



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0028362
(43) 공개일자 2015년03월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01B 15/04 (2006.01) G01N 23/225 (2006.01)
G06T 7/60 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2015-7004058
(22) 출원일자(국제) 2013년08월02일
심사청구일자 2015년02월13일
(85) 번역문제출일자 2015년02월13일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2013/070960
(87) 국제공개번호 WO 2014/050305
국제공개일자 2014년04월03일
(30) 우선권주장
JP-P-2012-213385 2012년09월27일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시키가이샤 히다치 하이테크놀로지즈
일본국 도쿄도 미나토구 니시신바시 1쵸메 24-14
(72) 발명자
이사와 미끼
일본 1058717 도쿄도 미나토구 니시 심바시 1쵸메 24-14 가부시키가이샤 히다치 하이테크놀로지즈 내
사카이 게이
일본 1058717 도쿄도 미나토구 니시 심바시 1쵸메 24-14 가부시키가이샤 히다치 하이테크놀로지즈 내
하세가와 노리오
일본 1058717 도쿄도 미나토구 니시 심바시 1쵸메 24-14 가부시키가이샤 히다치 하이테크놀로지즈 내
(74) 대리인
장수길, 이중희

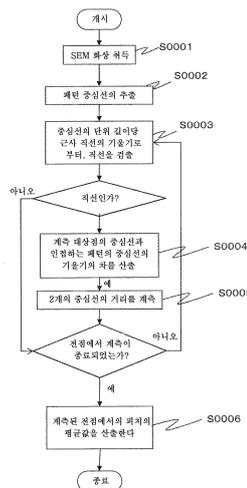
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 패턴 계측 장치, 자기 조직화 리소그래피에 사용되는 고분자 화합물의 평가 방법 및 컴퓨터 프로그램

(57) 요약

본 발명은, 핑거 프린트 패턴과 같은 랜덤 패턴을 정량적, 또한 고정밀도로 평가하는 패턴 계측 장치의 제공을 목적으로 한다. 상기 목적을 달성하기 위해, 하전 입자선에 의해 취득된 화상에 기초하여 시료상의 패턴의 계측을 행하는 패턴 계측 장치이며, 시료상의 패턴의 직선 부분, 혹은 직선 근사할 수 있는 부분을 선택적으로 추출하고, 당해 추출 부분간의 거리의 측정, 당해 추출 부분의 소정 영역 내에 있어서의 비율, 및 당해 추출 부분의 길이 중 적어도 하나를 출력하는 패턴 계측 장치를 제안한다. 또한, 보다 구체적인 일 형태로서, 추출 부분간의 거리값에 따른 빈도를 구하여, 당해 빈도가 소정의 조건을 만족시키는 거리값을 패턴의 거리로서 출력하는 패턴 계측 장치를 제안한다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

하전 입자선에 의해 취득된 화상에 기초하여 시료상의 패턴의 계측을 행하는 패턴 계측 장치에 있어서,
상기 시료상의 패턴의 직선 부분, 혹은 직선 근사할 수 있는 부분을 선택적으로 추출하고, 당해 추출 부분간의 거리의 측정, 당해 추출 부분의 소정 영역 내에 있어서의 비율, 및 당해 추출 부분의 길이 중 적어도 하나를 출력하는 연산 장치를 구비한 것을 특징으로 하는 패턴 계측 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 연산 장치는, 상기 시료상의 패턴의 중심이 되는 윤곽선간의 거리, 당해 윤곽선 내의 직선 부분의 비율, 및 직선 부분의 길이를 연산하는 것을 특징으로 하는 패턴 계측 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 시료상의 패턴은, 핑거 프린트 패턴인 것을 특징으로 하는 패턴 계측 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,
상기 연산 장치는, 상기 핑거 프린트 패턴의 하나의 패턴의 중심선과, 인접하는 패턴의 중심선 사이의 거리를 계측하는 것을 특징으로 하는 패턴 계측 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,
상기 연산 장치는, 상기 핑거 프린트 패턴의 중심선의 직선 부분을 추출하고, 당해 추출된 선분의 길이를 측정하는 것을 특징으로 하는 패턴 계측 장치.

청구항 6

제3항에 있어서,
상기 연산 장치는, 상기 핑거 프린트 패턴의 소정 영역 내에 있어서의 직선 부분의 비율을 구하는 것을 특징으로 하는 패턴 계측 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,
상기 연산 장치는, 상기 패턴 중심선을 구성하는 점열의 직선 근사의 기울기와, 인접하는 점열의 근사 직선의 기울기를 비교하고, 기울기의 차에 의해 평행한지 여부를 판정하여, 평행 영역이 긴 부분을 직선으로 판정하는 것을 특징으로 하는 패턴 계측 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,
상기 연산 장치는, 상기 패턴 중심선을 구성하는 점열의 직선 근사의 기울기를, 중심선을 따라 연속적으로 산출하여, 기울기의 변화가 작은 부분을 직선으로 판정하는 것을 특징으로 하는 패턴 계측 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 연산 장치는, 상기 패턴 중심선을 구성하는 점열의 근사 곡선의 단위 길이당 곡률 반경을 구하여, 곡률 반경이 작은 부분을 직선으로 판정하는 것을 특징으로 하는 패턴 계측 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 연산 장치는, 상기 추출 부분간의 거리의 측정 결과마다의 빈도를 구하여, 특정 빈도의 측정 결과를, 상기 추출 부분간의 거리로서 출력하는 것을 특징으로 하는 패턴 계측 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 연산 장치는, 상기 빈도가 가장 큰 측정 결과를, 상기 추출 부분간의 거리로서 출력하는 것을 특징으로 하는 패턴 계측 장치.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 시료상의 패턴은, 복수의 중합체를 포함하는 블록 공중합체의 마이크로 상 분리에 의해 형성되는 것인 것을 특징으로 하는 패턴 계측 장치.

청구항 13

자기 조직화 리소그래피에 사용되는 고분자 화합물을 평가하는 평가 방법으로서, 하전 입자선 장치에 의해 얻어지는 핑거 프린트 패턴 화상 중으로부터, 패턴의 직선 부분, 혹은 직선 근사할 수 있는 부분을 선택적으로 추출하고, 당해 추출 부분간의 거리의 측정, 당해 추출 부분의 소정 영역 내에 있어서의 비율, 및 당해 추출 부분의 길이 중 적어도 하나를 구하는 것을 특징으로 하는 패턴의 평가 방법.

