



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년05월03일
 (11) 등록번호 10-1854401
 (24) 등록일자 2018년04월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G02B 3/10 (2006.01) G01N 21/64 (2006.01)
 G02B 21/24 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 G02B 3/10 (2013.01)
 G01N 21/6447 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2016-0095673
 (22) 출원일자 2016년07월27일
 심사청구일자 2016년07월27일
 (65) 공개번호 10-2018-0012616
 (43) 공개일자 2018년02월06일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020100122140 A*
 JP2015232483 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 경북대학교 산학협력단
 대구광역시 북구 대학로 80 (산격동, 경북대학교)
 (72) 발명자
 김민영
 서울특별시 서초구 사평대로 154, 101동 1012호(반포동, 현대동궁아파트)
 김병학
 대구광역시 북구 중앙대로 540, 102동 1908호(칠성동2가, 오페라 코오롱하늘채)
 (74) 대리인
 정홍식, 김태현

전체 청구항 수 : 총 7 항

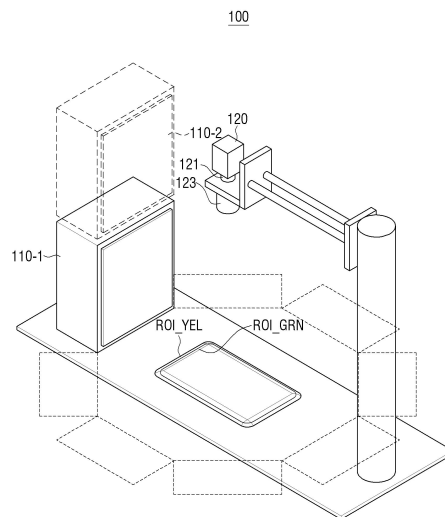
심사관 : 한상호

(54) 발명의 명칭 **다초점 영상 획득 장치 및 샘플 표면 검사 시스템**

(57) 요약

샘플 표면 검사를 위한 다초점 영상 획득 장치 및 샘플 표면 검사 시스템이 제공된다. 본 개시의 일 실시 예에 따른 다초점 영상 획득 장치는, 샘플 배치 위치를 기준으로 서로 다른 방향으로 배치된 복수의 제1 면 조명을 포함하는 제1 조명부, 복수의 제1 면 조명의 상측에 각각 배치된 복수의 제2 면 조명을 포함하는 제2 조명부, 샘플 배치 위치의 상단 방향에서 샘플을 촬영 가능한 카메라 및 제1 조명부 및 제2 조명부를 순차적으로 점멸하여 샘플에 대한 조명 입사 각도를 변경하며, 카메라를 제어하여 샘플을 촬영하여, 초점 거리가 상이한 복수의 영상을 획득하는 프로세서를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
G02B 21/241 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

굴곡을 가지는 다면체 형상의 샘플 표면 검사를 위한 다초점 영상 획득 장치에 있어서,

샘플 배치 위치를 기준으로 서로 다른 측면 방향으로 배치되어 수평에 근접한 저각도로 측면에서 샘플에 조명이 조사되는 복수의 제1 면 조명을 포함하는 제1 조명부;

상기 복수의 제1 면 조명의 상측에 각각 배치된 복수의 제2 면 조명을 포함하는 제2 조명부;

음파에 기초하여 밀도가 가변되는 렌즈를 포함하고, 상기 샘플 배치 위치의 상단 방향에서 샘플을 촬영하는 카메라; 및

상기 제1 조명부 및 제2 조명부를 순차적으로 점멸하여 상기 샘플에 대한 조명 입사 각도를 변경하며, 상기 카메라를 제어하여 상기 샘플을 촬영하는 프로세서;를 포함하고,

상기 제1 조명부 및 상기 제2 조명부는,

기 설정된 면적에서 균일하게 발광하는 면 조명이며,

상기 프로세서는,

상기 렌즈의 밀도가 연속적으로 가변함에 따라 상기 렌즈의 굴절률이 연속적으로 가변되고 상기 굴절률이 연속적으로 가변함에 따라 상기 렌즈의 초점 거리가 연속적으로 가변되도록 상기 음파의 세기를 제어하며, 상기 연속적으로 가변하는 렌즈의 초점 거리에 기초하여 초점 거리가 상이한 복수의 영상을 획득하는, 다초점 영상 획득 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 복수의 제1 면 조명 및 상기 복수의 제2 면 조명을 각각 기설정된 패턴에 따라 선택적으로 점멸하는 다초점 영상 획득 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 복수의 제1 면 조명은 상기 샘플 배치 위치를 기준으로 8각형 형태로 연속적으로 배치된 8개의 면 조명이고,

상기 복수의 제2 면 조명은 상기 복수의 제1 면 조명 각각의 상측에 배치된 8개의 면 조명인 다초점 영상 획득 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 복수의 제1 면 조명은 상기 샘플 배치 위치를 기준으로 서로 다른 방향으로 이격되어 배치된 복수의 면 조명이고,

상기 복수의 제2 면 조명은 상기 복수의 제1 면 조명 각각의 상측에 배치되며,

상기 다초점 영상 획득 장치는,

상기 복수의 제1 면 조명 및 상기 복수의 제2 면 조명을 상기 샘플 배치 위치를 기준으로 다른 방향을 조명할 수 있도록 일괄 회전시키는 회전부;를 더 포함하고,

상기 프로세서는,

기설정된 각도 단위로 상기 복수의 제1 면 조명 및 상기 복수의 제2 면 조명을 회전시키도록 상기 회전부를 제어하는 다초점 영상 획득 장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

굴곡을 가지는 다면체 형상의 샘플 표면 검사 시스템에 있어서,

샘플의 상측에서 상기 샘플을 촬영하여 다초점 영상을 획득하는 제1 검사 장치;

상기 샘플의 측 방향에서 상기 샘플을 촬영하여 다초점 영상을 획득하는 제2 검사 장치; 및

상기 제1 검사 장치 및 상기 제2 검사 장치 중 하나로 상기 샘플을 이송하는 이송 장치;를 포함하고,

상기 제1 검사 장치는,

샘플 배치 위치를 기준으로 서로 다른 측면 방향으로 배치되어 수평에 근접한 저각도로 측면에서 샘플에 조명이 조사되는 복수의 제1 면 조명을 포함하는 제1 조명부;

상기 복수의 제1 면 조명의 상측에 각각 배치된 복수의 제2 면 조명을 포함하는 제2 조명부;

음파에 기초하여 밀도가 가변되는 렌즈를 포함하고, 상기 샘플 배치 위치의 상단 방향에서 샘플을 촬영하는 제1 카메라; 및

상기 제1 조명부 및 제2 조명부를 순차적으로 점멸하여 상기 샘플에 대한 조명 입사 각도를 변경하며, 상기 제1 카메라를 제어하여 상기 샘플을 촬영하는 제1 프로세서;를 포함하고,

상기 제1 조명부 및 상기 제2 조명부는,

기 설정된 면적에서 균일하게 발광하는 면 조명이며,

상기 제1 프로세서는,

상기 렌즈의 밀도가 연속적으로 가변함에 따라 상기 렌즈의 굴절률이 연속적으로 가변되고 상기 굴절률이 연속적으로 가변함에 따라 상기 렌즈의 초점 거리가 연속적으로 가변되도록 상기 음파의 세기를 제어하며, 상기 연속적으로 가변하는 렌즈의 초점 거리에 기초하여 초점 거리가 상이한 복수의 영상을 획득하는, 샘플 표면 검사 시스템.

