



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년08월04일

(11) 등록번호 10-1542022

(24) 등록일자 2015년07월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01J 37/28 (2006.01) G21K 5/04 (2006.01)

H01J 37/18 (2006.01) H01J 37/20 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-7004411

(22) 출원일자(국제) 2012년07월04일

심사청구일자 2014년02월20일

(85) 번역문제출일자 2014년02월20일

(65) 공개번호 10-2014-0048999

(43) 공개일자 2014년04월24일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2012/067035

(87) 국제공개번호 WO 2013/042425

국제공개일자 2013년03월28일

(30) 우선권주장

JP-P-2011-205499 2011년09월21일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2006147430 A*

JP51042461 A*

US20080308731 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

가부시킴가이샤 히다치 하이테크놀로지즈

일본국 도쿄도 미나토구 니시신바시 1쵸메 24-14

(72) 발명자

오미나미, 유스케

일본 105-8717 도쿄도 미나토구 니시 신바시 1쵸
메 24-14 가부시킴가이샤 히다치 하이테크놀로지
즈 내

오따끼, 도모히사

일본 105-8717 도쿄도 미나토구 니시 신바시 1쵸
메 24-14 가부시킴가이샤 히다치 하이테크놀로지
즈 내

이토, 스게히로

일본 105-8717 도쿄도 미나토구 니시 신바시 1쵸
메 24-14 가부시킴가이샤 히다치 하이테크놀로지
즈 내

(74) 대리인

장수길, 이중희

전체 청구항 수 : 총 18 항

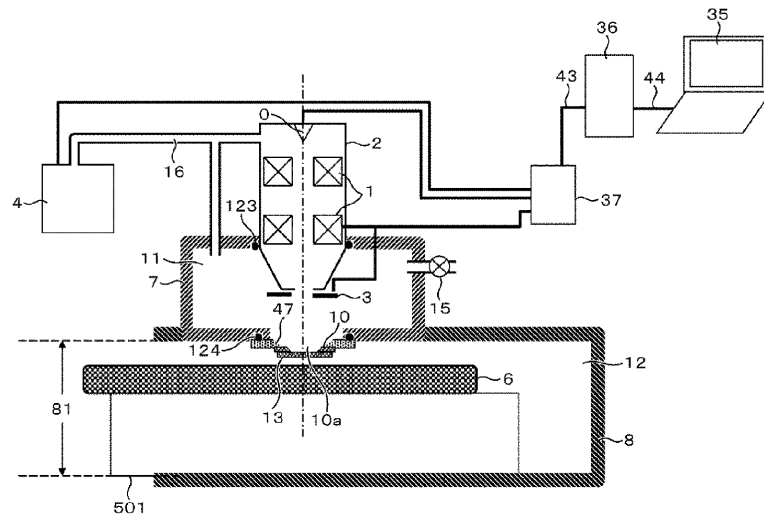
심사관 : 김주승

(54) 발명의 명칭 하전 입자선 장치, 하전 입자선 장치의 조정 방법, 및 시료의 관찰 방법

(57) 요약

대기압 공간과 감압 공간을 분리하기 위한 박막 주변부의 구성을 최적화함으로써, 시료(6)를 대기 분위기 또는 가스 분위기에서 관찰하는 것이 가능한 하전 입자선 장치를 제공한다. 제1 하우스(7)를 배기하는 진공 배기 펌프(4)와, 제1 하우스(7) 내에서, 조사에 의해 얻어지는 하전 입자선을 검출하는 검출기(3)와, 적어도 제1 하우스(7) 또는 제2 하우스(8)의 어느 일부이거나, 또는 별체로서 구성되고, 제1 하우스(7) 내와 제2 하우스(8) 내와의 사이의 적어도 일부를 이격하는 격벽부와, 격벽부에 설치되고, 하전 입자 조사부측의 개구 면적이 시료(6)측의 개구 면적보다도 큰 개구부(10a)와, 개구부(10a)의 시료(6)측을 덮고, 1차 하전 입자선 및 하전 입자선을 투과 또는 통과시키는 박막(13)을 구비하는 하전 입자선 장치를 제공한다.

대표도



명세서

청구범위

청구항 1

하전 입자원으로부터 방출되는 1차 하전 입자선을 시료상에 조사하는 하전 입자 조사부와,
상기 하전 입자 조사부를 지지하고, 내부를 진공 상태로 유지 가능하게 구성되는 제1 하우징과,
그 제1 하우징에 구비되고 상기 시료를 저장하는 제2 하우징으로서, 상기 제1 하우징 내부의 진공 상태를 유지한 상태로 해당 제2 하우징의 외부로부터 상기 시료의 관찰 위치를 변경 가능한 시료 출입구부를 갖는 제2 하우징과,
상기 제1 하우징 내를 배기하는 배기 장치와,
상기 제1 하우징 내에서, 상기 조사에 의해 얻어지는 하전 입자선을 검출하는 검출기와,
적어도 상기 제1 하우징 또는 상기 제2 하우징의 어느 일부이거나, 또는 별체로서 구성되고, 상기 제1 하우징 내와 상기 제2 하우징 내와의 사이의 적어도 일부를 이격하는 격벽부와,
그 격벽부에 형성되고, 상기 하전 입자 조사부측의 개구 면적이 상기 시료측의 개구 면적보다도 큰 개구부와,
그 개구부의 상기 시료측을 덮고, 상기 1차 하전 입자선 및 상기 하전 입자선을 투과 또는 통과시키는 박막과,
상기 박막의 위치를 조정하기 위한 위치 조정 기구를 구비하는 하전 입자선 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 격벽부는, 적어도 상기 제1 하우징 또는 상기 제2 하우징의 어느 일부와 전기적으로 연통하고 있는 하전 입자선 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 개구부의 내측 측벽이 테이퍼 형상으로 형성되어 있는 하전 입자선 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 개구부의 내측 측벽에 단차가 형성되어 있는 하전 입자선 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 개구부의 상기 시료측을 복수로 구획하는 구획부가 형성되어 있는 하전 입자선 장치.

청구항 6

제2항에 있어서,
상기 격벽부는, 적어도 상기 제1 하우징 또는 상기 제2 하우징의 어느 일부와 상기 박막을 전기적으로 연통시키고 있는 하전 입자선 장치.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 격벽부는 적어도 그 일부가 상기 박막을 보유 지지하는 박막 보유 지지부로 구성되고, 그 박막 보유 지지부의 적어도 표면의 일부 또는 전부가 도전성 또는 반도체성의 부재로 구성되어 있는 하전 입자선 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 격벽부는, 상기 박막을 보유 지지하는 박막 보유 지지부와, 그 박막 보유 지지부를 고정하는 고정재로 적어도 구성되어 있고,

상기 고정재와 상기 시료와의 사이의 거리가 상기 박막과 상기 시료와의 사이의 거리보다 커지도록 상기 고정재가 구성되는 하전 입자선 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 격벽부는, 상기 박막을 보유 지지하는 박막 보유 지지부와, 그 박막 보유 지지부를 지지하는 박막 보유 지지부 지지체로 적어도 구성되어 있고, 상기 박막 보유 지지부와 상기 박막 보유 지지부 지지체와의 접촉부가 밀착하고 있는 하전 입자선 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 격벽부는, 상기 박막을 보유 지지하는 박막 보유 지지부가 적어도 구성되어 있고, 그 박막 보유 지지부의 외주 단부에 적어도 1개 이상의 단차부를 구비하고, 그 단차부를 이용하여 상기 박막 보유 지지부를 고정하는 하전 입자선 장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 격벽부를 상기 제2 하우징측으로부터 상기 제1 하우징측으로 이동시키는 이동 기구를 구비하는 하전 입자선 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 이동 기구가 상기 시료를 적재하기 위한 시료 스테이지인 하전 입자선 장치.

청구항 13

삭제

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 위치 조정 기구가 상기 제2 하우징의 시료 출입구를 폐색하는 폐색부에 구비되어 있는 하전 입자선 장치.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 시료를 적재하기 위해 상면이 경사지도록 구성된 시료대와, 그 시료대의 시료 재치면과 상기 박막의 그 시료 재치면측의 면이 평행해지도록 상기 격벽부에는 경사부가 구비되는 하전 입자선 장치.

청구항 16

하전 입자 조사부의 하전 입자원으로부터 방출되는 1차 하전 입자선을, 내부를 진공 상태로 유지한 제1 하우징

으로부터 그 제1 하우징에 구비된 제2 하우징에 저장된 시료에 대해 조사하는 시료의 관찰 방법으로서,
 상기 1차 하전 입자선이 투과 또는 통과하는 박막의 위치를 상기 1차 하전 입자선의 광축에 대하여 조정하고,
 적어도 상기 제1 하우징 또는 상기 제2 하우징의 어느 일부이거나, 또는 별체로서 구성되고, 상기 제1 하우징
 내와 상기 제2 하우징 내와의 사이의 적어도 일부를 이격하는 격벽부에 설치되고, 상기 하전 입자 조사부측의
 개구 면적이 상기 시료측의 개구 면적보다도 큰 개구부를 상기 1차 하전 입자선이 통과하고,
 상기 개구부의 상기 시료측을 덮은 박막을 상기 1차 하전 입자선이 투과 또는 통과하고, 상기 시료에 대해 1차
 하전 입자선을 조사하고, 상기 박막을 상기 시료로부터의 하전 입자선이 투과 또는 통과하고, 상기 하전 입자선
 이 상기 개구부를 통과하고, 상기 제1 하우징 내에서, 상기 하전 입자선을 검출기가 검출하는 시료의 관찰
 방법.

청구항 17

하전 입자원으로부터 방출되는 1차 하전 입자선을 시료상에 조사하는 하전 입자 조사부와,
 상기 하전 입자 조사부를 지지하고, 내부를 진공 상태로 유지 가능하게 구성되는 제1 하우징과,
 그 제1 하우징에 구비되어 상기 시료를 저장하는 제2 하우징과,
 상기 제1 하우징 내를 배기하는 배기 장치와,
 상기 제1 하우징 내에서, 상기 조사에 의해 얻어지는 하전 입자선을 검출하는 검출기와,
 적어도 상기 제1 하우징 또는 상기 제2 하우징의 어느 일부이거나, 또는 별체로서 구성되고, 상기 제1 하우징
 내와 상기 제2 하우징 내와의 사이의 적어도 일부를 이격하는 격벽부와,
 그 격벽부에 설치되고, 상기 하전 입자 조사부측의 개구 면적이 상기 시료측의 개구 면적보다도 큰 개구부와,
 그 개구부의 상기 시료측을 덮고, 상기 1차 하전 입자선 및 상기 하전 입자선을 투과 또는 통과시키는 박막을
 구비하는 하전 입자선 장치의 조정 방법으로서,
 상기 제1 하우징 내와 상기 제2 하우징 내의 기압 상태가 동일한 상태에서,
 상기 격벽부를 이동시켜, 상기 제1 하우징과 제2 하우징을 구획하는 스텝과,
 제2 하우징 내보다도 제1 하우징 내의 압력을 작게 하는 스텝과,
 하전 입자를 방출시키는 스텝과,
 하전 입자를 적어도 상기 박막에 조사하는 스텝과,
 상기 격벽부의 위치를 이동시키는 스텝을 갖는 하전 입자선 장치의 조정 방법.

