



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0087612
(43) 공개일자 2022년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 21/45 (2006.01) G01J 9/00 (2006.01)

G01J 9/02 (2006.01) G01N 21/41 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01N 21/453 (2013.01)

G01J 9/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0177071

(22) 출원일자 2020년12월17일

심사청구일자 2020년12월17일

(71) 출원인

인천대학교 산학협력단

인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)

파크시스템스 주식회사

경기도 수원시 영통구 광교로 109, 나노소자특화
랩센터 4층 (이의동, 한국나노기술원)

(72) 발명자

최수봉

인천광역시 연수구 해돋이로84번길 10, 610동 60
1호 (송도동, 송도풍림아이원6단지아파트)

임재승

인천광역시 연수구 인천타워대로132번길 9, 롯데
몰 송도 캐슬파크 B동 901호(송도동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인빛과소금

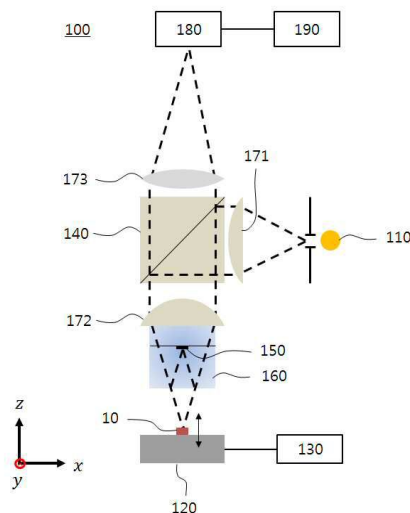
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 색상별 간섭무늬 분석을 통한 시료의 표면 지형도 측정 장치 및 방법

(57) 요약

시료의 표면 지형도 측정 장치가 개시된다. 시료의 표면 지형도 측정 장치는 백색광을 제공하는 광원; 시료가 놓이는 스테이지; 상기 백색광이 제공되는 동안, 상기 스테이지를 Z축 방향으로 이동시키는 스테이지 이동부; 반사면을 갖는 미러; 상기 광원에서 제공된 백색광의 경로를 상기 시료 측과 미러 측으로 분할하는 빔 스플리터; 상기 시료에서 반사된 반사 광과 상기 미러에서 반사되는 반사 광의 간섭 무늬 이미지를 색상별로 촬영하는 씨씨디 카메라; 및 상기 간섭 무늬 이미지를 픽셀 별로, 그리고 상기 Z축 방향으로 상기 시료의 이동에 따라 누적된 프레임별로 분석하여 상기 시료의 표면 지형 정보를 산출하는 이미지 분석부를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01J 2009/002 (2013.01)
G01J 2009/0265 (2013.01)
G01N 2021/4173 (2013.01)

안병운

경기도 안양시 동안구 시민대로159번길 62, 206동
100호(비산동, 은하수벽산아파트)

(72) 발명자

박상일

경기도 성남시 분당구 판교원로82번길 30, 1305동
3204호(운중동, 산운마을13단지아파트)

조상준

대전광역시 유성구 엑스포로 448, 506동 201호(전
민동, 엑스포아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	9991006354
과제번호	R202000910
부처명	과학기술정보통신부, 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	(재)나노융합2020사업단
연구사업명	나노융합2020사업
연구과제명	고해상도 탐침형 나노광 모듈 및 융합현미경 시스템 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	파크시스템스 주식회사
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

백색광을 제공하는 광원;

시료가 놓이는 스테이지;

상기 백색광이 제공되는 동안, 상기 스테이지를 Z축 방향으로 이동시키는 스테이지 이동부;

반사면을 갖는 미러;

상기 광원에서 제공된 백색광의 경로를 상기 시료 측과 미러 측으로 분할하는 빔 스플리터;

상기 시료에서 반사된 반사 광과 상기 미러에서 반사되는 반사 광의 간섭 무늬 이미지를 색상별로 촬영하는 씨씨디 카메라; 및

상기 간섭 무늬 이미지를 픽셀 별로, 그리고 상기 Z축 방향으로 상기 시료의 이동에 따라 누적된 프레임별로 분석하여 상기 시료의 표면 지형 정보를 산출하는 이미지 분석부를 포함하는 시료의 표면 지형도 측정 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 이미지 분석부는,

상기 프레임들 각각에서 상기 픽셀 별로 획득된 적색 파장의 인텐시티, 녹색 파장의 인텐시티, 그리고 청색 파장의 인텐시티를 아래 함수로 피팅 처리하는 시료의 표면 지형도 측정 장치.

$$f(z) = I_{DC} + I_{AC} \cdot e^{-\frac{(z-h)^2}{c^2}} \cdot \cos(K(z-h) + \phi)$$

여기서, I_{DC} 는 offset intensity, I_{AC} 는 간섭무늬의 가시도 함수, Z 는 상기 스테이지의 Z방향 이동 길이,

$e^{-\frac{(z-h)^2}{c^2}}$ 는 가간섭 함수, h 는 가간섭 함수의 피크값, C 는 가간섭 길이(coherence length), K 는 간섭 무늬 주파수, ϕ 는 시료와 미러로부터 발생하는 위상 변화임.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 이미지 분석부는,

