



- (51) 국제특허분류:
G01N 23/225 (2006.01) G01N 21/84 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2013/003596
- (22) 국제출원일: 2013년 4월 26일 (26.04.2013)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2012-0044152 2012년 4월 26일 (26.04.2012) KR
- (72) 발명자: 겸
- (71) 출원인 : 김병환 (KIM, Byung Whan) [KR/KR]; 135-947 서울시 강남구 일원동 상록수 아파트 102동 406호, Seoul (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 태백 (TAEBAEK INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 153-803 서울시 금천구 가산디지털1로 151 이노플렉스 1차 601호, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ,

CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

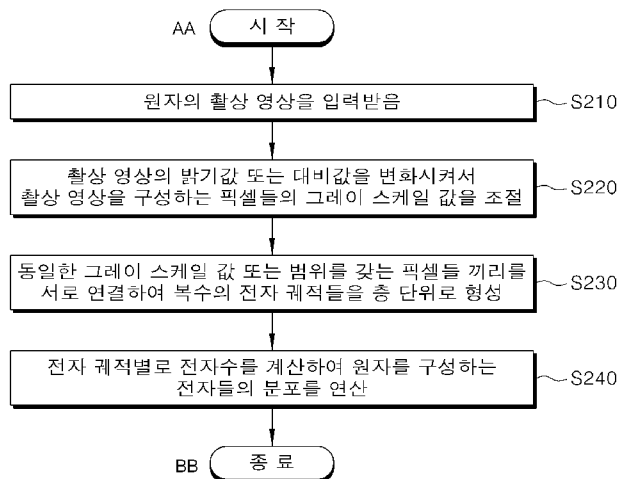
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: APPARATUS AND METHOD FOR MONITORING ELECTRONIC STRUCTURE WITHIN ATOM

(54) 발명의 명칭 : 원자 내의 전자 구조 모니터링 장치 및 방법



S210 ... Receive photographed image of atom

S220 ... Adjust gray scale values of pixels constituting photographed image by changing brightness value or contrast value of photographed image

S230 ... Form a plurality of electron trajectories in the layer units by interconnecting pixels having the same gray scale value or range

S240 ... Compute distribution of electrons constituting atom by computing number of electrons according to each electron trajectory

AA ... Start

BB ... End

(57) Abstract: The present invention relates to an apparatus and a method for monitoring the electronic structure within an atom. The present invention provides the apparatus for monitoring the electronic structure within an atom, comprising: an image input unit for receiving a photographed image of the atom; a brightness adjustment unit for adjusting gray scale values of pixels constituting the photographed image by changing a brightness value or a contrast value of the photographed image; and an electron trajectory formation unit for forming a plurality of electron trajectories in layer units by interconnecting pixels having the same gray scale value or range. The apparatus and method for monitoring the electronic structure within an atom provide the advantage of being able to monitor the electronic structure and distribution within the atom by adjusting the gray scale value of each pixel from the photographed image of the atom and interconnecting pixels having the same gray scale value or range so as to form the plurality of electron trajectories in the layer units.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



본 발명은 원자 내의 전자 구조 모니터링 장치 및 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 원자의 촬상 영상을 입력받는 영상 입력부와, 상기 촬상 영상의 밝기값 또는 대비값을 변화시켜서 상기 촬상 영상을 구성하는 픽셀들의 그레이 스케일 값을 조절하는 밝기 조절부, 및 동일한 그레이 스케일 값 또는 범위를 갖는 픽셀들 끼리를 서로 연결하여 복수의 전자 궤적들을 층 단위로 형성하는 전자궤적 형성부를 포함하는 원자 내의 전자 구조 모니터링 장치를 제공한다. 상기 원자 내의 전자 구조 모니터링 장치 및 방법에 따르면, 원자의 촬상 영상으로부터 각 픽셀의 그레이 스케일 값을 조절한 다음 동일한 그레이 스케일 값 또는 범위를 갖는 픽셀들 끼리를 서로 연결하여 복수의 전자 궤적을 층 단위로 형성할 수 있어서 원자 내의 전자 구조 및 분포를 용이하게 감시할 수 있는 이점이 있다.

명세서

발명의 명칭: 원자 내의 전자 구조 모니터링 장치 및 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 원자 내의 전자 구조 모니터링 장치 및 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 물질을 구성하는 원자의 전자 구조 및 거동을 감시할 수 있는 원자 내의 전자 구조 모니터링 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 전자가 원자핵 주위의 임의의 어느 곳에 존재할 확률을 점으로 나타내면 핵에서 가까울수록 밀도가 높고, 멀수록 밀도가 낮아 보이게 된다. 이렇게 찍은 점들이 마치 전자가 원자핵 주위에 구름처럼 퍼져있는 것처럼 보이는 형태를 전자 구름(electron cloud)이라고 한다.
- [3] 이와 관련하여 국내특허공개 제10-2009-0043938호에는 물체의 구성 원소를 분석하는 장치에 관하여 개시되어 있다. 이는 전자가 원자 내에서 핵 주위를 궤도 운동하므로 원소의 종류에 따라 각각 고유한 전자의 운동량 분포를 가지는 특성을 이용한 것이다.
- [4] 더 상세하게는, 상기의 배경 기술은 미지 원소의 산란 전 전자 운동량 분포함수를 기지의 각 원소에 대한 전자의 운동량 분포 함수와 비교하여, 가장 근접한 산란 감마선 에너지 분포함수를 갖는 기지의 원소를 물체 내의 미지 원소로 판정한다.
- [5] 그런데, 이러한 배경 기술은 물체에 감마선을 입사시킨 다음 산란된 감마선을 검출하고 이로부터 에너지 분포 함수를 구하는 등의 복잡한 연산 과정을 필요로 한다. 또한, 물체의 구성 원소의 판단은 가능하나 원자 내의 전자 구조나 거동을 파악하기 어려운 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 본 발명은, 원자의 촬상 영상으로부터 각 픽셀의 그레이 스케일 값을 조절한 다음 동일한 그레이 스케일 값 또는 범위를 갖는 픽셀들 끼리를 서로 연결하여 복수의 전자 궤적을 층 단위로 형성할 수 있어서 원자 내의 전자 구조 및 분포를 용이하게 감시할 수 있는 원자 내의 전자 구조 모니터링 장치 및 방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제 해결 수단

- [7] 본 발명은, 원자의 촬상 영상을 입력받는 영상 입력부와, 상기 촬상 영상의 밝기값 또는 대비값(contrast)을 변화시켜서 상기 촬상 영상을 구성하는 픽셀들의 그레이 스케일 값을 조절하는 밝기 조절부, 및 동일한 그레이 스케일 값 또는 범위를 갖는 픽셀들 끼리를 서로 연결하여 복수의 전자 궤적들을 층 단위로 형성하는 전자궤적 형성부를 포함하는 원자 내의 전자 구조 모니터링 장치를

제공한다.

- [8] 여기서, 상기 전자레적 형성부는, 상기 원자와 원자 간의 외곽을 서로 연결하는 연결형의 전자 레적을 더 형성하고, 상기 연결형의 전자 레적은, 상기 층 단위의 전자 레적들 중 최외각 전자 레적의 외부에서 상기 원자와 원자 간의 외곽을 서로 연결할 수 있다.
- [9] 그리고, 상기 원자 내의 전자 구조 모니터링 장치는, 상기 전자 레적의 그레이 스케일 값으로부터 상기 전자 레적별로 상기 전자 레적에 포함된 전자수를 계산하여 상기 원자를 구성하는 전자들의 분포를 연산하는 전자분포 판단부를 더 포함할 수 있다.
- [10] 또한, 상기 전자분포 판단부는, 상기 원자에 대한 i 번째 전자 레적의 전자수를 아래의 수학적식으로 계산할 수 있다.
- [11] i 번째 전자 레적의 전자수 = $N_i \times (G_{MAX} - G_i) \times n$
- [12] 여기서, N_i 는 상기 i 번째 전자 레적을 구성하는 픽셀들의 개수, G_i 는 상기 i 번째 전자 레적의 그레이 스케일 값, G_{MAX} 는 상기 촬상 영상에서 표현 가능한 최대 그레이 스케일 값, n 은 상기 픽셀에 대한 비트열의 LSB당 발생하는 전자수, 상기 LSB(Least significant bit)는 2진수로 표현된 비트열 중에서 최하위의 비트 또는 상기 비트열의 최하위 비트를 의미한다.
- [13] 또한, 상기 원자 내의 전자 구조 모니터링 장치는, 상기 촬상 영상을 확대하여 상기 원자의 내부 구조를 시각화하는 영상 확대부를 더 포함할 수 있다.
- [14] 또한, 상기 원자 내의 전자 구조 모니터링 장치는, 상기 촬상 영상의 밝기값 또는 대비값을 조절한 다음, 내장된 사진기의 복사(copy), 캡처 또는 저장 기능을 이용하여 주어진 빛 에너지에 발현하는 전자 레적들의 패턴을 구성하여 전자 레적을 활성화시키는 전자레적 발현부를 더 포함할 수 있다.
- [15] 또한, 상기 원자 내의 전자 구조 모니터링 장치는, 상기 원자를 구성하는 전체 전자 레적들의 픽셀수의 합을 기 설정된 임계 범위와 비교하여, 상기 원자의 정상 여부를 판단하는 원자상태 판단부를 더 포함할 수 있다.
- [16] 그리고, 본 발명은 원자 내의 전자 구조 모니터링 장치를 이용한 원자 내의 전자 구조 모니터링 방법에 있어서, 원자의 촬상 영상을 입력받는 단계와, 상기 촬상 영상의 밝기값 또는 대비값을 변화시켜서 상기 촬상 영상을 구성하는 픽셀들의 그레이 스케일 값을 조절하는 단계, 및 동일한 그레이 스케일 값 또는 범위를 갖는 픽셀들 끼리를 서로 연결하여 복수의 전자 레적들을 층 단위로 형성하는 단계를 포함하는 원자 내의 전자 구조 모니터링 방법을 제공한다.
- [17] 여기서, 상기 원자 내의 전자 구조 모니터링 방법은, 상기 전자 레적의 그레이 스케일 값으로부터 상기 전자 레적별로 상기 전자 레적에 포함된 전자수를 계산하여 상기 원자를 구성하는 전자들의 분포를 연산하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [18] 또한, 상기 원자 내의 전자 구조 모니터링 방법은, 상기 촬상 영상을 확대하여 상기 원자의 내부 구조를 시각화하는 단계를 더 포함할 수 있다.

- [19] 그리고, 상기 원자 내의 전자 구조 모니터링 방법은, 상기 밝기값 또는 대비값이 조절된 촬상 영상에 대해, 상기 전자 궤적을 구성하는 픽셀들의 최대 그레이 스케일 값과 최소 그레이 스케일 값의 차이를 기 설정된 임계치와 비교하여, 각 전자 궤적의 발현 여부를 판단하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [20] 또한, 상기 원자 내의 전자 구조 모니터링 방법은, 상기 원자를 구성하는 전체 전자 궤적들의 픽셀수의 합을 기 설정된 임계 범위와 비교하여, 상기 원자의 정상 여부를 판단하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [21] 또한, 상기 원자 내의 전자 구조 모니터링 방법은, 상기 촬상 영상에 인공 빛을 가하여 상기 복수의 전자 궤적들 사이에 측벽을 시각화하는 단계, 및 상기 시각화된 측벽을 이용하여 상기 촬상 영상에 대한 입체 영상을 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [22] 또한, 상기 원자 내의 전자 구조 모니터링 방법은, 상기 복수의 전자궤적 중에서 최외각 전자궤적을 추출하여 공유 결합 구조를 모니터링하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [23] 본 발명에 따른 원자 내의 전자 구조 모니터링 장치 및 방법에 따르면, 원자의 촬상 영상으로부터 각 픽셀의 그레이 스케일 값을 조절한 다음 동일한 그레이 스케일 값 또는 범위를 갖는 픽셀들 끼리를 서로 연결하여 복수의 전자 궤적을 층 단위로 형성할 수 있어서 원자 내의 전자 구조 및 분포, 그리고 공유결합의 구조 및 최외각 전자 궤적의 변이를 용이하게 감시할 수 있는 이점이 있다. 또한 밝기와 콘트라스트가 조정된 영상을 이용하여 광자 궤적을 포함되는 측벽을 전자궤적간에 형성하여 입체영상을 만들 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [24] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 원자 내의 전자 구조 모니터링 장치의 구성도이다.
- [25] 도 2는 도 1을 이용한 원자 내의 전자 구조 모니터링 방법의 흐름도이다.
- [26] 도 3은 도 2의 S210 단계를 설명하는 원자의 촬상 영상을 나타낸다.
- [27] 도 4는 도 2의 S230 단계를 설명하는 예시 영상이다.
- [28] 도 5는 도 2의 S230 단계에 따라 전자 궤적이 형성된 결과의 예시 영상이다.
- [29] 도 6은 도 2의 S240 단계의 결과로부터 얻어진 그레이 스케일별 전자 궤적의 전자수를 도시한 그래프이다.
- [30] 도 7은 본 발명의 실시예에 따라 원자의 내부 구조를 시각화한 예시 영상을 나타낸다.
- [31] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 전자 궤도면의 발현 테스트를 설명하는 예시 영상이다.
- [32] 도 9는 본 발명의 실시예를 바이러스 전자 분포의 분석에 적용하기 위하여 SEM을 통해 촬영한 Hepatitis C Virus 영상을 나타낸다.

- [33] 도 10은 도 9에 본 발명의 실시예를 적용하여 바이러스와 정상 세포의 분포 공간을 구분한 것이다.
- [34] 도 11은 도 10의 동그라미 표시한 바이러스의 세부 전자 구조를 나타낸다.
- [35] 도 12는 도 10의 동그라미 표시한 바이러스의 아래 부분에 위치한 2개의 바이러스 간의 연결 상태를 나타낸다.
- [36] 도 13은 도 10의 네모로 표시한 세포와 주변 정상 세포 간의 전자 반응을 나타낸다.
- [37] 도 14는 도 13과 비교를 위하여 정상 조직의 패턴을 나타낸 것이다.
- [38] 도 15는 본 발명의 실시예에 따른 원자의 촬상 영상의 예와 이를 이용하여 생성한 입체 영상의 예를 나타낸다.
- [39] 도 16은 본 발명의 실시예에 따른 카본 원자들로 구성된 그래핀의 촬영 영상을 나타낸다.
- [40] 도 17은 재료를 3종류의 온도(상온, 150°C, 250°C)로 가열하고 휴대폰으로 찍은 이미지이다.
- [41] 도 18은 본 발명의 실시예를 적용하여 도 17의 상온에서의 재료 표면에서 형성되는 전자 궤적을 나타낸 것이다.
- [42] 도 19는 도 17의 각 재료 표면에서의 에너지 분포 및 분포 함수 간의 차이를 나타낸다.
- [43] 도 20은 본 발명의 실시예를 이용하여 웨이퍼 표면의 세정 공정 전후의 이미지들의 에너지 분포함수를 나타낸다.
- [44] 도 21은 본 발명의 실시예를 이용하여 피부 점 이미지를 시각화한 후 에너지 분포를 관측한 예이다.
- [45] 도 22는 나사가 제공하는 태양 이미지에 본 발명의 실시예를 적용한 예이다.
- [46] 도 23은 도 22의 이미지 A에 대한 에너지 분포함수를 나타낸다.
- [47] 도 24는 본 발명의 실시예를 이용하여 뉴런 시냅스의 에너지 구조를 시각화한 예이다.
- [48] 도 25는 본 발명의 실시예를 이용하여 쥐의 뇌 신경세포 간 시냅스의 에너지 구조를 시각화한 것이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [49] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [50] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 원자 내의 전자 구조 모니터링 장치의 구성도이다. 상기 장치(100)는 영상 입력부(110), 영상 확대부(120), 밝기 조절부(130), 전자궤적 형성부(140), 전자분포 판단부(150), 전자궤적 발현부(160), 원자상태 판단부(170)를 포함한다.
- [51] 상기 영상 입력부(110)는 원자의 촬상 영상을 입력받는 부분이다. 여기서, 촬상

영상을 얻기 위한 촬영 수단으로는 물질(시료) 내 원자의 촬영이 가능한 TEM(Transmission electron microscopy; 투과 전자 현미경) 진단 장비를 사용할 수 있다. 이러한 TEM 진단 장비에는 원자의 촬영을 위한 CCD(Charge Coupled Device) 카메라가 수반되어 있다. 물론, 영상의 촬영은 TEM 뿐만 아니라 SEM(Scanning Electron Microscope; 주사 전자 현미경) 등을 이용할 수 있다.

