



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0046353
(43) 공개일자 2024년04월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01B 11/24 (2006.01) G01B 11/02 (2006.01)
G01B 9/02 (2022.01) G01N 21/35 (2014.01)
G01N 21/45 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01B 11/2441 (2013.01)
G01B 11/022 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0125103
(22) 출원일자 2022년09월30일
심사청구일자 2022년09월30일

(71) 출원인
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 갯벌로 27, 인천대학교 이노베이션센터(송도동)
파크시스템스 주식회사
경기도 수원시 영통구 광교로 109 (이의동)
(72) 발명자
최수봉
인천광역시 연수구 해돋이로84번길 10 (송도동, 송도풍림아이원6단지아파트)
임재승
인천광역시 연수구 인천타워대로132번길 9 (송도동)
안병운
경기도 안양시 동안구 시민대로159번길 62 (비산동, 은하수벽산아파트)
(74) 대리인
특허법인(유)남아이피그룹, 특허법인 남앤남

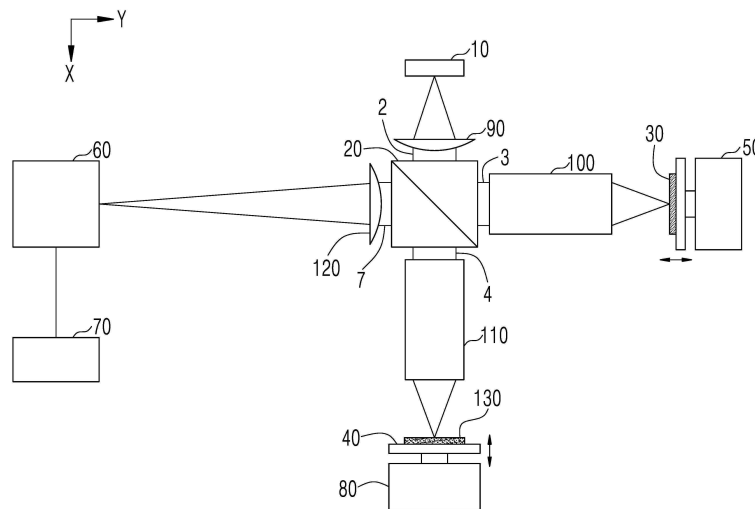
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 장치 및 방법

(57) 요약

적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 장치가 개시된다. 본 발명의 실시예에 따른 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 장치는, 적외선 영역대의 조명광을 발생시키는 광원; 광원에서 제공되는 조명광을 기준광과 측정광으로 분할하는 광분할부; 기준광이 조사되는 기준거울; 측정광이 조사되는 시료가 배치되는 스테이지; 기준거울을 광분할부 방향으로 전진 또는 후진시키는 제1 광경로 조절부; 기준거울에서 반사되는 기준광과 시료의 표면에서 반사되는 측정광의 중첩으로 형성되는 제1 간섭무늬 및 기준거울에서 반사되는 기준광과 시료의 내부 경계면에서 반사되는 측정광의 중첩으로 형성되는 제2 간섭무늬를 연속적으로 촬영하는 적외선 카메라; 및 제1 간섭무늬와 제2 간섭무늬를 픽셀별 및 기준거울의 이동에 따라 누적된 프레임별로 분석하여 시료의 3차원 표면지형 및 내부지형 정보를 산출하는 이미지 처리부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01B 9/02 (2022.01)

G01N 21/35 (2013.01)

G01N 21/45 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711175276
과제번호	2022M3H4A4085814
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	나노소재기술개발
연구과제명	3D 반도체 공정 계측 및 분석을 위한 적외선 백색광 간섭계 현미경-주사탐침현미경
융합 시스템 개발	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	인천대학교
연구기간	2022.08.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

적외선 영역대의 조명광을 발생시키는 광원;

상기 광원에서 제공되는 조명광을 기준광과 측정광으로 분할하는 광분할부;

상기 기준광이 조사되는 기준거울;

상기 측정광이 조사되는 시료가 배치되는 스테이지;

상기 기준거울을 상기 광분할부 방향으로 전진 또는 후진시키는 제1 광경로 조절부;

상기 기준거울에서 반사되는 기준광과 상기 시료의 표면에서 반사되는 측정광의 중첩으로 형성되는 제1 간섭무늬 및 상기 기준거울에서 반사되는 기준광과 상기 시료의 내부 경계면에서 반사되는 측정광의 중첩으로 형성되는 제2 간섭무늬를 연속적으로 촬영하는 적외선 카메라; 및

상기 제1 간섭무늬와 제2 간섭무늬를 픽셀별 및 상기 기준거울의 이동에 따라 누적된 프레임별로 분석하여 상기 시료의 3차원 표면지형 및 내부지형 정보를 산출하는 이미지 처리부를 포함하는 것을 특징으로 하는 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 장치.

