(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년10월28일
(11) 등록번호 10-2722146
(24) 등록일자 2024년10월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/147 (2006.01) *H01J 37/09* (2006.01)
H01J 37/12 (2006.01) *H01J 37/317* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01J 37/1477 (2013.01)
H01J 37/09 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0041995
(22) 출원일자 2022년04월05일
심사청구일자 2022년04월05일
(65) 공개번호 10-2022-0141747
(43) 공개일자 2022년10월20일
(30) 우선권주장
JP-P-2021-067803 2021년04월13일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2017112263 A*
KR1020190138583 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
가부시키가이샤 뉴플레어 테크놀로지
일본국 카나가와켄 요코하마시 이소고쿠 신스기타쵸 8-1
(72) 발명자
모리타 히로후미
일본 카나가와켄 요코하마시 이소고쿠 신스기타쵸 8-1 가부시키가이샤 뉴플레어 테크놀로지 내
도우야 다카나오
일본 카나가와켄 요코하마시 이소고쿠 신스기타쵸 8-1 가부시키가이샤 뉴플레어 테크놀로지 내
(74) 대리인
장수길, 박충범

전체 청구항 수 : 총 7 항 심사관 : 최미숙

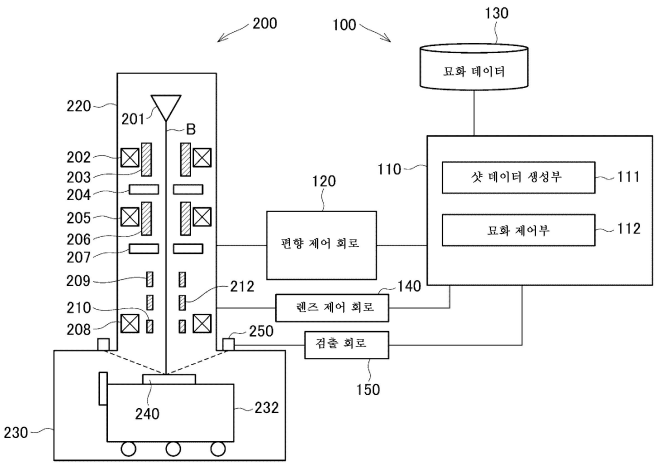
(54) 발명의 명칭 **하전 입자 빔 묘화 장치**

(57) 요 약

본 발명은 2차 전자의 공간 체류와 편향기 전극 대전에 의한 빔 위치의 변동을 동시에 해결하는 것이 가능한 하전 입자 빔 묘화 장치를 제공한다.

본 실시 형태에 의한 하전 입자 빔 묘화 장치는, 묘화 대상의 기판에 조사되는 하전 입자 빔의 조사 위치를 조정하는 위치 결정 편향기와, 상기 위치 결정 편향기보다도 상기 하전 입자 빔의 진행 방향의 하류측에 배치되고, 편향량이 고정된 고정 편향기와, 상기 기판의 표면 높이에 맞춰서 상기 하전 입자 빔의 초점 보정을 행하는 초점 보정 렌즈와, 상기 하전 입자 빔의 초점을 맞추는 대물 렌즈를 구비한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
H01J 37/12 (2013.01)
H01J 37/3177 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

묘화 대상의 기판에 조사되는 하전 입자 빔의 조사 위치를 조정하는 위치 결정 편향기와,

상기 위치 결정 편향기보다도 상기 하전 입자 빔의 진행 방향의 하류측에 배치되고, 편향량이 고정된 고정 편향기와,

상기 기판의 표면 높이에 맞춰서 상기 하전 입자 빔의 초점 보정을 행하는 초점 보정 렌즈와,

상기 하전 입자 빔의 초점을 맞추는 대물 렌즈

를 구비하고,

상기 초점 보정 렌즈는, 정전 렌즈이고, 상기 기판의 표면에 대하여 정의 전압 범위에서 동작하고,

상기 고정 편향기는, 정전형 편향기를 구비하고, 상기 정전형 편향기를 구성하는 복수의 전극에 각각 인가되는 전압에, 상기 기판의 표면에 대하여 정의 공통 전압이 가산되고,

상기 정의 공통 전압은, 상기 초점 보정 렌즈에 인가되는 전압 이상이고,

상기 초점 보정 렌즈는, 상기 위치 결정 편향기보다도 상기 하전 입자 빔의 상기 진행 방향의 하류측에 배치되고,

상기 고정 편향기는, 상기 초점 보정 렌즈보다도 상기 하전 입자 빔의 상기 진행 방향의 상류측에 배치되는, 하전 입자 빔 묘화 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 복수의 전극 중, 대향하는 한 쌍의 전극의 한쪽에는 상기 공통 전압의 2배의 전압이 인가되고, 다른 쪽의 전극으로의 인가 전압을 제로로 하는, 하전 입자 빔 묘화 장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 고정 편향기는, 복수단의 편향기로 구성되는, 하전 입자 빔 묘화 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 고정 편향기는, 정전형 편향기 및 자계형 편향기를 포함하는, 하전 입자 빔 묘화 장치.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 고정 편향기는 정전형 편향기를 구비하고, 상기 정전형 편향기를 구성하는 복수의 전극의 적어도 하나의 빔 통과 영역측의 표면에 오목부가 마련되어 있는, 하전 입자 빔 묘화 장치.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 위치 결정 편향기와 상기 고정 편향기 사이에 마련된 애퍼처판을 더 구비하는, 하전 입자 빔 묘화 장치.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 애퍼처판의 상기 하전 입자 빔의 진행 방향 하류측의 면에 오목부가 마련되어 있는, 하전 입자 빔 묘화 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] [관련 출원]

[0002] 본 출원은, 일본 특허 출원2021-067803호(출원일: 2021년 4월 13일)를 기초 출원으로 하는 우선권을 향수한다. 본 출원은 이 기초 출원을 참조함으로써 기초 출원의 모든 내용을 포함한다. 본 발명은, 하전 입자 빔 묘화 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] LSI의 고집적화에 수반하여, 반도체 디바이스에 요구되는 회로 선폭은 해마다 미세화되어 오고 있다. 반도체 디바이스에 원하는 회로 패턴을 형성하기 위해서는, 축소 투영형 노광 장치를 사용하여, 석영 상에 형성된 고정밀도의 원화 패턴(마스크, 혹은 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.

