



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년09월01일

(11) 등록번호 10-1436218

(24) 등록일자 2014년08월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01J 37/22 (2006.01) H01J 37/147 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-7001764

(22) 출원일자(국제) 2010년07월20일

심사청구일자 2012년01월20일

(85) 번역문제출일자 2012년01월20일

(65) 공개번호 10-2012-0040203

(43) 공개일자 2012년04월26일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2010/062173

(87) 국제공개번호 WO 2011/018932

국제공개일자 2011년02월17일

(30) 우선권주장

JP-P-2009-185396 2009년08월10일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP소화58054784 A*

JP02033843 A*

JP2007234620 A*

JP2007026885 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

가부시키가이샤 히다치 하이테크놀로지즈

일본국 도쿄도 미나토구 니시신바시 1쵸메 24-14

(72) 발명자

히라또, 다쓰야

일본 312-8504 이바라끼enegro 히따찌나까시 오아자
이찌게 882 가부시키가이샤 히다치 하이테크놀로
지즈 나까 디비전 내

고무로, 히로유키

일본 312-8504 이바라끼enegro 히따찌나까시 오아자
이찌게 882 가부시키가이샤 히다치 하이테크놀로
지즈 나까 디비전 내

가와마따, 시게루

일본 312-8504 이바라끼enegro 히따찌나까시 오아자
이찌게 882 가부시키가이샤 히다치 하이테크놀로
지즈 나까 디비전 내

(74) 대리인

이중희, 장수길, 박충범

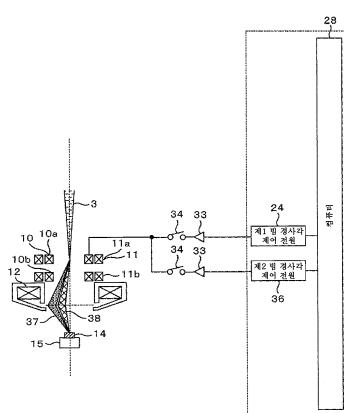
전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 신영교

(54) 발명의 명칭 하전 입자선 장치 및 화상 표시 방법

(57) 요 약

본 발명은 하전 입자원과, 하전 입자원으로부터 방출되는 1차 하전 입자선(3)을 접속하는 대물 렌즈(2)와, 1차 하전 입자선(3)을 시료 상에 주사하는 주사 편향기(11)와, 1차 하전 입자선의 주사에 의해 시료로부터 발생하는 신호 입자를 검출하는 검출기와, 검출기의 신호 입자를 사용하여 시료상을 취득하는 하전 입자선 장치에 있어서, 1차 하전 입자선의 시료에의 조사각을 편향시키는 편향기(10)와, 편향기에 전류를 흘리는 독립적인 제1 및 제2 전원(24, 36)을 구비하고, 1차 하전 입자선의 주사의 1 라인 단위 또는 1 프레임 단위로 2개의 전원으로부터 인가하는 전압을 전환하는 스위치(34)를 구비하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도3

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

하전 입자원과,

상기 하전 입자원으로부터 방출되는 1차 하전 입자선을 집속하는 대물 렌즈와,

상기 1차 하전 입자선을 시료 상에 주사하는 주사 편향기와,

상기 1차 하전 입자선의 주사에 의해 시료로부터 발생하는 신호 입자를 검출하는 검출기를 구비하고,

상기 검출기의 신호 입자를 사용하여 시료상을 취득하는 하전 입자선 장치에 있어서,

상기 1차 하전 입자선의 시료에의 조사각을 편향시키는 편향기와,

상기 1차 하전 입자선의 주사에 있어서의 동일 라인 상에서, 상기 조사각을 제1 상태 및 제2 상태로 전환하는 전환 수단과,

시료 상의 주사에 있어서의 동일 라인 상에서, 상기 제1 상태에서의 조사각에 의한 주사와, 상기 제2 상태에서의 조사각에 의한 주사의 2회의 주사를 행하여 실시간으로 취득된, 상기 제1 상태에서의 조사각에 의해 취득한 제1 시료상과, 상기 제2 상태에서의 조사각에 의해 취득한 제2 시료상을 옆으로 늘어놓고 표시하는 교차법 또는 평행법을 선택하는 제1 버튼과,

시료 상의 주사에 있어서의 동일 라인 상에서, 상기 제1 상태에서의 조사각에 의한 주사와, 상기 제2 상태에서의 조사각에 의한 주사의 2회의 주사를 행하여 실시간으로 취득된, 상기 제1 상태에서의 조사각에 의해 취득한 제1 화상 데이터와, 상기 제2 상태에서의 조사각에 의해 취득한 제2 화상 데이터를 입체 액정 디스플레이의 화소 배열에 맞춰서 입력하는 입체 액정 디스플레이에 의한 입체 관찰을 선택하는 제2 버튼

을 구비하는 것을 특징으로 하는 하전 입자선 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1 상태에서의 조사각에 의해 취득한 제1 시료상과, 상기 제2 상태에서의 조사각에 의해 취득한 제2 시료상을 사용하여, 상기 시료의 경사 방향으로부터의 입체상이 관찰 가능한 것을 특징으로 하는 하전 입자선 장치.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 1차 하전 입자선의 경사 방향마다, 상기 편향기에 흘리는 전류값을 규정하는 데이블을 기억하는 것을 특징으로 하는 하전 입자선 장치.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 편향기보다 하전 입자원측에, 1차 하전 입자의 비접수차를 보정하는 비접수차 보정기를 구비한 것을 특징으로 하는 하전 입자선 장치.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 하전 입자선 장치는, 상기 편향기보다 하전 입자원측에 접속 렌즈를 구비하고,

상기 대물 렌즈에서 발생하는 축외 수차를 상기 접속 렌즈에서 상쇄하는 것을 특징으로 하는 하전 입자선 장치.

명세서**기술분야**

[0001]

본 발명은 하전 입자선 장치 및 그의 화상 표시 방법에 관한 것으로서, 특히 스테레오 페어상 관찰 기능을 구비한 하전 입자선 장치에 있어서의, 삼차원 화상의 구축 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002]

주사 전자 현미경으로 대표되는 하전 입자선 장치에서는, 삼차원 화상을 취득하는 경우, 좌안용의 화상과 우안용의 화상의 각도가 상이한 방향으로부터 취득한 2매의 화상을 사용하여 2개의 화상을 교대로 표시하거나(인용문헌 1), 교차법, 평행법, 또는 적청 안경을 사용한 애너글리프법을 사용하여 입체 관찰을 행하고 있었다.

[0003]

또한, 최근에는, 시료에 대하여 하전 입자선을 경사지게 하여 시료의 경사 상을 얻는 방식(특허문헌 2)이나, 삼차원 화상 표시 방법으로서, 입체 액정 디스플레이가 개발되어, 입체 관찰에 응용할 수 있는 기술이 각각의 기술분야에서 발전되었다.

