



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0115739
(43) 공개일자 2023년08월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06K 19/06 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G06K 19/0614 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0012563

(22) 출원일자 2022년01월27일

심사청구일자 2022년01월27일

(71) 출원인

한국과학기술원

대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)

(72) 발명자

이정철

대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동)

김태영

대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

유미특허법인

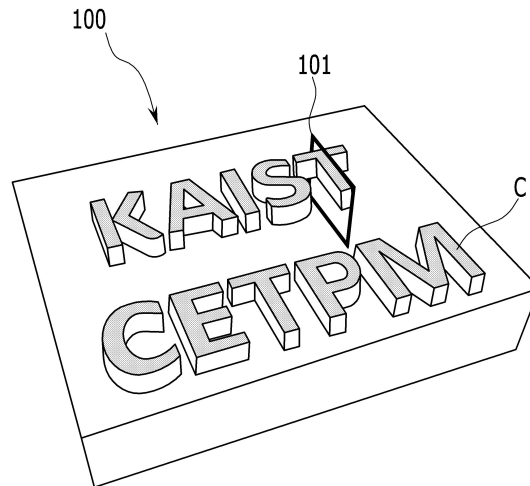
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 위조 방지 태그, 위조 방지 태그의 제조 방법 및 위조 방지 시스템

(57) 요약

위조 방지 시스템은 위조 방지 태그 및 근적외선 검사 장치를 포함한다. 위조 방지 태그는 가시광을 반사시키고 근적외선(Near-infrared, NIR) 광을 투과시키는 재질로 이루어진 멤브레인(Membrane) 층(Layer), 그리고 상기 멤브레인 층의 하단에 형성되어 상기 근적외선 광을 반사시키는 캐비티(Cavity) 패턴층을 포함하며, 상기 캐비티 패턴층은, 위조 식별을 위한 소정의 패턴을 형성한다. 근적외선 검사 장치는 위조 방지 태그의 상부면에서 상기 위조 방지 태그의 내측 중심 방향으로 근적외선(Near-infrared, NIR) 광을 투사하여 상기 캐비티 패턴층에서 반사되는 반사광을 분석하고, 반사광 분석을 토대로 상기 캐비티 패턴층을 인식한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

정문경

대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동)

정재우

대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동)

이봉재

대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2020R1A2C300488512
과제번호	N01210202
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공분야기초연구사업
연구과제명	(N01210202)(통합EZ)레이저 가열 어닐링 기반 순물질 및 화합물 반도체 국소 공동
자가 조립 기술 개발 및 응용(2021년도)	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국과학기술원
연구기간	2021.03.01~2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

가시광을 반사시키고 근적외선(Near-infrared, NIR) 광을 투과시키는 재질로 이루어진 멤브레인(Membrane) 층(Layer), 그리고

상기 멤브레인 층의 하단에 형성되어 상기 근적외선 광을 반사시키는 캐비티(Cavity) 패턴층을 포함하고,

상기 캐비티 패턴층은,

위조 식별을 위한 소정의 패턴을 형성하는, 위조 방지 태그.

청구항 2

제1항에서,

상기 멤브레인 층과 상기 캐비티 패턴층은,

SON(Silicon-on-nothing) 기술을 이용하여 형성되는, 위조 방지 태그.

청구항 3

제1항에서,

상기 멤브레인 층과 상기 캐비티 패턴층은

단층으로 구성되는, 위조 방지 태그.

청구항 4

제1항에서,

상기 멤브레인 층과 상기 캐비티 패턴층은, 복층으로 구성되고,

상기 멤브레인 층은,

상기 가시광을 반사시키고 상기 근적외선 광을 투과시키는 제1 멤브레인 층, 그리고

상기 제1 멤브레인 층의 하부에 형성되어 상기 근적외선 광을 투과시키는 제2 멤브레인 층을 포함하고,

상기 캐비티 패턴층은,

상기 제1 멤브레인 층과 상기 제2 멤브레인 층 사이에 형성되는 제1 캐비티 패턴층, 그리고

상기 제2 멤브레인 층의 하부에 형성되는 제2 캐비티 패턴층

을 포함하는, 위조 방지 태그.

청구항 5

제1항에서,

상기 멤브레인 층은,

실리콘(silicone) 재질 또는 저마늄(Germanium)의 재질로 구성되는, 위조 방지 태그.

청구항 6

제1항에서,

상기 캐비티 패턴층은,

상기 멤브레인 층과 굴절율이 다른 물질로 채워진, 위조 방지 태그.

청구항 7

위조 방지 태그의 본체인 반도체 기판의 상부면을 내측으로 식각하여 위조 식별을 위한 소정의 패턴으로 이루어진 캐비티(Cavity) 패턴층(Layer)을 형성하는 단계,

상기 캐비티 패턴층이 형성된 반도체 기판에 어닐링(annealing) 공정을 적용하여 멤브레인(Membrane) 층을 형성하는 단계, 그리고

상기 멤브레인 층의 표면에 평탄화 공정을 적용하여 상기 어닐링 공정으로 인하여 상기 멤브레인 층의 표면에 생성된 단차(step)를 제거하는 단계를 포함하고,

상기 멤브레인 층은, 가시광을 흡수 및 반사시키고 근적외선(Near-infrared, NIR) 광을 투과시키며,

상기 캐비티 패턴층은, 상기 멤브레인 층의 하단에 형성되어 상기 근적외선 광을 반사시키는, 위조 방지 태그의 제조 방법.

청구항 8

제7항에서,

상기 캐비티 패턴층을 형성하는 단계는,

소정의 너비를 가진 단면 형상이면서 내측으로 소정 높이를 가지며 깊게 식각된 초기 홀 패턴이 형성되어 있는 상기 반도체 기판에 에칭 기술을 적용하여 상기 캐비티 패턴층(Layer)을 형성하는, 위조 방지 태그의 제조 방법.

청구항 9

제8항에서,

상기 캐비티 패턴층을 형성하는 단계는,

DRIE(Deep Reactive Ion Etching) 공정을 이용하여 상기 캐비티 패턴층을 형성하는, 위조 방지 태그의 제조 방법.

청구항 10

제9항에서,

상기 캐비티 패턴층 및 상기 멤브레인 층의 두께 및 높이는,

상기 초기 홀 패턴의 너비 및 높이에 따라 결정되는, 위조 방지 태그의 제조 방법.

청구항 11

제9항에서,

상기 캐비티 패턴층은,

상기 초기 홀 패턴의 너비와 높이에 따른 중형비에 따라 단층 또는 복층으로 형성되는, 위조 방지 태그의 제조 방법.

청구항 12

제7항에서,

상기 평탄화 공정은,

화학-기계적 평탄화(Chemical Mechanical Polishing, CMP) 공정을 포함하는, 위조 방지 태그의 제조 방법.

청구항 13

반도체 기판의 내부에 소정의 캐비티(Cavity) 패턴이 형성된 위조 방지 태그, 그리고

상기 위조 방지 태그의 상부면에서 상기 위조 방지 태그의 내측 중심 방향으로 근적외선(Near-infrared, NIR) 광을 투사하여 상기 캐비티 패턴에서 반사되는 반사광을 분석하고, 반사광 분석을 토대로 상기 소정의 캐비티 패턴을 인식하는 근적외선 검사 장치

를 포함하는, 위조 방지 시스템.

청구항 14

제13항에서,

상기 위조 방지 태그의 반도체 기판은,

가시광을 흡수 및 반사시키고 상기 근적외선 광을 투과시키는 재질로 구성되는, 위조 방지 시스템.

청구항 15

제13항에서,

상기 위조 방지 태그는,

상기 소정의 캐비티 패턴이 형성된 외부 상면이 평탄화되어 있고,

상기 소정의 캐비티 패턴은, 소정의 두께를 가진 캐비티(Cavity)가 형성되어 있는, 위조 방지 시스템.

청구항 16

제13항에서,

상기 근적외선 검사 장치는,

소정의 파장을 가진 상기 근적외선 광을 방사하는 근적외선 광원,

상기 캐비티 패턴에서 반사되는 반사광 이미지를 생성하는 카메라, 그리고

상기 카메라로부터 획득한 상기 반사광 이미지를 분석하여 상기 캐비티 패턴의 2차원 형상을 인식하는 제어부를 포함하는, 위조 방지 시스템.

청구항 17

제16항에서,

상기 근적외선 검사 장치는,

스마트폰에 포함되는, 위조 방지 시스템.

청구항 18

제16항에서,

상기 근적외선 검사 장치는,

휴대형 근적외선 현미경에 포함되는, 위조 방지 시스템.

청구항 19

제13항에서,

상기 근적외선 검사 장치는,

소정의 파장을 가진 상기 근적외선 광을 방사하는 근적외선 광원,

상기 근적외선 광을 투과하는 대물렌즈, 상기 근적외선 광을 분할하는 빔 스플리터 및 상기 대물렌즈의 하단에 장착된 미러를 포함하는 렌즈부,

상기 렌즈부에서 입사되는 간섭 광을 픽셀 별로 측정하여 출력하는 카메라, 그리고

상기 카메라로부터 수신한 픽셀 별 간섭 광의 측정 정보를 토대로 상기 캐비티 패턴의 3차원 형상 정보를 인식하는 제어부를 포함하고,

상기 빔 스플리터는,

상기 대물렌즈를 통과한 근적외선 광을 상기 미러를 향하는 제1 방향과 상기 위조 방지 태그를 향하는 제2 방향으로 각각 분할하며,

상기 간섭 광은,

상기 제1 방향으로 분할된 근적외선 광이 상기 미러에 의해 반사되어 상기 빔 스플리터로 입사되는 기준 광, 그리고 상기 제2 방향으로 분할된 근적외선 광이 상기 캐비티 패턴에서 반사되어 상기 빔 스플리터로 입사되는 샘플 광 간에 간섭을 일으켜 발생하는, 위조 방지 시스템.

청구항 20

제19항에서,

상기 캐비티 패턴의 3차원 형상 정보는,

상기 위조 방지 태그의 외부 상부면에서 상기 캐비티 패턴의 상부 경계면까지 형성된 제1 두께 정보, 그리고 상기 캐비티 패턴의 높이인 제2 두께 정보를 포함하고,

상기 카메라는,

픽셀 별로 간섭 광 신호의 세기(Intensity)를 측정하여 출력하고,

상기 제어부는,

상기 카메라로부터 수신한 픽셀 별 간섭 광 신호의 세기를 토대로 인터페로그램(interferogram)을 분석하여 상기 간섭 광 신호가 증폭하는 지점 간의 광 길이, 그리고 상기 위조 방지 태그를 구성하는 재질의 굴절율을 이용하여 상기 제1 두께 정보 및 상기 제2 두께 정보를 산출하는, 위조 방지 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 위조 방지 태그, 위조 방지 태그의 제조 방법 및 위조 방지 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 위조 방지는 본인 인증, 위조품 감별, 신원 확인 등의 다양한 목적으로 사용된다. 특히, 위조품 감별 및 신원 확인을 위해서는 오프라인 환경에서 사용가능한 물리적 위조 방지 기술이 요구된다. 글로벌 브랜드의 위조품으로 인한 피해액이 지속적으로 증가함에 따라 물리적 위조 방지 기술은 활발히 연구/개발되고 있다.

[0003] 하지만, 현재 상용화된 위조 방지 기술은 외부에 노출되어 있기 때문에 위조 및 변조될 수 있으며 적용할 수 있는 대상 및 방법이 제한된다.

