



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년05월23일
(11) 등록번호 10-2668955
(24) 등록일자 2024년05월21일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 21/26 (2006.01) G02B 21/00 (2022.01)
G02B 21/36 (2006.01) G06V 10/10 (2023.01)
G06V 20/69 (2022.01) H04N 1/387 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G02B 21/26 (2013.01)
G02B 21/002 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2022-7021558(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2017년05월16일
심사청구일자 2022년07월05일
- (85) 번역문제출일자 2022년06월24일
- (65) 공개번호 10-2022-0093274
- (43) 공개일자 2022년07월05일
- (62) 원출원 특허 10-2019-7025718
원출원일자(국제) 2017년05월16일
심사청구일자 2020년03월27일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2017/032826
- (87) 국제공개번호 WO 2018/147888
국제공개일자 2018년08월16일
- (30) 우선권주장
62/457,470 2017년02월10일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
JP2013083743 A*
JP2014130221 A*
JP2016110042 A*
US20110169936 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
나노트로닉스 이미징, 인코포레이티드
미국, 오하이오 44223, 카이어호가 폴즈, 피.오.
박스 306, 스위트 110, 프론트 스트리트 2251
- (72) 발명자
푸트만, 매튜 씨.
미국, 뉴욕 11231, 브루클린, 아파트먼트 2, 치
버 플레이스 68
푸트만, 존 비.
미국, 플로리다 34747, 셀러브레이션, 셀러브레이
션 애비뉴1102
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인정진

전체 청구항 수 : 총 17 항

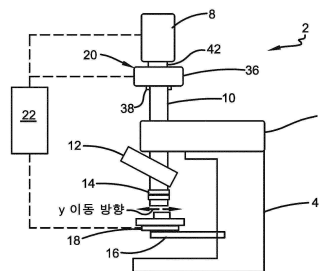
심사관 : 이시호

(54) 발명의 명칭 **현미경 검사에서 대 영역 이미지를 용이하게 하는 카메라 및 표본 정렬**

(57) 요약

현미경 시스템 및 방법은 표본을 따라 스캐닝되는 원하는 x'-방향이 XY 병진 스테이지의 x-방향으로부터 각도로 오프셋 되도록 하고, 원하는 x'-방향에 실질적으로 평행하게 이미지 센서의 픽셀 로우를 배치하기 위해 현미경과 관련된 이미지 센서를 회전시킨다. x-방향에 대한 x'-방향을 오프셋의 각도가 결정되고, XY 병진 스테이지는 y'-
(뒷면에 계속)

대표도 - 도1a



방향으로 표본에 대해 이미지 센서의 실질적인 이동 없이 원하는 x'-방향을 따라 다른 위치들로 이미지 센서에 대해 이동시키기 위해 사용되며, y'-방향은 표본의 x'-방향과 직교한다. 이동은 오프셋의 각도에 기초한다.

(52) CPC특허분류

G02B 21/362 (2013.01)

G02B 21/367 (2013.01)

G06V 10/16 (2023.08)

G06V 20/693 (2022.01)

H04N 1/3876 (2013.01)

파취보우, 딜런

미국, 뉴저지08852, 몬머스 정션, 시더 코트 6132

(72) 발명자

스콧, 브랜던

미국, 뉴욕 10280, 뉴욕, 유닛 28유, 사우스 유클
리드 애비뉴 375

명세서

청구범위

청구항 1

표본을 이미지화하기 위한 현미경 검사 방법으로서, 상기 방법은:

XY 병진 스테이지의 x-방향으로부터 각도로 오프셋되는(angularly offset) x'-방향을 식별하는 단계로서, 상기 XY 병진 스테이지는 상기 x-방향 및 y-방향으로 이동 가능하고, 상기 XY 병진 스테이지가 이동 가능한 상기 x-방향 및 상기 y-방향은 상기 XY 병진 스테이지의 평면을 정의하는, 상기 x'-방향을 식별하는 단계; 및

상기 XY 병진 스테이지 상의 표본에 대해, 픽셀 로우들(pixel rows) 및 픽셀 컬럼들을 갖는 이미지 센서를 그 중심 축을 중심으로 회전시키는 단계를 포함하고,

상기 이미지 센서를 회전시키는 단계는:

상기 x'-방향으로 진행되는 상기 표본 상의(on) 축-정의 피처(axis-defining feature)를 식별하는 단계로서, 상기 x'-방향은 상기 XY 병진 스테이지의 평면 내에 있는, 상기 축-정의 피처를 식별하는 단계; 및

컴퓨터 비전을 사용하여, 상기 표본 상의(on) 상기 축-정의 피처에 실질적으로 평행한 상기 픽셀 로우들을 정렬하는 단계를 포함하고, 그리고

상기 이미지 센서를 회전시킨 후에, 상기 표본이 상기 x'-방향으로 상기 이미지 센서에 대해 이동하도록 상기 XY 병진 스테이지를 상기 x-방향으로 이동시키는 단계를 포함하는, 현미경 검사 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 이미지 센서를 회전시키기 전에, 상기 XY 병진 스테이지의 x-방향에 실질적으로 평행한 상기 픽셀 로우들을 정렬하는 단계를 더 포함하는, 현미경 검사 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 축-정의 피처는 상기 x'-방향으로 진행되는 검출 가능한 형태를 갖고, 상기 픽셀 로우들을 정렬하는 것은 상기 검출 가능한 형태에 실질적으로 평행한 상기 픽셀 로우들을 정렬하기 위해 컴퓨터 비전을 사용하는, 현미경 검사 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 XY 병진 스테이지 상의 제 2 표본에 대해, 상기 픽셀 로우들 및 상기 픽셀 컬럼들을 갖는 상기 이미지 센서를 그 중심 축을 중심으로 회전시키는 단계를 더 포함하고,

상기 이미지 센서를 회전시키는 단계는:

x"-방향으로 진행되는 상기 제 2 표본 상의 제 2 축-정의 피처를 식별하는 단계로서, 상기 제 2 표본의 상기 제 2 축-정의 피처는 상기 표본의 축-정의 피처와는 다른 것이고, 상기 x"-방향은 상기 XY 병진 스테이지의 평면 내에 있고 상기 XY 병진 스테이지의 x-방향으로부터 각도로 오프셋되는, 상기 제 2 축-정의 피처를 식별하는 단계; 및

컴퓨터 비전을 사용하여, 상기 제 2 표본 상의 상기 제 2 축-정의 피처에 실질적으로 평행한 상기 픽셀 로우들을 정렬하는 단계를 포함하고, 그리고

상기 제 2 표본에 대해 상기 이미지 센서를 회전시킨 후에, 상기 표본이 상기 x"-방향으로 상기 이미지 센서에 대해 이동하도록 상기 XY 병진 스테이지를 상기 x-방향으로 이동시키는 단계를 더 포함하는, 현미경 검사 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제 2 축-정의 피처는 상기 x"-방향으로 진행하는 제 2 검출 가능한 형태를 갖고, 상기 픽셀 로우들을 정렬하는 것은 상기 제 2 검출 가능한 형태에 실질적으로 평행한 상기 픽셀 로우들을 정렬하기 위해 컴퓨터 비전을 사용하는, 현미경 검사 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 XY 병진 스테이지의 x-방향과 비교하여 상기 x'-방향의 오프셋의 각도를 결정하는 단계를 더 포함하는, 현미경 검사 방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

표본을 이미지화하기 위한 현미경 검사 방법으로서, 상기 방법은:

XY 병진 스테이지의 x-방향으로부터 각도로 오프셋되는 x'-방향을 식별하는 단계로서, 상기 XY 병진 스테이지는 상기 x-방향 및 y-방향으로 이동 가능하고, 상기 XY 병진 스테이지가 이동 가능한 상기 x-방향 및 상기 y-방향은 상기 XY 병진 스테이지의 평면을 정의하는, 상기 x'-방향을 식별하는 단계;

상기 XY 병진 스테이지 상의 표본에 대해, 픽셀 로우들 및 픽셀 컬럼들을 갖는 이미지 센서를 그 중심 축을 중심으로 회전시키는 단계를 포함하고,

상기 이미지 센서를 회전시키는 단계는:

상기 표본 상의(on) 제 1 초점 피처와 제 2 초점 피처 사이의 기준선을 계산하기에 적합한 복수의 이미지들을 캡처하는 단계 - 상기 기준선은 상기 x'-방향으로 진행함 -; 및

상기 기준선에 상기 이미지 센서의 픽셀 로우들을 정렬하기 위해 컴퓨터 비전을 사용하는 단계를 포함하고, 그리고

상기 이미지 센서를 회전시킨 후에, 상기 표본이 상기 x'-방향으로 상기 이미지 센서에 대해 이동하도록 상기 XY 병진 스테이지를 상기 x-방향으로 이동시키는 단계를 포함하는, 현미경 검사 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 이미지 센서를 회전시키는 단계는 상기 복수의 이미지들을 기반으로 중첩 이미지들의 모자이크를 형성하는 단계를 더 포함하는, 현미경 검사 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 중첩 이미지들의 모자이크는 상기 제 1 초점 피처 및 상기 제 2 초점 피처를 포함하는, 현미경 검사 방법.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

현미경 시스템에 있어서,

현미경;

픽셀 로우들 및 픽셀 컬럼들을 갖고 중심 축을 중심으로 회전 가능하고 이미지 데이터를 기록하도록 구성된 이미지 센서;

x-방향 및 y-방향으로 이동 가능한 XY 병진 스테이지로서, 상기 XY 병진 스테이지가 이동 가능한 상기 x-방향 및 상기 y-방향은 상기 XY 병진 스테이지의 평면을 정의하는, 상기 XY 병진 스테이지; 및

프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는:

상기 XY 병진 스테이지의 x-방향으로부터 각도로 오프셋되는 x'-방향을 식별하고;

상기 XY 병진 스테이지 상의 표본에 대해 상기 이미지 센서를 그 중심 축을 중심으로 회전시키도록 구성되고,

상기 이미지 센서를 회전시키는 것은:

상기 x'-방향으로 진행하는 상기 표본 상의 축-정의 피처를 식별하는 것 - 상기 x'-방향은 상기 XY 병진 스테이지의 평면 내에 있음 -; 및

컴퓨터 비전을 사용하여, 상기 표본 상의 상기 축-정의 피처에 실질적으로 평행한 상기 픽셀 로우들을 정렬하는 것을 포함하고, 그리고

상기 프로세서는 상기 이미지 센서를 회전시킨 후에, 상기 표본이 상기 x'-방향으로 상기 이미지 센서에 대해 이동하도록 상기 XY 병진 스테이지를 상기 x-방향으로 이동시키도록 구성되는, 현미경 시스템.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 이미지 센서를 회전시키기 전에, 상기 XY 병진 스테이지의 x-방향에 실질적으로 평행한 상기 픽셀 로우들을 정렬하도록 추가로 구성되는, 현미경 시스템.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 축-정의 피처는 상기 x'-방향으로 진행하는 검출 가능한 형태를 갖고, 상기 픽셀 로우들을 정렬하는 것은 상기 검출 가능한 형태에 실질적으로 평행한 상기 픽셀 로우들을 정렬하기 위해 컴퓨터 비전을 사용하는, 현미경 시스템.

청구항 16

제 13 항에 있어서,

상기 프로세서는:

상기 XY 병진 스테이지의 x-방향으로부터 각도로 오프셋되는 x"-방향을 식별하고;

상기 XY 병진 스테이지 상의 제 2 표본에 대해, 상기 픽셀 로우들 및 상기 픽셀 컬럼들을 갖는 상기 이미지 센서를 그 중심 축을 중심으로 회전시키도록 추가로 구성되고,

상기 이미지 센서를 회전시키는 것은:

상기 x"-방향으로 진행하는 상기 제 2 표본 상의 제 2 축-정의 피처를 식별하는 것으로서, 상기 제 2 표본의 상기 제 2 축-정의 피처는 상기 표본의 축-정의 피처와는 다른 것이고, 상기 x"-방향은 상기 XY 병진 스테이지의 평면 내에 있는, 상기 제 2 축-정의 피처를 식별하는 것; 및

컴퓨터 비전을 사용하여, 상기 제 2 표본 상의 상기 제 2 축-정의 피처에 실질적으로 평행한 상기 픽셀 로우들을 정렬하는 것을 포함하고, 그리고

상기 프로세서는 상기 이미지 센서를 회전시킨 후에, 상기 표본이 상기 x'' -방향으로 상기 이미지 센서에 대해 이동하도록 상기 XY 병진 스테이지를 상기 x -방향으로 이동시키도록 추가로 구성되는, 현미경 시스템.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 제 2 축-정의 피쳐는 상기 x'' -방향으로 진행하는 제 2 검출 가능한 형태를 갖고, 상기 픽셀 로우들을 정렬하는 것은 상기 제 2 검출 가능한 형태에 실질적으로 평행한 상기 픽셀 로우들을 정렬하기 위해 컴퓨터 비전을 사용하는, 현미경 시스템.

청구항 18

현미경 시스템에 있어서,

현미경;

픽셀 로우들 및 픽셀 컬럼들을 갖고 중심 축을 중심으로 회전 가능하고 이미지 데이터를 기록하도록 구성된 이미지 센서;

x -방향 및 y -방향으로 이동 가능한 XY 병진 스테이지로서, 상기 XY 병진 스테이지가 이동 가능한 상기 x -방향 및 상기 y -방향은 상기 XY 병진 스테이지의 평면을 정의하는, 상기 XY 병진 스테이지; 및

프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는:

상기 XY 병진 스테이지의 x -방향으로부터 각도로 오프셋되는 x' -방향을 식별하고;

상기 XY 병진 스테이지 상의 표본에 대해 상기 이미지 센서를 그 중심 축을 중심으로 회전시키도록 구성되고,

상기 이미지 센서를 회전시키는 것은:

상기 표본 상의 제 1 초점 피쳐와 제 2 초점 피쳐 사이의 기준선을 계산하기에 적합한 복수의 이미지들을 캡처하는 것 - 상기 기준선은 상기 x' -방향으로 진행함 -; 및

상기 기준선에 상기 이미지 센서의 픽셀 로우들을 정렬하기 위해 컴퓨터 비전을 사용하는 것을 포함하고, 그리고

상기 프로세서는 상기 이미지 센서를 회전시킨 후에, 상기 표본이 상기 x' -방향으로 상기 이미지 센서에 대해 이동하도록 상기 XY 병진 스테이지를 상기 x -방향으로 이동시키도록 구성되는, 현미경 시스템.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 이미지 센서를 회전시키는 것은 상기 복수의 이미지들을 기반으로 중첩 이미지들의 모자이크를 형성하는 것을 더 포함하는, 현미경 시스템.