선행기술문헌**특허문헌**

[0004]

(특허문헌 0001) 일본 실용 신안 출원 공개 소55-48610호 공보

(특허문헌 0002) 일본 특허 공개 평2-33843호 공보

발명의 내용**해결하려는 과제**

[0005]

상기 공개되어 있는 종래 기술은, 광축 중심으로부터 좌우 균등한 각도(예를 들어 $\pm 3^\circ$)로, 1축 방향(예를 들어 X 방향)만의 시차 화상으로부터 입체 화상을 구축하고 있었기 때문에, 시료를 바로 위로부터 본 입체 화상밖

에 얻을 수 없었다.

[0006] 시료 스테이지의 경사나 회전에서, 타방향(예를 들어 경사 방향)으로부터 본 입체상을 얻는 것이 가능하다고 생각되지만, 시료 스테이지의 기구적인 설정시간이나 관찰 위치의 어긋남이 걱정되고, 조작이 번잡해진다.

[0007] 또한, 입체 관찰 방법에는 각각 이하와 같은 특징이 있고, 어느 관찰 방법이 우수할지는 일률적으로는 판단할 수 없다.

[0008] 교차법이나 평행법은 전용의 도구는 필요없이 나안으로 입체시가 가능하나, 통상 조작에 부적합하고, 훈련이 필요하여, 어느 한쪽이 서투른 조작자도 적지 않다.

[0009] 또한, 애너글리프법은 훈련이 필요없이 입체 관찰이 가능하나, 항상 적청 안경이 필요하기 때문에, 통상 조작에 부적합하고, 색필터에 의한 희도 저하 등의 문제가 있다.

[0010] 또한, 입체 액정 디스플레이는 훈련의 필요가 없고, 나안으로 입체 관찰이 가능하기 때문에 통상 조작의 장해로도 되기 어렵지만, 설치 스페이스를 필요로 하고, 고가이다.

[0011] 이와 같이, 각 관찰 방법에는 각각 장점 · 단점이 있고, 조작자에 따라 이익 · 불이익도 있기 때문에, 입체 관찰 방법을 자유롭게 선택 가능하면 사용 편의성이 향상된다.

[0012] 본 발명의 목적은 하전 입자선 장치에 있어서, 좌우의 시차 화상을 상측 방향으로부터뿐만 아니라, 경사 방향으로부터 취득하는 취득 수단을 제공하는 데에 있다. 또한, 입체 관찰 방법을 전환할 수 있는 시차 화상 표시 수단 및 조작 화면을 제공하는 데에 있다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명은 하전 입자원과, 상기 하전 입자원으로부터 방출되는 1차 하전 입자선을 접속하는 대물 렌즈와, 상기 1차 하전 입자선을 시료 상에 주사하는 주사 편향기와, 상기 1차 하전 입자선의 주사에 의해 시료로부터 발생하는 신호 입자를 검출하는 검출기와, 상기 검출기의 신호 입자를 사용하여 시료상을 취득하는 하전 입자선 장치에 있어서, 상기 1차 하전 입자선의 시료에의 조사각을 편향시키는 편향기와, 상기 편향기에 전류를 흘리는 독립적인 제1 및 제2 전원을 구비하고, 상기 1차 하전 입자선의 주사의 1 라인 단위 또는 1 프레임 단위로 상기 2 개의 전원을 전환하는 스위치를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 본 발명은 하전 입자원과, 상기 하전 입자원으로부터 방출되는 1차 하전 입자선을 접속하는 대물 렌즈와, 상기 1차 하전 입자선을 시료 상에 주사하는 주사 편향기와,

[0015] 상기 1차 하전 입자선의 주사에 의해 시료로부터 발생하는 신호 입자를 검출하는 검출기와, 상기 검출기의 신호 입자를 사용하여 시료상을 취득하는 하전 입자선 장치에 있어서,

[0016] 상기 1차 하전 입자선의 시료에의 조사각을 편향시키는 편향기와, 상기 편향기에 상이한 2개의 전압을 인가하고, 제1 화상 및 제2 화상을 취득하고, 상기 제1 화상 및 제2 화상을 표시하는 표시 장치를 구비하고, 상기 표시 장치에 표시되는 제1 화상 및 제2 화상의, 상기 표시 장치 상의 배치를 전환하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0017] 이상의 구성에 의해, 상측 방향으로부터뿐만 아니라 경사 방향으로부터 입체 화상을 취득할 수 있는 하전 입자선 장치를 제공할 수 있다. 또한, 입체 관찰 방법을 전환할 수 있는 시차 화상 표시 수단 및 조작 화면을 제공할 수 있고, 유저는 마우스 조작 하나로 관찰 방향 및 시차각, 입체 관찰 방법을 선택할 수 있다.

[0018] 본 발명의 다른 목적, 특징 및 이점은 첨부 도면에 관한 이하의 본 발명의 실시예의 기재로부터 밝혀질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일례인 주사 전자 현미경의 개략도.

도 2는 빔 중심은 경사지게 하지 않고 대칭으로 경사지게 하는 수단.

도 3은 빔 중심을 경사지게 하여 시차 화상을 독립적으로 취득하는 수단.

도 4a는 빔 경사의 설명도(x 방향).

도 4b는 빔 경사의 설명도(y 방향).

도 4c는 빔 경사의 설명도(경사각 ϕ , 회전각 θ , 시차각 ω).

도 5는 제어 테이블의 일례.

도 6은 본 발명의 일례인 하전 입자선 장치의 조작 화면의 구성예.

도 7은 본 발명의 응용예인, 축을 벗어난 빔이 대물 렌즈에 입사함으로써 발생하는 시료 상의 수차를 복수단 렌즈의 광학계에서 종합적으로 상쇄시키는 경우.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 도면을 사용하여 본 발명의 실시 형태를 설명한다.

[0021] 도 1은 본 발명의 일례인 주사 전자 현미경의 개략 구성도이다.

[0022] 하전 입자원이 되는 전자총(1')을 구성하는 음극(1)과 양극(2) 사이에는 제어부가 되는 컴퓨터(28)에 의해 제어되는 고압 제어 전원(18)에 의해 전압이 인가 되고, 1차 하전 입자선이 되는 1차 전자선(3)이 음극(1)로부터 인출되고, 또한 가속용의 양극(도시 생략)을 통하여 가속되어서 후단의 렌즈계에 유도된다.

[0023] 1차 전자선(3)은 제1 집속 렌즈 제어 전원(19)으로 제어되는 제1 집속 렌즈(4)에서 집속되고, 또한 제2 집속 렌즈 제어 전원(20)으로 제어되는 제2 집속 렌즈(5)에서 집속되고, 조리개판(6)으로 1차 전자선(3)의 불필요한 영역이 제거된 후에, 제1 빔 경사각 제어 전원(24)으로 제어되는 빔 경사각 제어 코일(10)에 유도된다. 빔 경사각 제어 코일(10)은 상단 편향 코일(10a)과 하단 편향 코일(10b)로 이루어진다. 빔 경사각 제어 코일(10)보다 위에는 비점수차 보정 코일(8)이 설치되어 있는데, 이것의 기능에 대해서는 후술한다. 또한, 비점수차 보정 코일(8)은 비점수차 보정 전원(23)에 의해 전류 제어된다.

