



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0061069
(43) 공개일자 2017년06월02일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/20 (2006.01) G03F 1/20 (2012.01)
G03F 1/42 (2012.01) G03F 9/00 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
G03F 7/70775 (2013.01)
G03F 1/20 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2016-0154114
(22) 출원일자 2016년11월18일
심사청구일자 2016년11월18일</p> <p>(30) 우선권주장
JP-P-2015-229833 2015년11월25일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인
가부시키가이샤 뉴플래어 테크놀로지
일본국 카나가와켄 요코하마시 이소고쿠 신스기타쵸 8-1</p> <p>(72) 발명자
나나오 츠바사
일본 카나가와켄 요코하마시 이소고쿠 신스기타쵸 8-1 가부시키가이샤 뉴플래어 테크놀로지 내</p> <p>(74) 대리인
장수길, 박충범</p> |
|---|---|

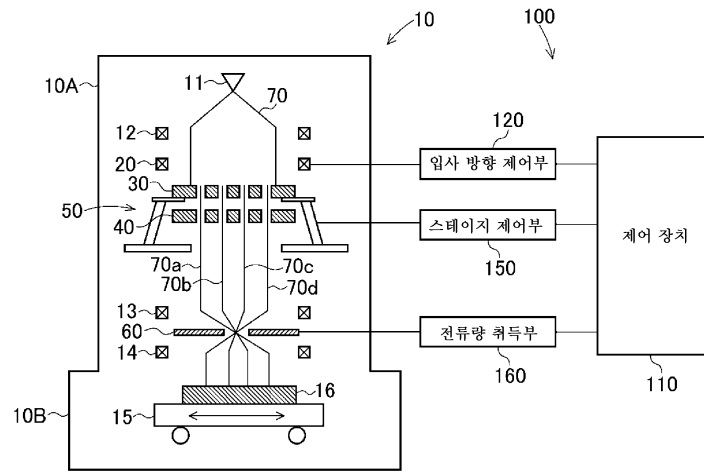
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **애퍼처의 얼라인먼트 방법 및 멀티 하전 입자 빔 묘화 장치**

(57) 요약

본 발명의 일 실시 형태에 의한 얼라인먼트 방법은, 빔 입사 방향을 변화시키면서, 하전 입자 빔을 성형 애퍼처에 조사하는 공정과, 검출기를 사용하여, 상기 하전 입자 빔의 입사 방향마다, 블랭킹 애퍼처를 통과한 빔의 전류량을 검출하는 공정과, 상기 입사 방향과 상기 전류량에 기초하여 전류량 분포 맵을 작성하는 공정과, 상기 전류량 분포 맵에 기초하여 성형 애퍼처 또는 블랭킹 애퍼처를 이동시켜, 성형 애퍼처와 블랭킹 애퍼처와의 위치 정렬을 행하는 공정을 구비한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G03F 1/42 (2013.01)

G03F 7/7025 (2013.01)

G03F 7/7085 (2013.01)

G03F 9/7003 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

하전 입자 빔을 방출하는 방출부와,

상기 하전 입자 빔의 조사를 받아서 멀티 빔을 형성하는 복수의 제1 개구부가 형성된 성형 애퍼처와,

상기 복수의 제1 개구부에 대응한 제2 개구부가 형성되고, 각 제2 개구부에, 상기 멀티 빔 중, 각각 대응하는 빔에 대하여 블랭킹 편향을 행하는 블랭커가 배치된 블랭킹 애퍼처와,

상기 방출부에서 방출된 하전 입자 빔을 편향하고, 상기 성형 애퍼처에의 상기 하전 입자 빔의 입사 방향을 변화시키는 입사 방향 제어부와,

상기 블랭킹 애퍼처를 통과한 멀티 빔의 전류량을 검출하는 검출기

를 구비하는 멀티 하전 입자 빔 묘화 장치의 애퍼처의 얼라인먼트 방법이며,

상기 입사 방향 제어부에 의해 상기 입사 방향을 변화시키면서, 상기 하전 입자 빔을 상기 성형 애퍼처에 조사하는 공정과,

상기 검출기를 사용하여, 상기 하전 입자 빔의 입사 방향마다, 상기 전류량을 검출하는 공정과,

상기 입사 방향과 상기 전류량에 기초하여 전류량 분포 맵을 작성하는 공정과,

상기 전류량 분포 맵에 기초하여 상기 성형 애퍼처 또는 상기 블랭킹 애퍼처를 이동시켜, 상기 성형 애퍼처와 상기 블랭킹 애퍼처와의 위치 정렬을 행하는 공정

을 구비하는 것을 특징으로 하는 애퍼처의 얼라인먼트 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 전류량 분포 맵은 입사 방향에 기초하는 위치의 휘도를 전류량에 따른 것으로 한 휘도 분포 화상이고,

상기 전류량 분포 맵에 있어서의 고전류 영역의 위치에 기초하여, 상기 성형 애퍼처 또는 상기 블랭킹 애퍼처의 이동량을 결정하는 것을 특징으로 하는 애퍼처의 얼라인먼트 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 입사 방향마다의 전류량의 차가 소정 값 이하인 경우, 상기 성형 애퍼처 또는 상기 블랭킹 애퍼처를 회전시키는 것을 특징으로 하는 애퍼처의 얼라인먼트 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 입사 방향 제어부에 의한 상기 블랭킹 애퍼처 상에서의 빔의 최대 편향량이, 상기 제2 개구부의 개구 피치 이상인 것을 특징으로 하는 애퍼처의 얼라인먼트 방법.

청구항 5

하전 입자 빔을 방출하는 방출부와,

상기 하전 입자 빔의 조사를 받아서 멀티 빔을 형성하는 복수의 제1 개구부가 형성된 성형 애퍼처와,

상기 복수의 제1 개구부에 대응한 제2 개구부가 형성되고, 각 제2 개구부에, 상기 멀티 빔 중, 각각 대응하는 빔에 대하여 블랭킹 편향을 행하는 블랭커가 배치된 블랭킹 애퍼처와,

상기 방출부에서 방출된 하전 입자 빔을 편향하고, 상기 성형 애퍼처에의 상기 하전 입자 빔의 입사 방향을 변화시키는 얼라인먼트 코일과,

상기 블랭킹 애퍼처를 통과한 멀티 빔의 전류량을 검출하는 검출기와,

상기 얼라인먼트 코일에 의해 상기 입사 방향을 변화시키면서, 상기 하전 입자 빔을 상기 성형 애퍼처에 조사시켜, 상기 입사 방향과, 입사 방향마다 상기 검출기가 검출한 전류량에 기초하여 전류량 분포 맵을 작성하고, 상기 전류량 분포 맵에 기초하여 상기 성형 애퍼처 또는 상기 블랭킹 애퍼처를 이동시켜, 상기 성형 애퍼처와 상기 블랭킹 애퍼처와의 위치 정렬을 행하는 제어부

를 구비하는 멀티 하전 입자 빔 묘화 장치.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 전류량 분포 맵은, 입사 방향에 기초하는 위치의 휘도를 전류량에 따른 것으로 한 휘도 분포 화상이고,

상기 제어부는, 상기 전류량 분포 맵에 있어서의 고전류 영역의 위치에 기초하여, 상기 성형 애퍼처 또는 상기 블랭킹 애퍼처의 이동량을 결정하는 것을 특징으로 하는 멀티 하전 입자 빔 묘화 장치.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 제어부는, 입사 방향마다의 전류량의 차가 소정 값 이하인 경우, 상기 성형 애퍼처 또는 상기 블랭킹 애퍼처를 회전시키는 것을 특징으로 하는 멀티 하전 입자 빔 묘화 장치.

