



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년04월08일  
(11) 등록번호 10-1252354  
(24) 등록일자 2013년04월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G03F 7/20 (2006.01) G03F 9/02 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2010-0115368  
(22) 출원일자 2010년11월19일  
심사청구일자 2010년11월19일  
(65) 공개번호 10-2011-0056243  
(43) 공개일자 2011년05월26일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2009-264543 2009년11월20일 일본(JP)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2002015972 A  
JP06163378 A  
JP2009260250 A  
JP10162145 A

(73) 특허권자  
가부시킴가이샤 뉴플레이어 테크놀로지  
일본국 시즈오카현 누마즈시 오오카 2068-3  
(72) 발명자  
나카야마다 노리아끼  
일본 시즈오카현 누마즈시 오오카 2068-3 가부시  
킴가이샤 뉴플레이어 테크놀로지 내  
히구라시 히토시  
일본 시즈오카현 누마즈시 오오카 2068-3 가부시  
킴가이샤 뉴플레이어 테크놀로지 내  
(74) 대리인  
성재동, 장수길

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 김광철

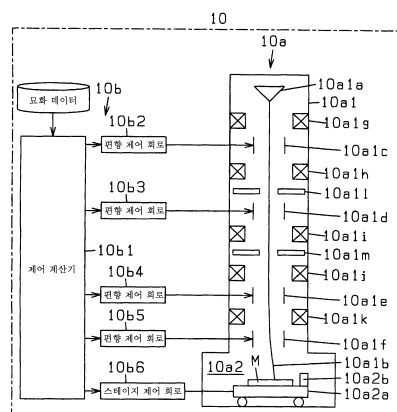
(54) 발명의 명칭 하전 입자 빔 묘화 장치 및 그 대전 효과 보정 방법

(57) 요약

본 발명의 과제는, 고정밀도의 대전 효과 보정 처리를 실행하면서, 처리의 소요 시간을 단축하는 것이다.

레지스트가 상면에 도포된 시료(M)에 하전 입자 빔(10a1b)을 조사함으로써 패턴을 묘화하는 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에 있어서, 패턴 면적 밀도 분포 산출부(10b1b1)와, 도크랑 분포 산출부(10b1b2)와, 조사량 분포 산출부(10b1b3)와, 조사량 분포와 흐림 하전 입자 분포의 컨볼루션 계산을 실행하는 흐림 하전 입자량 분포 산출부(10b1b4)와, 하전 입자 빔(10a2b)의 조사 시각을 산출하는 조사 시각 산출부(10b1b5)와, 경과 시간을 산출하는 경과 시간 산출부(10b1b6)와, 대전량 분포 산출부(10b1b7)와, 대전량 분포와 위치 어긋남 응답 함수의 컨볼루션 계산을 실행하는 위치 어긋남량 맵 산출부(10b1b8)와, 중앙 연산 처리부(10b1b9)와, 산출부(10b1b4, 10b1b8)에 있어서의 연산에 사용되고, 중앙 연산 처리부(10b1b9)보다 고속의 고속 연산 처리부(10b1b10)를 설치하였다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

레지스트가 상면에 도포된 시료에 하전 입자 빔을 조사함으로써, 묘화 데이터에 포함되어 있는 복수의 도형에 대응하는 복수의 패턴을 시료의 레지스트에 묘화하는 묘화부와,

하전 입자 빔에 의해 묘화되는 패턴의 면적 밀도 분포를 산출하는 패턴 면적 밀도 분포 산출부와,

패턴 면적 밀도 분포와 레지스트 내에 있어서의 하전 입자의 후방 산란율에 기초하여 도즈량 분포를 산출하는 도즈량 분포 산출부와,

패턴 면적 밀도 분포와 도즈량 분포의 곱인 조사량 분포를 산출하는 조사량 분포 산출부와,

조사량 분포와 흐림 하전 입자 분포의 컨볼루션 적분을 실행하는 흐림 하전 입자량 분포 산출부와,

패턴을 묘화하기 위해 조사되는 하전 입자 빔의 조사 시각을 산출하는 조사 시각 산출부와,

경과 시간을 산출하는 경과 시간 산출부와,

하전 입자 빔의 조사에 의해 대전되는 시료의 레지스트의 대전량 분포를 산출하는 대전량 분포 산출부와,

대전량 분포와 위치 어긋남 응답 함수의 컨볼루션 적분을 실행하는 위치 어긋남량 맵 산출부와,

패턴 면적 밀도 분포 산출부에 있어서의 연산, 도즈량 분포 산출부에 있어서의 연산, 조사량 분포 산출부에 있어서의 연산, 조사 시각 산출부에 있어서의 연산, 경과 시간 산출부에 있어서의 연산 및 대전량 분포 산출부에 있어서의 연산에 사용되는 중앙 연산 처리부와,

흐림 하전 입자량 분포 산출부에 있어서의 연산 및 위치 어긋남량 맵 산출부에 있어서의 연산에 사용되고, 중앙 연산 처리부보다도 빠른 연산 처리 속도를 갖는 고속 연산 처리부를 구비하는 것을 특징으로 하는, 하전 입자 빔 묘화 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 대전량 분포 산출부가, 제1 대전 영역과, 제1 대전 영역의 메쉬 사이즈보다도 큰 메쉬 사이즈를 갖는 제2 대전 영역을 포함하는 대전량 분포 맵을 산출하고,

고속 연산 처리부가, 대전량 분포 맵의 제1 대전 영역의 메쉬 사이즈로 기술된 대전량 분포와 대전량 분포 맵의 제1 대전 영역에 대응하는 위치 어긋남 응답 함수의 컨볼루션 적분을 실행하기 위해 사용되는 제1 연산 유닛과, 대전량 분포 맵의 제2 대전 영역의 메쉬 사이즈로 기술된 대전량 분포와 대전량 분포 맵의 제2 대전 영역에 대응하는 위치 어긋남 응답 함수의 컨볼루션 적분을 실행하기 위해 사용되는 제2 연산 유닛을 갖는 것을 특징으로 하는, 하전 입자 빔 묘화 장치.

### 청구항 3

제1항에 있어서, 고속 연산 처리부가, 위치 어긋남량의 x 방향의 성분을 산출하기 위한 위치 어긋남 응답 함수와 대전량 분포의 컨볼루션 적분을 실행하기 위해 사용되는 제1 연산 유닛과, 위치 어긋남량의 y 방향의 성분을 산출하기 위한 위치 어긋남 응답 함수와 대전량 분포의 컨볼루션 적분을 실행하기 위해 사용되는 제2 연산 유닛을 갖는 것을 특징으로 하는, 하전 입자 빔 묘화 장치.

### 청구항 4

제1항에 있어서, 조사량 분포 산출부가, 제1 조사량 분포 맵과, 제1 조사량 분포 맵의 메쉬 사이즈보다도 큰 메쉬 사이즈를 갖는 제2 조사량 분포 맵을 산출하고,

흐림 하전 입자량 분포 산출부가, 제1 가우시안 분포와, 제1 가우시안 분포의 흐림 산란 반경보다도 큰 흐림 산란 반경을 갖는 제2 가우시안 분포의 합으로서 흐림 하전 입자 분포를 설정하고,

고속 연산 처리부가, 제1 조사량 분포 맵의 메쉬 사이즈로 기술된 제1 조사량 분포와 제1 가우시안 분포의 컨볼루션 적분을 실행하기 위해 사용되는 제1 연산 유닛과, 제2 조사량 분포 맵의 메쉬 사이즈로 기술된 제2 조사량

분포와 제2 가우시안 분포의 컨볼루션 적분을 실행하기 위해 사용되는 제2 연산 유닛을 갖는 것을 특징으로 하는, 하전 입자 빔 묘화 장치.

## 청구항 5

레지스트가 상면에 도포된 시료에 하전 입자 빔을 조사함으로써, 묘화 데이터에 포함되어 있는 복수의 도형에 대응하는 복수의 패턴을 시료의 레지스트에 묘화하는 하전 입자 빔 묘화 장치의 대전 효과 보정 방법에 있어서, 하전 입자 빔에 의해 묘화되는 패턴의 면적 밀도 분포를 산출하는 연산을, 중앙 연산 처리부를 사용하여 실행하고,

패턴 면적 밀도 분포와 레지스트 내에 있어서의 하전 입자의 후방 산란율에 기초하여 도즈량 분포를 산출하는 연산을, 중앙 연산 처리부를 사용하여 실행하고,

패턴 면적 밀도 분포와 도즈량 분포의 곱인 조사량 분포를 산출하는 연산을, 중앙 연산 처리부를 사용하여 실행하고,

조사량 분포와 흐림 하전 입자 분포의 컨볼루션 적분을, 중앙 연산 처리부보다도 빠른 연산 처리 속도를 갖는 고속 연산 처리부를 사용하여 실행하고,

패턴을 묘화하기 위해 조사되는 하전 입자 빔의 조사 시각을 산출하는 연산을, 중앙 연산 처리부를 사용하여 실행하고,

경과 시간을 산출하는 연산을, 중앙 연산 처리부를 사용하여 실행하고,

하전 입자 빔의 조사에 의해 대전되는 시료의 레지스트의 대전량 분포를 산출하는 연산을, 중앙 연산 처리부를 사용하여 실행하고,

대전량 분포와 위치 어긋남 응답 함수의 컨볼루션 적분을, 고속 연산 처리부를 사용하여 실행하는 것을 특징으로 하는, 하전 입자 빔 묘화 장치의 대전 효과 보정 방법.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은, 레지스트가 상면에 도포된 시료에 하전 입자 빔을 조사함으로써, 묘화 데이터에 포함되어 있는 복수의 도형에 대응하는 복수의 패턴을 시료의 레지스트에 묘화하는 하전 입자 빔 묘화 장치 및 그 대전 효과 보정 방법에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 종래부터, 대전 효과 보정 처리를 실행하는 하전 입자 빔 묘화 장치가 알려져 있다. 이러한 종류의 하전 입자 빔 묘화 장치의 예로서, 예를 들어 특허 문헌 1에 기재된 것이 있다. 특허 문헌 1에 기재된 하전 입자 빔 묘화 장치에서는, 레지스트가 상면에 도포된 시료에 하전 입자 빔을 조사함으로써, 묘화 데이터에 포함되어 있는 복수의 도형에 대응하는 복수의 패턴을 시료의 레지스트에 묘화하는 묘화부가 설치되어 있다. 또한, 특허 문헌 1에 기재된 하전 입자 빔 묘화 장치에서는, 대전 효과 보정 처리를 실행하기 위해, 하전 입자 빔에 의해 묘화되는 패턴의 면적 밀도 분포를 산출하는 패턴 면적 밀도 분포 산출부와, 패턴 면적 밀도 분포와 레지스트 내에 있어서의 하전 입자의 후방 산란율에 기초하여 도즈량 분포를 산출하는 도즈량 분포 산출부가 설치되어 있다.

[0003] 또한, 특허 문헌 1에 기재된 하전 입자 빔 묘화 장치에서는, 대전 효과 보정 처리를 실행하기 위해, 패턴 면적 밀도 분포와 도즈량 분포의 곱인 조사량 분포를 산출하는 조사량 분포 산출부와, 조사량 분포와 흐림 하전 입자 분포의 컨볼루션 계산을 실행하는 흐림 하전 입자량 분포 산출부가 설치되어 있다. 또한, 특허 문헌 1에 기재된 하전 입자 빔 묘화 장치에서는, 대전 효과 보정 처리를 실행하기 위해, 하전 입자 빔의 조사에 의해 대전되는 시료의 레지스트의 대전량 분포를 산출하는 대전량 분포 산출부와, 대전량 분포와 위치 어긋남 응답 함수의 컨볼루션 계산을 실행하는 위치 어긋남량 맵 산출부가 설치되어 있다.

[0004] 상세하게는, 특허 문헌 1에 기재된 하전 입자 빔 묘화 장치에서는, 시료의 레지스트에의 하전 입자 빔의 조사 위치가 레지스트의 대전 효과에 수반하여 어긋나는 양이, 위치 어긋남량 맵 산출부에 의해 산출된다. 또한, 레지스트의 대전 효과에 수반되는 하전 입자 빔의 조사 위치의 어긋남을 보정(상쇄)하기 위해, 하전 입자 빔이 편

향기에 의해 편향된다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) [특허 문헌 1] 일본 특허 출원 공개 제2009-260250호 공보

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 특허 문헌 1에는, 패턴 면적 밀도 분포 산출부에 있어서의 연산, 도즈량 분포 산출부에 있어서의 연산, 조사량 분포 산출부에 있어서의 연산, 흐름 하전 입자량 분포 산출부에 있어서의 연산, 대전량 분포 산출부에 있어서의 연산 및 위치 어긋남량 맵 산출부에 있어서의 연산이 무엇을 사용하여 실행되는지에 대해 기재되어 있지 않지만, 통상 예를 들어 특허 문헌 1에 기재된 하전 입자 빔 묘화 장치와 같은 종래의 하전 입자 빔 묘화 장치에서는, 패턴 면적 밀도 분포 산출부에 있어서의 연산, 도즈량 분포 산출부에 있어서의 연산, 조사량 분포 산출부에 있어서의 연산, 흐름 하전 입자량 분포 산출부에 있어서의 연산, 대전량 분포 산출부에 있어서의 연산 및 위치 어긋남량 맵 산출부에 있어서의 연산이, 중앙 연산 처리부(CPU)를 사용하여 실행되어 있다.

[0007] 그런데, 흐름 하전 입자량 분포 산출부에 있어서의 연산 및 위치 어긋남량 맵 산출부에 있어서의 연산의 처리 부하는, 대전 효과 보정 처리를 실행하기 위한 다른 연산의 처리 부하에 비해 돌출되어 커진다. 따라서, 흐름 하전 입자량 분포 산출부에 있어서의 연산 및 위치 어긋남량 맵 산출부에 있어서의 연산의 처리 시간을 단축하기 위해, 다수의 중앙 연산 처리부(CPU)를 사용하여 흐름 하전 입자량 분포 산출부에 있어서의 연산 및 위치 어긋남량 맵 산출부에 있어서의 연산을 병렬 처리하는 것을 생각할 수 있다.

[0008] 그런데, 흐름 하전 입자량 분포 및 대전량 분포는 시료의 레지스트에 대한 하전 입자 빔의 샷마다(조사마다) 변화되는 성질을 갖는다. 따라서, 흐름 하전 입자량 분포, 대전량 분포 등에 기초하여 산출되는 하전 입자 빔의 조사 위치의 어긋남량(위치 어긋남량 맵)을 정확한 값으로 하기 위해서는, 하전 입자 빔의 샷(조사)의 순서에 따라서, 흐름 하전 입자량 분포 산출부에 있어서의 연산 및 위치 어긋남량 맵 산출부에 있어서의 연산을 처리할 필요가 있다.

[0009] 즉, 다수의 중앙 연산 처리부(CPU)를 사용하여, 하전 입자 빔의 샷(조사)의 순서와는 관계없이, 흐름 하전 입자량 분포 산출부에 있어서의 연산 및 위치 어긋남량 맵 산출부에 있어서의 연산을 병렬 처리에 의해 실행하면, 흐름 하전 입자량 분포 산출부에 있어서의 연산 및 위치 어긋남량 맵 산출부에 있어서의 연산의 처리에 필요로 하는 시간을 단축할 수 있지만, 고정밀도의 대전 효과 보정 처리를 실행할 수 없다.