- [52] 상기 영상 확대부(120)는 상기 촬상 영상을 확대하여 상기 원자의 내부 구조를 보다 정교한 형태로 시각화한다.
- [53] 상기 밝기 조절부(130)는 상기 촬상 영상의 밝기값(brightness) 또는 대비값(contrast)을 변화시켜서 상기 촬상 영상을 구성하는 픽셀(암흑입자)들의 그레이 스케일(gray scale) 값을 조절한다. 이러한 밝기 조절은 영상의 확대 이전 또는 이후에 수행할 수 있다.
- [54] 상기 전자궤적 형성부(140)는 동일한 그레이 스케일 값 또는 동일한 그레이 스케일 범위를 갖는 픽셀들 끼리를 서로 연결하여 복수의 전자 궤적(shell)들을 층 단위로 형성한다. 이로부터, 본 발명은 촬상 영상의 전자 구름에 대해 그레이 스케일 값을 조절하여 원자의 전자 궤도들을 층 단위로 그릴 수 있다.
- [55] 상기 전자분포 판단부(150)는 상기 전자 궤적의 그레이 스케일 값으로부터 상기 전자 궤적별로 상기 전자 궤적에 포함된 전자수를 계산하여 상기 원자를 구성하는 전자들의 분포를 연산하는 부분이다. 즉, 고유 그레이 스케일 값 또는 범위를 갖는 각각의 전자 궤적별로 그 전자수를 계산하면 해당 원자에 대한 전자들의 분포를 손쉽게 판단할 수 있다. 상기 전자 분포의 판단 구성에 관한 보다 상세한 설명은 후술할 것이다.
- [56] 상기 전자궤적 발현부(160)는 상기 촬상 영상의 밝기값 또는 대비값을 조절한 다음, 내장된 사진기의 복사(copy), 캡처 또는 저장 기능을 이용하여 주어진 빛 에너지에 발현하는 전자 궤적들의 패턴을 구성하여 전자 궤적을 활성화시킨다.
- [57] 상기 원자상태 판단부(170)는 상기 원자를 구성하는 전체 전자 궤적들의 픽셀수의 합을 기 설정된 임계 범위와 비교하여, 상기 원자의 정상 여부를 판단한다. 만약, 전체 전자 궤적들의 픽셀수의 합이 임계 범위의 하한값을 밑돌거나 상한값을 초과하는 경우에는 해당 원자가 비정상 상태임을 의미한다.
- [58] 이상과 같은 본 발명에 따르면, 촬상 영상의 밝기값 또는 대비값을 변화시켜 영상의 그레이 스케일 값을 조절한 다음 이를 바탕으로 원자에 대한 전자 궤적들을 층 단위로 형성할 수 있다. 또한, 상기 형성된 층 단위의 전자 궤적으로부터 상기 원자를 구성하는 전자 구조 및 분포를 용이하게 파악할 수 있다.
- [59] 이러한 본 발명은 촬상 영상의 확대만으로도 원자의 내부 구조를 정밀한 형상으로 시각화하여 제공할 수 있으며, 전자 궤적을 구성하는 픽셀들의 속성을 분석하여 각 전자 궤적의 발현 여부뿐만 아니라 원자의 정상 상태 여부의 판정이 가능하게 한다.
- [60] 도 2는 도 1을 이용한 원자 내의 전자 구조 모니터링 방법의 흐름도이다.

이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 원자 내의 전자 구조 모니터링 방법에 관하여 상세히 설명한다.

[61] 먼저, 상기 영상 입력부(110)은 원자의 촬상 영상을 입력받는다(S210).

[62] 도 3은 도 2의 S210 단계를 설명하는 원자의 촬상 영상을 나타낸다. 이러한 도 3의 (a)는 그래핀 물질을 시료로 하여 촬영한 것으로서 여러 개의 원자들이 전자 구름 형태로 존재하고 있음을 확인할 수 있다. 도 3의 (b)는 (a)의 동그라미 부분을 확대한 것이다. 본 발명은 촬상 영상을 입력받은 다음 확대하여 원자 부분이 명확하게 보이도록 조절할 수 있다.

[63] 상기 S210 단계 이후, 밝기 조절부(130)에서는 상기 촬상 영상의 밝기값 또는 대비값을 변화시켜서 상기 촬상 영상을 구성하는 픽셀들의 그레이 스케일 값을 조절한다(S220). 만약 픽셀의 그레이 스케일 값이 8 비트의 값인 경우, 조절되는 그레이 스케일 값은 0~255 사이의 값을 갖는다.

[64] 이러한 S220 단계는 밝은 부분은 더 밝게, 그리고 어두운 부분은 더 어둡게 조절할 수 있다. 이렇게 밝기값과 대비값 중 어느 하나 또는 모두를 조절함에 따라, 최초 입력된 촬상 영상의 밝기나 대비를 그대로 이용할 경우에 비해, 추후 전자 궤적의 형성을 효과적으로 수행할 수 있다.

[65] 이후, 상기 전자궤적 형성부(140)는 동일한 그레이 스케일 값 또는 범위를 갖는 픽셀들 끼리를 서로 연결하여 복수의 전자 궤적들을 층 단위로 형성한다(S230).

[66] 도 4는 도 2의 S230 단계를 설명하는 예시 영상이다. 이러한 도 4는 임의 그레이 스케일 범위 42부터 66까지 4 단위로 증가시키면서 전자 궤도를 그린 영상이다. 맨 안쪽 전자 궤도는 그레이 스케일 값이 42인 픽셀들 끼리를 연결한 것이고, 그 외부에 있는 전자 궤도들은 차례로 그레이 스케일 값이 46, 50, 54, 58, 62인 픽셀들 끼리를 연결한 것이다.

[67] 그 중에서 5번째 전자 궤도 즉, 그레이 스케일 값이 58에 해당하는 전자 궤도는 상기 원자에 대한 최외각 전자 궤적을 나타낸다. 그리고 6번째 전자 궤도 즉, 그레이 스케일 값이 62인 전자 궤도는 원자와 원자 간의 외곽을 서로 연결하는 연결형의 전자 궤적을 나타낸다. 화학분야에서는 이 궤도를 valence shell이라고 부르며, 다른 원자와의 화학적 결합을 구성하는 공유결합 (covalent bond)을 만든다.

[68] 즉, S230 단계에 따르면, 각 원자에 대해 층 단위의 전자 궤적들을 형성할 수 있을 뿐 아니라, 상기 층 단위의 전자 궤적들 중 최외각 전자 궤적의 외부에서 상기 원자와 원자 간의 외곽을 서로 연결하는 연결형의 전자 궤적 또한 형성할 수 있으며, 이로부터 원자와 원자 간의 전자 결합도를 확인할 수 있다. 상기 최외곽 전자 궤적은 다른 인접한 원자 층의 궤도로 향하는 연결형 전자 궤도의 바로 이전의 전자 궤도에 해당된다.

[69] 앞서 도 4의 예는 그레이 스케일 범위를 4 단위로 구분하여 도시한 것이나, 이는 설명의 편의를 위한 것으로서, 1 단위로 구분하여 전자 궤적을 형성함으로써 원자에 대한 전자 궤적들을 보다 세분화하도록 한다.

- [70] 도 5는 도 2의 S230 단계에 따라 전자 궤적이 형성된 결과의 예시 영상이다. 이로부터 원자와 원자 간을 연결하는 연결형 전자 궤적을 확인할 수 있으며, 연결형 전자 궤적 또한 복수의 층 단위(각 층을 서로 다른 색상으로 표현할 수 있으며, 도 5의 경우 각 색상을 음영으로 구분하고 있음)로 형성되는 것을 확인할 수 있다.
- [71] 이후, 상기 전자분포 판단부(150)에서는 상기 전자 궤적의 그레이 스케일 값으로부터 상기 전자 궤적별로 상기 전자 궤적에 포함된 전자수를 계산하여 상기 원자를 구성하는 전자들의 분포를 연산한다(S240).
- [72] 이러한 S240 단계를 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [73] 상기 전자분포 판단부(150)는 상기 원자에 대한 i 번째 전자 궤적의 전자수를 아래의 수학식 1로 계산한다.
- [74] 수학식 1

$$i\text{번째 전자궤적의 전자수} = N_i \times (G_{\text{MAX}} - G_i) \times n$$

- [75] 여기서, N_i 는 상기 i 번째 전자 궤적을 구성하는 픽셀들의 개수, G_i 는 상기 i 번째 전자 궤적의 그레이 스케일 값, G_{MAX} 는 상기 촬상 영상에서 표현 가능한 최대 그레이 스케일 값이다. 이에 따라 $0 \leq G_i \leq G_{\text{MAX}}$ 범위의 값을 갖는다.
- [76] n 은 상기 픽셀에 대한 비트열의 LSB당 발생하는 전자수이고, LSB(Least significant bit)는 2진수로 표현된 비트열 중에서 최하위의 비트 또는 상기 비트열의 최하위 비트를 의미한다. 8 비트의 영상의 경우 대략 LSB 당 180개의 전자가 발생한다. CCD 카메라 영상에서 계산되는 전자수는 G_{MAX} 값이 "0"으로 하고 계산된 절대값과 일치한다. 즉, CCD 카메라 영상에서 계산되는 전자수는 G_{MAX} 값을 "0"으로 한 후 그 절대치를 취한 값으로 계산된다. 전자분포대신 단지 N_i 만을 고려한 입자분포를 계산할 수 있다.
- [77] 그 예로서, 2번째 전자 궤적을 구성하는 픽셀들의 개수(N_2)는 100, 2번째 전자 궤적의 그레이 스케일 값(G_2)은 30, 최대 그레이 스케일 값(G_{MAX})은 255인 경우, 2번째 전자궤적에 존재하는 총 전자수는 $100 \times (255 - 30) \times 180 = 4050000$ 개이다. CCD 카메라 영상에서 계산되는 전자수는 절대치 $\{100 \times (0 - 30) \times 180\} = 540000$ 개다.
- [78] 이러한 수학식 1의 원리는 다음과 같다.
- [79] 우선, 촬상 영상에서 그레이 스케일 값이 큰 부분 즉, 밝은 부분은 빛이 많이 통과해서 카메라의 CCD 센서 상에서는 전자를 많이 발생시키는 공간이다. 그러나, 실제 촬상 영상 상에서의 상기 밝은 부분은 상대적으로 전자가 없는 부분에 해당된다.
- [80] 즉, 영상의 i 번째 전자 궤적을 구성하는 픽셀들과 동일한 위치에 대응되는 CCD 센서 상에서 발생하는 전자수는 $N_i \times G_i \times \text{LSB}$ 값으로 나타낼 수 있다. 그러나 이는 실제 CCD 센서 상에서 발생하는 전자수에 해당된다.
- [81] 이와 달리, 촬상 영상 상에서 i 번째 전자 궤적을 구성하는 픽셀들에 대해

발생하는 전자수는 수학적 식 1과 같이 $Nix(G_{MAX}-Gi) \times n$ 값으로 나타낼 수 있다. 이는 CCD 센서 상의 전자수 계산 때와는 달리 Gi 값 대신에 $(G_{MAX}-Gi)$ 값을 채택한 것이다. 따라서, 촬상 영상 상에서의 임의 픽셀의 그레이 스케일 값이 클수록(밝기값이 클수록) 상기 임의 픽셀에서 발생하는 전자수는 감소하도록 연산된다.

[82] 이상과 같이 본 발명은 수학적 식 1을 이용하여 전자 궤적에서 발생하는 전자수를 전자 궤적 별로 연산하게 된다. 이에 따라, 전자분포 판단부(150)는 상기 원자에 대한 전자 궤적 별 전자수에 관한 데이터를 얻을 수 있다.

[83] 도 6은 도 2의 S240 단계의 결과로부터 얻어진 그레이 스케일별 전자 궤적의 입자수를 도시한 그래프이다. 도 6에서 가로축은 그레이 스케일 값(레벨)이고, 세로축은 입자수를 나타낸다. 세로축의 각 값은 수식 1에서 단지 Ni 값만 고려한 수치이다. CCD 카메라 영상에서 발생하는 전자수는 절대값 $\{Nix(-Gi) \times n\}$ 으로 계산할 수 있으며, 영상속의 전자수는 절대값 $\{Nix(G_{MAX}-Gi) \times n\}$ 이다. 이러한 도 6을 통해 원자의 각 전자 궤도의 입자수 분포를 확인할 수 있다. 외곽의 전자 궤도로 갈수록 즉, 그레이 스케일 값이 커질수록 입자수가 증가하는 양상을 보인다.

[84] 이와 같이, 원자를 구성하는 암흑입자의 그레이 스케일 값과 각각의 전자 궤도를 구성하는 입자수와 전자 분포를 판단하는 기술은 다양한 응용에 적용될 수 있다. 예를 들면, 본 발명은 암세포와 정상 세포의 구분, 암 진행 기수 판단, 박막(film)의 단면으로부터 박막의 전자 분포의 층별 분석, 의료 영상(X-ray 등) 진단 시스템에서 조직, 세포 등의 분석을 통한 질병 진단, 우주 영상의 분석 등에 활용될 수 있다.

[85] 이외에도, 본 발명은 S210 단계로부터 얻어진 촬상 영상을 영상 확대부(120)를 통해 최대한(ex, 30~50배) 확대하고, S220 단계를 통해 픽셀들의 그레이 스케일 값을 조절하는 것만으로, 원자 내부를 비추어 원자의 전자 구조를 정교하게 시각화하는 과정을 포함할 수 있다.

[86] 도 7은 본 발명의 실시예에 따라 원자의 내부 구조를 시각화한 예시 영상을 나타낸다. 이는 도 3의 (b)를 크게 확대하고 밝기값과 대비값을 적절히 조절한 것으로서, 이에 따라 그레이 스케일도 조절된다.

[87] 그래핀 시료의 원자는 중앙부가 패여 있는 우물 형태의 3차원 구조를 가진다. 도 7에서 중앙의 짙은 색상 부분(그레이 스케일 값이 작은 부분)은 패여 있는 바닥 부분을 나타내며, 바닥부분은 보어(Bohr) 모델에서 원자의 가장 낮은 에너지 상태에 대응한다. 이로부터 중앙 원자의 내부 전자 구조를 명확히 파악할 수 있다.

