(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년05월30일
(11) 등록번호 10-1397599
(24) 등록일자 2014년05월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 23/203 (2006.01) *G01N 23/225* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0156911
(22) 출원일자 2012년12월28일
심사청구일자 2012년12월28일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020110013684 A
JP07159144 A
JP2009264750 A
JP11511238 A
전체 청구항 수 : 총 12 항

(73) 특허권자
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
강전연
경남 창원시 성산구 가음정동 13-3 재료연구소아파트 207호
(74) 대리인
특허법인가산

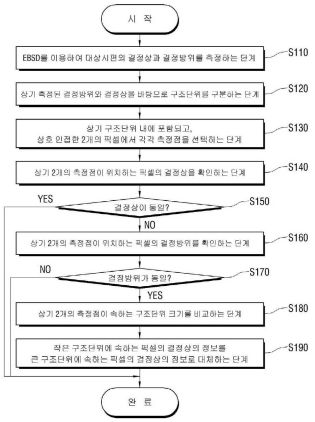
심사관 : 박재우

(54) 발명의 명칭 **전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법**

(57) 요 약

본 발명은 EBSD를 이용하여 대상 시편의 결정상과 결정방위를 측정하는 단계; 상기 측정된 결정방위와 결정상을 바탕으로, 구조단위의 구분 기준값에 따라 구조단위를 구분하는 단계; 상호 인접한 2개의 픽셀에서 각각 측정점을 선택하는 단계; 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 동일한 지 여부를 판단하는 단계; 및 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일한 지 여부를 판단하는 단계를 포함하는 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법에 관한 것으로, 결정 격자가 유사한 2개 이상의 결정상을 포함하는 경우에, 결정상을 나타내는 Phase map과 결정방위를 나타내는 ND 맵을 상호 비교하여, Phase map에 나타나는 서로 상이한 결정상이 노이즈인지 여부를 확인하고, 또한, Phase map에 나타나는 서로 상이한 결정상이 노이즈임이 확인되면, 서로 상이한 결정상을 어느 하나의 결정상으로 대체함으로서, 상구분 오류로 인한 노이즈 발생을 완전히 해결할 수 있다.

대 표 도 - 도5



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	10041169
부처명	지식경제부
연구사업명	소재원천기술개발사업
연구과제명	상용 스테인리스강 대비 Ni 함량이 50% 이상 저감된 고기능성 스테인리스강의 Lean Alloy화 기술 개발(1/4)
기 여 율	1/1
주관기관	한국기계연구원 부설 재료연구소
연구기간	2011.12.01 ~ 2012.11.30

특허청구의 범위

청구항 1

EBSD를 이용하여 대상 시편의 결정상과 결정방위를 측정하는 단계;

상기 측정된 결정방위와 결정상을 바탕으로, 구조단위의 구분 기준값에 따라 구조단위를 구분하는 단계;

상호 인접한 2개의 픽셀에서 각각 측정점을 선택하는 단계;

상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 동일한 지 여부를 판단하는 단계; 및

상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일한 지 여부를 판단하는 단계를 포함하는 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 동일한 지 여부를 판단하는 단계 이전에, 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상을 확인하는 단계를 더 포함하고,

상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 동일한 지 여부를 판단하는 단계 이후에, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 상이하면, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위를 확인하는 단계를 더 포함하는 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일한 지 여부를 판단하는 단계 이후,

상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일하면, 상기 2개의 측정점이 위치하는 구조단위의 크기를 비교하는 단계; 및

작은 구조단위에 속하는 픽셀의 결정상의 정보를 큰 구조단위에 속하는 픽셀의 결정상의 정보로 대체하는 단계를 더 포함하는 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일한 지 여부를 판단하는 단계 이전에, 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위를 확인하는 단계를 더 포함하고,

상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일한 지 여부를 판단하는 단계 이후에, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일하면, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상을 확인하는 단계를 더 포함하는 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 동일한 지 여부를 판단하는 단계 이후,

상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 상이하면, 상기 2개의 측정점이 위치하는 구조단위의 크기를 비교하는 단계; 및

작은 구조단위에 속하는 픽셀의 결정상의 정보를 큰 구조단위에 속하는 픽셀의 결정상의 정보로 대체하는 단계를 더 포함하는 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 구조단위의 구분 기준값은픽셀 간 어긋남각이 1 내지 15° 인 범위에서 선택되며, 상기 어긋남각이 선택된 구분 기준값의 범위 이내인 경우 인접한 두 픽셀이 동일 구조단위에 해당하는 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법.

청구항 7

EBSD를 이용하여 대상 시편의 결정상과 결정방위를 측정하는 단계;

상호 인접한 2개의 픽셀에서 각각 측정점을 선택하는 단계;

상기 2개의 측정점이 동일 구조단위에 해당하는지 여부를 판단하는 단계;

상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 동일한 지 여부를 판단하는 단계; 및

상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일한 지 여부를 판단하는 단계를 포함하는 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 동일한 지 여부를 판단하는 단계 이전에, 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상을 확인하는 단계를 더 포함하고,

상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 동일한 지 여부를 판단하는 단계 이후에, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 상이하면, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위를 확인하는 단계를 더 포함하는 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일한 지 여부를 판단하는 단계 이후,

상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일하면, 상기 2개의 측정점이 위치하는 구조단위의 크기를 비교하는 단계; 및

작은 구조단위에 속하는 픽셀의 결정상의 정보를 큰 구조단위에 속하는 픽셀의 결정상의 정보로 대체하는 단계를 더 포함하는 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일한 지 여부를 판단하는 단계 이전에, 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위를 확인하는 단계를 더 포함하고,

상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일한 지 여부를 판단하는 단계 이후에, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일하면, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상을 확인하는 단계를 더 포함하는 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 동일한 지 여부를 판단하는 단계 이후,

상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 상이하면, 상기 2개의 측정점이 위치하는 구조단위의 크기를 비교하는 단계; 및

작은 구조단위에 속하는 픽셀의 결정상의 정보를 큰 구조단위에 속하는 픽셀의 결정상의 정보로 대체하는 단계를 더 포함하는 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법.

청구항 12

제 7 항에 있어서,

상기 구조단위의 구분 기준값은픽셀 간 어긋남각이 1 내지 15° 인 범위에서 선택되며, 상기 어긋남각이 선택된 구분 기준값의 범위 이내인 경우 인접한 두 픽셀이 동일 구조단위에 해당하는 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 2개 이상의 결정상으로 구성된 복합조직 소재의 상분석 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 과거에는 대부분 집합조직에 대한 연구를 할 때 X선 회절을 이용하거나 투과 전자 현미경을 이용하였다.

[0003] 하지만, X-선 회절법의 경우 측정 시편의 준비나 측정 방법이 비교적 간단하지만 측정 분해능이 수십 마이크론에 이르러, 미세 영역의 방위 결정에는 적합하지 않다.

[0004] 따라서 미세 조직의 방위 결정을 위해서는 투과전자 현미경을 이용한 전자 회절법이 사용되었다.

[0005] 그러나 투과 전자 현미경의 경우 시편 준비가 까다로울 뿐 아니라, 홀 주위의 극히 미세한 영역만을 관찰할 수 있기 때문에 재료의 전체적인 특성을 파악하는 데는 어느정도 한계가 있을 수 밖에 없고, 따라서, 이러한 단점을 보완하기 위해 SEM에서 입사빔과고각을 이루는, 후방으로 산란되는 Kikuchi 회절도형으로 결정 방위를 측정하는 전자후방산란회절(Electron Back Scatter Diffraction, EBSD)법을 활용하게 되었다.

[0006] 전자후방산란회절(이하, EBSD라 함)을 이용한 분석방법은 일정 시편의 회절 패턴(pattern)을 이용하여 결정상(crystallographic phase)과 결정방위(crystallographic orientation)를 결정하고, 이를 기반으로 시편 미세조직의 형상(morphologic) 정보와 결정학적(crystallographic) 정보를 조합하여 분석하는 방법이다.