[0010] 상술한 문제점에 비추어, 본 발명은 고정밀도의 대전 효과 보정 처리를 실행하면서, 대전 효과 보정 처리에 필요로 하는 시간을 단축할 수 있는 하전 입자 빔 묘화 장치 및 그 대전 효과 보정 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0011] 상세하게는, 본 발명은 고속 연산 처리부가 설치되어 있지 않아, 대전 효과 보정 처리에 필요한 연산이 중앙 연산 처리부에 의해서만 실행되는 경우나, 대전 효과 보정 처리에 필요한 연산이, 중앙 연산 처리부와 동등한 연산 처리 속도를 갖는 연산 처리부와, 중앙 연산 처리부와 병렬 처리에 의해 실행되는 경우보다도, 대전 효과 보정 처리에 필요로 하는 시간을 단축할 수 있는 하전 입자 빔 묘화 장치 및 그 대전 효과 보정 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 일 형태에 따르면, 레지스트가 상면에 도포된 시료에 하전 입자 빔을 조사함으로써, 묘화 데이터에 포함되어 있는 복수의 도형에 대응하는 복수의 패턴을 시료의 레지스트에 묘화하는 묘화부와,

[0013] 하전 입자 빔에 의해 묘화되는 패턴의 면적 밀도 분포를 산출하는 패턴 면적 밀도 분포 산출부와,

[0014] 패턴 면적 밀도 분포와 레지스트 내에 있어서의 하전 입자의 후방 산란율에 기초하여 도즈량 분포를 산출하는 도즈량 분포 산출부와,

- [0015] 패턴 면적 밀도 분포와 도즈량 분포의 곱인 조사량 분포를 산출하는 조사량 분포 산출부와,
- [0016] 조사량 분포와 흐림 하전 입자 분포의 컨볼루션 계산을 실행하는 흐림 하전 입자량 분포 산출부와,
- [0017] 패턴을 묘화하기 위해 조사되는 하전 입자 빔의 조사 시각을 산출하는 조사 시각 산출부와,
- [0018] 경과 시간을 산출하는 경과 시간 산출부와,
- [0019] 하전 입자 빔의 조사에 의해 대전되는 시료의 레지스트의 대전량 분포를 산출하는 대전량 분포 산출부와,
- [0020] 대전량 분포와 위치 어긋남 응답 함수의 컨볼루션 계산을 실행하는 위치 어긋남량 맵 산출부와,
- [0021] 패턴 면적 밀도 분포 산출부에 있어서의 연산, 도즈량 분포 산출부에 있어서의 연산, 조사량 분포 산출부에 있어서의 연산, 조사 시각 산출부에 있어서의 연산, 경과 시간 산출부에 있어서의 연산 및 대전량 분포 산출부에 있어서의 연산에 사용되는 중앙 연산 처리부와,
- [0022] 흐림 하전 입자량 분포 산출부에 있어서의 연산 및 위치 어긋남량 맵 산출부에 있어서의 연산에 사용되고, 중앙 연산 처리부보다도 빠른 연산 처리 속도를 갖는 고속 연산 처리부를 구비하는 것을 특징으로 하는 하전 입자 빔 묘화 장치가 제공된다.
- [0023] 본 발명의 다른 일 형태에 따르면, 레지스트가 상면에 도포된 시료에 하전 입자 빔을 조사함으로써, 묘화 데이터에 포함되어 있는 복수의 도형에 대응하는 복수의 패턴을 시료의 레지스트에 묘화하는 하전 입자 빔 묘화 장치의 대전 효과 보정 방법에 있어서,
- [0024] 하전 입자 빔에 의해 묘화되는 패턴의 면적 밀도 분포를 산출하는 연산을, 중앙 연산 처리부를 사용하여 실행하고,
- [0025] 패턴 면적 밀도 분포와 레지스트 내에 있어서의 하전 입자의 후방 산란율에 기초하여 도즈량 분포를 산출하는 연산을, 중앙 연산 처리부를 사용하여 실행하고,
- [0026] 패턴 면적 밀도 분포와 도즈량 분포의 곱인 조사량 분포를 산출하는 연산을, 중앙 연산 처리부를 사용하여 실행하고,
- [0027] 조사량 분포와 흐림 하전 입자 분포의 컨볼루션 계산을, 중앙 연산 처리부보다도 빠른 연산 처리 속도를 갖는 고속 연산 처리부를 사용하여 실행하고,
- [0028] 패턴을 묘화하기 위해 조사되는 하전 입자 빔의 조사 시각을 산출하는 연산을, 중앙 연산 처리부를 사용하여 실행하고,
- [0029] 경과 시간을 산출하는 연산을, 중앙 연산 처리부를 사용하여 실행하고,
- [0030] 하전 입자 빔의 조사에 의해 대전되는 시료의 레지스트의 대전량 분포를 산출하는 연산을, 중앙 연산 처리부를 사용하여 실행하고,
- [0031] 대전량 분포와 위치 어긋남 응답 함수의 컨볼루션 계산을, 고속 연산 처리부를 사용하여 실행하는 것을 특징으로 하는 하전 입자 빔 묘화 장치의 대전 효과 보정 방법이 제공된다.

### 발명의 효과

- [0032] 본 발명에 따르면, 고정밀도의 대전 효과 보정 처리를 실행하면서, 대전 효과 보정 처리에 필요로 하는 시간을 단축할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0033] 도 1은 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 개략적인 구성도.
- 도 2는 도 1에 도시하는 제어부(10b)의 제어 계산기(10b1)의 상세도.
- 도 3은 도 2에 도시하는 대전 효과 보정 처리부(10b1b)의 상세도.
- 도 4는 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에 있어서 하전 입자 빔(10a1b)의 1회의 샷으로 시료(M)의 레지스트에 묘화할 수 있는 패턴(PA)의 일례를 설명하기 위한 도면.
- 도 5는 도 1 및 도 2에 도시하는 묘화 데이터의 일부의 일례를 개략적으로 도시한 도면.



도 6은 묘화 데이터에 포함되어 있는 도형(FG1, FG2, FG3, ...)에 대응하는 패턴(PA1, PA2, PA3, ...)이 하전 입자 빔(10a1b)에 의해 묘화되는 묘화 순서를 설명하기 위한 도면.

도 7은 도 6에 도시하는 패턴(PA1, PA2, PA3)의 묘화에 수반하여 발생하는 레지스트의 대전, 하전 입자 빔(10a1b)의 위치 어긋남 및 하전 입자 빔(10a1b)의 위치 어긋남을 상쇄하는 대전 효과 보정의 사고 방식에 대해 개략적으로 설명하기 위한 도면.

도 8은 시료(M)의 묘화 영역(DA)의 스트라이프(STRI) 내의 패턴 면적 밀도 분포  $\rho(x, y)$ 를 나타내는 패턴 면적 밀도 분포 맵 등을 도시한 도면.

도 9는 시료(M)의 묘화 영역(DA)의 스트라이프(STRI) 전체의 조사량 분포  $E(x, y)$ 와 흐림 하전 입자 분포(흐림 전자 분포)  $g(x, y)$ 의 컨볼루션 계산(컨볼루션 적분)이 수행된 시점에 있어서의 흐림 하전 입자량 분포(흐림 전자량 분포)  $F(x, y)$ 를 나타내는 흐림 하전 입자량 분포 맵 등을 도시한 도면.

도 10은 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에 의한 대전 효과 보정 처리의 처리 시간 등을 도시한 도면.

도 11은 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 대전 효과 보정 처리부(10b1b)의 상세도.

도 12는  $+1nC$ 의 표면 점전하에 대한 하전 입자 빔의 위치 어긋남량의 계산 결과를 나타낸 그래프.

도 13은 시료(M)의 묘화 영역(DA)의 스트라이프(STRI) 내의 모든 하전 입자 빔(10a1b)의 샷이 종료된 시점에 있어서의 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 대전량 분포 맵 등을 도시한 도면.

도 14는 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에 의한 대전 효과 보정 처리의 처리 시간을 도시한 도면.

도 15는 위치 어긋남량  $p$ 의  $x$  방향의 성분  $p_x$ 를 산출하기 위한 위치 어긋남 응답 함수  $r_x(x, y)$ 의 일례를 나타낸 도면.

도 16은 위치 어긋남량  $p$ 의  $y$  방향의 성분  $p_y$ 를 산출하기 위한 위치 어긋남 응답 함수  $r_y(x, y)$ 의 일례를 나타낸 도면.

도 17은 하전 입자 빔(10a1b)의 조사 위치로부터의 거리(반경)와 흐림 하전 입자량(흐림 전자량)의 관계를 나타낸 도면.

도 18은 시료(M)의 묘화 영역(DA)의 스트라이프(STRI) 내의 모든 하전 입자 빔(10a1b)의 샷이 종료된 시점에 있어서의 제5 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 제1 조사량 분포 맵 및 제2 조사량 분포 맵을 도시한 도면.

도 19는 제5 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에 의한 대전 효과 보정 처리의 처리 시간을 도시한 도면.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 이하, 본 발명의 하전 입자 빔 묘화 장치의 제1 실시 형태에 대해 설명한다. 도 1은 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 개략적인 구성도이다. 도 2는 도 1에 도시하는 제어부(10b)의 제어 계산기(10b1)의 상세도이다. 도 3은 도 2에 도시하는 대전 효과 보정 처리부(10b1b)의 상세도이다.

[0035] 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 도 1에 도시하는 바와 같이, 예를 들어 마스크(블랭크), 웨이퍼 등과 같은 레지스트가 상면에 도포된 시료(M)에 하전 입자 빔(10a1b)을 조사함으로써, 시료(M)의 레지스트에 원하는 패턴을 묘화하기 위한 묘화부(10a)가 설치되어 있다. 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 하전 입자 빔(10a1b)으로서 예를 들어 전자 빔이 사용되지만, 제2 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 대신에 하전 입자 빔(10a1b)으로서 예를 들어 이온 빔 등의 전자 빔 이외의 하전 입자 빔을 사용하는 것도 가능하다.

[0036] 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 도 1에 도시하는 바와 같이, 예를 들어 하전 입자 총(10a1a)과, 하전 입자 총(10a1a)으로부터 조사된 하전 입자 빔(10a1b)을 편향하는 편향기(10a1c, 10a1d, 10a1e, 10a1f)와, 편향기(10a1c, 10a1d, 10a1e, 10a1f)에 의해 편향된 하전 입자 빔(10a1b)에 의한 묘화가 행해지는 시료(M)를 적재하는 가동 스테이지(10a2a)가, 묘화부(10a)에 설치되어 있다. 상세하게는, 예를 들어 묘화부(10a)의 일부를 구성하는 묘화실(10a2)에, 시료(M)가 적재된 가동 스테이지(10a2a)와 레이저 간섭계(10a2b)가 배치되어 있다. 이 가동 스테이지(10a2a)는, 예를 들어 도 1의 좌우 방향 및 도 1의 전방측-깊이측 방향

으로 이동 가능하게 구성되어 있다. 또한, 예를 들어 묘화부(10a)의 일부를 구성하는 광학 경통(10a1)에, 하전 입자 총(10a1a)과, 편향기(10a1c, 10a1d, 10a1e, 10a1f)와, 렌즈(10a1g, 10a1h, 10a1i, 10a1j, 10a1k)와, 제1 성형 애퍼처(10a1l)와, 제2 성형 애퍼처(10a1m)가 배치되어 있다.

[0037] 구체적으로는, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 도 1 및 도 2에 도시하는 바와 같이, 예를 들어 시료(M)의 묘화 영역(DA)(도 6 참조)에 대응하는 묘화 데이터가, 제어 계산기(10b1)에 입력되면, 입력부(10b1a)에 의해 판독되어, 샷 데이터 생성부(10b1g)로 전송된다. 계속해서, 예를 들어 샷 데이터 생성부(10b1g)로 전송된 묘화 데이터가, 샷 데이터 생성부(10b1g)에 의해 데이터 처리되고, 시료(M)의 레지스트에 패턴을 묘화하는 하전 입자 빔(10a1b)을 조사하기 위한 샷 데이터가 생성된다. 계속해서, 예를 들어 샷 데이터가 샷 데이터 생성부(10b1g)로부터 편향 제어부(10b1h)로 보내진다.

[0038] 또한, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 도 1 및 도 2에 도시하는 바와 같이, 예를 들어 입력부(10b1a)에 의해 판독된 묘화 데이터가, 대전 효과 보정 처리부(10b1b)로도 전송된다. 계속해서, 대전 효과 보정 처리부(10b1b)에서는, 전송된 묘화 데이터에 기초하여, 이후에 상세하게 설명하는 처리가 실행되고, 위치 어긋남량 맵  $p(x, y)$ 가 작성된다. 계속해서, 위치 어긋남량 맵  $p(x, y)$ 가 위치 어긋남량 맵 기억부(10b1c)에 기억된다.

[0039] 계속해서, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 도 1 및 도 2에 도시하는 바와 같이, 예를 들어 샷 데이터 생성부(10b1g)로부터 편향 제어부(10b1h)로 보내진 샷 데이터에 기초하여, 편향 제어부(10b1h)에 의해 편향기(10a1c, 10a1d, 10a1e, 10a1f)가 제어되고, 하전 입자 총(10a1a)으로부터의 하전 입자 빔(10a1b)이 시료(M)의 레지스트의 원하는 위치를 향해 조사된다. 상세하게는, 시료(M)의 레지스트의 원하는 위치를 향해 조사된 하전 입자 빔(10a1b)이, 레지스트의 대전 효과에 의해 원하는 위치로부터 어긋나 버릴 것이라 생각되는 경우에, 위치 어긋남량 맵 기억부(10b1c)에 기억되어 있는 위치 어긋남량 맵  $p(x, y)$  등에 기초하여, 그리드 매칭 제어부(10b1d)에 의해, 레지스트의 대전 효과에 수반되는 하전 입자 빔(10a1b)의 위치 어긋남 등을 보정하는 제어가 실행된다. 구체적으로는, 레지스트의 대전 효과에 수반되는 하전 입자 빔(10a1b)의 위치 어긋남 등을 상쇄하도록 주 편향기(10a1f)에 의해 하전 입자 빔(10a1b)이 편향된다. 그 결과, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 하전 입자 빔(10a1b)이 시료(M)의 레지스트의 원하는 위치에 정확하게 조사된다.

[0040] 상세하게는, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 도 1 및 도 2에 도시하는 바와 같이, 예를 들어 샷 데이터 생성부(10b1g)에 의해 생성된 샷 데이터에 기초하여, 편향 제어부(10b1h)에 의해 편향 제어 회로(10b2)를 통해 블랭킹 편향기(10a1c)를 제어함으로써, 하전 입자 총(10a1a)으로부터 조사된 하전 입자 빔(10a1b)이, 예를 들어 제1 성형 애퍼처(10a1l)의 개구(10a1l')(도 4 참조)를 투과하여 시료(M)에 조사되거나, 혹은 예를 들어 제1 성형 애퍼처(10a1l)의 개구(10a1l') 이외의 부분에 의해 차단되어 시료(M)에 조사되지 않거나 전환된다. 즉, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 블랭킹 편향기(10a1c)를 제어함으로써, 예를 들어 하전 입자 빔(10a1b)의 조사 시간을 제어할 수 있다.

[0041] 또한, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 도 1 및 도 2에 도시하는 바와 같이, 예를 들어 샷 데이터 생성부(10b1g)에 의해 생성된 샷 데이터에 기초하여, 편향 제어부(10b1h)에 의해 편향 제어 회로(10b3)를 통해 빔 치수 가변 편향기(10a1d)를 제어함으로써, 제1 성형 애퍼처(10a1l)의 개구(10a1l')(도 4 참조)를 투과한 하전 입자 빔(10a1b)이, 빔 치수 가변 편향기(10a1d)에 의해 편향된다. 계속해서, 빔 치수 가변 편향기(10a1d)에 의해 편향된 하전 입자 빔(10a1b)의 일부가, 제2 성형 애퍼처(10a1m)의 개구(10a1m')(도 4 참조)를 투과한다. 즉, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 예를 들어 빔 치수 가변 편향기(10a1d)에 의해 하전 입자 빔(10a1b)이 편향되는 양, 방향 등을 조정함으로써, 시료(M)에 조사되는 하전 입자 빔(10a1b)의 크기, 형상 등을 조정할 수 있다.

[0042] 도 4는 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에 있어서 하전 입자 빔(10a1b)의 1회의 샷으로 시료(M)의 레지스트에 묘화할 수 있는 패턴(PA)의 일례를 설명하기 위한 도면이다. 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 도 1 및 도 4에 도시하는 바와 같이, 예를 들어 하전 입자 빔(10a1b)에 의해 시료(M)의 레지스트에 패턴(PA)(도 4 참조)이 묘화될 때에, 하전 입자 총(10a1a)(도 1 참조)으로부터 조사된 하전 입자 빔(10a1b)의 일부가, 제1 성형 애퍼처(10a1l)의 예를 들어 정방형의 개구(10a1l')(도 4 참조)를 투과한다. 그 결과, 제1 성형 애퍼처(10a1l)의 개구(10a1l')를 투과한 하전 입자 빔(10a1b)의 수평 단면 형상이, 예를 들어 개략 정방형으로 된다. 계속해서, 제1 성형 애퍼처(10a1l)의 개구(10a1l')를 투과한 하전 입자 빔(10a1b)의 일부가, 제2 성형 애퍼처(10a1m)의 개구(10a1m')(도 4 참조)를 투과한다. 상세하게는, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 예를 들어 제1 성형 애퍼처(10a1l)의 개구(10a1l')를 투과한 하전 입자 빔(10a1b)을

빔 치수 가변 편향기(10a1d)(도 1 참조)에 의해 편향함으로써, 제2 성형 애퍼처(10a1m)의 개구(10a1m')를 투과한 하전 입자 빔(10a1b)의 수평 단면 형상을, 예를 들어 직사각형(정방형 또는 장방형)으로 하거나, 예를 들어 삼각형으로 할 수 있다. 계속해서, 예를 들어 제2 성형 애퍼처(10a1m)의 개구(10a1m')를 투과한 하전 입자 빔(10a1b)을, 시료(M)의 레지스트의 소정의 위치에 소정의 조사 시간만큼 계속해서 조사함으로써, 제2 성형 애퍼처(10a1m)의 개구(10a1m')를 투과한 하전 입자 빔(10a1b)의 수평 단면 형상과 개략 동일 형상의 패턴(PA)을 시료(M)의 레지스트에 묘화할 수 있다.