[88] 또한, 본 발명은 상기 촬상 영상의 밝기값 또는 대비값을 조절한 다음, 내장된 사진기의 복사(copy), 캡처 또는 저장 기능을 이용하여 주어진 빛 에너지에 발현하는 전자 궤적들의 패턴을 구성하여 전자 궤적을 발현시키는 과정을 포함한다.

- [89] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 전자 궤도면의 발현 테스트를 설명하는 예시 영상이다. 이러한 도 8은 원자의 전자 궤도들의 일부분이 총 단위로 극대화되어 표시되도록 영상을 크게 확대한 것이다.
- [90] 전자 궤도는 인가되는 빛 에너지에 따라 서로 다른 궤도가 발현 (activation)되는데, 빛의 밝기 ($-100 < \text{밝기} < 100$), 대비 ($-100 < \text{대비} < 100$)를 적절히 조절하고 복사 기능을 인가하면, 발현되는 전자 궤도를 확인할 수가 있다. 도 8에는 각 전자 궤도의 넘버링이 표시되어 있으며, 2,3,5번 전자 궤도의 경우에는 발현이 되지 않은 것이고 나머지 궤도는 발현이 된 것이다.
- [91] 이외에도, 본 발명은 상기 원자를 구성하는 전체 전자 궤적들의 픽셀수의 합을 기 설정된 임계 범위와 비교하여, 상기 원자의 정상 여부를 판단하는 과정을 포함한다. 이러한 과정은 S230 단계 이후의 어떠한 시점에 수행되어도 무관하다.
- [92] 원자의 전자 궤도에 대한 전자수 패턴은 동일 조건에서 유사한 패턴을 유지한다. 원자를 구성하는 전체 전자 궤도들에 대한 총 입자수는 일정 범위에서 변이를 수반한다.
- [93] 원자의 정상 여부의 판단은 아래의 수학식 2를 참조한다.
- [94] 수학식 2

$$N(\text{total}) = \sum_{i=1}^n N_i$$

- [95] 여기서, N_i 는 앞서와 같이 i 번째 전자 궤적을 구성하는 픽셀들의 개수이다. 즉, 총 n 개의 전자 궤적에 대한 픽셀들의 개수 합 $N(\text{total})$ 은 일정 범위에서 변위가 일어난다. $N(\text{total})$ 은 아래의 수학식 3과 같이, 최소 변이 값 $N(\text{total})_{\min}$ 과 최대 변이 값 $N(\text{total})_{\max}$ 사이의 범위 내에 존재하여야 한다.
- [96] 수학식 3

$$N(\text{total})_{\min} \leq N(\text{total}) \leq N_{\max}(\text{total})$$

- [97] 만약, $N(\text{total})$ 값이 수학식 3의 범위를 벗어날 경우 해당 원자는 비정상 상태를 의미한다. 즉, 패턴을 구성하는 전자 궤도의 입자수가 그 변이 범위에서 벗어날 경우에는 원자가 비정상 상태임을 확인할 수 있다.
- [98] 전자 궤적을 구성하는 입자수 외에 전자궤적의 수 또한 원자와 원자의 구분, 그리고 원자 자체의 상태를 감시하는 변수가 된다. 즉, 특정 환경에서의 원자의 전자 궤적 수는 동일하며, 그 수의 변화가 생기는 것은 환경의 변화에 따른 원자 상태의 변이를 의미한다.
- [99] 이하에서는 본 발명의 실시예를 바이러스 전자 분포의 분석에 응용한 예를 설명한다. 바이오-의료 산업에서 각종 질병진단시 X-선, SEM, MRI 등을 이용하여 신체 기관의 세부조직이나 조직에 붙어있는 각종 바이러스나 암세포

영상을 획득한다. 이들 영상은 흑백의 입자로 구성되어 있으며, 완전 백색이 아닌 흑색 영상들은 전기적으로 음인 전자 분포를 표현한다.

- [100] 이들 전자분포는 여러 질병 종류에 따라 고유의 패턴을 보인다. 따라서 이 전자분포의 패턴을 질병 진단과 조기 진단에 응용할 수 있다. 본 실시예의 경우 Hepatitis C Virus 영상을 이용한다.
- [101] 도 9는 본 발명의 실시예를 바이러스 전자 분포의 분석에 적용하기 위하여 SEM을 통해 촬영한 Hepatitis C Virus 영상을 나타낸다. 도 9에서 동그란 원이 바이러스를 나타낸다. 바이러스의 상단부에 분포한 검은 입자, 원 주변의 검은 색 입자 그리고 원 바깥의 약한 검은색의 입자는 전기적으로 음인 전자들의 분포를 보인다.
- [102] 도 10은 도 9에 본 발명의 실시예를 적용하여 바이러스와 정상 세포의 분포 공간을 구분한 것이다. 이 경우 적용한 입자의 그레이 스케일 값의 범위는 120~160이다. 도 10과 같이 밝기값과 대비값 조절을 이용한 그레이 스케일의 조절을 통해 조직의 정상과 비정상 공간을 구분할 수 있다.
- [103] 도 11은 도 10의 동그라미 표시한 바이러스의 세부 전자 구조를 나타낸다. 바이러스 표면에서의 전자들은 표면 위에서 다양한 형태로 밀접하게 연결이 되고 있음을 알 수 있다. 이러한 전자 패턴은 질병감시에 중요한 진단자료로 이용될 수 있다.
- [104] 도 12는 도 10의 동그라미 표시한 바이러스의 아래 부분에 위치한 2개의 바이러스 간의 연결 상태를 나타낸다. 이러한 도 12로부터 바이러스 간의 전자 결합 구조를 확인할 수 있다.
- [105] 도 10에서 네모로 표시한 부분은 다른 바이러스 또는 성장 전의 바이러스로 추정되는 공간을 나타낸다. 이를 통해 바이러스 또는 비정상 세포 공간을 탐지할 수 있음을 확인할 수 있다.
- [106] 이와 관련하여, 도 13은 도 10의 네모로 표시한 세포와 주변 정상 세포 간의 전자 반응을 나타낸다. 도 14는 도 13과 비교를 위하여 정상 조직의 패턴을 나타낸 것이다. 도 13의 입자수와 도 14의 입자수는 상당한 차이가 있는 것이 확인이 된다. 이러한 평균적 입자수의 변이를 감시하는 경우 이상 조직 또는 질병 바이러스의 존재를 확인할 수 있다.
- [107] 이상의 실시예와 같이 조직세포 또는 각종 질병에 관여하는 의학 영상을 구성하는 암흑입자는 전자분포를 나타냄을 알 수 있다. 따라서, 이들 전자분포의 패턴과 입자수 분석을 이용한다면 정상조직과 비정상조직의 구분뿐만 아니라 바이러스의 위치, 질병의 분류와 조기진단 등을 수행할 수 있음은 물론이다.
- [108] 도 15는 본 발명의 실시예에 따른 원자의 촬상 영상의 예와 이를 이용하여 생성한 입체 영상의 예를 나타낸다.
- [109] 도 15의 (a)는 그래핀 물질을 시료로 하여 촬영한 것으로서 여러 개의 원자들이 전자 구름 형태로 존재하고 있음을 확인할 수 있다. 도 3의 (b)는 (a)의 동그라미 부분을 확대한 것이다.

- [110] 본 실시예의 경우 동일한 그레이 스케일 값 또는 범위를 갖는 픽셀들 끼리를 서로 연결하여 복수의 전자 궤적들을 층 단위로 형성할 수 있다. 여기서, 촬영 영상에 인공 빛(포도삽에 내장된 밝기와 콘트라스트 조절 기능)을 가하여 상기 복수의 전자 궤적들 사이에 측벽을 시각화하고, 상기 시각화된 측벽을 이용하여 상기 촬상 영상에 대한 입체 영상을 도 15의 (c) 그림과 같이 생성할 수 있다. 이는 전자궤적 형성부(140)에서 수행할 수도 있으며 별도의 기타 수단(입체 영상 생성부)에 의해 수행할 수 있다.
- [111] 도 15의 (c)에서 그레이 스케일 42(20)에 해당하는 부분과 43(133)에 해당하는 부분 사이는 이 두 스케일 영역을 연결하는 측면이 단계적으로 형성되어 있다. 이러한 측면은 앞서와 같이 인공 빛을 가하여 시각화한 것이다. 그레이 스케일 42와 43 옆의 괄호 값은 인공 빛을 통해 밝기와 콘트라스트가 조절된 이후의 변경된 그레이 스케일 값을 의미한다. 인공 빛을 가한 경우는 인공 빛을 가하기 전에 비하여 두 궤적 간의 스케일 차이값이 $1(=43-42)$ 에서 $113(=133-20)$ 으로 증가된 것을 알 수 있다.
- [112] 도 15의 (c)에서 시각화된 두 광자 궤적(변경된 그레이 스케일이 20인 궤적과 133인 궤적)을 잇는 측면은 총 15개의 궤적으로 구성되며, 이 중에서 두 광자 궤적의 내측에 바로 인접한 두 개의 궤적(그레이 스케일 27인 궤적과 126인 궤적)을 대표로 시각화하고 있다. 인가하는 인공 빛의 밝기와 콘트라스트 값을 조절하면 형성되는 궤적의 수와 형태 또한 조절할 수 있다. 참고로 그레이 스케일 27과 126 사이의 시각화된 궤적은 그레이 스케일 70에 해당되는 궤적을 나타낸다.
- [113] 전자궤적 간에 형성되는 측면은 외부에서 인가한 에너지 전자 또는 빛에너지를, 원자를 구성하는 전자층으로 전달하는 층이다. 인공빛을 인가하여 측면을 시각화하는 기술을 이용하면 임의의 이차원 영상을 삼차원 전자지도로 만들 수 있다.
- [114] 도 15의 (d)는 두 광자 궤적(변경된 그레이 스케일이 20인 궤적과 133인 궤적) 잇는 측면을 입체적으로 개념화한 것이다. 이를 통해 변경된 그레이 스케일 20과 133 사이에 15개 층의 측면이 서로 다른 깊이로 형성된 것을 확인할 수 있다. 이상과 같이 본 발명은 촬상 영상에 대해 인공 빛을 인가하여 전자 궤적 간의 측면을 시각화하여 이차원 이미지를 삼차원 전자 지도로 전환할 수 있다.
- [115] 도 16은 본 발명의 실시예에 따라 카본 원자들로 구성된 그래핀의 촬영 영상을 나타낸다. 본 실시예의 기술을 적용하면 원자 간을 연결하는 공유결합 구조를 확인할 수 있다.
- [116] 도 16의 (a)는 상기 그래핀의 촬영 영상을 나타낸다. 여기서, 그레이 스케일 값의 범위를 60~66으로 조정하고, 각 그레이 스케일에 대한 전자궤적을 그리면 도 16의 (b)와 같다.
- [117] 도 16의 (b)에서 각 원자의 둘레 부분에 있는 궤적들 중에서 원자 내에 구속되는 가장 외측의 궤적은 그레이스케일 값 60을 가지는 픽셀들을 연결한 궤적이다.

나머지 나머지 궤적들은 각각 그레이 스케일 값 61, 62, 63, 64, 65을 가지는 픽셀들을 연결한 궤적들에 해당된다.

- [118] 이러한 도 16의 (b)를 통해, 원자 1과 2, 원자 2와 9, 원자 3과 4, 원자 4와 5, 원자 6과 7, 원자 8과 9, 그리고 원자 9와 10 간의 공유결합을 확인할 수 있다(점선 동그라미 참조).
- [119] 이러한 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 복수의 전자궤적 중에서 최외각 전자궤적(Valence)을 추출하여 공유 결합 구조를 모니터링할 수 있다. 이는 전자궤적 형성부 또는 기타 모니터링 수단에 의해 수행할 수 있다. 원자 1의 경우 원자 내에 구속되는 가장 외곽의 궤적은 그레이스케일 값 60에 해당되며, 따라서 그레이스케일 값 61이 valence electron에 해당되며, 이 전자들이 원자간의 결합력을 결정한다.
- [120] 원자 간 결합력은 원자 간을 결합시키는 평면(예컨대, 도 16의 (b)에서 원자1과 원자 2 간에 연결되는 지점의 평면)의 면적과 에너지, 즉 그레이 스케일 값으로 결정된다. 이 에너지는 valence electron과 동일한 에너지를 가진다.
- [121] 상기의 내용은 원자와 이온 간, 이온과 이온 간의 결합구조의 시각화와 결합력의 측정에도 적용되는 물론이다. 이와 같이 본 발명은 공유결합 구조를 시각화 하고, 원자구조에서 valence electron을 탐색하고, Valence electron이 가지는 에너지와 원자 간을 연결하는 평면의 면적을 통해 원자간의 결합력을 측정할 수 있다.
- [122] 도 17은 재료를 3종류의 온도(상온, 150°C, 250°C)로 가열하고 휴대폰으로 찍은 이미지이다. 위에서 아래 순으로 250°C, 150°C, 상온 조건의 그림이다.
- [123] 도 18은 본 발명의 실시예를 적용하여 도 17의 상온에서의 재료 표면에서 형성되는 전자 궤적을 나타낸 것이다.
- [124] 도 18의 (a)에서 각각의 궤적은 그레이 스케일 값 139, 141, 143, 145, 147, 149, 151에 따라 서로 다른 음영으로 표현되어 있다. 물론, 실제로는 각 궤적을 컬러로 구현하여 시인성을 높일 수 있다. 이러한 궤적으로부터 에너지 분포를 시각화할 수 있다. 도 18의 (b)는 (a)에 표시된 원 안의 공간을 확대한 것으로서 재질 표면에서의 에너지 연결 구조를 선명하게 보여주고 있다.
- [125] 도 19는 도 17의 각 재료 표면에서의 에너지 분포 및 분포 함수 간의 차이를 나타낸다. 도 19의 (a)는 각 재료 표면에서의 에너지 분포를 나타내는 것으로서 각 에너지는 그레이스케일 값으로 구분된다. 에너지의 크기는 동일 그레이스케일 값을 가지는 픽셀들의 합으로 표현된다. (b)는 분포 함수 간의 차이이며, 이를 이용하여 온도에 따른 재료 표면에서의 입자 에너지의 이동을 입자의 에너지와 에너지의 크기로 분석할 수 있다. 상기의 방식은 재질 표면의 온도에 따른 에너지의 변이를 분석하는 데에 활용될 수 있으며, 동일한 온도일 경우 분포 함수는 재질 표면의 정상과 비정상을 판단하는 데에 활용될 수 있다.
- [126] 도 20은 본 발명의 실시예를 이용하여 웨이퍼 표면의 세정 공정 전후의 이미지들의 에너지 분포함수를 나타낸다. 세정 공정은 웨이퍼 표면에 존재하는

불순물을 제거하기 위한 공정이다. 도 20의 (a), (b)에 표현된 각각의 이미지들은 휴대폰을 이용하여 촬영한 것이다. 도 20의 (c)는 각 이미지의 에너지 분포함수로서 세정 전과 후의 분포가 매우 다른 것을 알 수 있다. 따라서 에너지 분포함수를 이용하여 세정공정의 질(quality)을 확인할 수 있다. 상기의 방식은 다양한 웨이퍼 공정에 적용할 수 있음은 물론이다.

[127] 이상과 같이, 휴대폰 또는 다른 촬상기기를 이용하여 공정 전후의 웨이퍼 표면을 촬영한 영상에 본 발명의 기술을 적용하여 에너지 분포함수를 도출하고 이를 이용하여 공정의 질을 평가할 수 있다.

