



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년03월20일

(11) 등록번호 10-1504530

(24) 등록일자 2015년03월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 21/027 (2006.01) G03F 7/20 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0028576

(22) 출원일자 2013년03월18일

심사청구일자 2013년03월18일

(65) 공개번호 10-2013-0110034

(43) 공개일자 2013년10월08일

(30) 우선권주장

JP-P-2012-072473 2012년03월27일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문현

JP2007227564 A

US20070196768 A1

(73) 특허권자

가부시키가이샤 뉴플레이어 테크놀로지

일본국 카나가와켄 요코하마시 이소고쿠 신스기타
쵸 8-1

(72) 발명자

카토 야스오

일본, 시즈오카켄, 누마즈시, 오오카, 2068-3, 가
부시키가이샤 뉴플레이어 테크놀로지 내

야시마 준

일본, 시즈오카켄, 누마즈시, 오오카, 2068-3, 가
부시키가이샤 뉴플레이어 테크놀로지 내

안포 아키히토

일본, 시즈오카켄, 누마즈시, 오오카, 2068-3, 가
부시키가이샤 뉴플레이어 테크놀로지 내

(74) 대리인

특허법인엠에이피에스

심사관 : 오순영

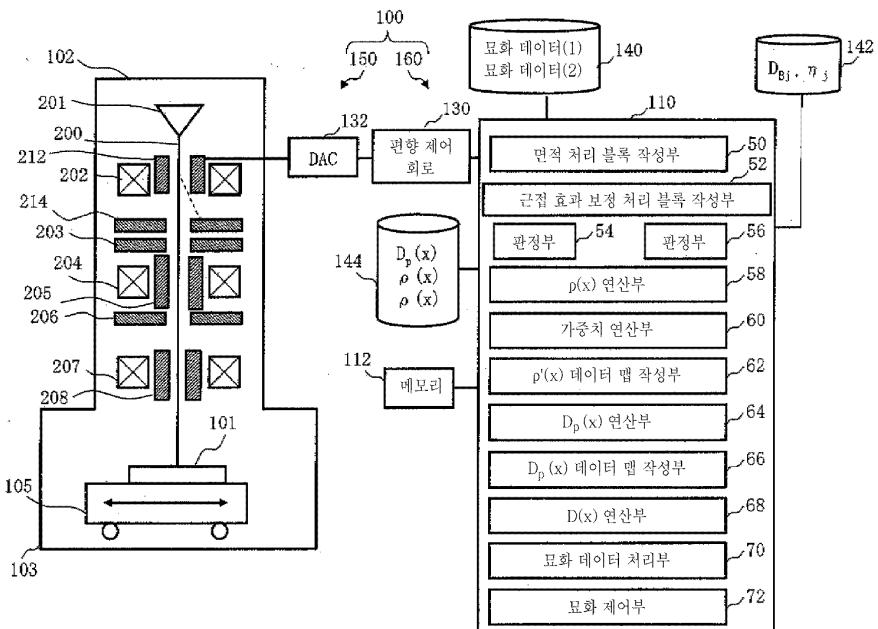
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 하전 입자빔 묘화 장치 및 하전 입자빔 묘화 방법

(57) 요약

본 발명의 일태양의 하전 입자빔 묘화 장치는, 각각 복수의 도형 패턴이 배치되는, 기준 조사량이 상이한 복수의 묘화 그룹이 묘화될 예정인 묘화 영역 내에 복수의 면적 처리 블록을 작성하는 제1 블록 작성부와, 묘화 그룹 영역마다, 근접 효과를 보정하기 위한 복수의 근접 효과 보정 처리 블록을 작성하는 제2 블록 작성부와, 면적 처리 (뒷면에 계속)

대표 도



블록마다, 배치되는 도형 패턴의 면적 밀도를 산출하는 면적 밀도 연산부와, 면적 처리 블록마다, 대응하는 묘화 그룹 영역의 기준 조사량을 이용하여 면적 밀도에 가중치 연산을 행하는 가중치 연산부와, 근접 효과 보정 처리 블록마다, 해당하는 가중치가 부여된 면적 밀도를 이용하여, 근접 효과를 보정하기 위한 근접 효과 보정 조사 계수를 연산하는 근접 효과 보정 조사 계수 연산부와, 묘화 그룹 영역마다의 기준 조사량과 근접 효과 보정 처리 블록마다의 근접 효과 보정 조사 계수를 이용하여 하전 입자빔의 조사량을 연산하는 조사량 연산부를 구비한 것을 특징으로 한다.

특허청구의 범위

청구항 1

각각 복수의 도형 패턴이 배치되는, 미리 설정된 기준 조사량이 상이한 복수의 묘화 그룹이 묘화될 예정인 묘화 영역 내에 복수의 면적 처리 블록을 작성하는 제1 블록 작성부와,

묘화 그룹 영역마다, 근접 효과를 보정하기 위한 복수의 근접 효과 보정 처리 블록을 작성하는 제2 블록 작성부와,

면적 처리 블록마다, 배치되는 도형 패턴의 면적 밀도를 산출하는 면적 밀도 연산부와,

면적 처리 블록마다, 대응하는 묘화 그룹 영역의 기준 조사량을 이용하여 상기 면적 밀도에 가중치 연산을 행하는 가중치 연산부와,

근접 효과 보정 처리 블록마다, 해당하는 가중치가 부여된 면적 밀도를 이용하여, 근접 효과를 보정하기 위한 근접 효과 보정 조사 계수를 연산하는 근접 효과 보정 조사 계수 연산부와,

묘화 그룹 영역마다의 기준 조사량과, 상기 기준 조사량에 의해 상기 해당하는 가중치가 부여된 면적 밀도를 이용하여 연산된 근접 효과 보정 처리 블록마다의 상기 근접 효과 보정 조사 계수를 이용하여 하전 입자빔의 조사량을 연산하는 조사량 연산부와,

묘화 그룹 영역마다, 연산된 조사량에 기초하여, 하전 입자빔을 이용하여 시료에 상기 도형 패턴을 묘화하는 묘화부

를 구비한 것을 특징으로 하는 하전 입자빔 묘화 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 블록 작성부는, 복수의 묘화 그룹 영역을 가지는 묘화 영역을 묘화 그룹 영역에 관계없이 분할된 복수의 면적 처리 블록을 작성하고,

상기 면적 밀도 연산부는, 묘화 그룹 영역에 관계없이 분할된 면적 처리 블록마다, 상기 면적 밀도를 산출하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

묘화 그룹 영역에 관계없이 설정된 공통 기준 조사량 및 공통 근접 효과 보정 계수와, 상기 묘화 그룹 영역마다의 기준 조사량을 이용하여, 묘화 그룹 영역마다의 근접 효과 보정 계수를 연산하는 근접 효과 보정 계수 연산부를 더 구비한 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 근접 효과 보정 조사 계수 연산부는, 묘화 그룹 영역마다의 조사량 방정식을 연립하여 풀어 상기 근접 효과 보정 조사 계수를 연산하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

현재의 묘화 그룹용의 각 위치에서의 근접 효과 보정 조사 계수가 계산 완료인지 여부를 판정하는 판정부를 더 구비한 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 6

각각 복수의 도형 패턴이 배치되는, 미리 설정된 기준 조사량이 상이한 복수의 묘화 그룹이 묘화될 예정인 묘화 영역 내에 복수의 면적 처리 블록을 작성하고,

묘화 그룹 영역마다, 근접 효과를 보정하기 위한 복수의 근접 효과 보정 처리 블록을 작성하고,

면적 처리 그룹마다, 배치되는 도형 패턴의 면적 밀도를 산출하고,

면적 처리 블록마다, 대응하는 묘화 그룹 영역의 기준 조사량을 이용하여 상기 면적 밀도에 가중치 연산을 행하고,

근접 효과 보정 처리 블록마다, 해당하는 가중치가 부여된 면적 밀도를 이용하여, 근접 효과를 보정하기 위한 근접 효과 보정 조사 계수를 연산하고,

묘화 그룹 영역마다의 기준 조사량과, 상기 기준 조사량에 의해 상기 해당하는 가중치가 부여된 면적 밀도를 이용하여 연산된 근접 효과 보정 처리 블록마다의 상기 근접 효과 보정 조사 계수를 이용하여 하전 입자빔의 조사량을 연산하고,

묘화 그룹 영역마다, 연산된 조사량에 기초하여, 하전 입자빔을 이용해 시료에 상기 도형 패턴을 묘화하는 것을 특징으로 하는 하전 입자빔 묘화 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 하전 입자빔 묘화 장치 및 하전 입자빔 묘화 방법에 관한 것으로, 예를 들면 전자선 묘화에서 전자의 후방 산란에 따른 패턴의 치수 변동을 보정하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 반도체 디바이스의 미세화의 진전을 담당하는 리소그래피 기술은 반도체 제조 프로세스 중에서도 유일하게 패턴을 생성하는 매우 중요한 프로세스이다. 최근, LSI의 고집적화에 수반하여, 반도체 디바이스에 요구되는 회로 선폭은 해마다 미세화되고 있다. 이를 반도체 디바이스에 원하는 회로 패턴을 형성하기 위해서는, 고정밀도의 원화(原畫) 패턴(레이터를 혹은 마스크라고도 함)이 필요해진다. 여기서, 전자선(전자빔) 묘화 기술은 본질적으로 뛰어난 해상성을 가지고 있어, 고정밀도의 원화 패턴의 생산에 이용된다.

[0003] 도 10은, 종래의 가변 성형형(成形型) 전자선 묘화 장치의 동작을 설명하기 위한 개념도이다.