청구항 7

삭제

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 복수의 제1 면 조명은 상기 샘플 배치 위치를 기준으로 8각형 형태로 연속적으로 배치된 8개의 면 조명이고,

상기 복수의 제2 면 조명은 상기 복수의 제1 면 조명 각각의 상측에 배치된 8개의 면 조명인 샘플 표면 검사 시스템.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 복수의 제1 면 조명은 상기 샘플 배치 위치를 기준으로 서로 다른 방향으로 이격되어 배치된 복수의 면 조명이고,

상기 복수의 제2 면 조명은 상기 복수의 제1 면 조명 각각의 상측에 배치되며,

상기 제1 검사 장치는,

상기 복수의 제1 면 조명 및 상기 복수의 제2 면 조명을 상기 샘플 배치 위치를 기준으로 다른 방향을 조명할 수 있도록 일괄 회전시키는 회전부;를 더 포함하고,

상기 제1 프로세서는,

기설정된 각도 단위로 상기 복수의 제1 면 조명 및 상기 복수의 제2 면 조명을 회전시키도록 상기 회전부를 제어하는 샘플 표면 검사 시스템.

청구항 10

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 다초점 영상 획득 장치 및 샘플 표면 검사 시스템에 관한 것으로, 더욱 구체적으로는 이형굴곡 형태 제품의 외형물 또는 투명재질의 표면의 결함을 검사할 수 있는 다초점 영상 획득 장치 및 샘플 표면 검사 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 굴곡 형태의 커버 글라스를 구비한 모바일 장치가 증가하고 있다. 측면에 굴곡이 있는 에지형 스마트 폰, 스마트 워치, VR(Virtual Reality) 기기를 예로 들수 있다.

[0003] 기존의 평면형 커버 글라스의 표면 검사는 단일 조명 측면 촬영 또는 라인 조명의 스캔 촬영 방식이 이용되었다. 하지만, 굴곡형 커버 글라스 표면의 검사는 표면에 반사된 광의 반사각이 다양하고, 투명한 재질의 경우 표면에 대한 초점 영상을 획득하기 어려운 문제점이 존재한다.

[0004] 또한, 커버 글라스의 곡면화, 소형화로 인하여 연속적으로 초점 거리를 변경시키며 촬영할 필요성이 대두되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 개시는 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 굴곡이 있는 경면 물체를 검사할 때 발생하는 조명의 문제와 초점의 문제를 모두 해결할 수 있는 다초점 영상 획득 장치 및 샘플 표면 검사 시스템을 제공함을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 목적을 달성하기 위한 본 개시의 일 실시 예에 따른 샘플 표면 검사를 위한 다초점 영상 획득 장치는, 샘플 배치 위치를 기준으로 서로 다른 방향으로 배치된 복수의 제1 면 조명을 포함하는 제1 조명부, 상기 복수의 제1 면 조명의 상측에 각각 배치된 복수의 제2 면 조명을 포함하는 제2 조명부, 상기 샘플 배치 위치의 상단 방향에서 샘플을 촬영 가능한 카메라 및 상기 제1 조명부 및 제2 조명부를 순차적으로 점멸하여 상기 샘플에 대한 조명 입사 각도를 변경하며, 상기 카메라를 제어하여 상기 샘플을 촬영하여, 초점 거리가 상이한 복수의 영상을 획득하는 프로세서를 포함할 수 있다.

[0007] 그리고, 상기 프로세서는, 상기 복수의 제1 면 조명 및 상기 복수의 제2 면 조명을 각각 기설정된 패턴에 따라 선택적으로 점멸할 수 있다.

[0008] 또한, 상기 복수의 제1 면 조명은 상기 샘플 배치 위치를 기준으로 8각형 형태로 연속적으로 배치된 8개의 면 조명이고, 상기 복수의 제2 면 조명은 상기 복수의 제1 면 조명 각각의 상측에 배치된 8개의 면 조명일 수 있다.

[0009] 그리고, 상기 복수의 제1 면 조명은 상기 샘플 배치 위치를 기준으로 서로 다른 방향으로 이격되어 배치된 복수의 면 조명이고, 상기 복수의 제2 면 조명은 상기 복수의 제1 면 조명 각각의 상측에 배치되며, 상기 다초점 영

상 획득 장치는, 상기 복수의 제1 면 조명 및 상기 복수의 제2 면 조명을 상기 샘플 배치 위치를 기준으로 다른 방향을 조명할 수 있도록 일괄 회전시키는 회전부를 더 포함하고, 상기 프로세서는, 기설정된 각도 단위로 상기 복수의 제1 면 조명 및 상기 복수의 제2 면 조명을 회전시키도록 상기 회전부를 제어할 수 있다.

[0010] 한편, 본 개시의 다른 실시 예에 따른 샘플 표면 검사를 위한 다초점 영상 획득 장치는, 샘플 배치 위치의 일 측면에 배치된 면 조명, 가변 초점 렌즈를 구비하며, 상기 샘플 배치 위치를 기준으로 상기 면 조명의 반대 측에 배치되는 카메라 및 상기 가변 초점 렌즈의 형상을 변경시키면서 상기 샘플 배치 위치에 배치된 샘플을 촬영하여 초점 거리가 상이한 복수의 영상을 획득하도록 상기 카메라를 제어하는 프로세서를 포함할 수 있다.

[0011] 한편, 본 개시의 또 다른 실시 예에 따른 샘플 표면 검사 시스템은, 샘플의 상측에서 상기 샘플을 촬영하여 다초점 영상을 획득하는 제1 검사 장치, 상기 샘플의 측 방향에서 상기 샘플을 촬영하여 다초점 영상을 획득하는 제2 검사 장치 및 상기 제1 검사 장치 및 상기 제2 검사 장치 중 하나로 상기 샘플을 이동하는 이송 장치를 포함하고, 상기 제1 검사 장치는, 샘플 배치 위치를 기준으로 서로 다른 방향으로 배치된 복수의 면 조명을 이용하여 상기 샘플을 촬영할 수 있다.

[0012] 그리고, 상기 제1 검사 장치는, 샘플 배치 위치를 기준으로 서로 다른 방향으로 배치된 복수의 제1 면 조명을 포함하는 제1 조명부, 상기 복수의 제1 면 조명의 상측에 각각 배치된 복수의 제2 면 조명을 포함하는 제2 조명부, 상기 샘플 배치 위치의 상단 방향에서 상기 샘플을 촬영 가능한 제1 카메라 및 상기 제1 조명부 및 상기 제2 조명부를 순차적으로 점멸하여 상기 샘플에 대한 조명 입사 각도를 변경하며, 상기 제1 카메라를 제어하여 상기 샘플을 촬영하여, 초점 거리가 상이한 복수의 영상을 획득하는 제1 프로세서를 포함할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 복수의 제1 면 조명은 상기 샘플 배치 위치를 기준으로 8각형 형태로 연속적으로 배치된 8개의 면 조명이고, 상기 복수의 제2 면 조명은 상기 복수의 제1 면 조명 각각의 상측에 배치된 8개의 면 조명일 수 있다.