[0024] 대물 렌즈 제어 전원(26)으로 제어되는 대물 렌즈(12)의 상단에는 전술한 빔 경사각 제어 코일(10)이 배치되고, 또한 빔 경사각 제어 코일(10)의 주위에는 1차 전자선(3)을 시료대(도시 생략) 상에 적재된 시료(14) 상에 주사하기 위한 상하 2단의 주사 코일(11)(11a, 11b)이 배치되어 있다. 주사 코일(11)은 주사 코일 제어 전원(25)에 의해 제어된다. 시료(14)를 적재하는 시료대는 시료 스테이지(15)에 의해 XY면내 방향 혹은 Z 방향으로 이동되고, 이에 의해 시료 상의 1차 전자선의 주사 영역 즉 시야를 이동할 수 있다. 시료 스테이지(15)의 이동은 스테이지 제어부(44)에 의해 제어된다.

[0025] 1차 전자선(3)은 주사 코일 제어 전원(25)에 의해 주사 코일(11)을 통하여 수평 방향 편향 전류 제어, 수직 방향으로 편향 전류 제어되고, 시료(14) 상에 이차원적으로 주사 제어된다. 1차 전자선(3)의 조사로 시료(14)로부터 발생한 2차 전자는 2차 전자 분리용의 직교 전자계 발생 장치(도시 생략)에 의해 1차 전자로부터 분리되어서 2차 전자 검출기(16)에 의해 검출된다. 2차 전자 검출기(16)에서 검출된 신호는 신호 증폭기(17)에서 증폭된 후, 신호 입력부(27)를 통하여 컴퓨터(28)에 입력된다.

[0026] 또한, 시료 상으로부터의 1차 전자선(3)의 반사 전자도 반사 전자 검출기(13)를 통하여 검출되고, 신호 증폭기(17)에서 증폭된 후에, 신호 입력부(27)를 통하여 컴퓨터(28)에 입력된다. 이 반사 전자도 컴퓨터(28)에 의해 반사 전자 화상으로서 화상 처리되고, 표시 장치(29)를 통하여 표시하는 것이 가능하다.

[0027] 또한, 부호인 31은 입력 장치이며, 화상의 도입 조건(이차원 관찰 및 삼차원 관찰 모드의 전환 조작, 주사 속도, 가속 전압 등)을 설정한다.

[0028] 본 실시예에서는, 컴퓨터(제어부)(28)에 의해 제1 빔 경사각 제어 전원(24) 및 주사 코일 제어 전원(25)을 통하여 빔 경사각 제어 코일(10) 및 주사 코일(11)을 전류 제어함으로써, 리얼타임(실시간)에 의한 삼차원 관찰을 실행하는데다가, 또한 빔 경사각 제어 코일(10)에 의해, 시료 스테이지(15) 등의 기구적 동작을 행하지 않고 시료의 관찰 방향을 가변한다.

[0029] 이하, 리얼타임에 의한 삼차원 관찰에 대하여 기술한다.

[0030] 시료 상의 주사에 있어서의 동일 라인 상에서, 시차각분에 상당하는 좌 경사에 의한 주사와 우 경사에 의한 주사의 2회의 주사를 행하도록 1차 하전 입자선(예를 들어 전자선이나 이온선 등의 하전 입자선)(3)을 제어하고, 1 라인 단위 또는 1 프레임 단위로 전환하여 실시간으로 좌우의 시차 화상을 취득하고, 화상 메모리(30)에 기억 한다. 즉, 컴퓨터(28)는 홀수번째의 주사 즉 좌 경사의 1차 전자선 주사에 의해 얻어진 2차 전자 검출 신호에 기초하여 좌 경사 빔 주사상을 합성하고, 또한 짝수번째의 주사 즉 우 경사의 1차 전자선 주사에 의해 얻어진 2차 전자 검출 신호에 기초하여 우 경사 빔 주사상을 합성한다. 이 좌우의 시차 화상을 삼차원 처리하여 리얼타

임의 삼차원 관찰을 실행한다는 것이다.

[0031] 도 2는 빔을 중심축에 대하여 대칭으로 경사지게 하는 수단이다. 부호인 37은 좌안용 경사 빔 궤도(좌 경사), 38은 우안용 경사 빔 궤도(우 경사)이다.

[0032] 좌우의 시차 화상을 얻기 위해서, 제1 빔 경사각 제어 전원(24)으로부터의 신호를 경사 신호 증폭기(33)에서 증폭하고, 경사 방향 전환 스위치(34)에 의해 1 라인 단위 또는 1 프레임 단위로 전환한다. 그 때, 예를 들어 우 경사축에 반전 입력기(32)을 설치함으로써, 좌 경사의 신호를 반전하여 우 경사에 입력하고, 빔 경사각 제어 코일(10)에 플러스 마이너스의 전류를 흘림으로써, 빔을 중심축에 대하여 대칭으로 경사지게 한다. 즉, 빔을 좌 우로 경사지게 할 때, 원쪽으로 경사질 때는 빔 경사각 제어 코일(10)에 예를 들어 1A의 전류를 흘리는 것으로 하면, 오른쪽으로 경사질 때는 그의 값을 반전하여 -1A의 전류를 흘린다. 이 구성에서는 중심축을 중심으로 하기 때문에, 시료를 바로 위로부터 본 입체상이 형성 가능하게 된다.

[0033] 또한 경사 방향으로부터 본 경우의 삼차원상의 형성 방법에 대하여 설명한다.

[0034] 도 3과 같이 새롭게 제2 빔 경사각 제어 전원(36)을 설치하고, 경사 신호 증폭기(33)를 사용하여 독립 2계통의 제어로 하고, 좌우의 경사에서 독립적인 제어값을 갖게 한다. 이 구성에 의해 빔 경사각 제어 코일(10)에 플러스 마이너스의 전류를 흘리는 것이 아니라, 양쪽 플러스, 또는 양쪽 마이너스의 전류를 흘림으로써, 시료를 경사 방향으로부터 본 입체상이 형성 가능해진다. 또한, 제1 빔 경사각 제어 전원(24)과, 제2 빔 경사각 제어 전원(36)을 설치했지만, 이에 한정하지 않고, 1개의 제어 전원에서 DAC에 의해 값을 전환함으로써도 실현가능하다.

