



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0141563
(43) 공개일자 2022년10월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01B 11/06 (2006.01) G01B 11/02 (2006.01)
G02B 21/00 (2022.01) G02B 3/00 (2022.01)
G02B 5/30 (2022.01)
(52) CPC특허분류
G01B 11/0625 (2013.01)
G01B 11/022 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0047833
(22) 출원일자 2021년04월13일
심사청구일자 2021년04월13일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(주)넥센서
대전광역시 유성구 유성대로1689번길 70, 3동 40
4호, 407호(전민동, 케이티대덕2연구센터)
(72) 발명자
주기남
광주광역시 광산구 산월로 81 부영아파트
1104-1202
박효미
광주광역시 남구 효천중앙로 35
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인지원

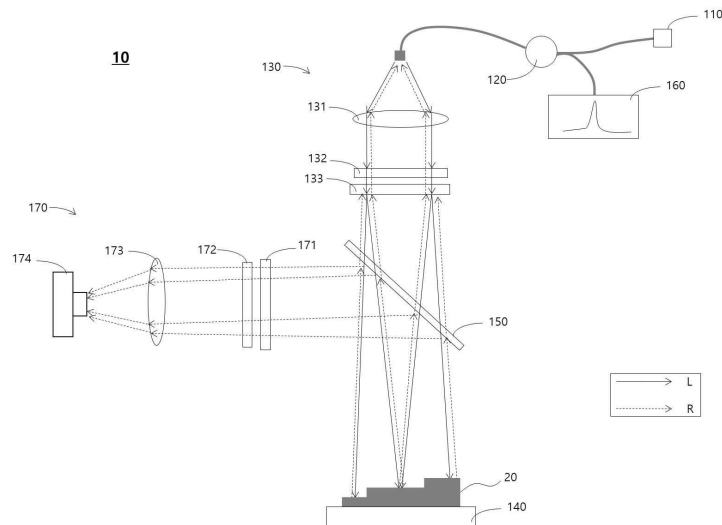
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 기하 위상 렌즈를 기반으로 하는 색공초점 센서

(57) 요약

본 발명은 기하 위상 렌즈를 기반으로 하는 색공초점 센서에 관한 것으로, 간단한 장치의 구성을 통하여 시편의 높이(height) 및 측정점의 위치(location)를 확인할 수 있는 색공초점 센서를 제공하는 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01B 11/026 (2013.01)

G02B 21/0032 (2013.01)

G02B 3/0043 (2013.01)

G02B 5/3083 (2013.01)

(72) 발명자

권의혁

광주광역시 북구 군왕로 17

유준호

대전광역시 서구 청사로 254 등지아파트 109-803

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1425140838

과제번호 S2835129

부처명 중소벤처기업부

과제관리(전문)기관명 (사)한국엔젤투자협회-중소기업기술정보진흥

연구사업명 틱스프로그램

연구과제명 대면적 자유곡면 광계측 센서 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 (주)넥센서

연구기간 2020.04.01 ~ 2022.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

입사광(light)을 생성하는 광원부;

상기 광원부로부터 입사광을 전달받는 광 서큘레이터;

기하 위상 렌즈를 구비하며 상기 광 서큘레이터로부터 전달받은 입사광을 변조하여 색수차를 발현시킨 입사광을 시편에 방출하며, 상기 시편으로부터 반사되는 반사광을 수광하는 광 변환부;

상기 광 변환부에서 방출된 입사광이 조사되는 시편이 위치하는 스테이지;

상기 시편에 의하여 반사되는 반사광을 분할하는 광 분할기;

상기 광 분할기를 투과하여 상기 광 변환부에 수광되는 반사광을 검출하는 측정부; 및

상기 광 분할기에 의하여 반사되는 반사광을 검출하는 모니터링부를 포함하는 색공초점 센서.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 광원부에서 생성되는 입사광은 백색광원인 것인,

색공초점 센서.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 측정부는

상기 광 서큘레이터에서 전달받은 입사광을 평행광으로 변조하는 시준렌즈;

상기 입사광의 진행경로에 따라 상기 시준렌즈로부터 후단에 배치되는 기하 위상 렌즈; 및

상기 입사광의 진행경로에 따라 상기 기하 위상 렌즈 후단에 배치되는 제1 위상 지연판을 포함하는 것인,

색공초점 센서.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 기하 위상 렌즈는 메타렌즈인 것인,

색공초점 센서.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 기하 위상 렌즈는

상기 입사광을 편광하여 시편의 초점에 수렴하는 입사광과 발산하는 입사광으로 분리하는 것인,
색공초점 센서.

청구항 6

제 3 항에 있어서,
상기 제1 위상 지연판은
1/4 파장 지연판인 것인,
색공초점 센서.

청구항 7

제 1 항에 있어서,
상기 측정부는 상기 광 서큘레이터와 연동되는 것인,
색공초점 센서.

청구항 8

제 1 항에 있어서,
상기 모니터링부는
상기 광 분할기에서 반사되는 반사광을 수용하는 제2 위상 지연판;
상기 반사광의 진행경로에 따라 상기 제2 위상 지연판 후단에 배치되는 선형 편광기; 및
상기 반사광의 진행경로에 따라 상기 선형 편광기 후단에 배치되는 결상렌즈를 포함하는 것인,
색공초점 센서.

청구항 9

제 1 항에 있어서,
상기 모니터링부는
상기 결상렌즈를 투과하는 반사광을 검출하는 카메라를 더 포함하는 것인,
색공초점 센서.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 색공초점 센서에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 기하 위상 렌즈를 기반으로 하여 보다 간단한 광학적 구성에 의하여 색공초점 센서를 구현함과 동시에 측정점을 연속적으로 모니터링 할 수 있는 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 반도체, 디스플레이, 2차 전지 분야에서 제품의 품질 및 안정성을 확보하기 위해 형상 측정 및 내부 박막의 두께 측정에 대한 중요성이 높아지고 있다. 이 중에서 공초점센서는 비교적 간단한 구성과 높은 정밀도로 인

하여 산업계에서 널리 활용되고 있다.