청구항 8

제5항에 있어서, 상기 얼라인먼트 코일에 의한 상기 블랭킹 애퍼처 상에서의 빔의 최대 편향량은, 상기 제2 개구부의 개구 피치 이상인 것을 특징으로 하는 멀티 하전 입자 빔 묘화 장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 제어부는, 상기 검출기가 모든 빔을 차폐했을 때에 검출한 전류량에 기초하여, 상기 전류량 분포 맵을 작성하는 것을 특징으로 하는 멀티 하전 입자 빔 묘화 장치.

청구항 10

제5항에 있어서, 제1 받침대와,

상기 제1 받침대의 주연부로부터 세워서 설치하는 이동 가능한 복수의 제1 지주와,

상기 제1 지주의 상방에 설치되어, 상기 성형 애퍼처가 적재되는 제2 받침대와,

상기 제1 받침대의 상기 제1 지주보다 내주측에서 세워서 설치하는 복수의 제2 지주와,

상기 제2 지주의 상방에 설치되어, 상기 블랭킹 애퍼처가 적재되는 제3 받침대

를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 멀티 하전 입자 빔 묘화 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 애퍼처의 얼라인먼트 방법 및 멀티 하전 입자 빔 묘화 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] LSI의 고집적화에 수반하여, 반도체 디바이스에 요구되는 회로선 폭은 해마다 미세화되고 있다. 반도체 디바이스에 원하는 회로 패턴을 형성하기 위해서는, 축소 투영형 노광 장치를 사용하여, 석영 상에 형성된 고정밀도의 원화 패턴(마스크, 또는 특히 스테퍼나 스캐너에서 사용되는 것은 레티클이라고도 함)을 웨이퍼 상에 축소 전사하는 방법이 채용되고 있다. 고정밀도의 원화 패턴은, 전자 빔 묘화 장치에 의해 묘화되고, 소위, 전자 빔 리소그래피 기술이 사용되고 있다.

[0003] 멀티 빔을 사용한 묘화 장치는, 1개의 전자 빔으로 묘화하는 경우에 비하여, 한번에 많은 빔을 조사할 수 있으므로, 스루풋을 대폭으로 향상시킬 수 있다. 이러한 멀티 빔 묘화 장치는, 예를 들어 전자총으로부터 방출된

전자 빔을, 복수의 구멍을 가진 성형 애퍼처에 통과시켜서 멀티 빔(복수의 전자 빔)을 형성한다. 성형 애퍼처의 하방에는 블랭킹 애퍼처가 설치되어 있다. 이 블랭킹 애퍼처에는, 성형 애퍼처의 각 구멍의 배치 위치에 맞춰서 통과 구멍이 형성되고, 각 통과 구멍에는 블랭커가 설치되어 있다. 각 블랭커는, 통과하는 전자 빔의 블랭킹 편향을 행한다. 블랭커에 의해 편향된 전자 빔은 차폐되고, 편향되지 않은 전자 빔은 시료 상에 조사된다.

[0004] 멀티 빔 묘화 장치에서는, 성형 애퍼처의 구멍을 통과한 빔이, 블랭킹 애퍼처의 통과 구멍을 통과하도록, 2매의 애퍼처의 얼라인먼트(위치 정렬)를 행할 필요가 있다.

[0005] 종래, 2매의 애퍼처의 개구에 빔을 통과시키기 위해서, 애퍼처 사이에 설치한 코일이나 편향기를 사용하여 애퍼처 중심 위치나 회전량을 측정하고, 그 측정값을 바탕으로 얼라인먼트를 행하고 있었다. 그러나, 멀티 빔 묘화 장치에서는, 성형 애퍼처와 블랭킹 애퍼처가 근접하여 설치되어 있기 때문에, 이들 사이에 빔을 편향시키는 기구를 설치하는 것이 곤란하였다.

[0006] 애퍼처를 적재하는 스테이지의 이동이나 회전을 반복함으로써 얼라인먼트를 행하는 것은 가능하지만, 이러한 스테이지 이동을 반복하는 방법은 얼라인먼트에 장시간을 요한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 실시 형태는, 성형 애퍼처와 블랭킹 애퍼처의 얼라인먼트를 빠르게 행할 수 있는 얼라인먼트 방법 및 멀티 하전 입자 빔 묘화 장치를 제공한다.

[0008] 일 실시 형태에 의한 얼라인먼트 방법은, 하전 입자 빔을 방출하는 방출부와, 상기 하전 입자 빔의 조사를 받아서 멀티 빔을 형성하는 복수의 제1 개구부가 형성된 성형 애퍼처와, 상기 복수의 제1 개구부에 대응한 제2 개구부가 형성되고, 각 제2 개구부에, 상기 멀티 빔 중, 각각 대응하는 빔에 대하여 블랭킹 편향을 행하는 블랭커가 배치된 블랭킹 애퍼처와, 상기 방출부에서 방출된 하전 입자 빔을 편향하고, 상기 성형 애퍼처에의 상기 하전 입자 빔의 입사 방향을 변화시키는 입사 방향 제어부와, 상기 블랭킹 애퍼처를 통과한 멀티 빔의 전류량을 검출하는 검출기를 구비하는 멀티 하전 입자 빔 묘화 장치의 애퍼처의 얼라인먼트 방법이며, 상기 입사 방향 제어부에 의해 상기 입사 방향을 변화시키면서, 상기 하전 입자 빔을 상기 성형 애퍼처에 조사하는 공정과, 상기 검출기를 사용하여, 상기 하전 입자 빔의 입사 방향마다, 상기 전류량을 검출하는 공정과, 상기 입사 방향과 상기 전류량에 기초하여 전류량 분포 맵을 작성하는 공정과, 상기 전류량 분포 맵에 기초하여 상기 성형 애퍼처 또는 상기 블랭킹 애퍼처를 이동시켜, 상기 성형 애퍼처와 상기 블랭킹 애퍼처와의 위치 정렬을 행하는 공정을 구비하는 것을 특징으로 하는 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0009] 도 1은, 본 발명의 실시 형태에 따른 묘화 장치의 개략도이다.
- 도 2는, 애퍼처 스테이지의 개략도이다.
- 도 3의 (a)는, 성형 애퍼처의 개략도이고, 도 3의 (b)는 블랭킹 애퍼처의 개략도이다.
- 도 4의 (a), 도 4의 (b)는 애퍼처의 위치 어긋남 예를 나타내는 도면이다.
- 도 5의 (a)는, 빔이 블랭킹 애퍼처를 통과하지 않는 예를 도시하는 도면이고, 도 5의 (b)는 편향된 빔이 블랭킹 애퍼처를 통과하는 예를 도시하는 도면이다.
- 도 6은, 전류량 분포 맵의 작성 방법을 도시하는 도면이다.
- 도 7은, 전류량 분포 맵의 예를 도시하는 도면이다.
- 도 8의 (a)는, 애퍼처의 위치 어긋남 예를 나타내는 도면이고, 도 8의 (b)는 전류량 분포 맵의 예를 도시하는 도면이다.
- 도 9의 (a)는, 애퍼처의 위치 어긋남 예를 나타내는 도면이고, 도 9의 (b)는 전류량 분포 맵의 예를 도시하는 도면이다.
- 도 10의 (a), 도 10의 (b)는 블랭킹 애퍼처를 통과하는 빔과 통과하지 않은 빔을 도시하는 도면이고, 도 10의

(c)는 전류량 분포 맵의 예를 도시하는 도면이다.

도 11은, 본 실시 형태에 따른 애퍼처의 얼라인먼트 방법을 설명하는 흐름도이다.