청구항 18

하전 입자원으로부터 방출되는 1차 하전 입자선을 시료상에 조사하는 하전 입자 조사부와,
 상기 하전 입자 조사부를 지지하고, 내부를 진공 상태로 유지 가능하게 구성되는 제1 하우징과,
 그 제1 하우징에 구비되고 상기 시료를 저장하는 제2 하우징으로서, 상기 제1 하우징 내부의 진공 상태를 유지
 한 상태로 해당 제2 하우징의 외부로부터 상기 시료의 관찰 위치를 변경 가능한 시료 출입구부를 갖는 제2 하우
 징과,
 상기 제1 하우징 내를 배기하는 배기 장치와,
 상기 제1 하우징 내에서, 상기 조사에 의해 얻어지는 하전 입자선을 검출하는 검출기와,
 적어도 상기 제1 하우징 또는 상기 제2 하우징의 어느 일부이거나, 또는 별체로서 구성되고, 상기 제1 하우징
 내와 상기 제2 하우징 내와의 사이의 적어도 일부를 이격하는 격벽부와,
 그 격벽부에 형성되고, 상기 하전 입자 조사부측의 개구 면적이 상기 시료측의 개구 면적보다도 큰 개구부와,
 그 개구부의 상기 시료측을 덮고, 상기 1차 하전 입자선 및 상기 하전 입자선을 투과 또는 통과시키는 박막과,

상기 격벽부를 상기 제2 하우징측으로부터 상기 제1 하우징측으로 이동시키는 이동 기구를 구비하는 하전 입자선 장치.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 이동 기구가 상기 시료를 적재하기 위한 시료 스테이지인 하전 입자선 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 하전 입자선 장치의 기술에 관한 것이다.

[0002] 피 관찰 시료를 대기압 또는 소정의 가스 분위기 중에서 관찰 가능한 하전 입자선 장치의 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 물체의 미소한 영역을 관찰하기 위해, 주사형 전자 현미경(SEM)이나 투과형 전자 현미경(TEM) 등이 널리 사용되고 있다. 일반적으로, 이들 장치에서는 시료를 배치하기 위한 제2 하우징을 진공 배기하고, 시료 분위기를 진공 상태로 하여 시료를 활상한다. 한편, 생물 화학 시료나 액체 시료 등 진공에 의해 데미지를 받는, 또는 상태가 변하는 시료를 전자 현미경으로 관찰하고자 하는 니즈는 커서, 최근 들어, 관찰 대상 시료를 대기압하에서 관찰 가능한 SEM 장치나 시료 보유 지지 장치 등이 개발되고 있다.

[0004] 이들 장치는, 원리적으로는 전자 광학계와 시료의 사이에 전자선이 투과 가능한 박막을 설치하여 진공 상태와 대기 상태를 구획하는 것으로, 모두 시료와 전자 광학계와의 사이에 박막을 설치하는 점에서 공통된다.

[0005] 특허문헌 1, 특허문헌 2, 특허문헌 3에는, 대기압하에 놓인 시료나 액체를 관찰하는 것을 목적으로 하여, 전자선이 통과하는 것이 가능한 박막을 시료 주변에 배치하고, 박막에 의해 진공 상태와 대기압 상태를 구획하고 있는 대기압 SEM 장치가 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 평 05-234552호 공보

(특허문헌 0002) 일본 특허 공개 평 10-064467호 공보

(특허문헌 0003) 일본 특허 공개 제2006-147430호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 그러나, 특허문헌 1, 특허문헌 2, 특허문헌 3에 기재된 발명에서는, 박막의 보유 지지 구성 등에 대해 기술적인 문제가 몇 개 있는 것을 본 발명자는 발견하였다.

[0008] 즉, 시료로부터의 방출 전자를 효율적으로 검출하기 위해서는, 박막의 방출 전자 투과 영역을 크게 할 필요가 있지만, 단순히 박막의 방출 전자 투과 영역을 크게 하면, 박막의 강도를 유지할 수 없다고 하는 문제가 있었다. 본 발명은 이러한 문제를 감안하여 이루어진 것으로, 대기압 공간과 감압 공간을 분리하기 위한 박막 주변부의 구성을 최적화함으로써, 피 관찰 시료를 대기 분위기 또는 가스 분위기에서 관찰하는 것이 가능한 하전 입자선 장치 또는, 하전 입자선 장치의 조정 방법 및 시료의 검사 또는 시료의 관찰 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 형태에 의하면, 하전 입자원으로부터 방출되는 1차 하전 입자선을 시료상에 조사하는 하전 입자 조사부와, 상기 하전 입자 조사부를 지지하고, 내부를 진공 상태로 유지 가능하게 구성되는 제1 하우징과, 그 제1 하우징에 구비되어 상기 시료를 저장하는 제2 하우징과, 상기 제1 하우징 내를 배기하는 배기 장치와, 상기 제1 하우징 내에서, 상기 조사에 의해 얻어지는 하전 입자선을 검출하는 검출기와, 적어도 상기 제1 하우징 또는 상기 제2 하우징의 어느 일부이거나, 또는 별체로서 구성되고, 상기 제1 하우징 내와 상기 제2 하우징 내와의 사이의 적어도 일부를 이격하는 격벽부와, 그 격벽부에 형성되고, 상기 하전 입자 조사부측의 개구 면적이 상기 시료측의 개구 면적보다도 큰 개구부와, 그 개구부의 상기 시료측을 덮고, 상기 1차 하전 입자선 및 상기 하전 입자선을 투과 또는 통과시키는 박막을 구비하는 하전 입자선 장치 또는 그것의 조정 방법이 제공된다.

[0010] 본 발명의 다른 일 형태에 의하면, 하전 입자 조사부의 하전 입자원으로부터 방출되는 1차 하전 입자선을, 내부를 진공 상태로 유지한 제1 하우징으로부터 그 제1 하우징에 구비된 제2 하우징에 저장된 시료에 대해 조사하는 시료의 관찰 방법으로서, 적어도 상기 제1 하우징 또는 상기 제2 하우징의 어느 일부이거나, 또는 별체로서 구성되고, 상기 제1 하우징 내와 상기 제2 하우징 내와의 사이의 적어도 일부를 이격하는 격벽부에 설치되고, 상기 하전 입자 조사부측의 개구 면적이 상기 시료측의 개구 면적보다도 큰 개구부를 상기 1차 하전 입자선이 통과하고, 상기 개구부의 상기 시료측을 덮은 박막을 상기 1차 하전 입자선이 투과 또는 통과하고, 상기 시료에 대해 1차 하전 입자선을 조사하고, 상기 박막을 상기 시료로부터의 하전 입자선이 투과 또는 통과하고, 상기 하전 입자선이 상기 개구부를 통과하고, 상기 제1 하우징 내에서, 상기 하전 입자선을 검출기가 검출하는 시료의 검사 또는 시료의 관찰 방법이 제공된다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 따르면, 하전 입자가 조사 및 투과되는 박막을 최적으로 구비할 수 있어 종래보다도 실용성이 높은 대기압 분위기하에서 관찰 가능한 하전 입자선 장치, 하전 입자선 장치의 조정 방법, 및 시료의 검사 또는 시료의 관찰 방법을 제공하는 것이 가능하게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은 본 발명의 제1 실시 형태로서, 하전 입자선 장치의 전체 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 제2 실시 형태로서, 하전 입자선 장치의 전체 구성도이다.
- 도 3은 본 발명의 제2 실시 형태로서의 박막의 주변부의 상세도의 일례이다.
- 도 4는 본 발명의 제2 실시 형태로서의 박막을 구비한 박막 보유 지지부의 제1 예를 도시하는 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 제2 실시 형태로서의 박막을 구비한 박막 보유 지지부의 제2 예를 도시하는 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 제2 실시 형태로서의 박막을 구비한 박막 보유 지지부의 제3 예를 도시하는 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 제2 실시 형태로서의 고정재가 박막 보유 지지부와 박막 보유 지지부 지지체와의 사이에 구비되는 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 제2 실시 형태로서의 박막 보유 지지부와 박막 보유 지지부 지지체와의 사이에 고정재를 구비하는 변형예를 도시하는 도면이다.
- 도 9는 본 발명의 제3 실시 형태로서, 시료가 기온 상태에서 현미경 관찰을 행하는 형태를 도시하는 도면이다.
- 도 10은 본 발명의 제4 실시 형태로서, 박막 보유 지지부를 보유 지지하는 실시 형태를 도시하는 도면이다.
- 도 11은 본 발명의 제4 실시 형태로서, 대를 사용한 실시 형태를 도시하는 도면이다.
- 도 12는 본 발명의 제5 실시 형태를 도시하는 도면이다.
- 도 13은 본 발명의 제6 실시 형태를 나타내는 흐름도이다.
- 도 14는 본 발명의 제7 실시 형태를 나타내는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하의 설명에서는, 전자선을 사용한 SEM 장치를 예로 들어 설명을 행하지만, 이온 빔을 조사하여 2차 전자나 반사 전자를 검출하는 SIM(Scanning Ion Microscope) 또는 경원소의 이온 빔을 사용한 이온 현미경 등, 다른 하

전 입자선 장치에 적용 가능한 것은 물론이다. 또한, 이하에 설명하는 각 실시예는, 본 발명의 범위를 일탈하지 않는 범위에서 적절히 조합하는 것도 가능하다.