[0004] 물리적 위조 방지를 위한 기술로서, 지문, 홍채 인식 등 생체 정보 기반 방식, RFID(Radio-Frequency Identification) 등과 같은 보안 카드를 이용하는 방식, 홀로그램(Hologram), 임프린팅(Imprinting) 등과 같이 표면에 정보를 입히는 방식이 제안되었다.

[0005] 그러나, 생체 정보 기반 방식의 경우, 생체 인식에 사용되는 지문, 홍채, 안면 등은 위조 및 복제에 취약하고 오인식의 문제가 있다.

[0006] 또한, RFID 등과 같은 보안 카드는 적용 대상이 한정적이며 정보 유출 가능성이 있다.

[0007] 또한, 임프린팅과 홀로그램을 이용한 위조 방지는 표면에 구조가 노출되고 재질이 부드러워 손상에 취약할 뿐만 아니라 각각을 이용한 일차원적인 위조 방지에 제한되고 디코딩(decoding)이 쉬운 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 개시는 근적외선에 의해 투과 가능한 반도체 물질에 SON(silicon on nothing) 기술을 기반으로 위조 감별을 위한 소정의 캐비티(Cavity) 패턴을 형성하여 물리적 위조 방지를 할 수 있는 위조 방지 태그, 위조 방지 태그의 제조 방법 및 위조 방지 시스템에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 한 특징에 따르면, 위조 방지 태그는 가시광을 반사시키고 근적외선(Near-infrared, NIR) 광을 투과시키는 재질로 이루어진 멤브레인(Membrane) 층(Layer), 그리고 상기 멤브레인 층의 하단에 형성되어 상기 근적외선 광을 반사시키는 캐비티(Cavity) 패턴층을 포함하고, 상기 캐비티 패턴층은, 위조 식별을 위한 소정의 패턴을 형성한다.

[0010] 상기 멤브레인 층과 상기 캐비티 패턴층은, SON(Silicon-on-nothing) 기술을 이용하여 형성될 수 있다.

[0011] 상기 멤브레인 층과 상기 캐비티 패턴층은 단층으로 구성될 수 있다.

[0012] 상기 멤브레인 층과 상기 캐비티 패턴층은, 복층으로 구성되고, 상기 멤브레인 층은, 상기 가시광을 반사시키고 상기 근적외선 광을 투과시키는 제1 멤브레인 층, 그리고 상기 제1 멤브레인 층의 하부에 형성되어 상기 근적외선 광을 투과시키는 제2 멤브레인 층을 포함하고, 상기 캐비티 패턴층은, 상기 제1 멤브레인 층과 상기 제2 멤브레인 층 사이에 형성되는 제1 캐비티 패턴층, 그리고 상기 제2 멤브레인 층의 하부에 형성되는 제2 캐비티 패턴층을 포함할 수 있다.

[0013] 상기 멤브레인 층은, 실리콘(silicone) 재질 또는 저마늄(Germanium)의 재질로 구성될 수 있다.

[0014] 상기 캐비티 패턴층은, 상기 멤브레인 층과 굴절율이 다른 물질로 채워질 수 있다.

[0015] 다른 특징에 따르면, 위조 방지 태그의 제조 방법은 위조 방지 태그의 본체인 반도체 기판의 상부면을 내측으로 식각하여 위조 식별을 위한 소정의 패턴으로 이루어진 캐비티(Cavity) 패턴층(Layer)을 형성하는 단계, 상기 캐비티 패턴층이 형성된 반도체 기판에 어닐링(annealing) 공정을 적용하여 멤브레인(Membrane) 층을 형성하는 단계, 그리고 상기 멤브레인 층의 표면에 평탄화 공정을 적용하여 상기 어닐링 공정으로 인하여 상기 멤브레인 층의 표면에 생성된 단차(step)를 제거하는 단계를 포함하고, 상기 멤브레인 층은, 가시광을 흡수 및 반사시키고 근적외선(Near-infrared, NIR) 광을 투과시키며, 상기 캐비티 패턴층은, 상기 멤브레인 층의 하단에 형성되어 상기 근적외선 광을 반사시킨다.

[0016] 상기 캐비티 패턴층을 형성하는 단계는, 소정의 너비를 가진 단면 형상이면서 내측으로 소정 높이를 가지며 깊게 식각된 초기 홀 패턴이 형성되어 있는 상기 반도체 기판에 에칭 기술을 적용하여 상기 캐비티 패턴층(Layer)을 형성할 수 있다.

[0017] 상기 캐비티 패턴층을 형성하는 단계는, DRIE(Deep Reactive Ion Etching) 공정을 이용하여 상기 캐비티 패턴층을 형성할 수 있다.

[0018] 상기 캐비티 패턴층 및 상기 멤브레인 층의 두께 및 높이는, 상기 초기 홀 패턴의 너비 및 높이에 따라 결정될 수 있다.

[0019] 상기 캐비티 패턴층은, 상기 초기 홀 패턴의 너비와 높이에 따른 중형비에 따라 단층 또는 복층으로 형성될 수 있다.

[0020] 상기 평탄화 공정은, 화학-기계적 평탄화(Chemical Mechanical Polishing, CMP) 공정을 포함할 수 있다.

[0021] 또 다른 특징에 따르면, 위조 방지 태그 시스템은 반도체 기판의 내부에 소정의 캐비티(Cavity) 패턴이 형성된 위조 방지 태그, 그리고 상기 위조 방지 태그의 상부면에서 상기 위조 방지 태그의 내측 중심 방향으로 근적외선(Near-infrared, NIR) 광을 투사하여 상기 캐비티 패턴에서 반사되는 반사광을 분석하고, 반사광 분석을 토대로 상기 소정의 캐비티 패턴을 인식하는 근적외선 검사 장치를 포함한다.

[0022] 상기 위조 방지 태그의 반도체 기판은, 가시광을 흡수 및 반사시키고 상기 근적외선 광을 투과시키는 재질로 구성될 수 있다.

[0023] 상기 위조 방지 태그는, 상기 소정의 캐비티 패턴이 형성된 외부 상면이 평탄화되어 있고, 상기 소정의 캐비티

패턴은, 소정의 두께를 가진 캐비티(Cavity)가 형성될 수 있다.

- [0024] 상기 근적외선 검사 장치는, 소정의 파장을 가진 상기 근적외선 광을 방사하는 근적외선 광원, 상기 캐비티 패턴에서 반사되는 반사광 이미지를 생성하는 카메라, 그리고 상기 카메라로부터 획득한 상기 반사광 이미지를 분석하여 상기 캐비티 패턴의 2차원 형상을 인식하는 제어부를 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 근적외선 검사 장치는, 스마트폰에 포함될 수 있다.
- [0026] 상기 근적외선 검사 장치는, 휴대형 근적외선 현미경에 포함될 수 있다.
- [0027] 상기 근적외선 검사 장치는, 소정의 파장을 가진 상기 근적외선 광을 방사하는 근적외선 광원, 기 근적외선 광을 투과하는 대물렌즈, 상기 근적외선 광을 분할하는 빔 스플리터 및 상기 대물렌즈의 하단에 장착된 미러를 포함하는 렌즈부, 상기 렌즈부에서 입사되는 간섭 광을 픽셀 별로 측정하여 출력하는 카메라, 그리고 상기 카메라로부터 수신한 픽셀 별 간섭 광의 측정 정보를 토대로 상기 캐비티 패턴의 3차원 형상 정보를 인식하는 제어부를 포함하고, 상기 빔 스플리터는, 상기 대물렌즈를 통과한 근적외선 광을 상기 미러를 향하는 제1 방향과 상기 위조 방지 태그를 향하는 제2 방향으로 각각 분할하며, 상기 간섭 광은, 상기 제1 방향으로 분할된 근적외선 광이 상기 미러에 의해 반사되어 상기 빔 스플리터로 입사되는 기준 광, 그리고 상기 제2 방향으로 분할된 근적외선 광이 상기 캐비티 패턴에서 반사되어 상기 빔 스플리터로 입사되는 샘플 광 간에 간섭을 일으켜 발생할 수 있다.
- [0028] 상기 캐비티 패턴의 3차원 형상 정보는, 상기 위조 방지 태그의 외부 상부면에서 상기 캐비티 패턴의 상부 경계면까지 형성된 제1 두께 정보, 그리고 상기 캐비티 패턴의 높이인 제2 두께 정보를 포함하고, 상기 카메라는, 픽셀 별로 간섭 광 신호의 세기(Intensity)를 측정하여 출력하고, 상기 제어부는, 상기 카메라로부터 수신한 픽셀 별 간섭 광 신호의 세기를 토대로 인터페로그램(interferogram)을 분석하여 상기 간섭 광 신호가 증폭하는 지점 간의 광 길이, 그리고 상기 위조 방지 태그를 구성하는 재질의 굴절율을 이용하여 상기 제1 두께 정보 및 상기 제2 두께 정보를 산출할 수 있다.

발명의 효과

- [0029] 실시예에 따르면, 소정의 패턴이 위조 방지 태그의 내측에 매립되고 표면이 평탄화 되어 있어 종래와 달리 육안으로는 위조 여부를 확인할 수 없고, 특정 검사 장치를 이용해야만 위조 여부를 판별할 수 있다. 따라서, 복제가 어렵고, 고차원적인 관측이 필요하므로 보안 수준을 향상시킬 수 있다.
- [0030] 또한, 실시예에 따른 위조 방지 태그는 가시광선에서는 보이지 않지만, 태그를 투과할 수 있는 근적외선을 이용하여 수평 및 수직 구조를 측정하는 위조 방지 코드 정밀 인식과 휴대용 근적외선 현미경을 이용한 실시간 현장 위조 감별로 상황에 맞는 위조 방지 체계 구축이 가능하다.
- [0031] 또한, 종래와 달리 외부 자극이 없이도 위조 여부를 판단할 수 있다.
- [0032] 또한, 태그에 마이크로 스케일 패턴을 매립하면 되므로 초소형 위조 방지 태그의 제작이 가능하다.
- [0033] 또한, 위조를 식별하기 위해서는 매립된 패턴의 초기 형상 및 패턴이 매립된 태그 재질에 대한 사전 정보(예, 굴절율)가 있어야만 패턴 코드를 인식할 수 있으므로, 보안 수준을 향상시킬 수 있다.
- [0034] 또한, 실시예에 따른 위조 방지 태그는 패션 및 명품 업계 이외에도 반도체, 센서, 광학 등 다양한 분야에서 응용이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0035] 도 1은 실시예에 따른 위조 방지 태그(anti counterfeiting tag)를 나타낸다.
- 도 2는 도 1의 일부분의 투시도이다.
- 도 3은 도 1의 위조 방지 태그의 외부면을 나타낸다.
- 도 4는 실시예에 따른 SON 기술을 이용한 위조 방지 태그의 제조 방법을 나타낸 순서도이다.
- 도 5는 한 실시예에 따른 위조 방지 태그의 측면 분해도이다.
- 도 6은 한 실시예에 따른 초기 홀 패턴의 예시도이다.

