

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2017년 1월 26일 (26.01.2017)



(10) 국제공개번호
WO 2017/014442 A1

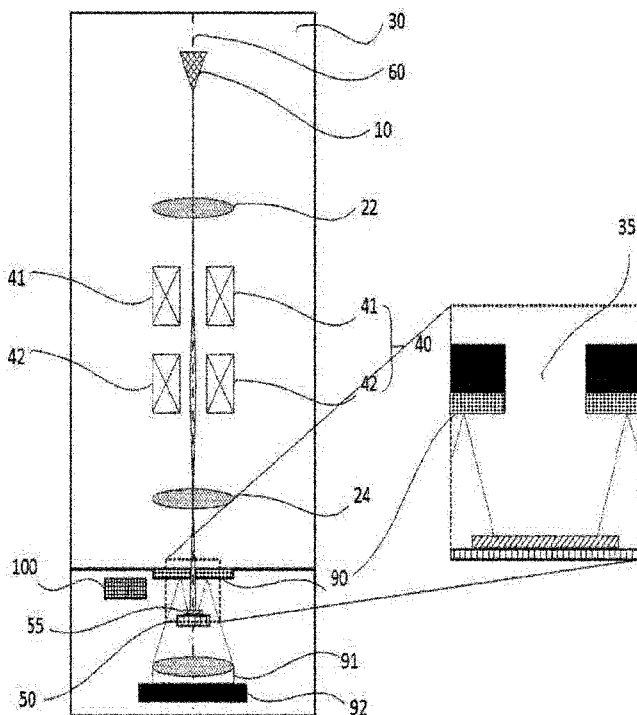
- (51) 국제특허분류:
G02B 21/00 (2006.01) *G01Q 30/02* (2010.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/007110
- (22) 국제출원일: 2016년 7월 1일 (01.07.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2015-0102133 2015년 7월 20일 (20.07.2015) KR
- (71) 출원인: 한국표준과학연구원 (KOREA RESEARCH INSTITUTE OF STANDARDS AND SCIENCE) [KR/KR]; 34113 대전시 유성구 가정로 267, Daejeon (KR).

- (72) 발명자: 조복래 (CHO, Boklae); 34124 대전시 유성구 엑스포로 339 번길 320, 1-402, Daejeon (KR). 안상정 (AHN, Sang Jung); 34130 대전시 유성구 가정로 306-6, 9-102, Daejeon (KR). 박인용 (PARK, In-Yong); 34231 대전시 유성구 진잠로 42 번길 30, Daejeon (KR). 한철수 (HAN, Cheolsu); 16438 경기도 수원시 팔달구 팔달로 165 번길 39, 3-1409, Gyeonggi-do (KR). 권희석 (KWEON, Hee-Seok); 34083 대전시 유성구 은구비로 31, 504-802, Daejeon (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 공간 (GHONG-GAN INTERNATIONAL PATENT LAW FIRM); 06224 서울시 강남구 논현로 412, 402 호, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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.

[다음 쪽 계속]

(54) Title: SCANNING ELECTRON MICROSCOPE CAPABLE OF OBTAINING OPTICAL IMAGE OF SAMPLE

(54) 발명의 명칭: 시료의 광학 이미지를 얻을 수 있는 주사전자현미경



(57) Abstract: The present invention relates to a scanning electron microscope comprising: an electron beam source for irradiating an electron beam; a condenser lens group including at least one intermediate condenser lens, which is provided adjacent to the electron beam source and condenses the electron beam, and an objective lens, which is provided, as a final condenser lens, adjacent to the sample and forms an electron beam spot which is condensed on the sample; a vacuum chamber which includes the electron beam source and the condenser lens group in the inside thereof, and has an aperture which is a passage for the electron beam irradiated from the electron beam source to be irradiated to the sample through the objective lens; at least one deflector for controlling and changing the irradiation direction of the electron beam; and a sample stage for supporting a sample to be observed.

(57) 요약서: 본 발명은 전자빔을 방출하는 전자빔 소스; 상기 전자빔 소스쪽에 구비되며, 상기 전자빔을 집속하여 주는 하나이상의 중간 집속렌즈, 및 최종 집속렌즈로서 시료쪽에 구비되며, 시료위에 집속되는 전자빔 스폿을 형성시키는 대물렌즈를 포함하는 집속렌즈군; 상기 전자빔 소스 및 집속렌즈군을 내부에 구비하며, 상기 전자빔 소스로부터 방출된 전자빔이 대물렌즈를 거쳐 시료에 조사되는 통로인 어퍼처를 구비하는 진공챔버; 상기 전자빔의 조사 방향을 제어하여 바꾸어 주는 하나 이상의 편향기; 및 관찰하려는 시료를 지지하는 시료 스테이지;를 포함하는 주사전자현미경에 관한 것이다.

WO 2017/014442 A1



(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, ST, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: 시료의 광학 이미지를 얻을 수 있는 주사전자현미경 기술분야

- [1] 본 발명은 시료의 광학 이미지를 얻을 수 있는 주사전자현미경에 관한 것으로, 보다 상세하게는 시료 표면의 광학 이미지를 검출할 수 있는 장치를 포함함으로써, 시료내 광역 이미지를 광학적으로 획득하고, 상기 광역 이미지내의 미세 영역은 전자빔을 이용한 이미지로서 시료를 관찰할 수 있는 주사전자현미경에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 주사전자현미경은 전자빔을 이용하여 시료의 표면을 관찰하는 장치로서, 보통 진공상태에서 시료에 전자빔을 조사하여 시료로부터 방출되는 2차 전자를 검출함으로써, 시료의 표면정보를 얻을 수 있다.
- [3] 한편, 바이오 시료 등의 관찰을 위해 주사전자현미경을 이용하는 경우에, 이를 진공상태에서 관찰하지 않고 대기압하 또는 저진공 분위기하에서 시료의 표면형태 또는 구조를 관찰할 필요가 있고, 이를 위해 환경주사전자현미경(Environmental Scanning Electron Microscope : E-SEM) 또는 에어 주사전자현미경(Air Scanning Electron Microscope : Air-SEM), 등을 활용할 수 있으며, 이들은 통상의 주사전자현미경과는 달리 대물렌즈와 시료사이에 전자빔이 통과가능한 개구부에 해당하는 어퍼처를 구비하고 있어, 전자빔의 조사되는 영역과 시료가 포함되는 영역의 압력 차이를 가지게 된다.
- [4] 도 1에서는 종래 기술에 따른 환경 주사전자현미경을 도시하였다. 이를 보다 구체적으로 살펴보면, 상기 주사전자현미경은 진공챔버(30)내의 전자빔 소스(10), 상기 진공챔버 내에 전자빔 소스쪽에 구비되는 중간 집속렌즈(22)와 시료쪽에 구비되는 최종 집속렌즈인 대물렌즈(24)를 포함하는 집속렌즈군(20), 상기 전자빔 소스로부터 방출된 전자빔 빔이 대물렌즈를 거쳐 시료에 조사되는 통로인 어퍼처(35)를 구비한 진공챔버(30)와 상기 중간 집속렌즈와 대물렌즈 사이에 구비되며, 전자 빔의 조사 방향을 제어하여 바꾸어 주는 편향기(40) 및 진공챔버 외부에 위치하는 시료(55)를 지지하고 이동할 수 있는 시료 스테이지(50)를 포함할 수 있다.
- [5] 여기서, 상기 도 1에서의 주사전자현미경은 진공챔버안의 전자빔 소스에서 방출되는 전자빔을 복수의 집속렌즈군으로 집속시켜 시료상에 집속되는 빔 스폿, 즉 프로브를 형성하되, 하나 또는 복수의 편향기를 이용하여 빔 궤도를 조절하여 상기 프로브의 위치를 이동시키는 방식으로 시료위에 전자빔을 주사시켜 시료의 형상을 관찰한다. 이때, 상기 전자빔은 공기분자와 충돌하여 산란될 수 있기 때문에, 상기 전자빔 소스와, 집속렌즈군과 어퍼처(35) 사이의 빔 주사영역을 포함하는 진공챔버내 공간은 진공펌프를 사용하여 고진공 환경으로

- 유지하도록 배기하여야 한다.
- [6] 이때 상기 전자빔 소스와, 집속렌즈군을 포함하는 진공챔버내 압력을 고진공으로 유지하기 위해서 통상적으로 10^{-4} mbar 이하, 바람직하게는 10^{-5} mbar 이하의 압력을 갖도록 진공펌프를 구비할 수 있다.
- [7] 이때 전자빔 소스에서 방출되는 전자빔은 도 1에서 점선으로 표시되는 광축(60)을 중심으로 집속렌즈군으로부터 유도되는 회전 대칭하는 전기장 또는 자기장에 의해 집속된다. 이때, 전자빔의 경우 광학계와는 달리 아닌 전극에 의해 형성되는 전기장 또는 전기코일에 의해 형성되는 자기장이 집속렌즈군의 역할을 한다.
- [8] 여기서 상기 집속렌즈군에 의해 집속되어 시료의 표면에 형성되는 빔 스폿인 상기 프로브의 크기는 시료 형상 관찰시 분해능을 결정한다. 일반적으로 프로브의 크기가 작아질수록 분해능과 정밀도는 향상된다.
- [9] 한편, 일반적으로 렌즈는 수차를 가지고 있으며, 상기 수차에 의해 프로브의 사이즈가 결정되고, 상기 수차가 커지면 프로브 사이즈가 커져서 관찰 분해능과 가공 정밀도가 저하된다.
- [10] 또한, 상기 전자빔의 궤도가 대물렌즈의 중심에서 벗어나면 수차가 급속히 증가하여 스폿사이즈가 커지게 된다. 따라서, 이를 방지하기 위해 일반적으로 대물렌즈 상부에 편향기를 구비할 수 있다.
- [11] 도 2에서는 편향기를 구비하며 저진공 환경에서의 시료에 사용되는 종래 기술에서의 주사전자현미경을 도시하였고, 도 3에서는 편향기를 구비하며 대기압하에 놓인 시료에 사용되는 종래 기술에서의 주사전자현미경을 도시하였다.
- [12] 상기 도 2 또는 도 3에서는 빔을 시료위에 주사시킬 때 수차를 줄이기 위해 대물렌즈와 중간 집속렌즈의 사이에 상-하단으로 편향기를 구성하여 빔의 궤도가 렌즈의 중심을 통과하도록 빔 궤도를 제어하고 있다.
- [13] 일반적으로 도 2에서와 같이 저진공 환경에서 상기 시료상에 전자빔을 조사하는 경우, 상기 시료를 포함하는 시료실내 영역의 압력을 1×10^{-2} mbar 이상의 비교적 저진공 상태를 유지할 수 있고, 상기 시료실내 영역의 저진공을 유지하기 위해 별도의 진공펌프를 두어, 상기 전자빔 소스 및 집속렌즈군을 포함하는 고진공 영역의 진공챔버와는 압력차이를 유지할 수 있도록 한다.
- [14] 이 경우에 상기 어퍼쳐는 상기 진공챔버내 개구부 형태로 개방되도록 형성될 수 있고, 상기 어퍼쳐의 지름 또는 면적, 각각의 진공펌프의 용량 등에 따라 상기 시료영역과 전자빔 소스를 포함하는 진공챔버의 내부영역 사이의 압력차이가 조절될 수 있다.
- [15] 한편, 생물 시료 등의 관찰이나 가공을 수행하게 하기 위해서는 도 3에서와 같이, 시료를 포함하는 시료실내 영역을 진공챔버를 사용하지 않고 대기압하에서 시료를 놓게 된다.
- [16] 이 경우에 상기 어퍼쳐는 도 3에서와 같이 개구부가 아닌, 일정 두께를 갖는

격막(37)을 형성하게 된다. 상기 격막은 예컨대, SiN과 같은 재료를 이용하여 제작하거나 그래핀 같은 박막재료 자체를 사용할 수 있고, 두께는 1 내지 2000 nm, 바람직하게는 2 내지 500 nm의 범위를 가질 수 있다.

[17] 한편, 상기 도 2 또는 도 3에서의 어퍼처를 포함하는 주사전자현미경의 경우에 어퍼처의 크기에 의해 하전입자빔의 주사각도가 제한됨으로써 시료의 표면을 측정할 수 있는 범위가 그 각도에 의하여 제한될 수 있고, 또한 어퍼처와 대물렌즈사이의 거리에 의해 하전입자빔의 주사각도가 제한됨으로써 시료상에 형성되는 전자빔 프로브의 최대 형성영역이 결정될 수 있어 시료의 표면을 측정할 수 있는 범위가 제한된다.

[18] 즉, 상기 어퍼처의 크기가 크거나 또는 어퍼처와 대물렌즈사이의 거리가 짧은 경우에는 시료를 이동시키지 않고 고정된 상태에서 상기 편향기를 이용하여 프로브를 형성할 수 있는 영역인 주사 범위를 넓게 가져갈 수 있으나, 이와 반대로 어퍼처의 크기가 작거나 어퍼처와 대물렌즈사이의 거리가 긴 경우에는 주사범위가 좁게 된다.

[19] 일반적으로, 상기 시료를 고정하고 집속렌즈군 및 편향기 등의 제어를 통해 시료를 관찰하거나 가공하는 것이, 집속렌즈군 및 편향기 등의 제어조건을 고정하고 시료를 움직이는 것보다 관찰영역의 확대 및 축소에 있어 사용자에게 편리함을 주며, 또한 특정영역을 신속하고도 용이하게 찾을 수 있는 장점이 있으나, 상기와 같이 어퍼처를 포함하는 주사전자현미경에서는 시료를 고정하고 전자빔의 조사 방향을 조절하는 방법에 따른 시료내 전자빔 조사 영역의 범위는 상기 어퍼처의 크기 및 어퍼처와 대물렌즈사이의 거리에 의존하게 된다.

