



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년10월11일
(11) 등록번호 10-2588330
(24) 등록일자 2023년10월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/84 (2006.01) C01B 32/182 (2017.01)
G06T 7/11 (2017.01) G06T 7/60 (2017.01)
G06T 7/90 (2017.01)
(52) CPC특허분류
G01N 21/84 (2013.01)
C01B 32/182 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2021-0114372
(22) 출원일자 2021년08월30일
심사청구일자 2021년08월30일
(65) 공개번호 10-2023-0032029
(43) 공개일자 2023년03월07일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020180047762 A*
Craig M. Nolen 외 4 'High-Throughput
Large-Area Automated Identification and
Quality Control of Graphene and Few-Layer
Graphene Films' (ACS NANO Vol. 5,
2011.01.05.) pp.914~922.*
JP2013068460 A
KR1020160020058 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
서용호
서울특별시 양천구 목동서로 280, 801동 301호(신정동, 목동신시가지아파트8단지)
응원당공
서울특별시 광진구 광나루로17길 14-8(군자동)
박예은
서울특별시 관악구 은천로 93, 207동 303호(봉천동, 벽산블루밍아파트)
(74) 대리인
유병욱

전체 청구항 수 : 총 8 항

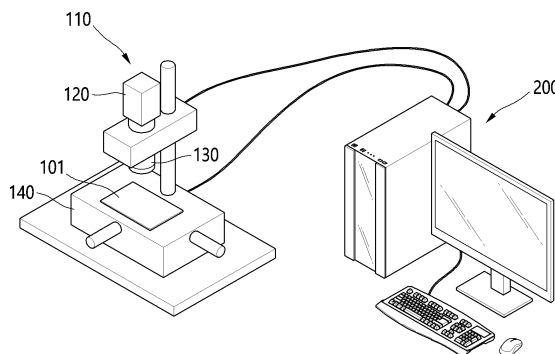
심사관 : 장일석

(54) 발명의 명칭 2차원 대상체 검출 시스템

(57) 요약

본 발명에 따른 2차원 대상체 검출 시스템은, 2차원 검출 대상체의 광학 이미지에서 추출된 RGB 파장대에 따른 각각의 명암비를 이용하여 상기 2차원 검출 대상체를 식별하거나 그 위치를 검출할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

- G06T 7/11 (2017.01)
- G06T 7/60 (2013.01)
- G06T 7/90 (2017.01)
- G01N 2021/8461 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711120647
과제번호	2020R1A2C1099862
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구
연구과제명	전자의 열적 요동 기반 열에너지 하베스팅을 위한 탄도성 정류기 개발
기여율	50/100
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2020.09.01 ~ 2021.08.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345331641
과제번호	2020R1A6A1A03043435
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학학술연구기반구축(R&D)
연구과제명	하이브리드재료응용연구소
기여율	50/100
과제수행기관명	세종대학교
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

2차원 검출 대상체가 존재하는 기판이 놓이는 스테이지;

상기 2차원 검출 대상체를 포함하는 상기 기판을 촬영하는 촬영부; 및

상기 촬영부에서 얻은 상기 기판의 광학이미지를 이용하여 상기 2차원 검출 대상체를 식별하거나 검출하는 대상체 검출부;를 포함하고 상기 기판의 광학이미지에서 추출된 RGB 파장대에 따른 각각의 명암비를 이용하여 상기 2차원 검출 대상체를 식별하거나 그 위치를 검출하되,

상기 대상체 검출부는,

상기 2차원 검출 대상체와 상기 기판의 박막 사이의 간섭효과를 이용하여 상기 2차원 검출 대상체를 검출하며,

상기 광학이미지 중 백그라운드 영역의 명암비와 RGB 각각의 명암비의 차이에 대한 설정값을 만족하는 추정 화소가 모여 있는 밀집 영역에 존재하는 추정 화소의 화소값이 점진적으로 증가 또는 감소하거나 변하는 경우에는 상기 2차원 검출 대상체가 존재하지 않는 것으로 추정하고 추정 화소의 화소값이 균일한 경우에는 상기 2차원 검출 대상체가 존재하는 것으로 추정하거나, 상기 밀집 영역의 크기가 기준치 이하인 경우에 상기 2차원 검출 대상체가 존재하지 않는 것으로 추정하는 것을 특징으로 하는 2차원 대상체 검출 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 대상체 검출부는, 상기 기판의 광학이미지 중 상기 2차원 검출 대상체, 다층 검출 대상체 및 불순물이 존재하는 영역과 상기 백그라운드 영역의 명암비를 측정하여 상기 2차원 검출 대상체가 존재하는 영역을 검출하는 것을 특징으로 하는 2차원 대상체 검출 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 대상체 검출부는, 상기 광학이미지에서 RGB 각각의 색상 이미지를 추출하고, 상기 추정 화소를 추출하는 것을 특징으로 하는 2차원 대상체 검출 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 대상체 검출부는 상기 추정 화소가 모여 있는 상기 밀집 영역을 검출하고 상기 밀집 영역에 위치하는 추정 화소의 균일도를 판단하거나 상기 밀집 영역의 크기를 구하는 것을 특징으로 하는 2차원 대상체 검출 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 대상체 검출부는, 상기 밀집 영역에 존재하는 상기 추정 화소의 명암차의 평균값, 화소값의 균일도 또는 구배를 계산하여 상기 2차원 검출 대상체와 그 외의 다층 검출 대상체 및 불순물을 구분하는 것을 특징으로 하는 2차원 대상체 검출 시스템.

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 대상체 검출부는, 상기 2차원 검출 대상체가 존재하는 것으로 추정된 상기 밀집 영역에 존재하는 $(N \times m) \times (N \times m)$ 개의 화소를 $N \times N$ 개의 저해상도 이미지로 변환한 후 저해상도 이미지의 화소값을 비교하여 상기 2차원 검출 대상체의 유무를 판단하고,

상기 2차원 검출 대상체가 존재하는 것으로 추정된 영역에만 존재하는 화소를 $(N \times m) \times (N \times m)$ 개의 고해상도 이미지로 변환한 후 고해상도 이미지의 화소값을 비교하여 상기 2차원 검출 대상체의 가장자리를 검출하고 그 위치정보를 저장하는 것을 특징으로 하는 2차원 대상체 검출 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 대상체 검출부는, 상기 2차원 검출 대상체가 존재하는 것으로 추정된 상기 밀집 영역에 존재하는 $(N \times m) \times (N \times m)$ 개의 화소에 대해서 $N \times N$ 개로 이루어지는 서브 어레이를 정의하고 상기 서브 어레이를 하나의 대표값으로 하는 $m \times m$ 개에 대해서 화소값을 비교하여 상기 2차원 검출 대상체의 유무를 검출하는 것을 특징으로 하는 2차원 대상체 검출 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 대상체 검출부는, 상기 서브 어레이를 하나의 대표값으로 하는 $m \times m$ 개에 대해서 화소값을 비교한 결과 상기 2차원 검출 대상체가 존재하는 것으로 추정된 영역의 위치정보를 저장하고, 상기 추정된 영역에만 존재하는 화소를 $(N \times m) \times (N \times m)$ 개의 화소로 변환하여 화소값을 비교하여 상기 2차원 검출 대상체의 가장자리를 검출하고 그 위치정보를 저장하는 것을 특징으로 하는 2차원 대상체 검출 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 2차원 대상체 검출 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 기계적 박리에 의해 얻어진 원자 단일층의 2차원 소재 내지 물질을 자동으로 검출할 수 있는 2차원 대상체 검출 시스템을 제공한다.

배경 기술

[0002] 2차원 소재는 사물인터넷, 휘어지는 소자, 초저전력 소자, 차세대 배터리, 정수필터, 우주선 등 다양한 산업 분야에 적용이 가능한 원천 기술이다. 2차원(2D) 소재란 원자들이 단일 원자층 두께(약 $1\text{nm}=10\text{억분의 }1\text{m}$)를 가지고 평면에서 결정구조를 이루는 물질을 지칭한다.

[0003] 또한, 반데르발스 이중접합구조(Van der Waals heterostructure)는 단일 원자층 구조는 아니지만 2차원 소재의 장점을 극대화할 수 있는 구조로서 2차원 소재의 범주에 속한다. 정밀한 계면 제어 기능과 다양한 전자 특성을 가진 다양한 소재 선택으로 인해 반데르발스 이중접합구조는 기존의 반도체 이중 구조로 달성할 수 없는 높은

소자의 잠재적 가능성이 확인되고 있다.