청구항 20

제 18 항에 있어서,

상기 기준선은 x' -방향이고,

상기 프로세서는 상기 XY 병진 스테이지를 사용하여, 상기 표본을 상기 x' -방향을 따라 제 2 위치로 이동시키도록 추가로 구성되고,

상기 제 2 위치는 상기 이미지 센서의 시야 내에 상기 표본의 적어도 제 2 부분을 배치하는, 현미경 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원들에 대한 상호 참조

[0002] 이 출원은, 2017년 2월 10일에 제출된, 미국 임시 특허 출원 번호 제62/457,470호의 우선권을 주장한다.

[0003] 본 발명은 일반적으로 현미경 검사 이미징 기술에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 원하는 방향을 따라 표본에 걸쳐 정확하게 스캔하기 위해 표본에 카메라/이미지 센서를 정렬시키는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 현미경 검사에서, 이미지화될 표본의 관심 영역은 종종 현미경으로 단일 이미지를 획득함으로써 디스플레이될 수 있는 것보다 크다. 따라서, 전체 원하는 영역을 이미지화 하기 위해 스캐닝 기법들이 사용된다. 자동 스캐닝에서는, 현미경이 원하는 영역에 걸쳐 스캔할 수 있도록 표본이 XY 병진 스테이지(XY translation stage)에 의해 현미경의 대물 렌즈 아래로 이동되며, 복수의 이미지들이 수집된 다음 집계되거나(aggregated) 스티치되어(stitched) 하나의 큰 이미지를 형성한다. 이 스티칭은 표준 소프트웨어 기법들을 사용하거나, 제1 이미지가 획득될 때 스테이지가 (높이 방향으로의 이동 없이) 제1 이미지의 너비와 정확히 동일한 거리를 이동하고 공통 경계에서 그것들에 합쳐질 제2 이미지가 획득되도록, 매우 정확한 스테이지 이동 피드백에 의해 특정 위치에서 이미지가 획득되는 것을 보장함으로써 달성될 수 있다. 그런 다음, 충분히 정밀하다면, 제1 이미지의 좌측 가장자리(edge)는 제2 이미지의 우측 가장자리와 정확히 일치하고 어울릴 것이다.

[0005] 카메라 픽셀을 표본에 대한 특정 배향에 정렬한 다음 특정 원하는 방향으로 그리고 원하는 배향을 유지하는 방식으로 표본을 스캔하는 것이 종종 유리하다. 예를 들어, 실리콘 웨이퍼 상의 소자들(예를 들어, 마이크로 전자 장치 또는 포토리소그래피(photolithography)와 같은 패턴화된 필름)은 종종 로우(rows)(x-방향) 또는 컬럼(columns)(y-방향)으로 배향되며, 이는 소자 로우에 평행하게 카메라 픽셀 로우를 정렬하거나 소자 컬럼에 평행하게 카메라 픽셀 컬럼을 정렬한 다음 그들 사이에 있는 평행 관계를 유지하면서 원하는 로우 또는 컬럼을 따라 정확하게 스캔하는 것이 유리하다.

[0006] 현재의 기술 상태에서, 카메라 픽셀 배향은 종종 시각적 관찰에 의해 스테이지의 XY 이동에 맞춰 수동으로 정렬되며, 이는 일반적으로 수반되는 사이즈 스케일 관점에서 많은 이미징 요구에 대해 적합한 수준의 정확도를 제공하지 않는다. 스테이지의 X-방향에 픽셀 로우를 정확하게 정렬시키고 스테이지의 y-방향에 픽셀 컬럼을 정확하게 정렬시킬 가능성은 매우 낮다. 이러한 부정확할 가능성이 있는 정렬 후, 표본은 표본을 스캔하기 위해 원하는 x'-방향에 이미지 센서의 픽셀 로우를 정렬시키고/시키거나 표본을 스캔하기 위해 원하는 y'-방향에 픽셀 컬럼을 정렬하기 위해 스테이지에 대해 회전된다. 즉, 표본은 표본의 원하는 x' 스캐닝 방향을 스테이지의 x-방향 이동에 평행하게 위치시키고/시키거나 표본의 원하는 y' 스캐닝 방향을 스테이지의 y-방향에 평행하게 위치시키기 위해(즉, x' 방향과 x-방향이 동일하도록 의도되며 y'-방향과 y-방향이 동일하도록 의도된다) XY 병진 스테이지에 대해 회전된다. (분명히 스테이지의 y-방향과 픽셀의 컬럼과 같이) 이전에 시각적으로 정렬된 XY 스테이지의 x-방향과 카메라 픽셀의 로우, 원하는 x-방향 또는 원하는 y-방향으로의 스테이지의 이동은 원하는 정렬을 유지하지만, 스테이지의 XY 이동에 대한 이미지 센서 픽셀의 수동 정렬이 매우 정확하고 정밀한 정도까지만 유지된다.

[0007] 패턴링된 실리콘 웨이퍼 예로 돌아가면, 원하는 x-방향은 XY 병진 스테이지의 x-방향 이동에 평행하게 정렬되는 이러한 로우를 갖는 마이크로-회로의 로우일 수 있으며, 따라서 카메라 픽셀의 로우와 평행할 수 있다. 이에 따라, 마이크로 회로의 로우는 픽셀의 로우들과 마이크로 회로의 로우 간 평행 관계가 유지되고 이미지 센서가 y'-방향으로 이동되지 않는 동안, 단순히 X-방향으로 XY 병진 스테이지를 이동함으로써 스캔될 수 있으며, 이로써 정확한 기록(recording) 및 스티칭이 용이해진다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 따라서, 정확한 결과는 카메라 픽셀의 매우 정확한 정렬, 스테이지의 XY 이동 및 표본의 원하는 x' 및/또는 y' 스캐닝 방향에 따라 달라진다. 이는 단지 시각적 관찰 정렬에 내재된 기계 가공(machining)과 오류에 대한 정해진 일반적인 허용도를 달성하기가 어렵다. 정렬이 약간만 벗어나도, 이미지 센서는 표본이 병진 스테이지에 의해 이동됨에 따라 허용할 수 없는 정도로 x'-방향 및/또는 y'-방향으로 이동될 것이며, 이에 따라 이미지가 분석 및/또는 스티칭될 수 있는 것이 쉽게 좌절될 수 있다. 추가적으로, 종종 표본은 초소한의 양의 표본 처리로 분석되는 것이 바람직하다. 따라서, 표본 이동에 의존하지 않고 이미지 센서와 표본 간 정확한 정렬을 보장하는

새로운 정렬 및 스캔 방법이 본 기술분야에 필요하다.

과제의 해결 수단

- [0009] 제1 실시예에서, 본 발명은 표본의 원하는 x' -방향에 따라 표본을 이미지화 하는 현미경 검사 방법을 제공한다. 표본은 이미지 센서의 시야 내에 표본의 일부를 배치하기 위해 XY 병진 스테이지 상에 배치되고 XY 병진 스테이지에 의해 이동 가능하다. XY 병진 스테이지는 이미지 센서에 대해 표본을 이동시키도록 x -방향 및 y -방향으로 이동 가능하고, 이미지 센서는 픽셀 로우 및 픽셀 컬럼을 정의하도록 정렬된 복수의 픽셀들을 가지며, 표본의 원하는 x' -방향은 그에 대한 오프셋의 기울기와 각도를 정의하기 위해 XY 병진 스테이지의 x -방향으로부터 각도로 오프셋되며, 이미지 센서는 한번에 표본의 개별 세그먼트만 보여준다. 방법은 다음의 단계들을 포함한다: 픽셀 로우가 표본의 원하는 x' -방향에 실질적으로 평행하도록 이미지 센서를 회전하는 단계; XY 병진 스테이지의 x -방향과 비교하여 원하는 x' -방향의 오프셋의 각도를 결정하는 단계; 상기 회전시키는 단계에서 회전될 때 이미지 센서에 대해 표본에 대한 제1 위치를 확립하는 단계로서, 상기 제1 위치는 이미지 센서의 시야 내에 표본의 적어도 일부를 배치하는, 상기 확립하는 단계; 및 상기 결정하는 단계 및 상기 확립하는 단계 이후, 원하는 x' -방향을 따라 제2 위치로 XY 병진 스테이지로 표본을 이동시키는 단계로서, 제2 위치는 이미지 센서의 시야 내에 표본의 적어도 제2 부분을 배치하고, 제2 위치는 표본의 y' -방향으로 실질적으로 이동되지 않으며, y' -방향은 표본의 x' -방향에 직교하되, 상기 이동시키는 단계는 상기 결정하는 단계에서 결정된 오프셋의 각도에 기초하는, 상기 이동시키는 단계를 포함한다.
- [0010] 제2 실시예에서, 본 발명은 위의 어떠한 실시예들에서와 같은 현미경 검사 방법을 제공하며, 오프셋의 각도를 결정하는 단계는, 원하는 x' -방향을 따라 정렬되고 이에 따라 정의되는 제1 초점 피처와 제2 초점 피처 간 x 거리 및 y 거리를 측정하는 단계로서, x 방향 및 y 거리는 병진 스테이지의 x -방향 및 y -방향에 대해 측정되는, 상기 측정하는 단계를 포함한다.
- [0011] 제3 실시예에서, 본 발명은 위의 임의의 실시예들에서와 같은 현미경 검사 방법을 제공하고, 상기 x 거리 및 y 거리를 측정하는 단계는, 이미지 센서의 하나 이상의 타겟 픽셀들과 중첩하도록 제1 초점 피처를 배치하는 단계, 및 이후 동일한 하나 이상의 타겟 픽셀들과 중첩하도록 제2 초점 피처를 배치하기 위해 표본을 이동시키는 단계를 포함하며, x 거리와 y 거리를 측정하는 단계는 상기 동일한 하나 이상의 타겟 픽셀들과 중첩하도록 제2 초점 피처를 배치하기 위해 표본을 이동시키는 단계를 달성하는데 필요한 병진 스테이지의 복수의 x 및 y 이동(ΔX , ΔY)이다.
- [0012] 제4 실시예에서, 본 발명은 위의 임의의 실시예들에서와 같은 현미경 검사 방법을 제공하며, 상기 타겟 픽셀은 이미지 센서의 중심을 포함한다.
- [0013] 제5 실시예에서, 본 발명은 위의 임의의 실시예들에서와 같은 현미경 검사 방법을 제공하며, 이미지 센서를 회전하는 단계는 x' -방향으로 진행되는 표본 상에서 축-정의 피처(axis-defining feature)를 식별하는 단계, 및 검출 가능한 표본의 방향에 실질적으로 평행하게 픽셀 로우를 정렬시키기 위해 컴퓨터 비전을 사용하는 단계를 포함한다.
- [0014] 제6 실시예에서, 본 발명은 위의 임의의 실시예들에서와 같은 현미경 검사 방법을 제공하며, 이미지 센서를 회전하는 단계는 x 방향 및 y 거리를 측정하는 상기 단계 전에 수행된다.
- [0015] 제7 실시예에서, 본 발명은 위의 임의의 실시예들에서와 같은 현미경 검사 방법을 제공하며, 이미지 센서를 회전시키는 단계는 제1 초점 피처와 제2 초점 피처 간 기준선을 계산하기에 적합한 이미지들의 모자이크를 획득하는 단계 및 기준선에 이미지 센서의 픽셀 로우를 정렬시키기 위해 컴퓨터 비전을 사용하는 단계를 포함한다.
- [0016] 제8 실시예에서, 본 발명은 위의 임의의 실시예들에서와 같은 현미경 검사 방법을 제공하며, 이미지들의 모자이크를 획득하는 단계는 x 거리 및 y 거리를 측정하는 단계를 수행하는 동안 수행된다.
- [0017] 제9 실시예에서, 본 발명은 위의 임의의 실시예들에서와 같은 현미경 검사 방법을 제공하며, 이미지 센서를 회전시키는 단계 전에, 상기 방법은 XY 병진 스테이지의 x -방향에 실질적으로 평행하게 픽셀 로우를 정렬시키는 단계를 포함한다.
- [0018] 제10 실시예에서, 본 발명은 위의 임의의 실시예들에서와 같은 현미경 검사 방법을 제공하며, 이미지 센서를 회전시키는 단계는, 표본의 축-정의 피처를 식별하는 단계로서, 상기 축-정의 피처는 원하는 x' -방향으로 진행되는 검출 가능한 형태를 가지는, 상기 식별하는 단계; 및 검출 가능한 형태에 실질적으로 평행하게 픽셀 로우를 정렬시키기 위해 컴퓨터 비전을 사용하는 단계를 포함하며, 오프셋의 각도를 결정하는 단계는, XY 병진 스테이지

지의 x-방향에 실질적으로 평행하게 픽셀 로우를 정렬시키는 상기 단계 이후의 위치에서 이미지 센서를 회전시키는 단계 이후의 위치로 이미지 센서의 회전의 정도를 측정하는 단계를 포함한다.

[0019] 제11 실시예에서, 본 발명은 위의 임의의 실시예들에서와 같은 현미경 검사 방법을 제공하며, XY 변환 스테이지는 표본을 고정하는 표본 척(specimen chuck)을 포함하며, 표본 척 또는 그 위에 배치된 표본은 기준 마크(mark)를 포함하며, XY 병진 스테이지의 x-방향에 실질적으로 평행하게 픽셀 로우를 정렬시키는 단계는, 이미지 센서의 시야 내의 제1 위치에 기준 마크를 배치하고 픽셀 로우에 대해 기준 마크의 위치에 대한 제1 픽셀 로우 번호를 결정하기 위해 이미지 데이터를 획득하는 단계, 이미지 센서의 시야 내의 제2 위치에 기준 마크를 배치하기 위해 XY 변환 스테이지의 x-방향만을 따라 표본 척을 이동시키고 픽셀 로우에 대해 기준 마크의 위치에 대한 제2 픽셀 로우 번호를 결정하기 위해 이미지 데이터를 획득하는 단계, 및 상기 배치 및 이동시키는 단계들 이후, 상기 제1 픽셀 로우 번호와 상기 제2 픽셀 로우 번호 사이에 있는 제3 픽셀 로우 번호를 가지는 제3 위치에 기준 마크를 배치하기 위해 이미지 센서를 회전시키는 단계를 포함한다.

[0020] 제12 실시예에서, 본 발명은 위의 임의의 실시예들에서와 같은 현미경 검사 방법을 제공하며, 제3 위치에 기준 마크를 배치하기 위해 이미지 센서를 회전시키는 단계 이후, (i) 제1 위치에 기준 마크를 배치시키는 단계, (ii) x-방향만을 따라 표본 척을 이동시키는 단계, 및 (iii) 제3 위치에 마크를 배치시키기 위해 이미지 센서를 회전시키는 단계는 픽셀 로우가 XY 병진 스테이지의 x-방향에 실질적으로 평행할 때까지 반복된다.

