



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년06월18일
(11) 등록번호 10-2124535
(24) 등록일자 2020년06월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/26 (2006.01) H01J 37/20 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0102984
(22) 출원일자 2013년08월29일
심사청구일자 2018년07월16일
(65) 공개번호 10-2014-0029285
(43) 공개일자 2014년03월10일
(30) 우선권주장
JP-P-2012-190490 2012년08월30일 일본(JP)
JP-P-2013-174802 2013년08월26일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2009277536 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
가부시킴가이사 히다치 하이테크 사이언스
일본국 도쿄도 미나토쿠 니시-심바시 1초메 24-14
(72) 발명자
아사하타 다츠야
일본국 도쿄도 미나토쿠 니시-심바시 1초메 24-14
가부시킴가이사 히다치 하이테크 사이언스 내
스즈키 히데카즈
일본국 도쿄도 미나토쿠 니시-심바시 1초메 24-14
가부시킴가이사 히다치 하이테크 사이언스 내
도리카와 쇼타
일본국 도쿄도 미나토쿠 니시-심바시 1초메 24-14
가부시킴가이사 히다치 하이테크 사이언스 내
(74) 대리인
한양특허법인

전체 청구항 수 : 총 8 항

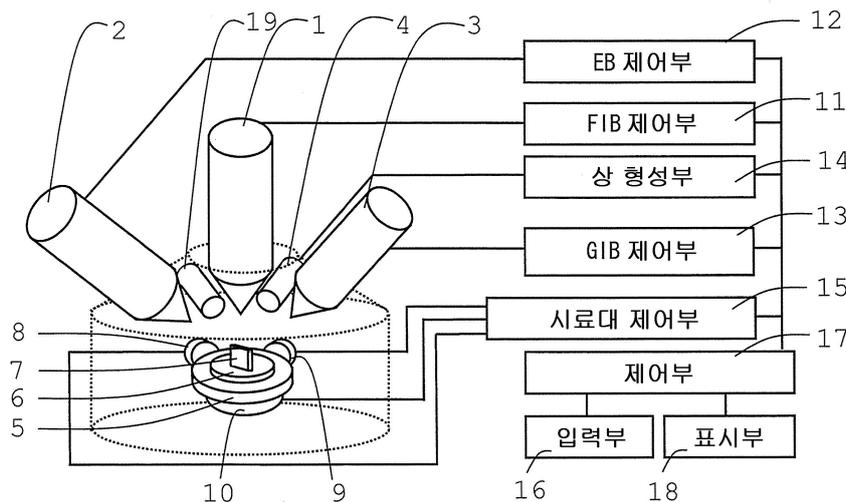
심사관 : 오제욱

(54) 발명의 명칭 복합 하전 입자 빔 장치 및 박편 시료 가공 방법

(57) 요약

반도체 디바이스 등의 구조물을 가지는 시료의 박편화에서도, 마무리 가공에 따르는 커튼 효과를 억제하여, 이온 빔 가공으로 형성된 줄무늬가 적은 관찰상의 취득을 도모하는 것으로서, 박편 시료(7)에 FIB1b를 조사하는 FIB 경통(1)과, GIB3b를 조사하는 GIB 경통(3)과, 박편 시료(7)를 재치하는 시료대(5)와, FIB 조사축(1a)에 대하여 직교하고, 또한, FIB 조사축(1a)과 GIB 조사축(3a)이 이루는 제1의 면(21)의 면 내에 있는 시료대(5)의 제1의 경사축(8a)을 중심으로 박편 시료(7)를 경사시키는 제1의 경사 수단과, FIB 조사축(1a)과, 제1의 경사축(8a)에 대하여 직교하는 축을 중심으로 박편 시료(7)를 경사시키는 제2의 경사 수단을 가지는 복합 하전 입자 빔 장치를 제공한다.

대표도



(56) 선행기술조사문헌

JP2011216465 A*

JP2009277536A

JP2007066710A

JP2004047315A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

박편 시료에 집속 이온 빔을 조사하는 FIB 경통과,

상기 박편 시료의 상기 집속 이온 빔의 조사 위치에 기체 이온 빔을 조사하는 GIB 경통과,

상기 박편 시료의 상기 집속 이온 빔 및 상기 기체 이온 빔의 조사 위치에 전자 빔을 조사하는 EB 경통과,

상기 박편 시료를 재치하는 시료대와,

상기 FIB 경통 및 EB 경통의 조사축에 대하여 직교하고, 또한, 상기 FIB 경통의 조사축과 상기 GIB 경통의 조사축이 이루는 면의 면 내에 있는 상기 시료대의 제1의 경사축을 중심으로 상기 박편 시료를 경사시키는 제1의 경사 수단과,

상기 FIB 경통의 조사축과 상기 제1의 경사축에 대하여 직교하고, 상기 FIB 경통의 조사축과 상기 EB 경통의 조사축이 이루는 면의 면 내에 있는 상기 시료대의 제2의 경사축을 중심으로 상기 박편 시료를 경사시키는 제2의 경사 수단을 가지는, 복합 하전 입자 빔 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제2의 경사 수단은, 상기 기체 이온 빔 조사축 방향에 대하여 상기 박편 시료의 단면이 일정한 각도로 경사지도록 상기 박편 시료를 고정하는 경사 시료 홀더인, 복합 하전 입자 빔 장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 경사 시료 홀더는 상기 시료대에 탈착가능한, 복합 하전 입자 빔 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제2의 경사 수단은, 상기 FIB 경통의 조사축과 상기 제1의 경사축에 대하여 직교하는 축을 중심으로 상기 박편 시료를 경사시키는 경사 기구인, 복합 하전 입자 빔 장치.

청구항 5

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

제어 조건 및 상기 박편 시료의 관찰상을 표시 가능한 표시부와,

오퍼레이터가 상기 제어 조건에 관한 정보를 입력 가능한 입력부와,

상기 입력부에 입력된 입력 정보에 의거하여, 상기 복합 하전 입자 빔 장치를 제어하는 제어부를 더 구비하는, 복합 하전 입자 빔 장치.

청구항 6

FIB 경통에 의해 집속 이온 빔을 조사하여, 박편 시료에 단면을 형성하는 공정과,

EB 경통에 의해 상기 박편 시료에 전자 빔을 조사하는 공정과,

상기 박편 시료의 상면측으로부터 GIB 경통에 의해 기체 이온 빔을 상기 단면에 조사하여, 제1의 마무리 가공을 실시하는 공정과,

상기 박편 시료를 경사시키는 공정과,

상기 박편 시료를 경사시킨 후에 상기 상면측으로부터 상기 기체 이온 빔을 상기 단면에 조사하여, 제2의 마무리 가공을 실시하는 공정으로 이루어지고,

상기 박편 시료의 경사는, 상기 FIB 경통 및 EB 경통의 조사축에 대하여 직교하고, 또한, 상기 FIB 경통의 조사축과 상기 GIB 경통의 조사축이 이루는 면의 면 내에 있는 상기 시료대의 제1의 경사축과, 상기 FIB 경통의 조사축에 대하여 직교하고, 상기 FIB경통의 조사축과 상기 EB경통의 조사축이 이루는 면의 면 내에 있는 상기 시료대의 제2 경사축을 중심으로 하는 경사인, 박편 시료 가공 방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 제1의 마무리 가공 및 상기 제2의 마무리 가공의 실시 중에 상기 단면을 SEM 관찰하는, 박편 시료 가공 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

청구항 6 또는 청구항 7에 있어서,

상기 박편 시료에 단면을 형성하는 공정과, 상기 제1의 마무리 가공과, 상기 박편 시료를 경사시키는 공정과, 상기 제2의 마무리 가공에 관한 조건을 제어부가 수신하여, 상기 조건에 의거하여 박편 시료 가공 방법을 실시하는 복합 하전 입자 빔 장치를 제어하는, 박편 시료 가공 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 이온 빔으로 박편 시료를 제작하는 복합 하전 입자 빔 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래, 집속 이온 빔(FIB: Focused Ion Beam) 장치에 의해 투과 전자 현미경(TEM:Transmission Electron Microscope) 관찰하기 위한 박편 시료를 제작하는 것이 알려져 있다. 또한, 집속 이온 빔의 조사에 의해 이온 종인 갈륨이 박편 시료에 주입되어 데미지층을 형성하는 것도 알려져 있다.

[0003] 최근에는, 데미지층을 제거하는 수단으로서, 박편 시료에 기체 이온 빔(GIB:Gas Ion Beam)을 조사하여, 데미지층을 제거하는 마무리 가공이 제안되어 있다(인용 문헌 1 참조).