피팅 처리된 상기 적색 파장의 인텐시티, 피팅 처리된 상기 녹색 파장의 인텐시티, 그리고 피팅 처리된 청색 파장의 인텐시티를 상기 프레임 순서로 나열하여 적색 파장의 인텐시티 변화 그래프, 녹색 파장의 인텐시티 변화 그래프, 그리고 청색 파장의 인텐시티 변화 그래프를 산출하고,

상기 적색 파장의 인텐시티 변화 그래프에서 피크 지점들을 제1 피크 지점들로 산출하고,

상기 녹색 파장의 인텐시티 변화 그래프에서 피크 지점을 제2 피크 지점들로 산출하고,

상기 청색 파장의 인텐시티 변화 그래프에서 피크 지점을 제3 피크 지점들로 산출하고,

상기 제1 피크 지점 내지 상기 제3 피크 지점들 간의 표준 편차가 최소인 프레임의 높이 정보를 해당 픽셀의 높이 정보로 산출하는 시료의 표면 지형도 측정 장치.

청구항 4

백색광의 조사로, Z축 방향으로 이동하는 시료에서 반사된 반사 광과 기 설정된 지점에 고정 위치하는 미러에서 반사된 반사 광의 간섭 무늬 이미지를 촬영하는 단계; 및

상기 시료의 상기 Z축 방향 이동으로 축적된 상기 간섭 무늬 이미지들을 픽셀별로, 그리고 프레임별로 분석하여 상기 시료의 표면 지형 정보를 산출하는 단계를 포함하는 시료의 표면 지형도 측정 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 시료의 표면 지형 정보를 산출하는 단계는,

상기 프레임들 각각에서 상기 픽셀 별로 획득된 적색 파장의 인텐시티, 녹색 파장의 인텐시티, 그리고 청색 파장의 인텐시티를 아래 함수로 피팅 처리하는 시료의 표면 지형도 측정 방법.

$$f(z) = I_{DC} + I_{AC} \cdot e^{-\frac{(z-h)^2}{c^2}} \cdot \cos(K(z-h) + \phi)$$

여기서, I_{DC} 는 offset intensity, I_{AC} 는 간섭무늬의 가시도 함수, Z 는 상기 스테이지의 Z방향 이동 길이,

$e^{-\frac{(z-h)^2}{c^2}}$ 는 가간섭 함수, h 는 가간섭 함수의 피크값, C 는 가간섭 길이(coherence length), K 는 간섭 무늬 주파수, ϕ 는 시료와 미러로부터 발생하는 위상 변화임.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 시료의 표면 지형 정보를 산출하는 단계는,

피팅 처리된 상기 적색 파장의 인텐시티, 피팅 처리된 상기 녹색 파장의 인텐시티, 그리고 피팅 처리된 청색 파장의 인텐시티를 상기 프레임 순서로 나열하여 적색 파장의 인텐시티 변화 그래프, 녹색 파장의 인텐시티 변화 그래프, 그리고 청색 파장의 인텐시티 변화 그래프를 산출하고,

상기 적색 파장의 인텐시티 변화 그래프에서 피크 지점들을 제1 피크 지점들로 산출하고,

상기 녹색 파장의 인텐시티 변화 그래프에서 피크 지점을 제2 피크 지점들로 산출하고,

상기 청색 파장의 인텐시티 변화 그래프에서 피크 지점을 제3 피크 지점들로 산출하고,

상기 제1 피크 지점 내지 상기 제3 피크 지점들 간의 표준 편차가 최소인 프레임의 높이 정보를 해당 픽셀의 높이 정보로 산출하는 시료의 표면 지형도 측정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 시료의 표면 지형도 측정 장치 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 백색광의 색상별 간섭 무늬를 측정하여 빛의 위상차이에 의한 시료의 표면 지형도를 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. 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.