[0004] 전자 빔 묘화 장치에서는, 각 샷의 빔을 대물 렌즈에서 기판의 표면인 시료면 상에 초점을 맞춤과 함께, 정전 렌즈를 사용하여, 시료면의 요철에 대응하도록 묘화 중에 다이내믹하게 초점 보정(다이내믹 포커스)을 행하고 있다. 이 정전 렌즈를 마이너스의 전압 범위에서 운용한 경우, 전자 빔 묘화에 의해 발생한 2차 전자가 시료면으로 되돌아감으로써 레지스트의 대전이 발생하여, 묘화 패턴의 위치 정밀도 향상의 방해가 된다.

[0005] 2차 전자 등의 복귀에 의한 영향을 억제하기 위해서는, 시료면에 대하여 정전 렌즈를 플러스(정)의 전압 범위에서 운용하고, 2차 전자를 시료로부터 상방으로 유도하는 것이 바람직하다.

[0006] 그러나, 정전 렌즈를 플러스의 전압 범위에서 운용한 경우, 시료면에서의 2차 전자가 정전 렌즈를 통과한 후에 급격하게 감속하여 빔 궤도 상에 고밀도로 체류하거나, 또한 편향기의 전극 내면의 비도전성 오염물(콘타미네이션)을 대전시키거나 함으로써, 전자 빔 근방의 전계가 변화하고, 전자 빔의 궤도를 변화시켜, 빔 위치 정밀도를 열화시킨다는 문제가 발생한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은, 2차 전자의 공간 체류와 편향기 전극 대전에 의한 빔 위치의 변동을 동시에 해결하는 것이 가능한 하전 입자 빔 묘화 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 양태에 의한 하전 입자 빔 묘화 장치는, 묘화 대상의 기판에 조사되는 하전 입자 빔의 조사 위치를 조정하는 위치 결정 편향기와, 상기 위치 결정 편향기보다도 상기 하전 입자 빔의 진행 방향의 하류측에 배치되고, 편향량이 고정된 고정 편향기와, 상기 기판의 표면 높이에 맞춰서 상기 하전 입자 빔의 초점 보정을 행하는 초점 보정 렌즈와, 상기 하전 입자 빔의 초점을 맞추는 대물 렌즈를 구비하는 것이다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은, 본 발명의 실시 형태에 따른 전자 빔 묘화 장치의 개략도이다.

도 2는, 제1 성형 애퍼처 및 제2 성형 애퍼처의 사시도이다.

도 3은, 대물 렌즈의 단면도이다.

도 4의 (a), 도 4의 (b)는, 비교예에 의한 2차 전자의 궤도를 설명하는 도면이다.

도 5의 (a), 도 5의 (b)는, 동 실시 형태에 의한 2차 전자의 궤도를 설명하는 도면이다.

도 6은, 고정 편향기의 인가 전압의 예를 도시하는 도면이다.

도 7은, 고정 편향기의 인가 전압의 예를 도시하는 도면이다.

도 8의 (a), 도 8의 (b)는, 고정 편향기의 구성예를 도시하는 도면이다.

도 9는, 복수의 고정 편향기를 배치하는 예를 도시하는 도면이다.

도 10은, 변형예에 의한 고정 편향기의 개략 구성도이다.

도 11은, 애퍼처판을 배치하는 예를 도시하는 도면이다.

도 12의 (a), 도 12의 (b)는, 2차 전자의 궤도를 설명하는 도면이다.

도 13은, 초점 보정 렌즈의 하방에 고정 편향기를 배치한 구성을 도시하는 도면이다.

도 14는, 고정 편향기의 구성예를 도시하는 도면이다.

도 15는, 도 14의 XV-XV선 단면도이다.

도 16은, 고정 편향기의 상방에 전자 검출기를 배치한 구성을 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 이하, 본 발명의 실시 형태를 도면에 기초하여 설명한다.

[0011] 도 1은 본 발명의 실시 형태에 따른 전자 빔 묘화 장치의 개략도이다. 도 1에 도시하는 전자 빔 묘화 장치는, 제어부(100)와 묘화부(200)를 구비한 가변 성형형의 묘화 장치이다.

[0012] 묘화부(200)는, 전자 광학 경통(220)과 묘화실(230)을 구비하고 있다. 전자 광학 경통(220) 내에는, 전자총(201), 조명 렌즈(202), 블랭커(203), 제1 성형 애퍼처 부재(204), 투영 렌즈(205), 성형 편향기(206), 제2 성형 애퍼처 부재(207), 대물 렌즈(208), 위치 결정 편향기(209), 초점 보정 렌즈(210) 및 고정 편향기(212)가 배치되어 있다.

[0013] 묘화실(230) 내에는, XY 스테이지(232)가 배치되어 있다. XY 스테이지(232) 상에는, 묘화 대상의 기판(240)이 적재된다. 묘화실(230)의 상부에는, 기판(240)의 높이 방향(Z 방향)의 위치를 검출하는 Z 센서(250)가 배치되어 있다. Z 센서(250)는, 투광기와 수광기의 조합으로 구성되어, 투광기로부터 조사된 광을 기판(240)의 표면에서 반사시키고, 이 반사광을 수광기가 수광함으로써, 기판(240)의 표면 높이를 측정할 수 있다. 기판(240)은 접지 전위에 고정되어 있다.