[128] 도 21은 본 발명의 실시예를 이용하여 피부 점 이미지를 시각화한 후 에너지 분포를 관측한 예이다. 도 21의 A는 피부 점을 휴대폰으로 찍은 이미지이다. B~D는 그레이 스케일 값을 변화시키면서 시각화한 점의 에너지 궤적을 나타낸다. D에서의 C1과 C2는 점의 에너지와 반응하는 정상세포들이며, E는 이미지 A의 에너지 분포이를 나타낸다.

[129] 레이저를 이용해서 점을 제거할 때 종래에는 점을 포함한 넓은 범위를 제거하였으나 본 발명의 기술을 적용한다면 C1과 C2를 포함한 영역만 제거할 수 있고 따라서 불필요하게 제거되는 정상피부를 보호할 수 있다. 이 방법은 수술과 같은 신체 내의 질병 치료에도 쉽게 응용할 수 있다. 또한, E와 같이 점의 에너지 변화를 감지할 수 있다. 이러한 예시로부터 본 발명은 휴대폰을 이용하여 피부에 생기는 해(damage)의 변화를 에너지 분포함수 또는 에너지 분포의 시각화를 통해 감지할 수 있다.

[130] 도 22는 나사가 제공하는 태양 이미지에 본 발명의 실시예를 적용한 예이다. 도 22의 A는 나사가 제공하는 태양 이미지이고, B는 본 발명의 기술을 이미지 A에 적용한 것으로서 그레이스케일 범위 21~70에 속하는 전류 궤적분포를 나타낸다. 이로부터 태양 바깥에 복수의 궤적이 분명하게 존재하는 것을 확인할 수 있다.

[131] 도 22의 C는 태양 표면의 일부를 확대한 그림이며, D는 이미지 C에 본 발명의 기술을 적용하여 그린 전류 궤적으로서, 그레이 스케일 범위 81~90에 속하는 전류 궤적분포를 나타낸다.

[132] 도 23은 도 22의 이미지 A에 대한 에너지 분포함수를 나타낸다. 도 23의 E에서 왼쪽의 원 부분은 태양 주위의 암흑입자의 에너지 분포를 나타내고 오른쪽 원은 태양의 에너지 분포함수를 나타낸다. F는 E에서 추출한 태양의 에너지 분포함수를 확대하여 나타낸 것이다. 이상과 같은 본 발명의 기술은 태양 이외의 어떠한 우주 이미지에도 적용 가능하며 영상을 구성하는 입자의 에너지 분포 함수와 시각화에 응용할 수 있다. 즉, 본 발명을 이용하면 태양과 태양 주변에 분포하는 입자를 시각화하거나 입자의 에너지 분포함수를 계산하고 전류(또는 전자) 분포를 시각화할 수 있다.

[133] 도 24는 본 발명의 실시예를 이용하여 뉴런 시냅스의 에너지 구조를 시각화한 예이다. 도 24의 A에서 원 내부의 검은 구조는 뉴런 간의 정보를 교환하는 시냅스를 나타낸다. 이미지 B는 이미지 A에서 화살표로 마크된 부분의 확대

영상이다.

- [134] 이미지 C는 이미지 B에 본 발명의 실시예를 적용하여 얻어진 에너지 궤적 분포이다. 그레이 스케일 범위는 18~30이다. 화살표가 지칭하는 부분에서 특정 에너지들이 결합하는 모습이 보여지며 구체적으로 그레이 스케일 값 18을 가지는 에너지 궤적이 결합하고 있다. 본 발명은 생체 기관의 어떠한 부위에도 적용될 수 있으며 해당 부위에 대한 전류궤적을 획득하여 에너지 분포를 시각화할 수 있다.
- [135] 도 25는 본 발명의 실시예를 이용하여 쥐의 뇌 신경세포 간 시냅스의 에너지 구조를 시각화한 것이다. 도 25의 A는 쥐의 뇌 해마구조를 나타내며, 원으로 표시한 부분에 시냅스가 분포한 것을 확인할 수 있다. 도 25의 B는 A에의 원 부분에 포함된 3개의 시냅스 구조와 주변 세포 간의 전자적 구조를 시각화한 것이다. 밝은 색이 시냅스의 분포 모양이며, 이들 간 또는 다른 세포들간의 전자적 구조를 확인할 수 있다.
- [136] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 원자의 촬상 영상을 입력받는 영상 입력부;
상기 촬상 영상의 밝기값 또는 대비값을 변화시켜서 상기 촬상 영상을 구성하는 픽셀들의 그레이 스케일 값을 조절하는 밝기 조절부; 및
동일한 그레이 스케일 값 또는 범위를 갖는 픽셀들 끼리를 서로 연결하여 복수의 전자 궤적들을 층 단위로 형성하는 전자궤적 형성부를 포함하는 원자 내의 전자 구조 모니터링 장치.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 전자궤적 형성부는,
상기 원자와 원자 간의 외곽을 서로 연결하는 연결형의 전자 궤적을 더 형성하고,
상기 연결형의 전자 궤적은,
상기 층 단위의 전자 궤적들 중 최외각 전자 궤적의 외부에서 상기 원자와 원자 간의 외곽을 서로 연결하는 원자 내의 전자 구조 모니터링 장치.
- [청구항 3] 청구항 1에 있어서,
상기 전자 궤적의 그레이 스케일 값으로부터 상기 전자 궤적별로 상기 전자 궤적에 포함된 전자수를 계산하여 상기 원자를 구성하는 전자들의 분포를 연산하는 전자분포 판단부를 더 포함하는 원자 내의 전자 구조 모니터링 장치.
- [청구항 4] 청구항 3에 있어서,
상기 전자분포 판단부는,
상기 원자에 대한 i 번째 전자 궤적의 전자수를 아래의 수학식으로 계산하는 원자 내의 전자 구조 모니터링 장치:

$$i\text{번째 전자 궤적의 전자수} = N_i \times (G_{\text{MAX}} - G_i) \times n$$
 여기서, N_i 는 상기 i 번째 전자 궤적을 구성하는 픽셀들의 개수,
 G_i 는 상기 i 번째 전자 궤적의 그레이 스케일 값, G_{MAX} 는 상기 촬상 영상에서 표현 가능한 최대 그레이 스케일 값, n 은 상기 픽셀에 대한 비트열의 LSB당 발생하는 전자수, 상기 LSB(Least significant bit)는 2진수로 표현된 비트열 중에서 최하위의 비트 또는 상기 비트열의 최하위 비트를 의미한다.
- [청구항 5] 청구항 1에 있어서,
상기 촬상 영상을 확대하여 상기 원자의 내부 구조를 시각화하는 영상 확대부를 더 포함하는 원자 내의 전자 구조 모니터링 장치.
- [청구항 6] 청구항 1에 있어서,
상기 촬상 영상의 밝기값 또는 대비값을 조절한 다음, 내장된

사진기의 복사(copy), 캡처 또는 저장 기능을 이용하여 주어진 빛 에너지에 발현하는 전자 궤적들의 패턴을 구성하여 전자 궤적을 활성화시키는 전자궤적 발현부를 더 포함하는 원자 내의 전자 구조 모니터링 장치.

[청구항 7]

청구항 1에 있어서,

상기 원자를 구성하는 전체 전자 궤적들의 픽셀수의 합을 기 설정된 임계 범위와 비교하여, 상기 원자의 정상 여부를 판단하는 원자상태 판단부를 더 포함하는 원자 내의 전자 구조 모니터링 장치.

[청구항 8]

원자 내의 전자 구조 모니터링 장치를 이용한 원자 내의 전자 구조 모니터링 방법에 있어서,

원자의 촬상 영상을 입력받는 단계;

상기 촬상 영상의 밝기값 또는 대비값을 변화시켜서 상기 촬상 영상을 구성하는 픽셀들의 그레이 스케일 값을 조절하는 단계; 및 동일한 그레이 스케일 값 또는 범위를 갖는 픽셀들끼리를 서로 연결하여 복수의 전자 궤적들을 층 단위로 형성하는 단계를 포함하는 원자 내의 전자 구조 모니터링 방법.

[청구항 9]

청구항 8에 있어서,

상기 전자 궤적들을 형성하는 단계는,

상기 원자와 원자 간의 외곽을 서로 연결하는 연결형의 전자 궤적을 더 형성하고,

상기 연결형의 전자 궤적은,

상기 층 단위의 전자 궤적들 중 최외각 전자 궤적의 외부에서 상기 원자와 원자 간의 외곽을 서로 연결하는 원자 내의 전자 구조 모니터링 방법.

[청구항 10]

청구항 8에 있어서,

상기 전자 궤적의 그레이 스케일 값으로부터 상기 전자 궤적별로 상기 전자 궤적에 포함된 전자수를 계산하여 상기 원자를 구성하는 전자들의 분포를 연산하는 단계를 더 포함하는 원자 내의 전자 구조 모니터링 방법.

[청구항 11]

청구항 10에 있어서,

상기 전자들의 분포를 연산하는 단계는,

상기 원자에 대한 i 번째 전자 궤적의 전자수를 아래의 수학적식으로 계산하는 원자 내의 전자 구조 모니터링 방법:

$$i\text{번째 전자 궤적의 전자수} = N_i \times (G_{\text{MAX}} - G_i) \times n$$

여기서, N_i 는 상기 i 번째 전자 궤적을 구성하는 픽셀들의 개수,

G_i 는 상기 i 번째 전자 궤적의 그레이 스케일 값, G_{MAX} 는 상기 촬상 영상에서 표현 가능한 최대 그레이 스케일 값, n 은 상기 픽셀에

대한 비트열의 LSB당 발생하는 전자수, 상기 LSB(Least significant bit)는 2진수로 표현된 비트열 중에서 최하위의 비트 또는 상기 비트열의 최하위 비트를 의미한다.

[청구항 12]

청구항 8에 있어서,

상기 촬상 영상을 확대하여 상기 원자의 내부 구조를 시각화하는 단계를 더 포함하는 원자 내의 전자 구조 모니터링 방법.

[청구항 13]

청구항 8에 있어서,

상기 촬상 영상의 밝기값 또는 대비값을 조절한 다음, 내장된 사진기의 복사(copy), 캡처 또는 저장 기능을 이용하여 주어진 빛 에너지에 발현하는 전자 궤적들의 패턴을 구성하여 전자 궤적을 활성화시키는 단계를 더 포함하는 원자 내의 전자 구조 모니터링 방법.

[청구항 14]

청구항 8에 있어서,

상기 원자를 구성하는 전체 전자 궤적들의 픽셀수의 합을 기 설정된 임계 범위와 비교하여, 상기 원자의 정상 여부를 판단하는 단계를 더 포함하는 원자 내의 전자 구조 모니터링 방법.

[청구항 15]

청구항 8에 있어서,

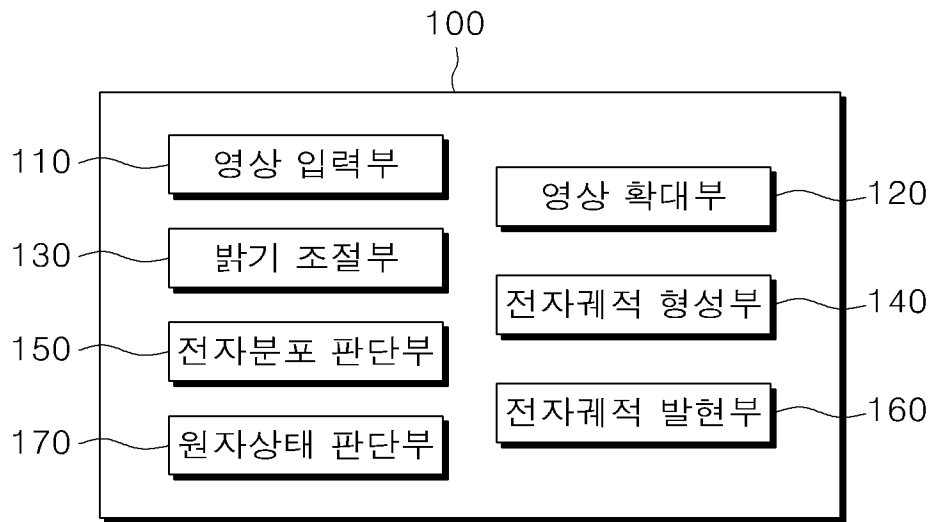
상기 촬상 영상에 인공 빛을 가하여 상기 복수의 전자 궤적들 사이에 측벽을 시각화하는 단계; 및
상기 시각화된 측벽을 이용하여 상기 촬상 영상에 대한 입체 영상을 생성하는 단계를 더 포함하는 원자 내의 전자 구조 모니터링 방법.

[청구항 16]

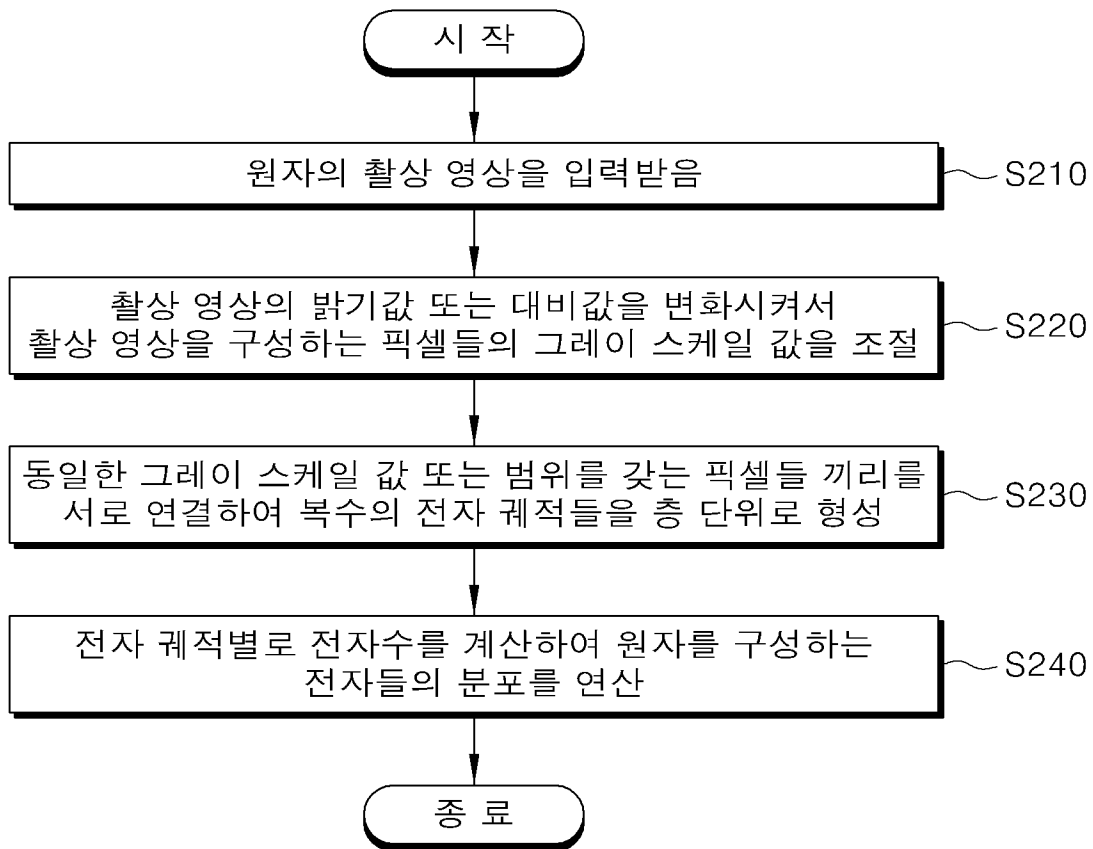
청구항 8에 있어서,

상기 복수의 전자궤적 중에서 최외각 전자궤적을 추출하여 공유 결합 구조를 모니터링하는 단계를 더 포함하는 원자 내의 전자 구조 모니터링 방법.