[20] 또한, 상기 어퍼처의 크기가 커지는 경우에는 시료를 포함하는 영역과 전자빔 소스를 포함하는 진공챔버의 내부영역 사이의 압력차이를 유지하기 어려워 상기 하전입자빔이 공기분자와 충돌하여 산란될 수 있고, 심지어 시스템에 무리한 영향을 줄 수 있는 한계가 있다.

[21] 예컨대, 상기 도 2에 나타난 바와 같은 환경 주사전자현미경(E-SEM)에서는 상기 시료실내 영역의 압력을 1×10^{-2} mbar 이상의 저진공 상태로 유지하며, 또한 상기 하전입자 소스를 포함하는 진공챔버에서의 1×10^{-4} mbar 이하의 고진공상태를 유지하는데 영향이 미치지 않도록 상기 고진공 영역의 진공챔버내부와 저진공 영역의 시료실 영역을 연통하는 어퍼처의 지름을 매우 작도록($< 1\text{mm}$)하여 구비해야 한다.

[22] 또한, 상기 도 3에 나타난 바와 같은 에어 주사전자현미경(Air-SEM)에서는 시료 주위의 압력을 대기압 상태로 유지하며, 또한 상기 전자빔 소스를 포함하는 진공챔버에서의 1×10^{-4} mbar 이하의 고진공상태를 유지하는데 영향이 미치지 않도록 어퍼처의 지름을 매우 작고($< 1\text{mm}$) 일정한 두께이하($< \text{수 백 nm}$)를 갖는 박막을 구비해야 한다.

[23] 이와 같은 주사전자현미경에 관한 종래 기술로서, 유럽특허공보 EP 0786145

B1에서는 시료가 시료실의 기체 환경 안에 수용되고 있는 경우에서도 우수한 공간분해능을 주는 환경 주사전자현미경(E-SEM)에 관해 기재되어 있고, 또한, J. Vac. Sci. Technol. B 9, 1557 (1991)에서는 실리콘 나이트라이드 박막을 이용하여 대기압하에서 시료를 관찰할 수 있는 에어 주사전자현미경(Air SEM)에 관해 기재되어 있다.

- [24] 그러나, 상기 선행기술을 포함하는 종래기술들에서는 최종집속렌즈인 대물렌즈에서의 수차를 줄이기 위해 상기 도 1 내지 3에서 도시된 바와 같이 전자빔 궤도가 반드시 대물렌즈의 중심을 지나도록 전자빔 궤도를 편향기를 통해 제어해야 하며, 상기 전자빔이 대물렌즈의 중심을 지나면서도, 도 2 및 도 3에서의 어퍼처를 통과하기 위해서는 결국 주사범위를 좁혀야 된다.
- [25] 결과적으로, 이는 주사전자현미경의 경우 관측할 수 있는 시료영역의 시야가 좁아지는 문제점을 가지고 있어, 관심영역(ROI: Region of interest)을 미세관측을 통해 관찰하는 과정에 있어, 상기 관심영역(ROI: Region of interest)의 위치를 신속히 파악하기 어려운 조건을 갖게 되며, 이를 해결하여 시료내 관심영역의 위치를 신속히 파악하여 전자빔에 의해 관심영역의 고해상도의 이미지를 얻는 것이 주사전자현미경을 이용함에 있어 매우 중요한 요인이 될 수 있다.
- [26] 따라서, 주사전자현미경을 이용하여 시료를 관찰함에 있어, 우선적으로 시료내 넓은 영역을 관측하여 관심영역의 위치를 파악 할 수 있고, 이를 통해 상기 관심 영역의 미세 관측을 수행 가능한 주사전자현미경의 개발 및 이를 이용한 시료의 관측방법에 대한 필요성이 지속적으로 요구되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [27] 따라서 상기 문제점을 해결하기 위하여 본 발명은 시료를 관찰함에 있어, 우선적으로 시료내 넓은 영역을 광학 현미경으로 관찰함으로써, 관심영역의 위치를 파악 할 수 있고, 이를 통해 상기 관심 영역을 전자빔을 이용한 전자현미경으로 미세 관측이 수행 가능한 주사전자현미경을 제공하는 것을 본 발명의 목적으로 한다.
- [28] 또한, 본 발명은 상기 주사전자현미경을 이용하여, 시료의 넓은 영역을 광학현미경을 이용하여 관찰하여 관심영역의 위치를 파악 한 후에, 이를 통해 상기 관심 영역을 전자빔을 조사하여 전자현미경을 통해 미세 관측하는 시료의 관찰 방법을 제공하는 것을 발명의 또 다른 목적으로 한다.

과제 해결 수단

- [29] 본 발명은 전자빔을 방출하는 전자빔 소스; 상기 전자빔 소스쪽에 구비되며, 상기 전자빔을 집속하여 주는 하나이상의 중간 집속렌즈, 및 최종 집속렌즈로서 시료쪽에 구비되며, 시료위에 집속되는 전자빔 스폿을 형성시키는 대물렌즈를 포함하는 집속렌즈군; 상기 전자빔 소스 및 집속렌즈군을 내부에 구비하며, 상기 전자빔 소스로부터 방출된 전자빔이 대물렌즈를 거쳐 시료에 조사되는 통로인

어퍼처를 구비하는 진공챔버; 상기 전자빔의 조사 방향을 제어하여 바꾸어 주는 하나 이상의 편향기; 및 관찰하려는 시료를 지지하는 시료 스테이지;를 포함하는 주사전자현미경으로서, 상기 주사전자현미경은 진공챔버 내부의 제1 영역과, 상기 제1 영역보다 상대적으로 높은 압력을 가지며 상기 시료를 포함하는 제2 영역으로 구분되고, 상기 대물렌즈와 시료의 사이에 시료의 이미지가 반사될 수 있는 거울이 구비되고, 상기 거울의 하부방향으로 상기 거울에 의해 반사되는 시료의 광학 이미지를 얻기 위해 광학렌즈를 포함한 광학 이미지 검출 장치를 구비하는 것을 특징으로 하는 주사전자 현미경을 제공한다.

[30] 또한 본 발명은 상기 주사전자현미경을 이용하여 시료를 관찰하는 방법을 제공한다.

[31] 또한 본 발명은 전자빔을 방출하는 전자빔 소스; 상기 전자빔 소스쪽에 구비되며, 상기 전자빔을 집속하여 주는 하나 이상의 중간 집속렌즈, 및 최종 집속렌즈로서 시료쪽에 구비되며, 시료위에 집속되는 전자빔 스폿을 형성시키는 대물렌즈를 포함하는 집속렌즈군; 상기 전자빔 소스 및 집속렌즈군을 내부에 구비하며, 상기 전자빔 소스로부터 방출된 전자빔이 대물렌즈를 거쳐 시료에 조사되는 통로인 어퍼처를 구비하는 진공챔버; 상기 전자빔의 조사 방향을 제어하여 바꾸어 주는 하나 이상의 편향기; 및 관찰하려는 시료를 지지하는 시료 스테이지;를 포함하며, 상기 주사전자현미경은 진공챔버 내부의 제1 영역과, 상기 제1 영역보다 상대적으로 높은 압력을 가지며 상기 시료를 포함하는 제2 영역으로 구분되고, 상기 대물렌즈와 시료의 사이에 시료의 이미지가 반사될 수 있는 거울이 구비되고, 상기 거울의 하부방향으로 상기 거울에 의해 반사되는 시료의 광학 이미지를 얻기 위해 광학렌즈를 포함한 광학 이미지 검출 장치를 구비하는 주사전자 현미경을 이용하여 시료를 관찰하는 방법으로서, a) 상기 진공챔버;의 내부영역인 제1 영역의 압력이 상기 시료를 포함하는 제2 영역의 압력보다 상대적으로 낮은 압력을 가지도록 각각의 영역의 압력을 설정하여 유지하는 단계; b) 상기 광학 이미지 검출 장치를 이용하여 넓은 영역의 시료 표면 정보를 획득하는 단계; 및 c) 상기 획득된 넓은 영역의 시료 표면정보를 바탕으로 원하고자 하는 좁은 영역의 시료의 표면 정보를 얻기 위해, 상기 하나 이상의 편향기를 제어하여 시료내 전자빔 빔의 조사 방향을 조절함으로써, 좁은 영역의 시료 표면 정보를 획득하는 단계;를 포함하는 주사전자현미경을 이용하여 시료를 관찰하는 방법을 제공한다.

발명의 효과

[32] 본 발명은 대물렌즈와 시료의 사이에 시료의 이미지가 반사될 수 있는 거울이 구비되고, 상기 거울의 하부방향으로 상기 거울에 의해 반사되는 시료의 광학 이미지를 얻기 위한 광학 이미지 검출 장치를 구비함으로써, 전자빔만의 조사시 어퍼처의 크기에 의해 제한되었던 시료의 측정 범위보다 넓은 시야를 광학 이미지를 통해 확보할 수 있는 주사전자현미경을 제공할 수 있다.

- [33] 즉, 본 발명에 의한 주사전자현미경은 시료를 관찰함에 있어, 우선적으로 시료내 넓은 영역을 광학 현미경으로 관찰함으로써, 관심영역의 위치를 파악할 수 있고, 이를 통해 상기 관심 영역을 전자빔을 이용한 전자현미경으로 미세 관측이 수행 가능한 주사전자현미경을 제공할 수 있다.
- [34] 또한, 본 발명은 상기 주사전자현미경을 이용하여, 시료의 넓은 영역을 광학현미경을 이용하여 관찰하여 관심영역의 위치를 파악 한 후에, 이를 통해 상기 관심 영역을 전자빔을 조사하여 편향기에 의해 전자빔의 조사 방향을 정밀하게 조절함으로써, 전자현미경을 통해 시료내 관심영역(좁은 영역)의 시료 표면 정보를 신속하고 용이하게 획득할 수 있는 장점을 가진다.

도면의 간단한 설명

- [35] 도 1은 종래 기술에 따른 주사전자현미경을 도시한 그림이다.
- [36] 도 2는 종래 기술에 따른 주사전자현미경으로서, 상기 시료가 저진공의 환경에서 상기 전자빔이 조사되는 장치를 도시한 그림이다.
- [37] 도 3은 종래 기술에 따른 주사전자현미경으로서, 상기 시료가 대기압의 환경에서 상기 전자빔이 조사되는 장치를 도시한 그림이다.
- [38] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른, 시료가 저진공의 환경에서 시료와 대물렌즈 사이에 거울이 구비되고, 시료 스테이지 하단에 광학렌즈를 포함한 광학 이미지 검출장치가 구비된 주사전자현미경을 도시한 그림이다.
- [39] 도 5는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른, 상기 시료가 대기압의 환경에서 시료와 대물렌즈 사이에 거울이 구비되고, 시료 스테이지 하단에 광학렌즈를 포함한 광학 이미지 검출장치가 구비된 주사전자현미경을 도시한 그림이다.
- [40] 도 6은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른, 시료가 저진공의 환경에서 시료와 대물렌즈 사이에 거울이 구비되고, 광학렌즈를 포함한 광학 이미지 검출장치가 시료의 직하부가 아닌 어퍼쳐로부터 일정한 각도를 가지는 연장선상에 구비된 주사전자현미경을 도시한 그림이다.
- [41] 도 7은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른, 시료가 저진공의 환경에서 시료와 대물렌즈 사이에 거울이 광축을 중심으로 어느 일방에 구비되고, 시료 스테이지가 광축에 대해 수직이 아닌 일정 각도를 가지고 기울어져 있고, 또한 상기 광학렌즈를 포함한 광학 이미지 검출장치가 시료의 직하부가 아닌 거울로부터 일정한 각도를 가지는 연장선상에 구비된 주사전자현미경을 도시한 그림이다.
- [42] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른, 광학렌즈를 포함한 광학 이미지 검출장치를 이용하여 시료와 대물렌즈 사이에 위치한 거울의 반사면을 통해 시료의 표면을 촬영한 이미지를 도시한 그림이다.
- [43] 도 9는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른, 광학렌즈를 포함한 광학 이미지 검출장치를 이용하여 시료와 대물렌즈 사이에 위치한 거울의 반사면을 통해 시료의 표면을 촬영한 이미지를 바탕으로, 관심영역을 더 미세하게 측정하기

위하여 시료의 위치를 대물렌즈의 초점거리로 이동하고, 시료에 전자빔을 조사하고 전자빔을 편향기를 이용하여 좁은 영역을 스캔하여 미소영역에서의 시료 표면정보를 획득한 이미지를 도시한 그림이다.

[44] * 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명*

[45] 10: 전자빔 소스 20: 집속렌즈군

[46] 22: 중간 집속렌즈 24: 대물렌즈

[47] 30: 진공챔버 35: 어퍼처

[48] 37: 어퍼처 내 격막 40: 편향기

[49] 50: 시료 스테이지 55: 시료

[50] 60: 광축 90: 거울

[51] 91: 광학 렌즈 92: 광학 검출기

[52] 100: 2차전자 검출기

발명의 실시를 위한 형태

[53] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 장치 및 방법을 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다. 본 발명의 설명 과정에서 이용되는 숫자(예를 들어, 제1, 제2 등)는 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위한 식별기호에 불과하다.

