



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년07월06일
(11) 등록번호 10-2552236
(24) 등록일자 2023년07월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/20 (2006.01) H01J 37/28 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01J 37/20 (2020.05)
H01J 37/28 (2020.05)
(21) 출원번호 10-2022-0155277(분할)
(22) 출원일자 2022년11월18일
심사청구일자 2022년11월28일
(65) 공개번호 10-2022-0162657
(43) 공개일자 2022년12월08일
(62) 원출원 특허 10-2015-0136467
원출원일자 2015년09월25일
심사청구일자 2020년06월10일
(30) 우선권주장
JP-P-2014-200340 2014년09월30일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2004047315 A*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 2 항

(73) 특허권자
가부시키가이샤 히다치 하이테크 사이언스
일본국 도쿄도 미나토쿠 도라노몬 1초메 17반 1코
(72) 발명자
스즈키 히로유키
일본국 도쿄도 미나토쿠 니시-심바시 1초메 24-14
가부시키가이샤 히다치 하이테크 사이언스 내
기타야마 신야
일본국 도쿄도 미나토쿠 니시-심바시 1초메 24-14
가부시키가이샤 히다치 하이테크 사이언스 내
(74) 대리인
(유)한양특허법인

심사관 : 이민형

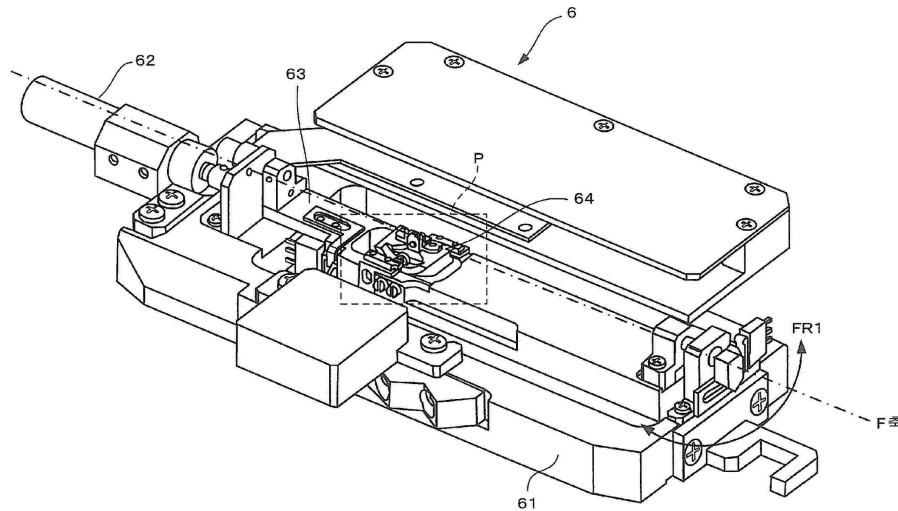
(54) 발명의 명칭 복합 하전 입자 빔 장치

(57) 요약

[과제] 박편 시료의 마무리 가공에 수반하는 커튼 효과를 억제하여, 줄무늬가 적은 관찰상의 취득을 도모한다.

[해결 수단] 복합 하전 입자 빔 장치(100)는, 박편 시료(7)에 제1 하전 입자 빔을 조사하는 제1 하전 입자 빔 경통과, 박편 시료(7)의 제1 하전 입자 빔의 조사 위치에 제2 하전 입자 빔을 조사하는 제2 하전 입자 빔 경통과, 박편 시료(7)를 고정하는 시료 홀더(6)와, 시료 홀더(6)를 올려놓는 시료대(5)를 구비하고, 시료 홀더(6)는, 시료대(5) 위에 있어서, 제1 회동축(A1)을 중심으로 하여 박편 시료(7)의 관찰면에 평행한 면 내에서, 박편 시료(7)를 회동시키는 것이 가능하다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01J 2237/20207 (2013.01)

H01J 2237/20214 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP2007066710 A

JP2007129214 A

KR1020070026130 A*

US20070045560 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

박편 시료에 제1 하전 입자 빔을 조사하는 제1 하전 입자 빔 경통과,
 상기 박편 시료의 상기 제1 하전 입자 빔의 조사 위치에 제2 하전 입자 빔을 조사하는 제2 하전 입자 빔 경통과,
 시료 홀더와,
 상기 시료 홀더를 올려놓는 시료대를 구비하고,
 상기 시료대는, 경사축을 중심으로 경사시키는 것이 가능하고,
 상기 시료 홀더는,
 상기 시료대 위에 배치된 기대와,
 모터에 의해 구동하는 회전 구동부와,
 상기 회전 구동부의 구동에 의해 flip축을 중심으로 상기 시료대와 독립하여 회동하는 회동대를 구비하고,
 상기 회동대와 함께 상기 박편 시료를 상기 flip축 상에 배치 가능하게 지지하는 TEM 그리드를, 상기 flip축을 중심으로 하는 왕복 구동에 의해 상기 박편 시료의 관찰면에 수직인 면 내에서 회동시키고,
 상기 경사축 및 상기 flip축의 유센트릭(eucentric) 위치는 일치하는, 복합 하전 입자 빔 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
 상기 시료대는 상기 시료 홀더를 XYZ의 3축 방향으로 이동시키는 것, 경사시키는 것, 및 회전시키는 것이 가능한, 복합 하전 입자 빔 장치.

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. 또, 집속 이온 빔의 조사에 의해 이온종인 갈륨이 박편 시료에 주입되어 데미지층을 형성하는 것도 알려져 있다.