[0014] 그리고, 상기 복수의 제1 면 조명은 상기 샘플 배치 위치를 기준으로 서로 다른 방향으로 이격되어 배치된 복수의 면 조명이고, 상기 복수의 제2 면 조명은 상기 복수의 제1 면 조명 각각의 상측에 배치되며, 상기 제1 검사 장치는, 상기 복수의 제1 면 조명 및 상기 복수의 제2 면 조명을 상기 샘플 배치 위치를 기준으로 다른 방향을 조명할 수 있도록 일괄 회전시키는 회전부를 더 포함하고, 상기 제1 프로세서는, 기설정된 각도 단위로 상기 복수의 제1 면 조명 및 상기 복수의 제2 면 조명을 회전시키도록 상기 회전부를 제어할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 제2 검사 장치는, 샘플 배치 위치의 일 측면에 배치된 면 조명, 가변 초점 렌즈를 구비하며, 상기 샘플 배치 위치를 기준으로 상기 면 조명의 반대 측에 배치되는 제2 카메라 및 상기 가변 초점 렌즈의 형상을 변경시키면서 상기 샘플 배치 위치에 배치된 샘플을 촬영하여 초점 거리가 상이한 복수의 영상을 획득하도록 상기 제2 카메라를 제어하는 제2 프로세서를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0016] 이상과 같은 본 개시의 다양한 실시 예에 따르면, 굴곡 면을 갖는 커버 글라스와 같은 샘플의 경우에도 균일한 조명이 조사될 수 있고, 최소한의 촬영으로 미세한 결함을 탐지할 수 있는 효과가 발생된다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1 및 2는 본 개시의 일 실시 예에 따른 샘플 굴곡면 검사를 위한 다초점 영상 획득 장치를 도시한 도면, 도 3a 및 도 3b는 저각 조명을 조사한 경우에 다초점 영상 획득 장치에서 획득한 샘플 영상, 도 4a 및 도 4b는 고각 조명을 조사한 경우에 다초점 영상 획득 장치에서 획득한 샘플 영상, 도 5는 본 개시의 일 실시 예에 따른 샘플 상단 표면 검사를 위한 다초점 영상 획득 장치를 도시한 도면, 도 6a는 본 개시의 일 실시 예에 따른 다초점 영상 획득 장치에서 획득한 원거리 초점 영상을 도시한 도면, 도 6b는 본 개시의 일 실시 예에 따른 다초점 영상 획득 장치에서 획득한 중거리 초점 영상을 도시한 도면, 도 6c는 본 개시의 일 실시 예에 따른 다초점 영상 획득 장치에서 획득한 근거리 초점 영상을 도시한 도면, 도 7은 본 개시의 일 실시 예에 따른 렌즈 어레이를 이용한 다초점 영상 획득 장치를 도시한 도면, 그리고, 도 8a 및 도 8b는 본 개시의 일 실시 예에 따른 다초점 영상 획득 장치에 이용 가능한 TAG 렌즈를 설명하기 위

한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하에서는 본 개시의 바람직한 실시 예가 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 본 개시를 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 개시의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단된 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 그리고 후술되는 용어들은 본 개시에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0019] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 구성요소들은 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 항목들 중의 어느 하나의 항목을 포함한다.
- [0020] 본 명세서에서 사용한 용어는 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 제한 및/또는 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 동작, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 동작, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0021] 본 개시의 다양한 실시 예에 따른 다초점 영상 획득 장치는 대표적으로 굴곡형 커버의 모바일 장치의 부품 검사를 위한 화상 검사 장치, 광학 렌즈의 표면 검사를 위한 화상 검사 장치, 처방약 자동 포장용 비전 검사 장치에 적용될 수 있다.
- [0022] 도 1은 본 개시의 일 실시 예에 따른 다초점 영상 획득 장치(100)를 도시한 도면이다. 도 1을 참조하면, 다초점 영상 획득 장치(100)는 제1 조명부(110-1), 제2 조명부(110-2), 카메라(120)를 포함할 수 있다. 프로세서(130)는 외부로 드러나는 구성이 아닌바 도 1의 실시 예에서는 도시되지 않았다.
- [0023] 도 1의 실시 예에 따른 다초점 영상 획득 장치(100)는 이형 굴곡면을 가지고 있는 샘플(예를 들어, 스마트 워치의 커버 글라스)의 측면에 위치한 곡면의 표면 결점을 촬영하고 검사하기 위한 장치이다.
- [0024] 굴곡면을 검사하기 위해서는 다양한 반사 영상을 획득하여야 한다. 이를 위해, 균일한 광량을 조사하면서도, 여러 방향에서 입사되어 다양한 각도를 갖는 조명이 필요하다. 또한, 굴곡에 따른 높이 변화가 존재하기 때문에 다초점 영상을 촬영할 수 있는 카메라가 필요하다.
- [0025] 제1 조명부(110-1)는 샘플 배치 위치를 기준으로 서로 다른 방향으로 배치된 복수의 제1 면 조명을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 1에 도시된 바와 같이, 복수의 제1 면 조명은 샘플 배치 위치를 기준으로 8각형 형태로 연속적으로 배치된 8개의 면 조명일 수 있다.
- [0026] 면 조명은 넓은 면적에서 균일하게 발광되는 조명이다. 기존의 라인 조명과 같은 경우 점 조명을 사용하기 때문에 샘플의 일 부분에는 광이 많이 조사되고 다른 부분에는 광이 적게 조사되어 반사광에 의한 결함 검출이 어려운 문제점이 존재한다. 광이 균일한 면 조명을 이용하면 조명의 반사 이미지가 결함 검출을 위한 영상 처리 과정에서 노이즈 성분으로 검출될 가능성이 줄어들게 된다. 예를 들어, 면 조명은 산란이 이루어지는 재료를 이용하는 방법, OLED 소자를 이용하는 방법 등으로 제조될 수 있다.
- [0027] 제2 조명부(110-2)는 복수의 제1 면 조명의 상측에 각각 배치된 복수의 제2 면 조명을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 복수의 제2 면 조명은 상기 복수의 제1 면 조명 각각의 상측에 배치된 8개의 면 조명일 수 있다.
- [0028] 제1 조명부(110-1) 및 제2 조명부(110-2)는 다각형 형태로 연속되게 배치된 복수의 면 조명으로 구성되어 샘플에 균일한 조명을 조사할 수 있다. 도 1에서는 8각형 형태로 연속하여 배치된 복수의 면 조명이 도시되었으나, 조명의 배치 형태가 8각형으로 한정되는 것은 아니다.
- [0029] 즉, 본 개시의 일 실시 예에 따른 다초점 영상 획득 장치(100)는 복수의 면 조명이 다양한 각도에서 광을 균일하게 조사하도록 구성되어 있다. 또한, 제1 조명부(110-1) 및 제2 조명부(110-2)가 상하로 배치되어, 높이 방향으로 다른 굴곡면의 검사에 적합하게 광을 조사할 수 있도록 구성되어 있다.