[0004] 가변 성형형 전자선(EB : Electron beam) 묘화 장치는 이하와 같이 동작한다. 제1 애퍼처(aperture)(410)에는 전자선(330)을 성형하기 위한 직사각형의 개구(411)가 형성되어 있다. 또한, 제2 애퍼처(420)에는 제1 애퍼처(410)의 개구(411)를 통과한 전자선(330)을 원하는 직사각형 형상으로 성형하기 위한 가변 성형 개구(421)가 형성되어 있다. 하전 입자 소스(430)로부터 조사되고 제1 애퍼처(410)의 개구(411)를 통과한 전자선(330)은 편향기에 의해 편향되고, 제2 애퍼처(420)의 가변 성형 개구(421)의 일부를 통과하여, 소정의 일방향(예를 들면, X 방향이라고 함)으로 연속적으로 이동하는 스테이지 상에 탐재된 시료(340)에 조사된다. 즉, 제1 애퍼처(410)의 개구(411)와 제2 애퍼처(420)의 가변 성형 개구(421)의 양방을 통과할 수 있는 직사각형 형상이, X 방향으로 연속적으로 이동하는 스테이지 상에 탐재된 시료(340)의 묘화 영역에 묘화된다. 제1 애퍼처(410)의 개구(411)와 제2 애퍼처(420)의 가변 성형 개구(421)의 양방을 통과시켜, 임의 형상을 작성하는 방식을 가변 성형 방식(VSB 방식)이라고 한다.

[0005] 전자빔 묘화에서는, 전자빔을 레지스트가 도포된 마스크에 조사하여 회로 패턴을 묘화할 경우, 전자빔이 레지스트층을 투과하여 그 아래의 층에 도달하고, 재차 레지스트층에 재입사하는 후방 산란에 따른 근접 효과라 불리는 현상이 발생된다. 이에 의해, 묘화 시, 희망하는 치수로부터 이탈된 치수로 묘화되어버리는 치수 변동이 발생된다. 이 때문에 전자빔 묘화에서는, 예를 들면 조사량을 보정함으로써 이러한 치수 변동을 억제하는 근접 효과 보정을 행하고 있다.

[0006] 또한 상술한 전자빔 묘화에서는, 예를 들면 스캐터링 바(scattering bar) 등 다른 패턴보다 치수가 미세한 패턴을 다른 패턴보다 조사량을 크게 하여 묘화할 경우가 있다. 또한, 소정 영역의 패턴을 조사량으로 리사이즈하기 위하여 그 영역만 묘화 조건(조사량 및 근접 효과 보정 계수 등의 파라미터)을 변경할 경우가 있다. 또한, 한번 묘화한 영역에 묘화 조건을 변경하여 재차 묘화할 경우가 있다. 이들 경우, 상이한 묘화 조건의 패턴 간에서 각

각 근접 효과 보정을 행할 필요가 있다.

[0007] 그러나 근접 효과 보정에서는, 상이한 묘화 조건의 패턴이 주위에 배치될 경우, 주위의 상이한 묘화 조건의 패턴에 대해서도 그 영향을 고려할 필요가 있다. 일반적으로, 상이한 묘화 조건의 패턴 간에서는 근접 효과 보정에 관한 파라미터가 상이하기 때문에, 주위의 상이한 묘화 조건의 패턴에 대하여 기존의 모델의 근접 효과 보정 계산식을 적용하는 것이 곤란했다. 또한, 파라미터를 일방의 조건에 맞추어 근접 효과 보정해도, 충분한 정밀도로 근접 효과를 보정하는 것이 곤란했다.

[0008] 여기서, 기준 조사량(D_{base})마다 근접 효과 보정이 적합한 근접 효과 보정 계수(η)가 존재한다. 이 때문에, 기준 조사량(D_{base})과 근접 효과 보정 계수(η)의 조를 변경하여 근접 효과 보정을 유지하면서 로딩 효과에 따른 치수 변동량도 함께 보정한 조사량을 산출하는 방법이 개시되어 있다(예를 들면, 일본특허공개공보 2007-150243호 참조).

발명의 내용

[0009] 본 발명은, 상이한 묘화 조건의 패턴을 묘화할 경우에 쌍방의 영향을 고려한 근접 효과 보정이 가능한 하전 입자빔 묘화 장치 및 묘화 방법을 제공한다.

[0010] 본 발명의 일태양의 하전 입자빔 묘화 장치는,

[0011] 각각 복수의 도형 패턴이 배치되는, 기준 조사량이 상이한 복수의 묘화 그룹이 묘화될 예정인 묘화 영역 내에 복수의 면적 처리 블록을 작성하는 제1 블록 작성부와,

[0012] 묘화 그룹 영역마다, 근접 효과를 보정하기 위한 복수의 근접 효과 보정 처리 블록을 작성하는 제2 블록 작성부와,

[0013] 면적 처리 블록마다, 배치되는 도형 패턴의 면적 밀도를 산출하는 면적 밀도 연산부와,

[0014] 면적 처리 블록마다, 대응하는 묘화 그룹 영역의 기준 조사량을 이용하여 면적 밀도에 가중치 연산을 행하는 가중치 연산부와,

[0015] 근접 효과 보정 처리 블록마다, 해당하는 가중치가 부여된 면적 밀도를 이용하여, 근접 효과를 보정하기 위한 근접 효과 보정 조사 계수를 연산하는 근접 효과 보정 조사 계수 연산부와,

[0016] 묘화 그룹 영역마다의 기준 조사량과 근접 효과 보정 처리 블록마다의 근접 효과 보정 조사 계수를 이용하여 하전 입자빔의 조사량을 연산하는 조사량 연산부와,

[0017] 묘화 그룹 영역마다, 연산된 조사량에 기초하여, 하전 입자빔을 이용하여 시료에 상기 도형 패턴을 묘화하는 묘화부

[0018] 를 구비한 것을 특징으로 한다.

[0019] 본 발명의 일태양의 하전 입자빔 묘화 방법은,

[0020] 각각 복수의 도형 패턴이 배치되는, 기준 조사량이 상이한 복수의 묘화 그룹이 묘화될 예정인 묘화 영역 내에 복수의 면적 처리 블록을 작성하고,

[0021] 묘화 그룹 영역마다, 근접 효과를 보정하기 위한 복수의 근접 효과 보정 처리 블록을 작성하고,

[0022] 면적 처리 블록마다, 배치되는 도형 패턴의 면적 밀도를 산출하고,

[0023] 면적 처리 블록마다, 대응하는 묘화 그룹 영역의 기준 조사량을 이용하여 면적 밀도에 가중치 연산을 행하고,

[0024] 근접 효과 보정 처리 블록마다, 해당하는 가중치가 부여된 면적 밀도를 이용하여, 근접 효과를 보정하기 위한 근접 효과 보정 조사 계수를 연산하고,

[0025] 묘화 그룹 영역마다의 기준 조사량과 근접 효과 보정 처리 블록마다의 근접 효과 보정 조사 계수를 이용하여 하전 입자빔의 조사량을 연산하고,

[0026] 묘화 그룹 영역마다, 연산된 조사량에 기초하여, 하전 입자빔을 이용하여 시료에 상기 도형 패턴을 묘화하는 것을 특징으로 한다.

[0027] 본 발명에 따르면, 상이한 묘화 조건의 패턴을 묘화할 경우에 쌍방의 영향을 고려한 근접 효과 보정이 가능한 하전 입자빔 묘화 장치 및 묘화 방법이 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 실시예 1에서의 묘화 장치의 구성을 도시한 개념도이다.

도 2는 실시예 1에서의 묘화 레이아웃(layout)의 일례를 도시한 개념도이다.

도 3의 (a)와 도 3의 (b)는 실시예 1에서의 묘화 레이아웃의 일례를 도시한 개념도이다.

도 4는 실시예 1에서의 묘화 방법의 주요부 공정을 나타낸 순서도이다.

도 5의 (a) ~ 도 5의 (d)는 실시예 1에서의 각 처리 블록의 일례를 도시한 개념도이다.

도 6의 (a) ~ 도 6의 (d)는 실시예 2에서의 각 처리 블록의 일례를 도시한 개념도이다.

도 7은 실시예 1, 2에서의 보정 정밀도를 나타낸 그래프이다.

도 8은 실시예 3에서의 묘화 장치의 구성을 도시한 구성도이다.

도 9는 실시예 4에서의 묘화 장치의 구성을 도시한 구성도이다.

도 10은 가변 성형형 전자선 묘화 장치의 동작을 설명하기 위한 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 이하, 실시예에서는, 하전 입자빔의 일례로서, 전자빔을 이용한 구성에 대하여 설명한다. 단, 하전 입자빔은 전자빔에 한정되지 않고, 이온빔 등의 하전 입자를 이용한 빔이어도 상관없다. 또한, 하전 입자빔 장치의 일례로서, 가변 성형형의 묘화 장치에 대하여 설명한다. 또한, 이하에 설명하는 식 등에서 x는 위치를 나타내는 벡터로 한다.

[0030] 또한 이하, 실시예에서는, 상이한 묘화 조건의 패턴을 묘화할 경우에 쌍방의 영향을 고려한 근접 효과 보정이 가능한 묘화 장치 및 방법에 대하여 설명한다.

[0031] 실시예 1.

[0032] 도 1은, 실시예 1에서의 묘화 장치의 구성을 도시한 개념도이다. 도 1에서, 묘화 장치(100)는 묘화부(150)와 제어부(160)를 구비하고 있다. 묘화 장치(100)는 하전 입자빔 묘화 장치의 일례이다. 특히, 가변 성형형(VSB형)의 묘화 장치의 일례이다. 묘화부(150)는 전자 경통(102)과 묘화실(103)을 구비하고 있다. 전자 경통(102) 내에는 전자총(201), 조명 렌즈(202), 블랭킹(blanking) 편향기(212), 블랭킹 애퍼처(214), 제1 성형 애퍼처(203), 투영 렌즈(204), 편향기(205), 제2 성형 애퍼처(206), 대물 렌즈(207) 및 편향기(208)가 배치되어 있다. 묘화실(103) 내에는 적어도 XY 방향으로 이동 가능한 XY 스테이지(105)가 배치된다. XY 스테이지(105) 상에는 묘화 대상이 되는, 레지스트가 표면에 형성된 시료(101)가 배치된다. 시료(101)에는 반도체 장치를 제조하기 위한 노광용의 마스크 또는 실리콘 웨이퍼 등이 포함된다. 마스크에는 마스크 블랭크스가 포함된다.

[0033] 제어부(160)는 제어 계산기(110), 메모리(112), 편향 제어 회로(130), 디지털 아날로그 변환기(DAC) 앰프(132) 및 자기 디스크 장치 등의 기억 장치(140, 142, 144)를 가지고 있다. 제어 계산기(110), 메모리(112), 편향 제어 회로(130) 및 기억 장치(140, 142, 144)는 도시하지 않은 버스를 개재하여 서로 접속되어 있다. 편향 제어 회로(130)는 DAC 앰프(132)를 개재하여 블랭킹 편향기(212)에 접속된다.