[0035] 도 4a 내지 도 4c에 전술한 방식에 의한 빔 경사의 개략도를 도시한다. Θ 는 회전각, Φ 는 경사각, ω 는 시차각을 나타낸다. 또한, T는 관찰 각도: Φ 인 때의 관찰 방향 궤도를 나타낸다. 제1 빔 궤도 중심축은 종래의 중심축이다. Φ 의 지정에 의해 종래의 중심축을 중심으로 한 동심원을 가상적으로 그리고, Θ 를 지정하면 빔의 경사 방향이 정해진다. 또한 시차각을 지정함으로써, 좌안용 경사 빔 궤도(37)와 우안용 경사 빔 궤도(38)가 도출되고, 빔 경사각 제어 코일(10)에 시차각에 대응한 전류를 흘림으로써, 유저가 관찰하고자 하는 방향으로부터 시료(14)를 입체 관찰하는 것이 가능하게 된다.

[0036] 도 4a는 1차 빔을 x 방향으로 경사각 Φ 만큼 경사지게 한 도면이다. 이때, 빔 경사각 제어 코일(10)의 x 코일에 흘리는 전류량을 I_x 로 한다. 도 4b는 1차 빔을 y 방향으로 경사각 Φ 만큼 경사지게 한 도면이다. 이때, 빔 경사각 제어 코일(10)의 y 코일에 흘리는 전류량을 I_y 로 한다.

[0037] 도 4c는 경사각 Φ , 회전각 Θ , 시차각 ω 의 경우이며, 이때, 우 경사에서 흘리는 전류값은, x 코일: $I_x \cdot (\sin(\Phi + \omega)/\sin(\Phi)) \cdot \cos\Theta$, y 코일: $I_y \cdot (\sin(\Phi + \omega)/\sin(\Phi)) \cdot \sin\Theta$ 가 된다. 좌 경사에서 흘리는 전류값은 x 코일: $I_x \cdot (\sin(\Phi - \omega)/\sin(\Phi)) \cdot \cos\Theta$, y 코일: $I_y \cdot (\sin(\Phi - \omega)/\sin(\Phi)) \cdot \sin\Theta$ 가 된다.

[0038] 그리고, 도 5와 같은, X 방향과 Y 방향의 삼각 함수나 실험 등으로부터 구한 제어 테이블 등을 사용하면, 유저는 용이하게 조작할 수 있다. 유저가 회전각 Θ , 경사각 Φ , 시차각 ω 를 지정하면, 컴퓨터(28)는 빔 경사각 제어 코일에 제어 테이블에 기억된 전류량을 부여한다. 회전각 등 제어 테이블에 적합한 것이 없을 때, 컴퓨터(28)는 내삽 등을 사용하여 값을 계산한다.

[0039] 전술한 개량을 하지 않고 관찰 방향을 변경하는 방법으로서는, 시료 스테이지(15)를 경사 · 회전시키는 방법을 생각할 수 있지만, 원하는 위치 설정에 시간을 요하고, 관찰 위치도 어긋나 버린다. 그러나, 전술한 개량과 시료대의 경사 · 회전을 조합하는 것에 의한 이점(예를 들어 빔 경사에 의한 분해능 열화의 경감 등)도 생각되어, 조합함으로써 장치의 응용폭이 넓어진다.

[0040] (축외 편향 시의 문제점, 비접수차 보정 코일의 위치)

[0041] 시료 상에서 원하는 시차각을 얻기 위해서는, 전술한 공지 특허에서도 나타나 있는 바와 같이, 대물 렌즈 주축으로부터 벗어난 위치에 입사시키고, 렌즈의 빔 방향 복귀(swing back) 작용을 이용한다. 그런데, 빔이 비접수차 보정 코일(8)의 축외를 통과하면, 편향 작용이 발생하여, 빔 경사각에 영향을 주어버린다. 또한, 대물 렌즈 주축에 대하여, 축을 벗어난 빔이 입사하면, 대물 렌즈 본래의 구면 수차와 색수차로부터 파생한다고 생각되는 수차 흐려짐에 의해 분해능이 열화된다.

[0042] 상기와 같은 구성을 입체 관찰을 할 때에 유용하다고 생각하는 수단을 설명한다. 도 1에 본 발명에 있어서의 비접수차 보정 코일(8)의 배치예를 도시한다.