- [0004] 2차원 소재는 전기적 특성에 따라 도체, 반도체, 부도체로 분류할 수 있으며 대표적으로 도체 성질을 가지는 그래핀(graphene), 반도체 성질을 가지는 전이금속 디칼코게나이드(TMDC; transition metal dichalcogenide), 흑린(black phosphorous), 부도체 성질을 가지는 육방정계 질화붕소(hBN; hexagonal boron nitride)가 있다.
- [0005] 대표적인 2차원 물질인 그래핀(graphene)은 흑연 덩어리 물질에 접촉성 스카치테이프를 붙였다 떼었다 반복하여 몇 겹의 원자층을 기계적으로 벗겨내는 기계적 박리법(Mechanical exfoliation)에 의해서 발견되고 많은 연구들이 진행되어 오고 있다. 기계적 박리법은 수율이 매우 낮고 대면적화 할 수 없음에도 불구하고 현재까지도 가장 우수한 품질의 2차원 물질을 얻을 수 있기 때문에 사용되고 있다.
- [0006] 그런데 기계적 박리 후에 연구자가 직접 눈으로 광학현미경을 보면서 단일층의 2차원 물질을 찾는 작업은 시간이 오래 걸릴 뿐만 아니라 산화를 막기 위해 글러브박스 안에서는 작업을 하는 경우에는 육안 검사가 불가능하다.
- [0007] 현재까지 우수한 특성의 고품질 2차원 결정은 대부분 기계적 박리법으로 제조되고 있다. 그러나, 수율이 매우 낮아서 1cm² 당 1~2개 정도의 단일층 결정 플레이크(flake, 조각)가 발견되는데 그치고 있다.
- [0008] 연구실에서 많은 연구원 및 대학원생들이 기계적 박리법으로 얻은 2차원 물질을 광학현미경을 통해 육안으로 찾는데 허비하는 시간이 너무 많으며 대략 1개의 고품질 그래핀을 찾기 위해서 30분 정도의 시간이 소요되는 문제가 있다. 또한, 이러한 과정이 공기 중에서 이루어지므로 이 시간 동안 2차원 물질의 산화가 진행되어 원소재의 고유한 특성이 악화되는 심각한 문제점이 있다.
- [0009] 본 출원인은, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명을 제안하게 되었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2013-0050552호(2013.05.16. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 원자 단일층의 2차원 검출 대상체의 간섭 효과에 의한 광학적 식별 원리를 적용하여 기존에 연구자가 수작업으로 진행하던 작업을 자동으로 2차원 대상체를 검출해낼 수 있는 2차원 대상체 검출 시스템을 제공한다.
- [0012] 본 발명은 카메라로부터 광학이미지를 얻어서 RGB 각각의 색상 이미지를 추출하고 단일층 플레이크가 있는 영역과 그 바깥쪽의 명암비를 측정하여 단일층 유무를 확인하는 2차원 대상체 검출 시스템을 제공한다.
- [0013] 본 발명은 한 개의 플레이크 영역을 이외의 백그라운드(background) 영역과 구분하여 영역을 정하고 그 명암차의 평균값과 균일도, 구배를 계산하여 단일층 플레이크와 이물질을 판별하는 2차원 대상체 검출 시스템을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0014] 상기한 바와 같은 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 2차원 대상체 검출 시스템은, 2차원 검출 대상체의 광학 이미지에서 추출된 RGB 파장대에 따른 각각의 명암비를 이용하여 상기 2차원 검출 대상체를 식별하거나 그 위치를 검출할 수 있다.
- [0015] 상기 2차원 검출 대상체가 존재하는 기관이 놓이는 스테이지; 상기 2차원 검출 대상체를 포함하는 상기 기관을 촬영하는 촬영부; 및 상기 촬영부에서 얻은 상기 기관의 광학이미지를 이용하여 상기 2차원 검출 대상체를 식별하거나 검출하는 대상체 검출부;를 포함하며, 상기 대상체 검출부는 상기 2차원 검출 대상체와 상기 기관의 박막 사이의 간섭 효과를 이용하여 상기 2차원 검출 대상체를 검출할 수 있다.
- [0016] 상기 대상체 검출부는, 상기 기관의 광학이미지 중 상기 2차원 검출 대상체, 다층 검출 대상체 및 불순물이 존

재하는 영역과 그 외의 백그라운드 영역의 명암비를 측정하여 상기 2차원 검출 대상체가 존재하는 영역을 검출할 수 있다.

- [0017] 상기 대상체 검출부는, 상기 광학이미지에서 RGB 각각의 색상 이미지를 추출하고, 상기 광학이미지 중 상기 백그라운드 영역의 명암비와 RGB 각각의 명암비의 차이에 대한 설정값을 만족하는 추정 화소를 추출할 수 있다.
- [0018] 상기 대상체 검출부는 추정 화소가 모여 있는 밀집 영역을 검출하고 상기 밀집 영역에 위치하는 추정 화소의 균일도를 판단하거나 상기 밀집 영역의 크기를 구할 수 있다.
- [0019] 상기 대상체 검출부는, 상기 밀집 영역에 존재하는 추정 화소의 명암차의 평균값, 화소값의 균일도 또는 구배를 계산하여 상기 2차원 검출 대상체와 그 외의 다층 검출 대상체 및 불순물을 구분할 수 있다.
- [0020] 상기 대상체 검출부는, 상기 밀집 영역에 존재하는 추정 화소의 화소값이 점진적으로 증가 또는 감소하거나 변하는 경우에는 상기 2차원 검출 대상체가 존재하지 않는 것으로 추정하고 추정 화소의 화소값이 균일한 경우에는 상기 2차원 검출 대상체가 존재하는 것으로 추정하거나, 상기 밀집 영역의 크기가 기준치 이하인 경우에 상기 2차원 검출 대상체가 존재하지 않는 것으로 추정할 수 있다.
- [0021] 상기 대상체 검출부는, 상기 2차원 검출 대상체가 존재하는 것으로 추정된 상기 밀집 영역에 존재하는 $(N \times m) \times (N \times m)$ 개의 화소를 $N \times$ 저해상도 이미지로 변환한 후 저해상도 이미지의 화소값을 비교하여 상기 2차원 검출 대상체의 유무를 판단하고, 상기 2차원 검출 대상체가 존재하는 것으로 추정된 영역에만 존재하는 화소를 $(N \times m) \times (N \times m)$ 개의 고해상도 이미지로 변환한 후 고해상도 이미지의 화소값을 비교하여 상기 2차원 검출 대상체의 가장자리를 검출하고 그 위치정보를 저장할 수 있다.
- [0022] 상기 대상체 검출부는, 상기 2차원 검출 대상체가 존재하는 것으로 추정된 상기 밀집 영역에 존재하는 $(N \times m) \times (N \times m)$ 개의 화소에 대해서 $N \times N$ 개로 이루어지는 서브 어레이를 정의하고 상기 서브 어레이를 하나의 대표값으로 하는 $m \times m$ 개에 대해서 화소값을 비교하여 상기 2차원 검출 대상체의 유무를 검출할 수 있다.
- [0023] 상기 대상체 검출부는, 상기 서브 어레이를 하나의 대표값으로 하는 $m \times m$ 개에 대해서 화소값을 비교한 결과 상기 2차원 검출 대상체가 존재하는 것으로 추정된 영역의 위치정보를 저장하고, 상기 추정된 영역에만 존재하는 화소를 $(N \times m) \times (N \times m)$ 개의 화소로 변환하여 화소값을 비교하여 상기 2차원 검출 대상체의 가장자리를 검출하고 그 위치정보를 저장할 수 있다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명에 따른 2차원 대상체 검출 시스템은 원자 단일층의 2차원 대상체의 간섭 효과에 의한 광학적 식별 원리를 적용하여 자동으로 2차원 대상체를 검출해낼 수 있기 때문에 2차원 대상체 검출에 소요되는 시간을 줄일 수 있다.
- [0025] 본 발명에 따른 2차원 대상체 검출 시스템은 한 개의 플레이크 영역을 이외의 백그라운드(background) 영역과 구분하여 영역을 정하고 그 명암차의 평균값과 균일도, 구배를 계산함으로써 단일층 플레이크 형태로 존재하는 2차원 대상체와 이물질을 구별하여 판별할 수 있다.
- [0026] 본 발명에 따른 2차원 대상체 검출 시스템은 글로벌박스 내에서도 구현되고 작동되기 때문에 2차원 대상체가 공기 중에서 산화되는 것을 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 발명에 따른 2차원 대상체 검출 시스템의 구성을 개략적으로 보여주는 도면이다.
- 도 2는 도 1에 따른 시스템에 이용되는 기판과 2차원 검출 대상체를 예시적으로 보여주는 도면이다.
- 도 3은 도 1에 따른 시스템의 일 실시예의 구성요소를 보여주는 블록도이다.
- 도 4는 도 1에 따른 시스템의 다른 일 실시예의 구성요소를 보여주는 블록도이다.
- 도 5는 도 1에 따른 시스템의 또 다른 일 실시예의 구성요소를 보여주는 블록도이다.
- 도 6은 도 1에 따른 시스템의 대상체 검출부의 구성을 예시적으로 설명하는 블록도이다.
- 도 7은 도 1에 따른 시스템을 사용한 2차원 대상체 검출 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 8은 도 6에 따른 대상체 검출부의 작동을 설명하기 위한 도면이다.