[0034] 제어 계산기(110) 내에는 면적 처리 블록 작성부(50), 근접 효과 보정 처리 블록 작성부(52), 판정부(54, 56), 면적 밀도 연산부(58), 가중치 연산부(60), 면적 밀도 데이터 맵 작성부(62), 근접 효과 보정 조사 계수 연산부(64), 근접 효과 보정 조사 계수 데이터 맵 작성부(66), 조사량 연산부(68), 묘화 데이터 처리부(70) 및 묘화 제어부(72)가 배치되어 있다. 면적 처리 블록 작성부(50), 근접 효과 보정 처리 블록 작성부(52), 판정부(54, 56), 면적 밀도 연산부(58), 가중치 연산부(60), 면적 밀도 데이터 맵 작성부(62), 근접 효과 보정 조사 계수 연산부(64), 근접 효과 보정 조사 계수 데이터 맵 작성부(66), 조사량 연산부(68), 묘화 데이터 처리부(70) 및 묘화 제어부(72)와 같은 각 기능은 프로그램과 같은 소프트웨어로 구성되어도 된다. 혹은, 전자 회로 등의 하드웨어로 구성되어도 된다. 혹은 이들의 조합이어도 된다. 면적 처리 블록 작성부(50), 근접 효과 보정 처리 블록 작성부(52), 판정부(54, 56), 면적 밀도 연산부(58), 가중치 연산부(60), 면적 밀도 데이터 맵 작성부(62), 근

접 효과 보정 조사 계수 연산부(64), 근접 효과 보정 조사 계수 데이터 맵 작성부(66), 조사량 연산부(68), 묘화 데이터 처리부(70) 및 묘화 제어부(72)에 필요한 입력 데이터 혹은 연산된 결과는 그 때마다 메모리(112)에 기억된다.

[0035] 기억 장치(140)에는, 도형마다, 도형 코드, 기준 위치의 좌표 및 x, y 방향의 도형 사이즈 등이 정의된 각 도형 데이터를 포함하는 묘화 데이터가 외부로부터 입력되고, 저장되어 있다. 또한 기억 장치(140)에는, 기준 조사량 (D_B) 또는 근접 효과 보정 계수(η) 등 묘화 조건이 상이한 복수의 묘화 데이터가 저장되어 있다.

[0036] 여기서 도 1에서는, 실시예 1을 설명함에 있어서 필요한 구성을 기재하고 있다. 묘화 장치(100)에 있어서, 통상, 필요한 그 외의 구성을 구비하고 있어도 상관없다. 예를 들면, 여기서는 대물 편향을 1 단의 편향기(20 8)를 이용하여 행하고 있지만, 2 단 이상의 편향기를 이용해도 상관없다. 예를 들면, 주부 2 단의 주편향기 및 부편향기를 이용해도 된다. 혹은, 3 단의 제1 대물 편향기, 제2 대물 편향기 및 제3 대물 편향기를 이용해도 된다. 또한 편향 제어 회로(130)는, 도시하지 않은 각 DAC 앰프를 개재하여 편향기(205) 및 편향기(208)에 접속된다.

[0037] 도 2는, 실시예 1에서의 묘화 레이아웃의 일례를 도시한 개념도이다. 도 2에서, 시료(101)의 묘화 영역(10)에는, 묘화 조건이 상이한 복수의 묘화 그룹(DG)의 패턴이 묘화된다. 도 2의 예에서는, 3 개의 묘화 그룹(12)(DG1), 묘화 그룹(13)(DG2) 및 묘화 그룹(14)(DG3)이 배치되는 경우를 도시하고 있다. 또한 묘화 그룹(12)으로서, 칩(A, B, C)이 묘화된다. 도시하고 있지 않지만, 묘화 그룹(13, 14)에 대해서도 각각 적어도 1 개의 칩이 배치된다.

[0038] 도 3의 (a)와 도 3의 (b)는, 실시예에서의 묘화 레이아웃의 다른 일례를 도시한 개념도이다. 도 3의 (a)에 도시한 바와 같이, 스캐터링 바 등 다른 패턴보다 치수가 미세한 패턴을 다른 패턴과 상이한 묘화 그룹으로서 분리해도 된다. 혹은, 조사량으로 리사이즈하기 위하여 그 영역만 묘화 조건(조사량 및 근접 효과 보정 계수 등의 파라미터)을 변경하기 때문에, 그 영역만 상이한 묘화 그룹으로 분리해도 된다. 혹은 도 3의 (b)에 도시한 바와 같이, 한번 묘화한 영역에 묘화 조건을 변경하여 재차 묘화할 경우, 1 번째의 묘화와 2 번째의 묘화로 상이한 묘화 그룹으로 분리해도 된다.

[0039] 여기서, 소정의 묘화 그룹의 근접 효과 보정 계산을 행할 시, 예를 들면 근접 효과의 영향 범위 내에 다른 묘화 그룹이 포함될 경우, 이러한 다른 묘화 그룹에 포함되는 패턴의 영향도 받는다. 예를 들면, 묘화 그룹(12)의 근접 효과 보정 계산을 행할 시, 묘화 그룹(13)과 인접하는 영역(A)에서는, 묘화 그룹(13)에 포함되는 패턴의 영향도 받는다. 이 때문에, 실시예 1에서는 영향 범위 내의 각 묘화 그룹 내의 패턴의 영향도 고려한 근접 효과 보정을 실시한다.

[0040] 도 4는, 실시예 1에서의 묘화 방법의 주요부 공정을 나타낸 순서도이다. 도 4에서, 실시예 1에서의 묘화 방법은, 면적 처리 블록 작성 공정(S102)과 근접 효과 보정 처리 블록 작성 공정(S104)과 판정 공정(S106)과 보존 데이터 판독 공정(S108)과 판정 공정(S110)과 보존 데이터 판독 공정(S112)과 면적 밀도($\rho(x)$) 연산 공정(S114)과 가중치 연산 공정(S116)과 면적 밀도($\rho'(x)$) 데이터 맵 작성 공정(S118)과 근접 효과 보정 조사 계수($D_p(x)$) 연산 공정(S120)과, 근접 효과 보정 조사 계수($D_p(x)$) 데이터 맵 작성 공정(S122)과 조사량($D(x)$) 연산 공정(S124)과 묘화 공정(S126)과 같은 일련의 공정을 실시한다.

[0041] 면적 처리 블록 작성 공정(S102)으로서, 면적 처리 블록 작성부(50)(블록 작성부)는 각각 복수의 도형 패턴이 배치되는, 기준 조사량(D_B) 또는 근접 효과 보정 계수(η)가 상이한 복수의 묘화 그룹의 각 영역을 가지는 묘화 영역(10) 내의 복수의 면적 처리 블록을 작성한다.

[0042] 도 5의 (a) ~ 도 5의 (d)는, 실시예 1에서의 각 처리 블록의 일례를 도시한 개념도이다. 도 5의 (a)에서는, 도 2와 마찬가지로 시료(101)의 묘화 영역(10)에 복수의 묘화 그룹(12, 13, 14)이 배치되는(묘화되는) 경우를 도시하고 있다. 실시예 1에서 면적 처리 블록 작성부(50)는, 도 5의 (b)에 도시한 바와 같이 묘화 그룹마다, 패턴 면적 계산을 행하기 위한 복수의 면적 처리 블록(20)을 작성한다. 다른 묘화 그룹에 대해서도 도시하고 있지 않지만, 마찬가지로 묘화 그룹마다, 패턴 면적 계산을 행하기 위한 복수의 면적 처리 블록(20)을 작성한다. 여기서는, 각 면적 처리 블록(20)의 도형 데이터량이 대략 일정하게 되도록 분할되면 적합하다.

[0043] 근접 효과 보정 처리 블록 작성 공정(S104)으로서, 근접 효과 보정 처리 블록 작성부(52)는, 묘화 처리마다, 근접 효과를 보정하기 위한 복수의 근접 효과 보정 처리 블록을 작성한다. 여기서는 도 5의 (c)에 도시한 바와 같

이, 동일한 사이즈의 복수의 근접 효과 보정 처리 블록(22)을 작성하면 적합하다.

[0044] 또한 묘화 제어부(72)는, 도 5의 (d)에 도시한 바와 같이 묘화 그룹 영역마다, 묘화 데이터를 샷 데이터로 데이터 변환하기 위한 복수의 샷 데이터 생성 처리 블록(24)을 작성한다. 이후, 근접 효과 보정 계산과 병행하여, 묘화 데이터 처리부(70)는 각 묘화 그룹의 묘화 데이터를 샷 데이터 생성 처리 블록(24)마다 기억 장치(140)로부터 독출하여, 복수단의 데이터 변환 처리를 행하여 묘화 장치(100) 고유의 샷 데이터를 생성한다. 이하, 근접 효과 보정 계산에 중점을 두고 설명한다. 샷 데이터는, 예를 들면 1 회의 샷으로 조사 가능한 도형의 도형 코드, 샷 좌표 및 샷 도형의 사이즈 등이 정의된다.

[0045] 판정 공정(S106)으로서, 판정부(54)는 이번의 묘화 그룹용의 각 위치에서의 근접 효과 보정 조사 계수($D_p(x)$)가 계산 완료인지 여부를 판정한다. 이전에 동일한 묘화 레이아웃의 패턴을 묘화한 적이 있을 경우, 혹은 이전의 묘화 그룹에서 이번의 묘화 그룹과 중복되는 영역을 계산한 적이 있을 경우에는, 그 때 계산한 근접 효과 보정 조사 계수($D_p(x)$)를 예를 들면 기억 장치(144)에 저장하면 된다. 계산 완료일 경우에는 보존 데이터 판독 공정(S108)으로 진행한다. 미계산이면 판정 공정(S110)으로 진행한다.

[0046] 보존 데이터 판독 공정(S108)으로서, 묘화 제어부(72)(판독부의 일례)는 이번의 묘화 그룹용의 각 위치에서의 근접 효과 보정 조사 계수($D_p(x)$)가 이미 계산 완료일 경우에는, 기억 장치(144)로부터 보존 데이터(근접 효과 보정 조사 계수($D_p(x)$))를 판독한다. 그리고, 근접 효과 보정 조사 계수($D_p(x)$) 데이터 맵 작성 공정(S122)으로 진행한다.