- [0043] 비점수차 보정 코일(8)은 보정이 유효하고, 또한 경사각에 영향을 주지 않는 위치에 배치한다. 구체적으로는, 빔의 형태를 형성하기 쉬운 위치이고, 또한 편향 작용이 발생하기 어려운 위치에 배치할 필요가 있기 때문에, 축을 벗어나기 전인, 빔 경사각 제어 코일(10)보다 상단에 배치한다. 이에 의해, 비점 보정도 유효하고, 또한 편향 작용은 발생하기 어려워져 경사각에 영향을 주기 어렵워진다.
- [0044] 또한, 시차각 빔 경사를 하지 않고 빔 주사를 하여 통상의 하전 입자선 장치로서의 전환이 가능하여, 상기 비점수차 보정 코일(8)을 사용할 수 있다.
- [0045] 이어서, 입체 관찰 방법을 전환할 수 있는 시차 화상 표시 프로그램 및 조작 화면에 대하여 설명한다.
- [0046] 도 6은 본 발명의 일례인 하전 입자선 장치의 조작 화면을 도시한다. 시차각 지정 부위(39)나 관찰 방향 지정 부위(40)를 설치하고, 각각 지정함으로써 도 5와 같은 제어 테이블로부터 대응한 값을 호출하고, 빔 경사각 제어 코일(10)에 훌리는 전류를 제어하면, 유저는 용이하게 시차각과 관찰 방향을 지정할 수 있다.
- [0047] 관찰 방향의 지정은 조작 화면 상뿐만 아니라, 예를 들어 조이 스틱과 같은 하드웨어로 대용해도 된다. 또한, 입체 관찰 시뿐만 아니라, 통상 관찰 시에도 도 6과 같은 조작부를 사용하여 빔을 경사시게 하면, 시료 스테이지(15)를 경사시키지 않고 순서에 이차원의 시료 경사 상이 취득 가능해서, 통상 관찰 시에도 응용 가능하다.
- [0048] 시료의 입체상을 보기 위한 방법으로서 입체 액정 디스플레이가 있다.
- [0049] 최근의 입체 액정 디스플레이에는 전용 안경을 사용한 것으로부터 나안으로 입체시할 수 있는 방식으로 옮겨가고 있다. 일반적으로 게임이나 미디어 관상과 같은 용도에서는 항상 3차원 관찰하기 때문에 전용 안경을 사용해도 되지만, 하전 입자 장치에서는 장치 조정이나 관찰 조건의 설정 등, 3차원 관찰 이외의 조작과 3차원 관찰을 번번하게 반복할 필요가 있기 때문에, 전용 안경으로는 그의 탈착이 번거로워, 나안에 의한 입체시가 바람직하다.
- [0050] 나안 입체 액정 디스플레이에는 그의 방식에 따라 2가지로 크게 구별된다. 한가지는 액정 패널 내부에 시차 배리어라고 말하여지는 슬릿 형상의 액정 셔터를 설치하고, 시차 배리어에 맞춰서 1 화소마다 좌우안(眼)에 대응하는 화상 데이터를 배열한 것, 또 하나는 액정 패널 전방면으로 지향성을 갖는 어묵 형상의 빔 분할 렌즈(렌티큘러)를 설치하고, 렌즈에 맞춰서 1 화소마다 좌우안에 대응하는 화상 데이터를 배열한 것이다. 이들 입체 액정 디스플레이로 입체시하기 위해서는 디스플레이의 화소 배열에 맞춰서 좌우시 화소 데이터를 입력하면 된다. 본 방식에서는 주사선의 1 라인 단위로 좌우 시차에 대응한 화상 데이터가 교대로 검출되므로, 2 라인분의 라인 메모리에 좌우시 화소 데이터를 기록하여 배열을 변환하고 디스플레이의 표시 레이트에 맞춰서 출력하면 리얼타임의 입체시가 가능하다.
- [0051] 입체 액정 디스플레이를 사용한 입체 관찰의 예에 대하여 상술했지만, 또한 간단하게 입체시를 가능하게 하는 방법에 대하여 다음으로 기재한다. 좌우 시차에 대응한 화상을 옆으로 늘어놓고, 교차법 또는 평행법이라고 말하여지는, 사팔눈으로 보기 또는 멀리 보듯이 보기 위해 좌우시 화상을 대응하는 눈으로 보아서 중첩하여 입체시한다. 이 경우에는 주사선의 1 라인 단위로 입력되는 좌우 시차에 대응한 화상 데이터를 이차원적으로 좌우로 배치하기만 해도 된다. 또 하나의 방법은, 애너글리프라고 말하여지는 적청 안경을 사용한 것으로서, 좌우시 화상에 각각 대응하는 안경의 색을 착색하고 일반적인 디스플레이에 중첩하여 표시하면 된다.
- [0052] 그러나, 상기 입체 관찰 방법에는 각각 이하와 같은 특징이 있고, 어느 관찰 방법이 적합할지는 관찰자에게 의존하는 부분이 많다.
- [0053] 입체 액정 디스플레이에는 훈련이 필요없고, 통상 조작의 장해로도 되기 어렵고, 나안으로도 입체 관찰이 가능하지만, 설치 스페이스를 필요로 하고, 고가이다.
- [0054] 또한, 교차법이나 평행법은 전용의 도구는 필요없고 나안으로 입체시가 가능하나, 사팔눈으로 보기나 멀리 보듯이 보기 위해 통상 조작에 부적합하고, 훈련이 필요해서, 어느 한쪽이 서투른 조작자도 적지 않다.
- [0055] 또한, 애너글리프법은 훈련이 필요 없이 입체 관찰이 가능하나, 입체 관찰에는 항상 적청 안경이 필요해서, 안경 탈착 때문에 통상 조작에 부적합해서, 색 필터에 의한 흐도 저하가 걱정된다.
- [0056] 따라서, 도 6의 조작 화면 상에, 전술한 관찰 방향 지정 부위(40)와 시차각 지정 부위(39) 외에, 상기 입체 액정 디스플레이 · 교차법 · 평행법 · 애너글리프법의 입체 관찰 방법 선택 부위(43)를 배치한다. 이것은 예를 들어 스위치와 같은 하드웨어로 대용해도 된다. 구체적으로는, 하전 입자선 장치에 있어서의 조작 화면 상에 좌우의 시차 화상 데이터의 어느 한쪽의 평면 화상을 표시 가능한 제1 표시 영역(41)과, 다른 한쪽을 표시 가능한 제2 표시 영역(42)을 설치하고, 동일 화면 상에서 좌우의 시차 화상을 표시하고, 예를 들어 제1 표시 영역(41)에 우

안용 화상을 표시하고, 제2 표시 영역(42)에 좌안용 화상을 표시시켜, 제1 표시 영역(41)을 좌측에, 제2 표시 영역(42)을 우측에 배치하면, 교차법에 의한 실시간의 입체 관찰이 가능하게 된다.

[0057] 예를 들어, 전술한 조작 화면 상에 배치하는, 입체 관찰 방법 선택 부위(43)의 전환을 버튼으로 행한다. 도 6은 예로서 교차법을 선택하고 있다.

[0058] 여기서, 평행법의 전환 버튼을 누름으로써 내부적으로 경사 전류의 제어 DAC값을 반전시키는, 또는 물리적으로 경사각 전환의 스위칭의 타이밍을 반대로 하고, 하전 입자선을 경사지게 하기 위한 코일에 흘리는 전류를 반전시키는, 또는 좌우의 주사 타이밍을 반대로 하면, 제1 표시 영역(41)에 좌안용 화상이, 제2 표시 영역(42)에 우안용 화상이 표시되어, 순시에 평행법으로 전환하는 것이 가능하게 된다.

[0059] 또한, 애너글리프법의 전환 버튼을 누름으로써 좌우의 시차 화상에 각각 대응하는 안경의 색을 착색하고, 중첩하여 표시하면, 애너글리프법에 의한 입체 관찰이 가능하게 된다.

[0060] 또한, 입체 액정 디스플레이의 전환 버튼을 누름으로써 입체 액정 디스플레이의 화소 배열(시차 배리어 방식, 빔 분할(렌티큘러) 방식 등)에 맞춰서 좌우 시차 화소 데이터를 입력함으로써 입체 액정 디스플레이에 의한 입체 관찰이 가능하게 된다.

[0061] 이에 의해, 유저는 자신에게 적합한 입체 관찰 방법을 용이하게 지정할 수 있다.

[0062] 본 발명에서는 또한 도 7과 같이 제1 집속 렌즈(4) 및 제2 집속 렌즈(5)(도 7에서는 도시되어 있지 않음) 아래에 제3 집속 렌즈 제어 전원(22)으로 제어되는 제3 집속 렌즈(수차 보정 렌즈)(9)를 설치하고, 그 상단에 배치하는 시차각 형성용 전자기 코일(7)에 제1 수차 제어 전원(21)과 제2 수차 제어 전원(35)을 설치한다. 전술한 빔 경사각 제어 코일(10)과 같이 2계통으로 독립적인 제어로 하고, 제어를 빔 경사각 제어 코일(10)에 연동시키면, 본 발명을 실행한 상태에서, 대물 렌즈의 축외 수차와 제3 집속 렌즈(수차 보정 렌즈)(9)의 수차를 실시간으로 상쇄시켜, 축을 벗어남에 의한 수차 흐려짐을 상쇄할 수 있다.