청구항 2

적외선 영역대의 조명광을 발생시키는 광원;

상기 광원에서 제공되는 조명광을 기준광과 측정광으로 분할하는 광분할부;

상기 기준광이 조사되는 기준거울;

상기 측정광이 조사되는 시료가 배치되는 스테이지;

상기 스테이지를 상기 광분할부 방향으로 전진 또는 후진시키는 제2 광경로 조절부;

상기 기준거울에서 반사되는 기준광과 상기 시료의 표면에서 반사되는 측정광의 중첩으로 형성되는 제1 간섭무늬 및 상기 기준거울에서 반사되는 기준광과 상기 시료의 내부 경계면에서 반사되는 측정광의 중첩으로 형성되는 제2 간섭무늬를 연속적으로 촬영하는 적외선 카메라; 및

상기 제1 간섭무늬와 제2 간섭무늬를 픽셀별 및 상기 시료의 이동에 따라 누적된 프레임별로 분석하여 상기 시료의 3차원 표면지형 및 내부지형 정보를 산출하는 이미지 처리부를 포함하는 것을 특징으로 하는 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 장치.

청구항 3

제1 항 또는 제2 항에 있어서,

상기 광원에서 발생되는 조명광을 평행광으로 변환시키는 시준렌즈를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 장치.

청구항 4

제1 항 또는 제2 항에 있어서,

상기 광분할부에서 제공되는 기준광을 상기 기준거울에 집광하는 제1 대물렌즈부; 및

상기 광분할부에서 제공되는 측정광을 상기 시료에 집광하는 제2 대물렌즈부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 장치.

청구항 5

제1 항 또는 제2 항에 있어서,

상기 기준거울에서 반사되는 기준광과 상기 시료의 표면에서 반사되는 측정광 및 상기 시료의 내부 경계면에서 반사되는 측정광을 상기 적외선 카메라에 집광하는 이미징렌즈를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 장치.

청구항 6

제1 항 또는 제2 항에 있어서,

상기 기준거울은 상기 시료의 두께에 해당하는 광경로 차이를 보상하기 위한 보상층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 장치.

청구항 7

제1 항 또는 제2 항에 있어서,

상기 시료의 내부 경계면은 표면보다 반사율이 높은 소재로 형성되는 것을 특징으로 하는 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 장치.

청구항 8

광원에서 적외선 영역대의 조명광을 발생시키는 단계;

광분할부에서 상기 광원에서 제공되는 조명광을 기준광과 측정광으로 분할하고 상기 기준광을 기준거울에 조사하고 상기 측정광을 스테이지에 배치되는 시료에 조사하는 단계;

제1 광경로 조절부에서 상기 기준거울을 상기 광분할부 방향으로 전진 또는 후진시키는 단계;

적외선 카메라에서 상기 기준거울에서 반사되는 기준광과 상기 시료의 표면에서 반사되는 측정광의 중첩으로 형성되는 제1 간섭무늬 및 상기 기준거울에서 반사되는 기준광과 상기 시료의 내부 경계면에서 반사되는 측정광의 중첩으로 형성되는 제2 간섭무늬를 연속적으로 촬영하는 단계; 및

상기 이미지 처리부에서 제1 간섭무늬와 제2 간섭무늬를 픽셀별 및 상기 기준거울의 이동에 따라 누적된 프레임별로 분석하여 상기 시료의 3차원 표면지형 및 내부지형 정보를 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 방법.

청구항 9

광원에서 적외선 영역대의 조명광을 발생시키는 단계;

광분할부에서 상기 광원에서 제공되는 조명광을 기준광과 측정광으로 분할하고 상기 기준광을 기준거울에 조사하고 상기 측정광을 스테이지에 배치되는 시료에 조사하는 단계;

제2 광경로 조절부에서 상기 시료를 상기 광분할부 방향으로 전진 또는 후진시키는 단계;

적외선 카메라에서 상기 기준거울에서 반사되는 기준광과 상기 시료의 표면에서 반사되는 측정광의 중첩으로 형성되는 제1 간섭무늬 및 상기 기준거울에서 반사되는 기준광과 상기 시료의 내부 경계면에서 반사되는 측정광의 중첩으로 형성되는 제2 간섭무늬를 연속적으로 촬영하는 단계; 및

상기 이미지 처리부에서 제1 간섭무늬와 제2 간섭무늬를 픽셀별 및 상기 시료의 이동에 따라 누적된 프레임별로 분석하여 상기 시료의 3차원 표면지형 및 내부지형 정보를 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 방법.

청구항 10

제8 항 또는 제9 항에 있어서,

상기 시료의 내부 경계면은 표면보다 반사율이 높은 소재로 형성되는 것을 특징으로 하는 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 적외선의 간섭 무늬를 이용해서 시료의 3차원 표면지형 및 내부지형을 측정할 수 있는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근의 나노과학, 반도체, 나노물리, 나노화학, 나노재료, 나노광학, 표면과학, 의료영상, 생물학, 생명물리, 의학물리, 또는 의광학 분야에서 3차원 나노 구조 또는 마이크로 미터 구조를 갖는 시료의 3차원 형상 정보를 측정하고자 하는 요구가 높아지고 있다.

[0003] 이러한, 샘플의 3차원 형상 정보를 측정하는데 주로 사용되는 방법은 촉침식(stylus type) 형상 측정기, 주사식 전자 현미경(Scanning Electron Microscope, SEM), 주사식 촉침 현미경(Scanning Probe Microscope, SPM), 위상천이 간섭계(Phase Shifting Interferometry, PSI), 동초점 주사 현미경(Confocal Scanning Microscope, CSM) 등이 있다.