도 12의 (a), 도 12의 (b)는 빔의 편향 영역과, 블랭킹 애퍼처의 통과 구멍의 개구 피치를 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 이하, 실시 형태에서는, 하전 입자 빔의 일례로서, 전자 빔을 사용한 구성에 대하여 설명한다. 단, 하전 입자 빔은 전자 빔에 한정되는 것은 아니고, 이온빔 등이어도 된다.
- [0011] 도 1은, 본 발명의 실시 형태에 따른 묘화 장치의 개략 구성도이다. 도 1에 도시하는 묘화 장치는, 멀티 하전 입자 빔 묘화 장치의 일례이다. 묘화 장치는, 묘화부(10)와, 제어부(100)를 구비하고 있다. 제어부(100)는 제어 장치(110), 입사 방향 제어부(120), 스테이지 제어부(150), 전류량 취득부(160) 등을 갖는다. 묘화부(10)는 전자 경통(10A) 및 묘화실(10B)을 갖는다. 전자 경통(10A) 내에는 전자총(11), 조명 렌즈(12), 축소 렌즈(13), 대물 렌즈(14), 얼라인먼트 코일(20), 성형 애퍼처(30), 블랭킹 애퍼처(40), 애퍼처 스테이지(50), 검출기(60) 등이 배치되어 있다.
- [0012] 묘화실(10B) 내에는, XY 스테이지(15)가 배치된다. XY 스테이지(15) 상에는, 묘화 시에는 묘화 대상 기판이 되는 마스크 등의 시료(16)가 배치된다. 시료(16)에는, 반도체 장치를 제조할 때의 노광용 마스크, 또는, 반도체 장치가 제조되는 반도체 기판(실리콘 웨이퍼) 등이 포함된다. 또한, 시료(16)에는, 레지스트가 도포된, 아직 아무것도 묘화되지 않은 마스크 블랭크스가 포함된다.
- [0013] 도 3의 (a)에 도시한 바와 같이, 성형 애퍼처(30)에는, 세로 m열×가로 n열($m, n \geq 2$)의 구멍(32)(제1 개구부)이 소정의 배열 피치로 형성되어 있다. 각 구멍(32)은, 모두 동일 치수 형상의 직사각형으로 형성된다. 구멍(32)의 형상은, 원형이어도 상관없다.
- [0014] 전자총(11)(방출부)으로부터 방출된 전자 빔(70)은 조명 렌즈(12)에 의해 거의 수직으로 성형 애퍼처 부재(30) 전체를 조명한다. 전자 빔(70)은 모든 구멍(32)이 포함되는 영역을 조명한다. 이 복수의 구멍(32)을 전자 빔(70)의 일부가 각각 통과함으로써, 멀티 빔(70a 내지 70d)이 형성되게 된다.
- [0015] 도 3의 (b)에 도시한 바와 같이, 블랭킹 애퍼처(40)에는, 성형 애퍼처(30)의 각 구멍(32)의 배치 위치에 맞춰서 통과 구멍(42)(제2 개구부)이 형성되고, 각 통과 구멍(42)에는, 쌍이 되는 2개의 전극의 조(블랭커, 도시 생략)가 각각 배치된다. 각 통과 구멍(42)을 통과하는 전자 빔은, 쌍이 되는 2개의 전극에 인가되는 전압에 의해 각각 독립적으로 편향된다. 이와 같이, 복수의 블랭커가, 성형 애퍼처(30)의 복수의 구멍(32)을 통과한 멀티 빔 중, 각각 대응하는 빔의 블랭킹 편향을 행한다.
- [0016] 블랭킹 애퍼처(40)의 통과 구멍(42)은 성형 애퍼처(30)의 구멍(32)보다 커지고 있고, 빔이 통과 구멍(42)을 통과하기 쉬워지고 있다.
- [0017] 검출기(60)는 중심에 구멍이 형성된 애퍼처 부재이다. 블랭킹 애퍼처(40)를 통과한 멀티 빔(70a 내지 70d)은 축소 렌즈(13)에 의해 축소되어, 검출기(60)의 중심 구멍을 향하여 진행한다. 여기서, 블랭킹 애퍼처(40)의 블랭커에 의해 편향된 전자 빔은, 검출기(60)의 중심 구멍으로부터 위치가 어긋나, 검출기(60)에 의해 차폐된다. 한편, 블랭킹 애퍼처(40)의 블랭커에 의해 편향되지 않은 전자 빔은, 검출기(60)의 중심 구멍을 통과한다. 블랭커의 온/오프에 의해, 블랭킹 제어가 행하여져, 빔의 온/오프가 제어된다.
- [0018] 이와 같이, 검출기(60)는 블랭커에 의해 빔 오프의 상태가 되도록 편향된 각 빔을 차폐한다. 그리고, 빔 온이 되고 나서 빔 오프가 될 때까지 검출기(60)를 통과한 빔에 의해 1회분의 샷 빔이 형성된다.
- [0019] 검출기(60)를 통과한 멀티 빔은, 대물 렌즈(14)에 의해 초점이 맞게 되어, 원하는 축소율의 패턴상이 되고, 각 빔의 시료(16) 상의 각각의 조사 위치에 조사된다. 한번에 조사되는 멀티 빔은, 이상적으로는 성형 애퍼처(30)의 복수의 구멍(32)의 배열 피치에 상술한 원하는 축소율을 곱한 피치로 배열하게 된다.
- [0020] 검출기(60)는 차폐한 전자 빔의 전류량을 검출할 수 있다. 전류량 취득부(160)는 검출기(60)에서 검출한 전류량을 취득하고, 제어 장치(110)에 전송한다. 성형 애퍼처(30)와 블랭킹 애퍼처(40)와의 얼라인먼트(위치 정렬)를 행하는 경우에는, 블랭킹 애퍼처(40)를 통과한 모든 빔이 검출기(60)에서 차폐되어, 검출기(60)로 빔 전류가 측정되도록, 블랭커에 의해 편향을 행한다.
- [0021] 얼라인먼트 코일(20)은 성형 애퍼처(30)의 상방에 설치되어 있다. 얼라인먼트 코일(20)에서 발생하는 자장에

의해, 조명 렌즈(12)를 통과한 전자 빔(70)이 성형 애퍼처(30)에 입사하는 입사 방향(방향 및 각도)을 조정할 수 있다. 입사 방향 제어부(120)는 제어 장치(110)로부터, 성형 애퍼처(30)에의 전자 빔(70)의 입사 방향의 지시를 접수하여, 지시된 입사 방향이 되도록, 얼라인먼트 코일(20)을 흐르는 전류량을 제어한다.