- [0003] 기존의 공초점 센서는 주사 방식(confocal scanning sensor)과 색공초점 방식(chromatic confocal sensor)이 존재하며, 이 중 색공초점 방식은 광학계의 색수차(chromatic aberration)를 이용하여 구동부 없이 시편의 높이를 측정할 수 있는 장점이 있다.
- [0004] 공초점 센서는 주사(scanning) 방식으로 기계적 구동부를 필요로 하기 때문에 실시간 측정에 한계를 가진다. 이를 극복하기 위해 색공초점 센서(chromatic confocal sensor)가 개발되었으며, 색공초점 센서는 광학계의 색수차를 이용하여 시편의 높이를 측정한다. 광학계에 색수차가 발생하는 경우, 시편의 높이에 따라 초점을 맺는 광의 파장이 변화하게 되며, 이러한 광의 파장을 검출하면 시편의 높이를 측정할 수 있다.
- [0005] 그러나, 이러한 색공초점 센서는 다음과 같은 두 가지의 한계를 가진다. 1) 색공초점 센서는 광학계의 색수차를 유발하기 위해 비교적 복잡한 광학계 설계가 필요하며, 또한, 점측정 방식의 원리상 측정점의 위치를 확인하기 어려운 단점이 있다.
- [0006] 색공초점 센서는 활용 용도에 따라 광학계에서 충분한 색수차가 발생해야 하지만, 기존의 렌즈를 통해 이러한 색수차 유발은 충분하지 못하다. 이를 극복하기 위해 기존의 센서들은 여러 개의 렌즈의 조합을 통해 색수차를 발생시키고 있으나, 이 경우 측정 프로브가 복잡해지는 단점이 있다.
- [0007] 한편, 점측정 방식의 색공초점 센서는 측정 원리상 측정점의 위치를 확인하지 못하기 때문에 응용에 한계가 있다. 비록 측정점의 높이를 검출한다고 하여도 측정점의 위치를 확인하지 못하면, 현장에서 사용자가 측정에 어려움을 가지게 되며 동시에 측정 결과에 대한 해석이 어려운 문제점이 존재한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2021-0024675호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로, 간단한 장치의 구성을 통하여 시편의 높이(height) 및 높이 측정점의 위치(location)를 확인할 수 있는 색공초점 센서를 제공하는 것이다.
- [0010] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기한 목적들을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 색공초점 센서는 광(light)을 생성하는 광원부; 상기 광원부로부터 광을 전달받는 광 서클레이터; 기하 위상 렌즈를 구비하며 상기 광 서클레이터로부터 전달받은 광을 변조하여 색수차를 발생시킨 광을 시편에 방출하며, 상기 시편으로부터 반사되는 광을 수광하는 광 변환부; 상기 광 변환부에서 방출된 광이 조사되는 시편이 위치하는 스테이지; 상기 시편에 의하여 반사되는 반사광을 분할하는 광 분할기; 상기 광 분할기를 투과하여 상기 광 변환부에 수광되는 반사광을 검출하는 측정부; 및 상기 광 분할기에 의하여 반사되는 반사광을 검출하는 모니터링부를 포함한다.
- [0013] 상기 광원부에서 생성되는 광은 백색광원일 수 있다.
- [0014] 상기 측정부는 상기 광 서클레이터에서 전달받은 광을 평행광으로 변조하는 시준렌즈; 상기 광의 진행경로에 따라 상기 시준렌즈로부터 후단에 배치되는 기하 위상 렌즈; 및 상기 광의 진행경로에 따라 상기 기하 위상 렌즈 후단에 배치되는 제1 위상 지연판을 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 기하 위상 렌즈는 메타렌즈일 수 있으며, 상기 기하 위상 렌즈는 상기 광을 편광하여 시편의 초점에 수렴하는 광과 발산하는 광으로 분리하는 것일 수 있다.

- [0016] 상기 제1 위상 지연판은 1/4 파장 지연판일 수 있다.
- [0017] 상기 측정부는 상기 광 서큘레이터와 연동되는 것일 수 있다.
- [0018] 상기 모니터링부는 상기 광 분할기에서 반사되는 반사광을 수용하는 제2 위상 지연판; 상기 반사광의 진행경로에 따라 상기 제2 위상 지연판 후단에 배치되는 선형 편광기; 및 상기 반사광의 진행경로에 따라 상기 선형 편광기 후단에 배치되는 결상렌즈를 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 모니터링부는 상기 결상렌즈를 투과하는 반사광을 검출하는 카메라를 더 포함할 수 있다.

[0021] 상기한 목적들을 달성하기 위한 구체적인 사항들은 첨부된 도면과 함께 상세하게 후술될 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다.

[0022] 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라, 서로 다른 다양한 형태로 구성될 수 있으며, 본 발명의 개시가 완전하도록 하고 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자(이하, "통상의 기술자")에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해서 제공되는 것이다.

