



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년05월07일
(11) 등록번호 10-2803067
(24) 등록일자 2025년04월28일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/22 (2006.01) H01J 37/28 (2006.01)
H01L 21/66 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01J 37/222 (2024.08)
H01J 37/224 (2024.08)
- (21) 출원번호 10-2023-7040026
- (22) 출원일자(국제) 2021년06월04일
심사청구일자 2023년11월21일
- (85) 번역문제출일자 2023년11월21일
- (65) 공개번호 10-2023-0174258
- (43) 공개일자 2023년12월27일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2021/021390
- (87) 국제공개번호 WO 2022/254698
국제공개일자 2022년12월08일
- (56) 선행기술조사문헌
W02011016208 A1
JP2019525408 A
JP2021085776 A

- (73) 특허권자
주식회사 히타치하이테크
일본국 도쿄도 미나토쿠 토라노몬 1쵸메 17방 1고
- (72) 발명자
이마이 유따
일본 1008280 도쿄 지요다꾸 마루노우찌 1쵸메 6
반 6고 가부시끼가이샤 히타치 세이사꾸쇼 내
비젠 다이스께
일본 1008280 도쿄 지요다꾸 마루노우찌 1쵸메 6
반 6고 가부시끼가이샤 히타치 세이사꾸쇼 내
가따네 준이찌
일본 1056409 도쿄 미나토꾸 도라노몬 1쵸메 17방
1고 주식회사 히타치하이테크 내
- (74) 대리인
장수길, 박상돈, 이중희

전체 청구항 수 : 총 15 항

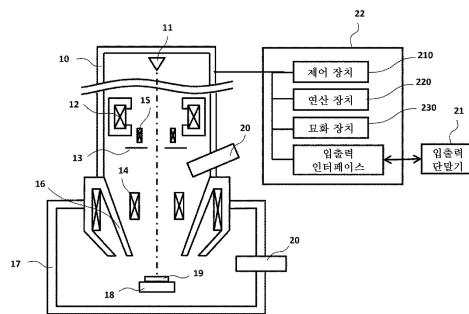
심사관 : 최미숙

(54) 발명의 명칭 시료상 관찰 장치 및 방법

(57) 요약

관찰 조건의 변경에 상관없이 복원 상질을 일정하게 유지함으로써, 관찰 스루풋 및 유저빌리티의 개선이 가능한 성긴 샘플링상으로부터의 상 복원을 실현하는 시료상 관찰 장치 및 방법을 제공한다. 시료(19)의 관찰 영역의 일부에 대하여 전자선을 조사하고, 전자선 조사가 없는 화소를 포함하는 화상을 복원 처리하는 시료상 관찰 장치이며, 그 제어 시스템(22)은, 시료의 관찰 영역에 대한 전자선의 조사 조건과 시료의 관찰 조건의 상관을 기억하는 기억부와, 당해 상관에 기초하여, 전자선의 조사 비율을 관찰 조건에 동기시키는 제어부와, 시료의 시료 정보를 입력하는 입력부를 구비하고 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01J 37/28 (2020.05)

H01L 22/12 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

시료의 관찰 영역의 일부에 대하여 전자선을 조사하고, 전자선 조사가 없는 화소를 포함하는 화상을 복원 처리하는 시료상 관찰 장치이며,

상기 시료의 관찰 영역에 대한 상기 전자선의 조사 조건과 상기 시료의 관찰 조건의 상관을 기억하는 기억부와, 상기 상관에 기초하여, 상기 조사 조건을 상기 관찰 조건에 동기시키는 제어부를 구비하는 것을 특징으로 하는 시료상 관찰 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

시료 정보를 입력하는 입력부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 시료상 관찰 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 조사 조건은, 상기 시료의 구조의 대소에 기초하여 결정하는 것을 특징으로 하는 시료상 관찰 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 관찰 조건은 관찰 배율인 것을 특징으로 하는 시료상 관찰 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 관찰 조건은 관찰 시야인 것을 특징으로 하는 시료상 관찰 장치.

청구항 6

제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 조사 조건은, 화상 중의 전체 화소에 대한 전자선 조사 화소의 비인 조사 비율인 것을 특징으로 하는 시료상 관찰 장치.

청구항 7

제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 조사 조건은, 화상 중의 전자선 조사 화소의 이동 경로인 것을 특징으로 하는 시료상 관찰 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 전자선의 조사 비율 또는 조사 위치 또는 평균 도우즈량을 표시하는 표시부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 시료상 관찰 장치.

청구항 9

제2항에 있어서,

상기 시료는 반도체 회로 패턴이며, 상기 입력부로부터 입력되는 상기 시료 정보는, 상기 반도체 회로 패턴의

설계 정보인 것을 특징으로 하는 시료상 관찰 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 시료의 상기 시료상 관찰 장치 내에 있어서의 좌표와 상기 반도체 회로 패턴의 설계 정보로부터 상기 시료의 구조를 산출하고, 상기 시료의 구조와 상기 관찰 조건으로부터 상기 전자선의 조사 비율을 결정하는 것을 특징으로 하는 시료상 관찰 장치.

청구항 11

시료의 관찰 영역의 일부에 대하여 전자선을 조사하고, 전자선 조사가 없는 화소를 포함하는 화상을 복원 처리하는 시료상 관찰 장치를 사용한 시료상 관찰 방법이며,

상기 시료상 관찰 장치는, 상기 시료의 관찰 영역에 대한 상기 전자선의 조사 조건과 상기 시료의 관찰 조건의 상관을 기억하는 기억부와, 상기 상관에 기초하여, 상기 전자선의 조사 조건을 상기 관찰 조건에 동기시키는 제어부를 구비하고,

상기 조사 조건은, 상기 시료의 구조의 대소에 기초하여 결정하는 것을 특징으로 하는 시료상 관찰 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 관찰 조건은 관찰 배율 또는 관찰 시야인 것을 특징으로 하는 시료상 관찰 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 조사 조건은 화상 중의 전체 화소에 대한 전자선 조사 화소의 비인 조사 비율인 것을 특징으로 하는 시료상 관찰 방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 조사 조건은 화상 중의 전자선 조사 화소의 이동 경로인 것을 특징으로 하는 시료 관찰 방법.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 시료상 관찰 장치는 표시부를 갖고,

상기 표시부에 상기 전자선의 조사 비율 또는 조사 위치 또는 평균 도우즈량을 표시하는 것을 특징으로 하는 시료상 관찰 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 시료상 관찰 장치 및 방법에 관한 것이며, 특히 저대미지 관찰을 실현하는 시료상 관찰 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 주사 전자 현미경(Scanning Electron Microscope: SEM)은, 수렴시킨 프로브 전자선을 시료 상에 조사 및 주사 하였을 때 발생하는 신호 전자를 검출하고, 각 조사 위치의 신호 강도를 조사 전자선의 주사 신호와 동기하여 표시함으로써, 시료 표면의 주사 영역의 2차원 화상을 얻는 것이다.