- [0022] 애퍼처 스테이지(50)는 성형 애퍼처(30) 및 블랭킹 애퍼처(40)를 적재함과 함께, 성형 애퍼처(30)를 X 방향, Y 방향으로 이동시키거나, 회전시키거나 할 수 있다.
- [0023] 도 2에 도시한 바와 같이, 애퍼처 스테이지(50)는 받침대(51), 지주(52) 및 구동부(53)를 갖는다. 받침대(51)의 주연부로부터 복수의 지주(52)가 세워져 설치되어 있고, 지주(52)의 상단부에 구동부(53)가 설치되어 있다. 지주(52)가 움직임으로써, 구동부(53)가 평행 이동하거나, 회전 이동하거나 하도록 되어 있다. 지주(52)의 동작은 스테이지 제어부(150)에 의해 제어된다.
- [0024] 구동부(53) 상에는 받침대(54)가 설치되고, 이 받침대(54) 상에 성형 애퍼처(30)가 적재된다. 구동부(53)의 이동에 수반하여, 성형 애퍼처(30)가 X 방향, Y 방향으로 이동하거나, 회전 이동하거나 한다.
- [0025] 받침대(51)의 지주(52)보다 내주측에서 복수의 지주(55)가 세워져 설치되어 있고, 지주(55)의 상단부에 받침대(56)가 설치되어 있다. 받침대(56) 상에 블랭킹 애퍼처(40)가 적재된다. 지주(55)는 움직이지 않고, 받침대(56) 상의 블랭킹 애퍼처(40)의 위치는 고정되어 있다.
- [0026] 받침대(54) 상의 성형 애퍼처(30)와, 받침대(56) 상의 블랭킹 애퍼처(40)와의 위치가 합쳐져 있고, 블랭킹 애퍼처(40)의 통과 구멍(42)의 상방에 성형 애퍼처(30)의 구멍(32)이 위치하고 있는 경우에는, 구멍(32)을 통과하여 형성된 멀티 빔(70a 내지 70d)은 각각 통과 구멍(42)을 통과한다.
- [0027] 그러나, 도 4의 (a)에 도시한 바와 같이, 성형 애퍼처(30)와 블랭킹 애퍼처(40)와의 X 방향, Y 방향의 위치가 어긋나 있거나, 도 4의 (b)에 도시하는 바와 같이 회전 위상이 어긋나 있거나 하는 경우가 있다. 이러한 위치 어긋남이 발생하고 있는 경우, 도 5의 (a)에 도시한 바와 같이, 구멍(32)을 통과한 빔(70)은 통과 구멍(42)을 통과하지 않는다.
- [0028] 전자 빔이 통과 구멍(42)을 통과하지 않으면, 블랭킹 애퍼처(40)의 하방에 설치된 검출기(60)에서 빔 전류를 검출할 수 없고, 성형 애퍼처(30)와 블랭킹 애퍼처(40)가 어떤 위치 어긋남을 일으키고 있는 것인지 판단할 수 없게 되고, 성형 애퍼처(30)와 블랭킹 애퍼처(40)와의 얼라인먼트에 장시간을 요한다.
- [0029] 따라서, 본 실시 형태에서는, 얼라인먼트 코일(20)을 사용하여, 전자 빔(70)이 성형 애퍼처(30)에 입사하는 입사 방향을 혼든다(변화시킨다). 이에 의해, 성형 애퍼처(30)와 블랭킹 애퍼처(40)와의 위치가 맞지 않은 경우에도, 도 5의 (b)에 도시한 바와 같이, 어떤 입사 방향에서는, 구멍(32)을 통과한 빔(70)이 통과 구멍(42)을 통과한다. 이에 의해, 검출기(60)에서 빔 전류를 검출할 수 있다. 본 실시 형태에서는, 검출된 전류량과, 그때의 빔 입사 방향으로부터, 어떤 위치 어긋남을 일으킨 것인지 판단한다.
- [0030] 제어 장치(110)는, 전자 빔의 입사 방향을 혼들도록 입사 방향 제어부(120)에 지시를 행하여, 전자 빔 입사 방향과, 전류량 취득부(160)로부터 통지된 전류량으로부터, 전류량 분포 맵을 작성한다. 도 6은, 전류량 분포 맵의 작성 방법을 설명하는 도면이다. 도 7은, 성형 애퍼처(30)와 블랭킹 애퍼처(40)와의 위치가 맞은 경우의 전류량 분포 맵의 예를 나타낸다. 전류량 분포 맵은, 전류값이 높을수록 휘도를 높게 표시한 휘도 분포 화상이다.
- [0031] 도 6에 도시한 바와 같이, 전자 빔이 -X 방향으로 편향되는 입사 방향 (I)로 했을 때의 전류량은, 전류량 분포 맵의 좌측에 표시된다. 전자 빔이 +X 방향으로 편향되는 입사 방향 (II)로 했을 때의 전류량은, 전류량 분포 맵의 우측에 표시된다. 전자 빔이 +Y 방향으로 편향되는 입사 방향 (III)으로 했을 때의 전류량은, 전류량 분포 맵의 상측에 표시된다. 전자 빔이 -Y 방향으로 편향되는 입사 방향 (IV)로 했을 때의 전류량은, 전류량 분포 맵의 하측에 표시된다.
- [0032] 전자 빔이 +X 방향 및 +Y 방향으로 편향되는 입사 방향 (V)로 했을 때의 전류량은, 전류량 분포 맵의 우측 상단측에 표시된다. 전자 빔이 +X 방향 및 -Y 방향으로 편향되는 입사 방향 (VI)로 했을 때의 전류량은, 전류량 분포 맵의 우측 하단측에 표시된다. 전자 빔이 -X 방향 및 +Y 방향으로 편향되는 입사 방향 (VII)로 했을 때의 전류량은, 전류량 분포 맵의 좌측 상단측에 표시된다. 전자 빔이 -X 방향 및 -Y 방향으로 편향되는 입사 방향 (VIII)로 했을 때의 전류량은, 전류량 분포 맵의 좌측 하방측에 표시된다.
- [0033] 전자 빔의 입사각이 클수록, 전류량은 전류량 분포 맵의 주연측에 표시된다. 한편, 전자 빔의 입사각이 작을수록, 전류량은 전류량 분포 맵의 중심측에 표시된다. 입사각이 0°, 즉 전자 빔이 연직 하향으로 진행할 때의

전류량은, 전류량 분포 맵의 중심에 표시된다.