[0004] 이러한 형상 측정기는 촉침법 형상 측정기, 슬릿광 주사법 형상 측정기, 영사식 모아레법을 사용하는 형상 측정기, 레이저 간섭법을 이용하는 형상 측정기, 공초점 원리를 사용하는 형상 측정기, 백색광의 간섭현상을 이용하는 형상 측정기로 크게 분류할 수 있다.

[0005] 일반적으로 평면 디스플레이, 반도체, MEMS(Micro Electro Mechanical Systems), 광부품, 미세 정밀 부품 등의 미세가공 표면 형상이나 결함을 검출하기 위해 간섭계 방식이 이용되고 있다.

[0006] 측정 대상이 되는 물체의 표면에 대한 간섭계 패턴을 생성하고 분석함으로써 물체의 두께 및/또는 입체 형상을 얻는 것이 가능하다.

[0007] 백색광 주사 간섭계는 광원에서 나온 조명광을 각각 기준면과 측정면에 조사한 후 광분할기를 이용해 합쳐서 측정면의 영상과 줄무늬의 간섭신호를 획득하여 측정 대상이 되는 물체의 표면 단차를 측정할 수 있지만, 내부 구조를 측정할 수 없다는 문제점을 가지고 있었다.

[0008] 가장 널리 알려진 3차원 형상 측정에 이용되는 광학간섭계는 마이켈슨 간섭계, 미라우 간섭계 및 리닉 간섭계가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1804527호 (등록일: 2017.11.28)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 시료의 3차원 표면지형 및 내부지형을 측정할 수 있는 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 장치는, 적외선 영역대의 조명광을 발생시키는 광원; 광원에서 제공되는 조명광을 기준광과 측정광으로 분할하는 광분할부; 기준광이 조사되는 기준거울; 측정광이 조사되는 시료가 배치되는 스테이지; 기준거울을 광분할부 방향으로 전진 또는 후진시키는 제1 광경로 조절부; 기준거울에서 반사되는 기준광과 시료의 표면에서 반사되는 측정광의 중첩으로 형성되는 제1 간섭무늬 및 기준거울에서 반사되는 기준광과 시료의 내부 경계면에서 반사되는 측정광의 중첩으로 형성되는 제2 간섭무늬를 연속적으로 촬영하는 적외선 카메라; 및 제1 간섭무늬와 제2 간섭무늬를 픽셀별 및 기준거울의 이동에 따라 누적된 프레임별로 분석하여 시료의 3차원 표면지형 및 내부지형 정보를 산출하는 이미지 처리부를 포함할 수 있다.

- [0012] 또한, 상기 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 장치는, 적외선 영역대의 조명광을 발생시키는 광원; 광원에서 제공되는 조명광을 기준광과 측정광으로 분할하는 광분할부; 기준광이 조사되는 기준거울; 측정광이 조사되는 시료가 배치되는 스테이지; 스테이지를 광분할부 방향으로 전진 또는 후진시키는 제2 광경로 조절부; 기준거울에서 반사되는 기준광과 시료의 표면에서 반사되는 측정광의 중첩으로 형성되는 제1 간섭무늬 및 기준거울에서 반사되는 기준광과 시료의 내부 경계면에서 반사되는 측정광의 중첩으로 형성되는 제2 간섭무늬를 연속적으로 촬영하는 적외선 카메라; 및 제1 간섭무늬와 제2 간섭무늬를 픽셀별 및 시료의 이동에 따라 누적된 프레임별로 분석하여 시료의 3차원 표면지형 및 내부지형 정보를 산출하는 이미지 처리부를 포함할 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 장치는, 광원에서 발생되는 조명광을 평행광으로 변환시키는 시준렌즈를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 장치는, 광분할부에서 제공되는 기준광을 기준거울에 집광하는 제1 대물렌즈부; 및 광분할부에서 제공되는 측정광을 시료에 집광하는 제2 대물렌즈부를 더 포함할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 장치는, 기준거울에서 반사되는 기준광과 시료의 표면에서 반사되는 측정광 및 시료의 내부 경계면에서 반사되는 측정광을 적외선 카메라에 집광하는 이미징렌즈를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 장치의 기준거울은 시료의 두께에 해당하는 광경로 차이를 보상하기 위한 보상층을 더 포함할 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 장치에서, 시료의 내부 경계면은 표면보다 반사율이 높은 소재로 형성될 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 방법은, 광원에서 적외선 영역대의 조명광을 발생시키는 단계; 광분할부에서 광원에서 제공되는 조명광을 기준광과 측정광으로 분할하고 기준광을 기준거울에 조사하고 측정광을 스테이지에 배치되는 시료에 조사하는 단계; 제1 광경로 조절부에서 기준거울을 광분할부 방향으로 전진 또는 후진시키는 단계; 적외선 카메라에서 기준거울에서 반사되는 기준광과 시료의 표면에서 반사되는 측정광의 중첩으로 형성되는 제1 간섭무늬 및 기준거울에서 반사되는 기준광과 시료의 내부 경계면에서 반사되는 측정광의 중첩으로 형성되는 제2 간섭무늬를 연속적으로 촬영하는 단계; 및 이미지 처리부에서 제1 간섭무늬와 제2 간섭무늬를 픽셀별 및 기준거울의 이동에 따라 누적된 프레임별로 분석하여 시료의 3차원 표면지형 및 내부지형 정보를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 방법은, 광원에서 적외선 영역대의 조명광을 발생시키는 단계; 광분할부에서 광원에서 제공되는 조명광을 기준광과 측정광으로 분할하고 기준광을 기준거울에 조사하고 측정광을 스테이지에 배치되는 시료에 조사하는 단계; 제2 광경로 조절부에서 시료를 광분할부 방향으로 전진 또는 후진시키는 단계; 적외선 카메라에서 기준거울에서 반사되는 기준광과 시료의 표면에서 반사되는 측정광의 중첩으로 형성되는 제1 간섭무늬 및 기준거울에서 반사되는 기준광과 시료의 내부 경계면에서 반사되는 측정광의 중첩으로 형성되는 제2 간섭무늬를 연속적으로 촬영하는 단계; 및 이미지 처리부에서 제1 간섭무늬와 제2 간섭무늬를 픽셀별 및 시료의 이동에 따라 누적된 프레임별로 분석하여 시료의 3차원 표면지형 및 내부지형 정보를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 방법에서, 시료의 내부 경계면은 표면보다 반사율이 높은 소재로 형성될 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명의 실시예에 따른 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 장치에 의하면, 간섭무늬를 픽셀별 및 프레임별로 분석하여 시료의 3차원 표면지형 및 내부지형을 측정할 수 있다.
- [0022] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 장치에 의하면, 웨이퍼의 하부에 위치하는 금속배선의 구조를 확인할 수 있다.
- [0023] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 장치에 의하면, 웨이퍼 적층 시 웨이퍼 사이의 얼라인을 확인할 수 있다.