- [0004] 그러나, 하나의 집속된 광원의 반사된 위치를 이용하여 표면 형상을 측정하는 광 측침법 형상 측정기는 한 번에 한 점만을 측정하므로 전체 삼차원 형상을 모두 측정하기 위해서 기계적인 X-Y 스캐닝 스테이지가 필요하게 되는데, 이때 구동 스테이지의 가감속 한계에 의해 측정 속도가 제한을 받게 되며, 큰 단차와 같은 형상은 측정하기 어렵다는 문제점을 가지고 있다.
- [0005] 또한, 광원을 1차원 슬릿 형태로 만든 후 3차원 영상을 측정하는 슬릿광 주사법 형상 측정기는 한 번의 측정으로 하나의 단면 형상을 모두 구하므로 측정 단면의 수직한 방향으로 한 측만을 스캐닝 하면 되므로, 비교적 많은 양의 측정 데이터를 빠르게 얻을 수 있으나, 측정 정확도는 슬릿광 중심 곡선을 찾는 방법에 크게 좌우되어 공초점 방식에 비해 매우 떨어지는 문제점이 있었다.
- [0006] 또한, 영사식 모아레법을 사용하는 형상 측정기는 위상 천이법을 사용함에 따라 필연적으로 발생하는 모호성 문제로 인해 급격한 단차를 가진 물체는 측정하기 어렵고, 위상 편침 알고리즘이 완벽하지 않을 경우 형상 데이터 복원에 실패할 수 있는 문제점이 있었다.
- [0007] 또한, 레이저 간섭법을 이용하는 형상 측정기는 위상 천이법을 사용함에 따라 필연적으로 발생하는 모호성 문제로 인해 급격한 단차를 가진 물체는 측정하기 어렵고, z-축으로 스캔하여 3차원 영상을 구할 수 있기 때문에 영상획득 속도가 느려 대면적 고속 실시간 영상획득이 어렵다는 문제점이 있었다.
- [0008] 또한, 공초점 원리를 이용하는 형상 측정기 중 단일 공초점 원리를 사용하는 형상 측정기는 전체 삼차원 형상을 모두 측정하기 위해서 기계적인 X-Y 스캐닝 스테이지로 2차원 표면을 스캔하여 3차원 영상을 얻으므로 분해능은 좋은 반면 영상획득 속도가 느려 대면적 고속 영상획득이 어렵고, 다중 공초점 원리를 사용하는 형상 측정기는 전체 삼차원 형상을 모두 측정하기 위해서 z-축 방향으로 공초점 표면을 스캔하여 3차원 영상을 얻으므로 분해능은 좋은 반면, 대면적 영상획득 속도가 느려 3차원 구조의 고속 영상획득이 어렵다는 문제점이 있었다.
- [0009] 또한, 파장코딩 슬릿 공초점 현미경을 사용한 표면 형상 측정기는 전체 삼차원 형상을 모두 측정하기 위해서 z-축 방향으로 공초점 표면을 스캔하여 3차원 영상을 얻으므로 분해능은 좋은 반면 영상획득 속도가 느려 대면적 고속 영상획득이 어렵다는 문제점이 있었다.
- [0010] 또한, 2차원 렌즈 및 핀홀 어레이를 사용하며 기울어진 공초점 면을 가진 병렬 형상 측정기는 고속으로 3차원 영상을 측정할 수 있는 반면 고투과율을 갖는 렌즈-핀홀 어레이 제작이 어려운 문제점이 있었다.
- [0011] 또한, 종래의 기울어진 측정면을 가진 횡방향 스캔 백색광 간섭법을 이용하는 형상 측정기는 간섭계 전체를 측정면과 기울여야 하는 복잡한 문제점과 기울임 각도를 임의로 정밀 조절하기가 곤란한 문제점을 가지고 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명은 백색광의 색상별 간섭 무늬를 측정하여 시료의 3차원 표면 지형도를 측정할 수 있는 장치 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명에 따른 시료의 표면 지형도 측정 장치는 백색광을 제공하는 광원; 시료가 놓이는 스테이지; 상기 백색광이 제공되는 동안, 상기 스테이지를 Z축 방향으로 이동시키는 스테이지 이동부; 반사면을 갖는 미러; 상기 광원에서 제공된 백색광의 경로를 상기 시료 측과 미러 측으로 분할하는 빔 스플리터; 상기 시료에서 반사된 반사광과 상기 미러에서 반사되는 반사광의 간섭 무늬 이미지를 색상별로 촬영하는 씨씨디 카메라; 및 상기 간섭 무늬 이미지를 픽셀 별로, 그리고 상기 Z축 방향으로 상기 시료의 이동에 따라 누적된 프레임별로 분석하여 상기 시료의 표면 지형 정보를 산출하는 이미지 분석부를 포함한다.
- [0014] 또한, 상기 이미지 분석부는, 상기 프레임들 각각에서 상기 픽셀 별로 획득된 적색 파장의 인텐시티, 녹색 파장의 인텐시티, 그리고 청색 파장의 인텐시티를 아래 함수로 피팅 처리할 수 있다.

$$f(z) = I_{DC} + I_{AC} \cdot e^{-\frac{(z-h)^2}{c^2}} \cdot \cos(K(z-h) + \phi)$$

[0015]

[0016] 여기서, I_{DC} 는 offset intensity, I_{AC} 는 간섭무늬의 가시도 함수, Z 는 상기 스테이지의 Z 방향 이동 길이,
$$e^{-\frac{(z-h)^2}{c^2}}$$
는 가간섭 함수, h 는 가간섭 함수의 피크값, C 는 가간섭 길이(coherence length), K 는 간섭 무늬 주파수, ϕ 는 시료와 미러로부터 발생하는 위상 변화임.

[0017] 또한, 상기 이미지 분석부는, 피팅 처리된 상기 적색 파장의 인텐시티, 피팅 처리된 상기 녹색 파장의 인텐시티, 그리고 피팅 처리된 청색 파장의 인텐시티를 상기 프레임 순서로 나열하여 적색 파장의 인텐시티 변화 그래프, 녹색 파장의 인텐시티 변화 그래프, 그리고 청색 파장의 인텐시티 변화 그래프를 산출하고, 상기 적색 파장의 인텐시티 변화 그래프에서 피크 지점들을 제1 피크 지점들로 산출하고, 상기 녹색 파장의 인텐시티 변화 그래프에서 피크 지점을 제2 피크 지점들로 산출하고, 상기 청색 파장의 인텐시티 변화 그래프에서 피크 지점을 제3 피크 지점들로 산출하고, 상기 제1 피크 지점 내지 상기 제3 피크 지점들 간의 표준 편차가 최소인 프레임의 높이 정보를 해당 픽셀의 높이 정보로 산출할 수 있다.