[0007] 이의 구현을 위해 주사전자현미경(scanning electron microscope, SEM)에 전자후방산란회절 패턴(Electron Back Scatter Diffraction Pattern, EBSP)을 기록하기 위한 카메라와 기록된 EBSP의 분석과 전자빔(electron beam)의 제어를 위한 장치와 컴퓨터 및 소프트웨어(software)를 설치하게 된다.

[0008] 컴퓨터에 설치된 소프트웨어를 통해 전자빔의 위치를 자동 혹은 수동으로 제어하며, 전자빔이 머무는 시편 영역에서 발생하는 EBSP를 카메라를 통해 기록하고, 해당 EBSP를 자동으로 분석하여 해당 시편 영역의 결정학적 정보들을 산출한다.

[0009] 도 1a는 전자후방산란회절의 개념을 도시한 개략적인 모식도이고, 도 1b는 EBSD 패턴의 일예를 도시한 사진이다.

[0010] 도 1a를 참조하면, 주사전자현미경에서 시편을 전자빔의 입사방향과 60° 내지 80° 정도의 큰 각도로 기울이면 입사된 전자빔이 시편 내에서 산란되면서 시편 표면 방향으로 회절 패턴이 나타나게 된다.

[0011] 이를 전자후방산란회절패턴(Electron Back Scattered Diffraction Pattern, EBSP)이라고 하며, 이 패턴은 전자빔이 조사된 영역의 결정방위에 반응하여 재료의 결정 방위를 1° 이내의 정확도로 정확하게 측정할 수 있다.

[0012] 또한, 측정부위마다 개별적인 방위를 분석할 수 있으므로, EBSD software를 통해, 측정부위 간의 결정방위 차이를 나타내는 어긋남각(misoridatation angle)을 계산할 수 있고, 미세조직 상에 일정한 간격으로 배열된 측정점에 대한 연속적인 측정을 통해 다양한 정보를 표현할 수 있는 맵(map)과 해당 맵을 구성하는 정보의 히스토그램(histogram)의 표현이 가능하다. EBSD를 통해 얻은 맵에서 해당 맵을 구성하는 최소의 정보단위인 픽셀(pixel)은 측정 시의 미세조직 상에 배열된 각 측정점에 대응하게 된다.

[0013] 즉, EBSD 맵핑을 통한 정보(맵, map)를 구성하는 최소 단위인 픽셀(pixel)은 시험편 상에서 EBSP가 얻어지는 하나의 측정점에 대응하며, 각 픽셀은 해당 측정점에서의 결정구조와 결정방위 등의 정보를 담고 있으며, 해당 결

정학적 정보는 다양한 형태의 색상 정보로써 표현할 수 있다.

[0014] 한편, 기록된 EBSP의 분석을 행하는 소프트웨어는 해당 EBSP가 발생하는 영역의 결정상(crystalline phase)을 인식(identification)하고, 결정방위를 계산함에 있어서 다양한 이유로 오류를 범하거나 해당 작업을 수행하지 못하는 경우가 발생한다.

[0015] 일반적으로, EBSD 맵 상에서 이러한 분석 상의 결함들은 두 가지 형태로 나타나게 된다.

[0016] 그 중 하나인 불량점(bad point, indexing failure, non-indexed point)은 해당 픽셀에 대응하는 측정점이결정입계에 인접함으로써 두 개 이상 결정립의 상호 다른 EBSP가 겹쳐지는 문제, 또는 해당 측정점에 위치한 표면결함이나 불순물에 의한 EBSP의 부분적 혹은 완전한 소멸, 과도한 격자 변형에 의한 EBSP의 흐려짐 등에 기인하여 EBSP를 해석하는 소프트웨어가 해당 EBSP로부터 결정구조와 방위 정보를 산출하지 못한 경우에 해당한다.

[0017] 또한, 이상에서 언급한 불량점의 발생 원인과 동일한 이유 및 결정격자가 가지는 대칭성(symmetry) 상의 특이점으로 결정상은 정상적으로 인식하지만 그 방위의 산출에 오류(error)를 범하는 경우, 혹은 유사한 결정구조를 가지는 두 가지 이상의 결정상이 혼합된 조직에서 결정구조의 유사성에 기인하여 상구분(phase discrimination)에 오류를 범하여 맵 상에 노이즈(noise)를 형성하는 경우가 있다.

[0018] 따라서, 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류를 필터링할 수 있는 방법이 필요한 실정이나, 현재까지 상인식 오류를 효과적으로 필터링하여 EBSD 맵의 완성도를 높일 수 있는 필터링 방법은 전무한 상황이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0019] 본 발명은 상기와 같은 기술적 문제점을 해결하기 위한 것으로, 2개 이상의 결정상으로 구성된 복합조직 소재에서 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류를 필터링할 수 있는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0020] 본 발명의 해결하려는 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0021] 상기 지적된 문제점을 해결하기 위해서 본 발명은 EBSD를 이용하여 대상 시편의 결정상과 결정방위를 측정하는 단계; 상기 측정된 결정방위와 결정상을 바탕으로, 구조단위의 구분 기준값에 따라 구조단위를 구분하는 단계; 상호 인접한 2개의 픽셀에서 각각 측정점을 선택하는 단계; 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 동일한 지 여부를 판단하는 단계; 및 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일한 지 여부를 판단하는 단계를 포함하는 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법을 제공한다.

[0022] 또한, 본 발명은 EBSD를 이용하여 대상 시편의 결정상과 결정방위를 측정하는 단계; 상호 인접한 2개의 픽셀에서 각각 측정점을 선택하는 단계; 상기 2개의 측정점이 동일 구조단위에 해당하는지 여부를 판단하는 단계; 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 동일한 지 여부를 판단하는 단계; 및 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일한 지 여부를 판단하는 단계를 포함하는 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법을 제공한다.

[0023] 또한, 본 발명은 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 동일한 지 여부를 판단하는 단계; 및 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일한 지 여부를 판단하는 단계는, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상을 확인하는 단계; 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 동일한 지 여부를 판단하는 단계; 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 상이하면, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위를 확인하는 단계; 및 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일한 지 여부를 판단하는 단계인 것을 특징으로 하는 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법을 제공한다.

[0024] 또한, 본 발명은 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일한 지 여부를 판단하는 단계 이후, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일하면, 상기 2개의 측정점이 위치하는 구조단위의 크기를 비교하는 단계; 및 작은 구조단위에 속하는 픽셀의 결정상의 정보를 큰 구조단위에 속하는 픽셀의 결정상의 정보로 대체하는 단계를 더 포함하는 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법을 제공한다.

[0025] 또한, 본 발명은 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 동일한 지 여부를 판단하는 단계; 및 상기 2개

의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일한 지 여부를 판단하는 단계는, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위를 확인하는 단계; 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일한 지 여부를 판단하는 단계; 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일하면, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상을 확인하는 단계; 및 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 동일한 지 여부를 판단하는 단계인 것을 특징으로 하는 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법을 제공한다.

[0026] 또한, 본 발명은 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 동일한 지 여부를 판단하는 단계 이후, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 상이하면, 상기 2개의 측정점이 위치하는 구조단위의 크기를 비교하는 단계; 및 작은 구조단위에 속하는 픽셀의 결정상의 정보를 큰 구조단위에 속하는 픽셀의 결정상의 정보로 대체하는 단계를 더 포함하는 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법을 제공한다.

발명의 효과

[0027] 상기한 바와 같은 본 발명에 따르면, 이상 스테인리스강(duplex stainless steel)과 같이 결정 격자가 유사한 2개 이상의 결정상을 포함하는 경우에, 결정상을 나타내는 Phase map과 결정방위를 나타내는 ND 맵을 상호 비교하여, Phase map에 나타나는 서로 상이한 결정상이 노이즈인지 여부를 확인할 수 있다.