[0024] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 장치에 의하면, 웨이퍼 적층 시 웨이퍼의 실리콘층 사이에 공기층이 존재하는지 여부를 확인할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 적외선 간섭계를 이용한 시료의 내부 구조 측정 장치를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 2는 도 1의 시료의 단면을 개략적으로 나타낸 것이다.

도 3은 임의의 픽셀에 대한 간섭광의 강도(intensity) 신호를 프레임 순서로 나열한 그래프이다.

도 4는 도 3의 그래프에 대하여 피팅 처리한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0027] 다만, 본 발명을 설명함에 있어서, 이미 공지된 기능 혹은 구성에 대한 설명은, 본 발명의 요지를 명료하게 하기 위하여 생략하기로 한다.

[0028] 도면에 나타난 X, Y, Z 축은 권리의 한정 의 용도가 아닌 설명의 편의를 위해서 임의로 정한 것으로, X축이 전(화살표 쪽), 후(화살표 반대쪽) 방향을 지시하고, Y축은 좌, 우방향을 지시하며, Z축은 상, 하방향을 지시하는 것으로 정의한다.

[0029] 이하에서 설명되는 각 방향은 이와 다르게 특별히 한정하는 경우를 제외하고, 이에 기초한 것이다.

[0030] 발명의 설명 및 청구범위 등에서 방향을 지칭하는 상(위쪽), 하(아래쪽), 좌우(옆쪽 또는 측방), 전(정, 앞쪽), 후(배, 뒤쪽) 등은 권리의 한정 의 용도가 아닌 설명의 편의를 위해서 도면 및 구성 간의 상대적 위치를 기준으로 정한 것이고, 이하에서 설명되는 각 방향은 이와 다르게 특별히 한정하는 경우를 제외하고, 이에 기초한 것이다.

[0031] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 적외선 간섭계를 이용한 시료(130)의 내부 구조 측정 장치(1)는, 적외선 영역대의 조명광(2)을 발생시키는 광원(10); 광원(10)에서 제공되는 조명광(2)을 기준광(3)과 측정광(4)으로 분할하는 광분할부(20); 기준광(3)이 조사되는 기준거울(30); 측정광(4)이 조사되는 시료(130)가 배치되는 스테이지(40); 기준거울(30)을 광분할부(20) 방향으로 전진 또는 후진시키는 제1 광경로 조절부(50); 스테이지(40)를 광분할부(20) 방향으로 전진 또는 후진시키는 제2 광경로 조절부(80); 기준거울(30)에서 반사되는 기준광(3)과 시료(130)의 표면(131)에서 반사되는 측정광(4)의 중첩으로 형성되는 제1 간섭무늬(5) 및 기준거울(30)에서 반사되는 기준광(3)과 시료(130)의 내부 경계면(132)에서 반사되는 측정광(4)의 중첩으로 형성되는 제2 간섭무늬(6)를 연속적으로 촬영하는 적외선 카메라(60); 및 제1 간섭무늬(5)와 제2 간섭무늬(6)를 픽셀별 및 기준거울(30) 또는 시료(130)의 이동에 따라 누적된 프레임별로 분석하여 시료(130)의 3차원 표면(131)지형 및 내부지형 정보를 산출하는 이미지 처리부(70)를 포함할 수 있다.