- [0030] 프로세서(130)는 복수의 제1 면 조명 및 복수의 제2 면 조명을 각각 기설정된 패턴에 따라 선택적으로 점멸할 수 있다. 프로세서(130)는 제1 조명부(110-1)를 구성하는 복수의 제1 면 조명을 동시에 켤 수도 있으나, 관심 영역(ROI, Region of Interest)에 따라 특정 위치의 면 조명만을 켤 수도 있다. 예를 들어, 프로세서(130)는 마주보게 배치된 두 개의 면 조명이 동시에 켜지지 않도록 하는 기설정된 패턴에 따라 복수의 면 조명을 선택적으로 점멸할 수 있다. 도 1과 같이 8각형 형태의 8개의 면 조명이 존재하는 경우, 1, 3, 4, 6번째 면 조명을 켜고 2, 5, 7, 8번째 면 조명을 끄는 방식으로 프로세서(130)는 복수의 면 조명을 선택적으로 점멸할 수 있다.
- [0031] 하단에 배치된 제1 조명부(110-1)를 이용하면 저각(low angle)으로 샘플에 광을 조사할 수 있다. 저각 조명은 측면 하단 부분에 광을 조사하기 위한 것이다. 또한, 저각 조명을 이용하면 투명한 재질을 갖는 표면의 반사율을 높일 수 있다.
- [0032] 그리고, 상단에 배치된 제2 조명부(110-2)를 이용하면 고각(high angle)으로 샘플에 광을 조사할 수 있다. 고각 조명은 상단 표면에 근접하는 곡면의 정점 부분에 광을 조사하기 위한 것이다.
- [0033] 도 1을 참조하면, 제1 조명부(110-1)는 샘플의 ROI(Region of Interest)_YEL 영역에 광을 조사할 수 있다. 그리고, 제2 조명부(110-2)는 샘플의 ROI_GRN 영역에 광을 조사할 수 있다.
- [0034] 프로세서(130)는 제1 조명부(110-1) 및 제2 조명부(110-2)를 순차적으로 점멸하여 샘플에 대한 높이 방향의 조명 입사 각도를 변경할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(130)는 제1 조명부(110-1)를 우선 켜서 저각으로 샘플에 광을 조사할 수 있다. 이어서 프로세서(130)는 제1 조명부(110-1)를 끄고 제2 조명부(110-2)를 켜서 고각으로 샘플에 광을 조사할 수 있다. 즉, 프로세서(130)는 샘플 측면의 굴곡 아랫면부터 윗면까지 순차적으로 광을 조사하여 이형 굴곡면의 결함 검사를 진행할 수 있다.
- [0035] 카메라(120)는 샘플 배치 위치의 상단 방향에서 샘플을 촬영할 수 있다. 카메라(120)가 샘플 배치 위치의 상단에서 샘플을 촬영하는 이유는 샘플 측면에서 반사된 광을 이용하여 샘플을 촬영하기 때문이다.
- [0036] 예를 들어, 카메라(120)는 가변 초점 렌즈(121)를 구비하여 초점 거리를 상이하게 변경하며 샘플을 촬영할 수 있다. 가변 초점 렌즈(121)는 광학 유동체(optical fluid)와 고분자 분리막(polymer membrane)이 조합된 형상 변화 렌즈이다. 예를 들어, 고분자 분리막에 전기 신호가 인가되면, 분리막의 형상이 변화되어 가변 초점 렌즈(121)의 형상이 변화하게 된다. 가변 초점 렌즈(121)의 형상 변화는 지름의 변화 또는 두께의 변화일 수 있다. 지름 또는 두께 변화에 따라, 가변 초점 렌즈(121)는 샘플 곡면의 깊이 방향으로의 초점을 변경할 수 있다.
- [0037] 예를 들어, 가변 초점 렌즈(121)의 지름을 수 마이크로미터 단위로 변경하는 것은 가변 초점 렌즈(121) 전체를 수 센티미터 단위로 이동시키는 것과 같은 광학적 효과를 얻을 수 있다. 따라서, 기존의 모터 구동 방식에 의해 카메라(120)를 이동시키던 것에 비하여 촬영시간이 10배 이상 단축될 수 있다(100 ms 단위 -> 10 ms 단위).
- [0038] 프로세서(130)는 가변 초점 렌즈의 형상을 변경시키면서, 샘플 배치 위치에 배치된 샘플을 촬영하여 초점 거리가 상이한 복수의 영상을 획득하도록 카메라(120)를 제어할 수 있다.
- [0039] 다른 예로, 카메라(120)는 렌즈 어레이를 구비하여 초점 거리가 상이한 복수의 영상을 동시에 촬영할 수 있다. 렌즈 어레이는 이차원적으로 배열된 초점 거리가 상이한 복수의 렌즈를 포함할 수 있다. 렌즈 어레이를 이용하면 1회의 촬영으로 렌즈 어레이를 구성하는 렌즈의 수만큼의 영상을 획득할 수 있다. 따라서, 촬영 횟수를 줄일 수 있기 때문에, 샘플 검사에 소요되는 시간을 단축할 수 있는 효과가 있다.
- [0040] 또 다른 예로, 카메라(120)는 TAG(Tunable Acoustic Gradient) 렌즈를 구비하여 초점이 맞는 영역의 넓이를 조절할 수 있다. 카메라(120)는 TAG 렌즈에 음파를 가하여 렌즈의 밀도 변화를 유발할 수 있다. 이에 따라 TAG 렌즈의 굴절률(index of refraction)이 변경된다. 가해주는 음파의 파워에 따라 TAG 렌즈의 초점이 맞게 되는 영역이 넓어지게 된다.
- [0042] 도 2는 본 개시의 일 실시 예에 따른 다초점 영상 획득 장치(100')를 도시한 도면이다. 도 1의 실시 예에서 다초점 영상 획득 장치(100)는 면 조명이 연속하여 배치된 조명부 구성을 포함하고 있는데 반하여, 도 2의 실시 예에서 다초점 영상 획득 장치(100')는 샘플 배치 위치를 기준으로 서로 다른 방향으로 이격되어 배치된 복수의 면 조명을 포함할 수 있다.
- [0043] 그리고, 다초점 영상 획득 장치(100')는 복수의 제1 면 조명 및 복수의 제2 면 조명을 샘플 배치 위치를 기준으로 다른 방향을 조명할 수 있도록 일괄 회전시키는 회전부(140)를 더 포함할 수 있다.
- [0044] 프로세서(130)는 기설정된 각도 단위로 복수의 제1 면 조명 및 복수의 제2 면 조명을 회전시키도록 회전부(140)

0)를 제어할 수 있다. 예를 들어, 복수의 제1 면 조명 및 복수의 제2 면 조명이 각각 2개씩의 면 조명으로 구성되고, 프로세서(130)는 45도 단위로 면 조명들을 회전시켜 샘플의 모든 측면 부분이 연속적으로 조사될 수 있도록 회전부(140)를 제어할 수 있다.