[0028] 또한, Phase map에 나타나는 서로 상이한 결정상이 노이즈임이 확인되면, 서로 상이한 결정상을 어느 하나의 결정상으로 대체함으로서, 상구분 오류로 인한 노이즈 발생을 완전히 해결할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1a는 전자후방산란회절의 개념을 도시한 개략적인 모식도이고, 도 1b는 EBSD 패턴의 일예를 도시한 사진이다.

도 2a는 EBSD 패턴의 일예를 도시한 사진이며, 도 2b는 도 2a의 I-I선에 따른 밴드 단면에서의 밝기 분포를 도시한 그래프이다.

도 3a는 철강시료에 대한 BC 맵(map)을 도시한 이미지이고, 도 3b는 철강시료에 대한 Phase map을 도시한 이미지이며, 도 3c는 철강시료에 대한 ND 맵(normal direction map)을 도시한 이미지이다.

도 4는 상용의 후처리 소프트웨어에서 해당 맵핑 데이터를 필터링할 경우의 Phase map을 도시한 이미지이다.

도 5는 본 발명의 제1실시예에 따른 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법을 도시한 흐름도이다.

도 6a 내지 도 6c는 본 발명에 따른 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법을 설명하기 위한 개략적인 모식도이다.

도 7은 본 발명에 따른 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법에 따른 Phase map을 도시한 이미지이다.

도 8은 본 발명의 제2실시예에 따른 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법을 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0031] 아래 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시를 위한 구체적인 내용을 상세히 설명한다. 도면에 관계없이 동일한 부재번호는 동일한 구성요소를 지칭하며, "및/또는"은 언급된 아이템들의 각각 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다.

[0032] 비록 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있음은 물

론이다.

[0033] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소 외에 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0034] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.

[0035] 공간적으로 상대적인 용어인 "아래(below)", "아래(beneath)", "하부(lower)", "위(above)", "상부(upper)" 등은 도면에 도시되어 있는 바와 같이 하나의 구성 요소와 다른 구성 요소들과의 상관관계를 용이하게 기술하기 위해 사용될 수 있다. 공간적으로 상대적인 용어는 도면에 도시되어 있는 방향에 더하여 사용시 또는 동작시 구성요소들의 서로 다른 방향을 포함하는 용어로 이해되어야 한다. 예를 들면, 도면에 도시되어 있는 구성요소를 뒤집을 경우, 다른 구성요소의 "아래(below)" 또는 "아래(beneath)"로 기술된 구성요소는 다른 구성요소의 "위(above)"에 놓여질 수 있다. 따라서, 예시적인 용어인 "아래"는 아래와 위의 방향을 모두 포함할 수 있다. 구성요소는 다른 방향으로도 배향될 수 있고, 이에 따라 공간적으로 상대적인 용어들은 배향에 따라 해석될 수 있다.

[0036] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0037] 도 2a는 EBSD 패턴의 일예를 도시한 사진이며, 도 2b는 도 2a의 I-I선에 따른 밴드 단면에서의 밝기 분포를 도시한 그래프이다.

[0038] 먼저, 도 2a에 도시된 바와 같이, 시편을 기울여서 입사 빔이 시편에 큰 각도를 가지고 입사될 수 있게 하여 EBSD 패턴(이하, EBSP라 함)을 얻을 수 있다.

[0039] 다음으로, 도 2b에 도시된 바와 같이, 도 2a의 I-I선에 따른 밴드 단면에서의 밝기 분포를 이용하는 지표로써, Band Contrast (BC)(Image Quality (IQ) 또는 Pattern Quality (PQ)로도 지칭됨)가 있다.

[0040] 상기 Band Contrast (BC)는 일반적으로 상에 따른 강도 차이를 보이며, 이러한 상간대비(phase contrast)를 이용하여 정량적인 상분석을 수행하는 것이 가능하다.

[0041] 상술한 바와 같이, 주사전자현미경에서 시편을 전자빔의 입사방향과 60° 내지 80° 정도의 큰 각도로 기울이면 입사된 전자빔이 시편 내에서 산란되면서 시편 표면 방향으로 회절 패턴이 나타나게 된다.

[0042] 이를 전자후방산란회절패턴(Electron Back Scattered Diffraction Pattern, EBSP)이라고 한다.

[0043] 또한, 측정부위마다 개별적인 방위를 분석할 수 있으므로, EBSD software를 통해, 측정부위 간의 결정방위 차이를 나타내는 어긋남각(misoridatation angle)을 계산할 수 있고, 미세조직 상에 일정한 간격으로 배열된 측정점에 대한 연속적인 측정을 통해 다양한 정보를 표현할 수 있는 맵(map)과 해당 맵을 구성하는 정보의 히스토그램(histogram)의 표현이 가능하다. EBSD를 통해 얻은 맵에서 해당 맵을 구성하는 최소의 정보단위인 픽셀(pixel)은 측정 시의 미세조직 상에 배열된 각 측정점에 대응하게 된다.

[0044] 도 3은 철강시료에 대한 EBSD 맵의측정예에 관한 것으로, 도 3a는 철강시료에 대한 BC 맵(map)을 도시한 이미지이고, 도 3b는 철강시료에 대한 Phase map을 도시한 이미지이며, 도 3c는 철강시료에 대한 ND 맵(normal direction map)을 도시한 이미지이다.

[0045] 상기 BC map은 EBSP의 밝기와 선명도를 평가하기 위한 척도로써, 미세조직의 형상적 정보를 획득하고, 상기 Phase map은 결정상의 분포를 확인할 수 있으며, 상기 ND 맵은 시료 표면에 수직한 방향과 평행하게 놓인 결정학적 방향을 서로 다른 색상으로 표현한 것으로써, 시료 중의 결정방위 분포를 파악할 수 있다.

[0046] 도 3b를 참조하면, Phase map을 통해, 체심입방(body centered cube) 구조의 페라이트와면심입방(face centered cube) 구조의 오스테나이트가 공존하는 해당 소재에서 각각의 상에 서로 다른 색상을 할당함으로써, 형상적 정보 및 결정상의 분포를 알 수 있다.

[0047] 상술한 바와 같이, 기록된 EBSP의 분석을 행하는 소프트웨어는 해당 EBSP가 발생하는 영역의 결정상

(crystalline phase)을 인식(identification)하고, 결정방위를 계산함에 있어서 다양한 이유로 오류를 범하거나 해당 작업을 수행하지 못하는 경우가 발생하며, 일반적으로, EBSD 맵 상에서 이러한 분석 상의 결함들은 두 가지 형태로 나타나게 된다.

[0048] 그 중 하나인 불량점(bad point, indexing failure, non-indexed point)은 해당 픽셀에 대응하는 측정점이결정입계에 인접함으로써 두 개 이상 결정립의 상호 다른 EBSP가 겹쳐지는 문제, 또는 해당 측정점에 위치한 표면결함이나 불순물에 의한 EBSP의 부분적 혹은 완전한 소멸, 과도한 격자 변형에 의한 EBSP의 흐려짐 등에 기인하여 EBSP를 해석하는 소프트웨어가 해당 EBSP로부터 결정구조와 방위 정보를 산출하지 못한 경우에 해당한다.

[0049] 도 3b 및 도 3c의 Phase map과 ND 맵에서 색상 정보가 비어있는 흰색의 픽셀들이 결정학적 정보가 비어있는 불량점에 해당한다.

[0050] 또한, 이상에서 언급한 불량점의 발생 원인과 동일한 이유 및 결정격자가 가지는 대칭성(symmetry) 상의 특이점으로 결정상은 정상적으로 인식하지만 그 방위의 산출에 오류(error)를 범하는 경우, 혹은 유사한 결정구조를 가지는 두 가지 이상의 결정상이 혼합된 조직에서 결정구조의 유사성에 기인하여 상구분(phase discrimination)에 오류를 범하여 맵 상에 노이즈(noise)를 형성하는 경우가 있다.