[0063] 또한, 경사각이 얇은 경우 등, 수차 흐려짐이 적을 것으로 예측될 때는, 시차각 형성용 전자기 코일(7)은 사용하지 않고 빔 경사각 제어 코일(10)만을 사용하여 빔을 경사지게 한다. 수차의 상쇄는 행하지 않고 비점수차 보정 코일(8)만으로 흐려짐이 어느 정도 없어진다고 생각되기 때문에, 상황에 따라서 수차의 상쇄와 비점수차 보정을 구분지어 사용하거나, 또는 양쪽 모두 사용함으로써 사용 편의성이 향상된다. 그 때, 비점수차 보정 코일(8)은 시차각 형성용 전자기 코일(7)보다 상단에 배치한다.

[0064] 상기 기재는 실시예에 대하여 이루어졌지만, 본 발명은 거기에 한하지 않고, 본 발명의 정신과 첨부된 특청구범위의 범위 내에서 다양한 변경 및 수정을 할 수 있는 것은 당업자에게 명확하다.

부호의 설명

[0065] 1: 음극

1': 전자총

2: 양극

3: 1차 전자선

4: 제1 집속 렌즈

5: 제2 집속 렌즈

6: 조리개판

7: 시차각 형성용 전자기 코일

8: 비점수차 보정 코일

9: 제3 집속 렌즈(수차 보정 렌즈)

10: 빔 경사각 제어 코일

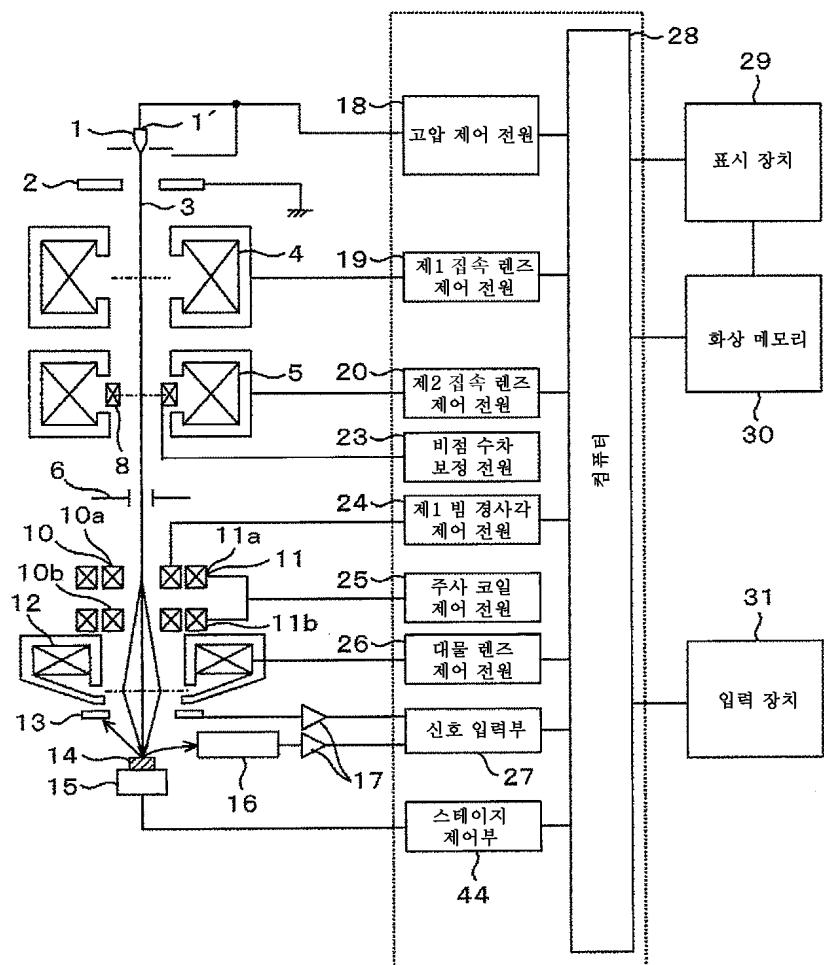
11: 주사 코일

12: 대물 렌즈

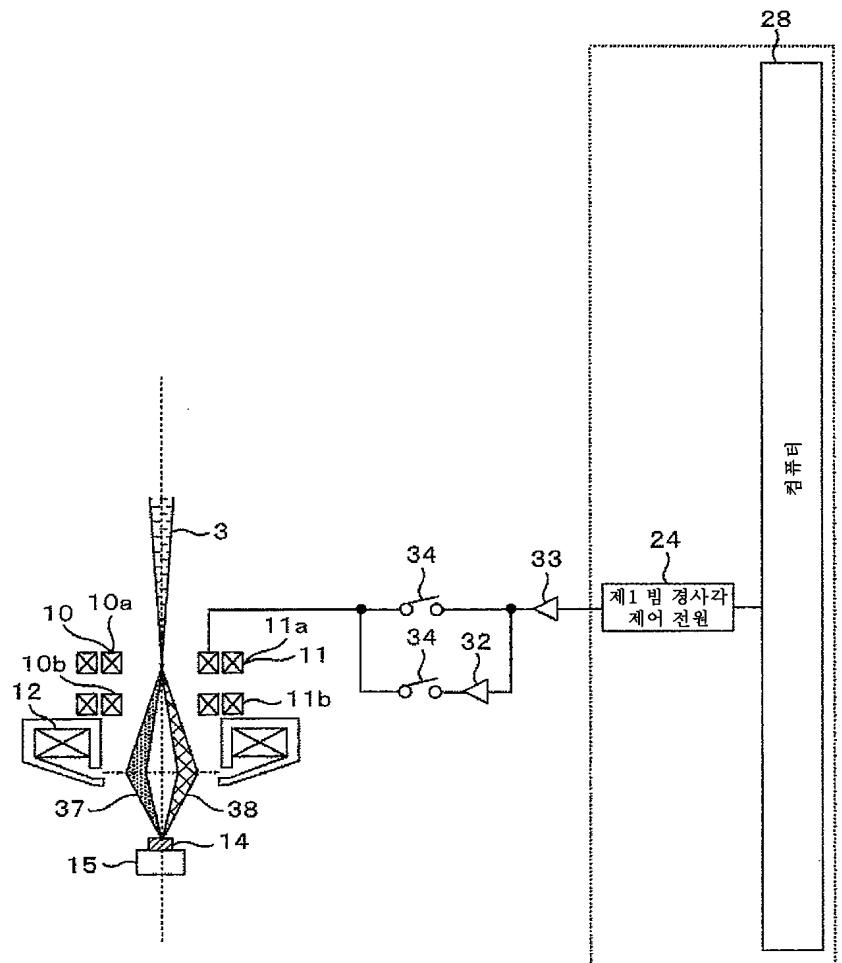
- 13: 반사 전자용 검출기
- 14: 시료
- 15: 시료 스테이지
- 16: 2차 전자 검출기
- 17: 신호 증폭기
- 18: 고압 제어 전원
- 19: 제1 집속 렌즈 제어 전원
- 20: 제2 집속 렌즈 제어 전원
- 21: 제1 수차 제어 전원
- 22: 제3 집속 렌즈 제어 전원
- 23: 비점수차 보정 전원
- 24: 제1 빔 경사각 제어 전원
- 25: 주사 코일 제어 전원
- 26: 대물 렌즈 제어 전원
- 27: 신호 입력부
- 28: 컴퓨터
- 29: 표시 장치
- 30: 화상 메모리
- 31: 입력 장치
- 32: 반전 입력기
- 33: 경사 신호 증폭기
- 34: 경사 방향 전환 스위치
- 35: 제2 수차 제어 전원
- 36: 제2 빔 경사각 제어 전원
- 37: 좌안용 경사 빔 궤도
- 38: 우안용 경사 빔 궤도
- 39: 시차각 지정 부위
- 40: 관찰 방향 지정 부위
- 41: 제1 표시 영역
- 42: 제2 표시 영역
- 43: 입체 관찰 방법 선택 부위
- 44: 스테이지 제어부