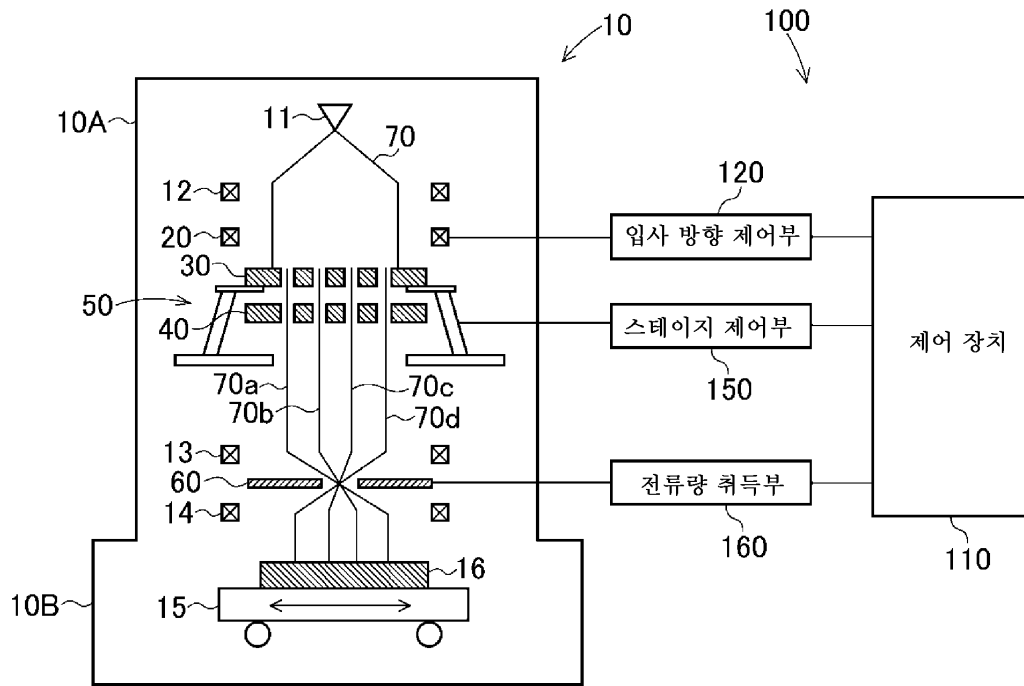
- [0034] 성형 애퍼처(30)와 블랭킹 애퍼처(40)의 위치가 맞은 경우, 전자 빔의 입사각이 작을수록, 즉 전자 빔이 보다 연직 방향으로 진행할수록, 검출되는 전류량은 높아진다. 한편, 전자 빔의 입사각을 크게 하면, 구멍(32)을 통과한 빔이 통과 구멍(42)을 통과하지 않게 되고, 검출되는 전류량은 낮아진다. 그로 인해, 도 7에 도시한 바와 같이, 전류량 분포 맵의 중심측은, 휘도가 높아져서 밝아(회어)지고, 주변측은 휘도가 낮아져서 어두워(검어)진다.
- [0035] 도 8의 (a)에 도시한 바와 같이, 성형 애퍼처(30)가 블랭킹 애퍼처(40)에 대하여 +X 방향으로 어긋나 있는 경우, -X 방향으로 편향되는 입사 방향으로 했을 때의 전자 빔이, 블랭킹 애퍼처(40)의 통과 구멍(42)을 통과한다. 전류량 분포 맵은, 도 8의 (b)에 도시한 바와 같이, 고휘도 영역이 -X측(좌측)에 위치하게 된다.
- [0036] 도 9의 (a)에 도시한 바와 같이, 성형 애퍼처(30)가 -X 방향 및 +Y 방향으로 어긋나 있는 경우, +X 방향 및 -Y 방향으로 편향되는 입사 방향으로 했을 때의 전자 빔이, 블랭킹 애퍼처(40)의 통과 구멍(42)을 통과한다. 전류량 분포 맵은, 도 9의 (b)에 도시한 바와 같이, 고휘도 영역이 +X측 또한 -Y측(우측 하단측)에 위치하게 된다.
- [0037] 도 4의 (b)에 도시한 바와 같이, 성형 애퍼처(30)와 블랭킹 애퍼처(40)와의 회전 위상이 어긋나 있는 경우에는, 모든 빔이 블랭킹 애퍼처(40)의 통과 구멍(42)을 통과하는 입사 방향이 없다. 도 10의 (a)(b)는 블랭킹 애퍼처(40)의 통과 구멍(42)을 통과하는 빔의 예를 나타내고 있다. 도 10의 (a)(b)에서는, 통과 구멍(42)을 통과하는 빔을 실선 화살표, 통과하지 않는 빔을 파선 화살표로 나타내고 있다. 이와 같이, 회전 위상이 어긋나 있는 경우에는, 입사 방향을 바꾸면, 빔이 통과하는 영역이 바뀌고, 통과하는 빔의 개수는 별로 변하지 않고, 입사 방향마다의 전류량의 차는 작다. 그로 인해, 전류량 분포 맵은, 도 10의 (c)에 도시한 바와 같이, 전체적으로 조금 밝은 것이 된다.
- [0038] 본 실시 형태에서는, 전류량 분포 맵의 특징에 기초하여, 2개의 애퍼처 사이에 어떤 위치 어긋남이 발생하였는지를 구하여, 위치 어긋남을 보정한다.
- [0039] 도 11에 도시하는 흐름도를 사용하여, 본 실시 형태에 의한 애퍼처의 얼라인먼트 방법을 설명한다. 먼저, 얼라인먼트 코일(20)에 흐르는 전류를 제어하여, 전자 빔의 입사 방향을 흔들어, 빔을 스캔한다(스텝 S101). 검출기(60)가 블랭킹 애퍼처(40)를 통과한 전자 빔의 빔 전류를 검출한다. 제어 장치(110)는 검출된 전류량과, 전자 빔 입사 방향으로부터, 전류량 분포 맵을 작성한다(스텝 S102).
- [0040] 입사 방향마다의 전류량의 차가 소정 값 이하이고, 전류량 분포 맵이 도 10의 (c)에 도시한 바와 같은, 고휘도 영역이 없고 전체적으로 조금 밝은 것인 경우(스텝 S103_ "아니오"), 제어 장치(110)는 성형 애퍼처(30)와 블랭킹 애퍼처(40)와의 회전 위상이 맞지 않았다고 판정하고, 성형 애퍼처(30)를 회전시키도록 스테이지 제어부(150)에 지시한다. 스테이지 제어부(150)는 성형 애퍼처(30)가 회전하도록, 애퍼처 스테이지(50)의 지주(52)의 동작을 제어한다(스텝 S104).
- [0041] 전류량 분포 맵에 고휘도 영역이 나타날 때까지, 성형 애퍼처(30)의 회전, 빔의 스캔, 전류량 분포 맵의 작성을 반복한다. 성형 애퍼처(30)와 블랭킹 애퍼처(40)와의 회전 위상이 맞으면, 입사 방향마다의 전류량의 차의 최댓값이 소정 값 이상이 되고, 전류량 분포 맵에 고휘도 영역이 나타난다.
- [0042] 전류량 분포 맵에 고휘도 영역이 있어(스텝 S103_ "예"), 이 고휘도 영역이 전류량 분포 맵의 중심에 위치하지 않은 경우(스텝 S105_ "아니오"), 제어 장치(110)는 고휘도 영역의 위치에서 성형 애퍼처(30)의 위치 어긋남량을 검출하고, 위치 어긋남 보정량을 스테이지 제어부(150)에 지시한다. 스테이지 제어부(150)는 지시된 위치 어긋남 보정량만 성형 애퍼처(30)가 이동하도록, 애퍼처 스테이지(50)의 지주(52)의 동작을 제어한다(스텝 S106).
- [0043] 예를 들어, 작성된 전류량 분포 맵이 도 8의 (b)에 도시한 바와 같은 것인 경우, 제어 장치(110)는 성형 애퍼처(30)를 -X 방향으로 평행 이동하도록 스테이지 제어부(150)에 지시한다. 성형 애퍼처(30)의 이동량은, 전류량 분포 맵에 있어서 고휘도 영역이 중심으로부터 어느 정도 이격되어 있는지로 결정한다. 고휘도 영역이 중심으로부터 이격되어 있을수록, 이동량은 커진다.
- [0044] 작성된 전류량 분포 맵이 도 9의 (b)에 도시한 바와 같은 것인 경우, 제어 장치(110)는 성형 애퍼처(30)를 +X 방향 및 -Y 방향으로 평행 이동하도록 스테이지 제어부(150)에 지시한다.
- [0045] 성형 애퍼처(30)의 이동 후, 제어 장치(110)는 전자 빔의 입사 방향을 흔들어 전류량 분포 맵을 재작성한다. 도 7에 도시한 바와 같은 고휘도 영역이 중심에 위치하는 전류량 분포 맵으로 되어 있는 경우(스텝 S105_ "예"),

성형 애퍼처(30)와 블랭킹 애퍼처(40)와의 위치가 맞았다고 판정하고, 얼라인먼트 처리를 종료한다.