[0051] 즉, 도 3b에서 알 수 있는 바와 같이, 일부 결정립 내부에서 두 개의 서로 다른 상이 혼재하는 것을 볼 수 있는데, 이는 기록된 EBSP에 대해 결정학적 정보를 산출하는 해석 프로그램이 범한 상인식 오류(indexing error)에 기인한 것으로, 유사한 결정구조를 가지는 상들이 미세조직 중에 함께 존재할 때 종종 발생하는 오류에 해당하며, 이는 결정구조가 거의 동일한 2상으로 구성된 이상조직강에서 더욱 두드러지게 나타난다. 실제 도 3에서 예로 든 이상스테인리스강 중의 오스테나이트와페라이트는 동일한 결정축계(crystal axis system)에 속함으로써 결정구조 상의 유사성이 높다.

[0052] EBSD 맵은 미세조직에 기반한 다양한 소재 거동의 모델링을 위한 최적의 입력자료로써 활용되고 있으며, 이를 위해 위에서 설명한 맵 상의 불량점 및 노이즈들은필터링하여 사용하고 있다.

[0053] 이러한 필터링 과정은 결정학적 정보가 비어있는 불량점 및 잘못된 정보를 담고 있는 노이즈 상에 가상의 정보를 부여해주는 과정으로 구성되며, 상용의 EBSD 시스템에 제공되는 데이터 후처리(post-processing) 소프트웨어에서는 단순히 인접한 픽셀의 결정학적 정보로 불량점을 채우는 한편, 노이즈에 대해서는 원래의 정보를 삭제하고, 역시 인접한 픽셀의 정보로 단순 대체해 주는 방식이다.

[0054] 도 4는 상용의 후처리 소프트웨어에서 해당 맵핑 데이터를 필터링할 경우의 Phase map을 도시한 이미지이다.

[0055] 도 4에서 알 수 있는 바와 같이, 상용의 EBSD 시스템에 제공되는 데이터 후처리(post-processing) 소프트웨어를 통해 해당 맵핑 데이터를 필터링한 경우, 비록 불량점들이 모두 인접한 픽셀 정보로 채워지기는 하나, 하나의 결정립 내부에서 결정상을 제대로 구분하지 못하는 오류는 충분히 수정되지 않는 것을 볼 수 있다.

[0056] 따라서, 본 발명에서는 동일한 결정축계에 속함으로써 결정구조의 유사성이 높은 2개 이상의 결정상을 포함하는 결정질 재료에서, 상인식 오류를 효과적으로 수정하는 방법을 제공하고자 한다.

[0057] 먼저, 상기 도 3c를 참조하면, Phase map과는 달리, ND 맵에서는 서로 다른 상으로 인식되는 픽셀 사이에서도 결정의 방위는 사실상 동일하게 계산되어 도시됨을 알 수 있다.

[0058] 즉, 페라이트와오스테나이트의 경우와 같이, 비록 결정구조가 다르더라도 동일한 결정축계에 속하는 결정들 간에는 직접적인 결정방위의 비교 및 대조가 가능함을 알 수 있다.

[0059] 따라서, 본 발명에서는 ND 맵을 통해 인접한 픽셀 간에 결정방위를 비교한 결과 사실상 동일한 결정방위를 가지지만, Phase map 상으로는 결정상이 서로 다르게 인식되는 경우, 비교 대상이 되는 픽셀 중 어느 한쪽의 결정상 정보를 다른 픽셀의 것으로 대체하는 작업을 반복 수행함으로써, 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류를 필터링하고자 한다.

[0060] 보다 구체적으로, (1) EBSD 맵 상에서 결정방위와 결정상 정보에 기반하여 결정입계 및 결정립을 정의하며, (2) 인접한 픽셀 간의 어긋남각(misorientation angle)을 계산하여 어긋남각이일정값 이하이면, 즉, 인접한 픽셀들이 동일한 결정방위를 가지면, (3) 각 픽셀의 결정상이 동일한지 여부를 판단하고 동일하지 않을 경우, (4) 각 픽셀을 포함하는 결정립의 크기(대표적으로 결정립을 구성하는 픽셀의 개수)를 비교하여, (5) 크기가 작은 결정립에 포함된 픽셀의 결정상 정보를 큰 결정립에 포함된 픽셀의 정보로 대체해 주는 방식에 해당한다.

[0061] 이하에서는 본 발명에 따른 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법을 보다 구체적으로 설

명하기로 한다.

[0062] 도 5는 본 발명의 제1실시예에 따른 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법을 도시한 흐름도이다.

[0063] 또한, 도 6a 내지 도 6c는 본 발명에 따른 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법을 설명하기 위한 개략적인 모식도이다.

[0064] 도 5를 참조하면, 본 발명의 제1실시예에 따른 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법은, 먼저, EBSD를 이용하여 대상 시편, 예를 들면 이상조직강의 결정상과 결정방위를 측정한다(S110).

[0065] EBSD를 이용하여 결정 시편의 결정상과 결정방위를 측정하는 것은 당업계에서 자명한 것이므로, 이하 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[0066] 다음으로, 상기 측정된 결정방위와 결정상을 바탕으로, 구조단위의 구분 기준값에 따라 구조단위를 구분한다(S120).

[0067] 여기에서 그 기준은 인접한 픽셀간의 방위차, 즉, 어긋남각을 사용하는 것이 가장 타당하지만 이 외의 다른 기준, 예를 들어 인접 픽셀간의 BC 혹은 BS 차이 등을 이용하는 것도 가능하다.

[0068] 여기서 말하는 구조단위는 그 내부에 결정구조 및 해당 결정의 결정방위가 높은 균질성을 가지는, 미세조직을 구성하는 요소로써, 일반적으로는 결정립(grain)의 정의에 가깝다. 그러나 결정립의 정의가 모호한 마르텐사이트의 경우는 앞에서 지칭한 구조단위가 마르텐사이트를 구성하는 개별의 래스(lath)나 패킷(packet), 혹은 블록(block)이 될 수도 있으며, 본 발명에서 설명한 기술을 수행함에 있어서의 편의성에 따라서 임의로 정의될 수 있다.

[0069] 상기 구조단위 구분의 기준값은 인접한 두 픽셀의 결정방위 차이가 특정 기준값 이내이면 해당 픽셀은 같은 구조단위 내에 포함되는 것으로 판단하고, 기준값을 벗어나면 서로 다른 구조단위에 속하는 것으로 판단하는 결정방위 차이 판단의 기준값을 의미하며, 상기 구조단위의 구분 기준값은 대상 소재의 미세조직 특성에 의존하여 일반적으로 픽셀 간 어긋남각이 1 내지 15° 범위에서 임의로 선택할 수 있다.

[0070] 예를 들어, 주사전자현미경의 전자빔을 일정 간격으로 이동하면서 결정방위를 측정하여 맵을 구성할 때, 구조단위의 구분 기준값을 픽셀 간 어긋남각을5° 로 선택하고, 인접한 두 픽셀의 결정방위 차이가 5° 이내이면 해당 픽셀은 같은 구조단위 내에 포함되는 것으로 판단하고, 5° 를 벗어나면 서로 구조단위에 속하는 것으로 판단할 수 있다.

[0071] 이를 도 6a를 통해 설명하면, Phase map 및 ND 맵을 도시한 각각의 모식도에서 알 수 있는 바와 같이, 대상 시편은 제1구조단위(100) 및 제2구조단위(200) 등으로 구분될 수 있으며, 이때, 상기 제1구조단위와 상기 제2구조단위의 구분은 그 경계부에서 구분 기준값인 어긋남각이 5° 이내에 해당하는 경우 동일 구조단위, 5° 를 벗어나는 경우 다른 구조단위로 구분될 수 있다.