[0003] 근년, SEM 관찰 대상의 생체 시료 등 소프트 머티리얼로의 확대나, 검사 대상인 반도체 디바이스의 미세화에 수

반하여 SEM 관찰 시의 전자선 조사에 수반되는 시료 대미지를 저감한 관찰 요구가 높아지고 있다. 이에 대해 SEM에 있어서 저대미지 관찰을 실현하는 방법의 하나로, 압축 센싱(Compressed Sensing: CS)의 개념을 응용하여, 시료의 한정된 점에만 전자선 조사하여 얻어지는 성긴 샘플링상으로부터, 계산기 처리로 원래의 정보를 복원하는 방법이 있다. 종래의 시료의 전체면을 전자선 주사하는 관찰법에 비해, 결과적으로 시료에 대한 도우즈량을 삭감하는 것이 가능해져, 전체적인 대미지 저감이 도모된다.

[0004] 이와 같은 시료상 관찰 기술에 관한 선행기술문헌으로서, 예를 들어 특허문헌 1이 있고, SEM에 있어서의 성긴 샘플링상 취득 및 상 복원에 대하여 개시되어 있다. 특히, 성긴 샘플링상의 취득 방법으로서 라인 상에 랜덤 호핑하는 스캔 방법에 의해, 샘플링을 인접 픽셀만으로 함으로써 1차 전자선의 편향기의 응답 지연의 영향을 완화를 도모하는 수단을 개시하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 특허 공표 제2019-525408호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 성긴 샘플링상으로부터의 복원에 있어서, 복원상의 상질, 특히 공간적인 해상도는, 관찰 영역인 시야 전체면에 대한 조사 비율에 의존하여 크게 변화되는 특징이 있다. 여기서 조사 비율이란, 어떤 시야에서 디지털 화상을 취득할 때, 시야 전체면에 대응하는 화소수에 대하여 전자선을 조사하는 화소수의 비로 정의된다. 즉, SEM에 있어서의 일반적인 주사상에 있어서는 화상 내의 모든 화소에 밀하게 전자선이 조사되고 있기 때문에 조사 영역 100%의 화상을 취득하고 있는 것이 된다. 조사 비율에 대한 복원 상질의 변화의 주된 원인은, 조사 비율에 따라 각 조사점간의 평균적인 거리가 변화되는 것에 의한다. 성긴 샘플링상으로부터의 복원은, 공간적으로 씌워진 정보로부터 복원을 행하고 있는 것과 동의이기 때문에, 실질적인 해상도는 각 조사점간의 평균적인 거리에 의존한다.

[0007] SEM에 있어서의 시료 관찰에 필요한 상질은, 관찰 배율이나 관찰 시야에 포함되는 대상 시료의 구조 사이즈에 의해 변화된다. 즉, 특정의 시료 구조를 관찰하는 경우, 단일의 조사 비율에서는, 한정된 관찰 배율이나 시야에서만 충분한 상질 하에서 도우즈량을 저감한 관찰을 행할 수 있는 것을 의미한다.

[0008] 일반적으로 SEM 관찰에 있어서는, 먼저 관찰에 적절한 가속 전압의 결정이나 프로브 전류 조정 등의 화상 취득 조건 설정이 행해진 후, 관찰을 개시한다. 관찰이 개시되면 최초로 시야 탐색을 행하고, 계속해서 주목 영역의 상세 관찰, 그리고 화상 촬영과 같은 일련의 조작이 연속하여 행해지는 것이 보통이다. 이 관찰 중에는, 관찰 배율 변경이나 시야 이동이 빈번하게 이루어진다.

[0009] 이 일련된 관찰 행위 중에서는, 기본적으로 1차 전자선에 관한 화상 취득 조건의 변경을 행하지 않는 연속적인 관찰이 이루어질 것이 요구된다. 왜냐하면, 화상 취득 조건 변경을 행한 경우에는 포커스 조정이나 비점 보정 등을 차례대로 행할 필요가 있어, 관찰 스루풋이나 유저빌리티를 현저하게 손상시키게 되기 때문이다. 이들 요구는, 전술한 성긴 샘플링상으로부터의 복원을 사용한 관찰 방법을 사용할 때도 마찬가지이다.

[0010] 그러나, 예를 들어 특허문헌 1에 개시된 기술에 있어서는, 전자선의 조사 비율 또는 조사 패턴은 일련의 관찰 중에 기본적으로 변경되는 일은 없다. 그 때문에 배율 변경이나 시야 이동 등의 관찰 조건의 변경 시에 있어서, 대상 시료의 구조 관찰에 충분한 해상도를 가진 복원상의 취득이 곤란해지는 경우가 발생한다.

[0011] 본 발명의 목적은, 상술한 시료상 관찰 기술에 있어서의 과제를 해결하고, 관찰 조건의 변경에 상관없이 복원 상질을 일정하게 유지함으로써, 관찰 스루풋 및 유저빌리티의 개선이 가능한 성긴 샘플링상으로부터의 상 복원을 실현하는 시료상 관찰 장치 및 방법을 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 과제를 해결하기 위해, 예를 들어 특허 청구 범위에 기재된 구성을 채용한다. 본원은 상기 과제를 해결하는 수단을 복수 포함하고 있지만, 그 일례를 들면, 시료의 관찰 영역의 일부에 대하여 전자선을 조사하고, 전자

선 조사가 없는 화소를 포함하는 화상을 복원 처리하는 시료상 관찰 장치이며, 상기 시료의 관찰 영역에 대한 상기 전자선의 조사 조건과 상기 시료의 관찰 조건의 상관을 기억하는 기억부와, 상기 상관에 기초하여, 상기 전자선의 조사 조건을 상기 관찰 조건에 동기시키는 제어부를 구비하는 시료상 관찰 장치를 제공한다.

[0013] 또한, 시료의 관찰 영역의 일부에 대하여 전자선을 조사하고, 전자선 조사가 없는 화소를 포함하는 화상을 복원 처리하는 시료상 관찰 장치를 사용한 시료상 관찰 방법이며,

[0014] 상기 시료상 관찰 장치는, 상기 시료의 관찰 영역에 대한 상기 전자선의 조사 조건과 상기 시료의 관찰 조건의 상관을 기억하는 기억부와, 상기 상관에 기초하여, 상기 전자선의 조사 조건을 상기 관찰 조건에 동기시키는 제어부를 구비하고, 상기 조사 조건은, 상기 시료의 구조의 대소에 기초하여 결정하는, 시료상 관찰 방법을 제공한다.

발명의 효과

[0015] 본 발명에 따르면, 성긴 샘플링상으로부터의 복원상을 얻는 시료상 관찰 장치에 있어서, 관찰 조건의 변경에 상관없이 복원 상질을 일정하게 유지하는 것이 가능해져, 관찰 스루풋 및 유지빌리티의 개선 효과가 얻어진다.