[0003] 근년에는, 데미지층을 제거하는 수단으로서, 박편 시료에 기체 이온 빔(GIB; Gas Ion Beam)을 조사하여, 데미지층을 제거하는 마무리 가공이 제안되고 있다(인용 문헌 1 참조). 이러한 수단에 의하면, 데미지층이 적은 박편 시료를 형성하는 것이 가능하게 된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본국 특허 공개 2007-066710호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 그러나, 종래의 수단에서는, 반도체 디바이스 등의 구조물이 박편 시료의 관찰면에 노출되어 있는 경우에는, 구조물의 유무에 의해 기체 이온 빔의 에칭 레이트가 상이하기 때문에, 관찰면에 요철이 형성되어 줄무늬가 되어 나타나는 현상, 이른바 커튼 효과가 발생해 버린다. 이로 인해, 관찰면의 관찰상에, 본래의 디바이스 구조 이외에 이온 빔 가공으로 형성된 줄무늬도 나타나 버린다고 하는 과제가 있다.
- [0006] 특히, 근년의 선단 디바이스에서는 여러가지 종류의 재료가 이용된다. 그로 인해 에칭 레이트의 차가 현저해지는 케이스가 있다.
- [0007] 또, 선단 디바이스에서는 구조가 미세하므로, 관찰 대상도 미세하다. 따라서, 관찰면에 나타나는 요철이 작은 경우에서도 관찰에 의해 영향이 미치게 된다.
- [0008] 본 발명은, 커튼 효과를 억제하여, 줄무늬가 적은 관찰상을 취득할 수 있는 복합 하전 입자 빔 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명의 복합 하전 입자 빔 장치는, 박편 시료에 제1 하전 입자 빔을 조사하는 제1 하전 입자 빔 경통과, 상기 박편 시료의 상기 제1 하전 입자 빔의 조사 위치에 제2 하전 입자 빔을 조사하는 제2 하전 입자 빔 경통과, 상기 박편 시료를 고정하는 시료 홀더와, 상기 시료 홀더를 올려놓는 시료대를 구비하고, 상기 시료 홀더는, 상기 시료대 위에 있어서, 제1 회동축을 중심으로 하여 상기 박편 시료의 관찰면에 평행한 면 내에서, 상기 박편 시료를 회동시키는 것이 가능하다.
- [0010] 본 발명의 일 양태로서, 예를 들어, 상기 시료대는 경사축을 중심으로 하여 경사하는 것이 가능하고, 상기 경사축 및 상기 제1 회동축의 유센트릭(eucentric) 위치가 일치한다.
- [0011] 본 발명의 일 양태로서, 예를 들어, 상기 시료 홀더는, 상기 시료대 위에 있어서, 상기 제1 회동축에 대략 직교하는 제2 회동축을 중심으로 하여, 상기 박편 시료의 관찰면에 수직인 면 내에서, 상기 박편 시료를 회동시키는 것이 가능하다.
- [0012] 본 발명의 일 양태로서, 예를 들어, 상기 시료 홀더는, 상기 시료대 위에 배치된 기대와, 상기 기대에 회전 가능하게 장착된 홀더 샤프트와, 상기 홀더 샤프트의 회전에 수반하여 회동하는 제2 회동 유닛과, 상기 제2 회동 유닛의 오목부에 수납됨과 더불어 상기 제2 회동 유닛과는 독립하여 회동 가능하고, 상기 박편 시료를 유지하는 제1 회동 유닛을 구비하며, 상기 제1 회동 유닛의 회동에 의해, 상기 박편 시료는 상기 제1 회동축을 중심으로 하여 회동하고, 상기 제2 회동 유닛의 회동에 의해, 상기 박편 시료는 상기 제2 회동축을 중심으로 하여 회동한다.

발명의 효과

- [0013] 본 발명에 따른 복합 하전 입자 빔 장치에 의하면, 반도체 디바이스 등의 구조물을 가지는 박편 시료여도, 커튼 효과를 억제하여, 줄무늬가 적은 관찰상의 취득을 도모할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 본 발명에 따른 실시 형태의 복합 하전 입자 빔 장치의 전체 구성도이다.
- 도 2는 실시 형태의 복합 하전 입자 빔 장치의 주요부 구성도이며, 시료대의 동작과 각 경통의 배치 관계를 도시하는 도이다.
- 도 3은 시료대 위에 올려놓여진 시료 홀더의 사시도이다.
- 도 4는 도 3의 P부분의 확대도이며, 주로 워 휠의 확대 사시도를 도시하는 도이다.
- 도 5는 시료 홀더에 있어서의 워 휠의 최상부에 장착된 TEM 그리드의 움직임을 도시하는 도이고, (a)는 워 휠의 회동에 수반하는 TEM 그리드의 움직임을 도시하는 모식도이며, (b)는 회동대의 회동에 수반하는 TEM 그리드의 움직임을 도시하는 모식도이다.