청구항 14

하전 입자선에 의해 취득된 화상에 기초하여 시료상의 패턴의 계측을 컴퓨터에 실행시키는 컴퓨터 프로그램에 있어서,

당해 프로그램은, 상기 컴퓨터에 상기 시료상의 패턴의 직선 부분, 혹은 직선 근사할 수 있는 부분을 선택적으로 추출시키고, 당해 추출 부분간의 거리의 측정, 당해 추출 부분의 소정 영역 내에 있어서의 비율, 및 당해 추출 부분의 길이 중 적어도 하나를 출력시키는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 프로그램.

청구항 15

시료에 대한 하전 입자선의 주사에 기초하여 얻어지는 신호를 사용하여, 지문 형상으로 랜덤한 방향성을 갖고 배열된 핑거 프린트 패턴을 측정하는 연산 장치를 구비한 패턴 계측 장치로서,

당해 연산 장치는, 상기 하전 입자선의 주사에 기초하여 얻어지는 신호로부터, 핑거 프린트 패턴의 중심선과, 좌우 양 에지를 추출하고, 중심선과 좌우 양 에지의 위치 관계에 기초하여, 상기 핑거 프린트 패턴의 특징량을 계산하는 것을 특징으로 하는 패턴 계측 장치.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 핑거 프린트 패턴은, 2종의 중합체를 포함하는 블록 공중합체의 마이크로 상 분리에 의해 형성되는 것인 것을 특징으로 하는 패턴 계측 장치.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 연산 장치는, 상기 패턴의 중심선과 좌우 에지의 거리의 편차를 구하는 것을 특징으로 하는 패턴 측정 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 하전 입자선 장치에 의해 얻어진 정보에 기초하여 패턴을 측정하는 패턴 측정 장치에 관한 것으로, 특히 자기 조직화 리소그래피에 사용되는 고분자 화합물과 같은 랜덤 패턴을 측정하기 위한 패턴 측정 장치, 평가 방법, 컴퓨터 프로그램, 및 당해 컴퓨터 프로그램을 기억 가능한 기억 매체에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 오늘날의 반도체 패턴의 집적화에 수반하여, 반도체 디바이스의 제조 공정이나 연구 개발 공정에 있어서의 패턴의 품질 평가가 보다 중요해지고 있다. 한편, 반도체 패턴의 미세화를 가능하게 하는 기술로서, Directed Self Assembly 기술(DSA)이 주목받고 있다. DSA는, 고분자의 자기 조직화 현상을 이용한 새로운 패터닝 기술로, 고분자 블록 공중합체(Block Copolymer : BCP)가 나노 사이즈의 규칙적 도메인을 형성하는 마이크로 상(相) 분리 현상을 응용한 방법이며, BCP의 분자 구조나 분자량을 설계함으로써, 패턴의 형상이나 크기를 제어할 수 있다.

[0003] 특별한 장치나 설비를 사용하지 않으므로, 비용의 절약이 가능하며, 최근 이 방법을 사용한 반도체 제조 프로세스의 개발이 진행되고 있다. BCP는, 기판 상에 도포하고, 열어닐을 행함으로써 자기 조직화하여, 특유의 형상으로 상 분리한다. 실제의 반도체 제조에 응용하기 위해서는, 원하는 형상으로 조직화시킬 필요가 있으므로, 자기 조직화 현상을 화학적, 혹은 물리적으로 제어·유도할 필요가 있다.

[0004] 특허문헌 1에는 DSA 기술에 의해 형성된 패턴을 주사 전자 현미경에 의해 관찰한 예나 패턴의 치수 측정을 행하는 예가 설명되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2010-269304호 공보(대응 미국 특허 USP8,114,306)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] DSA에 의한 패터닝의 최대의 특징은, 패턴의 피치·치수가 재료에 의해 결정되는 점에 있다. 즉, 재료를 어떻게 사양대로 제조할 수 있는지에 따라 패턴의 품질이 좌우되므로, BCP 재료는 출하마다 전수 검사를 행하는 것이 바람직하고, 또한 간편하게 고정밀도로 재료의 평가를 행할 수 있는 평가 장치가 요구되는 것이 예상된다.

[0007] BCP 재료의 평가 방법으로서, 원하는 형상으로 배열하는 가이드 패턴을 미리 기판 상에 준비하고, 그것을 따라 BCP재를 배열시킨 후에 평가하는 방법과, 가이드 패턴을 사용하지 않고 중성화한 기판 상에 BCP재를 도포하여 핑거 프린트 패턴으로서 평가하는 방법이 고려된다. 가이드 패턴을 사용하는 경우, 원하는 형상으로 배열하므로 형상의 정량화를 간단하게 할 수 있는 한편, 가이드 패턴의 품질이 BCP 패턴에 영향을 미치므로, 순수한 재료 평가로 되지 않는 경우가 고려된다.

[0008] 핑거 프린트를 사용한 평가의 경우, 가이드 패턴의 영향이 없으므로 순수한 재료의 평가가 가능하지만, 핑거 프린트 특유의 패턴의 만곡·굴곡이 있기 때문에 단순한 방법으로는 정량화가 어렵고, 푸리에 해석에 의한 피치 측정을 행하였다고 해도, 이들의 불필요한 정보가 포함되어 버리므로 정밀도가 떨어진다. 특허문헌 1에는, 핑거 프린트 패턴 자체를 평가하는 평가법에 대해서는 전혀 논의되어 있지 않다.

[0009] 이하에, 핑거 프린트 패턴과 같은 랜덤 패턴을 정량적, 또한 고정밀도로 평가하는 것을 목적으로 하는 패턴 측정 장치, 방법 및 컴퓨터 프로그램에 대해 설명한다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기 목적을 달성하기 위한 일 형태로서, 하전 입자선에 의해 취득된 화상에 기초하여 시료상의 패턴의 계측을 행하는 패턴 계측 장치이며, 시료상의 패턴의 직선 부분, 혹은 직선 근사할 수 있는 부분을 선택적으로 추출하고, 당해 추출 부분간의 거리의 측정, 당해 추출 부분의 소정 영역 내에 있어서의 비율, 및 당해 추출 부분의 길이 중 적어도 하나를 출력하는 패턴 계측 장치 및 당해 연산을 컴퓨터에 실행시키는 컴퓨터 프로그램을 제안한다.
- [0011] 또한, 보다 구체적인 일 형태로서, 추출 부분간의 거리값에 따른 빈도를 구하여, 당해 빈도가 소정의 조건을 만족시키는 거리값을 패턴의 거리로서 출력하는 패턴 계측 장치 및 당해 출력을 컴퓨터에 실행시키는 컴퓨터 프로그램을 제안한다.
- [0012] 또한, 상기 목적을 달성하기 위한 다른 형태로서, 자기 조직화 리소그래피에 사용되는 고분자 화합물을 평가하는 평가 방법이며, 하전 입자선 장치에 의해 얻어지는 핑거 프린트 패턴 화상 중으로부터, 패턴의 직선 부분, 또는 직선 근사할 수 있는 부분을 선택적으로 추출하고, 당해 추출 부분간의 거리의 측정, 당해 추출 부분의 소정 영역 내에 있어서의 비율, 및 당해 추출 부분의 길이 중 적어도 하나를 구하는 평가 방법을 제안한다.
- [0013] 또한, 시료상의 패턴의 중심선을 구하여, 당해 중심선간의 거리의 측정, 또는 중심선과 당해 중심선에 인접하는 에지간의 복수 개소의 거리, 혹은 중심선을 사이에 둔 양측 에지간의 거리의 측정에 기초하는 편차의 측정을 실행하는 패턴 계측 장치를 제안한다.