발명의 효과

- [0023] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 간단한 광학 구성을 통하여 색공초점 센서의 원리를 구현하고, 동시에 측정지점을 연속적으로 모니터링할 수 있는 효과가 있다.
- [0024] 또한, 측정하고자 하는 시편의 높이를 측정하고, 동시에 시편이 측정되는 위치를 확인할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 효과들은 상술된 효과들로 제한되지 않으며, 본 발명의 기술적 특징들에 의하여 기대되는 잠정적인 효과들은 아래의 기재로부터 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 색공초점 센서의 구성도를 도시한 것이다.
- 도 2은 본 발명의 일 실시예에 따른 색공초점 센서의 기하 위상 렌즈의 편광을 설명하기 위하여 도시한 것이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 색공초점 센서의 기하 위상 렌즈의 평면도를 도시한 것이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 색공초점 센서의 작동례를 도시한 것이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 색공초점 센서의 측정부의 시편 높이 측정예를 도시한 것이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 색공초점 센서의 모니터링부에 따른 측정점의 측정예를 도시한 것이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 색공초점 센서를 이용한 시편의 높이 및 측정점을 동시에 측정한 일 구현예를 도시한 것이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 색공초점 센서를 이용한 시편의 높이 및 측정점을 동시에 측정한 다른 구현예를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고, 여러 가지 실시예들을 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 이를 상세히 설명하고자 한다.
- [0028] 청구범위에 개시된 발명의 다양한 특징들은 도면 및 상세한 설명을 고려하여 더 잘 이해될 수 있을 것이다. 명세서에 개시된 장치, 방법, 제법 및 다양한 실시예들은 예시를 위해서 제공되는 것이다. 개시된 구조 및 기능상의 특징들은 통상의 기술자로 하여금 다양한 실시예들을 구체적으로 실시할 수 있도록 하기 위한 것이고, 발명의 범위를 제한하기 위한 것이 아니다. 개시된 용어 및 문장들은 개시된 발명의 다양한 특징들을 이해하기 쉽게 설명하기 위한 것이고, 발명의 범위를 제한하기 위한 것이 아니다.
- [0029] 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다.

- [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 색공초점 센서의 구성도를 도시한 것으로, 이하, 도 1을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 색공초점 센서를 설명한다.
- [0032] 본 발명의 일 실시예에 따른 색공초점 센서(10)는 입사광(light)(L)을 생성하는 광원부(110); 광원부(110)로부터 입사광(L)을 전달받는 광 서큘레이터(120); 기하 위상 렌즈(132)를 구비하며 광 서큘레이터(120)로부터 전달받은 입사광(L)을 변조하여 색수차를 발현시킨 입사광(L)을 시편(20)에 방출하며, 시편(20)으로부터 반사되는 반사광(R)을 수광하는 광 변환부(130); 광 변환부(130)에서 방출된 입사광(L)이 조사되는 시편(20)이 위치하는 스테이지(140); 시편(20)에 의하여 반사되는 반사광(R)을 분할하는 광 분할기(150); 광 분할기(150)를 투과하여 광 변환부(140)에 수광되는 반사광(R)을 검출하는 측정부(160); 및 광 분할기(150)에 의하여 반사되는 반사광(R)을 검출하는 모니터링부(170)을 포함한다.
- [0034] 광원부(110)는 입사광(L)으로 넓은 파장 대역(broad band)을 가지는 광(light)을 생성하고 생성된 광을 방출하는 장치로서, 광원부(110)를 통하여 생성 내지 방출되는 입사광(L)은 백색 광원일 수 있다.
- [0036] 광 서큘레이터(120)는 광섬유(optical fiber)로 구성되는 것일 수 있으며, 광원부(110)와 광 변환부(130) 사이에 배치되는 것이며, 광원부(110)에서 생성된 입사광(L)은 광 서큘레이터(120)에 전달되며, 광 서큘레이터(120)는 광섬유를 통하여 광 변환부(130)에 입사광(L)을 전달되며, 보다 구체적으로는 후술되는 광 변환부(130)의 시준렌즈(131)에 입사광(L)을 전달하는 것일 수 있다. 광 서큘레이터(120)는 후술되는 검출부(160)와 연결되는 것일 수 있으며, 시편(20)으로부터 반사되어 되돌아오는 반사광(R)을 검출부(160)에 전달한다.
- [0038] 광 변환부(130)는 광 서큘레이터(120)에서 전달받은 입사광(L)을 변조하여 색수차를 발현하는 것이며, 색수차가 발현된 입사광(L)을 시편(20)을 향하여 방출하며, 방출되는 색수차가 발현된 입사광(L)은 시편(20)에 조사되는 것일 수 있다. 또한, 광 변환부(130)는 시편(20)에 도달된 색수차가 발현된 입사광(L)이 시편(20)에 반사되어 되돌아오는 반사광(R)을 수광하는 것일 수 있다.
- [0039] 광 변환부(130)는 광 서큘레이터(120)로부터 전달받은 입사광(L)의 경로를 따라 시준렌즈(131); 시준렌즈(131) 후단에 배치되는 기하 위상 렌즈(132); 및 기하 위상 렌즈(132) 후단에 배치되는 제1 위상 지연판(133)을 포함하며, 보다 구체적으로, 광 서큘레이터(120)로부터 전달받은 입사광(L)이 우선적으로 도달하는 시준렌즈(collimating lens)(131); 시준렌즈(131)를 통과한 입사광(평행광)(R)이 도달하는 기하 위상 렌즈(geometrical phase lens)(132); 및 기하 위상 렌즈(132)를 통과한 입사광(L)이 도달하는 제1 위상 지연판(133)을 포함하는 것일 수 있다.
- [0040] 또한, 광 변환부(130)는 시편(20)으로부터 반사되어 되돌아오는 반사광(R)을 제1 위상 지연판(133); 기하 위상 렌즈(132); 및 시준렌즈(131)의 순서로 통과시키며, 시준렌즈(131)는 광 서큘레이터(120)에 반사광(R)을 전달한다.
- [0042] 시준렌즈(131)는 광 서큘레이터(120)와 광섬유로 연결되는 것일 수 있으며, 광섬유에 의하여 광 서큘레이터(120)로부터 광원부(110)에서 생성된 입사광(L)을 전달받는다. 동시에, 시준렌즈(131)는 시편(20)으로부터 반사되어 되돌아오는 반사광(R)을 광섬유에 의하여 광 서큘레이터(120)에 전달한다.
- [0043] 시준렌즈(131)는 광 서큘레이터(120)에 의하여 전달받은 입사광(L)을 통과시키면서 평행광으로 변환시키며, 기하 위상 렌즈(132)에 대하여 평행광을 전달한다.
- [0045] 기하 위상 렌즈(132)는 시준렌즈(131)로부터 전달받은 평행광을 편광시켜 2개의 입사광(R)으로 분리한다.
- [0046] 기하 위상 렌즈(132)를 투과하는 광(입사광 또는 반사광)이 선형 편광을 가지는 경우, 광은 각각 2개의 광으로 나뉘어지며, 이때 각각의 광은 우원편광(right-hand circular polarization, RHP)과 좌원편광(left-hand circular polarization, LHP)을 가지게 된다. 이는 무편광(randomly polarization)을 가지는 경우에도 동일하

다.