[0021] 제13 실시예에서, 본 발명은 위의 임의의 실시예들에서와 같은 현미경 검사 방법을 제공하며, 상기 결정하는 단계는 XY 병진 스테이지의 x-방향에 실질적으로 평행하게 픽셀 로우를 정렬시키는 단계 이후 수행된다.

[0022] 제14 실시예에서, 본 발명은 위의 임의의 실시예들에서와 같은 현미경 검사 방법을 제공하며, 이미지 센서를 회전시키는 단계는, 표본의 축-정의 피처를 식별하는 단계로서, 상기 축-정의 피처는 원하는 x'-방향으로 진행되는 검출 가능한 형태를 가지는, 상기 식별하는 단계; 및 검출 가능한 형태에 실질적으로 평행하게 픽셀 로우를 정렬시키기 위해 컴퓨터 비전을 사용하는 단계를 포함하며, 상기 오프셋의 각도를 결정하는 단계는, XY 병진 스테이지의 x-방향에 실질적으로 평행하게 픽셀 로우를 정렬시키는 단계 이후의 위치에서 이미지 센서를 회전시키는 단계 이후의 위치로 이미지 센서의 회전의 정도를 측정하는 단계를 포함한다.

[0023] 제15 실시예에서, 본 발명은 위의 임의의 실시예들에서와 같은 현미경 검사 방법을 제공하며, 이미지 센서의 회전의 정도를 측정하는 단계는 이미지 센서를 회전시키는 기구로부터 출력된 신호를 획득하는 단계를 포함한다.

[0024] 제16 실시예에서, 본 발명은, 현미경; 이미지 데이터를 기록하는 이미지 센서로서, 상기 이미지 센서는 픽셀 로우 및 픽셀 컬럼을 포함하는, 상기 이미지 센서; XY 변환 스테이지; XY 병진 스테이지 상에 있고 이미지 센서에 의해 보여지는 표본으로서, XY 병진 스테이지는 이미지 센서에 대해 표본을 이동시키기 위해 x-방향 및 y-방향으로 이동 가능하고, 이미지 센서는 픽셀 로우 및 픽셀 컬럼을 정의하기 위해 배열된 복수의 픽셀들을 가지며, 표본은 XY 병진 스테이지의 x-방향에 대한 오프셋의 각도를 정의하기 위해 XY 병진 스테이지의 x-방향으로부터 각도로 오프셋되는 x'-방향을 따라 피처들을 나타내며, 표본은 제1 초점 피처 및 제2 초점 피처를 더 포함하는, 상기 표본, 프로세서로서, 픽셀 로우가 표본의 x'-방향에 평행하도록 표본에 대해 이미지 센서를 회전시키고, XY 병진 스테이지를 이동시키고; XY 병진 스테이지의 x-방향과 비교하여 x'-방향의 오프셋의 각도를 결정하고; 픽셀 로우가 x'-방향에 평행할 때 이미지 센서에 대한 표본에 대해 제1 위치를 확립하는 단계로서, 제1 위치는 이미지 센서의 시야 내에 표본의 적어도 일부를 배치하는, 상기 확립하는 단계; 및 원하는 x'-방향을 따라 제2 위치로 XY 병진 스테이지로 표본을 이동시키고, 제2 위치는 이미지 센서의 시야 내에 표본의 적어도 제2 부분을 배치시키고, 제2 위치는 표본의 y'-방향으로 실질적으로 이동되지 않으며, y'-방향은 표본의 x'-방향에 직교하고, 이동은 프로세서에 의해 결정된 오프셋의 각도에 기초하는, 상기 이동시키는 단계에 의해, 원하는 x'-방향으로 표본에 걸쳐 스캔하는, 상기 프로세서를 포함한다.

[0025] 제17 실시예에서, 본 발명은 이미지 센서의 픽셀 로우와 XY 병진 스테이지의 x-방향을 정렬시키는 방법을 제공하며, 상기 XY 병진 스테이지는 표본을 고정하기 위한 표본 척을 제공하며, 표본 척은 XY 병진 스테이지에 의해 x-방향 및 y-방향으로 이동되는, 상기 방법에 있어서, 표본 척 또는 표본 척 상에 배치된 표본에 대한 기준 마크를 제공하는 단계; 이미지 센서의 시야 내의 제1 위치에 기준 마크를 배치하고 이미지 센서의 픽셀 로우에 대해 기준 마크의 위치에 대한 제1 픽셀 로우 번호를 결정하기 위해 이미지 데이터를 획득하는 단계, 이미지 센서의 시야 내의 제2 위치에 기준 마크를 배치하기 위해 XY 병진 스테이지의 x-방향만을 따라 표본 척을 이동시키고, 픽셀 로우에 대해 기준 마크의 위치에 대한 제2 픽셀 로우 번호를 결정하기 위해 이미지 데이터를 획득하는 단계, 상기 배치 및 이동시키는 단계들 이후, 제1 픽셀 로우 번호와 제2 픽셀 로우 번호 사이에 있는 제3 픽셀 로우 번호를 가지는 제3 위치에 기준 마크를 배치하기 위해 이미지 센서를 회전시키는 단계를 포함하며, 제3 위

치에 기준 마크를 배치하기 위해 이미지 센서를 회전시키는 단계 이후, (i) 제1 위치에 기준 마크를 배치하는 단계, (ii) x-방향만을 따라 표본 척을 이동시키는 단계, 및 (iii) 제3 위치에 마크를 배치하기 위해 이미지 센서를 회전시키는 단계는 픽셀 로우가 XY 병진 스테이지의 x-방향에 실질적으로 평행할 때까지 반복된다.

도면의 간단한 설명

[0026]

- 도 1a는 본 발명에 따른 현미경 시스템의 개략적인 측면도이다.
- 도 1b는 도 1의 개략적인 전면도이다.
- 도 2a는 단일 축 병진 스테이지의 개략적인 측면도이다.
- 도 2b는 도 2a의 병진 스테이지의 개략적인 상면 설계도이다.
- 도 2c는 두 개의 단일 축 병진 스테이지로 형성된 XY 병진 스테이지의 개략적인 상면 설계도이다.
- 도 3a는 이 발명의 실시예에서 유용한 카메라 로테이터의 개략적인 상면 설계도이다.
- 도 3b는 도 3a의 카메라 로테이터의 개략적인 측면도이다.
- 도 4는 이미지 센서의 픽셀들의 개략적인 표현이다.
- 도 5는 XY 병진 스테이지의 x-방향과 비교하여 표본에 걸친 스캐닝을 위해 원하는 x'-방향의 오프셋의 각도를 결정하기 위해 본 발명의 실시예의 어플리케이션을 위한 일반적인 조건을 나타내는, 이미지 센서(56)에 대한 XY 병진 스테이지(18a, 18b) 상의 표본(S)에 대한 개략적인 표현이다.
- 도 6a는 도 5의 일반적인 시작 조건들로부터 오프셋의 각도를 결정하는 제1 단계의 개략적인 표현이다.
- 도 6b는 오프셋의 각도를 결정하기 위한 제2 단계의 개략적인 표현이다.
- 도 7a는 x'-방향의 기울기(ΔX 및 ΔY)를 결정하기 위한 능력 및 그에 따른 오프셋의 각도를 결정하기 위한 능력으로 귀결되는, 오프셋의 각도를 결정하기 위한 제3 단계의 개략적인 표현이다.
- 도 7b는 이미지 센서의 픽셀의 로우가 x'-방향에 실질적으로 평행하게 되는 회전 단계의 개략적인 표현이다.
- 도 8은 원하는 d' 거리에 대한 원하는 x'-방향을 따라 이미지 센서에 대해 표본을 이동시키는 방법의 개략적인 표현이다.
- 도 9a는 이미지 센서(56)로 XY 병진 스테이지의 x-방향에 이미지 센서의 픽셀 로우를 정렬시키기 위한 본 발명의 실시예의 어플리케이션에 대한 일반적인 조건들을 나타내는, XY 병진 스테이지(18a, 18b) 상의 표본 척(30) 상의 기준 마크(64)의 개략적인 표현이다.
- 도 9b는 도 5의 일반적인 시작 조건들로부터 픽셀 로우를 정렬시키는 제1 단계의 개략적인 표현이다.
- 도 9c는 도 5의 일반적인 시작 조건들로부터 픽셀 로우를 정렬시키는 제2 단계의 개략적인 표현이다.
- 도 10a 및 10b는 XY 병진 스테이지의 x-방향에 이미지 센서의 픽셀 로우를 정렬시키기 위해 이미지 센서를 반복적으로 회전시키는 방법의 개략적인 표현을 함께 제공한다.
- 도 11a, 11b 및 11c는 축-정의 피처에 실질적으로 평행한 픽셀 로우를 갖도록 이미지 센서를 회전시키는 방법의 개략적인 표현을 함께 제공한다.
- 도 12는 본 발명에 따른 이미징 스티칭 기술의 개략적인 표현이다.
- 도 13은 이미지(이미지 데이터)의 모자이크를 사용하는 회전 기술의 개략적인 표현이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027]

선행 기술과는 달리, 본 발명은 XY 스테이지의 x-방향에 원하는 x'-방향을 정렬시키도록 하지 않고, 대신 표본에 걸쳐 스캐닝하기 위한 원하는 x'-방향이 XY 병진 스테이지의 이동의 x-방향과의 정렬을 벗어나도록 한다. 본 발명은 원하는 정렬을 달성하기 위해 이미지 센서를 회전시키며, 이로써 병진 스테이지의 XY 방향과 이미지 센서의 픽셀 로우 및 컬럼 간 오프셋을 생성할 수 있다. 본 발명은 또한 XY 병진 스테이지의 x-방향에 대해 원하는 x'-방향의 오프셋의 각도 또는 기울기를 결정한다. 공지된 오프셋의 각도/기울기 및 원하는 스캐닝 방향에 정렬된 픽셀 로우, 즉 x'-방향의 경우, XY 병진 스테이지는 표본의 y'-방향(y'-방향은 x'-방향에 직교함)으로

표본에 대한 이미지 센서의 실질적인 이동 없이 이미지 센서에 대해 표본을 원하는 x'-방향을 따라 다른 위치들로 이동시키도록 제어될 수 있다.

- [0028] 본 발명은 또한 XY 병진 스테이지의 x-방향에 이미지 센서의 픽셀 로우를 정확하고 정밀하게 정렬시키는 방법을 제공한다. 그런 다음 이러한 정렬은 XY 병진 스테이지의 x-방향에 대해 표본의 원하는 x'-방향의 오프셋의 각도/기울기를 결정하기 위한 방법으로 이어진다.
- [0029] 본 발명의 일반적인 프로세스는 본 명세서에서 다양한 실시예들에 개시되며, 일단 프로세스의 일반적인 물리적 조건들이 확립되면, 프로세스는 적절히 구성된 현미경 검사 시스템과 컴퓨터 비전, 모션 컨트롤 및 측정 등과 같은 관련 컴퓨팅 프로세싱 및 현미경 검사 기법들을 통해 자동화된 방식으로 수행될 수 있다. 본 명세서에서 사용된 바와 같은 "컴퓨터 비전(computer vision)"은 이미지 프로세싱을 위한 알고리즘, 패턴 인식, 컴퓨터 비전 또는 이미지 분석에 대한 다른 공지된 기술들을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 우선, 일반적인 현미경 장치의 양상은 이후 개시되는 본 발명의 방법들로 개시된다.
- [0030] 도 1a 및 1b는, 본 발명의 예로서 반사광 현미경 시스템(reflected light microscope system)(2)의 실시예를 도시하며, 본 발명은 투과광 현미경(transmitted light microscopes), 도립현미경(inverted microscopes), 전자 현미경(electron microscopes)과 같은 다른 타입의 현미경들에 동일하게 적용 가능함을 적시하고 있다. 일반적인 현미경 시스템(2)의 표준부는 스탠드(stand)(4), 수직 조명기(vertical illuminator)(6), 카메라(8), 렌즈 튜브(10), 노우즈피스(nosepiece)(12), 대물 렌즈(14), z-축 포커스 암(z-axis focus arm)(16) 및 XY 병진 스테이지(XY translation stage)(18)를 포함한다. 이러한 구성요소들은 당업자에게 잘 알려져 있다. 카메라 로테이터(camera rotator)(20)는 본 발명에 따른 스캐닝 및/또는 이미징의 고유한 방법을 달성하기 위해 XY 병진 스테이지(18)와 함께 동작한다.
- [0031] XY 병진 스테이지는 당업계에 잘 알려져 있다. 그것들은 여러 가지 중에서도 스텝퍼(stepper), 서보(servo) 또는 선형 모터로 구동될 수 있다. XY 병진 스테이지의 구성은 X 및 Y 스테이지의 직교 정렬에서 마이너한 오류가 실제로 경험되지만, 전형적으로 z-축 포커스 암(16)에 하나의 단일 축 스테이지를 부착하고 변환 축이 서로 90도인 채로 제1 스테이지에 제2 단일 축 스테이지를 부착한다. 직교 정렬은 일반적으로 공지된 용어이며, x와 y 축을 따라 정확하게 이동하는 두 스테이지에 대해, y-축에 대한 이동 라인이 x-축의 이동 라인에 직교해야 한다는 사실을 말한다. 두 이동 라인들이 직교하지 않는 경우, x-축 이동은 y-방향으로의 위치 오류를 일으킨다. 직교 오류는 y-방향으로 발생하는 위치 오류 측면에서 이론상의 x-축 방향과 경험적인 x-축 이동 방향 간 오프셋 정도로 표현될 수 있다. 이는 또한 x-방향 이동 길이 당 y 위치 오프셋(예를 들어, 400mm X-방향 이동 당 10 마이크론 y 위치 이동)으로 표현될 수 있다.
- [0032] 도 2a, 2b 및 2c는 XY 변환 스테이지의 전형적인 구성의 예를 제공한다. 도 2a는 드라이브 모터(drive motor)(23), 드라이브 스크류(drive screw)(24) 및 쿠션 블록(cushion blocks)(26a 및 26b)를 갖는 스탠드(26)를 포함하는 단일 축 스테이지(18a)를 나타낸다. 쿠션 블록(26a 및 26b)은 커플링(도시되지 않음)에 의해 드라이브 모터(23)에 부착되는 드라이브 스크류(24)를 지지하기 위한 베어링(bearings) 및 리테이너(retainers)(도시되지 않음)를 포함한다. 도 2b는 단일 축 스테이지(18a)의 탑 다운 뷰(top down view)이다. 이 실시예에서, 가이드 로드(guide rods)(28a 및 28b)는 표본 척(30)의 이동에 대한 안정성과 안내를 제공하기 위해 존재한다. 표본 척(30)은 가이드 로드(28)가 이동되는 선형 베어링(도시되지 않음) 및 드라이브 스크류(24)의 회전 방향에 따라 드라이브 스크류(24)를 따라서 척(30)을 추진시키는 볼 너트(ball nut)(32)를 포함한다. 스탠드(26)는 z-축 포커스 암에 부착하기 위한 장착 홀(34a 및 34b)이 제공된다. 제1 단일 축 스테이지(18a) 및 제2 단일 축 스테이지(18b)는 당업계에 일반적으로 알려져 있고 도 2c에 도시된 바와 같은 XY 병진 스테이지를 만들기 위해 결합될 수 있으며, 스테이지(18b)는 표본 척(30)을 고정하는 스테이지(18a)를 고정한다.
- [0033] 이 특정 XY 병진 스테이지는 단지 예로서 제공되는 것일 뿐, 기존 또는 이후 생성된 XY 병진 스테이지의 다른 구성이 본 발명에서 유용한 것으로 발견될 수 있다는 것을 알 수 있을 것이다. 본 명세서의 개시로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 발명에 사용된 변환 스테이지는 XY 스테이지의 정확한 제어를 허용하고 x 및 y 스테이지의 정확한 위치 정보를 제공하는 것만이 필요할 뿐이다. 예를 들어, 스크류 드라이브를 이용한 변환 스테이지에서, 피드백은 이동된 거리에 정비례하는 신호를 제공하는 회전식 인코더(rotary encoders)의 형태일 수 있다. 다른 변환 스테이지에서, 선형 인코더(linear encoder)는 스테이지의 위치의 피드백을 직접 제공하는데 사용될 수 있다.
- [0034] 도 3a 및 3b는 도 1a에 도시된 것과 같은 카메라 로테이터(20)에 대한 보다 세부사항을 제공한다. 이 구성은 단지 예를 들어 도시되는 것일 뿐, XY 스테이지에 대한 카메라의 회전을 초래하는 다른 구성들이 가능하다는 점을