발명의 효과

- [0014] 상기 구성에 따르면, 핑거 프린트 패턴과 같은 랜덤 패턴을 정량적, 또한 고정밀도로 평가하는 것이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 주사 전자 현미경의 개요를 도시하는 도면.
- 도 2는 핑거 프린트 패턴의 계측 공정을 나타내는 흐름도.
- 도 3은 핑거 프린트 패턴의 개요도.
- 도 4는 핑거 프린트 패턴의 SEM 이미지와, 당해 SEM 이미지에 대해 패턴의 중심선을 추출한 윤곽선 화상의 일례를 나타내는 도면.
- 도 5는 추출된 중심선간의 거리를 측정하는 공정을 도시하는 도면.
- 도 6은 소정 영역 내의 중심선간의 거리값과 그 거리값을 나타내는 부위의 빈도와의 관계를 나타내는 히스토그램.
- 도 7은 핑거 프린트 패턴의 조도를 평가하는 예를 도시하는 도면.
- 도 8은 주사 전자 현미경에 의해 얻어진 화상 정보를 사용하여, 패턴 계측을 실행하는 패턴 계측 장치의 개요를 도시하는 도면.
- 도 9는 측정 조건을 설정하기 위한 GUI(Graphical User Interface) 화면의 일례를 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 이하에 설명하는 실시예는, 주로 2종의 중합체를 포함하는 블록 공중합체의 마이크로 상 분리를 이용한 패터닝 기술에 있어서의 패턴 계측 방법 및 계측 장치에 관한 것이다.
- [0017] 반도체의 미세화에 수반하여, 단순한 리소그래피에 의한 패터닝에서는 미세화에 대응할 수 없게 되고 있다. 리소그래피의 수명 연장 기술로서, 복수회의 리소그래피 공정을 조합하는 멀티플 패터닝법이나, 나노임프린트 기술과 같은 방법이 고안되어 있지만, 비용이나 실현 가능성의 관점에서, 어느 방법도 결정타로는 되어 있지 않다. 본 실시예는 유효한 패터닝 기술로서 기대되고 있는 DSA 기술에 사용되는 고분자 화합물을 적정하게 평가하는 장치, 방법, 컴퓨터 프로그램 및 당해 컴퓨터 프로그램을 기억 가능한 기억 매체에 관한 것이다.
- [0018] 본 실시예에서는, 핑거 프린트 패턴을 사용한 평가의 정밀도를 향상시키기 위해, 핑거 프린트 패턴 중, 패턴이 직선으로 되어 있는 부분만을 사용하여 평가를 행한다. 이에 의해, 가이드 패턴의 품질에 영향을 받는 일 없이, 직선 부분만을 사용한 정밀도가 좋은 형상 정량화가 가능해진다. 구체적으로는, 핑거 프린트 패턴의 화

상을 취득하여, 화상 처리를 행할 때, 곡선 부분을 마스크하여, 직선 부분만으로 평가가 행해지도록 한다. 이하, 도면을 이용하여 상세하게 평가 프린트 패턴의 평가법에 대해 설명한다.

[0019] 패턴 계측 방법에 대해 설명한다. 도 1에 도시한 SEM(001)에서, 미리 설정된 활상 조건(배율, 조사 빔의 가속 전압 등)으로 시료의 SEM 이미지를 취득한다. 구체적으로는, SEM(001)의 전자총(101)으로부터 발사된 전자선(102)을 집속 렌즈(103)에서 수렴시키고, 편향기(104)에서 X 방향 및 Y 방향(도 1에 있어서 도면에 수직인 평면 내)으로 주사하고, 대물 렌즈(105)에서 전자선의 초점을 계측 대상 패턴이 형성된 시료(106)의 표면에 맞추어 시료(106)의 표면을 주사하여 조사한다. 도 1에서는 도시를 생략하고 있지만, 시료(106)는 테이블에 적재되어 평면 내에서 이동 가능하게 되어 있고, 시료(106)의 표면의 원하는 영역이 전자선(102)의 조사 영역에 위치하도록 제어된다. 전자선(102)이 조사된 시료(106)의 표면으로부터 발생한 2차 전자의 일부는 검출기(107)에서 검출되고, 전기 신호로 변환되어 전체 제어·화상 처리부(108)로 보내져 SEM 화상이 작성되고, 연산부(109)에서 SEM 화상을 처리하여 패턴의 치수를 산출하고, 결과가 출력부(110)의 화면 상에 표시된다. 전체 제어·화상 처리부(108)는, 도시하고 있지 않은 시료(106)를 적재하는 테이블을 포함한 SEM(001) 전체의 제어도 행한다.

[0020] 연산부(109)에 있어서의 처리 순서를 도 2에 나타낸다. 우선, 상기에 설명한 바와 같이 전체 제어·화상 처리부(108)에서 SEM(001)을 제어하여 계측 대상 패턴의 SEM 화상을 취득한다(S0001). 다음으로, 전체 제어·화상 처리부(108)에서 취득한 SEM 화상을 받아, 연산부(109)에서 이 SEM 화상을 처리하여, 패턴 중심선의 추출(S0002)을 행한다. 스텝(S0002)의 계측의 상세는 후술한다.

[0021] 다음으로, 스텝(S0003)에 있어서 중심선의 단위 길이당 기울기를 바탕으로, 중심선의 직선성의 판정을 행한다. 이 판정에 의해 직선 영역인 것이 확인된 경우, 다음 스텝(S0004)에서 2개의 중심선 기울기를 비교하고, 평행한 부분만으로 거리를 계측한다(S0005). 이 처리를 화상 내에 설정된 계측 점수 전부에서 행하고, 전점 계측한 후, 스텝(S0006)에 있어서, 평균 계측값을 산출한다. 이에 의해, BCP재의 고유 피치가 구해진다. 추출된 중심선은, GUI 상에 SEM 이미지와 겹쳐 표시시킨다.