[0016] 본 발명에 관련되는 또 다른 특징은, 본 명세서의 기술, 첨부 도면으로부터 명백해질 것이다. 또한, 상기한 것 이외의, 과제, 구성 및 효과는, 이하의 실시예 설명에 의해 명백해진다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 실시예 1에 관한, 시료상 관찰 장치의 일 구성예를 도시하는 도면.
- 도 2는 실시예 1에 관한, 시료상 관찰 장치의 제어 시스템의 주요부를 도시하는 도면.
- 도 3은 실시예 1에 관한, 관찰 배율과 조사 비율의 상관의 일례를 도시하는 도면.
- 도 4는 실시예 1에 관한, 관찰 배율과 조사 비율의 상관의 일례를 도시하는 도면.
- 도 5는 실시예 1에 관한, 조사 비율과 복원상 분해능의 상관의 일례를 도시하는 도면.
- 도 6은 실시예 1에 관한, 시료상 관찰 장치의 시료 관찰 플로의 일례를 도시하는 도면.
- 도 7은 실시예 1에 관한, 시료상 관찰 장치의 성긴 샘플링 및 복원 처리 플로의 일례를 도시하는 도면.
- 도 8은 실시예 1에 관한, 시료상 관찰 장치의 성긴 샘플링 및 복원 처리 플로의 일례를 도시하는 도면.
- 도 9는 실시예 1에 관한, 시료상 관찰 장치의 스캔 설정 화면의 일례를 도시하는 도면.
- 도 10은 실시예 1에 관한, 시료상 관찰 장치의 상 복원 조정 화면의 일례를 도시하는 도면.
- 도 11은 실시예 1에 관한, 시료상 관찰 장치의 복원 조건 조정 처리 플로의 일례를 도시하는 도면.
- 도 12는 실시예 2에 관한, 처리 플로의 일례를 도시하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대하여 설명한다. 또한, 첨부 도면은 본 발명의 원리에 따른 구체적인 실시예를 나타내고 있지만, 이들은 본 발명의 이해를 위한 것이며, 결코 본 발명을 한정적으로 해석하기 위해 사용되는 것은 아니다. 또한, 실시예 및 변형예를 설명하기 위한 전체 도면에 있어서, 동일 기능을 갖는 것은 동일 부호를 붙이고, 그 반복의 설명은 생략한다.

[0019] **실시예 1**

[0020] 실시예 1은, 시료의 관찰 영역의 일부에 대하여 전자선을 조사하고, 전자선 조사가 없는 화소를 포함하는 화상을 복원 처리하는 시료상 관찰 장치이며, 시료의 관찰 영역에 대한 전자선의 조사 조건인 조사 위치와 시료의 관찰 조건의 상관을 기억하는 기억부와, 이 상관에 기초하여, 전자선의 조사 조건을 관찰 조건에 동기시키는 제어부를 구비하는 구성의 시료상 관찰 장치, 및 시료의 관찰 영역의 일부에 대하여 전자선을 조사하고, 전자선 조사가 없는 화소를 포함하는 화상을 복원 처리하는 시료상 관찰 장치를 사용한 시료상 관찰 방법이며, 시료상 관찰 장치는, 시료의 관찰 영역에 대한 전자선의 조사 조건과 시료의 관찰 조건의 상관을 기억하는 기억부와, 상관에 기초하여, 전자선의 조사 조건을 관찰 조건에 동기시키는 제어부를 구비하고, 조사 조건은, 시료의 구조

의 대소에 기초하여 결정하는, 시료상 관찰 방법의 실시예이다.

- [0021] 도 1에, 본 실시예에 관한 시료상 관찰 장치의 일 구성예를 도시한다. 도 1에 있어서, 주사 전자 현미경 경체(SEM 칼럼)(10)의 내부에 설치된 전자총(11)으로부터의 1차 전자선인 프로브 전자선은, 콘덴서 렌즈(12), 조리개(13)를 통과하고, 스캔 편향기(14)에서 편향되어, 대물 렌즈(16)를 통과하여, 스테이지(18) 상의 시료(19) 표면을 주사한다. 시료(19)로부터 발생한 2차 전자인 신호 전자는 검출기(20)에서 검출되고, 그 검출 신호는 제어 시스템(22)에 보내져, 시료(19)의 표면의 화상이 복원된다. 또한, SEM 칼럼은, 상기한 것 이외에 렌즈, 전극, 검출기 등의 다른 구성 요소를 포함해도 되고, 상술한 구성에 한정되지는 않는다.
- [0022] 도 2는 실시예 1에 관한, 시료상 관찰 장치의 제어부인 제어 시스템(22)의 기능 구성의 주요부를 도시하는 도면이다. 제어 시스템은, 예를 들어 범용의 컴퓨터를 사용하여 실현되어도 되고, 컴퓨터 상에서 실행되는 프로그램의 기능으로서 실현되어도 된다. 컴퓨터는, CPU(Central Processing Unit) 등의 프로세서와, 메모리 등의 기억부와, 하드 디스크 등의 기억 장치를 적어도 구비한다. 제어부의 처리는, 프로그램 코드로서 메모리에 저장되고, 프로세서가 각 프로그램 코드를 실행함으로써 실현되어도 된다. 또한, 제어부의 일부가, 전용의 회로 기판 등의 하드웨어에 의해 구성되어도 된다.
- [0023] 도 2에 도시한 대로, 제어 시스템(22)은, 버스(240)에 접속된 제어 장치(210), 연산 장치(220), 묘화 장치(230) 등으로 구성된다. 제어 장치(210)는, SEM의 제어를 행하는 주제어부(211), 빔 제어부(212), 스캔 제어부(213), 스테이지 제어부(214)로 이루어진다.
- [0024] 연산 장치(220)는, 1차 전자선의 조사 조건인 조사 위치 및 경로를 결정하는 경로 결정부(221), 상관 기억부(222), 복원상 추정부(223)로 이루어진다. 상관 기억부(222)는 시료의 관찰 영역에 대한 각 관찰 조건과 1차 전자선의 성긴 샘플링에 관한 조사 조건의 상관을 기억하고 있다. 경로 결정부(221)에서는, 상관 기억부가 기억하고 있는 상관에 기초하여, 전자선의 조사 위치 및 경로를 결정한다. 이 결정에 따라 제어 장치(210)에서 전자선을 제어하여, 성긴 샘플링상을 얻는다. 복원상 추정부(223)에서는 성긴 샘플링상으로부터 계산기 처리에 의해 복원상을 추정한다.
- [0025] 묘화 장치(230)는, 복원상 출력부(231), 스캔상 출력부(232)로 이루어지고, 복원상 출력부(231)가 추정한 복원상을 사용하여 축차 묘화를 행한다. 복원상 추정부(223) 및 스캔상 출력부(232)의 출력은 입출력 단말기(21)의 표시부에 보내진다.
- [0026] 여기서, 상관 기억부(222)에 저장되어 있는 상관은, 예를 들어 관찰 배율과 조사 비율의 대응 관계여도 된다. 또한, 관찰 시료의 정보와 조합한 의존 관계로서 상관 기억부(222)에 저장되어 있는 것이 바람직하다. 이 경우의 관찰 시료의 정보란, 시료가 갖는 특징적인 구조의 사이즈나 위치 분포나 빈도 분포에 관계된 양을 사용한다. 구조 사이즈란, 시료의 구조의 대소, 예를 들어 이웃하는 구조의 간격, 라인 폭, 층의 두께, 입자경 등의 대소를 의미한다. 이들 구조 사이즈나 분포의 최솟값이나 평균값이나 통계적 분산 등, 혹은 이들을 조합한 연산에 의해 구해지는 특징량을 사용해도 된다. 특히, 촬상 시의 시야 내에 존재하는 구조에 대한 시료 구조 특징량 등의 정보가 중요해진다.
- [0027] 또한, 상관 기억부(222)에 저장되어 있는 상관은, 예를 들어 시료 정보에 기초하여 미리 정해진 것이다. 혹은 시료 정보 입력 후에 계산기 처리에 의해 도출된 것을 다시 상관 기억부(222)에 저장하여 사용해도 된다.
- [0028] 도 3은 상관 기억부(222)에 저장되는 상관의 일례로서 관찰 배율과 조사 비율의 상관의 예를 도시하는 개념도이다. 관찰 배율에 의한 복원 상질 변화를 억제하기 위해, 관찰 배율이 고배율로 됨에 따라 조사 비율은 낮아지고, 관찰 배율이 저배율로 됨에 따라 조사 비율은 높아지는 관계를 사용한다. 게다가, 이 상관은 시야 내의 관찰 대상이 되는 시료 구조에 대한 의존성을 포함하는 형태로 기술된다. 예를 들어 시료 교환이나 시야 이동에 의해 시야 내의 관찰 대상의 구조 사이즈가 작아진 경우, 도 3의 곡선 A로부터 곡선 B로 상관은 변화된다. 이에 의해, 시료에 따른 복원 상질에서의 관찰이 가능해진다.
- [0029] 또한, 참조되는 상관은 도 3에 예시한 바와 같은 연속적인 곡선이 아니라 도 4에 실선으로 예시한 바와 같은 이산화된 스텝상의 상관이어도 된다. 또한, 기록되어 있는 연속적인 상관을 참조하여 조사 비율을 결정할 때, 임의의 스텝 폭으로 이산화 변환하여 사용해도 된다.
- [0030] 또한, 상관 기억부에 저장되어 있는 상관은, 조사 비율과 복원상 분해능의 대응 관계여도 된다. 도 5는 어떤 특정의 관찰 배율에 있어서의 조사 비율과 복원상 분해능의 상관의 예를 도시하는 개념도이다. 미리 조사 비율에 있어서의 복원상의 분해능과의 상관을 도출하여 기억해 둬으로써, 관찰에 필요한 분해능에 대응하는 조사 비율을 결정하는 것이 가능해진다. 또한, 조사 비율과 복원상 분해능의 상관은, 예를 들어 조사점의 공간 분포에

