보다 더 높게 된다.

[0097] 따라서, 연산부(300)는 $\sim D'$ 과 NAR' 을 사용하여 상기 수학식 3에 따라 정수 n 을 계산하고, 다시 n 과 d' 및 NAR' 을 사용하여 상기 수학식 4에 따라 실제 거리 D' 을 산출할 수 있다.

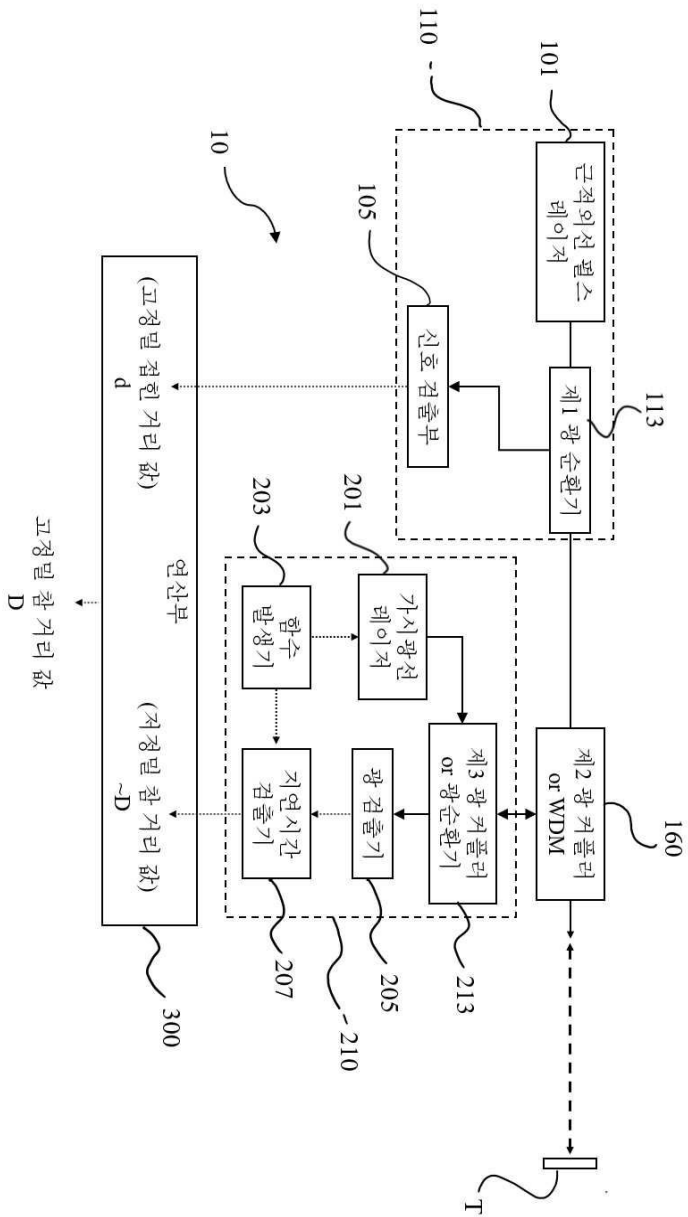
[0098] 본 실시예에서는 제1 광 분할기(170)가 제2 광 분할기(123)보다 후방에 위치하고 그에 따라 제2 광 분할기(123) 이전에 근적외선 레이저 펄스와 가시광선 레이저 광이 제1 광 분할기(170)에서 결합되고 있지만, 제1 광 분할기(170)는 제2 광 분할기(123)보다 전방(측정 대상에 가까운 방향)으로 위치할 수 있으며, 이 경우에 제2 광 분할기(123) 이후에 근적외선 레이저 펄스와 가시광선 레이저 광이 결합될 수 있으며, 이 또한 본 발명의 범위에 속하는 것이다.

[0099] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였으나, 본 발명의 권리범위가 이에 한정되는 것은 아니며 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 여러 가지로 변형 및 개량한 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속한다.

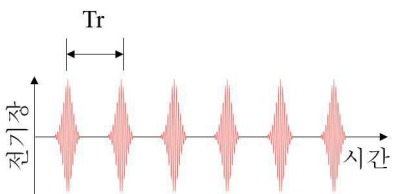
부호의 설명

- [0100] 10, 20, 30, 40: 거리 측정 장치
- 110, 120, 130, 140: 근적외선 레이저 광학계
- 210, 220, 230, 240: 가시광선 레이저 광학계
- 101: 근적외선 펄스 레이저 105: 신호 검출부
- 113: 제1 광 커플러 123: 제2 광 분할기
- 160: 제2 광 커플러 170: 제1 광 분할기
- 201: 가시광선 레이저 203: 합수 발생기
- 205: 광 검출기 207: 지연시간 검출기
- 209: 기준면 미러 213: 제3 광 커플러
- 223: 제3 광 분할기 226: 간섭신호 분석기
- 300: 연산부 T: 측정 대상