[0047] 기하 위상 렌즈(132)는 투과하는 광(입사광 또는 반사광)의 편광 상태에 따라 우원 편광(RHP)의 광은 좌원 편광(LHP)으로 전환되어 시편(20)에 대하여 수렴하는 수렴광(collective light)을 형성하며, 좌원 편광(LHP)의 광은 우원 편광(RHP)으로 전환되어 시편(20)에 대하여 발산하는 발산광(divergent light)을 형성한다.

[0048] 일례로서, 도 2의 (a)를 참조하면, 기하 위상 렌즈(132)를 향하여 투과하는 광이 우원 편광(RHP)인 경우, 기하 위상 렌즈(132)를 통과하여 좌원 편광(LHP)으로 변조되는 것이며, 수렴하는 수렴광을 형성한다.

[0049] 일례로서, 도 2의 (b)를 참조하면, 기하 위상 렌즈(132)를 향하여 투과하는 광이 좌원 편광(LHP)인 경우, 기하 위상 렌즈(132)를 통과하여 우원 편광(RHP)으로 변조되는 것이며, 발산하는 발산광으로 전환된다.

[0050] 일례로서, 도 2의 (c)를 참조하면, 기하 위상 렌즈(132)를 향하여 투과하는 광이 선형 편광(LP)인 경우, 기하 위상 렌즈(132)를 통과하여 우원 편광(RHP) 및 좌원 편광(LHP)으로 변조되는 것이며, 수렴되는 수렴광과 발산되는 발산광으로 전환된다.

[0051] 기하 위상 렌즈(132)는 메타 렌즈(Metalens) 중의 하나로 얇은 기판 위에 나노미터 수준의 기둥들을 이용하여 메타 표면을 만들고, 이를 이용하여 렌즈 효과 및 수차 보정, 분산 보정 등의 기능을 수행할 수 있도록 설계, 제작될 수 있으며, 기하 위상 렌즈(132)는 메타 표면을 형성하는 기하 위상 렌즈(132)의 재료(material), 기하학적형상(geometry), 방향(orientation) 및 공간적 분포(spatial distribution)를 조절함에 따라, 위상의 전체 범위($0 \sim 2\pi$)를 커버하도록 위상을 점진적으로 증가시킬 수 있다.

[0052] 특히, 기하 위상 렌즈(132)는 내부 액정의 배열이 도 3와 같이 존 플레이트(zone plate)와 같은 구조로 형성되는 것일 수 있으며, 기하 위상 렌즈(132)를 투과하는 광의 파장과 패턴의 간격에 따라 투과하는 광의 각 파장들이 서로 다른 방향으로 굴절하여 각 파장에 따른 초점 위치가 변화하는 특성을 가지는 것일 수 있다. 이를 이용하여, 기하 위상 렌즈(132)는 색공초점 현미경의 구성이 가능해지는 것이며, 이때, 광의 파장 이동($\Delta\lambda$)과 초점의 변화(Δf)는 하기 식 (1)과 같은 관계를 가진다.

[0053] 식 (1):

$$\Delta f/f = - \Delta\lambda/\lambda$$

[0054]

[0056] 기하 위상 렌즈(132)의 메타 표면에 의하여, 기하 위상 렌즈(132)를 투과하는 입사광(R)은 각 파장이 서로 다른 방향에 따라 굴절하므로 입사광(R)은 각각 다른 초점 위치를 가지는 색수차가 발현될 수 있다. 색수차의 발현으로 인하여, 시편(20)에 의하여 반사되어 되돌아오는 반사광(R)의 각 파장을 분석하여 시편(20)의 높이를 측정부(160)에서 측정 내지 판단할 수 있다.

[0058] 제1 위상 지연판(133)은 1/4 파장 지연판(quarter-wave plate; QWP)일 수 있으며, 투과하는 광(입사광 또는 반사광)의 원 편광(우원 편광 내지 좌원 편광)을 선형 편광으로 전환시키거나, 투과하는 광(입사광 또는 반사광)의 직선 편광을 원 편광으로 전환시키는 것일 수 있다.

[0060] 제1 위상 지연판(133)은 기하 위상 렌즈에 의하여 2개로 나누어진 입사광(우원 편광 및 좌원 편광)이 투과되는 것이며, 제1 위상 지연판(133)은 기하 위상 렌즈(132)로부터 우원 편광과 좌원 편광으로 편광된 2개의 입사광(L)을 전달받으며, 전달받은 우원 편광과 좌원 편광을 선형 편광으로 변환시킨 후, 시편(20)에 대하여 입사광(L)을 방출한다. 이때, 시편(20)에 대하여 방출되는 입사광(L)은 시편(20)에 초점을 형성하는 수렴하는 광(수렴광)과 시편(20)에 대하여 발산하는 광(발산광)으로 구성된다.

[0061] 또한, 제1 위상 지연판(133)은 시편(20)으로부터 반사되어 되돌아오는 반사광(R)을 우선적으로 수광하며, 수광된 반사광(R)을 기하 위상 렌즈(132)로 전달하며, 제1 위상 지연판(133)은 선형 편광을 가지는 반사광(R)을 원 편광(우원 편광 내지 좌원 편광)으로 변환시키는 것일 수 있다.