유의해야 한다. 여기서, 로테이터 하우징(36)에 플랜지(flange)(38)가 제공되어 렌즈 튜브(10)에 부착되고 잠금 스크류(locking screws)(40a 및 40b)에 의해 제자리에 고정될 수 있다. 회전 카메라 마운트(rotational camera mount)(42)는 하우징(36)에 고정되며 베어링(55) 내에서 자유롭게 회전한다. 커넥터(46)는 카메라 마운트(42)에 카메라(8)를 부착하는 역할을 한다. 풀리(pulley)(50), 구동 벨트(52) 및 카메라 로테이터 풀리(54)와 함께 드라이브 모터(48)는 카메라(8)를 회전시키는 수단을 제공한다. 회전식 인코더, 전위차계(potentiometer), 스텝퍼 모터 제어 또는 다른 유사한 장치는 각회전(angular rotation)(α)이 알려지도록 사용될 수 있다. 이는 회전 정도에 비례하는 신호 출력으로부터 매우 정확한 오프셋의 각도가 결정되도록 그 신호를 (예를 들어, 프로세서(22)로) 제공할 것이다. 일부 실시예들에서, 카메라의 정확한 회전의 정도를 제공하기 위해 모터 어셈블리 내에 회전식 인코더가 제공된다.

[0035] 현미경의 모든 조절 가능한 부분들은 추가적인 적절한 하드웨어 및 하나 이상의 프로세서들에 의해 제어될 수 있음을 이해해야 한다. 여기서, 프로세서(22)는 카메라 로테이터(20), 카메라(8) 및 XY 병진 스테이지(18)(및 z-축 포커스 암(16))을 제어하는 것으로 도시되며, 적절한 하드웨어 및 소프트웨어가 포함되며 일반적으로 프로세서(22)에 의해 표시된다. 복수의 프로세서들이 사용될 수 있을 것이며, 동일한 것이 도면에서 프로세서(22)의 간단한 사용에 의해 포함될 수 있음이 이해될 것이다. 현미경 시스템(2)의 다른 양상들 또한 그렇게 제어될 수 있다. 소프트웨어는 카메라(8)의 회전 및 이미지 센서(56)를 통해 이미지 데이터를 기록하기 위한 카메라의 활성화뿐만 아니라, XY 병진 스테이지(18)의 X, Y 및 Z 이동을 제어하도록 프로그램된다. 포커싱은 알려진 방법들로도 자동화될 수 있다. 당업계에 공지된 바와 같이, 스테이지 이동은 회전식 또는 선형 인코더에 의해 정확하게 알려지고 제어될 수 있다. 카메라 회전은 회전식 인코더, 전위차계, 스텝퍼 모터 제어 등에 의해 정확하게 알려질 수 있다. 이러한 정확한 포지셔닝 장치들은 본 발명을 수행하는 것을 돕는 소프트웨어에 입력을 제공하는데 사용될 수 있다. 컴퓨터, 프로그램 가능한 컨트롤러 또는 프로세서(22)와 같은 다른 프로세서는 입력을 분석하고 스테이지 및 로테이터에 제어 출력을 제공하기 위해 사용된다.

[0036] 카메라(8)는 표본(S)의 이미지 (또는 이미지 데이터)를 캡처하는 데 사용되는 (CCD 또는 CMOS 센서와 같은) 이미지 센서(56)를 포함할 수 있다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, "이미지"는 관찰자에 의해 볼 수 있는 이미지의 실제 생산을 필요로 하지 않으며, 단순히 원하는 이미지를 생성하는데 사용될 수 있는 디지털 데이터의 획득을 필요로 한다. 따라서, "이미지" 및 "이미지 데이터"는 본 명세서에서 큰 차이 없이 사용된다. 이미지 센서는 픽셀들로 구성된다. 일반적인 센서는 0.5 내지 10 메가 픽셀 이상을 가질 수 있다. 픽셀 크기는 다양하며, 일반적으로 3 내지 10 마이크로미터(μm)이며, 일반적인 센서 사이즈는 25 제곱 미터 미만 내지 800 제곱 미터 초과일 수 있다. 이미지 센서(56)의 표현이 도 4에 도시된다. 이미지 센서의 시야는 현미경 대물 렌즈(14)의 확대 기능이라는 것을 깨닫는 것이 중요하다. 10x12 mm인 이미지 센서는 100x 배율로 0.10x0.12인 시야를 가질 것이다. 확대된 시야는 검사될 표본보다 훨씬 작다는 것을 알 수 있다.

[0037] 언급된 바와 같이, 수행된 프로세스는 두 개의 주요 단계들인, 이미지 센서의 픽셀 로우가 표본의 원하는 x'-방향(즉, 원하는 스캐닝 방향)과 실질적으로 평행하도록 이미지 센서를 회전시키는 단계, 및 XY 병진 스테이지와 비교하여 원하는 x'-방향의 오프셋의 각도를 결정하는 단계를 포함한다. 본 명세서의 다른 실시예들에서, 때로는 이러한 단계들이 분리 및 구분되고, 때로는 그들이 오버랩된다. 일 실시예에 따르면, 표본의 x'-방향에 정렬된 픽셀 로우를 갖도록 이미지 센서를 회전시키기 전에 상기 이미지 센서의 정확한 기준 위치를 제공하기 위해 XY 병진 스테이지의 X-방향에 이미지 센서의 픽셀 로우를 정렬시키는 프로세스가 먼저 실행된다.

[0038] x'-방향에 실질적으로 평행한 픽셀 로우, 및 오프셋의 각도가 알려져 있으면, 이미지 센서에 대한 표본에 대한 위치를 확립하는 단계로서, 제1 위치는 이미지 센서의 시야 내에 표본의 적어도 일부를 배치하는, 상기 확립하는 단계; 및 XY 병진 스테이지로 원하는 x'-방향을 따라 제2 위치로 표본을 이동시키는 단계로서, 제2 위치는 이미지 센서의 시야 내에 표본의 적어도 제2 부분을 배치하고, 제2 위치는 표본의 y'-방향으로 실질적으로 이동되지 않으며, y'-방향은 표본의 x'-방향과 직교인, 상기 이동시키는 단계에 의해 표본에 걸쳐 유리한 스캐닝이 달성될 수 있다. 상기 이동시키는 단계에서, 이동은 상기 결정하는 단계에서 결정된 오프셋의 각도에 기초된다.

[0039] 일부 실시예들에서, 오프셋의 각도가 사용된다고 말하는 것이 정확하지만, XY 병진 스테이지의 x'-방향과 비교하여 원하는 x'-방향의 기울기가 대신 사용될 수 있으며, 본 명세서의 목적상 "오프셋의 각도"는 기울기(m) 또는 각도(도)로 표현 또는 개념화될 수 있으며, 베이스 라인에 대한 기울기(m) 라인의 각도는 $\tan^{-1}(m)$ 이라는 것이 이해될 것이다. 즉, 기울기를 알면, 반대로 각도가 계산될 수 있다.

[0040] 본 발명의 제1 실시예가 도 5-8을 참조하여 개시되며, 현미경 시스템(2)의 관련 부분들이 도시되고 본 실시예에 의해 다루어지는 일반적인 스캐닝 조건들을 설명하는 것을 돕는다. 표본(S)은 카메라(8)의 이미지 센서(56) 근

처에 위치한 표본 척(30) 상에 위치된다. 이미지 센서(56)는, 가이드 로드로 나타낸, XY 변환 스테이지(18) 및 표본(S)이 이미지 센서(56) 아래에 표본(S)을 위치시키기 위해 이동 가능하도록 그 중심 축에 대해 회전 가능한 고정 위치에 있다. 일부 실시예들에서, 카메라(8) 및 이미지 센서(56)는 현미경의 일부이며, 이미지 센서(56)는 대물 렌즈(14) 및 다른 주지의 현미경 구성요소들을 통해 이미지 센서(56)에 도착하는 이미지 데이터를 기록하는데 사용될 수 있음이 이해될 것이다. 당업자들은 현미경의 사용이 어떻게 관련되는지를 이해하기 위해 여기에 제시된 도식 이상의 추가 개시를 필요로 하지 않는다.

[0041] 도 5-8의 이러한 특정 예에서는, 표본의 원하는 x'-방향을 따라 표본(S)을 스캔하는 것이 바람직하다. 특히, 표본의 원하는 x'-방향은 (x 및 y 화살표로 나타낸 바와 같이) 표본 척(30)의 x 및 y 이동 방향으로부터 각도로 오프셋되며, 이에 따라 원하는 x'-방향은 스테이지(18)의 x- 및 y-방향에 대한 기울기를 정의한다. 이 예에서, x'-이동 방향은 정렬 마크(60)와 정렬 마크(62) 사이에 그려진 라인으로 표시된다. 개시를 위해, 오프셋의 각도는 상당히 중요한 것으로 도시되며, 그럴 수 있지만, 본 발명은 아주 작은 정도의 오프셋의 각도라도 고배율로 스캐닝 및/또는 스티칭하는데 상당한 문제를 일으킬 수 있으므로, 종종 오프셋의 각도가 매우 작은 경우에 사용될 수 있을 것이라는 점도 이해되어야 한다.

[0042] 도 4에 도시된 바와 같이, 그리고 당업계에 일반적으로 알려진 바와 같이, 이미지 센서(56)는 픽셀 로우와 픽셀 컬럼을 포함하며, 이는 픽셀 로우 P(1, 1) 내지 P(j, 1) 및 픽셀 컬럼 P(1, 1) 내지 P(1, i)로 도시적으로 나타낸다. 배정기술에서 언급한 바와 같이, 카메라(8) 및 그 이미지 센서(56)는 일반적으로 병진 스테이지(18)/표본 척(30)의 x-방향에 평행하게 픽셀 로우를 배치하도록 장착되며, 이에 따라 병진 스테이지(18) 및 표본 척(30)의 y-방향에 평행하게 픽셀 컬럼을 또한 배치한다. 그러나, 자동화된 방법 또는 보다 일반적인 시각적 방법을 통해 완벽한 정렬을 달성하는 데 있어서의 기계 가공 공차(machining tolerances) 및 제한사항으로 인해, 이미지 센서(56)의 로우 및 컬럼은 보통 병진 스테이지(18)의 x- 및 y-방향에 정렬되지 않는다. 따라서, 이 실시예에서, 센서 로우 및 컬럼은 스캐닝의 x' 또는 y' 원하는 방향에 평행하지 않는다.

[0043] 종래 기술과 달리, 본 발명은 표본의 원하는 x'-방향에 평행한 위치에 픽셀 로우를 배치하기 위해 카메라(8) 및 이에 따라 카메라(8)에 포함된 이미지 센서(56)를 회전시킨다. 일부 실시예들에서, 상대적 회전은 이미지 센서, 이미지 센서를 고정하는 카메라, 또는 카메라를 고정하는 현미경을 회전시키거나 또는 시스템 구성요소의 임의의 다른 적절한 조작을 통해 달성될 수 있다.

[0044] 도 5의 실시예에서, 오프셋의 각도는 표본(S)에 대한 두 기준 마크들, 여기서는 정렬 마크들 사이의 기울기를 잴으로써 결정된다. 원하는 x'-방향에 실질적으로 평행하게 픽셀 로우를 배치하기 위한 이미지 센서의 회전은 기울기를 재기 전 또는 후에 실시될 수 있으며, 이러한 회전에 대한 다양한 방법들이 실시될 수 있다.

[0045] 도 5에서, 표본(S)은 두 정렬 마크(60 및 62)가 새겨진 것으로 보인다. 마크(60 및 62)를 통과하는 라인의 방향은 원하는 스캐닝 방향 x'를 정의한다. 참고로, 직교하는 중심선들이 이미지 센서(56)를 통해 도시되며, 이들의 교차점은 이미지 센서 중심(C)을 표시한다. 도 6a는 정렬 마크(60)가 이미지 센서(56)의 중심에 위치되도록 하는 위치로 표본 척(30)을 이동시키는 것을 도시한다. 이러한 이동 및 포지셔닝은 컴퓨터 비전 및 표준 변환 스테이지 모션 제어를 사용하여 결정된다. XY 변환 스테이지(18)의 좌표가 기록되고 향후 이동을 위한 원점으로 설정된다. 예를 들어, 프로세서(22)는 본 명세서의 교시에 따른 위치 및 이동 데이터를 기록 및 분석할 수 있다. 컴퓨터 비전 및 모션 제어(예를 들어, 프로세서(22)를 통해)를 사용하여, XY 스테이지(18)는 정렬 마크(62)가 도 6b에 도시된 바와 같이 이미지 센서(56)의 중심에 오도록 재위치 된다. 스테이지를 x-방향 및 y-방향으로 이동시키기 위한 거리는 본 명세서의 교시에 따라 계산 및 기록되거나, 추가 처리를 위해 유지된다. 도 7a는 이러한 이동을 도시하며 x-방향으로의 변화를 ΔX 로 표시되고, y-방향으로의 변화를 ΔY 로 표시된다.

