(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0036270
(43) 공개일자 2023년03월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 7/593 (2017.01) *G01N 1/32* (2006.01)
G06T 3/40 (2006.01) *G06T 7/11* (2017.01)
G06T 7/13 (2017.01) *G06T 7/62* (2017.01)
(52) CPC특허분류
G06T 7/593 (2017.01)
G01N 1/32 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0118936
(22) 출원일자 2021년09월07일
심사청구일자 2021년09월07일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
이진이
광주광역시 광산구 북문대로 575-19 윤슬의아침 203동 110호
(74) 대리인
특허법인지원

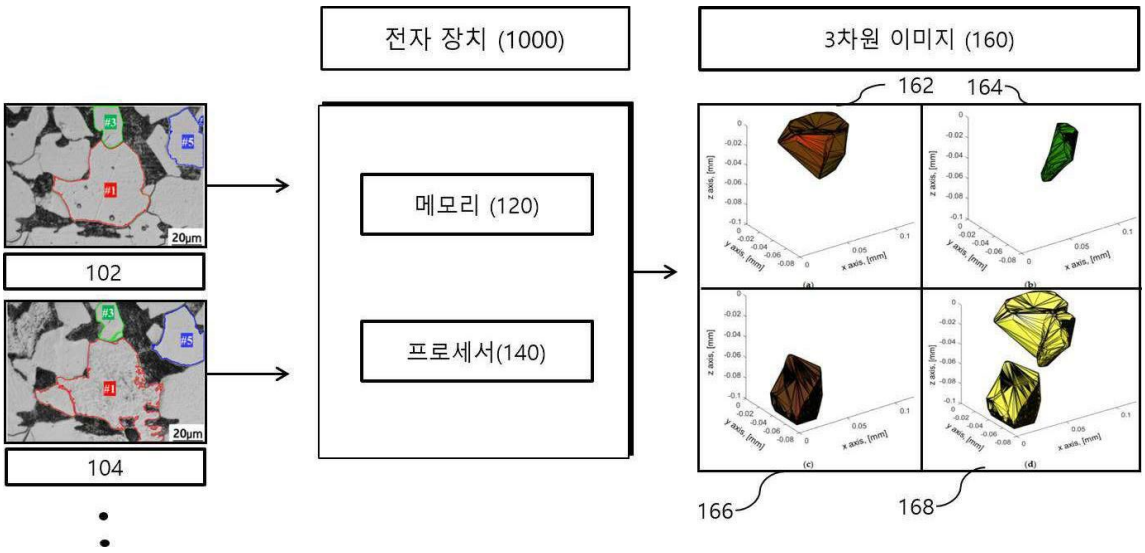
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **대상 금속 미세조직에 대한 3차원 이미지를 생성하는 방법 및 장치**

(57) 요 약

본 개시는 전자 장치가 대상 금속 미세 조직에 대한 3차원 이미지를 생성하는 방법 및 이를 수행하는 전자 장치에 관한 것이다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치가 대상 금속 미세조직에 대한 3차원 이미지를 생성하는 방법은 대상 금속 표면을 물리적 또는 화학적으로 처리하면서 상기 대상 금속 표면에서 나타나는 적어도 하나의 미세 조직을 포함하는 복수의 측정 이미지들을 획득하는 단계; 상기 측정 이미지들에서 나타나는 대상 금속 표면의 평균 높이 값을 결정하는 단계; 상기 측정 이미지들로부터 상기 적어도 하나의 미세 조직을 포함하는 관심 영역 이미지들을 생성하는 단계; 상기 생성된 관심 영역 이미지들에서 상기 대상 금속 표면에서 나타나는 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 식별하는 단계; 및 상기 결정된 평균 높이 값에 기초하여, 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계가 식별된 관심 영역 이미지들을 적층함으로써 3차원 이미지를 생성하는 단계; 를 포함할 수 있다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
G06T 3/40 (2013.01)
G06T 7/11 (2017.01)
G06T 7/13 (2017.01)
G06T 7/62 (2017.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711090739
과제번호 2019R1A2C2006064
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명 3차원 자구 영상화 및 이를 이용한 열, 변형, 피로, 부식이 자구의 3차원 거동에 미치는 영향에 관한 연구
기 여 율 1/1
과제수행기관명 조선대학교
연구기간 2019.03.01 ~ 2023.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

전자 장치가 대상 금속 미세조직에 대한 3차원 이미지를 생성하는 방법에 있어서,

대상 금속 표면을 물리적 또는 화학적으로 처리하면서 상기 대상 금속 표면에서 나타나는 적어도 하나의 미세조직을 포함하는 복수의 측정 이미지들을 획득하는 단계;

상기 측정 이미지들에서 나타나는 대상 금속 표면의 평균 높이 값을 결정하는 단계;

상기 측정 이미지들로부터 상기 적어도 하나의 미세 조직을 포함하는 관심 영역 이미지들을 생성하는 단계;

상기 생성된 관심 영역 이미지들에서 상기 대상 금속 표면에서 나타나는 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 식별하는 단계; 및

상기 결정된 평균 높이 값에 기초하여, 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계가 식별된 관심 영역 이미지들을 적층함으로써 3차원 이미지를 생성하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 복수의 측정 이미지들을 획득하는 단계는

상기 대상 금속 표면을 물리적으로 연마하는 단계;

상기 대상 금속 표면을 물리적으로 연마한 이후 화학적으로 에칭하는 단계;

상기 화학적으로 에칭된 대상 금속 표면을 촬영함으로써 측정 이미지를 획득하는 단계; 및

상기 연마하는 단계, 상기 에칭하는 단계 및 상기 측정 이미지를 획득하는 단계를 반복함으로써 상기 복수의 측정 이미지들을 획득하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 평균 높이 값을 결정하는 단계는

상기 측정 이미지가 획득되면, 상기 대상 금속 표면의 모서리들의 중심에서 중심 높이 값들을 측정하는 단계; 및

상기 중심 높이 값들의 평균 값을 상기 평균 높이 값으로 결정하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 관심 영역 이미지들을 생성하는 단계는

상기 측정 이미지들 중에서 인접한 측정 이미지들을 식별하는 단계;

상기 대상 금속 표면에 대한 상기 물리적 또는 화학적 처리 횟수에 기초하여 상기 복수의 측정 이미지들 중 인접한 2개의 이미지를 레퍼런스 이미지 및 타겟 이미지로 결정하는 단계;

상기 결정된 레퍼런스 이미지 내 소정의 영역에 대한 매트릭스를 상기 타겟 이미지 내에서 이동시키면서 매트릭스 연산을 수행하는 단계; 및

상기 매트릭스 연산 결과값에 기초하여 상기 레퍼런스 이미지 및 상기 타겟 이미지 각각에서 관심 영역 이미지들을 생성하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 식별하는 단계는

상기 관심 영역 이미지들 내 임의 두 지점의 픽셀 값의 차이에 기초하여 임계치를 결정하는 단계;

상기 임계치에 기초하여 상기 관심 영역 이미지들을 이진화 하는 단계;

상기 이진화된 관심 영역 이미지들 내에서 임의 지점에서 생성된 포인트를 이동시키면서 픽셀 값의 변화 여부를 식별하는 단계; 및

상기 식별된 픽셀 값의 변화 여부에 기초하여 상기 관심 영역 이미지들 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 식별하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 식별하는 단계는

상기 관심 영역 이미지들이 생성된 측정 이미지들에 미리 매칭된 상기 대상 금속 표면의 평균 높이 값에 기초하여, 상기 관심 영역 이미지들에 포함된 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 리사이징 하는 단계; 및

상기 리사이징된 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 미세 조직의 경계로 식별하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 3차원 이미지를 생성하는 단계는

상기 결정된 평균 높이 값에 기초하여, 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계가 식별된 관심 영역 이미지들을 적층하는 단계;

상기 평균 높이 값에 기초하여 적층된 관심 영역 이미지들에 나타나는, 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 면처리 하는 단계; 및

상기 면처리된 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 상기 3차원 이미지로 생성하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 8

대상 금속 미세조직에 대한 3차원 이미지를 생성하는 전자 장치에 있어서,

디스플레이;

하나 이상의 인스트럭션을 저장하는 메모리; 및

상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행하는 적어도 하나의 프로세서; 를 포함하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써,

대상 금속 표면을 물리적 또는 화학적으로 처리하면서 상기 대상 금속 표면에서 나타나는 적어도 하나의 미세 조직을 포함하는 복수의 측정 이미지들을 획득하고,

상기 측정 이미지들에서 나타나는 대상 금속 표면의 평균 높이 값을 결정하고,

상기 측정 이미지들로부터 상기 적어도 하나의 미세 조직을 포함하는 관심 영역 이미지들을 생성하고,

상기 생성된 관심 영역 이미지들에서 상기 대상 금속 표면에서 나타나는 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 식별하고,

상기 결정된 평균 높이 값에 기초하여, 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계가 식별된 관심 영역 이미지들을 적층함으로써 3차원 이미지를 생성하는, 전자 장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 전자 장치는

상기 대상 금속 표면을 연마하는 연마 장치; 및

상기 대상 금속 표면을 화학적으로 에칭하는 에칭 장치; 를 더 포함하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 연마 장치 및 상기 에칭 장치를 제어함으로써,

상기 대상 금속 표면을 물리적으로 연마하고,

상기 대상 금속 표면을 물리적으로 연마한 이후 화학적으로 에칭하고,

상기 화학적으로 에칭된 대상 금속 표면을 촬영함으로써 측정 이미지를 획득하고,

상기 대상 금속 표면을 물리적으로 연마하고, 화학적으로 에칭하고, 상기 화학적으로 에칭된 대상 금속 표면을 촬영함으로써 측정 이미지를 획득하는 동작을 반복함으로써, 상기 복수의 측정 이미지들을 획득하는, 전자 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 적어도 하나의 프로세서는

상기 측정 이미지가 획득되면, 상기 대상 금속 표면의 모서리들의 중심에서 중심 높이 값들을 측정하고,

상기 중심 높이 값들의 평균 값을 상기 평균 높이 값으로 결정하는, 전자 장치.

청구항 11

제8항에 있어서, 상기 적어도 하나의 프로세서는

상기 측정 이미지들 중에서 인접한 측정 이미지들을 식별하고,

상기 대상 금속 표면에 대한 상기 물리적 또는 화학적 처리 횟수에 기초하여 상기 복수의 측정 이미지들 중 인접한 2개의 이미지를 레퍼런스 이미지 및 타겟 이미지로 결정하고,

상기 결정된 레퍼런스 이미지 내 소정의 영역에 대한 매트릭스를 상기 타겟 이미지 내에서 이동시키면서 매트릭스 연산을 수행하고,

상기 매트릭스 연산 결과값에 기초하여 상기 레퍼런스 이미지 및 상기 타겟 이미지 각각에서 관심 영역 이미지들을 생성하는, 전자 장치.

청구항 12

제8항에 있어서, 상기 적어도 하나의 프로세서는

상기 관심 영역 이미지들 내 임의 두 지점의 픽셀 값의 차이에 기초하여 임계치를 결정하고,

상기 임계치에 기초하여 상기 관심 영역 이미지들을 이진화 하고,

상기 이진화된 관심 영역 이미지들 내에서 임의 지점에서 생성된 포인트를 이동시키면서 픽셀 값의 변화 여부를 식별하고,

상기 식별된 픽셀 값의 변화 여부에 기초하여 상기 관심 영역 이미지들 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 식별하는, 전자 장치.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 적어도 하나의 프로세서는

상기 관심 영역 이미지들이 생성된 측정 이미지들에 미리 매칭된 상기 대상 금속 표면의 평균 높이 값에 기초하여, 상기 관심 영역 이미지들에 포함된 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 리사이징 하고,

상기 리사이징된 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 미세 조직의 경계로 식별하는, 전자 장치.

청구항 14

제8항에 있어서, 상기 적어도 하나의 프로세서는

상기 결정된 평균 높이 값에 기초하여, 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계가 식별된 관심 영역 이미지들을 적층하고,

상기 평균 높이 값에 기초하여 적층된 관심 영역 이미지들에 나타나는, 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 면처

리 하고,

상기 면처리된 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 상기 3차원 이미지로 생성하는, 전자 장치.

청구항 15

전자 장치가 대상 금속 미세조직에 대한 3차원 이미지를 생성하는 방법에 있어서,

대상 금속 표면을 물리적 또는 화학적으로 처리하면서 상기 대상 금속 표면에서 나타나는 적어도 하나의 미세 조직을 포함하는 복수의 측정 이미지들을 획득하는 단계;

상기 측정 이미지들에서 나타나는 대상 금속 표면의 평균 높이 값을 결정하는 단계;

상기 측정 이미지들로부터 상기 적어도 하나의 미세 조직을 포함하는 관심 영역 이미지들을 생성하는 단계;

상기 생성된 관심 영역 이미지들에서 상기 대상 금속 표면에서 나타나는 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 식별하는 단계; 및

상기 결정된 평균 높이 값에 기초하여, 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계가 식별된 관심 영역 이미지들을 적층함으로써 3차원 이미지를 생성하는 단계; 를 포함하는, 방법을 수행하도록 하는 프로그램이 저장된 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는 금속 미세 조직의 3차원 이미지를 생성하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 보다 상세하게는 대상 금속 표면에서 관찰되는 미세 조직에 대한 3차원 형상을 포함하는 이미지를 생성하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 금속 조직의 3차원 관찰은 보다 고차원의 유한 요소 해석은 물론 초음파 검사법, 자분 탐상법, 와전류 검사법과 같은 비파괴 검사법의 한계를 극복하기 위한 기초 연구에 활용될 수 있다. 유한 요소 방법은 구조의 하중, 응력-변형 및 파괴 저항 사이의 관계를 분석하는데 사용되는데, 기존 연구에 따르면 미세 구조의 크기 모양은 구조의 강도, 인성 및 크리프 저항에 영향을 미친다. 그러나, 유한 요소법에서 사용되는 요소는 구조의 형태이고, 구조 자체의 미세 구조는 포함하지 않기 때문에 유한 요소법으로 반영하는 것은 쉽지 않으며, 유한 요소법에서 분석 조건으로 미세 구조 크기를 삽입한 예는 개시된바 없다.

[0003] 한편 금속결정의 크기와 모양은 초음파 검사, 자분 검사 및 와전류 검사와 같은 비파괴 검사의 분석 결과에 영향을 미칠 수 있으며, 미세구조의 평균 크기만을 고려한 분석 또는 정성적 분석 기술은 일부 개시되어 있으니, 실제 대상 금속 미세 구조의 크기와 모양을 대상으로 한 초음파 산란에 대한 기술은 개시된바 없다.

