



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0047762
(43) 공개일자 2018년05월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01B 11/02 (2006.01) G01B 9/04 (2006.01)
G01D 11/30 (2006.01) G06T 7/00 (2017.01)
G06T 7/40 (2017.01) G06T 7/60 (2017.01)
H04N 5/225 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01B 11/022 (2013.01)
G01B 11/06 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0144459

(22) 출원일자 2016년11월01일

심사청구일자 2016년11월01일

(71) 출원인

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

정현식

서울특별시 강남구 압구정로 321, 35동 1005호 (압구정동, 한양아파트)

이재웅

경기도 수원시 장안구 상률로 32, 105동 803호 (율전동, 밤꽃마을뜨란채아파트)

(74) 대리인

특허법인충현

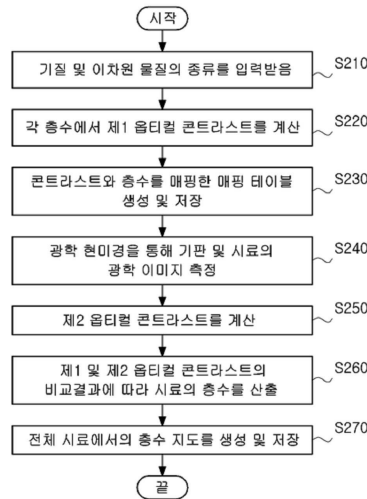
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 이차원 물질의 두께 측정 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명의 이차원 물질의 두께 측정 시스템은 시료의 광학상수를 이용하여 시료의 각 층수에서의 파장에 따른 제 1 옵티컬 콘트라스트를 계산하는 제어부 및 기관만 있을 때의 광학 이미지와 시료의 광학 이미지를 측정하는 광학 현미경부를 포함하고, 제어부는 광학 현미경부에 의해 측정된 기관과 시료의 광학 이미지의 차이를 통해 제2 옵티컬 콘트라스트를 계산하고, 제2 옵티컬 콘트라스트를 상기 제1 옵티컬 콘트라스트와 비교하여, 비교 결과에 따라 측정된 시료의 층수를 산출한다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류

G01B 9/04 (2013.01)
G01D 11/30 (2013.01)
G06T 1/0007 (2013.01)
G06T 7/337 (2017.01)
G06T 7/60 (2013.01)
G06T 7/90 (2017.01)
H04N 5/225 (2013.01)
G06T 2207/10056 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	201532013
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	글로벌프론티어지원사업
연구과제명	소프트 나노소재 분석 기술 개발
기 여 율	1/1
주관기관	서강대학교 산학협력단
연구기간	2016.07.01 ~ 2017.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

시료의 광학상수를 이용하여 상기 시료의 각 층수에서의 파장에 따른 제1 옵티컬 콘트라스트를 계산하는 제어부; 및

기관만 있을 때의 광학 이미지와 상기 시료의 광학 이미지를 측정하는 광학 현미경부;를 포함하고,

상기 제어부는 상기 광학 현미경부에 의해 측정된 기관과 시료의 광학 이미지의 차이를 통해 제2 옵티컬 콘트라스트를 계산하고, 상기 제2 옵티컬 콘트라스트를 상기 제1 옵티컬 콘트라스트와 비교하여, 비교 결과에 따라 상기 측정된 시료의 층수를 산출하는, 이차원 물질의 두께 측정 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 광학 현미경부는,

백색광을 상기 시료에 조사하고, CCD(Charge Coupled Device)를 통해 상기 조사된 빛의 반사에 의한 이미지를 얻으며, 소프트웨어를 통해 상기 이미지로부터 R, G, B 성분 값을 획득하는, 이차원 물질의 두께 측정 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 기관과 시료의 광학 이미지의 차이를 통해 RMS(Root Means Square) 값을 구하여 상기 제2 옵티컬 콘트라스트를 계산하는, 이차원 물질의 두께 측정 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 광학 현미경부는,