[0032] 본 발명의 실시예에 따른 적외선 간섭계를 이용한 시료(130)의 내부 구조 측정 장치(1)는, 광원(10)에서 발생되는 조명광(2)을 평행광으로 변환시키는 시준렌즈(90); 광분할부(20)에서 제공되는 기준광(3)을 기준거울(30)에 집광하는 제1 대물렌즈부(100); 광분할부(20)에서 제공되는 측정광(4)을 시료(130)에 집광하는 제2 대물렌즈부(110); 기준거울(30)에서 반사되는 기준광(3)과 시료(130)의 표면(131)에서 반사되는 측정광(4) 및 시료(130)의 내부 경계면(132)에서 반사되는 측정광(4)을 적외선 카메라(60)에 집광하는 이미징렌즈(120)를 더 포함할 수 있다.

[0033] 도 2를 참조하면, 시료(130)의 내부 경계면(132)은 시료(130)의 표면(131)보다 반사율이 높은 소재로 형성될 수 있다.

[0034] 시료(130)의 표면(131)은 측정광(4)이 투과할 수 있는 실리콘과 같은 소재로 형성되고, 시료(130)의 내부 경계면(132)은 측정광(4)이 투과할 수 없는 금속과 같은 소재로 형성될 수 있다.

[0035] 이하, 시료(130)는 금속배선이 형성된 웨이퍼를 예로 들어 설명한다.

[0036] 도 1을 참조하면, 광원(10)은 적외선 영역대의 조명광(2)을 발생시켜 광분할부(20)로 제공하는 구성요소다.

- [0037] 적외선 영역대는 파장에 따라 가시광선 영역에 가까운 짧은 파장의 근적외선(Near IR) 영역, 중간적외선(IR) 영역 및 긴 파장의 원적외선(far IR) 영역으로 나눌 수 있다.
- [0038] 광원(10)은 시료(130)의 성질에 따라서 근적외선, 중간적외선 또는 원적외선 중에서 선택되는 하나를 적용할 수 있다.
- [0039] 물질의 밴드갭 에너지가 빛의 에너지보다 큰 경우 빛은 그 물질을 투과한다.
- [0040] 적외선 영역대의 조명광(2)은 실리콘으로 형성되는 웨이퍼 부분을 투과할 수 있지만, 금속배선은 투과할 수 없다.
- [0041] 광원(10)은 IR LED 또는 가간섭성이 낮은 적외선 영역대의 조명광(2)을 생성하는 고회도 광다이오드(SLD: Super Luminescence Diode)를 적용할 수 있다.
- [0042] 도 1을 참조하면, 시준렌즈(90)(collimation lens)는 광원(10)에서 제공되는 조명광(2)을 광분할부(20)에 평행하게 입사시키는 구성요소다.
- [0043] 시준렌즈(90)는 광원(10)과 광분할부(20) 사이에 위치할 수 있다.
- [0044] 조명광(2)이 시준렌즈(90)를 통과하면 평행광으로 변환된다.
- [0045] 도 1을 참조하면, 광분할부(20)(beam splitter)는 시준렌즈(90)를 통과해서 평행광으로 변환된 조명광(2)을 기준광(3)과 측정광(4)으로 분할하여 조사하고, 반사되어 되돌아온 기준광(3)과 측정광(4)을 중첩시켜 간섭광(7)을 만드는 구성요소다.
- [0046] 광분할부(20)는 시준렌즈(90)를 통과해서 나온 조명광(2)의 일부를 기준광(3)으로 분할하고, 나머지를 측정광(4)으로 분할한다.
- [0047] 광분할부(20)는 기준광(3)을 기준거울(30)에 조사하고, 측정광(4)을 시료(130)에 조사한다.
- [0048] 광분할부(20)는 기준거울(30)에서 반사되어 되돌아온 기준광(3)과 시료(130)에서 반사되어 되돌아온 측정광(4)을 중첩시켜 간섭광(7)을 만든다.
- [0049] 도 1을 참조하면, 기준거울(30)(reference mirror)은 기준면을 제공하는 구성요소이다.
- [0050] 기준거울(30)은 평면거울로 형성된다.
- [0051] 기준거울(30)은 광분할부(20)에서 조사되는 기준광(3)을 광분할부(20)로 반사시킨다.
- [0052] 기준거울(30)은 제1 광경로 조절부(50)에 의해 광분할부(20) 방향으로 전진하거나 후진할 수 있다.
- [0053] 제1 광경로 조절부(50)는 기준거울(30)을 등속도로 이동시킬 수 있다.
- [0054] 제1 광경로 조절부(50)가 기준거울(30)을 이동시키면 광경로를 변화시킬 수 있다.
- [0055] 기준거울(30)은 시료(130)의 두께에 해당하는 광경로 차이를 보상하기 위한 보상층을 더 포함할 수 있다.
- [0056] 보상층은 기준거울(30)의 전면에 형성될 수 있다.
- [0057] 보상층은 기준광(3)이 투과되는 소재로 형성될 수 있다.
- [0058] 보상층은 측정광(4)이 투과하는 시료(130)의 상부 두께에 해당하는 광경로 차이를 보상할 수 있다.
- [0059] 보상층은 측정광(4)이 투과하는 시료(130)의 상부와 동일한 물질 및 동일하거나 비슷한 두께로 형성될 수 있다.
- [0060] 도 1을 참조하면, 제1 대물렌즈부(100)는 광분할부(20)에서 제공되는 기준광(3)을 기준거울(30)에 집광하는 구성요소이다.
- [0061] 제1 대물렌즈부(100)는 광분할부(20)와 기준거울(30) 사이에 위치할 수 있다.
- [0062] 제1 대물렌즈부(100)는 광분할부(20)에서 평행광으로 제공되는 기준광(3)을 기준거울(30)의 한 지점으로 모을 수 있고, 상기 기준거울(30)의 한 지점에서 반사되는 기준광(3)을 평행광으로 변환시켜 광분할부(20)로 제공할 수 있다.
- [0063] 도 1을 참조하면, 스테이지(40)는 측정광(4)이 조사되는 시료(130)를 배치하기 위한 장소를 제공하는 구성요소