[0004] 이러한 수단에 의하면, 데미지층이 적은 박편 시료를 형성하는 것이 가능해진다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본국 특허공개 2007-066710호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 그러나, 종래의 수단에서는, 반도체 디바이스 등의 구조물이 박편 시료의 관찰면에 노출되어 있는 경우에는, 구조물의 유무에 따라 기체 이온 빔의 에칭 레이트가 상이하기 때문에, 관찰면에 요철이 형성되어 줄무늬가 되어 나타나는 현상, 소위 커튼 효과가 발생해버린다. 이 때문에, 관찰면의 관찰상에, 본래의 디바이스 구조 이외에 이온 빔 가공으로 형성된 줄무늬도 나타나버린다는 과제가 있었다.
- [0007] 특히, 최근의 첨단 디바이스에서는 다양한 종류의 재료가 이용된다. 이 때문에 에칭 레이트의 차이가 현저해지는 케이스가 있다.
- [0008] 또한, 첨단 디바이스에서는 구조가 미세하므로, 관찰 대상도 미세하다. 따라서, 관찰면에 나타나는 요철이 작은 경우라도 관찰에 영향을 주어버린다는 과제가 있었다.
- [0009] 본 발명은, 이러한 사정을 고려하여 이루어진 것으로, 그 목적은, 커튼 효과를 억제하고, 이온 빔 가공으로 형성된 줄무늬가 적은 관찰상을 취득할 수 있는 복합 하전 입자 빔 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기의 목적을 달성하기 위해서, 이 발명은 이하의 수단을 제공하고 있다.
- [0011] 본 발명에 관련된 복합 하전 입자 빔 장치는, 박편 시료에 제1의 하전 입자 빔을 조사하는 제1의 하전 입자 빔 경통(鏡筒)과, 박편 시료의 제1의 하전 입자 빔의 조사 위치에 제2의 하전 입자 빔을 조사하는 제2의 하전 입자 빔 경통과, 박편 시료를 재치하는 시료대와, 제1의 하전 입자 빔 경통의 조사축에 대하여 직교하고, 또한, 제1의 하전 입자 빔 경통의 조사축과 제2의 하전 입자 빔 경통의 조사축이 이루는 면의 면 내에 있는 시료대의 제1의 경사축을 중심으로 박편 시료를 경사시키는 제1의 경사 수단과, 제1의 하전 입자 빔 경통의 조사축과, 제1의 경사축에 대하여 직교하는 축을 중심으로 박편 시료를 경사시키는 제2의 경사 수단을 가진다.
- [0012] 본 발명에 관련된 복합 하전 입자 빔 장치의 제2의 경사 수단은, 제2의 하전 입자 빔의 조사축 방향에 대하여 박편 시료의 단면이 일정한 각도로 경사지도록 박편 시료를 고정하는 경사 시료 홀더이다.
- [0013] 본 발명에 관련된 복합 하전 입자 빔 장치의 경사 시료 홀더는, 시료대에 탈착가능하다.
- [0014] 본 발명에 관련된 복합 하전 입자 빔 장치의 제2의 경사 수단은, 집속 이온 빔 경통의 조사축과 제1의 경사축에 대하여 직교하는 축을 중심으로 박편 시료를 경사시키는 경사 기구이다.
- [0015] 또한 본 발명에 관련된 복합 하전 입자 빔 장치는, 제어 조건 및 상기 박편 시료의 관찰상을 표시 가능한 표시부와, 오퍼레이터가 상기 제어 조건에 관한 정보를 입력 가능한 입력부와, 상기 입력부에 입력된 입력 정보에 의거하여, 당해 복합 하전 입자 빔 장치를 제어하는 제어부를 더 구비한다.
- [0016] 본 발명에 관련된 박편 시료 가공 방법은, 제1의 하전 입자 빔을 조사하여, 박편 시료에 단면을 형성하는 공정과, 박편 시료의 상면측으로부터 제2의 하전 입자 빔을 단면에 조사하여, 제1의 마무리 가공을 실시하는 공정과, 박편 시료를 경사시키는 공정과, 박편 시료를 경사시킨 후에 상면측으로부터 제2의 하전 입자 빔을 단면에 조사하여, 제2의 마무리 가공을 실시하는 공정으로 이루어진다.
- [0017] 본 발명에 관련된 박편 시료 가공 방법은, 제1의 마무리 가공 및 제2의 마무리 가공 실시중에 단면을 SEM 관찰한다.
- [0018] 본 발명에 관련된 박편 시료 가공 방법의 박편 시료의 경사는, 제1의 하전 입자 빔의 조사축에 대하여 직교하고, 또한, 제1의 하전 입자 빔의 조사축과 제2의 하전 입자 빔의 조사축이 이루는 면의 면 내에 있는 박편 시료를 재치하는 시료대의 경사축을 중심으로 하는 경사이다.
- [0019] 본 발명에 관련된 박편 시료 가공 방법의 박편 시료의 경사는, 제1의 하전 입자 빔의 조사축에 대하여 직교하고, 또한, 제1의 하전 입자 빔의 조사축과 제2의 하전 입자 빔의 조사축이 이루는 면의 면 내에 있는 박편 시료를 재치하는 시료대의 제1의 경사축과, 제1의 하전 입자 빔의 조사축에 대하여 직교하는 제2의 경사축을 중심으로 하는 경사이다.
- [0020] 여기서, 제1의 하전 입자 빔과 제2의 하전 입자 빔은, 각각, 집속 이온 빔과 기체 이온 빔, 또는, 기체 이온 빔과 집속 이온 빔이다.
- [0021] 또는, 제1의 하전 입자 빔과 제2의 하전 입자 빔은, 높은 가속 전압으로 가속된 집속 이온 빔과 낮은 가속 전압으로 가속된 집속 이온 빔이다.

[0022] 본 발명에 관련된 박편 시료 가공 방법을 실시하는 복합 하전 입자 빔 장치에 있어서는, 박편 시료에 단면을 형성하는 공정과, 제1의 마무리 가공과, 박편 시료를 경사시키는 공정과, 제2의 마무리 가공에 관한 조건을 제어부가 수신하고, 당해 조건에 의거하여 박편 시료 가공 방법을 실시하는 복합 하전 입자 빔 장치를 제어한다. 이러한 제어를 실시하는 프로그램은 복합 하전 입자 빔 장치의 내부에 넣어지지만, 외부의 기억 장치에 기억시켜도 된다.

발명의 효과

[0023] 본 발명에 관련된 복합 하전 입자 빔 장치에 의하면, 반도체 디바이스 등의 구조물을 가지는 시료의 박편화라도, 마무리 가공에 따르는 커튼 효과를 억제하여, 이온 빔 가공으로 형성된 줄무늬가 적은 관찰상의 취득을 도모할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 본 발명에 관련된 복합 하전 입자 빔 장치의 구성도이다.
- 도 2는 본 발명에 관련된 복합 하전 입자 빔 장치의 구성도이다.
- 도 3은 본 발명에 관련된 박편 시료의 모식도이다.
- 도 4는 제1 실시예의 박편 시료 가공 방법의 설명도이며, (a)는 제2의 면상의 각 경통과 시료대의 배치를 나타내고, (b)는 (a)의 상태에서의 제1의 면 상의 각 경통과 시료대의 배치를 나타내고, (c)는 경사후의 제2의 면상의 각 경통과 시료대의 배치를 나타내고, (d)는 (c)의 상태에서의 제1의 면 상의 각 경통과 시료대의 배치를 나타낸다.
- 도 5는 제1 실시예의 박편 시료 가공 방법의 설명도이며, (a)는 박편 시료의 단면에 EB를 조사할 수 있도록 배치한 상태를 나타내고, (b)는 (a)의 상태에서의 제1의 면 상의 각 경통과 시료대의 배치를 나타내고, (c)는 경사후의 제2의 면 상의 각 경통과 시료대의 배치를 나타내고, (d)는 (c)의 상태에서의 제1의 면 상의 각 경통과 시료대의 배치를 나타낸다.
- 도 6은 제1 실시예의 박편 시료 가공 방법의 설명도이고, (a)는 FIB의 조사 방향으로부터 본 시료대 상의 박편 시료의 배치를 나타내고, (b)는 (a)의 상태에서의 제1의 면 상의 각 경통과 시료대의 배치를 나타내고, (c)는 경사후의 FIB의 조사 방향으로부터 본 시료대의 배치를 나타내고, (d)는 (c)의 상태에서의 제1의 면 상의 각 경통과 시료대의 배치를 나타낸다.
- 도 7은 제2 실시예의 복합 하전 입자 빔 장치의 구성도이다.
- 도 8은 제2 실시예의 박편 시료 가공 방법의 설명도이고, (a)는 제2의 면 상의 각 경통과 시료대의 배치를 나타내고, (b)는 (a)의 상태에서의 제1의 면 상의 각 경통과 시료대의 배치를 나타내고, (c)는, 경사후의 제2의 면상의 각 경통과 시료대의 배치를 나타내고, (d)는 (c)의 상태에서의 제1의 면 상의 각 경통과 시료대의 배치를 나타낸다.
- 도 9는 제2 실시예의 박편 시료 가공 방법의 설명도이며, (a)는 제2의 면 상의 각 경통과 시료대의 배치를 나타내고, (b)는, (a)의 상태에서의 제1의 면 상의 각 경통과 시료대의 배치를 나타내고, (c)는 경사후의 제2의 면상의 각 경통과 시료대의 배치를 나타내고, (d)는, (c)의 상태에서의 제1의 면 상의 각 경통과 시료대의 배치를 나타낸다.
- 도 10은 입사각 및 방위각의 설명도이고, (a)는 입사각을 나타내고, (b)는 방위각을 나타낸다.
- 도 11은 제3 실시예의 박편 시료 가공 방법의 설명도이다.
- 도 12는 제3 실시예의 박편 시료 가공 방법의 설명도이고, (a)는 도 8(b)와 동일한 도면이고, (b)는 (a)의 상태에서 시료대를 90도 회전시킨 상태를 나타낸다.
- 도 13은 제4 실시예의 박편 시료 가공 방법의 플로우도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하, 본 발명에 관련된 복합 하전 입자 빔 장치의 실시 형태에 대하여 설명한다.
 [0026] 본 실시 형태의 복합 하전 입자 빔 장치는, 도 1에 도시하는 바와 같이, FIB를 조사하는 FIB 경통(1)과, 전자

빔(EB:Electron Beam)을 조사하는 EB 경통(2)과, 기체 이온 빔을 조사하는 GIB 경통(3)을 구비하고 있다.