[0014] Z 센서(250)에 의해 검출된 높이 데이터는, 검출 회로(150)에 의해 디지털 데이터로 변환된 후, 제어 계산기(110)에 전송된다.

[0015] 전자 광학 경통(220) 내에 마련된 전자총(201)(방출부)으로부터 방출된 전자 빔(B)은, 블랭커(블랭킹 편향기)(203) 내를 통과할 때에 블랭커(203)에 의해, 전자 빔을 기판에 조사할지의 여부가 전환된다.

[0016] 전자 빔(B)은, 조명 렌즈(202)에 의해, 직사각형의 개구(32)(도 2 참조)를 갖는 제1 성형 애퍼처 부재(204) 전

체에 조사된다. 제1 성형 애퍼처 부재(204)의 개구(32)를 통과함으로써, 전자 빔(B)은 직사각형으로 성형된다.

[0017] 제1 성형 애퍼처 부재(204)를 통과한 제1 애퍼처상의 전자 빔(B)은, 투영 렌즈(205)에 의해, 가변 성형 개구(34)(도 2 참조)를 가진 제2 성형 애퍼처 부재(207) 상에 투영된다. 그 때, 성형 편향기(206)에 의해, 제2 성형 애퍼처 부재(207) 상에 투영되는 제1 애퍼처상이 편향 제어되고, 가변 성형 개구(34)를 통과하는 전자 빔의 형상과 치수를 변화시킬(가변 성형을 행할) 수 있다.

[0018] 제2 성형 애퍼처 부재(207)의 가변 성형 개구(34)를 통과한 제2 애퍼처상 전자 빔(B)은, 위치 결정 편향기(209)에 의해 편향되고, 대물 렌즈(208) 및 초점 보정 렌즈(210)에 의해 초점을 맞춰서, 연속적으로 이동하는 XY 스테이지(232) 상에 적재된 기판(240)에 조사된다.

[0019] 위치 결정 편향기(209)는, 전자 빔을 원하는 위치에 편향 조사하는 것이고, 일단의 편향기여도 되고, 편향 영역의 크기가 다른 복수단의 편향기로 구성되어 있어도 된다. 예를 들어, 주편향기 및 부편향기의 2단 구성이어도 되고, 주편향기, 부편향기 및 부 부편향기의 3단 구성이어도 된다.

[0020] 조명 렌즈(202), 투영 렌즈(205) 및 대물 렌즈(208)에는, 전자 렌즈(자계형 렌즈)가 사용되지만, 일부 또는 전부를 정전 렌즈로 해도 상관없다. 초점 보정 렌즈(210)는 기판(240)의 표면 높이 변동에 대한 다이내믹 포커스 조정을 행하는 것으로, 정전 렌즈가 사용되지만, 전자 렌즈(축 대칭 자계를 발생시키는 코일을 포함함)를 사용해도 된다. 또한, 각 인가 전압이나 여자 전류가 일정한 관계에서 연동하여 변화하는 다단의 렌즈계로 구성해도 된다. 혹은, 대물 렌즈(208)가 초점 보정 렌즈(210)의 기능을 아울러 구비해도 되고, 대물 렌즈(208)와 초점 보정 렌즈(210)가 일정한 관계에서 연동함으로써 포커스 조정을 행하는 구성으로 해도 된다.

[0021] 고정 편향기(212)는, 위치 결정 편향기(209)보다도, 전자 빔(B)의 진행 방향의 하류측에 배치된다. 고정 편향기(212)는, 정전형 편향기이다. 초점 보정 렌즈(210)는, 고정 편향기(212)보다도, 전자 빔(B)의 진행 방향의 하류측에 배치된다.

[0022] 도 2는, 제1 성형 애퍼처 부재(204) 및 제2 성형 애퍼처 부재(207)에 의한 빔 성형을 설명하기 위한 개략도이다. 제1 성형 애퍼처 부재(204)에는, 전자 빔(B)을 성형하기 위한 직사각형 개구(32)가 형성되어 있다.

[0023] 또한, 제2 성형 애퍼처 부재(207)에는, 제1 성형 애퍼처 부재(204)의 개구(32)를 통과한 전자 빔(B)을 원하는 형상으로 성형하기 위한 가변 성형 개구(34)가 형성되어 있다. 제1 성형 애퍼처 부재(204)의 개구(32)와 제2 성형 애퍼처 부재(207)의 가변 성형 개구(34)의 양쪽을 통과한 빔 형상이, 연속적으로 이동하는 XY 스테이지(232) 상에 탑재된 기판(240)의 묘화 영역에 묘화된다.

[0024] 도 1에 도시하는 바와 같이, 제어부(100)는, 제어 계산기(110), 편향 제어 회로(120), 기억부(130), 렌즈 제어 회로(140) 및 검출 회로(150)를 갖는다. 기억부(130)에는, 레이아웃 데이터가 되는 묘화 데이터가 외부로부터 입력되어, 저장되어 있다.

[0025] 제어 계산기(110)는, 샷 데이터 생성부(111) 및 묘화 제어부(112)를 갖는다. 제어 계산기(110)의 각 부는, 전기 회로 등의 하드웨어로 구성해도 되고, 소프트웨어로 구성해도 된다. 소프트웨어로 구성하는 경우에는, 제어 계산기(110)의 적어도 일부의 기능을 실현하는 프로그램을 기록 매체에 수납하고, CPU를 포함하는 컴퓨터로 읽어들이게 하여 실행시켜도 된다. 기록 매체는, 자기 디스크나 광 디스크 등의 착탈 가능한 것에 한정되지 않고, 하드 디스크 장치나 메모리 등의 고정형의 기록 매체여도 된다.