[0047] 판정 공정(S110)으로서, 판정부(56)는 근접 효과 보정 조사 계수($D_p(x)$)가 계산 완료가 아닐 경우, 면적 밀도($\rho'(x)$)가 계산 완료인지 여부를 판정한다. 이전에 동일한 묘화 레이아웃 패턴을 묘화한 적이 있을 경우, 혹은 이전의 묘화 그룹에서 이번의 묘화 그룹과 중복되는 영역을 계산한 적이 있을 경우에는, 그 때 계산한 면적 밀도($\rho'(x)$)를 예를 들면 기억 장치(144)에 저장하면 된다. 계산 완료일 경우에는 보존 데이터 판독 공정(S112)으로 진행한다. 미계산이면 면적 밀도($\rho(x)$) 연산 공정(S114)으로 진행한다. 여기서의 면적 밀도($\rho'(x)$)는, 후술하는 바와 같이 면적 처리 블록(20)마다, 면적 밀도($\rho(x)$)에 대하여 대응하는 묘화 그룹 영역의 기준 조사량을 이용하여 가중치가 부여된 값을 나타낸다.

[0048] 보존 데이터 판독 공정(S112)으로서, 묘화 제어부(72)는 이미 면적 밀도($\rho'(x)$)가 계산 완료일 경우에는, 기억 장치(144)로부터 보존 데이터를 판독한다. 그리고, 면적 밀도($\rho'(x)$) 데이터 맵 작성 공정(S118)으로 진행한다.

[0049] 면적 밀도($\rho(x)$) 연산 공정(S114)으로서, 면적 밀도 연산부(58)는 면적 처리 블록(20)마다, 배치되는 도형 패턴의 면적 밀도($\rho(x)$)를 산출한다. 다른 묘화 그룹(13, 14)에 대해서도 마찬가지로, 각각의 면적 처리 블록(20)마다, 배치되는 도형 패턴의 면적 밀도($\rho(x)$)를 산출한다. 연산된 면적 밀도($\rho(x)$)는 기억 장치(144)에 저장된다.

[0050] 가중치 연산 공정(S116)으로서, 가중치 연산부(60)는 면적 처리 블록(20)마다, 대응하는 묘화 그룹 영역의 기준 조사량(D_{Bi})을 이용하여 면적 밀도($\rho(x)$)에 가중치 연산을 행한다. i 는 묘화 그룹(DG)의 식별자를 나타낸다. 이에 의해, 가중치가 부여된 면적 밀도($\rho'(x)$)가 산출된다. 예를 들면, $\rho'(x) = D_{Bi} \cdot \rho(x)$ 로 연산된다. 다른 묘화 그룹(13, 14)에 대해서도 마찬가지로, 각각의 면적 처리 블록(20)마다, 대응하는 묘화 그룹 영역의 기준 조사량(D_{Bi})을 이용하여 면적 밀도($\rho(x)$)에 가중치 연산을 행하고, 가중치가 부여된 면적 밀도($\rho'(x)$)를 산출한다. 산출된 면적 밀도($\rho'(x)$)는 기억 장치(144)에 저장된다.

[0051] 면적 밀도($\rho'(x)$) 데이터 맵 작성 공정(S118)으로서, 면적 밀도 데이터 맵 작성부(62)는 각 묘화 그룹의 면적 처리 블록(20)마다 얻어진, 가중치가 부여된 면적 밀도($\rho'(x)$)를 이용하여, 근접 효과를 보정하기 위한 근접 효과 보정 처리 블록(22)마다, 대응하는 면적 밀도($\rho'(x)$)를 추출하여 근접 효과 보정용의 면적 밀도($\rho'(x)$) 데이터 맵을 작성한다.

[0052] 근접 효과 보정 조사 계수($D_p(x)$) 연산 공정(S120)으로서, 근접 효과 보정 조사 계수 연산부(64)는, 근접 효과 보정 처리 블록(22)마다, 해당하는 가중치가 부여된 면적 밀도($\rho'(x)$)를 이용하여, 근접 효과를 보정하기 위한 근접 효과 보정 조사 계수($D_p(x)$)를 연산한다. 실시예 1에서는, 근접 효과 보정 조사 계수 연산부(64)는, 묘화 그룹 영역마다의 조사량 방정식을 연립하여 풀어 근접 효과 보정 조사 계수($D_p(x)$)를 연산한다. 예를 들면, 묘

화 그룹(12)(DG1)과 묘화 그룹(13)(DG2)이 근접 효과의 영향 범위 내에 포함되는 영역에 대하여, 각 묘화 그룹의 근접 효과 보정 조사 계수($D_{p_i}(x)$)를 연산할 시에는, 이하의 식 (1)과 식 (2)를 연립 방정식으로서 풀어 써 답을 얻는다.

$$(1) \quad \frac{D_{B(DG1)}D_{p(DG1)}(x)}{2} + \sum_{j=DG1}^{DG2} \eta_j \int g_j(x-x') D_{pj} D_{Bj}(x') \rho'_{pj}(x') dx' = D_{B(DG1)} \left(\frac{1}{2} + \eta_{DG1} \right)$$

$$(2) \quad \frac{D_{B(DG2)}D_{p(DG2)}(x)}{2} + \sum_{j=DG1}^{DG2} \eta_j \int g_j(x-x') D_{pj} D_{Bj}(x') \rho'_{pj}(x') dx' = D_{B(DG2)} \left(\frac{1}{2} + \eta_{DG2} \right)$$

[0053] 여기서 식 (1)에서는, 묘화 그룹(12)(DG1)용의 기준 조사량($D_{B(DG1)}$) 및 근접 효과 보정 계수(η_{DG1})를 이용한다.

식 (2)에서는, 묘화 그룹(13)(DG2)용의 기준 조사량($D_{B(DG2)}$) 및 근접 효과 보정 계수(η_{DG2})를 이용한다. j 는 묘화 그룹의 식별자(예를 들면 인덱스)를 나타낸다. 각 묘화 그룹의 기준 조사량(D_{Bj}) 및 근접 효과 보정 계수(η_j)는 각각 기억 장치(142)로부터 독출하면 된다. 또한, 위치(x)는 벡터를 나타낸다.

[0055] 이러한 식 (1)과 식 (2)의 연립 방정식을 풀기 위해서는, 예를 들면 이하의 이터레이션(iteration)을 실시하는 해법을 이용할 수 있다. 여기서는 편의상, 대상이 되는 묘화 그룹의 식별자(예를 들면 인덱스)를 i 로 나타내고, 영향을 주는 각 묘화 그룹의 식별자(예를 들면 인덱스)를 j 로 나타낸다. 우선, 제1 회째(1 차)의 근접 효과 보정 조사 계수 요소($d_{p(i)}(x)$)는 이하의 식 (3)으로 구할 수 있다.

$$(3) \quad d_{p(i)}(x) = \frac{\frac{1}{2} + \eta_i}{\frac{1}{2} + \eta_i \sum_j \frac{\eta_j D_{Bj}}{\eta_i D_{Bi}} \int g_j(x-x') \rho'_{pj}(x') dx'}$$

[0056] 그리고, 제 n 회째(n 차)의 근접 효과 보정 조사 계수 요소 $d_{p(i)}(x)$ 는, 이하의 식 (4)로 구할 수 있다.

$$(4) \quad d_{p(i)}(x) = \frac{\eta_i \left[d_{p(i)}(x) \sum_j \frac{\eta_j D_{Bj}}{\eta_i D_{Bi}} \int g_j(x-x') \rho'_{pj}(x') dx' - \sum_j \frac{\eta_j D_{Bj}}{\eta_i D_{Bi}} \int g_j(x-x') D_{pj(n-1)}(x') \rho'_{pj}(x') dx' \right]}{\frac{1}{2} + \eta_i \sum_j \frac{\eta_j D_{Bj}}{\eta_i D_{Bi}} \int g_j(x-x') \rho'_{pj}(x') dx'}$$

[0058] 그리고, 대상이 되는 묘화 그룹(i)의 근접 효과 보정 조사 계수($D_{p(i)}(x)$)는, 필요한 차수(k)까지의 근접 효과 보정 조사 계수 요소($d_{p(i)}(x)$)의 합이 되고, 이하의 식 (5)로 구할 수 있다.

$$(5) \quad D_{p(i)}(x) = \sum_{n=1}^k d_{p(i)}(x)$$

[0060] [0061] 실제의 계산에 있어서는, 근접 효과 보정 처리 블록(22) 내의 모든 메쉬 영역에 대하여, 우선 제1 회째의 근접 효과 보정 조사 계수($d_{p(i)}(x)$)를 계산하고, 이 후 제2 회째, 제3 회째, ...로 필요한 이터레이션 회수(k)분만큼 반복 계산을 행하면 된다.

[0062] 이하와 같이, 관련된 묘화 그룹마다의 조사량 방정식을 연립하여 풀어 근접 효과 보정 조사 계수($D_{p(i)}(x)$)를 연산함으로써, 관련된 묘화 그룹의 패턴을 고려한 근접 효과 보정 조사 계수($D_{p(i)}(x)$)를 얻을 수 있다. 연산된 근접 효과 보정 조사 계수($D_{p(i)}(x)$)는 기억 장치(144)에 저장된다.