상기 시료를 장착하는 회전 스테이지를 포함하고,

상기 제어부는 상기 시료의 사이즈를 고려하여 상기 광학 현미경의 화각에 해당하는 만큼 상기 회전 스테이지를 x, y축 방향으로 움직이면서 반복적으로 광학 이미지를 측정하며, 상기 각 광학 이미지에 층수를 나타내어 상기 시료에서의 층수 지도를 만드는, 이차원 물질의 두께 측정 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제어부는,

사용자가 알고자 하는 층수와 시료의 사이즈를 입력하면, 상기 층수 지도를 이용하여 상기 입력된 층수와 사이즈에 맞는 상기 시료의 위치를 좌표로 정리하여 나타내는, 이차원 물질의 두께 측정 시스템.

청구항 6

시료의 광학상수를 이용하여 상기 시료의 각 층수에서의 파장에 따른 제1 옵티컬 콘트라스트를 계산하는 단계;

광학 현미경을 이용하여 기관만 있을 때의 광학 이미지와 상기 시료의 광학 이미지를 측정하는 단계;

상기 광학 현미경부에 의해 측정된 기관과 시료의 광학 이미지의 차이를 통해 제2 옵티컬 콘트라스트를 계산하는 단계; 및

상기 제2 옵티컬 콘트라스트를 상기 제1 옵티컬 콘트라스트와 비교하여, 비교 결과에 따라 상기 측정된 시료의 층수를 산출하는 단계;를 포함하는, 이차원 물질의 두께 측정 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 광학 이미지를 측정하는 단계는,

백색광을 상기 시료에 조사하는 단계;

CCD(Charge Coupled Device)를 통해 상기 조사된 빛의 반사에 의한 이미지를 얻는 단계; 및

소프트웨어를 통해 상기 이미지로부터 R, G, B 성분 값을 획득하는 단계;를 포함하는, 이차원 물질의 두께 측정 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 제2 옵티컬 콘트라스트를 계산하는 단계는,

상기 기판과 시료의 광학 이미지의 차이를 통해 RMS(Root Means Square) 값을 구하는, 이차원 물질의 두께 측정 방법.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 시료의 사이즈를 고려하여 상기 광학 현미경의 화각에 해당하는 만큼 상기 회전 스테이지를 x, y축 방향으로 움직이면서 반복적으로 광학 이미지를 측정하는 단계; 및

상기 각 광학 이미지에 층수를 나타내어 상기 시료에서의 층수 지도를 생성하여 저장하는 단계;를 더 포함하는, 이차원 물질의 두께 측정 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

사용자로부터 알고자 하는 층수와 시료의 사이즈를 입력받는 단계; 및

상기 층수 지도를 이용하여 상기 입력된 층수와 사이즈에 맞는 상기 시료의 위치를 좌표로 정리하여 나타내는 단계;를 더 포함하는, 이차원 물질의 두께 측정 방법.

청구항 11

제 6 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 이차원 물질의 두께 측정 시스템 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 이차원 물질의 두께를 비교적 간단하게 측정하고, 사이즈가 넓은 시료에 대해 자동적으로 층수를 구분해낼 수 있는 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

이차원 물질이란, 층상구조를 갖는 고체 물질이 수층의 형태로 존재하는 물질을 말한다. 2004년 흑연에서 한 층만을 떼어낸 구조인 그래핀이 기계적 박리법을 통해 제작되면서, 3차원 구조와는 다른 물리적 성질과 응용가능성으로 인해 사람들의 많은 주목을 받았다.