- [0014] <제1 실시 형태>
- [0015] 도 1은 본 발명의 제1 실시 형태로서, 하전 입자선 장치의 전체 구성도를 도시하고 있다. 도 1에 도시되는 장치는, 하전 입자원으로부터 방출되는 1차 하전 입자선을 시료상에 조사하고, 얻어지는 하전 입자선을 검출하는 하전 입자선 장치의 일례로서, 하전 입자선을 시료(6)상에 주사하여, 얻어지는 2차 전자 또는 반사 전자를 검출하여 화상화하는 주사형 현미경이다.
- [0016] 대략은, 전자 광학 경통(2), 그 전자 광학 경통(2)을 지지하는 제1 하우징(7), 시료(6)가 저장되는 제2 하우징(8), 제1 하우징(7)의 하면으로서의 격벽부에 설치된 박막 보유 지지부를 지지하는 박막 보유 지지부 지지체(47), 박막을 보유 지지하는 박막 보유 지지부(10), 1차 전자선 및 시료로부터 얻어지고 2차 전자 또는 반사 전자가 투과되는 박막(13)에 의해 구성된다. 전자 광학 경통(2)은 제1 하우징(7) 내부에 돌출되도록 설치되어 있고, 전자 광학 경통(2)의 단부에는 상기 2차 전자 또는 반사 전자를 검출하는 검출기(3)가 배치되어 있다. 검출기(3)는 제1 하우징(7) 내에서 전자 광학 경통(2)으로부터의 시료(6)에의 조사에 의해 얻어지는 2차 전자 또는 반사 전자를 검출하도록 구성되어 있다. 도시하지 않지만, 2차 전자 또는 반사 전자를 검출하는 검출기 대신에, X선이나 광자를 검출하기 위한 검출기가 제1 공간(11)에 있어도 되고, 반사 전자를 검출하는 검출기 및 X선이나 광자를 검출하기 위한 검출기를 각각 설치하도록 해도 된다.
- [0017] 또한, 도 1 중의 1점 쇄선은, 1차 전자선 광축을 나타내고 있고, 전자 광학 경통(2)과 제1 하우징(7) 및 박막(13)은 1차 전자선 광축과 동축에 조립되어 있다.
- [0018] 장치의 제어계로서, 장치 사용자가 사용하는 퍼스널 컴퓨터(35), 퍼스널 컴퓨터(35)와 접속되어 통신을 행하는 상위 제어부(36), 상위 제어부(36)로부터 송신되는 명령에 따라서 진공 배기계나 전자 광학계 등의 제어를 행하는 하위 제어부(37)를 구비한다. 퍼스널 컴퓨터(35)는 장치의 조작 화면(GUI)이 표시되는 모니터와, 키보드나 마우스 등의 조작 화면에의 입력 수단을 구비한다. 상위 제어부(36), 하위 제어부(37) 및 퍼스널 컴퓨터(35)는 각각 통신선(43, 44)에 의해 접속된다. 하위 제어부(37)는 진공 배기 펌프(4), 가스 제어 밸브(101), 하전 입자원(0)이나 광학 렌즈(1) 등을 제어하기 위한 제어 신호를 송수신하는 부위이며, 나아가 검출기(3)의 출력 신호를 디지털 화상 신호로 변환하여 상위 제어부(36)로 송신한다. 상위 제어부(36)와 하위 제어부(37)에서는 아날로그 회로나 디지털 회로 등이 혼재되어 있어도 되고, 또한 상위 제어부(36)와 하위 제어부(37)가 하나로 통일되어 있어도 된다. 또한, 도 1에 도시하는 제어계의 구성은 일례에 지나지 않고, 제어 유닛이나 밸브, 진공 배기 펌프 또는 통신용의 배선 등의 변형예는, 본 실시예에서 의도하는 기능을 만족시키는 한 본 실시예의 SEM 또는 하전 입자선 장치의 범주에 속한다.
- [0019] 전자 조사부로서의 전자 광학 경통(2)은 내부에 전자 광학계를 격납하고 있고, 전자 광학계는, 1차 전자선을 방출하는 하전 입자원(0), 전자선의 궤도를 제어하는 각종 광학 렌즈(1)나 전자선의 궤도를 편향하는 각종 편향기 등을 포함하여 구성된다.
- [0020] 장치가 SIM 또는 이온 현미경인 경우, 전자 광학 경통(2)과 전자 광학계도 하전 입자 광학 경통, 하전 입자 광학계로 되고, 전자원은 이온원으로 된다. 각종 광학 렌즈 및 각종 편향기는, 정전 렌즈 또는 정전 편향기로 구성된다. 이온 빔의 경우, 자장형의 렌즈·편향기를 사용하면 질량 분리가 일어나기 때문이다.
- [0021] 전자 광학 경통(2) 및 제1 하우징(7) 내부[엄밀하게는 제1 하우징(7)과 전자 광학 경통(2)의 표면에 의해 구성되는 폐공간]는, 적어도 장치의 동작 중에는 진공 배기 펌프(4)에 의해 진공 배기되고, 압력이 진공 상태로 유지되도록 구성되어 있다. 이로 인해, 제1 하우징(7)의 전자 광학 경통(2)에 대한 접합부에는 진공 밀봉 부재(123)가 구비되고, 제1 하우징(7)의 하면의 박막 보유 지지부 지지체(47)에 대한 접합부에는 진공 밀봉 부재(124)가 구비되어 있다. 한편, 제2 하우징(8)은 내부를 대기 개방하는 시료 출입구부(81)(또는, 개구면)를 구비하고 있고, 시료의 관찰 중에는, 내부가 상시 대기 개방 상태에 놓인다.
- [0022] 또한, 이후의 설명에서는, 제2 하우징(8) 및 제1 하우징(7)의 내부의 공간을, 각각 제2 공간(12), 제1 공간(11)으로 칭하는 경우도 있다. 제1 공간(11)은 박막(13)을 통과하기 전의 1차 전자선의 통과 경로를 포함하고, 제2 공간(12)은 박막(13)을 통과한 후의 1차 전자선의 통과 경로를 포함한다.
- [0023] 또한, 제1 하우징(7)의 하면은, 반드시 제1 하우징(7)과 일체로서 설치되지 않아도 되고, 제2 하우징(8)의 상면에서 구성되어도 되고, 제1 하우징(7)의 하면과 제2 하우징(8)의 상면 양쪽에서 구성되어도 되고, 제1 하우징(7) 및 제2 하우징(8)과는 별체로서 구성되어도 된다. 요컨대, 적어도 제1 하우징(7) 또는 제2 하우징(8)의 어

는 일부이거나, 또는 별체로서 구성되고, 제1 하우징(7) 내와 제2 하우징(8) 내를 이격하는 격벽부이면 된다.

- [0024] 또한, 제1 하우징(7)과 제2 하우징(8)이 인접하도록 구성되어도 되고, 제1 하우징(7)에 제2 하우징(8)이 구비되도록 구성되어도 된다.
- [0025] 도 1 중, 진공 배기 펌프(4)는 1개로 전자 광학 경통(2)과 제1 하우징(7) 내부를 진공 배기하고 있지만, 2개 이상의 진공 펌프를 설치하여 전자 광학 경통(2)과 제1 하우징(7)을 독립적으로 배기해도 된다. 또한, 배관(16)은 전자 광학 경통(2)과 제1 하우징의 양자에 접속되어 있지만, 별도의 배관으로 접속해도 되고, 이 이상 또는 이 이하의 배관 수로 할 수 있다.
- [0026] 제1 하우징에는, 리크 밸브(15)가 구비되고, 장치 정지시에 제1 하우징(7) 내부를 대기 개방하는데, 제1 하우징(7)에서의 설치 개소는 특별히 상관없다. 또한, 리크 밸브(15)는 2개 이상 있어도 되고, 또한 반드시 설치해야만 하는 것은 아니다.
- [0027] 박막(13)의 두께는 적합하게는, 20 μ m 이하로 하면 된다. 실용상 SEM에서 이용되는, 가속 전압이 수십kV 정도의 전자총을 사용하는 경우, 전자선이 투과하는 두께는 20 μ m 정도이기 때문이다.
- [0028] 시료(6)는 시료대(501) 상에 설치되고, 제2 하우징(8) 내에 격납된다. 시료대(501)는 각종 두께의 것이 구비되어 있고, 관찰 대상으로서의 시료(6)의 두께에 따라 적절한 시료대를 선택하여 제2 하우징(8) 내에 격납한다. 이 작업은 사람의 손에 의해 행할 필요가 있는데, 이에 의해, 박막(13)과 관찰 대상으로서의 시료(6)의 표면간의 거리를 적절한 크기로 조정할 수 있다.
- [0029] 또한, 제2 하우징(8)의 측방에는, 시료 출입구부(81)가 구비되어 있다. 시료 출입구부(81)가 구비되어 있음으로써, 도 1에 도시되는 바와 같이 하우징으로부터 돌출되는 대형의 시료이어도 하우징 내에 재치할 수 있다. 또한, 제2 하우징(8) 내는 상시 대기 개방되어 있으므로, SEM 관찰 중이어도 시료 출입구부(81)로부터 하우징 내부에 손을 삽입하는 것이 가능하고, 시료대(501)를 움직이게 함으로써, SEM 관찰 중에 시료(6)의 관찰 위치를 변경하는 것이 가능하다.
- [0030] 이어서, 도 1에 있어서의 박막(13) 주변부에 대해 더욱 상세하게 설명한다.
- [0031] 제1 하우징(7)의 하면으로서의 격벽부에 설치된 박막 보유 지지부를 지지하는 박막 보유 지지부 지지체(47), 박막을 보유 지지하는 박막 보유 지지부(10), 1차 전자선 및 시료로부터 얻어지고 2차 전자 또는 반사 전자가 투과하는 박막(13)에 의해 구성된다.
- [0032] 박막(13)은 박막 보유 지지부(10)에 밀착하고 있고, 제1 공간(11)의 기밀성을 유지하도록 구성되어 있다.
- [0033] 박막(13)은, 예를 들어 카본재, 유기재, 무기재, 실리콘카바이드, 실리콘산화막, 실리콘질화막, 베릴륨 등의 경원소막, 금속막 중 어느 하나로 구성된다.
- [0034] 도 1에서는, 박막(13)은 박막 보유 지지부(10)의 하면 전체면을 덮고 있지만, 박막 보유 지지부(10)의 개구부(10a)의 제2 공간(12)보다 조금 큰 정도이면 되고, 요컨대 제1 공간(11)의 기밀성을 유지할 수 있도록 구성되어 있으면 된다.
- [0035] 박막(13)은 전자선이 투과할 필요가 있으므로, 전자선의 투과능으로부터 투과 한계로 되는 두께보다도 얇은 것이 바람직하다. 한편, 박막(13)은 대기압과 진공을 구획하기 위한 내압성을 가질 필요가 있으므로, 면적이 가능한 한 작은 편이 좋다.
- [0036] 한편, 상술한 바와 같이 시료(6)로부터의 방출 전자를 검출하기 위한 검출기(3)는 제1 공간(11) 내에서 검출하도록 배치되어 있지만, 제1 공간(11) 내에서의 검출 위치나 검출기(3)의 형상에 상관없이, 시료(6)로부터의 방출 전자를 효율적으로 검출기(3)에 수집하기 위해서는, 박막의 방출 전자 투과 영역, 즉 박막 보유 지지부(10)에 있는 개구부(11a)의 개구 면적을 크게 할 필요가 있다. 단순히 개구부(11a)의 개구 면적을 크게 하면, 상술한 바와 같이 박막 보유 지지부(10)의 제2 공간(12)측에 설치된 박막(13)의 대기압과 진공을 구획하기 위한 내압성의 강도를 유지할 수 없다고 하는 문제가 있다. 따라서, 박막 보유 지지부(10)에 있는 개구부(11a)의 제1 공간(11)측(하전 입자 조사부측)의 개구 면적이 상기 제2 공간(12)측(시료측)의 개구 면적보다도 큰 개구부의 개구 면적을 크게 구성하고 있다. 이에 의해, 시료(6)로부터의 방출 전자를 효율적으로 검출할 수 있고, 또한, 박막(13)의 강도를 유지할 수 있게 된다.
- [0037] 다음으로 작용에 대해 설명한다.