[Fig. 1]



[Fig. 2]



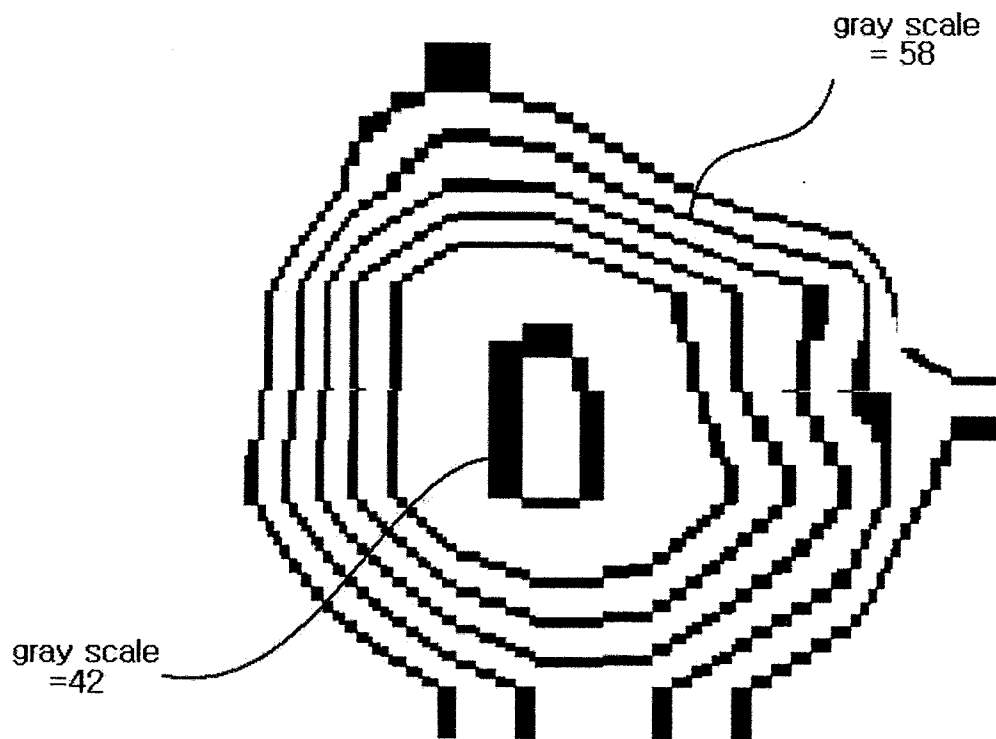
[Fig. 3]



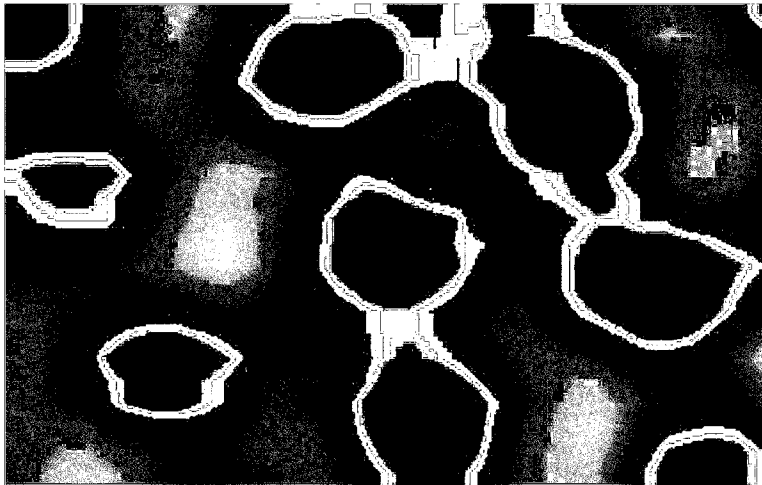
(a)



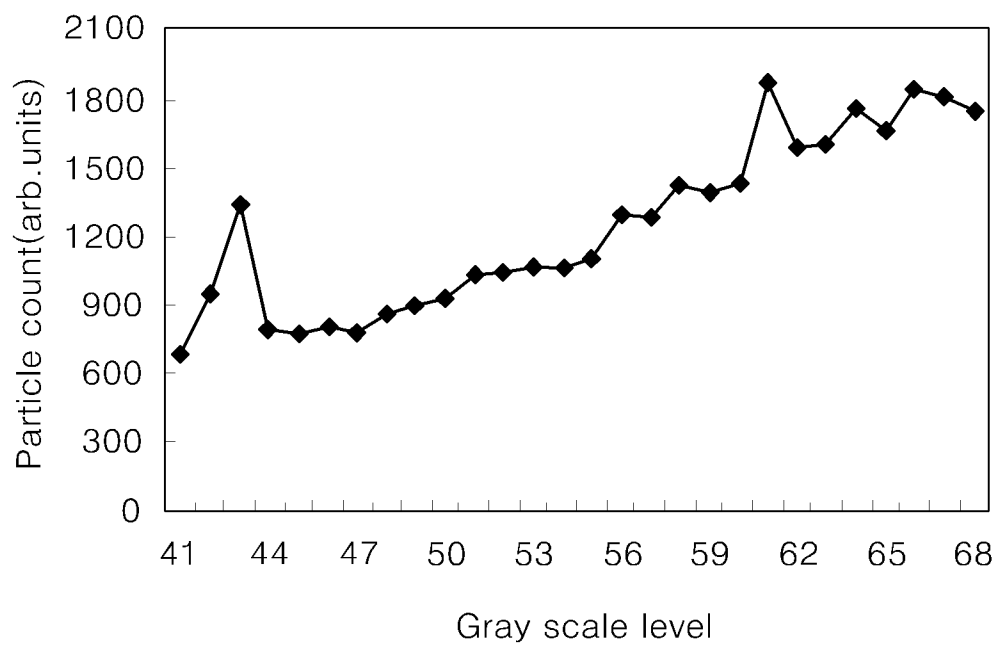
(b)

[Fig. 4]

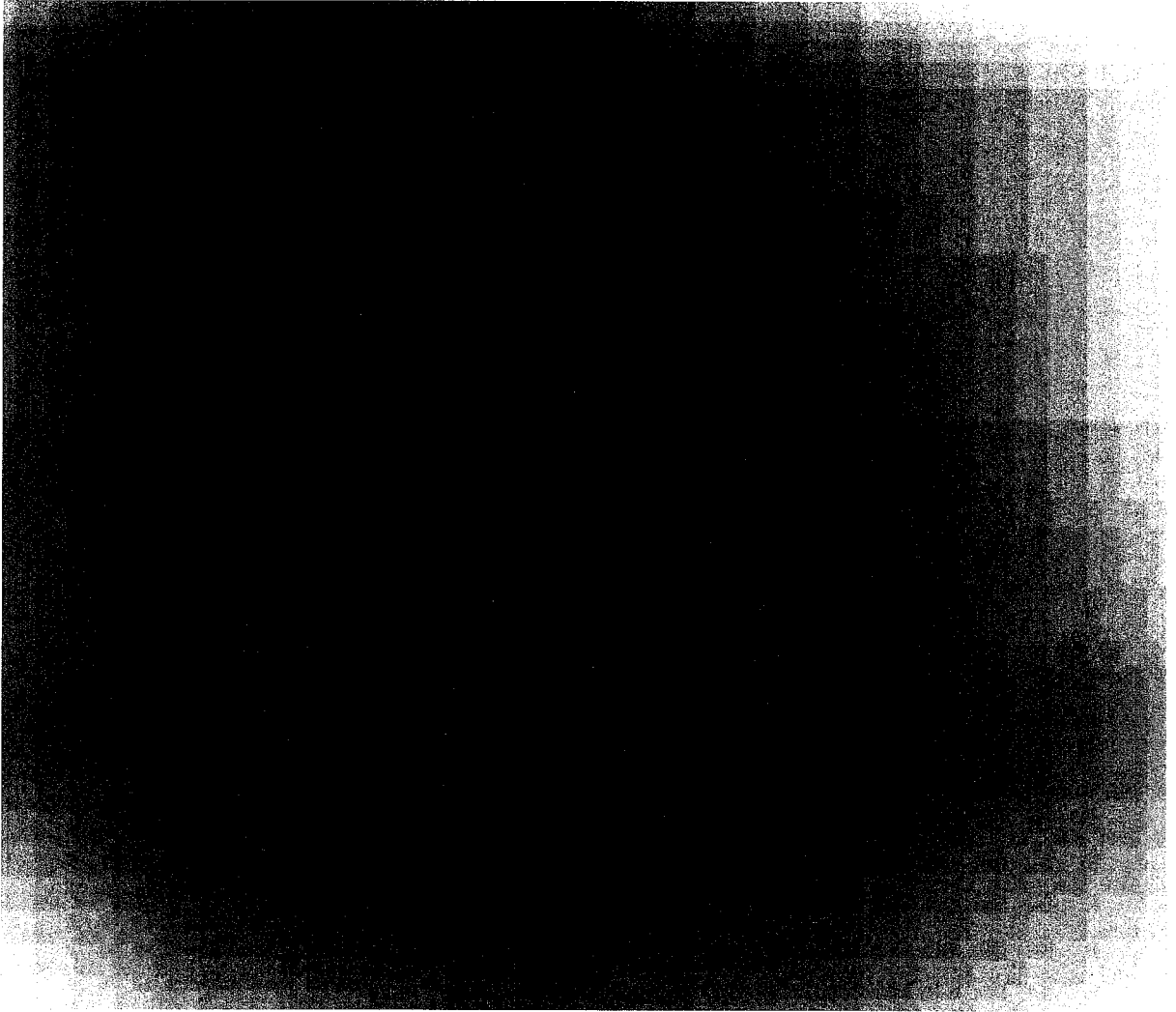
[Fig. 5]



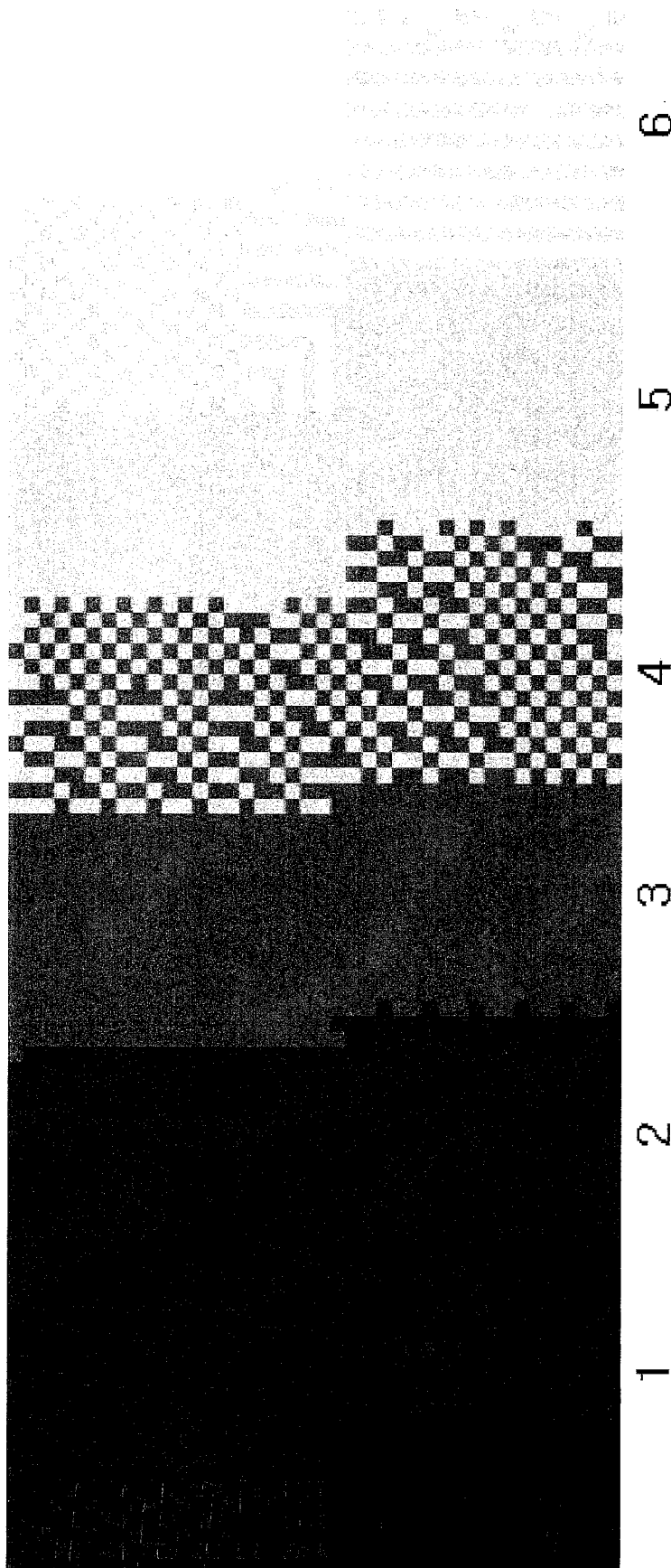
[Fig. 6]



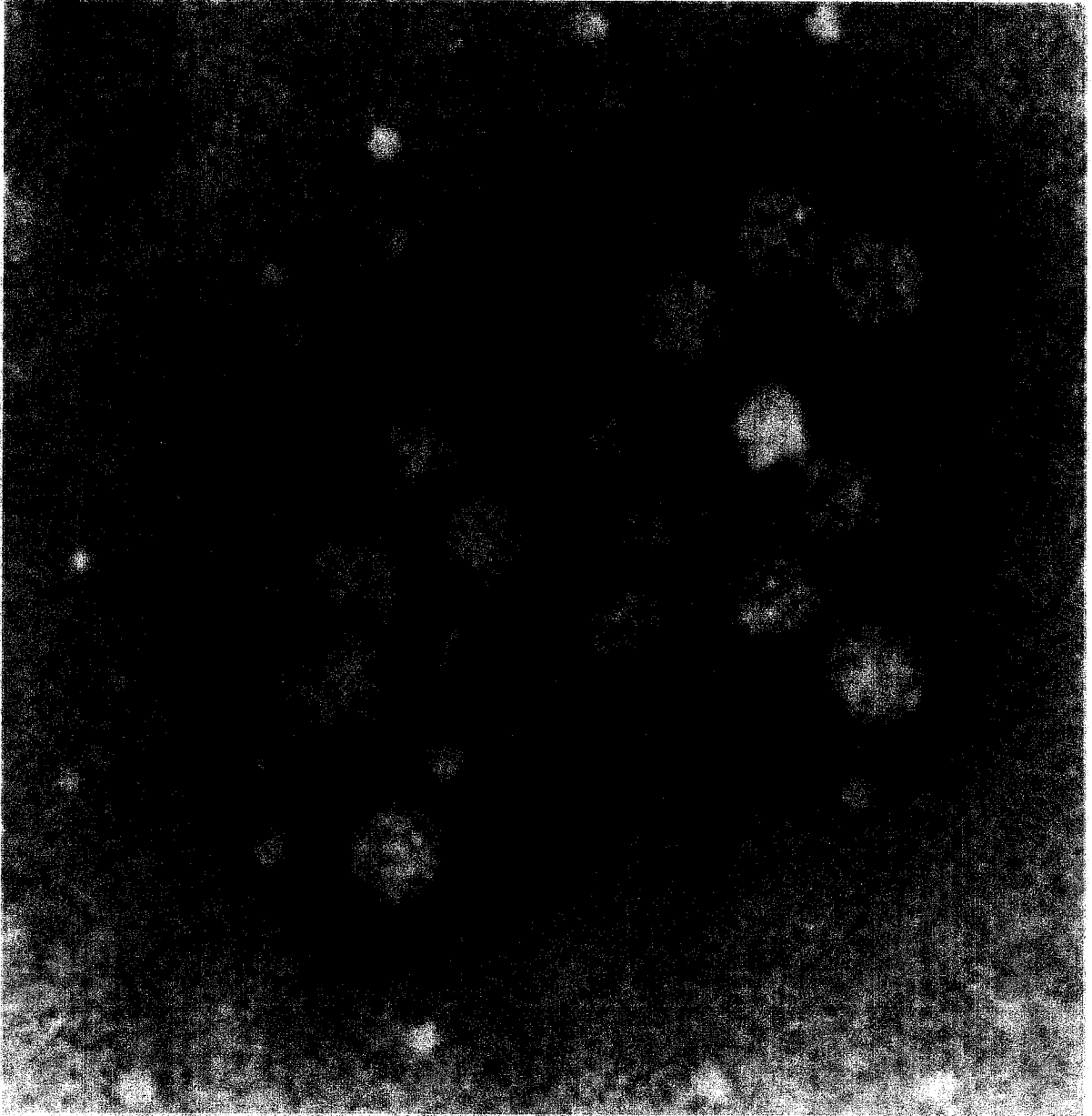
[Fig. 7]