[0022] 또한, 본 실시예에서는, 패턴 측정 장치의 일례로서, 2차 전자 등의 신호에 기초하여, 이하에 설명하는 바와 같은 Finger Print Pattern 형상의 정량화를 행하는 화상 처리 프로세서(판정부)를 포함하는 컴퓨터가, 주사 전자 현미경 장치의 일부로서 구성된 장치를 예시하지만, 이것에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 주사 전자 현미경에 의해 취득된 신호에 기초하는 정보(2차 전자 신호, 2차 전자의 검출에 기초하는 신호 파형 정보, 2차원 화상 신호, 혹은 화상으로부터 추출된 패턴 에지의 윤곽선 정보 등)를 취득하기 위한 인터페이스와, 상기 화상 처리 프로세서에 상당하는 연산 장치를 구비한 외부의 측정 장치에서, 후술하는 바와 같은 패턴 형상의 정량화를 행하도록 해도 된다. 후술하는 처리를 행하는 프로그램을 기억 매체에 등록해 두고, 주사 전자 현미경 등에 필요한 신호를 공급하는 프로세서에서, 당해 프로그램을 실행하도록 해도 된다. 즉, 이하의 설명은 주사 전자 현미경 등의 패턴 측정 장치에서 실행 가능한 프로그램, 혹은 프로그램 프로덕트로서의 설명이기도 하다.

[0023] 또한, 이상의 설명에서는 하전 입자선 장치의 일례로서, 전자선을 사용하는 주사형 전자 현미경을 예로 들어 설명하였지만, 이것에 한정되지 않고, 예를 들어 이온 빔을 사용하는 이온 빔 조사 장치여도 된다.

[0024] 도 8은 주사 전자 현미경에 의해 얻어진 화상 정보를 사용하여, 패턴 계측을 실행하는 패턴 계측 장치의 일례를 나타내는 도면이다. 패턴 계측 장치(801)는, 각종 처리를 미리 기억된 프로그램을 따라 실행하는 연산 장치이며, 도 1에 예시한 바와 같은 SEM(001)에서 출력된 화상 데이터로부터 윤곽선을 추출하는 윤곽선 추출부(802)를 구비하고 있다. 또한, SEM(001)에 윤곽선 추출부가 탑재되어 있는 경우는, 이 기능을 생략할 수 있다. 추출된 윤곽선은 직선부 추출부(803)에 의해, 직선부가 선택적으로 추출된다. 후술하는 바와 같이, 추출된 직선부에 기초하여, 중심선간 치수 측정부(804)는 패턴의 중심선간의 거리(피치)를 측정한다. 히스토그램 작성부(805)에서는, 중심선간 치수 측정부(804)에 의한 측정 결과에 대해, 측정 결과마다의 빈도를 구하여, 히스토그램을 작성한다. 측정값 출력부(808)는 특정 빈도의 측정 결과를 측정 결과로서, 예를 들어 입력 장치(809)의 표시 장치에 출력한다.

[0025] 또한, 패턴 계측 장치(901)는, 조도 측정 장치로서도 기능할 수 있다. 조도 측정 장치로서 기능하는 경우, 먼저 얻어진 화상 데이터나 윤곽선 데이터에 대해 평활화 처리부(806)에서 평활화 처리를 행하고, 평활화 처리가 실시된 패턴의 에지와 패턴의 중심선간의 복수의 치수를, 중심선-에지간 치수 측정부(807)에서 측정하고, 측정값 출력부(808)는 그 측정 결과를 표시 장치 등에 출력한다. 패턴 계측 장치(801)의 동작에 대해서는, 다시 후술한다.

[0026] 도 9는 주사 전자 현미경에 의한 측정 조건을 설정하는 GUI 화면의 일례를 나타내는 도면이다. 이러한 GUI를,

예를 들어 입력 장치(809)의 표시 장치에 표시함으로써, 조작자는 측정 목적을 따른 적절한 조건을 선택하는 것이 가능해진다. 도 9에 예시하는 GUI에는 측정 대상(Target)의 종류를 선택하는 윈도우(901)가 설치되어 있다. 도 9의 예에서는 Polymer(고분자 화합물)가 선택되어 있다. 또한, Target Orientation(타겟의 방향)을 입력하는 윈도우(902)가 설치되어 있고, 도 9의 예에서는 Random(랜덤)이 선택되어 있다. 본 예에서는 윈도우(901, 902)에의 입력에 기초하여, 측정 항목 선택 윈도우(Measurement Option)(903)의 선택 내용이 변화된다. 예를 들어, 윈도우(901, 902)에서 각각 Line(라인 패턴), Vertical(수직)을 선택하면, 측정 대상은 세로 방향으로 긴 라인 패턴이므로, 라인의 예지간의 치수 측정이나, 라인의 피치 측정 등의 라인 패턴에 적합한 측정 항목이 윈도우(903)에서 선택 가능해진다.

[0027] 도 9의 예에서 선택되어 있는 고분자 화합물은, 통상의 배선 패턴과 같이, 예지의 피크가 나타나지 않으므로, 예를 들어 (Pattern_Center Contour)의 선택에 의해, 화상 전체에 대해 패턴의 중심선을 추출한 후, 중심선간의 거리를 구하는 것과 같은 측정 항목의 선택이 가능하게 되어 있다. 또한, 도 9의 예에서는, 직선 부분의 길이(Length_Straight), 패턴의 직선 부분과 곡선 부분의 비율(Ratio_Straight Curve)이 선택되어 있는 예를 나타내고 있다. 이들 측정 항목의 내용은 후술한다. 그 밖에 측정 대상의 좌표(Location)나 시야 사이즈(FOV size) 등을 선택하고, 이들 측정 조건을 SEM, 혹은 패턴 계측 장치(801)에 전달함으로써, 적절한 동작 프로그램의 선택에 기초하는 측정의 실행이 가능해진다.

[0028] 이하에, 주사 전자 현미경의 본 실시예에서 계측 대상으로 하고 있는 핑거 프린트 패턴의 개략을 나타낸다.