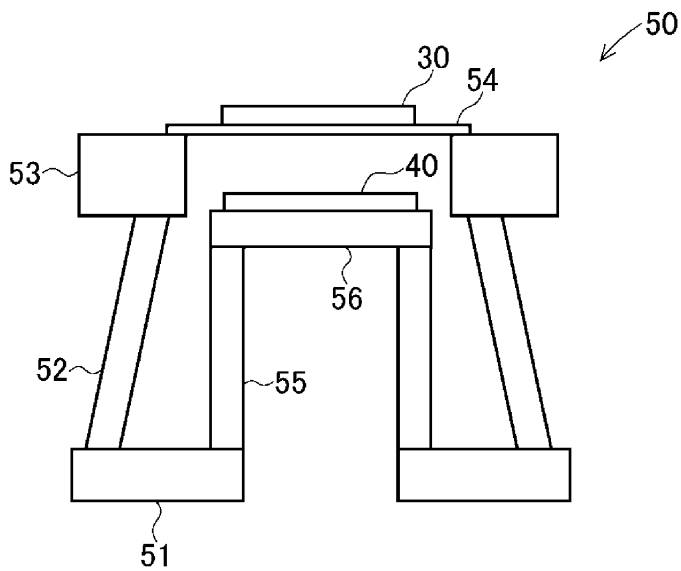
- [0046] 이와 같이, 본 실시 형태에 따르면, 얼라인먼트 코일(20)을 사용하여, 성형 애퍼처(30)에의 전자 빔(70)의 입사 방향을 흔들어서 빔을 스캔한다. 그로 인해, 성형 애퍼처(30)와 블랭킹 애퍼처(40)와의 위치가 어긋나 있는 경우에도, 어느 한쪽의 입사 방향에 있어서는 빔이 블랭킹 애퍼처(40)의 통과 구멍(42)을 통과하여, 검출기(60)에서 빔 전류를 검출할 수 있다.
- [0047] 그리고, 전자 빔 입사 방향과, 검출기(60)가 검출한 전류량으로부터, 전류량 분포 맵을 작성하고, 전류량 분포 맵 내의 고휘도 영역의 위치에 기초하여, 성형 애퍼처(30)의 위치 어긋남량이 구해진다. 스테이지 제어부(150)가 위치 어긋남 보정량만큼 성형 애퍼처(30)를 이동시킴으로써, 성형 애퍼처(30)와 블랭킹 애퍼처(40)와의 위치 정렬을 빠르게 행할 수 있다.
- [0048] 또한, 전류량 분포 맵이 전체적으로 조금 밝고, 고휘도 영역이 없는 것인 경우에는, 성형 애퍼처(30)와 블랭킹 애퍼처(40)와의 회전 위상이 어긋나 있음을 알 수 있다. 전류량 분포 맵에 고휘도 영역(고전류 영역)이 나타나도록 성형 애퍼처(30)를 회전시킴으로써, 성형 애퍼처(30)과 블랭킹 애퍼처(40)와의 회전 위상을 용이하게 맞출 수 있다.
- [0049] 상기 실시 형태에 있어서, 얼라인먼트 코일(20)에 의한 전자 빔(70)의 입사 방향의 편향량은, 도 12의 (a)에 도시한 바와 같이, 블랭킹 애퍼처(40)에 있어서의 통과 구멍(42)의 개구 피치 P 이상인 것이 바람직하다.
- [0050] 얼라인먼트 코일(20)에 의한 전자 빔(70)의 최대 편향량이 개구 피치 P보다 작으면, 도 12의 (b)에 도시한 바와 같이, 성형 애퍼처(30)와 블랭킹 애퍼처(40)와의 회전 위상이 맞았어도, 성형 애퍼처(30)의 구멍(32)을 통과한 빔이 블랭킹 애퍼처(40)의 통과 구멍(42)을 통과하지 않고, 검출기(60)에서 빔 전류를 검출할 수 없게 되는 경우가 있다.
- [0051] 얼라인먼트 코일(20)에 의한 전자 빔(70)의 편향량이 개구 피치 P 이상이면, 전자 빔(70)의 입사 방향을 흔들어서 빔을 스캔했을 때에, 어느 입사 방향에 있어서는 빔이 통과 구멍(42)을 통과하여, 검출기(60)에서 빔 전류를 검출할 수 있다.
- [0052] 상기 실시 형태에서는, 블랭킹 애퍼처(40)의 위치를 고정으로 하고, 성형 애퍼처(30)의 위치를 이동시키는 예에 대하여 설명했지만, 성형 애퍼처(30)의 위치를 고정으로 하고, 블랭킹 애퍼처(40)의 위치를 이동(회전)하도록 해도 되고, 성형 애퍼처(30) 및 블랭킹 애퍼처(40)의 양쪽을 이동(회전)할 수 있도록 해도 된다.
- [0053] 상기 실시 형태에서는, 전류량 분포 맵은, 전류값이 높을수록 휘도를 높게 표시하고 있었지만 전류값이 높은 영역, 즉 블랭킹 애퍼처(40)의 통과 구멍(42)을 통과하는 빔이 많은 입사 방향을 알 수 있으면 되고, 전류값이 높을수록 휘도를 낮게 표시해도 된다.
- [0054] 또한, 본 발명은 상기 실시 형태 자체에 한정되는 것은 아니고, 실시 단계에서는 그의 요지를 일탈하지 않는 범위에서 구성 요소를 변형하여 구체화할 수 있다. 또한, 상기 실시 형태에 개시되어 있는 복수의 구성 요소의 적당한 조합에 의해, 여러가지 발명을 형성할 수 있다. 예를 들어, 실시 형태에 나타나는 전체 구성 요소로부터 몇몇 구성 요소를 삭제해도 된다. 또한, 다른 실시 형태에 걸친 구성 요소를 적절히 조합해도 된다.