[0072] 또한, 도 6a에 도시된 바와 같이, 제1구조단위 및 제2구조단위 등은 각각 구조단위를 구성하는 다수의 픽셀(210)을 포함하며, 이들 각각의 픽셀은 하나의 어긋남각을 가지는 픽셀경계들에 의해 맵 상에서 정의될 수 있다.

[0073] 다음으로, 상호 인접한 2개의 픽셀에서 각각 측정점을 선택한다(S130).

[0074] 이를 도 6a를 통해 설명하면, Phase map 및 ND 맵을 도시한 각각의 모식도에서 알 수 있는 바와 같이, 동일한 구조단위인, 제2구조단위(200)에 포함된 각각의 픽셀들(210)에서 상호 인접한 2개의 픽셀에서 각각 측정점(211, 212)을 선택할 수 있다.

[0075] 다만, 도면에는 도시하지 않았으나, 서로다른 구조단위인, 제1구조단위(100) 및 제2구조단위(200)에 포함된 각각의 픽셀들에서 상호 인접한 2개의 픽셀에서 각각 측정점을 선택하는 것도 가능하다.

[0076] 다음으로, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상을 확인한다(S140).

[0077] 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상을 확인하는 것은 Phase map을 통해 확인할 수 있으며, 이를 도 6a를 통해 설명하면, 각각의 측정점(211, 212)이 위치하는 각각의 픽셀의 결정상을 확인할 수 있다.

[0078] 예를 들어, 도 6a에서는 설명의 편의를 위하여, 각각의 측정점(211, 212)이 위치하는 픽셀의 해칭을 서로 달리

표현하였으며, 이는 픽셀의 결정상이 서로 다름을 의미한다.

[0079] 다음으로, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 동일한 지 여부를 판단한다(S150).

[0080] 이를 도 6a를 통해 설명하면, 각각의 측정점(211, 212)이 위치하는 각각의 픽셀의 결정상이 서로 상이하므로(즉, 해칭이 상이하므로), 이는 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 상이함을 의미한다.

[0081] 이때, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 동일하면, 이는 노이즈가 발생하지 않았음을 의미한다.

[0082] 다음으로, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 상이하면, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위를 확인한다(S160).

[0083] 상술한 도 3c를 참조하면, Phase map과는 달리, ND 맵에서는 서로 다른 상으로 인식되는 픽셀 사이에서도 결정의 방위는 사실상 동일하게 계산되어 도시되며, 즉, 페라이트와오스테나이트의 경우와 같이, 비록 결정구조가 다르더라도 동일한 결정축계에 속하는 결정들 간에는 직접적인 결정방위의 비교 및 대조가 가능하다.

[0084] 따라서, Phase map을 통해 확인한, 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 상이하면, 결정방위를 나타내는 ND 맵을 통해, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위를 확인한다.

[0085] 다음으로, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일한 지 여부를 판단한다(S170).

[0086] 이를 도 6a를 통해 설명하면, ND 맵에서는 각각의 측정점(211, 212)이 위치하는 각각의 픽셀의 결정방위가 동일하므로(즉, 해칭이 동일하므로), 이는 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀은 실질적으로 동일한 상임을 의미하며, 따라서, Phase map을 통해 확인된 서로 상이한 결정상은 노이즈임을 확인할 수 있다.

[0087] 즉, ND map를 통해 확인한 결과, 2개의 측정점이 위치하는 픽셀은 실제 동일한 상임에도 불구하고, Phase map에서는 서로 상이한 결정상으로 확인되었다 함은, 이는 결국 노이즈가 발생하였음을 알 수 있다.

[0088] 이때, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 상이하면, 이는 노이즈가 발생하지 않았음을 의미하며, 즉, Phase map을 통해 확인된 서로 상이한 결정상은 노이즈가 아님을 확인할 수 있다.

[0089] 한편, 도면에는 도시하지 않았으나, S140단계의 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상을 확인하는 단계 및 S150단계의 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 동일한 지 여부를 판단하는 단계는, S160단계의 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위를 확인하는 단계 및 S170단계의 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일한 지 여부를 판단하는 단계는 상호 순서가 바뀌어도 무방하다.

[0090] 즉, 도면에서는 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상의 동일 여부를 먼저 판단하고, 이후에 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일한지 여부를 판단하였으나, 이와는 달리, 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일한지 여부를 판단하고, 이후에 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상의 동일 여부를 판단하여도 무방하다.

[0091] 다음으로, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일하면, 상기 2개의 측정점이 위치하는 구조단위의 크기를 비교한다(S180).

[0092] 상술한 바와 같이, 도 6a에서는 각각의 측정점(211, 212)이 위치하는 픽셀의 해칭을 서로 달리 표현하였으며, 이는 픽셀의 결정상이 서로 다름을 의미한다.

[0093] 이때, 2개의 측정점이 위치하는 구조단위의 크기를 비교한다 함은 서로 다른 결정상이 구조단위 내에서 차지하는 크기를 비교함을 의미하는 것으로써, 해칭을 서로 달리하는 각 픽셀의 면적을 비교하는 개념으로 이해할 수 있다.

[0094] 예를 들어, 도 6a에서는 제1측정점(211)과 동일한 해칭을 가지는 픽셀은 14개이고, 제2측정점(212)와 동일한 해칭을 가지는 픽셀은 7개에 해당하며, 즉, 2개의 측정점이 위치하는 구조단위의 크기는 각각 14개, 7개에 해당한다.

[0095] 한편, 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일한지 여부를 판단하고, 이후에 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상의 동일 여부를 판단하는 경우, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 동일한 지 여부를 판단하는 단계 이후에, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 상이하면, 상기 2개의 측정점이 위치하는 구조단위의 크기를 비교할 수 있다.

[0096] 다음으로, 작은 구조단위에 속하는 픽셀의 결정상의 정보를 큰 구조단위에 속하는 픽셀의 결정상의 정보로 대체

한다(S190).

[0097] 즉, Phase map과 ND 맵의 비교를 통해 확인된 Phase map 상의 노이즈를 필터링하기 위해, 즉, 노이즈를 없애기 위해, 각각의 측정점(211, 212)이 위치하는 픽셀을 동일한 상으로 보정하는 것이다.

[0098] 이를 도 6b를 통해 설명하면, 도 6b에 도시된 바와 같이, 도 6a에서는 제1측정점(211)과 동일한 해칭을 가지는 픽셀은 14개이고, 제2측정점(212)와 동일한 해칭을 가지는 픽셀은 7개에 해당하므로, 제1측정점(211)이 위치하는 픽셀의 구조단위의 크기가 큼을 알 수 있고, 따라서, 작은 구조단위에 속하는 픽셀, 즉, 제2측정점(212)이 위치하는 픽셀의 결정상의 정보를 큰 구조단위에 속하는 픽셀, 즉, 제1측정점(211)이 위치하는 픽셀의 결정상의 정보로 대체하여 노이즈를 필터링할 수 있다.

[0099] 이로써, 노이즈에 해당하는 제2측정점(212)이 위치하는 픽셀의 결정상의 정보를 제1측정점(211)이 위치하는 픽셀의 결정상의 정보로 대체함으로써, 발생된 노이즈를 필터링할 수 있다.

[0100] 이후, 도 6c에 도시된 바와 같이, 상기 S130 내지 S190의 과정을 반복해 줌으로써 결정상 인식 오류에 의한 영역의 면적이 점차 좁아지며, 계속적인 반복을 통해, 더이상의 EBSD 맵의 변화가 없을 경우, 이는 발생된 노이즈가 모두 필터링되었음을 의미하므로, 이러한 반복은 종료될 수 있다.

[0101] 도 7은 본 발명에 따른 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법에 따른 Phase map을 도시한 이미지로써, 도 7을 참조하면, 도 3b에 도시된 상구분 오류로 인한 노이즈 발생이 완전히 해결되었음을 알 수 있다.