- [0027] FIB 경통(1)은, 액체 금속 이온원을 구비하고 있다. 또한, GIB 경통(3)은, PIG형의 기체 이온원을 구비하고 있다. 기체 이온원은, 이온원 가스로서, 헬륨, 아르곤, 크세논, 산소 등을 이용한다.
- [0028] 복합 하전 입자 빔 장치는 EB, FIB, 또는 GIB의 조사에 의해 박편 시료(7)로부터 발생하는 2차 전자를 검출하는 2차 전자 검출기(4)를 더 구비하고 있다. 또한, EB의 조사에 의해 박편 시료(7)로부터 발생하는 반사 전자를 검출하는 반사 전자 검출기를 구비하고 있어도 된다.
- [0029] 복합 하전 입자 빔 장치는 박편 시료(7)를 고정하는 시료 홀더(6)와 시료 홀더(6)를 재치하는 시료대(5)를 더 구비한다. 시료대(5)는, XYZ의 3축 방향으로 이동 가능하고, 또한, 경사축과 회전축의 각각의 축을 중심으로 경사·회전시킬 수 있다. 즉, 시료대(5)를 경사시킴으로써 박편 시료(7)에 대한 GIB의 방위각(도 10(b) 참조)을 변경할 수 있다. 시료대(5)는 시료대 제어부(15)의 지령 하에서, 시료대 구동부(10)에 의해 제어된다. 시료대 구동부(10)의 주요 역할은 시료대(5)의 회전 조작이며, 그 상세한 것은 실시예 3에서 기술한다.
- [0030] 복합 하전 입자 빔 장치는, FIB 제어부(11)와, EB 제어부(12)와, GIB 제어부(13)와, 상 형성부(14)와, 표시부(18)를 더 구비한다. EB 제어부(12)는 EB 경통(2)으로부터의 EB 조사를 제어한다. FIB 제어부(11)는 FIB 경통(1)으로부터의 FIB의 조사를 제어한다. GIB 제어부(13)는 GIB 경통(3)으로부터의 GIB 조사를 제어한다. 상 형성부(14)는, EB를 주사시키는 신호와, 2차 전자 검출기(4)에서 검출한 2차 전자의 신호로부터 SEM상을 형성한다. 표시부(18)는 SEM상 등의 관찰상이나 장치의 각종 제어 조건 등을 표시할 수 있다. 또한, 상 형성부(14)는, FIB를 주사시키는 신호와, 2차 전자 검출기(4)에서 검출한 2차 전자의 신호로부터 SIM상을 형성한다. 표시부(18)는 SIM상을 표시할 수 있다.
- [0031] 복합 하전 입자 빔 장치는, 입력부(16)와, 제어부(17)를 더 구비한다. 오퍼레이터는 장치 제어에 관한 조건을 입력부(16)에 입력한다. 입력부(16)는, 입력된 정보를 제어부(17)에 송신한다. 제어부(17)는, FIB 제어부(11), EB 제어부(12), GIB 제어부(13), 상 형성부(14), 시료대 제어부(15) 또는 표시부(18)에 제어 신호를 송신하여, 장치를 제어한다.
- [0032] 장치의 제어에 대하여, 예를 들면, 오퍼레이터는 표시부(18)에 표시된 SEM상이나 SIM상 등의 관찰상에 의거하여, FIB나 GIB의 조사 영역을 설정한다. 오퍼레이터는 표시부(18)에 표시된 관찰상 상에 조사 영역을 설정하는 가공 프레임을 입력부(16)에 의해 입력한다. 또한, 오퍼레이터는 가공 개시의 지시를 입력부(16)에 입력하면, 제어부(17)로부터 FIB 제어부(11) 또는 GIB 제어부(13)에 조사 영역과 가공 개시의 신호가 송신되며, FIB 제어부(11)로부터 FIB가, 또는 GIB 제어부(13)로부터 GIB가, 박편 시료(7)의 지정된 조사 영역에 조사된다. 이에 따라 오퍼레이터가 입력된 조사 영역에 FIB 또는 GIB를 조사할 수 있다.
- [0033] 또한, 복합 하전 입자 빔 장치는, 박편 시료(7)의 EB, FIB, 또는 GIB의 조사 영역 부근에 예칭 가스를 공급하는 가스 총(19)을 구비하고 있다. 예칭 가스로서, 염소 가스, 불소계 가스(불화크세논, 탄화불소 등), 옥소 가스 등의 할로겐 가스를 이용한다. 박편 시료(7)의 재질과 반응하는 예칭 가스를 이용함으로써, EB, FIB, 또는 GIB에 의한 가스 어시스트 예칭을 실시할 수 있다. 특히 EB에 의한 가스 어시스트 예칭은, 이온 스퍼터에 의한 데미지를 박편 시료(7)에 부여하지 않고 예칭 가공할 수 있다.
- [0034] 다음에, 각 경통과 시료대의 경사축의 배치에 대하여 도 2를 이용하여 설명한다. FIB1b 또는 GIB3b로 가공 중의 박편 시료(7)를 SEM 관찰하기 위해서, FIB 경통(1)의 FIB 조사축(1a)과 EB 경통(2)의 EB 조사축(2a), 및, EB 경통(2)의 EB 조사축(2a)과 GIB 경통(3)의 GIB 조사축(3a)은, 시료대(5)의 이동에 의해 위치 조정된 박편 시료(7) 상에서 교차하도록 배치되어 있다.
- [0035] 시료대(5)는, FIB 조사축(1a)과 직교하고, 또한, FIB 조사축(1a)과 GIB 조사축(3a)이 이루는 제1의 면(21)의 면 내에 위치하는 제1의 경사축(8a)을 중심으로 제1의 경사 구동부(8)에 의해 경사될 수 있다. 막 두께 방향(7b)이 제1의 경사축(8a)과 직교하도록 박편 시료(7)를 배치하고, 제1의 경사 구동부(8)에 의해 경사시키면, 단면(7a)에 대하여 수직으로 FIB1b 또는 EB2b를 조사할 수 있어, 단면(7a)의 SIM 또는 SEM 관찰할 수 있다.
- [0036] 또한, 제2의 경사축(9a)을 중심으로 시료대(5)를 경사시키는 제2의 경사 기구를 구비하는 경우, 시료대(5)는 FIB 조사축(1a)과 제1의 경사축(8a)에 대하여 직교하는 제2의 경사축(9a)을 중심으로 제2의 경사 구동부(9)에 의해 경사될 수 있다. 여기에서, 제2의 경사축(9a)은, FIB 조사축(1a)과 EB 조사축(2a)이 이루는 제2의 면(22)의 면 내에 위치한다. 이에 의하면, 단면(7a)에 EB2b를 조사하여 SEM 관찰할 수 있도록 박편 시료(7)를 배치한 경우라도, 제2의 경사 구동부(9)에 의해 FIB1b 또는 GIB3b를 상이한 2개의 방향으로부터 조사할 수 있다. 즉, FIB1b 또는 GIB3b에 의한 가공 중에 단면(7a)을 SEM 관찰할 수 있다. 따라서, SEM 관찰에 의해 가공 중점

을 검출하여, 가공을 종료시킬 수 있으므로, 단면(7a)의 커튼 효과를 억제하면서, 원하는 구조나 결함이 단면(7a)에 노출된 시점에서 가공을 종료시킬 수 있다.

- [0037] 도 3은, 반도체 디바이스의 일부를 잘라낸 박편 시료(7)의 모식도이다. 박편 시료(7)는, 디바이스의 구조(31, 32, 33)를 가지고 있다. 단면(7a)에는 구조(31, 33)가 노출되어 있다.
- [0038] 이러한 단면에 대하여 하나의 방향으로부터 이온 빔을 조사하면 구조가 있는 부분과 없는 부분에서 에칭 레이트가 상이하기 때문에, 단면 상에 요철이 형성된다. 요철이 형성된 단면을 SEM 관찰하면, 관찰상에는 요철에 기인하는 줄무늬가 포함되어 버린다. 이 줄무늬는 이온 빔 가공에 의해 형성된 것이므로, 반도체 디바이스의 구조물이나 결함이 아니다. 관찰상에 줄무늬가 나타나 버리면, 반도체 디바이스의 구조물이나 결함과 분간할 수 없게 되는 경우가 있다.
- [0039] 여기서, 박편 시료(7)를 GIB3b에 대하여 경사시켜, 박편 시료(7)의 상면(7c)측으로부터 상이한 2이상의 방향으로부터 GIB3b를 단면(7a)에 조사하여 마무리 가공함으로써, 하나의 방향으로부터의 GIB3b에 의한 에칭 가공으로 발생한 요철을 다른 방향으로부터의 GIB3b로 에칭 가공하므로, 단면(7a)에 노출된 디바이스의 구조물에 의한 요철의 형성을 억제할 수 있다.
- [0040] 상기의 설명에서는, FIB 경통(1)이 연직 방향으로 배치되어 있는데, FIB 경통(1)과 EB 경통(2)을 교체하여 배치해도 된다.
- [0041] 또한, 상기의 설명에서는, GIB3b에 의해 박편 시료(7)의 마무리 가공을 실시하고 있는데, GIB3b 대신에, EB2b에 의한 가스 어시스트 에칭이나, FIB1b를 이용해도 된다. FIB1b를 이용하는 경우는, 박편 시료(7)의 단면(7a)을 형성하는 가공과 마무리 가공에 있어서, FIB1b의 빔 에너지를 변경하는 것이 바람직하다. 즉, 박편 시료(7)의 단면(7a)을 형성하는 가공에서는, 가속 전압이 30kV로부터 40kV로 가속된 FIB1b를 이용하여 고속으로, 또한 빔 직경이 작은 빔으로 급준한 단면을 형성하고, 마무리 가공에서는, 가속 전압 1kV로부터 10kV 정도의 저가속의 FIB1b를 이용하여, 박편 시료(7)로의 침입 길이가 작은 빔을 이용함으로써, 데미지가 작은 가공을 실시한다. 이에 따라, 데미지가 작은 마무리 가공을 실시할 수 있다.
- [0042] <실시에 1>
- [0043] 상술한 제2의 경사 기구를 구비한 복합 하전 입자 빔 장치에 의해 박편 시료(7)를 가공하는 실시예에 대하여 설명한다.
- [0044] GIB3b의 방위각을 제2의 경사축(9a)을 중심으로 시료대(5)를 경사시킴으로써 변경하는 가공 방법을, 도 4를 이용하여 설명한다. 도 4(a)는, 제2의 면(22) 상의 각 경통과 시료대(5)의 배치를 나타낸다. 도 4(b)는 이 때의 제1의 면(21) 상의 각 경통과 시료대(5)의 배치를 나타낸다.
- [0045] 우선, FIB1b에 의해 박편 시료(7)에 단면(7a)을 형성한다. 그리고, 박편 시료(7)를 단면(7a)에 EB2b를 조사할 수 있도록 배치한다. 그리고, GIB3b를 조사하여, 단면(7a)을 에칭 가공한다(제1의 마무리 가공). GIB3b에 의한 가공 중에 단면(7a)에 EB2b를 조사하여, SEM 관찰을 행한다.
- [0046] 그리고, 시료대(5)를 제2의 경사축(9a)을 중심으로 경사시킨다. 도 4(c)는 경사후의 제2의 면(22) 상의 각 경통과 시료대(5)의 배치를 나타내고, 도 4(d)는 이 때의 제1의 면(21) 상의 각 경통과 시료대(5)의 배치를 나타낸다. 제2의 경사축(9a)을 중심으로 경사시키고 있으므로, 제1의 면(21) 상의 배치만 변화되고 있다. 경사후의 상태에서 GIB3b를 조사하여, 단면(7a)을 에칭 가공한다(제2의 마무리 가공). GIB3b에 의한 가공 중에 단면(7a)을 SEM 관찰하여, 원하는 구조나 결함이 단면(7a)에 노출된 시점에서 가공을 종료한다.
- [0047] 이에 의하면, 단면(7a)에 대하여, 경사전과 상이한 방향으로부터 GIB3b를 조사할 수 있으므로, 단면(7a)에 노출된 디바이스의 구조물에 의한 요철의 형성을 억제할 수 있다. 또한, 경사의 전후에 있어서 단면(7a)에 대한 EB2b의 입사 각도는 변하지 않으므로, 미세한 디바이스 구조나 결함을 관찰 대상으로 하기 위한 고배율 SEM 관찰이어도, 경사의 전후에서의 SEM 관찰 위치의 조정이 불필요하여, 가공을 효율적으로 실시할 수 있다.
- [0048] 여기서, GIB3b 대신에 FIB1b로 마무리 가공을 실시해도 된다. 이 경우, 우선, 가속 전압 30kV로부터 40kV로 가속화된 FIB1b로 박편 시료(7)에 단면(7a)을 형성한다. 그리고, 도 5(a)에 도시하는 바와 같이, 박편 시료(7)의 단면(7a)에 EB2b를 조사할 수 있도록 배치한다. 도 5(b)는, 이 때의 제1의 면(21) 상의 각 경통과 시료대(5)의 배치를 나타낸다. 그리고, 가속 전압을 1kV로부터 10kV로 바꾸고, FIB1b를 조사하여, 단면(7a)을 에칭 가공한다(제1의 마무리 가공). FIB1b에 의한 가공 중에 단면(7a)에 EB2b를 조사하여, SEM 관찰을 행한다.