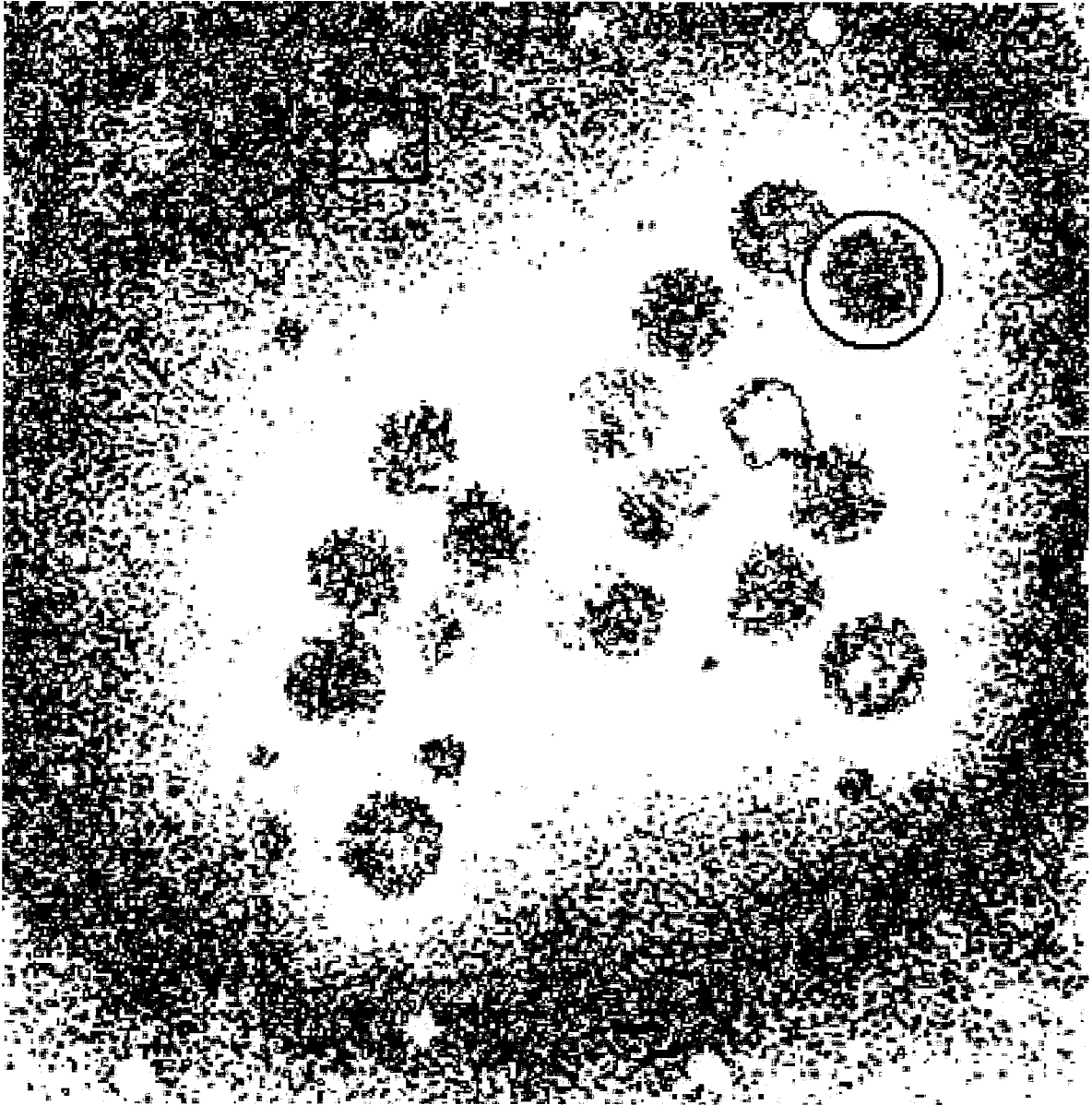
[Fig. 8]



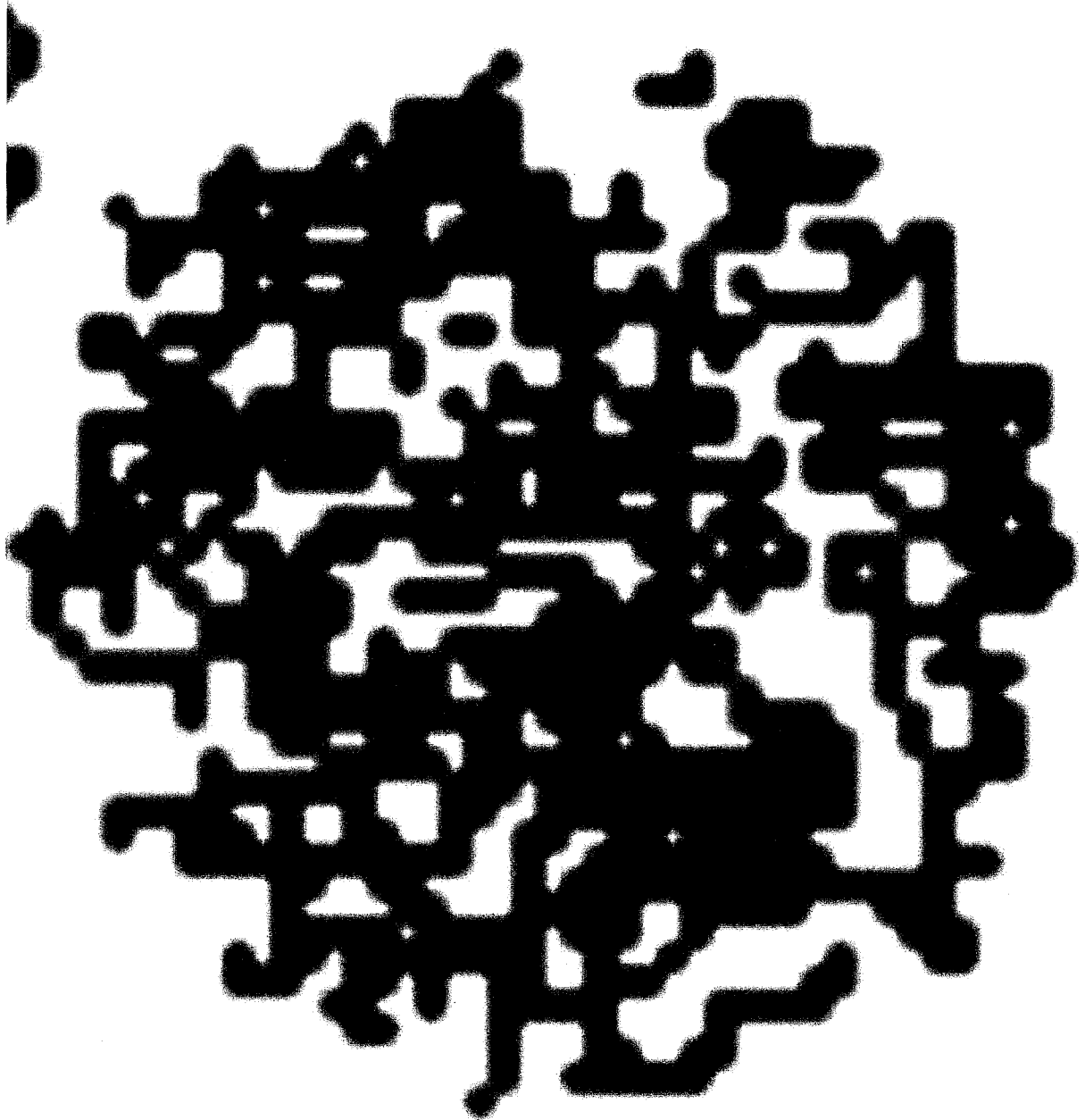
[Fig. 9]



[Fig. 10]



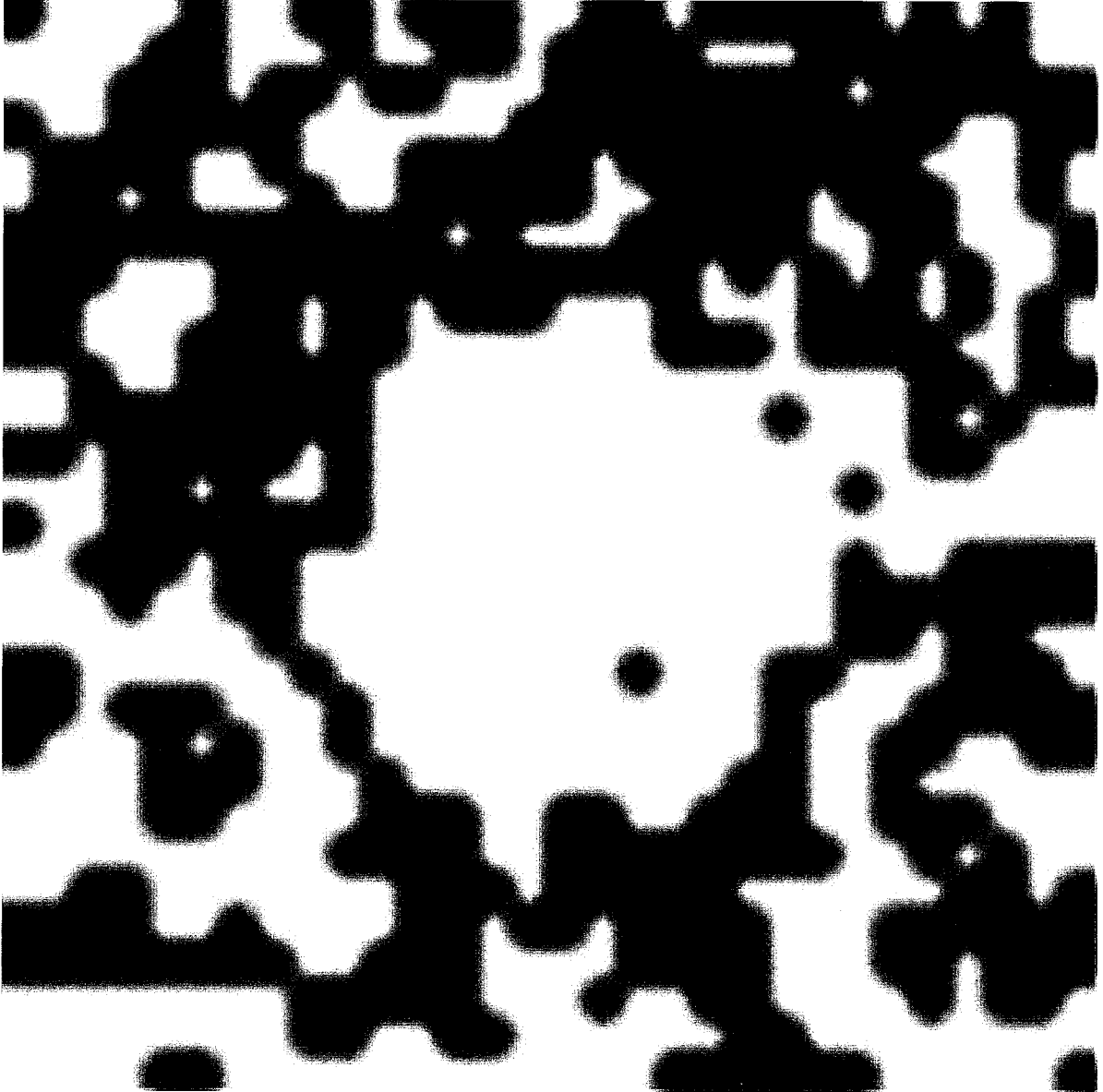
[Fig. 11]



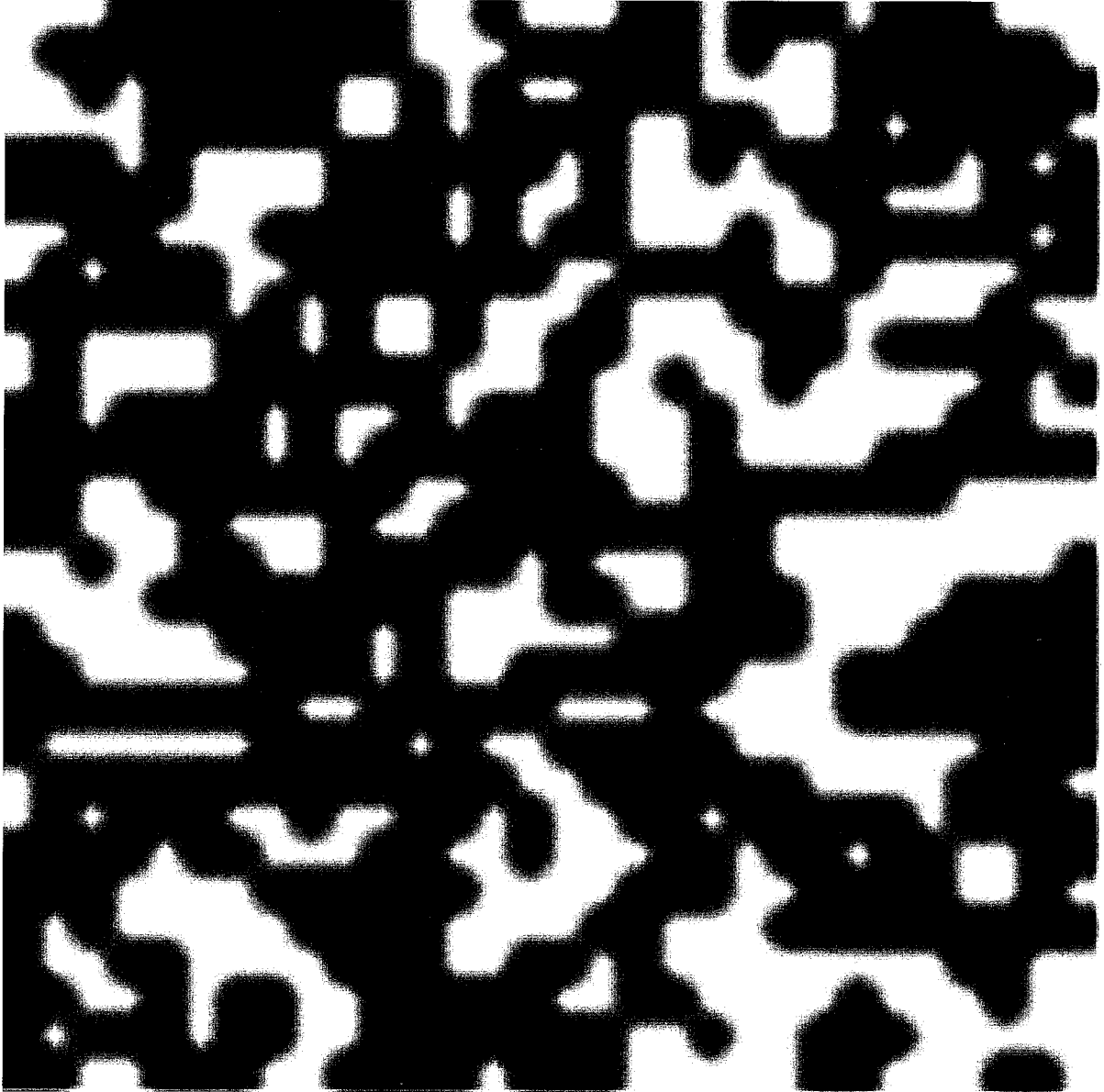
[Fig. 12]