도 6은 가공·관찰 대상으로서의 박편 시료의 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 이하, 본 발명에 따른 복합 하전 입자 빔 장치의 실시 형태에 대해 설명한다. 도 1은, 본 실시 형태의 복합 하전 입자 빔 장치(100)의 전체 구성을 도시한다. 복합 하전 입자 빔 장치(100)는, 제1 하전 입자 빔으로서의 집속 이온 빔(FIB; Focused Ion Beam)을 조사하는 FIB 경통(제1 하전 입자 빔 경통)(1)과, 제2 하전 입자 빔으로서의 전자 빔(EB; Electron Beam)을 조사하는 EB 경통(제2 하전 입자 빔 경통)(2)과, 기체 이온 빔(GIB; Gas Ion Beam)을 조사하는 GIB 경통(3)을 구비하고 있다.
- [0016] FIB 경통(1)은, 액체 금속 이온원을 구비하고 있다. 또, GIB 경통(3)은, PIG형의 기체 이온원을 구비하고 있다. 기체 이온원은, 이온원 가스로서, 헬륨, 아르곤, 크세논, 산소 등을 이용한다.
- [0017] 복합 하전 입자 빔 장치(100)는 또한, EB, FIB, 또는 GIB의 조사에 의해 박편 시료(7)로부터 발생하는 이차 전자를 검출하는 이차 전자 검출기(4)를 구비하고 있다. 또한, EB의 조사에 의해 박편 시료(7)로부터 발생하는 반사 전자를 검출하는 반사 전자 검출기를 구비하고 있어도 된다.
- [0018] 복합 하전 입자 빔 장치(100)는 또한, 박편 시료(7)를 유지·고정하는 시료 홀더(6)와 시료 홀더(6)를 올려놓는 시료대(5)를 구비한다. 시료대(5)는, 도시하지 않은 XYZ의 3축 방향으로 이동 가능하다. 또한 시료대(5)는, 후에 서술하는 바와 같이 경사, 회전할 수도 있다.
- [0019] 복합 하전 입자 빔 장치(100)는 또한, 시료대 제어부(15)를 구비한다. 시료대 제어부(15)는 도시하지 않은 구동 기구를 제어하여 XYZ의 3축 방향으로 시료대(5)를 이동시킨다. 또한 시료대 제어부(15)는, 경사 구동부(8)를 제어하여 시료대(5)를 경사시킴과 더불어, 회전 구동부(10)를 제어하여 시료대(5)를 회전시킨다.
- [0020] 복합 하전 입자 빔 장치(100)는 또한, 시료 홀더 제어부(60)를 구비한다. 시료 홀더 제어부(60)는, 시료대(5) 위에 배치된 시료 홀더(6)를 구동함으로써, 박편 시료(7)의 방향을 원하는 방향으로 설정한다. 시료 홀더(6)의 구성 및 작용의 상세는 후에 서술한다.
- [0021] 복합 하전 입자 빔 장치(100)는 또한, FIB 제어부(11)와, EB 제어부(12)와, GIB 제어부(13)와, 상 형성부(14)와, 표시부(18)를 구비한다. EB 제어부(12)는 EB 경통(2)으로부터의 EB 조사를 제어한다. FIB 제어부(11)는 FIB 경통(1)으로부터의 FIB 조사를 제어한다. GIB 제어부(13)는 GIB 경통(3)으로부터의 GIB 조사를 제어한다. 상 형성부(14)는, EB를 주사시키는 신호와, 이차 전자 검출기(4)로 검출한 이차 전자의 신호로부터 SEM상을 형성한다. 표시부(18)는 SEM상 등의 관찰상이나 장치의 각종 제어 조건 등을 표시할 수 있다. 또, 상 형성부(14)는, FIB를 주사시키는 신호와, 이차 전자 검출기(4)로 검출한 이차 전자의 신호로부터 SIM상을 형성한다. 표시부(18)는 SIM상을 표시할 수 있다.
- [0022] 복합 하전 입자 빔 장치(100)는 또한, 입력부(16)와, 제어부(17)를 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), 표시부(18), 시료 홀더 제어부(60)에 제어 신호를 송신하여, 장치의 전체를 제어한다.
- [0023] 장치의 제어에 대해, 예를 들어, 오퍼레이터는 표시부(18)에 표시된 SEM상이나 SIM상 등의 관찰상에 의거하여, FIB나 GIB의 조사 영역을 설정한다. 오퍼레이터는 표시부(18)에 표시된 관찰상 위에 조사 영역을 설정하는 가공 범위를 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 송신되고, FIB 제어부(11)로부터 FIB가, 또는 GIB 제어부(13)로부터 GIB가, 박편 시료(7)의 지정된 조사 영역에 조사된다. 이에 의해 오퍼레이터가 입력한 조사 영역에 FIB 또는 GIB를 조사할 수 있다.
- [0024] 또, 복합 하전 입자 빔 장치(100)는, 박편 시료(7)의 EB, FIB, 또는 GIB의 조사 영역 부근에 에칭 가스를 공급하는 가스총(19)을 구비하고 있다. 에칭 가스로서, 염소 가스, 불소계 가스(불화크세논, 탄화불소 등), 요오드 가스 등의 할로겐 가스를 이용한다. 박편 시료(7)의 재질과 반응하는 에칭 가스를 이용함으로써, EB, FIB, 또는 GIB에 의한 가스 어시스트 에칭을 실시할 수 있다. 특히 EB에 의한 가스 어시스트 에칭은, 이온 스펙터에 의한 데미지를 박편 시료(7)에 주지 않고 에칭 가공할 수 있다.
- [0025] 도 2는, 복합 하전 입자 빔 장치(100)의 주요부이며, 시료대(5)의 동작과 각 경통의 배치 관계를 도시한다. FIB(1b) 또는 GIB(3b)로 가공 중의 박편 시료(7)를 SEM 관찰하기 위해, FIB 경통(1)의 FIB 조사축(1a)과 EB 경

통(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. 즉, FIB 경통(1)의 FIB(1b)의 조사 위치와, EB 경통(2)의 EB(2b)의 조사 위치와, GIB 경통(3)의 GIB(3b)의 조사 위치는, 박편 시료(7) 상에서 일치한다.

[0026] 시료대(5)는, FIB 조사축(1a)과 직교하고, 또한, FIB 조사축(1a)과 GIB 조사축(3a)이 이루는 제1면(21)의 면 내에 위치하는 경사축(8a)을 중심으로 경사 기구로서의 경사 구동부(8)에 의해 경사할 수 있다. 즉, 경사 기구로서의 경사 구동부(8)가, 제어부(17) 또한 시료대 제어부(15)의 제어 하에서 구동하여, 화살표 A로 나타내는 바와 같이 시료대(5)를 경사시킨다.

[0027] 또, 시료대(5)는, 회전 구동부(10)에 의해, 박편 시료(7)를 평면 내에서 회전하는 회전 조작도 가능하게 되어 있다. 즉, 회전 기구로서의 회전 구동부(10)가, 제어부(17) 또한 시료대 제어부(15)의 제어하에서 구동하여, 화살표 B로 나타내는 바와 같이 시료대(5)를 평면 내에서 회전시킨다. 회전 기구로서의 회전 구동부(10)에는 서보모터 등 여러가지의 것이 사용 가능하고 특별히 그 종류는 한정되지 않는다.

[0028] 다음에, 시료대(5) 위에 배치된 시료 홀더(6)의 구성, 동작, 작용에 대해 설명한다. 도 3에 도시하는 바와 같이, 시료 홀더(6)는, 시료대(5) 위에 직접 배치된 기대(61)와, 홀더 샤프트(62)와, 제2 회동 유닛으로서의 회동대(63)와, 제1 회동 유닛으로서의 워 휠(64)을 구비한다. 홀더 샤프트(62)는, 외부로부터의 전력 공급에 의해 구동하는 도시하지 않은 모터로부터의 급전에 의해 회전한다. 판 형상의 회동대(63)는, 감속 기어 등을 통해, 기대(61)의 상부 공간에 있어서 홀더 샤프트(62)에 접촉하고 있으며, 홀더 샤프트(62)의 회전과 더불어, 샤프트축으로서의 F축(flip축)을 회동 중심축으로 하여, FR1 방향으로 회동(요동)한다.