[0004] 자분 검사법에서는 시료를 자화하여 결함 주변에 발생하는 누설 자속에 의한 자분 흡착을 관찰하게 되는데 이때 강한 외부 자기장이 가해졌다가 제거되면서 잔류 자화가 발생하고, 이로 인해 결함이 없는 영역에서도 자기 입자가 흡착되는 유사한 오류 신호가 생성될 수 있는 한계가 있다. 또한, 외부 힘에 의해 열과 잔류 응력이 발생하는 용접에서 잔류 자화 역시 자주 발생하는 한계가 있다. 자구는 금속결정의 내부에 3차원으로 분포하기 때문에 잔류 자화의 본질을 더 깊이 이해하기 위해서는 금속결정 내부의 잔류 자화의 분포를 파악할 필요가 있다.

[0005] 또한, 와전류 검사법에서는 측정 대상물에 유도 전류를 인가하고 결함 주변에서 발생하는 유도 전류의 왜곡, 즉 와전류에 의한 임피던스 변화와 위상차를 측정하게 되는데, 측정 대상물의 끝부분에서 발생하는 가장자리 효과로 인해 결함의 유무나 크기를 파악하기 어려운 한계가 있다. 이러한 효과의 영향, 즉 자구의 형성, 잔류 자화 및 형상과 크기에 따른 에지의 영향을 파악하기 위해서는 금속결정의 3차원 형상을 정량적으로 측정하고 표현하는 수단을 제공하는 기술 개발이 필요하다.

[0006] 또한, 크리스탈 나노 방사선 촬영과 단층 촬영에 따르면 금속결정은 3차원으로 이미지화 될 수 있다. 그럼에도 불구하고 이것은 X선 차폐를 포함하여 매우 높은 정확도와 값 비싼 장비를 필요로 한다. 더욱이, 금속결정 내의 자구 분포를 3 차원으로 측정하는 것은 어려운 한계가 있다.

[0007] 따라서, 낮은 비용으로 금속 미세 조직의 모양과 크기를 효과적으로 분석하기 위해, 미세 조직의 모양을 3차원으로 형상화 하기 위한 기술 개발이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 일본공개특허 제1992-072551호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 일 실시 예에 의하면, 대상 금속 미세 조직에 대한 3차원 이미지를 생성하는 방법 및 이를 수행하는 전자 장치가 제공될 수 있다.

[0010] 보다 상세하게는 금속 미세 조직에 대한 현미경 조직 이미지들을 적층함으로써 3차원 이미지로 재구성하는 방법 및 이를 수행하는 전자 장치가 제공될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 일 실시 예에 의하면, 전자 장치가 대상 금속 미세조직에 대한 3차원 이미지를 생성하는 방법은 대상 금속 표면을 물리적 또는 화학적으로 처리하면서 상기 대상 금속 표면에서 나타나는 적어도 하나의 미세 조직을 포함하는 복수의 측정 이미지들을 획득하는 단계; 상기 측정 이미지들에서 나타나는 대상 금속 표면의 평균 높이 값을 결정하는 단계; 상기 측정 이미지들로부터 상기 적어도 하나의 미세 조직을 포함하는 관심 영역 이미지들을 생성하는 단계; 상기 생성된 관심 영역 이미지들에서 상기 대상 금속 표면에서 나타나는 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 식별하는 단계; 및 상기 결정된 평균 높이 값에 기초하여, 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계가 식별된 관심 영역 이미지들을 적층함으로써 3차원 이미지를 생성하는 단계; 를 포함할 수 있다.

[0012] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 또 다른 실시 예에 따라, 대상 금속 미세 조직에 대한 3차원 이미지를 생성하는 전자 장치는 디스플레이; 하나 이상의 인스트럭션을 저장하는 메모리; 및 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행하는 적어도 하나의 프로세서; 를 포함하고, 상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써, 대상 금속 표면을 물리적 또는 화학적으로 처리하면서 상기 대상 금속 표면에서 나타나는 적어도 하나의 미세 조직을 포함하는 복수의 측정 이미지들을 획득하고, 상기 측정 이미지들에서 나타나는 대상 금속 표면의 평균 높이 값을 결정하고, 상기 측정 이미지들로부터 상기 적어도 하나의 미세 조직을 포함하는 관심 영역 이미지들을 생성하고, 상기 생성된 관심 영역 이미지들에서 상기 대상 금속 표면에서 나타나는 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 식별하고, 상기 결정된 평균 높이 값에 기초하여, 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계가 식별된 관심 영역 이미지들을 적층함으로써 3차원 이미지를 생성할 수 있다.

[0013] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 또 다른 실시 예에 의하면, 전자 장치가 대상 금속 미세조직에 대한 3차원 이미지를 생성하는 방법에 있어서, 대상 금속 표면을 물리적 또는 화학적으로 처리하면서 상기 대상 금속 표면에서 나타나는 적어도 하나의 미세 조직을 포함하는 복수의 측정 이미지들을 획득하는 단계; 상기 측정 이미지들에서 나타나는 대상 금속 표면의 평균 높이 값을 결정하는 단계; 상기 측정 이미지들로부터 상기 적어도 하나의 미세 조직을 포함하는 관심 영역 이미지들을 생성하는 단계; 상기 생성된 관심 영역 이미지들에서 상기 대상 금속 표면에서 나타나는 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 식별하는 단계; 및 상기 결정된 평균 높이 값에 기초하여, 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계가 식별된 관심 영역 이미지들을 적층함으로써 3차원 이미지를 생성하는 단계; 를 포함하는, 방법을 수행하도록 하는 프로그램이 저장된 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체가 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0014] 일 실시 예에 의하면 대상 금속의 미세 조직에 대한 3차원 이미지를 생성할 수 있다.

[0015] 일 실시 예에 의하면 대상 금속의 미세 조직에 대한 3차원 이미지를 이용하여 금속 표면을 효과적으로 모니터링 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 일 실시 예에 따른 전자 장치가 대상 금속 표면의 미세 조직에 대한 3차원 이미지를 생성하는 과정을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 2는 일 실시 예에 따른 전자 장치가 현미경을 통해 마운트된 대상 금속 시편에 대한 복수의 측정 이미지들을 획득하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 일 실시 예에 따른 전자 장치가 대상 금속 미세 조직에 대한 3차원 이미지를 생성하는 방법의 흐름도이다.

도 4는 일 실시 예에 따른 전자 장치가 대상 금속 표면의 높이를 측정하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 일 실시 예에 따른 전자 장치가 대상 금속 표면에 대한 물리적 연마 및 화학적 에칭후 측정한 대상 금속 표면의 높이 값들을 포함하는 테이블이다.

도 6은 일 실시 예에 따른 전자 장치가 대상 금속 표면을 3번, 4번 및 5번 폴리싱한 후 현미경을 통해 획득한 측정 이미지와, 측정 이미지들에서 관심 영역을 식별하기 위해 선택한 레퍼런스 이미지 및 타겟 이미지를 나타낸다.

도 7은 일 실시 예에 따른 전자 장치가 측정 이미지들에 대한 로컬 포지셔닝 알고리즘을 수행함으로써 관심 영역 이미지들을 생성하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 대상 금속 표면을 3번 및 4번 폴리싱 한 후 획득되는 측정 이미지들의 특정 영역에 대해 로컬 포지셔닝 알고리즘을 적용함으로써 추출된 관심 영역 이미지를 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 일 실시 예에 따른 전자 장치가 관심 영역 이미지들에서 미세 조직의 경계를 식별하는 방법의 흐름도이다.

도 10은 일 실시 예에 따른 전자 장치가 관심 영역 이미지들에서 미세 조직의 경계를 식별하는 예를 설명하기 위한 도면이다.

도 11은 일 실시 예에 따른 전자 장치가 관심 영역 이미지들에서 식별된 미세 조직의 경계를 리사이징하는 방법의 흐름도이다.

도 12는 일 실시 예에 따른 전자 장치가 관심 영역 이미지들에서 식별된 미세 조직의 경계를 리사이징하는 예를 설명하기 위한 도면이다.

도 13은 일 실시 예에 따른 전자 장치가 3차원 이미지를 생성하는 구체적인 방법의 흐름도이다.

도 14는 일 실시 예에 따른 전자 장치가 3차원 이미지를 생성하기 위해 이용하는 소정의 미세 조직들이 나타나는 관심 영역 이미지들의 예시이다.

도 15는 일 실시 예에 따른 전자 장치가 미세 조직 별 복수의 관심 영역 이미지들을 적층한 결과를 도시한 도면이다.

도 16은 일 실시 예에 따른 전자 장치가 도 15에서 적층된 관심 영역 이미지들에 나타나는 미세 조직의 경계를 면처리 함으로써 생성한 3차원 이미지를 설명하기 위한 도면이다.

도 17은 일 실시 예에 따른 전자 장치의 블록도이다.

도 18은 또 다른 실시 예에 따른 전자 장치의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 개시에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.

[0018] 본 개시에서 사용되는 용어는 본 개시에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 판례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 개시에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 개시의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.

[0019] 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 있음을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0020] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 본 개시의 실시 예에 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 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 개시를 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0021] 도 1은 일 실시 예에 따른 전자 장치가 대상 금속 표면의 미세 조직에 대한 3차원 이미지를 생성하는 과정을 개략적으로 나타내는 도면이다.

[0022] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 대상 금속 표면에 나타나는 적어도 하나의 미세 조직을 포함하는 복수의 측정 이미지들(102, 104)을 획득하고, 획득된 복수의 측정 이미지들을 이용하여 3차원 이미지(160)를 생성할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 대상 금속의 미세 조직 별로 3차원 이미지(162, 164, 166)를 생성할 수도 있으나, 복수의 미세 조직을 포함하는 3차원 이미지(168)를 생성할 수도 있다.

[0023] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 하나 이상의 인스트럭션을 저장하는 메모리(120) 및 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행하는 적어도 하나의 프로세서(140)를 포함할 수 있다. 프로세서는 메모리(120)에 저장된 하나 이상의 인스트럭션을 수행함으로써 대상 금속 미세 조직에 대한 3차원 이미지를 생성하는 방법을 수행할 수 있다.

[0024] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 현미경 장치를 포함할 수도 있으나, 현미경 장치와 연결됨으로써, 현미경 장치로부터 대상 금속에 대한 복수의 측정 이미지들을 획득할 수도 있다. 또한, 도 1에는 도시되지 않았지만, 전자 장치(1000)는 대상 금속의 표면을 물리적으로 연마하기 위한 연마 장치 또는 대상 금속 표면을 화학적으로 에칭하기 위한 에칭 장치를 더 포함할 수 있다.

[0025] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 현미경 장치에 마운팅된 대상 금속 시편을 폴리싱하면서 금속 현미경을 통해 조직 사진으로써 복수의 측정 이미지들을 획득할 수 있으며, 획득된 측정 이미지들에 대해 로컬 포지셔닝(LOCAL POSITIONING), 금속결정 선택(금속결정 SELECTION), 이진화(BINARYZATION), 리사이징(RESIZEING), 적층(STACKING) 및 면처리(SURFACING)를 수행함으로써 3차원 이미지들을 생성할 수 있다. 본 개시에서 대상 금속에서 관측되는 금속 결정은 미세 조직에 대응될 수 있다.

[0026] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치가 측정하는 대상 금속은 탄소강 SA106일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)가 측정하는 대상 금속은 가로 25㎜, 세로 9㎜, 높이 25㎜로 잘려진 상태일 수 있으며, 직경 35㎜, 높이 27㎜의 실린더 형태의 레진(resin)에 마운팅되어 현미경 장치의 스테이지상에 고정될 수 있다. 또한, 전자 장치(1000)는 연마 장치 및 에칭 장치를 이용하여 현미경 장치에 마운팅된 대상 금속의 관찰면과 뒷면이 수지 밖으로 노출되도록 연마할 수 있고, 이를 통해 보다 정확한 폴리싱 이후의 대상 금속 표면의 평균 높이를 측정할 수 있다.

[0027] 전자 장치(1000)는 연마 장치 및 에칭 장치를 통하여 연마된 대상 금속의 측정면의 높이 변화를 마이크로미터를 이용하여 측정할 수 있고, 이때 금속면이 아닌 수지를 기준으로 할 때 레진(resin)의 압축에 의해 발생하는 오차를 피할 수 있다. 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 대상 금속의 미세 조직을 3차원으로 이미지 또는 영상화함으로써, 금속 미세 조직을 정확하고 객관적으로 측정할 수 있다.

[0028] 도 2는 일 실시 예에 따른 전자 장치가 현미경을 통해 마운트된 대상 금속 시편에 대한 복수의 측정 이미지들을 획득하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0029] 도 2의 그림 (202)를 참조하면, 대상 금속의 측면을 1,84㎜ 편향되도록 연마된 상태가 도시되고, 이렇게 편향되기 연마된 이후, 연마면(예컨대 key hole)은 현미경 관찰을 위한 기준면으로 설정될 수 있다. 도 2의 그림 (204)를 참조하면, 연마면을 균일하게 연마하기 위한 지그가 도시되며, 그림 (206)을 참조하면 지그에 장착된 대상 금속 시편에 연마면(예컨대 key hole)이 연마된 상태가 도시된다.

[0030] 마운팅된 샘플은 그림 (208)에 도시된 바와 같이, 현미경 장치의 XY 스테이지의 치구에 장착되고, 키(KEY)에 의해 고정될 수 있다. 전자 장치(1000)는 XY 스테이지 및 키를 이용하여 약 10 내지 20 마이크로미터의 반복 정밀도로 대상 금속을 고정할 수 있다.

[0031] 도 3은 일 실시 예에 따른 전자 장치가 대상 금속 미세 조직에 대한 3차원 이미지를 생성하는 방법의 흐름도이다.

[0032] S310에서, 전자 장치(1000)는 대상 금속 표면을 물리적 또는 화학적으로 처리하면서 대상 금속 표면에서 나타나는 적어도 하나의 미세 조직을 포함하는 복수의 측정 이미지들을 획득할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 현미경과 연결됨으로써, 현미경으로부터 복수의 측정 이미지들을 획득할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 대상 금속 표면을 물리적으로 연마하고, 대상 금속 표면을 물리적으로 연마한 이후, 화학적으로 에칭하며, 화학적으로 에칭된 대상 금속 표면을 촬영함으로써 측정 이미지를 획득할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 대상 금속 표면을 연마하고, 에칭한 이후 측정 이미지를 획득하는 동작을 반복하여 수행함으로써 복수의 측정 이미지들을 획득할 수 있다.

[0033] S320에서, 전자 장치(1000)는 측정 이미지들에서 나타나는 대상 금속 표면의 평균 높이 값을 결정할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 대상 금속 표면의 높이를 여러 지점에서 마이크로미터를 이용하여 측정하고, 측정된 높이 값들의 평균 높이 값을 결정할 수 있다. 전자 장치(1000)는 측정된 평균 높이 값을 측정 이미지 또는 상기 측정 이미지로부터 획득되는 관심 영역 이미지와 매칭하여 메모리에 저장할 수 있다.