관련되는 통계량으로부터 해석적으로 도출해도 되고, 예를 들어 조사 비율마다의 성긴 샘플링상을 취득하는 실험에 의해 얻어진 실제의 복원상으로부터 추정해도 된다.

- [0031] 이들 상관은 상관 기억부(222)에 기억되고, 경로 결정부(221)로부터 참조된다. 경로 결정부(221)는 관찰 배율이나 입출력 단말기(21)를 통해 입력된 시료 정보와 상관을 축차적으로 대조하여, 전자선의 조사 위치 및 경로를 동적으로 결정한다. 이때 시료 정보의 입력은 시료 구조의 특징량을 직접 수치로서 입력해도 되고, 관찰 대상의 설계 데이터를 활용해도 된다. 또한, 레퍼런스가 되는 화상을 화상 해석하고 특징량을 추출하여 입력으로 해도 된다.
- [0032] 또한, 성긴 샘플링을 행할 때의 1차 전자선의 조사 위치 이동은, 예를 들어 스캔 편향기(14)를 사용하여 행해진다. 이 스캔 편향기(14)는 전자 코일을 사용한 자장 방식이어도 되고, 전극을 사용한 전장 방식이어도 된다. 또한, 통상의 래스터 스캔에 사용되는 스캔 편향기(14)와는 별도로, 성긴 샘플링 용도의 편향기를 사용해도 된다. 또한, 조사점간의 이동 시에는 블랭커(15)를 사용하여 1차 전자선이 시료에 조사되지 않도록 제어되어도 된다. 시료 대미지의 저감과 조사 예정 위치 이외로부터의 신호 전자의 검출을 억제하는 것이 가능해진다.
- [0033] 도 6에 본 실시예의 시료상 관찰 장치에 의한 시료 관찰 플로의 일례를 도시하였다. 도 6에 있어서, 시료 관찰이 개시되면(S601), 스테이지(18)에 시료의 설치(S602)와, 시료 정보의 입력(S603), 화상 취득 조건의 설정(S604)이 이루어진다. 그리고, 저도우즈 조건인지 여부의 체크(S605)에 의해, 저도우즈 조건의 경우("예"), 1차 전자선의 조사 비율, 조사 위치나 이동 경로 등의 조사 조건의 결정을 행한다(S606). 결정된 조사 조건에 따라서 성긴 1차 전자선 조사가 이루어지고(S607), 검출 신호에 의한 화상 복원 처리가 실행되어 화상이 생성된다(S608).
- [0034] 한편, 저도우즈 조건이 아닌 경우("아니오"), 밀한 1차 전자선 조사가 이루어지고(S609) 검출 신호에 의해 화상 생성된다. 화상 취득 조건의 변경으로부터 전자선 조사, 화상 취득(S610)이 반복되고, 전체 데이터 취득인지 여부를 체크하고(S611), 전체 데이터 취득되면("예"), 1차 전자선 조사가 정지되고(S612), 시료의 취득(S613)로, 시료 관찰이 종료된다(S614).
- [0035] 도 7에 본 실시예의 성긴 샘플링 및 복원 처리 플로의 일례를 도시하였다. 도 7에 있어서, 성긴 샘플링 및 복원 처리가 개시되면(S701), 조사 조건 읽어들이기(S702) 후, 시료 정보의 입력부로부터 입력된 시료 정보가 읽어들이어지고(S703), 계속해서 초기 조사 비율이 읽어들이어진다(S704). 관찰이 개시되고(S705), 관찰 배율이 설정, 변경되면(S706), 상관 기억부(222)에 기록된, 관찰 배율과 조사 비율의 상관 참조된다(S707). 참조된 상관으로부터 이미 읽어들이어진 시료 정보에 기초하여 최적의 조사 비율을 도출한다(S708).
- [0036] 그리고 현재의 조사 비율과 도출한 최적값의 비교를 행하여(S709), 최적값과 다른 경우("아니오"), 조사 비율의 변경(S710)이 행해진다. 한편, 현재의 조사 비율이 최적값인 경우("예"), 조사 비율의 변경은 이루어지지 않는다. 확정된 조사 비율에 기초하여 조사 위치나 이동 경로가 결정되어, 성긴 1차 전자선 조사(S711)가 이루어지고, 검출 신호에 의한 화상 복원 처리(S712)에 의해 화상이 생성되고, 복원 화상이 묘화 장치(230)에 의해 묘화된다(S713).
- [0037] 이 조사 비율의 변경 처리는, 관찰 배율의 변경에 연동하여 축차적으로 바로 행해지는 것이 바람직하다. 단, 엄밀하게 관찰 배율 변경과 동시일 필요는 없고, 예를 들어 화상의 묘화 시간인 프레임 레이트마다 조사 비율이 변경되어 있어도 되고, 화상 묘화가 화상 전체가 아니라 블록 단위로 행해지는 것이면 단위 블록의 묘화 시간의 시간 간격으로 행해져도 된다.
- [0038] 또한, 성긴 1차 전자선 조사로부터의 화상 복원 처리에는 예를 들어 압축 센싱의 개념을 사용해도 된다. 그 경우, 룰 베이스의 알고리즘을 사용한 처리여도 되고, 학습형 알고리즘을 사용한 처리여도 되고, 그것들의 복수의 조합이어도 된다. 이들 복원 알고리즘은 예를 들어 처리 시간이나 복원 상질의 관점에서 선택하여 사용되어도 된다.
- [0039] 도 8에 본 실시예의 시료상 관찰 장치에 의한 성긴 샘플링 및 복원 처리 플로의 변형예의 일례를 도시하였다. 도 8에 있어서, 성긴 샘플링 및 복원 처리가 개시되면(S801), 조사 조건 읽어들이기(S802) 후, 입력된 시료 정보가 읽어들이어지고(S803), 계속해서 미리 설정된 초기 조사 비율이 읽어들이어진다(S804).
- [0040] 관찰이 개시되고(S805), 관찰 시야가 설정, 변경되면(S806), 먼저 이미 읽어들이어져 있는 시료 정보로부터, 관찰 시야 위치에 대응하는 시료 정보를 참조하여(S807) 시야 내의 시료 구조 특징량이 결정된다. 그리고 시야 이동 전후의 시료 구조 특징량이 비교되어(S808), 시료 구조 특징량이 변화되어 있는 경우("예"), 상관 기억부에 기록된, 관찰 배율과 조사 비율의 상관 참조된다(S809). 참조된 상관으로부터 시야 이동 후의 시료 구조 특징