- [0038] 전자원(0)으로부터 방출되는 1차 전자선이, 내부를 진공 상태로 유지한 제1 하우징(7)을 통과하고, 개구부(11a)를 1차 하전 입자선이 통과하고, 개구부(11a)의 시료(6)측을 덮은 박막(13)을 1차 하전 입자선이 투과 또는 통과하고, 1차 하전 입자선을 제2 하우징(8)에 격납된 시료(6)에 대해 조사하고, 박막(13)을 시료(6)로부터의 2차 전자 또는 반사 전자가 투과 또는 통과하고, 2차 전자 또는 반사 전자가 박막(13)을 통과하고, 제1 하우징(7) 내에서, 2차 전자 또는 반사 전자를 검출기(3)가 검출함으로써 시료를 관찰할 수 있다.
- [0039] <제2 실시 형태>
- [0040] 도 2는 본 발명의 제2 실시 형태로서, 하전 입자선 장치의 일례로서의 주사형 현미경(900)(SEM 장치라고도 함)의 전체 구성도를 도시하고 있다. 제1 실시 형태와 상이한 점은, 대략 제1 하우징(7), 제2 하우징(8)의 형태와, SEM 장치의 외부 공간을 분리하기 위한 폐색부(122), 제2 공간(12) 내의 가스를 방출하기 위한 가스 노즐(100), 가스 노즐(100)에 접속된 가스 배관에 설치되고, 가스의 방출을 제어하기 위한 가스 제어 밸브(101)와, 제2 공간(12) 내의 가스를 방출하기 위한 배기구(120)와, 시료(6)를 보유 지지 및 위치 구동을 하기 위한 시료 스테이지(5)를 구비한 장치를 구비하는 점이며, 그 외의 구성은, 제1 실시 형태와 마찬가지로, 특히 중복되는 퍼스널 컴퓨터(35) 등의 구성의 도시는 할애하고 있다.
- [0041] 또한, 이후의 설명에서는, 제1 하우징(7), 제2 하우징(8)을 각각 제1 구획부, 제2 구획부로 칭하는 경우도 있다.
- [0042] 또한, 제1 하우징(7)과 제2 하우징(8)이 인접하도록 구성되어도 되고, 제1 하우징(7)에 제2 하우징(8)이 구비되도록 구성되어도 된다. 또한, 제1 하우징(7)에 제2 하우징(8)이 내포, 격납되도록 구성되어도 되고, 제2 하우징(8)에 제1 하우징(7)이 내포, 격납되도록 구성되어도 된다.
- [0043] 제1 하우징(7)은 제1 공간(11)과 SEM 장치(900)의 외부 공간(901)을 분리하도록 구성되어 있다.
- [0044] 제1 공간(11)과 제2 공간(12)을 분리하기 위한 제2 하우징(8)[엄밀하게는 구획부(121)와 박막 보유 지지부 지지체(47)와 박막 보유 지지부(10)]과, 제2 공간(12)과 SEM 장치의 외부 공간(901)을 분리하기 위한 폐색부(122)(시료 출입구를 폐색하는 폐색부라고도 함)와, 제1 공간(11)과 SEM 장치(900)의 외부 공간(901)과의 사이의 기압 상태를 분리하기 위한 밀봉부(123) 및 밀봉부(126)와, 제1 공간(11)과 제2 공간(12)과의 사이의 기압 상태를 분리하기 위한 밀봉부(124)와, 제2 공간(12)과 SEM 장치(900)의 외부 공간(901)과의 사이의 기압 상태를 분리하기 위한 밀봉부(125)가 구성되어 있다. 또한, 이후의 설명에서는, 폐색부(122)를 제3 구획부로 칭하는 경우도 있다.
- [0045] 도 2에서는 폐색부(122)에 시료 스테이지(5)가 접속되어 있다. 이 시료 스테이지(5)에는, 적어도 시료(6)와 박막 보유 지지부(10)와의 거리를 변경할 수 있는 구동 기구가 구비되어 있다.
- [0046] 본 실시 형태에 있어서는, 제2 공간(12) 하우징 내에 치환 가스를 공급하는 기능을 구비하고 있다.
- [0047] 즉, 가스 노즐(100), 가스 노즐(100)에 접속된 가스 배관에 설치되고, 가스의 방출을 제어하기 위한 가스 제어 밸브(101), 가스 제어 밸브(101)의 상류측에, 예를 들어 가스 볼베(103)에 연결시키기 위한 정선(102) 등이 구비되어 있다. 또한, 도 2 중에는, 가스 볼베(103)가 탑재되어 있도록 구성되어 있지만, 장치에 비치되어도 되고 장치 사용자가 나중에 설치하도록 구성되어도 된다.
- [0048] 전자 광학 경통(2)의 하단부로부터 방출된 전자선은, 고진공으로 유지된 제1 공간(11)을 통과하여, 박막(13)을 통과하고, 또한 대기압 또는 [제1 공간(11)보다도]저진공도로 유지된 제2 공간(12)에 침입한다. 그런데, 진공도가 낮은 공간에서는 전자선은 기체 분자에 의해 산란되기 때문에, 평균 자유 행정은 짧아진다. 즉, 박막(13)과 시료(6)와의 거리가 크면 전자선 또는 전자선 조사에 의해 발생하는 2차 전자 또는 반사 전자가 시료(6)까지 도달하지 않게 된다. 한편, 전자선의 산란 확률은, 기체 분자의 질량수에 비례한다. 따라서, 대기보다도 질량수가 가벼운 가스 분자로 제2 공간을 치환하면, 전자선의 산란 확률이 저하되어, 전자선이 시료(6)에 도달할 수 있게 된다. 그로 인해, 적합하게는, 제2 공간(12)에 치환 가스를 공급 가능하도록 구성한다. 치환 가스의 종류로서는, 질소나 수증기 등, 대기보다도 가벼운 가스이면 화상 S/N의 개선 효과가 보이는데, 질량이 보다 가벼운 헬륨 가스나 수소 가스 쪽이, 화상 S/N의 개선 효과가 커진다고 하는 효과를 갖는다.
- [0049] 수분이 포함된 시료 등을 관찰하는 경우에는, 시료로부터 수분이 증발하는 것을 방지하기 위해, 경원소 가스를 방출하기 전의 시료 분위기를 진공 상태로 하는 것은 바람직하지 않다. 그로 인해, 배기구(120)가 장치(900)의 외부 공간(901)인 대기 상태에 연결된 상태에서 경원소 가스를 제2 공간(12)에 공급하는 것이 바람직하다. 경원소 가스를 넣은 후에, 배기구(120)를 폐쇄하면, 효과적으로 경원소 가스를 제2 공간(12)에 가둘 수 있다.

- [0050] 또한, 배기구(120)는 1기압 이상이 되면 자동적으로 밸브가 개방되는 안전 밸브와 같이 구성되어도 된다. 이렇게 함으로써, 경원소 가스를 장치 내부에 도입하였을 때에, 장치 내부가 1기압 이상으로 되면 자동적으로 개방되어, 질소나 산소 등의 대기 성분을 장치 외부에 밀어내어, 경원소 가스를 장치 내부에 충전시키는 것이 가능하게 된다. 단, 제2 공간(12)에 치환 가스를 공급하는 기능은 필수는 아니며, 가스 노즐(100), 가스 제어 밸브(101), 정션(102), 가스 펌프(103), 배기구(120)를 구성하지 않아도 된다.
- [0051] 제2 공간(12)은 도시하지 않은 진공 펌프에 의해 진공 배기할 수 있도록 구성되어도 된다.
- [0052] 도 2에 있어서, 폐색부(122)는 도면 중 좌측 방향으로 설치되어 있지만, 도면 중 하측에 있어도, 도면 중 우측에 설치되어도 된다. 도 2에서 도시하는 구성은 예시에 지나지 않고, 일례에 불과하다.
- [0053] 다음으로 박막(13)의 주변부의 상세도의 일례를 도 3에 도시한다. 도 3에서는 폐색부(122)나 시료 스테이지(5) 등은 생략하여 도시하고 있다. 제1 공간(11)과 제2 공간(12)의 구획부로서, 구획부(121)와, 박막 보유 지지부 지지체(47)와, 박막(13)을 구비한 박막 보유 지지부(10)로 구성되어 있다. 적합하게는, 박막 보유 지지부 지지체(47)와 박막 보유 지지부(10)는, 격벽부로서 구성된다. 시료(6)와 박막(13)이 오접촉하여 격막을 파손시킨 경우에, 격막을 교환할 필요가 있지만, 본 구성의 경우, 박막 보유 지지부(10)가 설치된 박막 보유 지지부 지지체(47) 채로 교환하는 것이 가능하게 된다. 가공성이나 교환 용이성 등을 고려하지 않으면, 박막 보유 지지부 지지체(47)와 박막 보유 지지부(10)는 일체로서 형성되어도 된다.
- [0054] 도 4에 박막(13)을 구비한 박막 보유 지지부(10)의 제1 예를 도시한다. 도 4에 도시한 바와 같이, 박막 보유 지지부(10)의 개구부(10a)의 내측 측벽이 테이퍼 형상으로 형성되어 있고, 제1 공간(11)측의 개구(19)의 개구 면적이 제2 공간(12)측의 개구(20)의 개구 면적보다도 커지도록 구성되어 있다. 박막(13)은 박막 보유 지지부(10)의 제2 공간(12)측에 설치되어 있다.
- [0055] 도 5에 박막(13)을 구비한 박막 보유 지지부(10)의 제2 예를 도시한다. 도 5에 도시한 바와 같이, 박막 보유 지지부(10)의 개구부(10a)의 내측 측벽에 단차가 형성되어 있고, 제1 공간(11)측의 개구(19)의 개구 면적이 제2 공간(12)측의 개구(20)의 개구 면적보다도 커지도록 구성되어 있다. 박막(13)은 박막 보유 지지부(10)의 제2 공간(12)측에 설치되어 있다.
- [0056] 도 6에 박막(13)을 구비한 박막 보유 지지부(10)의 제3 예를 도시한다.
- [0057] 박막(13)의 두께는 전자선을 투과시키기 위해 매우 얇으므로, 내구성의 관점에서 박막 보유 지지부(10)의 제2 공간(12)측에 있는 개구(20)의 개구 면적은 작을 필요가 있다. 그로 인해, 저배율에서의 SEM 관찰이 어려울 우려가 있다. 따라서, 더욱 적합하게는, 도 6과 같이 박막 보유 지지부(10)의 개구부(10a)의 내측 측벽에 단차가 형성되어 있고, 또한, 제2 공간(12)측의 개구(20)를 복수로 구획하는 구획부를 설치함으로써, 박막의 내구성을 더욱 증가시키고, 또한 관찰할 수 있는 면적을 증가시킬 수 있다. 도시하지 않지만 도 6에서는 그 개구부(10a)의 내측 측벽이 테이퍼 형상으로 구성되어도 된다. 어느 쪽이든, 제1 공간(11)측(도면 중 상측)의 개구(19)는 제2 공간(12)측(도면 중 하측)의 개구(20)의 1개의 개구(20)보다 크게 함으로써, 시료(6)로부터의 방출 전자를 효율적으로 검출기(3)에 모으는 것이 가능하게 된다.
- [0058] 또한, 상술한 도 4~도 6에 도시하는 제1 예~제3 예에서는, 개구부(10a)의 형상을 사각형인 것 같이 도시하고 있지만 사각형이 아니라, 예를 들어 원형 등 어떤 형태라도 상관없다.
- [0059] 도 3에 도시한 바와 같이, 박막 보유 지지부(10)와 박막 보유 지지부 지지체(47)는 고정재(17)에 의해 고정되어 있다. 이 고정재(17)에 의해 제1 공간(11)의 기밀성을 유지하거나, 박막 보유 지지부 지지체(47)의 도면 중 하면과 박막 보유 지지부(10)의 도면 중 상면을 충분히 평탄하게 함으로써, 제1 공간(11)의 기밀성을 유지하도록 해도 된다. 이 경우, 고정재(17)는 반드시 설치할 필요가 있는 것은 아니다.
- [0060] 박막 보유 지지부 지지체(47)와 구획부(121)와의 사이는 0링이나 패킹 등의 진공 밀봉 부재(124)에 의해 제1 공간(11)의 기밀성이 유지되어 있다. 고정재(17)는 도전성이나 반도체성인 접촉재 등을 사용해도 된다. 또한, 도시하지 않지만, 금속판 등에 의해 도면 중 횡방향으로부터 압박해도 된다. 구획부(121)와, 박막 보유 지지부 지지체(47)는, 도시하지 않지만 나사나 볼트 등의 고정재에 의해 고정되어도 된다. 제1 공간(11)은 진공 배기되어 있으므로, 그 압력에 의해 박막 보유 지지부 지지체(47)를 구획부(121)에 흡착하는 것도 가능하므로, 전술한 나사나 볼트 등의 고정재가 없어도 된다.
- [0061] 박막(13)은 박막 보유 지지부(10)의 도면 중 하면에 설치되어 있을 필요가 있다. 이렇게 함으로써, 시료(6)와 박막(13)과의 거리는 가능한 한 작게 하는 것이 가능하게 된다.