도 9 내지 도 13은 도 1에 따른 시스템에서 얻은 기관 및 2차원 검출 대상체의 광학이미지를 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예를 상세히 설명하되, 동일하거나 유사한 구성요소에 는 동일, 유사한 도면 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련 된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시 예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범 위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0029] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소 들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0030] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0031] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0032] 본 출원에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 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 이해되 어야 한다.
- [0033] 도면들은 개략적이고 축적에 맞게 도시되지 않았다는 것을 일러둔다. 도면에 있는 부분들의 상대적인 치수 및 비율은 도면에서의 명확성 및 편의를 위해 그 크기에 있어 과장되거나 감소되어 도시되었으며 임의의 치수는 단 지 예시적인 것이지 한정적인 것은 아니다. 그리고 둘 이상의 도면에 나타나는 동일한 구조물, 요소 또는 부품 에는 동일한 참조 부호가 유사한 특징을 나타내기 위해 사용된다.
- [0034] 본 발명의 실시예는 본 발명의 이상적인 실시예들을 구체적으로 나타낸다. 그 결과, 도면의 다양한 변형이 예상 된다. 따라서 실시예는 도시한 영역의 특정 형태에 국한되지 않으며, 예를 들면 제조에 의한 형태의 변형도 포 함한다.
- [0035] 도 1은 본 발명에 따른 2차원 대상체 검출 시스템의 구성을 개략적으로 보여주는 도면, 도 2는 도 1에 따른 시 스템에 이용되는 기관과 2차원 검출 대상체를 예시적으로 보여주는 도면, 도 3은 도 1에 따른 시스템의 일 실시 예의 구성요소를 보여주는 블록도, 도 4는 도 1에 따른 시스템의 다른 일 실시예의 구성요소를 보여주는 블록도, 도 5는 도 1에 따른 시스템의 또 다른 일 실시예의 구성요소를 보여주는 블록도, 도 6은 도 1에 따른 시스템의 대상체 검출부의 구성을 예시적으로 설명하는 블록도, 도 7은 도 1에 따른 시스템을 사용한 2차원 대 상체 검출 방법을 설명하기 위한 순서도, 도 8은 도 6에 따른 대상체 검출부의 작동을 설명하기 위한 도면, 도 9 내지 도 13은 도 1에 따른 시스템에서 얻은 기관 및 2차원 검출 대상체의 광학이미지를 보여주는 도면이다.
- [0037] 본 발명에 따른 2차원 대상체 검출 시스템(10, 이하 '시스템'이라 함)은 그래픽과 같은 원자 단일층의 2차원 소 재 또는 물질을 자동적으로 검출할 수 있다. 이하에서 "2차원 대상체" 또는 "2차원 검출 대상체"는 원자 단일층 2차원 소재 또는 물질을 의미한다.
- [0038] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 2차원 대상체 검출 시스템(10)은 관측 유닛(110) 및 검출유닛(200)을 포함할 수 있다. 관측유닛(110)은 기관에 놓인 2차원 검출 대상체(101)를 확대하는 관찰부(130) 및 2차원 검출 대상체 (101)와 기관의 광학이미지를 얻는 촬영부(120)를 포함할 수 있고, 검출유닛(200)은 컴퓨터의 형태로 구현될 수 있다. 관측유닛(110)과 검출유닛(200)은 유선 또는 무선으로 연결되어 서로 통신할 수 있다.
- [0039] 관측유닛(110)은 X축 및 Y축 방향으로 움직이는 스테이지(140), 스테이지(140) 상에 놓이는 2차원 검출 대상체 (101), 2차원 검출 대상체(101)를 관찰하는 관찰부(130) 및 2차원 검출 대상체(101)를 촬영하여 광학이미지를

는 촬영부(120)를 포함할 수 있다. 촬영부(120)는 CMOS camera의 형태로 구비될 수 있고, 관찰부(130)는 대물 렌즈를 구비한 광학현미경의 형태로 구비될 수 있다.

- [0040] 촬영부(120)는 스테이지(140)에 놓인 검출 대상물(101)을 전체적으로 한꺼번에 촬영하는 것이 아니라 검출 대상물(101) 위를 이동하면서 작은 부분을 촬영하고 촬영 후 다시 이동하여 다른 부분을 촬영하는 과정을 반복하게 된다.
- [0041] 촬영부(120)와 관찰부(130)는 고정되어 있기 때문에 촬영부(120)의 아래에 위치하는 검출 대상물(101)이 움직여야 한다. 이를 위해서 검출 대상물(101)이 놓은 스테이지(140)가 X축 및 Y축 방향을 따라 움직일 수 있도록 마련될 수 있다.
- [0042] 예를 들면, 촬영부(120)의 스캔 범위가 $5 \times 5 \text{ cm}^2$, 스캔속도는 1 mm/s , 인식시간은 0.2 s/frame 이 되도록 스테이지(140)가 X축 및 Y축 방향을 따라 움직일 수 있다. 또한, 검색 면적 $100 \text{ mm}^2/\text{min}$ 에 대해서 10 분당 1개의 2차원 검출 대상체(101)를 90%의 검출율로 검출하도록 스테이지(140)가 움직일 수 있다.
- [0043] 한편, 검출 대상물(101)이 직접 스테이지(140) 위에 놓이는 것이 아니라, 도 2에 도시된 바와 같이 검출 대상물(101)이 존재하는 기관(102)이 스테이지(140)에 놓이게 된다.
- [0044] 본 발명에 따른 시스템(10)은 기계적 박리법 즉, 스카치테이프를 붙였다 떼었다는 반복하여 얻어진 2차원 검출 대상체(101)를 이미지 분석하여 정확한 2차원 검출 대상체(101)의 존재 위치를 검출하는 것이다. 도 2를 참조하면, 기계적 박리법에 의해서 스카치테이프(109)에 붙어 있는 2차원 검출 대상체(101, 예를 들면, 그래핀)를 기관(102)에 옮기 위해서 스카치테이프(109)를 기관(102)의 표면(상면)에 문지르면 2차원 검출 대상체(101)가 스카치테이프(109)에서 기관(102)의 표면으로 옮겨지게 된다. 2차원 검출 대상체(101)가 존재하는 기관(102)을 스테이지(140)에 올려두고 2차원 검출 대상체(101)를 광학적 방법으로 분석하고 검출하게 된다.
- [0045] 여기서, 기관(102)으로는 유리(glass), 실리콘웨이퍼 등이 사용될 수 있다. 기관(102)이 실리콘웨이퍼인 경우 그 표면(상면)에는 수백 nm 두께의 SiO_2 가 형성되는데, SiO_2 에 2차원 검출 대상체(101)가 붙어 있게 된다. 이때, SiO_2 의 표면에는 2차원 검출 대상체(101) 뿐만 아니라 두꺼운 소재, 불순물 또는 스카치테이프의 자국 등이 같이 존재하게 된다.
- [0046] 촬영부(120)에서 촬영한 2차원 검출 대상체(101)의 광학이미지와 촬영 위치 즉, 스테이지(140)가 X축 또는 Y축으로 움직인 정보 등이 검출유닛(200)으로 전달되고 이를 기초로 검출유닛(200)이 2차원 검출 대상체(101)의 위치를 검출할 수 있다.
- [0047] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 시스템(10)은 2차원 검출 대상체(101)를 촬영하는 촬영부(120), 촬영부(120)에서 얻은 광학이미지를 전달 받아 이를 이미지 프로세싱하여 분석하는 대상체 검출부(210), 대상체 검출부(210)의 검출 결과를 시각적으로 보여주는 디스플레이부(290)를 포함할 수 있다. 대상체 검출부(210)와 디스플레이부(290)는 검출유닛(200)에 포함될 수 있다.
- [0048] 또한, 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 시스템(10)은, 촬영부(120)가 2차원 검출 대상체(101) 및 기관(102)을 촬영할 때 조명을 제공하는 조명부(150), 스테이지(140)를 X축 또는 Y축 방향으로 움직이게 하는 스테이지구동부(146)를 더 포함할 수도 있다.
- [0049] 뿐만 아니라, 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 시스템(10)은, 대상체 전사부(190)를 더 포함할 수도 있다. 대상체 전사부(190)는 대상체 검출부(210)에서 검출한 2차원 검출 대상체(101)의 위치 정보(좌표값)에 따라 검출 대상체(101)가 위치하는 좌표로 이동한 후 기관(102)에서부터 2차원 검출 대상체(101)를 떼어서 이동하는 부분이다. 본 발명에 따른 시스템(10)은 2차원 검출 대상체(101)의 위치를 검출할 뿐만 아니라 해당 위치에서 2차원 검출 대상체(101)를 전사(transfer)까지도 수행할 수 있다.
- [0050] 또한, 본 발명에 따른 시스템(10)의 경우에는 관측유닛(110)이 글로브박스 내에 마련되도록 구성할 수도 있기 때문에 2차원 검출 대상체(101)를 검출하는 과정 중에 2차원 검출 대상체(101)가 공기와 반응하여 산화되는 것도 방지할 수 있다.
- [0051] 도 6을 참조하면, 대상체 검출부(210)는 제어부(220), 이미지 획득부(230), 이미지 처리부(240), 이미지 분석부(250), 이미지 판단부(260), 저장부(270) 및 통신부(280)를 포함할 수 있다. 제어부(220)는 이미지 획득부(230), 이미지 처리부(240), 이미지 분석부(250), 이미지 판단부(260), 저장부(270) 및 통신부(280)의 작동을

제어하거나 각종 정보를 주고 받을 수 있다. 또한, 제어부(220)는 조명부(150), 촬영부(120), 스테이지구동부(146) 또는 대상체 전사부(190)의 작동을 제어하거나 각종 정보를 주고 받을 수 있다.