[0063] 상술한 예에서는, 식 (1)과 식 (2)의 연립 방정식(A)을 이용했지만, 연립 방정식은 이에 한정되지 않는다. 예를 들면, 이하의 식 (6)과 식 (7)의 연립 방정식(B)을 이용해도 된다.

$$(6) \quad \frac{D_{B(DG1)} D_{p(DG1)}(x)}{2} + \int g_{DG1}(x-x') \sum_{j=DG1}^{DG2} \eta_j D_{Bj} D_{pj}(x') \rho'_{pj}(x') dx' = D_{B(DG1)} \left(\frac{1}{2} + \eta_{DG1} \right)$$

$$(7) \quad \frac{D_{B(DG2)} D_{p(DG2)}(x)}{2} + \int g_{DG2}(x-x') \sum_{j=DG1}^{DG2} \eta_j D_{Bj} D_{pj}(x') \rho'_{pj}(x') dx' = D_{B(DG2)} \left(\frac{1}{2} + \eta_{DG2} \right)$$

[0064]

이러한 식 (6)과 식 (7)의 연립 방정식을 풀기 위해서는, 예를 들면 상술한 바와 같이, 이터레이션을 실시하는 해법을 이용하면 된다. 연립 방정식은 이에 한정되지 않는다. 예를 들면, 이하의 식 (8)과 식 (9)의 연립 방정식(C)을 이용해도 된다.

$$(8) \quad \frac{D_{B(DG1)} D_{p(DG1)}(x)}{2} + \eta_{DG1} \int g_{DG1}(x-x') \sum_{j=DG1}^{DG2} D_{Bj} D_{pj}(x') \rho'_{pj}(x') dx' = D_{B(DG1)} \left(\frac{1}{2} + \eta_{DG1} \right)$$

$$(9) \quad \frac{D_{B(DG2)} D_{p(DG2)}(x)}{2} + \eta_{DG2} \int g_{DG2}(x-x') \sum_{j=DG1}^{DG2} D_{Bj} D_{pj}(x') \rho'_{pj}(x') dx' = D_{B(DG2)} \left(\frac{1}{2} + \eta_{DG2} \right)$$

[0066]

이러한 식 (8)과 식 (9)의 연립 방정식을 풀기 위해서는, 예를 들면 상술한 바와 같이 이터레이션을 실시하는 해법을 이용하면 된다.

[0068]

근접 효과 보정 조사 계수($D_p(x)$) 데이터 맵 작성 공정(S122)으로서, 근접 효과 보정 조사 계수 데이터 맵 작성부(66)는 근접 효과 보정 처리 블록(22)마다, 대응하는 근접 효과 보정 조사 계수($D_{p_i}(x)$)를 추출하여 근접 효과 보정 조사 계수($D_p(x)$) 데이터 맵을 작성한다.

[0069]

조사량($D(x)$) 연산 공정(S124)으로서, 조사량 연산부(68)는 묘화 그룹 영역마다의 기준 조사량(D_{Bi})과 근접 효과 보정 처리 블록마다의 근접 효과 보정 조사 계수($D_{p_i}(x)$)를 이용하여 전자빔의 조사량($D(x)$)을 연산한다. 조사량($D(x)$)은 기준 조사량(D_{Bi})과 근접 효과 보정 조사 계수($D_{p_i}(x)$)의 곱으로 정의할 수 있다.

[0070]

묘화 공정(S126)으로서, 묘화 제어부(72)의 제어 하에, 우선 편향 제어 회로(130)는 조사량($D(x)$) 데이터를 독출하고, 샷 도형마다, 각 샷 도형에 정의된 조사량(조사 시간)만큼 전자빔(200)을 조사하고, 조사 시간(t)이 경과하면 전자빔(200)을 차폐하도록 편향하기 위한 편향량을 연산한다. 그리고, 이러한 편향량의 편향 전압을 DAC 앤프(132)를 개재하여 대응하는 블랭킹 편향기(212)에 인가한다. 또한 편향 제어 회로(130)는, 샷 데이터를 따라 정의된 묘화 위치에 전자빔(200)을 편향하기 위한 편향량을 연산한다. 마찬가지로, 각 샷 도형에 정의된 도형 종류 및 사이즈의 도형으로 형성하기 위한 편향량을 연산한다. 그리고, 도시하지 않은 DAC 앤프를 개재하여 각 편향량의 편향 전압을 대응하는 편향기(205, 208)에 인가한다. 그리고 묘화 제어부(72)의 제어 하에, 묘화부(150)는 묘화 그룹(DG)마다, 연산된 조사량($D(x)$)에 기초하여, 전자빔(200)을 이용하여 시료(101)에 당해 도형 패턴을 묘화한다. 구체적으로, 이하의 동작을 행한다.

[0071]

전자총(201)(방출부)으로부터 방출된 전자빔(200)은, 블랭킹 편향기(212) 내를 통과할 시에 블랭킹 편향기(212)에 의해, 빔 ON의 상태에서는 블랭킹 애피처(214)를 통과하도록 제어되고, 빔 OFF의 상태에서는 빔 전체를 블랭킹 애피처(214)로 차폐되도록 편향된다. 빔 OFF의 상태로부터 빔 ON이 되고, 이 후 빔 OFF가 될 때까지 블랭킹 애피처(214)를 통과한 전자빔(200)이 1 회의 전자빔의 샷이 된다. 블랭킹 편향기(212)는 통과하는 전자빔(200)의 방향을 제어하여, 빔 ON의 상태와 빔 OFF의 상태를 교호로 생성한다. 예를 들면, 빔 ON의 상태에서는 전압을 인가하지 않고, 빔 OFF 시에 블랭킹 편향기(212)에 전압을 인가하면 된다. 이러한 각 샷의 조사 시간(t)으로 시료(101)에 조사되는 전자빔(200)의 샷 당의 조사량이 조정되게 된다.

[0072]

이상과 같이 블랭킹 편향기(212)와 블랭킹 애피처(214)를 통과함으로써 생성된 각 샷의 전자빔(200)은, 조명 렌즈(202)에 의해 직사각형의 홀을 가지는 제1 성형 애피처(203) 전체를 조명한다. 여기서, 전자빔(200)을 우선 직사각형으로 성형한다. 그리고, 제1 성형 애피처(203)를 통과한 제1 애피처 이미지의 전자빔(200)은, 투영 렌즈(204)에 의해 제2 성형 애피처(206) 상에 투영된다. 편향기(205)에 의해 이러한 제2 성형 애피처(206) 상에서의 제1 애피처 이미지는 편향 제어되어, 빔 형상과 치수를 변화시킬(가변 성형을 행할) 수 있다. 이러한 가변 성형은 샷마다 행해지고, 통상 샷마다 상이한 빔 형상과 치수로 성형된다. 그리고, 제2 성형 애피처(206)를 통과한 제2 애피처 이미지의 전자빔(200)은, 대물 렌즈(207)에 의해 초점을 조정하고, 편향기(208)에 의해 편향되어, 연속적으로 이동하는 XY 스테이지(105)에 배치된 시료(101)의 원하는 위치에 조사된다. XY 스테이지(105)는

이동하고 있기 때문에, 편향기(208)는 XY 스테이지(105)의 이동에 추종하도록 전자빔(200)을 편향한다.

[0073] 이상과 같이 실시예 1에 따르면, 상이한 묘화 조건의 패턴을 묘화할 경우에 쌍방의 영향을 고려한 근접 효과 보정을 할 수 있다. 따라서, 상이한 묘화 조건의 패턴(복수의 묘화 그룹의 패턴)을 묘화할 경우라도, 고정밀도인 묘화를 할 수 있다.

[0074] 또한, 묘화하면서 실시간으로 근접 효과 보정을 행하고 있기 때문에, 종래, 메모리에의 부하를 경감하기 위하여, 이러한 보정 계산에 필요한 패턴 면적에 대하여, 계산된 데이터를 일시적으로는 보존해도 계산에 사용 후에는 보존을 계속하지 않고 버리는 방법을 채택하고 있었다. 이 때문에, 상이한 묘화 조건의 패턴 간에서 각각 근접 효과 보정을 행할 경우, 동일한 영역에 대하여 복수회 면적 계산이 필요하게 되어, 계산 시간이 장기화 된다고 하는 문제가 있었다. 그러나 실시예 1에서는, 보정 계산에 필요한 패턴 면적 밀도($p(x)$, $p'(x)$) 등을 기억 장치(144)에 저장함으로써, 재차 사용할 수 있다. 따라서, 그 때마다 계산할 필요가 없어, 연산 시간을 단축할 수 있다.

[0075] 실시예 2.

[0076] 실시예 1에서는, 관련된 묘화 그룹마다의 조사량 방정식을 풀어 근접 효과 보정 조사 계수($D_{p_i}(x)$)를 연산했지만, 상이한 묘화 조건의 패턴의 쌍방의 영향을 고려한 근접 효과 보정을 행하는 방법은 이에 한정되지 않는다. 실시예 2에서는, 다른 방법에 대하여 설명한다. 묘화 장치(100)의 구성은 도 1과 동일하다. 또한, 묘화 방법의 각 공정의 순서도는 도 4와 동일하다. 이하, 특별히 설명하지 않는 점의 내용은 실시예 1과 동일하다.

[0077] 면적 처리 블록 작성 공정(S102)으로서, 면적 처리 블록 작성부(50)(블록 작성부)는 각각 복수의 도형 패턴이 배치되는, 기준 조사량(D_B) 또는 근접 효과 보정 계수(η)가 상이한 복수의 묘화 그룹의 각 영역을 가지는 묘화 영역(10) 내에 복수의 면적 처리 블록을 작성한다.

[0078] 도 6의 (a) ~ 도 6의 (d)는, 실시예 2에서의 각 처리 블록의 일례를 도시한 개념도이다. 도 6의 (a)에서는 도 5의 (a) 및 도 2와 마찬가지로, 시료(101)의 묘화 영역(10)에, 복수의 묘화 그룹(12, 13, 14)이 배치되는(묘화되는) 경우를 도시하고 있다. 실시예 2에서 면적 처리 블록 작성부(50)는, 도 6의 (b)에 도시한 바와 같이, 복수의 묘화 그룹 영역을 가지는 묘화 영역(10)을 묘화 그룹 영역에 관계없이 분할된 복수의 면적 처리 블록(20)을 작성한다. 여기서는, 각 면적 처리 블록(20)의 도형 데이터량이 대략 일정하게 되도록 분할되면 적합하다.

[0079] 또한, 근접 효과 보정 처리 블록 작성 공정(S104)부터 보존 데이터 판독 공정(S112)까지의 각 공정은 실시예 1과 동일하다. 여기서는 도 6의 (c)에 도시한 바와 같이, 묘화 그룹 영역마다, 도 5의 (c)와 마찬가지의 동일한 사이즈의 복수의 근접 효과 보정 처리 블록(22)이 작성되면 적합하다. 또한 도 6의 (d)에 도시한 바와 같이, 도 5의 (d)와 마찬가지로 묘화 그룹 영역마다, 복수의 샷 데이터 생성 처리 블록(24)이 작성된다.