[0062] 일 구현예로서, 도 4를 참조하면, 시준렌즈(121)에 의하여 평행광으로 전달되는 입사광(L) 중 우원 편광(RHP)은

기하 위상 렌즈(132)를 통하여 수렴되는 좌원 편광(LHP)으로 변환된 후, 제1 위상 지연판(133)에 의하여 좌원 편광(LHP)은 선형 편광(LP)으로 변환되며 수렴되는 광(LP1)의 형태로 시편(20)에 초점을 형성하면서 도달된 후, 시편(20)에 반사되어 반사광(R)으로 되돌아오며 반사광(R)은 선형 편광(LP2)으로 제1 위상 지연판(133)에 투과되어 좌원 편광(LHP)로 변환된 후 기하 위상 렌즈(122)에 의하여 우원 편광(RHP)로 변환되고 평행광의 형태로 시준렌즈(131)로 입사된다.

[0063] 시편(specimen)(20)은 소정의 면적을 가지는 것이며, 표면이 다양한 높이차(단차)를 갖는 것일 수 있다. 광 변환부(130)에서 방출된 입사광(L)이 초점을 형성되는 것일 수 있다.

[0065] 스테이지(stage)(140)는 시편(20)이 고정하여 유지할 수 있도록 구성되는 것일 수 있다. 스테이지(140)는 광 변환부(110)로부터 조사되는 광(L)이 도달할 수 위치에 배치되는 것이며, 시편(20)이 마련될 수 있는 소정의 면적을 제공하며, 평평한 표면을 가지는 것일 수 있다.

[0067] 광 분할기(beam splitter)(150)는 광 변환부(130)와 시편(20) 사이의 광의 경로에 배치되는 것일 수 있다. 광 분할기(150)는 시편(20)에 도달된 광(L)이 반사되어 되돌아오는 반사광(R)의 일부를 투과시켜 광 변환부(130)에 도달하도록 하며, 반사광(R)의 다른 일부를 반사시켜 모니터링부(170)에 도달하도록 한다.

[0068] 광 분할기(150)에서 투과된 반사광(R)은 광 변환부(130)로 입사되는 것이며, 보다 구체적으로 제1 위상 지연판(133)에 도달하고, 이후, 기하 위상 렌즈(132), 시준렌즈(131)를 통과하여 광 서클레이터(120)로 입사하게 된다.

[0069] 이때, 시편(20)에서 반사된 2개의 반사광(R)은 시편에 대하여 수렴되는 광과 발산되는 광이며, 시편(20)에서 반사되어 제1 위상 지연판(133), 기하 위상 렌즈(132)를 통과하여 평행광의 형태로 시준렌즈(131)에 입사하게 된다. 이후, 시준렌즈(131)를 통과하여 수렴되는 광은 광섬유를 통하여 광 서클레이터(120)에 도달하게 되며, 광 서클레이터와 연결된 측정부(160)에 도달하여, 측정부(160)에서 검출된 파장을 통하여 시편(20)의 높이를 측정할 수 있다.

[0070] 측정부(160)는 분광기(spectrometer)일 수 있으며, 광 서클레이터(120)를 통하여 반사광(R)을 검출하며, 반사광(R)의 스펙트럼을 분석하는 것이며, 보다 구체적으로는 시편(20)의 높이에 따른 반사광(R)의 파장을 관찰하고, 이를 분석하여 시편(20)의 높이를 측정할 수 있다.

[0071] 보다 구체적으로, 도 5를 참조하면, 도 5의 (a)와 같이 시편의 임의의 위치(측정점)에서의 검출되는 시편의 높이에 따른 반사광의 파장 대역별 강도를 관찰한 것이며, 도 5의 (b)는 반사광이 검출되는 위치가 시편의 높이 방향으로 이동함에 따른 파장의 변화를 도시한 것이며, 도 5의 (c)는 시편의 높이 방향으로 이동하면서 변화된 파장의 변화를 상기 식(1) 및 도 5의 (b)를 이용하여 수학적으로 모델링할 수 있으며, 이를 통하여 획득한 측정 결과를 도시한 것이다.

[0073] 모니터링부(170)는 광 분할기(150)에 의하여 반사된 반사광을 수광하며, 반사되는 광이 우선적으로 도달하는 제2 위상 지연판(171); 제2 위상 지연판(171)을 통과한 광이 도달하는 선형 편광기(172); 및 선형 편광기(172)를 통과한 광이 도달하는 결상렌즈(173)를 포함한다. 모니터링부(170)는 결상렌즈(173)를 통과한 광을 검출하는 카메라(174)를 더 포함할 수 있다.

[0074] 제2 위상 지연판(171); 선형 편광기(172); 및 결상렌즈(173)는 광의 경로에 순차적으로 배치되는 것일 수 있으며, 광 분할기(150)에서 반사되는 반사광(R)이 제2 위상 지연판(171), 선형 편광기(polarizer; P)(172) 및 결상렌즈(imaging lens; IL)(173)를 통해서 카메라(174)에서 검출되는 것일 수 있다.

[0075] 도 6의 (a)를 참조하면, 시편(20)의 초점을 형성하는 광은 일반적으로 광 강도(intensity)가 매우 높으므로 카메라(174)를 통한 검출시 포화현상(saturation)이 발생되며, 포화현상으로 인하여 정확한 측정 위치를 확인할 수 없다.

[0076] 따라서, 모니터링부(170)는 제2 위상 지연판(171)을 구비함으로써, 제2 위상 지연판(171)은 시편(20)으로부터 반사되는 광을 서로 수직의 선형편광 변환되며, 이는 선형 편광기(172)를 통해 광량을 제어할 수 있다. 이로 인하여, 도 6의 (b)를 참조하면, 카메라(174)에서 검출시 포화현상이 발생되지 않으며, 비교적 선명한 이미지를

획득할 수 있으며 동시에 측정 위치를 확인할 수 있다.