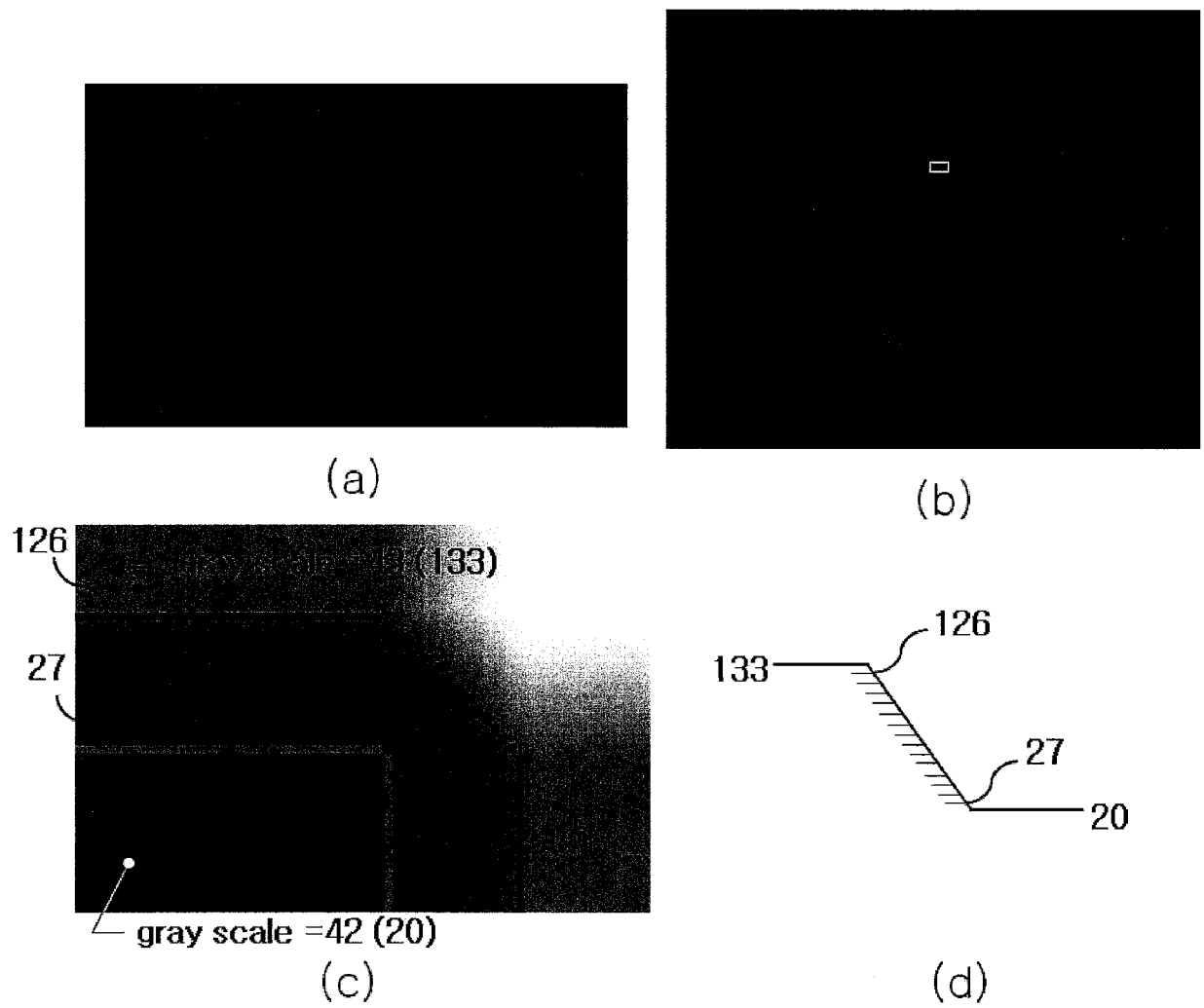
[Fig. 13]



[Fig. 14]



[Fig. 15]



[Fig. 16]

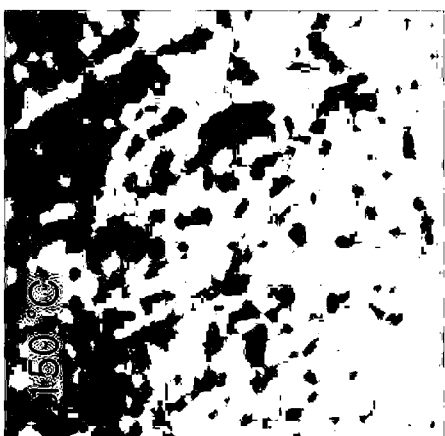
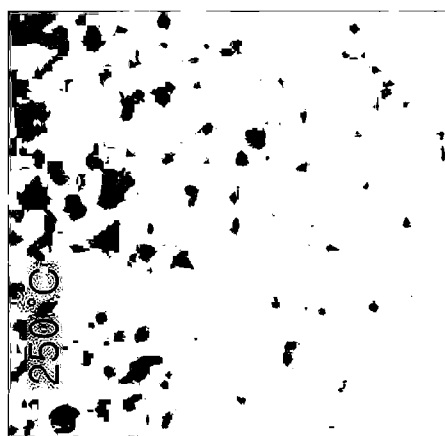


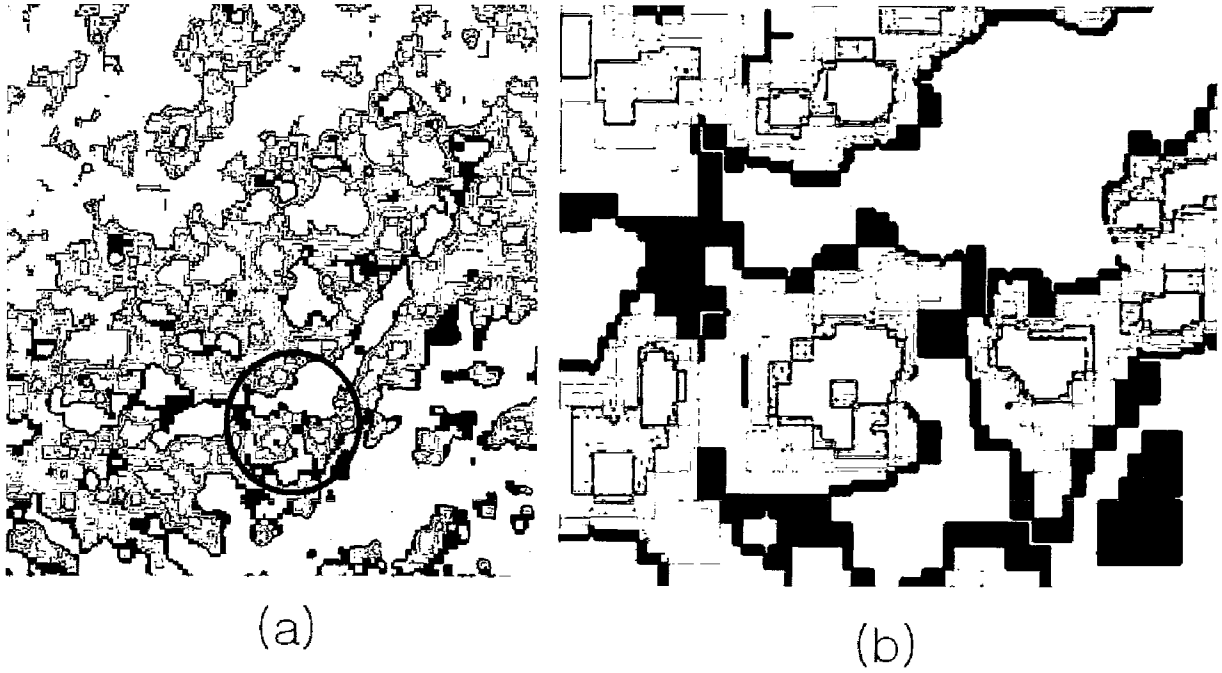
(b)

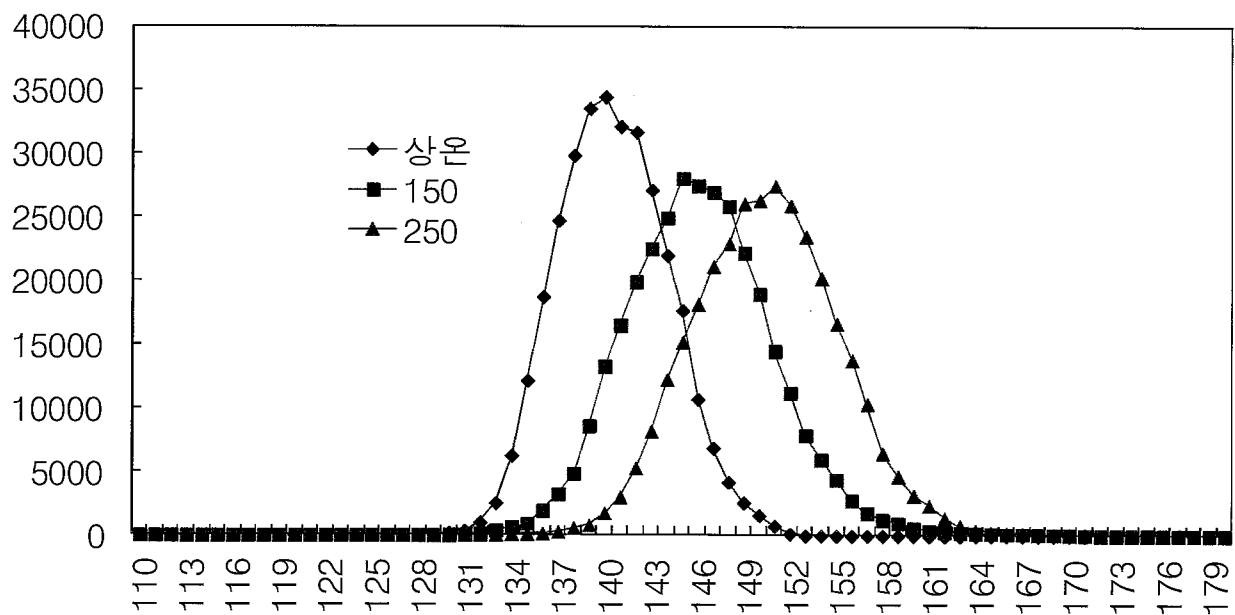
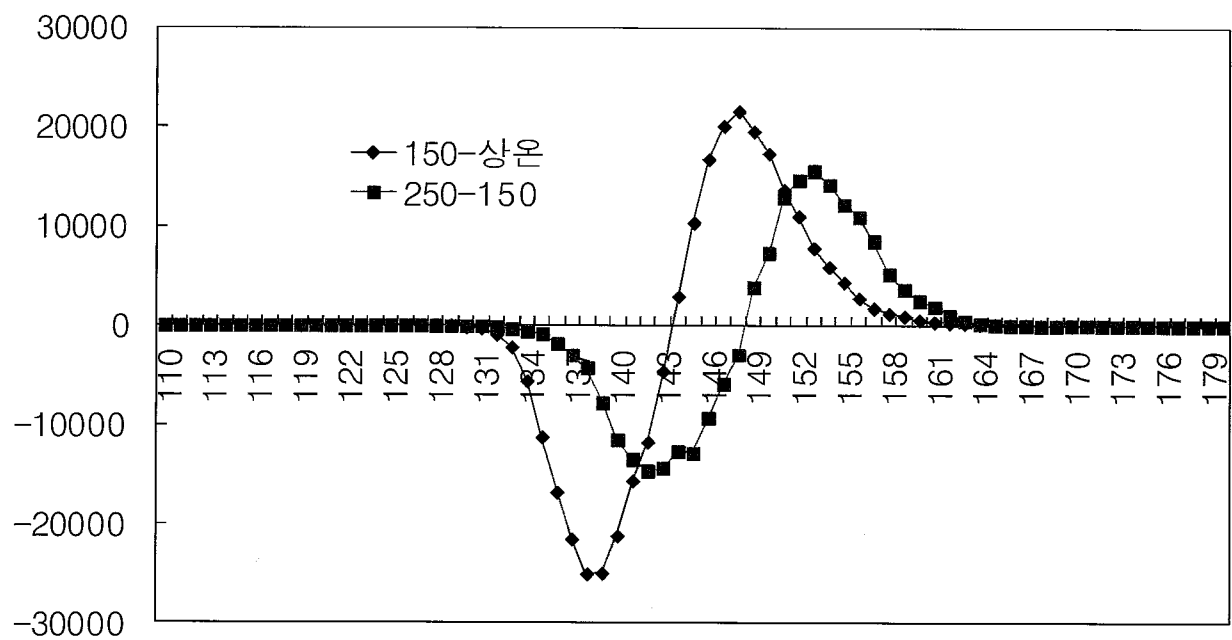


(a)

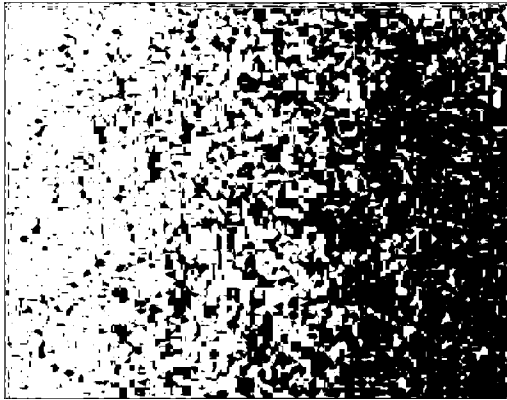
[Fig. 17]



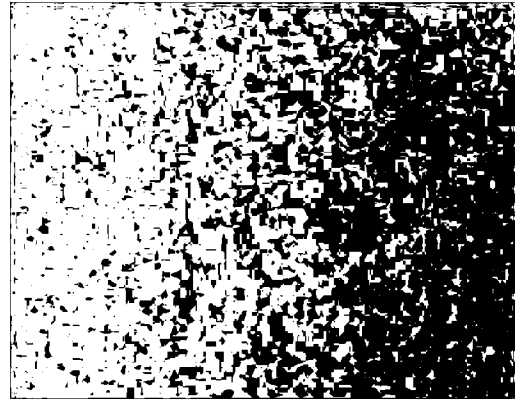
[Fig. 18]