[0043] 또한, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 도 1 및 도 2에 도시하는 바와 같이, 예를 들어 샷 데이터 생성부(10b1g)에 의해 생성된 샷 데이터에 기초하여, 편향 제어부(10b1h)에 의해 편향 제어 회로(10b4)를 통해 부 편향기(10a1e)를 제어함으로써, 제2 성형 애퍼처(10a1m)의 개구(10a1m')(도 4 참조)를 투과한 하전 입자 빔(10a1b)이, 부 편향기(10a1e)에 의해 편향된다. 또한, 예를 들어 샷 데이터 생성부(10b1g)에 의해 생성된 샷 데이터, 위치 어긋남 맵 기억부(10b1c)에 기억되어 있는 위치 어긋남량 맵  $p(x, y)$  등에 기초하여, 그리드 매칭 제어부(10b1d) 및 편향 제어부(10b1h)에 의해 편향 제어 회로(10b5)를 통해 주 편향기(10a1f)를 제어함으로써, 부 편향기(10a1e)에 의해 편향된 하전 입자 빔(10a1b)이, 주 편향기(10a1f)에 의해 다시 편향된다. 즉, 예를 들어 부 편향기(10a1e) 및 주 편향기(10a1f)에 의해 하전 입자 빔(10a1b)이 편향되는 양, 방향 등을 조정함으로써, 시료(M)에 조사되는 하전 입자 빔(10a1b)의 조사 위치를 조정할 수 있다.

[0044] 또한, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 도 1 및 도 2에 도시하는 바와 같이, 예를 들어 샷 데이터 생성부(10b1g)에 의해 생성된 샷 데이터, 레이저 간섭계(10a2b)의 출력 등에 기초하여, 스테이지 제어부(10b1i)에 의해 스테이지 제어 회로(10b6)를 통해 가동 스테이지(10a2a)의 이동이 제어된다.

[0045] 도 1 및 도 2에 도시하는 예에서는, 예를 들어 반도체 집적 회로의 설계자 등에 의해 작성된 CAD 데이터(레이아웃 데이터, 설계 데이터)를 하전 입자 빔 묘화 장치(10)용 포맷으로 변환함으로써 얻어진 묘화 데이터가, 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 제어부(10b)의 제어 계산기(10b1)에 입력된다. 일반적으로, CAD 데이터(레이아웃 데이터, 설계 데이터)에는, 다수의 미소한 패턴이 포함되어 있고, CAD 데이터(레이아웃 데이터, 설계 데이터)의 데이터량은 상당한 대용량으로 되어 있다. 또한, 일반적으로 CAD 데이터(레이아웃 데이터, 설계 데이터) 등을 다른 포맷으로 변환하려고 하면, 변환 후의 데이터의 데이터량은 더욱 증대되어 버린다. 이 점에 비추어, CAD 데이터(레이아웃 데이터, 설계 데이터) 및 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 제어부(10b)의 제어 계산기(10b1)에 입력되는 묘화 데이터에서는, 데이터의 계층화가 채용되어, 데이터량의 압축화가 도모되어 있다.

[0046] 도 5는 도 1 및 도 2에 도시하는 묘화 데이터의 일부의 일례를 개략적으로 도시한 도면이다. 도 5에 도시하는 예에서는, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에 적용되는 묘화 데이터가, 예를 들어 칩 계층(CP), 칩 계층(CP)보다도 하위의 프레임 계층(FR), 프레임 계층(FR)보다도 하위의 블록 계층(BL), 블록 계층(BL)보다도 하위의 셀 계층(CL) 및 셀 계층(CL)보다도 하위의 도형 계층(FG)으로 계층화되어 있다. 상세하게는, 예를 들어 칩 계층(CP)의 요소의 일부인 칩(CP1)이, 프레임 계층(FR)의 요소의 일부인 3개의 프레임(FR1, FR2, FR3)에 대응하고 있다. 또한, 예를 들어 프레임 계층(FR)의 요소의 일부인 프레임(FR1)이, 블록 계층(BL)의 요소의 일부인 18개의 블록(BL00, ..., BL52)에 대응하고 있다. 또한, 예를 들어 블록 계층(BL)의 요소의 일부인 블록(BL00)이, 셀 계층(CL)의 요소의 일부인 복수의 셀(CLA, CLB, CLC, CLD, ...)에 대응하고 있다. 또한, 예를 들어 셀 계층(CL)의 요소의 일부인 셀(CLA)이, 도형 계층(FG)의 요소의 일부인 다수의 도형(FG1, FG2, FG3, ...)에 대응하고 있다. 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 도 1, 도 2 및 도 5에 도시하는 바와 같이, 묘화 데이터에 포함되어 있는 도형 계층(FG)(도 5 참조)의 다수의 도형(FG1, FG2, FG3, ...)(도 5 참조)에 대응하는 패턴(PA1, PA2, PA3, ...)(도 6 참조)이, 하전 입자 빔(10a1b)(도 1 참조)에 의해 시료(M)(도 1 및 도 6 참조)의 묘화 영역(DA)(도 6 참조)에 묘화된다.

[0047] 도 6은 묘화 데이터에 포함되어 있는 도형(FG1, FG2, FG3, ...)에 대응하는 패턴(PA1, PA2, PA3, ...)이 하전 입자 빔(10a1b)에 의해 묘화되는 묘화 순서를 설명하기 위한 도면이다. 도 6에 도시하는 예에서는, 예를 들어 시료(M)의 묘화 영역(DA)이 예를 들어  $n$ 개의 스트립 형상의 스트라이프(STR1, STR2, STR3, STR4, ..., STRn)로 가상 분할되어 있다. 또한, 도 6에 도시하는 예에서는, 예를 들어 하전 입자 빔(10a1b)이, 스트라이프(STR1) 내를 도 6의 좌측으로부터 도 6의 우측을 향해 주사(走査)되고, 묘화 데이터에 포함되어 있는 다수의 도형(FG1, FG2, FG3, ...)(도 5 참조)에 대응하는 패턴(PA1, PA2, PA3, ...)이 하전 입자 빔(10a1b)에 의해 시료(M)의 스트라이프(STR1) 내에 묘화된다. 계속해서, 예를 들어 하전 입자 빔(10a1b)이, 스트라이프(STR2) 내를 도 6의 우측으로부터 도 6의 좌측을 향해 주사되고, 묘화 데이터에 포함되어 있는 다수의 도형에 대응하는 패턴(도시하지 않음)이 하전 입자 빔(10a1b)에 의해 시료(M)의 스트라이프(STR2) 내에 묘화된다. 계속해서, 마찬가지로 묘화 데이터에 포함되어 있는 다수의 도형에 대응하는 패턴(도시하지 않음)이 하전 입자 빔(10a1b)에 의해 시료(M)의



스트라이프(STR3, STR4, ..., STRn) 내에 묘화된다.

- [0048] 상세하게는, 도 6에 도시하는 예에서는, 예를 들어 하전 입자 빔(10a1b)에 의해 스트라이프(STR1) 내에 패턴(PA1, PA2, PA3, ...)이 묘화될 때, 가동 스테이지(10a2a)(도 1 참조)가 도 6의 우측으로부터 도 6의 좌측으로 이동하도록 스테이지 제어부(10b1i)(도 2 참조)에 의해 스테이지 제어 회로(10b6)(도 1 참조)를 통해 가동 스테이지(10a2a)가 제어된다. 계속해서, 예를 들어 하전 입자 빔(10a1b)에 의해 스트라이프(STR2) 내에 패턴(도시하지 않음)이 묘화되기 전에, 가동 스테이지(10a2a)가 도 6의 상측으로부터 도 6의 하측으로 이동하도록 가동 스테이지(10a2a)가 제어된다. 계속해서, 예를 들어 하전 입자 빔(10a1b)에 의해 스트라이프(STR2) 내에 패턴(도시하지 않음)이 묘화될 때, 가동 스테이지(10a2a)가 도 6의 좌측으로부터 도 6의 우측으로 이동하도록 가동 스테이지(10a2a)가 제어된다.
- [0049] 도 7은 도 6에 도시하는 패턴(PA1, PA2, PA3)의 묘화에 수반하여 발생하는 레지스트의 대전, 하전 입자 빔(10a1b)의 위치 어긋남 및 하전 입자 빔(10a1b)의 위치 어긋남을 상쇄하는 대전 효과 보정의 사고 방식에 대해 개략적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [0050] 도 7에 도시하는 예에서는, 도 7의 (A)에 도시하는 바와 같이, 패턴(PA1)이, 시료(M)의 레지스트에 묘화되는 최초의 패턴이므로, 패턴(PA1)을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(10a1b)의 조사시(샷시)에, 아직 시료(M)의 레지스트가 대전되어 있지 않다. 따라서, 패턴(PA1)을 묘화하기 위해 조사되는 하전 입자 빔(10a1b)에는, 레지스트의 대전 효과에 수반되는 위치 어긋남이 발생하지 않는다. 그로 인해, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 패턴(PA1)을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(10a1b)의 조사시(샷시)에, 하전 입자 빔(10a1b)의 위치 어긋남을 보정하는 처리가 특별히 실행되는 일 없이, 하전 입자 빔(10a1b)이 시료(M)의 레지스트의 목표 위치에 정확하게 조사되어, 패턴(PA1)이 시료(M)의 레지스트의 목표 위치에 정확하게 묘화된다.
- [0051] 계속해서, 도 7에 도시하는 예에서는, 패턴(PA1)[도 7의 (A) 참조]을 묘화하기 위해 조사된 하전 입자 빔(도 7에 도시하는 예에서는, 전자 빔)(10a1b)[도 7의 (A) 참조]에 의해, 도 7의 (B)에 도시하는 바와 같이, 시료(M)의 레지스트가 대전된다. 상세하게는, 도 7의 (A) 및 도 7의 (B)에 도시하는 바와 같이, 시료(M)의 레지스트 중, 패턴(PA1)을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)의 조사 영역이 플러스로 대전되고, 그 주위의 비조사 영역이, 흐름 하전 입자(흐름 전자)에 의해 마이너스로 대전된다.
- [0052] 계속해서, 도 7에 도시하는 예에서는, 도 7의 (C) 및 도 7의 (D)에 도시하는 바와 같이, 패턴(PA2)을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(10a1b)이 조사된다. 상세하게는, 패턴(PA2)을 묘화하기 위해 조사되는 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)은, 플러스로 대전되어 있는 조사 영역의 플러스 전하로부터 인력을 받고, 마이너스로 대전되어 있는 비조사 영역의 마이너스 전하로부터 척력을 받는다. 그 결과, 도 7에 도시하는 예에서는, 예를 들어 도 7의 (C)에 도시하는 바와 같이, 패턴(PA2)을 묘화하기 위해 조사되는 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)에 대해, 레지스트의 대전 효과에 수반되는 위치 어긋남 p2가 발생한다. 따라서, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 예를 들어 도 7의 (D)에 도시하는 바와 같이, 레지스트의 대전 효과에 수반되는 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)의 위치 어긋남 p2[도 7의 (C) 참조]를 보정하도록 주 편향기(10a1f)(도 1 참조)에 의해 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)이 화살표 p2'의 방향[위치 어긋남 p2[도 7의 (C) 참조]의 역방향]으로 편향된다. 그 결과, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 패턴(PA2)을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(10a1b)이 시료(M)의 레지스트의 목표 위치에 정확하게 조사되어, 패턴(PA2)을 시료(M)의 레지스트의 목표 위치에 정확하게 묘화할 수 있다.
- [0053] 상세하게는, 패턴(PA1)[도 7의 (A) 참조]을 묘화하기 위해 조사된 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)[도 7의 (A) 참조]에 의해 발생한 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)의 조사 영역의 대전은, 시간의 경과와 함께 감쇠하는 성질을 갖는다. 그로 인해, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 예를 들어 조사 시각 산출부(10b1b5)(도 3 참조)에 의해, 패턴(PA1)을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(10a1b)의 조사 시각 T1이 산출된다. 또한, 예를 들어 경과 시간 산출부(10b1b6)(도 3 참조)에 의해, 경과 시간 t2{패턴(PA2)[도 7의 (D) 참조]을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(10a1b)[도 7의 (D) 참조]의 조사 시각 T2}가 산출된다. 또한, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 예를 들어 레지스트의 대전 효과에 수반되는 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)의 위치 어긋남 p2[도 7의 (C) 참조]를 도 7의 (D)에 도시하는 바와 같이 보정할 때에, 패턴(PA1)을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(10a1b)이 조사되고 나서 패턴(PA2)을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(10a1b)이 조사될 때까지의 시간 T2-T1에 기초하여, 패턴(PA1)을 묘화하기 위해 조사된 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)에 의해 발생한 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)의 조사 영역의 대전의 감쇠가 고려된다.
- [0054] 계속해서, 도 7에 도시하는 예에서는, 패턴(PA1)[도 7의 (A) 참조]을 묘화하기 위해 조사된 하전 입자 빔(전자

빔)(10a1b)[도 7의 (A) 참조]과, 패턴(PA2)[도 7의 (D) 참조]을 묘화하기 위해 조사된 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)[도 7의 (D) 참조]에 의해 도 7의 (E)에 도시하는 바와 같이, 시료(M)의 레지스트가 대전된다. 상세하게는, 도 7의 (D)에 도시하는 바와 같이, 패턴(PA2)을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)이 조사되면, 레지스트가 한 순간만 도전성을 갖는 EBIC(electron beam induced conductivity)라고 하는 물리 효과가 발생한다. 구체적으로는, 패턴(PA2)을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)의 조사 영역에서는, 패턴(PA1)을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)의 조사시(샷시)에 축적된 흐림 하전 입자(흐림 전자)가, 레지스트로부터 시료(M)의 기초에 릴리프되어 리셋된다. 그 결과, 도 7의 (E)에 도시하는 바와 같이, 패턴(PA2)을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)의 조사 영역이 플러스로 대전된다. 한편, 패턴(PA2)을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)의 조사 영역의 주위의 비조사 영역에서는, 패턴(PA1)을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)의 조사시(샷시)에 축적된 흐림 하전 입자(흐림 전자) 및 패턴(PA2)을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)의 조사시(샷시)에 축적된 흐림 하전 입자(흐림 전자)에 의해 마이너스로 대전된다.

[0055] 계속해서, 도 7에 도시하는 예에서는, 도 7의 (F) 및 도 7의 (G)에 도시하는 바와 같이, 패턴(PA3)을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(10a1b)이 조사된다. 상세하게는, 패턴(PA3)을 묘화하기 위해 조사되는 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)은, 플러스로 대전되어 있는 조사 영역의 플러스 전하로부터 인력을 받고, 마이너스로 대전되어 있는 비조사 영역의 마이너스 전하로부터 척력을 받는다. 그 결과, 도 7에 도시하는 예에서는, 예를 들어 도 7의 (F)에 도시하는 바와 같이, 패턴(PA3)을 묘화하기 위해 조사되는 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)에 대해, 레지스트의 대전 효과에 수반되는 위치 어긋남 p3이 발생한다. 따라서, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 예를 들어 도 7의 (G)에 도시하는 바와 같이, 레지스트의 대전 효과에 수반되는 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)의 위치 어긋남 p3[도 7의 (F) 참조]을 보정하도록 주 편향기(10a1f)(도 1 참조)에 의해 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)이 화살표 p3'의 방향{위치 어긋남 p3[도 7의 (F) 참조]의 역방향}으로 편향된다. 그 결과, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 패턴(PA3)을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(10a1b)이 시료(M)의 레지스트의 목표 위치에 정확하게 조사되어, 패턴(PA3)을 시료(M)의 레지스트의 목표 위치에 정확하게 묘화할 수 있다.