- [0062] 예를 들어, 전자선이 투과하는 박막(13)이 절연체인 경우, 시료(6)로부터의 2차 전자나 반사 전자가 박막(13)에 닿으므로 박막(13)이 대전한다. 이 대전에 의해 전자선의 주사가 흐트러지므로, 그 결과, 시료(6)의 화상 관찰은 실제로, 거의 할 수 없게 된다고 하는 특허문헌 1~특허문헌 3에는 전혀 고려되어 있지 않은 문제가 있다. 이 문제를 해소하기 위해, 구획부(121)와 박막 보유 지지부 지지체(47)는 도전성 또는 반도체성 부재로 구성된다. 또는, 도전성 또는 반도체성 부재가 표면에 도포되어 있는 것만으로도 좋다. 또한, 박막(13)의 종류에 상관없이, 박막 보유 지지부(10)는 금속 또는 반도체로 할 필요가 있다. 또는, 도전성 또는 반도체성 부재가 표면에 도포되어 있는 것만으로도 좋다. 즉 박막 보유 지지부(10)는 적어도 표면의 일부 또는 전부가 도전성 또는 반도체성 부재로 형성되어 있다. 대전 제거를 위해, 도전성 또는 반도체성 부재로 형성된 박막 보유 지지부(10)의 부위는 박막(13) 및 제2 구획부(121)와 접촉시킨다. 이에 의해, 대전 제거용 패스(18)를 통하여, 박막(13)에 모인 전하를 배출하는 것이 가능하게 된다. 즉, 도 3과 같은 구성으로 함으로써, 박막 보유 지지부(10)를 접지하는 것이 가능하게 되고, 박막 보유 지지부(10)와 박막(13)과, 박막 보유 지지부 지지체(47) 등 그 외의 제1 하우징(7) 또는/및 제2 하우징(8) 중 어느 일부가 직접적 또는 간접적으로 전기적으로 접촉시킬 수 있어, 박막(13)의 대전을 방지할 수 있다.
- [0063] 도 3에 도시한 바와 같이 박막 보유 지지부 지지체(47)는 고정재(17)에 의해 고정되어 있다. 예를 들어, 전자선이 박막(13)을 경유하여 대기압 공간으로 튀어나오면, 전자선이 대기에 의해 산란을 받는다. 그 결과, 시료(6)에 전자선이 도달할 때에는, 전자선 빔 직경은 매우 커져 버린다. 그로 인해, 전자선 빔 직경을 소정의 크기로 유지한 채 시료(6)에 전자선을 도달시키기 위해서는, 시료(6)와 박막(13)과의 거리를 최대한 작게 해야만 한다고 하는 특허문헌 1~특허문헌 3에는 전혀 기재도 시사도 되어 있지 않은 문제가 있지만, 가령, 고정재(17)가 박막(13)보다 제2 공간(12)측으로 돌출되어 있으면, 시료(6)를 박막(13)에 접근시켰을 때에, 시료(6)와 고정재(17)가 접촉하는 것도 생각된다. 따라서, 적합하게는, 고정재(17)를 박막(13) 하면보다도 제1 공간(11)측에 구비시키면 된다. 즉, 고정재(17)와 시료(6)와의 사이의 거리가 박막(13)과 시료(6)와의 사이의 거리보다 커지도록 고정재(17)가 구성되면 된다. 이에 의해, 시료(6)와 박막(13) 사이의 거리를 가능한 한 작게 하는 것이 가능하게 된다.
- [0064] 또한, 도 7에 도시한 바와 같이, 고정재(17)는 박막 보유 지지부(10)와 박막 보유 지지부 지지체(47)와의 사이에 구비되도록 구성되어도 된다. 진술한 바와 같이, 박막 보유 지지부(10)에 모인 전하를 배출할 필요가 있으므로, 도 7에 도시하는 고정재(17)는 도전성 또는 반도체성의 재질로 구성되고, 제1 공간(11)과 제2 공간(12)과의 사이의 기밀성을 유지하는 것이 가능하도록 구성되어 있다. 이렇게 함으로써, 박막(13)과 시료(6)와의 거리를 가능한 한 작게 하는 것이 가능하게 된다.
- [0065] 또한, 박막 보유 지지부(10)의 외주 단부에 적어도 1개 이상의 위치 조정부로서의 단차부(22)를 구비하고, 그 단차를 이용하여 상기 박막 보유 지지부를 고정하는 변형예를 도 8에 도시한다. 도 8에 도시한 바와 같이, 박막 보유 지지부(10)의 외측 측벽에 단차부(22)를 형성하고, 그 단차부(22)와 박막 보유 지지부 지지체(47)와의 사이에 고정재를 구비하도록 구성되어 있다. 또한, 고정재(17)는 금속판이어도 되고, 테이프나 접착재이어도 된다. 도 8에서는 고정재(17)와 박막 보유 지지부 지지체(47)를 고정하는 고정용 나사(21)를 도시하고 있지만, 형상은 어떤 것이라도 상관없고, 있어도 없어도 된다. 단, 적합하게는, 고정재(17)나 고정용 나사(21)는 박막(13)의 하면보다도 제1 공간(11)측에 있으면 된다. 이 경우, 박막 보유 지지부(10)와 박막 보유 지지부 지지체(47)와의 접촉부를 밀착시키는, 예를 들어 박막 보유 지지부(10)의 도면 중 상면과, 박막 보유 지지부 지지체(47)의 도면 중 하면을 충분히 평탄하게 함으로써, 제1 공간(11)의 기밀성을 유지하는 것이 가능하다. 또한, 도시하지 않지만, 단차부(22)는 단차가 1개는 아니라, 복수 있어도 되고, 또한, 박막 보유 지지부(10)의 하면 등에 있어도 되고, 위치는 상관없다. 이 구성의 경우, 도 7과 비교하여 간단히 박막 보유 지지부(10)의 교환을 행하는 것이 가능하게 된다.
- [0066] <제3 실시 형태>
- [0067] 이어서, 본 발명의 제3 실시 형태로서, 시료가 기운 상태에서 현미경 관찰을 행하는 형태에 대해 도 9를 이용하여 설명한다.
- [0068] 본 실시 형태가, 제1 실시 형태, 제2 실시 형태와 상이한 점은, 경사진 시료대(25) 상에 시료(6)를 탑재하고, 또한, 경사부를 갖는 격벽부로서의 박막 보유 지지부 지지체(27)에 박막 보유 지지부(10)를 설치하도록 구성된 점이다. 그 외의 점은 마찬가지이다.
- [0069] 상술한 바와 같이, 시료(6)와 박막(13)과의 거리는 가능한 한 작은 것이 바람직하므로, 시료(6)를 단순히 경사지게 하는 것은 어렵다. 따라서, 도 9에 도시한 바와 같이 시료를 탑재하기 위해 상면이 경사진 시료대(25) 상

에 시료(6)를 탑재하고, 또한 시료대(25)의 시료 재치면과, 박막(13)의 시료 재치면측의 면이 평행해지도록 경사부를 갖는 박막 보유 지지부 지지체(27)에 박막 보유 지지부(10)를 설치한다. 이와 같은 구성의 경우, 경사진 시료(6)에 전자선을 조사시킬 수 있으므로, 경사진 시료(6)의 화상을 취득할 수 있다. 또한, 검출기(3) 이외의 검출기(26)가 있는 경우에는, 도 9에 도시한 바와 같이, 검출기(26)에 효율적으로 신호가 입사되도록 하는 것도 가능하다. 검출기(26)로서는, X선 검출기나 포톤 검출기 등으로 구성되어도 된다.

[0070]

<제4 실시 형태>

[0071]

이어서, 본 발명의 제4 실시 형태로서, 제1 공간(11)이 진공 배기되어 있는 것을 이용하여, 박막 보유 지지부(10)를 보유 지지하는 실시 형태를, 도 10을 이용하여 설명한다.