[0034] S330에서, 전자 장치(1000)는 측정 이미지들로부터 적어도 하나의 미세 조직을 포함하는 관심 영역 이미지들을 생성할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)가 획득하는 복수의 측정 이미지들은 대상 금속 시편을 폴리싱하고, 에칭한 이후 현미경의 스테이지에 재위치 시키는 과정에서 대상 금속을 촬영하기 위한 기준위치가 변경될 수 있다. 따라서, 전자 장치(1000)는 복수의 측정 이미지들에 로컬 포지셔닝 알고리즘을 수행함으로써, 위치가 보정된 관심 영역 이미지들을 생성할 수 있다.

[0035] S340에서, 전자 장치(1000)는 생성된 관심 영역 이미지들에서 대상 금속 표면에서 나타나는 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 식별할 수 있다. 일 실시 예에 의하면 전자 장치(1000)는 관심 영역 이미지들에서 나타나는 미세 조직의 경계를 식별하고, 식별된 미세 조직의 경계에 기초하여, 관심 영역 이미지들 내부에 나타나는 미세 조직의 수, 식별 정보 등을 관심 영역 이미지들과 함께 매칭하여 저장할 수 있다.

[0036] S350에서, 전자 장치(1000)는 평균 높이 값에 기초하여, 적어도 하나의 미세 조직의 경계가 식별된 관심 영역 이미지들을 적층함으로써 3차원 이미지를 생성할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 측정 이미지들 또는 상기 측정 이미지들로부터 생성된 관심 영역 이미지들에 매칭된 대상 금속 표면의 평균 높이 값에 기초하여, 미세 조직의 경계가 식별된 관심 영역 이미지들을 3차원 공간에 적층함으로써 3차원 이미지를 생성할 수 있다. 전자 장치(1000)가 측정한 관심 영역 이미지들의 평균 높이 값은, 3차원 이미지상에서 Z축의 위치를 나타내는 값일 수 있다.

[0037] 도 4는 일 실시 예에 따른 전자 장치가 대상 금속 표면의 높이를 측정하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0038] S410에서, 전자 장치(1000)는 대상 금속 표면에서 나타나는 적어도 하나의 미세 조직을 포함하는 복수의 측정 이미지들이 획득되면, 각 측정 이미지들이 획득될 때마다 대상 금속 표면의 모서리들의 중심에서 중심 높이 값들을 측정할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 측정 이미지들이 획득되면, 마이크로미터를 이용하여, 측정 이미지들에 나타나는 대상 금속 표면의 평균 높이를 측정할 수 있다.

[0039] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 대상 금속 표면을 연마한 후, 마이크로미터로 시료의 높이를 측정함에 있어, 시료의 표면이 아닌 수지(RESIN)을 측정 기준으로 사용함으로써 수지의 압축으로 인해 발생할 수 있는 오차를 피할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)가 관측하는 대상 금속 표면은 직사각형 형태의 표면 형상을 가질 수 있고, 전자 장치(1000)는 대상 금속 표면의 모서리들 변의 중심 각각에서 마이크로미터를 이용하여 높이 값들을 측정할 수 있다. 전자 장치(1000)는 대상 금속 표면의 모서리들의 중심에서 측정된 중심 높이 값들의 평균 값을, 측정 이미지 별 대상 금속의 평균 높이 값으로 결정할 수 있다.

[0040] 도 5는 일 실시 예에 따른 전자 장치가 대상 금속 표면에 대한 물리적 연마 및 화학적 에칭후 측정한 대상 금속 표면의 높이 값들을 포함하는 테이블이다.

[0041] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 대상 금속 표면에 대한 물리적 연마 및 화학적 에칭을 처리한 후, 대상 금속의 복수의 포인트 별 높이 값들을 측정하고, 측정된 높이 값들의 평균 값을 결정할 수 있다. 전자 장치(1000)는 대상 금속 표면에 대한 물리적 연마 및 화학적 에칭 처리 시마다 측정한 복수의 포인트 별 높이 값들 및 측정된 높이 값들의 평균 값을 테이블 형식으로 저장할 수 있다.

[0042] 예를 들어, 전자 장치(1000)는 대상 금속의 관찰면을 연마 장치에 마련되는 SiC polishing pad인 FEPA P200,

P400, P800, P1200, P2000 중 적어도 하나를 이용하여 연마할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 마지막 연마에 사용되는 P2000의 그리드 크기는 10.3 마이크로미터일 수 있으며, 전자 장치(1000)는 마지막으로 연마포와 격자 크기가 1 마이크로미터의 그리드 크기를 가지는 다결정 다이아몬드 페이스트를 사용하여 20초 동안 미세 연마를 수행할 수 있다. 전자 장치(1000)는 연마 장치를 이용하여 대상 금속에 대한 물리적 연마를 수행한 이후, 화학적 에칭을 수행할 수 있다.

[0043] 예를 들어, 전자 장치(1000)는 미세 연마가 완료되면 질산 3g을 에탄올 65g에 희석하여 얻은 식각액을 대상 금속의 관찰면에 5초간 노출시킨 후, 증류수로 초음파세정을 15초간 수행하고, 초음파 세정 이후, 에탄올로 10초간 세정함으로써 대상 금속의 표면을 화학적으로 에칭할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 물리적 연마 이후, 대상 금속 표면에 대한 화학적 에칭은 총 3회 반복될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 미세 연마, 화학적 에칭, 높이 측정을 반복함으로써 복수의 측정 이미지들을 획득하고, 획득된 측정 이미지들에서 포인트 별 높이 값들 및 상기 높이 값들의 평균 값을 결정하며, 결정된 높이 값들 및 평균 값을 복수의 측정 이미지와 매칭하여 저장할 수 있다. 전자 장치(1000)는 대상 금속 표면에서 미세 조직 결정이 나타낼 때까지 대상 금속 표면을 물리적으로 폴리싱하고 화학적 에칭한 후, 현미경 이미지를 촬영할 수 있다.

[0044] 도 5를 참조하면, 테이블의 레이어(502)는 물리적 및 화학적 연마의 횟수, 해당 횟수에서 측정된 이미지의 레이어 번호를 나타낼 수 있다. 또한, 포인트 식별 번호(512, 514, 516, 518)는 해당 레이어 번호의 측정 이미지에서, 각 포인트 별로 측정된 높이 값들을 나타낼 수 있다. 또한, 평균(520)은 해당 레이어 번호의 측정 이미지에서, 포인트 별로 측정된 높이 값들의 평균 값을 나타낼 수 있다. 후술하는 바와 같이, 전자 장치(1000)는 결정된 평균 높이 값(520)에 기초하여, 관심 영역 이미지들을 적층함으로써 3차원 이미지를 생성할 수 있다. 전자 장치(1000)는 결정이 나타날때까지 폴리싱 및 화학적 에칭을 수행하고, 결정이 나타날때까지 현미경을 통해 모니터링을 수행할 수 있다.

[0045] 도 6은 일 실시 예에 따른 전자 장치가 대상 금속 표면을 3번, 4번 및 5번 폴리싱한 후 현미경을 통해 획득한 측정 이미지와, 측정 이미지들에서 관심 영역을 식별하기 위해 선택한 레퍼런스 이미지 및 타겟 이미지를 나타낸다.

[0046] 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 대상 금속 표면을 촬영함으로써 획득되는 현미경 이미지인 금속결정 이미지를 3차원으로 이미지화 하기 위해, 반복적으로 폴리싱 및 에칭을 통해 현미경 사진을 획득하는데, 이러한 과정에서 대상 금속 시편을 폴리싱하고, 동일한 영역을 관찰함에 있어 위치 오차가 발생할 수 있다. 전자 장치(1000)는 측정 이미지별로 나타나는 위치 오차를 보정하기 위해, 측정 이미지들 별로 관심 영역 이미지들을 생성하며, 생성된 관심 영역 이미지들에 기초하여 3차원 이미지를 생성함으로써, 대상 금속 표면을 더 정확하게 나타낼 수 있다.

[0047] 예를 들어, 도 6의 그림 (602, 604, 606)을 참조하면 500 배율의 현미경에 의해 130um*98um의 영역을 각각 3,4,5번 폴리싱한 후, 촬영한 사진이 도시된다. 비교 기준으로 각 그림 (602, 604, 606)에는 중앙에 십자선이 표시된다. 그림 602를 기준으로 그림 604는 위치가 왼쪽 윗방향으로 이동되어 있으며, 그림 604를 기준으로 하면, 그림 606은 오른쪽으로 이동된 것을 볼 수 있다. 따라서, 전자 장치(1000)가 현미경을 통해 획득된 측정 이미지들에 나타나는 대상 금속 시편의 위치는 동일하지 않을 수 있다.

[0048] 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 측정 이미지들에 로컬 포지셔닝 알고리즘을 수행함으로써, 측정 이미지들에서 나타나는 위치 오차를 자동으로 보정할 수 있다. 그림 (612)는 n번째 폴리싱 후 촬영된 측정 이미지이고, 그림 614는 n+1번째 폴리싱 후 촬영된 측정 이미지로, 복수의 측정 이미지들 중에서 인접한 2개의 이미지이다. 전자 장치(1000)는 그림 612에 나타나는 n번째 측정 이미지를 레퍼런스 이미지로 활용하고, 그림 614에 나타나는 n+1 번째를 타겟 이미지로 활용할 수 있다. 도 7에서 상술하는 바와 같이, 전자 장치(1000)는 레퍼런스 이미지 내 소정의 영역에 대한 매트릭스를 탁세 이미지 내에서 이동시키면서, 매트릭스 연산을 수행하고, 매트릭스 연산 결과 값에 기초하여 레퍼런스 이미지 및 타겟 이미지 각각에서 관심 영역 이미지들을 생성할 수 있다.

[0049] 도 7은 일 실시 예에 따른 전자 장치가 측정 이미지들에 대한 로컬 포지셔닝 알고리즘을 수행함으로써 관심 영역 이미지들을 생성하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0050] S710에서, 전자 장치(1000)는 측정 이미지들 중에서 인접한 측정 이미지들을 식별할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 측정 이미지들 중에서 폴리싱 횟수에 따른 레이어 번호가 인접한 2개의 측정 이미지들을 식별할 수 있다. S720에서, 전자 장치(1000)는 대상 금속 표면에 대한 물리적 또는 화학적 처리 횟수를 나타내는 레이어 번호에 기초하여 2개의 이미지 중 하나를 레퍼런스 이미지 나머지를 타겟 이미지로 결정할 수 있다.

[0051] S730에서, 전자 장치(1000)는 레퍼런스 이미지 내 소정의 영역에 대한 매트릭스를 타겟 이미지 내에서 이동시키면서 매트릭스 연산을 수행할 수 있다. 구체적으로, 전자 장치(1000)는 하기 수학식들에 기초하여 매트릭스 연산을 수행하고, 연산 결과에 기초하여 복수의 측정 이미지들에서 관심 영역 이미지를 생성할 수 있다.

수학식 1

[0052]
$$\Delta x = x_2 - x_1$$
$$\Delta y = y_2 - y_1$$

[0053] 상기 수학식 1에서 나타난 (x_1, y_1)과 (x_2, y_2)는 로컬 포지셔닝 알고리즘을 적용하기 위해 선택한 영역의 대각선 방향의 꼭지점의 좌표일 수 있다. 그리고, Δx, Δy는 해석 영역의 가로변과 세로변의 길이이다. 도 6의 그림 612의 경우 (251, 201)과 (1900, 1300)을 꼭지점으로 하고, Δx는 1650, Δy는 1100인 영역을 선택한 예이다.

수학식 2

[0054]
$$\left[P^1_{\Delta x \Delta y}\right] = \left[P^1_{ref}\ (x_1 : x_2, y_1 : y_2)\right]$$

[0055] 상기 수학식 2에서, 도 6의 그림 612의 영역은 첫번째 레이어 번호를 가지는 측정 이미지에서 선택되었고, 이는 레퍼런스 이미지로 사용됨을 나타낼 수 있다. 즉, 측정 이미지를 스택함에 있어, 가장 먼저 정의된 측정 이미지를 기준으로 배치될 수 있다.

수학식 3

[0056]
$$\left[P^2_{\Delta x \Delta y}(i,j)\right] = \left[P^1_{target}(x_1 + i : x_2 + i, y_1 + j : y_2 + j)\right]$$

수학식 4

[0057]
$$-h \leq (i,j) \leq +h$$

[0058] 또한, 전자 장치(1000)는 상기 수학식 3 및 수학식 4를 이용하여 로컬 포지셔닝 알고리즘 적용 대상이 되는 타겟 이미지인 두번째 레이어 번호를 가지는 측정 이미지에서, 레퍼런스 이미지의 해석 영역과 비교 대상이 되는 해석 영역을 선택할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 수학식 3 및 수학식 4를 이용하여, (x_1-h, y_1-h)과 (x_2-h, y_2-h)의 영역에서 (x_1+h, y_1+h)과 (x_2+h, y_2+h)의 영역까지 총 4h제곱 개의 경우를 선택할 수 있다. 여기에서 +h,-h는 각 레이어 번호 별 측정 이미지에서의 최대 위치 오차를 나타낸다.

[0059] 도 6의 그림 614는 h=100인 경우로, (151, 101)과 (1800, 1200)의 영역에서 (351, 301)과 (2000, 1400)의 영역까지 총 40,000개 경우의 수가 선택된 것을 도시화한 것이다.

수학식 5

$$S_1(i,j) = \sum_{(x,y)=(1,1)}^{(\Delta x,\Delta y)} \left[abs\left(\left[P^1_{\Delta x\Delta y} \right] - \left[P^2_{\Delta x\Delta y}(i,j) \right] \right) \right]$$

[0060]

[0061] 상기 수학식 5의 $S_1(i,j)$ 레퍼런스 이미지 및 타겟 이미지에서 각각 선택된 영역의 매트릭스에서 각 요소들(예컨대 픽셀)간의 차이 값(픽셀 차이 값)에 대한 절대 값을 모두 합한 값을 나타낼 수 있다. 본 명세서에서 매트릭스에서 각 요소들 간의 차이 값에 대한 절대 값을 모두 합한 값은 매트릭스 연산 결과 값에 대응될 수 있다.

수학식 6

$$[\Delta X_2, \Delta Y_2] = min(S_1(i,j), \{(i,j) \in \pm h\})$$

[0062]

[0063] 상기 수학식 6은 $S_1(i,j)$에서 최소 값을 갖는 행 ΔX_2 과 열 ΔY_2 을 의미할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, $(\Delta X_1, \Delta Y_1) = (0,0)$ 일 수 있다. 일 실시 예에 의하면 $S_1(i,j)$의 최소 값은 레퍼런스 이미지 및 타겟 이미지가 거의 일치하는 위치에서 생성될 수 있다. 전자 장치(1000)는 상기 수학식 1 내지 6에 기초하여, 레퍼런스 이미지 및 타겟 이미지에 대하여 매트릭스 연산을 수행할 수 있다.