[0029] 도 3에 핑거 프린트 패턴의 개요를 나타낸다. 2종의 중합체(A, B라 칭함)에 의해 구성된 패턴이 기관(301) 상에 직립하고, 중합체 A(302)와 중합체 B(303)가 교대로 지문 형상으로 배열된 구조를 취한다. Directed-Self-Assembly 기술을 사용하는 리소그래피에서는, 사용되는 중합체의 조성(분자량이나 분자쇄의 길이, 2종의 중합체간의 분리도 등)과 그 편차가 패턴 형상의 품질에 영향을 미친다. 그로 인해, 새로운 재료나 프로세스를 도입할 때에는, 중합체의 재료로서의 품질을 평가하여, 패턴링 능력의 확인을 할 필요가 있다. 그때 사용되는 것이, 핑거 프린트 패턴이다. 핑거 프린트 패턴은, Si 기관을 중성화한 후, 자기 조직화 능력을 갖는 중합체를 도포하고, 일정한 온도에서 어닐 처리함으로써 얻어진다. 핑거 프린트 패턴의 형상(선 폭, 피치, 만곡된 장소의 곡률, 직선 부분의 길이 등)은, 재료에 따라 달라, 재료 평가의 단서가 된다.

[0030] 다음으로, 화상을 바탕으로 한, 패턴 형상의 정량화 방법에 대하여 이하에 서술한다. 도 4의 (a)에 나타난 SEM 이미지는, 어닐 후에 한쪽의 중합체를 선택적으로 에칭함으로써 2종의 중합체 사이에 단차를 둔 것을 관찰한 이미지이다. 이때, 중합체의 차이는 화상 중에서 휘도의 차이로서 나타난다. 이하, 화상 내의 휘도가 높은 부분(401)을 중합체 A, 휘도가 낮은 부분(402)을 중합체 B라 칭한다.

[0031] 중합체 A와 중합체 B의 반복 피치는,

[0032] BCP재의 구성(중합체 A, 중합체 B 각각의 분자량, 혹은 첨가물의 배합)에 따라 고유한 것이다. 따라서, BCP재가 설계한 대로 조성으로 되어 있는지 여부는, 패턴 피치(중심선간의 거리)를 계측함으로써 확인할 수 있다. 또한, 어닐 후의 핑거 프린트 패턴에는, 2종의 중합체 사이에 단차가 없기 때문에, SEM에서는 콘트라스트를 얻기 어려운 경우가 있다. 그때는, 어닐 후에 에칭을 행하여, SEM에서의 패턴 시인성을 높인 후, 관찰해도 된다. 또한, SEM에 의한 전자선 조사가 한쪽의 중합체를 수축시키는 작용을 갖는 경우가 있다. 그때는, 관찰 전에 전자선 조사를 행하여, 시인성을 향상시킨 후, 평가용 화상을 취득하면 된다.

[0033] 패턴 피치의 계측 방법을 이하에 설명한다. 우선, SEM(001) 혹은 윤곽선 추출부(802)는, SEM 화상으로부터 계조값이 높은 점을 검출하고, 중합체 A에 의해 형성된 패턴의 중심선을 추출한다. 중심선의 추출은 예를 들어, 화상으로부터 가우스 필터 등을 사용하여 노이즈를 제거한 후, 중합체 A·B가 각각 백색과 흑색으로 나뉘도록 2치화 처리함으로써 실행한다. 또한, 중합체 A(백색)의 영역이 1픽셀 폭으로 될 때까지 세션화 처리한 것을 중심선으로 한다. 다른 세션화 처리법의 채용도 가능하다.

[0034] 중심선의 추출예를 도 4의 (b)에, 계측의 흐름을 도 5에 나타낸다. 직선부 추출부(803)는, 중합체 A에 의한 중심선(501)을 따라, 소정 혹은 임의의 간격으로 기준점(502)을 배열한다. 그리고 이 기준점(502)을 직선(503)으로 근사하여, 이 직선(503)의 법선(506)과 교차하는 인접하는 중합체 A에 의한 패턴의 중심선 점열(504, 505)을 검출한다. 검출된 점열을 직선 근사하여, 당해 직선과 인접하는 직선의 기울기를 비교한다. 기울기의 차이가 작은 경우, 2개의 직선(503, 505)은 평행하다고 간주하고, 중심선간 치수 측정부(804)는 2개의 직선의 거리(507)를 계측하여, 2패턴간의 피치라 정의한다. 기울기가 크게 다른 경우는 2개의 직선(503, 504)은 평행하지 않으므로, 거리의 측정 행하지 않는다.