[0072]

본 실시 형태가, 제1 실시 형태, 제2 실시 형태와 상이한 점은, 고정재(17)를 설치하는 것 대신에, 제1 공간(11)이 진공 배기되어 있는 것을 이용하여, 박막 보유 지지부(10)를 보유 지지하는 점이며, 그 외의 점은 마찬가지로이다. 도 10에 도시한 바와 같이, 제1 공간(11)이 진공 배기되어 있는 것을 이용하여, 도 10과 같이 고정재(17)를 사용하지 않고, 박막 보유 지지부 지지체(47)에 박막 보유 지지부(10)를 구비시키는 것도 가능하다. 이 경우, 제2 실시 형태 등에서 설명한 바와 같이, 박막 보유 지지부(10)의 도면 중 상면과, 박막 보유 지지부 지지체(47)의 도면 중 하면을 충분히 평탄하게 함으로써, 제1 공간(11)의 기밀을 유지하는 것이 가능하게 된다. 설치 방법에 대해서는, 예를 들어 도 11에서 도시한 바와 같이, 제1 공간(11)과 제2 공간(12)의 기압 상태가 동일한 상태일 때에, 박막 보유 지지부(10) 및 박막 보유 지지부 지지체(47)를 박막(13)의 개구부(10a)에 대향하는 위치가 도려내어진 대(28)에 탑재하고, 그 후, 구획부(121)와 박막 보유 지지부 지지체(47)를 접촉시키고, 제1 공간(11)의 진공 배기를 행하면, 박막 보유 지지부(10) 및 박막 보유 지지부 지지체(47)가 진공 흡착하므로, 도 10과 같은 구성으로 할 수 있다. 또한, 대(28)는 시료 스테이지(5) 위에 탑재해도 되고, 도시하지 않지만 다른 구동 기구 상에 탑재해도 된다. 이렇게 함으로써, 간단히 박막 보유 지지부(10)의 교환을 행하는 것이 가능하게 된다. 도 11에서는, 박막 보유 지지부 지지체(47)는 미리 구획부(121)에 설치되어 있어도 된다. 또한, 대(28)를 사용하는 형태로서, 고정재(17)가 있어도 된다. 박막(13)의 개구부(10a)에 대향하는 위치가 도려내어진 대(28)의 형상은 일례에 지나지 않고, 박막(13)의 개구부(10a)에 대향하는 위치의 중심은 도려내어져 있는 것은 아니고, 박막(13)의 개구부(10a)에 대향하는 위치를 퇴피 가능하게 하도록 단차를 형성하도록 해도 된다. 또한, 도 11의 대(28)의 상면이나 측면 등에 몇 개의 단차를 형성하도록 구성되어도 된다.

[0073]

<제5 실시 형태>

[0074]

본 발명의 제5 실시 형태를, 도 12를 사용하여 설명한다. 본 실시 형태가 제1 실시 형태 등과 상이한 점은, 도면 중 횡방향으로 전자 광학 경통(2)과 박막(13)과의 상대 위치를 이동할 수 있는 단차부(22)와, 또는/내지, 도면 중 지면(紙面) 방향으로 박막(13) 위치를 이동할 수 있는 위치 조정부(23)가 설치되도록 구성되는 것이며, 그 외의 점은 마찬가지로이다.

[0075]

단순히 SEM 경통 아래의 시료측에 박막을 부착한 것만으로는, SEM 광학계의 축과 박막의 중심이 전혀 맞지 않는다고 하는 특허문헌 1~특허문헌 3에는 기재도 시사도 없는 문제도 있다.

[0076]

박막(13)의 두께는 전자선을 투과시키기 위해 매우 얇으므로, 박막 보유 지지부(10)의 제2 공간(12)측에 있는 개구(20)는 매우 작다. 한편, 박막(13)을 포함하는 박막 보유 지지부(10) 및 박막 보유 지지부 지지체(47)의 설치를 행하였을 때에, 광축(24)과 박막(13)의 중심이 어긋나게 설치되는 것이 생각된다. 그로 인해, 박막(13) 등을 설치한 후에, 박막(13) 및 박막 보유 지지부(10)를 전자 현미경에 의해 관찰하면서 박막(13)의 위치를 조정하는 것이 필요 불가결하게 된다.

[0077]

도 12에서는, 도면 중 횡방향으로 전자 광학 경통(2)과 박막(13)과의 상대 위치를 이동할 수 있는 단차부(22)와, 또는/내지, 도시되어 있지 않으나, 도면 중 지면 방향으로 박막(13) 위치를 이동할 수 있는 위치 조정부를 설치함으로써, 광축(24)과 박막(13)과의 중심을 일치시키는 것이 가능하다. 또한, 박막 보유 지지부(10)의 위치를 변경하기 위한 위치 조정 기구를 구비함으로써, 화상을 관찰하면서 박막(13) 위치를 변경하는 것이 가능하게 된다.

[0078]

또한, 도 12에서는 단차부(22)는 장치 유지가 액세스하기 쉬운 폐색부(122)에 구비되어 있다. 단, 단차부(22)를 자동 구동하는 모터 등에 의해 구동시키는 것이라면, 폐색부(122)에 구비하고 있지 않아도 된다. 또한, 박막 보유 지지부 지지체(47)의 위치를 직접 변경함으로써 위치 조정을 행하고 있지만, 다른 부품을 사용하여 간접적으로 위치 변경시켜도 된다.

- [0079] <제6 실시 형태>
- [0080] 이어서, 본 발명의 제5 실시 형태에서 설명한 위치 조정부를 구비하는 형태의 응용예로서, 본 발명의 제6 실시 형태를, 도 13을 이용하여 설명한다. 본 실시 형태에서는, 제5 실시 형태에서 나타난 위치 조정부를 구비하는 구성으로서, 장치 구성이 도 3, 도 7, 도 8, 도 9에 도시한 구성에도 적용 가능하다. 도 13은, 박막 보유 지지부(10)의 설치 및 박막(13)의 위치 조정 수순을 나타내는 흐름도이다.
- [0081] 도 13에 나타내는 바와 같이 제1 스텝(70)에서는, 박막 보유 지지부 지지체(47)에 박막(13)이 설치된 박막 보유 지지부(10)를 고정재(17)를 사용하여 설치한다. 박막(13)이 시료(6)측이 되도록 한다.
- [0082] 제2 스텝(71)에서는, 제1 공간(11)과 제2 공간(12)을 구획하기 위한 일부의 부재인 제2 구획부(121)에, 박막 보유 지지부 지지체(47)에 박막(13)이 설치된 박막 보유 지지부(10)를 접촉시키고, 제1 공간(11)의 진공 배기를 행한다.
- [0083] 제3 스텝(72)에서는, 전자선 방출을 개시한다.
- [0084] 제4 스텝(73)에서는, 전자 현미경 화상을 표시시켜, 박막(13) 위치의 화상 상의 위치를 확인한다.
- [0085] 제5 스텝(74)에서는, 전자 현미경 화상에서 박막(13) 위치를 확인하면서, 단차부(22)에서 박막(13) 위치를 화상 중심으로 가지고 오도록 조정한다.
- [0086] 단차부(22)를 자동 구동하는 모터 등에 의해 구동시키는 것이라면, 도 13의 상기 제3 스텝(72) 내지 제5 스텝(74)은 자동화하는 것도 가능하다.
- [0087] <제7 실시 형태>
- [0088] 이어서, 본 발명의 제4 실시 형태에서 도 11을 사용하여 설명한 대(28)를 이용하는 방법에 대해, 본 발명의 제5 실시 형태에서 설명한 위치 조정부를 구비하는 형태의 응용예로서, 본 발명의 제7 실시 형태를, 도 14에 나타내는 흐름도를 이용하여 설명한다.
- [0089] 이어서, 도 11에서 도시한 박막 보유 지지부(10)를 탑재하는 대(28)를 이용하여, 박막 보유 지지부(10) 등을 설치하는 방법 및 위치 조정 수순에 대해 도 14를 이용하여 설명한다. 이하에서는 박막 보유 지지부(10)를 탑재하는 대(28)는 시료(6)를 탑재하기 위한 시료 스테이지(5)에 탑재되는 것을 상정하고 있다.
- [0090] 제1 스텝(75)에서는, 한가운데가 도려내어진 대(28)에, 박막 보유 지지부(10), 박막 보유 지지부 지지체(47)를 탑재한다. 이때, 박막 보유 지지부(10)의 중심과 박막 보유 지지부 지지체(47)의 중심은 맞춰 놓는다. 미리 박막 보유 지지부 지지체(47)가 구획부(121)에 설치되어 있을 때는, 박막 보유 지지부(10)만을 대(28)에 탑재한다.
- [0091] 제2 스텝(76)에서는, 박막 보유 지지부(10)가 탑재된 대(28)를 시료 스테이지(5)에 탑재한다.
- [0092] 제3 스텝(77)에서는, 박막 보유 지지부(10)가 탑재된 대(28)를 도 11과 같은 위치, 즉 전자선의 광축(23)과 박막(13)의 중심이 어느 정도 맞는 위치로 시료 스테이지(5)를 이동시킨다.
- [0093] 제4 스텝(78)에서는, 박막 보유 지지부(10)가 탑재된 대(28)를 도 11의 도면 중 상방향으로 이동시켜, 제1 공간(11)과 제2 공간(12)을 구획한다.
- [0094] 제5 스텝(71)에서는, 제1 공간(11)의 진공 배기를 행함으로써, 박막 보유 지지부(10)가 진공 흡착에 의해, 제2 구획부와 일체로 된다.
- [0095] 제6 스텝(72)에서는, 전자선 방출을 개시한다.
- [0096] 제7 스텝(73)에서는, 전자 현미경 화상을 표시시켜, 박막(13) 위치의 화상상의 위치를 확인한다.
- [0097] 제8 스텝(74)에서는, 전자 현미경 화상에서 박막(13)의 위치를 확인하면서, 단차부(22)에서 박막(13) 위치를 화상 중심으로 가지고 오는 것이 가능하게 된다.
- [0098] 또한, 여기서는, 제1 공간(11)과 제2 공간(12)은 대기 상태로 되어 있는 상태에서, 박막 보유 지지부(10)를 이동시켜, 제1 공간(11)과 제2 공간(12)을 구획하는 방법에 대해 서술하였지만, 제1 공간(11)과 제2 공간(12)이 모두 진공 상태일 때에, 박막 보유 지지부(10)를 이동시켜, 제1 공간(11)과 제2 공간(12)을 구획한 후, 제2 공간(12)을 대기압 상태로 해도 된다.