[0064] S740에서, 전자 장치(1000)는 매트릭스 연산 결과 값에 기초하여 레퍼런스 이미지 및 타겟 이미지 각각에서 관심 영역 이미지들을 생성한다. 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 상기 과정을 복수의 측정 이미지들 중 인접한 2개 이미지들에 대하여 반복하여 수행할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 하기 수학식 7 내지 9를 이용하여 N번째 레이어 번호의 측정 이미지에서 ΔX_n 과 ΔY_n 를 반영한 영역을 레퍼런스로 하고, 타겟이 되는 N+1 번째 레이어 번호의 측정 이미와 서로 비교함으로써 로컬 포지셔닝 알고리즘을 반복적으로 수행할 수 있다.

수학식 7

$$\left[P^n_{\Delta x\Delta y} \right] = \left[P^n_{target}(x_1 + \Delta X_n : x_2 + \Delta X_n, y_1 + \Delta Y_n : y_2 + \Delta Y_n) \right]$$

[0065]

수학식 8

$$\left[P^{n+1}_{\Delta x\Delta y}(i,j) \right] = \left[P^{n+1}_{target}(x_1 + i : x_2 + i, y_1 + j : y_2 + j) \right]$$

[0066]

수학식 9

$$S_n(i,j) = \sum_{(x,y)=(1,1)}^{(\Delta x,\Delta y)} \left[abs\left(\left[P^n_{\Delta x\Delta y} \right] - \left[P^{n+1}_{\Delta x\Delta y}(i,j) \right] \right) \right]$$

[0067]

[0068] 상기 수학식 7 내지 9를 이용한 과정과 하기 수학식 10을 이용하여 구한 각 레이어 번호에 따른 측정 이미지에서의 ΔX_n 과 ΔY_n 을 이용하면, 하기 수학식 11에 나타난 바와 같이, 첫번째 레이어 번호의 측정 이미지에서의 관심 영역, 즉 (X1, Y1)과 (X2, Y2)를 대각선 꼭지점으로 하는 영역의 각 로컬 포지셔닝 알고리즘이 적용된 관심 영역 이미지를 생성할 수 있다.

수학식 10

[0069] $$[\Delta X_{n+1}, \Delta Y_{n+1}] = min(S_n(i,j), \{(i,j) \in \pm h\})$$

수학식 11

[0070] $$\left[P^n_{align}\right] = \left[P^n_{target}(X_1 + \Delta X_n : X_2 + \Delta X_n, Y_1 + \Delta Y_n : Y_2 + \Delta Y_n)\right]$$

[0071] 상기 수학식 11에서, X_1, X_2, Y_1, Y_2 는 로컬 포지셔닝 알고리즘 적용을 위해 선택된 상기 수학식 1, 2, 7 및 8의 x_1, x_2, y_1, y_2 와 독립적일 수 있다.

[0072] 도 8은 대상 금속 표면을 3번 및 4번 폴리싱 한 후 획득되는 측정 이미지들의 특정 영역에 대해 로컬 포지셔닝 알고리즘을 적용함으로써 추출된 관심 영역 이미지를 설명하기 위한 도면이다.

[0073] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 $(x_1, y_1) = (250, 200)$ 및 $(x_2, y_2) = (2000, 1000)$ 에서, 로컬 포지셔닝 알고리즘을 수행하였고, 그 결과, 도 8의 그림 802, 806에 도시된 3번째 레이어 넘버의 측정 이미지에서 $\Delta X_{17} = 55$ 및 $\Delta Y_{17} = 167$ 와 같은 결과 값을 획득하였고, 그림 804 및 808에 도시된 4번째 레이어 넘버의 측정 이미지에서 $\Delta X_{18} = 35$ 및 $\Delta Y_{18} = 170$ 와 같은 결과를 획득하였다. 그리고, 전자 장치(1000)는 X_1, X_2, Y_1, Y_2 를 조정함으로써, 그림 802 및 806에서, 1700×1200 픽셀들, 그림 804 및 808에서, 420×420 픽셀들의 영역을 각각 관심 영역 이미지로 선택할 수 있다.

[0074] 도 9는 일 실시 예에 따른 전자 장치가 관심 영역 이미지들에서 미세 조직의 경계를 식별하는 방법의 흐름도이다.

[0075] 도 10은 일 실시 예에 따른 전자 장치가 관심 영역 이미지들에서 미세 조직의 경계를 식별하는 예를 설명하기 위한 도면이다.

[0076] 도 9 내지 10을 참조하여 전자 장치(1000)가 미세 조직의 경계를 식별하는 과정을 구체적으로 설명하기로 한다.

[0077] S910에서, 전자 장치(1000)는 관심 영역 이미지들 내 임의 두 지점의 픽셀 값의 차이에 기초하여 임계치를 결정할 수 있다. 예를 들어, 도 10에 도시된 그림 1002를 참조하면, 전자 장치(1000)는 관심 영역 이미지 내 미세 조직 경계의 내부 한 지점(1021)의 밝기 값(또는 픽셀 값)을 식별하고, 미세 조직 경계 영역에 위치하는 한 지점(1022)의 밝기 값(또는 픽셀 값)을 식별할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 두 지점(1021, 1022)의 밝기 값의 차이의 절반 값을 임계치로 결정할 수 있다. 또 다른 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 두 지점(1021, 1022)의 픽셀 값의 차이의 절반을 임계치로 결정할 수도 있다.

[0078] S920에서, 전자 장치(1000)는 임계치에 기초하여 관심 영역 이미지들을 이진화 할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 임계치에 기초하여 관심 영역 이미지들을 이진화할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 임계치에 기초하여 임계치 보다 밝은 값을 나타내는 픽셀의 픽셀 값을 1로 결정하고, 임계치 보다 어두운 값을 나타내는 픽셀의 픽셀 값을 0으로 결정함으로써, 관심 영역 이미지들을 이진화할 수 있다.

[0079] S930에서, 전자 장치(1000)는 이진화된 관심 영역 이미지들 내 임의 지점에서 생성된 포인트를 이동시키면서 픽셀 값의 변화 여부를 식별할 수 있다. S940에서, 전자 장치(1000)는 식별된 픽셀 값의 변화 여부에 기초하여 관

심 영역 이미지들 내 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 식별한다. 예를 들어, 그림 (1002)에서 횡방향이 행(Column)이고, 종방향이 열(row)일 수 있따. 그리고 행은 오른쪽으로 갈수록 행의 번호가 증가할 수 있으며, 열은 아래쪽으로 갈수록 열번호가 증가할 수 있다. 따라서, 그림 1004에서, 위쪽의 화살표는 행이 작아짐을 의미할 수 있다. 전자 장치(1000)는 첫번째 0이 나오는 열(row)에서 1을 더함으로써 미세조직 경계의 시작점을 식별할 수 있다.

[0080] 일 실시 예에 의하면, 현미경 사진에 의한 조직 내부에서 voids가 발생하거나, 탈락에 의하여 검은 점으로 표현될 수 있는 문제점이 있으며, 이러한 점의 존재는 첫번째 0이 나오는 열(row)의 위치에 혼동을 줄 수 있는 문제점이 있다. 따라서, 본 개시의 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 그림 1006에 나타나는 바와 같이, 이진화된 관심 영역 이미지에서 넓은 1의 분포에 둘러 쌓여 있는 작은 0은 전부 1로 변경할 수 있다. 전자 장치(1000)는 관심 영역 이미지들을 이진화하고, 이진화된 관심 영역 내 일부 0을 나타내는 픽셀 값들을 미세 조정함으로써, 관심 영역 이미지 내 미세조직의 경계를 정확하게 식별할 수 있다.

[0081] 그림 1008을 참조하면, 전자 장치(1000)가 그림 1006에서 경계의 시작점을 찾은 이후, 경계의 좌표를 찾는 과정이 도시된다. 현재 전자 장치(1000)는 첫번째 0과 마지막 1의 위치를 인식한 상태이므로, 두개의 픽셀을 포함하는 4개의 인접한 픽셀에서 1과 0의 유무를 확인할 수 있다.

[0082] 지점 (1023)은 위쪽으로 이동하여 1과 0의 경계에서 정지하므로 고정된 조건일 수 있다. 이 고정된 조건을 포함하여 총 4가지 경우를 가정할 수 있다. 예를 들어, 오른쪽 위 및 오른쪽 측면이 1-1, 0-1, 0-0, 1-0인 경우를 가정할 수 있다. 예를 들어 0-1의 경우 경계는 그림 (1008)에 나타난 종단점(break point)의 경우와 같이 오른쪽이고, 1-1의 경우, 경계는 그림 (1008)에 나타난 바와 같이 우상단이며, 0-0의 경우, 그림 (1008)에 나타난 바와 같이, 화살표가 도시된 부분에서 피크일 수 있다.

[0083] 도 11은 일 실시 예에 따른 전자 장치가 관심 영역 이미지들에서 식별된 미세 조직의 경계를 리사이징하는 방법의 흐름도이다.

[0084] 도 12는 일 실시 예에 따른 전자 장치가 관심 영역 이미지들에서 식별된 미세 조직의 경계를 리사이징하는 예를 설명하기 위한 도면이다.

[0085] 도 11 내지 12를 참조하여 전자 장치(1000)가 미세 조직의 경계를 리사이징하는 과정을 구체적으로 설명하기로 한다. 본 개시에 따른 전자 장치가 이용하는 금속 현미경은 500배 배율로 설정하였을 때, 픽셀 1개당 분해능(예컨대 해상도)이 약 0.063마이크로미터이고, 높이 측정을 위한 마이크로미터의 정확도는 0.01 마이크로미터일 수 있다. 결과적으로 대상 금속 표면에 대한 측정 이미지에서 취득한 (x,y)좌표로 표현되는 경계는 높이 z에 비해 상대적으로 매우 많은 노드와 필요 이상으로 높은 공간 분해능으로 표현될 수 있다.

[0086] 따라서, 전자 장치(1000)가 대상 금속 표면을 촬영함으로써 획득한 이미지에 기초하여 3차원 이미지를 생성함에 있어, 계산 속도의 저하와 상하로 침상의 면을 형성할 수 있는 문제점이 있다. 다만 노드의 개수를 줄일 경우 조직의 형상이 왜곡될 수 있으므로, 조직의 형상 왜곡을 최소화하면서 3차원 이미지 생성에 필요한 연산량을 최적화 하기 위한 노드수 선택 또는 미세조직 경계의 리사이징이 필요할 수 있다.

[0087] S1110에서, 전자 장치(1000)는 관심 영역 이미지들이 생성된 측정 이미지들에 미리 매칭된 대상 금속 표면의 평균 높이 값에 기초하여, 관심 영역 이미지들에 포함된 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 리사이징할 수 있다. 예를 들어, 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 하기 수학식 12 내지 15에 기초하여 최적의 노드수를 결정하고, 결정된 노드수에 기초하여 관심 영역 이미지 내 경계를 리사이징할 수 있다.

수학식 12

[0088] $$R_c = m \times n \quad (\text{pixels})$$

[0089] 전자 장치(1000)는 상기 수학식 12에 기초하여 카메라(또는 현미경 장치)의 픽셀을 정의할 수 있다. 일반적으로 수직 및 수평 픽셀의 비율 m/n은 4/3일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 전자 장치(1000)가 현미경 장치를 통하여 획득 가능한 영상의 공간 해상도는 광학 렌즈계에 따라 달라질 수 있고, 수학식 13과 같이 정의될 수 있다.

수학식 13

[0090] $$R_p = w \times h \quad (\mu m)$$

[0091] 상기 수학식 13에서, w와 h는 각 측정 이미지의 너비와 높이 값을 의미한다. 각 픽셀 사이의 정량적 거리는 하기 수학식 14에 기초하여 유도될 수 있다.

수학식 14

[0092] $$P = w/n \quad (\mu m/pixels)$$

[0093] 일 실시 예에 의하면, m=2048, w=130um일 경우, 상기 수학식 14에서, P는 0.063(um/pixels)에 해당하는 130/2048 (um/pixels)일 수 있다. 그러나, 그림 5의 테이블에서 나타나는 바와 같이, 폴리싱 후 각 레이어 번호에서의 측정 이미지의 높이는 1-2um이므로, 만약 P=0.063 (um/pixels)로 사용하는 경우, 결정의 측면 표면이 바늘 모양의 사각형들(needle-like squares)로 표현되며, 표면이 균일하지 않은 문제가 있다. 따라서, 결과를 잘 생성하기 위해서는, 하기 수학식 15에 따른 P'를 정의할 필요가 있다.

수학식 15

[0094] $$P' = w'/n' \quad (\mu m/pixels)$$

[0095] 상기 수학식 15에서 $P' = P \times r$ 이고, $r = 30 \sim 60$ 일 수 있다. S1120에서, 전자 장치(1000)는 상기 수학식 12 내지 15에 기초하여 리사이징된 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 관심 영역 이미지들 내 미세조직의 경계로 식별할 수 있다.

[0096] 구체적으로, 도 12의 그림 (1202)에는, 도 3의 그림 (806)의 미세 조직 이미지로부터 결정된 미세조직 경계 좌표에 따른 다각형이 도시된다. 그림 (1202)를 참조하면, 3084개의 다각형 꼭지점에 의해 정의되는 파란색 실선(1212)와, 3개씩 건너뛰어서 1028개의 다각형 꼭지점에 의해 정의되는 녹색 실선(1214)과, 9개씩 건너 뛰어서 343개의 다각형 꼭지점으로 정의되는 빨간색 실선(1216)과, 27개씩 건너 뛰어서 114개의 다각형 꼭지점으로 정의되는 검은색 점선(1218)이 도시된다.

[0097] 그림 (1202)에서 나타난 다각형(1219)의 만(움푹 파여진 부분)을 확대한 그림 (1220)을 참조하면, 검은색 점선(1218)으로는 정확하게 표현할 수 없으나, 빨간색 실선(1216)을 이용하면 만의 형상이 표시됨을 확인할 수 있다. 이는 약 0.57um의 공간 분해능으로 그림 (1202) 내 다각형(1219)의 세부 영역을 표현할 수 있음을 나타낸다. 그림 (1204)는 다각형의 꼭지점 개수에 따른 폴리곤의 면적을 나타낸다. 27개씩 건너 뛰어서 60개의 꼭지점으로 그린 다각형의 면적은 약 50% 감소하나, 13개 이하로 건너뛴 경우 면적비가 거의 변하지 않음을 알 수 있다. 따라서, 일 실시 예에 따른 전자 장치(1000)는 9개씩 건너뛴 0.57um의 공간 분해능을 가지는 미세조직의 경계를 대상 금속 표면의 미세 조직의 경계로 식별할 수 있다.

[0098] 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 수학식 12 내지 15에 따라 관심 영역 이미지 내 미세조직의 경계를 리사이징함으로써 연산량 대비 최적의 미세조직 경계를 식별할 수 있다.

[0099] 도 13은 일 실시 예에 따른 전자 장치가 3차원 이미지를 생성하는 구체적인 방법의 흐름도이다.