[0046] 정렬 마크들(60, 62)은 ΔX 및 ΔY 를 재기 위해 이미지 센서(56)의 중심(C)에 포커싱되지만, 정렬 마크들을 배치하고 ΔX 및 ΔY 를 재기 위해 임의의 픽셀 또는 픽셀 세트(들)를 타겟 픽셀(들)로 지정하는 것이 가능하다는 점이 이해될 것이다. 따라서, 이미지 센서(56)의 하나 이상의 타겟 픽셀과 중첩하도록 정렬 마크(60)를 배치하고, 이후 동일한 하나 이상의 타겟 픽셀과 중첩하도록 정렬 마크(62)를 배치하기 위해 표본을 이동시킨다; 이후 ΔX 와 ΔY 를 획득하기 위해 x 및 y 이동을 쟀다.

[0047] 일부 실시예들에서, 정렬 마크는 픽셀보다 작고, 이에 따라 ΔX 및 ΔY 를 재기 위해 단일 픽셀을 타겟으로 한다. 다른 실시예들에서, 정렬 마크는 복수의 픽셀들을 포함한다. 일부 실시예들에서, 정렬 마크는 복수의 픽셀들을 포함하고, 정렬 마크의 중심은 (예에서 사용된 중심(C)과 같은) 타겟 픽셀로 포지셔닝하기 위해 계산 및 사용된다. 중심은 컴퓨터 비전을 통해 계산될 수 있다.

- [0048] 표본에 의도적으로 배치된 정렬 마크를 사용하는 대신, 일부 실시예들에서는 원하는 x'-방향으로 연장되는 (일부 실시예들에서의) 마이크로 회로 구성요소 또는 (다른, 비-제한 실시예들에서의) 포토리소그래픽 피쳐와 같은 표본(S) 상의 구성요소 피쳐들(component features)을 사용하는 것이 가능하다. 식별 가능한 구성요소 피쳐들은 정렬 마크와 동일한 방식으로 사용될 것이다.
- [0049] ΔX 및 ΔY 를 알면 $\Delta Y/\Delta X$ 인 기울기(m)를 제공한다. 기울기를 통해, XY 변환 스테이지의 x-방향 및 y-방향과 비교하여 원하는 이동 방향(x')이 정의된다. 기울기($\Delta Y/\Delta X$)에 의해 정의되고 정렬 마크들(60, 62)을 통과하는 라인인 x-방향으로 연장되고 정렬 마크(60)를 통과하여 연장되는 라인에 대해 각도(α)를 형성한다. 도 8을 참조하면, 각도(α)는 $\tan^{-1}(m)$ 로 계산될 수 있다. 각도(α)를 알면, 임의의 원점(예를 들어, 정렬 마크(60)에 의해 포함된 지점)으로부터 x'-방향으로의 임의의 이동이 계산될 수 있다. 예를 들어, 도 8에서, 정렬 마크(60)에서의 원점에서 x'-방향으로의 d'의 거리를 이동하기 위해서 표본 측은 $\Delta X = d' \cos(\alpha)$; $\Delta Y = d' \sin(\alpha)$ 만큼 이동할 수 있다. 원점은 x-방향 및 y-방향으로 병진 스테이지(18)의 최대 이동에 의해 정의된 평면 내의 임의의 위치로 설정될 수 있다. 동일한 과정들이 y'-방향으로의 이동을 계산하는데 사용될 수 있음을 알 수 있다. 또한 다른 수학적 기법들이 x'- 및 y'-방향으로의 이동을 계산하는데 사용될 수 있음을 알 수 있다.
- [0050] y'-방향으로의 실질적인 이동 없이 x'-방향을 따라 다른 위치들로 정확하게 이동할 수 있게 된 것은 x'-방향으로의 정확한 스캐닝을 허용하고, 특히 이미지 센서의 픽셀들의 로우가 x'-방향에 실질적으로 평행할 때, 이미지 센서에 의해 기록된 복수의 이미지들 또는 이미지 데이터의 정확한 스티칭을 용이하게 한다. 따라서, 본 실시예에서, 위에 언급된 바와 같은 오프셋의 기울기/각도를 결정하기 전 또는 후, 이미지 센서는 픽셀들의 로우를 x'-방향에 실질적으로 평행하게 배향되도록 회전되며, 그렇게 하기 위한 일부 방법들이 다음에 개시된다.
- [0051] 도면들 및 특히 도 7b에 나타난 특정 방법에서, 센서는 원하는 스캐닝 방향(x')과 픽셀 로우를 정렬하기 위해 로테이션(Ra)으로 회전된다. 이 실시예에서는, 회전이 ΔX 및 ΔY 의 결정 후 발생하지만, 다른 실시예에서는, 이미지 센서가 먼저 정렬된 다음 ΔX 및 ΔY 가 위에 기재된 이동을 통해 결정될 수 있음이 이해될 것이다. 본 명세서에서 회전 기법들은 아래에 개시된다.
- [0052] 일부 실시예들에서, 일반적으로 도 11a, 11b 및 11c에 나타난 바와 같이, 이미지 센서의 회전은 표본(S) 상에서 축-정의 피쳐(66)를 식별하는 것을 포함하며, 축-정의 피쳐(66)는 원하는 x'-방향으로 진행되는 검출 가능한 형태를 갖는다. 축-정의 피쳐(66)는 그것이 원하는 스캐닝 방향(x')를 정의하기 위해 제공되기 때문에 그렇게 명명된다. 컴퓨터 비전은 축-정의 피쳐(66)의 검출 가능한 형태에 기반하여 표본의 x'-방향에 평행하게 픽셀 로우를 배향하는데 사용된다. 직사각형 형태가 축-정의 피쳐(66)로 도시된다.
- [0053] 다른 회전 기법은 도 13에 도시되며, 제1 정렬 마크(60) 및 제2 정렬 마크(62) 둘 다를 포함하여 중첩 이미지들(m1, m2, m3, m4)의 모자이크를 형성하고, 두 정렬 마크들 간 기준선(70)을 계산하고 기준선(70)에 이미지 센서의 픽셀 로우를 정렬시키기 위해 컴퓨터 비전을 사용하는 것을 포함한다. 도 13에서, 표본은 복수의 이미지들(m1, m2, m3, m4)을 얻기 위해 이미지 센서(56)에 대해 이동되었으며, 이러한 이미지들(즉, 이미지 데이터)은 정렬 마크(60)와 정렬 마크(62) 사이의 기준선(70)을 정의하기 위해 컴퓨터에 의해 처리될 수 있다. 이미지 데이터의 이러한 합성으로, 컴퓨터 비전은 컴퓨터(예컨대, 프로세서(22))에 의해 계산된 바와 같은 기준선(70)에 이미지 센서의 픽셀 로우를 정렬시키기 위해 사용된다.
- [0054] 예를 들어, 이미지(m1)의 위치로부터, 정렬 마크(60)의 위치를 고려하여, 표본은 이미지 센서의 시야의 폭보다 작은 증분 거리(간격)로 x-방향으로 이동된다. 여기에서, 거리는 도면들에서 컨셉을 쉽게 묘사할 수 있도록 단지 폭의 75%(즉, 총 4 픽셀 중 3 픽셀 이동)이다. 그러나, 일부 실시예들에서, (아래에 기재된 y 증분 이동을 포함하여) 이러한 증분은 시야의 (폭 또는 높이 치수의) 5 내지 50% 일 수 있다. 다른 실시예들에서는, 증분이 시야의 10% 내지 30%이고, 다른 실시예들에서는 시야의 10 내지 20%이다. 표본은 정렬 마크(62) 아래에 이미지 센서를 정렬하기에 적절한 거리가 이동될 때까지 이러한 증분만큼 x-방향으로 이동된다. 각 증분 이동에서 이미지가 획득된다(예를 들어, m1, m2, m3, m4). 그런 다음, 표본은 정렬 마크(62)가 센서의 시야 내에 있을 때까지 y-방향으로 이동된다. 이미지는 각 증분에서 획득된다(예를 들어, m5, m6). 표준 이미지 스티칭 기법을 사용하여, 합성 이미지에서 정렬 마크들(60 및 62)을 나타내는 합성 이미지가 획득된다. 다시, 이러한 이미지 데이터의 합성에서, 컴퓨터 비전은 기준선(70)에 이미지 센서의 픽셀 로우를 정렬시키기 위해 사용된다.
- [0055] 정렬된 픽셀 로우를 통해(그렇게 하도록 사용된 방법에 상관없이), 오프셋의 기울기/각도는 x'-방향 단독으로 정확하게 이동/스캔하기 위해 도 8에 대해 언급된 바와 같이 사용될 수 있다.
- [0056] 원하는 x'-방향에 평행하게 픽셀 로우를 배향시키는 것에 대해, 특히 고 배율(작은 각도의 오프셋이 보다 쉽게

인식되는 경우)로 동작할 가능성을 고려할 때, 완전히 평행한 관계는 이론적으로만 가능하다는 점이 이해될 것이다. 본 발명은 표본의 x'-방향과 픽셀 로우가 연장된 방향 간 오프셋의 정도가 극히 낮거나 없도록 원하는 x'-방향과 픽셀 로우를 정렬시키고자 한다. 이는 XY 병진 스테이지와 관련하여 위에 설명된 "직교성 오류(orthogonality error)"의 문제와 유사하다. 일부 실시예들에서, 픽셀 로우는 원하는 x'-방향에서 0.002도 미만인 것으로 여기에서는 충분하다. 일부 실시예들에서, 픽셀 로우는 원하는 x'-방향에서 0.0015도 미만이고, 다른 실시예들에서는 0.001도 미만이며, 다른 실시예들에서는 0.0005도 미만이며, 다른 실시예들에서는 0.00025도 미만이고, 다른 실시예들에서는 0.0002도 미만이며, 다른 실시예들에서는 0.00015도 미만이고, 다른 실시예들에서는 0.0001도 미만이며, 다른 실시예들에서는 0.00005도 미만이다. 요약하면, 본 명세서에서 정렬에 대한 인용은 절대적인 완벽한 정렬을 요구하는 것이 아니라, 본 발명이 제공되는 목적에 적합한 실질적인 정렬(또는 실질적으로 평행한 관계)을 요구한다. 일부 실시예들에서, 본 발명은 100x 정도 또는 그 이상에서도 고배율에서 직교성 오류를 실질적으로 감소시키는 역할을 한다. 특히, 본 발명은 높은 수준의 배율에서도, y'-방향으로의 상당한 이동 없이 원하는 x'-방향을 따라 스캐닝하기에 적합한 매우 정확한 정렬을 제공한다.

[0057] 본 발명의 제2 실시예는 도 9-11에 도시되며, 먼저 픽셀 로우가 x-방향에 실질적으로 평행하도록 이미지 센서(56)를 병진 스테이지(18)와 정렬시키는 방법에 관한 것이다. 따라서, 이 실시예의 첫 번째 단계는 병진 스테이지(18)의 이동에 정렬(즉, x-방향 이동 및 y-방향 이동에 평행한 픽셀 로우 및 컬럼)되는 센서(56)를 필요로 한다. 도 9a는 이미지 센서(56)의 위치 좌측에 표본 척(30)을 갖는 병진 스테이지를 도시한다. 일부 실시예들에서, 표본 척(30a)은 컴퓨터 비전에 의해 보여지고 위치되도록 제공된 그 위에 새겨진 기준 마크(64)를 갖는다. 다른 실시예들에서, 표본 척(30a) 상에 배치된 표본(S)은 그 위에 기준 마크를 가지므로, 이 방법은 기준 마크를 포함하여 표본 척 또는 그 위에 배치된 표본을 구상하도록 하지만, 상기 방법은 표본 척(30a) 상에 기준 마크(64)를 나타내는 이미지들에 대해 구체적으로 개시된다. 표본 척 상에 배치된 시료 상의 기준 마크로 이 방법을 구현할 경우, 표본 간 상대적 위치는 표본 척의 이동 동안 변경되지 않도록 해야 한다.

[0058] 도 9b에 의하면, 표본 척(30)은 기준 마크(64)가 이미지 센서(56)의 시야 내에 있을 때까지 x-방향으로 이동된다. 앞서 언급된 바와 같이, 각 픽셀은 P(j, i)로 지정된 고유한 위치를 갖는다. 도 9b에서, 마크(64)는 예시의 목적으로 이미지화 되었으며, P(13, 4)에 위치된다. 도 9c에 도시된 바와 같이, 표본 척(30)은 기준 마크(64)가 여전히 이미지 센서 시야 내에 있지만 이미지 센서(56)에 대해 횡으로 이동(x-방향)되도록 XY 병진 스테이지(18)에 의해 x-방향으로 이동된다. 기준 마크(64)는 이제 픽셀 P(9, 17)에 위치된다. 도시된 예는 실제 스케일 이 아님에 유의해야 한다. 이미지 센서는 1,000개의 픽셀 로우 및 1,000개의 픽셀 컬럼을 가질 수 있다.

[0059] 이러한 첫 번째 횡방향 이동 및 이미징 이후, 이미지 센서(56)가 표본 척(30)의 시야에 걸쳐 스캔할 때, 기준 마크(64)가 센서에 걸쳐 통과할 때와 동일한 픽셀 로우 또는 로우들에서 이미지화 되도록, 즉 y-방향으로의 상대적 위치에서 실질적인 변화가 없도록, 카메라를 회전시키는 것이 목적이다. 도 10a는 이미지 센서(56)와, 도 9b의 이미지(P(13, 4)에서의 마크) 및 도 9c의 이미지(P(9, 17)에서의 마크)에서의 기준 마크(64)의 상대적 위치를 나타낸다. 중심 라인들은 (병진 스테이지(18)에 의해 정의된 바와 같이) 표본 척(30)의 x- 및 y-방향 이동을 나타낸다. 도 9a-9c에서와 같이 배향된 이미지 센서(56)의 경우, 이미지 센서(56) 및 표본 척(30)의 상대적 이동 동안 매우 큰 y-방향 이동이 있으며, 이러한 이동은 두 위치에서의 기준 마크(64)의 로우 번호의 평균화를 수반하는 방법에 의해 감소되고 효과적으로 제거될 수 있다. 이 예에서, 기준 마크(64)는 도 9b의 이미지에서 로우 13에 있으며, 도 9c의 이미지에서 로우 9에 있다. 평균(즉, $(9+13) \div 2 = 11$)을 나타내는 라인은 도 10a 및 10b에서 로우 11에 걸쳐 도시된다. 표본 척(30)이 여전히 도 9c에 나타난 바와 같은 제2 위치에 있다고 가정하면, 카메라(8) 및 이미지 센서(56)는 로테이션(Rb)(도 10a 참조)에 의해 회전되므로, 기준 마크(64)는 로우 11에 있다. 도 10b에 도시된 바와 같이, 이 단계는 이미지 센서(56)의 픽셀의 로우를 표본 척(30)의 x-방향으로 평행에 가깝게 배치한다. 두 위치에서 이미지 센서에 걸쳐 이미징한 다음 카메라를 회전시키는 이러한 단계들은 이미지 센서의 픽셀 로우와 병진 스테이지의 x-방향 간 원하는 실질적인 정렬에 도달될 때까지 반복된다. 일부 실시예들에서, 상기 단계들은 (컴퓨터 비전에 의해 결정된 바와 같이) 기준 마크(64)의 중심이 이미지 센서(56)의 전체 폭에 걸쳐 스캔될 때 단일 픽셀 로우에 남아 있을 때까지 반복된다. 특히, 두 위치에서 기준 마크(64)의 로우 번호를 평균내는 것은 단지 매우 정확한 정렬에 반복적으로 도달하기 위한 한 가지 방법일 뿐이다. 다른 실시예에서는, Rb에 의해 나타난 회전은 단순히 두 위치들 간 이미지 센서의 이동 시 기준 마크에 대한 두 로우 번호 사이의 로우 번호에 기준 마크(64)를 배치하는 것으로 충분하다.