- [0035] 또한, 직선 부분을 선택적으로 추출하는 방법으로서 예를 들어 소정 값 이상의 길이, 혹은 소정 점수분, 직선이라 간주할 수 있는 선분을 직선이라 정의하고, 직선 부분이 소정 값 미만, 혹은 소정 점수 미만의 선분은 직선이외로 하여 치수 측정 대상으로부터 제외하는 것이 고려된다. 또한, 직선 근사하였을 때의, 근사 직선과 점열의 상관 계수를 구하여, 그 값이 미리 설정한 역치보다 작은 경우에, 당해 부분을 측정 대상 외로 하고, 나머지의 부분을 직선으로서(측정 대상으로서) 정의하도록 해도 된다. 또한, 점열의 곡률을 구하여, 소정의 역치 이상, 혹은 소정의 역치보다 큰 곡률을 갖는 부분을 측정 대상 외로 하고, 나머지의 부분을 직선으로서(측정 대상으로서) 정의하도록 해도 된다.
- [0036] 또한, 상술한 바와 같이 하여 추출된 직선 부분에 대해, 또한 측정 대상 부위를 선택하는 경우, 어느 선분에 인접하는(선분 사이에 다른 선분을 포함하지 않는) 선분인 것, 인접하는 선분과의 상대각이 소정 값 미만인 선분 사이의 치수를 선택적으로 측정, 혹은 출력하도록 하면 된다.
- [0037] 이 계측을 SEM 이미지 전체, 혹은 SEM 이미지 내의 소정 영역에 대해 행하고, 중심선의 점열의 수만큼 피치의 계측값을 구한다. 이들을 도 6에 나타내는 바와 같이 히스토그램 작성부(805)에 의해 히스토그램 해석하면, 가장 빈도가 높은 피치를 당해 재료의 고유 피치로서 구할 수 있다. 측정값 출력부(808)는, 직선부이며, 인접하는 윤곽선과 평행하다고 간주할 수 있는 선분간의 치수를 측정 결과로서, 입력 장치(809)의 표시 장치 등에 출력한다.
- [0038] 이와 같이 고빈도의 계측값을 선택적으로 측정 결과로 함으로써, 핑거 프린트 패턴과 같은 패턴이라도, 목적으로 하는 측정(피치 측정)을 고정밀도로 행하는 것이 가능해진다. 또한, 본 실시예에서는 가장 빈도가 높은 계측값을 측정 결과로 하는 예에 대해 설명하였지만, 목적에 따라서 그 이외의 특정 빈도의 계측값을 측정 결과로서 출력하도록 해도 된다.
- [0039] 또한, 상술한 방법에서는, SEM 이미지의 화면 전체에 존재하는 패턴 중심의 검출점의 전부에서, 점열의 기울기로부터 2개의 패턴의 평행을 판정해야 하기 때문에, 처리에 시간이 걸리는 경우가 있다. 처리의 고속화를 우선하고자 하는 경우에는 검출점을 씌닝하거나, 혹은 SEM 이미지로부터 미리 평행한 부분을 추출하여, 그 부분에서만 피치 계측을 행하면 된다. 그 경우, 디지털 화상 상에서의 직선 추출 수단으로서 일반적으로 알려지는 허프 변환 등의 화상 처리 기술을 이용함으로써 실현할 수 있다.
- [0040] 핑거 프린트 패턴 중의 직선 영역의 길이나 비율을 계측하는 경우에도, 상기와 마찬가지로의 방법을 사용하면, 직선 영역의 추출이 가능하고, 예를 들어 패턴 전체의 중심선의 길이의 총합 중 직선으로서 판단된 부분의 길이를 구함으로써 직선 영역의 비율을 구할 수 있다.
- [0041] 핑거 프린트 패턴은, 어닐에 의해 자기 조직화하고, 반도체 디바이스의 패턴 형상으로 하여 정렬한다. 핑거 프린트 패턴에 기초하여 형성되는 패턴의 대부분은 직선 형상을 갖는 라인 패턴이며, 핑거 프린트 패턴도 직선 부분이 많이 포함되어 있는 재료의 쪽이, 패턴닝에 적합한 재료라고 할 수 있다. 따라서, 직선 부분의 비율을 구함으로써, DSA 기술에 적용되는 고분자 화합물의 정량 평가와, 당해 정량 평가에 기초하는, 고분자 화합물의 적절한 선택을 행하는 것이 가능해진다. 또한, 시야, 혹은 시야 중의 소정 영역 내에 포함되는 선분 전체에 대한 직선부의 비율을 출력하도록 해도 되고, 직선부와 곡선부의 비율을 출력하도록 해도 된다.
- [0042] 다음으로 패턴의 라인 에지 러프니스(Line Edge Roughness : LER)를 계측하는 방법을, 도 7을 이용하여 설명한다. 도 7은, 핑거 프린트 패턴의 SEM 이미지의 모식도로, 패턴 A(701)와 패턴 B(702)를 포함하는 핑거 프린트 패턴을 나타낸다. 우선, LER의 기준이 되는 선을 정의할 필요가 있는데, 이것도 중심선의 점열을 연결한 선분(703)을 이용하면 된다. 중심선-에지간 치수 측정부(807)에 의해, 중심선(703)에 더하여, 패턴 A의 좌우 양 에지(704, 705)를 추출하여, 중심선의 법선 방향에 있는 에지 검출점과의 거리(710)를 계측하면, 그 편차를 LER이라 정의할 수 있다. 혹은, 선 폭의 편차는 양측의 에지 각각의 에지 위치 편차의 제곱합이므로, 중심선을 사이에 둔 양측의 법선 방향에 있는 에지 검출점끼리의 거리(선 폭)를 계측하고, 그 선 폭의 편차로부터, 편차의 에지 편차를 산출한다.
- [0043] 단, 중심선 자체의 편차도 LER에 영향을 미치므로, 중심선의 편차는 미리 제거되어 있을 필요가 있다. 편차의 제거는, 평활화 처리부(806)에 의해 화상을 평활화한 후, 중심선을 구하거나, 혹은 구한 중심선을 평활화함으로써 가능하다. 핑거 프린트 특유의 요동 성분과 조도는 주파수에 큰 차이가 있으므로, 주파수에 역치를 두고 편차 성분을 마스크한 후, 화상을 재구축하는 방법도 효과적이다.
- [0044] 이상의 방법에서는, 이미 취득한 SEM 이미지로부터 직선 부분을 추출하여 평가하는 것에 대해 설명하였지만, 미리 취득된 저배율의 화상 중으로부터 마찬가지로의 방법으로 직선 부분을 탐색하고, 직선 부분의 SEM 이미지를 다

시 취득한 후, 평가를 행해도 된다.

[0045]

본 명세서에 개시되어 있는 패턴 계측 기술은, 전자 현미경 혹은 그와 유사한 하전 입자선 장치로 화상 취득을 행할 수 있는 대상이라면 적용이 가능하다.

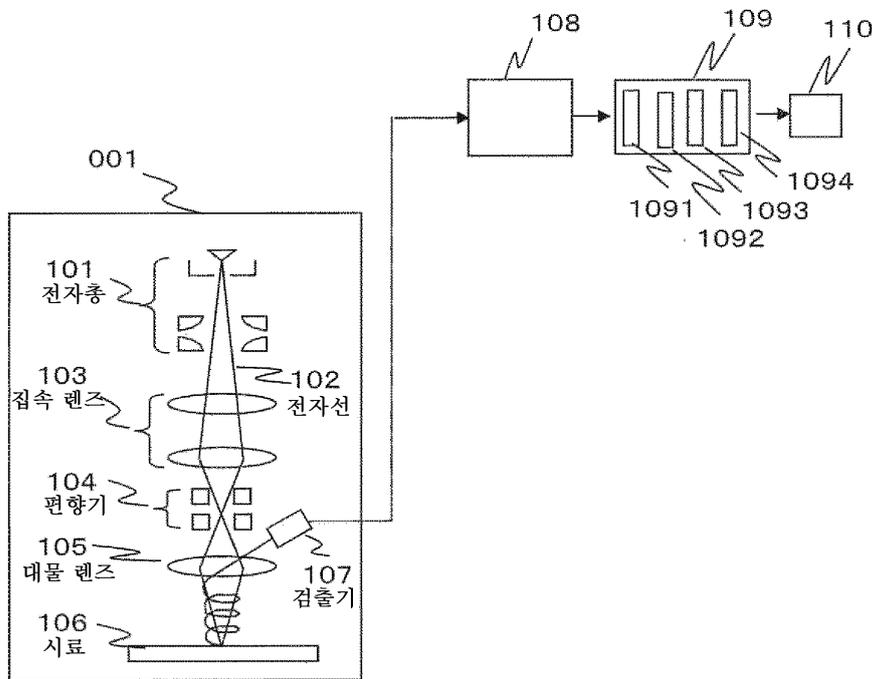
부호의 설명

[0046]