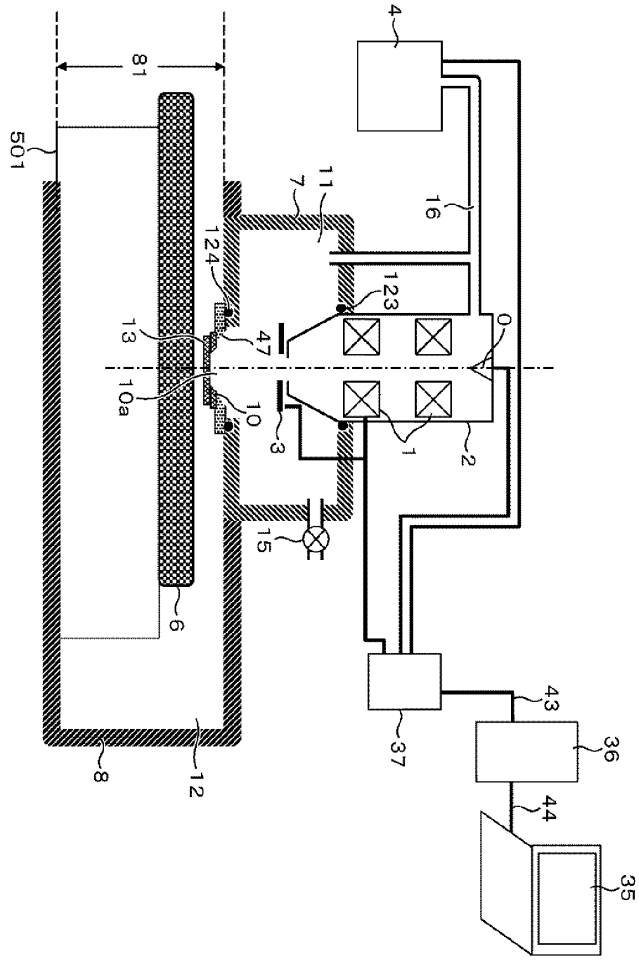
부호의 설명

[0099]

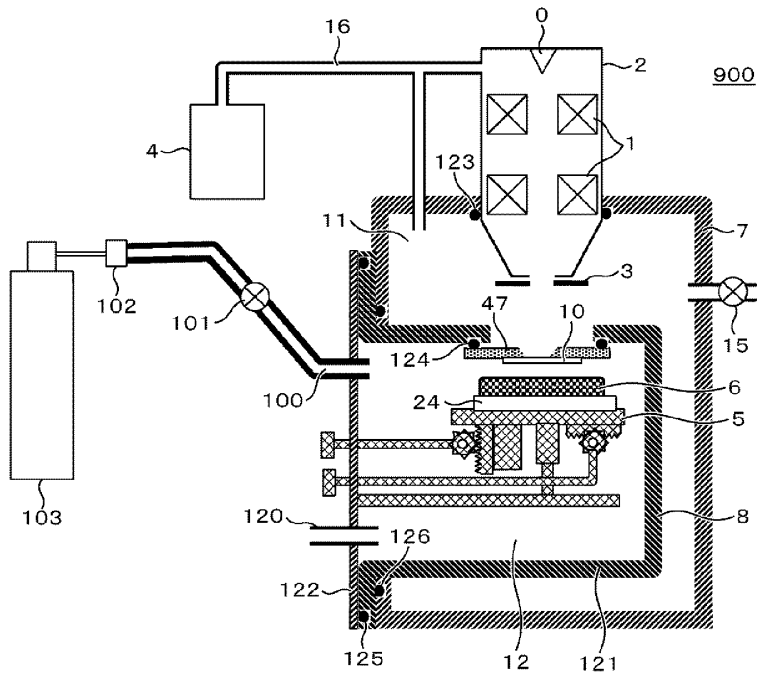
- 0 : 하전 입자원
- 1 : 광학 렌즈
- 2 : 전자 광학 경통
- 3 : 검출기
- 4 : 진공 배기 펌프
- 5 : 시료 스테이지
- 6 : 시료
- 7 : 제1 하우징
- 8 : 제2 하우징
- 10 : 박막 보유 지지부
- 11 : 제1 공간
- 12 : 제2 공간
- 13 : 박막
- 17 : 고정재
- 18 : 대전 제거용 패스
- 19 : 제1 공간측의 개구
- 20 : 제2 공간측의 개구
- 22 : 단차부
- 23 : 광축
- 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78 : 스텝
- 120 : 배기구