[54] 도 4 및 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른, 어퍼처를 구비한 주사전자현미경으로서, 상기 대물렌즈와 시료의 사이에 시료의 이미지가 반사될 수 있는 거울이 구비되고, 상기 거울의 하부방향으로 상기 거울에 의해 반사되는 시료의 광학 이미지를 얻기 위한 광학 이미지 검출 장치를 구비한 주사전자현미경을 도시한 그림이다.

[55] 이는 전자빔을 방출하는 전자빔 소스(10); 상기 전자빔 소스쪽에 구비되며, 상기 전자빔을 집속하여 주는 하나이상의 중간 집속렌즈(22), 및 최종 집속렌즈로서 시료쪽에 구비되며, 시료위에 집속되는 전자빔 스폿을 형성시키는 대물렌즈(24)를 포함하는 집속렌즈군(20); 상기 전자빔 소스 및 집속렌즈군을 내부에 구비하며, 상기 전자빔 소스로부터 방출된 전자빔이 대물렌즈를 거쳐 시료에 조사되는 통로인 어퍼처를 구비하는 진공챔버(30); 상기 전자빔의 조사 방향을 제어하여 바꾸어 주는 하나 이상의 편향기(40); 및 관찰하려는 시료를 지지하는 시료 스테이지(50);를 포함하여 이루어지며, 상기 주사전자현미경은 진공챔버 내부의 제1 영역과, 상기 제1 영역보다 상대적으로 높은 압력을 가지며 상기 시료를 포함하는 제2 영역으로 구분되고,

- [56] 상기 대물렌즈와 시료의 사이에 시료의 이미지가 반사될 수 있는 거울이 구비되고, 상기 거울의 하부방향으로 상기 거울에 의해 반사되는 시료의 광학 이미지를 얻기 위해 광학렌즈를 포함한 광학 이미지 검출 장치를 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [57] 본 발명에서의 주사전자현미경은 추가의 구성요소로서 2차전자 검출기(100), 또는 후방산란전자 검출기(back scattered electron detector, 미도시)를 구비할 수 있다.
- [58] 여기서, 상기 전자빔 소스, 중간 집속렌즈(22) 및 대물렌즈(24)를 포함하는 집속렌즈군(20), 상기 어퍼처를 포함하는 진공챔버(30) 및 시료스테이지(50)는 도 2 및 도 3에서 기재된 바와 같은, 종래기술에서 사용되는 구성요소를 그대로 사용할 수 있다.
- [59] 이를 보다 상세히 설명하면, 본 발명에서 사용되는 전자빔은 전자빔 소스로부터 방출되어 상기 집속렌즈군(20)과 편향기(40)에 의해 입자빔의 조사방향이 제어될 수 있는 형태이면 그 종류에 제한되지 않고 사용할 수 있다.
- [60] 또한 본 발명에서 사용되는 전자빔 소스는 전자빔을 방출할 수 있는, 텅스텐 필라멘트 등의 열전자 방출원을 포함할 수 있다.
- [61] 상기 열전자 방출원으로는 용점이 높으면서도 상대적으로 전자방출이 잘되는 텅스텐, 탄탈륨, 이리듐, 이리듐-텅스텐 합금의 필라멘트와, 상기 재료 표면에 전자가 더 낮은 온도에서 방출되도록 이트륨, 바륨, 세슘 및 그 산화물을 코팅한 필라멘트가 사용될 수 있다.
- [62] 한편, 상기 집속렌즈군(20)은 전기장 또는 자기장에 의해 상기 전자빔을 집속하여 주는 역할을 하며, 전자빔 소스쪽에 구비되는 하나이상의 중간 집속렌즈(22) 및 최종 집속렌즈로서 시료쪽에 구비되며, 시료위에 집속되는 빔 스폿인 전자빔 프로브를 형성시키는 대물렌즈(24)를 포함한다.
- [63] 상기 집속렌즈군내 중간집속렌즈(22)와 대물렌즈를 포함하는 집속렌즈군(20)은 내부에 포함된 전극을 통해, 전자빔 소스로부터 방출된 전자빔을 감속 시키거나 가속시키거나 조사방향을 변경시킬 수 있고, 다양한 형태로 감겨있는 다수의 코일 형태로 존재할 수 있다.
- [64] 이때, 상기 전자빔은 수차를 감소시키기 위해 상기 대물렌즈의 중심을 통과하도록 제어될 수 있다. 즉, 주사를 시킬 때 편향기에 의해 편향되는 빔이 최종 집속렌즈인 대물렌즈의 중심을 지나도록 제어될 수 있다.
- [65] 이를 구현하기 위해 본 발명에서는 종래기술과 마찬가지로 중간집속렌즈와 대물렌즈 사이에 종래기술에서 사용되는 편향기를 구비할 수 있으며, 상기 편향기에 의해 전자빔의 조사방향을 제어할 수 있다.
- [66] 또한, 본 발명에서 상기 편향기는 하전 입자 빔을 편향시키는데 사용되는 자기장을 생성하는 적어도 하나의 코일 장치를 포함할 수 있다.
- [67] 상기 편향기는 종래 기술에 있어, 통상적으로 중간 집속렌즈(22)와 대물렌즈(24) 사이에 구비되는 것이 일반적이다. 따라서 도 2 및 도 3에서 도시된

바와 같이, 중간 집속렌즈(22)와 대물렌즈(24)사이 상단(41) 및 하단(42)으로 편향기를 복수로 구비하여 전자빔 빔의 궤도가 대물렌즈의 중심을 통과하도록 빔 궤도가 설정될 수 있게 제어된다.

- [68] 이때, 상기 어퍼처의 크기에 따라, 광축을 기준으로 시료에 조사되는 전자빔의 최대 각도가 제한될 수 있다. 예컨대, 도 1을 참조하면, 상기 시료에 조사되는 전자빔은 어퍼처의 최외각 부분에 해당하는 부분보다 안쪽의 개구부를 통과하도록 상기 최대각도보다 작은 각도를 갖는 공간범위내로 제한되어 시료에 조사될 수 있고, 이보다 각도가 더 벌어져서 조사되는 경우는 경우에는 어퍼처를 통과할 수 없게 된다.
- [69] 이에 관한 문제점을 해결하기 위해 본 발명에서는 상기 편향기를 대물렌즈와 시료 사이에 위치하도록 할 수 있고, 이를 통해 상기 전자빔이 조사되는 영역을 자유롭게 확장가능할 수 있다.
- [70] 즉, 상기 대물렌즈와 시료 사이에 편향기를 구비하고, 상기 편향기와 어퍼처와의 거리를 제어함으로써, 시료의 관찰영역을 넓히거나 좁힐 수 있는 장점이 있다. 이 경우에 상기 편향기는 상기 광축방향인 Z방향에 대하여 높이 조절이 가능하게 구비될 수 있다.
- [71] 상기와 같이 편향기를 대물렌즈와 시료 사이의 위치에 구비하게 되는 경우에 전자빔은 대물렌즈의 중심을 통과한 후 상기 편향기에 의해 빔 궤도의 방향이 제어되어 원하는 조사방향으로 종래기술에 의해 제어되는 영역보다 훨씬 넓은 영역의 빔 조사를 수행할 수 있다.
- [72] 예컨대, 상기 편향기를 대물렌즈와 시료 사이에 놓으면 편향기에 의해 빔 조사방향이 변경되는 위치에 해당하는 편향점이 상기 대물렌즈에서 시료쪽으로 가까워질수록 관찰될 수 있는 시료의 영역 범위는 넓어지며, 또한 빔 조사범위도 넓어지게 된다.
- [73] 따라서, 상기 대물렌즈의 중심을 통과한 후에 시료에 조사되는 전자빔이 하나의 편향기에 의해 빔 궤도의 방향을 제어할 수 있어, 종래기술에서와 같이 대물렌즈와 중간 집속렌즈 사이에 복수의 편향기를 구비할 필요가 없이 간단하게 시료의 조사영역을 제어할 수 있는 장점이 있다.
- [74] 또한 본 발명에서의 주사전자현미경은 상기 전자빔 소스로부터 방출된 전자빔이 대물렌즈를 거쳐 시료에 조사되는 통로인 어퍼처를 구비하는 진공챔버를 포함할 수 있다.
- [75] 본 발명의 주사전자현미경은 상기 진공챔버에 의해 둘러싸인 진공챔버 내부의 제1 영역과, 상기 시료를 포함하는 제2 영역으로 구획될 수 있고, 상기 제1영역보다 제2 영역이 상대적으로 높은 압력을 가진다.
- [76] 보다 상세하게는 상기 제1 영역은 10^{-4} mbar 이하의 범위를 갖는 고진공 영역일 수 있고, 바람직하게는 10^{-5} mbar 이하의 범위를 갖는 고진공 영역일 수 있다.
- [77] 이를 위해서 상기 진공챔버 내부를 상기와 같은 압력을 유지할 수 있도록 고진공용 진공펌프를 구비하는 진공 시스템을 구비할 수 있다.

- [78] 예시적으로, 상기 진공챔버는 진공펌프에 의해 고진공이 유지되는 진공공간을 형성한다. 이때 상기 진공펌프는 드라이 펌프, 확산펌프(diffusion pump), 터보 분자펌프(Turbo molecular pump), 이온펌프 (ion pump), 크라이오펌프 (cryopump), 로터리펌프 (rotary pump), 스크롤 또는 다이어프램 펌프등의 드라이 펌프 (dry pump) 로부터 선택되는 하나 이상을 포함하여 구비될 수 있다.
- [79] 이때, 상기 제 2영역은 시료를 포함하는 영역으로서, 일반적으로 시료가 위치하는 시료실내부의 영역에 해당될 수 있으며, 상기 시료실은 도 2에서와 같이 별도의 저진공용 진공펌프에 의해 감압된 영역에 해당하는 독립적으로 폐쇄된 영역이 될 수도 있고, 또는 도 3에서와 같이 대기압 환경에서와 같이 외기와 동일한 압력하의 개방된 영역이 될 수도 있다.
- [80] 한편, 본 발명에서 상기 제1 영역과 제2 영역의 압력차이는 100배 이상의 압력차이를 나타낼 수 있고, 바람직하게는 1000배 이상의 압력차이를 나타낼 수 있다.
- [81] 또한 본 발명에서, 상기 어퍼처는 제1 영역과 제2 영역을 구분하는 경계부가 될 수 있다. 즉, 상기 어퍼처는 제1 영역인 진공챔버 내부영역과 시료를 포함하는 제2 영역 사이를 구분하며, 단면이 원형, 다각형, 타원 또는 임의의 형태를 가지는 구멍의 형태의 개구부로서, 상기 제1영역과 제2영역이 어퍼처를 통해 연통시키며, 서로 개방된 형태일 수 있고, 또는 시료영역인 제2 영역의 진공도에 따라 상기 개구부의 개구부분이 얇은 두께의 격막에 의해 밀봉된 형태를 가질 수 있다.
- [82] 상기 어퍼처의 크기는 직경 3000 um 이하일 수 있고, 바람직하게는 2000 um이하일 수 있으며, 더욱 바람직하게는 1000 um이하일 수 있다.
- [83] 따라서, 상기 진공챔버는 개구부를 가진 어퍼처에 의해 부분적으로 밀봉되거나 또는 격막을 포함하는 어퍼처에 의해 밀봉되어 진공챔버내 전자빔 소스로부터 방출되는 전자빔이 산란되지 않고 시료에 조사될 수 있도록 한다.
- [84] 본 발명에서 상기 시료를 포함하는 시료실내의 압력이 10^{-3} mbar 이상의 압력 범위, 바람직하게는 10^{-2} mbar 이상의 압력 범위를 갖는 저진공인 경우에는 상기 어퍼처가 개구형태만으로 이루어지도록 서로 개방됨으로써, 시료영역인 제2영역의 대기가 상기 진공챔버내부의 제1 영역으로 자유롭게 유입될 수 있다.
- [85] 상기 어퍼처가 개구형태로 개방된 경우에, 상기 제1 영역과 제2 영역에서의 압력은 압력의 측정지점에 따라 달라질 수 있는 바, 상기 각각의 영역의 압력측정의 기준이 되는 위치로서, 제1 영역은 전자빔 소스원 부근이 될 수 있고, 제2 영역은 시료스테이지 상의 시료부근이 될 수 있다.
- [86] 한편, 상기 시료를 포함하는 제2 영역내의 압력이 대기압 환경인 경우에는 상기 어퍼처가 개구형태만으로 이루어지는 경우에는 상기 전자빔 소스를 포함하는 진공챔버내 제1 영역의 압력조절이 용이하지 않을 수 있고, 또한 전자빔 빔의 방출이 대기압내 존재하는 공기 입자들에 의해 산란되거나 방해받을 수 있어, 도 3에서와 같이 어퍼처가 얇은 두께의 격막에 의해 밀봉된 개구형태일 수 있다.