- [0078] 제2 위상 지연판(171)은 1/4 파장 지연판(quarter-wave plate; QWP)일 수 있으며, 입사하는 광의 원 편광(우원 편광 내지 좌원 편광)을 선형 편광으로 전환시키거나, 입사하는 광의 직선 편광을 원 편광으로 전환시키는 것일 수 있다.
- [0080] 제2 위상 지연판(171)에 수광되는 반사광(R)은 수렴되는 광과 발산되는 광을 모두 포함한다.
- [0081] 선형 편광기(172)는 제2 위상 지연판(171)으로부터 전달받은 반사광(R)의 광량을 제어하는 것이며, 제2 위상 지연판(171)과 결상렌즈(173) 사이에 배치된다.
- [0082] 결상렌즈(173)는 반사광(R)의 경로 상에 배치되는 것이며, 선형 편광기(172)로부터 전달받은 반사광(R)을 카메라(174)에 집광시키는 것일 수 있다.
- [0083] 카메라(174)는 CCD(Charge-Couple Device) 카메라 또는 CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor) 카메라일 수 있으며, 바람직하게는 CMOS 카메라일 수 있다.
- [0085] 카메라(174)는 도달된 반사광(R)으로부터, 측정부(160)에서의 시편(20)의 높이를 측정하는 지점(측정점)을 이미지 지를 통하여 구현할 수 있다. 카메라(174)에서는 시편(20)에 초점으로 맺힌 입사광(L)의 반사광(R)과 시편(20)에 넓게 조사된 입사광(L)의 반사광(R)이 동시에 검출되는 것이므로, 카메라(174)에서는 측정부(160)에서 시편(20)의 높이를 측정하는 지점(측정점)을 이미지로서 구현할 수 있으며, 이를 통하여 측정점을 확인하며, 측정부(160)에서의 시편(20)의 측정점이 변경되는 경우에도 연속적으로 모니터링이 가능하다.
- [0087] 일 구현예로서, 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 색공초점 센서(10)의 작동례는, 광원부(110)에서 생성된 광(L)이 광 서클레이터(120)로 전달되며, 광 서클레이터(120)에 의하여 시준렌즈(131)로 광(L)이 전달된다. 시준렌즈(131)에 전달되는 광은 평행광으로 변조되며, 변조된 평행광은 기하 위상 렌즈(132)에 도달하여 우원 편광 및 좌원 편광으로 나누어지며, 우원 편광 및 좌원 편광은 제1 위상 지연판(1/4 파장 지연판)(133)을 통과한다. 이후, 광 분할기(150)를 관통하여 스테이지(140) 상에 마련된 시편(20)에 도달한다. 시편(20)에 도달된 광(우원 편광 및 좌원 편광) 중 일부(좌원 편광)는 시편(20)에서 초점을 형성하는 수렴되는 광이며, 다른 일부(우원 편광)는 시편(20)에 초점을 형성하지 않는 발산되는 광이다. 시편(20)에 도달된 광(L)은 반사되어 광 분할기(150)로 반사광(R)으로 되돌아가며, 광 분할기는 일부의 반사광(R)은 광 변환부(130)로 투과시키며, 다른 일부의 반사광(R)은 모니터링부(170)로 반사시킨다.
- [0088] 광 변환부(130)에 도달하는 반사광(R)은 제1 위상 지연판(133)과 기하 위상 렌즈(132)를 순차적으로 통과하며, 시편(20)에 대하여 발산하는 광(우원 편광)은 제1 위상 지연판(133)과 기하 위상 렌즈(132)를 통과하면서 더욱 발산하게 되어 시준렌즈(131) 내지 광 서클레이터(120)에 도달하지 못하며, 시편(20)에 대하여 수렴하는 광(좌원 편광)은 제1 위상 지연판(133) 및 기하 위상 렌즈(132)를 통과하면서 우원 편광으로 변조되며 동시에 평행광으로 변조되면서 시준렌즈(131)를 통과하여 반사광(R)은 서클레이터(120)로 입사된다. 광 서클레이터(120)에 입사된 반사광(R)은 측정부(160)에 의하여 검출되며, 측정부(160)는 검출된 반사광(R)을 통하여 시편(20)의 높이를 측정할 수 있다.
- [0089] 모니터링부(170)에 도달하는 반사광(R)은 제2 위상 지연판(1/4 파장 지연판)(171)과 선형 편광기(172)를 통과한 결상렌즈(173)를 통하여 카메라(174)에 검출된다. 카메라(174)에 검출된 반사광은 시편(20)에 대하여 초점을 형성하는 수렴하는 광과 초점을 형성하지 않는 발산하는 광 모두를 검출하는 것이며, 이를 통하여 시편(20)의 높이를 특정하는 위치를 측정할 수 있다.
- [0090] 따라서, 측정부(160)를 통하여 시편(20)의 높이를 측정하는 위치(측정점)가 변경되는 경우에도, 동시에 모니터링부(170)에서는 높이를 측정하는 위치(측정점)를 측정할 수 있다.
- [0092] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 색공초점 센서를 이용한 시편의 높이 및 측정점을 동시에 측정한 일 구현예

를 도시한 것으로, 도 7의 (a) 높이를 각각 6 mm, 8 mm, 10 mm를 가지는 시편을 준비하였을 때, 도 7의 (b)에서 측정점의 위치를 확인할 수 있으며, 도 7의 (c)에서 시편의 높이가 측정점이 이동(“Lateral movement”)함에 따라 시편의 높이가 다르게 측정되는 것을 확인할 수 있다.