[0026] 샷 데이터 생성부(111)는, 기억부(130)로부터 묘화 데이터를 판독하고, 복수단의 데이터 변환 처리를 행하여 샷 데이터를 생성한다. 샷 데이터에는, 샷 형상, 샷 사이즈, 샷 위치, 샷 시간 등의 정보가 포함되어 있다.

[0027] 묘화 제어부(112)는, 샷 데이터를 샷순으로 편향 제어 회로(120)에 전송한다. 편향 제어 회로(120)는, 샷 데이터를 사용하여, 블랭커(203), 성형 편향기(206) 및 위치 결정 편향기(209)의 편향량을 제어하고, 묘화 처리를 행한다.

[0028] 또한, 편향 제어 회로(120)는, 묘화 처리 중, 고정 편향기(212)에 일정(고정)의 전압을 인가한다.

[0029] 렌즈 제어 회로(140)는, 묘화부(200)에 마련된 각 렌즈의 제어를 행한다. 예를 들어, 렌즈 제어 회로(140)는, 대물 렌즈(208)의 코일에 인가하는 전류량을 제어한다. 또한, 렌즈 제어 회로(140)는, Z 센서(250)로 검출된 기판(240)의 표면 높이에 기초하여, 초점 보정 렌즈(210)에 인가하는 전압을 제어한다.

[0030] 대물 렌즈(208)는 전자 렌즈이고, 도 3에 도시하는 바와 같이, 코일(208a)과, 코일(208a)을 수용하는 요크

(208b)를 갖는다. 요크(208b)는 철 등의 투자율이 높은 재료로 구성되고, 일부에 절결(폴 피스(208c))이 마련되어 있다.

[0031] 코일(208a)에 전류를 흘려서 만들어진 자력선이, 폴 피스(208c)를 통하여 공간에 누설되어, 자계가 만들어진다.

[0032] 초점 보정 렌즈(210)는, 예를 들어 대물 렌즈(208)의 내부, 예를 들어 폴 피스(208c)의 높이에 맞춰서 배치된다. 초점 보정 렌즈(210)는 정전 렌즈이고, 링상의 전극을 갖는다. 이 전극에는 정의 전압이 인가되고, 초점 보정 렌즈(210)는 플러스의 전압 범위에서 운용된다. 이에 의해, 2차 전자는, 전극측으로 끌어당겨져, 레지스트의 대전에 의한 위치 변동을 억제할 수 있다.

[0033] 전자 빔(B)(1차 빔)이 기판(240)에 조사되면, 기판면에서 2차 전자가 방출된다. 2차 전자는, 전자 광학 경통(220) 내를 상방으로 진행한다.

[0034] 묘화 처리에서는, 기판(240) 표면의 레지스트가 빔 조사에 의해 증발하여, 위치 결정 편향기(209)의 전극 표면에 콘타미네이션(오염물)이 부착된다. 고정 편향기(212)가 마련되어 있지 않은 경우, 도 4의 (a)에 도시하는 바와 같이, 2차 전자는 위치 결정 편향기(209)의 전극 표면의 콘타미네이션에 도달하여 대전시켜, 전자 빔(B)의 궤도를 변화시킨다.

[0035] 도 4의 (b)에 도시하는 바와 같이, 위치 결정 편향기(209)의 전극으로의 인가 전압을 바꾸어서 빔 편향 위치(기판(240)에 있어서의 빔 조사 위치)를 변화시키면, 위치 결정 편향기(209) 내의 전계 강도와 방향이 바뀌어, 2차 전자의 도달 위치, 즉 대전 위치가 전극을 걸쳐 크게 바뀐다. 대전 위치가 크게 바뀜으로써, 빔 근방의 전계의 큰 변화가 발생하고, 그 결과, 빔 조사 위치의 큰 변동(드리프트)이 발생한다.

[0036] 그래서, 본 실시 형태에서는, 초점 보정 렌즈(210)와 위치 결정 편향기(209) 사이에, 고정 편향기(212)를 설치하고, 고정 편향기(212)에 고정 전압을 인가한다. 묘화 처리 중, 고정 편향기(212)로의 인가 전압을 변화시키지 않기 때문에, 고정 편향기(212)에 의한 편향량은 고정된다. 도 5의 (a)에 도시하는 바와 같이, 2차 전자는, 고정 편향기(212)측으로 가로 방향으로 편향되고, 전자 빔(B)의 궤도 근방에서 제거되어, 위치 결정 편향기(209)에는 거의 도달하지 않게 된다.

[0037] 고정 편향기(212)에 의해 편향된 2차 전자는, 고정 편향기(212)의 전극에 도달하고, 전극에 대전이 발생한다. 도 5의 (b)에 도시하는 바와 같이, 위치 결정 편향기(209)로의 인가 전압을 바꾸어서 빔 조사 위치를 바꾼 경우에도, 고정 편향기(212)의 편향 전압(편향 여자)은 일정하기 때문에, 2차 전자의 도달 위치(대전 위치)의 변화는 없고, 전자 빔 근방의 전계의 변화(방향을 포함한 전계 변화)는 작아지므로, 빔 조사 위치 변동도 작아진다. 그 때문에, 빔 위치 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[0038] 일반적으로, 2차 전자의 에너지(수십 eV 이하)는, 묘화용의 전자 빔(B)의 에너지(50kV 정도)와 비교하여 극히 낮기 때문에, 2차 전자를 편향해도, 전자 빔(B)은 거의 편향되지 않아, 광학 특성에 대한 영향은 거의 없다.