[0100] S1310에서, 전자 장치(1000)는 평균 높이 값에 기초하여, 적어도 하나의 미세 조직의 경계가 식별된 관심 영역 이미지들을 적층할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 대상 금속 표면을 폴리싱 한 후 대상 금속 표면을 현미경을 통해 촬영함으로써 측정 이미지를 획득하고, 마이크로미터를 이용하여 대상 금속의 평균 높이 값을 결정한다. 전자 장치(1000)는 폴리싱 마다 측정된 평균 높이 값을 3차원 이미지상의 Z축 값으로 활용함으로써, 미

세 조직의 경계가 식별된 관심 영역 이미지들을 적층할 수 있다.

[0101] S1320에서, 전자 장치(1000)는 평균 높이 값에 기초하여 적층된 관심 영역 이미지들에 나타나는, 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 면처리(SURFACING)할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1000)는 관심 영역 이미지들에 미리 매칭된 평균 높이 값에 기초하여 관심 영역 이미지들을 3차원 공간상에 적층시 3차원 공간의 z축을 기준으로 적층된 관심 영역 이미지들 면상의 경계들이 적층될 수 있다. 전자 장치(1000)는 적층된 경계들 사이를 면처리함으로써 소정의 면을 생성할 수 있다.

[0102] S1330에서, 전자 장치(1000)는 면처리된 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 3차원 이미지로 생성할 수 있다. 후술하는 도 14 내지 16을 참조하여, 전자 장치(1000)가 관심 영역 이미지들을 적층함으로써 3차원 이미지를 생성하는 구체적인 예를 설명하기로 한다.

[0103] 도 14는 일 실시 예에 따른 전자 장치가 3차원 이미지를 생성하기 위해 이용하는 소정의 미세 조직들이 나타나는 관심 영역 이미지들의 예시이다.

[0104] 도 14에 도시된 그림 (1402, 1404, 1406, 1408)에는 각각, 3번, 7번, 10번, 26번 폴리싱에 따라 달라지는 z축 높이를 가지는 관심 영역 이미지들이 도시된다. 그림 (1402, 1404, 1406, 1408)에는 현미경의 xy 단면 이미지의 공간 해상도가 0.57um이고, #1, #3, #5번으로 구분되는 미세 조직(예컨대 메탈 그레인, metal grain, mg)이 경계에 의해 구분된 상태가 도시된다. 그림 (1402)에서 그림 (1408)로 갈수록, 폴리싱 횟수가 증가함에 따라 미세 조직 일부는 면적이 점점 좁아지고, 미세 조직의 다른 일부는 면적이 점점 넓어지는 것을 볼 수 있다.

[0105] 예를 들어, 그림 (1402)에서 그림 (1408)로 갈수록, #1, #2 미세 조직은 연마되면서 폭이 점점 좁아지고, #1 미세 조직은 최종적으로 여러 개의 미세 조직으로 나뉘어 질 수 있음을 관측할 수 있다.

[0106] 도 15는 일 실시 예에 따른 전자 장치가 미세 조직 별 복수의 관심 영역 이미지들을 적층한 결과를 도시한 도면이다.

[0107] 도 15에 도시된 그림 (1502)는 도 14의 관심 영역 이미지들(1402, 1404, 1406, 1408)에서 나타나는 미세 조직 #1에 대한 부분 관심 영역 이미지들을 적층한 결과이고, 그림 (1504)는 도 14의 관심 영역 이미지들에서 나타나는 미세 조직 #3에 대한 부분 관심 영역 이미지를 적층한 결과이고, 그림 (1506)은 도 14의 관심 영역 이미지들에서 나타나는 미세조직 #5에 대한 부분 관심 영역 이미지를 적층한 결과이며, 그림 (1508)은 도 14의 관심 영역 이미지들에서 나타나는 미세 조직 #6에 대한 부분 관심 영역 이미지를 적층한 결과이다.

[0108] 도 15에 도시된 바와 같이, 각 관심 영역 이미지들에서의 경계를 스택한 결과를 볼륨(volumn)으로 표현하기 위해서는 각 관심영역 이미지들에서 나타나는 경계 내 좌표점과 인접한 높이의 위치를 잇는 면을 형성할 필요가 있다. 전자 장치(1000)는 적층된 관심 영역 이미지들에서 나타나는 미세 조직의 경계들을 면처리함으로써 후술하는 도 16에 도시된 3차원 이미지들을 생성할 수 있다.

[0109] 도 16은 일 실시 예에 따른 전자 장치가 도 15에서 적층된 관심 영역 이미지들에 나타나는 미세 조직의 경계를 면처리 함으로써 생성한 3차원 이미지를 설명하기 위한 도면이다.

[0110] 도 16을 참조하면 그림 (1602, 1604, 1606)에서 각 적층된 관심 영역 이미지들에서 나타나는 미세 조직의 경계들을 면처리함으로써 생성된 3차원 이미지들이 도시된다. 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 대상 금속의 표면에서 관측되는 복수의 미세 조직 별 3차원 이미지를 생성할 수도 있지만, 복수의 미세 조직을 포함하는 3차원 이미지(1608)를 생성할 수도 있다.

[0111] 일 실시 예에 따른 전자 장치(1000)는 관심 영역 이미지들 중 특정 미세 조직에 대한 부분 관심 영역 이미지들을 적층하고, 적층된 부분 관심 영역 이미지들 상의 미세 조직 경계를 면처리함으로써 미세 조직 별 3차원 이미지들 (1602, 1604, 1606)를 생성할 수도 있지만, 복수의 미세 조직 경계를 포함하는 관심 영역 이미지들을 적층하고, 적층된 관심 영역 이미지들에 나타나는 경계를 면처리함으로써 복수의 미세 조직들을 포함하는 3차원 이미지(1608)를 생성할 수도 있다. 본 개시에 따른 전자 장치(1000)는 대상 금속의 미세 조직을 3차원으로 영상화함으로써 대상 금속 내 미세조직의 객관적인 관측이 가능하게 할 수 있다.

[0112] 도 17은 일 실시 예에 따른 전자 장치의 블록도이다.

[0113] 도 18은 또 다른 실시 예에 따른 전자 장치의 블록도이다.

[0114] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 다양한 형태로 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 명세서에서 기술되는 전자 장치(1000)는, 디지털 카메라, 모바일 단말, 스마트 폰(smart phone), 노트북 컴퓨터(laptop computer),

태블릿 PC, 전자북 단말기, 디지털방송용 단말기, PDA(Personal Digital Assistants), PMP(Portable Multimedia Player), 네비게이션, MP3 플레이어 등이 있을 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0115] 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 디스플레이(1210), 프로세서(1300) 및 메모리(1700)를 포함할 수 있다. 그러나, 이에 한정되는 것은 아니고, 대상 금속의 미세 조직을 3차원 이미지화 하기 위한 방법을 수행하기 위한 기타 장치들을 더 포함할 수도 있다. 일 실시 예에 의하면, 전자 장치(1000)는 도 18에 도시된 바와 같이, 사용자 입력 인터페이스(1100), 출력부(1200)로 마련되는 음향 출력부(1220), 연마 장치(1400), 에칭 장치(1410), 네트워크 인터페이스(1500), A/V 입력부(1600), 메모리(1700)를 더 포함할 수도 있다.

[0116] 사용자 입력부(1100)는, 사용자가 전자 장치(1000)를 제어하기 위한 데이터를 입력하는 수단을 의미한다. 예를 들어, 사용자 입력부(1100)에는 키 패드(key pad), 돔 스위치 (dome switch), 터치 패드(접촉식 정전 용량 방식, 압력식 저항막 방식, 적외선 감지 방식, 표면 초음파 전도 방식, 적분식 장력 측정 방식, 피에조 효과 방식 등), 조그 휠, 조그 스위치 등이 있을 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

[0117] 사용자 입력부(1100)는, 전자 장치(1000)가 대상 금속 미세 조직에 대한 3차원 이미지를 생성하기 위한 적어도 하나의 사용자 입력을 수신할 수 있다.

[0118] 출력부(1200)는, 오디오 신호 또는 비디오 신호 또는 진동 신호를 출력할 수 있으며, 출력부(1200)는 디스플레이부(1210), 음향 출력부(1220)를 포함할 수 있다.

[0119] 디스플레이부(1210)는 전자 장치(1000)에서 처리되는 정보를 표시 출력하기 위한 화면을 포함한다. 또한, 화면은 영상을 디스플레이 할 수 있다. 예를 들면, 디스플레이부(1210)는 복수의 측정 이미지들, 복수의 관심 영역 이미지들, 관심 영역 이미지들을 적층한 결과, 적층된 결과를 면처리함으로써 생성되는 3차원 이미지 또는 영상을 출력할 수 있다.

[0120] 음향 출력부(1220)는 통신부(1500)로부터 수신되거나 메모리(1700)에 저장된 오디오 데이터를 출력한다. 또한, 음향 출력부(1220)는 전자 장치(1000)에서 수행되는 기능(예를 들어, 호신호 수신음, 메시지 수신음, 알림음)과 관련된 음향 신호를 출력한다.

[0121] 프로세서(1300)는 통상적으로 전자 장치(1000)의 전반적인 동작을 제어한다. 예를 들어, 프로세서(1300)는, 메모리(1700)에 저장된 프로그램들을 실행함으로써, 사용자 입력부(1100), 출력부(1200), 연마장치(1400), 에칭장치(1410), 마이크로미터(1420), 네트워크 인터페이스(1500), A/V 입력부(1600) 등을 전반적으로 제어할 수 있다. 또한, 프로세서(1300)는 메모리(1700)에 저장된 프로그램들을 실행함으로써, 도 1 내지 도 16에 기재된 전자 장치(1000)의 기능을 수행할 수 있다.

[0122] 일 실시 예에 의하면, 상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써, 대상 금속 표면을 물리적 또는 화학적으로 처리하면서 상기 대상 금속 표면에서 나타나는 적어도 하나의 미세 조직을 포함하는 복수의 측정 이미지들을 획득하고, 상기 측정 이미지들에서 나타나는 대상 금속 표면의 평균 높이 값을 결정하고, 상기 측정 이미지들로부터 상기 적어도 하나의 미세 조직을 포함하는 관심 영역 이미지들을 생성하고, 상기 생성된 관심 영역 이미지들에서 상기 대상 금속 표면에서 나타나는 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 식별하고, 상기 결정된 평균 높이 값에 기초하여, 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계가 식별된 관심 영역 이미지들을 적층함으로써 3차원 이미지를 생성할 수 있다.

[0123] 일 실시 예에 의하면, 프로세서(1300)는 상기 대상 금속 표면을 연마하는 연마 장치 및 에칭 장치를 제어함으로써, 상기 대상 금속 표면을 물리적으로 연마하고, 상기 대상 금속 표면을 물리적으로 연마한 이후 화학적으로 에칭하고, 상기 화학적으로 에칭된 대상 금속 표면을 촬영함으로써 측정 이미지를 획득하고, 상기 물리적 연마, 화학적 에칭된 대상 금속 표면을 촬영하는 동작을 반복함으로써 상기 복수의 측정 이미지들을 획득할 수 있다.

[0124] 일 실시 예에 의하면, 프로세서(1300)는 측정 이미지가 획득되면, 상기 대상 금속 표면의 모서리들의 중심에서 중심 높이 값들을 측정하고, 상기 중심 높이 값들의 평균 값을 상기 평균 높이 값으로 결정할 수 있다.

[0125] 일 실시 예에 의하면, 프로세서(1300)는 상기 측정 이미지들 중에서 인접한 측정 이미지들을 식별하고, 상기 대상 금속 표면에 대한 상기 물리적 또는 화학적 처리 횟수에 기초하여 상기 복수의 측정 이미지들 중 인접한 2개의 이미지를 레퍼런스 이미지 및 타겟 이미지로 결정하고, 상기 결정된 레퍼런스 이미지 내 소정의 영역에 대한 매트릭스를 상기 타겟 이미지 내에서 이동시키면서 매트릭스 연산을 수행하고, 상기 매트릭스 연산 결과값에 기초하여 상기 레퍼런스 이미지 및 상기 타겟 이미지 각각에서 관심 영역 이미지들을 생성할 수 있다.

[0126] 일 실시 예에 의하면, 프로세서(1300)는 상기 관심 영역 이미지들 내 임의 두 지점의 픽셀 값의 차이에 기초하

여 임계치를 결정하고, 상기 임계치에 기초하여 상기 관심 영역 이미지들을 이진화 하고, 상기 이진화된 관심 영역 이미지들 내에서 임의 지점에서 생성된 포인트를 이동시키면서 픽셀 값의 변화 여부를 식별하고, 상기 식별된 픽셀 값의 변화 여부에 기초하여 상기 관심 영역 이미지들 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 식별할 수 있다.

[0127] 일 실시 예에 의하면, 프로세서(1300)는 상기 관심 영역 이미지들이 생성된 측정 이미지들에 미리 매칭된 상기 대상 금속 표면의 평균 높이 값에 기초하여, 상기 관심 영역 이미지들에 포함된 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 리사이징 하고, 상기 리사이징된 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 미세 조직의 경계로 식별할 수 있다.

[0128] 일 실시 예에 의하면, 적어도 하나의 프로세서는 상기 결정된 평균 높이 값에 기초하여, 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계가 식별된 관심 영역 이미지들을 적층하고, 상기 평균 높이 값에 기초하여 적층된 관심 영역 이미지들에 나타나는, 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 면처리 하고, 상기 면처리된 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 상기 3차원 이미지로 생성할 수 있다.

[0129] 네트워크 인터페이스(1500)는 전자 장치(1000)가 다른 장치(미도시) 또는 서버와 통신을 하게 하는 하나 이상의 구성 요소를 포함할 수 있다. 다른 장치(미도시)는 전자 장치(1000)와 같은 컴퓨팅 장치이거나, 센싱 장치일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 예를 들어, 네트워크 인터페이스(1500)는, 근거리 통신부, 이동 통신부, 방송 수신부를 포함할 수 있다.

[0130] 연마 장치(1400)는 프로세서(1300)의 제어에 의해 대상 금속 표면을 연마할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 연마 장치는 미리 설정된 타입의 연마 패드가 장착되는 스테이지, 상기 스테이지를 회전시키거나, 이동시키는 구동모터 및 상기 연마 패드가 장착되는 스테이지를 이동시키기 위한 구동 모듈을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 연마 장치(1400)는 프로세서(1300)의 제어에 의해 미리 설정된 횟수로 대상 금속 표면을 물리적으로 연마할 수 있다.

[0131] 에칭 장치(1410)는 프로세서(1300)의 제어에 의해 대상 금속 표면을 에칭할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 에칭 장치(1410)는 식각액, 세정액 또는 증류수가 저장되는 복수 타입의 저장부, 상기 식각액, 세정액 또는 증류수를 상기 대상 금속에 공급하기 위한 복수의 채널을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 마이크로미터(1420)는 대상 금속 시편의 높이를 측정할 수 있다. 예를 드렁, 마이크로미터(1420)는 프로세서의 제어에 의하여 대상 금속 시편의 높이를 전자적으로 계측하기 위한 기타 높이 측정 장치로 마련될 수 있다.