[0018] 본 발명에 따른 시료의 표면 지형도 측정 방법은 백색광의 조사로, Z 축 방향으로 이동하는 시료에서 반사된 반사 광과 기 설정된 지점에 고정 위치하는 미러에서 반사된 반사 광의 간섭 무늬 이미지를 촬영하는 단계; 및 상기 시료의 상기 Z 축 방향 이동으로 축적된 상기 간섭 무늬 이미지들을 픽셀별로, 그리고 프레임별로 분석하여 상기 시료의 표면 지형 정보를 산출하는 단계를 포함한다.

[0019] 또한, 상기 시료의 표면 지형 정보를 산출하는 단계는, 상기 프레임들 각각에서 상기 픽셀 별로 획득된 적색 파장의 인텐시티, 녹색 파장의 인텐시티, 그리고 청색 파장의 인텐시티를 아래 함수로 피팅 처리할 수 있다.

$$f(z) = I_{DC} + I_{AC} \cdot e^{-\frac{(z-h)^2}{c^2}} \cdot \cos(K(z-h) + \phi)$$

[0020] 여기서, I_{DC} 는 offset intensity, I_{AC} 는 간섭무늬의 가시도 함수, Z 는 상기 스테이지의 Z 방향 이동 길이,
$$e^{-\frac{(z-h)^2}{c^2}}$$
는 가간섭 함수, h 는 가간섭 함수의 피크값, C 는 가간섭 길이(coherence length), K 는 간섭 무늬 주파수, ϕ 는 시료와 미러로부터 발생하는 위상 변화임.

[0022] 또한, 상기 시료의 표면 지형 정보를 산출하는 단계는, 피팅 처리된 상기 적색 파장의 인텐시티, 피팅 처리된 상기 녹색 파장의 인텐시티, 그리고 피팅 처리된 청색 파장의 인텐시티를 상기 프레임 순서로 나열하여 적색 파장의 인텐시티 변화 그래프, 녹색 파장의 인텐시티 변화 그래프, 그리고 청색 파장의 인텐시티 변화 그래프를 산출하고, 상기 적색 파장의 인텐시티 변화 그래프에서 피크 지점들을 제1 피크 지점들로 산출하고, 상기 녹색 파장의 인텐시티 변화 그래프에서 피크 지점을 제2 피크 지점들로 산출하고, 상기 청색 파장의 인텐시티 변화 그래프에서 피크 지점을 제3 피크 지점들로 산출하고, 상기 제1 피크 지점 내지 상기 제3 피크 지점들 간의 표준 편차가 최소인 프레임의 높이 정보를 해당 픽셀의 높이 정보로 산출할 수 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명에 의하면, 시료를 Z 축 방향으로 이동시키며 백색광의 색상별 간섭 무늬를 촬영하고, 간섭 무늬 이미지를 픽셀 별로, 그리고 Z 축 방향으로 누적된 프레임별로 분석하여 시료의 3차원 표면 지형도를 측정할 수 있다.

[0024] 또한, 본 발명에 의하면, 시료 표면의 Z 축 방향 높이 측정을 통해 시료 표면의 결함 부위와 공정 불량률을 손쉽게 확인할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 시료의 표면 지형도 측정 장치를 나타내는 도면이다.

도 2는 스테이지가 초기 높이에서 최종 높이까지 상승하는 과정에서 축적되는 프레임들을 나타내는 도면이다.

도3은 각 프레임에서 획득되는 파장 정보를 나타내는 도면이다.

도 4는 피팅 처리 전 적색 파장의 인텐시티를 프레임 순서로 나열한 그래프(A)와 피팅 처리된 적색 파장의 인텐시티를 프레임 순서로 나열한 그래프(B)를 비교한 도면이다.

도 5는 피팅 처리된 과장별 인텐시티 변화 그래프를 나타내는 도면이다.

도 6은 이미지 분석부에서 제1 내지 제3 피크 지점들을 처리하는 과정을 나타내는 도면이다.

도 7은 본 발명의 시료의 표면 지형도 측정 방법을 나타내는 순서도이다.