- [0052] 우선, 제어부(220)는 조명부(150)와 촬영부(120)의 작동여부를 제어할 수 있다. 예를 들면, 스테이지구동부(146)가 작동하여 스테이지(140)가 이동하는 중에는 조명부(150)와 촬영부(120)가 작동하지 않도록 하고 스테이지(140)가 정지한 경우에 조명부(150)와 촬영부(120)가 작동하도록 제어할 수 있다.
- [0053] 제어부(220)는 스테이지구동부(146)의 작동 관련 정보로부터 촬영부(120)가 촬영한 시점에 2차원 검출 대상체(101) 또는 기관(102)의 위치 정보(좌표값)을 구할 수 있고, 이를 저장부(270)에 저장할 수 있다. 이때, 제어부(220)는 위치 정보(좌표값)와 해당 위치에서 촬영한 광학이미지를 매칭하고, 위치정보와 매칭된 광학이미지도 저장부(270)에 저장할 수 있다.
- [0054] 제어부(220)는 가장 얇은 원자 단일층의 2차원 검출 대상체(101)가 검출된 위치정보(좌표값)을 저장부(270)에서 불러낸 후 대상체 전사부(190)에 전달함으로써, 대상체 전사부(190)가 해당 위치에서 2차원 검출 대상체(101)를 찍어서 전사하도록 제어할 수 있다.
- [0055] 저장부(270)는 데이터베이스로서 2차원 검출 대상체(101)의 검출 과정에서 얻어지는 각종 정보와 결과값 등이 저장될 수 있다.
- [0056] 통신부(280)는 저장부(270)에 저장된 데이터를 사용자의 스마트폰 또는 다른 단말기로 무선 통신에 의해 전달할 수 있다.
- [0058] 이하에서는, 2차원 검출 대상체(101)를 검출하는 과정에서 대해서 보다 상세하게 설명한다.
- [0059] 본 발명에 따른 시스템(10)은 2차원 검출 대상체(101)가 존재하는 기관(102)이 놓이는 스테이지(140); 2차원 검출 대상체(101)를 포함하는 기관(102)을 촬영하는 촬영부(120); 및 촬영부(120)에서 얻은 기관(102)의 광학이미지를 이용하여 2차원 검출 대상체(101)를 식별하거나 검출하는 대상체 검출부(210);를 포함할 수 있다.
- [0060] 여기서, 대상체 검출부(210)는 2차원 검출 대상체(101)와 기관(101)의 박막(예를 들면, SiO₂) 사이의 간섭 효과를 이용하여 2차원 검출 대상체(101)를 검출할 수 있다.
- [0061] 이처럼, 본 발명에 따른 시스템(10)은, 2차원 검출 대상체(101)의 광학적 간섭 효과를 이용하여 2차원 검출 대상체(101)를 식별하거나 그 위치를 검출할 수 있다. 조명부(150)에서 조사되는 조명은 2차원 검출 대상체(101)에서 바로 반사되거나 2차원 검출 대상체(101)를 투과한 후 기관(102)의 표면에서 반사되거나 기관(102)의 SiO₂를 투과한 후 반사될 수 있다. 따라서, 2차원 검출 대상체(101) 또는 SiO₂의 두께 또는 굴절률 등에 따라 빛의 투과율 차이가 발생하고 이로 인해 간섭 효과가 발생하게 된다. 본 발명에 따른 시스템(10)은 이러한 간섭 효과를 이용하여 검출 대상체(101)를 검출할 수 있다.
- [0062] 즉, 본 발명에 따른 시스템(10)은 2차원 검출 대상체(101)를 포함하는 기관(102)의 표면에 대해서 얻은 광학이미지를 분석하되 간섭 효과를 적용하여 분석함으로써 2차원 검출 대상체(101)의 위치를 정확하고 빠르게 검출해 낼 수 있다.
- [0063] 이를 위해, 본 발명에 따른 시스템(10)은, 2차원 검출 대상체(101)의 광학 이미지에서 추출된 RGB 파장대에 따른 각각의 명암비(Contrast ratio)를 이용하여 2차원 검출 대상체(101)를 식별하거나 그 위치를 검출할 수 있다.
- [0064] 촬영부(120)는 스테이지구동부(146)에 의해서 스테이지(140)가 움직인 후 정지된 상태에서 스테이지(140)에 놓인 기관(102)을 촬영하게 되는데, 이때 기관(102) 뿐만 아니라 2차원 검출 대상체(101)도 함께 촬영한다. 촬영시 조명부(150)가 조명을 2차원 검출 대상체(101) 및 기관(102)에 조사하기 때문에 촬영부(120)는 기관(102)에 대한 광학이미지를 얻을 수 있다.
- [0065] 촬영부(120)에서 촬영된 기관(102)의 광학이미지는 대상체 검출부(210)의 이미지 획득부(230)에 전달될 수 있다. 이미지 획득부(230)에 전달된 기관(102)의 광학이미지는 JPEG 형태의 이미지이다. 화소 분석을 수행하기 위해서는 이미지의 형태를 변환해야 한다. 이미지 처리부(240)가 이미지 획득부(230)에서 JPEG 형태의 광학이미지를 전달받아 이를 BITMAP 형태로 변환할 수 있다. 이미지 처리부(240)는 BITMAP 형태의 광학이미지를 이미지 분석부(250)로 전달할 수 있다.
- [0066] 이미지 분석부(250)는 간섭 효과를 이용하여 BITMAP 형태의 광학이미지에서 찾고자 하는 2차원 검출 대상체

(101)를 분석할 수 있다. 여기서, BITMAP 형태의 광학이미지에는 기관(102)의 이미지 뿐만 아니라 2차원 검출 대상체(101), 다층 검출 대상체(즉, 가장 얇은 검출 대상체가 아니라 상대적으로 두꺼운 검출 대상체), 불순물(스카치테이프(109, 도 2 참조)의 자국 포함)의 이미지가 포함되어 있다. 광학이미지의 대부분은 기관(102)의 이미지로서 백그라운드(background) 이미지에 해당한다고 볼 수 있다.

- [0067] 우선, 대상체 검출부(210) 내지 이미지 분석부(250)는, 기관(102)의 광학이미지 중 2차원 검출 대상체(101), 다층 검출 대상체 및 불순물이 존재하는 영역과 그 외의 백그라운드 영역의 명암비를 측정하여 2차원 검출 대상체(101)가 존재하는 영역을 검출할 수 있다.
- [0068] 이미지 분석부(250)는 광학이미지에 대해서 어떤 대상체가 존재하는 것으로 판단되는 영역과 그외의 영역(백그라운드 영역)을 구분하는데, 각 영역의 명암비를 측정하여 백그라운드 영역과 그 외의 영역을 구분할 수 있다. 백그라운드 영역에는 기본적으로 아무것도 존재하지 않기 때문에 상대적으로 밝은 반면에 그외의 영역은 어둡게 된다. 이미지 분석부(250)는 이러한 명암비를 이용하여 백그라운드 영역과 그외의 영역을 우선 구분하게 된다. 또한, 이미지 분석부(250)는 명암비를 측정함으로써 2차원 검출 대상체(101)가 있다고 추정되는 영역을 확인할 수 있다.
- [0069] 2차원 그래핀과 같은 2차원 검출 대상체(101)는 원자 단일층 구조를 가지기 때문에 매우 얇다. 따라서, 백색광이 조사된 상태의 광학이미지에서는 2차원 검출 대상체(101)가 거의 보이지 않는다. 따라서, 이미지 분석부(250)는 광학이미지의 RGB 과장대에 따른 각각의 명암비를 기준으로 2차원 검출 대상체(101)의 유무를 판단할 수 있다. 즉, 이미지 분석부(250)는 광학이미지에서 RGB 각각의 색상 이미지를 추출하고 단일층 플레이크(single layer flake) 형태의 2차원 검출 대상체(101)가 있는 영역과 그 바깥쪽의 명암비를 계산하여 2차원 검출 대상체(101)의 유무를 확인할 수 있다.
- [0070] 2차원 검출 대상체(101)는 아주 얇기 때문에 백색광으로 보면 거의 보이지 않지만 RGB 각각의 색상으로 나눠서 보면 각 RGB 색상별로 2차원 검출 대상체(101)의 명암이 다르기 때문에 2차원 검출 대상체(101)를 확인할 수 있다.
- [0071] 이미지 분석부(250)는 광학이미지에서 RGB 각각의 색상을 추출하고, RGB 각각과 백그라운드와의 명암비 차이에 대한 설정값을 입력한 후 이 설정값을 만족하는 이미지 영역 또는 화소들만 추출할 수 있다.
- [0072] 즉, 대상체 검출부(210) 내지 이미지 분석부(250)는, 기관(102)의 광학이미지에서 RGB 각각의 색상 이미지를 추출하고, 광학이미지 중 백그라운드 영역의 명암비와 RGB 각각의 명암비의 차이에 대한 설정값을 만족하는 추정 화소만 추출할 수 있다.
- [0073] 보다 자세히 설명하면, 대상체 검출부(210) 또는 이미지 분석부(250)는 기관(102)의 광학이미지에서 RGB 각각의 색상 이미지를 추출하고, R(red) 색상 이미지와 백그라운드 영역의 명암비의 차이에 대한 설정값, G(green) 색상 이미지와 백그라운드 영역의 명암비의 차이에 대한 설정값, B(blue) 색상 이미지와 백그라운드 영역의 명암비의 차이에 대한 설정값을 시스템(10)에 입력하고, 이들 3개의 설정값을 만족하는 이미지 영역 또는 화소들을 추출할 수 있다. 여기서, 이들 3개의 설정값을 만족하는 화소들을 추정 화소(즉, 2차원 검출 대상물이라고 추정되는 화소)라고 정의한다.
- [0074] 여기서, RGB 각각과 백그라운드 영역 사이의 명암비의 차이에 대한 설정값은 2차원 검출 대상물(101)의 종류, 기관(102)의 종류, 기관 박막의 두께 등에 따라서 달라지는데, 이러한 설정값은 이미 이론적으로 정의되어 있다.
- [0075] 본 출원의 발명자들은, 2차원 검출 대상체(101)는 그래핀, 기관(102)은 1.5X1.5 cm의 실리콘웨이퍼(Si wafer), 박막(SiO₂)의 두께는 300nm에 대하여 RGB와 백그라운드 영역 간의 명암비 차이에 대한 설정값을 입력하고, 이들 설정값을 만족하는 추정 화소들을 확인하였다.
- [0076] 한편, 이들 추정 화소들이 위치하는 이미지 영역 또는 추정 화소들은 검출하려는 2차원 검출 대상체(101)만 있는 것이 아니라 두께가 두꺼운 다층 검출 대상체, 불순물(스카치테이프 자국 포함)도 있을 수 있다. 따라서, 추정 화소들 중에서 2차원 검출 대상체(101)를 제외한 다층 검출 대상체 및 불순물을 제거해야 한다.
- [0077] 대상체 검출부(210) 또는 이미지 분석부(250)는 상기 추정 화소가 모여 있는 밀집 영역을 검출하고 상기 밀집 영역에 위치하는 추정 화소의 균일도를 판단하거나 상기 밀집 영역의 크기를 구하여 2차원 검출 대상체(101)와 불순물 등을 구별할 수 있다.
- [0078] 다시 설명하면, 대상체 검출부(210) 또는 이미지 분석부(250)는, 상기 밀집 영역에 존재하는 추정 화소의 명암

차의 평균값, 화소값의 균일도 또는 구배를 계산하여 2차원 검출 대상체(101)와 그 외의 다층 검출 대상체 및 불순물을 구분할 수 있다.