이다.

- [0064] 스테이지(40)는 제2 광경로 조절부(80)에 의해 광분할부(20) 방향으로 전진하거나 후진할 수 있다.
- [0065] 제2 광경로 조절부(80)는 스테이지(40)를 등속도로 이동시킬 수 있다.
- [0066] 제1 광경로 조절부(50)가 기준거울(30)을 이동시키면 광경로를 변화시킬 수 있다.
- [0067] 스테이지(40)에 배치되는 시료(130)는 스테이지(40)와 함께 광분할부(20) 방향으로 전진하거나 후진할 수 있다.
- [0068] 도 1을 참조하면, 제2 대물렌즈부(110)는 광분할부(20)에서 제공되는 측정광(4)을 시료(130)에 집광하는 구성요소이다.
- [0069] 제2 대물렌즈부(110)는 광분할부(20)와 스테이지(40) 사이에 위치할 수 있다.
- [0070] 제2 대물렌즈부(110)는 광분할부(20)에서 평행광으로 제공되는 측정광(4)을 시료(130)의 한 지점으로 모을 수 있고, 상기 시료(130)의 한 지점에서 반사되는 측정광(4)을 평행광으로 변환시켜 광분할부(20)로 제공할 수 있다.
- [0071] 제1 대물렌즈부(100)와 제2 대물렌즈부(110)는 동일한 렌즈로 형성되고 광경로(위치)가 동일하다.
- [0072] 도 1을 참조하면, 적외선 카메라(60)는 광분할부(20)에서 제공되는 간섭광(7)의 간섭무늬를 촬영하기 위한 구성요소다.
- [0073] 적외선 카메라(60)는 기준거울(30)에서 반사되는 기준광(3)과 시료(130)의 표면(131)에서 반사되는 측정광(4)의 중첩으로 형성되는 제1 간섭무늬(5)를 연속적으로 촬영할 수 있다.
- [0074] 적외선 카메라(60)는 기준거울(30)에서 반사되는 기준광(3)과 시료(130)의 내부 경계면(132)에서 반사되는 측정광(4)의 중첩으로 형성되는 제2 간섭무늬(6)를 연속적으로 촬영할 수 있다.
- [0075] 적외선 카메라(60)는 제1 간섭무늬(5)와 제2 간섭무늬(6)를 기준거울(30)의 이동에 따라 등간격으로 누적되는 프레임으로 촬영할 수 있다.
- [0076] 적외선 카메라(60)는 제1 간섭무늬(5)와 제2 간섭무늬(6)를 시료(130)의 이동에 따라 등간격으로 누적되는 프레임으로 촬영할 수 있다.
- [0077] 도 3 내지 4를 참조하면, 광분할부(20)에서 제공되는 간섭광(7)의 간섭무늬는 제1 간섭무늬(5)와 제2 간섭무늬(6)를 포함할 수 있다.
- [0078] 간섭광(7)은 기준거울(30)에서 반사되어 되돌아온 기준광(3)과 시료(130)에서 반사되어 되돌아온 측정광(4)이 중첩되어 형성되는 간섭광(7)의 광경로 차이로 인해서 간섭이 발생한다.
- [0079] 도 3은 임의의 픽셀에 대한 간섭광(7)의 강도(intensity) 신호를 프레임 순서로 나열한 그래프로서, 강도가 큰 오른쪽 두 개의 가시도 정점(envelope peak)을 제외한 나머지는 다중 반사(multiple reflection)에 의한 신호다.
- [0080] 도 4는 도 2의 그래프에 대하여 피팅 처리한 그래프이다.
- [0081] 픽셀은 간섭무늬 이미지의 X-Y 평면상에 포함되는 단위 화소를 의미한다.
- [0082] 도 3 내지 4에 나타난 두 개의 가시도 정점 중에 오른쪽이 제1 간섭무늬이고 왼쪽이 제2 간섭무늬(6)다.
- [0083] 제1 간섭무늬(5)는 기준거울(30)에서 반사되는 기준광(3)과 시료(130)의 표면(131)(웨이퍼의 실리콘 표면(131))에서 반사되는 측정광(4)의 중첩으로 형성된다.
- [0084] 제2 간섭무늬(6)는 기준거울(30)에서 반사되는 기준광(3)과 시료(130)의 내부 경계면(132)(웨이퍼의 금속배선 경계면)에서 반사되는 측정광(4)의 중첩으로 형성된다.
- [0085] 제1 간섭무늬(5)와 제2 간섭무늬(6) 사이의 거리는 광학적 높이 차이에 해당한다.
- [0086] 도 1을 참조하면, 이미지 처리부(70)는 적외선 카메라(60)에서 촬영된 간섭무늬 이미지를 픽셀별로 그리고 프레임별로 분석하여 시료(130)의 3차원 표면(131)지형 및 내부지형 정보를 산출하는 구성요소이다.
- [0087] 이미지 처리부(70)는 제1 간섭무늬(5)와 제2 간섭무늬(6)를 픽셀별로 분석할 수 있다.