- [0003] 그 이후로 이황화물리브덴, 이황화텅스텐 등과 같은 전이금속 디칼코겐 물질, 흑린과 같은 층상구조를 갖는 다른 물질들이 수층의 형태로 제작되고, 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.
- [0004] 이러한 물질들은 기계적 박리법, 화학기상증착법 등의 방법으로 성장시킬 수 있고, 뿐만 아니라 다른 여러 가지 새로운 성장방법이 계속 연구되고 있다.
- [0005] 이러한 층상 구조물질이 수층의 두께를 갖는 경우, 그 층수에 따라 물리적인 특성이 크게 달라지기 때문에 이를 단시간에 정확하게 파악하는 것은 매우 중요한 일이다.
- [0006] 일반적으로 이차원 물질은 수 나노미터의 매우 얇은 두께를 갖기 때문에 투명하여 광학 현미경 상으로 잘 구분이 되지 않는다.
- [0007] 따라서 일반적으로 이와 같은 문제를 극복하기 위하여 특정한 두께를 갖는 이산화규소가 올라가있는 실리콘기판에 이차원 물질을 제작하고 광학적 간섭현상을 이용하여 이의 옵티컬 콘트라스트(Optical contrast)를 증가시킨다.
- [0008] 그러면 원자 단일층의 물질도 일반적인 광학현미경을 이용해 구분이 가능해지고, 이를 이용한 층수 구분이 가능해진다.
- [0009] 하지만 이러한 옵티컬 콘트라스트는 수치적으로 사용하는 기판 및 물질의 종류에 따라 크게 달라진다.
- [0010] 따라서 옵티컬 콘트라스트에 영향을 주는 요인을 다각적으로 고려하여 가장 높은 콘트라스트를 갖는 조건을 찾아내는 것이 중요하다.
- [0011] 그리고 이러한 조건을 이용하여 넓은 면적에 대해 자동적으로 층수를 구분해낼 수 있는 시스템이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0012] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-0865883호 (2006년 05월 10일, "두께 측정 시스템 및 방법")

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 본 발명은 상술한 종래 기술의 문제점을 극복하기 위한 것으로, 이차원 물질의 두께를 비교적 간단하게 측정하는 시스템 및 그 방법을 제공하는 것에 목적이 있다.
- [0014] 또한, 본 발명의 또 다른 목적은 시료의 넓은 면적에 대해 자동적으로 층수를 구분해낼 수 있는 시스템 및 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0015] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명의 실시 예에 따른 이차원 물질의 두께 측정 시스템은 시료의 광학상수를 이용하여 시료의 각 층수에서의 파장에 따른 제1 옵티컬 콘트라스트를 계산하는 제어부 및 기판만 있을 때의 광학 이미지와 시료의 광학 이미지를 측정하는 광학 현미경부를 포함하고, 제어부는 광학 현미경부에 의해 측정된 기판과 시료의 광학 이미지의 차이를 통해 제2 옵티컬 콘트라스트를 계산하고, 제2 옵티컬 콘트라스트를 상기 제1 옵티컬 콘트라스트와 비교하여, 비교 결과에 따라 측정된 시료의 층수를 산출한다.
- [0016] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 광학 현미경부는 백색광을 상기 시료에 조사하고, CCD(Charge Coupled Device)를 통해 상기 조사된 빛의 반사에 의한 이미지를 얻으며, 소프트웨어를 통해 상기 이미지로부터 R, G, B 성분 값을 획득한다.
- [0017] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 제어부는 상기 기판과 시료의 광학 이미지의 차이를 통해 RMS(Root Means Square) 값을 구하여 상기 제2 옵티컬 콘트라스트를 계산한다.
- [0018] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 광학 현미경부는 상기 시료를 장착하는 회전 스테이지를 포함하고, 상기 제어부는 상기 시료의 사이즈를 고려하여 상기 광학 현미경의 화각에 해당하는 만큼 상기 회전 스테이지를 x, y축 방

향으로 움직이면서 반복적으로 광학 이미지를 측정하며, 상기 각 광학 이미지에 층수를 나타내어 상기 시료에서의 층수 지도를 생성하여 저장한다.

[0019] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 제어부는 사용자가 알고자 하는 층수와 시료의 사이즈를 입력하면, 상기 층수 지도를 이용하여 상기 입력된 층수와 사이즈에 맞는 상기 시료의 위치를 좌표로 정리하여 나타낸다.