- [0079] 도 9 내지 도 12에는 대상체 검출부(210) 내지 이미지 분석부(250)에서 분석하는 광학이미지가 예시적으로 도시되어 있다. 이러한 광학이미지에서 RGB 색상 이미지를 추출하고 백그라운드 영역과의 명암비 차이에 대한 설정값을 비교하여 추정 화소를 구별하게 된다.
- [0080] 도 9의 (a) 및 (b)를 참조하면, 회색으로 표시된 부분이 백그라운드이고 나머지 색상으로 표시된 부분이 2차원 검출 대상체(101) 및 불순물이라 볼 수 있다. 도 9의 경우 노란색 계열이나 파랑색 계열로 표시된 것은 육안으로 쉽게 구별할 수 있는데 이들은 두꺼운 다층의 검출 대상체이거나 불순물일 가능성이 크다. 앞서 설명한 바와 같이, 2차원 검출 대상체(101)는 아주 얇기 때문에 거의 구분할 수 없다.
- [0081] 이미지 분석부(250)가 RGB 명암비 차이의 설정값과 비교한 결과, 도 9에서 사각형으로 표시된 부분이 설정값을 만족하는 것으로 판별되었고 최종적으로도 2차원 검출 대상체(101)로 확인되었다.
- [0082] 도 10의 경우에는 사각형으로 표시된 부분이 설정값을 만족하는 것으로 판별되었는데, 이 영역은 경계가 모호하고 색상이 불분명하여 2차원 검출 대상체(101)가 아닌 것으로 확인되었다.
- [0083] 도 11의 경우에는 사각형으로 표시된 부분이 설정값을 만족하는 것으로 판별되었는데, 이 영역은 2차원 검출 대상체(101)가 아니라 2차원 검출 대상체(101)가 붙어 있던 스카치테이프(109)의 자국인 것으로 확인되었다.
- [0084] 도 12의 경우에는 사각형으로 표시된 부분이 설정값을 만족하는 것으로 판별되었는데, 이 영역은 스테이지(140)의 이동에 따라 동일한 부분이 중복적으로 촬영된 것으로 확인되었다.
- [0085] 대상체 검출부(210) 내지 이미지 분석부(250)는, 추정 화소들이 몰려 있는 밀집 영역에 존재하는 추정 화소의 화소값이 점진적으로 증가 또는 감소하거나 변하는 경우에는 2차원 검출 대상체가 존재하지 않는 것으로 추정하거나 판단할 수 있다. 밀집 영역에 존재하는 추정 화소들의 화소값이 점진적으로 증가 또는 감소하는 경우 즉, 화소값에 구배(gradiation)가 있는 경우에는 2차원 검출 대상체(101)가 아닌 것으로 판단한다.
- [0086] 반면에, 대상체 검출부(210) 내지 이미지 분석부(250)는, 밀집 영역에 존재하는 추정 화소의 화소값이 균일한 경우에는 상기 2차원 검출 대상체(101)가 존재하는 것으로 추정하거나 판단할 수 있다.
- [0087] 대상체 검출부(210) 내지 이미지 분석부(250)는 도 9의 경우에는 사각형 표시 부분에 2차원 검출 대상체(101)가 존재하는 것으로 추정하고, 도 10 내지 도 12의 경우에는 사각형 표시 부분에 불순물이 존재하는 것으로 추정하게 된다.
- [0088] 또한, 대상체 검출부(210) 내지 이미지 분석부(250)는 밀집 영역의 크기가 기준치 이하인 경우에 2차원 검출 대상체(101)가 존재하지 않는 것으로 추정할 수 있다. 예를 들어, 밀집 영역의 크기가 5 μm 보다 작은 경우에는 해당 밀집 영역에 2차원 검출 대상체(101)가 존재하지 않는 것으로 판단할 수 있다. 왜냐하면, 그래핀과 같은 2차원 검출 대상체(101)가 5 μm 보다 작은 경우에는 연구용 및 상업적으로 이용할 수 없기 때문에 검출하지 않는 것이 바람직하다.
- [0089] 한편, 대상체 검출부(210)는 이미지 분석부(250)에서 2차원 검출 대상체(101)가 존재하는 밀집 영역이라고 판단한 경우, 해당 밀집 영역에 대한 화소값들을 이미지 판단부(260)에 전달하여 최종적으로 2차원 검출 대상체(101)의 유무를 판단할 수 있다.
- [0090] 이미지 판단부(260)는 RGB와 백그라운드 영역의 명암비 차이의 설정값을 만족하는 화소들이 서로 근접하게 위치하는지를 판단하게 되는데, 이때 밀집 영역에 존재하는 모든 화소들 사이의 거리를 측정하여 밀집 여부를 판단하게 된다. 화소들 사이의 거리가 멀어서 밀접하지 않은 것으로 판단되면 해당 화소는 버려지게 된다.
- [0091] 이때, 모든 화소들 사이의 거리를 계산하는 것은 상당히 많은 계산량을 요구하기 때문에 검출유닛(200)이 제대로 계산을 수행하지 못할 수 있다. 예를 들어, 도 9의 (a)에서 사각형 표시된 부분의 화소 개수가 1000×1000이라고 하면, 이들 모든 화소들 사이의 거리를 계산하는 것은 쉽지 않을 뿐만 아니라 고사양의 컴퓨터를 필요로 할 수 있다.
- [0092] 본 발명에 따른 시스템(10)은 이미지 판단부(260)에서 판단하는 밀집 영역을 저해상도 이미지로 변환하여 화소들 사이의 거리를 구하는데 걸리는 연산량을 줄일 수 있다. 저해상도 이미지에서 2차원 검출 대상체(101)가 존재하는 것으로 판별되거나 2차원 검출 대상체(101)의 대략적인 위치를 찾은 후에는 다시 고해상도 이미지로 복원하여 2차원 검출 대상체(101)의 가장자리 내지 테두리를 찾고 그에 따른 위치정보(좌표값)를 저장부(270)에

저장하게 된다.

- [0093] 도 8은 2차원 검출 대상체(101)가 존재하는 것으로 추정되는 밀집 영역에 $(N \times m) \times (N \times m)$ 개의 화소가 있는 경우를 나타낸다. 여기서, N과 m은 임의의 숫자이다. 예를 들어, 밀집 영역에 1000×1000 개의 화소가 있는 경우 $N=10$, $m=100$ 이 될 수 있다.
- [0094] 대상체 검출부(210) 또는 이미지 판단부(260)는, 2차원 검출 대상체(101)가 존재하는 것으로 추정된 상기 밀집 영역에 존재하는 $(N \times m) \times (N \times m)$ 개의 화소를 $N \times N$ 개의 저해상도 이미지로 변환한 후 저해상도 이미지의 화소값을 비교하여 상기 2차원 검출 대상체의 유무를 판단하고, 2차원 검출 대상체(101)가 존재하는 것으로 추정된 영역에만 존재하는 화소를 $(N \times m) \times (N \times m)$ 개의 고해상도 이미지로 변환한 후 고해상도 이미지의 화소값을 비교하여 2차원 검출 대상체의 가장자리를 검출하고 그 위치정보를 저장할 수 있다.
- [0095] 대상체 검출부(210) 또는 이미지 분석부(260)는, 2차원 검출 대상체(101)가 존재하는 것으로 추정된 상기 밀집 영역에 존재하는 $(N \times m) \times (N \times m)$ 개의 화소에 대해서 $N \times N$ 개로 이루어지는 서브 어레이를 정의하고 상기 서브 어레이를 하나의 대표값으로 하는 $m \times m$ 개에 대해서 화소값을 비교하여 상기 2차원 검출 대상체의 유무를 검출할 수 있다.
- [0096] 도 8의 경우, 전체 화소의 개수가 $(N=10 \times m=100) \times (N=10 \times m=100)$ 이라고 하면, 화소의 개수가 $(N=10) \times (N=10)$ 인 서브 어레이(sub array)를 정의하고 이 서브 어레이의 화소값(P)을 하나의 대표값으로 하는 $(m=100) \times (m=100)$ 의 배열 이미지를 만들 수 있다. 이러한 과정을 거치면 $(1000) \times (1000)$ 개의 화소가 $(100) \times (100)$ 개의 화소로 줄어들기 때문에 저해상도 이미지로 변환된다고 볼 수 있다.
- [0097] 이미지 판단부(260)는 $(100) \times (100)$ 개의 배열 이미지에 대해서 이웃하는 $(N=10) \times (N=10)$ 개의 화소와 화소값을 비교하거나 거리를 비교하여 근접 여부 등을 판단할 수 있고, 연산량을 줄일 수 있다.
- [0098] 대상체 검출부(210) 또는 이미지 판단부(260)는, 상기 서브 어레이를 하나의 대표값으로 하는 $(m=100) \times (m=100)$ 개의 화소에 대해서 화소값을 대표 화소값과 비교한 결과 2차원 검출 대상체(101)가 존재하는 것으로 추정된 영역의 위치정보를 저장하고, 상기 추정된 영역에만 존재하는 화소를 $(N=10 \times m=100) \times (N=10 \times m=100)$ 개의 화소 즉, 원래의 고해상도 이미지로 변환하여 이웃하는 화소들과 화소값을 비교함으로써 최종적으로 2차원 검출 대상체(101)의 가장자리를 검출하고 그 위치정보를 저장할 수 있다. 이러한 정보들을 저장부(270)에 저장될 수 있다.
- [0099] 도 13에는 본 발명에 따른 시스템(10)의 대상체 검출부(210) 또는 이미지 판단부(260)에 의해, 광학이미지에서 RGB 색상을 각각 추출하고 RGB와 백그라운드 영역 간의 명암비 차이에 대한 설정값과 비교하여 판단한 결과가 도시되어 있다.
- [0100] 도 13의 결과를 도출하는데 사용된 RGB의 명암비 설정값은 [표 1]과 같다.