량과 현재의 관찰 배율에 기초하여 최적의 조사 비율을 도출한다(S810). 그리고 현재의 조사 비율과 도출한 최적값의 비교를 행하여(S811), 최적값과 다른 경우("아니오"), 조사 비율의 변경(S812)이 행해진다.

[0041] 한편, 현재의 조사 비율이 최적값인 경우("예"), 조사 비율의 변경은 이루어지지 않는다. 확정된 조사 비율에 기초하여 조사 위치나 이동 경로가 경로 결정부(221)에 의해 결정되고, 결정에 기초하여 성긴 1차 전자선 조사가 이루어지고(S813), 검출 신호에 의한 화상 복원 처리에 의해 화상이 생성되고(S814), 복원 화상이 묘화된다(S815). 또한, 시야 이동 전후에 시야 내의 시료 구조 특징량이 변화되지 않는(S808 "아니오") 경우도 조사 비율의 변경은 이루어지지 않는다.

[0042] 도 9는 본 실시예에 있어서의 시료상 관찰 장치의 스캔 설정 화면의 일례를 도시하는 도면이다. 도 9에 도시한 바와 같이 입출력 단말기(21)의 표시부에 표시되는 스캔 설정 화면(90)을 사용하여, 유저는 스캔 방법으로서 시야 전체면을 주사하는 밀한 스캔인 래스터, 혹은 특정의 화소에만 전자선 조사하는 성긴 스캔인 스파스 중 어느 것을 선택할 수 있다. 게다가, 스파스 스캔 모드 시에, 조사 비율을 관찰 조건 변화에 수반하여 동적으로 변경 제어하는 가변 모드와, 일정값을 유지하는 고정 모드를 선택할 수 있다.

[0043] 도 10, 도 11은 본 실시예에 있어서의 복원 조건 조정 처리를 설명하기 위한 도면이며, 도 10은 상 복원 조정 화면의 일례를, 도 11은 복원 조건 조정 처리 플로의 일례를 도시하고 있다.

[0044] 도 10의 상 복원 조정 화면에 있어서는, 관찰 조건 파라미터인 조사 전압, 프로브 전류, 프레임 레이트, 촬상 배율을 설정 가능하다. 또한, 상 복원 조정 화면에는, 성긴 샘플링상과 그 조사 비율, 및 복원상을 표시할 수 있다. 또한, 시료 정보의 입력부로서 전형적 시료 사이즈가 입력 가능하게 되어 있고, 수치의 직접 입력뿐만 아니라 슬라이더를 움직임으로써 변경 가능하게 되어 있다.

[0045] 도 11에 도시한 복원 조건 조정 처리 플로우에 있어서, 복원 조건 조정 처리가 개시되면(S1101), 제어 시스템(22)에 접속된 입출력 단말기(20)의 표시부에 상 복원 조정 화면(100)이 표시되어(S1102), 조정이 개시된다. 그리고, 화면을 사용하여 먼저 관찰 조건 설정(S1103)이 이루어진다. 그리고 시료 정보를 자동으로 입력할지 체크가 이루어진다(S1104). 자동 입력이 아닌 경우("아니오"), 조정 화면에 유저가 시료 정보를 수동으로 입력한다(S1105). 여기서 시료 정보란 시료가 갖는 특징적인 구조의 사이즈나 위치 분포나 빈도 분포에 관계된 양을 입력한다. 예를 들어 도 10에 도시한 조정 화면에 있어서는 전형적 시료 사이즈가 시료 정보에 해당한다. 입력된 시료 정보에 기초하여 시료 구조 특징량으로서 파라미터 설정된다(S1109).

[0046] 한편, 시료 정보를 자동 입력하는 경우("예")에는, 시료에 밀한 전자선 조사가 행해지고(S1106) 검출 신호로부터 시료 구조 추정용의 화상이 취득된다(S1107). 그리고 취득 화상의 계산기 처리에 의해 시료 구조 특징량이 계산되어(S1108), 파라미터 설정된다(S1109). 여기에서의 시료 구조 추정용 화상은 단일의 관찰 조건에서 취득된 화상이어도 되고, 복수의 시야나 복수의 관찰 배율로 취득한 화상을 조합하여 사용해도 된다.

[0047] 그리고 설정된 파라미터에 기초하여 성긴 샘플링 실행(S1110), 화상 복원 처리(S1111)가 이루어져 복원 결과가 묘화되고(S1112) 복원 조건 조정 처리가 종료된다(S1113). 유저는, 묘화된 복원상을 보고 원하는 화질인 것을 확인한다. 또 다른 조정이 필요할 때는 파라미터를 조정하여 본 조정 플로우를 반복한다. 이때, 화면의 표시부에는 복원 전의 성긴 샘플링이나 조사 비율이 아울러 표시되는 것이 바람직하다. 이에 의해 시료로의 전자선 조사 상태를 유저가 파악하는 것이 가능해진다.

[0048] 이상 설명한 실시예 1의 시료상 관찰 장치, 및 시료상 관찰 방법에 의하면, 관찰 조건에 상관없이 관찰 대상의 시료 구조에 의거한 상질로, 시료 대미지를 억제한 고정밀도 관찰, 분석이 가능해진다.

[0049] **실시예 2**

[0050] 실시예 2는, 실시예 1에 기재된 시료상 관찰 장치를 특히 반도체 회로 패턴의 검사 계측에 적용하는 경우의 실시예이다. 반도체 회로 패턴의 검사 계측에서는 시료 화상과 당해 화상 취득 좌표에 있어서의 회로 패턴의 설계도를 참조하여, 시료상과 설계도의 차분으로부터 반도체 회로 패턴의 결함 위치를 특정하는 방법(Die to Database)이 널리 보급되어 있다. 본 실시예에서는 이 Die to Database에 성긴 샘플링 및 복원 처리 플로우를 적용하는 방법에 대하여 설명한다.