[0039] 도 6은, 고정 편향기(212)로의 인가 전압의 일례를 도시한다. 도 6에 도시하는 바와 같이, 고정 편향기(212)가, 4개의 전극(212a 내지 212d)을 갖는 정전형의 4극 편향기인 경우, 대향하는 한 쌍의 전극(212a, 212c)에 각각 고정의 편향 전압 V_D, $-V_D$를 인가하고, 나머지의 전극(212b, 212d)은 접지 전위에 고정한다. 편향 전압 V_D, $-V_D$는, 고정 편향기(212)의 제원을 고려하여 수치 시뮬레이션에 의해 결정된다. 예를 들어, 편향 전압 V_D는 20V 이상이다. 4개의 전극(212a 내지 212d)으로 둘러싸인 공간이, 전자 빔(B)의 통과 영역이 된다.

[0040] 도 7에 도시하는 바와 같이, 전극(212a 내지 212d)으로의 인가 전압에, 플러스의 공통 전압 V_c를 더 가산해도 된다. 공통 전압 V_c는, 초점 보정 렌즈(210)로의 인가 전압의 상한값 이상의 값으로 한다. 공통 전압 V_c는, 묘화 처리 중, 일정(고정)의 값이 편향 제어 회로(120)로부터 인가된다. 이에 의해, 초점 보정 렌즈(210)를 통과한 2차 전자가 감속하지 않고 고정 편향기(212)로 이동하기 때문에, 초점 보정 렌즈(210)와 고정 편향기(212) 사이에서의 2차 전자의 체류를 방지하고, 빔 조사 위치 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[0041] 고정 편향기(212)는, 4극 편향기에 한정되지 않고, 8극 편향기여도 된다. 또한, 도 8의 (a)에 도시하는 바와 같이, 전극(212b, 212d)을 생략한 2극(양극) 편향기여도 된다. 대향하는 한 쌍의 전극(212a, 212c)은, 도 8의 (a)에 도시하는 바와 같은 평판 구조여도 되고, 도 8의 (b)에 도시하는 바와 같이, 빔 통과 영역측의 표면이 외측으로 볼록해지도록 만곡한 구조로 되어 있어도 된다.

[0042] 전극(212a)으로의 인가 전압을 V_D, 전극(212c)으로의 인가 전압을 $-V_D$라 하자. 인가 전압에 플러스의 공통 전압

V_c를 가산하는 경우에는, 전극(212a)으로의 인가 전압이 V_c+V_D, 전극(212c)으로의 인가 전압이 V_c-V_D가 된다. 여기서, $V_c=V_D$라 하면, 전극(212a)으로의 인가 전압이 $2V_D$, 전극(212c)으로의 인가 전압이 0이 되고, 전극(212c)으로의 전압 인가용의 전원이 생략 가능하게 되어, 비용을 억제할 수 있다.

[0043] 상기 실시 형태에서는, 고정 편향기(212)를 1개 설치하는 예에 대하여 설명했지만, 복수의 고정 편향기를 설치해도 된다. 복수의 고정 편향기를 조합함으로써, 전자 빔(B)(묘화용의 1차 빔)의 변형이나 수차를 저감할 수 있다.

[0044] 복수의 고정 편향기는, 정전형 편향기와 자계형 편향기의 양쪽을 포함해도 된다. 도 9는, 정전형의 고정 편향기(212)와, 자계형의 고정 편향기(213, 214)를 배치한 구성의 예를 도시하고 있다.

[0045] 도 10에 도시하는 바와 같이, 고정 편향기(212)의 전극 빔 통과 영역측의 표면에 오목부(R1)를 형성해도 된다. 2차 전자의 궤도 시뮬레이션 등에 의해, 2차 전자가 부딪치는 영역을 계산하여, 산출한 영역에 오목부(R1)를 형성한다. 2차 전자가 부딪치지 않는 전극에도 오목부(R1)를 형성해도 된다.

[0046] 오목부(R1)를 형성함으로써, 오목부(R1)의 저면이 2차 전자에 의한 대전 위치가 되어, 오목부(R1)가 없는 경우와 비교하여, 대전 위치가 전자 빔(B)의 궤도로부터 멀어져, 대전이 발생해도 빔에 대한 편향 감도가 낮아지기 때문에, 빔을 보다 안정화시킬 수 있다. 따라서, 빔 조사 위치 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[0047] 도 11에 도시하는 바와 같이, 위치 결정 편향기(209)와 고정 편향기(212) 사이에, 빔 통과 구멍(262)을 갖는 애퍼처판(260)을 마련하고, 고정 편향기(212)의 인가 전압을 조정하여, 2차 전자가 고정 편향기(212)가 아닌, 애퍼처판(260)에 부딪치게 해도 된다.

[0048] 애퍼처판(260)의 하면(전자 빔(B)의 진행 방향 하류측의 면)에 오목부(R2)를 형성해도 된다. 2차 전자의 궤도 시뮬레이션 등에 의해, 2차 전자가 부딪치는 영역을 계산하여, 산출한 영역에 오목부(R2)를 형성한다. 오목부(R2)의 상면이 2차 전자를 의한 대전 위치가 되어, 오목부(R2)가 없는 경우와 비교하여, 대전 위치가 전자 빔(B)의 궤도로부터 멀어져, 대전이 발생해도 빔에 대한 편향 감도가 낮아지기 때문에, 빔을 보다 안정화시킬 수 있다. 따라서, 빔 조사 위치 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[0049] 오목부(R2)는, 빔 통과 구멍(262)을 둘러싸도록 원주상으로 형성되어 있어도 되고, 일부에만 형성되어 있어도 된다.