- 도 7은 한 실시예에 따른 초기 홀 패턴의 깊이를 나타낸 예시도이다.
- 도 8은 다른 실시예에 따른 초기 홀 패턴의 깊이를 나타낸 예시도이다.
- 도 9는 다른 실시예에 따른 위조 방지 태그의 측면 분해도이다.
- 도 10은 실시예에 따른 위조 방지 태그의 표면 평탄화 과정을 설명하는 예시도이다.
- 도 11은 실시예에 따른 위조 방지 시스템의 구성을 개략적으로 나타낸다.
- 도 12는 한 실시예에 따른 근적외선 검사 장치의 세부 구성을 나타낸 블록도이다.
- 도 13은 한 실시예에 따른 근적외선 검사 장치의 적용 예시도이다.
- 도 14는 다른 실시예에 따른 근적외선 검사 장치의 적용 예시도이다.
- 도 15는 도 14의 휴대용 근적외선 현미경의 분해도이다.
- 도 16은 또 다른 실시예에 따른 근적외선 검사 장치의 적용 예시도이다.
- 도 17은 실시예에 따른 근적외선 간섭 현미경의 외부 사시도이다.
- 도 18은 실시예에 따른 근적외선 간섭 현미경의 일부 측면 분해도이다.
- 도 19는 실시예에 따른 근적외선 간섭 현미경을 이용한 3차원 패턴 인식을 설명하는 도면이다.
- 도 20은 실시예에 따른 근적외선 간섭 현미경을 이용한 3차원 패턴 인식을 형상화한 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 개시의 실시예에 대하여 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 개시는 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 개시를 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0037] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0038] 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0039] 본 명세서에서 "전송 또는 제공"은 직접적인 전송 또는 제공하는 것 뿐만 아니라 다른 장치를 통해 또는 우회 경로를 이용하여 간접적으로 전송 또는 제공도 포함할 수 있다.
- [0040] 본 명세서에서 단수로 기재된 표현은 "하나" 또는 "단일" 등의 명시적인 표현을 사용하지 않은 이상, 단수 또는 복수로 해석될 수 있다.
- [0041] 본 명세서에서 도면에 관계없이 동일한 도면번호는 동일한 구성요소를 지칭하며, "및/또는"은 언급된 구성 요소들의 각각 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다.
- [0042] 본 명세서에서, 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어들은 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 개시의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0044] 도 1은 실시예에 따른 위조 방지 태그(anti counterfeiting tag)를 나타내고, 도 2는 도 1의 일부분의 투시도이고, 도 3은 도 1의 위조 방지 태그의 외부면을 나타낸다.
- [0045] 도 1을 참고하면, 위조 방지 태그(100)는 반도체 기관의 내부에 소정의 캐비티(Cavity) 패턴층(C)이 형성되어 있다. 위조 방지 태그(100)의 본체인 반도체 기관의 재질은 가시광(Visible Light)을 반사 및 흡수시키고 근적외선(Near-infrared, NIR) 광을 투과하는 반도체 재질이 사용된다. 한 실시예에 따르면, 반도체 기관의 재질은

실리콘(Silicone) 재질이 사용될 수 있다. 다른 실시예에 따르면, 반도체 기판의 재질은 저마늄(Germanium) 재질이 사용될 수 있다.

- [0046] 도 1에서 위조 방지 태그(100)의 일부분(도 1의 101)을 도 2에 나타내었다. 도 2에 보인 바와 같이, 위조 방지 태그(100)는 멤브레인(Membrane) 층(Layer)(M) 및 캐비티(Cavity) 패턴층(C)을 포함한다.
- [0047] 캐비티 패턴층(C)의 상부에 위치하는 멤브레인 층(M)은 반도체 기판에 해당한다. 캐비티 패턴층(C)이 매립된 멤브레인 층(M)의 외부면(S1)은 평평한 표면(Polished surface)이다.
- [0048] 위조 방지 태그(100)에 매립된 소정의 위조 식별을 위한 패턴을 형성하는 캐비티 패턴층(C)은 SON(Silicon-on-nothing) 기술을 이용하여 제작된다. SON 기술을 이용하면, 실리콘 웨이퍼 내부에 원하는 형상 및 두께의 미세 패턴을 형성하여 가시광으로는 보이지 않는 위조 방지 태그(Anti-counterfeiting Tag)를 제작할 수 있다.
- [0049] 여기서, 캐비티 패턴층(C)은 다양한 형태의 패턴을 형성할 수 있는데, 예를 들어, 문자, 바코드, 큐알(QR) 코드, 로고, 및 도형 등을 포함하는 패턴을 형성할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0050] 가시광은 멤브레인 층(M)의 평평한 표면(S1)에서 반사 및 흡수된다. 따라서, 도 3과 같이 외부면(S1)에는 아무런 패턴도 나타나 있지 않다. 도 3은 위조 방지 태그(100)의 외부면(S1)을 나타낸 것으로서, 위조 방지 태그(100)에 매립된 캐비티 패턴은 육안으로 외부에서 확인할 수 없다.
- [0051] 반면, 근적외선(NIR) 광은 멤브레인 층(M)의 외부면(S1)에서 내측 중심 방향으로 투사되고, 캐비티 패턴층(C)의 상단 경계면(S2) 및 바닥 경계면(S3)에서 반사된다. 여기서, 캐비티(C)의 상단 경계면(S2) 및 바닥 경계면(S3), 즉, 캐비티 패턴층(C)의 표면은 서브-서페이스(Sub-surface) 경계면이라 호칭할 수 있다.
- [0052] 따라서, 근적외선 반사광 이미지를 통해 위조 방지 태그(100)에 매립된 패턴, 즉, 캐비티 패턴층(C)이 인식될 수 있다. 즉, 근적외선 영역의 빛을 이용하여 현장에서 실시간으로 위조 방지 태그(100)의 위조 여부를 검사하거나 근적외선 간섭 현미경 등을 이용한 비파괴 방법으로 수직 및 수평 구조로 위조 방지 태그(100)를 정밀하게 식별할 수 있다.
- [0053] 반도체 물질의 표면 확산 현상은 고온 어닐링(annealing)시 최소 표면 에너지를 갖는 형상으로 변형되는 형태로 발생하며 마이크로 스케일의 원통형으로 식각된 실리콘 기판을 어닐링 할 경우 멤브레인 층(M)과 캐비티 패턴층(C)으로 구성된 SON 구조의 패턴을 위조 방지 태그(100)에 매립할 수 있다. 이러한 위조 방지 태그(100)의 제조 방법에 대해 도 4 ~ 도 9를 참조하여 설명한다.
- [0055] 도 4는 실시예에 따른 SON 기술을 이용한 위조 방지 태그의 제조 방법을 나타낸 순서도이고, 도 5는 한 실시예에 따른 위조 방지 태그의 측면 분해도이고, 도 6은 한 실시예에 따른 초기 홀 패턴의 예시도이고, 도 7은 한 실시예에 따른 초기 홀 패턴의 깊이를 나타낸 예시도이고, 도 8은 다른 실시예에 따른 초기 홀 패턴의 깊이를 나타낸 예시도이며, 도 9는 다른 실시예에 따른 위조 방지 태그의 측면 분해도이고, 도 10은 실시예에 따른 위조 방지 태그의 표면 평탄화 과정을 설명하는 예시도이다.
- [0056] 먼저, 도 4를 참고하면, 초기 홀(Hole) 패턴(Pattern)이 형성된 실리콘(Silicon) 웨이퍼(wafer) 표면에 DRIE(Deep Reactive Ion Etching) 공정을 통해 캐비티 패턴층(C)을 형성한다(S101). 캐비티 패턴층(C)은 다양한 형태의 위조 식별을 위한 마이크로(Micro) 스케일(Scale) 패턴이 형성되어 있다.
- [0057] DIRE 공정은 물리적/화학적 식각 기술 중에서 깊게 식각(deep etching)하는데 사용되는 기술이다.
- [0058] 다음, 고온/고진공(1150℃, 2×10^{-6} torr) 환경에서 실리콘 웨이퍼에 대한 어닐링(annealing) 공정을 통하여 소정의 두께를 가진 멤브레인 층(M)을 형성한다(S102).
- [0059] 다음, 실리콘 웨이퍼 표면에 화학-기계적 평탄화(Chemical Mechanical Polishing, 이하, 'CMP'라 통칭함)와 같은 표면 평탄화 공정을 수행함으로써, S102의 어닐링 공정으로 인하여 멤브레인 층(M)의 표면에 생성된 단차(step)를 제거한다(S103).
- [0060] 도 5를 참조하면, 위조 방지 태그(100)는 멤브레인 층(M) 및 캐비티 패턴층(C)을 포함한다. 멤브레인 층(M)은 위조 방지 태그(100)의 외부면(S1)과 캐비티 패턴층(C)의 상단 경계면(S2) 사이의 반도체 기판을 지칭한다. 캐비티 패턴층(C)은 멤브레인 층(M)의 하단에 형성되며, 소정의 두께 또는 높이를 가지는 위조 식별을 위한 패턴을 형성한다. 이때, 캐비티 패턴층(C)은 멤브레인 층(M)과 굴절율이 다른 물질로 채워질 수 있다. 근적외선 광

은 멤브레인 층(M)을 투과하여 캐비티 패턴층(C)으로 입사된 후 다른 굴절율로 인하여 외부로 향해 반사된다.