도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 시료의 표면 지형도 측정 장치를 이용하여 시료의 3차원 표면 지형도를 측정 한 결과를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명할 것이다. 그러나 본 발명의 기술적 사상은 여기서 설명되는 실시 예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시 예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.
- [0027] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한, 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.
- [0028] 또한, 본 명세서의 다양한 실시 예 들에서 제1, 제2, 제3 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 따라서, 어느 한 실시 예에 제 1 구성요소로 언급된 것이 다른 실시 예에서는 제 2 구성요소로 언급될 수도 있다. 여기에 설명되고 예시되는 각 실시 예는 그것의 상보적인 실시 예도 포함한다. 또한, 본 명세서에서 '및/또는'은 전후에 나열한 구성요소들 중 적어도 하나를 포함하는 의미로 사용되었다.
- [0029] 명세서에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함한다. 또한, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하는 것으로 이해되어서는 안 된다. 또한, 본 명세서에서 "연결"은 복수의 구성 요소들 간접적으로 연결하는 것, 및 직접적으로 연결하는 것을 모두 포함하는 의미로 사용된다.
- [0030] 또한, 하기에서 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 것이다.
- [0032] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 시료의 표면 지형도 측정 장치를 나타내는 도면이다.
- [0033] 도 1을 참조하면, 시료의 표면 지형도 측정 장치(100)는 시료(10)의 표면에 대한 3차원 형상 정보를 측정할 수 있다. 시료의 표면 지형도 측정 장치(100)는 광원(110), 스테이지(120), 스테이지 이동부(130), 제1빔 스플리터(140), 미러(150), 제2빔 스플리터(160), 복수 개의 렌즈(171, 172, 173), 썬더 카메라(180), 그리고 이미지 분석부(190)를 포함한다.
- [0034] 광원(110)은 백색 광을 발생시킨다. 광원(110)은 LED 광원이 사용될 수 있다.
- [0035] 스테이지(120)는 상면에 시료(10)가 놓인다. 시료(10)는 표면 지형도를 측정하고자 하는 측정 대상이다. 실시 예에 의하면, 시료(10)는 반도체 소자와 같은 나노 구조체일 수 있다.
- [0036] 스테이지 이동부(130)는 Z축 방향을 스테이지(120)를 이동시킨다.
- [0037] 제1 렌즈(171)는 광원(110)과 제1빔 스플리터(140) 사이에 위치하며, 광원(110)에서 제공되는 백색 광을 평행 광으로 집광한다.
- [0038] 제1빔 스플리터(140)는 제1 렌즈(171)에서 집광된 백색 광의 경로를 스테이지(120) 측으로 변경한다.
- [0039] 제2 렌즈(172)는 제1빔 스플리터(140)와 제2빔 스플리터(160) 사이에 위치하며, 백색 광을 시료(10)에 집광한다.
- [0040] 미러(150)는 제2렌즈(172)의 하부에 위치하며, 시료(10)와 마주하는 일 면에 반사면이 제공된다.

- [0041] 제2빔 스플리터(160)는 제2렌즈(172)와 스테이지(120) 사이에 위치하며, 제2렌즈(172)에서 집광된 백색 광을 시료(10) 측과 미러(150)의 반사면 측으로 분할한다. 시료(10)에서 반사된 반사 광과 미러(150)에서 반사된 반사 광은 제2빔 스플리터(160), 제2렌즈(172), 제1빔 스플리터(140), 그리고 제3렌즈(173)를 순차적으로 거쳐 씨씨디 카메라(180)에 집광된다. 시료(10)에서 반사된 반사 광과 미러(150)에서 반사된 반사 광은 미세한 경로 차이 변화로 인해 간섭 무늬가 발생한다.
- [0042] 실시 예에 의하면, 미러(150)와 제2빔 스플리터(160)가 일체로 결합된 미라우 대물렌즈(Mirau objective)가 사용될 수 있다.
- [0043] 씨씨디 카메라(180)는 시료(10)에서 반사된 반사 광과 미러(150)에서 반사된 반사 광의 간섭 무늬 이미지를 색상별로 촬영한다. 씨씨디 카메라(180)는 간섭 무늬 이미지를 적색 파장, 녹색 파장, 그리고 청색 파장 별로 분리하여 촬영할 수 있다. 씨씨디 카메라(180)는 스테이지(120)가 Z축 방향으로 이동하는 동안, 기 설정된 시간 간격으로 복수 개의 프레임으로 색상별 간섭 무늬 이미지를 촬영한다. 이하, 씨씨디 카메라(180)에서 촬영된 개별 간섭 무늬 이미지를 프레임이라 칭한다.
- [0045] 도 2는 스테이지가 초기 높이에서 최종 높이까지 상승하는 과정에서 축적되는 프레임들을 나타내는 도면이고, 도3은 각 프레임에서 획득되는 파장 정보를 나타내는 도면이다.
- [0046] 도 2를 참조하면, 스테이지(120)가 초기 높이(h_i)에서 최종 높이(h_f)까지 상승하는 과정에서 기 설정된 시간 간격으로 간섭 무늬 이미지(20_i 내지 20_f)들이 획득되고, 획득된 간섭 무늬들이 축적된다.
- [0047] 도 3를 참조하면, 획득된 간섭 무늬 이미지들에는 적색 파장, 녹색 파장, 그리고 청색 파장이 포함됨을 확인할 수 있다.
- [0049] 이미지 분석부(190)는 씨씨디 카메라(18)에서 촬영된 시료(10)의 간섭 무늬 이미지를 픽셀 별로, 그리고 프레임(20_i 내지 20_f)별로 분석하여 시료(10)의 표면 지형 정보를 산출한다. 여기서, 픽셀이란 간섭 무늬 이미지의 XY 평면상에 포함되는 단위 화소를 의미한다.
- [0050] 이미지 분석부(190)는 프레임(20_i 내지 20_f)들 각각에서 픽셀 별로 획득된 적색 파장의 인텐시티(intensity), 녹색 파장의 인텐시티(intensity), 그리고 청색 파장의 인텐시티(intensity)를 아래 함수로 피팅 처리한다.
- [0051]
$$f(z) = I_{DC} + I_{AC} \cdot e^{-\frac{(z-h)^2}{c^2}} \cdot \cos(K(z-h) + \phi)$$
 [함수]
- [0052] 여기서, I_{DC} 는 offset intensity, I_{AC} 는 간섭무늬의 가시도 함수, Z 는 상기 스테이지의 Z방향 이동 길이, $e^{-\frac{(z-h)^2}{c^2}}$ 는 가간섭 함수, h 는 가간섭 함수의 피크값, C 는 가간섭 길이(coherence length), K 는 간섭 무늬 주파수, ϕ 는 시료와 미러로부터 발생하는 위상 변화를 의미한다.
- [0054] 이미지 처리부(190)는 피팅 처리된 적색 파장의 인텐시티, 녹색 파장의 인텐시티, 그리고 청색 파장의 인텐시티를 프레임(20_i 내지 20_f) 순서로 나열하여 적색 파장의 인텐시티 변화 그래프, 녹색 파장의 인텐시티 변화 그래프, 그리고 청색 파장의 인텐시티 변화 그래프를 산출한다.
- [0056] 도 4는 피팅 처리 전 적색 파장의 인텐시티를 프레임 순서로 나열한 그래프(A)와 피팅 처리된 적색 파장의 인텐시티를 프레임 순서로 나열한 그래프(B)를 비교한 도면이다.
- [0057] 도 4를 참조하면, 피팅 처리된 적색 파장의 인텐시티 그래프(B)에서 피크(peak) 위치가 간결하고 명확하게 나타남을 확인할 수 있다.