[0029] 도 4는, 도 3의 P부분의 확대도이다. 워 휠(64)은, 회동대(63)에 형성된 오목부(63a)에 수납되어 있다. 워 휠(64)에는, 원호 형상으로 형성된 가이드 홈(66)이 형성되어 있다. 회동대(63)에 설치되고, 회동대(63)와는 독립하여 구동하는 롤러(65)가, 가이드 홈(66)에 슬라이드하면서 회전 가능한 상태로 가이드 홈(66)에 끼워 넣어진다. 롤러(65)가 회전하면, 공전하지 않고 가이드 홈(66)에 슬라이드하면서 회전하기 때문에, 롤러(65)의 회전에 의해, 워 휠(64)은, 롤러축으로서의 S축(swing축)을 회동 중심축으로 하여, SR1 방향으로 회동(요동)한다. 따라서, 워 휠(64)은, 회동대(63)와는 독립하여 회동 가능(요동 가능)하다.

[0030] 워 휠(64)의 최상부에는, 박편 시료(7)가 직접 장착 가능한 시료 유지부로서의 TEM 그리드(67)가 설치되어 있다. TEM 그리드(67)는 박편에 의해 작성되어 있으며, 중앙 부분에 시료 유지대(67a)가 형성되고, 시료 유지대(67a) 위에 5개의 기둥(67b1, 67b2, 67b3, 67b4, 67b5)이 형성되어 있다. 박편 시료(7)는, 기둥(67b1~67b5)에 장착된다.

[0031] TEM 그리드(67)는, 회동대(63), 워 휠(64)의 회동에 수반하여, 도 5에 도시하는 바와 같이 이동하고, TEM 그리드(67)에 장착된 박편 시료(7)도 이동한다. 도 5(a)는, 워 휠(64)의 회동에 수반하는 TEM 그리드(67)의 동작을 도시한다. TEM 그리드(67)는, 도 4에 있어서의 워 휠(64)의 움직임 화살표 SR1과 연동한 화살표 SR2 방향으로 회동한다. 도 5(b)는, 회동대(63)의 회동에 수반하는 TEM 그리드(67)의 동작을 도시한다. TEM 그리드(67)는, 도 3에 있어서의 회동대(63)의 움직임 화살표 FR1과 연동한 화살표 FR2 방향으로 회동한다.

[0032] 도 5(a)에 도시하는 바와 같이 본 실시 형태에서는, 워 휠(64) 나아가서는 TEM 그리드(67)가, 시료대(5) 위에 있어서, 지면에 수직 방향으로 연장되는 제1 회동축(A1)을 중심으로 하여 박편 시료(7)의 관찰면에 평행한 면 내에서, 박편 시료(7)를 회동시키는 것이 가능하다. 여기에서의 제1 회동축(A1)은 도 4의 S축에 평행하며, TEM 그리드(67)가 상기 제1 회동축(A1)을 중심으로 하여 회동하는 가상적인 축이다. 그리고, 박편 시료(7)의 관찰면은 지면에 평행한 방향, 즉 제1 회동축(A1)에 수직인 방향으로 확장되고 있으며, 박편 시료(7)가, 지면, 즉 상기 관찰면에 평행한 면 내에서 회동한다. 또, 제1 회동축(A1)은, 기둥(67b1~67b5) 중, 중앙에 위치하는 기둥(67b3)의 위치에 합치한다.

[0033] 여기서, 도 2에 도시한 바와 같이, 시료대(5)는 경사축(8a)을 중심으로 하여 경사시키는 것이 가능한데, 이 경사축(8a)과 제1 회동축(A1)의 유센트릭(eucentric) 위치는 일치한다. 즉, 도 5(a), (b)에 도시하는 기준선(E)은 유센트릭 위치를 나타내고, 기준선(E) 위에 경사축(8a)과 제1 회동축(A1)이 위치한다. 여기서 유센트릭 위치는, 박편 시료(7) 위에 있어서의 FIB(1b) 및 EB(2b)(및 GIB(3b))의 조사 위치에 상당한다. 이러한 구성에 의해, 가령 시료대(5)의 경사와 도 5(a)에 도시하는 TEM 그리드(67)의 회동이 동시에 행해져도, 조사 대상이 원래의 조사 위치로부터 어긋나는 일이 없어, 정확한 가공 및 관찰이 실시 가능하게 된다.

[0034] 또한, 도 5(a)에 있어서는 제1 회동축(A1)이 연장되는 방향은 지면에 수직 방향으로 고정되어 있으나, 경사축

(8a)이 연장되는 방향은 시료대(5)의 회전 구동부(10)에 의한 회전에 의해 변화하기 때문에, 도 5(a)에서는 고정되어 있지 않다.

[0035] 또, 도 5(b)에 도시하는 바와 같이 본 실시 형태에서는, 회동대(63) 나아가서는 TEM 그리드(67)가, 시료대(5) 상에 있어서, 지면에 수직 방향으로 연장되는 제2 회동축(A2)을 중심으로 하여 박편 시료(7)의 관찰면에 수직인 면 내에서, 박편 시료(7)를 회동시키는 것이 가능하다. 여기에서의 제2 회동축(A2)은 도 3의 F축과 일치하고, TEM 그리드(67)가 상기 제2 회동축(A2)을 중심으로 하여 회동하는 가상적인 축이다. 그리고, 박편 시료(7)의 관찰면은 지면에 수직인 방향, 즉 제2 회동축(A2)에 평행한 방향으로 확장되고 있으며, 박편 시료(7)가, 지면, 즉 상기 관찰면에 수직인 면 내에서 회동한다. 또, 시료대(5)의 경사축(8a)과 제2 회동축(A2)의 유센트릭 위치도 일치한다.

[0036] 또한, 도 5(a), (b)에서는, TEM 그리드(67)의 움직임을 알기 쉽게 도시하기 위해, 서로 상이한 회동 위치에 있는 세 개의 TEM 그리드(67)를 수평 방향에 떨어뜨려 놓은 상태로 도시했다. 그러나, 실제 장치에 있어서는, 제 1 및 제2 회동축(A2)을 중심으로 하여 회동하기 때문에, 상이한 위치에 있는 세 개의 TEM 그리드(67)는 떨어진 상태는 아니다.