[0132] A/V(Audio/Video) 입력부(1600)는 오디오 신호 또는 비디오 신호 입력을 위한 것으로, 이에는 카메라(1610)와 마이크로폰(1620) 등이 포함될 수 있다. 카메라(1610)는 화상 통화모드 또는 촬영 모드에서 이미지 센서를 통해 정지영상 또는 동영상 등의 화상 프레임을 얻을 수 있다. 이미지 센서를 통해 캡쳐된 이미지는 프로세서(1300) 또는 별도의 이미지 처리부(미도시)를 통해 처리될 수 있다.

[0133] 마이크로폰(1620)은, 외부의 음향 신호를 입력 받아 전기적인 음성 데이터로 처리한다. 예를 들어, 마이크로폰(1620)은 외부 디바이스 또는 사용자로부터 음향 신호를 수신할 수 있다. 마이크로폰(1620)은 사용자의 음성 입력을 수신할 수 있다. 마이크로폰(1620)은 외부의 음향 신호를 입력 받는 과정에서 발생 되는 잡음(noise)을 제거하기 위한 다양한 잡음 제거 알고리즘을 이용할 수 있다.

[0134] 메모리(1700)는, 프로세서(1300)의 처리 및 제어를 위한 프로그램을 저장할 수 있고, 전자 장치(1000)로 입력되거나 전자 장치(1000)로부터 출력되는 데이터를 저장할 수도 있다. 또한, 메모리(1700)에는 대상 금속 표면을 복수회 관측함으로써 획득되는 복수의 측정 이미지들, 관심 영역 이미지들, 관심 영역 이미지들을 적층한 결과, 적층된 관심 영역 이미지들의 경계를 면처리함으로써 생성된 3차원 이미지들이 저장될 수 있다.

[0135] 또한, 일 실시 예에 의하면, 메모리(1700)는 대상 금속 미세 조직에 대한 3차원 이미지를 생성하는 방법을 수행하기 위한 하나 이상의 인스트럭션을 저장할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 메모리(1700)는 매트랩, C언어, 파이썬과 같은 범용 소프트웨어에서 프로세서에 의해 동작 가능한 하나 이상의 인스트럭션을 포함할 수 있다.

[0136] 메모리(1700)는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램(RAM, Random Access Memory) SRAM(Static Random Access Memory), 롬(ROM, Read-Only Memory), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), PROM(Programmable Read-Only Memory), 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다.

[0137] 일 실시예에 따른 전자 장치가 대상 금속 미세 조직에 대한 3차원 이미지를 생성하는 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 또한, 본 개시의 일 실시 예에 따르면 대상 금속 미세 조직에 대한 3차원 이미지를 생성하는 방법을 수행하도록 하는 프로그램이 저장된 기록 매체를 포함하는 컴퓨터 프로그램 장치가 제공될 수 있다.

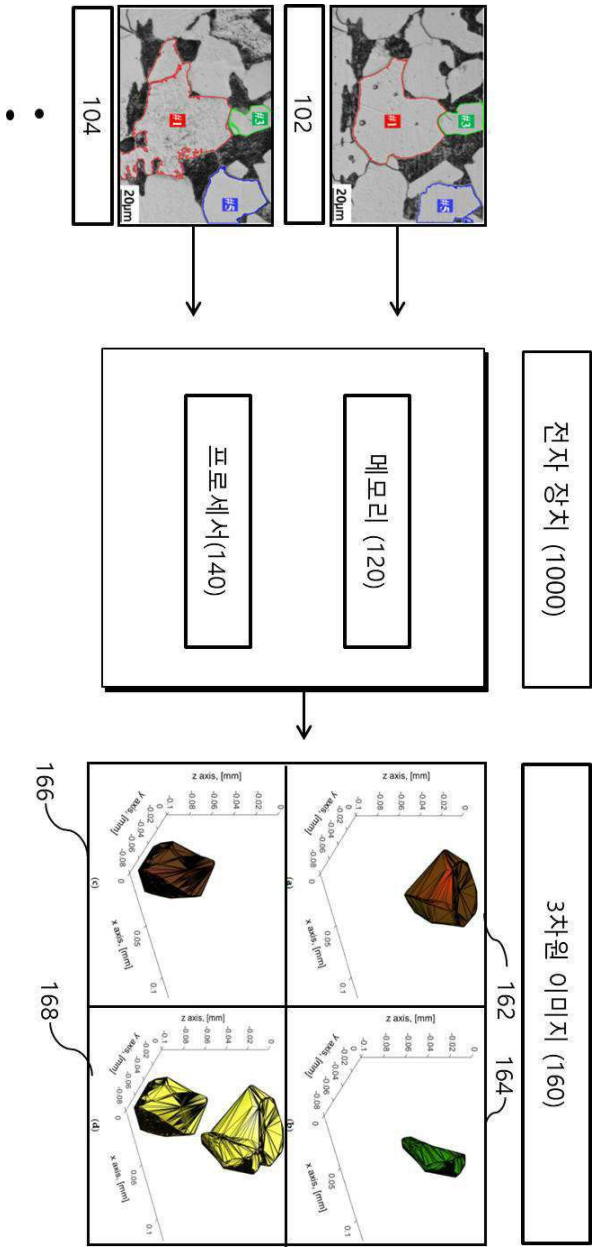
[0138] 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0139] 일부 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체 및 통신 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 일부 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 컴퓨터 프로그램과 같은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 포함하는 컴퓨터 프로그램 또는 컴퓨터 프로그램 제품(computer program product)으로도 구현될 수 있다.

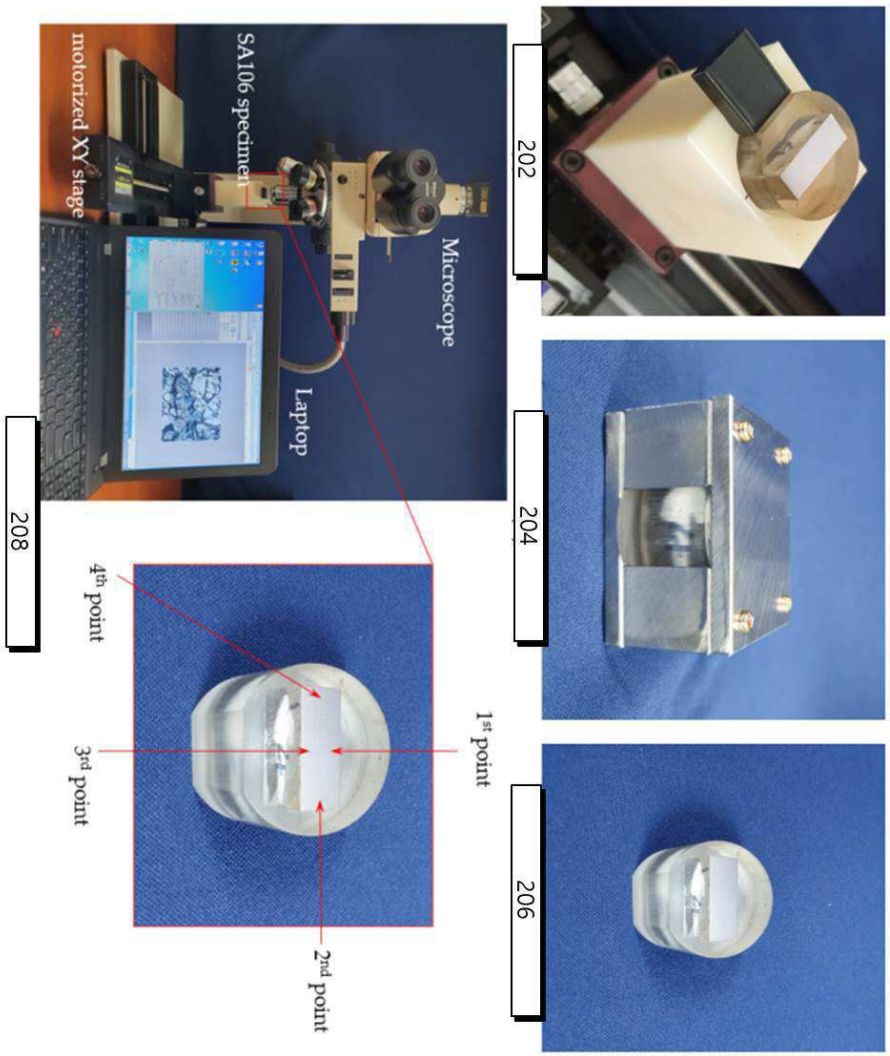
[0140] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속한다.

도면

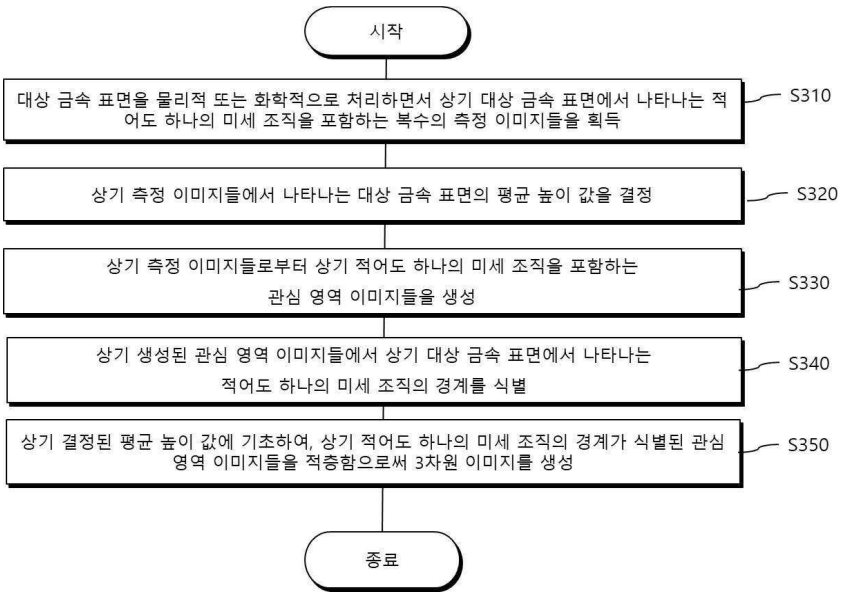
도면1


104
102
20μm
20μm
전자 장치 (1000)
메모리 (120)
프로세서(140)
3차원 이미지 (160)
162
164
166
168
z axis, [mm]
y axis, [mm]
x axis, [mm]

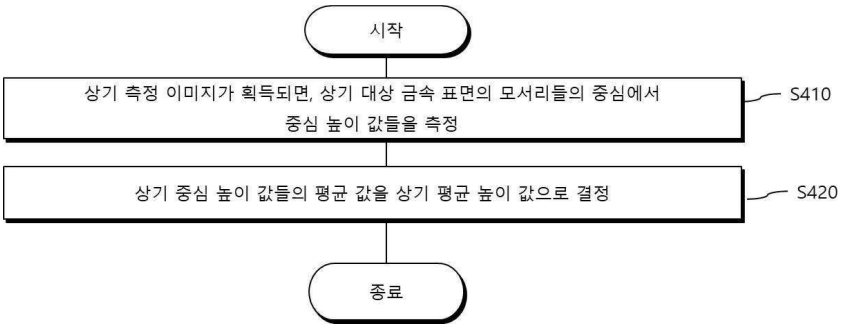
도면2


motorized XY stage
SA106 specimen
Microscope
Laptop
208
202
204
206
4th point
3rd point
1st point
2nd point

도면3


시작
대상 금속 표면을 물리적 또는 화학적으로 처리하면서 상기 대상 금속 표면에서 나타나는 적어도 하나의 미세 조직을 포함하는 복수의 측정 이미지들을 획득
S310
상기 측정 이미지들에서 나타나는 대상 금속 표면의 평균 높이 값을 결정
S320
상기 측정 이미지들로부터 상기 적어도 하나의 미세 조직을 포함하는 관심 영역 이미지들을 생성
S330
상기 생성된 관심 영역 이미지들에서 상기 대상 금속 표면에서 나타나는 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 식별
S340
상기 결정된 평균 높이 값에 기초하여, 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계가 식별된 관심 영역 이미지들을 적층함으로써 3차원 이미지를 생성
S350
종료