[0102] 이상과 같은 본 발명에 따르면, 결정 격자가 유사한 2개 이상의 결정상을 가지는 경우에, 결정상을 나타내는 Phase map과 결정방위를 나타내는 ND 맵을 상호 비교하여, Phase map에 나타나는 서로 상이한 결정상이 노이즈인지 여부를 확인할 수 있다.

[0103] 또한, Phase map에 나타나는 서로 상이한 결정상이 노이즈임이 확인되면, 서로 상이한 결정상을 어느 하나의 결정상으로 대체함으로서, 상구분 오류로 인한 노이즈 발생이 완전히 해결할 수 있다.

[0104] 도 8은 본 발명의 제2실시예에 따른 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법을 도시한 흐름도이다.

[0105] 본 발명의 제2실시예에 따른 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법은 후술하는 바를 제외하고는 상술한 제1실시예와 동일할 수 있다.

[0106] 도 8을 참조하면, 본 발명의 제2실시예에 따른 전자후방산란회절 맵핑 결과 상의 상인식 오류의 필터링 방법은, 먼저, EBSD를 이용하여 대상 시편, 예를 들면 이상조직강의 결정상과 결정방위를 측정한다(S210).

[0107] EBSD를 이용하여 결정 시편의 결정상과 결정방위를 측정하는 것은 당업계에서 자명한 것이므로, 이하 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[0108] 다음으로, 상호 인접한 2개의 픽셀에서 각각 측정점을 선택한다(S220).

[0109] 본 발명의 제1실시예와 제2실시예의 차이에 해당하는 것으로, 본 발명의 제1실시예에서는 상기 측정된 결정방위와 결정상을 바탕으로, 구조단위의 구분 기준값에 따라 구조단위를 구분한 이후에, 상호 인접한 2개의 픽셀 각각의 측정점을 선택하였다.

[0110] 하지만, 본 발명의 제2실시예에서는 미리 구조단위를 구분하지 않고, 상호 인접한 2개의 픽셀에서 각각 측정점을 선택하는 것이다.

[0111] 다음으로, 상기 2개의 측정점이 동일 구조단위에 해당하는지 여부를 판단한다(S230).

[0112] 즉, 상술한 바와 같이, 본 발명의 제2실시예에서는 미리 구조단위를 구분하는 것이 아닌, 먼저 상호 인접한 2개의 픽셀에서 각각 측정점을 선택하고, 상기 선택된 각각의 측정점들이 동일한 구조단위에 해당하는지 여부를 판단하는 것이다.

[0113] 상기 구조단위 구분의 기준값은 인접한 두 픽셀의 결정방위 차이가 특정 기준값 이내이면 해당 픽셀은 같은 구조단위 내에 포함되는 것으로 판단하고, 기준값을 벗어나면 서로 구조단위에 속하는 것으로 판단하는 결정방위 차이 판단의 기준값을 의미하며, 상기 구조단위의 구분 기준값은 대상 소재의 미세조직 특성에 의존하여 일반적으로 픽셀 간 어긋남각이 1 내지 15° 범위에서 임의로 선택할 수 있다.

[0114] 이는 상술한 제1실시예와 동일하므로, 이하 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[0115] 결국, 상기 2개의 측정점이 동일 구조단위에 해당하는지 여부를 판단하여, 동일 구조단위인 경우, 계속적인 필터링 단계를 수행하고, 그렇지 않은 경우, 다른 인접한 2개의 픽셀에서 각각 측정점을 선택하게 된다.

[0116] 다음으로, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상을 확인한다(S240).

[0117] 다음으로, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 동일한 지 여부를 판단한다(S250).

[0118] 다음으로, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 상이하면, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위를 확인한다(S260).

[0119] 다음으로, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일한 지 여부를 판단한다(S270).

[0120] 다음으로, 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일하면, 상기 2개의 측정점이 위치하는 구조단위의 크기를 비교한다(S280).

[0121] 다음으로, 작은 구조단위에 속하는 픽셀의 결정상의 정보를 큰 구조단위에 속하는 픽셀의 결정상의 정보로 대체한다(S290).

[0122] 한편, 도면에는 도시하지 않았으나, S240단계의 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상을 확인하는 단계 및 S250단계의 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상이 동일한 지 여부를 판단하는 단계는, S260단계의 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위를 확인하는 단계 및 S270단계의 상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위가 동일한 지 여부를 판단하는 단계는 상호 순서가 바뀌어도 무방하다.

[0123] S240 내지 S290의 단계는 상술한 제1실시예의 S140 내지 S190과 동일하므로, 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[0124] 이상과 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