- [0049] 그리고, 시료대(5)를 제2의 경사축(9a)을 중심으로 경사시킨다. 도 5(c)는 경사후의 제2의 면(22) 상의 각 경통과 시료대(5)의 배치를 나타내고, 도 5(d)는 이 때의 제1의 면(21) 상의 각 경통과 시료대(5)의 배치를 나타낸다. 경사후의 상태에서 FIB1b를 조사하여, 단면(7a)을 에칭 가공한다(제2의 마무리 가공). FIB1b에 의한 가공 중에 단면(7a)을 SEM 관찰하여, 원하는 구조나 결함이 단면(7a)에 노출된 시점에서 가공을 종료한다. 마무리 가공에 있어서 가속 전압을 낮게 하고 있으므로, 데미지가 작은 가공을 실시할 수 있다.
- [0050] 또한, FIB 경통(1)과 EB 경통(2)을 교체하여 배치하고, FIB1b에 의한 가공 대신에, EB1b에 의한 가스 아시스트 에칭에 의해 마무리 가공을 실시하는 것도 가능하다. 이에 의하면, 이온 스퍼터가 발생하지 않으므로, 데미지가 작은 가공을 실시할 수 있다. 단, 이 경우는 가공 중의 SEM 관찰은 행하지 않는다.
- [0051] 그런데, 박편 시료(7)의 막 두께 방향(7b)을 제1의 경사축(8a)과 직교하도록 배치한 경우에 대해서 설명했는데, 도 6에 도시하는 바와 같이 박편 시료(7)의 막 두께 방향(7b)과 제1의 경사축(8a)이 직교하지 않는 경우라도 단면(7a)에 상이한 2이상의 방향으로부터 GIB3b를 조사하여, 커튼 효과를 억제할 수 있다. 도 6(a)는, FIB1b의 조사 방향으로부터 본 시료대(5) 상의 박편 시료(7)의 배치를 나타낸다. 박편 시료(7)의 막 두께 방향(7b)은 제1의 경사축(8a)에 대하여 경사져 있다. 도 6(b)는, 이 때의 제1의 면(21) 상의 각 경통과 시료대(5)의 배치를 나타낸다. 그리고, GIB3b를 조사하여, 단면(7a)을 에칭 가공한다(제1의 마무리 가공). 이 때 단면(7a)에 EB2b를 조사하여, SEM 관찰을 행한다.
- [0052] 그리고, 시료대(5)를 제2의 경사축(9a)을 중심으로 경사시킨다. 도 6(c)는 경사후의 FIB1b의 조사 방향으로부터 본 시료대(5)의 배치를 나타내고, 도 6(d)는 이 때의 제1의 면(21) 상의 각 경통과 시료대(5)의 배치를 나타낸다. 제2의 경사축(9a)을 중심으로 경사시키고 있으므로, 제1의 면(21) 상의 배치만 변화된다. 경사후의 상태에서 GIB3b를 조사하여, 단면(7a)을 에칭 가공한다(제2의 마무리 가공). 단면(7a)에 대하여, 상이한 방향으로부터 GIB3b를 조사할 수 있으므로, 단면(7a)에 노출된 디바이스의 구조물에 의한 요철의 형성을 억제할 수 있다. 또한, 막 두께 방향(7b)이 제1의 경사축(8a)에 대하여 경사져 있으므로, GIB 조사축(3a)이 단면(7a)에 대하여 경사져, 단면(7a)의 에칭 레이트가, GIB 조사축(3a)이 단면(7a)의 면내 방향에 있는 경우에 비해서 커진다. 따라서, 이와 같이 박편 시료(7)를 배치함으로써 가공 시간을 단축할 수 있다.
- [0053] <실시에 2>
- [0054] 상술한 제2의 경사 기구 대신에 경사 시료 홀더(61)를 구비한 복합 하전 입자 빔 장치에 의해 박편 시료(7)를 가공하는 실시예에 대하여 설명한다.
- [0055] 제2의 경사 기구를 구비하지 않는 복합 하전 입자 빔 장치에서는, 제1의 경사축(8a)을 중심으로 박편 시료(7)를 경사시키는 것 만으로는, 박편 시료(7)의 상면(7c)측으로부터 입사시키는 GIB3b의 방위각을 변경할 수는 없다. 여기서, 시료대(5)의 시료 설치면(5a)에 대하여 일정한 각도로 경사진 시료 고정면(61a)을 가지고, 탈착가능한 경사 시료 홀더(61)를 설치하고, 경사 시료 홀더(61)에 박편 시료(7)를 고정된 상태에서 제1의 경사축(8a)을 중심으로 시료대(5)를 경사시킨다. 이에 따라, 박편 시료(7)의 상면(7c)측으로부터 상이한 2이상의 방향으로부터 GIB3b를 단면(7a)에 조사하여 마무리 가공할 수 있다.
- [0056] 우선, 시료대(5)의 시료 설치면(5a)에 박편 시료(7)를 고정하여, FIB1b에 의해 단면(7a)을 형성한다. 그리고, 박편 시료(7)를 취출하여, 시료 설치면(5a)에 경사 시료 홀더(61)를 설치한다. 그리고, 도 7에 도시하는 바와 같이, 경사 시료 홀더(61)의 시료 고정면(61a)에, 단면(7a)에 GIB3b를 입사시킬 수 있는 방향으로 박편 시료(7)를 고정한다.
- [0057] 도 8(a)는, 제2의 면(22) 상의 각 경통과 시료대(5)의 배치를 나타낸다. 도 8(b)는, 이 때의 제1의 면(21) 상의 각 경통과 시료대(5)의 배치를 나타낸다. 경사 시료 홀더(61)는, 단면(7a)에 GIB3b를 입사시킬 수 있는 각도, 즉, 수평면에 대한 GIB 조사축(3a)의 각도보다도 수평면에 대한 단면(7a)의 각도가 작은 각도가 되도록 박편 시료(7)를 경사시켜 고정한다. 이 상태에서 단면(7a)에 GIB3b를 조사하여, 에칭 가공을 행한다(제1의 마무리 가공).
- [0058] 그리고, 시료대(5)를 제1의 경사축(8a)을 중심으로 경사시킨다. 도 8(c)는, 경사후의 제2의 면(22) 상의 각 경통과 시료대(5)의 배치를 나타낸다. 도 8(d)는, 이 때의 제1의 면(21) 상의 각 경통과 시료대(5)의 배치를 나타낸다. 제1의 경사축(8a)을 중심으로 경사시킴으로써, GIB3b를 박편 시료(7)의 상면(7c)측으로부터 단면(7a)으로 입사하는 방위각을 변경할 수 있다. 이 상태에서 GIB3b를 단면(7a)에 조사하여, 에칭 가공을 행한다(제2의 마무리 가공). 이에 따라, 제2의 경사 기구를 구비하지 않은 장치에 있어서도, 상이한 2이상의 방향으로부터 단면(7a)에 GIB3b를 조사할 수 있으므로, 단면(7a)에 노출된 디바이스의 구조물에 의한 요철의 형성을 억제

할 수 있다.