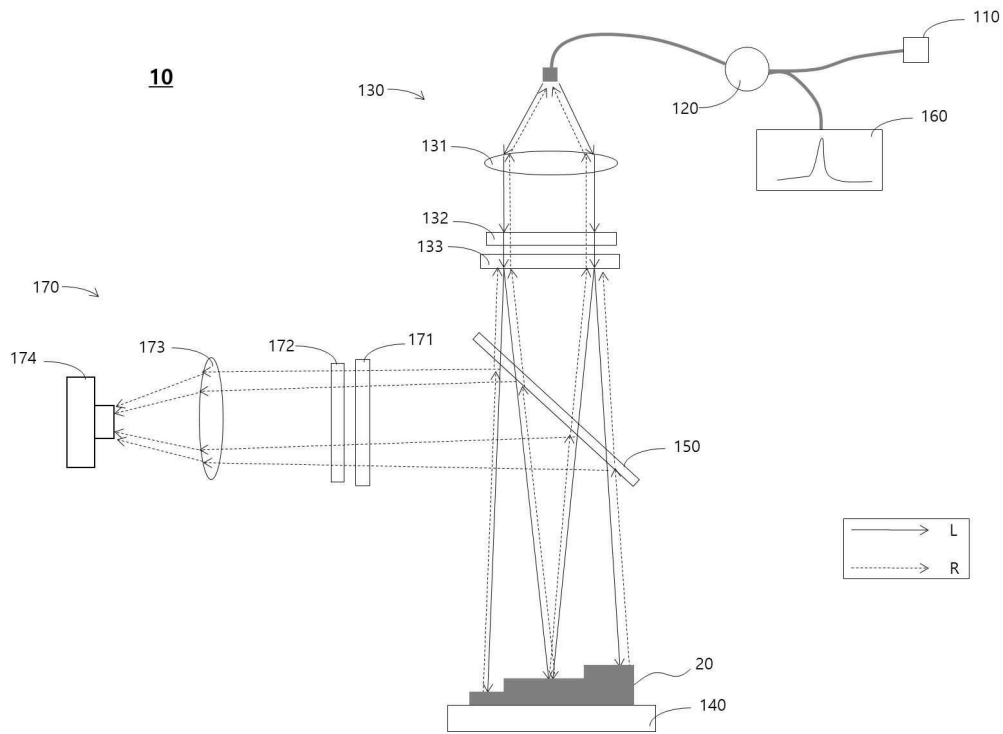
- [0094] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 색공초점 센서를 이용한 시편의 높이 및 측정점을 동시에 측정한 다른 구현 예를 도시한 것으로, 도 8의 (a)를 참조하면 측정점이 이동함에 따라 높이가 각각 상이하게 측정되는 것을 확인할 수 있으며, 도 8의 (b)는 도 8의 (a)에서의 특정 지점(red point)에서의 위치를 확인할 수 있다.
- [0096] 이상의 설명은 본 발명의 기술적 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로, 통상의 기술자라면 본 발명의 본질적인 특성이 벗어나지 않는 범위에서 다양한 변경 및 수정이 가능할 것이다.
- [0097] 본 명세서에 개시된 다양한 실시예들은 순서에 관계없이 수행될 수 있으며, 동시에 또는 별도로 수행될 수 있다.
- [0098] 일 실시예에서, 본 명세서에서 설명되는 각 도면에서 적어도 하나의 단계가 생략되거나 추가될 수 있고, 역순으로 수행될 수도 있으며, 동시에 수행될 수도 있다.
- [0099] 본 명세서에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술적 사상을 한정하기 위한 것이 아니라, 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예들에 의하여 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.
- [0100] 본 발명의 보호범위는 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 이해되어야 한다.

부호의 설명

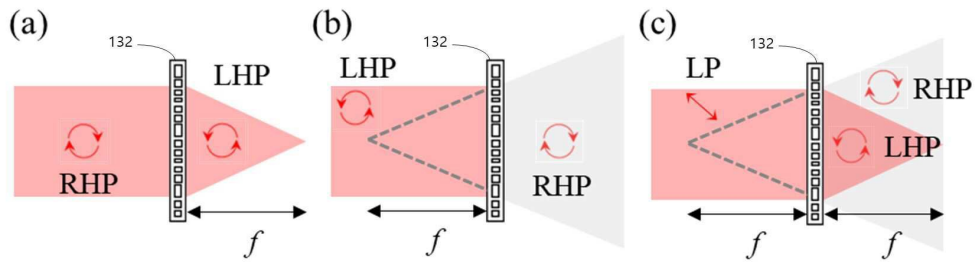
- [0101] 10: 색공초점 센서
20: 시편
110: 광원부
120: 광 서큐레이터
130: 광 변환부
140: 스테이지
150: 광 분할기
160: 측정부
170: 모니터링부