- [0061] 한 실시예에 따르면, 캐비티 패턴층(C)은 공기(Air)로 채워질 수 있다.
- [0062] 실리콘 웨이퍼 내부에 매립된, 즉, 내부에 숨겨진 캐비티 패턴층(C)을 제작하기 위해서, 즉, 원하는 2D, 3D 형상을 가지는 위조 방지 태그(100)를 제작하기 위한 초기 홀 패턴이 실리콘 웨이퍼에 형성되어 있을 수 있다. 즉, 소정의 너비를 가진 단면 형상이면서 내측으로 소정 높이를 가지며 깊게 식각된 초기 홀 패턴이 필요할 수 있다.
- [0063] 도 6의 (a)를 참조하면, 실리콘 웨이퍼 내부에는 복수개의 초기 홀 패턴이 형성되어 있을 수 있다. 초기 홀 패턴은 상부면에서 내측을 향해 깊게 파인 복수의 원기둥 형상을 가진 패턴들일 수 있다.
- [0064] 도 6의 (b)를 참조하면, 복수개의 초기 홀 패턴이 형성된 실리콘 웨이퍼의 상부면(top view)은 소정의 지름을 가진 복수개의 원들이 형성되어 있을 수 있다. 예를 들어, 지름이 1 μ m인 원들이 형성될 수 있다.
- [0065] 물론, 초기 홀 패턴의 단면 형상은 원으로 국한되는 것은 아니고, 다른 형상일 수도 있다.
- [0066] 초기 홀 패턴의 너비(또는 지름), 높이, 간격(예, 원통 패턴간 간격)에 따라 멤브레인 층(M)의 두께와 캐비티 패턴층(C)의 두께(또는 높이)가 결정될 수 있다.
- [0067] 초기 홀 패턴의 너비 또는 지름에 따라 1.5 ~ 2.7 μ m 두께의 캐비티 패턴층(C)이 형성될 수 있다.
- [0068] 또한, 너비(또는 지름) 대 깊이의 비, 즉, 종횡비(Aspect Ratio, AR)에 따라 캐비티 패턴층(C)의 적층수(n)가 결정될 수 있다. 한 예시에 따르면, 캐비티 패턴층(C)의 적층수(n)는 종횡비를 5로 나눈 몫으로 예측할 수 있다. 예를 들어, $5 \leq AR < 10$ 인 경우, 즉, 도 7과 같이 종횡비 7의 1 μ m인 초기 홀 패턴들이 형성되어 있을 경우, 캐비티 패턴층(C)은 도 5와 같이 단층으로 형성될 수 있다.
- [0069] 또한, $10 \leq AR < 15$ 인 경우, 즉, 도 8과 같이 종횡비 12의 1 μ m인 초기 홀 패턴들이 형성되어 있을 경우, 캐비티 패턴층(C)은 도 9와 같이 복층으로 형성될 수 있다. 도 9를 참조하면, 위조 방지 태그(100)는 순차적으로 제1 멤브레인 층(M1), 제1 캐비티 패턴층(C1), 제2 멤브레인 층(M2), 제2 캐비티 패턴층(C2)을 포함할 수 있다. 가시광은 제1 멤브레인 층(M1)의 외부면(S1)에서 반사 및 흡수된다. 근적외선 광은 제1 캐비티 패턴층(C1)의 상/하부 경계면(S2-1, S3-1), 그리고 제2 캐비티 패턴층(C2)의 상/하부 경계면(S2-2, S3-2)에서 반사된다.
- [0070] 이처럼, 초기 홀 패턴의 배치 너비 및 구조에 따라 원하는 형상의 위조 방지 태그(100)를 제작할 수 있다.
- [0071] 도 10의 (a)를 참조하면, S102의 어닐링 공정으로 인하여 매립된 캐비티 패턴층(C)을 형성할 때, 질량 보존에 따라 단차(step)(P1)가 발생하여 도 10의 (b)와 같이 실리콘 웨이퍼 표면에 매립된 패턴의 형상이 드러난다. 이를 막기 위해, 도 10의 (c)와 같이 CMP 공정을 통해 실리콘 웨이퍼 표면 조도를 공정 전 상태로 되돌린다. 즉, CMP 헤드(Head)(P2)를 단차(P1)가 발생한 패턴 표면(S1)에 위치시켜 정해진 방향으로 돌리면서 표면 평탄화를 실시한다. 그러면, 도 10의 (d)와 같이 실리콘 웨이퍼 표면에 매립된 패턴이 보이지 않고 내부에 숨겨진 상태가 된다. 따라서, 패턴이 내부에 매립된 위조 방지 태그(100)를 제작할 수 있게 된다.
- [0072] 이와 같이, S101, S102의 공정을 통해 초기 홀 패턴의 크기 및 배치에 따른 3D 형상의 캐비티 패턴층(C)을 실리콘 웨이퍼 내부에 생성할 수 있다. 즉, 마이크로 스케일의 원통형으로 식각된 실리콘 기판을 어닐링함으로써, 멤브레인 층(M)과 캐비티 패턴층(C)으로 구성된 SON 구조를 획득할 수 있다.
- [0073] 또한, 매립된 패턴 주변에 발생하는 단차(P1)는 위조 방지 태그(100)의 위치를 보여주기 때문에 화학적 기계적 평탄화 공정으로 단차(P1)를 제거하여 위조 방지 태그(100)의 표면 조도를 공정 전 상태로 되돌림으로써, 표면에서 인식할 수 없는 숨겨진 미세 위조 방지 태그(100)를 제작할 수 있다.
- [0075] 도 11은 실시예에 따른 위조 방지 시스템의 구성을 개략적으로 나타낸다.
- [0076] 도 11을 참고하면, 위조 방지 시스템은 위조 방지 태그(100), 근적외선(NIR) 검사 장치(200) 및 위조 식별 장치(300)를 포함할 수 있다.
- [0077] 위조 방지 태그(100)는 SON 기술을 이용하여 실리콘 웨이퍼 내부에 위조 식별을 위한 형상 및 두께를 가진 미세 패턴이 매립되어 있다. 위조 방지 태그(100)는 도 1 ~ 도 10에서 설명한 바와 같이, 반도체 물질인 실리콘 재질 또는 저마늄 재질로 이루어질 수 있다. 이때, 실리콘 재질은 근적외선(NIR) 투과가 가능한 재질을 의미하므로,

실리콘에 반드시 국한되어야 하는 것은 아니다.

- [0078] 위조 방지 태그(100)는 물품(product) 또는 위조 방지를 위한 대상체(object)에 적용될 수 있고, 적용되기 위한 대상의 재질에 제한되지 않고 쉽게 적용될 수 있다.
- [0079] 위조 방지 태그(100)는 표면에 드러나지 않게 다양한 제품에 매립이 가능하다. 위조 방지 태그(100)는 반도체 물질인 실리콘 또는 저마늄을 이용하여 제작되므로, 강건하다. 위조 방지 태그(100)는 패턴을 내부에 매립해 패턴 구조의 손상을 최소화하고 이를 범용적으로 다양한 대상에 적용 및 응용할 수 있다.
- [0080] 위조 방지 태그(100)의 패턴은 보이지 않게 내부에 매립되어 있고, 구조적으로 강건하기 때문에 다양한 대상에 삽입 및 응용할 수 있는데, 예로 작은 폼팩터의 장점을 기반으로 의류, 가방, 신발 등의 표면에 드러나지 않게 위조 방지 태그를 매립할 수 있다. 심미성이 중요한 패션 및 명품 업계에서 미관을 해치지 않는 위조 방지 기술로 적용이 가능하다. 이를 통해 미관을 해치지 않는 위조 방지 체계 구축이 가능하므로 패션 및 명품 업계에서 위조품 감별에 사용될 수 있다.
- [0081] 또한, 위조 방지 태그(100)는 보안 카드, IC(Integrated Circuit) 카드, 신분증 등과 같은 기존 위조 방지 및 신원 확인 체계에 추가 매립하여 보안 수준을 향상시킬 수 있다. 예를 들어, 보안 카드, 신분증 등에 이중 보안을 위한 위조 방지 태그(100)를 적용할 수 있다. 또한, 근적외선 검사장치(200)는 반도체 물질 내부 정밀 검사가 가능하므로, MEMS(Micro-Electro-Mechanical Systems) 파운드리, 예를 들어, 반도체 소자 제작 중 내부 결함 비파괴 검사 등에 적용할 수도 있다.
- [0082] 근적외선 검사 장치(200)는 근적외선(NIR) 영역의 빛으로 패턴의 수직 및 수평 구조를 정밀하게 인식할 수 있다.
- [0083] 근적외선 검사 장치(200)는 위조 방지 태그(100)의 상부면에서 위조 방지 태그의 중심 방향으로 근적외선(NIR)을 투사하여 서브-서페이스(Sub-surface) 경계면, 즉, 패턴의 표면에서 반사되는 반사광을 분석하고, 반사광 분석을 토대로 위조 방지 태그(100)에 매립된 패턴을 인식한다.
- [0084] 위조 식별 장치(300)는 근적외선 검사 장치(200)로부터 획득한 패턴의 인식 정보를 토대로, 위조 여부를 검사한다. 위조 식별 장치(300)는 명품의 위조품 감별, 개인 식별, 본인 인증 등과 같은 다양한 위조 식별을 수행할 수 있다.
- [0085] 위조 식별 장치(300)는 사전에 위조 방지 태그(100)의 패턴 정보를 저장할 수 있다. 위조 식별 장치(300)는 근적외선 검사 장치(200)로부터 전달받은 패턴 인식 정보를 저장된 패턴 정보와 비교하여 일치하는지 판단하는 위조 여부 검사를 수행할 수 있다. 패턴 인식 정보가 저장된 패턴 정보와 일치하면, 위조 여부 검사를 성공으로 처리하고, 불일치하면 위조로 판별할 수 있다.
- [0086] 실시예에 따르면, 위조 식별 장치(300)는 근적외선 검사 장치(200)로부터 수신한 패턴 인식 정보를 토대로 위조 여부를 식별하는 프로그램이 탑재된 컴퓨팅 장치일 수 있다.
- [0087] 위조 식별 장치(300)는 근적외선 검사 장치(200)와 유선망을 통해 연결될 수도 있고, 무선망을 통해 연결될 수도 있다. 위조 식별 장치(300)는 유선망/무선망으로 연결되는 서버 컴퓨터로 구성될 수도 있다. 실시예에 따라 위조 식별 장치(300)는 명품 위조 판단을 위한 제조사 서버, 금융 보안 인증을 위한 금융 기관 서버, 보안 기관 서버 등으로 구현될 수 있다.
- [0088] 또한, 실시예에 따라 위조 식별 장치(300)는 위조 식별을 요하는 매장이나 오프라인 장소에 설치된 컴퓨터 장치일 수 있다.
- [0089] 또한, 실시예에 따라 위조 식별 장치(300)는 근적외선 검사 장치(200)와 일체로 구성될 수도 있다.
- [0091] 근적외선 검사 장치(200)는 2차원 패턴 인식 또는/및 3차원 패턴 인식을 수행할 수 있다. 이에 대해 설명하면 다음과 같다.
- [0092] 먼저, 도 12 ~ 도 15를 참고하여 2차원 패턴 인식의 실시예 구성을 설명한다.
- [0093] 도 12는 한 실시예에 따른 근적외선 검사 장치의 세부 구성을 나타낸 블록도이다.
- [0094] 도 12를 참고하면, 근적외선 검사 장치(200)는 근적외선 광원(201), 카메라(202), 제어부(203), 통신부(204),

디스플레이부(205)를 포함할 수 있다.

- [0095] 근적외선 광원(201)은 단과장 또는 다과장의 근적외선(NIR)을 위조 방지태그(100)를 향해 방사한다.
- [0096] 근적외선 광원(201)은 태그 재질의 투과 깊이를 고려한 파장이 이용된다. 예를 들어, 태그 재질이 실리콘인 경우, 실리콘 투과 깊이가 반영되어야 하므로 1.5 μm 부근의 근적외선 파장이 이용될 수 있다.
- [0097] 카메라(202)는 위조 방지 태그(100)에서 반사된 근적외선(NIR)의 반사광 이미지를 촬영한다.
- [0098] 제어부(203)는 카메라(202)가 출력하는 반사광 이미지를 분석하여 위조 방지 태그(100)에 매립된 소정의 패턴을 인식한다.
- [0099] 근적외선이 위조 방지 태그(100)의 표면을 투과하여 매립된 SON 패턴 구조로 투사되면, 근적외선이 주변으로 산란 반사하여 반사된 반사광이 패턴 형상을 그대로 나타낸다. 제어부(203)는 카메라(202)로부터 수신한 반사광 이미지를 토대로 이러한 패턴 형상을 인식할 수 있다. 반사광 이미지에는 캐비티 패턴층(C)의 외곽선으로 이루어진 패턴 형상이 표시되어 있다.
- [0100] 통신부(204)는 위조 식별 장치(300)와 유선 통신 또는/및 무선 통신으로 제어부(203)에 의해 인식된 패턴 인식 정보를 위조 식별 장치(300)로 송신할 수 있다. 그러면, 위조 식별 장치(300)에 의해 패턴 인식 정보를 토대로 위조 여부 판단이 수행될 수 있다.
- [0101] 디스플레이부(205)는 제어부(203)에 의한 패턴 인식 정보, 예컨대, 패턴 이미지를 화면에 출력하여 육안으로 확인할 수 있게 할 수 있다.
- [0103] 도 13은 한 실시예에 따른 근적외선 검사 장치의 적용 예시도이다.
- [0104] 도 13을 참조하면, 가방(500)에 부착된 위조 방지 태그(100)를 스마트폰(400)을 통해 검사할 수 있다. 이 경우, 스마트폰(400) 내부에 탑재되어 있는 1.5 μm 부근 파장의 LiDAR 광원 및 센서를 사용할 수 있고, 확대를 위한 렌즈가 외부에 장착될 수 있다. 그리고 스마트폰(400)의 내부는 제어부(203), 통신부(204), 디스플레이부(205)를 포함한다. 여기서, 반사광 이미지로부터 패턴을 인식하는 제어부(203)는 스마트폰 어플리케이션으로 구현될 수 있다. 제어부(203)는 통신부(204)를 통해 정해진 서버 컴퓨터인 위조 식별 장치(300)에 접속하여 패턴 인식 정보를 토대로 위조 검사를 요청하고 결과를 수신하여 디스플레이부(205)에 출력할 수 있다. 제어부(203)는 반사광 이미지로부터 인식한 패턴 이미지를 디스플레이부(205)에 출력할 수 있다.
- [0105] 또한, 제어부(203)는 패턴 이미지를 자체 저장된 이미지와 비교하여 위조 검사를 수행하고, 그 결과를 디스플레이부(205)에 출력할 수 있다.
- [0107] 도 14는 다른 실시예에 따른 근적외선 검사 장치의 적용 예시도이고, 도 15는 도 14의 휴대용 근적외선 현미경의 분해도이다.
- [0108] 도 14를 참조하면, 위조 방지 태그(100)를 휴대용 근적외선 현미경(600)을 통해 검사할 수 있다. 이 경우, 휴대용 근적외선 현미경(600)이 도 12에서 설명한 근적외선 검사 장치(200)의 역할을 한다.
- [0109] 도 15의 (a)를 참조하면, 휴대용 근적외선 현미경(600)은 소정의 지름과 길이를 가진 원통 형상일 수 있다. 예를 들어, 휴대용 근적외선 현미경(600)은 지름 5cm, 길이 20cm의 원통 형상일 수 있다. 도 15의 (b)를 참조하면, 휴대용 근적외선 현미경(600)은 내부에 근적외선 광원(201), 카메라(202), 제어부(203), 통신부(도시하지 않음)를 포함할 수 있다. 이때, 통신부(도시하지 않음)는 도면에는 나타나 있지 않으나, 제어부(203)에 포함되어 있거나 제어부(203)와 연결되는 위치에 포함되어 있을 수 있다.
- [0110] 이때, 휴대용 근적외선 현미경(600)은 스마트폰(700)과 근거리 무선 통신으로 연결될 수 있다. 따라서, 휴대용 근적외선 현미경(600)의 제어부(203)는 카메라(202)를 통해 획득한 반사광 이미지를 근거리 무선 통신으로 스마트폰(700)에 송신할 수 있다. 그러면, 스마트폰(700)은 반사광 이미지로부터 인식한 위조 방지 태그(100)에 매립된 패턴 이미지를 화면에 출력할 수 있다. 혹은, 휴대용 근적외선 현미경(600)의 제어부(203)는 반사광 이미지로부터 패턴 정보를 인식하고, 패턴 이미지를 스마트폰(700)에 송신할 수도 있다. 그러면, 스마트폰(700)은 수신한 패턴 이미지를 화면에 출력할 수 있다.
- [0111] 또한, 스마트폰(700)은 패턴 이미지를 위조 식별 장치(도 11의 300)에 전송하여 위조 검사를 요청하고 그 결과