- [0045] 도 3a 및 도 3b는 제1 조명부(110-1)를 이용하여 광을 조사한 경우(즉, 저각 조명이 조사된 경우)에 다초점 영상 획득 장치(100)를 이용하여 촬영한 실제 샘플(스마트 와치의 커버 글라스)의 영상이다. 도 3a에서는 약 20 μm x 300 μm 크기의 스크래치가 검출되었으며, 도 3b에서는 한 변의 길이가 약 20 μm 인 지문 얼룩이 검출되었다.
- [0046] 도 4a 및 도 4b는 제2 조명부(110-2)를 이용하여 광을 조사한 경우(즉, 고각 조명이 조사된 경우)에 다초점 영상 획득 장치(100)를 이용하여 촬영한 실제 샘플(스마트 와치의 커버 글라스)의 영상이다. 도 4a에서는 약 10 μm x 300 μm 크기의 스크래치가 검출되었으며, 도 4b에서는 약 20 μm x 800 μm 크기의 이물이 검출되었다.
- [0048] 도 5는 본 개시의 일 실시 예에 따른 다초점 영상 획득 장치(200)를 도시한 도면이다. 도 5를 참조하면, 다초점 영상 획득 장치(200)는 면 조명(210), 카메라(220)를 포함할 수 있다. 프로세서(130)는 외부로 드러나는 구성이 아닌바 도 5의 실시 예에서는 도시되지 않았다.
- [0049] 도 5의 실시 예에 따른 다초점 영상 획득 장치(200)는 샘플(예를 들어, 스마트 와치의 커버 글라스)의 상부 표면의 결점을 촬영하고 검사하기 위한 장치이다. 상부 표면을 검사하기 위하여, 면 조명(210) 및 카메라(220)는 모두 샘플 배치 위치의 측면에 배치된다.
- [0050] 면 조명(210)은 샘플 배치 위치의 일 측면에 배치될 수 있다. 도 5의 실시 예에서는 샘플의 상부 표면이 평면인 경우를 가정하여, 단일 면 조명(210)이 샘플에 광을 조사하는 것으로 도시되었다. 하지만, 면 조명(210) 상단에 추가 면 조명(미도시)을 배치함으로써, 샘플의 상부 표면이 곡면인 경우에도 균일한 광을 샘플로 조사할 수 있다.
- [0051] 카메라(220)는 가변 초점 렌즈(221)를 구비하며, 샘플 배치 위치를 기준으로 면 조명(210)의 반대 측에 배치될 수 있다. 카메라(220)는 면 조명(210)에서 반사된 광을 이용하여 샘플 표면을 촬영하기 때문에, 광의 입사 각도 및 반사 각도를 고려하여 배치 위치가 결정되어야 한다.
- [0052] 샘플의 소형화로 인하여 단일 초점 거리로는 샘플 상부 표면의 전 영역을 정밀하게 검사할 수 없다. 기존에는 샘플 상부 표면의 전 영역을 분할하여 담당하는 복수의 카메라를 이용하여 검사를 수행하는 방식을 이용하였으나, 본 개시의 일 실시 예에 따른 다초점 영상 획득 장치(200)는 단일 카메라를 가지고 전 영역을 검사할 수 있는 이점이 있다.
- [0053] 면 조명(210)에서 균일한 광량으로 조사된 광이 샘플 표면에 반사되면, 프로세서(230)는 가변 초점 렌즈(221)를 이용하여 원거리(F)부터 근거리(N)까지 초점을 빠르게 변화시키며 복수의 영상을 획득하도록 카메라(220)를 제어할 수 있다.
- [0054] 도 6a 내지 도 6c는 본 개시의 일 실시 예에 따른 다초점 영상 획득 장치(200)를 이용하여 촬영한 실제 샘플의 영상이다. 도 6a 내지 도 6c의 영상에 나타난 샘플은 스마트 와치용 커버 글라스이다.
- [0055] 도 6a는 카메라(220)와 먼 부분(F)을 촬영한 원거리 초점 영상이다. 그리고, 도 6b는 카메라(220)와 중간 거리에 있는 부분(M)을 촬영한 중거리 초점 영상이다. 또한, 도 6c는 카메라(220)와 가까운 부분(N)을 촬영한 근거리 초점 영상이다.
- [0056] 다초점 영상 획득 장치(200)는 카메라(220)의 이동 없이도 가변 초점 렌즈를 이용하여 근거리 초점 영상부터 원거리 초점 영상까지 모두 획득할 수 있다. 또한, 도 6a 내지 도 6c의 영상에 나타난 바와 같이, 다초점 영상 획득 장치(200)는 근거리로부터 원거리 초점 영상까지의 모든 영상에서 100 μm 단위의 머리카락, 한 변이 20 μm 단위인 얼룩, 10 μm 단위의 스크래치를 검출할 수 있다.
- [0058] 도 7는 본 개시의 일 실시 예에 따른 다초점 영상 획득 장치(200')를 도시한 도면이다. 도 5의 실시 예에 따른 다초점 영상 획득 장치(200)와의 차이점은 가변 초점 렌즈(221) 대신에 렌즈 어레이(221')를 이용한다는 점이다.
- [0059] 카메라(220')는 렌즈 어레이를 구비하여 초점 거리가 상이한 복수의 영상을 동시에 촬영할 수 있다. 렌즈 어레이는 이차원적으로 배열된 초점 거리가 상이한 복수의 렌즈를 포함할 수 있다. 도 7의 실시 예에서는 렌즈 어레이를 구성하는 렌즈의 수가 9개(3 by 3)인 경우를 도시하였으나, 렌즈의 수가 이에 한정되는 것은 아니다. 하지

만, 해상도 향상을 위해서는 렌즈의 수를 최소화하는 것이 바람직하다. 샘플의 크기 등에 따라 획득하여야 하는 다초점 영상의 수가 달라지지만, 샘플에 따라 렌즈 어레이를 구성하는 렌즈의 수가 변경될 수 있다.