- [0059] 또한, FIB 경통(1)과 EB 경통(2)을 바꾸어 배치해도 된다. 이 경우에는, GIB3b에 의한 에칭 가공 중의 단면(7a)을 SEM 관찰할 수 있다.
- [0060] 도 9(a)는, 제2의 면(22) 상의 각 경통과 시료대(5)의 배치를 나타낸다. 도 9(b)는, 이 때의 제1의 면(21) 상의 각 경통과 시료대(5)의 배치를 나타낸다. 단면(7a)에 EB2b를 조사할 수 있으므로, GIB3b에 의한 가공 중이라도 단면(7a)의 SEM 관찰을 할 수 있다.
- [0061] 도 9(c)는, 경사 후의 제2의 면(22) 상의 각 경통과 시료대(5)의 배치를 나타낸다. 도 9(d)는, 이 때의 제1의 면(21) 상의 각 경통과 시료대(5)의 배치를 나타낸다. 이 상태에서도 단면(7a)에 EB2b를 조사할 수 있으므로, GIB3b에 의한 가공 중에도 단면(7a)의 SEM 관찰을 할 수 있다. 경사의 전후에 있어서 단면(7a)에 대한 EB2b의 입사 각도는 변하지 않으므로, 미세한 디바이스 구조나 결함을 관찰 대상으로 하기 위한 고배율 SEM 관찰이라도, 경사의 전후에서의 SEM 관찰 위치의 조정이 불필요하여, 가공을 효율적으로 실시할 수 있다.
- [0062] <실시에 3>
- [0063] 실시예 2와 마찬가지로, 경사 시료 홀더(61)를 구비한 복합 하진 입자 빔 장치에 의해 박편 시료(7)를 가공하는 별도의 실시예에 대하여 설명한다. 본 실시예에 있어서는, 실시예 2와 마찬가지로 경사 시료 홀더(61)가 사용되는데, 시료대 구동부(10)(도 1)에 의해, 가공 중에 박편 시료(7)를 평면내에서 회전시키는 회전 조작(로테이션 조작)이 추가된다.
- [0064] 도 10은, 본 실시예에 있어서 적용되는 「입사각」과 「방위각」을 정의하기 위한 설명도이다. 도 10(a)는 입사각을 나타내고 있고, 박편 시료(7)에 대하여 GIB3b가 입사하는 각도이다. 특히 여기서의 입사각은, 박편 시료(7)가 노출된 단면(7a)에 대하여 수직 방향의 각도이다.
- [0065] 한편, 도 10(b)는 「방위각」을 나타내고 있고, 상술한 회전 조작에 의해 방위각을 변경하는 것이 가능하다. 또한, 실시예 1 및 실시예 2에 있어서의 「방위각」도 동일한 의미인데, 실시예 1 및 실시예 2에 있어서, 방위각은 시료대(5)의 경사에 따라 변화한다. 방위각도, 입사각과 마찬가지로, 박편 시료(7)에 대하여 GIB3b가 입사하는 각도인데, 특히 방위각은, 박편 시료(7)가 노출된 단면(7a)에 대하여 면내 방향의 각도이다. 또한, 경사 시료 홀더(61)의 형상이 도 7~9에 도시한 것과 상이하지만, 어디까지나 도면 상의 차이만이며, 실질적으로는 같다.
- [0066] 도 11에 도시하는 바와 같이 본 예에 있어서도, 실시예 1과 마찬가지로, 시료대(5)의 시료 설치면(5a)에 대하여 일정한 각도로 경사진 시료 고정면(61a)을 설치하고, 탈착가능한 경사 시료 홀더(61)를 설치하여, 경사 시료 홀더(61)에 박편 시료(7)를 고정된 상태에서 제1의 경사축(8a)을 중심으로 시료대(5)를 경사시킨다.
- [0067] 또한 본 예에서는 회전 기구로서의 시료대 구동부(10)가, 제어부(17) 나아가 시료대 제어부(15)(도 1)의 제어하에 구동하여, 화살표 A로 표시하는 바와 같이 시료대(5)를 평면 내에서 회전시킨다. 회전 기구로서의 시료대 구동부(10)에는 서보 모터 등 다양한 것이 사용가능하고 특히 그 종류는 한정되지 않는다.
- [0068] 도 12(a)는, 본 예에 있어서의 제1의 면(21) 상의 각 경통과 시료대(5)의 배치를 나타내고, 도 8(b)와 동일한 도면으로 되어 있다. 이 상태에서 단면(7a)에 GIB3b를 조사하여, 에칭 가공을 행한다. 그 후 이 상태에서 제어부(17)(및 시료대 제어부(15))의 지령에 따라 시료대 구동부(10)를 구동시켜, 도 11의 화살표 A를 따라 시계 방향으로 시료대(5)를 90도 회전시키면 도 12(b)의 상태로 된다. 이 상태에서 단면(7a)에 GIB3b를 조사하여, 에칭 가공을 행한다. 본 도면에서는 시료대(5)의 회전 각도를 90도로 했는데, 어디까지나 설명을 위함이며, 실제의 각도는 임의의 것을 선택가능하다.
- [0069] 본 예에 있어서는, 실시예 2의 조작에 추가하여, 방위각을 바꾼 다양한 방향으로부터 GIB3b를 조사하기 때문에, 단면(7a)에 노출된 디바이스 구조물에 의한 요철의 형성을 더욱 효과적으로 억제할 수 있고, 커튼 효과의 발현도 더욱 억제된다.
- [0070] 또한, 본 예에서는 GIB3b의 박편 시료(7)에 대한 방위각을 변동시키는 예에 대하여 설명했는데, FIB1b, EB2b의 박편 시료(7)에 대한 방위각을 변동시키도록 하는 것도 가능하다.
- [0071] 또한, 경사 시료 홀더(61)의 사이즈, 박편 시료(7)의 부착 방법 등의 상세는 특별히 한정되지 않고, 관측에 따라서 최적의 것을 선택하는 것이 가능하다. 또한, 다양한 경사 시료 홀더(61)를 바꿔 붙임으로써, 박편 시료(7)에 대한 입사각을 변동시킬 수도 있다. 또한, 박편 시료(7)의 표면, 이면을 바꿈으로써, 표면 및 이면의 양

쪽을 가공하는 것이 가능해진다.

- [0072] <실시예 4>
- [0073] 본 예에서는, 오퍼레이터에 의한 상술한 입사각, 방위각, 각 방위각에서의 빔의 조사 시간(조사량), SEM 모니터링의 유무 등의 설정 입력에 의거하여, 복합 하전 입자 빔 장치를 설정대로 구동하는 자동 가공 프로그램(자동 시퀀스 레시피)에 대하여 설명한다. 상술한 바와 같이, 오퍼레이터는 미리 설정된 메뉴나, 표시부(18)에 표시된 SEM상이나 SIM상 등의 관찰 상에 의거하여, FIB나 GIB의 조사 영역을 설정한다. 오퍼레이터는 표시부(18)에 표시된 관찰상 위에 조사 영역을 설정하는 가공 프레임을 입력부(16)에 의해 입력한다. 오퍼레이터가 장치 제어에 관한 조건을 입력부(16)에 입력하면, 제어부(17)가 입력된 조건을 수신하여, FIB 제어부(11) 또는 GIB 제어부(13)에 조사 영역과 가공 개시의 제어 신호가 송신되고, FIB 제어부(11)로부터 FIB가, 또는 GIB 제어부(13)로부터 GIB가, 박편 시료(7)의 지정된 조사 영역에 조사된다. 이에 따라 오퍼레이터가 입력된 조사 영역에 FIB 또는 GIB를 조사할 수 있다.
- [0074] 도 13은 박편 시료 가공 방법의 플로우도이다. 우선 오퍼레이터는, 미리 설정된 메뉴에 의거하여, 장치 제어에 관한 모든 조건을 입력부(16)에 입력한다(단계 S1). 또한, 오퍼레이터는, 표시부(18)에 표시된 SEM상이나 SIM상 등의 관찰상 및 장치의 제어 조건에 의거하여, 장치 제어에 관한 새로운 모든 조건을 입력부(16)에 입력할 수도 있다. 모든 조건에는 예를 들면 이하의 (1)~(4)가 포함되고, 도시하지 않은 메모리에 등록된다. 입력을 수신한 제어부(17)는 입력에 대응한 제어 신호를 하기의 각 부에 보낸다.
- [0075] (1) 기본 파라미터
- [0076] · 관찰 조건(SEM 관찰 위치, 가속 전압, 시야 사이즈, 스캔 스피드, 가공후의 SEM 관찰의 유무 등)… FIB 제어부(11), EB 제어부(12)
- [0077] · GIB의 조사 조건(조사 시간, 스캔의 유무 등)… GIB 제어부(13)
- [0078] · 방위각 0도의 시료대(5)의 기준 위치… 시료대 제어부(15)
- [0079] · SEM 관찰 시의 검출기의 교체 및 조합(검출기의 선택, 각 검출기의 화상의 합성 유무 및 합성 비율의 변경)… 상 형성부(14)
- [0080] (2) 시퀀스의 작성
- [0081] 방위각, 조사 시간, 가공 후의 SEM 관찰의 유무 등의 조건에 의거하는 시퀀스의 작성
- [0082] (3) 시퀀스의 변경
- [0083] 방위각, 조사 시간, 가공후의 SEM 관찰의 유무 등의 조건의 변경에 의거하는 시퀀스의 변경
- [0084] (4) 등록 좌표의 확인 및 수정
- [0085] 모든 조건은 물론 상기의 것에 한정되지 않는다. 여기서 모든 조건에는, 방위각을 변동시켜서 가공을 반복하는 전 회수 M(리피트 회수 M)의 설정이 포함된다. 오퍼레이터는 전 회수를 직접 입력부(16)에 입력할 수 있다. 단, 전 방위각(시료대(5)를 회전시키는 각도)이 처음부터 고정되어 있으면, 1회의 가공 후에 변경시키는 방위각의 크기를 입력함으로써, 리피트 회수는 자동적으로 결정되므로, 변경시키는 방위각의 크기를 입력하도록 해도 된다. 예를 들면, 시료대(5)를 360도에 걸쳐서 회전시키는 경우, 1회의 가공후에 변경시키는 방위각의 크기로서 30도를 입력하면, 리피트 회수 M이 12회(=360÷30)로서 자동적으로 정해져, 메모리에 기억된다. 방위각을 설정하면, 방위각 0도의 좌표에 의거하여, 각 방위각에서의 각 좌표는 자동적으로 계산된다.
- [0086] 제어부(17)는 입력 종료를 판정하면(단계 S2;Yes), 처음에는 리피트 회수가 1회째이므로, 「N=1」을 메모리에 등록하고(단계 S3), 가공 개시 및 당해 방위각에 있어서의 조사 영역의 제어 신호를 생성하여, 각 부에 송신함으로써 가공이 개시된다(단계 S4).
- [0087] 당해 방위각에서의 가공 종료 후, 제어부(17)는 당해 방위각에서의 가공이 필요한 리피트 회수 M에 도달해 있는지 여부를 판정하고, 도달해 있으면(N=M) 조작을 종료한다(단계 S5;Yes). 도달해 있지 않으면(단계 S5;No), 가공 회수를 1회 더 증가시키는, 즉 「N=N+1」을 메모리에 등록하여(단계 S6), 방위각을 변경하고(단계 S7), 단계 S4로 되돌아가 다음의 가공을 행한다. N=M으로 된 경우는 조작을 종료한다(단계 S5;Yes).
- [0088] 상술의 예에서는, 당초 설정된 방위각에 의거하여, 모든 방위각으로부터의 가공이 자동적으로 행해지는 예를 설명했다. 그러나, 본 발명은 이러한 예에는 한정되지 않는다. 예를 들면 1회의 가공 때마다 상을 관찰하는 등