- [0059] 도 5는 피팅 처리된 파장별 인텐시티 변화 그래프를 나타내는 도면이다. 가로축은 프레임의 순서를 나타내고, 세로축은 파장별 인텐시티의 크기를 나타낸다.
- [0060] 도 5를 참조하면, 이미지 분석부(190)는 적색 파장의 인텐시티 변화 그래프(R), 녹색 파장의 인텐시티 변화 그래프(G), 그리고 청색 파장의 인텐시티 변화 그래프(B)에서 피크 지점(P_{1n} , P_{2n} , P_{3n})들을 산출한다. 이하 설명의 편의를 위하여 적색 파장의 인텐시티 변화 그래프(R)의 피크 지점(P_{1n})들을 제1피크 지점들이라 칭하고, 녹색 파장의 인텐시티 변화 그래프(G)의 피크 지점(P_{2n})들을 제2피크 지점들이라 칭하고, 청색 파장의 인텐시티 변화 그래프(B)의 피크 지점(P_{3n})들을 제3피크 지점들이라 칭한다.
- [0061] 도 6은 이미지 분석부에서 제1 내지 제3 피크 지점(P_{1n} , P_{2n} , P_{3n})들을 처리하는 과정을 나타내는 도면이다. 위 그래프(C)는 파장별 인텐시티 변화 그래프(R, G, B)에서 피크 지점(P_{1n} , P_{2n} , P_{3n})을 표시한 그래프이고, 아래 그래프(D)는 파장별 피크 지점(P_{1n} , P_{2n} , P_{3n})의 표준 편차를 나타내는 그래프이다.
- [0062] 도 6를 참조하면, 이미지 분석부(190)는 프레임별로 제1 내지 제3 피크 지점(P_{1n} , P_{2n} , P_{3n})간의 표준 편차를 산출하고, 표준 편차가 최소인 프레임(F_n)의 높이 정보를 해당 픽셀의 높이 정보로 산출한다.
- [0064] 이하, 상술한 시료의 표면 지형도 측정 장치를 이용하여 시료의 표면 지형도를 측정하는 방법에 대해 자세하게 설명한다.
- [0065] 도 7은 본 발명의 시료의 표면 지형도 측정 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0066] 도 7을 참조하면, 시료의 표면 지형도 측정 방법은 시료의 간섭 무늬 이미지 촬영 단계(S10)와 시료의 표면 지형 정보 산출 단계(S20)를 포함한다.
- [0067] 시료의 간섭 무늬 이미지 촬영 단계(S10)는 광원(110)에서 백색 광이 조사되고, 이와 함께 스테이지 이동부(130)가 구동되어 스테이지(120)가 Z축 방향으로 상승한다. 백색 광은 제1렌즈(171), 제1빔 스플리터(140), 그리고 제2렌즈(172)를 통과하여 제2빔 스플리터(160)에 집광된다. 백색 광은 제2빔 스플리터(160)에 의해 시료(10) 측과 미러(150) 측으로 분할되고, 시료(10)와 미러(150)에서 각각 반사된다. 시료(10)에서 반사된 반사 광과 미러(150)에서 반사된 반사 광은 제2빔 스플리터(160), 제2렌즈(172), 제1빔 스플리터(140), 그리고 제3렌즈(173)를 순차적으로 거쳐 씨씨디 카메라(180)에 집광된다. 시료(10)에서 반사된 반사 광과 미러(150)에서 반사된 반사 광은 미세한 경로 차이 변화로 인해 색상별로 간섭 무늬가 발생되며, 씨씨디 카메라(180)에서 색상별로 간섭 무늬 이미지가 촬영된다. 간섭 무늬 이미지는 스테이지(120)가 Z축 방향으로 이동하는 동안, 기 설정된 시간 간격으로 복수 개의 프레임으로 촬영된다. 간섭 무늬 이미지들은 이미지 분석부(190)에 전달된다.
- [0068] 시료의 표면 지형 정보 산출 단계(S20)는 간섭 무늬 이미지를 픽셀 별로, 그리고 프레임(20i 내지 20f)별로 분석하여 시료(10)의 표면 지형 정보를 산출한다. 구체적으로, 이미지 분석부(190)는 프레임(20i 내지 20f)들 각각에서 픽셀 별로 획득된 적색 파장의 인텐시티(intensity), 녹색 파장의 인텐시티(intensity), 그리고 청색 파장의 인텐시티(intensity)를 위 함수를 이용하여 피팅 처리한다. 그리고 피팅 처리된 적색 파장의 인텐시티, 녹색 파장의 인텐시티, 그리고 청색 파장의 인텐시티를 프레임(20i 내지 20f) 순서로 나열하여 적색 파장의 인텐시티 변화 그래프(R), 녹색 파장의 인텐시티 변화 그래프(G), 그리고 청색 파장의 인텐시티 변화 그래프(B)를 산출하고, 각 그래프에서 피크 지점(P_{1n} , P_{2n} , P_{3n})들을 산출한다. 그리고 이미지 분석부(190)는 프레임 별로 제1 내지 제3 피크 지점(P_{1n} , P_{2n} , P_{3n})간의 표준 편차를 산출하고, 표준 편차가 최소인 프레임(F_n)의 높이 정보를 해당 픽셀의 높이 정보로 산출한다.
- [0069] 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 시료의 표면 지형도 측정 장치를 이용하여 시료의 3차원 표면 지형도를 측정 한 결과를 나타내는 도면이다. 좌측 이미지는 시료 표면의 Z방향 높이 정보를 XY평면상에 색상으로 구분하였고, 우측 이미지는 Z방향 높이 정보를 포함한 시료 표면의 3차원 표면 지형도를 나타낸다.
- [0070] 도 8을 참조하면, 본 발명에 따른 시료의 표면 지형도 측정 장치 및 방법은 시료(10)의 Z축 방향 높이 정보를 마이크로 또는 나노 단위로 측정할 수 있다.