도면4

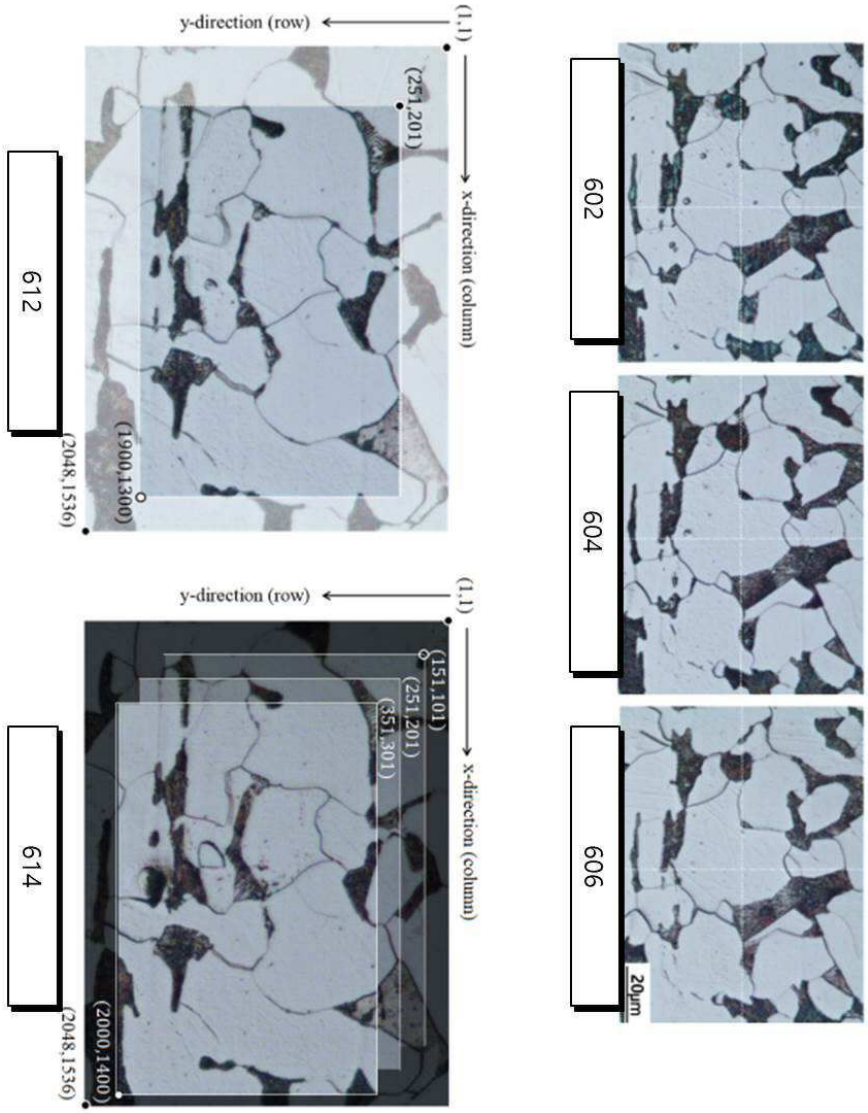


도면5

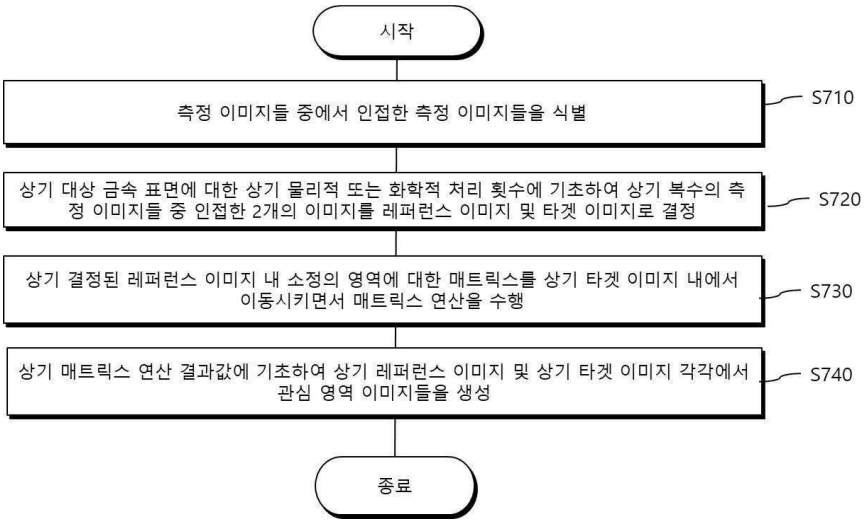
502

Layer	Height of Layer (mm)				
	1st Point (512)	2nd Point (514)	3rd Point (516)	4th Point (518)	Average (520)
1	22.49370	22.47870	22.50430	22.51340	22.49753
2	22.49280	22.47680	22.50210	22.51190	22.49590
3	22.49160	22.47510	22.50000	22.50910	22.49395
4	22.48980	22.47290	22.49850	22.50800	22.49230
5	22.48820	22.47130	22.49740	22.50620	22.49078
6	22.48680	22.47090	22.49660	22.50440	22.48968
7	22.48510	22.46850	22.49450	22.50240	22.48763
8	22.48300	22.46730	22.49240	22.50030	22.48575
9	22.48160	22.46550	22.49120	22.49910	22.48435
10	22.48020	22.46410	22.48900	22.49700	22.48258
11	22.47910	22.46330	22.48750	22.49540	22.48133
12	22.47680	22.46140	22.48580	22.49320	22.47933
13	22.47570	22.46040	22.48330	22.49090	22.47758
14	22.47400	22.45810	22.48170	22.48880	22.47565
15	22.47220	22.45700	22.47990	22.48750	22.47415
16	22.47120	22.45550	22.47790	22.48630	22.47273
17	22.46920	22.45340	22.47640	22.48510	22.47103
18	22.46730	22.45250	22.47560	22.48420	22.46990
19	22.46586	22.45088	22.43980	22.48258	22.46828
20	22.46448	22.44918	22.47228	22.44048	22.46660
21	22.46338	22.44788	22.47038	22.47948	22.46528
22	22.46188	22.44578	22.46938	22.47798	22.46375
23	22.46088	22.44368	22.46688	22.47718	22.46215
24	22.45918	22.44238	22.46528	22.47568	22.46063
25	22.45788	22.44028	22.46358	22.47368	22.45885
26	22.45588	22.43848	22.46218	22.47188	22.45710
27	22.45398	22.43748	22.46038	22.47048	22.45558
28	22.45198	22.43548	22.45778	22.46968	22.45373
29	22.45038	22.43368	22.45578	22.46858	22.45210
30	22.44878	22.43258	22.45408	22.46608	22.45038
31	22.44728	22.43068	22.45258	22.46518	22.44893
32	22.44608	22.42948	22.45168	22.46338	22.44765
33	22.44498	22.42728	22.45008	22.46098	22.44583
34	22.44388	22.42518	22.44868	22.45968	22.44435
35	22.44278	22.42288	22.44748	22.45868	22.44295
36	22.44158	22.42188	22.44638	22.45618	22.44150
37	22.44008	22.42038	22.44368	22.45528	22.43985
38	22.44385	22.41880	22.44210	22.45370	22.43827
39	22.44364	22.41560	22.44090	22.45230	22.43630
40	22.43470	22.41440	22.43880	22.45090	22.43470

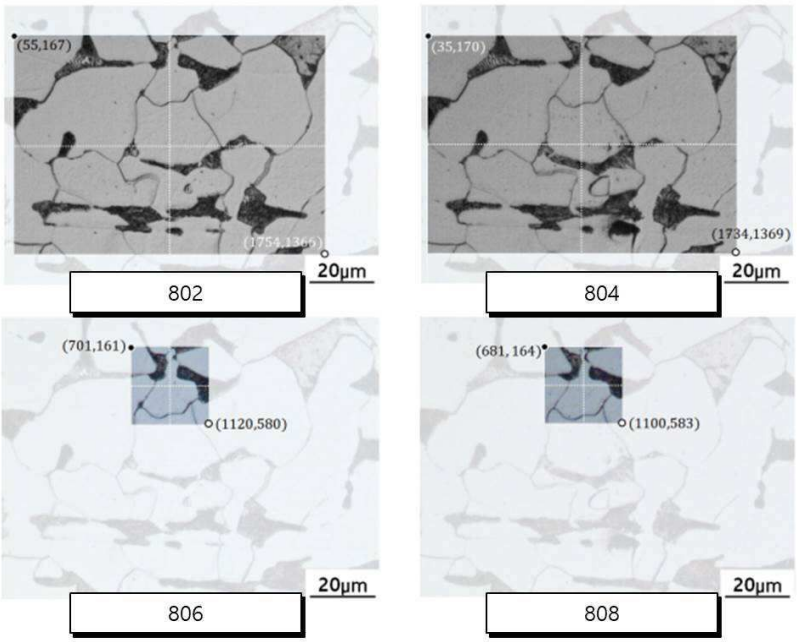
도면6


y-direction (row)
(1,1)
x-direction (column)
(251,201)
(1900,1300)
(2048,1536)
612
602
604
606
20μm
y-direction (row)
(1,1)
x-direction (column)
(151,101)
(251,201)
(351,301)
(2000,1400)
(2048,1536)
614

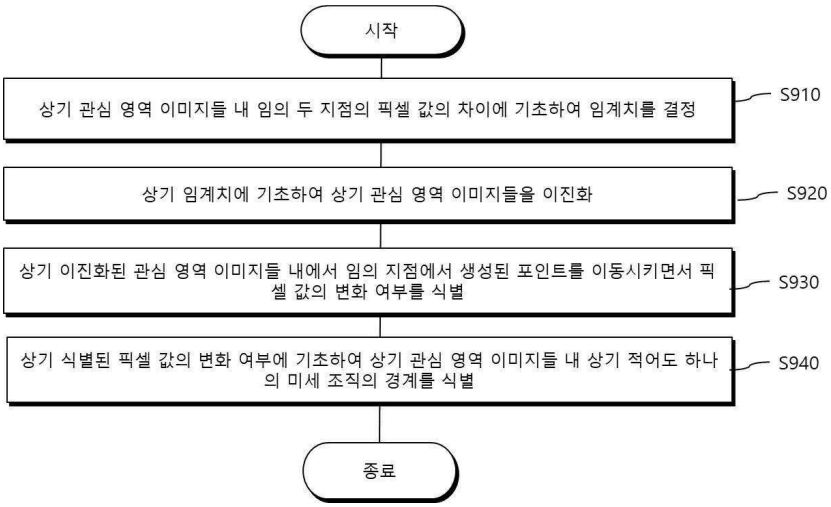
도면7


시작
측정 이미지들 중에서 인접한 측정 이미지들을 식별
S710
상기 대상 금속 표면에 대한 상기 물리적 또는 화학적 처리 횟수에 기초하여 상기 복수의 측정 이미지들 중 인접한 2개의 이미지를 레퍼런스 이미지 및 타겟 이미지로 결정
S720
상기 결정된 레퍼런스 이미지 내 소정의 영역에 대한 매트릭스를 상기 타겟 이미지 내에서 이동시키면서 매트릭스 연산을 수행
S730
상기 매트릭스 연산 결과값에 기초하여 상기 레퍼런스 이미지 및 상기 타겟 이미지 각각에서 관심 영역 이미지들을 생성
S740
종료

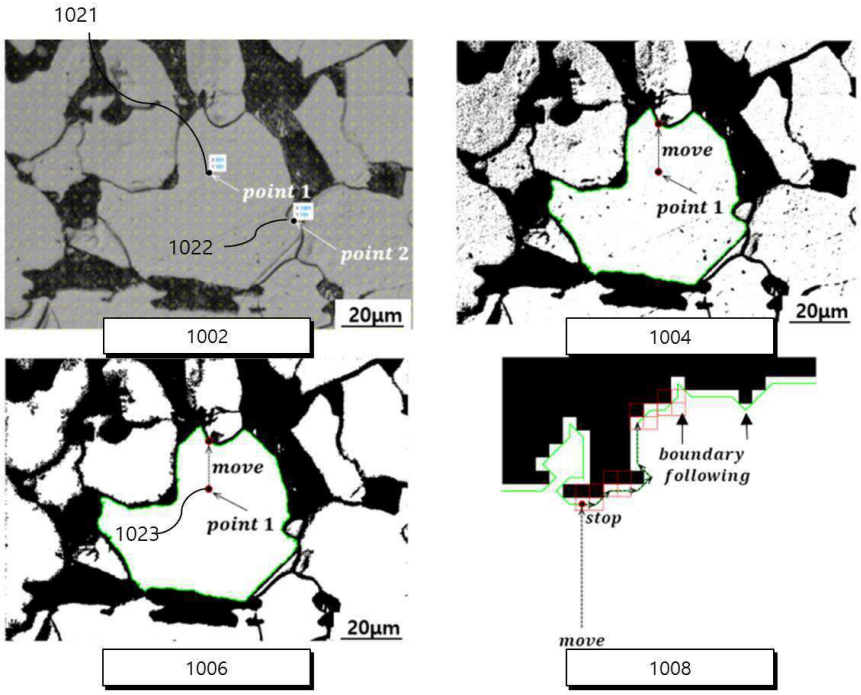
도면8


(55,167)
20μm
802
(35,170)
(1734,1369)
20μm
804
(701,161)
(1120,580)
20μm
806
(681,164)
(1100,583)
20μm
808

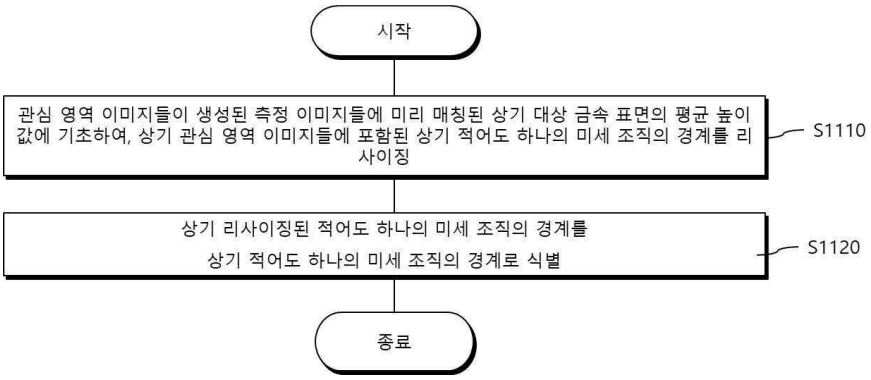
도면9


시작
상기 관심 영역 이미지들 내 임의의 두 지점의 픽셀 값의 차이에 기초하여 임계치를 결정
S910
상기 임계치에 기초하여 상기 관심 영역 이미지들을 이진화
S920
상기 이진화된 관심 영역 이미지들 내에서 임의 지점에서 생성된 포인트를 이동시키면서 픽셀 값의 변화 여부를 식별
S930
상기 식별된 픽셀 값의 변화 여부에 기초하여 상기 관심 영역 이미지들 내 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 식별
S940
종료

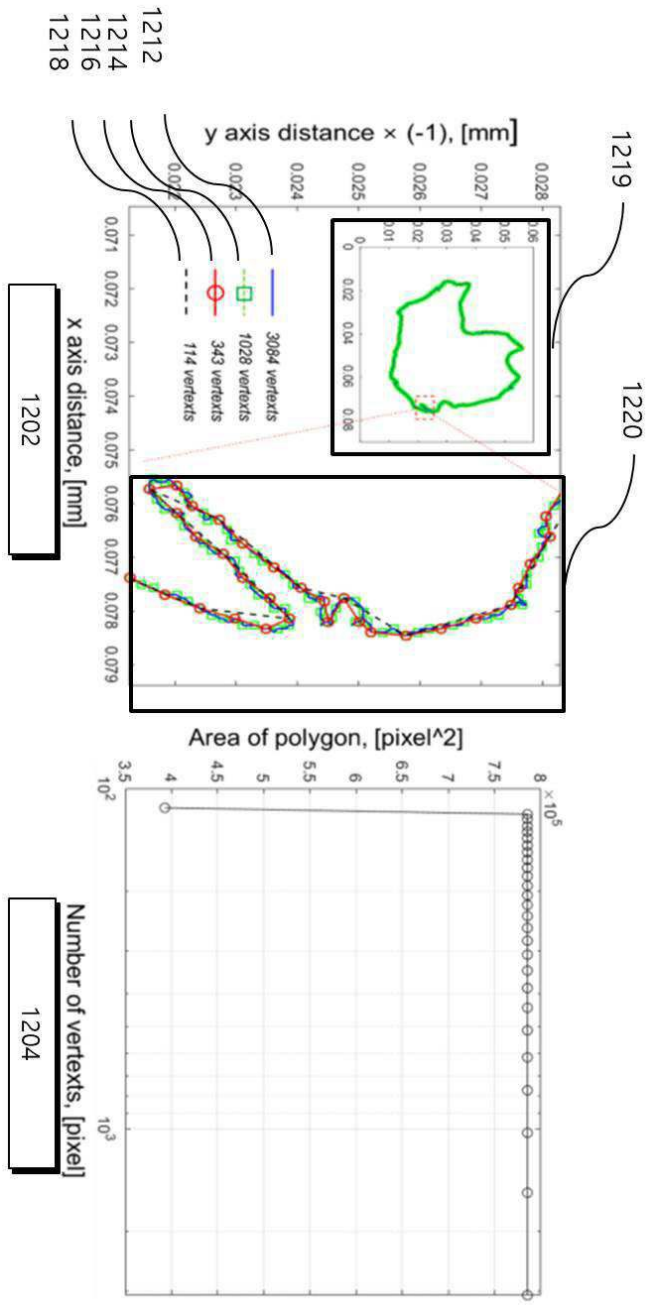
도면10


1021
point 1
1022
point 2
20μm
1002
move
point 1
20μm
1004
move
point 1
1023
20μm
1006
boundary following
stop
move
1008