[0050] 대물 렌즈(208)의 빔 진행 방향 상류측의 자극 내경을 크게 하여, 상류 방향의 렌즈 집속 자계 분포를 넓게 함으로써, 수차나 변형의 저감을 도모하는 경우가 있다. 이 경우, 상기 렌즈 집속 자계가 고정 편향기에 도달하므로, 2차 전자는, 도 12의 (a), 도 12의 (b)에 도시하는 바와 같이, 편향 전계에 수직인 방향으로 이동한다. 바꿔 말하면, 편향 전압 V_D, $-V_D$를 인가하고 있는 전극(212a, 212c)의 표면에 대하여 대략 평행하게 이동한다.

[0051] 전극(212a, 212c)의 길이 L1을 전극(212b, 212d)의 길이 L2보다도 길게 함으로써, 2차 전자에 의한 대전 위치가 전자 빔(B)의 궤도로부터 멀어져, 빔에 대한 편향 감도가 낮아지기 때문에, 빔을 보다 안정화시킬 수 있다. 따라서, 빔 조사 위치 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[0052] 상기 실시 형태에서는, 고정 편향기(212)를 초점 보정 렌즈(210)와 위치 결정 편향기(209) 사이에 배치하는 구성에 대하여 설명했지만, 도 13에 도시하는 바와 같이, 초점 보정 렌즈(210)와 기판(240) 사이(초점 보정 렌즈(210)보다도 빔 진행 방향의 하류측)에 고정 편향기(212)를 배치해도 된다.

[0053] 기판(240)과 초점 보정 렌즈(210) 사이의 거리가 짧은 경우, 고정 편향기(212)의 전극을, 도 14, 도 15에 도시하는 바와 같이, 박판상의 원환을 분할한 분할 원 환상으로 해도 된다.

[0054] 도 16에 도시하는 바와 같이, 분할 원 환상의 전극에, 기판(240)에서 반사된 전자가 통과하는 개구 h를 형성하고, 개구 h의 상방에, 마크 위치를 검출하기 위한 전자 검출기(270)를 배치해도 된다.

[0055] 상기 실시 형태에서는, 하전 입자 빔의 일례로서, 전자 빔을 사용한 구성에 대하여 설명했지만, 하전 입자 빔은 전자 빔에 한정되는 것은 아니고, 이온 빔 등의 하전 입자를 사용한 빔이어도 상관없다.

[0056] 상기 실시 형태에서는, 싱글 빔을 사용한 구성에 대하여 설명했지만, 멀티 빔을 사용한 것이어도 된다.

[0057] 또한, 본 발명은 상기 실시 형태 그대로에 한정되는 것은 아니고, 실시 단계에서는 그의 요지를 일탈하지 않는 범위에서 구성 요소를 변형하여 구체화할 수 있다. 또한, 상기 실시 형태에 개시되어 있는 복수의 구성 요소가 적당한 조합에 의해, 여러 가지 발명을 형성할 수 있다. 예를 들어, 실시 형태에 나타나는 전체 구성 요소로부

터 몇몇 구성 요소를 삭제해도 된다. 또한, 다른 실시 형태에 관한 구성 요소를 적절히 조합해도 된다.