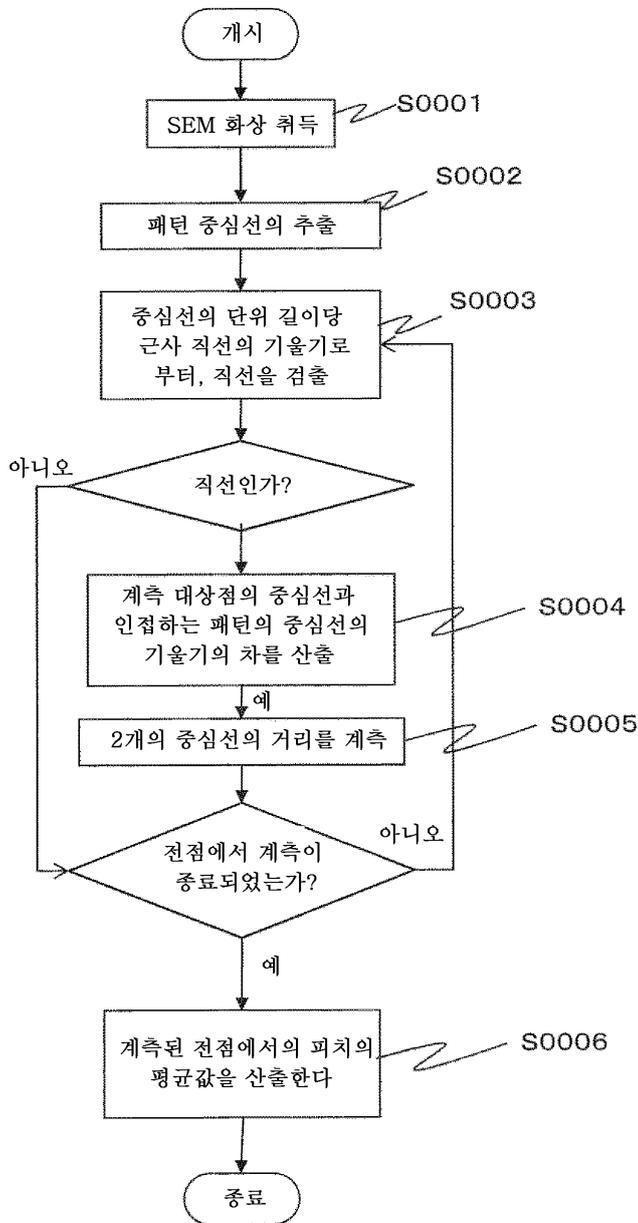
- 001 : SEM
- 101 : 전자총
- 102 : 전자선
- 103 : 집속 렌즈
- 104 : 편향기
- 105 : 대물 렌즈
- 106 : 시료
- 107 : 검출기
- 108 : 화상 처리부
- 109 : 연산부
- 110 : 출력부