도면

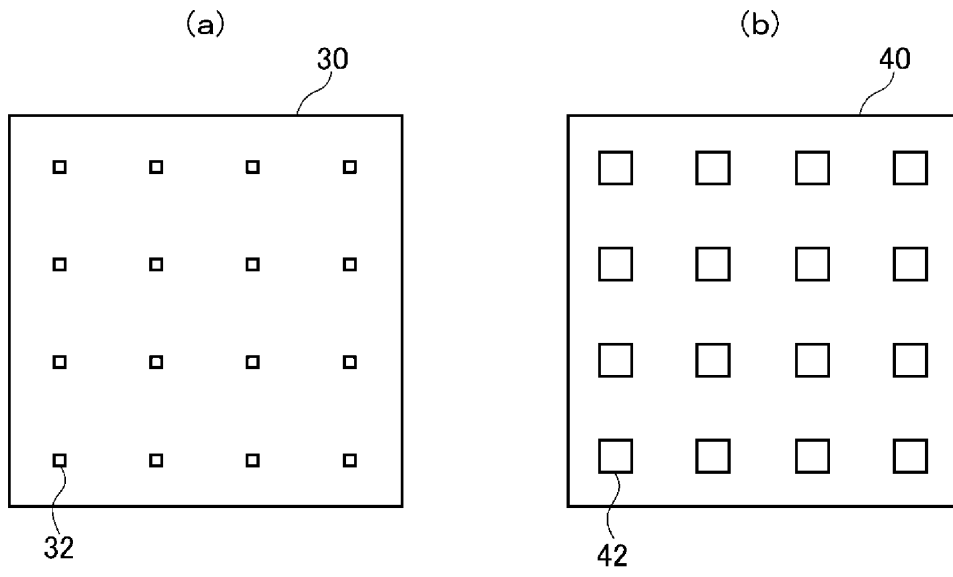
도면1



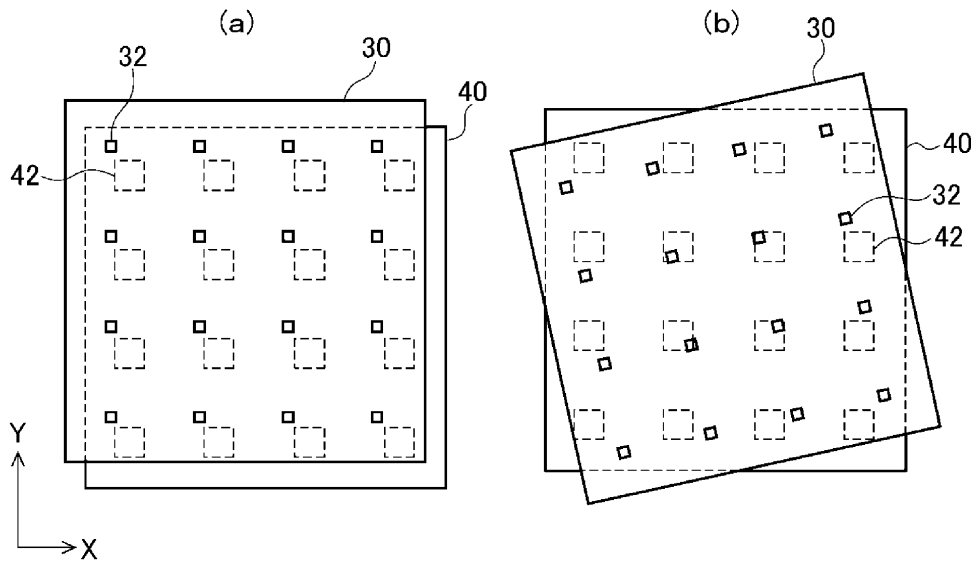
도면2



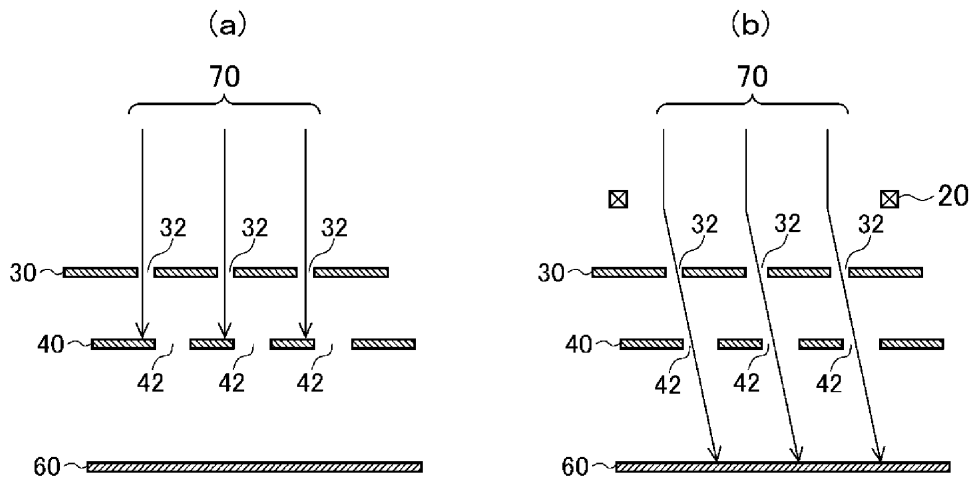
도면3



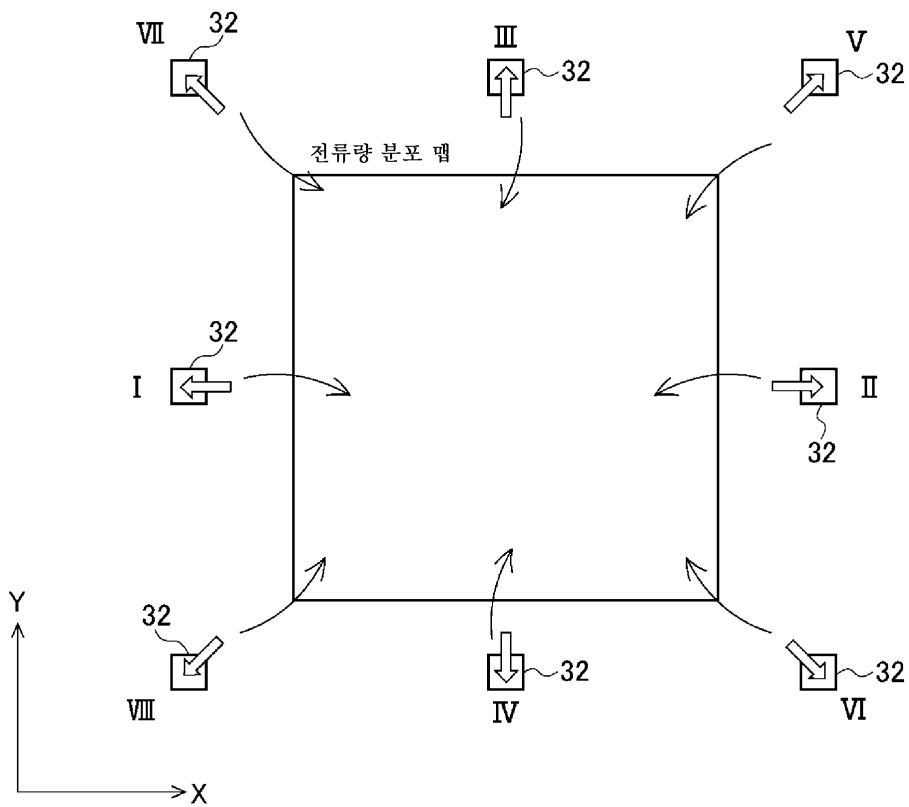
도면4



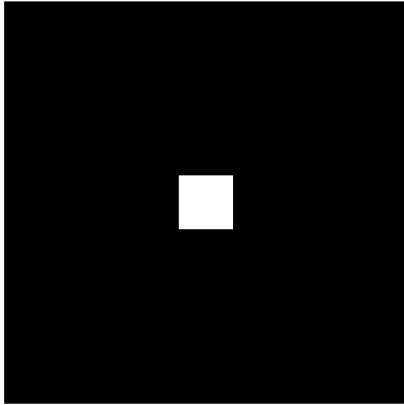