- [87] 따라서, 상기와 같이 어퍼처가 격막에 의해 밀봉되는 경우에 상기 제1 영역은 제2 영역으로부터 격리될 수 있다.
- [88] 이때 상기 격막의 두께는 전자빔이 투과할 수 있는 정도이면 두께에 제한되지 않으며, 구체적으로 10 nm 내지 3000 nm 일 수 있고, 바람직하게는 20 nm 내지 2000 nm 일 수 있고, 더욱 바람직하게는 20 nm 내지 500 nm 일 수 있다.
- [89] 또한 상기 격막 재료로서는 질화 실리콘(SiN), 그래핀 등에서 선택되는 어느 하나 또는 이들의 복합층일 수 있다.
- [90] 본 발명에서 상기 시료는 대물렌즈 아래의 시료실에 위치하게 된다. 이때 상기 시료실내 압력은 앞서 살펴본 바와 같이, 대기압 또는 저진공 압력하의 환경으로 유지되며, 상기 시료의 표면을 전자빔에 노출될 수 있게 할 수 있다.
- [91] 또한 본 발명에서 상기 시료는 시료 스테이지에 의해 지지될 수 있다.
- [92] 보다 구체적으로, 상기 시료 스테이지는 관찰하려는 시료를 지지하며, 필요에 따라 시료를 미세하게 수평 이동할 수 있는 장치로서, 통상적으로 시료를 지지시킨 후 전자빔이 조사되는 위치로 이동시키고 시료 스테이지를 고정시킴으로써, 전자빔이 시료의 특정부분에 주사되도록 하는 기능을 가지나, 또한 추가적인 기능으로 전자빔의 조사방향을 고정시킨 후에 시료 스테이지를 미세하게 수평 이동시킴으로써 시료내 전자빔의 조사되는 영역의 미세 조절이 가능하도록 한다.
- [93] 본 발명에서 전자빔의 조사방향을 고정시킨 후에 상기 시료를 미세하게 수평 이동할 수 있도록 하기 위해 상기 시료 스테이지는 압전 모터에 의해 구동될 수 있다.
- [94] 즉, 본 발명에서의 시료 스테이지는 종래기술에서 사용되는 시료스테이지를 사용할 수 있으며, 또는 필요에 따라 압전 모터에 의해 구동되도록 하여 시료를 이동시킬 수 있다.
- [95] 일반적으로 압전 모터(piezoelectric motor)는 압전 소자를 구비하여 이를 이용하여 고정자와 회전자의 마찰에 의해 구동력을 갖는 모터로서, 예시적으로 피에조일렉트릭 스테이지로 구성된 나노 조작기(nanomanipulator) 등이 사용될 수 있다.
- [96] 즉, 상기 시료 스테이지는 피에조일렉트릭 스테이지로 구성된 나노 조작기(nanomanipulator)와 유사하게 x축 및 y축 방향으로 나노미터(nm) 또는 마이크로미터(um)의 단위로 움직임이 가능할 수 있고, 일례로서, 고정판 위에 설치된 x축 및 y축 스테이지 및 상기 각 스테이지에 설치되어 각 스테이지를 나노미터(nm) 또는 마이크로미터(um)의 단위로 이동시키는 압전 모터를 구비할 수 있다.
- [97] 즉, x축 스테이지는 압전 모터에 의해 x축 방향으로 자유도를 가지며 이동되고, y축 스테이지는 압전 모터에 의해 y축 방향으로 자유도를 가지며 이동될 수 있다.
- [98] 일 실시예로서, 상기 시료 스테이지의 수평 이동가능한 범위는 1000 um 내지 5

nm의 범위일 수 있고, 바람직하게는 500 μm 내지 10 nm일 수 있다.

- [99] 종래기술에서 사용되는 주사전자현미경으로서 어퍼처를 가진 환경 주사전자현미경 또는 에어 주사전자현미경의 경우에, 일반적으로 시료를 지지하는 시료 스테이지는 상기 어퍼처의 0.1 내지 100 mm 아래에서, 바람직하게는 1 내지 30 mm 아래에서 시료를 지지하며, 지면에 평행인 x방향 및 y방향과 지면에 수직방향인 z방향으로 위치이동이 가능하도록 구비될 수 있다.
- [100] 그러나, 종래 기술에서 사용되는, 어퍼처를 가진 주사전자현미경을 이용하여 시료에 전자빔을 조사하여 시료를 관찰하는 경우에, 전자빔 주사범위와 비교하였을 때 수평이동의 범위가 매우 큰 종래 기술에 따른 시료 스테이지를 이동하게 되면 시료 스테이지의 이동에 따른 시료의 이동 범위가 전자빔의 조사에 따른 시료의 관찰범위보다 매우 크게 될 수 있어, 전자빔 조사에 따른 관찰영역의 위치 파악이 어려울 수 있어, 관심영역을 찾기가 어렵게 된다.
- [101] 따라서, 종래에서는 전자빔을 조사하기 전에 시료를 고정하고 편향기 등을 제어함으로써, 시료의 주사영역을 조절하는 방법이 사용되고 있었으나, 본 발명에서는 시료내 넓은 영역의 관측범위를 위해서 전자빔의 조사방향을 고정시키고 상기 압전 모터 등에 의해 구동되는 시료 스테이지를 이용하여 시료를 미세하게 이동시켜 전자빔의 조사에 의한 시료 표면의 정보를 획득하여 관심영역을 찾고, 분석을 요하는 관심영역에서의 미세 범위는 시료를 고정하고 전자빔의 조사 위치를 조절하여 시료 표면을 스캔하여 시료 정보를 획득할 수 있다.
- [102] 또한 본 발명에서 상기 시료스테이지는 최적화된 광학 이미지 또는 최적화된 전자 현미경 이미지를 얻을 수 있기 위해 수직방향으로 시료 스테이지의 이동이 가능할 수 있다.
- [103] 일반적으로 어퍼처를 갖는 전자 현미경에서의 전자현미경 이미지를 얻기 위해서는 시료와 어퍼처 사이의 거리가 광학 이미지를 얻을 때 보다 가깝도록 하는 경우가 많기 때문에, 본 발명에서는 시료의 광학 이미지를 얻은 후에 시료 스테이지를 사용하여 시료를 상방으로 이동시킬 수 있다.
- [104] 한편, 본 발명은 시료의 광학이미지를 얻기 위해 상기 주사전자현미경의 하부에 광학 이미지 검출장치를 구비할 수 있다.
- [105] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른, 시료가 저진공의 환경에서 시료와 대물렌즈 사이에 거울이 구비되고, 시료 스테이지 하단에 광학렌즈(91)를 포함한 광학 이미지 검출장치(92)가 구비된 주사전자현미경을 도시한 그림이고, 도 5는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른, 상기 시료가 대기압의 환경에서 시료와 대물렌즈 사이에 거울이 구비되고, 시료 스테이지 하단에 광학렌즈(91)를 포함한 광학 이미지 검출장치(92)가 구비된 주사전자현미경을 도시한 그림이다.
- [106] 상기 도 4 및 도 5에서 도시된 바와 같이 본 발명의 주사전자현미경은 상기 대물렌즈와 시료의 사이에 시료의 이미지가 반사될 수 있는 거울(90)이 구비되고, 상기 거울의 하부방향으로 상기 거울에 의해 반사되는 시료의 광학

- 이미지를 얻기 위한 광학렌즈(91)를 포함한 이미지 검출 장치(92)를 구비할 수 있다.
- [107] 여기서 상기 광학 이미지 검출 장치는 카메라 또는 이미지 센서가 가능하며, 이미지 센서로서 CCD 센서 또는 CMOS 센서가 사용될 수 있다.
- [108] 상기 광학 이미지 검출 장치는 카메라 또는 이미지 센서가 가능하며, 시료의 표면을 촬영하기 위해 조명(미도시)이 구비될 수 있다.
- [109] 본 발명에서의 주사전자현미경은 대물렌즈 개구부 하단에 거울을 위치시키고, 시료 하단에 광학렌즈를 포함한 이미지 검출 장치(92)를 구비함으로써, 상기 어퍼처로 인해 전자빔이 조사되는 영역의 제한에 기인한 시료내 좁은 영역만의 표면정보를 획득하는 단점을 극복하여 시료의 관찰 영역을 넓혀, 시료내 광역 이미지를 얻을 수 있고 이를 통해 관심영역 또는 시료의 관찰하고자 하는 영역을 신속히 찾아낼 수 있는 장점이 있다.
- [110] 이 경우에 상기 거울은 바람직하게는 어퍼처의 위치와 시료의 위치 사이에 구비될 수 있고, 상기 거울은 전자빔의 광축과 수직방향으로 위치할 수 있다.
- [111] 본 발명에 따른 상기 거울이 전자빔의 광축과 수직방향으로 위치하는 경우에, 상기 거울이 광축을 기준으로 일정각도를 가짐으로써 경사지게 위치하는 경우보다 대물렌즈와 시료 사이에 거리 또는 어퍼처와 시료 사이의 거리를 줄일 수 있는 장점이 있어 유리하다.
- [112] 또한, 상기 주사전자현미경에서의 광축상에 어퍼처에 해당하는 면적부분은 전자빔의 진행을 방해하지 않도록 하여야 하므로, 상기 거울은 어퍼처에 해당하는 면적부분에는 구비되지 않도록 하거나 또는 구멍(hall)을 두어 전자빔의 진행을 방해하지 않도록 한다.
- [113] 예시적으로 상기 거울은 어퍼처를 포함하는 주사전자현미경의 시료실내 별도의 플레이트가 구비되어 이에 결합되거나, 또는 주사전자현미경의 대물렌즈 하부면 등의 구성요소에 결합될 수 있다.
- [114] 즉, 시료실내 별도의 플레이트가 구비되어 이에 결합되는 경우에는 전자빔이 투과가능한 구멍(hall)을 포함하는 별도의 플레이트를 대물렌즈 하부 또는 어퍼처 하부에 구비하고, 상기 플레이트의 하부에 거울이 구비될 수 있고, 이는 상기 어퍼처를 통과한 전자빔이 상기 플레이트내 구비된 구멍(hall)을 통과하도록 하며, 시료의 이미지는 시료실 내에 독립적으로 구비된 상기 별도의 플레이트의 하부에 구비된 거울의 반사면으로부터 얻어 질 수 있다.
- [115] 또한, 대물렌즈 하부면 등에 결합되는 경우에는 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이, 대물렌즈와 일체화된 어퍼처를 가지는 대물렌즈 하단의 어퍼처 주변에 거울이 구비되어 거울의 하부방향으로 시료가 위치할 수 있도록 한다.
- [116] 한편 본 발명에서의 또 다른 응용예로서 상기 광학렌즈를 포함한 광학 이미지 검출장치가 시료의 직하부가 아닌 광축으로부터 광축과 일정한 각도를 가지는 연장선상에 구비될 수 있다.
- [117] 이에 관한 설명으로서, 도 6에서는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른, 시료가

저진공의 환경에서 시료와 대물렌즈 사이에 거울(90)이 구비되고, 광학렌즈를 포함한 광학 이미지 검출장치가 시료의 직하부가 아닌 광축으로부터 일정한 각도를 가지는 연장선상에 구비된 주사전자현미경을 도시하였고, 이는 광학 이미지 검출장치가 광축으로부터 일정한 각도를 가지는 연장선상에 구비됨에 따라서 시료 및 시료 스테이지가 광학렌즈를 가리지 않음으로써, 시료를 보다 효과적으로 관찰할 수 있는 장점이 있다.

[118] 본 발명에서의 또다른 응용예로서, 본 발명은 상기 거울이 시료와 대물렌즈 또는 시료와 어퍼쳐 사이에 광축을 중심으로 광축의 어느 일방에 구비되고, 시료 스테이지가 광축에 대해 수직이 아닌 일정 각도를 가지고 기울어져 있으며, 또한 상기 광학렌즈를 포함한 광학 이미지 검출장치가 시료의 직하부가 아닌 광축으로부터 일정한 각도를 가지는 연장선상에 구비된 주사전자현미경을 제공할 수 있다.

[119] 이에 관한 설명으로서, 도 7에서는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른, 시료가 저진공의 환경에서 시료와 대물렌즈 사이에 거울이 광축을 중심으로 우측에 구비되고, 시료 스테이지가 광축에 대해 수직이 아닌 일정 각도를 가지고 기울어져 있는 주사전자현미경을 도시하고 있다.

[120] 이 경우에, 상기 광학렌즈를 포함한 광학 이미지 검출장치는 거울의 반사각에 따라 시료의 직하부가 아닌 광축으로부터 일정한 각도를 가지는 연장선상에 구비될 수 있으며, 이에 따라서 도 6에서의 주사전자현미경과 마찬가지로 시료 및 시료 스테이지가 광학렌즈를 가리지 않음으로써, 시료를 보다 효과적으로 관찰할 수 있는 장점이 있다.

[121] 본 발명에서의 상기 거울과 광학 이미지 검출장치를 구비하는 주사전자현미경을 통해 시료의 광학적 이미지를 우선적으로 용이하게 얻을 수 있고, 이를 바탕으로 시료내 관심영역을 신속하게 파악하여, 관심영역의 정밀한 이미지를 전자빔 조사를 통해 획득할 수 있다.

[122] 한편, 본 발명의 진공챔버는 외부에서 접근가능한 적어도 하나의 커넥터를 포함할 수 있다. 상기 커넥터는 진공챔버와 외부환경과의 전기적 연결을 위한 연결부로서, 진공 챔버내 전자빔 소스 및 집속렌즈군으로의 전원 및 제어신호 공급 (ii) 진공 챔버내 추가적인 편향기가 구비된 경우에 이의 제어 신호 및 전원 공급 및 (iii) 상기 (i) 및 (ii)에서의 전자빔 소스, 집속렌즈군 및 편향기의 이상 유무에 관한 정보를 제공할 수 있는 검출기의 전원공급 및 제어 등을 용이하게 할 수 있다.