[0037] 도 6은, 반도체 디바이스의 일부를 잘라낸 박편 시료(7)의 모식도이다. 박편 시료(7)는, 디바이스의 구조물(31, 32, 33)을 가지고 있다. 관찰면으로서의 단면(7a)에는 구조물(31, 33)이 노출되어 있다. 상면(7c)의 측으로부터, FIB(1b), EB(2b), GIB(3b)가 조사된다.

[0038] 이러한 단면에 대해, 한 방향으로부터 하전 입자 빔을 조사하면 구조물이 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 것이기 때문에, 반도체 디바이스의 구조물이나 결함은 아니다. 관찰상에 줄무늬가 나타나 버리면, 반도체 디바이스의 구조물이나 결함과 분간할 수 없게 되어 버리는 경우가 있다.

[0039] 본 실시 형태의 복합 하전 입자 빔 장치(100)에서는, 시료대(5)는, 경사 구동부(8)의 작용에 의해 경사축(8a)을 중심으로 경사 가능하고, 또한, 회전 구동부(10)의 작용에 의해 회전 가능하며, FIB 경통(1), EB 경통(2), GIB 경통(3)에 대한 박편 시료(7)의 상대적인 위치(방향)를 변경할 수 있다. 또한 시료대(5) 위의 시료 홀더(6)가, 도 5에 도시하는 작용에 의해, FIB 경통(1), EB 경통(2), GIB 경통(3)에 대한 박편 시료(7)의 상대적인 위치(방향)를 변경할 수 있다. 시료대(5) 및 시료 홀더(6)의 움직임의 조합에 의해, 예를 들어, 박편 시료(7)에 대한 GIB 경통(3)으로부터의 GIB(3b)의 조사 방향을 세밀하게 설정할 수 있다. 따라서, 한 방향으로부터의 GIB(3b)에 의한 에칭 가공으로 발생한 박편 시료(7)의 관찰면으로서의 단면(7a)에 발생한 요철을, 다른 방향으로부터의 GIB(3b)로 에칭 가공하는 것이 자유롭게 가능하고, 단면(7a)에 노출된 디바이스의 구조물에 의한 요철의 형성을 억제할 수 있다. 또, 유센트릭 위치에 있어서 박편 시료(7)의 FIB 경통(1), EB 경통(2), GIB 경통(3)에 대한 상대적인 위치(방향)를 변경할 수 있기 때문에, 예를 들어, S축 혹은 F축을 중심으로 빔 조사 중에 TEM 그리드를 연속적으로 왕복 구동시킴으로써, 박편 시료(7)에 대한 빔 조사가 균일하게 행해진다. 이에 의해 디바이스의 구조물에 의한 요철의 형성을 억제할 수 있다. 나아가서는 얻어지는 관찰면의 관찰상에 있어서의 불필요한 줄무늬의 발생을 억제할 수 있으며, 정밀도가 높은 관찰을 행할 수 있다.

[0040] 또한, 본 예에서는 GIB(3b)의 박편 시료(7)에 대한 조사 방향을 변동시키는 예에 대해 설명했는데, FIB(1b), EB(2b)의 박편 시료(7)에 조사 방향을 변동시키도록 하는 것도 가능하다.

[0041] 상기의 설명에서는, FIB 경통(1)이 연직 방향으로 배치되어 있는데, FIB 경통(1)과 EB 경통(2)을 바꿔 넣어 배치해도 된다.

[0042] 또, 일반적으로 GIB(3b)에 의해 박편 시료(7)의 마무리 가공이 실시되는데, GIB(3b)를 대신하여, EB(2b)에 의한 가스 어시스트 에칭이나, FIB(1b)를 이용해도 된다. FIB(1b)를 이용하는 경우는, 박편 시료(7)의 단면(7a)을 형성하는 가공과 마무리 가공에 있어서, FIB(1b)의 빔 에너지를 변경하는 것이 바람직하다. 즉, 박편 시료(7)의 단면(7a)을 형성하는 가공에서는, 가속 전압이 30 내지 40kV로 가속된 FIB(1b)를 이용하여 고속으로, 또한 빔경이 작은 빔으로 급준한 단면을 형성하고, 마무리 가공에서는, 가속 전압 1kV 내지 10kV 정도의 저가속의 FIB(1b)를 이용하여, 박편 시료(7)에 대한 침입 길이가 작은 빔을 이용함으로써, 데미지가 작은 가공을 실시한다. 이에 의해, 데미지가 작은 마무리 가공을 실시할 수 있다.

[0043] 또, 시료 홀더(6)의 사이즈, 박편 시료(7)의 장착 방법 등의 상세는 특별히 한정되지 않으며, 관측에 따라 최적인 것을 선택하는 것이 가능하다. 또, 박편 시료(7)의 표면, 이면을 바꿔 넣음으로써, 표면 및 이면의 양방을

가공하는 것이 가능하게 된다.

[0044] 또한, 상기의 실시 형태에서는, 시료 홀더(6)의 상세한 구성이 개시되어 있다. 그러나, 시료 홀더(6)의 구성은 실시 형태의 것에는 한정되지 않는다. 즉, 시료 홀더(6)가 시료대(5) 위에 있어서, 제1 회동축(A1)을 중심으로 하여 박편 시료(7)의 관찰면에 평행한 면 내에서, 박편 시료(7)를 회동시키는 것이 가능하면 되고, 실시 형태의 워 휠(64)은 필수 구성은 아니다. 또, 시료 홀더(6)가 시료대(5) 위에 있어서, 제1 회동축(A1)에 대략 직교하는 제2 회동축(A2)을 중심으로 하여, 박편 시료(7)의 관찰면에 수직인 면 내에서, 박편 시료(7)를 회동시키는 것이 가능하면 되고, 실시 형태의 회동대(63)도 필수 구성은 아니다.

[0045] 또한, 본 발명은, 상기 서술한 실시 형태에 한정되는 것이 아니며, 적당히, 변형, 개량, 등이 가능하다. 그 외, 상기 서술한 실시 형태에 있어서의 각 구성 요소의 재질, 형상, 치수, 수치, 형태, 수, 배치 개소, 등은 본 발명을 달성할 수 있는 것이면 임의이며, 한정되지 않는다.