표 1

[0101]

설정값(Settings)	
Red	-5.0 %
Green	-4.0 %
Blue	1.0 %
Accuracy	97.5 %

- [0102] [표 1]의 설정값은 기판(102)은 1.5×1.5 cm의 실리콘웨이퍼(Si wafer)이고 기판의 박막은 300nm 두께의 SiO_2 이며 2차원 검출 대상체(101)는 그래핀인 경우에 명암비의 설정값이다.
- [0103] [표 1]는, 백그라운드 영역의 명암 보다 Red의 명암은 5.0% 작고 Green의 명암은 4.0% 작고 Blue의 명암은 1.0% 큰 화소의 경우에 그래핀(즉, 2차원 검출 대상체)이 존재한다는 것을 의미한다.
- [0104] 이미지 판단부(260)에서 [표 1]의 설정값과의 화소 비교를 통해 총 9개의 밀집 영역을 판단한 결과, 4개의 2차원 검출 대상체(101), 4개의 다층 검출 대상체, 1개의 스카치테이프 자국을 발견했고, 그 결과가 도 13의 (a) 내지 (c)에 도시되어 있다. 도 13의 (a)가 단일층의 2차원 검출 대상체의 이미지, (b)는 다층의 검출 대상체의 이미지, (c)는 스카치테이프 자국의 이미지를 보여준다.
- [0105] 한편, 도 7에는 본 발명에 따른 2차원 대상체 검출 시스템(10)을 사용하여 2차원 검출 대상체를 검출하는 방법

에 대해서 간단히 기재되어 있다.

- [0106] 도 7을 참조하면, 본 발명에 따른 2차원 대상체 검출 방법은, 이미지 획득 단계(1100), 이미지 변환 단계(1200), 변환 이미지에서 배경 색상을 얻는 단계(1300), 화소의 서브 어레이를 구하는 단계(1400), 화소의 서브 어레이에서 대표 화소값을 구하는 단계(1500), 이웃 화소값과 대표 화소값을 비교하는 단계(1600), 이웃 화소의 범위를 확장하는 단계(1700), 검출 대상체의 유무를 판단하는 단계(1800)를 포함할 수 있다.
- [0107] 이미지 획득 단계(1100)는 촬영부(120)에 의해서 기관(102)을 포함하여 2차원 검출 대상체(101)의 광학이미지를 얻는 과정이며, 이미지 획득부(230)에 의해서 수행될 수 있다.
- [0108] 이미지 변환 단계(1200)는 촬영부(120)에서 얻은 광학이미지의 포맷을 JPEG에서 BITMAP으로 변환하는 과정이며, 이미지 처리부(240)에 의해서 수행될 수 있다.
- [0109] 변환 이미지에서 배경 색상을 얻는 단계(1300)는 백그라운드 영역과 그외의 영역을 구분하는 과정이며, 이미지 분석부(250)에 의해서 수행될 수 있다. 단계 1300은 이미지 분석부(250)에서 BITMAP 광학이미지의 명암비를 측정하고 그 결과에 따라 백그라운드를 구분하는 과정이다.
- [0110] 화소의 서브 어레이를 구하는 단계(1400), 화소의 서브 어레이에서 대표 화소값을 구하는 단계(1500), 이웃하는 화소값과 대표 화소값을 비교하는 단계(1600), 이웃 화소의 범위를 확장하는 단계(1700) 및 검출 대상체의 유무를 판단하는 단계(1800)는 이미지 판단부(260)에 의해서 수행되는 과정이며, 관련 설명은 이미지 판단부(260)를 설명하는 부분과 동일하므로 반복적인 설명은 생략한다.
- [0111] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CDROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0112] 상기에서 설명한 본 발명에 따른 2차원 대상체 검출 시스템(10)은, 기계적 박리법에 의해서 제조되지만 한다면 그래핀 뿐만 아니라 흑린, TMDC, hBN 등 다양한 2차원 소재(물질)의 검출에 사용될 수 있다.
- [0114] 이상과 같이 본 발명의 일 실시예에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 청구범위뿐만 아니라 이 청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

- [0115] 10: 2차원 대상체 검출 시스템

110: 관측 유닛	120: 촬영부
130: 관찰부	140: 스테이지
146: 스테이지구동부	150: 조명부
190: 대상체 전사부	200: 검출유닛
210: 대상체 검출부	220: 제어부
230: 이미지 획득부	240: 이미지 처리부