[0056] 상세하게는, 패턴(PA1)[도 7의 (A) 참조]을 묘화하기 위해 조사된 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)[도 7의 (A) 참조]에 의해 발생한 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)의 조사 영역의 대전 및 패턴(PA2)[도 7의 (D) 참조]을 묘화하기 위해 조사된 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)[도 7의 (D) 참조]에 의해 발생한 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)의 조사 영역의 대전은, 시간의 경과와 함께 감소하는 성질을 갖는다. 그로 인해, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 예를 들어 조사 시각 산출부(10b1b5)(도 3 참조)에 의해, 패턴(PA1)을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(10a1b)의 조사 시각 T1 및 패턴(PA2)[도 7의 (D) 참조]을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(10a1b)[도 7의 (D) 참조]의 조사 시각 T2가 산출된다. 또한, 예를 들어 경과 시간 산출부(10b1b6)(도 3 참조)에 의해, 경과 시간 t3{패턴(PA3)[도 7의 (G) 참조]을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(10a1b)[도 7의 (G) 참조]의 조사 시각 T3}이 산출된다. 또한, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 예를 들어 레지스트의 대전 효과에 수반되는 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)의 위치 어긋남 p3[도 7의 (F) 참조]을 도 7의 (G)에 도시하는 바와 같이 보정할 때에, 패턴(PA1)을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(10a1b)이 조사되고 나서 패턴(PA3)을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(10a1b)이 조사될 때까지의 시간 T3-T1에 기초하여, 패턴(PA1)을 묘화하기 위해 조사된 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)에 의해 발생한 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)[도 7의 (A) 참조]의 조사 영역의 대전의 감쇠가 고려되고, 또한 패턴(PA2)을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(10a1b)이 조사되고 나서 패턴(PA3)을 묘화하기 위한 하전 입자 빔(10a1b)이 조사될 때까지의 시간 T3-T2에 기초하여, 패턴(PA2)을 묘화하기 위해 조사된 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)에 의해 발생한 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)[도 7의 (D) 참조]의 조사 영역의 대전의 감쇠가 고려된다.

[0057] 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 예를 들어 도 7을 참조하여 설명한 대전 효과 보정 처리를, 시료(M)(도 6 참조)의 묘화 영역(DA)(도 6 참조) 내의 레지스트에 조사되는 하전 입자 빔(10a1b)(도 6 참조)의 샷의 순서에 따라서, 시료(M)의 묘화 영역(DA) 내의 레지스트에 조사되는 하전 입자 빔(10a1b)의 마지막 샷까지 실행함으로써, 시료(M)의 묘화 영역(DA) 내의 모든 패턴(PA1, PA2, PA3, ...)(도 6 참조)을 목표 위치에 정확하게 묘화할 수 있다.

[0058] 또한, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 도 7을 참조하여 설명한 대전 효과 보정 처리를, 온 라인 처리에 의해 실행하는 것이 목적으로 되어 있다. 구체적으로는, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 레이아웃잡 등록이 실행되고, 묘화 데이터가 제어부(10b)(도 1 참조)의 제어 계산기(10b1)(도 1 및

도 2 참조)에 입력되고, 최초의 하전 입자 빔(10a1b)(도 6 참조)의 조사의 준비가 완료될 때까지, 레지스트의 대전 효과에 수반되는 하전 입자 빔(전자 빔)(10a1b)의 위치 어긋남량[위치 어긋남  $p_2$ ,  $P_3$ , ... (도 7 참조)의 방향 및 양]의 산출을 완료시키는 것이 목적으로 되어 있다. 이 목적을 달성하기 위해, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 대전 효과 보정 처리부(10b1b)(도 2 및 도 3 참조)에 있어서의 처리 시간(연산 시간)을 단축하기 위해, 이하와 같은 고안이 실시되어 있다.

[0059] 구체적으로는, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 예를 들어 입력부(10b1a)(도 2 참조)에 의해 판독된 묘화 데이터가, 대전 효과 보정 처리부(10b1b)(도 2 및 도 3 참조)로 전송되면, 우선 초기 조건으로서, 패턴 면적 밀도 분포 산출부(10b1b1)(도 3 참조)에 의해 패턴 면적 밀도 분포  $\rho(x, y)$ 가 제로로 설정되고, 도즈량 분포 산출부(10b1b2)(도 3 참조)에 의해 도즈량 분포  $D(x, y)$ 가 제로로 설정되고, 조사량 분포 산출부(10b1b3)(도 3 참조)에 의해 조사량 분포  $E(x, y)$ 가 제로로 설정되고, 흐름 하전 입자량 산출부(10b1b4)(도 3 참조)에 의해 흐름 하전 입자량 분포(흐름 전자량 분포)  $F(x, y)$ 가 제로로 설정되고, 조사 시각 산출부(10b1b5)(도 3 참조)에 의해 조사 시각  $T$ 가 제로로 설정되고, 경과 시간 산출부(10b1b6)(도 3 참조)에 의해 경과 시간  $t$ 가 제로로 설정된다.

[0060] 계속해서, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 예를 들어 시료(M)(도 6 참조)의 묘화 영역(DA)(도 6 참조)의 스트라이프(STRI)(도 6 참조) 내에 하전 입자 빔(10a1b)(도 6 참조)에 의해 묘화되는 패턴(PA1, PA2, PA3, ...)(도 6 참조)의 면적 밀도 분포  $\rho(x, y)$ 가, 묘화 데이터에 기초하여, 패턴 면적 밀도 분포 산출부(10b1b1)(도 3 참조)에 의해 중앙 연산 처리부(CPU)(10b1b9)(도 3 참조)를 사용하여 산출된다. 또한, 스트라이프(STRI) 내의 패턴 면적 밀도 분포  $\rho(x, y)$ 가, 초기 설정시의 패턴 면적 밀도 분포  $\rho(x, y)(=0)$ 에 가산된다.

[0061] 도 8은 시료(M)의 묘화 영역(DA)의 스트라이프(STRI) 내의 패턴 면적 밀도 분포  $\rho(x, y)$ 를 나타내는 패턴 면적 밀도 분포 맵 등을 도시한 도면이다. 상세하게는, 도 8의 (A)는 시료(M)(도 6 참조)의 묘화 영역(DA)(도 6 참조)의 스트라이프(STRI)(도 6 참조) 내의 패턴 면적 밀도 분포  $\rho(x, y)$ 를 나타내는 패턴 면적 밀도 분포 맵을 도시하고 있다. 도 8의 (A)에 도시하는 예에서는, 스트라이프(STRI)가  $a$ 개 $\times b$ 개의 메쉬로 분할되어 있다.

[0062] 계속해서, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 예를 들어 시료(M)(도 6 참조)의 묘화 영역(DA)(도 6 참조)의 스트라이프(STRI)(도 6 참조) 내의 패턴 면적 밀도 분포  $\rho(x, y)$ 와 레지스트 내에 있어서의 하전 입자(전자)의 후방 산란율  $n$ 에 기초하여, 도즈량 분포  $D(x, y)$ 가, 도즈량 분포 산출부(10b1b2)(도 3 참조)에 의해 중앙 연산 처리부(CPU)(10b1b9)(도 3 참조)를 사용하여 산출된다. 구체적으로는, 중앙 연산 처리부(CPU)(10b1b9)에 의해 하기의 식의 연산이 실행된다. 또한, 스트라이프(STRI) 내의 도즈량 분포  $D(x, y)$ 가, 초기 설정시의 도즈량 분포  $D(x, y)(=0)$ 에 가산된다.

[0063]  $D(x, y) = D_0 \times (1 + 2 \times n) / (1 + 2 \times n \times \rho(x, y))$

[0064] 여기서,  $D_0$ 은 기준 도즈량,  $n$ 은 후방 산란율이다.

[0065] 도 8의 (B)는 시료(M)(도 6 참조)의 묘화 영역(DA)(도 6 참조)의 스트라이프(STRI)(도 6 참조) 내의 도즈량 분포  $D(x, y)$ 를 나타내는 도즈량 분포 맵을 도시하고 있다. 도 8의 (B)에 도시하는 예에서는, 스트라이프(STRI)가  $a$ 개 $\times b$ 개의 메쉬로 분할되어 있다.

[0066] 계속해서, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 예를 들어 시료(M)(도 6 참조)의 묘화 영역(DA)(도 6 참조)의 스트라이프(STRI)(도 6 참조) 내의 패턴 면적 밀도 분포  $\rho(x, y)$ 와 도즈량 분포  $D(x, y)$ 의 곱인 조사량 분포  $E(x, y)$ 가, 조사량 분포 산출부(10b1b3)(도 3 참조)에 의해 중앙 연산 처리부(CPU)(10b1b9)(도 3 참조)를 사용하여 산출된다. 또한, 스트라이프(STRI) 내의 조사량 분포  $E(x, y)$ 가, 초기 설정시의 조사량 분포  $E(x, y)(=0)$ 에 가산된다.

[0067] 도 8의 (C)는 시료(M)(도 6 참조)의 묘화 영역(DA)(도 6 참조)의 스트라이프(STRI)(도 6 참조) 내의 조사량 분포  $E(x, y)$ 를 나타내는 조사량 분포 맵을 도시하고 있다. 도 8의 (C)에 도시하는 예에서는, 스트라이프(STRI)가  $a$ 개 $\times b$ 개의 메쉬로 분할되어 있다.

[0068] 계속해서, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 예를 들어 조사량 분포  $E(x, y)$ 와 흐름 하전 입자 분포(흐름 전자 분포)  $g(x, y)$ 의 컨볼루션 계산(컨볼루션 적분)이, 흐름 하전 입자량 분포 산출부(10b1b4)(도 3 참조)에 의해, 중앙 연산 처리부(CPU)(10b1b9)(도 3 참조)보다도 빠른 연산 처리 속도를 갖는, 예를 들어 GPU(그래픽스 프로세싱 유닛) 등과 같은 고속 연산 처리부(10b1b10)(도 3 참조)를 사용하여 실행되고, 흐름 하

전 입자량 분포(흐림 전자량 분포)  $F(x, y)$ 가 산출된다. 상세하게는, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 고속 연산 처리부(10b1b10)에 의한 연산 처리가, 중앙 연산 처리부(CPU)(10b1b9)(도 3 참조)에 의한 연산 처리와 병렬로 실행된다. 또한, 산출된 흐림 하전 입자량 분포  $F(x, y)$ 가, 초기 설정시의 흐림 하전 입자량 분포  $F(x, y)(=0)$ 에 가산된다.

[0069] 상세하게는, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 예를 들어 흐림 하전 입자 분포(흐림 전자 분포)  $g(x, y)$ 로서 가우시안 분포(정규 분포)가 사용되고, 흐림 하전 입자 분포(흐림 전자 분포)  $g(x, y)$ 가 하기의 식과 같이 설정되어 있다.

$$[0070] \quad g(x, y) = (1/\pi \sigma^2) \times \exp(-(x^2 + y^2)/\sigma^2)$$

[0071] 여기서,  $\sigma$ 는 흐림 산란 반경(정규 분포의 표준 편차)이다.

[0072] 도 9는 시료(M)의 묘화 영역(DA)의 스트라이프(STRI) 전체의 조사량 분포  $E(x, y)$ 와 흐림 하전 입자 분포(흐림 전자 분포)  $g(x, y)$ 의 컨볼루션 계산(컨볼루션 적분)이 실행된 시점에 있어서의 흐림 하전 입자량 분포(흐림 전자량 분포)  $F(x, y)$ 를 나타내는 흐림 하전 입자량 분포 맵 등을 도시한 도면이다. 상세하게는, 도 9의 (A)는 시료(M)의 묘화 영역(DA)(도 6 참조)의 스트라이프(STRI) 전체의 조사량 분포  $E(x, y)$ 와 흐림 하전 입자 분포(흐림 전자 분포)  $g(x, y)$ 의 컨볼루션 계산(컨볼루션 적분)이 실행된 시점[즉, 스트라이프(STRI) 내의 모든 하전 입자 빔(10a1b)의 샷이 실행된 시점]에 있어서의 흐림 하전 입자량 분포(흐림 전자량 분포)  $F(x, y)$ 를 나타내는 흐림 하전 입자량 분포 맵을 도시하고 있다. 도 9의 (A)에 도시하는 예에서는, 예를 들어 하전 입자 빔(10a1b)(도 6 참조)의 조사 위치로부터 반경 40mm의 범위 내에서 대전 효과의 영향을 고려할 필요가 있다고 하는 생각에 기초하여, 스트라이프(STRI)의 상측[도 9의 (A)의 상측]의 단부보다도 40mm 상측의 위치와, 시료(M)의 하측[도 9의 (A)의 하측]의 단부와, 시료(M)의 우측[도 9의 (A)의 우측]의 단부와, 시료(M)의 좌측[도 9의 (A)의 좌측]의 단부에 의해 확정되는 직사각형 형상의 흐림 하전 입자량 분포 맵이 작성된다.

[0073] 또한, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 예를 들어 고속 연산 처리부(10b1b10)(도 3 참조)에 의한 연산 처리에 병렬되어, 패턴(PA1, PA2, PA3, ...)(도 6 참조)을 묘화하기 위해 조사되는 하전 입자 빔(10a1b)(도 6 참조)의 조사 시각 T가, 조사 시각 산출부(10b1b5)(도 3 참조)에 의해, 중앙 연산 처리부(CPU)(10b1b9)(도 3 참조)를 사용하여 산출된다.

[0074] 또한, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 예를 들어 고속 연산 처리부(10b1b10)(도 3 참조)에 의한 연산 처리에 병렬되어, 도 7을 참조하여 설명한 「대전의 감쇠」를 고려하기 위해 필요한 경과 시간 t가, 경과 시간 산출부(10b1b6)(도 3 참조)에 의해, 중앙 연산 처리부(CPU)(10b1b9)(도 3 참조)를 사용하여 산출된다.

[0075] 또한, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 예를 들어 고속 연산 처리부(10b1b10)(도 3 참조)에 의한 연산 처리에 병렬되어, 하전 입자 빔(10a1b)(도 6 참조)의 조사에 의해 대전되는 시료(M)(도 6 참조)의 레지스트의 대전량 분포  $C(x, y)$ 가, 대전량 분포 산출부(10b1b7)(도 3 참조)에 의해, 중앙 연산 처리부(CPU)(10b1b9)(도 3 참조)를 사용하여 산출된다. 상세하게는, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 예를 들어 하전 입자 빔(10a1b)의 비조사 영역에 있어서의 대전량 분포  $C_f(x, y)$ 가 하기의 식에 기초하여 산출된다.

$$[0076] \quad C_f(x, y) = f_1 \times F + f_2 \times F^2 + f_3 \times F^3$$

[0077] 여기서,  $f_1$ 은 상수,  $f_2$ 는 상수,  $f_3$ 은 상수, F는 흐림 하전 입자량 분포 산출부(10b1b4)(도 3 참조)에 의해 산출된 흐림 하전 입자량 분포  $F(x, y)$ 이다.

[0078] 또한, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 예를 들어 하전 입자 빔(10a1b)의 조사 영역에 있어서의 대전량 분포  $C_e(x, y)$ 가 하기의 수학적 식 1, 수학적 식 2 및 수학적 식 3에 기초하여 산출된다.

## 수학적 식 1

$$[0079] \quad C_e(x, y) = d_0 + d_1 \times \rho + d_2 \times D + d_3 \times E + e_1 \times F + e_2 \times F^2 + e_3 \times F^3 + \kappa(\rho) \times \exp(-(t-T)/\lambda(\rho))$$



## 수학식 2

[0080]

$$\kappa(\rho) = \kappa_0 + \kappa_1 \times \rho + \kappa_2 \times \rho^2$$

## 수학식 3

[0081]

$$\lambda(\rho) = \lambda_0 + \lambda_1 \times \rho + \lambda_2 \times \rho^2$$

[0082]

여기서,  $d_0$ 은 상수,  $d_1$ 은 상수,  $\rho$ 는 패턴 면적 밀도 분포 산출부(10b1b1)(도 3 참조)에 의해 산출된 패턴 면적 밀도 분포  $\rho(x, y)$ ,  $d_2$ 는 상수,  $D$ 는 도즈량 분포 산출부(10b1b2)(도 3 참조)에 의해 산출된 도즈량 분포  $D(x, y)$ ,  $d_3$ 은 상수,  $E$ 는 조사량 분포 산출부(10b1b3)(도 3 참조)에 의해 산출된 조사량 분포  $E(x, y)$ ,  $e_1$ 은 상수,  $e_2$ 는 상수,  $e_3$ 은 상수,  $\kappa(\rho)$ 는 대전 감쇠량,  $\kappa_0$ 은 상수,  $\kappa_1$ 은 상수,  $\kappa_2$ 는 상수,  $\lambda(\rho)$ 는 대전 감쇠 시상수,  $\lambda_0$ 은 상수,  $\lambda_1$ 은 상수,  $\lambda_2$ 는 상수이다.