[Fig. 19]**(a)****(b)**

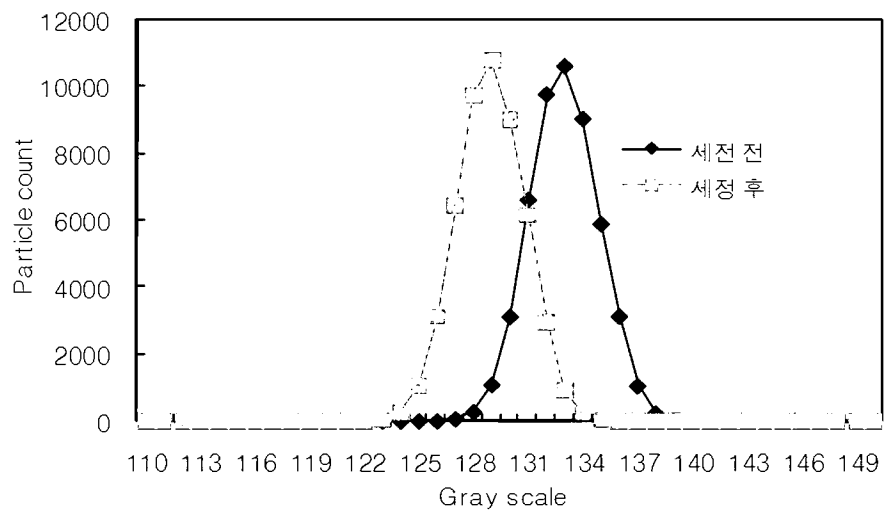
[Fig. 20]



(a) 플라즈마 세정 전

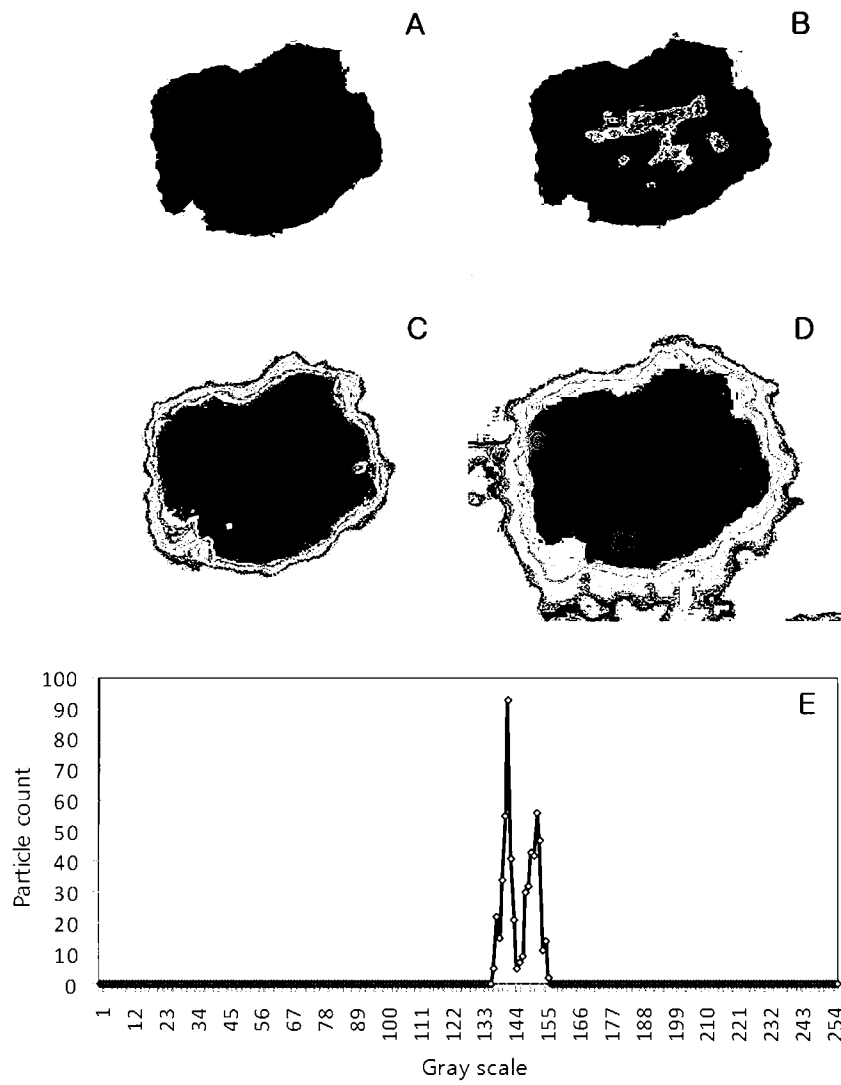


(b) 플라즈마 세정 후



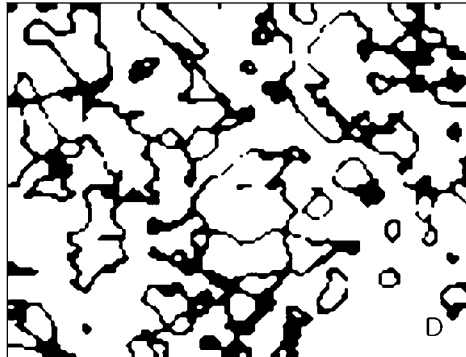
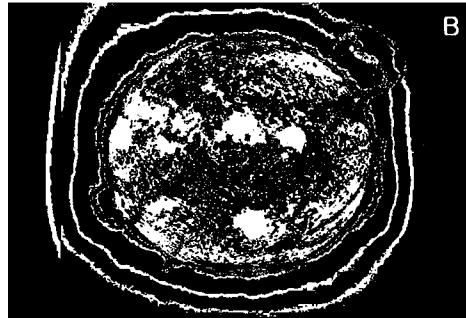
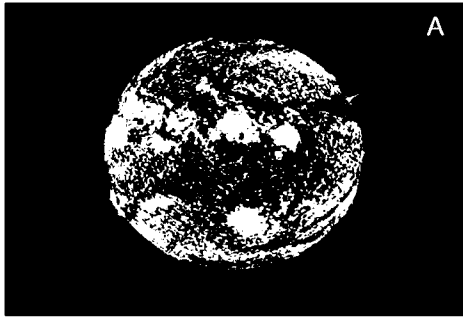
(c)

[Fig. 21]



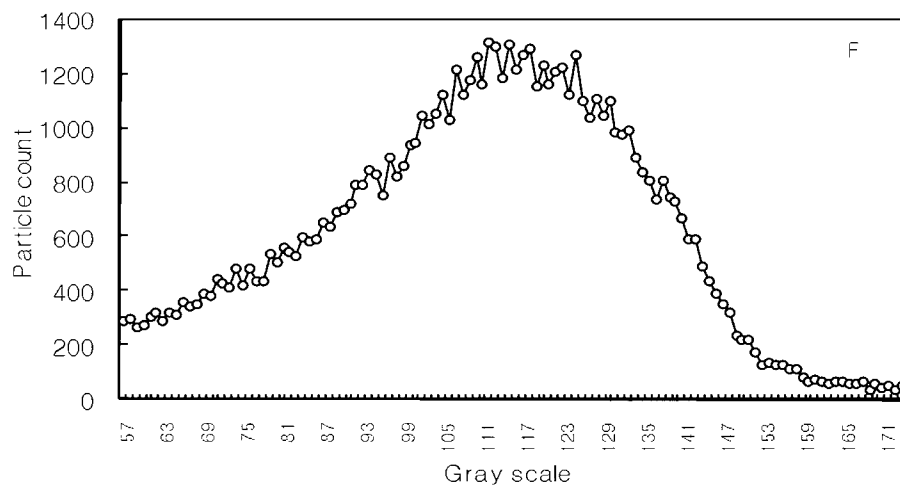
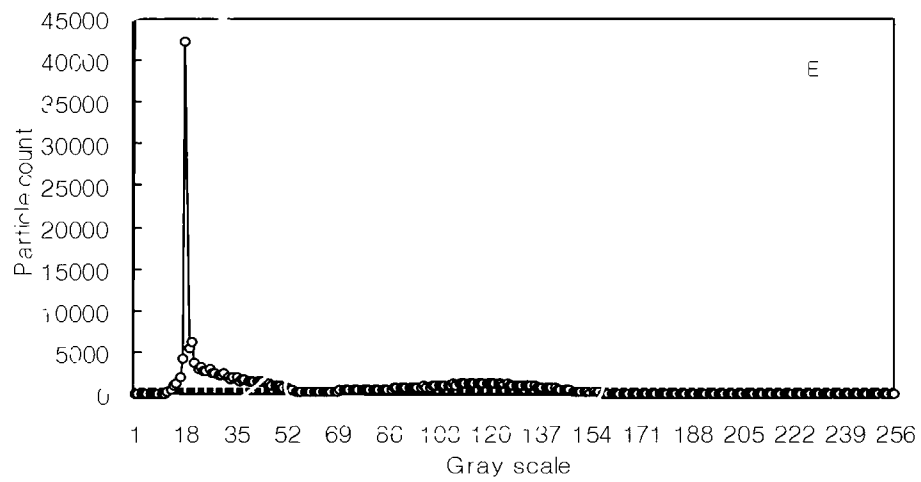
[Fig. 22]

21-70

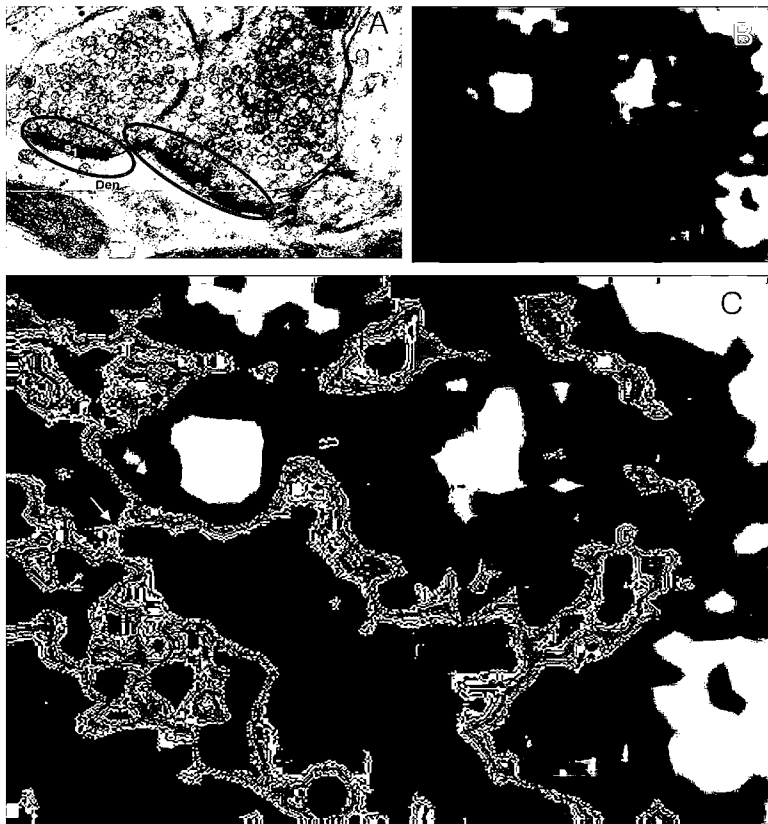


81-90

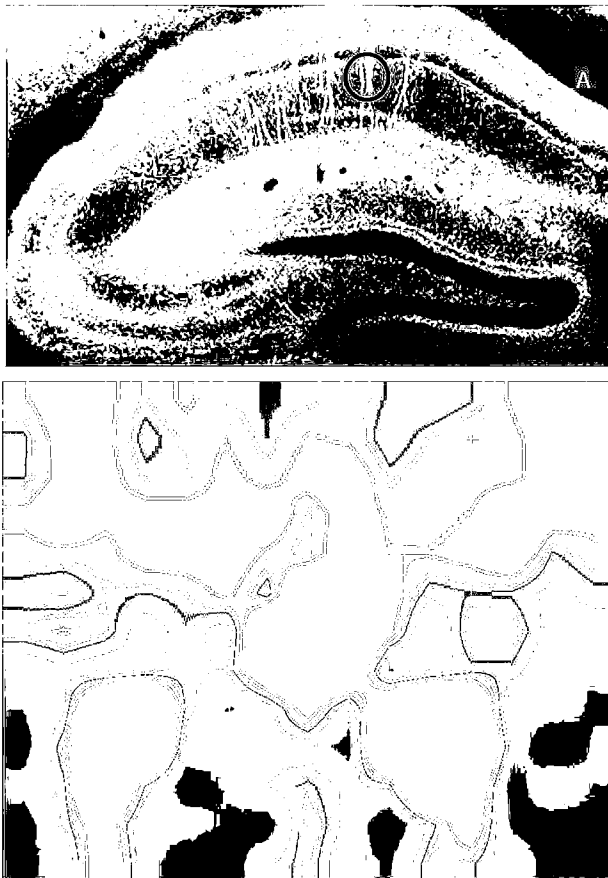
[Fig. 23]



[Fig. 24]



[Fig. 25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2013/003596**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G01N 23/225(2006.01)i, G01N 21/84(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N 23/225; G01N 23/04; H01L 21/66; G01N 21/84

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: electron, cloud, track, image, image, gray scale, SEM, TEM, AFM

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2005-0045892 A (HERMES MICROVISION INC.) 17 May 2005 See abstract, claims 1, 4, 5 and 33, figure 1.	1-16
A	JP 08-292164A (HITACHI LTD.) 05 November 1996 See abstract, claim 1, [0021].	1-16
A	GROSS, L. et al. Textbook Images of a Molecule, Europhysics news. vol. 41, no. 2, 2010, pp. 15-18 02 February 2010 See pages 16 - 17, figures 1 - 3.	1-16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

09 JULY 2013 (09.07.2013)

Date of mailing of the international search report

10 JULY 2013 (10.07.2013)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2013/003596

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2005-0045892 A	17/05/2005	CN 1645588 A JP 04991099 B2 JP 2005-150727 A	27/07/2005 01/08/2012 09/06/2005
JP 08-292164 A	05/11/1996	JP 03304681 B2	22/07/2002

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) G01N 23/225(2006.01)i, G01N 21/84(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G01N 23/225; G01N 23/04; H01L 21/66; G01N 21/84 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 전자, 구름, 웨도, 영상, 이미지, 그레이 스케일, SEM, TEM, AFM		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2005-0045892 A (헤르메스-마이크로비전 (타이완) 인코포레이티드) 2005.05.17 요약, 청구항 1, 4, 5, 33, 도 1 참조.	1-16
A	JP 08-292164A (HITACHI LTD.) 1996.11.05 요약, 청구항 1, [0021] 참조.	1-16
A	L. Gross et al. Textbook Images of a Molecule. Europhysics news. Vol. 41, No. 2, 2010, pp. 15-18 2010.02.02 페이지 16 - 17, 도 1 - 3 참조.	1-16
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2013년 07월 09일 (09.07.2013)		국제조사보고서 발송일 2013년 07월 10일 (10.07.2013)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-472-7140		심사관 이은심 전화번호 +82-42-481-3302 

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2005-0045892 A	2005/05/17	CN 1645588 A JP 04991099 B2 JP 2005-150727 A	2005/07/27 2012/08/01 2005/06/09
JP 08-292164 A	1996/11/05	JP 03304681 B2	2002/07/22