[123] 또한 본 발명의 주사전자현미경은 그 응용분야에 따라 다양한 추가적 구성요소들을 구비할 수 있다. 예컨대, 환경 주사형 전자 현미경으로 이용되는 경우에, 시료의 표면에서 방사되는 여러 신호들, 즉 저에너지 이차 전자 신호, 고에너지 후방산란 전자 신호, 작은 각도의 반사 전자신호, 및 큰 각도의 반사 전자 신호를 분리하는 역할을 하는 적당한 기하학적 형태의 전자 검출기를 추가적으로 포함할 수 있다.

- [124] 상기 검출기는 시료의 표면의 형태를 나타내주는 디스플레이 장치 등의 표시장치에 연결되어 최종적으로 이미지로 정보가 표시된다.
- [125] 또한 본 발명의 주사전자현미경은 상기 전자빔 소스내 전자빔의 방출강도와 방출시기 등을 조절하며, 집속렌즈군 및 편향기의 제어, 시료 스테이지의 위치조절 등을 위한 제어부를 추가적으로 구비할 수 있다.
- [126] 이때, 상기 전자빔 소스를 포함하는 진공챔버의 진공도와 시료실내의 진공도를 조절하기 위한 컨트롤러가 각각 개별적으로, 또는 통합하여 상기 제어부에 포함될 수 있고, 이에 의해 각각의 영역의 압력이 각각 제어될 수 있다.
- [127] 또한 본 발명은 상기 주사전자현미경을 이용하여 시료를 관찰하는 방법을 제공한다.
- [128] 보다 구체적으로 이는, 상기 전자빔 소스; 중간 집속렌즈, 및 대물렌즈를 포함하는 집속렌즈군; 상기 전자빔 소스 및 집속렌즈군을 내부에 구비하며, 어퍼처를 구비하는 진공챔버; 편향기; 및 시료 스테이지;를 포함하며, 상기 주사전자현미경은 진공챔버 내부의 제1 영역과, 상기 제1 영역보다 상대적으로 높은 압력을 가지며 상기 시료를 포함하는 제2 영역으로 구분되고, 상기 대물렌즈와 시료의 사이에 시료의 이미지가 반사될 수 있는 거울이 구비되고, 상기 거울의 하부방향으로 상기 거울에 의해 반사되는 시료의 광학 이미지를 얻기 위해 광학렌즈를 포함한 광학 이미지 검출 장치를 구비하는 주사전자현미경을 이용하여 시료를 관찰하는 방법으로서, a) 상기 진공챔버;의 내부영역인 제1 영역의 압력이 상기 시료를 포함하는 제2 영역의 압력보다 상대적으로 낮은 압력을 가지도록 각각의 영역의 압력을 설정하여 유지하는 단계; b) 상기 광학 이미지 검출 장치를 이용하여 넓은 영역의 시료 표면 정보를 획득하는 단계; 및 c) 상기 획득된 넓은 영역의 시료 표면정보를 바탕으로 원하고자 하는 좁은 영역의 시료의 표면 정보를 얻기 위해, 상기 하나 이상의 편향기를 제어하여 시료내 전자빔 빔의 조사 방향을 조절함으로써, 좁은 영역의 시료 표면 정보를 획득하는 단계;를 포함한다.
- [129] 이는 앞서 기재된 본 발명의 상기 주사전자현미경을 이용하되, 우선적으로 넓은 영역의 시료 표면 정보를 획득하기 위해, 상기 거울과 광학 이미지 검출 장치를 이용하여 보다 신속하고 용이하게 넓은 영역의 시료 표면 정보를 광학 이미지로서 획득하는 단계를 포함한다.
- [130] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른, 광학렌즈를 포함한 광학 이미지 검출장치를 이용하여 시료와 대물렌즈 사이에 위치한 거울의 반사면을 통해 시료의 표면을 촬영한 이미지를 도시한 그림으로서, 이를 통해 시료 표면의 관심영역을 찾거나 또는 넓은 영역의 시료 부위에 특정한 부위를 선택할 수 있도록 한다.
- [131] 이를 위해 도 8에서는 최적의 이미지를 얻기 위해 시료 스테이지를 이동함으로써, 상기 거울과 시료 사이의 거리를 적절히 조절할 수 있다.
- [132] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른, 광학렌즈를 포함한 광학 이미지

검출장치를 이용하여 시료와 대물렌즈 사이에 위치한 거울의 반사면을 통해 시료내 넓은 영역의 표면을 촬영한 이미지를 바탕으로, 관심영역을 더 미세하게 측정하기 위하여 시료의 위치를 대물렌즈의 초점거리로 이동하여 시료를 고정시키고, 전자빔을 편향기를 이용하여 좁은 영역을 스캔하여 미소영역에서의 시료 표면정보를 획득한 이미지를 도시한 그림이다.

- [133] 상기 도 9의 좌측에 도시된 바와 같이 시료의 광학이미지를 얻은 후 전자빔 조사에 따른 전자현미경 이미지를 얻기 위해 시료를 대물렌즈 방향으로 이동하여 편향기를 제어하여 시료내 전자빔 빔의 조사 방향을 조절함으로써, 우측 하단에 도시된 광학이미지로부터의 관심영역에 대한 미세 영역의 전자현미경 이미지를 정밀하게 얻을 수 있다.
- [134] 한편, 본 발명은 b) 상기 광학 이미지 검출 장치를 이용하여 넓은 영역의 시료 표면 정보를 획득하는 단계; 이전에 또는 이후에 상기 전자빔을 시료방향으로 고정시켜 조사하고 상기 시료 스테이지의 이동을 통해 시료를 이동시킴으로써, 전자빔에 의한 넓은 영역의 시료 표면 정보를 획득하는 단계;가 추가할 수 있다.
- [135] 이는 전자빔을 고정시키고 시료에 전자빔을 조사하되, 상기 시료스테이지의 미세 이동을 통해 시료의 넓은 영역의 전자현미경 이미지를 얻는 것으로서, 이는 통상적으로 사용되는 전자현미경의 이미지 획득방법에 해당하는 편향기의 제어를 통한 전자빔의 경로를 바꾸어 이미지를 얻는 방법 보다는 공간 분해능은 떨어지지만 보다 신속하고 용이하게 전자현미경에 의한 넓은 영역의 시료 표면 정보를 획득할 수 있어, 이를 바탕으로 시료내 관심영역의 위치를 용이하게 파악할 수 있고, 이후 과정으로서 시료의 넓은 영역의 광학 이미지를 얻거나, 또는 시료의 관심영역(좁은 영역)의 시료 표면 전자현미경 이미지를 신속하고 용이하게 획득할 수 있는 장점을 가진다.
- [136] 이 경우에 본 발명의 주사전자현미경은 전자빔의 주사방향을 고정하고 상기 시료 스테이지의 이동을 통해 얻어낸 시료의 전자현미경 이미지와 상기 광학적 이미지를 서로 비교하거나 중첩함으로써, 보다 신속하게 시료의 넓은 영역의 이미지를 얻을 수 있고, 이를 통해 보다 효과적으로 관심영역을 찾아낼 수 있는 장점이 있다.
- [137] 이상 본 발명의 구성을 세부적으로 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

산업상 이용가능성

- [138] 본 발명은 시료의 광학 이미지를 얻을 수 있는 주사전자현미경에 관한 것으로, 시료내 관심영역의 시료 표면정보를 보다 신속하고 용이하게 획득할 수 있어 산업상 이용가능성이 있다.

청구범위

- [청구항 1] 전자빔을 방출하는 전자빔 소스;
 상기 전자빔 소스쪽에 구비되며, 상기 전자빔을 집속하여 주는
 하나이상의 중간 집속렌즈, 및 최종 집속렌즈로서 시료쪽에 구비되며,
 시료위에 집속되는 전자빔 스폿을 형성시키는 대물렌즈를 포함하는
 집속렌즈군;
 상기 전자빔 소스 및 집속렌즈군을 내부에 구비하며, 상기 전자빔
 소스로부터 방출된 전자빔이 대물렌즈를 거쳐 시료에 조사되는 통로인
 어퍼처를 구비하는 진공챔버;
 상기 전자빔의 조사 방향을 제어하여 바꾸어 주는 하나 이상의 편향기; 및
 관찰하려는 시료를 지지하는 시료 스테이지;를 포함하는
 주사전자현미경으로서,
 상기 주사전자현미경은 진공챔버 내부의 제1 영역과, 상기 제1 영역보다
 상대적으로 높은 압력을 가지며 상기 시료를 포함하는 제2 영역으로
 구분되고,
 상기 대물렌즈와 시료의 사이에 시료의 이미지가 반사될 수 있는 거울이
 구비되고, 상기 거울의 하부방향으로 상기 거울에 의해 반사되는 시료의
 광학 이미지를 얻기 위해 광학렌즈를 포함한 광학 이미지 검출 장치를
 구비하는 것을 특징으로 하는 주사전자 현미경.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 어퍼처의 크기는 직경 3000 μm 이하인 것을 특징으로 하는
 주사전자현미경.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
 상기 어퍼처는 구멍의 형태의 개구부로서, 상기 제1영역과 제2영역이
 상기 어퍼처를 통해 서로 개방된 것을 특징으로 하는 주사전자현미경.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
 상기 어퍼처는 전자빔이 투과할 수 있는 두께 2000 nm 이하의 격막으로
 형성되어 상기 제1 영역을 제2 영역으로부터 격리되는 것을 특징으로
 하는 주사전자현미경.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
 상기 전자빔은 대물렌즈의 중심을 통과함으로써, 수차를 감소시키는
 것을 특징으로 하는 주사전자현미경.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
 상기 제1 영역과 제2 영역의 압력차이는 100배 이상의 압력차이를
 나타내는 것을 특징으로 하는 주사전자현미경.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
 상기 주사전자현미경은 전자빔이 투과가능한 구멍(hall)을 포함하는

별도의 플레이트를 대물렌즈 하부에 구비하고, 상기 플레이트의 하부에 거울이 구비되는 것을 특징으로 하는 주사전자현미경.

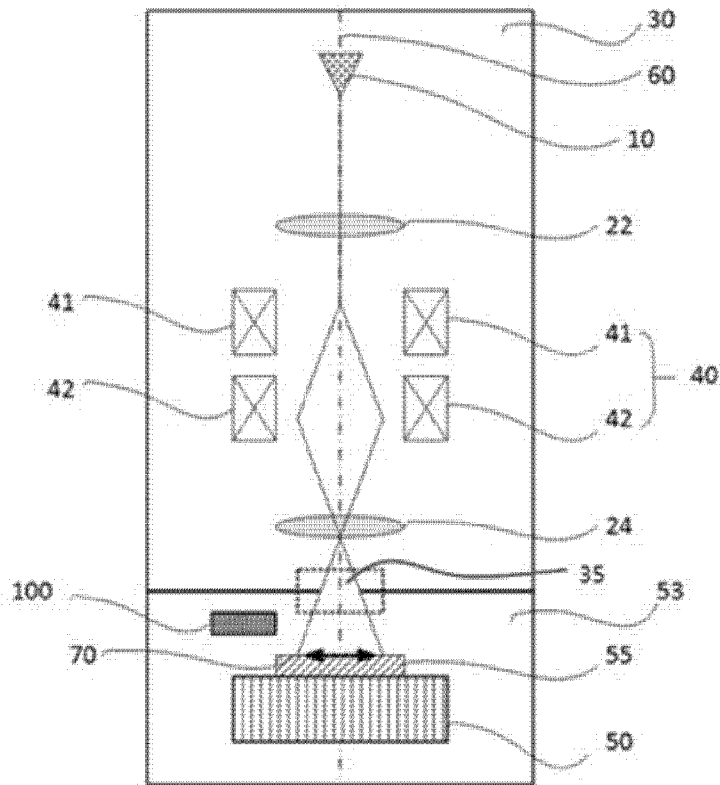
- [청구항 8] 제1항에 있어서,
상기 주사전자현미경은 대물렌즈와 일체화된 어퍼처를 가지며, 상기 어퍼처와 일체화된 대물렌즈 하단의 어퍼처 주변에 거울이 구비된 것을 특징으로 하는 주사전자 현미경.
- [청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 거울은 전자빔의 광축과 수직방향으로 위치한 것을 특징으로 하는 주사전자 현미경.
- [청구항 10] 제1항에 있어서,
상기 광학렌즈를 포함한 광학 이미지 검출장치가 시료의 직하부가 아닌 광축으로부터 일정한 각도를 가지는 연장선상에 구비된 것을 특징으로 하는 주사전자 현미경.
- [청구항 11] 제1항에 있어서,
상기 시료와 대물렌즈 사이에 거울이 광축을 중심으로 어느 일방에 구비되고, 시료 스테이지가 광축에 대해 수직이 아닌 일정 각도를 가지고 기울어져 있고, 또한 상기 광학렌즈를 포함한 광학 이미지 검출장치가 시료의 직하부가 아닌 광축으로부터 일정한 각도를 가지는 연장선상에 구비된 것을 특징으로 하는 주사전자 현미경.
- [청구항 12] 제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 기재된 주사전자현미경을 이용하여 시료를 관찰하는 방법.
- [청구항 13] 전자빔을 방출하는 전자빔 소스;
상기 전자빔 소스쪽에 구비되며, 상기 전자빔을 집속하여 주는 하나이상의 중간 집속렌즈, 및 최종 집속렌즈로서 시료쪽에 구비되며, 시료위에 집속되는 전자빔 스폿을 형성시키는 대물렌즈를 포함하는 집속렌즈군;
상기 전자빔 소스 및 집속렌즈군을 내부에 구비하며, 상기 전자빔 소스로부터 방출된 전자빔이 대물렌즈를 거쳐 시료에 조사되는 통로인 어퍼처를 구비하는 진공챔버;
상기 전자빔의 조사 방향을 제어하여 바꾸어 주는 하나 이상의 편향기; 및 관찰하려는 시료를 지지하는 시료 스테이지;를 포함하며,
상기 주사전자현미경은 진공챔버 내부의 제1 영역과, 상기 제1 영역보다 상대적으로 높은 압력을 가지며 상기 시료를 포함하는 제2 영역으로 구분되고,
상기 대물렌즈와 시료의 사이에 시료의 이미지가 반사될 수 있는 거울이 구비되고, 상기 거울의 하부방향으로 상기 거울에 의해 반사되는 시료의 광학 이미지를 얻기 위해 광학렌즈를 포함한 광학 이미지 검출 장치를 구비하는 주사전자 현미경을 이용하여 시료를 관찰하는 방법으로서,

- a) 상기 진공챔버;의 내부영역인 제1 영역의 압력이 상기 시료를 포함하는 제2 영역의 압력보다 상대적으로 낮은 압력을 가지도록 각각의 영역의 압력을 설정하여 유지하는 단계;
- b) 상기 광학 이미지 검출 장치를 이용하여 넓은 영역의 시료 표면 정보를 획득하는 단계; 및
- c) 상기 획득된 넓은 영역의 시료 표면정보를 바탕으로 원하고자 하는 좁은 영역의 시료의 표면 정보를 얻기 위해, 상기 하나 이상의 편향기를 제어하여 시료내 전자빔 빔의 조사 방향을 조절함으로써, 좁은 영역의 시료 표면 정보를 획득하는 단계;를 포함하는 주사전자현미경을 이용하여 시료를 관찰하는 방법.