[0020] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 이차원 물질의 두께 측정 방법은 시료의 광학상수를 이용하여 상기 시료의 각 층수에서의 파장에 따른 제1 옵티컬 콘트라스트를 계산하는 단계와, 광학 현미경을 이용하여 기관만 있을 때의 광학 이미지와 상기 시료의 광학 이미지를 측정하는 단계와, 상기 광학 현미경부에 의해 측정된 기관과 시료의 광학 이미지의 차이를 통해 제2 옵티컬 콘트라스트를 계산하는 단계 및 상기 제2 옵티컬 콘트라스트를 상기 제1 옵티컬 콘트라스트와 비교하여, 비교 결과에 따라 상기 측정된 시료의 층수를 산출하는 단계를 포함한다.

[0021] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 광학 이미지를 측정하는 단계는 백색광을 상기 시료에 조사하는 단계와, CCD(Charge Coupled Device)를 통해 상기 조사된 빛의 반사에 의한 이미지를 얻는 단계 및 소프트웨어를 통해 상기 이미지로부터 R, G, B 성분 값을 획득하는 단계를 포함한다.

[0022] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 제2 옵티컬 콘트라스트를 계산하는 단계는 상기 기관과 시료의 광학 이미지의 차이를 통해 RMS(Root Means Square) 값을 구한다.

[0023] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 이차원 물질의 두께 측정 방법은 상기 시료의 사이즈를 고려하여 상기 광학 현미경의 화각에 해당하는 만큼 상기 회전 스테이지를 x, y축 방향으로 움직이면서 반복적으로 광학 이미지를 측정하는 단계 및 상기 각 광학 이미지에 층수를 나타내어 상기 시료에서의 층수 지도를 만드는 단계를 더 포함한다.

[0024] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 이차원 물질의 두께 측정 방법은 사용자로부터 알고자 하는 층수와 시료의 사이즈를 입력받는 단계 및 상기 층수 지도를 이용하여 상기 입력된 층수와 사이즈에 맞는 상기 시료의 위치를 좌표로 정리하여 나타내는 단계를 더 포함한다.

[0025] 또한, 본 발명은 상기한 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0026] 상기와 같이 구성된 본 발명에 따른 이차원 물질의 두께 측정 시스템 및 방법에 의하면, 이차원 물질의 두께를 비교적 간단하게 측정할 수 있다.

[0027] 또한, 본 발명에 따른 이차원 물질의 두께 측정 시스템 및 방법에 의하면, 넓은 면적의 시료에 대해 자동적으로 층수를 구분해 낼 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 이차원 물질의 두께 측정 시스템의 구성을 도시하는 구성도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 이차원 물질의 두께 측정 시스템의 제어부의 구성을 도시하는 블록도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 이차원 물질의 두께 측정 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 4는 SiO₂/Si 기관 위의 다양한 층수를 갖는 그래핀의 광학 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 본 발명은 다양한 변형 및 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 보다 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0031] 이하 도면을 참조하여 본 발명을 설명하기로 한다.

[0032] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 이차원 물질의 두께 측정 시스템의 구성을 도시하는 구성도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 이차원 물질의 두께 측정 시스템의 제어부의 구성을 도시하는 블록도이며, 도 4는

SiO₂/Si 기판 위의 다양한 층수를 갖는 그래핀의 광학 이미지를 나타낸다.