- [0060] 렌즈 어레이를 이용하면 동시에 렌즈 어레이를 구성하는 렌즈의 수만큼의 영상을 획득할 수 있다. 예를 들어, 도 7의 실시 예에서는 9번에 걸쳐 촬영되어야 할 복수의 다초점 영상을 1회 촬영만으로 모두 획득할 수 있다.
- [0061] 본 개시의 또 다른 실시 예에 따르면, 다초점 영상 획득 장치는 가변 초점 렌즈나 렌즈 어레이 대신에 TAG 렌즈를 사용할 수 있다. 도 8a 및 도 8b는 TAG 렌즈를 설명하기 위한 도면이다.
- [0062] 도 8a에 도시된 바와 같이 TAG 렌즈는 음파를 가하면 렌즈의 굴절률이 변경하는 렌즈이다. TAG 렌즈는 굴절률이 변경됨에 따라, 초점이 맞게 되는 영역의 거리가 변경될 수 있다.
- [0063] 도 8b의 예에서, 음파를 가하지 않은 경우 초점 거리 중심점을 기준으로 9 μm 의 두께를 갖는 영역이 TAG 렌즈의 초점이 맞는 영역에 해당한다. TAG 렌즈에 가하는 음파의 파워를 증가시킬수록 초점 거리 중심점을 기준으로 12 μm , 20 μm , 45 μm 와 같이 점점 초점이 맞는 영역이 넓어지게 된다. 따라서, 다초점 영상 획득 장치는 TAG 렌즈에 음파를 가함으로써 동일한 해상도를 갖고 샘플 표면을 검사할 수 있는 영역의 크기를 조절할 수 있게 된다. 다초점 영상 획득 장치는 샘플의 크기에 대응되는 파워의 음파를 인가하여, 1회의 촬영으로 샘플 표면의 전 영역에 대한 검사를 수행할 수도 있다.
- [0065] 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 샘플 측면의 굴곡면 검사를 위한 제1 검사 장치와 샘플 상단 표면 검사를 위한 제2 검사 장치는 결합되어 샘플 표면 검사 시스템(1000)으로 구현될 수 있다.
- [0066] 샘플 표면 검사 시스템(1000)은, 샘플의 상측에서 샘플을 촬영하여 다초점 영상을 획득하는 제1 검사 장치, 샘플의 측 방향에서 샘플을 촬영하여 다초점 영상을 획득하는 제2 검사 장치 및 제1 검사 장치 및 제2 검사 장치 중 하나로 샘플을 이송하는 이송 장치를 포함할 수 있다. 그리고, 제1 검사 장치는 샘플 배치 위치를 기준으로 서로 다른 방향으로 배치된 복수의 면 조명을 이용하여 상기 샘플을 촬영할 수 있다.
- [0067] 예를 들어, 샘플 표면 검사 시스템(1000)은 도 1에 도시된 다초점 영상 획득 장치(100)와 도 3에 도시된 다초점 영상 획득 장치(200)가 결합된 시스템일 수 있다. 또한, 샘플 표면 검사 시스템(1000)은 샘플을 이송하는 컨베이어 벨트와 같은 이송 장치를 포함할 수 있다. 제1 검사 장치 및 제2 검사 장치 중 어느 장치에 샘플을 먼저 이송해야 하는지는 한정되지 않는다.
- [0068] 제1 검사 장치 및 제2 검사 장치는 가변 초점 렌즈, 렌즈 어레이와 같은 구성을 포함하는 카메라를 이용하고 있는바, 검사 시간이 단축될 수 있다. 검사 시간의 단축은 이송 장치의 정지 시간을 단축시킬 수 있기 때문에, 검사 수율을 향상시키는 효과를 발생시킨다.
- [0069] 본 개시의 일 실시 예에 따르면, 제1 검사 장치는 샘플 배치 위치를 기준으로 서로 다른 방향으로 배치된 복수의 제1 면 조명을 포함하는 제1 조명부, 복수의 제1 면 조명의 상측에 각각 배치된 복수의 제2 면 조명을 포함하는 제2 조명부를 포함할 수 있다. 이를 통해, 제1 검사 장치는 굴곡면의 높이 방향으로 입사 각도를 변경하며 균일한 광량의 광을 조사할 수 있다.
- [0070] 그리고, 제1 검사 장치는 샘플 배치 위치의 상단 방향에서 샘플을 촬영 가능한 제1 카메라를 포함할 수 있다. 또한, 제1 검사 장치는 제1 조명부 및 제2 조명부를 순차적으로 점멸하여 샘플에 대한 조명 입사 각도를 변경하며, 제1 카메라를 제어하여 샘플을 촬영하여, 초점 거리가 상이한 복수의 영상을 획득하는 제1 프로세서를 포함할 수 있다.
- [0071] 예를 들어, 복수의 제1 면 조명은 상기 샘플 배치 위치를 기준으로 8각형 형태로 연속적으로 배치된 8개의 면 조명이고, 복수의 제2 면 조명은 상기 복수의 제1 면 조명 각각의 상측에 배치된 8개의 면 조명일 수 있다. 면 조명의 수(또는 배치 형태) 이와 같이 한정되는 것은 아니며 다양하게 선택될 수 있다.
- [0072] 다른 예로, 복수의 제1 면 조명은 상기 샘플 배치 위치를 기준으로 서로 다른 방향으로 이격되어 배치된 복수의 면 조명이고, 복수의 제2 면 조명은 상기 복수의 제1 면 조명 각각의 상측에 배치될 수 있다. 그리고, 제1 검사 장치는 복수의 제1 면 조명 및 복수의 제2 면 조명을 샘플 배치 위치를 기준으로 다른 방향을 조명할 수 있도록 일괄 회전시키는 회전부를 더 포함할 수 있다. 이때 제1 프로세서는 기설정된 각도 단위로 복수의 제1 면 조명 및 복수의 제2 면 조명을 회전시키도록 회전부를 제어할 수 있다.
- [0073] 그리고, 제2 검사 장치는 샘플 배치 위치의 일 측면에 배치된 면 조명 및 샘플 배치 위치를 기준으로 면 조명의 반대 측에 배치되는 제2 카메라를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제2 카메라는 가변 초점 렌즈를 구비할 수 있다.

- [0074] 또한, 제2 검사 장치는 가변 초점 렌즈의 두께를 변경시키면서 샘플 배치 위치에 배치된 샘플을 촬영하여 초점 거리가 상이한 복수의 영상을 획득하도록 제2 카메라를 제어하는 제2 프로세서를 포함할 수 있다.
- [0076] 상술한 바와 같은 본 개시의 다양한 실시 예에 따르면, 굴곡이 있는 경면 물체를 측정할 때 발생하는 조명의 문제와 초점의 문제를 모두 해결할 수 있다. 구체적으로, 본 개시의 다양한 실시 예에 따르면, 다양한 반사 영상을 만들기 위하여 여러 입사 각도에서 균일한 광을 조사할 수 있다. 그리고, 초점 거리가 상이한 복수의 영상을 빠르고 정밀하게 획득할 수 있다.
- [0077] 이상과 같이 본 개시는 비록 한정된 실시 예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 개시는 상기의 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 본 개시가 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양하게 수정 및 변형할 수 있다. 그러므로 본 개시의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 안되며, 후술하는 특허청구 범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