도면

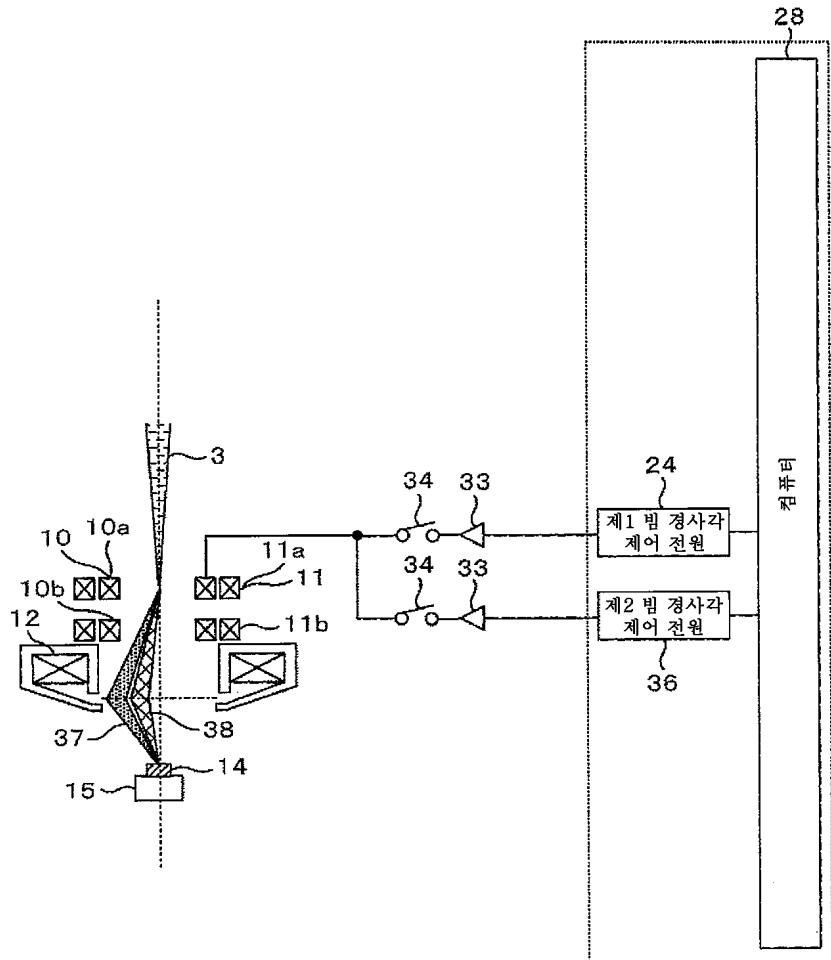
도면1



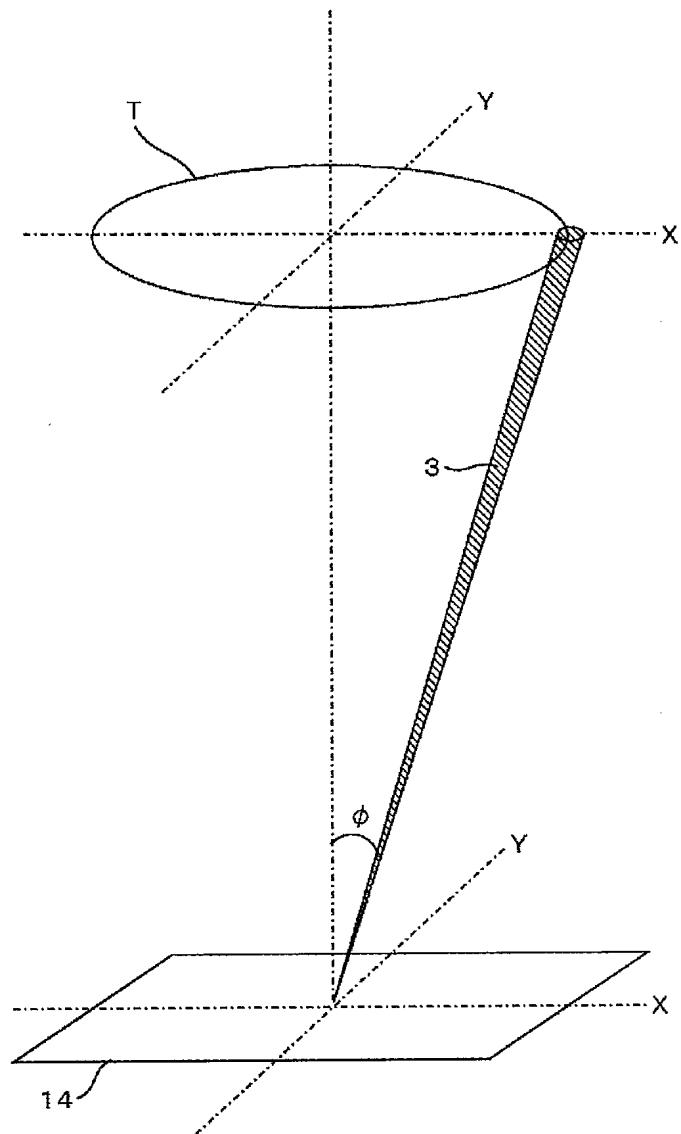
도면2



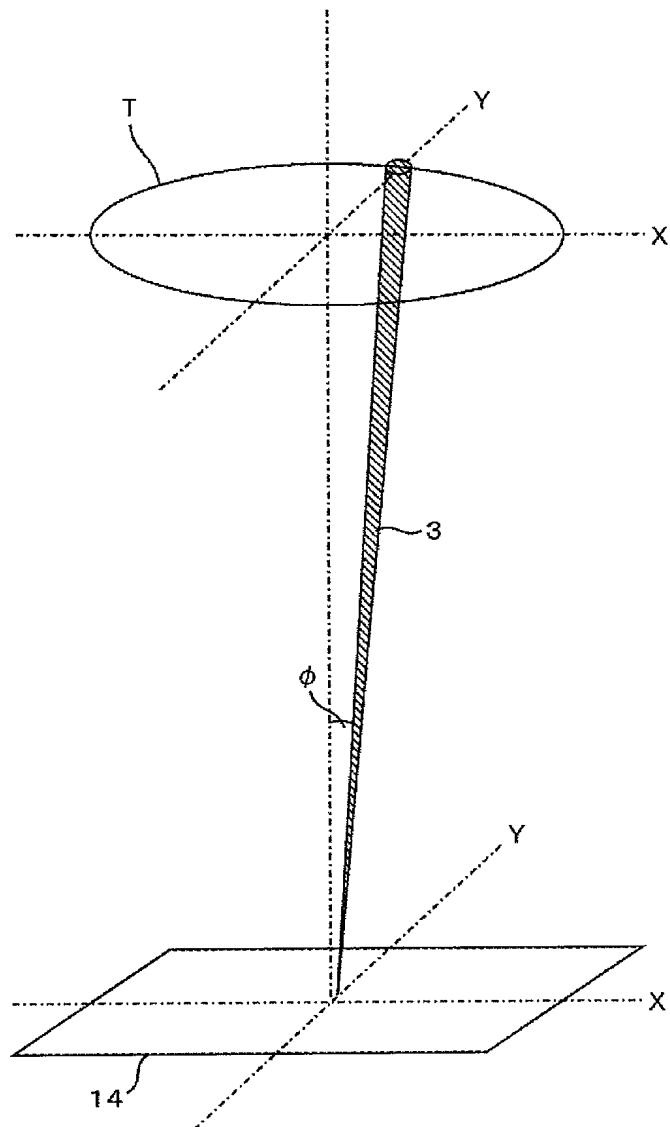
도면3



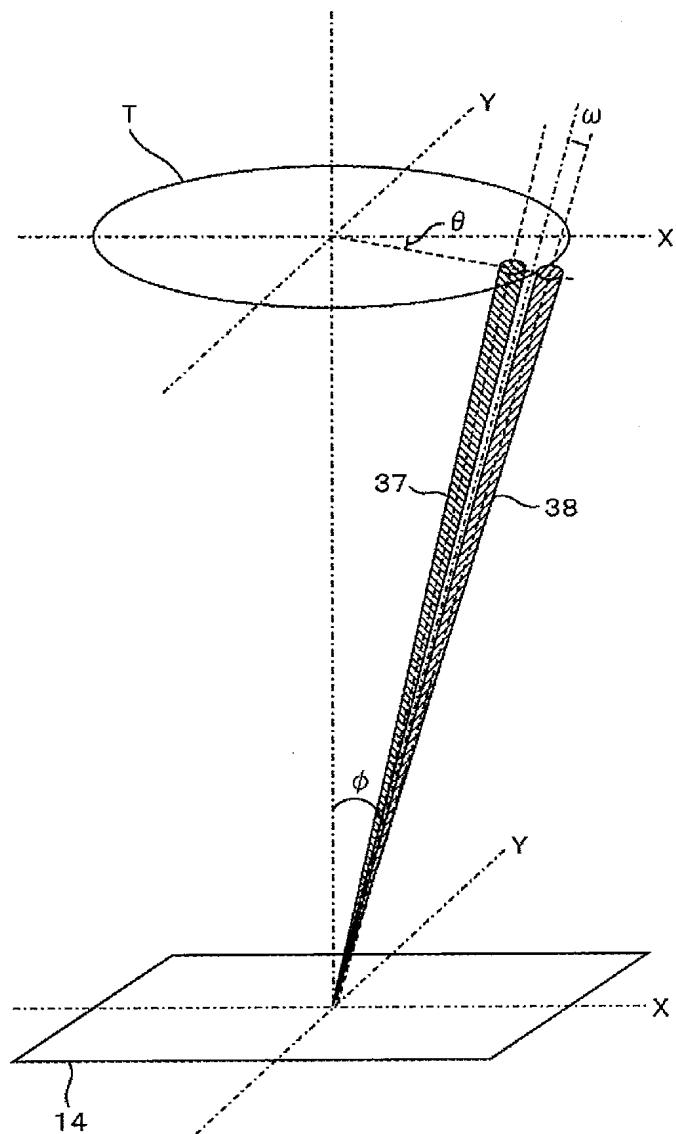
도면4a



도면4b



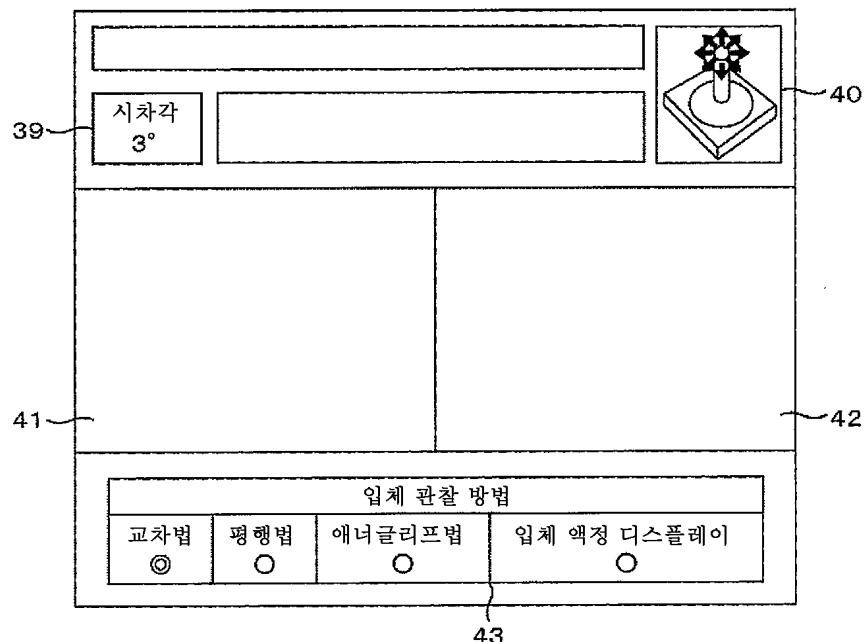
도면4c



도면5

| 회전각 | | 시차각 ω | | | | |
|----------------------|----|---------------------|----|--------------|----|----|
| $\theta = 30^\circ$ | | 1° | 2° | 3° | 4° | 5° |
| 회전각 경사각 ϕ | 1° | 회전각 | | 시차각 ω | | |
| | 2° | $\theta = 20^\circ$ | | 1° | 2° | 3° |
| | 3° | 회전각 | | 4° | 5° | |
| | 4° | $\theta = 10^\circ$ | | 1° | 2° | 3° |
| | 5° | 회전각 | | 4° | 5° | |

도면6



43

도면7