[0083]

상세하게는, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 예를 들어 패턴 면적 밀도  $\rho$ 가 클수록 대전 감쇠량  $\kappa(\rho)$ 가 커져, 패턴 면적 밀도  $\rho$ 가 클수록 대전이 빠르게 감쇠되는 점이 고려되어 있다. 또한, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 예를 들어 하전 입자 빔(10a1b)(도 6 참조)의 비조사 영역에 있어서의 대전량 분포  $C_f(x, y)$  및 하전 입자 빔(10a1b)의 조사 영역에 있어서의 대전량 분포  $C_e(x, y)$ 의 합집합에 의해, 대전량 분포  $C(x, y) [= C_e(x, y) \cup C_f(x, y)]$ 가 산출된다.

[0084]

도 9의 (B)는 도 9의 (A)에 도시하는 시료(M)의 묘화 영역(DA)(도 6 참조)의 스트라이프(STRI) 전체의 흐름 하전 입자량 분포 맵이 작성된 시점[즉, 스트라이프(STRI) 내의 모든 하전 입자 빔(10a1b)의 샷이 실행된 시점]에 있어서의 대전량 분포 맵을 도시하고 있다. 도 9의 (B)에 도시하는 예에서는, 도 9의 (A)에 도시하는 예와 마찬가지로, 예를 들어 하전 입자 빔(10a1b)(도 6 참조)의 조사 위치로부터 반경 40mm의 범위 내에서 대전 효과의 영향을 고려할 필요가 있다고 하는 생각에 기초하여, 스트라이프(STRI)의 상측[도 9의 (B)의 상측]의 단부보다도 40mm 상측의 위치와, 시료(M)의 하측[도 9의 (B)의 하측]의 단부와, 시료(M)의 우측[도 9의 (B)의 우측]의 단부와, 시료(M)의 좌측[도 9의 (B)의 좌측]의 단부에 의해 확정되는 직사각형 형상의 대전량 분포 맵이 작성된다.

[0085]

계속해서, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 예를 들어 대전량 분포  $C(x, y)$ 와 위치 어긋남 응답 함수  $r(x, y)$ 의 컨볼루션 계산(컨볼루션 적분)이, 위치 어긋남 맵 산출부(10b1b8)(도 3 참조)에 의해, 고속 연산 처리부(10b1b10)(도 3 참조)를 사용하여 실행되고, 위치 어긋남 맵  $p(x, y)$ 가 산출된다. 상세하게는, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 고속 연산 처리부(10b1b10)에 의한 연산 처리가, 중앙 연산 처리부(CPU)(10b1b9)(도 3 참조)에 의한 연산 처리와 병렬로 실행된다. 도 9의 (C)는 시료(M)(도 6 참조)의 묘화 영역(DA)(도 6 참조)의 스트라이프(STRI) 전체의 위치 어긋남 맵  $p(x, y)$ 를 도시하고 있다.

[0086]

도 9의 (A)에는, 시료(M)의 묘화 영역(DA)(도 6 참조)의 스트라이프(STRI) 내의 모든 하전 입자 빔(10a1b)(도 6 참조)의 샷이 종료된 시점에 있어서의 흐름 하전 입자량 분포 맵이 도시되고, 도 9의 (B)에는 시료(M)의 묘화 영역(DA)(도 6 참조)의 스트라이프(STRI) 내의 모든 하전 입자 빔(10a1b)(도 6 참조)의 샷이 종료된 시점에 있어서의 대전량 분포 맵이 도시되어 있지만, 도 7을 참조하여 설명한 바와 같이, 흐름 하전 입자량 분포(흐름 전자량 분포)  $F(x, y)$  및 대전량 분포  $C(x, y)$ 는 하전 입자 빔(10a1b)(도 6 참조)의 샷이 실행될 때마다 변화된다. 따라서, 레지스트의 대전 효과에 수반되는 위치 어긋남량을 정확하게 파악하고, 하전 입자 빔(10a1b)을 시료(M)의 레지스트의 목표 위치에 정확하게 조사하기 위해서는, 바람직하게는 하전 입자 빔(10a1b)의 샷이 실행될 때마다, 흐름 하전 입자량 분포 산출부(10b1b4)(도 3 참조)에 의해 흐름 하전 입자량 분포(흐름 전자량 분포)  $F(x, y)$ 가 산출되고, 대전량 분포 산출부(10b1b7)(도 3 참조)에 의해 대전량 분포  $C(x, y)$ 가 산출되고, 위치 어긋남 맵 산출부(10b1b8)(도 3 참조)에 의해 하전 입자 빔(10a1b)의 위치 어긋남  $p_2, p_3, \dots$ (도 7 참조)가 산출된다.

[0087]

도 8 및 도 9를 참조함으로써, 도 9의 (C)에 도시하는 시료(M)(도 6 참조)의 묘화 영역(DA)(도 6 참조)의 스트



라이프(STR1) 전체의 위치 어긋남량 맵  $p(x, y)$ 가 작성되는 공정을 설명하였지만, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 예를 들어 상술한 공정과 거의 동일한 공정을 스트라이프(STR2, STR3, STR4, ..., STRn)(도 6 참조)에 대해 실행함으로써, 시료(M)의 묘화 영역(DA) 전체의 위치 어긋남량 맵  $p(x, y)$ 가 작성된다.

[0088] 도 10은 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에 의한 대전 효과 보정 처리의 처리 시간 등을 도시한 도면이다. 상세하게는, 도 10의 (A)는 중앙 연산 처리부(CPU)(10b1b9)(도 3 참조)와, 중앙 연산 처리부(CPU)(10b1b9)보다도 빠른 연산 처리 속도를 갖는 고속 연산 처리부(10b1b10)(도 3 참조)에 의해 병렬 연산 처리가 실행되는 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 대전 효과 보정 처리의 처리 시간(경과 시간)을 도시하고 있고, 도 10의 (B)는 동등한 연산 처리 속도를 갖는 2개의 중앙 연산 처리부(CPU)(10b1b9)에 의해 병렬 연산 처리가 실행되는 하전 입자 빔 묘화 장치(비교예)의 대전 효과 보정 처리의 처리 시간(경과 시간)을 도시하고 있다.

[0089] 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 도 10의 (A)에 도시하는 바와 같이, 패턴 면적 밀도 분포 산출부(10b1b1)(도 3 참조)에 있어서의 연산 P10b1b1, 도즈량 분포 산출부(10b1b2)(도 3 참조)에 있어서의 연산 P10b1b2, 조사량 분포 산출부(10b1b3)(도 3 참조)에 있어서의 연산 P10b1b3, 조사 시각 산출부(10b1b5)(도 3 참조)에 있어서의 연산 P10b1b5, 경과 시간 산출부(10b1b6)에(도 3 참조) 있어서의 연산 P10b1b6 및 대전량 분포 산출부(10b1b7)(도 3 참조)에 있어서의 연산 P10b1b7에, 중앙 연산 처리부(10b1b9)[도 3 및 도 10의 (A) 참조]가 사용된다. 또한, 흐름 하전 입자량 분포 산출부(10b1b4)(도 3 참조)에 있어서의 연산 P10b1b4 및 위치 어긋남량 맵 산출부(10b1b8)(도 3 참조)에 있어서의 연산 P10b1b8에, 중앙 연산 처리부(10b1b9)보다도 빠른 연산 처리 속도를 갖는 고속 연산 처리부(10b1b10)[도 3 및 도 10의 (A) 참조]가 사용된다.

[0090] 즉, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 도 10의 (A)에 도시하는 바와 같이, 대전 효과 보정 처리에 필요한 연산 P10b1b1, P10b1b2, P10b1b3, P10b1b4, P10b1b5, P10b1b6, P10b1b7, P10b1b8이, 중앙 연산 처리부(10b1b9)와, 중앙 연산 처리부(10b1b9)보다도 빠른 연산 처리 속도를 갖는 고속 연산 처리부(10b1b10)의 병렬 처리에 의해 실행된다. 그로 인해, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에 따르면, 고속 연산 처리부(10b1b10)가 설치되어 있지 않아, 대전 효과 보정 처리에 필요한 연산이 1개의 중앙 연산 처리부(10b1b9)에 의해서만 실행되는 경우(도시하지 않음)나, 대전 효과 보정 처리에 필요한 연산이, 중앙 연산 처리부(10b1b9)와 동등한 연산 처리 속도를 갖는 연산 처리부와, 중앙 연산 처리부(10b1b9)의 병렬 처리에 의해 실행되는 경우[도 10의 (B)에 도시하는 비교예]보다도, 대전 효과 보정 처리에 필요로 하는 시간을 단축하면서, 고정밀도의 대전 효과 보정 처리를 실행할 수 있다.

[0091] 특히, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 도 10의 (A)에 도시하는 바와 같이, 연산 처리 부하가 다른 연산에 비해 돌출되어 큰 연산 P10b1b4, P10b1b8에, 중앙 연산 처리부(10b1b9)보다도 빠른 연산 처리 속도를 갖는 고속 연산 처리부(10b1b10)가 사용된다. 그로 인해, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에 따르면, 연산 P10b1b4, P10b1b8에 필요로 하는 처리 시간을 대폭 단축할 수 있어, 상술한 대전 효과 보정 처리의 온라인 처리화를 실현 가능하게 할 수 있다.

[0092] 상세하게는, 본원의 출원시의 기술 수준에서는, 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 제어 기관에 실장 가능한 CPU(중앙 연산 처리부)에, 충분히 빠른 연산 처리 속도를 갖는 것이 존재하지 않는다. 이 점에 비추어, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 바람직하게는 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 제어 기관에 실장 가능한 CPU(중앙 연산 처리부)(10b1b9)(도 3 참조)보다도 빠른 연산 처리 속도를 갖고, 외장형 타입(제어 기관에 대해 실장되지 않는 타입)의 GPU(그래픽스 프로세싱 유닛)가, 고속 연산 처리부(10b1b10)(도 3 참조)로서 사용된다. 즉, 고속 연산 처리부(10b1b10)가 외부 고속 연산 처리부에 의해 구성되어 있다. 가령, 장래적으로, 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 제어 기관에 실장되는 CPU(중앙 연산 처리부)(10b1b9)보다도 빠른 연산 처리 속도를 갖는 온 칩 타입(제어 기관에 대해 실장 가능한 타입)의 프로세서가 개발되는 경우에는, 연산 처리 속도가 빠른 온 칩 타입의 프로세서에 의해 고속 연산 처리부(10b1b10)를 구성하는 것도 가능하다.

[0093] 이하, 본 발명의 하전 입자 빔 묘화 장치의 제3 실시 형태에 대해 설명한다. 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)는, 후술하는 점을 제외하고, 상술한 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)와 거의 동일하게 구성되어 있다. 따라서, 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에 따르면, 후술하는 점을 제외하고, 상술한 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)와 거의 동일한 효과를 발휘할 수 있다.

[0094] 도 11은 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 대전 효과 보정 처리부(10b1b)의 상세도이다. 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 고속 연산 처리

부(10b1b10)(도 3 참조)와는 달리, 도 11에 도시하는 바와 같이, 예를 들어 외장형 타입(제어 기관에 대해 실장되지 않는 타입)의 GPU(그래픽스 프로세싱 유닛) 등과 같은 2개의 연산 유닛(10b1b10a, 10b1b10b)이 고속 연산 처리부(10b1b10)에 설치되어 있다.

[0095] 도 12는 +1nC의 표면 점전하에 대한 하전 입자 빔의 위치 어긋남량의 계산 결과를 나타낸 그래프이다. 도 12에 나타내는 바와 같이, 본 발명자들의 예의 연구에 의해, 점전하가 존재하고 있는 위치의 부근(점전하로부터의 거리가 1mm 미만의 위치)에 조사되는 하전 입자 빔(10a1b)(도 1 참조)의 위치 어긋남량에 비해, 전하가 존재하고 있는 위치로부터 이격된 위치(점전하로부터의 거리가 1mm 이상의 위치)에 조사되는 하전 입자 빔(10a1b)의 위치 어긋남량이 상당히 작아져, 전하가 존재하고 있는 위치로부터 이격된 위치의 대전량 분포 맵[도 13의 (A) 참조]의 메쉬 사이즈를 크게 해도, 고정밀도의 대전 효과 보정 처리를 실행 가능한 것이 발견되었다. 이 점에 비추어, 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 대전량 분포 산출부(10b1b7)(도 11 참조)에 의해 산출되는 대전량 분포 맵[도 13의 (A) 참조]에, 제1 대전 영역 CA1[도 13의 (A) 참조]과, 제1 대전 영역 CA1의 메쉬 사이즈보다도 큰 메쉬 사이즈를 갖는 제2 대전 영역 CA2[도 13의 (A) 참조]가 설정된다.

[0096] 도 13은 시료(M)의 묘화 영역(DA)의 스트라이프(ST1) 내의 모든 하전 입자 빔(10a1b)의 샷이 종료된 시점에 있어서의 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 대전량 분포 맵 등을 도시한 도면이다. 상세하게는, 도 13의 (A)는 시료(M)의 묘화 영역(DA)(도 6 참조)의 스트라이프(ST1) 내의 모든 하전 입자 빔(10a1b)(도 6 참조)의 샷이 종료된 시점에 있어서의 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 대전량 분포 맵을 도시하고 있다. 도 13의 (B)는 시료(M)의 묘화 영역(DA)의 스트라이프(ST1) 내의 모든 하전 입자 빔(10a1b)의 샷이 종료된 시점에 있어서의 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 위치 어긋남 응답 함수  $r(x, y)(=r_1(x, y)+r_2(x, y))$ 을 나타내고 있다.

[0097] 도 14는 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에 의한 대전 효과 보정 처리의 처리 시간을 도시하는 도면이다. 상세하게는, 도 14는 중앙 연산 처리부(CPU)(10b1b9)(도 11 참조)와, 중앙 연산 처리부(CPU)(10b1b9)보다도 빠른 연산 처리 속도를 갖는 고속 연산 처리부(10b1b10)(도 11 참조)의 연산 유닛(10b1b10a, 10b1b10b)(도 11 참조)에 의해 병렬 연산 처리가 실행되는 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 대전 효과 보정 처리의 처리 시간(경과 시간)을 도시하고 있다.

[0098] 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 도 13의 (A)에 도시하는 바와 같이, 제1 대전 영역 CA1이, 제1 대전 영역 CA1의 메쉬 사이즈보다 큰 메쉬 사이즈를 갖는 제2 대전 영역 CA2보다도, 하전 입자 빔(10a1b)이 조사되어 전하가 존재하고 있는 위치로부터 가까운 위치[즉, 스트라이프(ST1) 내의 위치 및 스트라이프(ST1)로부터 가까운 위치]로 설정된다. 즉, 제2 대전 영역 CA2가, 제2 대전 영역 CA2의 메쉬 사이즈보다 작은 메쉬 사이즈를 갖는 제1 대전 영역 CA1보다도, 하전 입자 빔(10a1b)이 조사되어 전하가 존재하고 있는 위치로부터 이격된 위치[즉, 스트라이프(ST1)로부터 1mm 이상 이격된 위치]로 설정된다.

[0099] 또한, 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 대전량 분포 맵[도 13의 (A) 참조]의 제1 대전 영역 CA1[도 13의 (A) 참조]의 메쉬 사이즈로 기술된 대전량 분포  $C_1(x, y)$ 과 대전량 분포 맵의 제1 대전 영역 CA1에 대응하는 위치 어긋남 응답 함수  $r_1(x, y)$ [도 13의 (B) 참조]의 컨볼루션 계산[ $\int r_1(x-x', y-y')C_1(x', y')$ ]을 실행하기 위해 사용되는 연산 유닛(10b1b10a)(도 11 참조)과, 대전량 분포 맵[도 13의 (A) 참조]의 제2 대전 영역 CA2[도 13의 (A) 참조]의 메쉬 사이즈로 기술된 대전량 분포  $C_2(x, y)$ 와 대전량 분포 맵의 제2 대전 영역 CA2에 대응하는 위치 어긋남 응답 함수  $r_2(x, y)$ [도 13의 (B) 참조]의 컨볼루션 계산[ $\int r_2(x-x', y-y')C_2(x', y')$ ]을 실행하기 위해 사용되는 연산 유닛(10b1b10b)(도 11 참조)이, 고속 연산 처리부(10b1b10)(도 11 참조)에 설치되어 있다. 또한, 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 연산 유닛(10b1b10a)에 의한 컨볼루션 계산 결과와 연산 유닛(10b1b10b)에 의한 컨볼루션 계산 결과의 합[ $\int r_1(x-x', y-y')C_1(x', y') + \int r_2(x-x', y-y')C_2(x', y')$ ]에 기초하여, 위치 어긋남량 맵  $p(x, y)$ 가 산출된다.