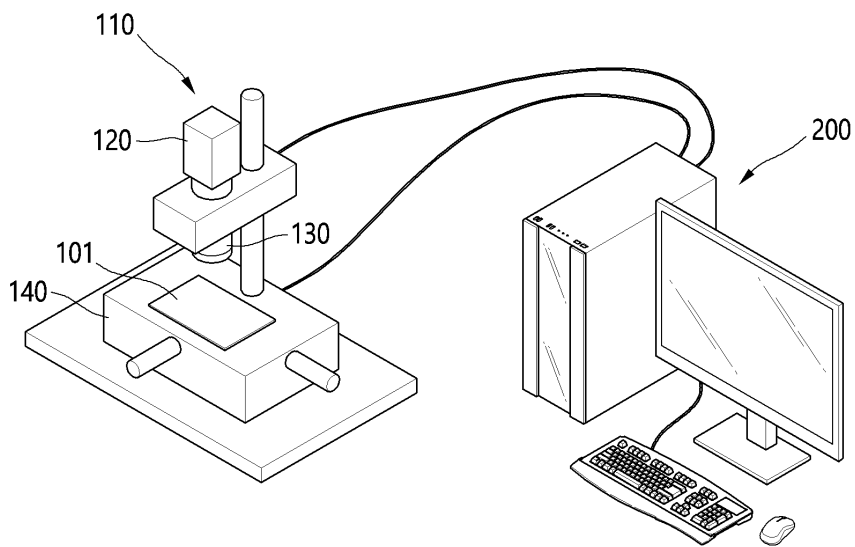
250: 이미지 분석부

260: 이미지 판단부

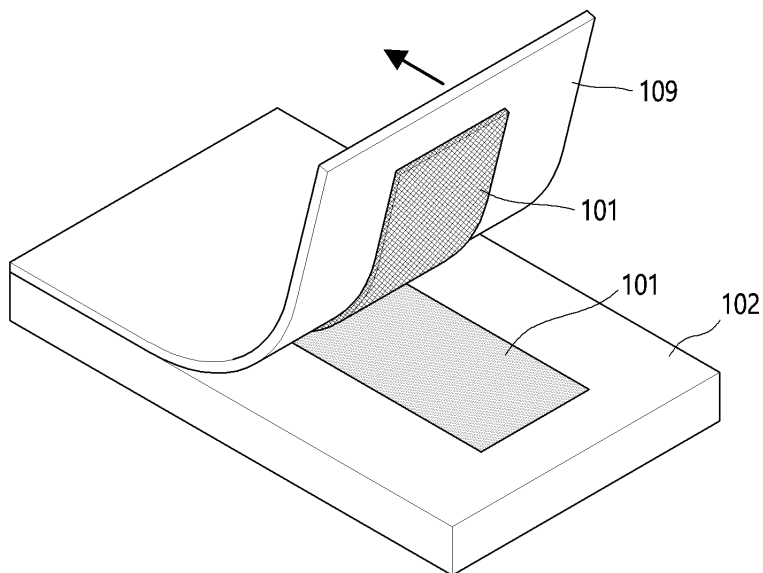
도면

도면1

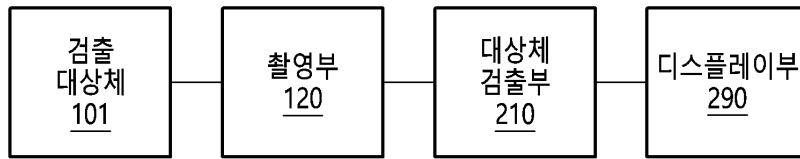
10



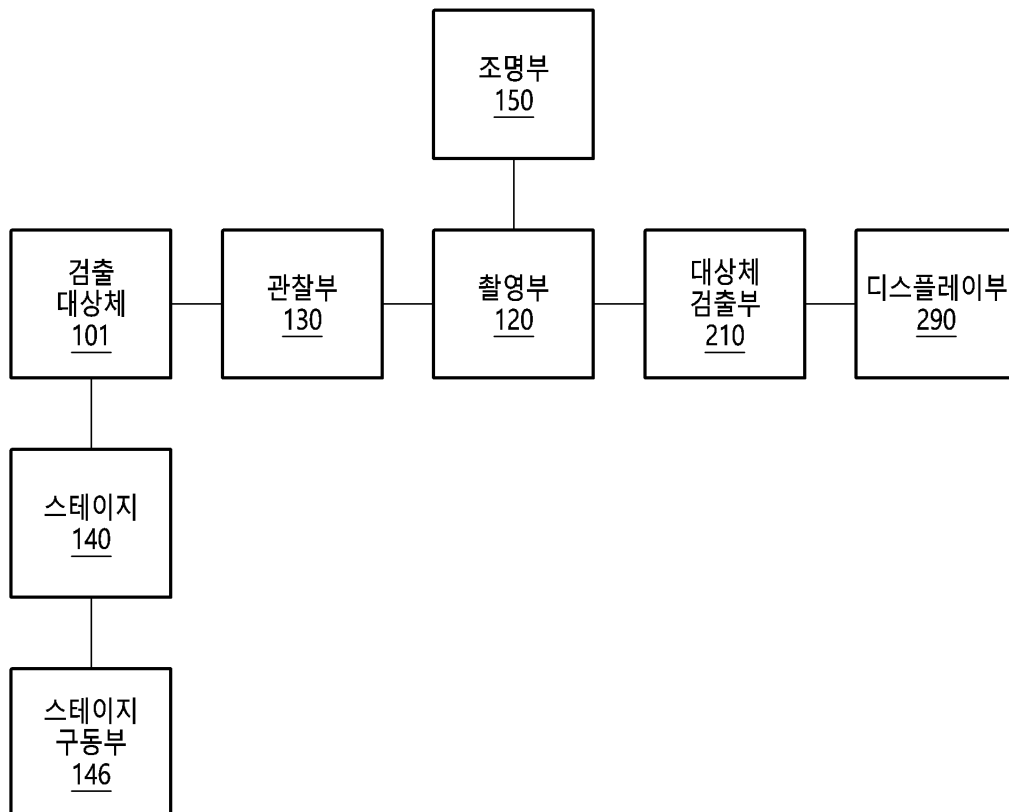
도면2



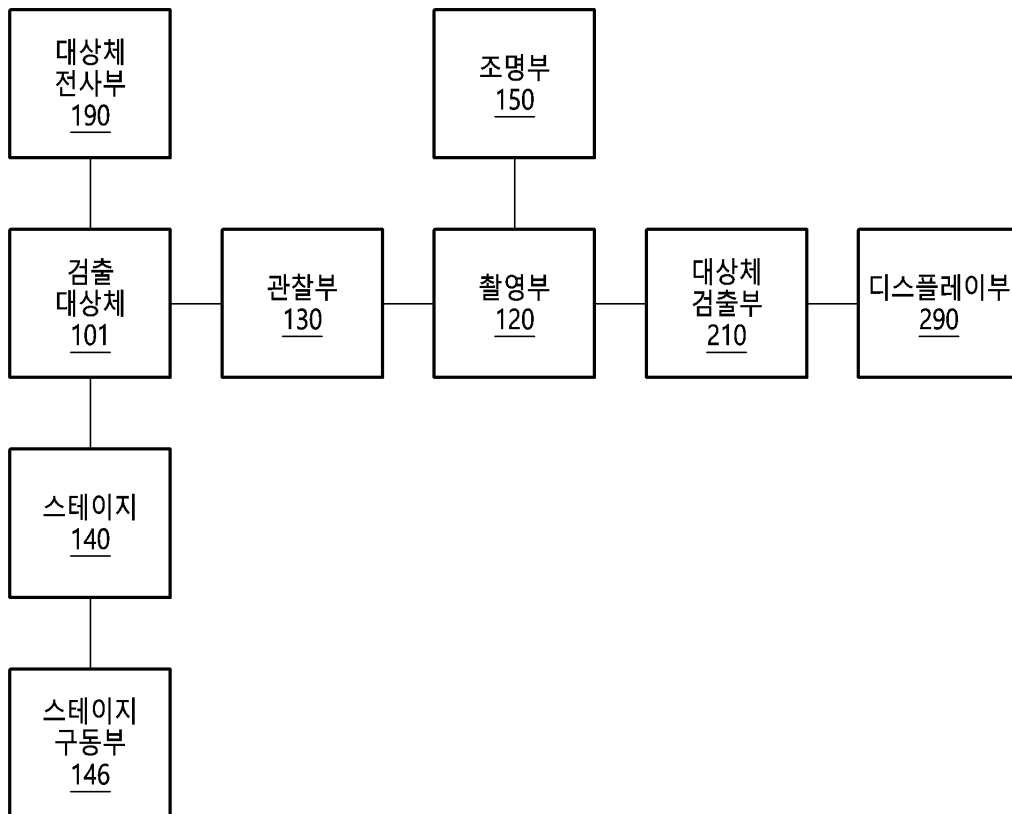
도면3



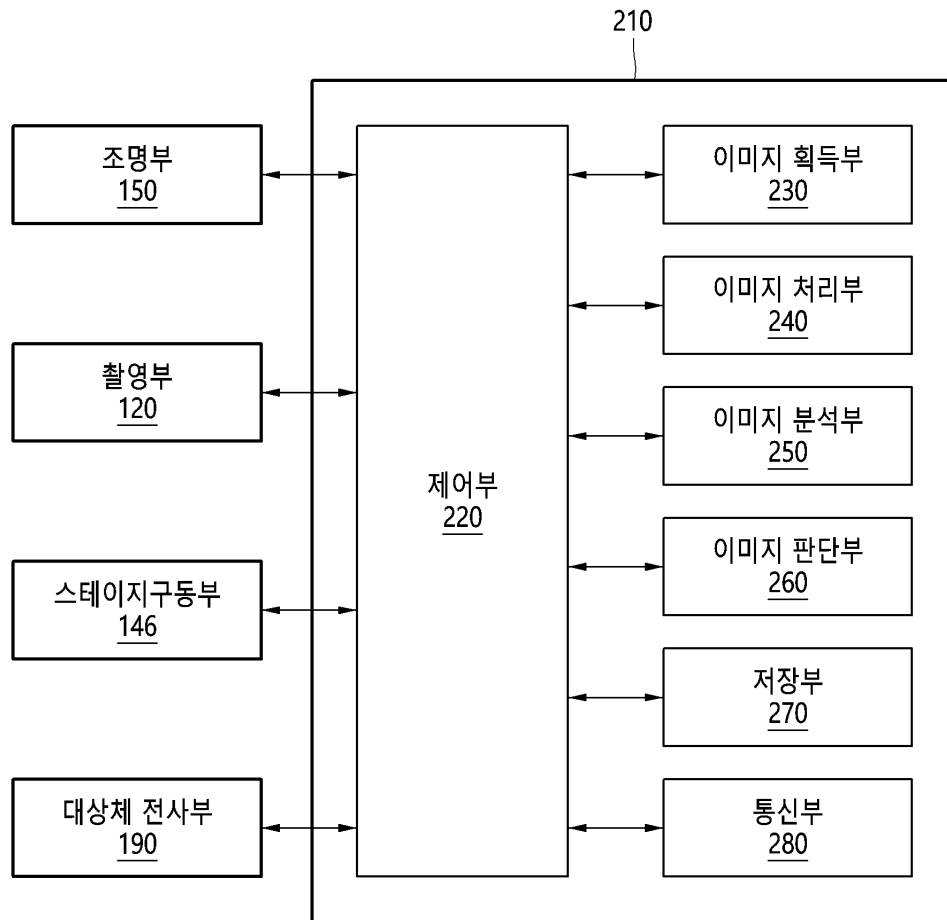
도면4



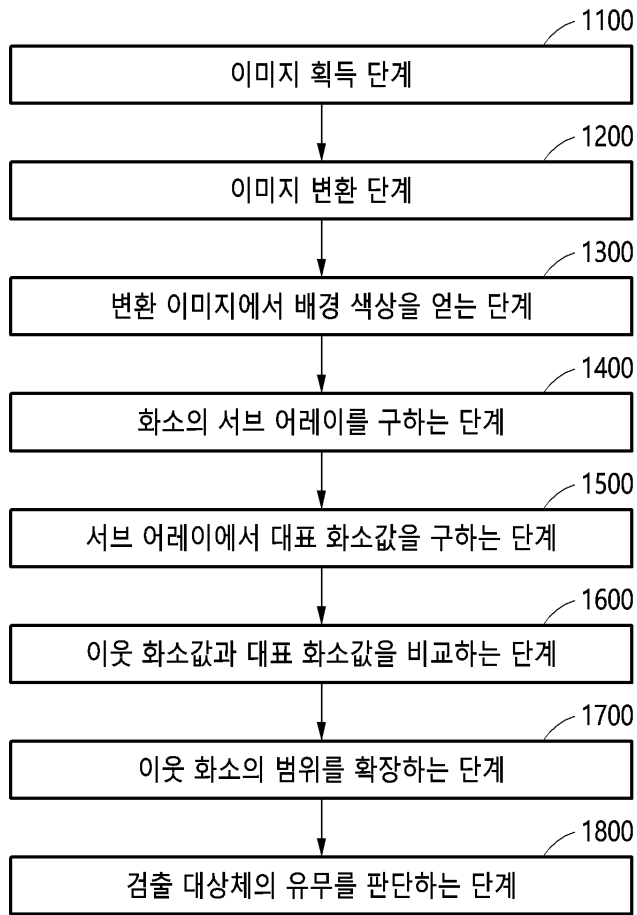
도면5



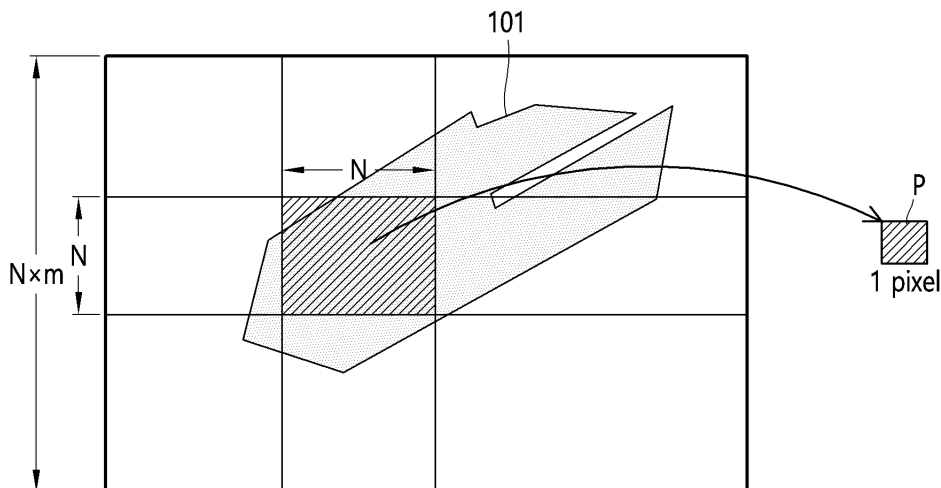