도면

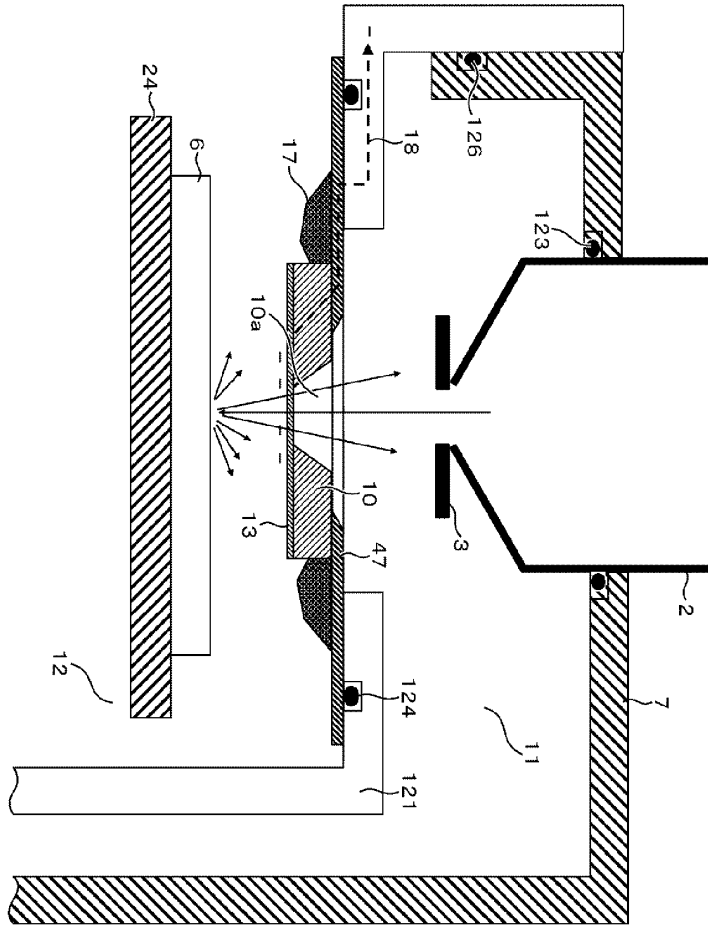
도면1



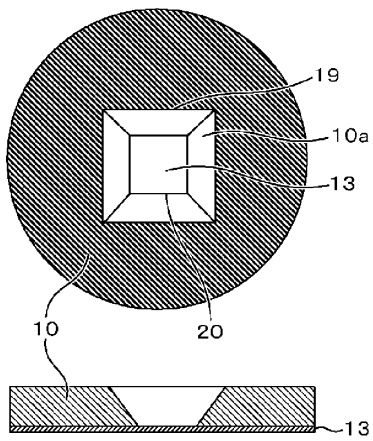
도면2



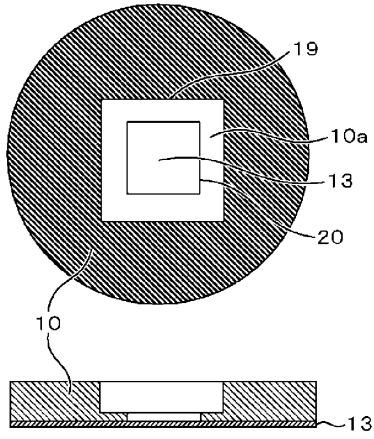
도면3



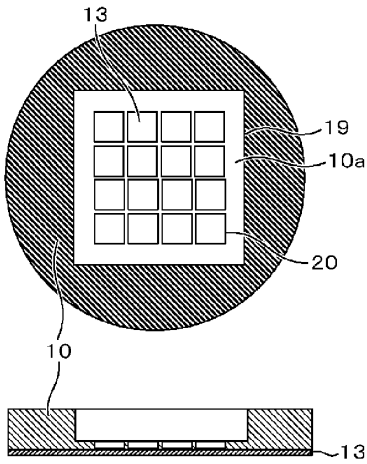
도면4



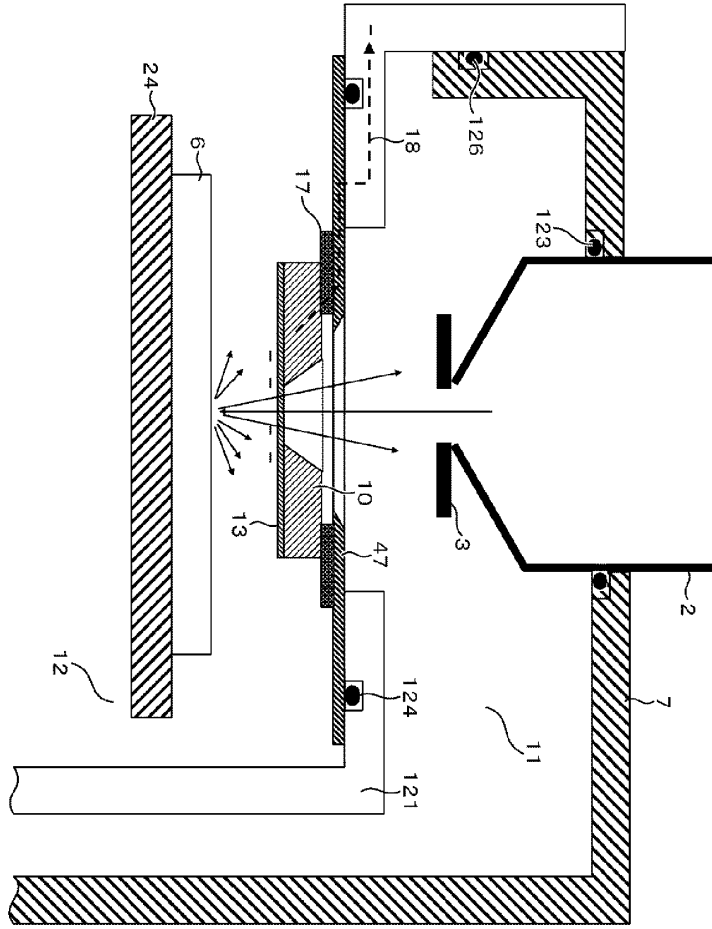
도면5



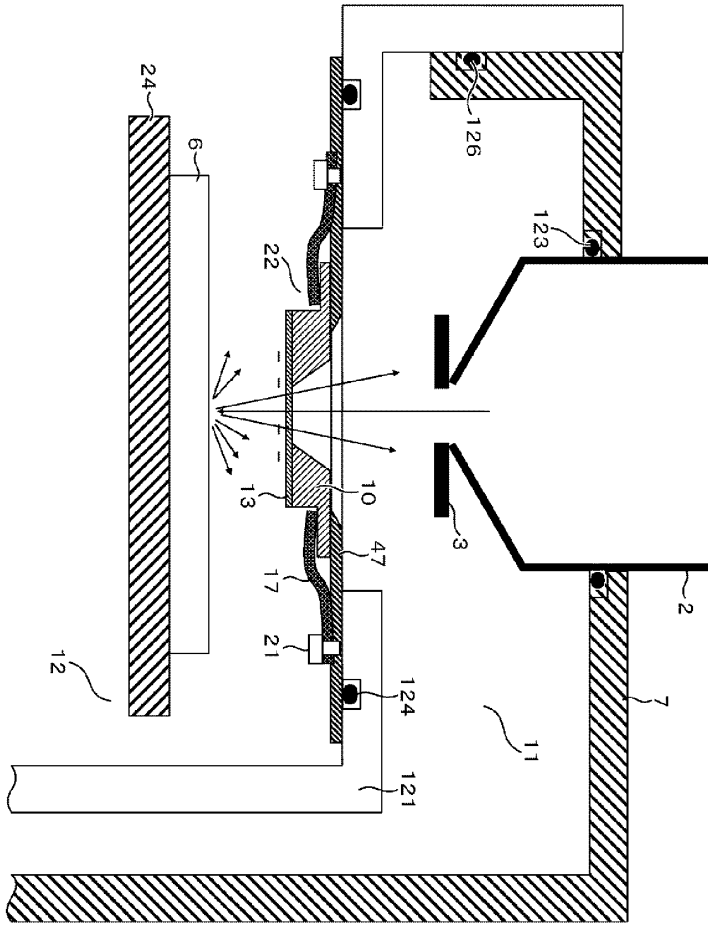
도면6



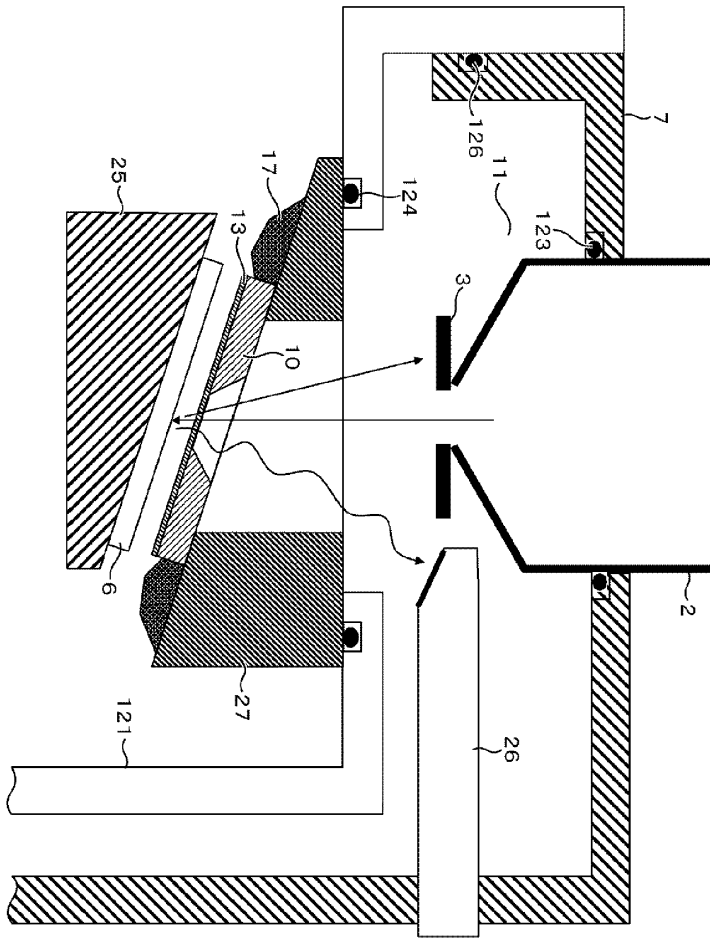
도면7



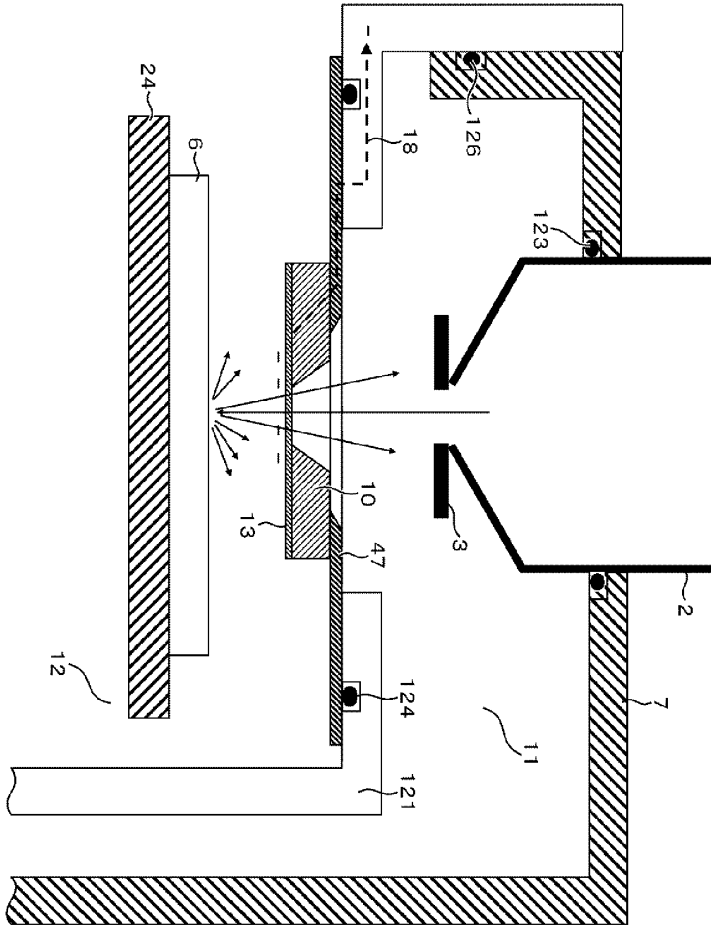
도면8



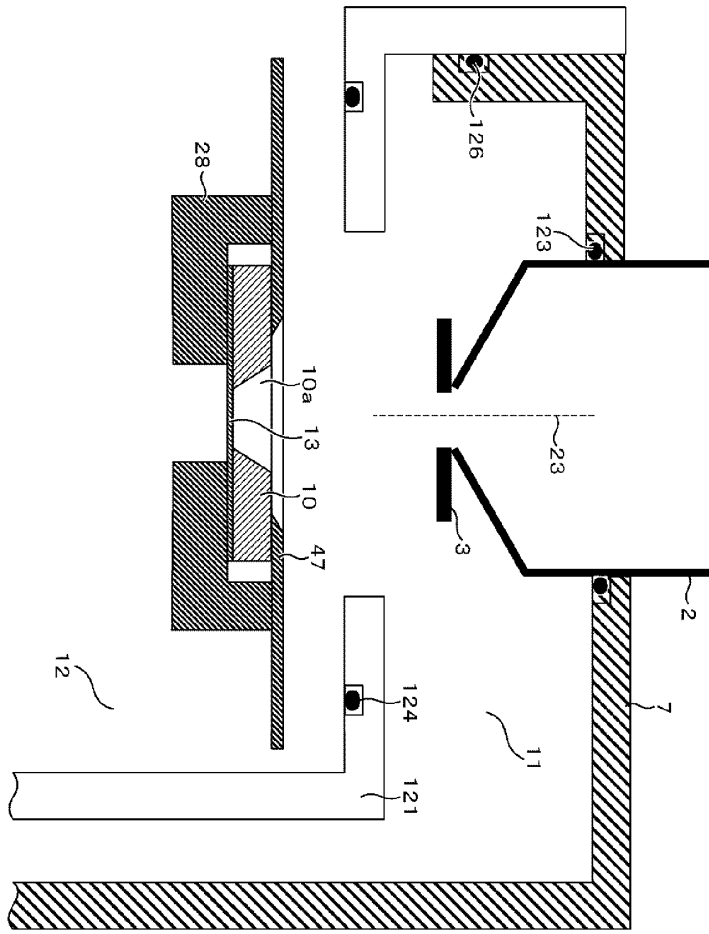
도면9



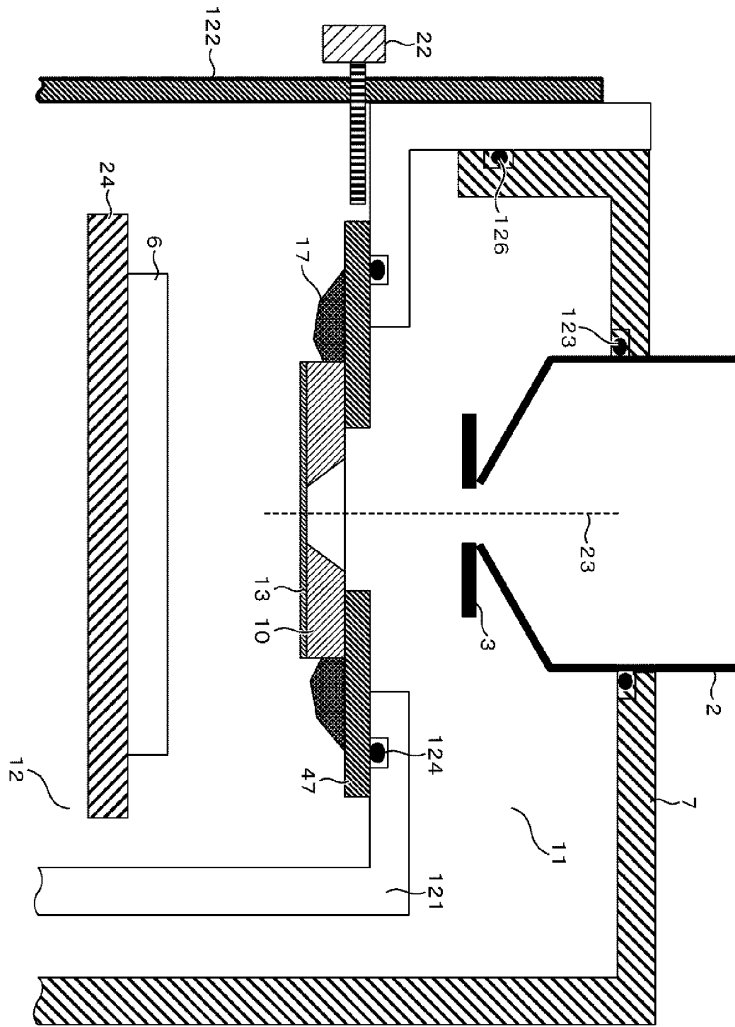
도면10



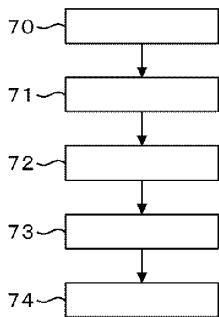
도면11



도면12



도면13



도면14