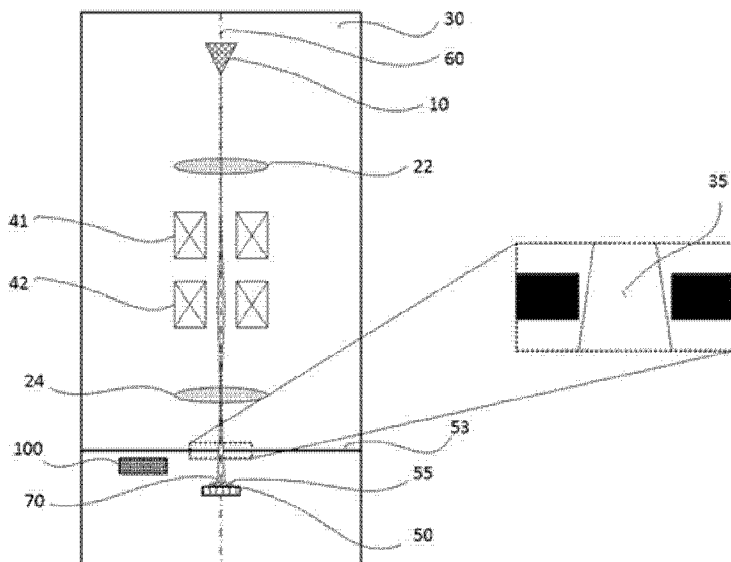
[청구항 14]

제13항에 있어서,
상기 b) 단계 이전 또는 이후에 상기 전자빔을 시료방향으로 고정시켜 조사하고 상기 시료 스테이지의 이동을 통해 시료를 이동시킴으로써, 전자빔에 의한 넓은 영역의 시료 표면 정보를 획득하는 단계;가 추가되는 것을 특징으로 하는, 주사전자현미경을 이용하여 시료를 관찰하는 방법.

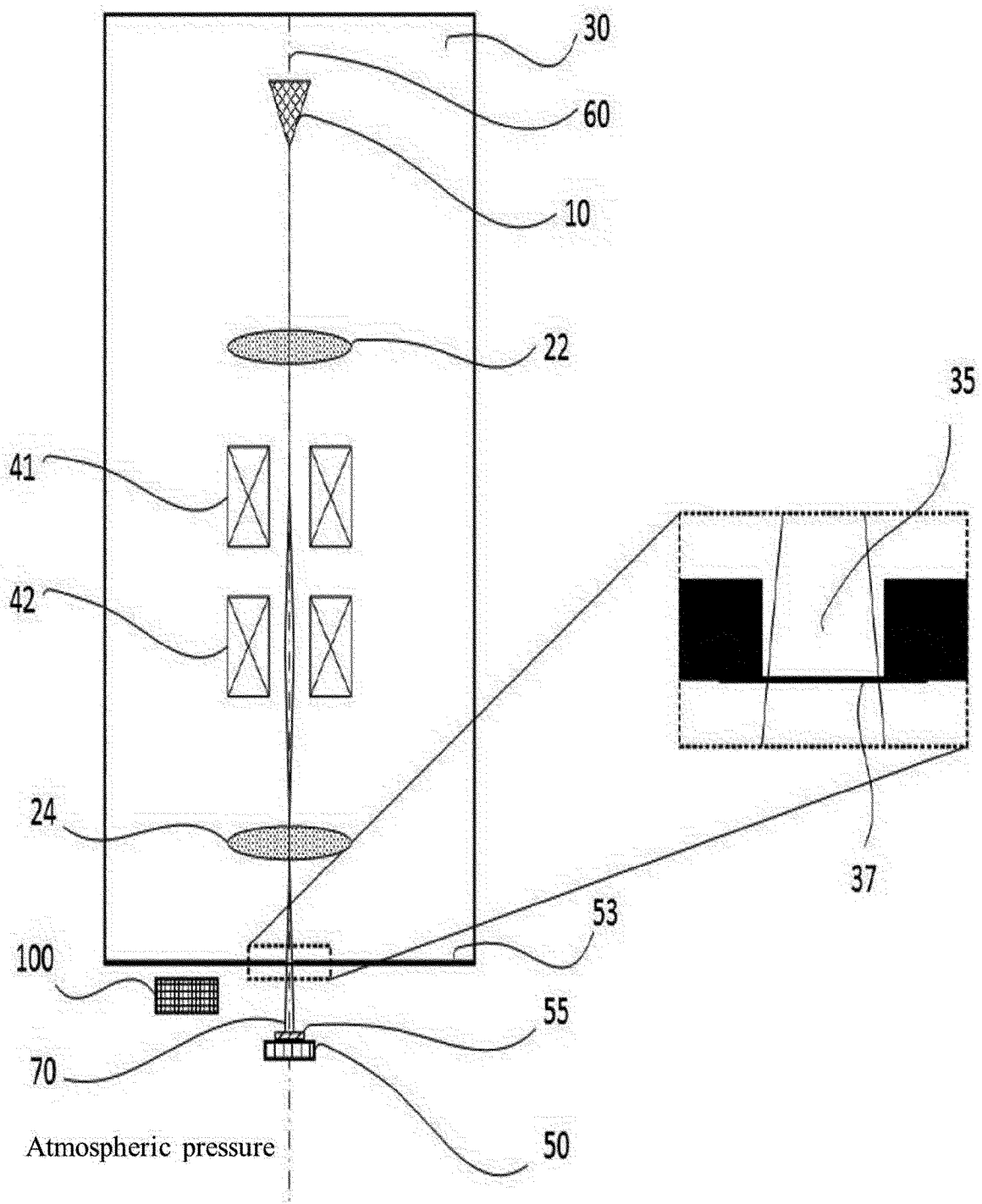
[도1]



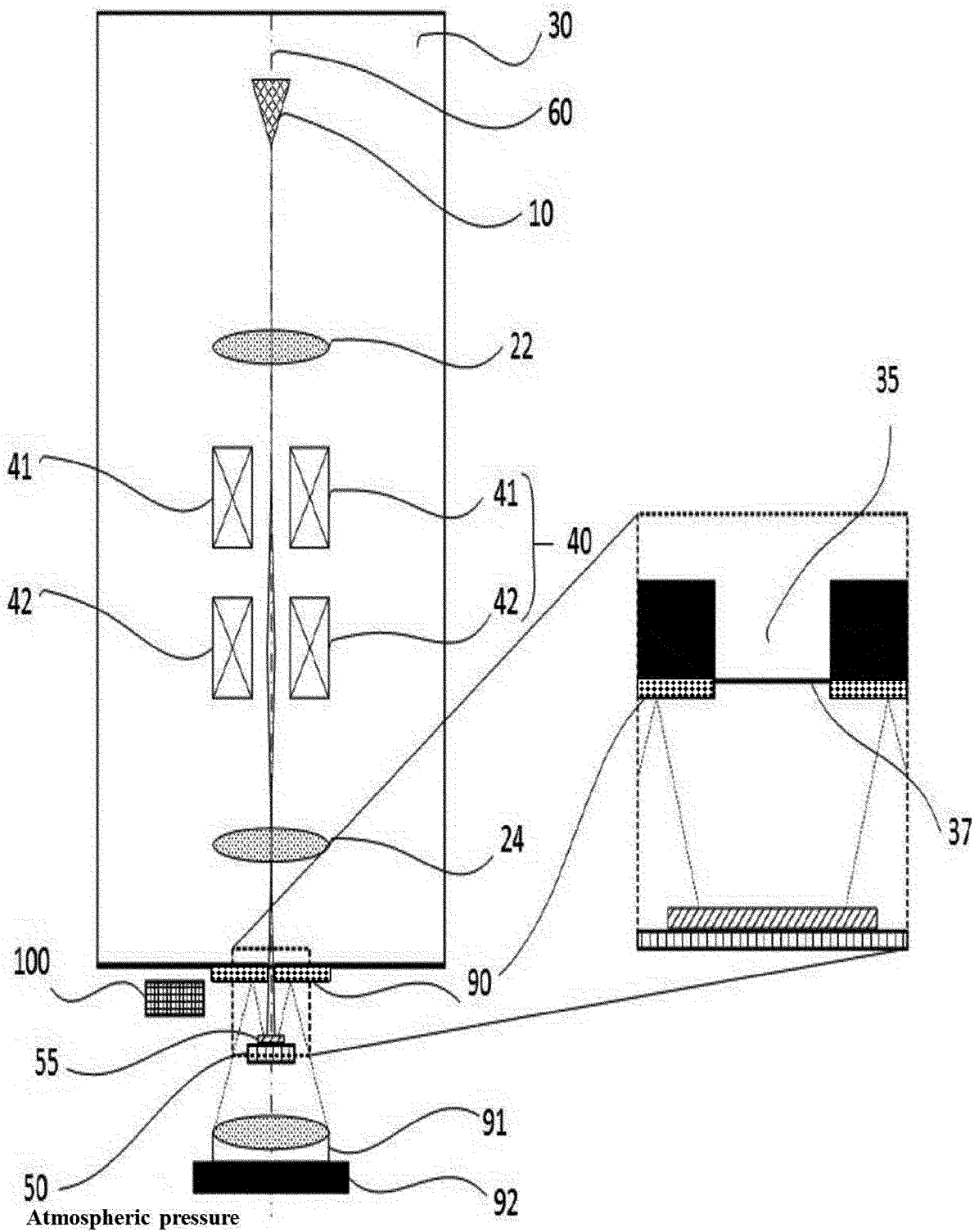
[도2]



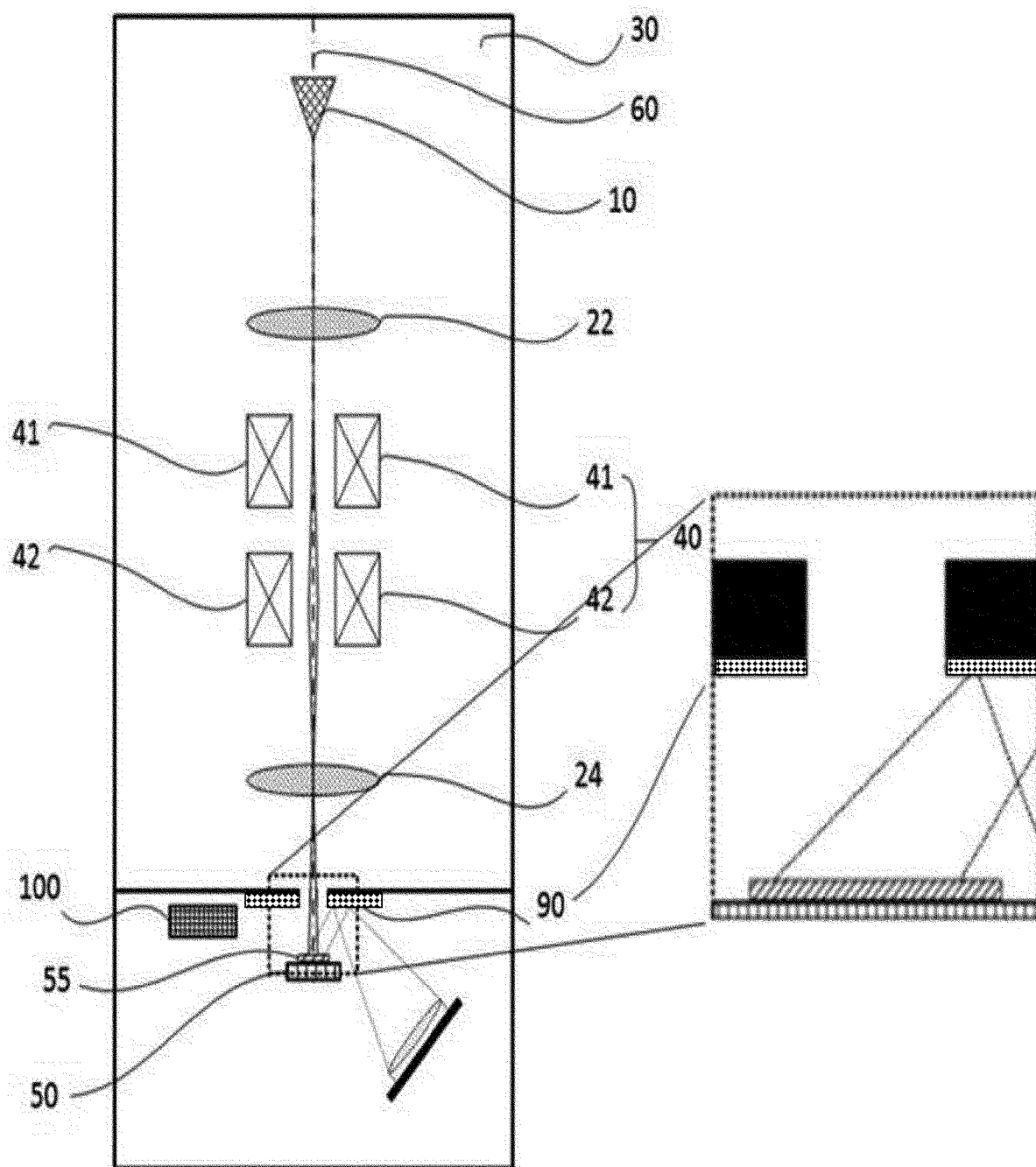
[도3]