[0080] 면적 밀도($p(x)$) 연산 공정(S114)으로서, 면적 밀도 연산부(58)는, 묘화 그룹에 관계없이 분할된 각 면적 처리 블록(20)의 면적 밀도($p(x)$)를 연산한다. 이하에, 가중치 연산 공정(S116)부터 면적 밀도($p'(x)$) 데이터 맵 작성 공정(S118)까지는 동일하다.

[0081] 근접 효과 보정 조사 계수($D_p(x)$) 연산 공정(S120)으로서, 근접 효과 보정 조사 계수 연산부(64)는 근접 효과 보정 처리 블록마다, 해당하는 가중치가 부여된 면적 밀도($p'(x)$)를 이용하여, 근접 효과를 보정하기 위한 근접 효과 보정 조사 계수($D_p(x)$)를 연산한다. 실시예 2에서는, 근접 효과 보정 조사 계수 연산부(64)는 묘화 그룹 영역마다의 조사량 방정식을 풀어 근접 효과 보정 조사 계수($D_p(x)$)를 연산한다. 예를 들면, 대상이 되는 묘화 그룹(i)의 근접 효과 보정 조사 계수($D_{p_i}(x)$)를 연산할 시에는, 근접 효과의 영향 범위 내에 포함되는 묘화 그룹(j)의 영향을 고려한 이하의 식 (10)으로 나타낸 방정식(D)을 끌어오면서 해를 얻을 수 있다.

$$(10) \quad \frac{D_B D_{p_i}(x)}{2} + \int g_i(x-x') D_{p_i}(x') \sum_{j=1}^{DG2} \eta_j D_B p'_{j,i}(x') dx' = D_B \left(\frac{1}{2} + \eta_i \right)$$

[0082] 이러한 식 (10)의 방정식(D)을 풀기 위해서는, 예를 들면 상술한 바와 같이, 이터레이션을 실시하는 해법을 이용하면 된다. 실시예 2에서의 방정식은 이에 한정되지 않는다. 예를 들면, 이하의 식 (11)로 정의되는 방정식(E)을 이용해도 된다.

$$(11) \quad \frac{D_{Bi} D_{pi}(x)}{2} + \eta_i \int g_i(x-x') D_{pi}(x') \sum_{j=DC1}^{DG2} D_{Bi} \rho'_{ij}(x') dx' = D_{Bi} \left(\frac{1}{2} + \eta_i \right)$$

[0084]

[0085]

이러한 식(11)의 방정식(E)을 풀기 위해서는, 예를 들면 상술한 바와 같이, 이터레이션을 실시하는 해법을 이용하면 된다.

[0086]

이상과 같이, 관련된 묘화 그룹의 기준 조사량(D_{Bi}), 근접 효과 보정 계수(η_i), 면적 밀도($\rho'_{ij}(x)$)를 적절히 이용한 방정식을 풀어보자, 관련된 묘화 그룹의 패턴을 고려한 근접 효과 보정 조사 계수($D_{pi}(x)$)를 얻을 수 있다. 연산된 근접 효과 보정 조사 계수($D_{pi}(x)$)는 기억 장치(144)에 저장된다.

[0087]

이상과 같이 실시예 2에 따르면, 상이한 묘화 조건의 패턴을 묘화할 경우에 쌍방의 영향을 고려한 근접 효과 보정을 할 수 있다. 따라서, 상이한 묘화 조건의 패턴(복수의 묘화 그룹의 패턴)을 묘화할 경우라도, 고정밀도의 묘화를 할 수 있다.

[0088]

또한, 묘화하면서 실시간으로 근접 효과 보정을 행하고 있기 때문에, 종래, 메모리에의 부하를 경감하기 위하여, 이러한 보정 계산에 필요한 패턴 면적에 대하여, 계산된 데이터를 일시적으로는 보존해도 계산에 사용 후에는 보존을 계속하지 않고 버리는 방법을 채택하고 있었다. 이 때문에, 상이한 묘화 조건의 패턴 간에서 각각 근접 효과 보정을 행할 경우, 동일한 영역에 대하여 복수회 면적 계산이 필요하게 되어, 계산 시간이 장기화 된다고 하는 문제가 있었다. 그러나 실시예 2에서는, 보정 계산에 필요한 패턴 면적 밀도($\rho(x)$, $\rho'(x)$) 등을 기억 장치(144)에 저장함으로써, 재차 사용할 수 있다. 따라서, 그 때마다 계산할 필요가 없어, 연산 시간을 단축할 수 있다.

[0089]

도 7은, 실시예 1, 2에서의 보정 정밀도의 일례를 나타낸 그래프이다. 도 7에서, 우선 비교예로서, 관련된 묘화 그룹을 고려하지 않은 방정식(Z)에 대하여, 이하의 식 (12)에 나타낸다.

$$(12) \quad \frac{D_{Bi} D_{pi}(x)}{2} + \eta_i \int g_i(x-x') D_{Bi} D_{pi}(x') \rho'(x') dx' = D_{Bi} \left(\frac{1}{2} + \eta_i \right)$$

[0090]

도 7에 나타낸 바와 같이, 관련된 묘화 그룹을 고려하지 않은 방정식(Z)을 이용한 경우에는, 근접 효과 보정 오차($\triangle CD$)가 큰 것을 알 수 있다. 이에 대하여, 실시예 1에서 나타낸 연립 방정식(A) ~ (C) 및 실시예 2에서 나타낸 방정식(D) ~ (E)를 이용한 경우에는, 비교예에 비해 근접 효과 보정 오차($\triangle CD$)가 큰 폭으로 작아진 것을 알 수 있다. 이와 같이 실시예 1, 2에 따르면, 근접 효과 보정을 고정밀도로 행할 수 있다.

[0092]

실시예 3.

[0093]

실시예 1, 2에서는, 묘화 그룹마다 기준 조사량(D_B) 또는 근접 효과 보정 계수(η) 등이, 각각 미리 기억 장치(142)에 저장되어 있었을 경우를 나타냈지만, 실시예 3에서는, 묘화 그룹에 관계없이 공통되는 기준 조사량(D_{B0}) 및 근접 효과 보정 계수(η_0)와, 묘화 그룹마다의 조사량 변조 계수(a_i)를 이용하는 경우에 대하여 설명한다.

[0094]

도 8은, 실시예 3에서의 묘화 장치의 구성을 도시한 구성도이다. 도 8에서, 제어 계산기(110) 내에 기준 조사량 연산부(80) 및 근접 효과 보정 계수 연산부(82)가 더 배치된 점과, 기억 장치(142)에 묘화 그룹에 관계없이 공통되는 기준 조사량(D_{B0}) 및 근접 효과 보정 계수(η_0)와, 묘화 그룹마다의 조사량 변조 계수(a_i)가 외부로부터 입력되어 저장된 점 이외에는 도 1과 동일하다. 면적 처리 블록 작성부(50), 근접 효과 보정 처리 블록 작성부(52), 판정부(54, 56), 면적 밀도 연산부(58), 가중치 연산부(60), 면적 밀도 데이터 맵 작성부(62), 근접 효과 보정 조사 계수 연산부(64), 근접 효과 보정 조사 계수 데이터 맵 작성부(66), 조사량 연산부(68), 묘화 데이터 처리부(70), 묘화 제어부(72), 기준 조사량 연산부(80) 및 근접 효과 보정 계수 연산부(82)와 같은 각 기능은 프로그램과 같은 소프트웨어로 구성되어도 된다. 혹은, 전자 회로 등의 하드웨어로 구성되어도 된다. 혹은, 이들의 조합이어도 된다. 면적 처리 블록 작성부(50), 근접 효과 보정 처리 블록 작성부(52), 판정부(54, 56), 면적 밀도 연산부(58), 가중치 연산부(60), 면적 밀도 데이터 맵 작성부(62), 근접 효과 보정 조사 계수 연산부(64), 근접 효과 보정 조사 계수 데이터 맵 작성부(66), 조사량 연산부(68), 묘화 데이터 처리부(70), 묘화 제어부(72), 기준 조사량 연산부(80) 및 근접 효과 보정 계수 연산부(82)에 필요한 입력 데이터 혹은 연산된 결과

는 그 때마다 메모리(112)에 기억된다.

[0095] 또한, 이하에 설명하는 점 이외의 내용은 실시예 1 혹은 실시예 2와 동일하다.

[0096] 실시예 3에서는, 묘화 그룹마다의 기준 조사량(D_{Bi}) 및 근접 효과 보정 계수(η_i)를 묘화 장치(100) 내에서 연산에 의해 구한다.

[0097] 우선 기준 조사량(D_{Bi}) 연산 공정으로서, 기준 조사량 연산부(80)는 기억 장치(142)로부터 기준 조사량(D_{B0}) 및 근접 효과 보정 계수(η_0)를 독출하고, 묘화 그룹마다의 기준 조사량(D_{Bi})을 연산한다. 예를 들면, $D_{Bi} = D_{B0} + a_i$ 로 정의할 수 있다.

[0098] 이어서 근접 효과 보정 계수(η_i) 연산 공정으로서, 근접 효과 보정 계수 연산부(82)는 기억 장치(142)로부터 기준 조사량(D_{B0}) 및 근접 효과 보정 계수(η_0)를 독출하고, 이러한 기준 조사량(D_{B0}) 및 근접 효과 보정 계수(η_0)와 앞서 연산된 묘화 그룹마다의 기준 조사량(D_{Bi})을 이용하여, 묘화 그룹마다의 근접 효과 보정 계수(η_i)를 연산한다. 근접 효과 보정 계수(η_i)는, 예를 들면 이하의 식 (13)으로 정의할 수 있다.

$$(13) \quad \eta_i = \frac{\eta_0 D_{Bi}}{(1+2\eta_0)D_{B0} - 2\eta_0 D_{Bi}}$$

[0100] 이상과 같이 하여 얻어진 묘화 그룹마다의 기준 조사량(D_{Bi})과 근접 효과 보정 계수(η_i)를 이용하여, 면적 처리 블록 작성 공정(S102) 이후의 각 공정을 실시한다. 면적 처리 블록 작성 공정(S102) 이후의 각 공정의 내용은 실시예 1 또는 2와 동일하다.

[0101] 이상과 같이, 묘화 그룹에 관계없이 공통되는 기준 조사량(D_{B0}) 및 근접 효과 보정 계수(η_0)와, 묘화 그룹마다의 조사량 변조 계수(a_i)를 이용할 경우라도, 상이한 묘화 조건의 패턴을 묘화할 경우에 쌍방의 영향을 고려한 근접 효과 보정을 할 수 있다. 따라서, 상이한 묘화 조건의 패턴(복수의 묘화 그룹의 패턴)을 묘화할 경우라도, 고정밀도인 묘화를 할 수 있다.