[0051] 도 12에 본 실시예에 있어서의 처리 플로우의 일례를 도시한다. 검사를 개시(S1201)할 때는, 제어 시스템(22)에 접속된 입출력 단말기(21)로부터 관찰 대상으로 하는 회로 패턴 설계도를 입력한다(S1202). 입력된 회로 패턴 설계도는 연산 장치(220)에 부속되는 회로 패턴 기록부(도시하지 않음)에 기록된다. 다음으로 조사 전압, 프로브 전류, 프레임 레이트, 관찰 배율 등의 조사 조건을 읽어들인다(S1203). 다음으로, 관찰하고자 하는 좌표로

스테이지(18)를 이동시키고, 이동 후의 좌표를 읽어들인다(S1204). 그리고, 시료상 관찰 장치 내에 있어서의 좌표와 반도체 회로 패턴의 설계도로부터 관찰 시료의 구조를 산출한다.

[0052] 즉, 회로 패턴 설계도에 있어서 상기 좌표에 있어서의 회로 패턴을 참조하여, 상기 조사 조건에 있어서 시야에 포함되는 패턴 사이즈를 회로 패턴으로부터 추출하여, 시료 구조 특징량을 계산한다(S1205). 그리고, 계산된 시료 구조 특징량을 설정하고(S1206), 성긴 샘플링을 실행(S1207), 화상 복원 처리(S1208)가 이루어져 복원 결과가 묘화된다(S1209). 마지막으로, 묘화된 복원 결과를 사용하여 반도체 회로 패턴에 결함부가 존재하는지 여부를 판별하고(S1210), 처리를 종료한다(S1211).

[0053] 또한, 본 실시예에 있어서 참조되는 반도체 회로 패턴의 설계도란, 설계도 그 자체에만 한하지 않는다. 예를 들어, 회로 패턴의 배치도나 레이아웃을 참조해도 되고, 이들 패턴의 배치·설계 정보를 기초로 생성된 모의 관찰상을 참조해도 된다. 또한, 시료의 대상 영역이 포함되는 시료 관찰상이나, 동등 또는 보다 높은 조사 비율을 갖는 시료 관찰상을 참조해도 되고, 복수의 조사 조건에서 취득한 복수매의 시료 관찰상을 참조해도 된다.

[0054] 이상 설명한 시료상 관찰 장치 및 방법에 의하면, 전자선 조사 시간의 단축과 시료상의 화질을 양립시키는 것이 가능해진다. 또한 본 실시예에서는 Die to Database의 용도에 관하여 설명하였지만, 본 발명은 이것에 한하지 않고 반도체 패턴을 정확하게 측정할 목적으로 다양한 형태로 적용할 수 있다.

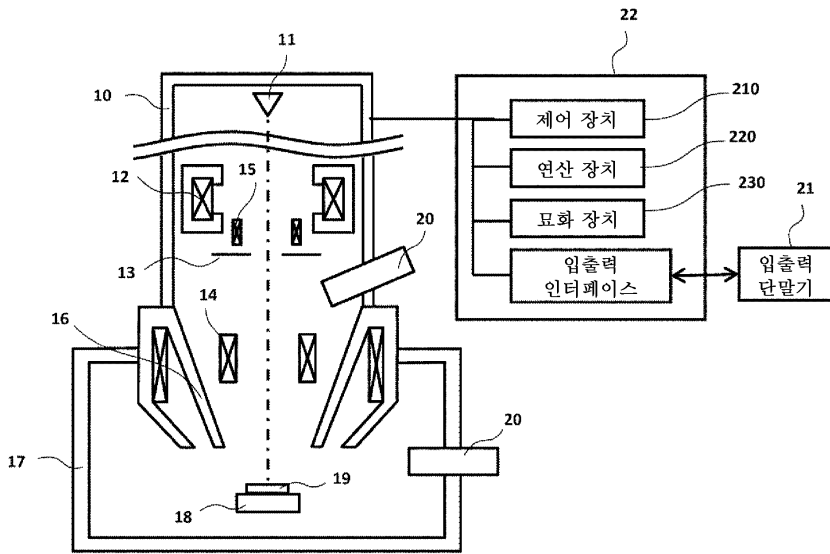
[0055] 본 발명은 상기한 실시예에 한정되는 것은 아니고, 다양한 변형예가 포함된다. 예를 들어, 상기한 실시예는 본 발명의 보다 양호한 이해를 위해 상세하게 설명한 것이며, 반드시 설명의 모든 구성을 구비하는 것에 한정되는 것은 아니다.

부호의 설명

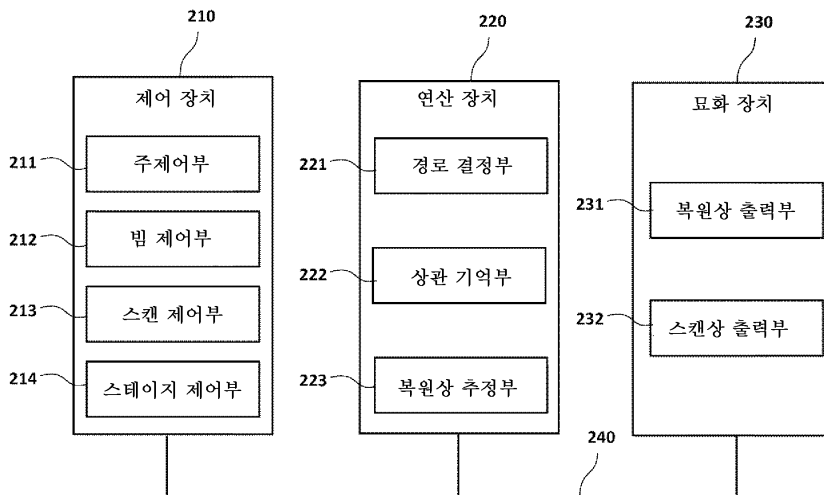
- [0056]
- 10: SEM 칼럼
 - 11: 전자총
 - 12: 콘덴서 렌즈
 - 13: 조리개
 - 14: 스캔 편향기
 - 15: 블랭커
 - 16: 대물 렌즈
 - 17: 시료실
 - 18: 스테이지
 - 19: 시료
 - 20: 검출기
 - 21: 입출력 단말기
 - 22: 제어 시스템
 - 210: 제어 장치
 - 220: 연산 장치
 - 230: 묘화 장치
 - 240: 버스