[0060] 일부 실시예들에서, 기준 마크(64)는 픽셀보다 작으며, 이에 따라 이 정렬 프로세스를 수행하기 위해 단일 픽셀을 타겟으로 한다. 다른 실시예들에서, 기준 마크(64)는 복수의 픽셀들을 포함한다. 일부 실시예들에서, 기준 마크(64)는 복수의 픽셀들을 포함하고, 기준 마크(64)의 중심은 (예에서 사용된 중심(C)과 같은) 타겟 픽셀에

포지셔닝하기 위해 계산 및 사용된다. 중심은 컴퓨터 비전을 통해 계산될 수 있다.

- [0061] 일부 실시예들에서, 기준 마크(64)는 각 배치에서 시야의 가장자리에 가깝게 위치되지만, 여전히 이미지 센서의 시야 내에 위치된다. 이는 y-방향 이동을 재기 위해 더 긴 x-방향 이동을 사용하기 때문에 보다 정확한 평가(assessment)를 제공한다. 예를 들어, 도면들 마다, 기준 마크(64)는, 도 9b에 도시된 이미지에서, 마크가 여전히 시야 내에 있지만 시야의 가장자리에 가까운 중심의 좌측에 위치되도록 위치되는 반면, 기준 마크(64)는, 도 9c에서, 기준 마크(64)가 여전히 시야 내에 있지만 시야의 가장자리에 가까운 센터의 우측에 위치되도록 재위치된다.
- [0062] 표본 척(30)의 x 이동에 이미지 센서(56)를 정렬한 후, 이미지 센서(56)는 표본에 걸쳐 스캐닝하기 위해 원하는 x'-방향에 이미지 센서(56)를 정렬시키도록 회전된다. 이 실시예에서, 표본(S1)은 표본(S1)에 걸쳐 스캐닝하기 위해 원하는 x'- 및/또는 y'-방향을 정의하는 별개의 축-정의 특성들로 그 위에 축-정의 피처(66)가 각인된 표본을 나타낸다. 도 11a는 스캐닝하기 전에 표본 척(30)에 배치된 표본(S1)을 도시하며, 이미지 센서(56)가 표본 척(30)의 x 및 y 이동에 정렬되는 것을 시각적으로 나타내기 위한 라인(72)이 제공된다. 도 11b에 도시된 바와 같이, 표본 척(30)은 피처(66)가 센서(56)의 시야 내에 있도록 이동된다. 도 11c에서, 이미지 센서(56)는 피처(66)에 의해 정의된 x'-방향에 이미지 센서의 픽셀 로우를 정렬시키기 위해, 측정 번호의 각도(Rc)(이는 또한 α 이다)로 회전된다. 이미 언급된 바와 같이, 이미지 센서 회전은, 각회전(α)이 알려진 것과 같은, 회전식 인코더, 전위차계, 스텝퍼 모터 제어 등에 의해 정확하게 알려질 수 있다.
- [0063] 대안적으로, 표본 척(30)의 x 이동에 이미지 센서(56)를 정렬시킨 후, 정렬 마크 및 모자이크는 원하는 x'-방향을 식별하고 (도 13에서와 같은) 이미지 센서를 회전시키기 위해 사용될 수 있다.
- [0064] 특히, 기준 마크(64)는 XY 병진 스테이지와 관련되기 때문에, 이미지 센서의 픽셀 로우의 XY 병진 스테이지의 x-방향과의 정렬은 한번만 수행될 필요가 있으며, 정렬된 위치는 추후 사용을 위해 기록될 수 있다. 따라서, 다른 표본은 다른 배향과 다른 축 정의의 피처를 갖는 척 상에 배치될 수 있으며, 이미지 센서는 새로운 표본의 원하는 x-방향의 오프셋의 각도를 찾기 위해 (위의 프로세스에 따라) x-방향에 정렬된 픽셀 로우로 위치된 다음 축-정의 피처에 대해 회전될 수 있다.
- [0065] XY 스테이지의 x-방향에 정렬된 이미지 센서 픽셀 로우를 시작으로, (원하는 x'-방향으로 픽셀 로우를 배치하기 위한) 카메라의 후속 각회전(Rc)은 도 8에 대해 설명된 α 와 같으며, 원하는 x'-방향으로의 임의의 이동(d')은 이제 $\Delta X = d' (\cos(\alpha))$; $\Delta Y = d' (\sin(\alpha))$ 로 결정될 수 있다.
- [0066] 원하는 x'-방향에 픽셀 로우를 정렬시키고 XY 병진 스테이지의 x-방향에 대한 x'-방향의 오프셋의 기울기/각도를 결정하기 위해 사용된 본 명세서에서의 방법과 상관없이, 일단 픽셀들이 그렇게 정렬되고 기울기/각도가 결정되면, 표본(S)은 제1 이미지의 좌측 경계는 제2 이미지의 우측 경계에 정확하게 스티칭될 수 있는 방식으로 이동될 수 있으며, 여기서 "좌측" 및 "우측"은 x'-방향으로 정의된다. 예를 들어, 도 12에서, 제1 이미징 위치는 p1에서 이미지 센서(14)의 포지셔닝에 의해 도시되고, 제2 이미징 위치는 p1에서 이미징 센서(14)의 포지셔닝에 의해 도시되며, p1에서 이미징 센서(14)의 좌측 경계는 다시 y'-방향으로 임의의 상당한 이동 없이 p2에서 이미지 센서(14)의 우측 경계와 정렬된다. 중첩 영역, 즉 p1에서 이미지의 좌측에서의 픽셀 컬럼이 p2에서 이미지의 우측에서의 픽셀 컬럼과 중첩하는 상기 중첩 영역을 갖는 이미지들(p1 및 p2)을 획득하는 것이 수용 가능하다는 점이 또한 이해되어야 한다. 중첩 부분들은, 공지된 바와 같이, 정확한 스티칭에 도움이 될 수 있다. 그러나, 본 발명은, 원하는 x'-방향과의 픽셀 로우의 정렬을 야기함으로써, 이미지들의 정확한 경계-대-경계 스티칭을 용이하게 하며, 이는 더 적은 이미지와 더 적은 연산을 요구함으로써 전체 이미지 프로세스를 감소시킬 수 있다.
- [0067] 본 명세서의 다양한 단계들은 현미경 시스템(10)에 의해 바람직하게 수행될 수 있고, 자동으로 수행될 수 있음이 이해되어야 한다. 이동 가능하고 회전 가능한 구성요소들의 이동은 적절한 소프트웨어 및 하드웨어에 의해 처리될 것이며, 컴퓨터 비전은 표본에 대한 이미지 센서(56)의 배향을 관리하는 정렬 마크들(60, 62), 기준 마크(64), 및 축-정의 피처(66)와 같은 검출 가능한 피처를 식별하기 위해 사용될 수 있다. 이미지 데이터의 포커싱 및 획득도 자동화될 수 있다. 이 모두는 프로세서(22)에 의해 도면들에 나타낸다. 따라서, 본 발명은 표본과 XY 병진 스테이지가 정렬되지 않도록(즉, 표본의 x'- 및 y'-방향이 병진 스테이지의 x- 및 y-방향과 정렬되지 않음) 하며, 이러한 정렬의 부족을 완화시키기 위해 표본의 조작을 필요로 하지 않는다. 시스템은 자체-교정하고, 이미지 센서의 폭을 아는 것은, 표본의 완전한 원하는 이미지를 형성하기 위해 표본을 점진적으로 스캔한 다음 함께 스티칭되도록 하여 정렬된 경계를 가지는 적절한 이미지들을 획득할 수 있다.

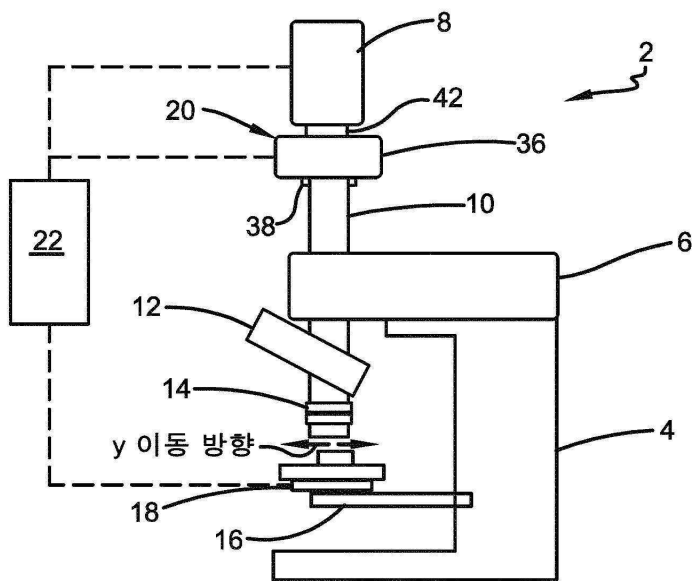
[0068] 본 발명의 일반적인 개념은 도면들과 본 명세서의 설명에 의해 당업자들에게 적절히 개시되어 있다. 상세한 개시는 이러한 일반적인 개념들을 광범위하게 개시하기 위해 제공되지만, 본 발명의 개념을 완전히 구현하기 위해 당업자들에게 반드시 필요한 것은 아니다. 도면이 도식적일지라도 이는 사실이다.

[0069] 결론을 내리기 전에 x- 방향에 초점을 맞추는 것은 x 및 y-방향이 단순히 배향에 기초하고, 본 발명은 원하는 y'-방향으로의 스캐닝에 참여하기 위해 동일한 방식으로 사용된다는 점에서 본 개시가 제한적이지 않는다는 점에 유의해야 한다. 따라서 x 및 y에 대한 참조는 순전히 방향 참조를 위한 것이다.

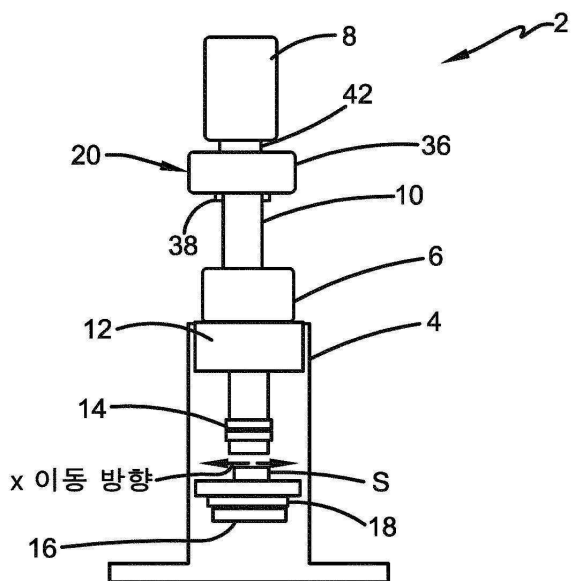
[0070] 본 발명의 특정 실시예들은 본 명세서에 상세하게 설명되었지만, 본 발명은 여기에 제한되지 않으며, 이에 의해 본 발명의 변형이 당업자에 의해 용이하게 이해될 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명의 범위는 다음의 청구 범위로부터 이해될 것이다.