- [0088] 이미지 처리부(70)는 기준거울(30)의 이동에 따라 등간격으로 누적되는 제1 간섭무늬(5)와 제2 간섭무늬(6)를 프레임별로 분석할 수 있다.
- [0089] 이미지 처리부(70)는 시료(130)의 이동에 따라 등간격으로 누적되는 제1 간섭무늬(5)와 제2 간섭무늬(6)를 프레임별로 분석할 수 있다.
- [0090] 이미지 처리부(70)는 제1 간섭무늬(5)와 제2 간섭무늬(6)를 분석하여 광경로 차이를 역산할 수 있다.
- [0091] 이미지 처리부(70)는 제1 간섭무늬(5)를 분석하여 시료(130)의 표면(131)(웨이퍼의 실리콘 표면(131)) 위치를 측정할 수 있다.
- [0092] 이미지 처리부(70)는 제2 간섭무늬(6)를 분석하여 시료(130)의 내부 경계면(132)(웨이퍼의 금속배선 경계면) 위치를 측정할 수 있다.
- [0093] 이미지 처리부(70)는 제1 간섭무늬(5)와 제2 간섭무늬(6)의 픽셀별 분석과 프레임별 분석을 통합하여 시료(130)의 3차원 표면(131)지형 및 내부지형 정보를 산출할 수 있다.
- [0094] 본 발명의 실시예에 따른 적외선 간섭계를 이용한 시료(130)의 내부 구조 측정 방법은 아래의 단계를 포함할 수 있다.
- [0095] 제1 단계는 광원(10)에서 적외선 영역대의 조명광(2)을 발생시키는 단계로서, 적외선 영역대의 조명광(2)을 발생시켜 광분할부(20)로 제공한다.
- [0096] 제2 단계는 광분할부(20)에서 광원(10)에서 제공되는 조명광(2)을 기준광(3)과 측정광(4)으로 분할하고 기준광(3)을 기준거울(30)에 조사하고 측정광(4)을 스테이지(40)에 배치되는 시료(130)에 조사하는 단계다.
- [0097] 제3 단계는 제1 광경로 조절부(50)에서 기준거울(30)을 광분할부(20) 방향으로 전진 또는 후진시키거나 제2 광경로 조절부(80)에서 시료(130)를 광분할부(20) 방향으로 전진 또는 후진시키는 단계로서, 간섭광(7)의 간섭무늬를 연속적으로 촬영하기 위해 기준거울(30) 또는 시료(130)를 이동시킨다.
- [0098] 제4 단계는 적외선 카메라(60)에서 기준거울(30)에서 반사되는 기준광(3)과 시료(130)의 표면(131)에서 반사되는 측정광(4)의 중첩으로 형성되는 제1 간섭무늬(5) 및 기준거울(30)에서 반사되는 기준광(3)과 시료(130)의 내부 경계면(132)에서 반사되는 측정광(4)의 중첩으로 형성되는 제2 간섭무늬(6)를 연속적으로 촬영하는 단계로서, 제1 간섭무늬(5)와 제2 간섭무늬(6)를 기준거울(30) 또는 시료(130)의 이동에 따라 등간격으로 누적되는 프레임으로 촬영할 수 있다.
- [0099] 제5 단계는 이미지 처리부(70)에서 제1 간섭무늬(5)와 제2 간섭무늬(6)를 픽셀별 및 기준거울(30) 또는 시료(130)의 이동에 따라 누적된 프레임별로 분석하여 시료(130)의 3차원 표면(131)지형 및 내부지형 정보를 산출하는 단계로서, 이미지 처리부(70)는 제1 간섭무늬(5)를 분석하여 시료(130)의 표면(131)(웨이퍼의 실리콘 표면(131)) 위치를 측정하고 제2 간섭무늬(6)를 분석하여 시료(130)의 내부 경계면(132)(웨이퍼의 금속배선 경계면) 위치를 측정하고, 이미지 처리부(70)는 제1 간섭무늬(5)와 제2 간섭무늬(6)의 픽셀별 분석과 프레임별 분석을 통합하여 시료(130)의 3차원 표면(131)지형 및 내부지형 정보를 산출할 수 있다.
- [0100] 앞에서, 본 발명의 특정한 실시예가 설명되고 도시되었지만 본 발명은 기재된 실시예에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다양하게 수정 및 변형할 수 있음은 이 기술의 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 일이다.
- [0101] 따라서 그러한 수정예 또는 변형예들은 본 발명의 기술적 사상이나 관점으로부터 개별적으로 이해되어서는 안 되며, 변형된 실시예들은 본 발명의 청구범위에 속한다고 하여야 할 것이다.