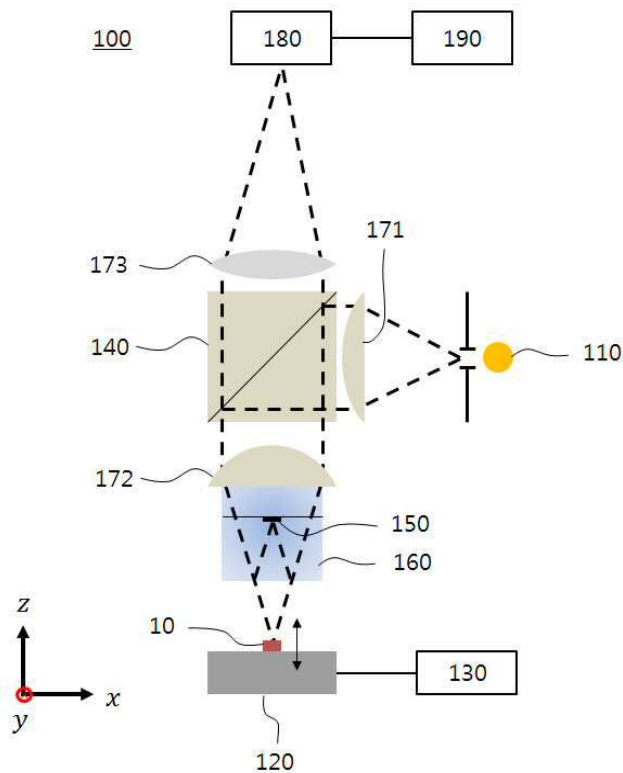
[0072] 이상, 본 발명을 바람직한 실시 예를 사용하여 상세히 설명하였으나, 본 발명의 범위는 특정 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 첨부된 특허청구범위에 의하여 해석되어야 할 것이다. 또한, 이 기술분야에서 통상의 지식을 습득한 자라면, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않으면서도 많은 수정과 변형이 가능함을 이해하여야 할 것이다.

부호의 설명

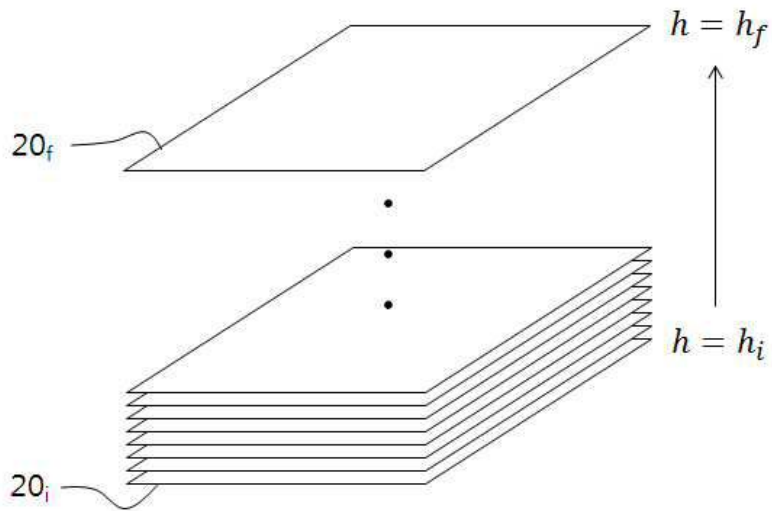
[0073] 100: 시료의 표면 지형도 측정 장치
110: 광원
120: 스테이지
130: 스테이지 이동부
140: 제1빔 스플리터
150: 미러
160: 제2빔 스플리터
171, 172, 173: 복수 개의 렌즈
180: 씨씨디 카메라
190: 이미지 분석부