- [0033] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 이차원 물질의 두께 측정 시스템(100)은 광학 현미경부(110) 및 제어부(130)를 포함하여 구성된다.
- [0034] 광학 현미경부(110)는 수십 마이크로미터 크기의 이차원 물질을 관찰하고, 초점을 맞추기 위한 대물렌즈(111) 및 이차원 물질을 장착하는 회전 스테이지(113)등을 포함하여 구성된다.
- [0035] 회전 스테이지(113)는 상부에 이차원 물질을 탑재하여 고정시키고, 0도 내지 360도 사이에서 원하는 크기의 각도로 회전할 수 있다. 회전 스테이지(113)의 회전 구동은 제어부(130)에 의해 제어될 수 있다.
- [0036] 광학 현미경부(110)는 백색광을 시료에 조사하고, CCD(Charge Coupled Device)를 통해 상기 조사된 빛의 반사에 의한 이미지를 얻으며, 제어부(130)는 소프트웨어를 통해 상기 이미지로부터 R, G, B 성분 값을 획득한다.
- [0038] 제어부(130)는 본 발명의 이차원 물질의 두께 측정 시스템을 위한 운영체제 또는 응용 프로그램을 구동하여 제어부(130)에 연결된 다수의 하드웨어 또는 소프트웨어 구성요소들을 제어할 수 있고, 각종 신호를 포함한 데이터 처리 또는 연산을 수행할 수 있으며, 전사 시스템의 타 구성 요소들의 동작을 제어할 수 있다.
- [0039] 제어부(130)는 도 2에 도시된 바와 같이, 시료 및 기판 종류 입력부(131), 옙티컬 콘트라스트 계산부(132), 광학 이미지 획득부(133), 제1 및 제2 옙티컬 콘트라스트 비교부(134), 시료 층수 산출부(135), 층수 지도 생성부(136), 층수 및 시료 사이즈 입력부(137), 검색부(138) 및 시료 위치 표시부(139)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0041] 제어부(130)는 사용자로부터 측정 대상인 기판의 종류와 이차원 물질의 종류에 대한 정보를 입력받는다. 그리고, 입력된 이차원 물질의 광학상수를 이용하여 상기 이차원 물질의 각 층수에서의 파장에 따른 제1 옙티컬 콘트라스트를 계산한다. 이를 위해 제어부(130)는 이차원 물질의 광학상수에 관한 정보를 미리 저장하고 있다.
- [0042] 구체적으로, 이차원 물질에 대한 CCD(Charge Coupled Device)의 R, G, B 성분에 해당하는 콘트라스트 값을 구한다. 이를 위해, 여러 파장 성분을 갖는 빛 즉, 백색광을 시료에 한꺼번에 쬔어주고 컬러 CCD를 통해 이미지를 얻은 후, 소프트웨어를 통해 이미지의 R, G, B 성분값을 획득한다.
- [0043] 그리고, 제어부(130)는 이미지의 R, G, B 성분의 콘트라스트 값과 이차원 물질의 층수를 매핑하여 매핑 테이블을 생성하고 이를 저장한다.
- [0045] 광학 현미경부(110)에서 측정 대상인 기판과 시료에 대해 기판만 있을 때의 광학 이미지와 시료의 광학 이미지를 측정하면,
- [0046] 제어부(130)는 광학 현미경부(110)에 의해 측정된 기판과 시료의 광학 이미지의 차이를 통해 제2 옙티컬 콘트라스트를 계산한다. 이를 위해, 제어부(130)는 기판과 시료의 광학 이미지의 차이를 통해 RMS(Root Means Square) 값을 구하여 상기 제2 옙티컬 콘트라스트를 계산한다.
- [0047] 구체적으로, 기판과 시료의 광학 이미지를 R, G, B 성분으로 분리하여, 각 R, G, B 성분의 시료와 기판과의 차이를 계산하고 RMS(Root Mean Square) 값을 구하여 제2 옙티컬 콘트라스트를 계산한다.
- [0048] 여기서 제2 옙티컬 콘트라스트는 시료와 기판의 R, G, B 성분의 RMS 값의 차이를 의미한다. 시료의 R, G, B 성분을 구하고, 기판의 R, G, B 값을 각각 R0, G0, B0라고 하면 제2 옙티컬 콘트라스트는
$$\sqrt{((R-R_0)^2 + (G-G_0)^2 + (B-B_0)^2)/3}$$
 으로 계산된다. 기판을 기준으로 하기 때문에 기판의 옙티컬 콘트라스트는 개념상 항상 0으로 정의된다.
- [0050] 그리고, 제어부(130)는 제2 옙티컬 콘트라스트를 제1 옙티컬 콘트라스트와 비교하고, 비교 결과에 따라 측정된 시료의 층수를 산출한다.
- [0051] 즉, 매핑 테이블로부터 제2 옙티컬 콘트라스트와 동일한 제1 옙티컬 콘트라스트를 추출하고, 추출된 제1 옙티컬 콘트라스트에 해당하는 층수를 제2 옙티컬 콘트라스트의 층수로 산출한다.