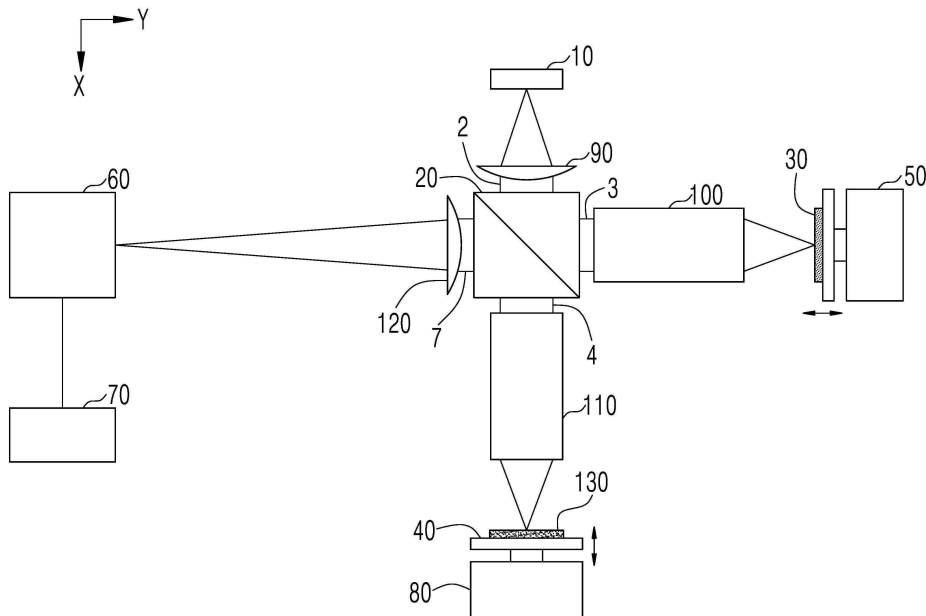
부호의 설명

- [0102] 1: 시료의 내부 구조 측정 장치
- 2: 조명광
- 3: 기준광
- 4: 측정광
- 5: 제1 간섭무늬

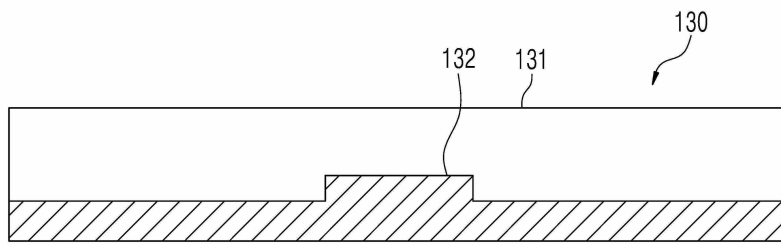
- 6: 제2 간섭무늬
- 7: 간섭광
- 10: 광원
- 20: 광분할부
- 30: 기준거울
- 40: 스테이지
- 50: 제1 광경로 조절부
- 60: 적외선 카메라
- 70: 이미지 처리부
- 80: 제2 광경로 조절부
- 90: 시준렌즈
- 100: 제1 대물렌즈부
- 110: 제2 대물렌즈부
- 120: 이미징렌즈
- 130: 시료
- 131: 표면
- 132: 내부 경계면

도면

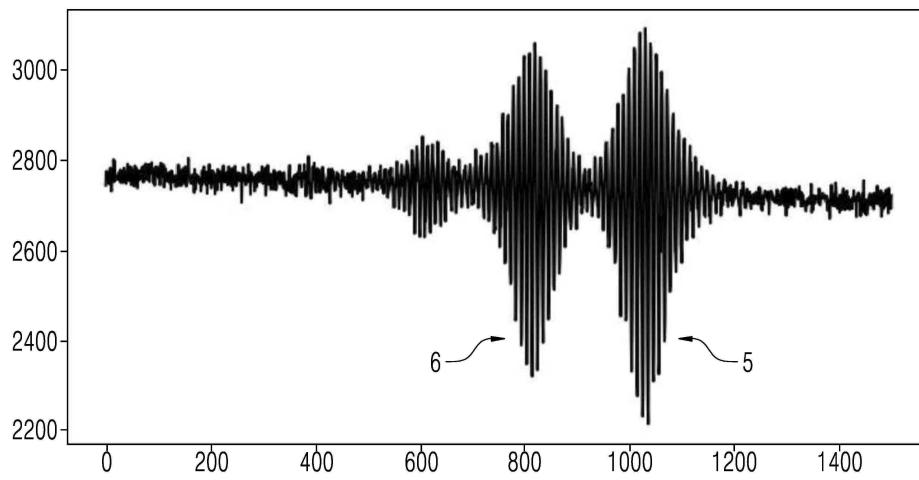
도면1



도면2



도면3



도면4