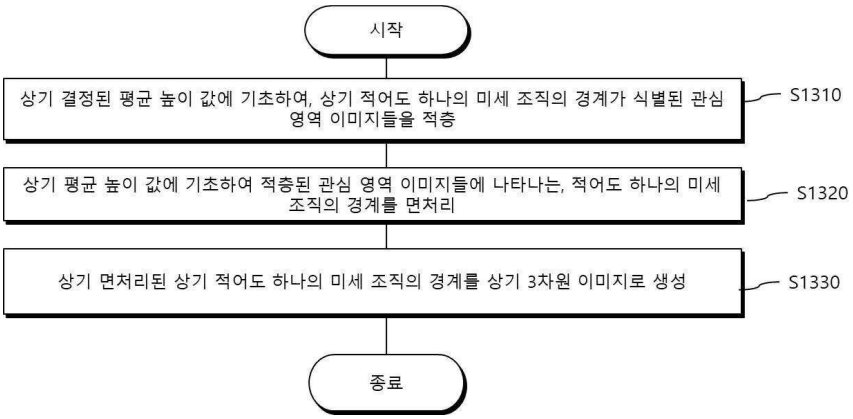
도면11


시작
관심 영역 이미지들이 생성된 측정 이미지들에 미리 매칭된 상기 대상 금속 표면의 평균 높이 값에 기초하여, 상기 관심 영역 이미지들에 포함된 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 리사이징
S1110
상기 리사이징된 적어도 하나의 미세 조직의 경계를
상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계로 식별
S1120
종료

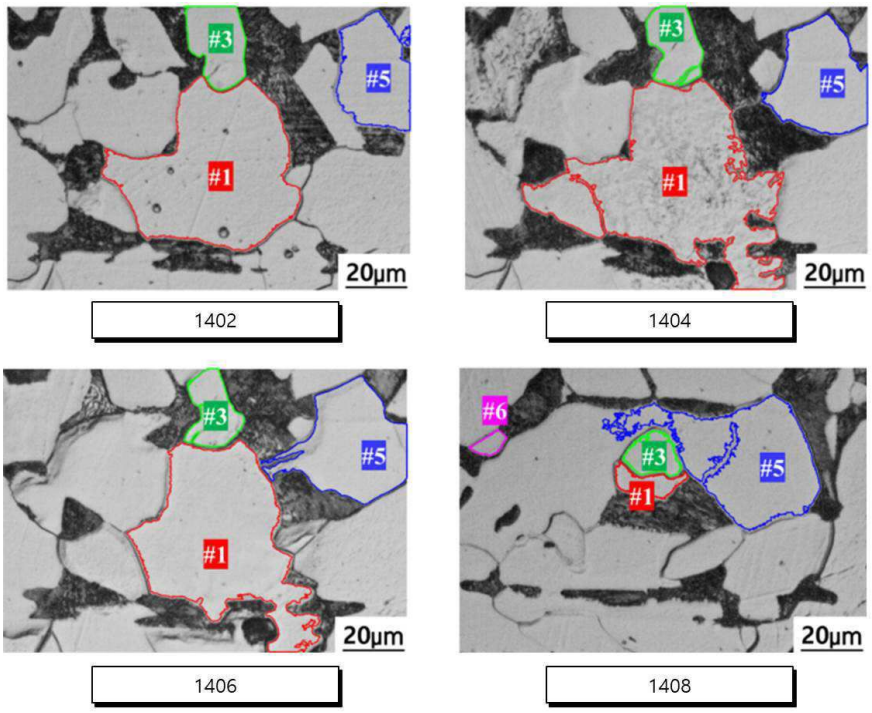
도면12


1212
1214
1216
1218
y axis distance × (-1), [mm]
1219
1220
3084 vertexts
1028 vertexts
343 vertexts
114 vertexts
x axis distance, [mm]
1202
Area of polygon, [pixel^2]
Number of vertexts, [pixel]
1204

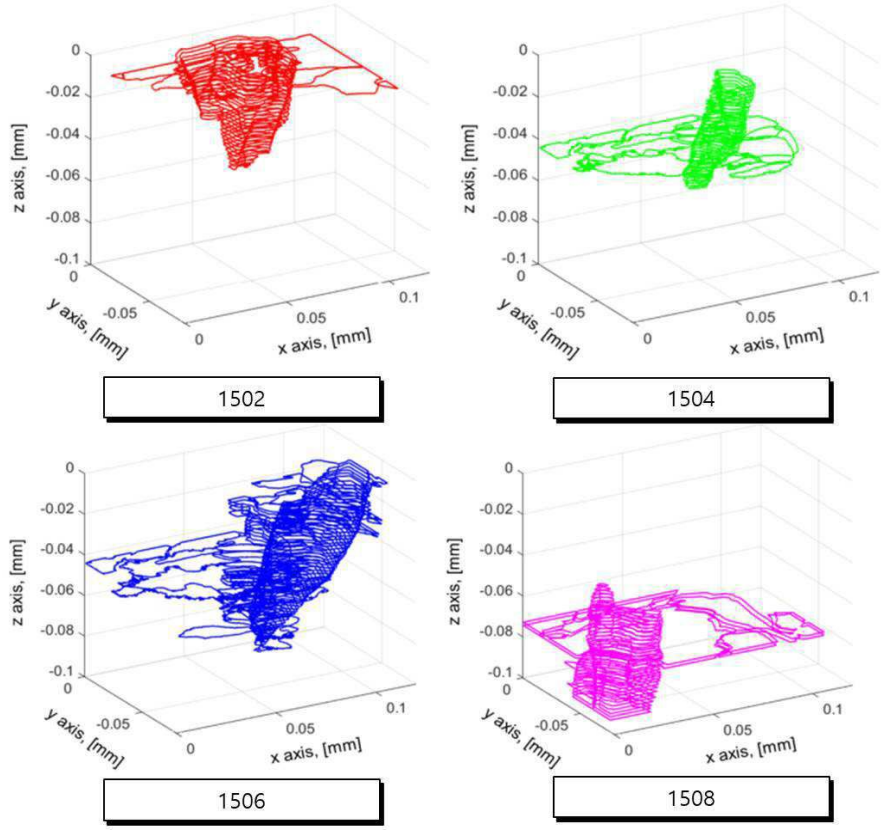
도면13


시작
상기 결정된 평균 높이 값에 기초하여, 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계가 식별된 관심 영역 이미지들을 적층
S1310
상기 평균 높이 값에 기초하여 적층된 관심 영역 이미지들에 나타나는, 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 면처리
S1320
상기 면처리된 상기 적어도 하나의 미세 조직의 경계를 상기 3차원 이미지로 생성
S1330
종료

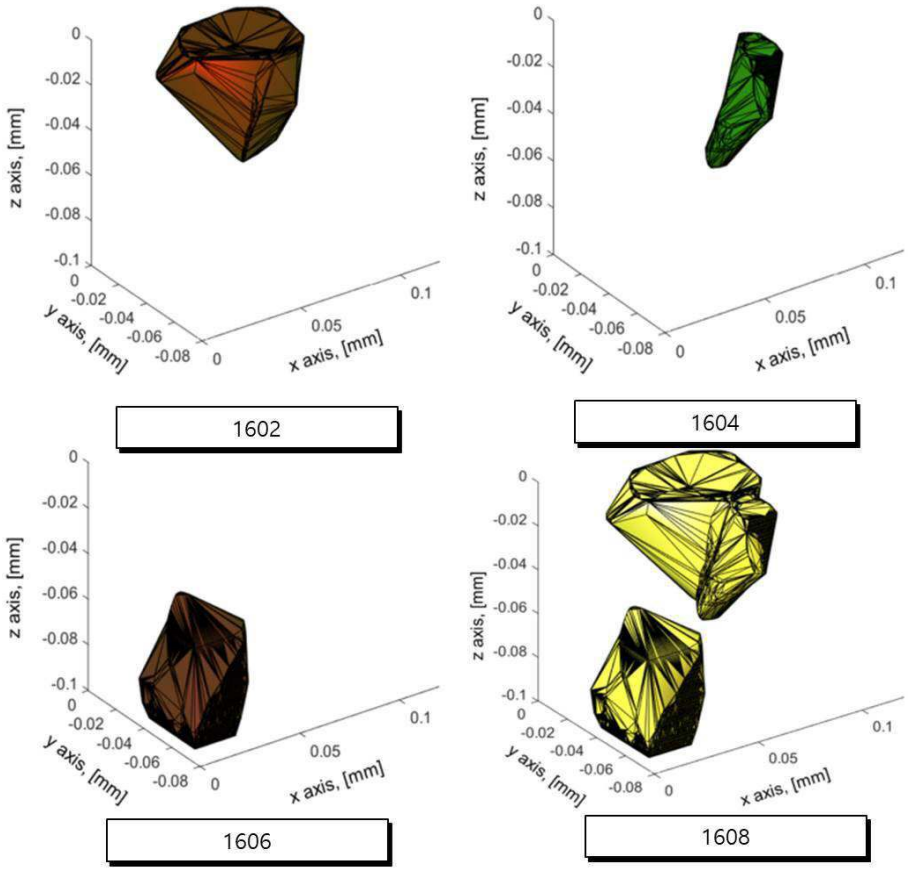
도면14


#3
#5
#1
20μm
1402
#3
#5
#1
20μm
1404
#3
#5
#1
20μm
1406
#6
#3
#5
#1
20μm
1408

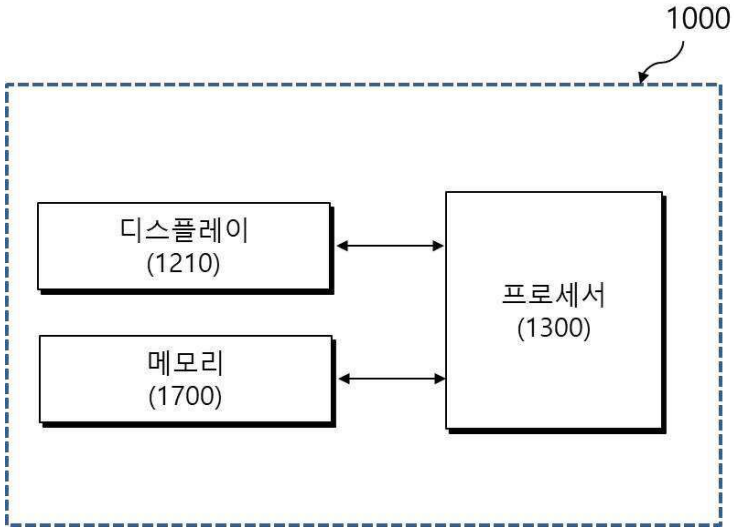
도면15


z axis, [mm]
y axis, [mm]
x axis, [mm]
1502
1504
1506
1508

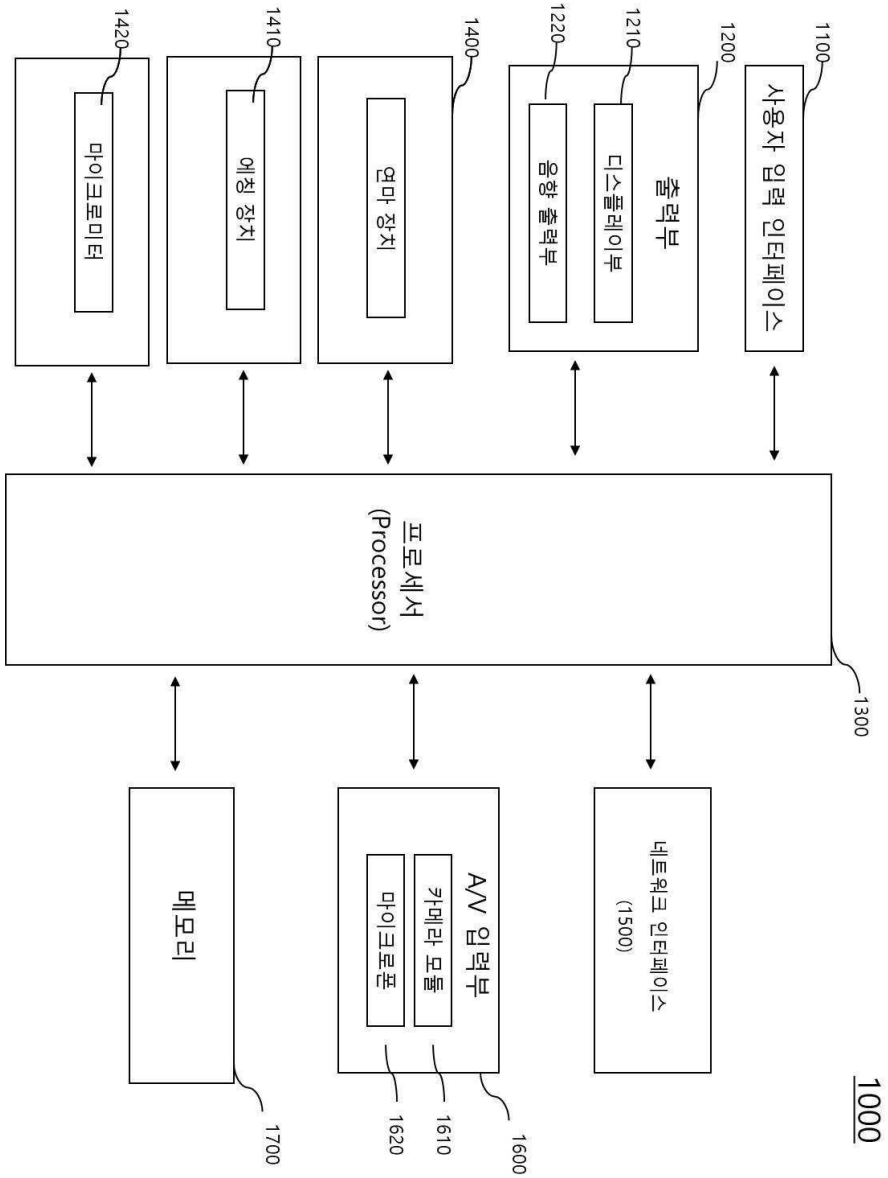
도면16


z axis, [mm]
y axis, [mm]
x axis, [mm]
1602
1604
1606
1608

도면17



도면18


1000
사용자 입력 인터페이스
1100
출력부
1200
디스플레이부
1210
음향 출력부
1220
연마 장치
1400
에칭 장치
1410
마이크로미터
1420
프로세서
(Processor)
1300
네트워크 인터페이스
(1500)
A/V 입력부
1600
카메라 모듈
1610
마이크로폰
1620
메모리
1700