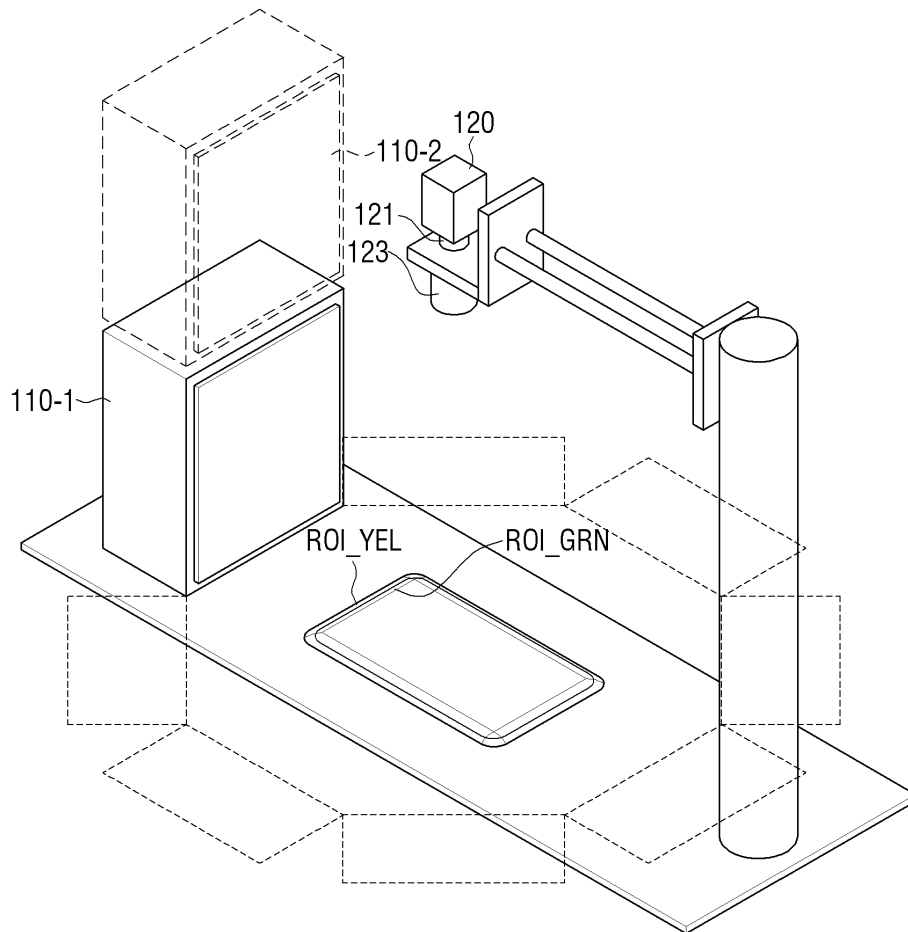
부호의 설명

- [0078] 100, 100', 200, 200': 다초점 영상 획득 장치
- | | |
|---------------|--------------------|
| 110-1: 제1 조명부 | 110-2: 제2 조명부 |
| 120: 카메라 | 130: 프로세서 |
| 210: 면 조명 | 220: 카메라 |
| 230: 프로세서 | 121, 221: 가변 초점 렌즈 |
| 221': 렌즈 어레이 | 1000: 샘플 표면 검사 시스템 |