으로 한 후, 새로운 방위각에서의 가공을 행하는 것도 가능하다. 또한, 변경시키는 방위각의 크기도 일정할 필요는 없고, 가공의 도중에 30도로부터 60도로 변경하는 등으로 해도 된다.

[0089] 즉, 사전에 오퍼레이터가 원하는 시퀀스를 복수 작성하고, 복합 하전 입자 빔 장치에 등록하여, 실행하는 것이 가능하다. 예를 들면, 제1의 시퀀스에서는 조(粗)가공으로 하고, 방위각 30도, 10분간 가공, 가공 후의 SEM 관찰 무, 제2의 시퀀스에서는 마무리 가공으로서 방위각 10도, 5분간 가공, 가공 후의 SEM 관찰 유로 하는 시퀀스를 등록한다. 이에 따라 복합 하전 입자 빔 장치는, 등록된 시퀀스를 실행함으로써 복수의 시료에 대하여 일정한 품질의 가공을 실현할 수 있다.

[0090] 본 출원은, 2012년 8월 30일 출원의 일본 특허출원, 특허출원 2012-190490에 의거하는 것이며, 그 내용은 여기에 참조로서 수용된다.

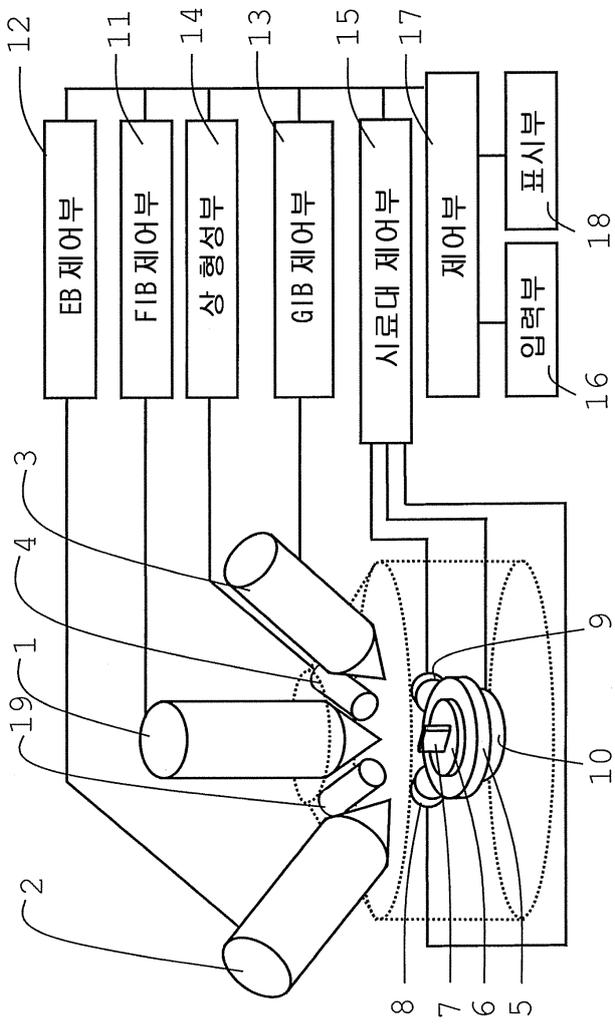
[0091] 또한, 본 발명은, 상술한 실시 형태에 한정되는 것은 아니고, 적절히, 변형, 개량 등이 가능하다. 그 외, 상술한 실시 형태에 있어서의 각 구성 요소의 재질, 형상, 치수, 수치, 형태, 수, 배치 개소 등은 본 발명을 달성할 수 있는 것이면 임의이고, 한정되지 않는다.

부호의 설명

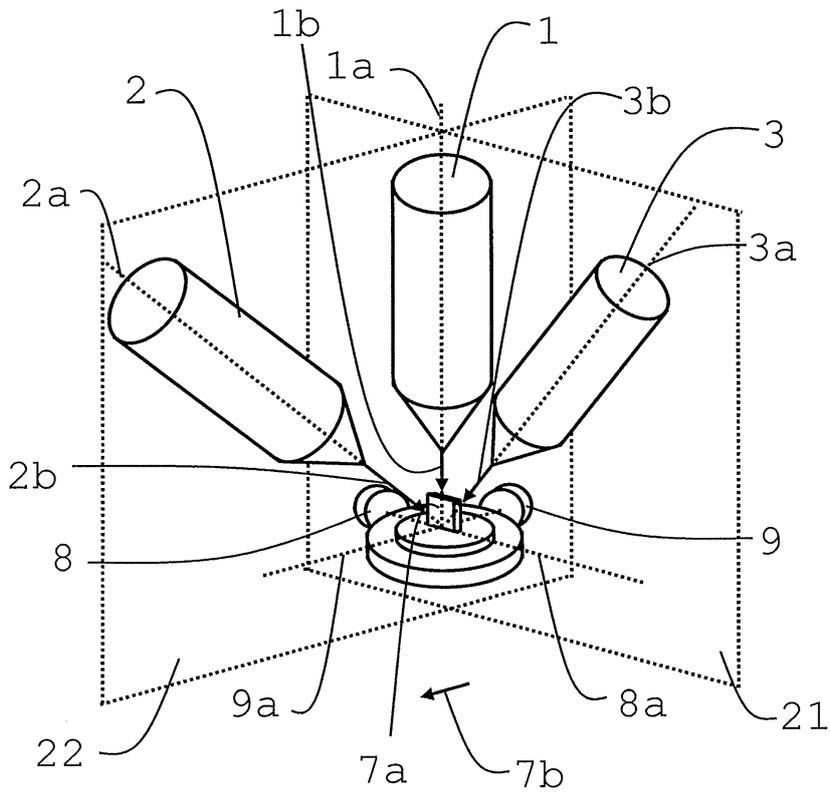
- | | | |
|--------|--------------|-----------------|
| [0092] | 1: FIB 경통 | 1a: FIB 조사축 |
| | 1b: FIB | 2: EB 경통 |
| | 2a: EB 조사축 | 2b: EB |
| | 3: GIB 경통 | 3a: GIB 조사축 |
| | 3b: GIB | 4: 2차 전자 검출기 |
| | 5: 시료대 | 5a: 시료 설치면 |
| | 6: 시료 홀더 | 7: 박편 시료 |
| | 7a: 단면 | 7b: 막 두께 방향 |
| | 7c: 상면 | 8: 제1의 경사 구동부 |
| | 8a: 제1의 경사축 | 9: 제2의 경사 구동부 |
| | 9a: 제2의 경사축 | 10: 시료대 구동부 |
| | 11: FIB 제어부 | 12: EB 제어부 |
| | 13: GIB 제어부 | 14: 상 형성부 |
| | 15: 시료대 제어부 | 16: 입력부 |
| | 17: 제어부 | 18: 표시부 |
| | 19: 가스총 | 21: 제1의 면 |
| | 22: 제2의 면 | 31, 32, 33: 구조물 |
| | 61: 경사 시료 홀더 | 61a: 시료 고정면 |