[0100] 즉, 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 도 14에 도시하는 바와 같이, 대전량 분포 맵[도 13의 (A) 참조]의 제1 대전 영역 CA1[도 13의 (A) 참조]의 메쉬 사이즈로 기술된 대전량 분포  $C_1(x, y)$ 과 대전량 분포 맵의 제1 대전 영역 CA1에 대응하는 위치 어긋남 응답 함수  $r_1(x, y)$ [도 13의 (B) 참조]의 컨볼루션 계산(연산 P10b1b8)이 연산 유닛(10b1b10a)(도 11 참조)을 사용하여 실행되는 동시에, 대전량 분포 맵[도 13의 (A) 참조]의 제2 대전 영역 CA2[도 13의 (A) 참조]의 메쉬 사이즈로 기술된 대전량 분포  $C_2(x, y)$ 와 대전량 분포 맵의 제2 대전 영역 CA2에 대응하는 위치 어긋남 응답 함수  $r_2(x, y)$ [도 13의 (B) 참조]의 컨볼루션 계산(연산 P10b1b8)이 연산 유닛(10b1b10b)(도 11 참조)을 사용하여 병렬되어 실행된다.

[0101] 즉, 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 대전량 분포  $C(x, y)$ 와 위치 어긋남 응답 함수  $r(x,$

y)의 컨볼루션 계산[ $\int r(x-x', y-y')C(x', y')$ ]이 연산 유닛(10b1b10a)(도 11 및 도 14 참조)과 연산 유닛(10b1b10b)(도 11 및 도 14 참조)을 사용한 병렬 처리에 의해 실행된다. 그로 인해, 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에 따르면, 대전량 분포  $C(x, y)$ 와 위치 어긋남 응답 함수  $r(x, y)$ 의 컨볼루션 계산(연산 P10b1b8[도 10의 (A) 참조])이 복수의 연산 유닛(10b1b10a, 10b1b10b)의 병렬 처리에 의해 실행되지 않는 경우[도 10의 (A)에 도시하는 경우]보다도, 대전량 분포[ $C(x, y)$ ]와 위치 어긋남 응답 함수[ $r(x, y)$ ]의 컨볼루션 계산[연산 P10b1b8(도 14 참조)]에 필요로 하는 시간을 단축할 수 있다. 또한, 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에 따르면, 대전량 분포 산출부(10b1b7)(도 3 참조)에 의해 산출되는 대전량 분포 맵[도 9의 (B) 참조]에 큰 메쉬 사이즈를 갖는 대전 영역이 설정되지 않고, 대전량 분포 맵 전체가 작은 메쉬 사이즈를 갖는 대전 영역에 의해서만 구성되는 경우[도 9의 (B) 및 도 10의 (A)에 도시하는 경우]보다도, 대전량 분포[ $C(x, y)$ ]와 위치 어긋남 응답 함수[ $r(x, y)$ ]의 컨볼루션 계산(연산 P10b1b8)에 필요로 하는 시간을 단축할 수 있다.

[0102] 덧붙여 말하면, 대전 효과 보정 처리의 처리 시간(도 14의 종축)을 단축하기 위해, 연산 처리 부하가 큰 연산 P10b1b4, P10b1b8(도 14 참조)만이 연산 유닛(10b1b10a, 10b1b10b)(도 14 참조)을 사용하여 실행되는 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 대전 효과 보정 방법과는 달리, 연산 처리 부하가 작은 다른 연산 P10b1b1, P10b1b2, P10b1b3, P10b1b5, P10b1b6, P10b1b7(도 14 참조)도, 연산 유닛(10b1b10a, 10b1b10b)을 사용하여 실행되는 방법을 생각할 수 있다. 그런데, 2개의 연산 유닛(10b1b10a, 10b1b10b)으로서 예를 들어 외장형 타입(제어 기관에 대해 실장되지 않는 타입)의 GPU(그래픽스 프로세싱 유닛)가 사용되는 경우, 연산 유닛(10b1b10a, 10b1b10b)의 연산 처리 속도가, 중앙 연산 처리부(CPU)(10b1b9)(도 14 참조)의 연산 처리 속도보다 빠르지만, 패턴 면적 밀도 분포 산출부(10b1b1)(도 11 참조) 등으로부터 연산 유닛(10b1b10a, 10b1b10b)에의 액세스 속도가, 패턴 면적 밀도 분포 산출부(10b1b1) 등으로부터 중앙 연산 처리부(CPU)(10b1b9)에의 액세스 속도보다 느린 경향이 있다. 따라서, 연산 처리 부하가 작은 연산 P10b1b1, P10b1b2, P10b1b3, P10b1b5, P10b1b6, P10b1b7(도 14 참조)이 연산 유닛(10b1b10a, 10b1b10b)을 사용하여 실행되는 방법을 채용해도, 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 대전 효과 보정 방법에 비해, 대전 효과 보정 처리의 처리 시간이 단축되는 경우는 거의 없고, 오히려 대전 효과 보정 처리의 처리 시간이 길어져 버릴 우려가 있다고 생각된다.

[0103] 바람직하게는, 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 대전량 분포 맵[도 13의 (A) 참조]의 제1 대전 영역 CA1[도 13의 (A) 참조]에 포함되는 메쉬수와, 대전량 분포 맵의 제2 대전 영역 CA2[도 13의 (A) 참조]에 포함되는 메쉬수가 동등해진다. 그와 같이 함으로써, 연산 유닛(10b1b10a)(도 14 참조)을 사용한 대전량 분포 맵의 제1 대전 영역 CA1의 메쉬 사이즈로 기술된 대전량 분포  $C1(x, y)$ 과 대전량 분포 맵의 제1 대전 영역 CA1에 대응하는 위치 어긋남 응답 함수  $r1(x, y)$ 의 컨볼루션 계산[연산 P10b1b8(도 14 참조)]에 필요로 하는 시간과, 연산 유닛(10b1b10b)(도 14 참조)을 사용한 대전량 분포 맵의 제2 대전 영역 CA2[도 13의 (A) 참조]의 메쉬 사이즈로 기술된 대전량 분포  $C2(x, y)$ 와 대전량 분포 맵의 제2 대전 영역 CA2에 대응하는 위치 어긋남 응답 함수  $r2(x, y)$ 의 컨볼루션 계산[연산 P10b1b8(도 14 참조)]에 필요로 하는 시간을 거의 동등하게 할 수 있다.

[0104] 이하, 본 발명의 하전 입자 빔 묘화 장치의 제4 실시 형태에 대해 설명한다. 제4 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)는, 후술하는 점을 제외하고, 상술한 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)와 거의 동일하게 구성되어 있다. 따라서, 제4 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에 따르면, 후술하는 점을 제외하고, 상술한 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)와 거의 동일한 효과를 발휘할 수 있다.

[0105] 제4 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 대전 효과 보정 처리부(10b1b)에서는, 도 11에 도시하는 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 대전 효과 보정 처리부(10b1b)와 마찬가지로, 예를 들어 2개의 연산 유닛(10b1b10a, 10b1b10b)이 고속 연산 처리부(10b1b10)에 설치되어 있다.

[0106] 대전량 분포  $C(x, y)$ 와 위치 어긋남 응답 함수  $r(x, y)$ 의 컨볼루션 계산[ $\int r(x-x', y-y')C(x', y')$ ]을 실행함으로써 얻어지는 하전 입자 빔(10a1b)(도 1 참조)의 위치 어긋남량  $p$ 는,  $x$  방향의 성분  $p_x$ 와  $y$  방향의 성분  $p_y$ 로 분할할 수 있다. 이 점에 비추어, 제4 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 위치 어긋남량  $p$ 의  $x$  방향의 성분  $p_x$ 를 산출하기 위한 위치 어긋남 응답 함수  $r_x(x, y)$ 와, 위치 어긋남량  $p$ 의  $y$  방향의 성분  $p_y$ 를 산출하기 위한 위치 어긋남 응답 함수  $r_y(x, y)$ 가 별개로 설정된다.

[0107] 도 15는 위치 어긋남량  $p$ 의  $x$  방향의 성분  $p_x$ 를 산출하기 위한 위치 어긋남 응답 함수  $r_x(x, y)$ 의 일례를 나타낸 도면이다. 도 16은 위치 어긋남량  $p$ 의  $y$  방향의 성분  $p_y$ 를 산출하기 위한 위치 어긋남 응답 함수  $r_y(x, y)$ 의 일례를 나타낸 도면이다.

- [0108] 제4 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 고속 연산 처리부(10b1b10)(도 11 참조)의 연산 유닛(10b1b10a)(도 11 참조)을 사용함으로써, 위치 어긋남량  $p$ 의  $x$  방향의 성분  $p_x$ 를 산출하기 위한 위치 어긋남 응답 함수  $r_x(x, y)$ 와 대전량 분포  $C(x, y)$ 의 컨볼루션 계산[ $\int r_x(x-x', y-y')C(x', y')$ ]이 실행되는 동시에, 고속 연산 처리부(10b1b10)의 연산 유닛(10b1b10b)(도 11 참조)을 사용함으로써, 위치 어긋남량  $p$ 의  $y$  방향의 성분  $p_y$ 를 산출하기 위한 위치 어긋남 응답 함수  $r_y(x, y)$ 와 대전량 분포  $C(x, y)$ 의 컨볼루션 계산[ $\int r_y(x-x', y-y')C(x', y')$ ]이 병렬되어 실행된다.
- [0109] 즉, 제4 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 대전량 분포  $C(x, y)$ 와 위치 어긋남 응답 함수  $r(x, y)$ 의 컨볼루션 계산[ $\int r(x-x', y-y')C(x', y') = \int r_x(x-x', y-y')C(x', y') + \int r_y(x-x', y-y')C(x', y')$ ]이 연산 유닛(10b1b10a)(도 11 참조)과 연산 유닛(10b1b10b)(도 11 참조)의 병렬 처리에 의해 실행된다. 그 결과, 제4 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에 의한 대전 효과 보정 처리의 처리 시간은, 도 14에 도시하는 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에 의한 대전 효과 보정 처리의 처리 시간과 거의 동일해진다.
- [0110] 그로 인해, 제4 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에 따르면, 대전량 분포  $C(x, y)$ 와 위치 어긋남 응답 함수  $r(x, y)$ 의 컨볼루션 계산(연산 P10b1b8)[도 10의 (A) 참조]이 복수의 연산 유닛(10b1b10a, 10b1b10b)(도 11 참조)의 병렬 처리에 의해 실행되지 않는 경우[도 3 및 도 10의 (A)에 도시하는 경우]보다도, 대전량 분포  $C(x, y)$ 와 위치 어긋남 응답 함수  $r(x, y)$ 의 컨볼루션 계산(연산 P10b1b8)(도 14 참조)에 필요로 하는 시간을 단축할 수 있다.
- [0111] 이하, 본 발명의 하전 입자 빔 묘화 장치의 제5 실시 형태에 대해 설명한다. 제5 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)는, 후술하는 점을 제외하고, 상술한 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)와 거의 동일하게 구성되어 있다. 따라서, 제5 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에 따르면, 후술하는 점을 제외하고, 상술한 제1 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)와 거의 동일한 효과를 발휘할 수 있다.
- [0112] 제5 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 대전 효과 보정 처리부(10b1b)에서는, 도 11에 도시하는 제3 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 대전 효과 보정 처리부(10b1b)와 마찬가지로, 예를 들어 2개의 연산 유닛(10b1b10a, 10b1b10b)이 고속 연산 처리부(10b1b10)에 설치되어 있다.
- [0113] 도 17은 하전 입자 빔(10a1b)의 조사 위치로부터의 거리(반경)와 흐림 하전 입자량(흐림 전자량)의 관계를 나타낸 도면이다. 도 17에 있어서, 횡축은 하전 입자 빔(10a1b)의 조사 위치로부터의 거리(반경)를 나타내고 있다. 즉, 도 17은 횡축의 좌표가 0mm인 위치에 하전 입자 빔(10a1b)이 조사된 것을 나타내고 있다. 또한, 도 17에 있어서, 종축은 흐림 하전 입자량(흐림 전자량)을 나타내고 있다.
- [0114] 본 발명자들의 예의 연구에 의해, 도 17에 나타내는 바와 같이, 하전 입자 빔(10a1b)(도 1 참조)의 조사 위치의 부근[하전 입자 빔(10a1b)의 조사 위치로부터의 거리가 약 2 내지 3mm 미만의 위치]에 있어서의 흐림 하전 입자 분포(흐림 전자 분포)와, 하전 입자 빔(10a1b)의 조사 위치로부터 이격된 위치[하전 입자 빔(10a1b)의 조사 위치로부터의 거리가 약 2 내지 3mm 이상인 위치]에 있어서의 흐림 하전 입자 분포(흐림 전자 분포)가, 다른 별개의 가우시안 분포(정규 분포)  $g_1(x, y)$ ,  $g_2(x, y)$ 에 의해 기술될 수 있는 것이 발견되었다. 즉, 본 발명자들의 예의 연구에 의해, 흐림 하전 입자 분포(흐림 전자 분포)를 단일의 가우시안 분포  $g(x, y)$ 에 의해 기술하면, 고정밀도의 대전 효과 보정을 실행할 수 없는 것이 발견되었다.
- [0115] 이 점에 비추어, 제5 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 제1 가우시안 분포  $g_1(x, y) = (1/\pi \sigma_1^2) \times \exp(-(x^2 + y^2)/\sigma_1^2)$ 과, 제1 가우시안 분포  $g_1(x, y)$ 의 흐림 산란 반경( $\sigma_1$ )보다도 큰 흐림 산란 반경( $\sigma_2$ )을 갖는 제2 가우시안 분포  $g_2(x, y) = (1/\pi \sigma_2^2) \times \exp(-(x^2 + y^2)/\sigma_2^2)$ 가 별개로 설정된다. 상세하게는, 흐림 하전 입자량 분포 산출부(10b1b4)(도 11 참조)에 의해, 제1 가우시안 분포  $g_1(x, y)$ 과 제2 가우시안 분포  $g_2(x, y)$ 의 합으로서, 흐림 하전 입자 분포  $g(x, y) = (1/\pi \sigma_1^2) \times \exp(-(x^2 + y^2)/\sigma_1^2) + (1/\pi \sigma_2^2) \times \exp(-(x^2 + y^2)/\sigma_2^2)$ 가 설정된다.
- [0116] 또한, 제5 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 제1 조사량 분포 맵(도 18 참조)과, 제1 조사량 분포 맵의 메쉬 사이즈보다도 큰 메쉬 사이즈를 갖는 제2 조사량 분포 맵(도 18 참조)이, 조사량 분포 산출부(10b1b3)(도 11 참조)에 의해 산출된다. 도 18은 시료(M)의 묘화 영역(DA)의 스트라이프(ST1) 내의 모든 하전



입자 빔(10a1b)의 샷이 종료된 시점에 있어서의 제5 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 제1 조사량 분포 맵 및 제2 조사량 분포 맵을 도시한 도면이다.

[0117] 도 19는 제5 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에 의한 대전 효과 보정 처리의 처리 시간을 도시한 도면이다. 상세하게는, 도 19는 중앙 연산 처리부(CPU)(10b1b9)(도 11 참조)와, 중앙 연산 처리부(CPU)(10b1b9)보다도 빠른 연산 처리 속도를 갖는 고속 연산 처리부(10b1b10)(도 11 참조)의 연산 유닛(10b1b10a, 10b1b10b)(도 11 참조)에 의해 병렬 연산 처리가 실행되는 제5 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)의 대전 효과 보정 처리의 처리 시간(경과 시간)을 나타내고 있다.

[0118] 또한, 제5 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 제1 조사량 분포 맵(도 18 참조)의 작은 메쉬 사이즈로 기술된 제1 조사량 분포  $E1(x, y)$ 와 제1 가우시안 분포  $g1(x, y)$ 의 컨볼루션 계산[ $\int g1(x-x', y-y')E1(x', y')$ ]을 실행하기 위해 사용되는 연산 유닛(10b1b10a)(도 11 참조)과, 제2 조사량 분포 맵(도 18 참조)의 큰 메쉬 사이즈로 기술된 제2 조사량 분포  $E2(x, y)$ 와 제2 가우시안 분포  $g2(x, y)$ 의 컨볼루션 계산[ $\int g2(x-x', y-y')E2(x', y')$ ]을 실행하기 위해 사용되는 연산 유닛(10b1b10b)(도 11 참조)이, 고속 연산 처리부(10b1b10)(도 11 참조)에 설치되어 있다.