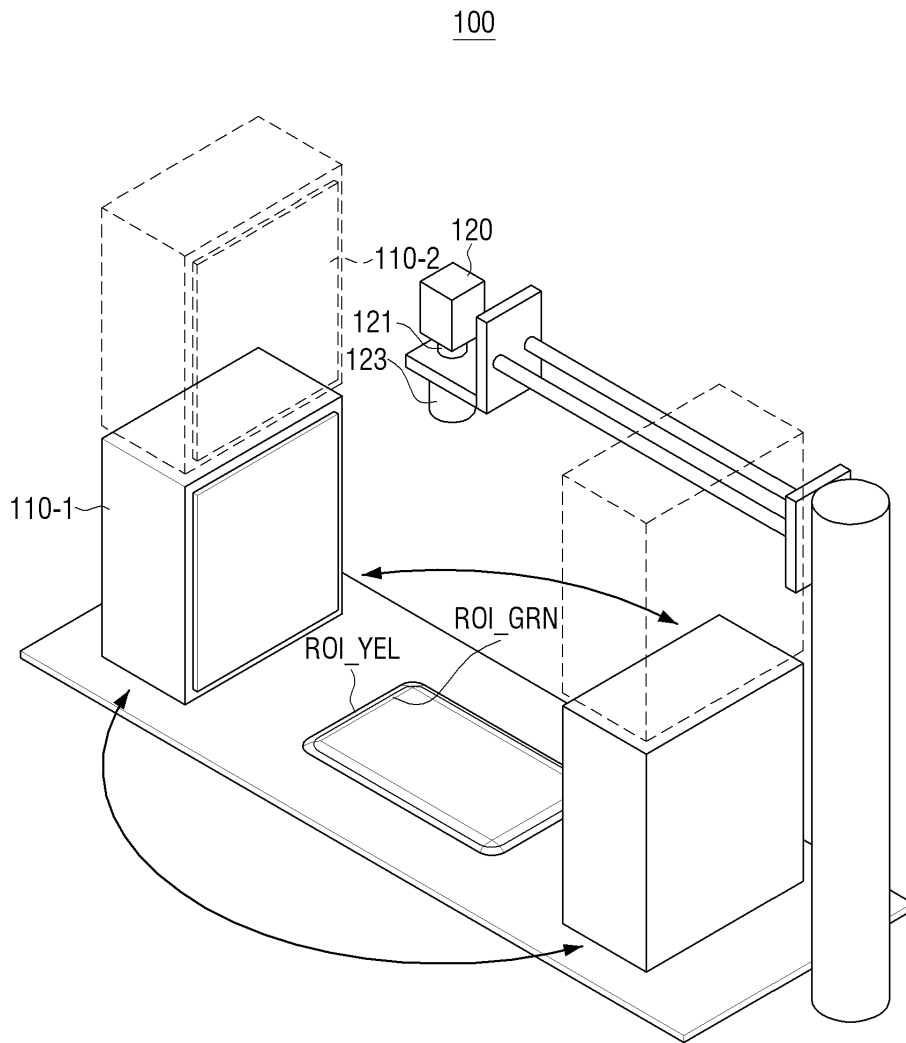
도면

도면1

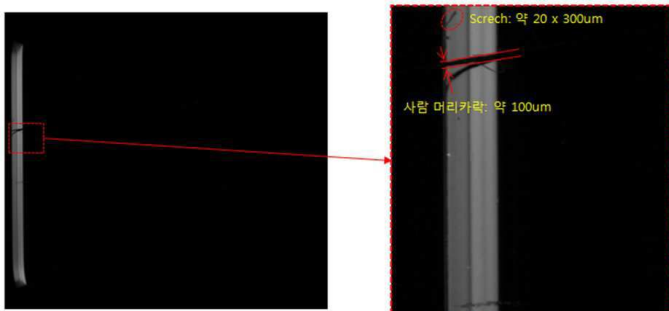
100



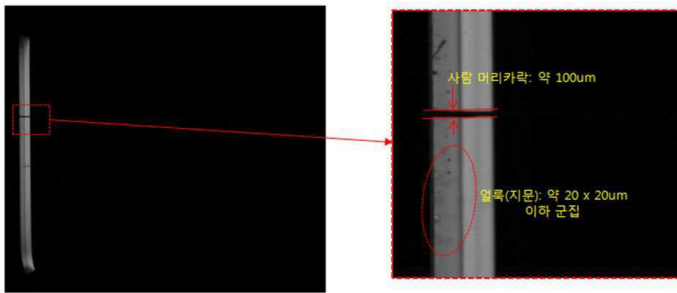
도면2



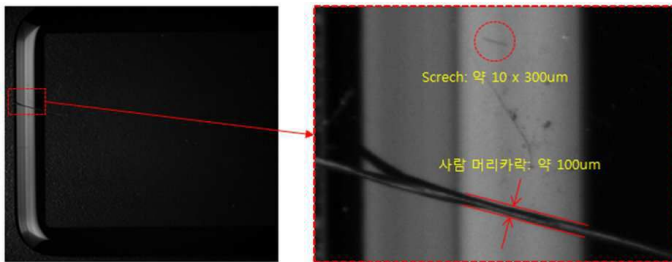
도면3a



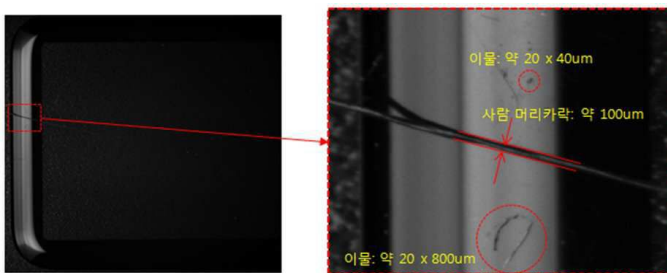
도면3b



도면4a

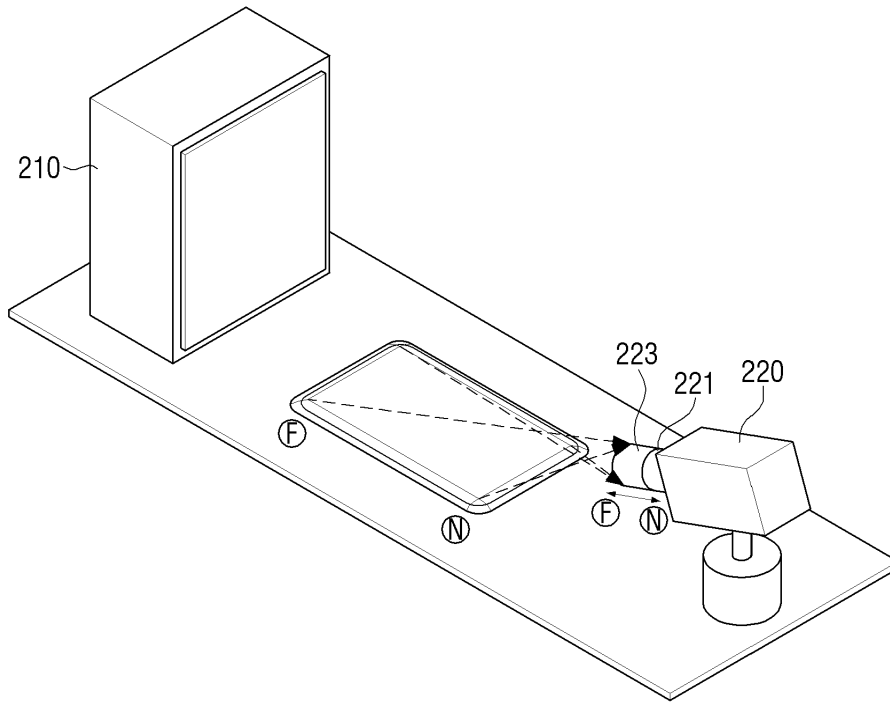


도면4b

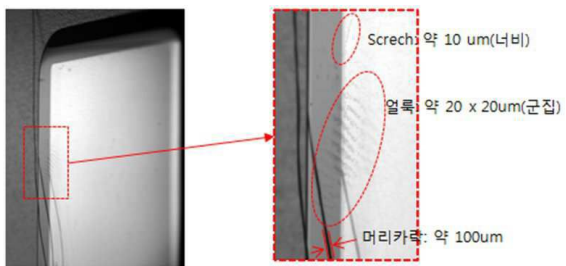


도면5

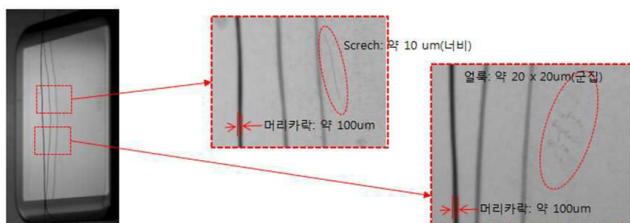
200



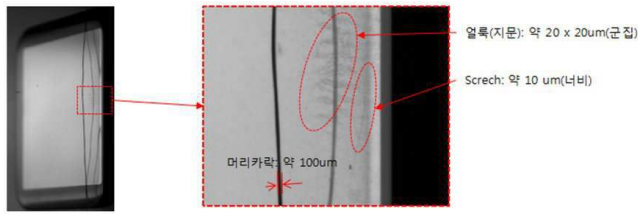
도면6a



도면6b

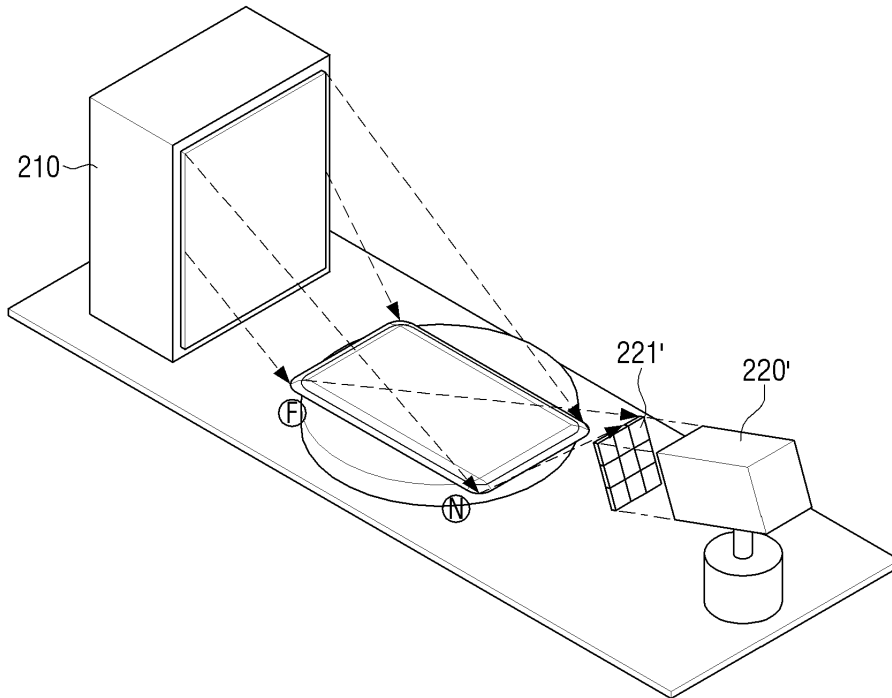


도면6c

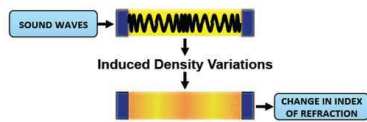


도면7

200'



도면8a



도면8b