도면

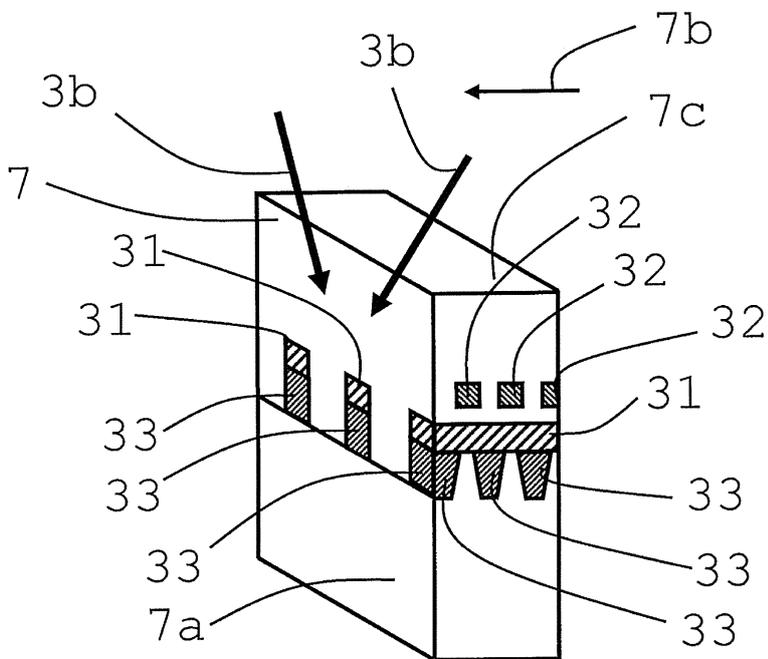
도면1



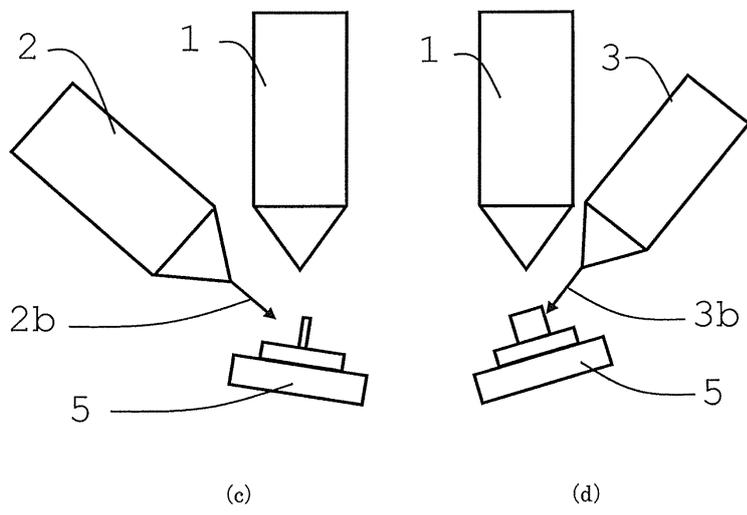
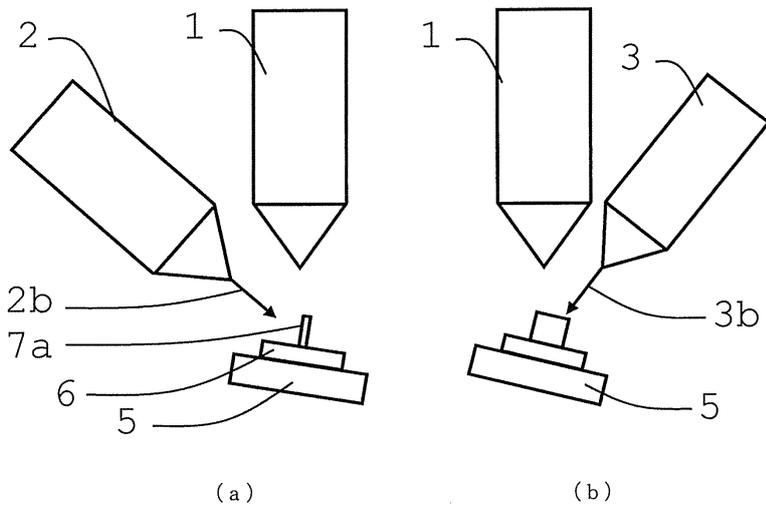
도면2



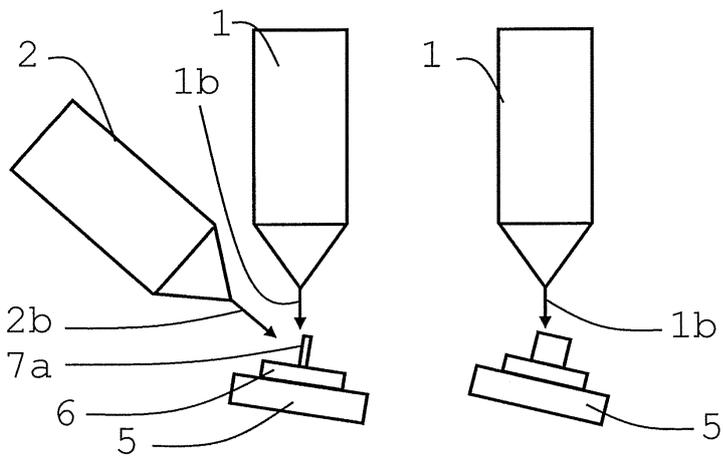
도면3



도면4

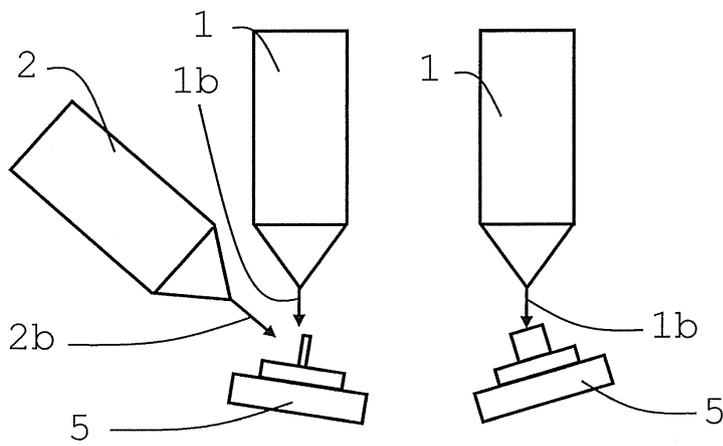


도면5



(a)

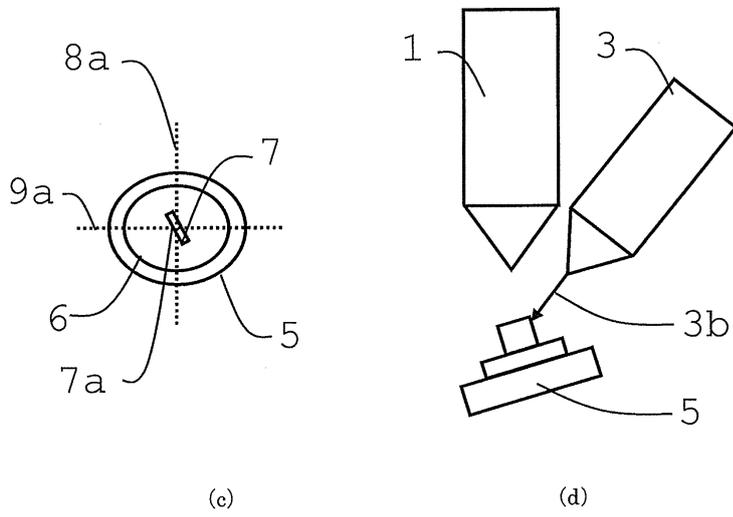
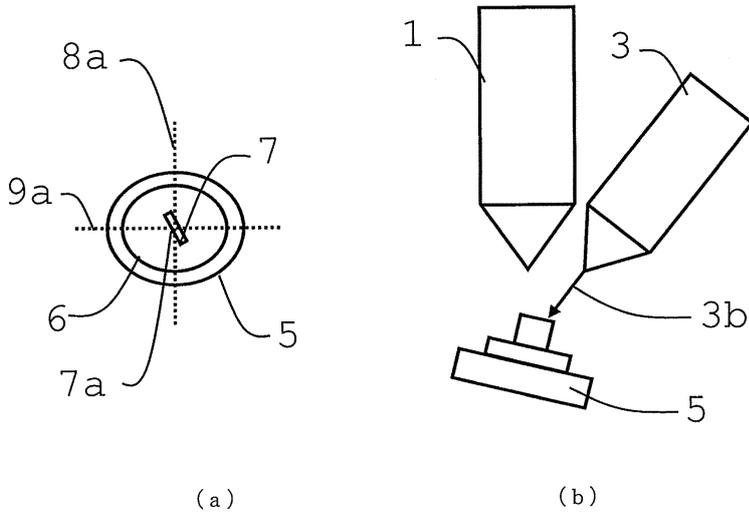
(b)



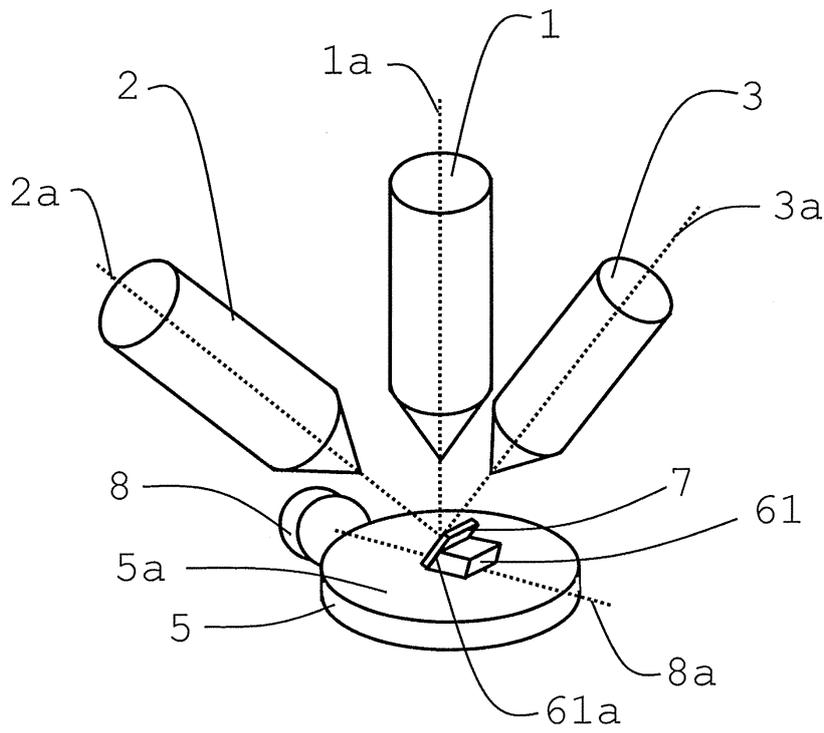
(c)

(d)