부호의 설명

[0058] 100: 제어부

110: 제어 계산기

208: 대물 렌즈

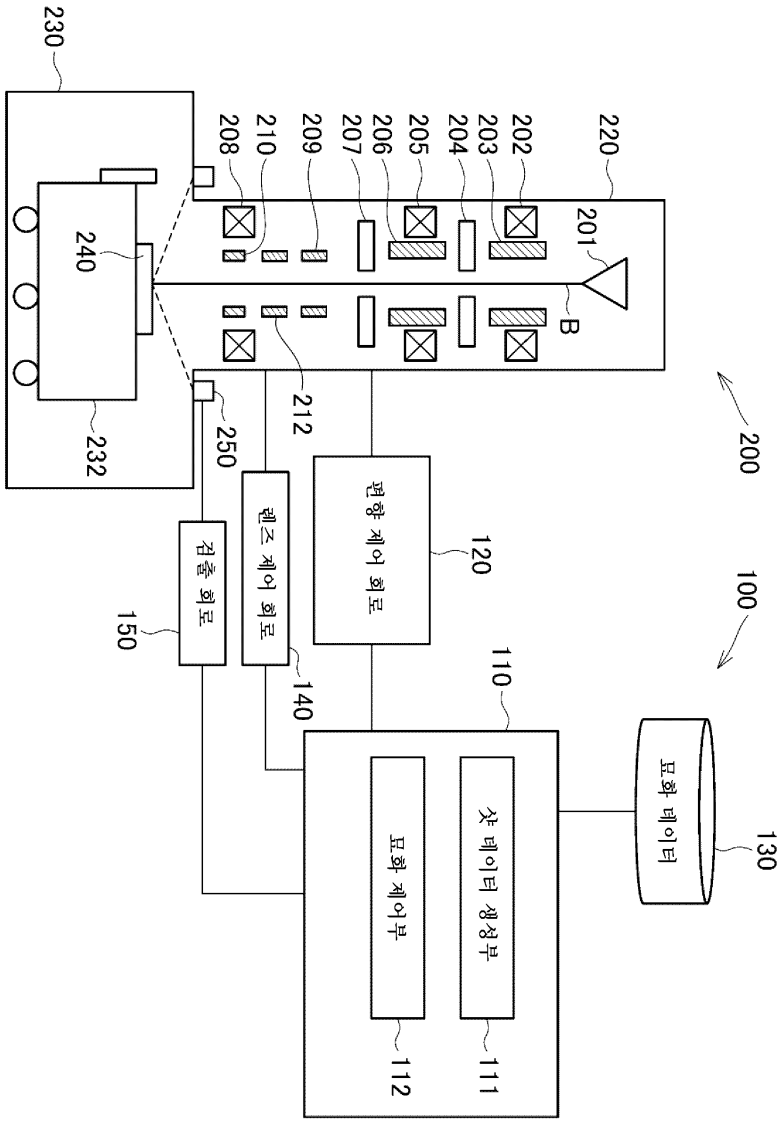
209: 위치 결정 편향기

210: 초점 보정 렌즈

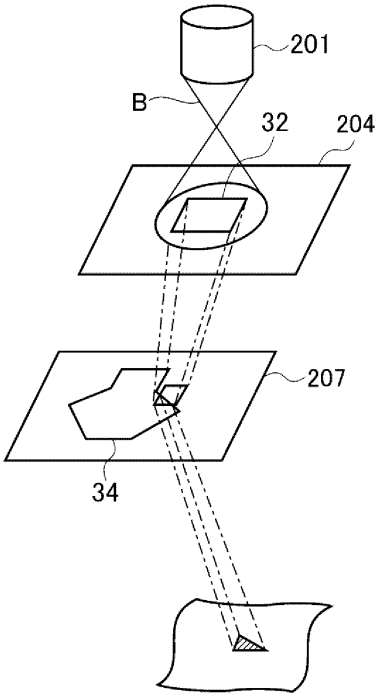
212: 고정 편향기

도면

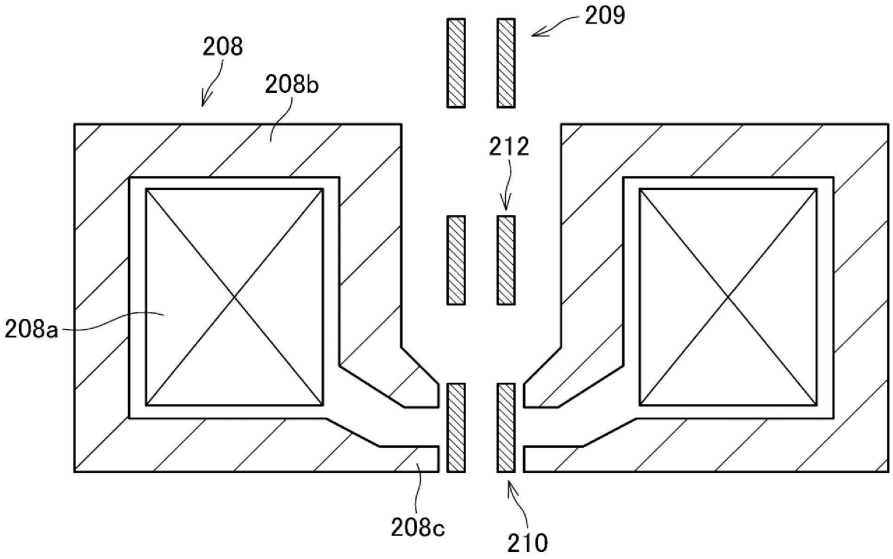
도면1



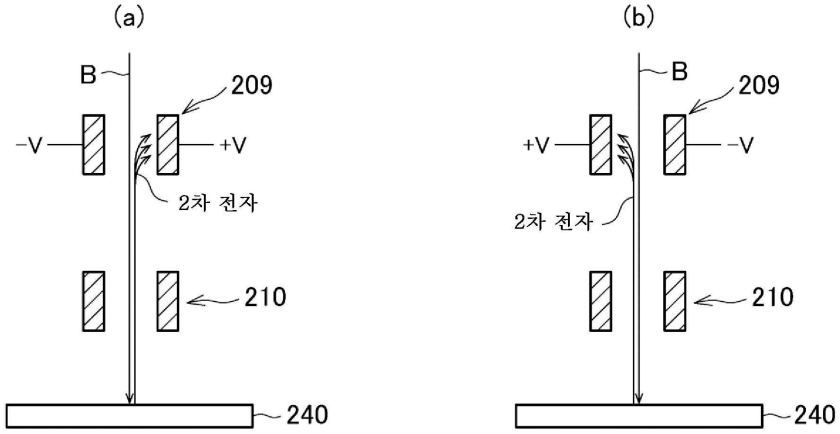
도면2



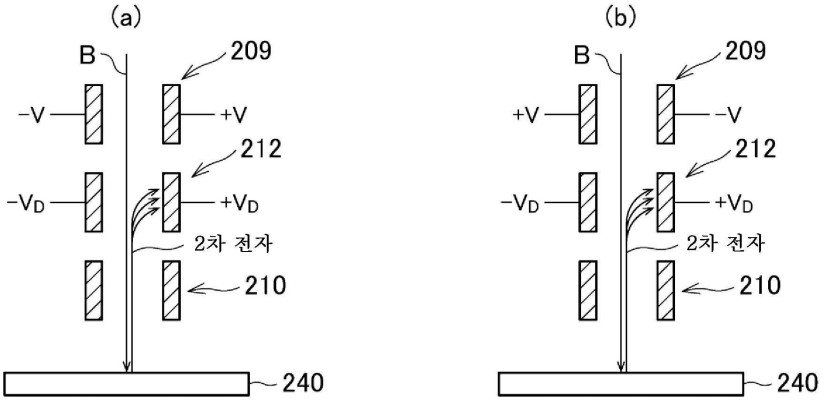
도면3



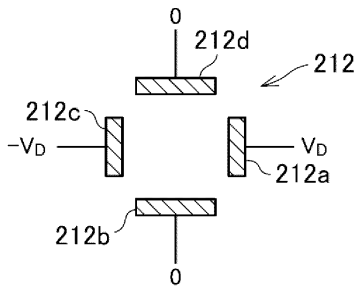
도면4


(a)
B
209
-V
+V
2차 전자
210
240
(b)
B
209
+V
-V
2차 전자
210
240

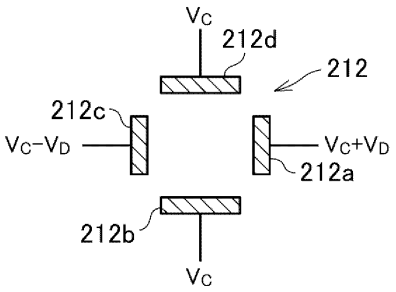
도면5


(a)
B
209
-V
+V
212
-VD
+VD
2차 전자
210
240
(b)
B
209
+V
-V
212
-VD
+VD
2차 전자
210
240