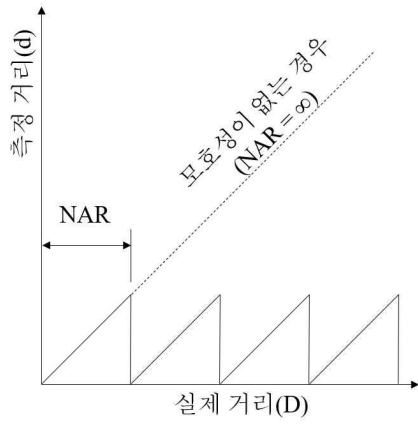
도면
도면1



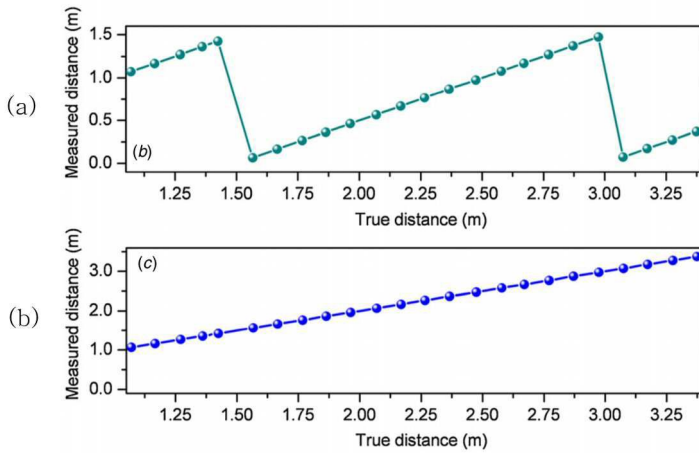
도면2



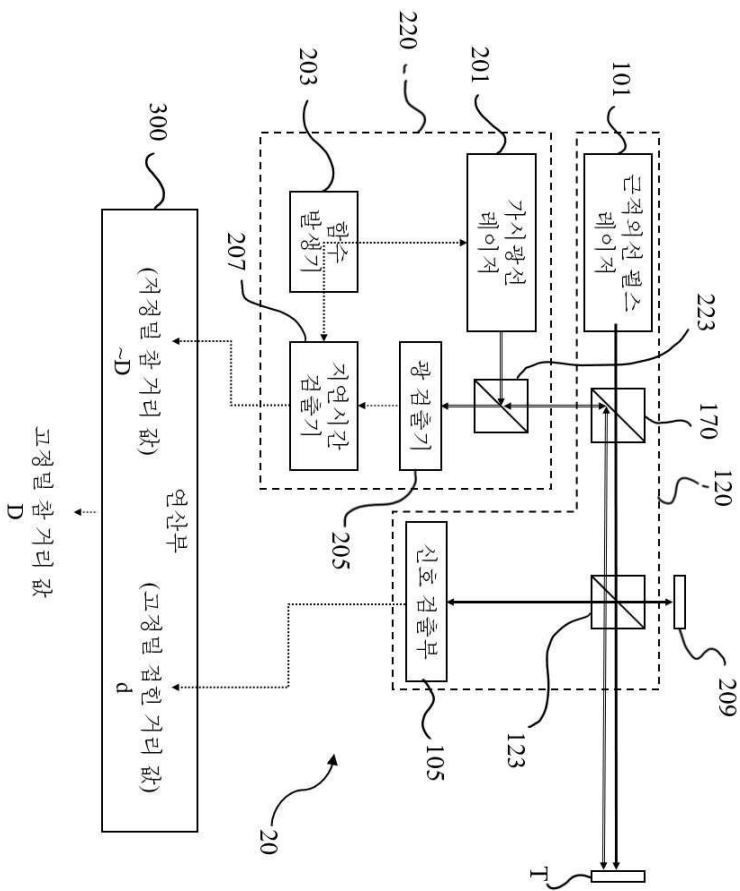
도면3



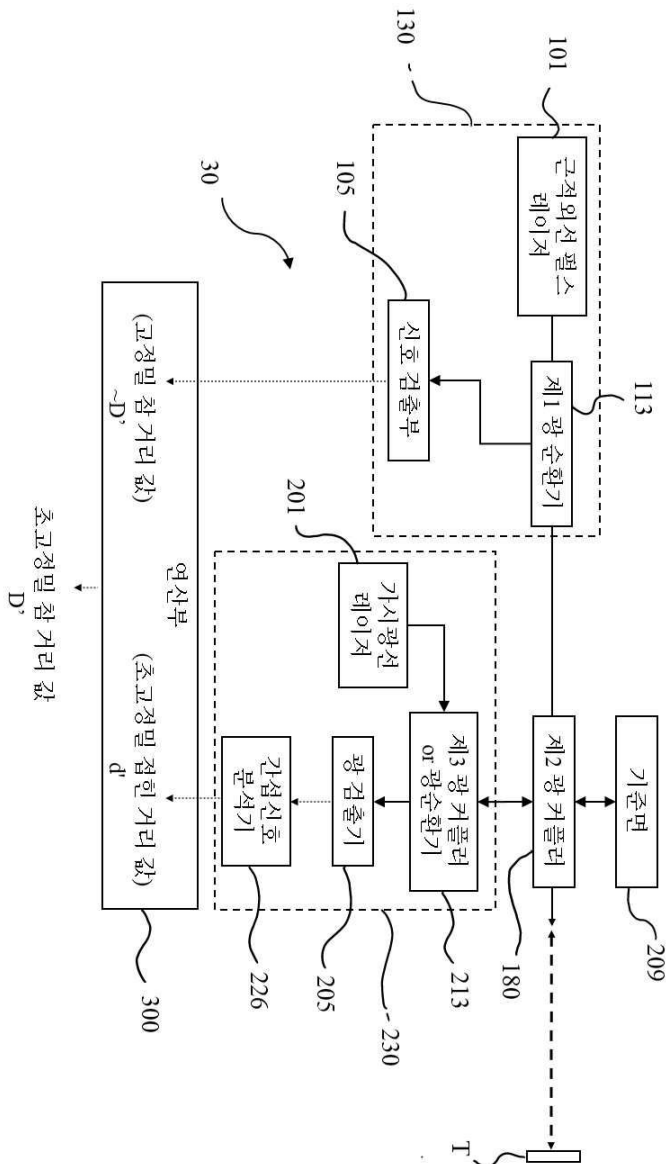
도면4



도면5



도면6



도면7