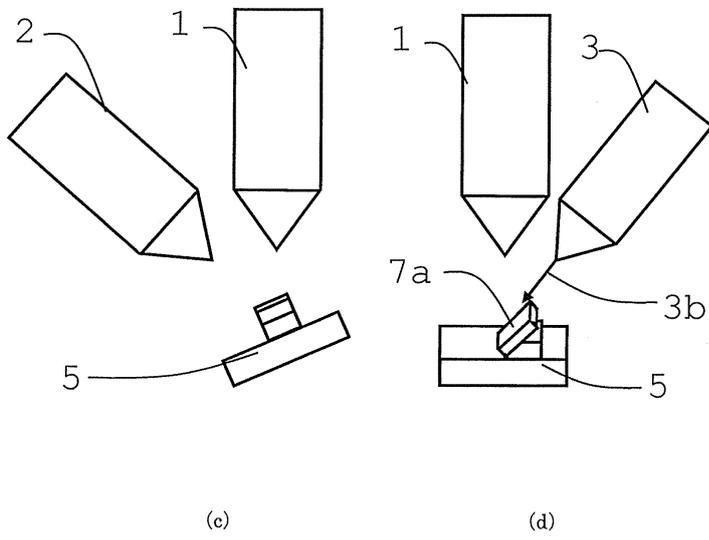
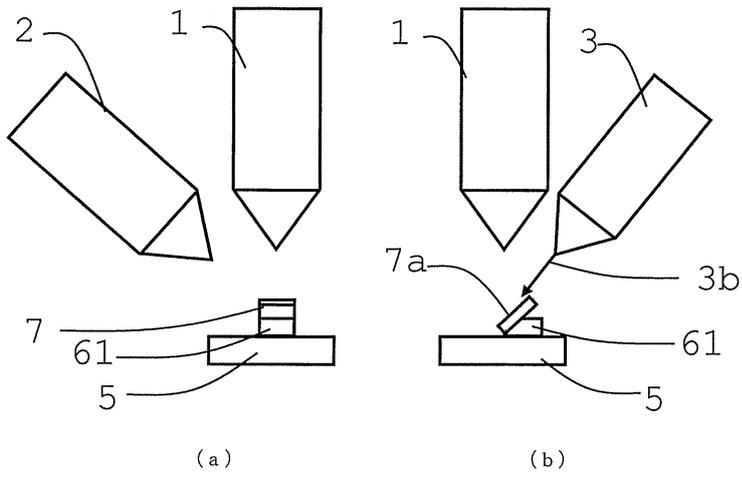
도면6



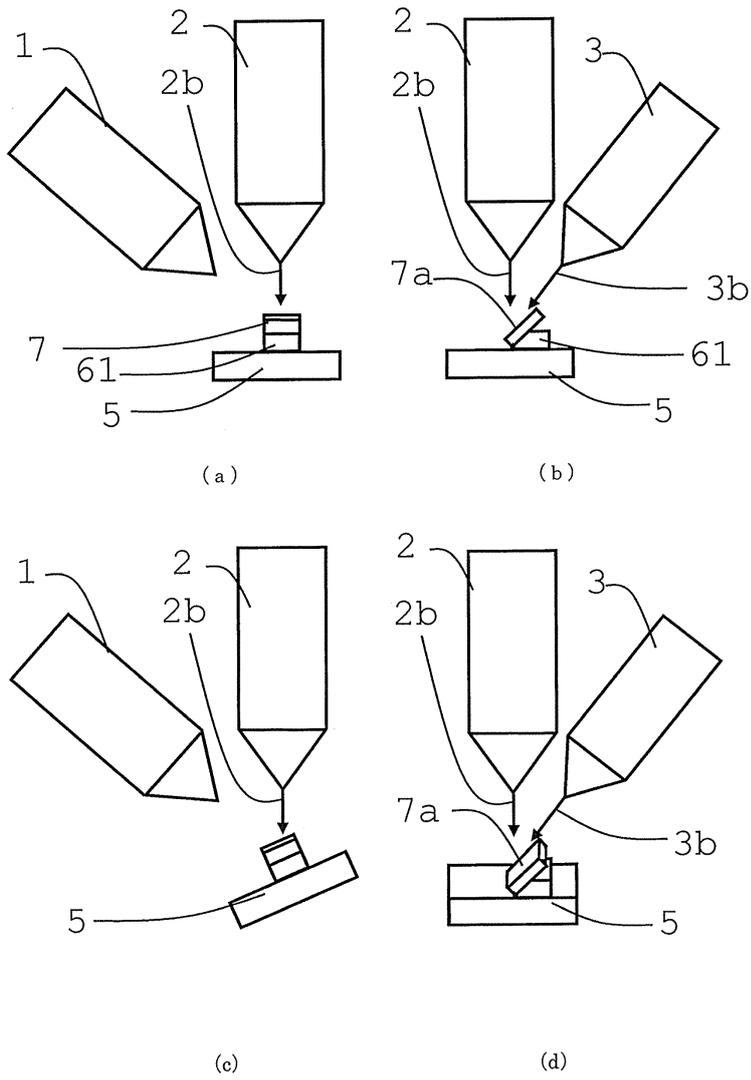
도면7



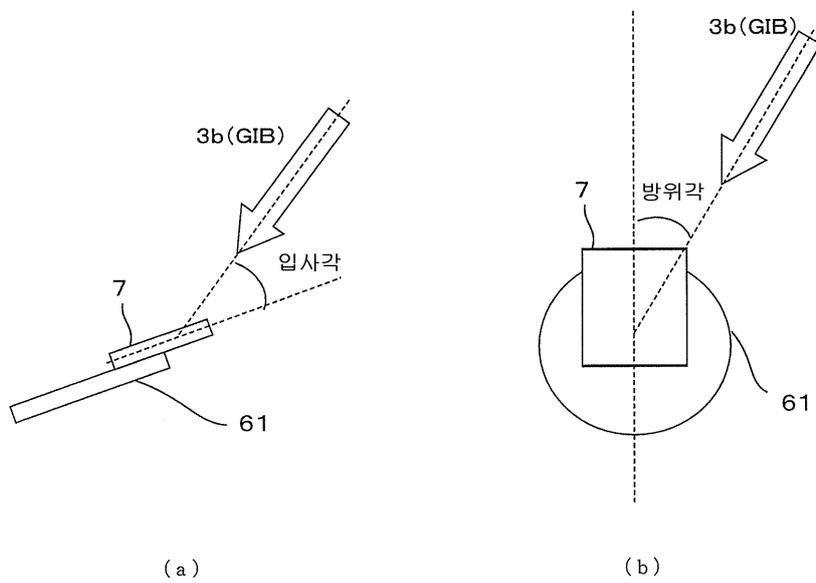
도면8



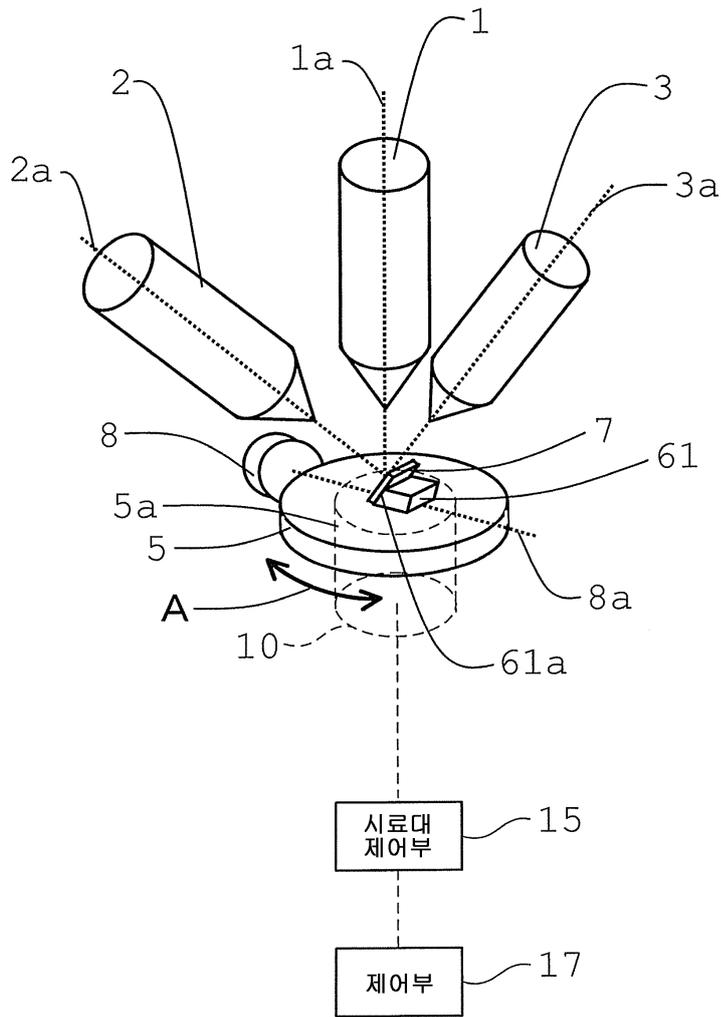
도면9



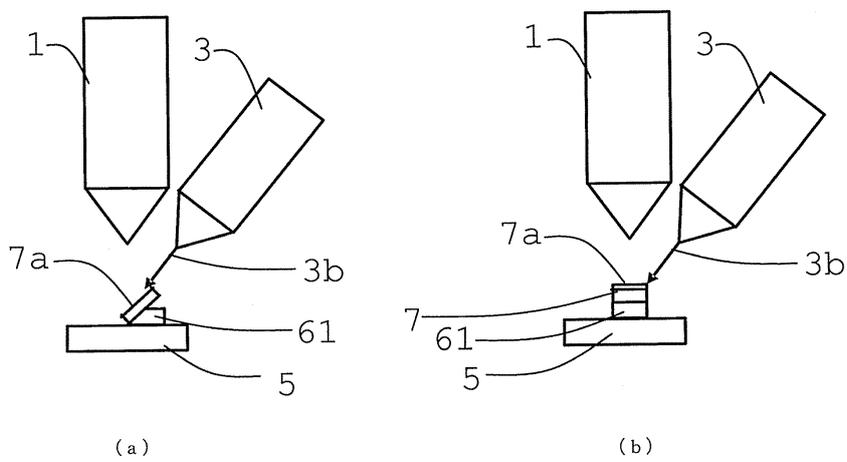
도면10



도면11



도면12



도면13