도면

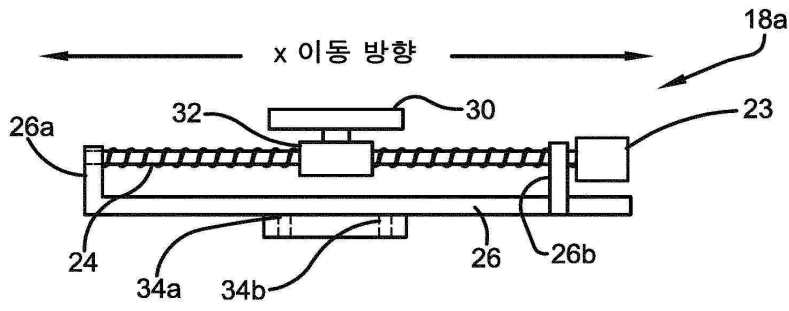
도면1a



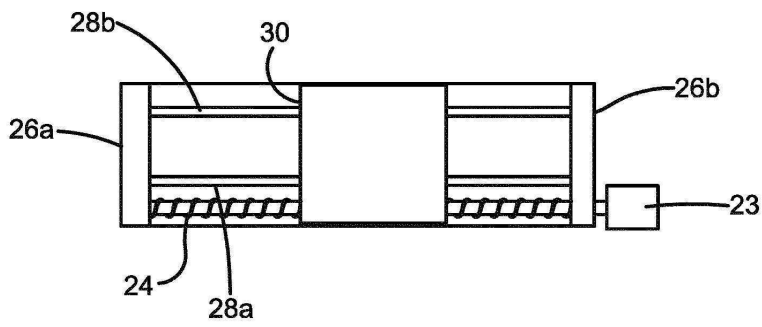
도면1b



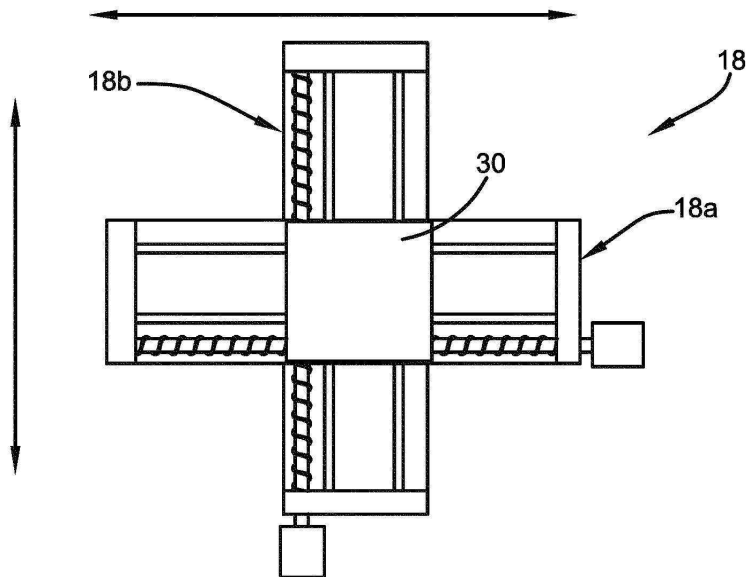
도면2a



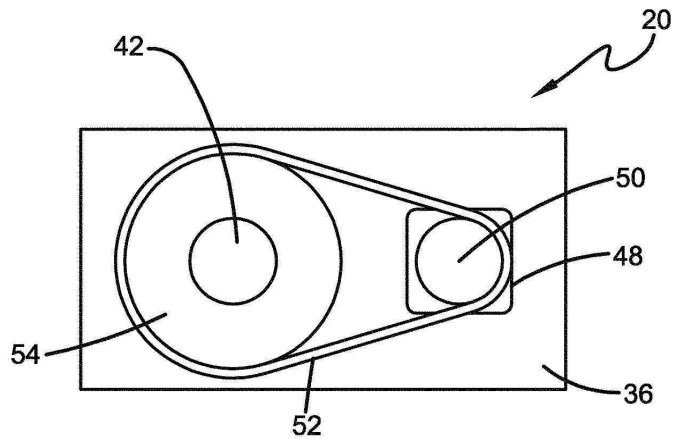
도면2b



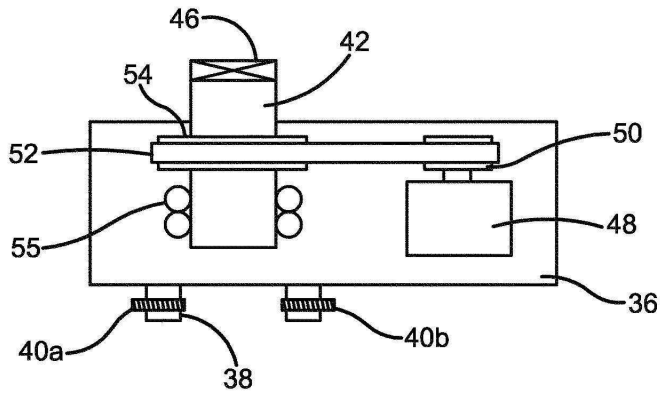
도면2c



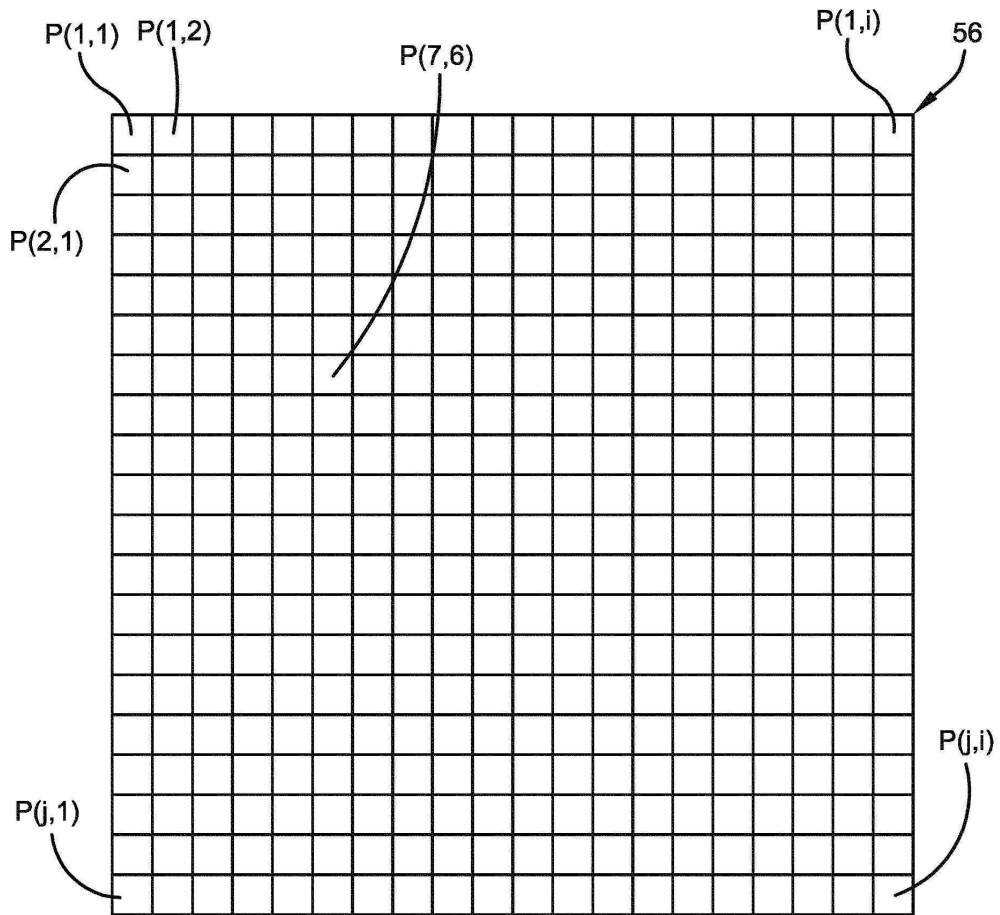
도면3a



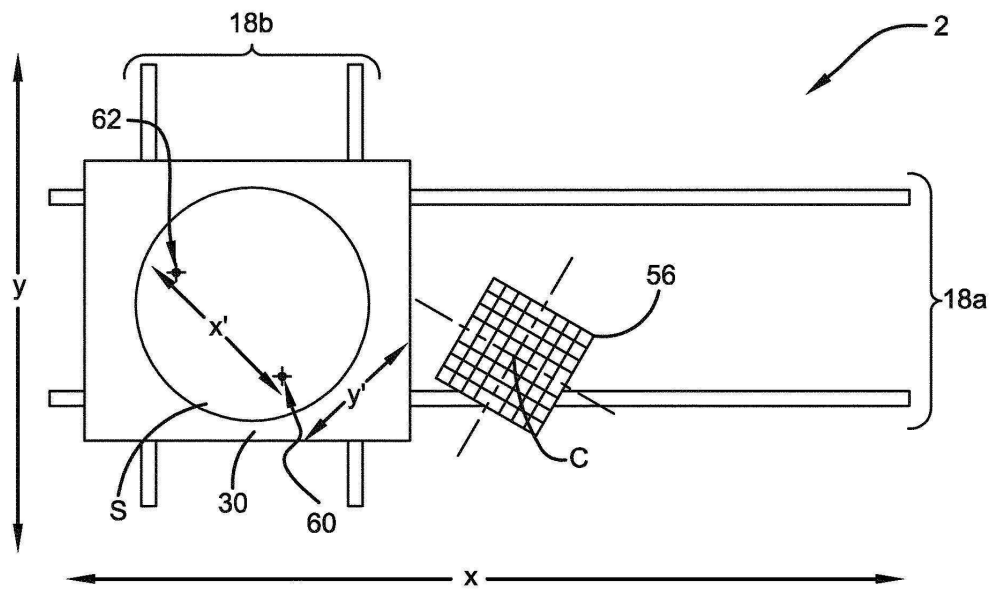
도면3b



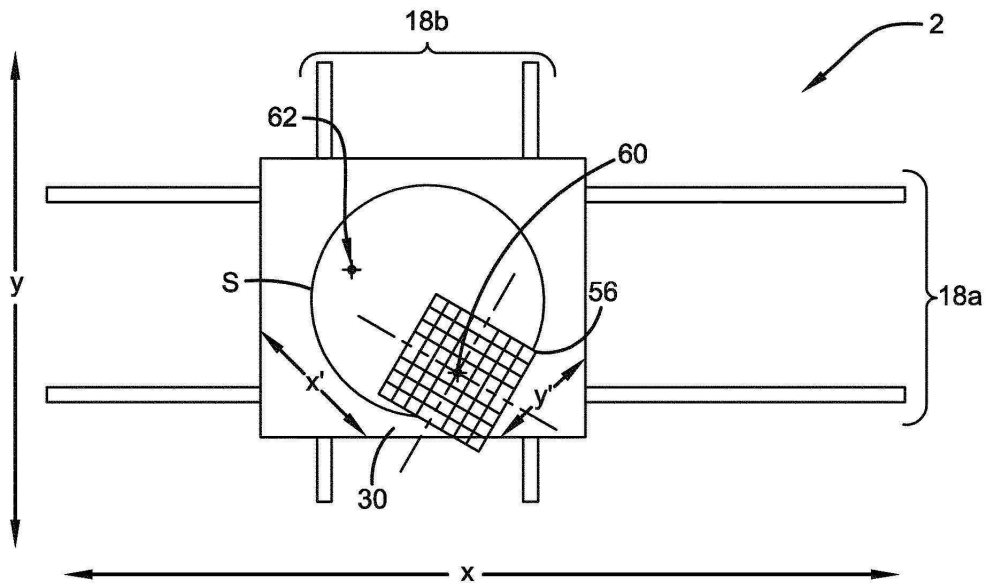
도면4



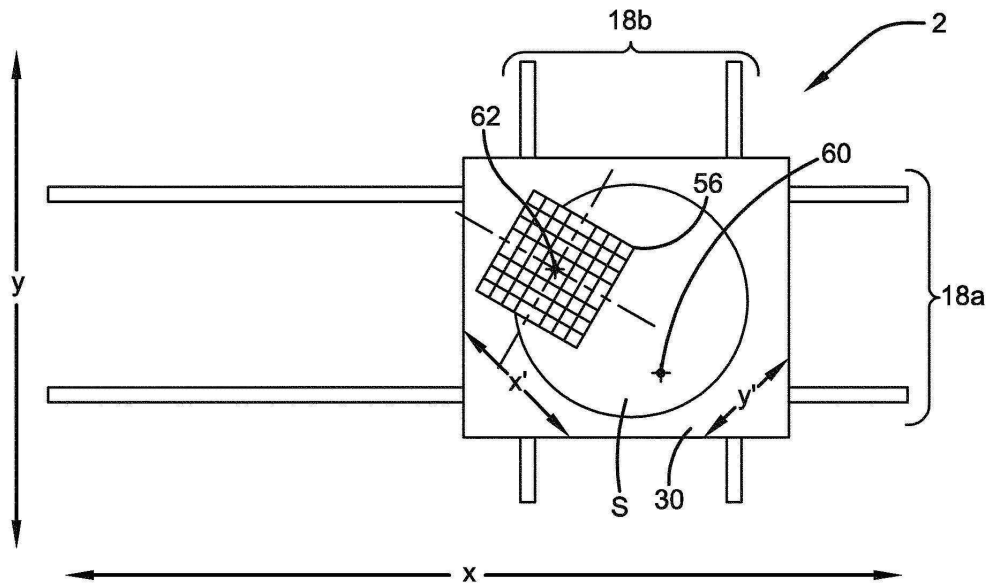
도면5



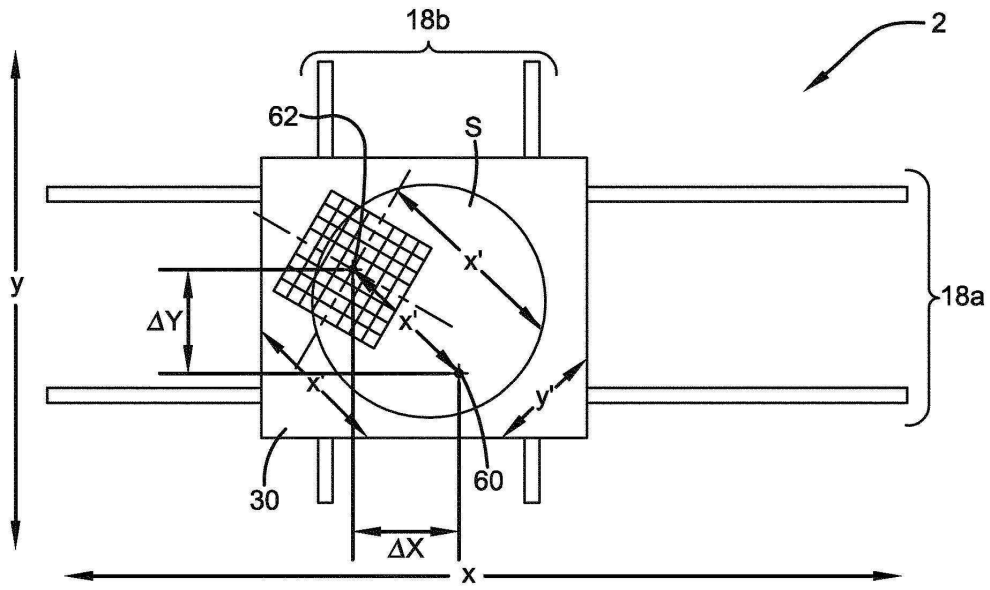
도면6a



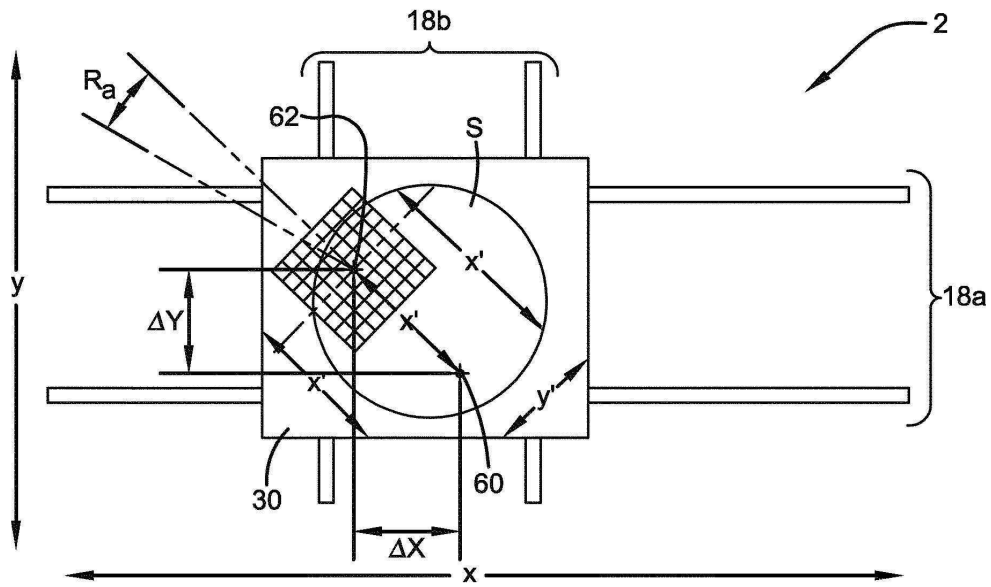