산업상 이용가능성

[0047] 본 발명에 따른 복합 하전 입자 빔 장치는, 박편 시료에 대해, 각종의 빔의 조사 방향을 세밀하게 설정하는 것이 가능하기 때문에, 커튼 효과를 억제하여, 줄무늬가 적은 관찰상을 취득할 수 있다.

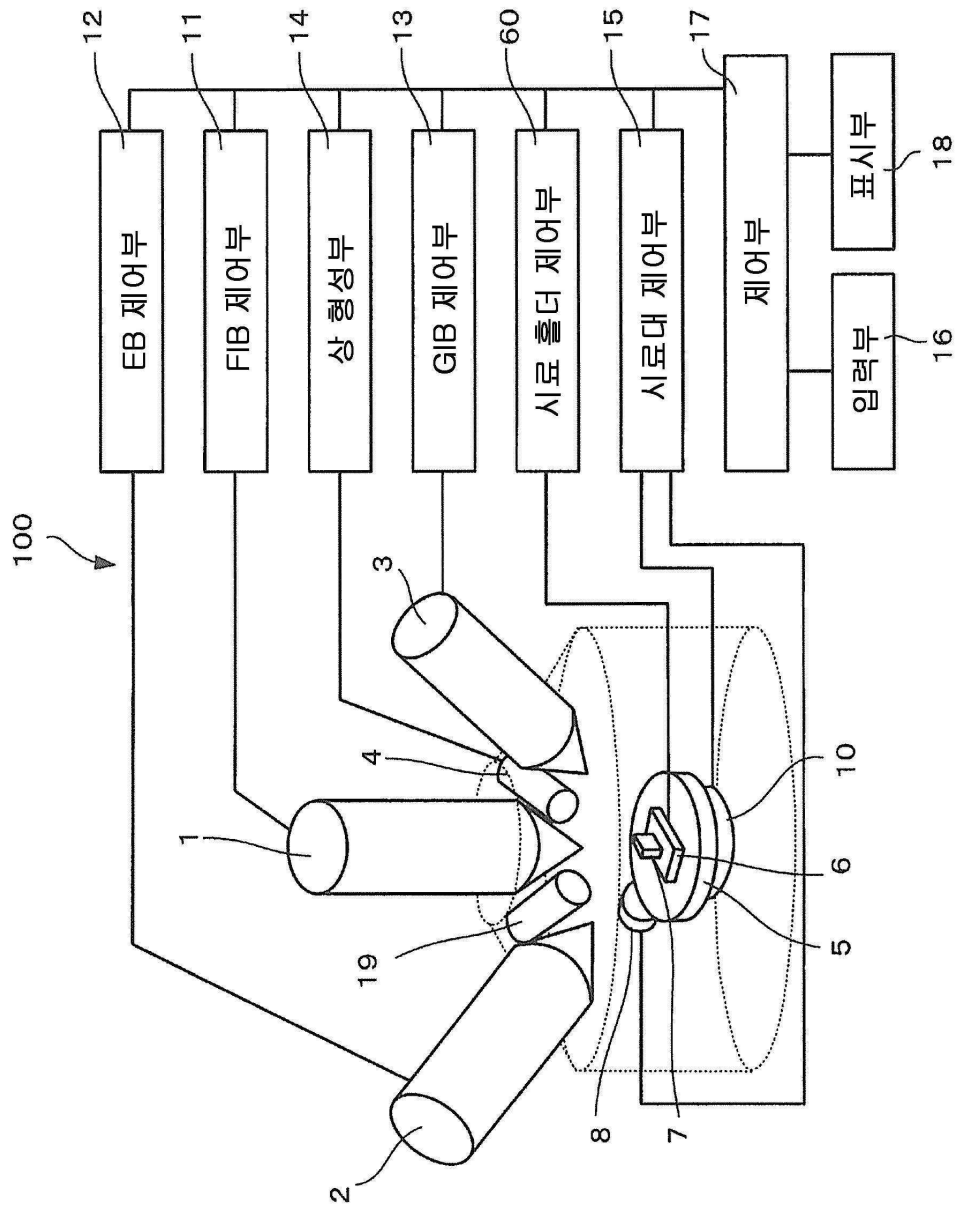
부호의 설명

- [0048]
- 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 : 이차 전자 검출기
 - 5 : 시료대
 - 6 : 시료 홀더
 - 7 : 박편 시료
 - 7a : 단면
 - 7c : 상면
 - 8 : 경사 구동부
 - 8a : 경사축
 - 10 : 회전 구동부
 - 11 : FIB 제어부
 - 12 : EB 제어부
 - 13 : GIB 제어부
 - 14 : 상 형성부
 - 15 : 시료대 제어부