- [0053] 또한, 제어부(130)는 이차원 물질의 사이즈를 고려하여 광학 현미경(110)의 화각에 해당하는 만큼 회전 스테이지(113)를 x, y축 방향으로 움직이면서 반복적으로 광학 이미지를 측정하며, 각 광학 이미지에 층수를 나타내어 이차원 물질에서의 층수 지도를 만든다.
- [0054] 이후, 제어부(130)는 사용자가 알고자 하는 층수와 이차원 물질의 사이즈를 입력하면, 층수 지도를 이용하여 상기 입력된 층수와 사이즈에 해당하는 상기 이차원 물질의 위치를 좌표로 정리하여 나타낼 수 있다.
- [0056] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 이차원 물질의 두께 측정 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0057] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 이차원 물질의 두께 측정 방법은 먼저, 측정 대상인 기관의 종류와 이차원 물질의 종류에 대한 정보를 입력받는다(S210).
- [0058] 다음으로, 입력된 이차원 물질의 광학상수를 이용하여 이차원 물질의 각 층수에서의 파장에 따른 제1 옵티컬 콘트라스트를 계산한다(S220). 이를 위해 제어부는 미리 이차원 물질의 광학상수에 대한 정보를 저장하고 있다.
- [0059] 구체적으로, 이차원 물질에 대한 CCD(Charge Coupled Device)의 R, G, B 성분에 해당하는 콘트라스트 값을 구한다. 이를 위해, 여러 파장 성분을 갖는 빛 즉, 백색광을 시료에 한꺼번에 쬔어주고 컬러 CCD를 통해 이미지를 얻은 후, 이미지의 R, G, B 성분값을 획득한다.
- [0061] 그리고, R, G, B 성분의 콘트라스트 값과 이차원 물질의 층수를 매핑하여 매핑 테이블을 생성하고 이를 저장한다(S230).
- [0063] 다음으로, 광학 현미경을 이용하여 기관만 있을 때의 광학 이미지와 시료의 광학 이미지를 측정한다(S240).
- [0065] 다음으로, 광학 현미경에 의해 측정된 기관과 시료의 광학 이미지의 차이를 통해 제2 옵티컬 콘트라스트를 계산한다(S250).
- [0066] 구체적으로, 기관과 시료의 광학 이미지를 R, G, B 성분으로 분리하여, 각 R, G, B 성분의 시료와 기관과의 차이를 계산하고 RMS(Root Mean Square) 값을 구하여 제2 옵티컬 콘트라스트를 계산한다.
- [0067] 여기서 제2 옵티컬 콘트라스트는 시료와 기관의 R, G, B 성분의 RMS 값의 차이를 의미한다. 시료의 R, G, B 성분을 구하고, 기관의 R, G, B 값을 각각 R_0 , G_0 , B_0 라고 하면 제2 옵티컬 콘트라스트는 $\sqrt{((R-R_0)+(G-G_0)+(B-B_0))/3}$ 으로 계산된다. 기관을 기준으로 하기 때문에 기관의 옵티컬 콘트라스트는 개념상 항상 0으로 정의된다.
- [0069] 다음으로, 제2 옵티컬 콘트라스트를 제1 옵티컬 콘트라스트와 비교하고, 비교 결과에 따라 상기 측정된 시료의 층수를 산출한다(S260).
- [0070] 즉, 매핑 테이블로부터 제2 옵티컬 콘트라스트와 동일한 제1 옵티컬 콘트라스트를 추출하고, 추출된 제1 옵티컬 콘트라스트에 해당하는 층수를 제2 옵티컬 콘트라스트의 층수로 산출한다.
- [0071]
- [0072] 다음으로, 시료의 사이즈를 고려하여, 자동화된 스테이지를 이용하여 x, y 방향으로 움직이면서 반복적으로 현미경의 화각에 해당하는 만큼 광학 이미지를 측정하고, 각 이미지에 해당하는 층수를 나타내어 전체 시료에서의 층수 지도를 만들어 저장한다(S270).
- [0074] 이후, 원하는 층수와 시료의 사이즈를 입력하면, 층수 지도를 이용하여 그 조건에 맞는 시료의 위치를 좌표로 정리하여 나타낼 수 있다.