도면6b



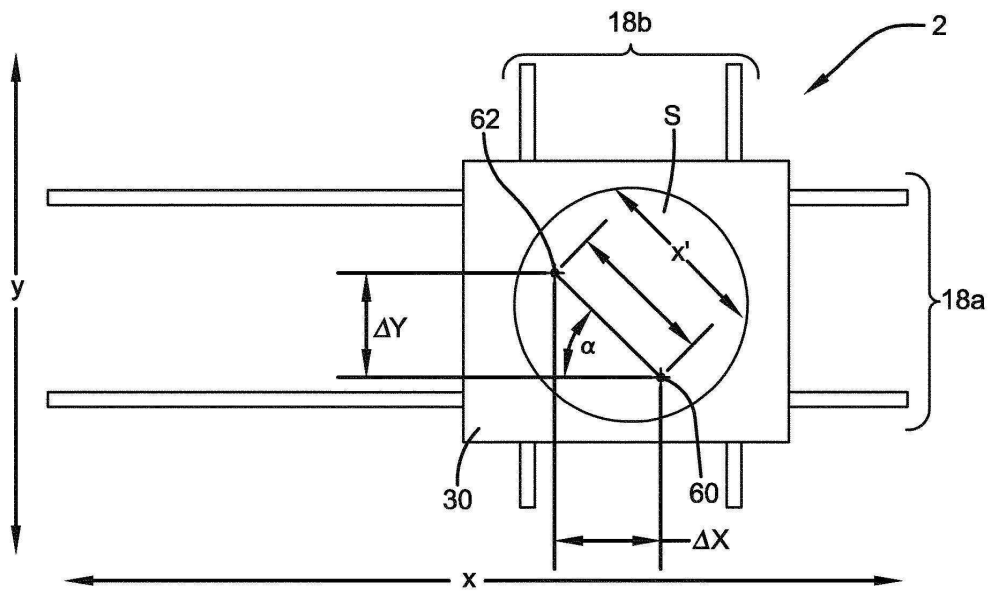
도면7a



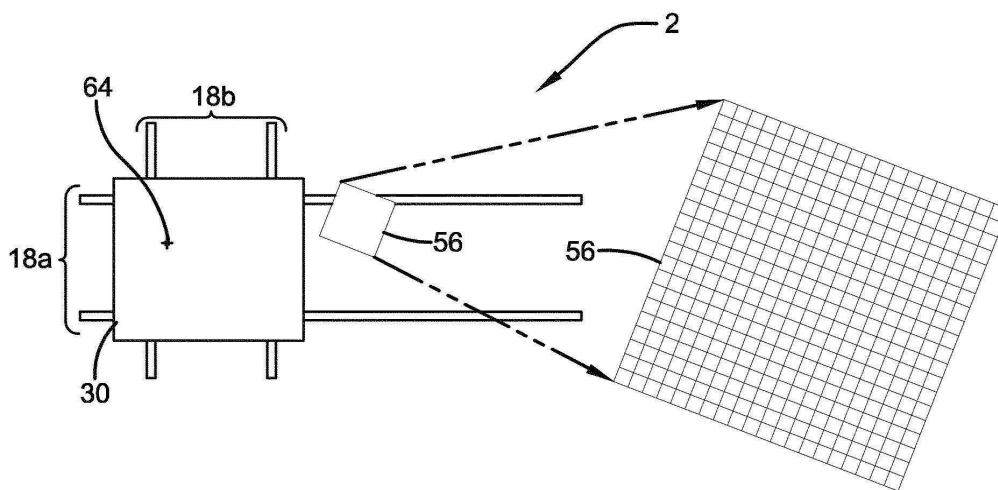
도면7b



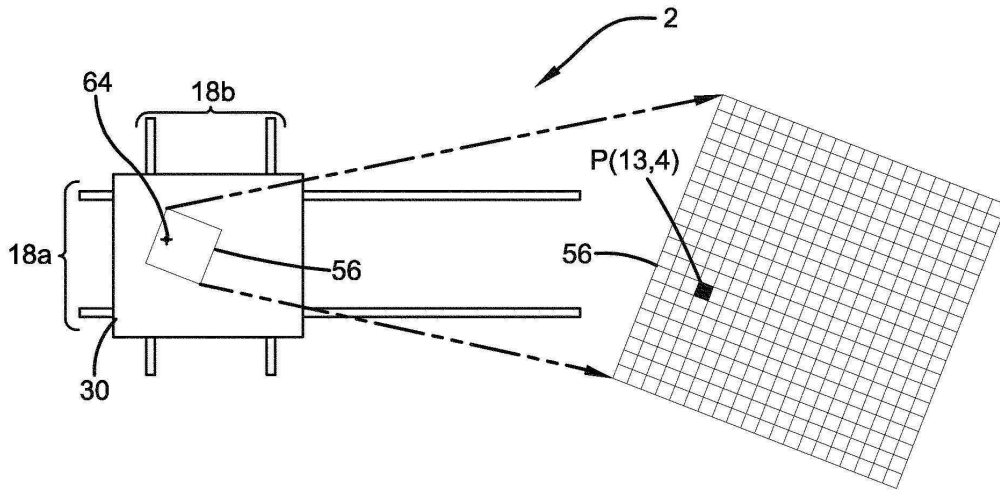
도면8



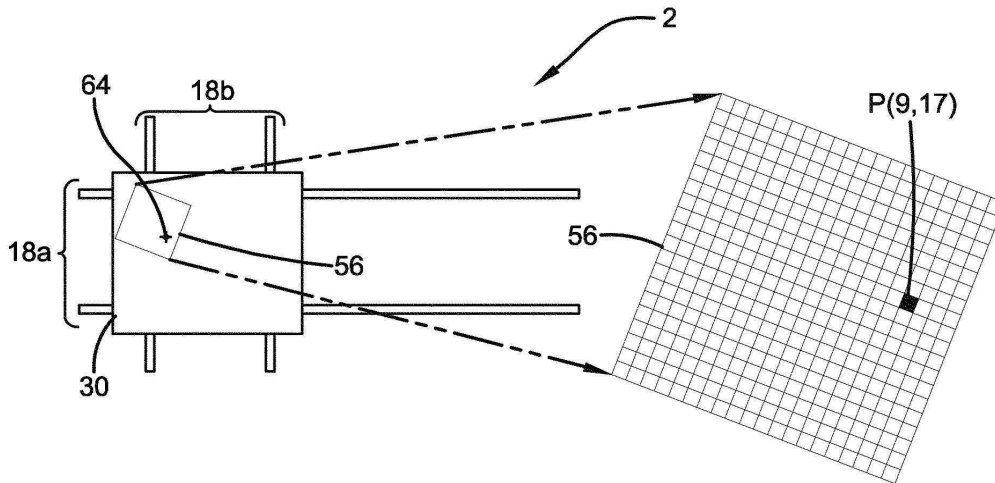
도면9a



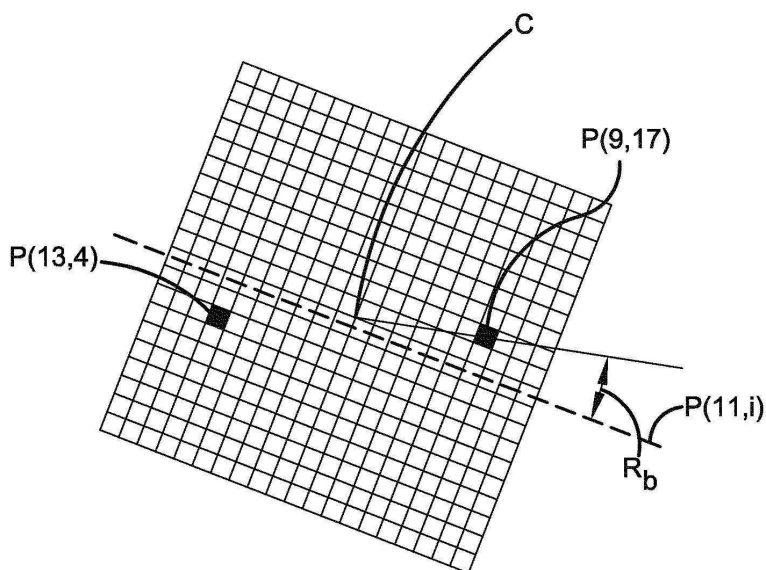
도면9b



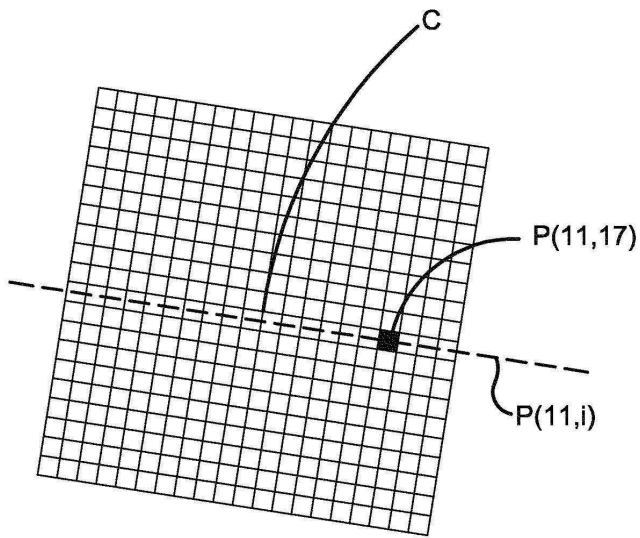
도면9c



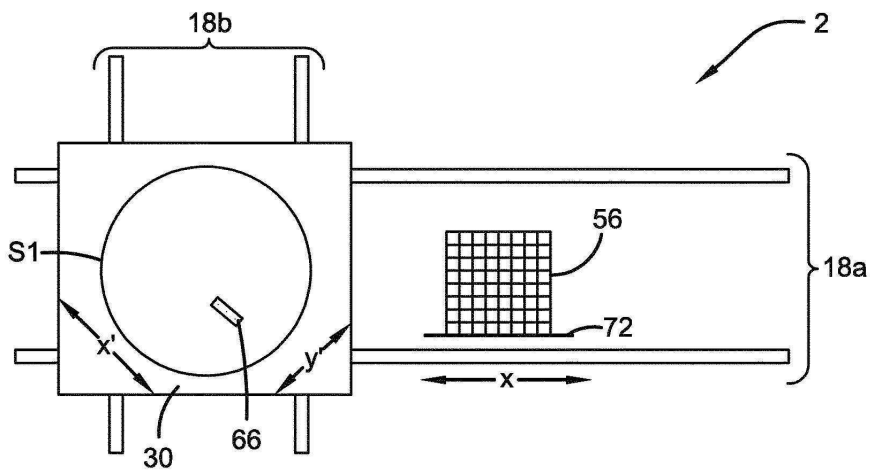
도면10a



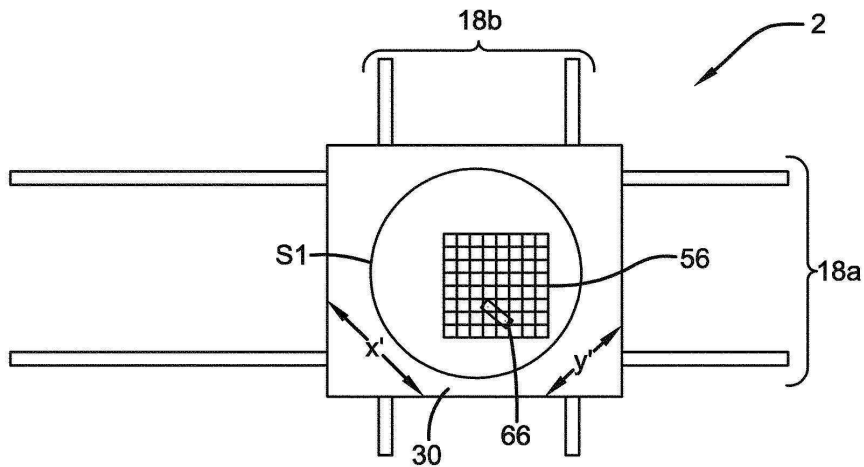
도면10b



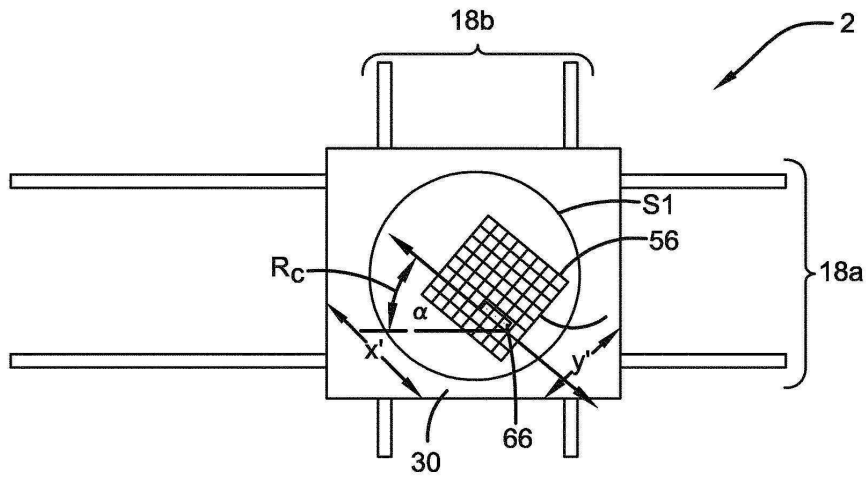
도면11a



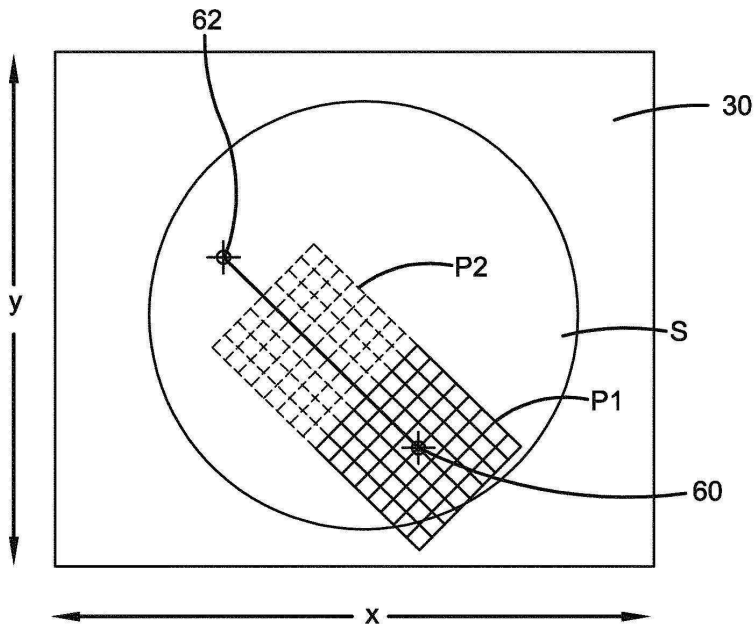
도면11b



도면11c



도면12



도면13