도면

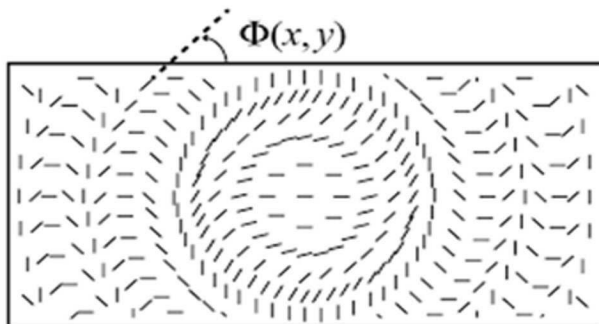
도면1



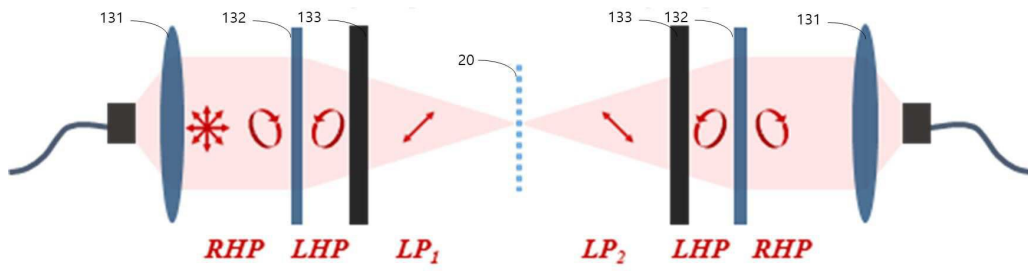
도면2



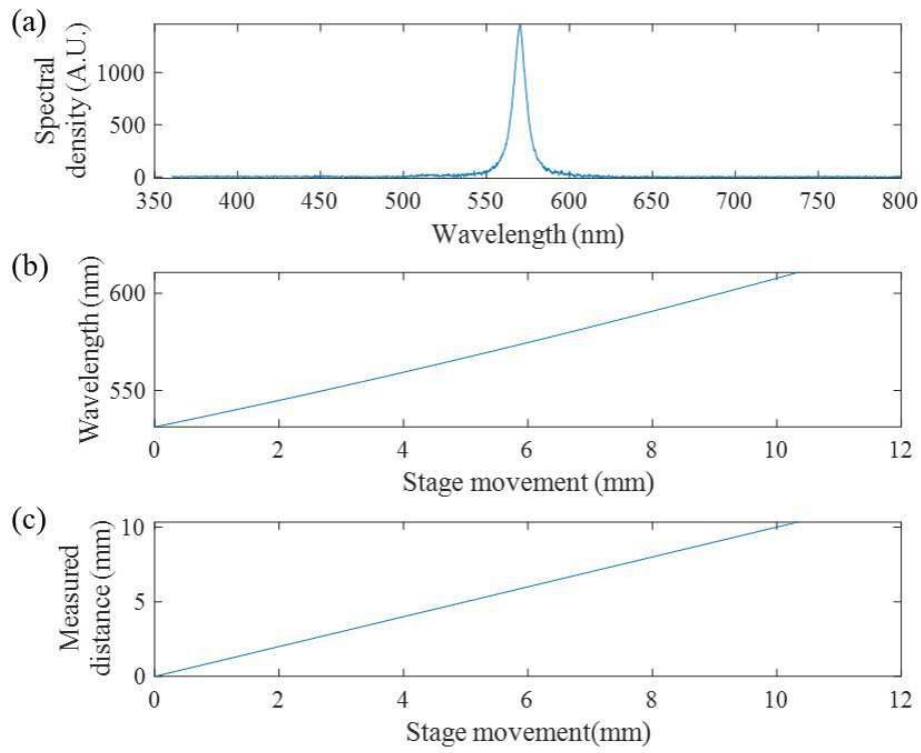
도면3



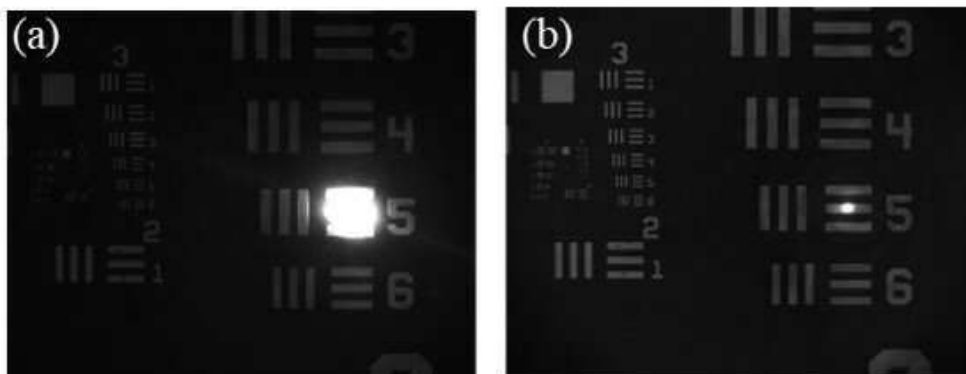
도면4



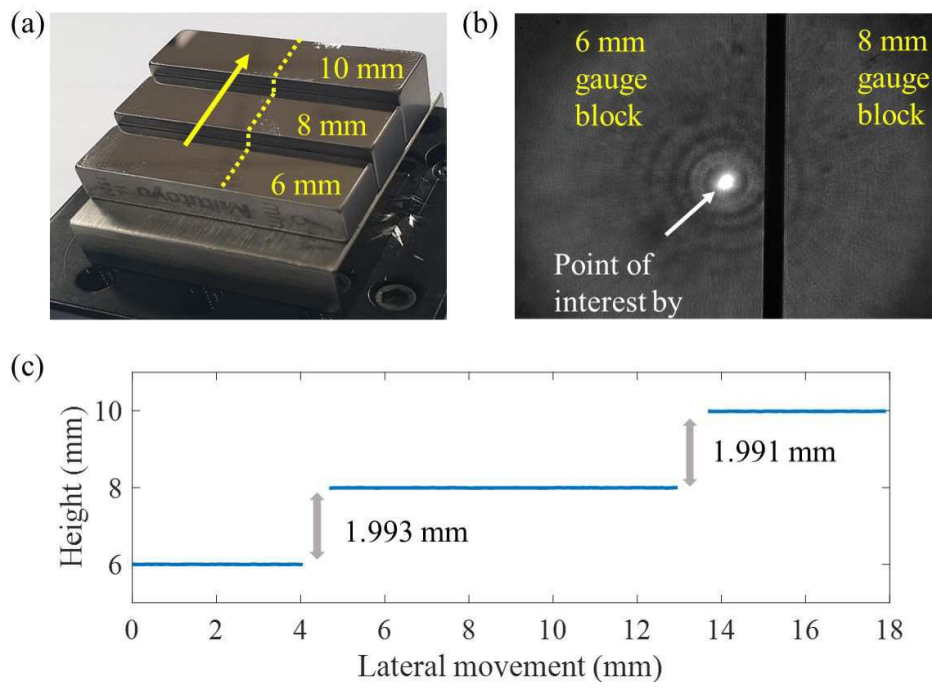
도면5



도면6



도면7



도면8