를 출력할 수도 있다.

- [0112] 혹은, 스마트폰(700)은 패턴 이미지를 자체 저장된 이미지와 비교하여 위조 검사를 수행하고, 그 결과를 출력할 수도 있다.
- [0114] 다음, 도 16 ~ 도 20을 참고하여 3차원 패턴 인식의 실시예 구성을 설명한다.
- [0115] 도 16은 또 다른 실시예에 따른 근적외선 검사 장치의 적용 예시도이고, 도 17은 실시예에 따른 근적외선 간섭 현미경의 외부 사시도이고, 도 18은 실시예에 따른 근적외선 간섭 현미경의 일부 측면 분해도이고, 도 19는 실시예에 따른 근적외선 간섭 현미경을 이용한 3차원 패턴 인식을 설명하는 도면이며, 도 20은 실시예에 따른 근적외선 간섭 현미경을 이용한 3차원 패턴 인식을 형상화한 예시도이다.
- [0116] 도 16을 참조하면, 근적외선 검사 장치(200")는 근적외선 광원(201), 카메라(202), 제어부(203), 통신부(204), 디스플레이부(205), 렌즈부(206)를 포함할 수 있다.
- [0117] 이때, 근적외선 광원(201), 카메라(202), 통신부(204), 디스플레이부(205)는 도 12에서 설명한 내용과 동일한 내용에 대해서는 중복되므로, 생략한다.
- [0118] 렌즈부(206)는 피에조 포지셔너(piezo positioner)가 포함된 간섭계 대물렌즈로서, 위조 방지 태그(100)에서 반사되는 간섭 반사광 이미지를 획득한다. 간섭 반사광 이미지는 카메라(202)에 의해 촬영되어 제어부(203)로 전달된다. 이러한 근적외선 검사 장치(200")는 도 17과 같이 근적외선 간섭 현미경으로 구현될 수 있다.
- [0119] 도 17을 참조하면, 근적외선 간섭 현미경(800)은 근적외선 광원(201), 카메라(202), 빔 스플리터(207), 대물렌즈(208), 콜리메이터(Collimator)(209), 필터(210)를 포함할 수 있다.
- [0120] 이때, 도 16의 제어부는 도 17에는 나타나지 않았으나, 근적외선 광원(201), 카메라(202)와 연결되는 위치에 설치될 수 있다. 또한, 도 16의 제어부는 도 16의 통신부(204) 및/또는 디스플레이부(205)가 추가로 연결될 수 있다.
- [0121] 도 16의 카메라(202)는 도 16의 렌즈부(206)로부터 입사되는 간섭 광의 NIR 이미지를 이용하여 field-view로 여러 픽셀 데이터를 획득하고, 이러한 픽셀 데이터의 광 세기(Intensity) 값을 기초로 인터페로그램(interferogram)을 분석하여 캐비티 패턴층(C)의 3차원 형상 정보를 인식할 수 있다.
- [0122] 도 17의 콜리메이터(209)는 방사하는 근적외선 광원(201)의 빛을 평행하게 만들어주어 근적외선 간섭 현미경(800)의 광원 품질을 높이기 위한 역할을 한다.
- [0123] 도 17의 필터(210)는 원하는 파장 영역의, 예를 들어, 카메라(202)가 민감한 파장 영역, 빛만을 사용하여 외란을 줄이는 역할을 한다.
- [0124] 근적외선 간섭 현미경(800)의 3차원 패턴 인식 동작에 대해 설명하면, 다음과 같다. 근적외선 간섭 현미경(800)은 위조 방지 태그(100)의 정밀 인식을 위해 수평 및 수직 구조를 측정한다.
- [0125] 도 18을 참조하면, 렌즈부(206)는 빔 스플리터(207), 대물렌즈(208) 및 미러(211)로 구성되고, 피에조 포지셔너(piezo positioner, 도면에 나타나지 않음)에 연결되어 있다.
- [0126] 대물렌즈(208)의 하단에는 미러(211)가 설치되어 있고, 대물렌즈(208)의 출구에는 빔 스플리터(207)가 위치한다.
- [0127] 사용자가 피에조 포지셔너(도시하지 않음)를 위조 방지 태그(100)로 향하는 수직 방향으로 움직여 렌즈부(206)를 위조 방지 태그(100)에 가깝게 혹은 멀게 움직일 수 있다.
- [0128] 빔 스플리터(207)는 대물렌즈(208)를 통과한 근적외선 광을 분할한다.
- [0129] 대물렌즈(208)를 통과한 근적외선 광이 빔 스플리터(207)로 입사(①)되면, 빔 스플리터(207)는 입사된 근적외선 광을 대물렌즈(208)를 향하는 방향(②)과 위조 방지 태그(100)를 향하는 방향(③)으로 분할한다.
- [0130] 대물렌즈(208)를 향하는 방향(②)으로 분할된 근적외선 광은 기준(Reference) 광으로 호칭할 수 있다. 기준 광은 미러(211)에 의해 반사되어 빔 스플리터(207)에 입사된다. 대물렌즈(208)와 빔 스플리터(207) 사이의 광 경로를 기준 광 경로(d_{ref})로 호칭한다.

[0131] 또한, 빔 스플리터(207)에 의해 분할되어 위조 방지 태그(100)로 향하는 근적외선 광은 위조 방지 태그(100)의 내측을 향하여 투사되고 매립된 캐비티 패턴층(C)에서 반사되어 빔 스플리터(207)로 향한다. 이처럼, 빔 스플리터(207)와 위조 방지 태그(100) 사이에서 투과 및 반사되는 근적외선 광을 샘플(Sample) 광으로 호칭할 수 있다. 그리고 빔 스플리터(207)와 위조 방지 태그(100) 사이의 광 경로를 샘플 광 경로(d_{sample})로 호칭한다.

[0132] 샘플 광은 캐비티 패턴층(C)에서 반사되어 빔 스플리터(207)로 입사되는데, 이때, 미러(211)에 의해 반사되어 빔 스플리터(207)로 입사되는 기준 광과 간섭을 일으킨다. 따라서, 빔 스플리터(207)를 통과하는 샘플 광은 기준 광과 간섭을 발생시키므로, 이로 인하여 대물렌즈(208)에는 간섭 광이 입사된다. 대물렌즈(208)의 후단에 위치하는 카메라(202)는 대물렌즈(208)를 통과하여 입사되는 간섭 광을 전기적 신호로 변환하고, 변환한 전기적 간섭 광 신호를 제어부(도 16의 203)로 출력한다.

[0133] 카메라(202)는 광 센서(Photoelectric Sensor)들이 격자 무늬 모양으로 배열된 센서 어레이를 포함할 수 있다. 각 격자에 배치된 광 센서들은 그 격자에 대응하는 픽셀 이미지로부터 광 신호, 즉, 간섭 광 신호의 세기(Intensity)를 측정한다. 이때, 광 센서들은 광전 효과를 기반으로 하는 CCD(Charge-Coupled Device) 또는 CMOS(complementary metal-oxide-semiconductor) 센서일 수 있다. 카메라(202)는 대물렌즈(208)를 통과하여 카메라(202)의 각 광 센서들에 도달한 픽셀 별 간섭 광의 세기(Intensity)에 따른 전기적 신호를 픽셀 별로 생성하여 제어부(도 16의 203)로 출력한다. 그러면, 제어부(도 16의 203)는 카메라(202)로부터 전달받은 픽셀 별 전기적 신호를 토대로 픽셀 별 인터페로그램(interferogram)을 분석하고, 이러한 분석을 토대로 캐비티 패턴층(C)의 3차원 형상 정보를 인식할 수 있다.

[0134] 도 19의 (a)는 도 18의 A를 확대한 측면도이고, 도 19의 (b)는 인터페로그램 측정 결과를 나타낸 그래프이다.

[0135] 도 19의 (a)에 나타난 바에 따르면, 위조 방지 태그(100)에 투사된 근적외선 광(Ⓐ)은 외부 상면(S1)에서 첫번째로 반사(Ⓑ)된다. 위조 방지 태그(100)의 내측으로 투사된 근적외선 광(Ⓐ)은 두번째로 캐비티 패턴층(C)의 상부 경계면(S2)에서 반사(Ⓒ)된다. 위조 방지 태그(100)의 내측으로 투사된 근적외선 광(Ⓐ)은 세번째로 캐비티 패턴층(C)의 하부 경계면(S3)에서 반사(Ⓓ)된다.

[0136] 이러한 반사광(Ⓑ), Ⓒ, Ⓓ)은 도 18에서 미러(211)에 의해 반사된 광과 간섭을 일으키며, 제어부(도 16의 203)는 간섭광을 감지하고, 이를 기초로 인터페로그램을 분석하게 된다.

[0137] 도 19의 (b)를 참조하면, 제어부(도 16의 203)가 분석하는 간섭광의 인터페로그램은 세로축은 옵티컬 길이(Length (a.u.))이고, 가로축은 옵티컬 세기(Intensity (a.u.))로 표현된다.