[0102] 실시예 4.

[0103] 실시예 3에서는, 묘화 그룹에 관계없이 공통되는 기준 조사량(D_{B0}) 및 근접 효과 보정 계수(η_0)와, 묘화 그룹마다의 조사량 변조 계수(a_i)를 이용하여, 묘화 그룹마다의 기준 조사량(D_{Bi})과 근접 효과 보정 계수(η_i)를 구했지만, 이에 한정되지 않는다. 실시예 4에서는, 묘화 그룹에 관계없이 공통되는 기준 조사량(D_{B0}) 및 근접 효과 보정 계수(η_0)와, 묘화 그룹마다의 리사이즈량(R_i)과, 상관 데이터를 이용할 경우에 대하여 설명한다.

[0104] 도 9는, 실시예 4에서의 묘화 장치의 구성을 도시한 구성도이다. 도 9에서, 기억 장치(142)에 묘화 그룹마다의 리사이즈량(R_i)과 상관 데이터가 외부로부터 입력되어 저장된 점 이외에는 도 8과 동일하다. 상관 데이터는, 리사이즈량에 대한 최적인 기준 조사량과 최적인 근접 효과 보정 계수와의 상관 관계를 나타내고 있다. 또한, 이하에 설명하는 점 이외의 내용은 실시예 3과 동일하다.

[0105] 우선 기준 조사량(D_{Bi}) 연산 공정으로서, 기준 조사량 연산부(80)는, 기억 장치(142)로부터 묘화 그룹마다의 리사이즈량(R_i)과 상관 데이터를 독출하고, 묘화 그룹마다의 리사이즈량(R_i)에 대응하는 각각 최적인 기준 조사량을 각각 기준 조사량(D_{Bi})으로서 연산한다.

[0106] 이어서 근접 효과 보정 계수(η_i) 연산 공정으로서, 근접 효과 보정 계수 연산부(82)는 묘화 그룹마다의 리사이즈량(R_i)에 대응하는 각각 최적인 근접 효과 보정 계수를 각각 근접 효과 보정 계수(η_i)로서 연산한다.

[0107] 이상과 같이 하여 얻어진 묘화 그룹마다의 기준 조사량(D_{Bi})과 근접 효과 보정 계수(η_i)를 이용하여, 면적 처리

블록 작성 공정(S102) 이후의 각 공정을 실시한다. 면적 처리 블록 작성 공정(S102) 이후의 각 공정의 내용은 실시예 1 또는 2와 동일하다.

[0108] 이상, 구체예를 참조하여 실시예에 대하여 설명하였다. 그러나, 본 발명은 이들 구체예에 한정되지 않는다.

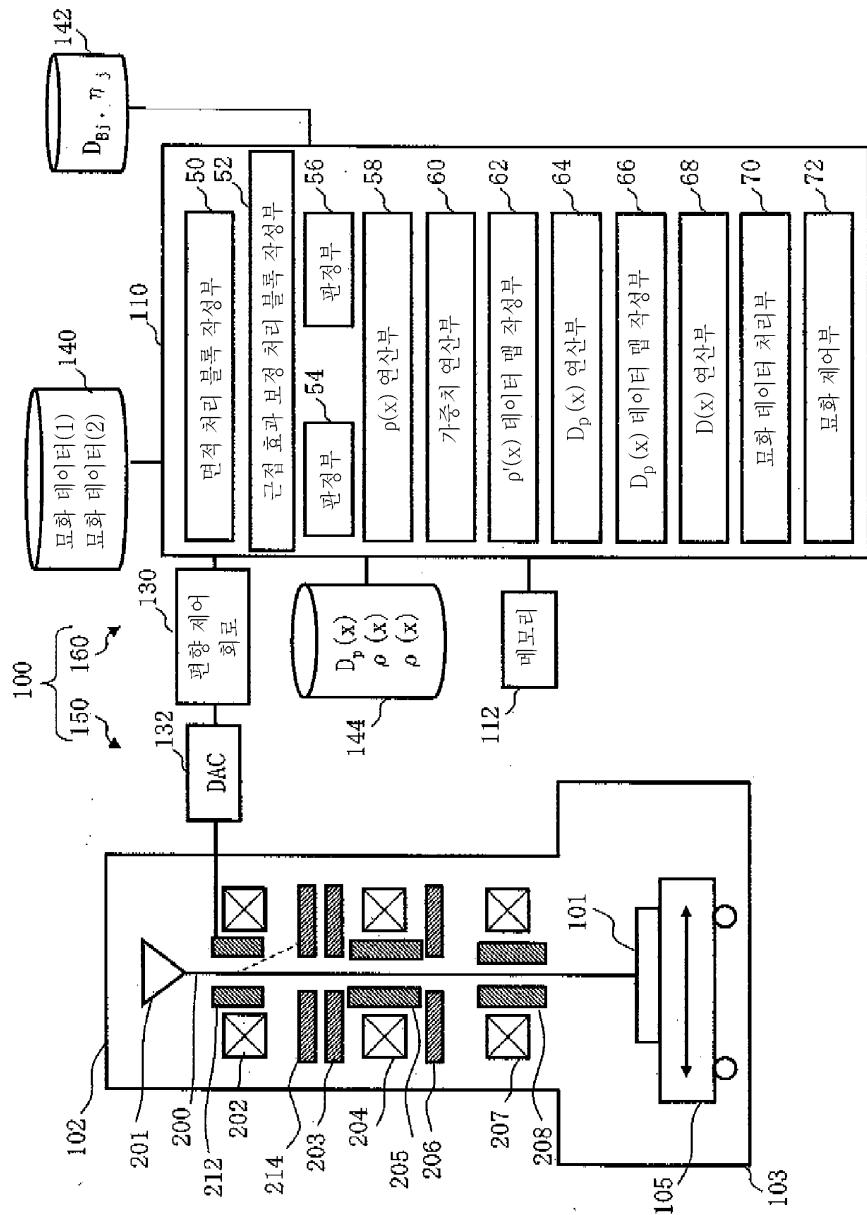
[0109] 또한, 장치 구성 또는 제어 방법 등 본 발명의 설명에 직접 필요하지 않은 부분 등에 대해서는 기재를 생략했지만, 필요로 하는 장치 구성 또는 제어 방법을 적절히 선택하여 이용할 수 있다. 예를 들면, 묘화 장치(100)를 제어하는 제어부 구성에 대해서는 기재를 생략했지만, 필요로 하는 제어부 구성을 적절히 선택하여 이용하는 것은 말할 필요도 없다.

[0110] 이 외에, 본 발명의 요소를 구비하고, 당업자가 적절히 설계 변경할 수 있는 모든 하전 입자빔 묘화 장치 및 방법은, 본 발명의 범위에 포함된다.

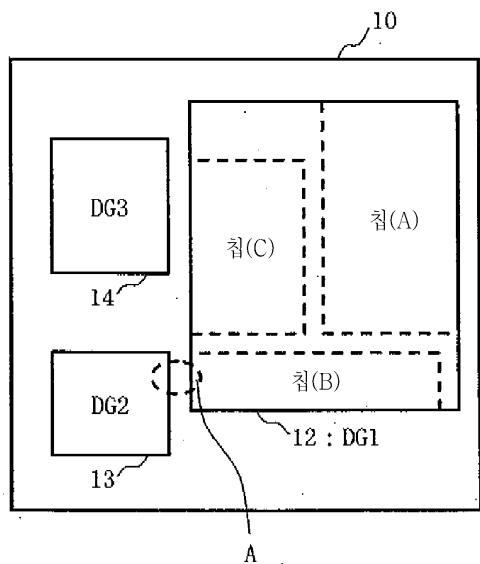
[0111] 본 발명의 몇 개의 실시예를 설명했지만, 이들 실시예는 예로서 제시한 것이며, 발명의 범위를 한정하는 것은 의도하고 있지 않다. 이들 신규 실시예는, 그 외의 다양한 형태로 실시되는 것이 가능하며, 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위에서, 각종 생략, 치환, 변경을 행할 수 있다. 이들 실시예 및 그 변형은, 발명의 범위 및 요지에 포함되고, 또한 특히 청구의 범위에 기재된 발명과 그 균등한 범위에 포함된다.