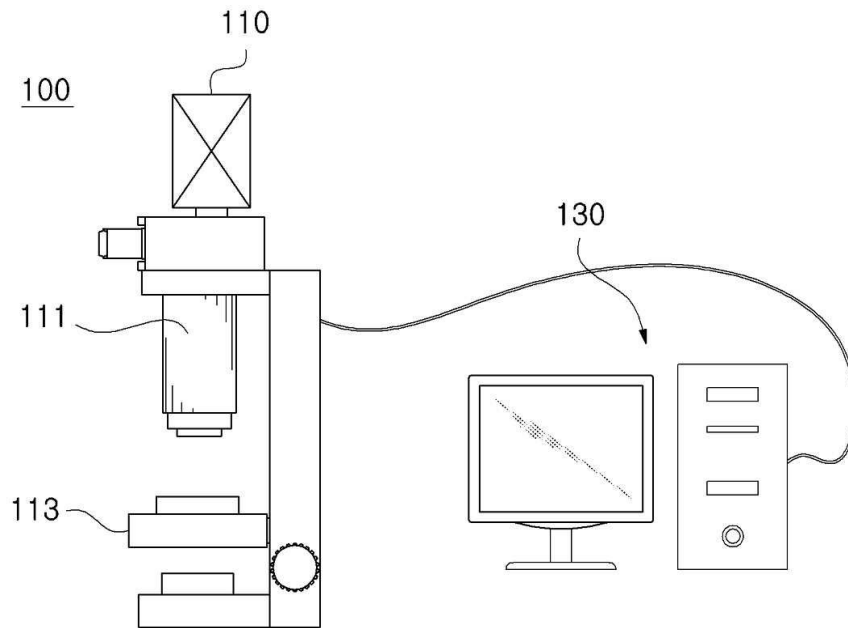
- [0076] 이처럼 본 발명의 이차원 물질의 두께측정 시스템은 기관만 있을 때의 광학 이미지와, 측정하고자 하는 시료의 광학 이미지를 R, G, B 성분으로 분리하여, 각 성분의 시료와 기관과의 차이를 계산하고 RMS 값을 구함으로써, 높은 옵티컬 콘트라스트를 갖는 조건을 찾을 수 있다.
- [0077] 또한, 본 발명에 따른 이차원 물질의 두께 측정 시스템 및 방법에 의하면, 이차원 물질의 두께를 비교적 간단하게 측정할 수 있으며, 넓은 면적의 시료에 대해 자동적으로 층수를 구분해 낼 수 있다.
- [0078] 아울러, 본 발명의 이차원 물질의 두께 측정 시스템은 광학 현미경 내부에 구비함으로써, 이차원 물질을 측정하는 통합적인 시스템을 구현할 수 있다.
- [0080] 한편, 본 발명의 실시 예들은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다.
- [0081] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등의 형태로 구현하는 것을 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술 분야의 프로그래머들에 의하여 용이하게 추론될 수 있다.
- [0083] 이상에서 본 발명에 대하여 그 다양한 실시 예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명에 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허 청구 범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