[0138] 이때, 레퍼런스 광 경로(d_{ref})와 샘플 광 경로(d_{sample})가 일치(=)하게 되면, 보상 간섭이 발생하여 인터페로그램 상에 광 간섭 신호의 파형이 급격한 증폭을 나타낸다. 피에조 포지셔너의 이동에 따라 렌즈부(206)를 이동시키며 획득한 인터페로그램이 최대가 되는 피에조 포지셔너의 위치로 각 인터페이스, 즉, 레퍼런스 광 경로(d_{ref})와 샘플 광 경로(d_{sample})의 상대적 위치가 측정될 수 있다. 즉, 제어부(도 16의 203)는 간섭 광 신호의 증폭이 발생하는 지점(i_1, i_2, i_3)을 통해 S1과 S2 사이의 두께(t_1), S2와 S3 사이의 두께(t_2)를 산출할 수 있다. 이를 수식으로 나타내면, 수학적 식 1과 같다.

[0139] [수학적 식 1]

$$d_{opt} = t \times n$$

[0140]

[0141] 여기서, d_{opt} 는 인터페로그램 분석을 통해 획득한 옵티컬 길이를 의미한다. n 은 위조 방지 태그(100)의 굴절률을 의미하며, 사전에 설정된다.

[0142] 수학적 식 1을 적용하면, S1과 S2 사이의 두께(t_1)는 $d_{opt,1}/n$ 이 된다. 여기서, $d_{opt,1}$ 은 i_1 과 i_2 사이의 옵티컬(optical) 길이를 말한다.

[0143] 수학적 식 1을 적용하면, S2와 S3 사이의 두께(t_2)는 $d_{opt,2}$ 이 된다. 여기서, $d_{opt,2}$ 은 i_2 와 i_3 사이의 옵티컬 길이를 말한다. 이때, n 은 캐비티 패턴층(C)의 굴절률이다. 실시예에 따르면, 캐비티 패턴층(C)에 공기가 채워져 있으므로, 공기의 굴절률인 1이 사용될 수 있다.

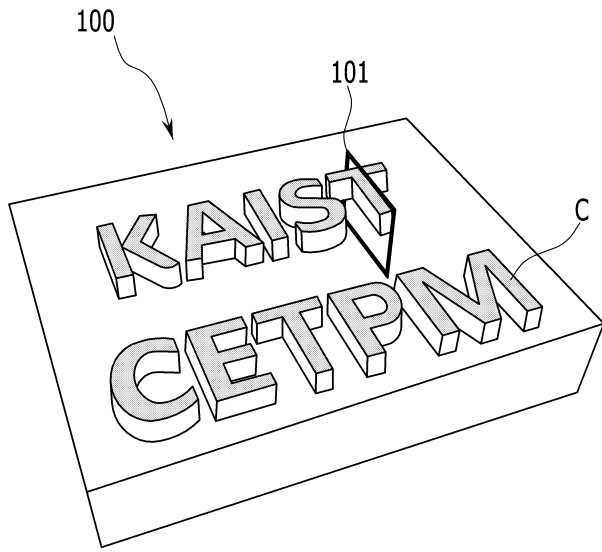
[0144] 제어부(도 16의 203)는 인터페로그램 분석 결과를 토대로 도 20과 같이 길이(Length), 폭(Width), 깊이(Dept

h)로 구성된 3차원 패턴으로 인식할 수 있게 된다.

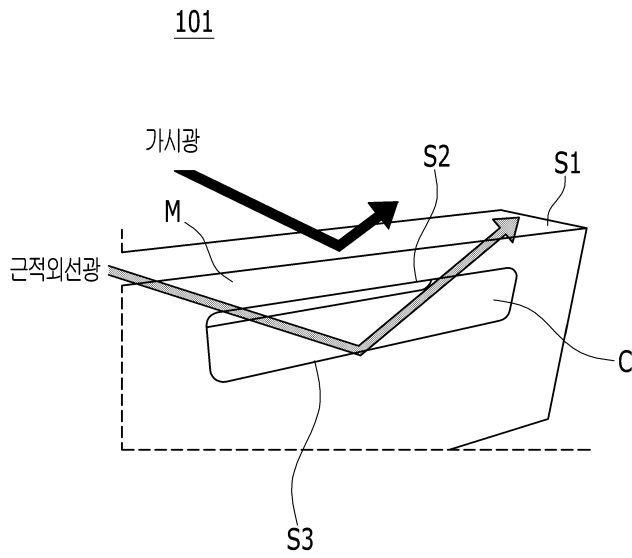
- [0145] 도 20을 참조하면, Si 멤브레인(membrane)층(M)은 첫번째(1st) 경계면(S1)과 두번째(2st) 경계면(S2)으로 둘러싸이고, 그 깊이는 수학식 1을 통해 획득한 두께(t1)로 설정될 수 있다. 또한, 캐비티 패턴층(C)은 두번째(2st) 경계면(S2)과 세번째(3st) 경계면(S3)으로 둘러싸이고, 수학식 1을 통해 획득한 두께(t2)로 설정될 수 있다. 여기서, 두께(t1), 두께(t2)가 캐비티 패턴층(C)의 3차원 형상 정보로 인식된다.
- [0146] 또한, 제어부(도 16의 203)는 카메라(202)를 통해 획득한 간섭 광 이미지를 토대로 캐비티 패턴층(C)의 2차원 형상을 인식한다.
- [0147] 이와 같이, 제어부(203)는 2차원 패턴 이미지 뿐만 아니라, 3차원 패턴 형상을 인식할 수 있다.
- [0148] 한 실시예에 따르면, 제어부(도 16의 203)는 2차원 패턴 이미지, 그리고 3차원 패턴 인식 정보를 위조 식별 장치(300)에게 제공할 수 있다. 3차원 패턴 인식 정보는 인식된 3차원 패턴 형상의 깊이 정보, 즉, 두께(t1, t2)를 포함할 수 있다.
- [0149] 위조 식별 장치(300)는 제어부(도 16의 203)에 의해 인식된 2차원 패턴 이미지, 그리고 3차원 패턴 형상의 깊이 정보, 즉, 두께(t1, t2) 정보를 사전에 저장된 정보와 비교해서 이들이 모두 일치하는지 위조 여부를 검사할 수 있다.
- [0150] 이때, 낮은 보안 레벨의 경우, 근적외선 광학계로 구성된 휴대용 근적외선 현미경(600)을 이용하여 2D 패턴 구조를 식별할 수 있다.
- [0151] 또한, 높은 보안 레벨의 경우, 2D 구조에 두께(t1, t2) 정보를 더해 근적외선 간섭 현미경(800)을 이용하여 3D 패턴 구조를 식별할 수 있다.
- [0152] 근적외선 간섭 현미경(800)은 위조 방지 태그(100)를 깊이 방향으로 스캐닝하며, 근적외선 간섭 현미경(800)의 광학계 설계시 결맞음 길이(coherence length)와 측정 대상 높이를 고려할 수 있다.
- [0153] 이와 같이, 근적외선 간섭 현미경 기술을 이용하게 되면, 웨이퍼 내부 결함 여부 판독에도 적용이 가능하게 된다. 또한, 깊이 방향으로 3D 위조 방지 패턴 제작 및 측정을 통해 매립된 정보의 양을 증가시켜 위조 방지 태그의 보안 수준을 향상시킬 수 있다.
- [0155] 이상에서 설명한 본 개시의 실시예는 장치 및 방법을 통해서만 구현이 되는 것은 아니며, 본 개시의 실시예의 구성에 대응하는 기능을 실현하는 프로그램 또는 그 프로그램이 기록된 기록 매체를 통해 구현될 수도 있다.
- [0156] 이상에서 본 개시의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 개시의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 개시의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 개시의 권리범위에 속하는 것이다.

도면

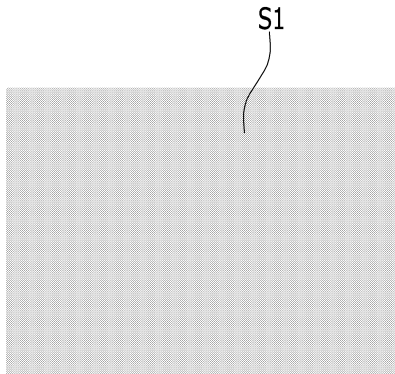
도면1



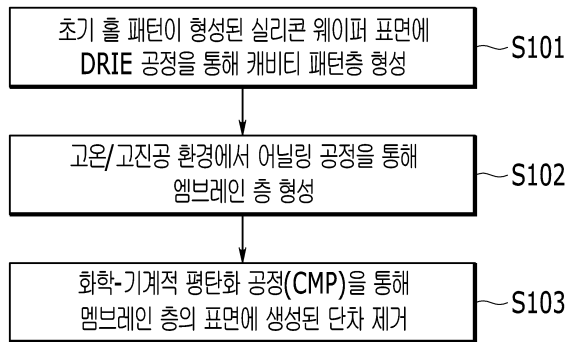
도면2



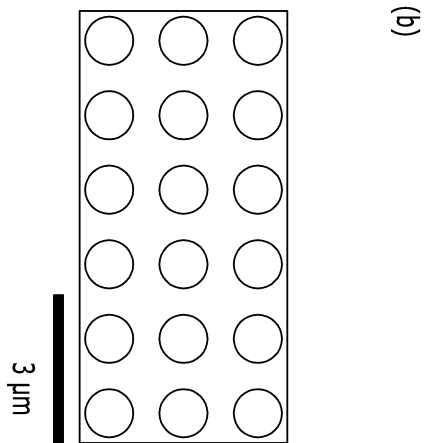
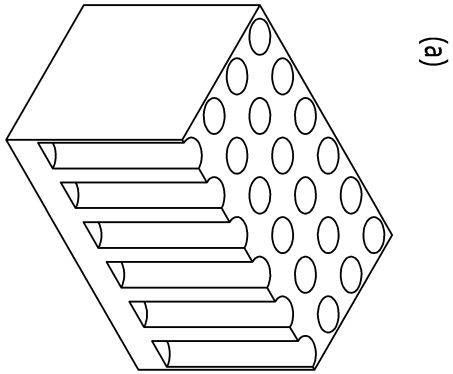
도면3