[0119] 즉, 제5 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 제1 조사량 분포 맵(도 18 참조)의 작은 메쉬 사이즈로 기술된 제1 조사량 분포  $E1(x, y)$ 와 제1 가우시안 분포  $g1(x, y)$ 의 컨볼루션 계산[연산 P10b1b4(도 19 참조)]이 연산 유닛(10b1b10a)(도 19 참조)을 사용하여 실행되는 동시에, 제2 조사량 분포 맵(도 18 참조)의 큰 메쉬 사이즈로 기술된 제2 조사량 분포  $E2(x, y)$ 와 제2 가우시안 분포  $g2(x, y)$ 의 컨볼루션 계산[연산 P10b1b4(도 19 참조)]이 연산 유닛(10b1b10b)(도 19 참조)을 사용하여 병렬되어 실행된다.

[0120] 즉, 제5 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 조사량 분포  $E(x, y)(=E1(x, y)+E2(x, y))$ 와 흐림 하전 입자 분포  $g(x, y)(=g1(x, y)+g2(x, y))$ 의 컨볼루션 계산[ $\int g1(x-x', y-y')E1(x', y') + \int g2(x-x', y-y')E2(x', y')$ ]이 연산 유닛(10b1b10a)(도 11 및 도 19 참조)과 연산 유닛(10b1b10b)(도 11 및 도 19 참조)의 병렬 처리에 의해 실행된다. 그로 인해, 제5 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에 따르면, 조사량 분포  $E(x, y)$ 와 흐림 하전 입자 분포  $g(x, y)$ 의 컨볼루션 계산[연산 P10b1b4(도 10의 (A) 참조)]이 병렬 처리에 의해 실행되지 않는 경우[도 10의 (A) 참조]보다도, 조사량 분포  $E(x, y)$ 와 흐림 하전 입자 분포  $g(x, y)$ 의 컨볼루션 계산[연산 P10b1b4(도 19 참조)]에 필요로 하는 시간을 단축할 수 있다.

[0121] 바람직하게는, 제5 실시 형태의 하전 입자 빔 묘화 장치(10)에서는, 제1 조사량 분포 맵(도 18 참조)에 포함되는 메쉬수와, 제2 조사량 분포 맵(도 18 참조)에 포함되는 메쉬수가 동등해진다. 그렇게 함으로써, 연산 유닛(10b1b10a)(도 19 참조)을 사용한 제1 조사량 분포 맵(도 18 참조)의 작은 메쉬 사이즈로 기술된 제1 조사량 분포  $E1(x, y)$ 와 제1 가우시안 분포  $g1(x, y)$ 의 컨볼루션 계산[연산 P10b1b4(도 19 참조)]에 필요로 하는 시간과, 연산 유닛(10b1b10b)(도 19 참조)을 사용한 제2 조사량 분포 맵(도 18 참조)의 큰 메쉬 사이즈로 기술된 제2 조사량 분포  $E2(x, y)$ 와 제2 가우시안 분포  $g2(x, y)$ 의 컨볼루션 계산[연산 P10b1b4(도 19 참조)]에 필요로 하는 시간을 거의 동등하게 할 수 있다.

[0122] 제6 실시 형태에서는, 상술한 제1 내지 제5 실시 형태 및 그들의 변형예를 적절하게 조합하는 것도 가능하다.

## 부호의 설명

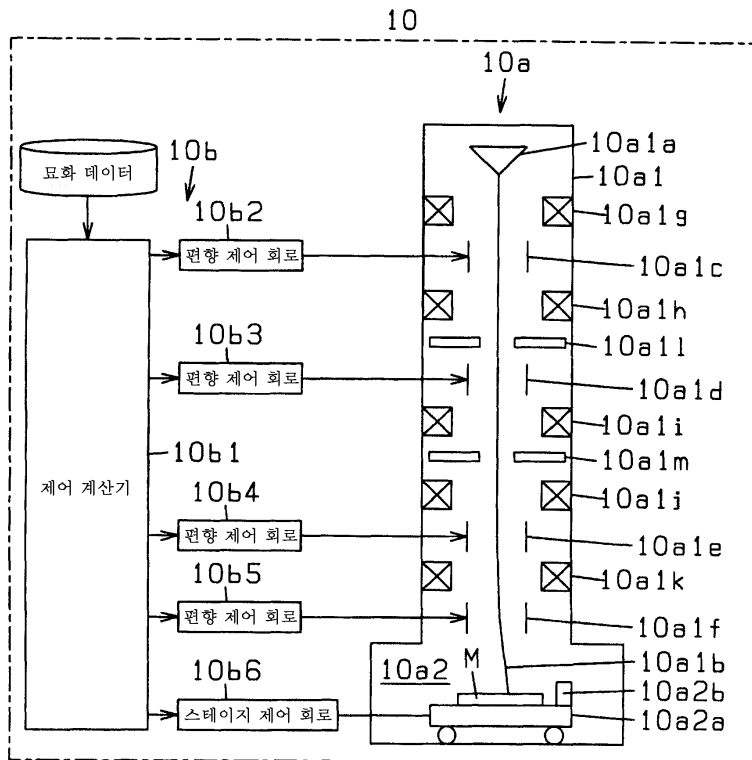
[0123] 10 : 하전 입자 빔 묘화 장치  
 10a1b : 하전 입자 빔  
 10a : 묘화부  
 10b1b : 대전 효과 보정 처리부  
 10b1b1 : 패턴 면적 밀도 분포 산출부  
 10b1b2 : 도즈량 분포 산출부  
 10b1b3 : 조사량 분포 산출부  
 10b1b4 : 흐림 하전 입자량 분포 산출부  
 10b1b5 : 조사 시각 산출부



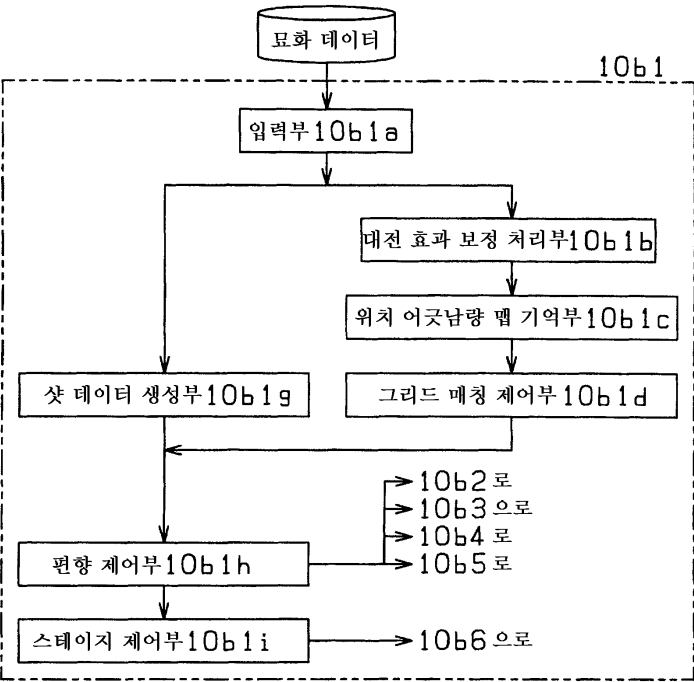
10b1b6 : 경과 시간 산출부  
 10b1b7 : 대전량 분포 산출부  
 10b1b8 : 위치 어긋남량 맵 산출부  
 10b1b9 : 중앙 연산 처리부  
 10b1b10 : 고속 연산 처리부  
 M : 시료