도면

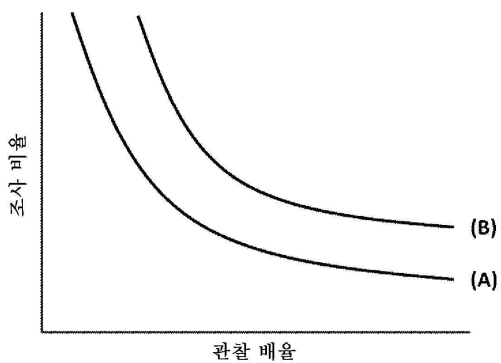
도면1



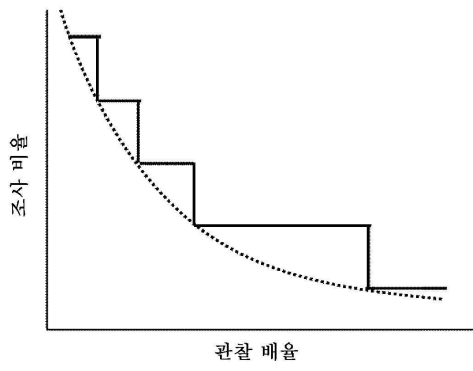
도면2



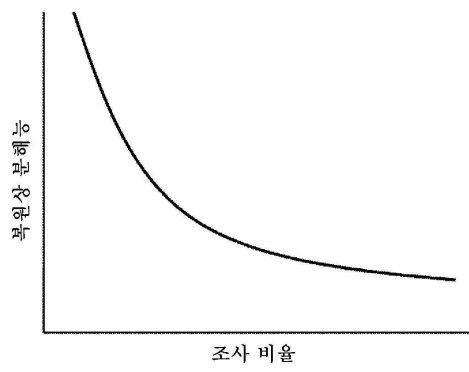
도면3



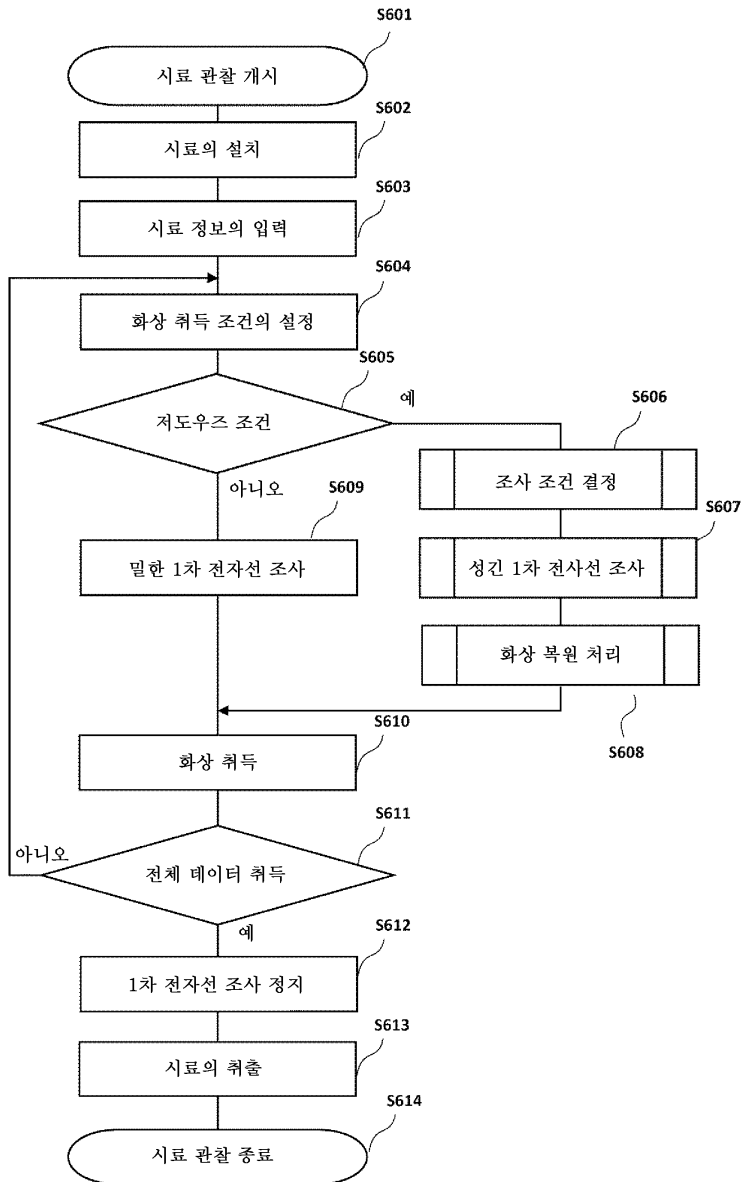
도면4



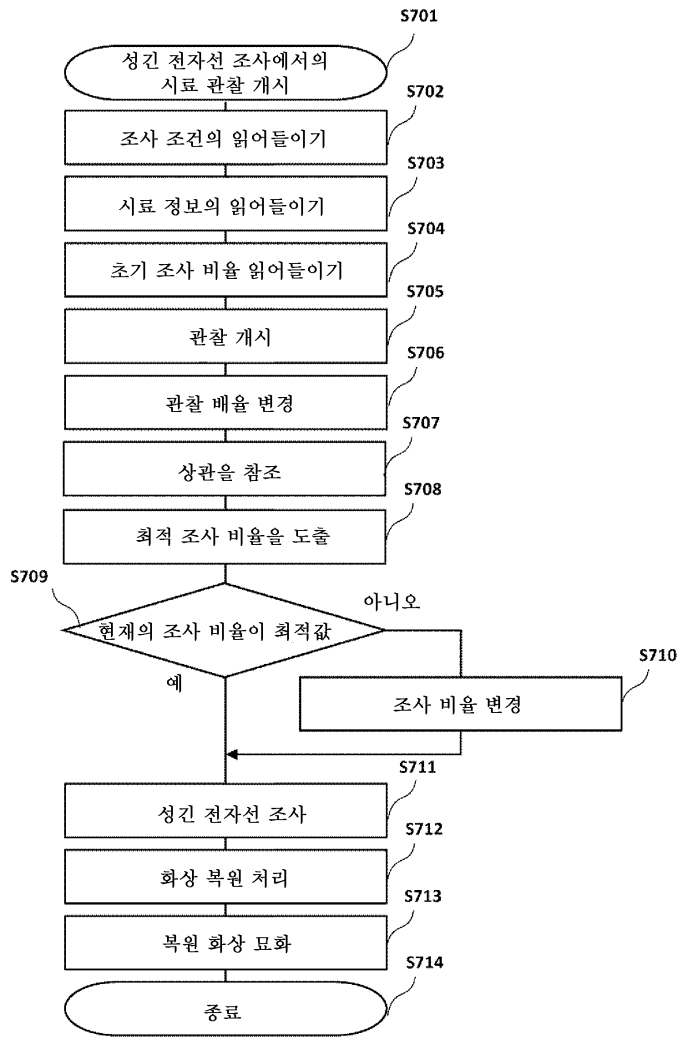