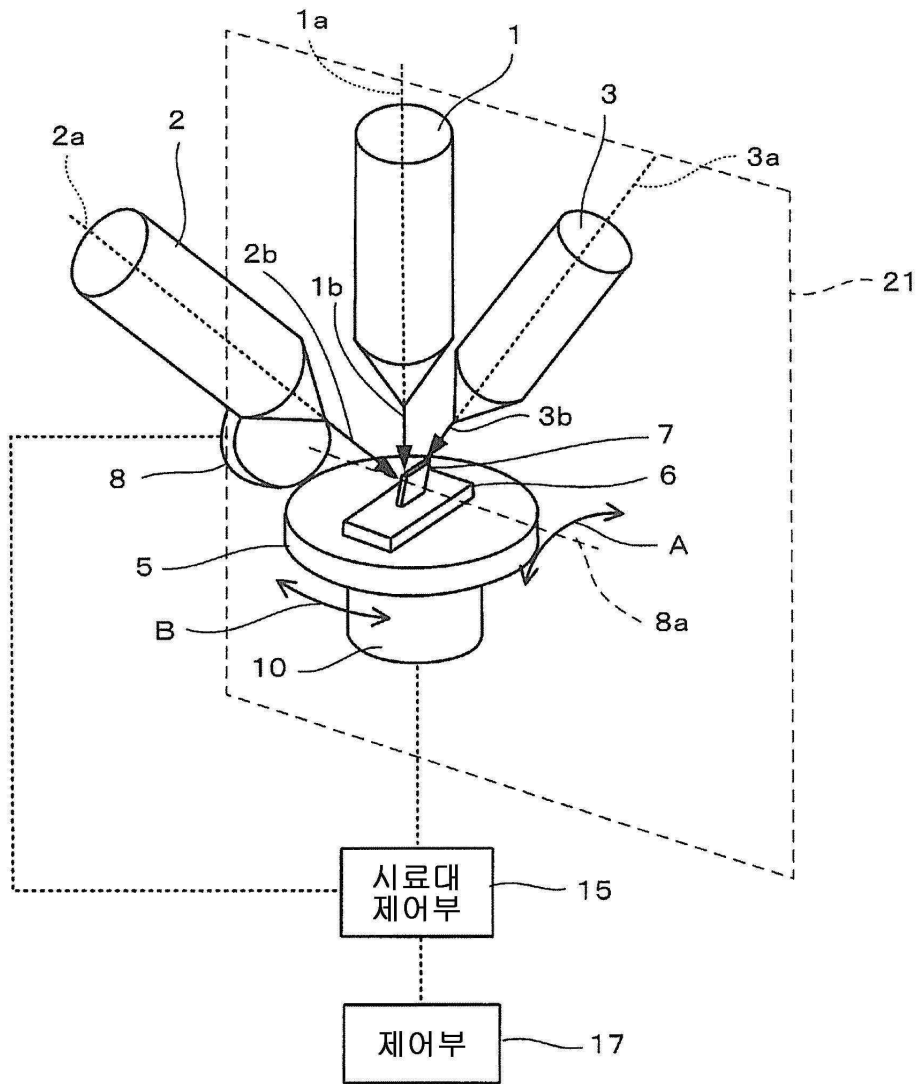
- 16 : 입력부
- 17 : 제어부
- 18 : 표시부
- 19 : 가스충
- 21 : 제1면
- 31, 32, 33 : 구조물
- 60 : 시료 홀더 제어부
- 61 : 기대
- 62 : 홀더 샤프트
- 63 : 회동대(제2 회동 유닛)
- 64 : 워 휠(제1 회동 유닛)
- 65 : 롤러
- 66 : 가이드홈
- 67 : TEM 그리드(시료 유지부)
- 100 : 복합 하진 입자 빔 장치
- A1 : 제1 회동축
- A2 : 제2 회동축