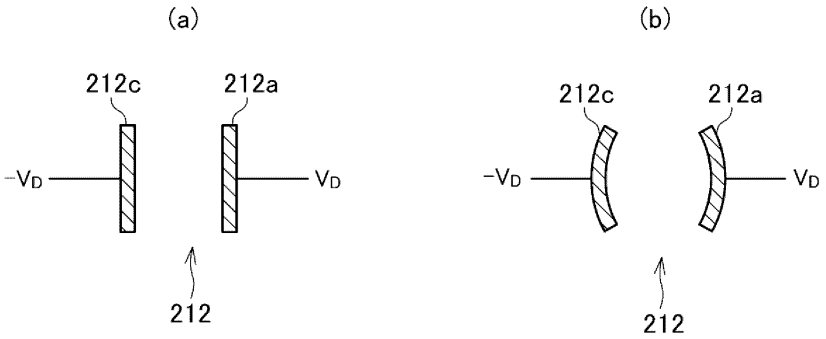
도면6


0
212d
212
212c
-VD
VD
212a
212b
0

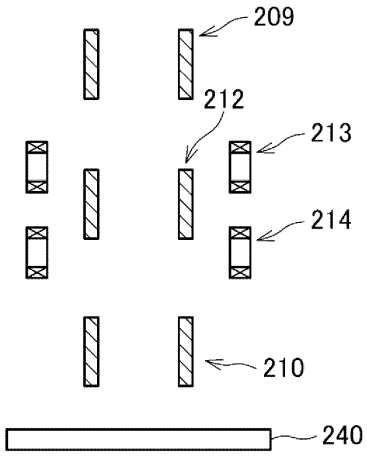
도면7


Vc
212d
212
212c
Vc-VD
Vc+VD
212a
212b
Vc

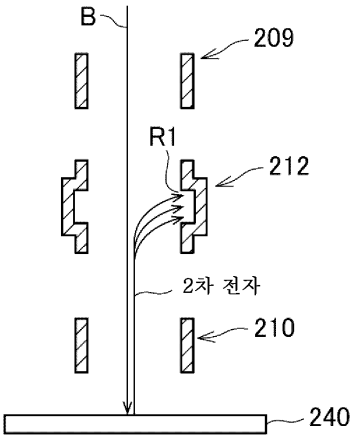
도면8


(a)
212c
212a
-VD
VD
212
(b)
212c
212a
-VD
VD
212

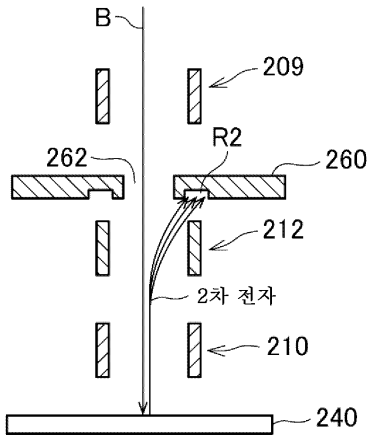
도면9


209
212
213
214
210
240

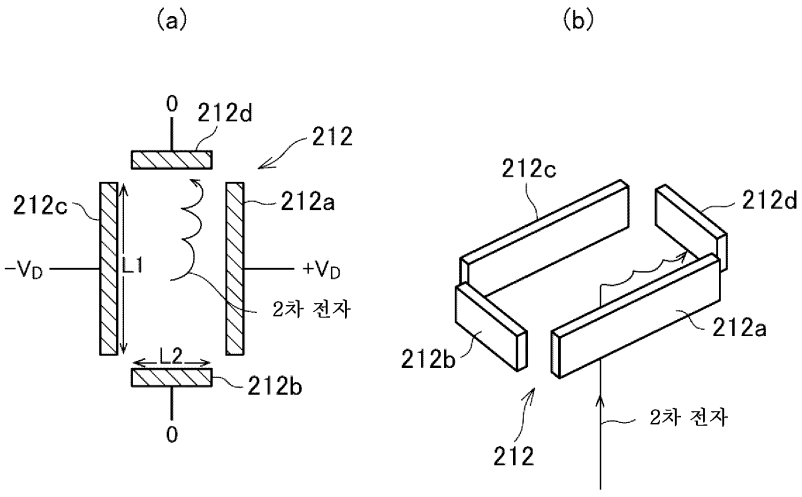
도면10



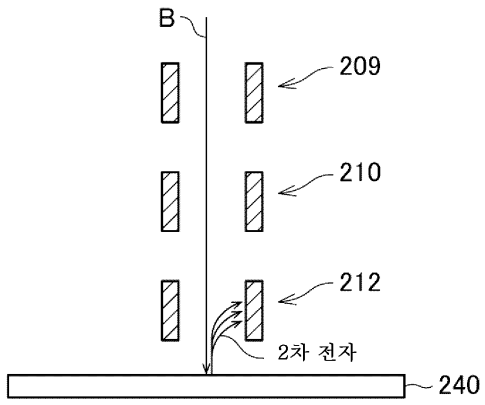
도면11



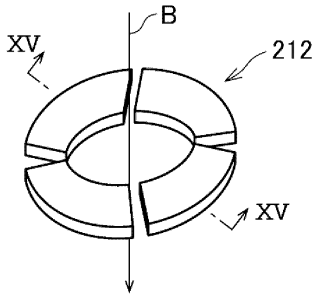
도면12



도면13



도면14



도면15



도면16