도면5



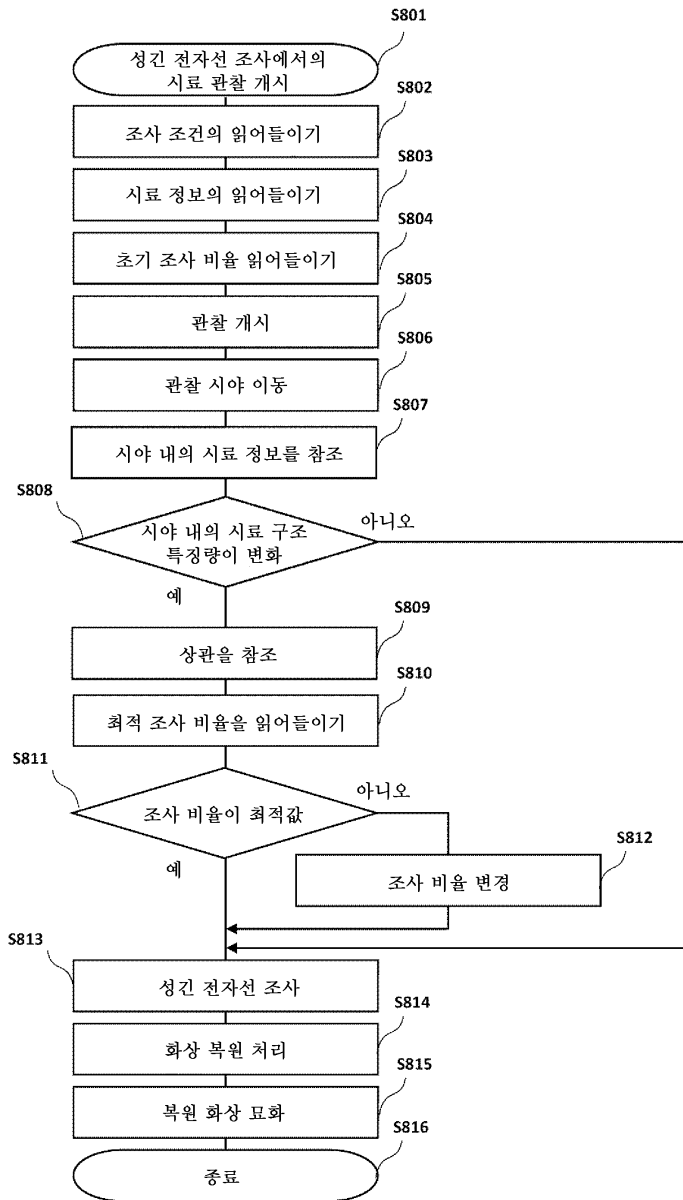
도면6



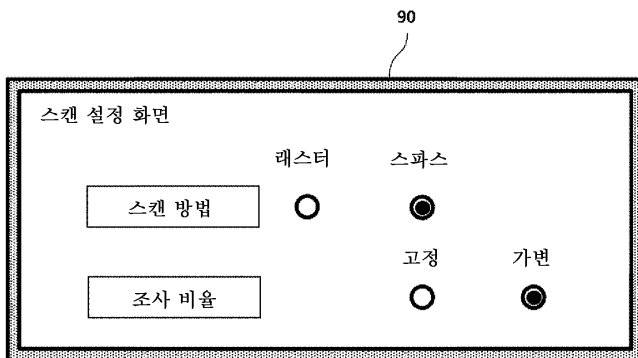
도면7



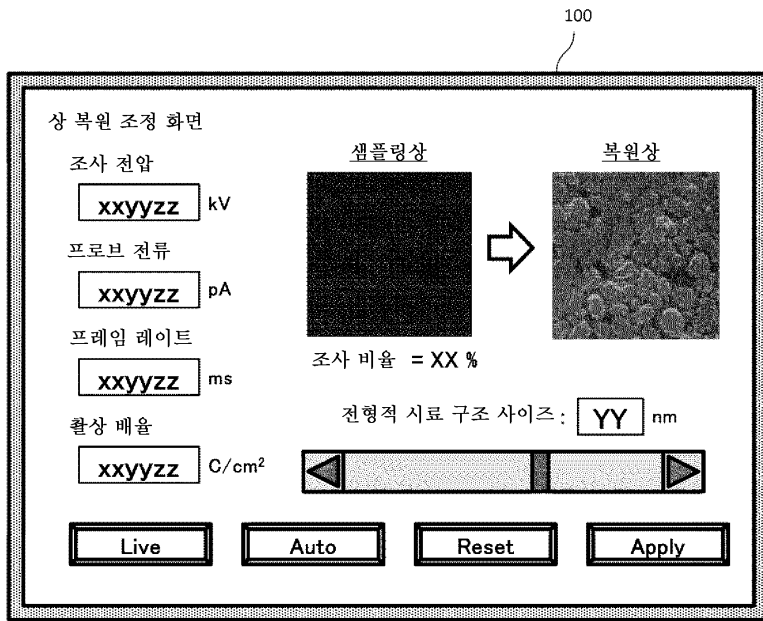
도면8



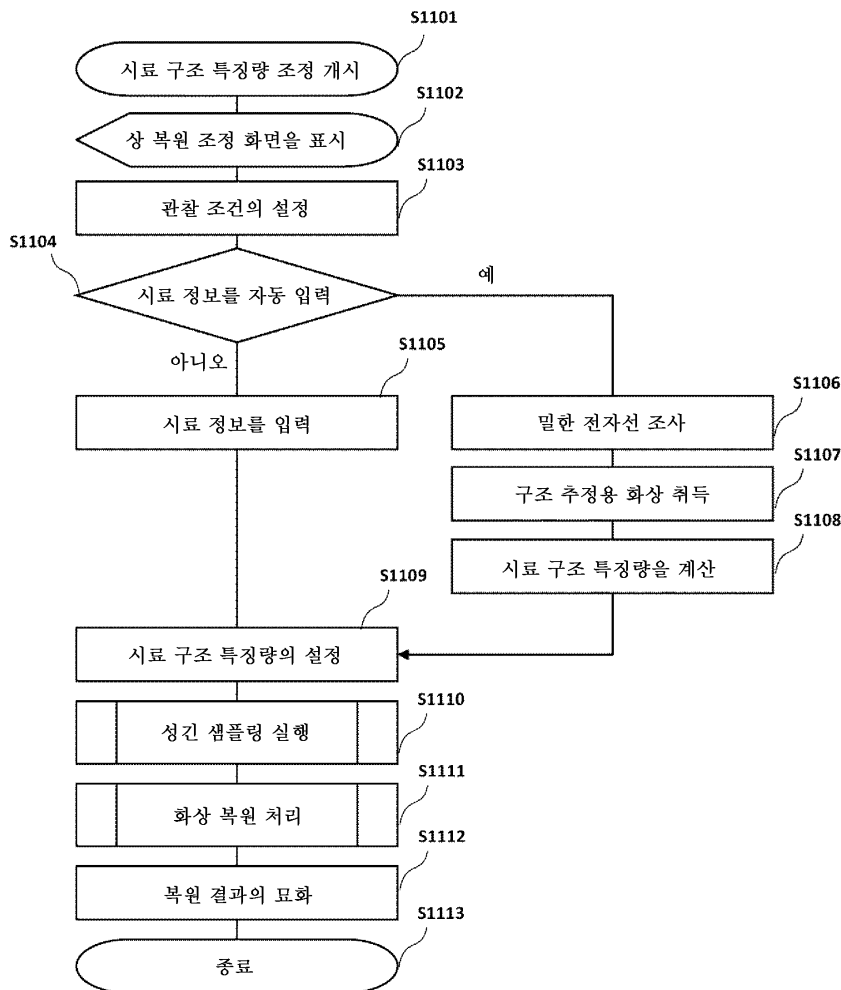
도면9



도면10



도면11



도면12