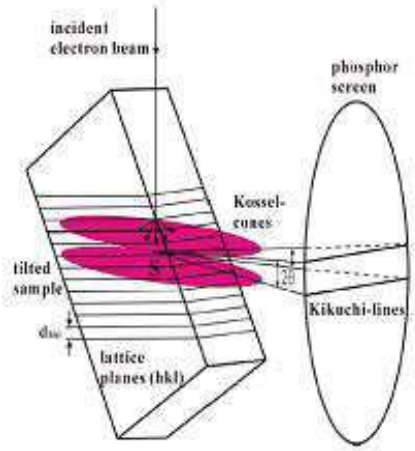
부호의 설명

[0125] 100 : 제1구조단위 200 : 제2구조단위

210 : 픽셀 211, 212 : 측정점

도면

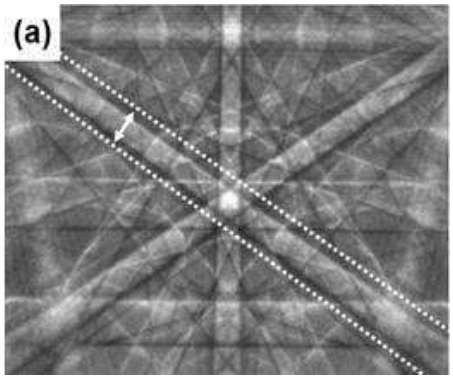
도면1a



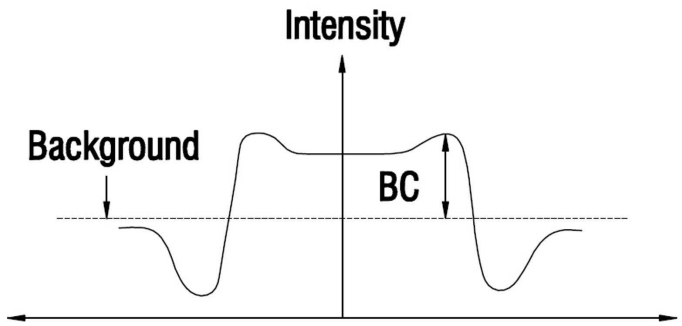
도면1b



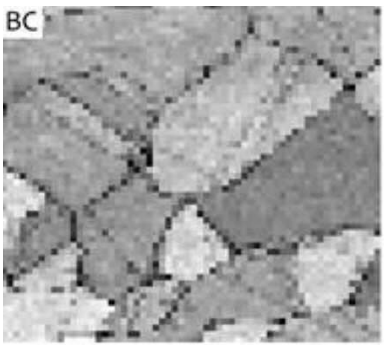
도면2a



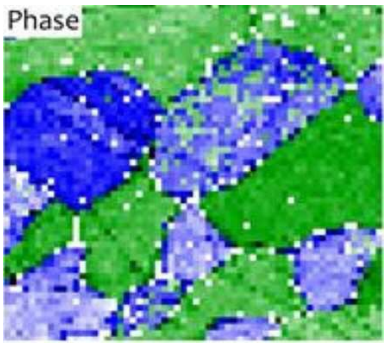
도면2b



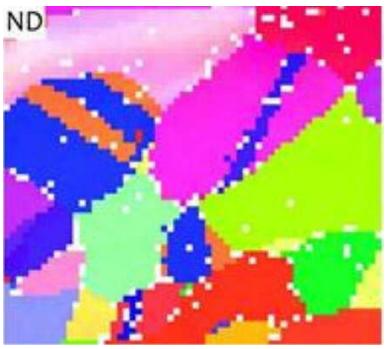
도면3a



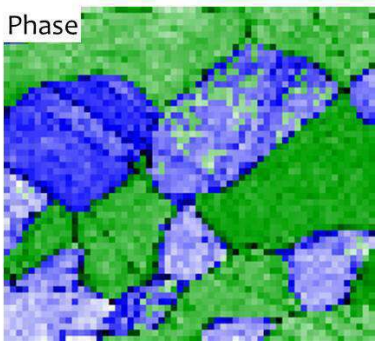
도면3b



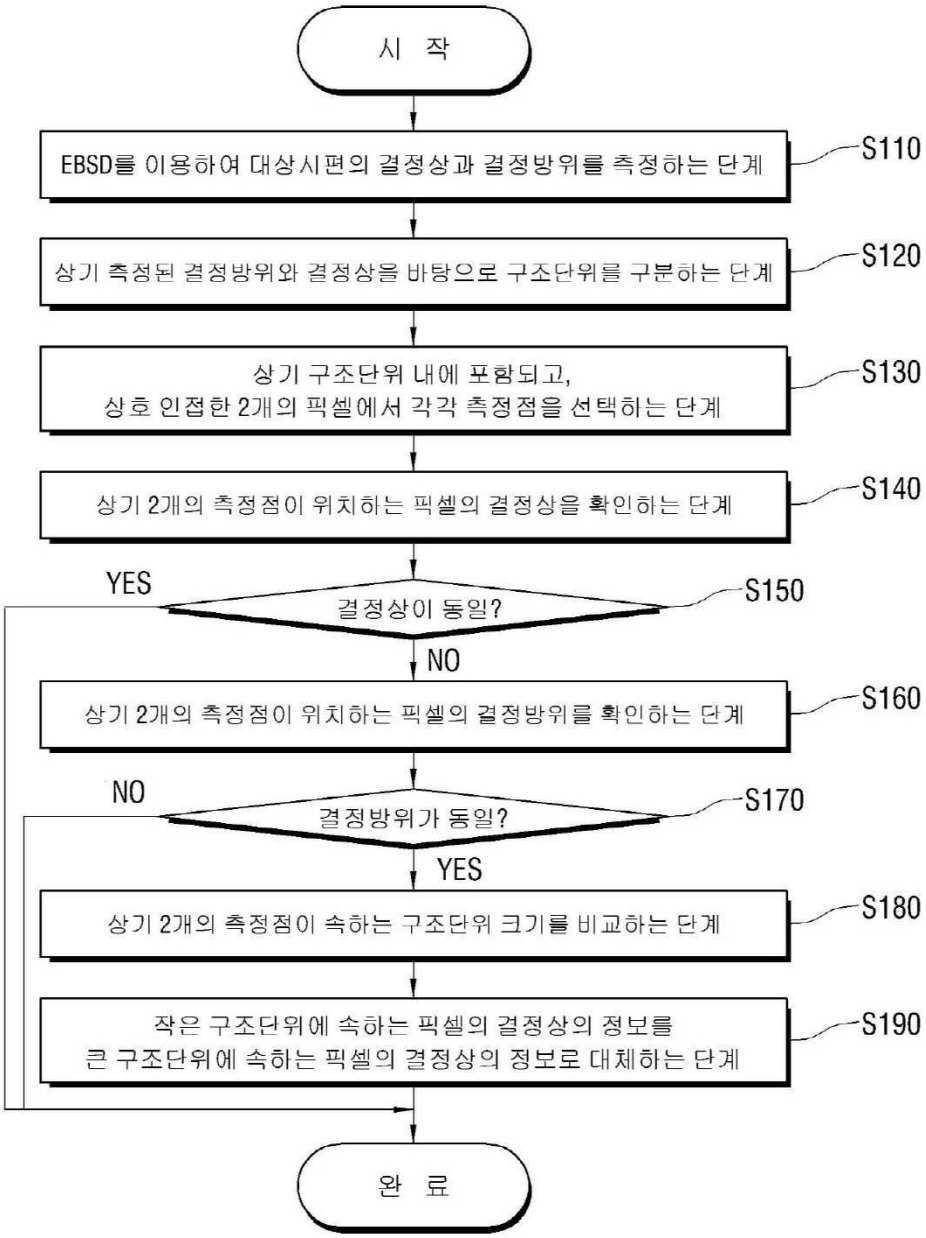
도면3c



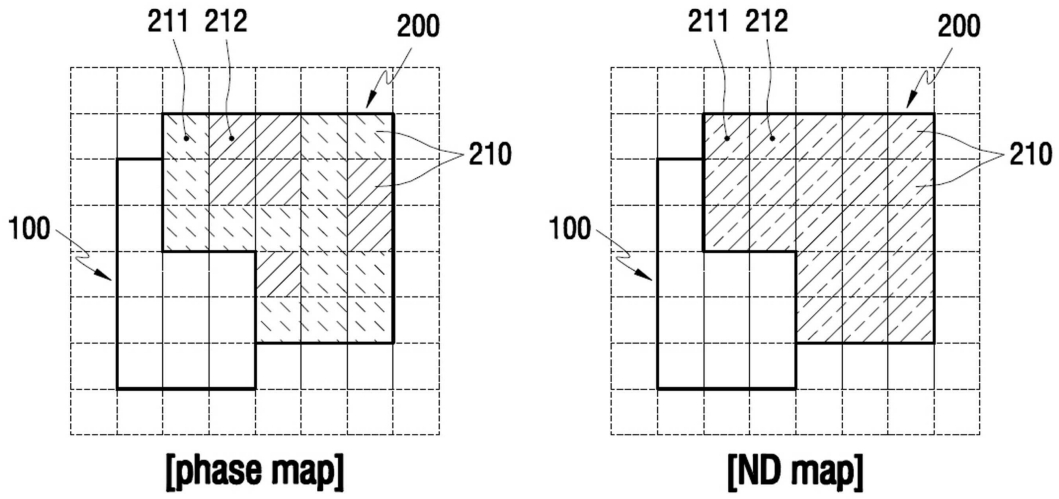
도면4



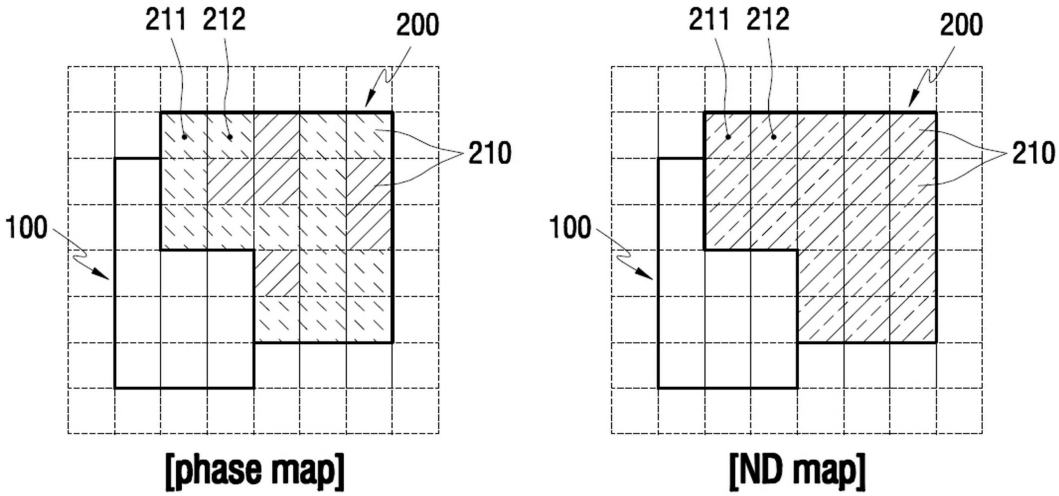
도면5


시 작
EBSD를 이용하여 대상시편의 결정상과 결정방위를 측정하는 단계
S110
상기 측정된 결정방위와 결정상을 바탕으로 구조단위를 구분하는 단계
S120
상기 구조단위 내에 포함되고,
상호 인접한 2개의 픽셀에서 각각 측정점을 선택하는 단계
S130
상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상을 확인하는 단계
S140
YES
결정상이 동일?
S150
NO
상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위를 확인하는 단계
S160
NO
결정방위가 동일?
S170
YES
상기 2개의 측정점이 속하는 구조단위 크기를 비교하는 단계
S180
작은 구조단위에 속하는 픽셀의 결정상의 정보를
큰 구조단위에 속하는 픽셀의 결정상의 정보로 대체하는 단계
S190
완 료