도면5



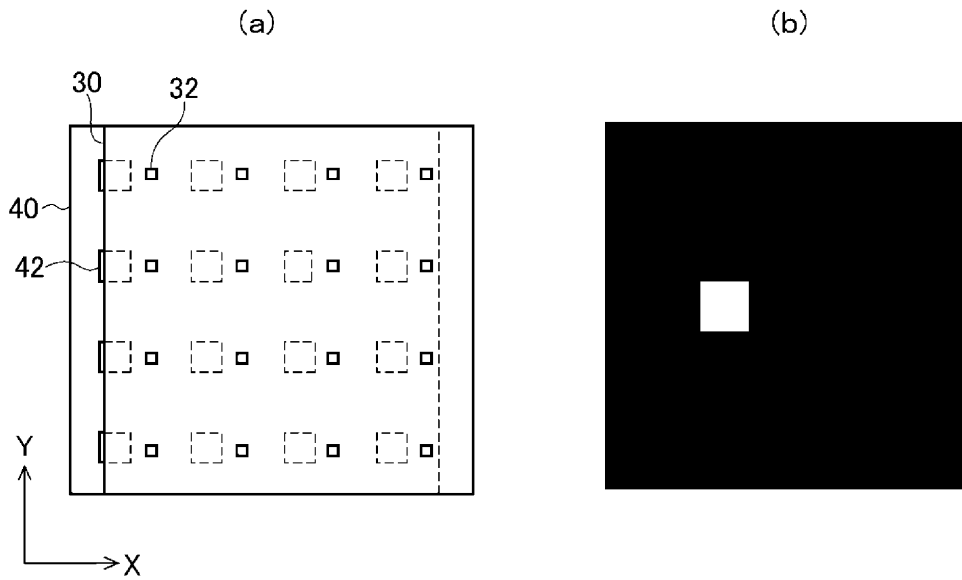
도면6



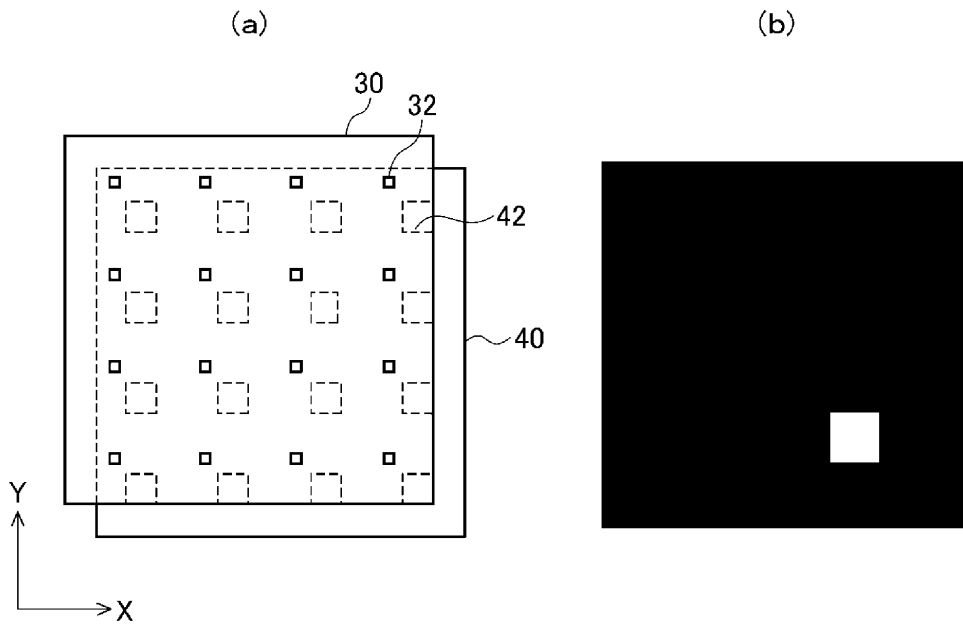
도면7



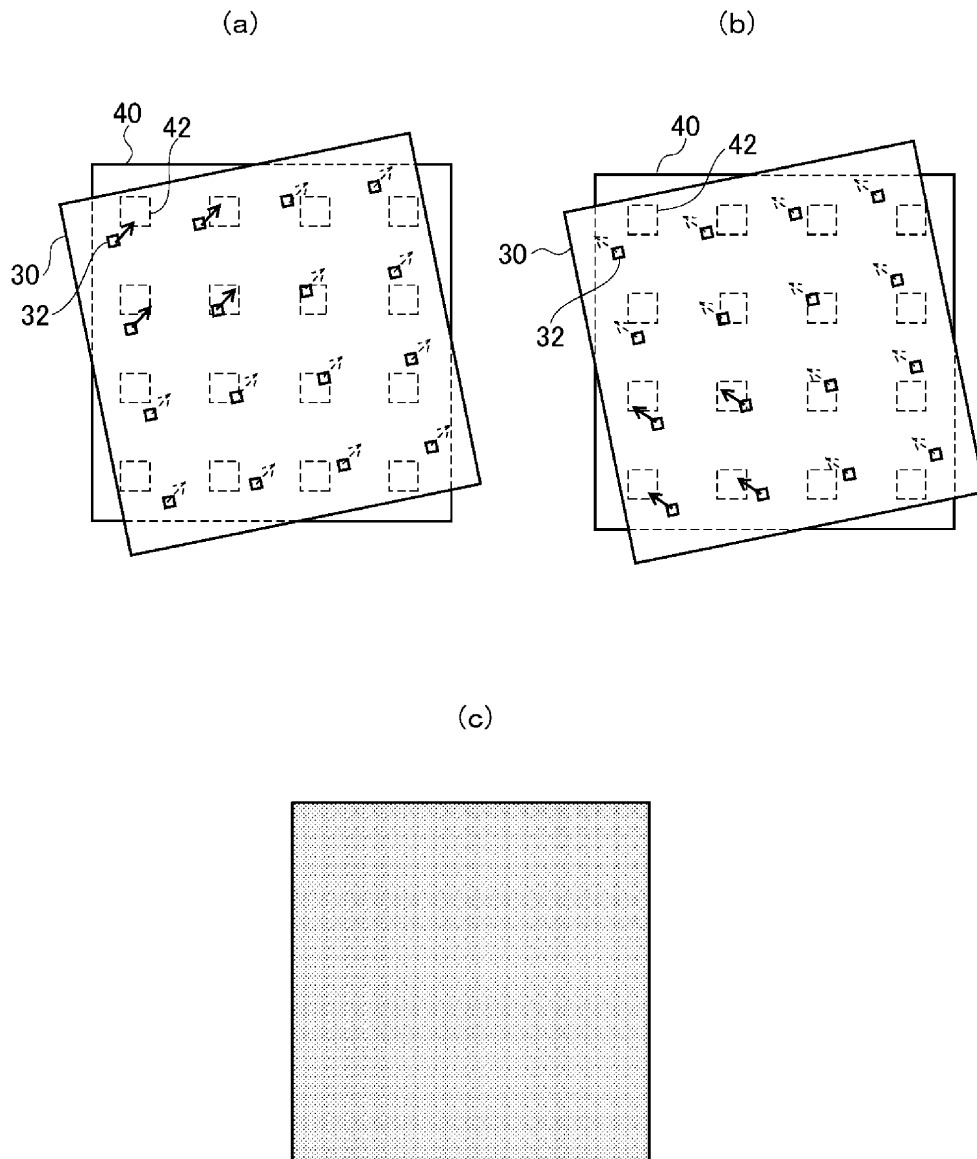
도면8



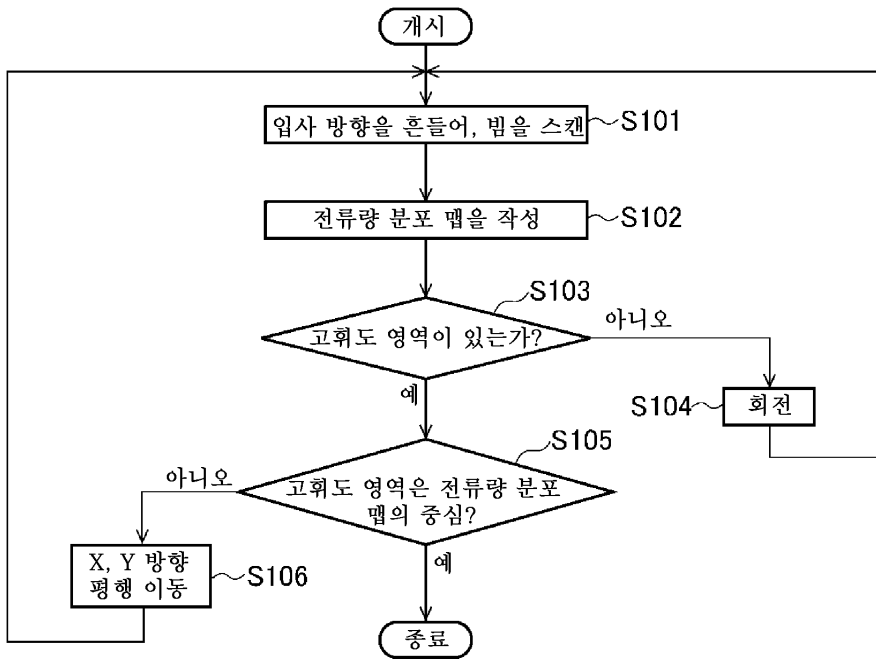
도면9



도면10



도면11



도면12