도면

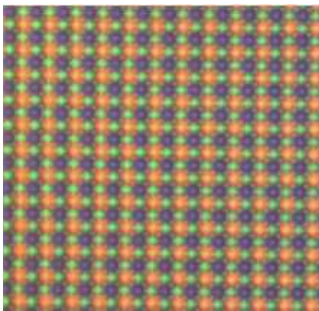
도면1



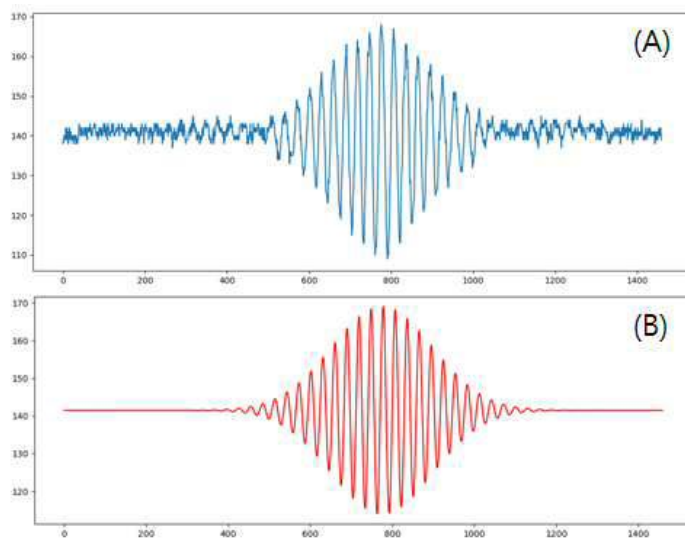
도면2



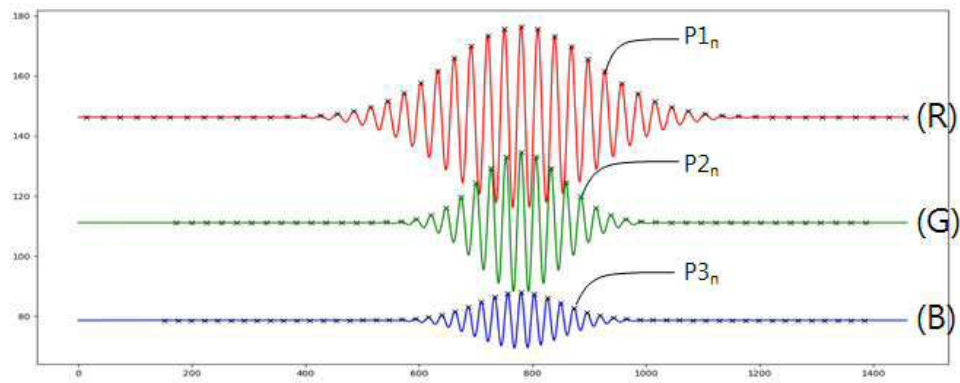
도면3



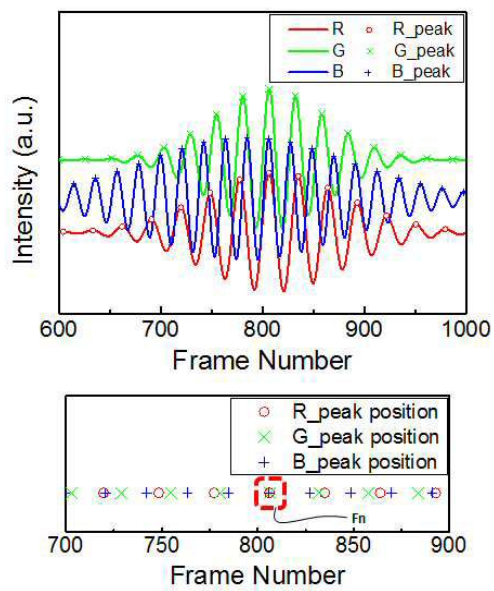
도면4



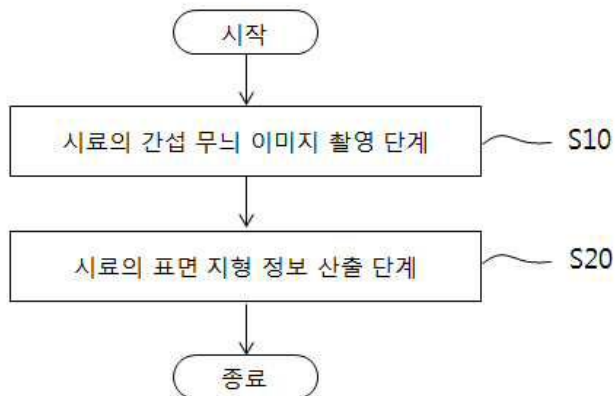
도면5



도면6



도면7



도면8