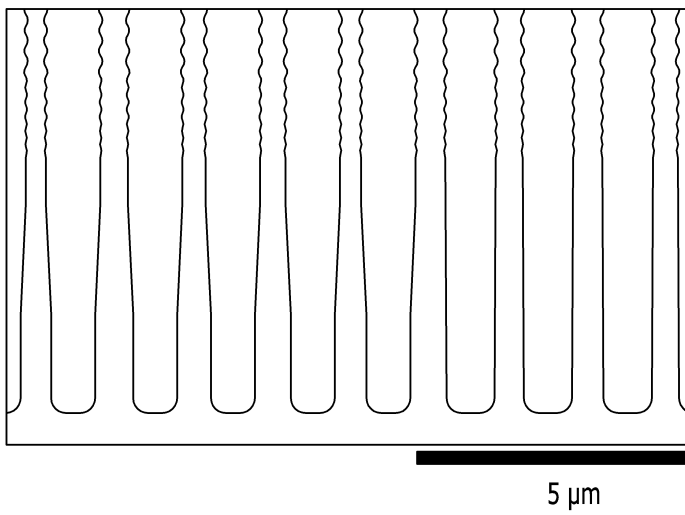
도면4



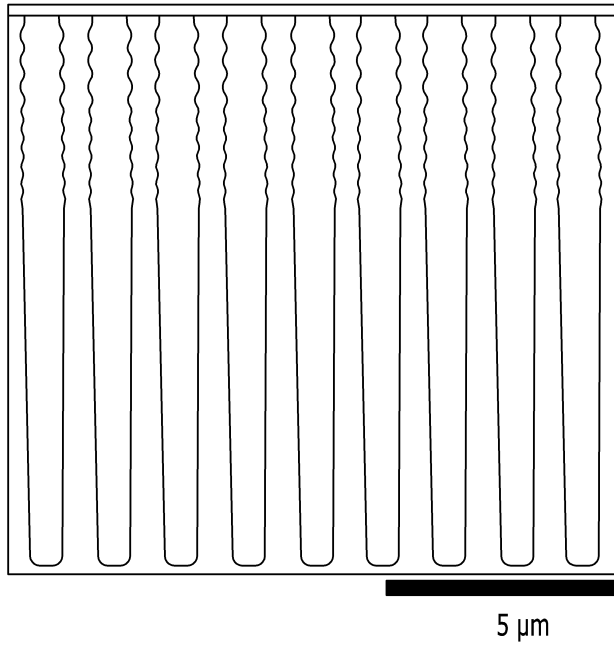
도면5



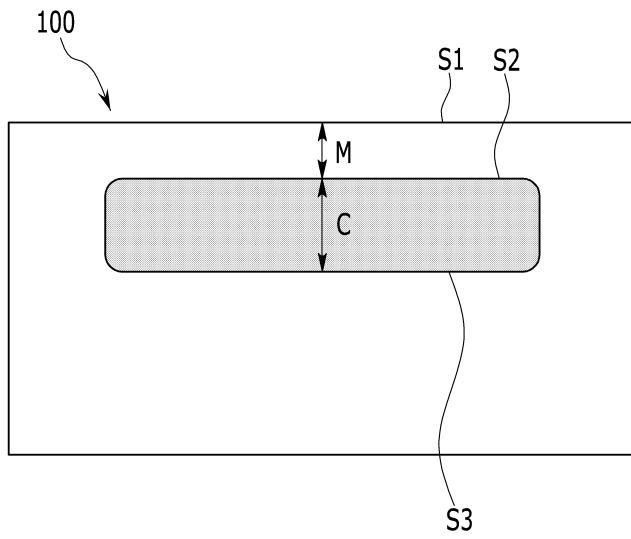
도면6



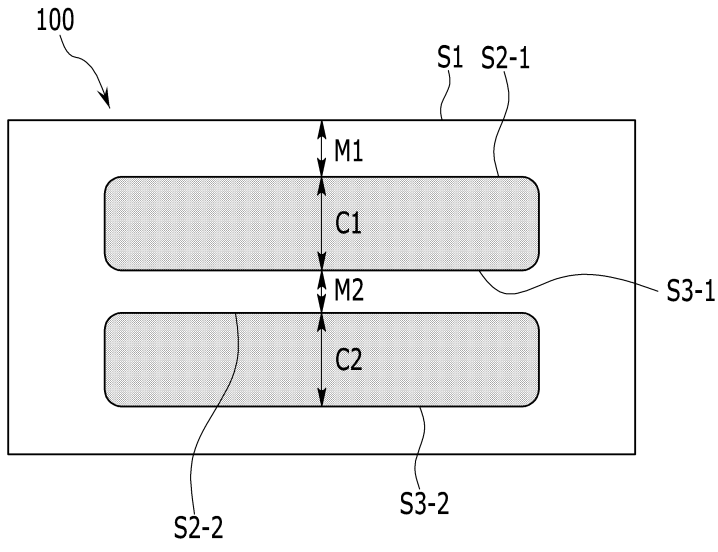
도면7



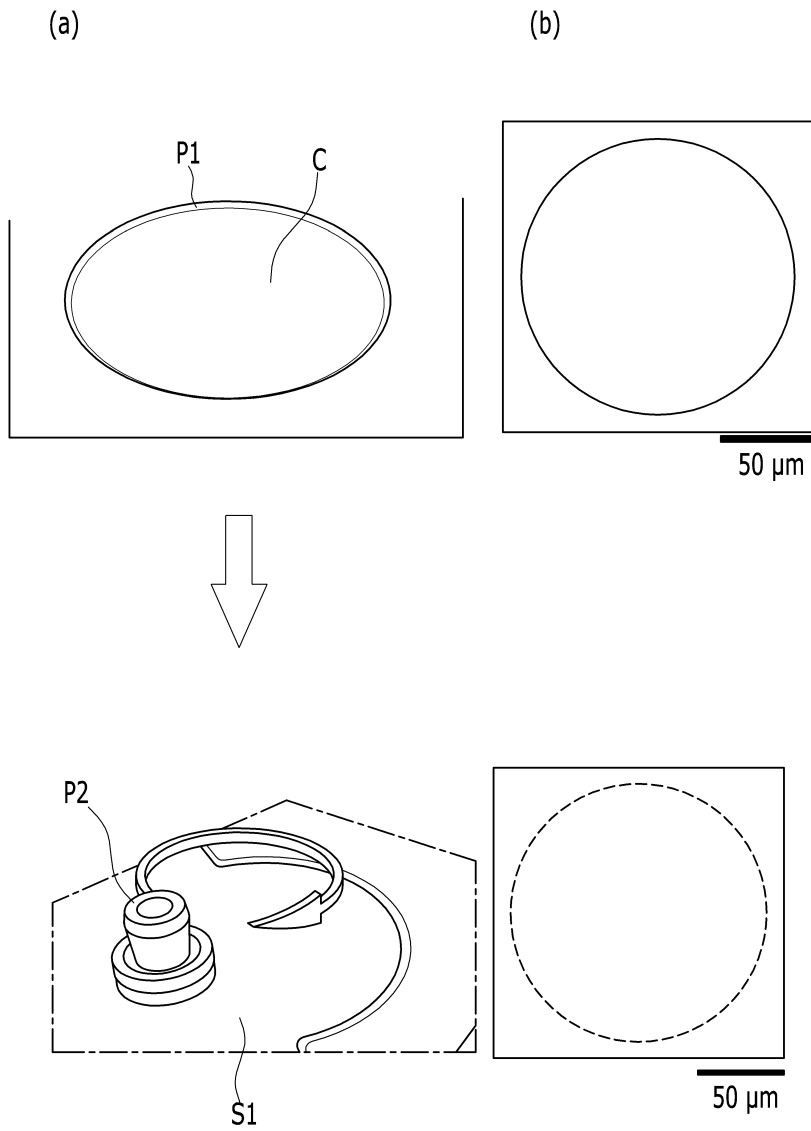
도면8



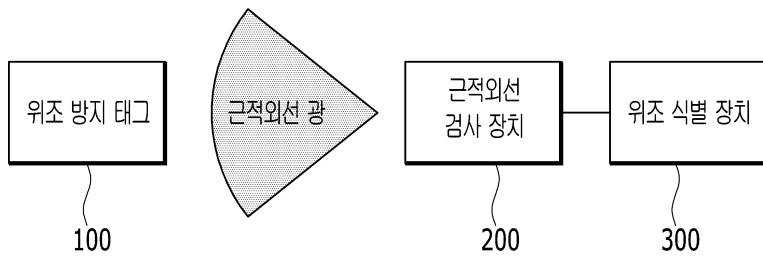
도면9



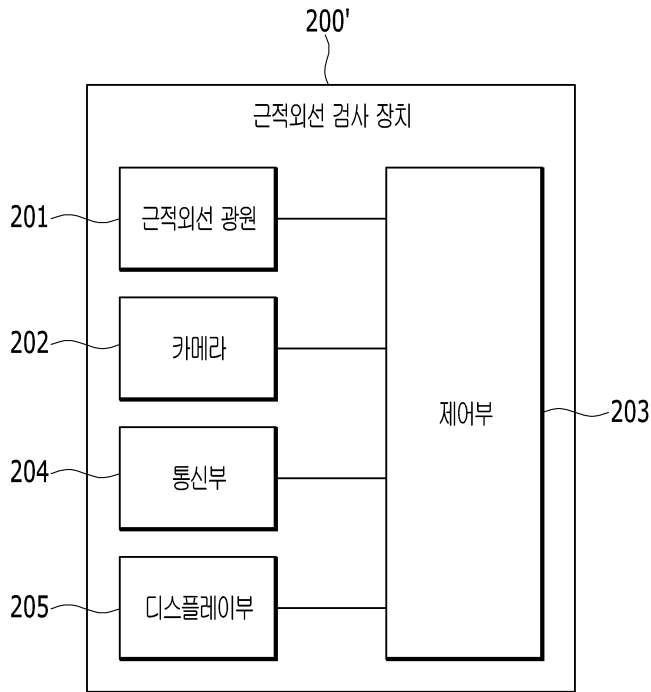
도면10