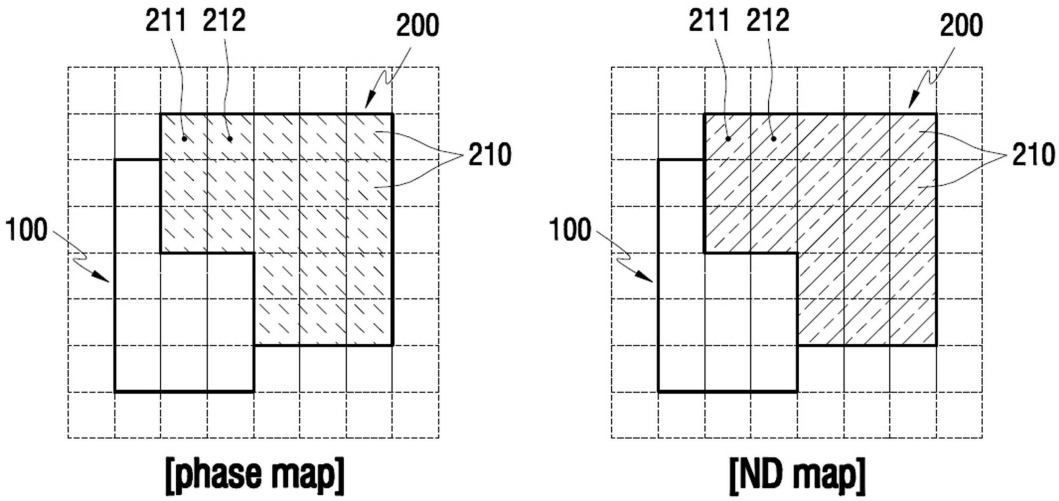
도면6a



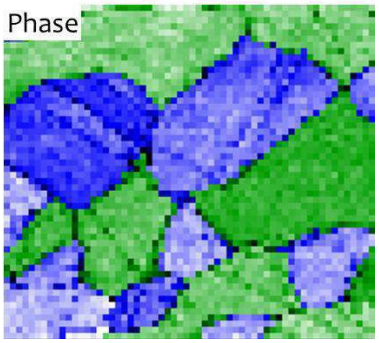
도면6b



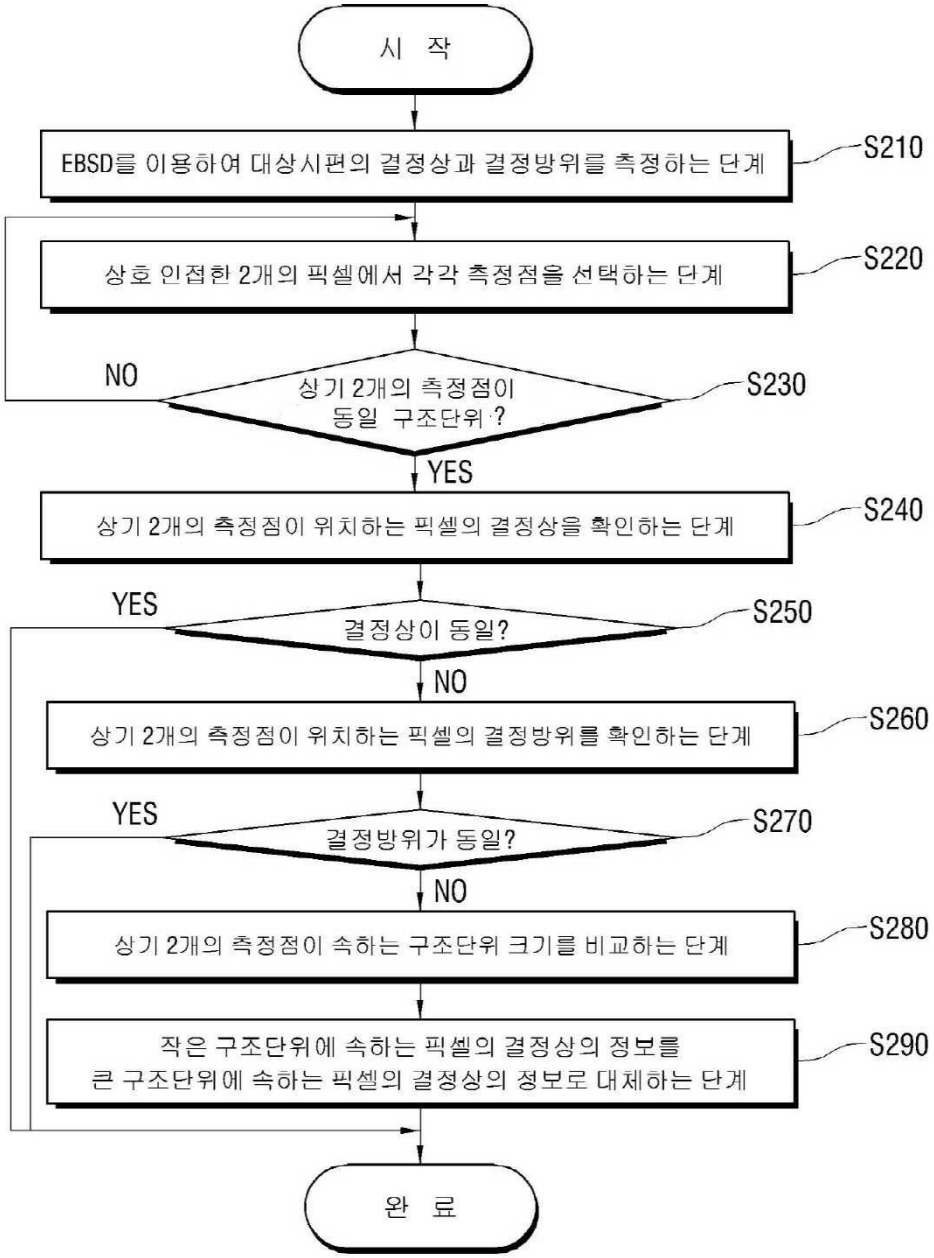
도면6c



도면7


Phase

도면8


시 작
EBSD를 이용하여 대상시편의 결정상과 결정방위를 측정하는 단계
S210
상호 인접한 2개의 픽셀에서 각각 측정점을 선택하는 단계
S220
NO
상기 2개의 측정점이 동일 구조단위 ?
S230
YES
상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정상을 확인하는 단계
S240
YES
결정상이 동일?
S250
NO
상기 2개의 측정점이 위치하는 픽셀의 결정방위를 확인하는 단계
S260
YES
결정방위가 동일?
S270
NO
상기 2개의 측정점이 속하는 구조단위 크기를 비교하는 단계
S280
작은 구조단위에 속하는 픽셀의 결정상의 정보를
큰 구조단위에 속하는 픽셀의 결정상의 정보로 대체하는 단계
S290
완 료