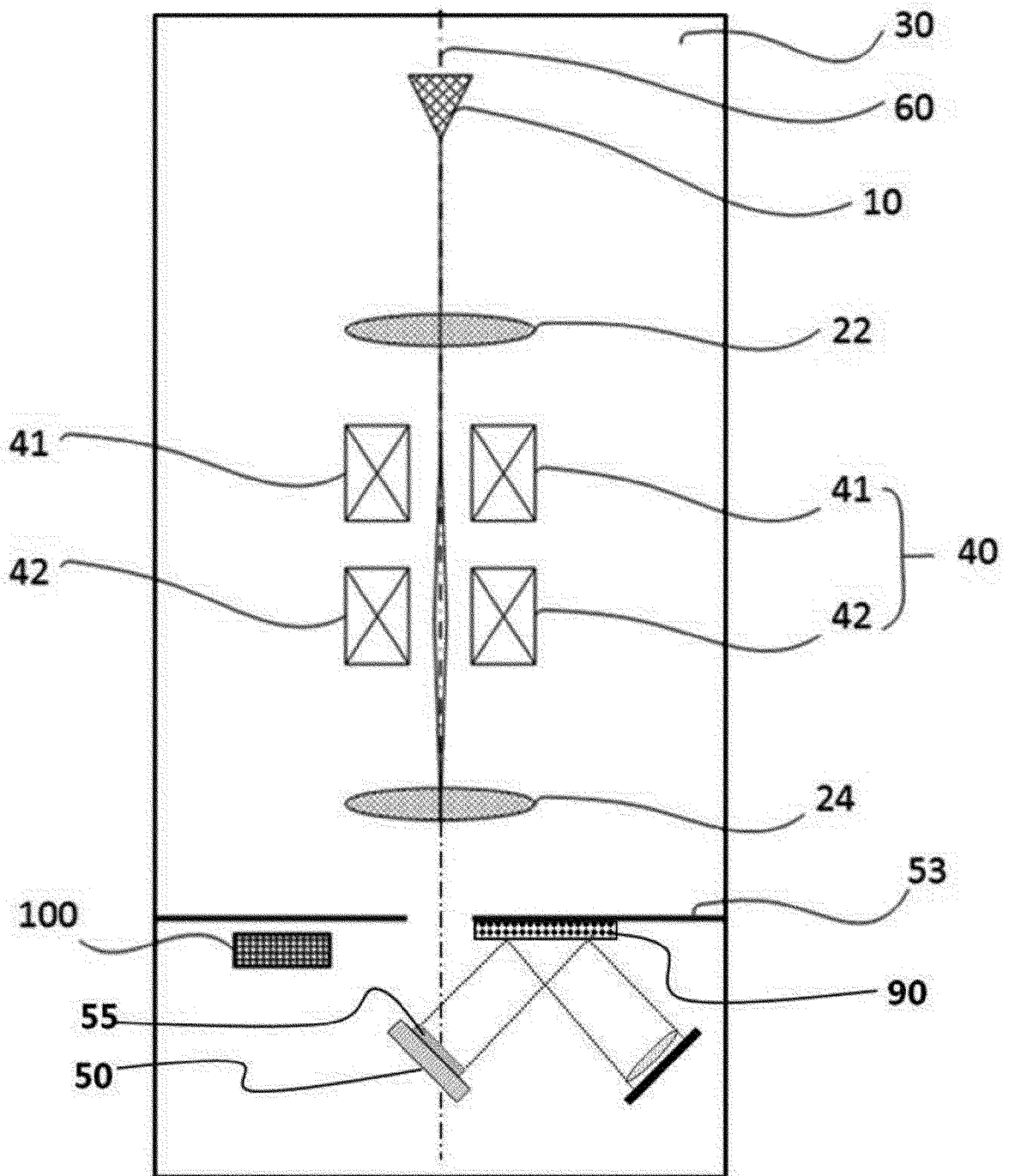
[도5]



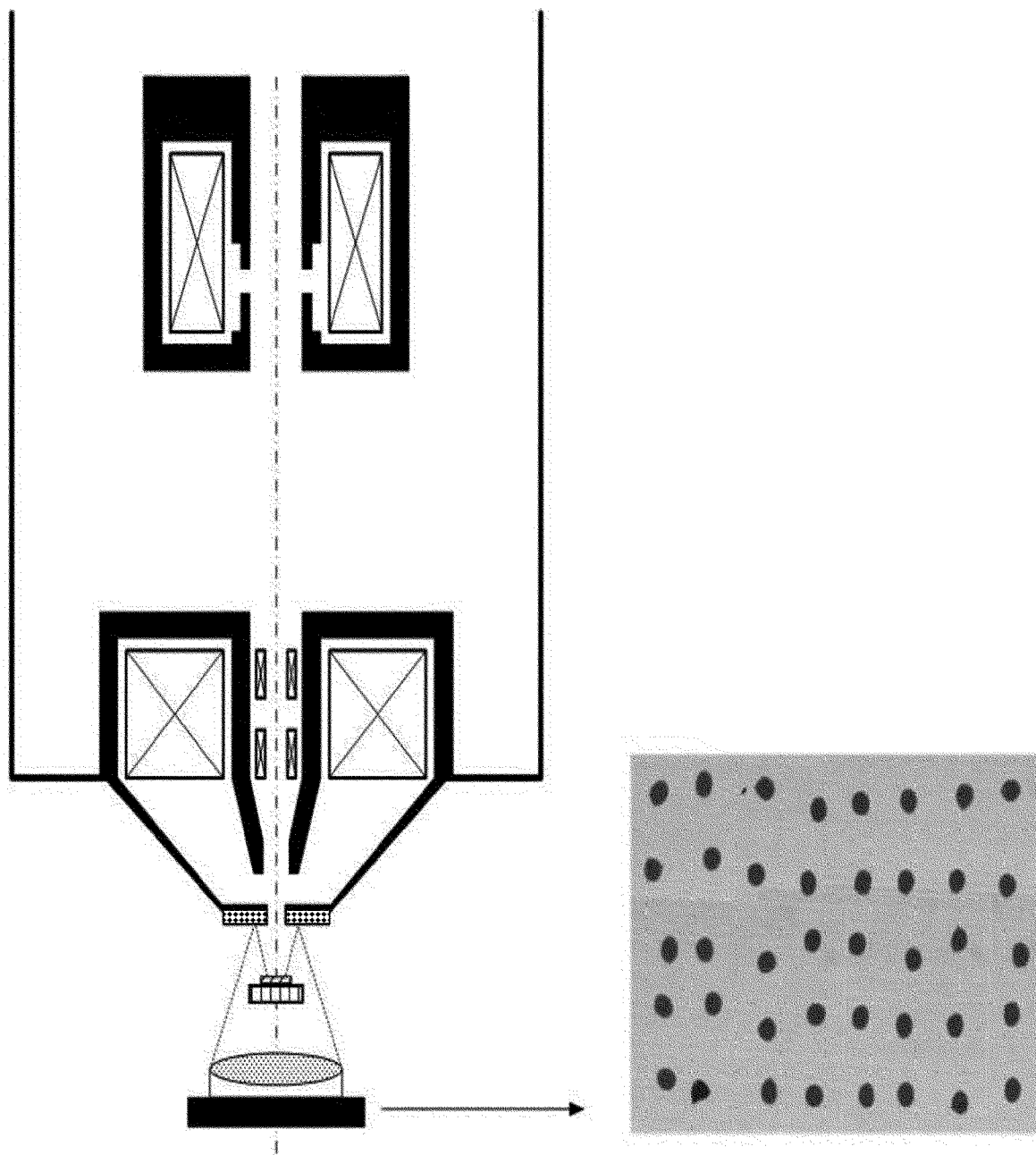
[도6]



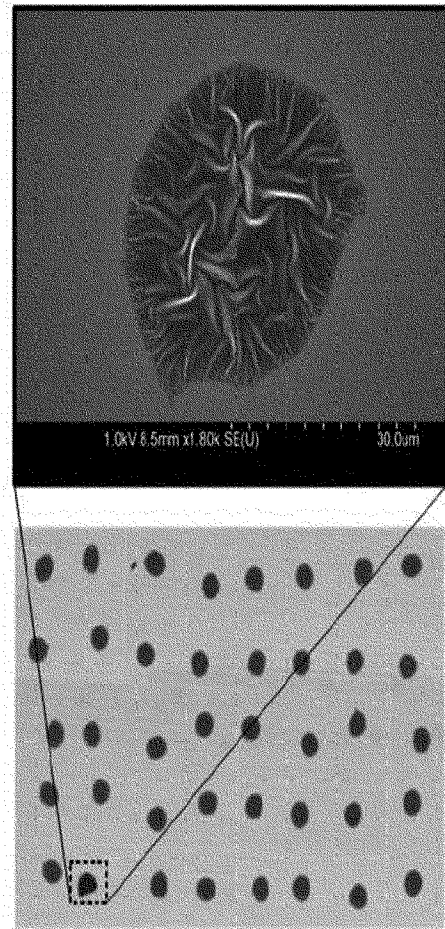
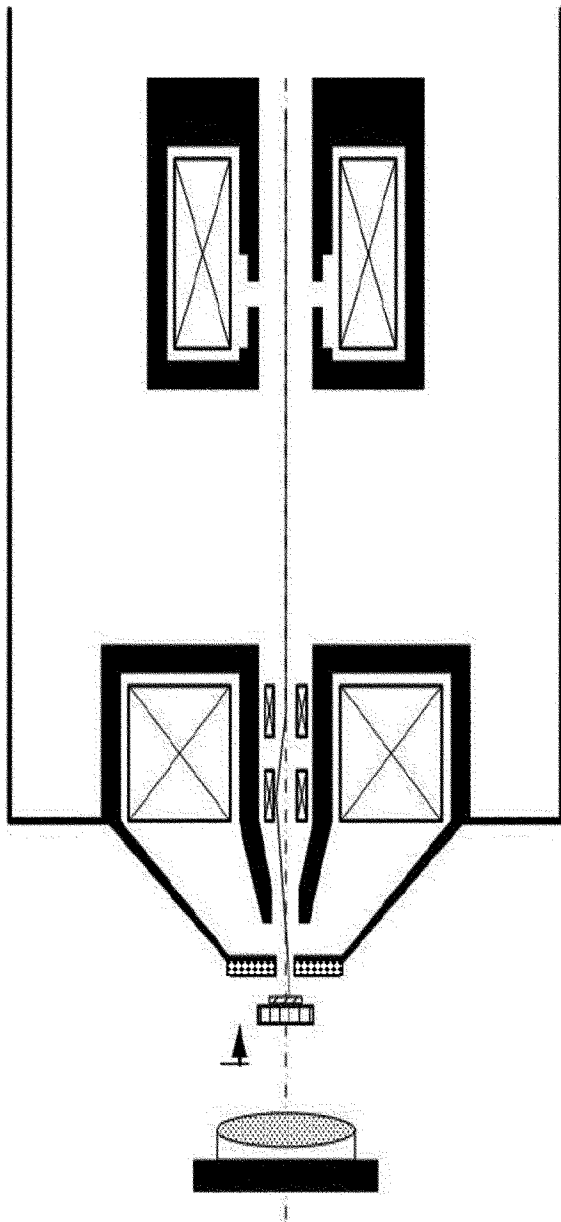
[도7]



[도8]



[도9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/007110**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G02B 21/00(2006.01)i, G01Q 30/02(2010.01)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)

G02B 21/00; G01Q 60/00; H01J 37/29; H01J 37/22; H01J 37/244; H01J 37/147; G01Q 10/00; H01J 37/28; H01J 37/21; G01Q 30/02

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: scanning electron microscope, mirror, optical image, lens, objective lens, aperture, detection, bias, scanning, irradiation, expansion, normal pressure, vacuum, SEM, TEM and pressure