도면6



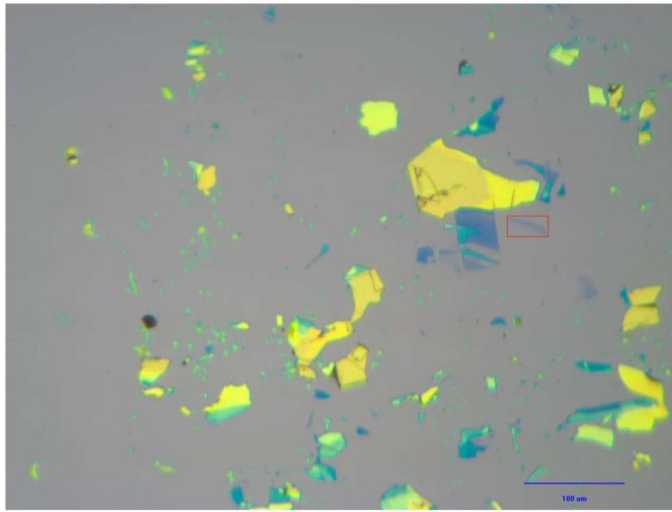
도면7



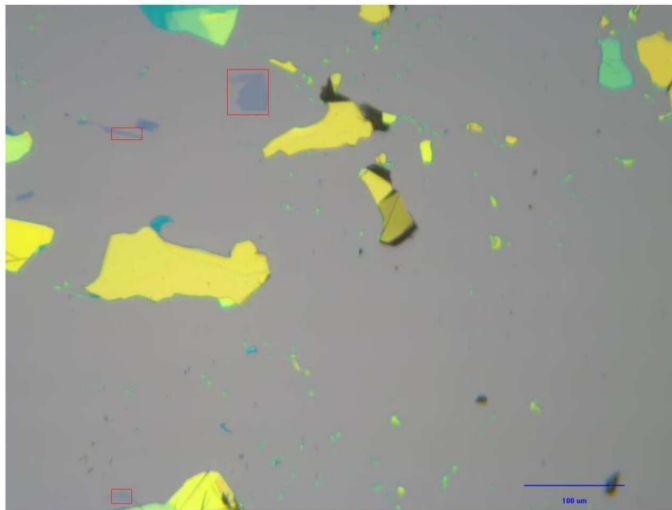
도면8



도면9

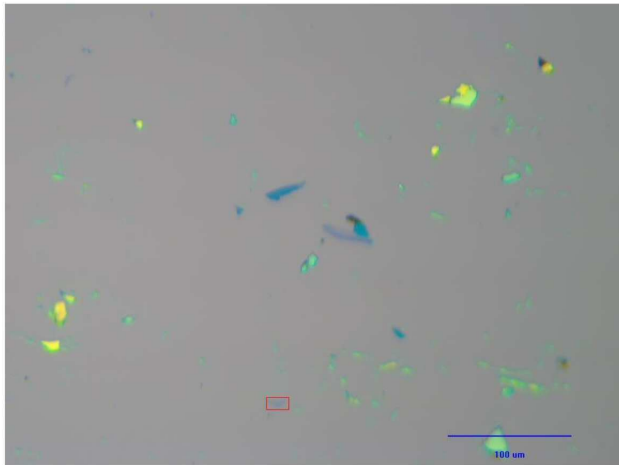


(a)

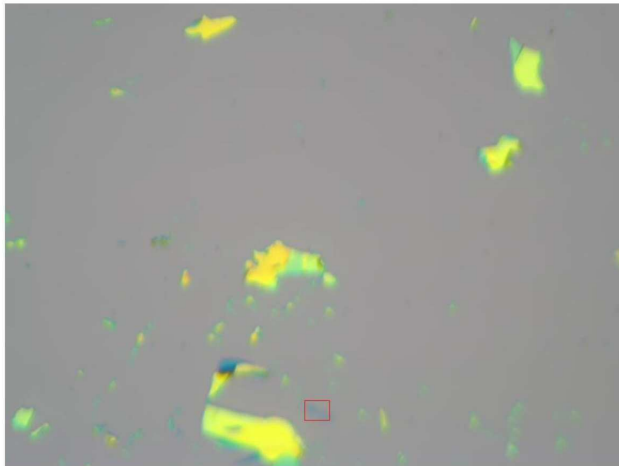


(b)

도면10

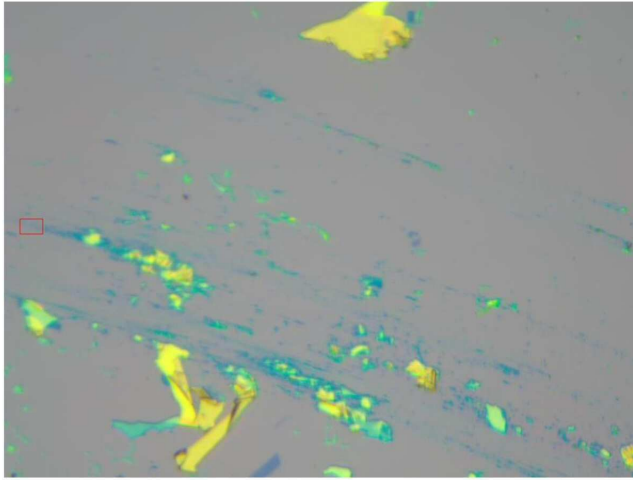


(a)

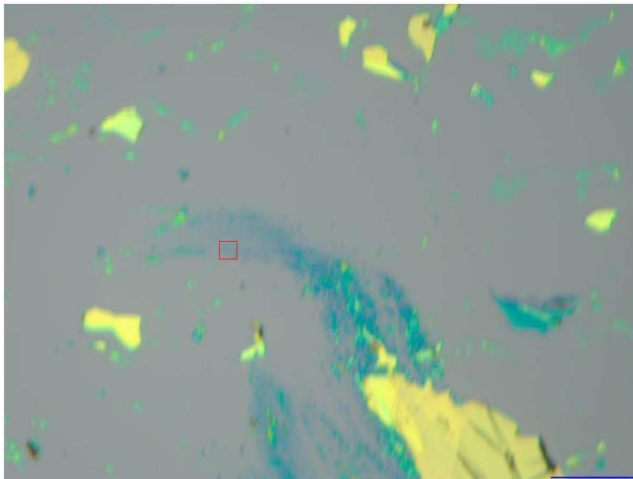


(b)

도면11

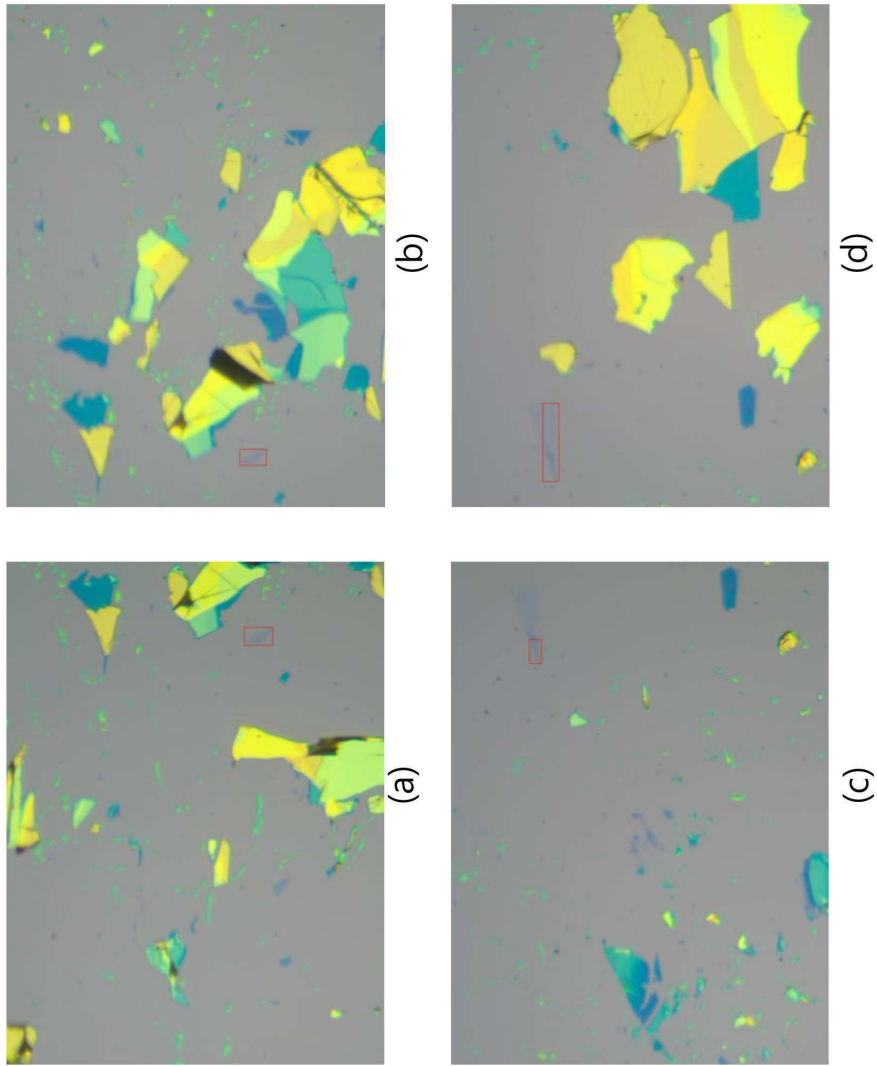


(a)



(b)

도면12



도면13