도면

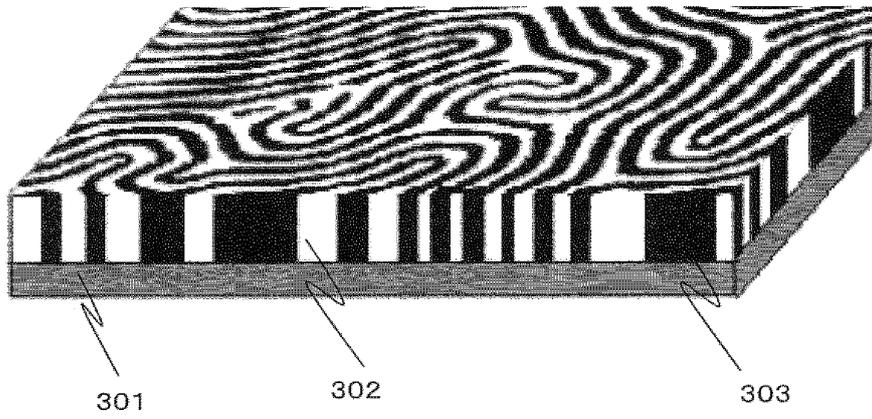
도면1



도면2

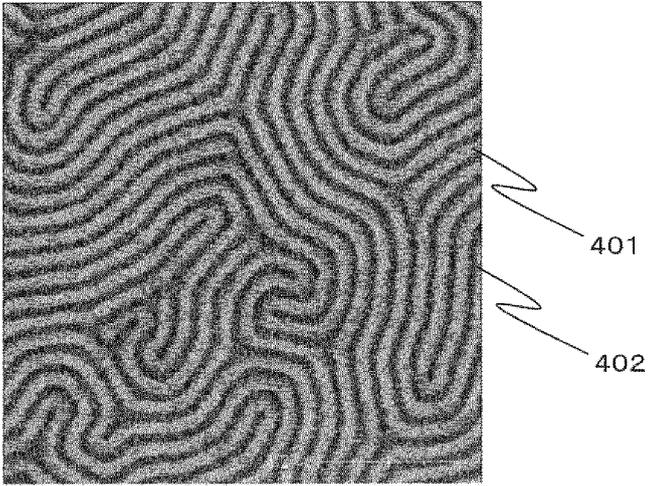


도면3

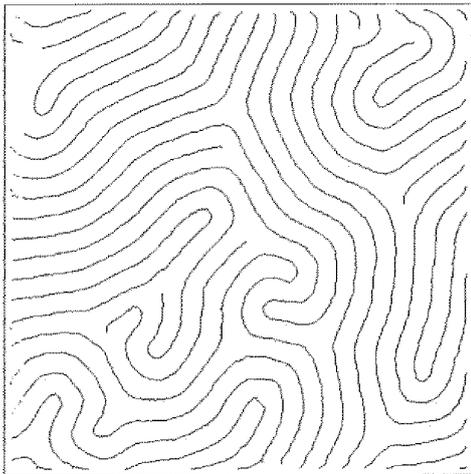


도면4

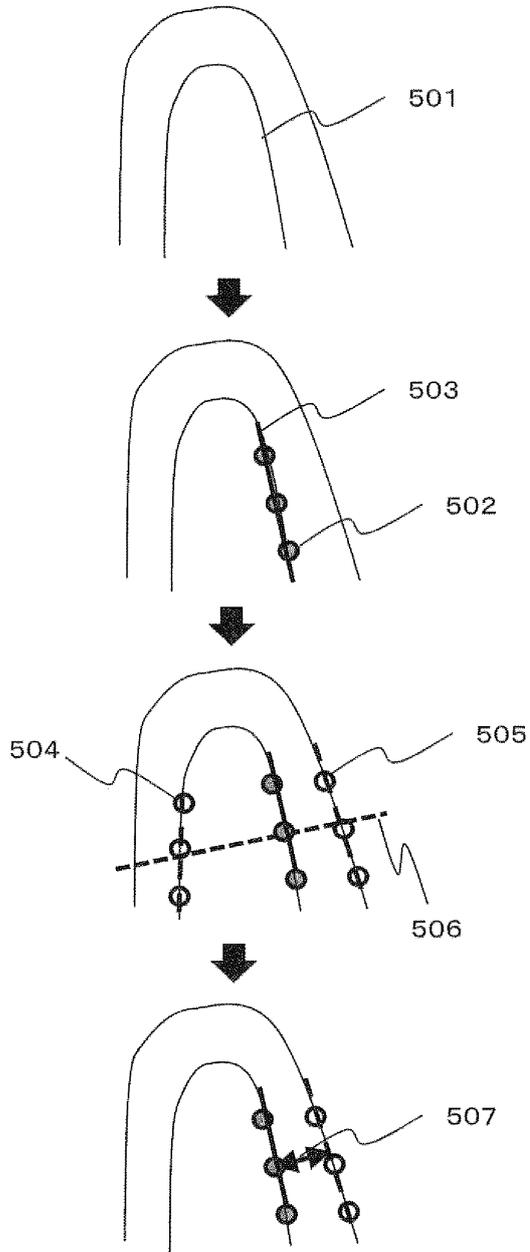
(a)



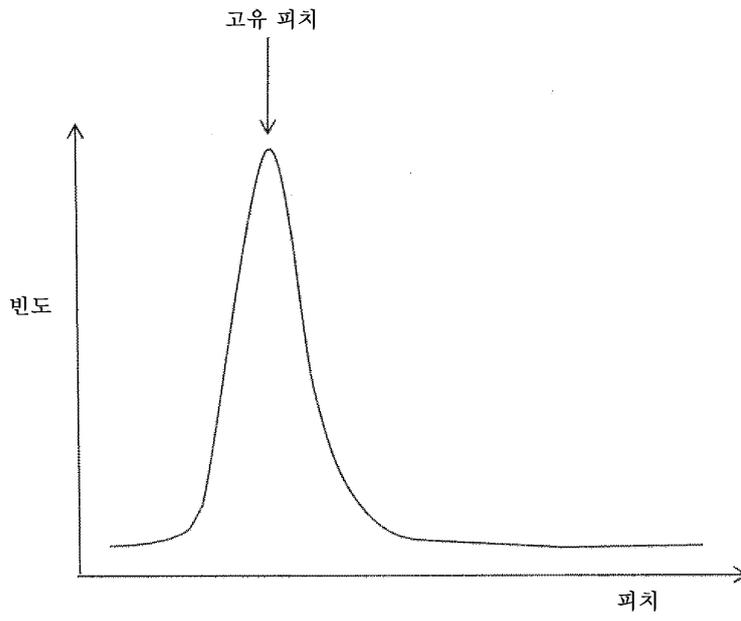
(b)



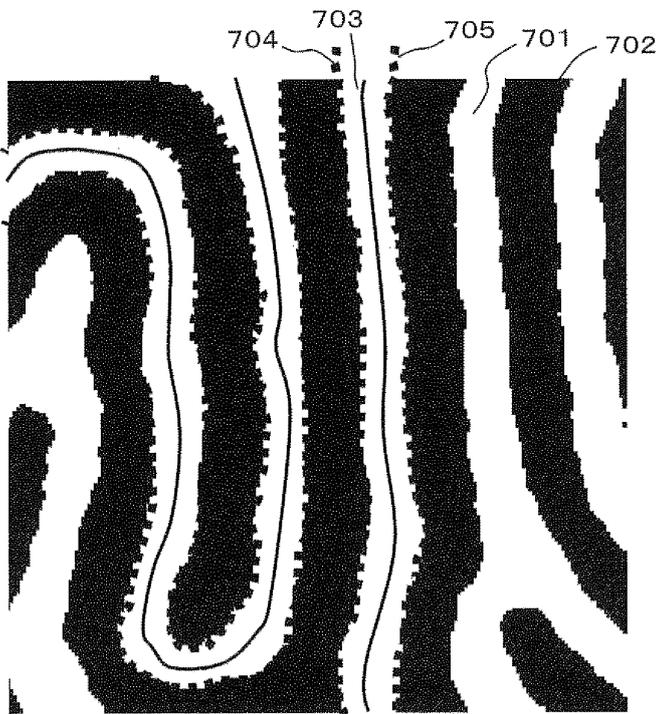
도면5



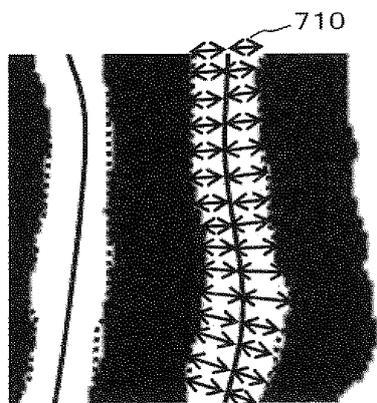
도면6



도면7

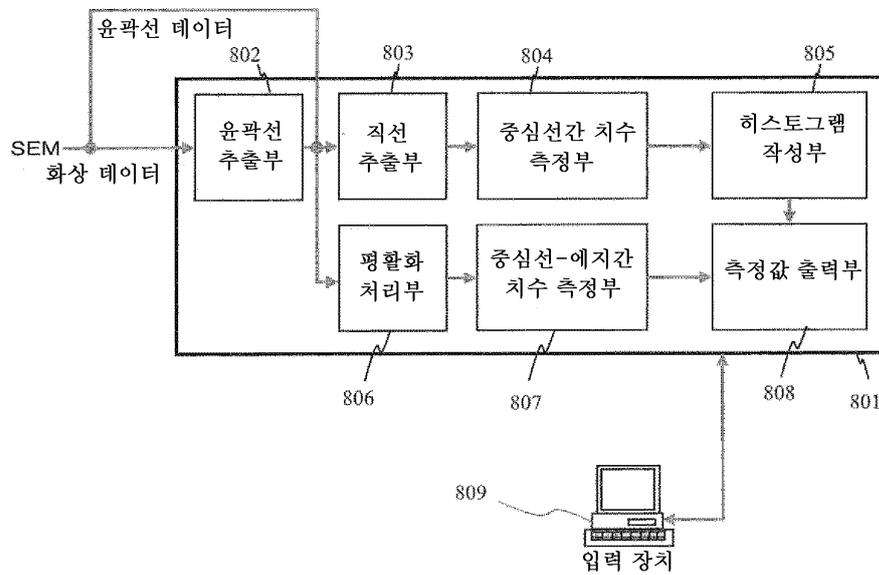


(a)



(b)

도면8



도면9