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2015-0064311 A (KOREA RESEARCH INSTITUTE OF STANDARDS AND SCIENCE) 11 June 2015 See paragraphs [0031]-[0083], claims 1-15 and figures 1-4.	1-14
Y	KR 10-2010-0068374 A (VEECO INSTRUMENTS INC.) 23 June 2010 See paragraphs [0093]-[0094], [0133]-[0134] and figures 11-12.	1-14
A	EP 0786145 B1 (FEI COMPANY) 15 December 2004 See paragraphs [0030]-[0033] and figure 1.	1-14
A	JP 2000-067798 A (NIKON CORP.) 03 March 2000 See paragraphs [0015]-[0020] and figure 1.	1-14
A	KR 10-0885940 B1 (EBARA SEISAKUSHO KABUSHIKI KAISHA) 26 February 2009 See paragraphs [0068]-[0078], [0301]-[0306] and figure 7.	1-14



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

30 SEPTEMBER 2016 (30.09.2016)

Date of mailing of the international search report

30 SEPTEMBER 2016 (30.09.2016)

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/KR2016/007110

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2015-0064311 A	11/06/2015	WO 2015-083973 A1	11/06/2015
KR 10-2010-0068374 A	23/06/2010	CN 101960287 A	26/01/2011
		CN 101960287 B	18/07/2012
		EP 2183569 A2	12/05/2010
		US 2009-0032706 A1	05/02/2009
		US 7770231 B2	03/08/2010
		WO 2009-018575 A2	05/02/2009
		WO 2009-018575 A3	23/04/2009
EP 0786145 B1	15/12/2004	EP 0786145 A1	30/07/1997
		JP 2002-516018 A	28/05/2002
		US 5828064 A	27/10/1998
		WO 97-07525 A1	27/02/1997
JP 2000-067798 A	03/03/2000	JP 2000-011934 A	14/01/2000
		JP 2000-011936 A	14/01/2000
		JP 4106755 B2	25/06/2008
		JP 4135221 B2	20/08/2008
		US 2003-0025076 A1	06/02/2003
		US 6661008 B2	09/12/2003
KR 10-0885940 B1	26/02/2009	EP 1261016 A1	27/11/2002
		EP 1271605 A1	02/01/2003
		EP 1271606 A1	02/01/2003
		EP 1273907 A1	08/01/2003
		EP 1296351 A1	26/03/2003
		EP 1296352 A1	26/03/2003
		EP 1304717 A1	23/04/2003
		EP 1339100 A1	27/08/2003
		EP 2365512 A2	14/09/2011
		EP 2365512 A3	04/01/2012
		EP 2587515 A1	01/05/2013
		JP 2002-221916 A	09/08/2002
		JP 2006-153871 A	15/06/2006
		JP 2006-339169 A	14/12/2006
		JP 2007-035645 A	08/02/2007
		JP 2007-048754 A	22/02/2007
		JP 2007-147648 A	14/06/2007
		JP 2007-165327 A	28/06/2007
		JP 2007-184283 A	19/07/2007
		JP 2007-206050 A	16/08/2007
		JP 2008-180721 A	07/08/2008
		JP 2008-193119 A	21/08/2008
		JP 2012-119704 A	21/06/2012
		JP 2013-175781 A	05/09/2013
		JP 3890015 B2	07/03/2007
		JP 3896080 B2	22/03/2007
		JP 3943022 B2	11/07/2007

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2016/007110

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
		JP 3993094 B2	17/10/2007
		JP 3993098 B2	17/10/2007
		JP 4217257 B2	28/01/2009
		JP 4221428 B2	12/02/2009
		JP 4224089 B2	12/02/2009
		JP 4798322 B2	19/10/2011
		JP 4939235 B2	23/05/2012
		JP 5302423 B2	02/10/2013
		JP 5736003 B2	17/06/2015
		KR 10-0858919 B1	17/09/2008
		KR 10-0873447 B1	11/12/2008
		KR 10-0875230 B1	19/12/2008
		US 2002-0028399 A1	07/03/2002
		US 2002-0033449 A1	21/03/2002
		US 2002-0036264 A1	28/03/2002
		US 2002-0109090 A1	15/08/2002
		US 2002-0130262 A1	19/09/2002
		US 2002-0131008 A1	19/09/2002
		US 2002-0142496 A1	03/10/2002
		US 2002-0148961 A1	17/10/2002
		US 2002-0148975 A1	17/10/2002
		US 2003-0207475 A1	06/11/2003
		US 2004-0183013 A1	23/09/2004
		US 2005-0092921 A1	05/05/2005
		US 2005-0121611 A1	09/06/2005
		US 2006-0138343 A1	29/06/2006
		US 2007-0018101 A1	25/01/2007
		US 2007-0045536 A1	01/03/2007
		US 2007-0057186 A1	15/03/2007
		US 2007-0194235 A1	23/08/2007
		US 2007-0235644 A1	11/10/2007
		US 2007-0272859 A1	29/11/2007
		US 2008-0042060 A1	21/02/2008
		US 2008-0121804 A1	29/05/2008
		US 2008-0173815 A1	24/07/2008
		US 2008-0302963 A1	11/12/2008
		US 2008-0308729 A1	18/12/2008
		US 2009-0032708 A1	05/02/2009
		US 2009-0039262 A1	12/02/2009
		US 2009-0050822 A1	26/02/2009
		US 2011-0104830 A1	05/05/2011
		US 2012-0032079 A1	09/02/2012
		US 6593152 B2	15/07/2003
		US 6768534 B2	27/07/2004
		US 6855929 B2	15/02/2005
		US 7049585 B2	23/05/2006
		US 7095022 B2	22/08/2006
		US 7109483 B2	19/09/2006
		US 7109484 B2	19/09/2006
		US 7129485 B2	31/10/2006

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2016/007110

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
		US 7135676 B2	14/11/2006
		US 7223973 B2	29/05/2007
		US 7241993 B2	10/07/2007
		US 7244932 B2	17/07/2007
		US 7247848 B2	24/07/2007
		US 7297949 B2	20/11/2007
		US 7408175 B2	05/08/2008
		US 7411191 B2	12/08/2008
		US 7417236 B2	26/08/2008
		US 7423267 B2	09/09/2008
		US 7439502 B2	21/10/2008
		US 7601972 B2	13/10/2009
		US 7745784 B2	29/06/2010
		US 7829871 B2	09/11/2010
		US 7888642 B2	15/02/2011
		US 7928378 B2	19/04/2011
		US 8053726 B2	08/11/2011
		US 8368031 B2	05/02/2013
		US 8822919 B2	02/09/2014

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))**G02B 21/00(2006.01)I, G01Q 30/02(2010.01)I****B. 조사된 분야**

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G02B 21/00; G01Q 60/00; H01J 37/29; H01J 37/22; H01J 37/244; H01J 37/147; G01Q 10/00; H01J 37/28; H01J 37/21; G01Q 30/02

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: 주사전자현미경, 거울, 광학 이미지, 렌즈, 대물렌즈, 어퍼처, 검출, 편향, 스캐닝, 조사, 확대, 상압, 진공, SEM, TEM 및 압력

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2015-0064311 A (한국표준과학연구원) 2015.06.11 단락 [0031]-[0083], 청구항 1-15 및 도면 1-4 참조.	1-14
Y	KR 10-2010-0068374 A (비코 인스트루먼트 인코포레이티드) 2010.06.23 단락 [0093]-[0094], [0133]-[0134] 및 도면 11-12 참조.	1-14
A	EP 0786145 B1 (FEI COMPANY) 2004.12.15 단락 [0030]-[0033] 및 도면 1 참조.	1-14
A	JP 2000-067798 A (NIKON CORP.) 2000.03.03 단락 [0015]-[0020] 및 도면 1 참조.	1-14
A	KR 10-0885940 B1 (가부시키가이샤 에바라 세이사꾸쇼) 2009.02.26 단락 [0068]-[0078], [0301]-[0306] 및 도면 7 참조.	1-14

☐ 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

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2016년 09월 30일 (30.09.2016)

국제조사보고서 발송일

2016년 09월 30일 (30.09.2016)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

이현길

전화번호 +82-42-481-8525



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2015-0064311 A	2015/06/11	WO 2015-083973 A1	2015/06/11
KR 10-2010-0068374 A	2010/06/23	CN 101960287 A	2011/01/26
		CN 101960287 B	2012/07/18
		EP 2183569 A2	2010/05/12
		US 2009-0032706 A1	2009/02/05
		US 7770231 B2	2010/08/03
		WO 2009-018575 A2	2009/02/05
		WO 2009-018575 A3	2009/04/23
EP 0786145 B1	2004/12/15	EP 0786145 A1	1997/07/30
		JP 2002-516018 A	2002/05/28
		US 5828064 A	1998/10/27
		WO 97-07525 A1	1997/02/27
JP 2000-067798 A	2000/03/03	JP 2000-011934 A	2000/01/14
		JP 2000-011936 A	2000/01/14
		JP 4106755 B2	2008/06/25
		JP 4135221 B2	2008/08/20
		US 2003-0025076 A1	2003/02/06
		US 6661008 B2	2003/12/09
KR 10-0885940 B1	2009/02/26	EP 1261016 A1	2002/11/27
		EP 1271605 A1	2003/01/02
		EP 1271606 A1	2003/01/02
		EP 1273907 A1	2003/01/08
		EP 1296351 A1	2003/03/26
		EP 1296352 A1	2003/03/26
		EP 1304717 A1	2003/04/23
		EP 1339100 A1	2003/08/27
		EP 2365512 A2	2011/09/14
		EP 2365512 A3	2012/01/04
		EP 2587515 A1	2013/05/01
		JP 2002-221916 A	2002/08/09
		JP 2006-153871 A	2006/06/15
		JP 2006-339169 A	2006/12/14
		JP 2007-035645 A	2007/02/08
		JP 2007-048754 A	2007/02/22
		JP 2007-147648 A	2007/06/14
		JP 2007-165327 A	2007/06/28
		JP 2007-184283 A	2007/07/19
		JP 2007-206050 A	2007/08/16
		JP 2008-180721 A	2008/08/07
		JP 2008-193119 A	2008/08/21
		JP 2012-119704 A	2012/06/21
		JP 2013-175781 A	2013/09/05
		JP 3890015 B2	2007/03/07
		JP 3896080 B2	2007/03/22
		JP 3943022 B2	2007/07/11

국제조사보고서에서
인용된 특허문헌

공개일

대응특허문헌

공개일

JP 3993094 B2	2007/10/17
JP 3993098 B2	2007/10/17
JP 4217257 B2	2009/01/28
JP 4221428 B2	2009/02/12
JP 4224089 B2	2009/02/12
JP 4798322 B2	2011/10/19
JP 4939235 B2	2012/05/23
JP 5302423 B2	2013/10/02
JP 5736003 B2	2015/06/17
KR 10-0858919 B1	2008/09/17
KR 10-0873447 B1	2008/12/11
KR 10-0875230 B1	2008/12/19
US 2002-0028399 A1	2002/03/07
US 2002-0033449 A1	2002/03/21
US 2002-0036264 A1	2002/03/28
US 2002-0109090 A1	2002/08/15
US 2002-0130262 A1	2002/09/19
US 2002-0131008 A1	2002/09/19
US 2002-0142496 A1	2002/10/03
US 2002-0148961 A1	2002/10/17
US 2002-0148975 A1	2002/10/17
US 2003-0207475 A1	2003/11/06
US 2004-0183013 A1	2004/09/23
US 2005-0092921 A1	2005/05/05
US 2005-0121611 A1	2005/06/09
US 2006-0138343 A1	2006/06/29
US 2007-0018101 A1	2007/01/25
US 2007-0045536 A1	2007/03/01
US 2007-0057186 A1	2007/03/15
US 2007-0194235 A1	2007/08/23
US 2007-0235644 A1	2007/10/11
US 2007-0272859 A1	2007/11/29
US 2008-0042060 A1	2008/02/21
US 2008-0121804 A1	2008/05/29
US 2008-0173815 A1	2008/07/24
US 2008-0302963 A1	2008/12/11
US 2008-0308729 A1	2008/12/18
US 2009-0032708 A1	2009/02/05
US 2009-0039262 A1	2009/02/12
US 2009-0050822 A1	2009/02/26
US 2011-0104830 A1	2011/05/05
US 2012-0032079 A1	2012/02/09
US 6593152 B2	2003/07/15
US 6768534 B2	2004/07/27
US 6855929 B2	2005/02/15
US 7049585 B2	2006/05/23
US 7095022 B2	2006/08/22
US 7109483 B2	2006/09/19
US 7109484 B2	2006/09/19
US 7129485 B2	2006/10/31

국제조사보고서에서
인용된 특허문헌

공개일

대응특허문헌

공개일

US 7135676 B2	2006/11/14
US 7223973 B2	2007/05/29
US 7241993 B2	2007/07/10
US 7244932 B2	2007/07/17
US 7247848 B2	2007/07/24
US 7297949 B2	2007/11/20
US 7408175 B2	2008/08/05
US 7411191 B2	2008/08/12
US 7417236 B2	2008/08/26
US 7423267 B2	2008/09/09
US 7439502 B2	2008/10/21
US 7601972 B2	2009/10/13
US 7745784 B2	2010/06/29
US 7829871 B2	2010/11/09
US 7888642 B2	2011/02/15
US 7928378 B2	2011/04/19
US 8053726 B2	2011/11/08
US 8368031 B2	2013/02/05
US 8822919 B2	2014/09/02