## 도면

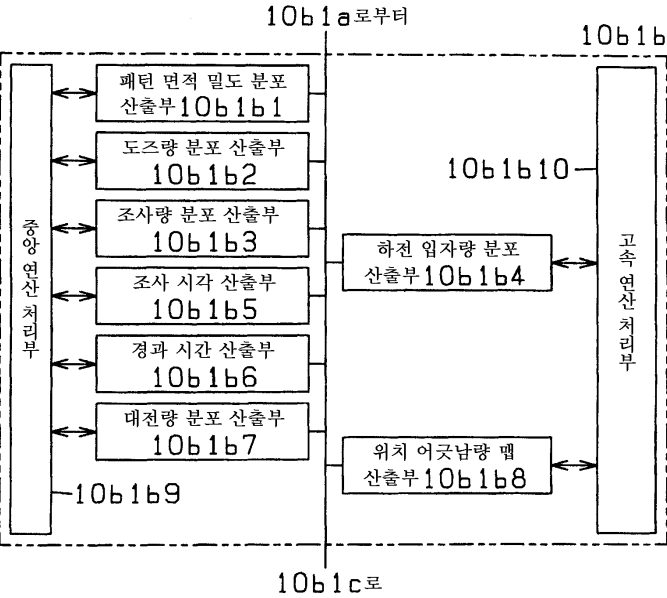
### 도면1



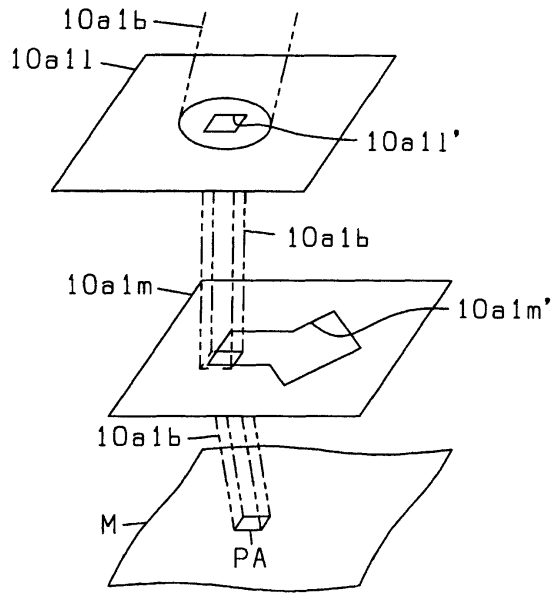
도면2



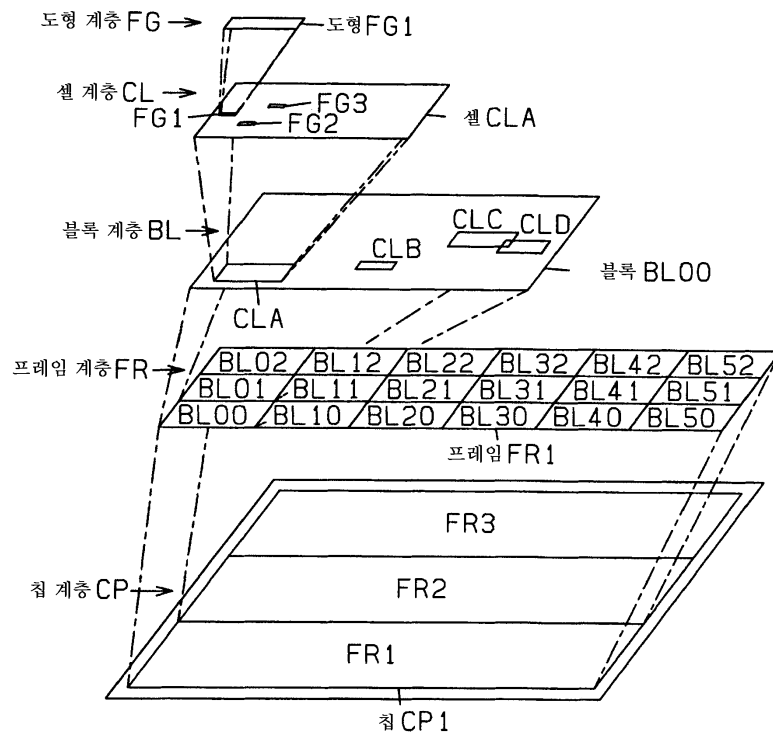
도면3



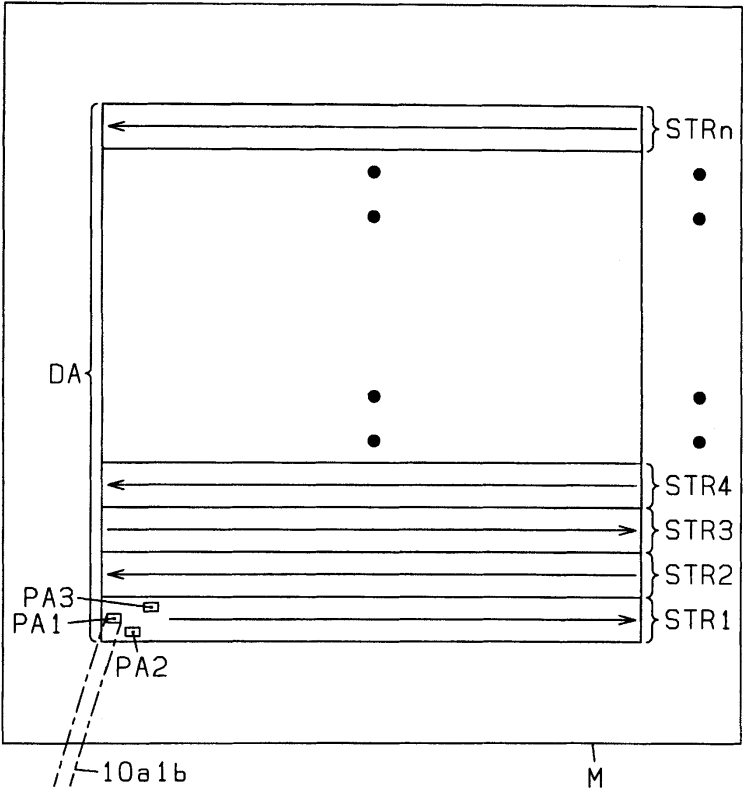
도면4



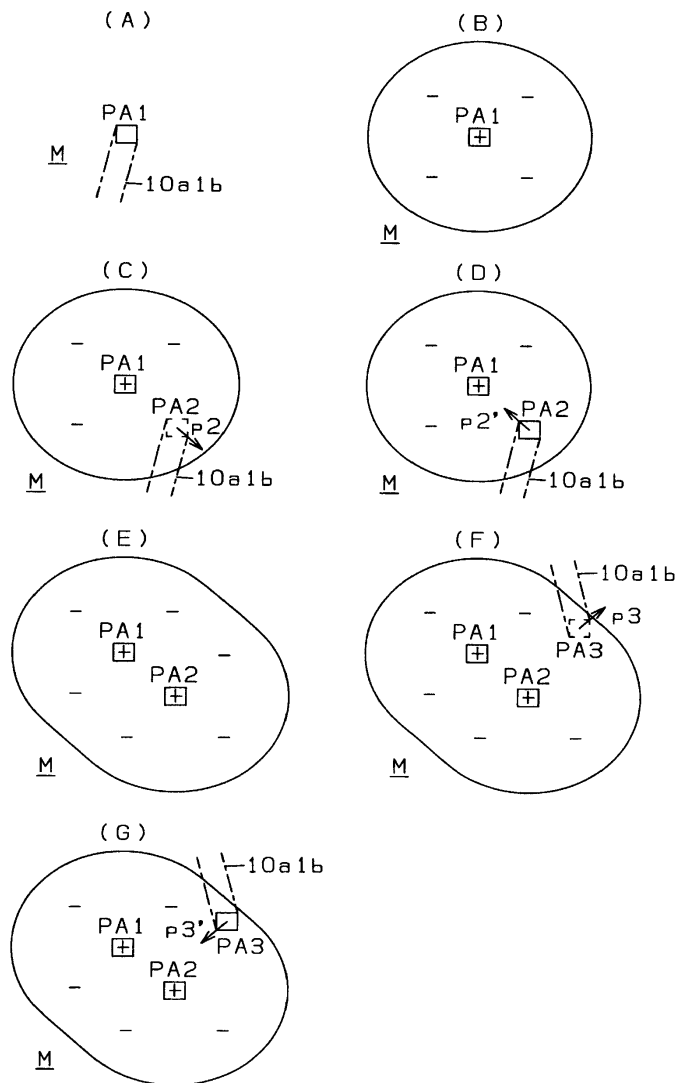
도면5



도면6

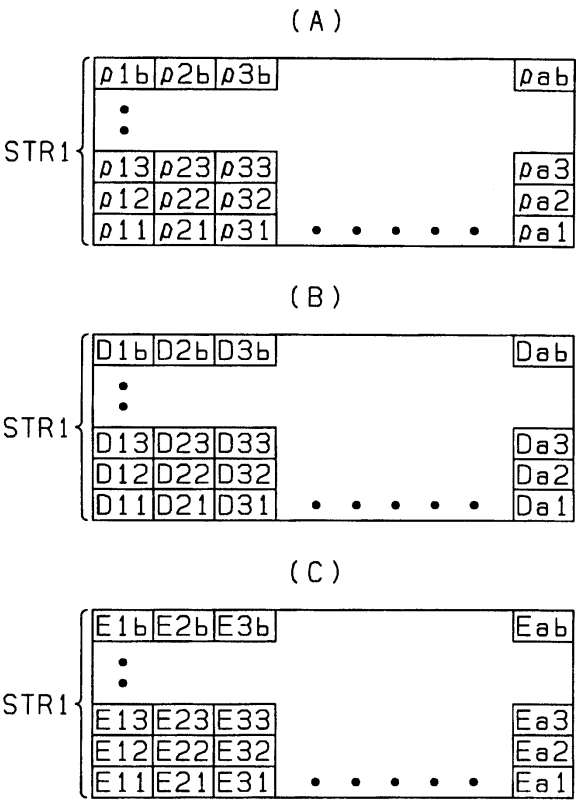


도면7

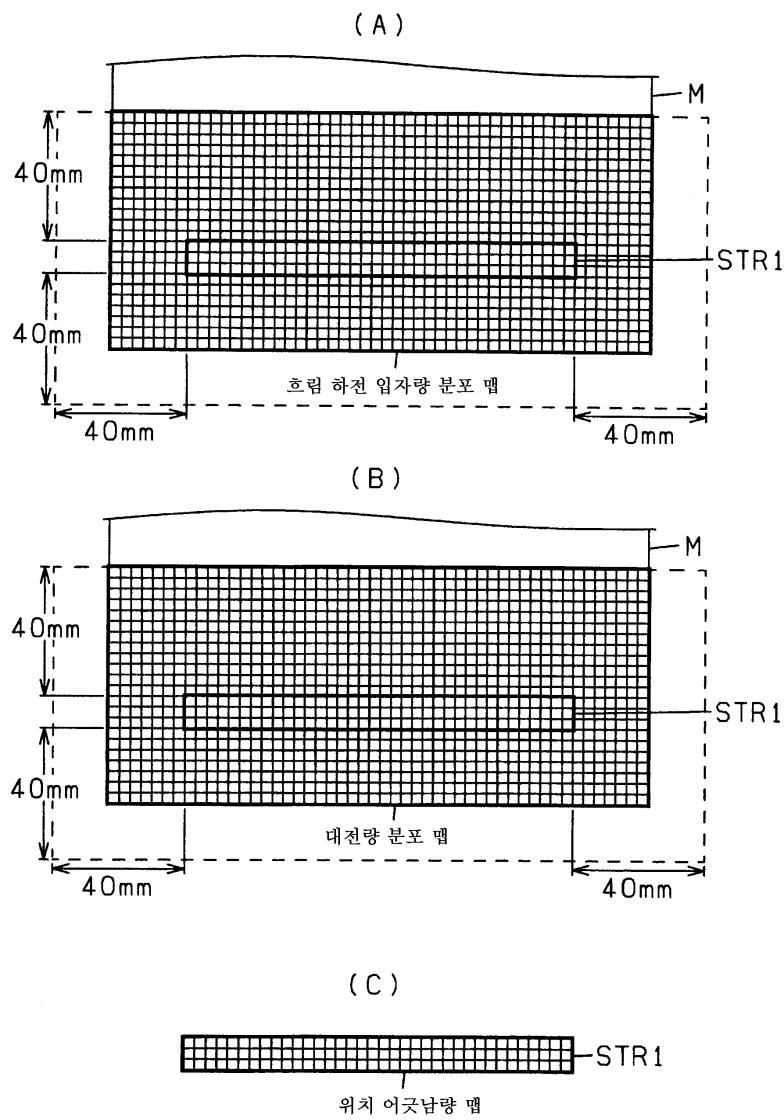




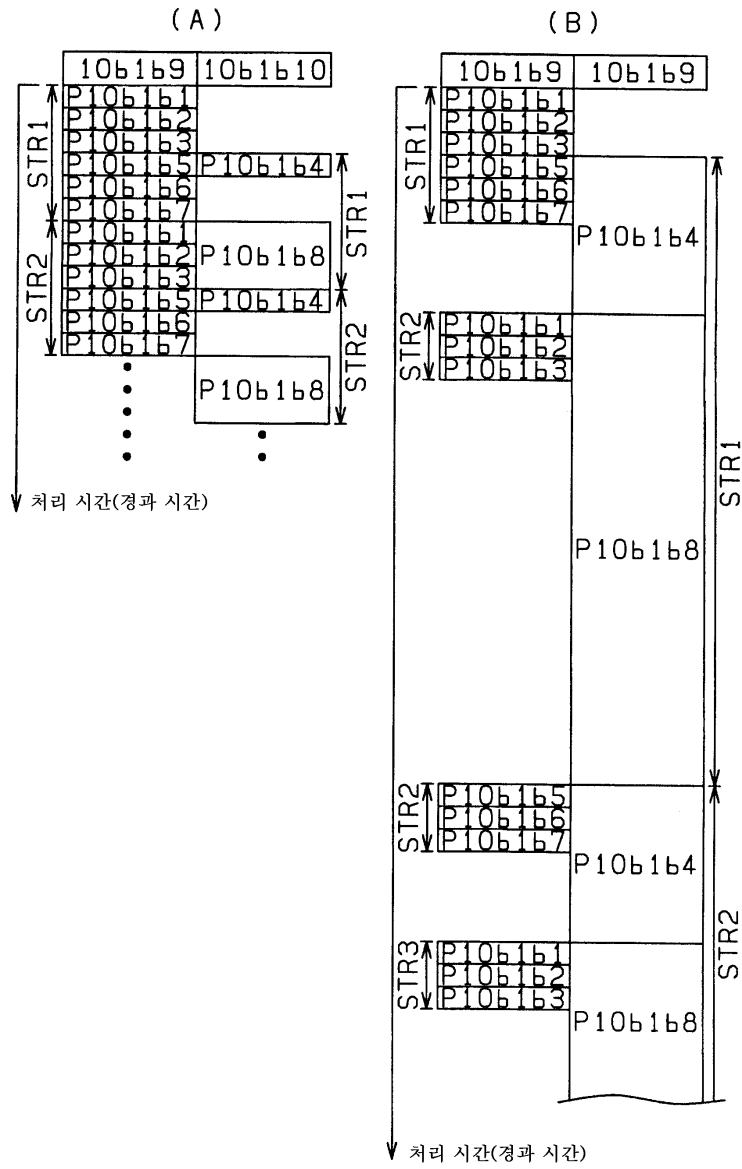
도면8



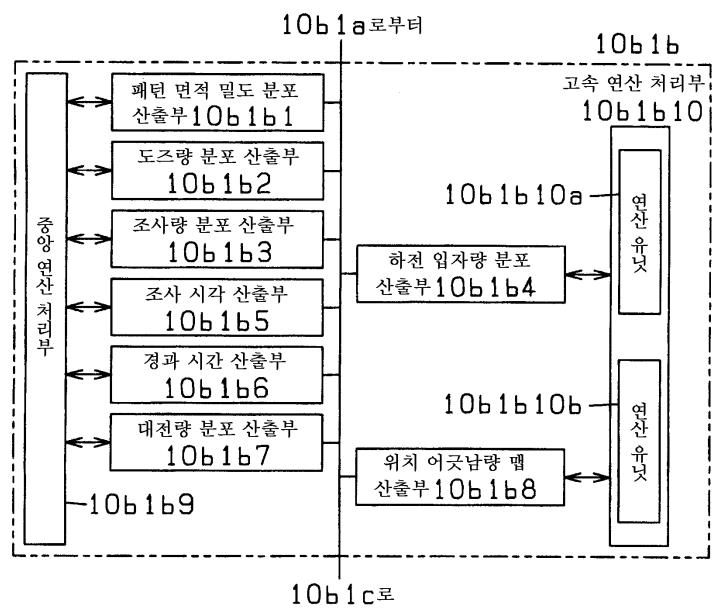
도면9



도면10

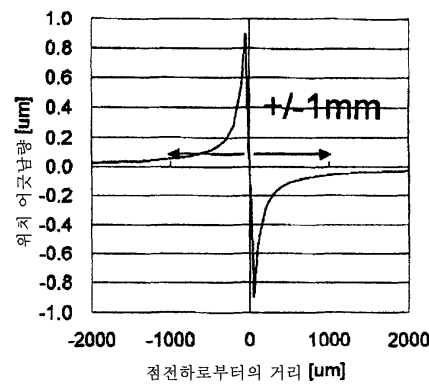


도면11

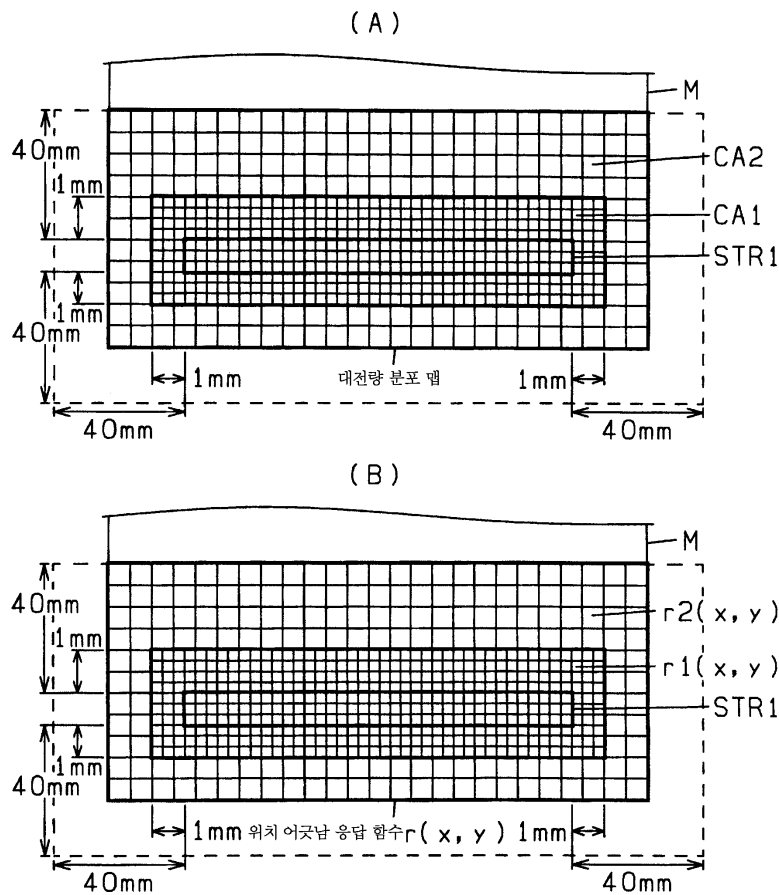


도면12

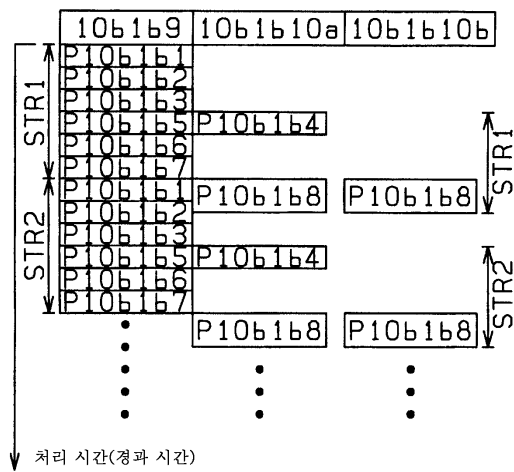
+1nC의 표면 점전하에 대한  
빔 위치 어긋남량 계산 결과



도면13

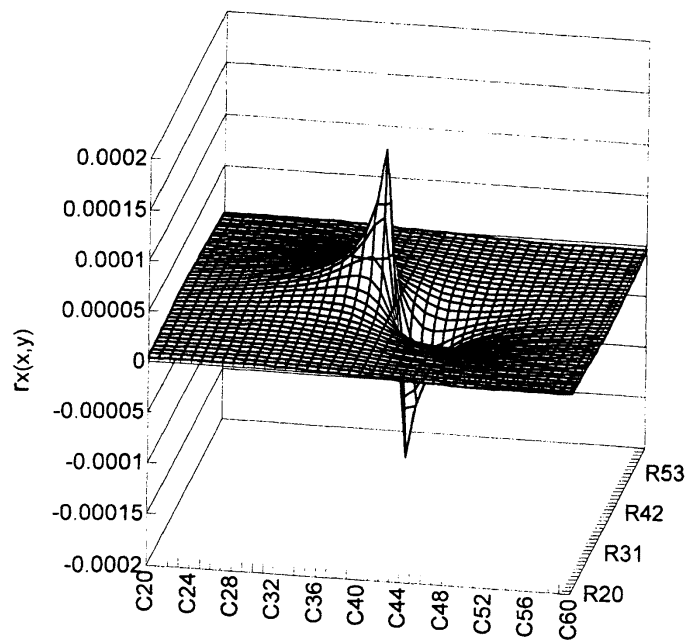


도면14

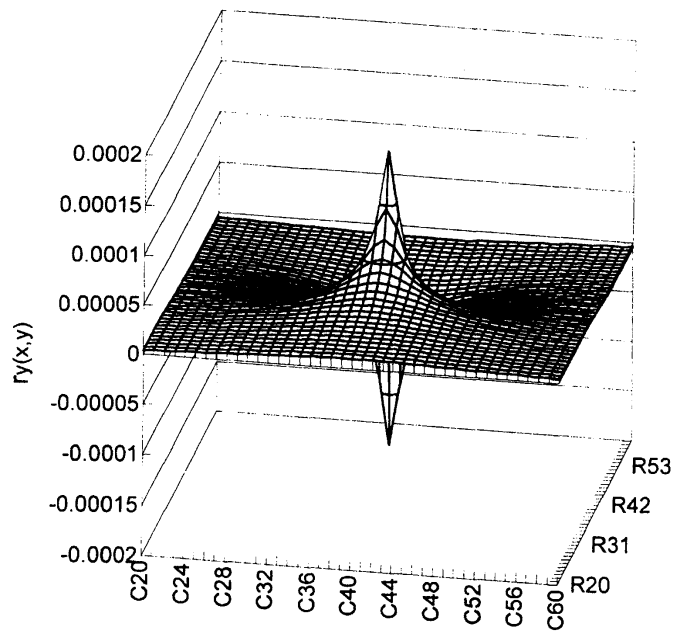




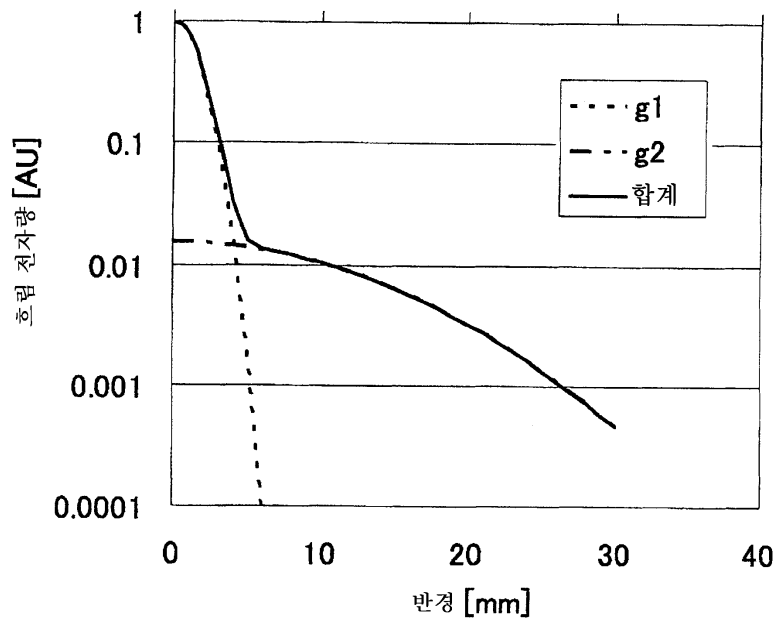
도면15



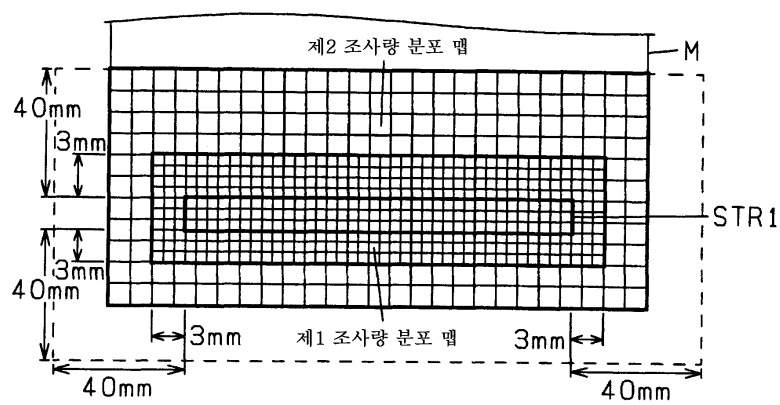
도면16



도면17



도면18



도면19