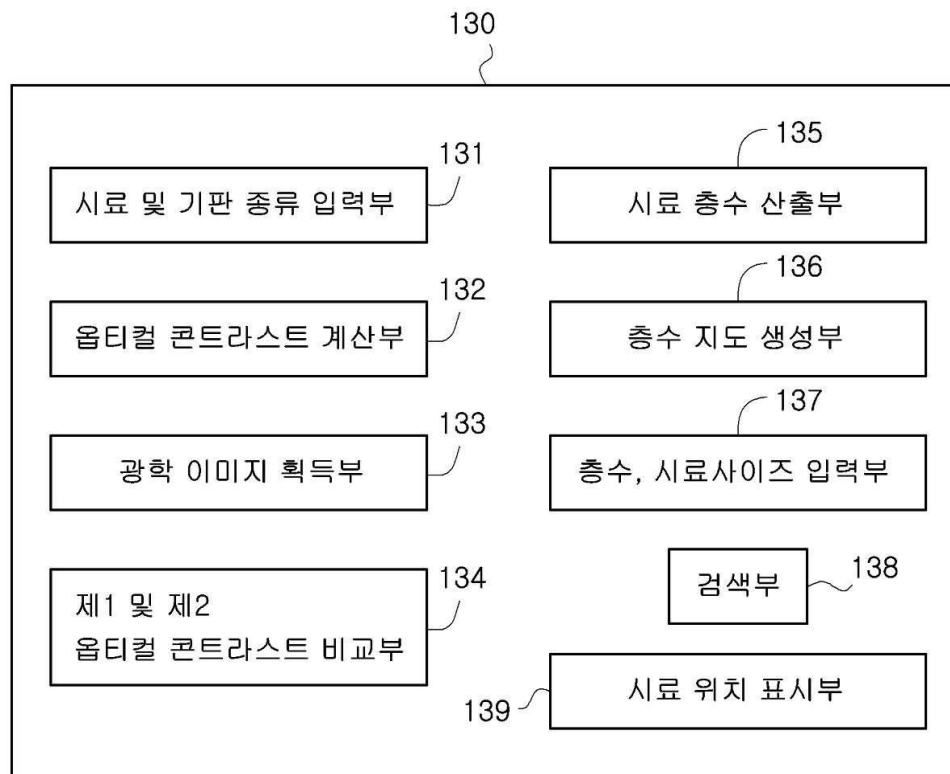
- [0084] 100: 이차원 물질의 두께측정 시스템
110: 현미경 130: 제어부

도면

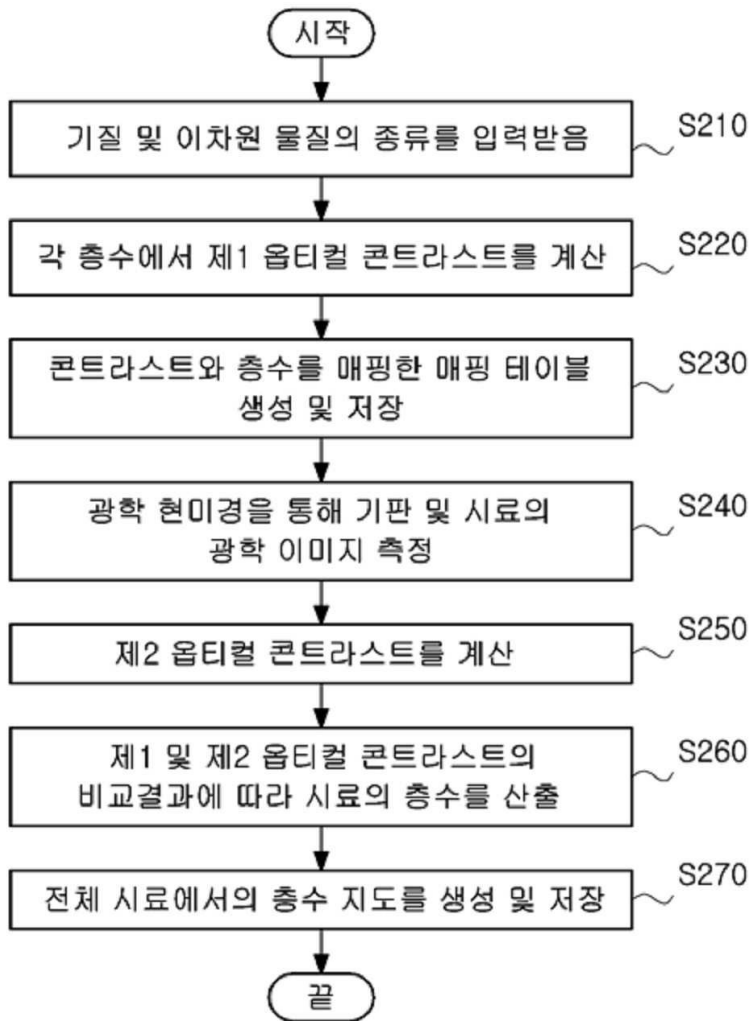
도면1



도면2



도면3



도면4