도면

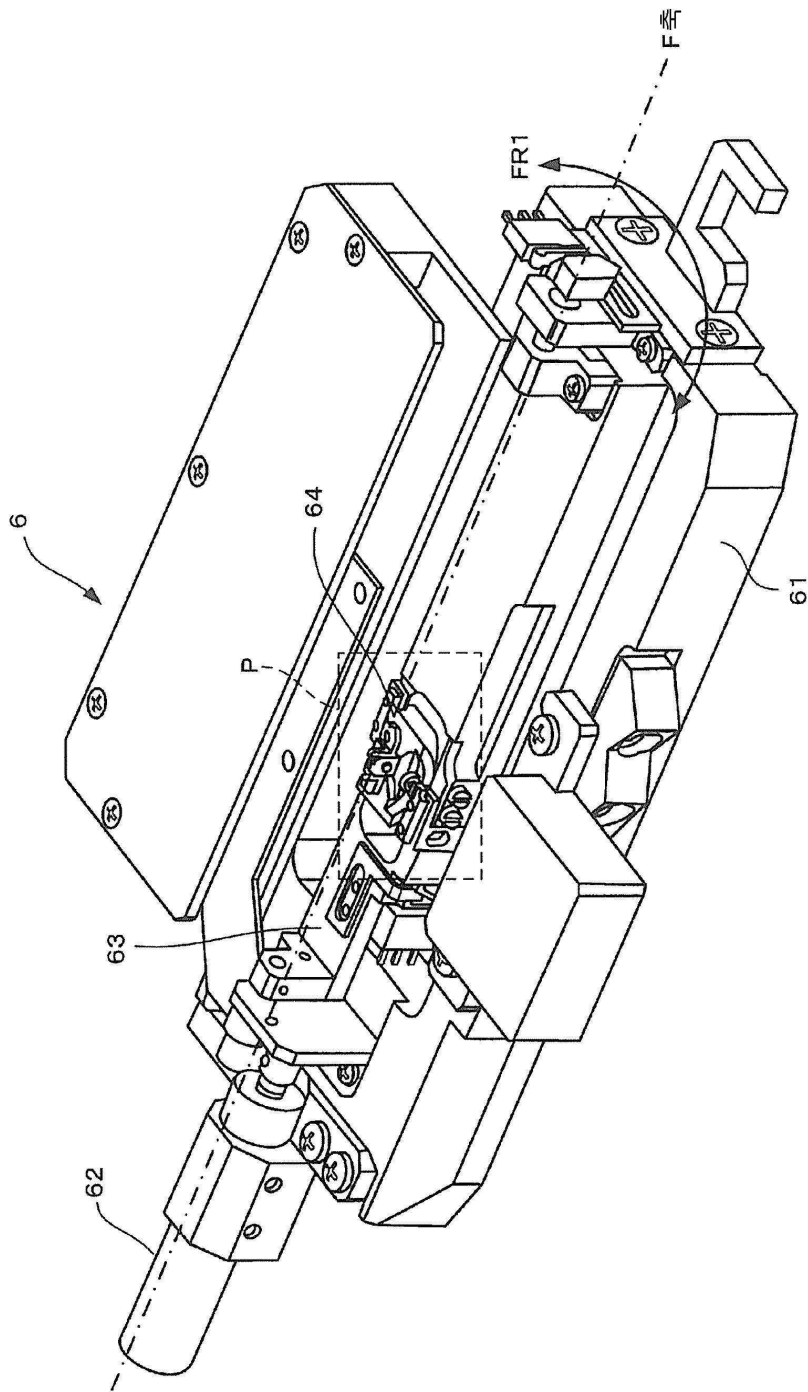
도면1



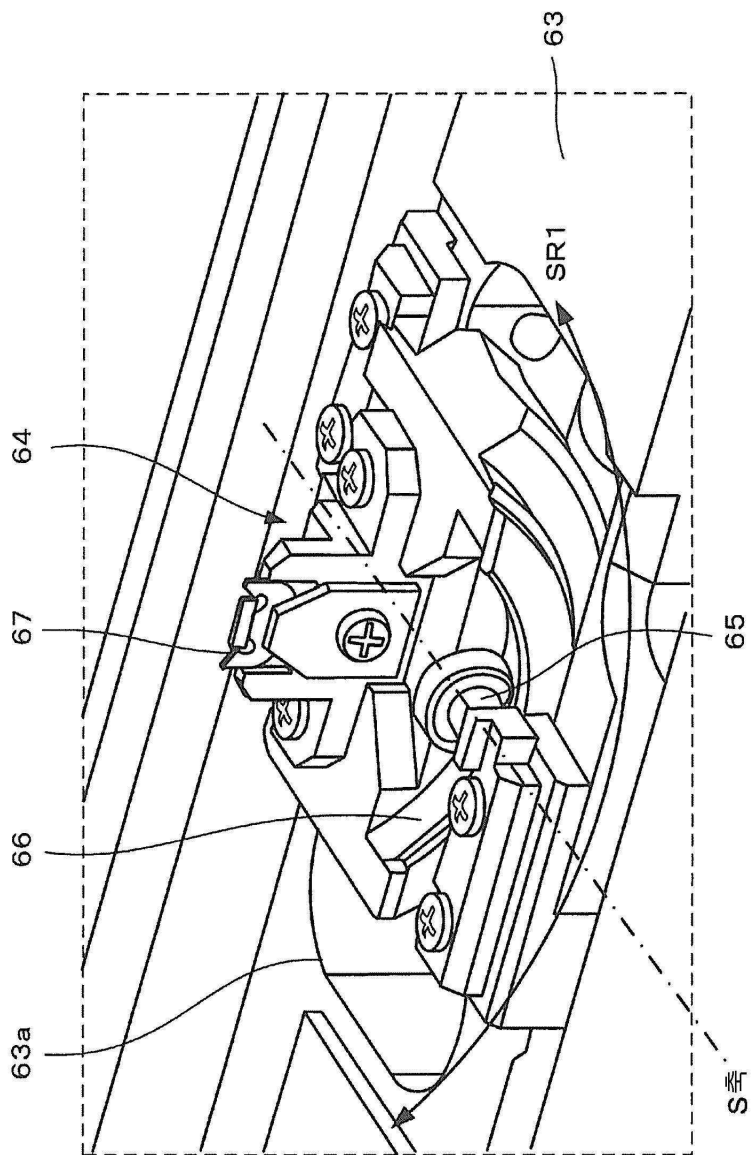
도면2



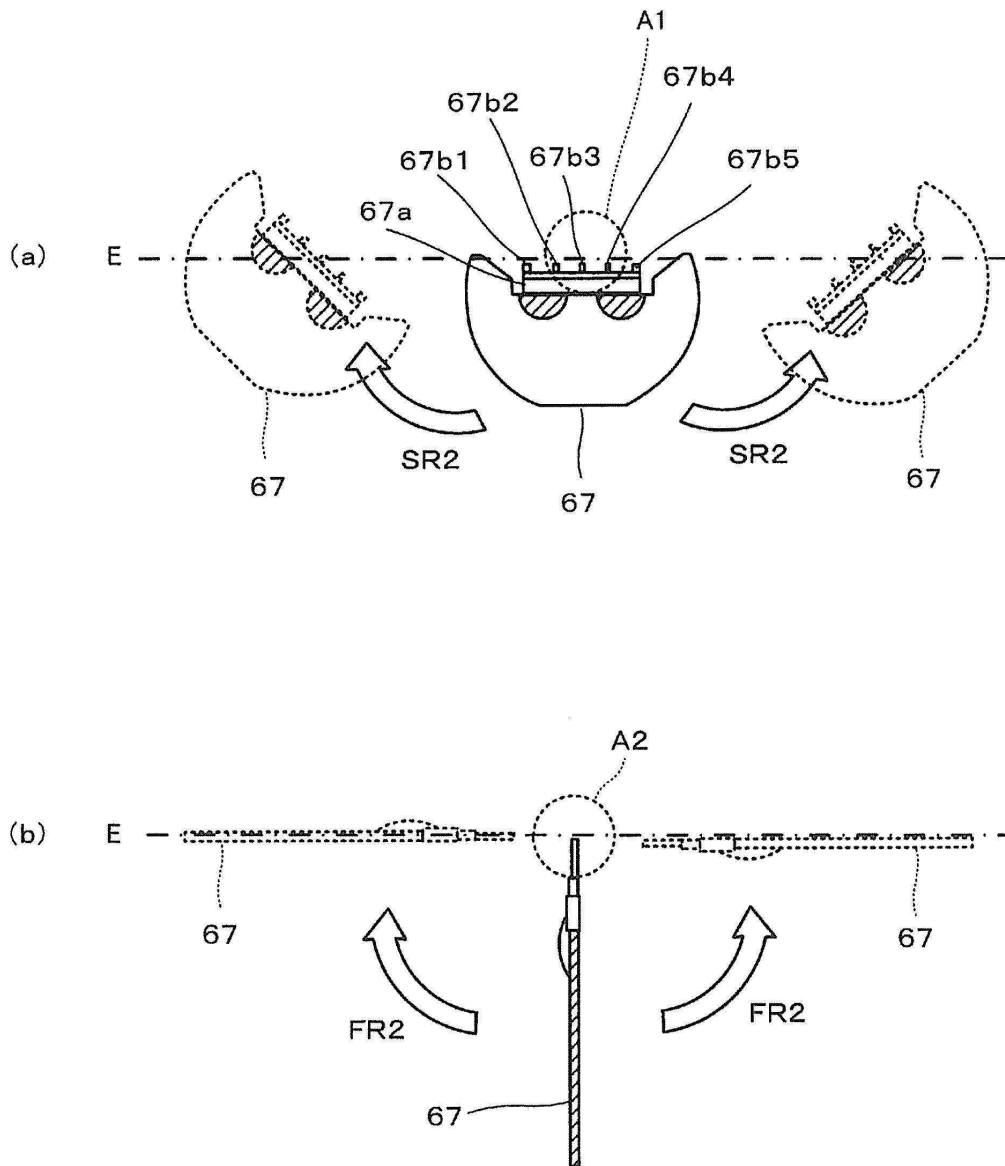
도면3



도면4



도면5



도면6