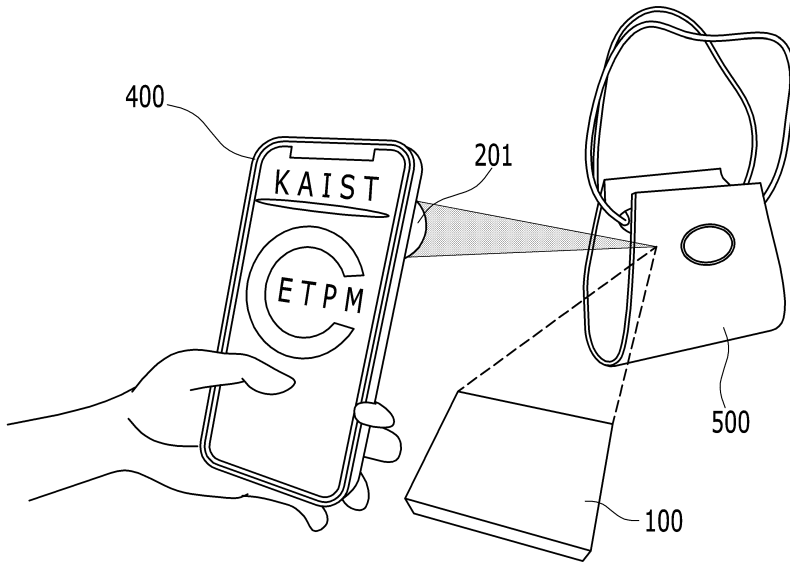
도면11



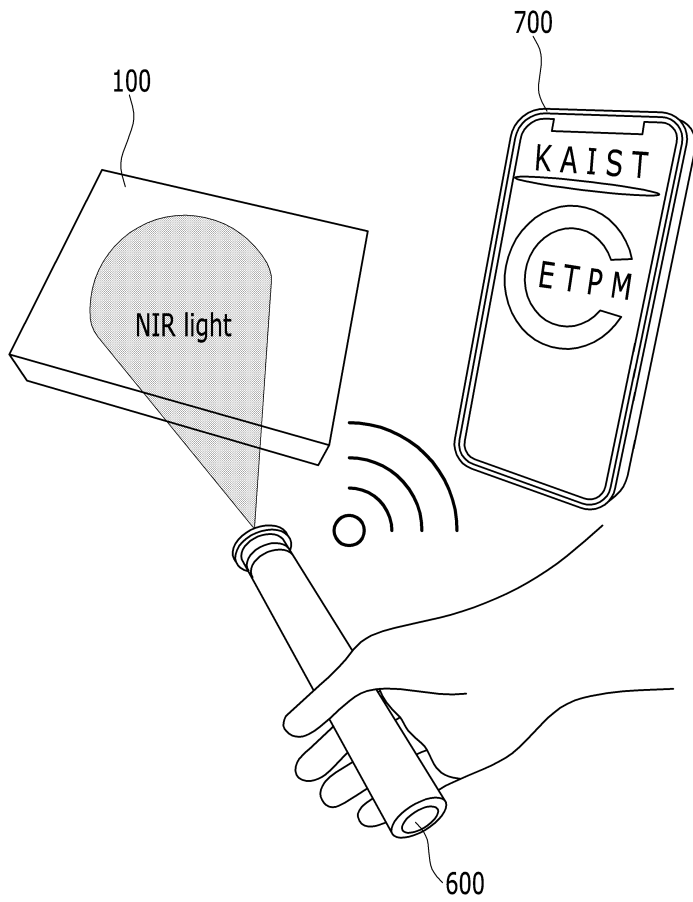
도면12



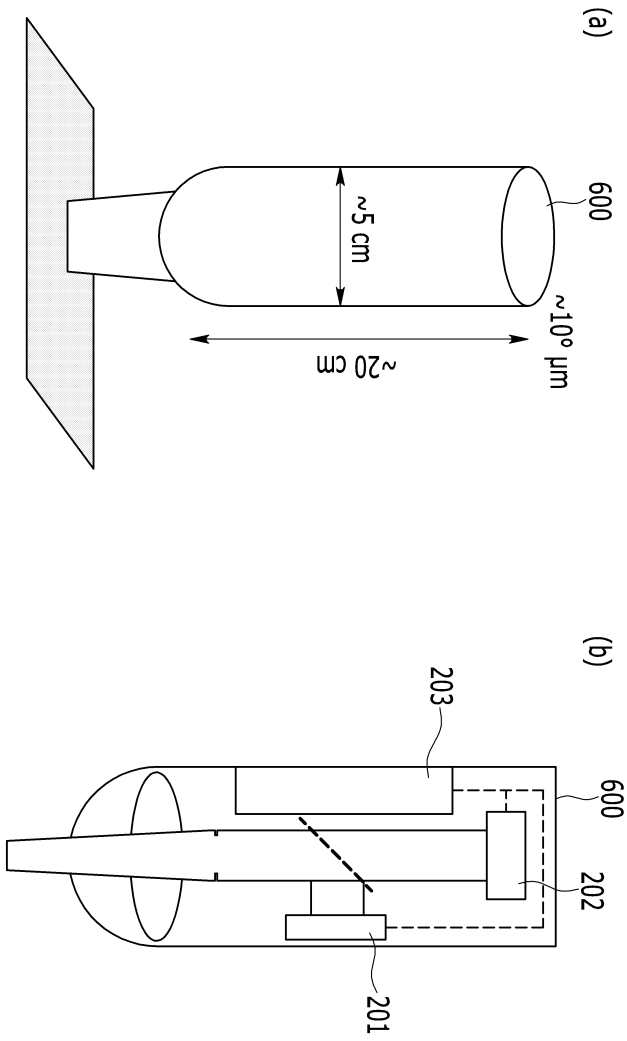
도면13



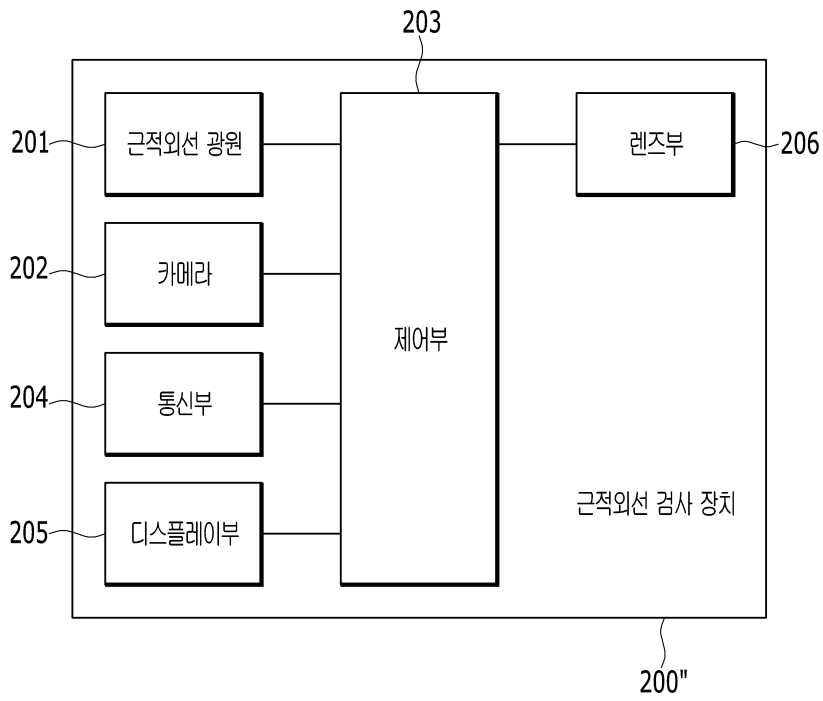
도면14



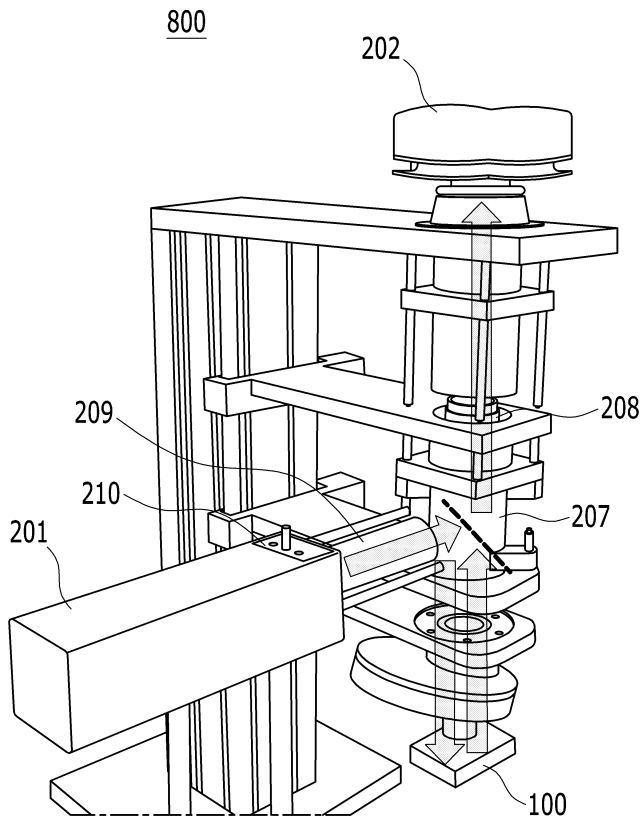
도면15



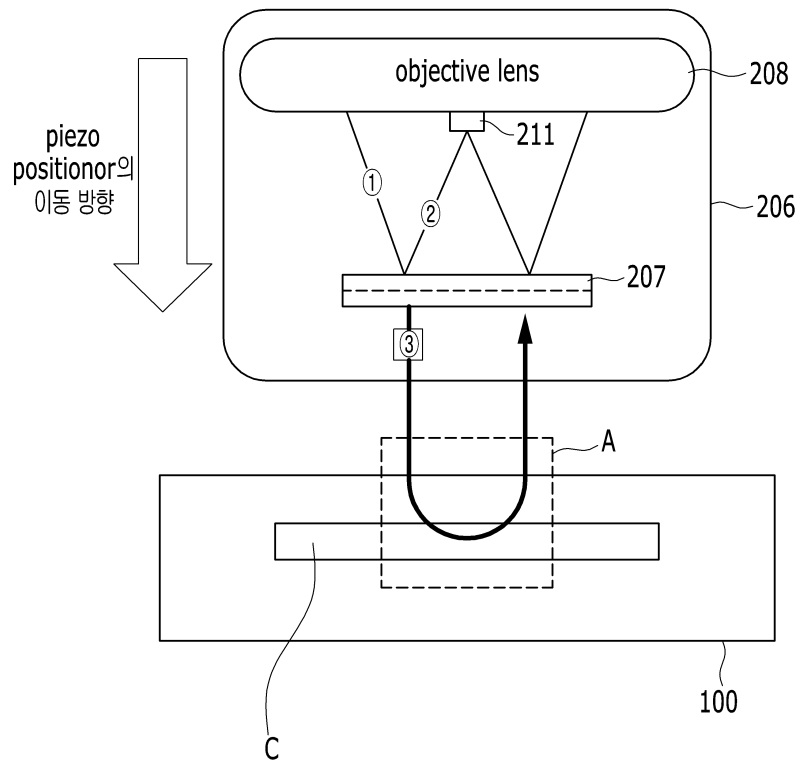
도면16



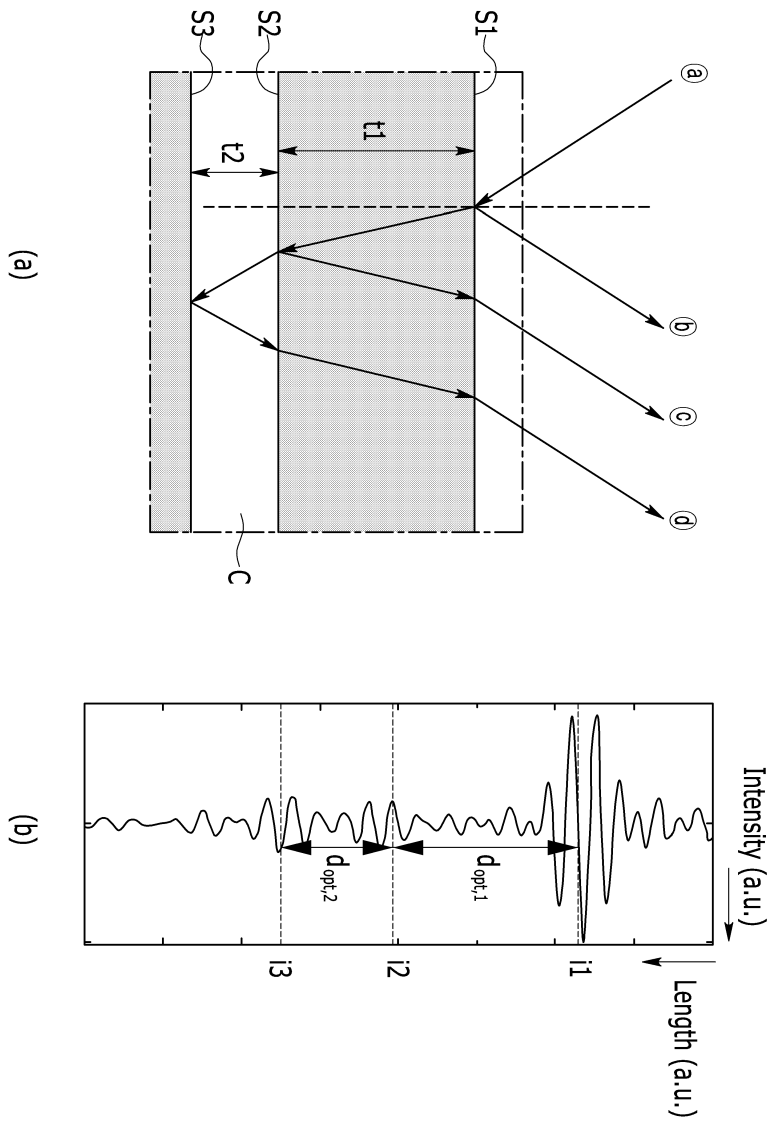
도면17



도면18



도면19



도면20