도면

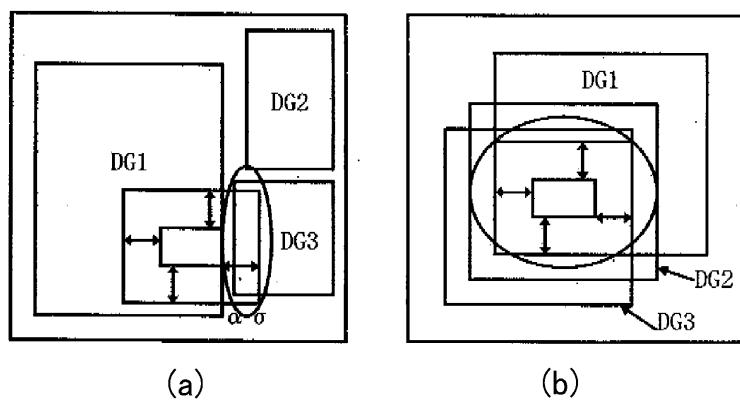
도면1



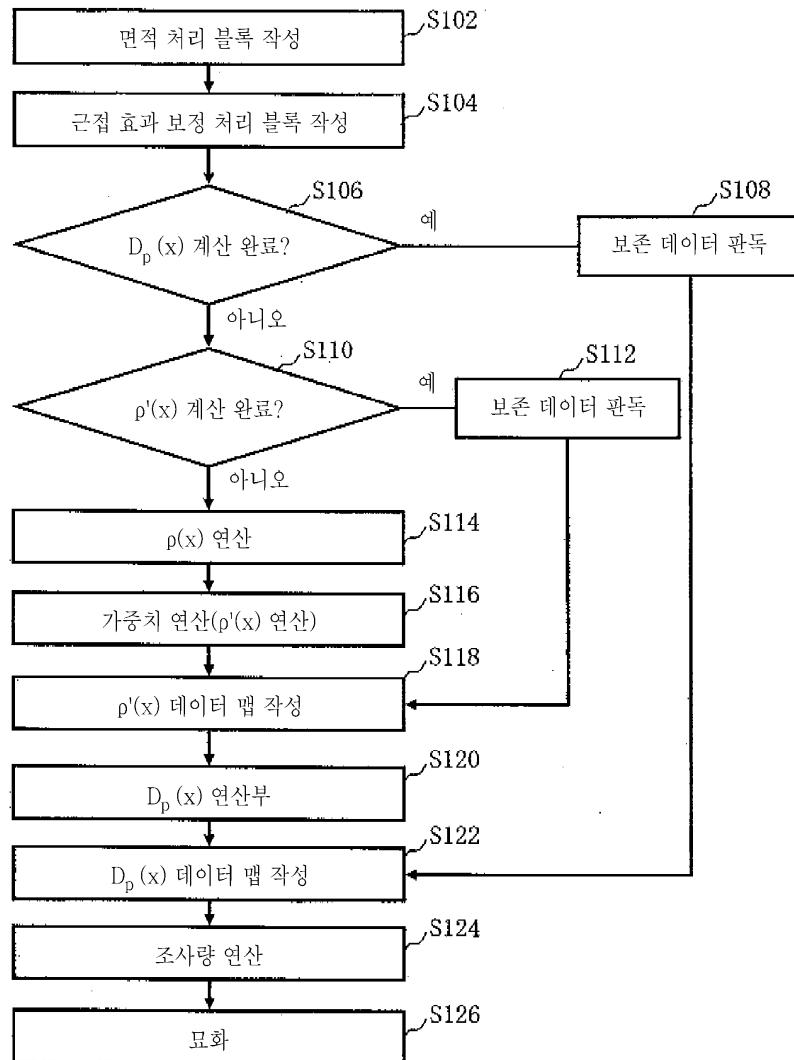
도면2



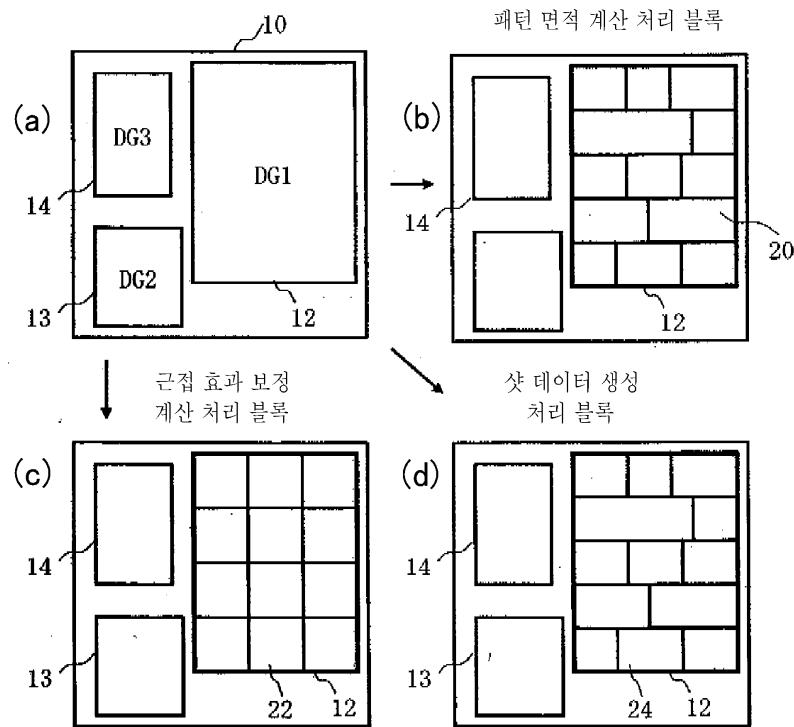
도면3



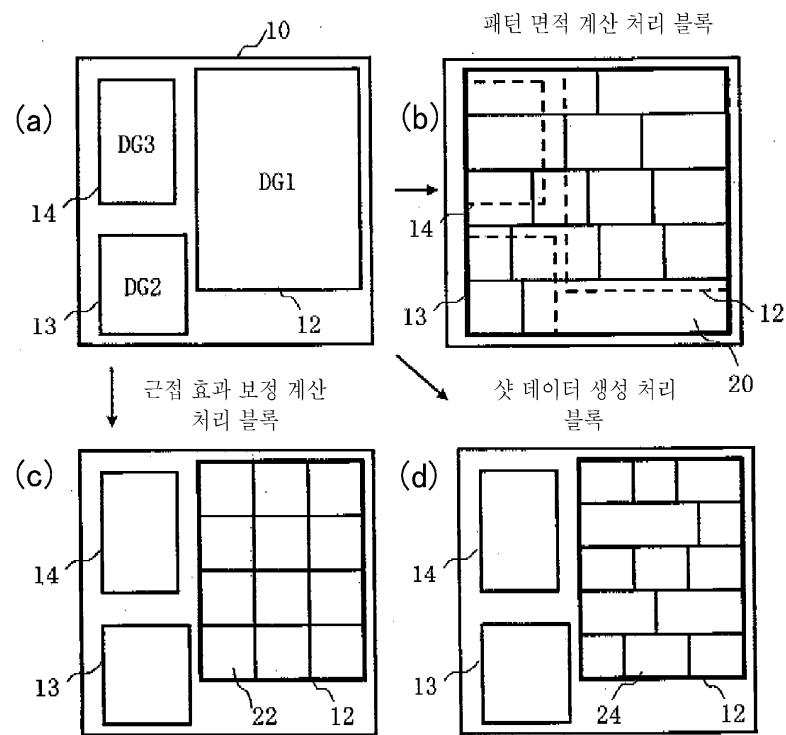
도면4



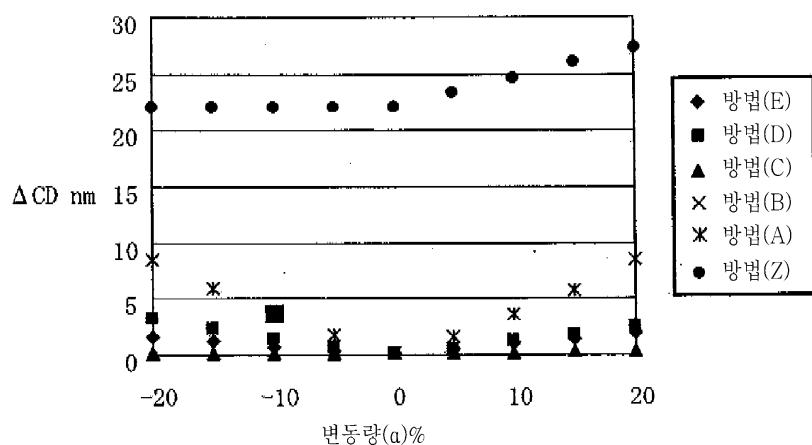
도면5



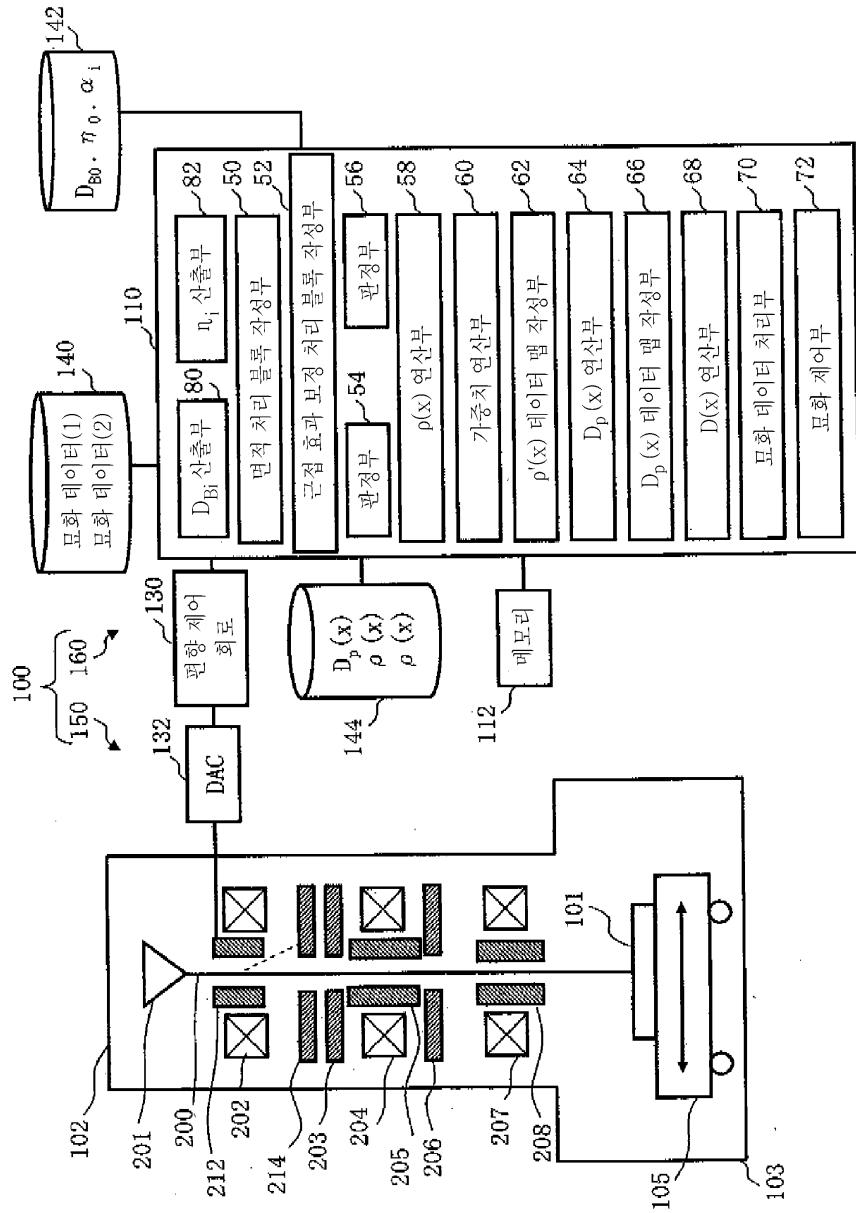
도면6



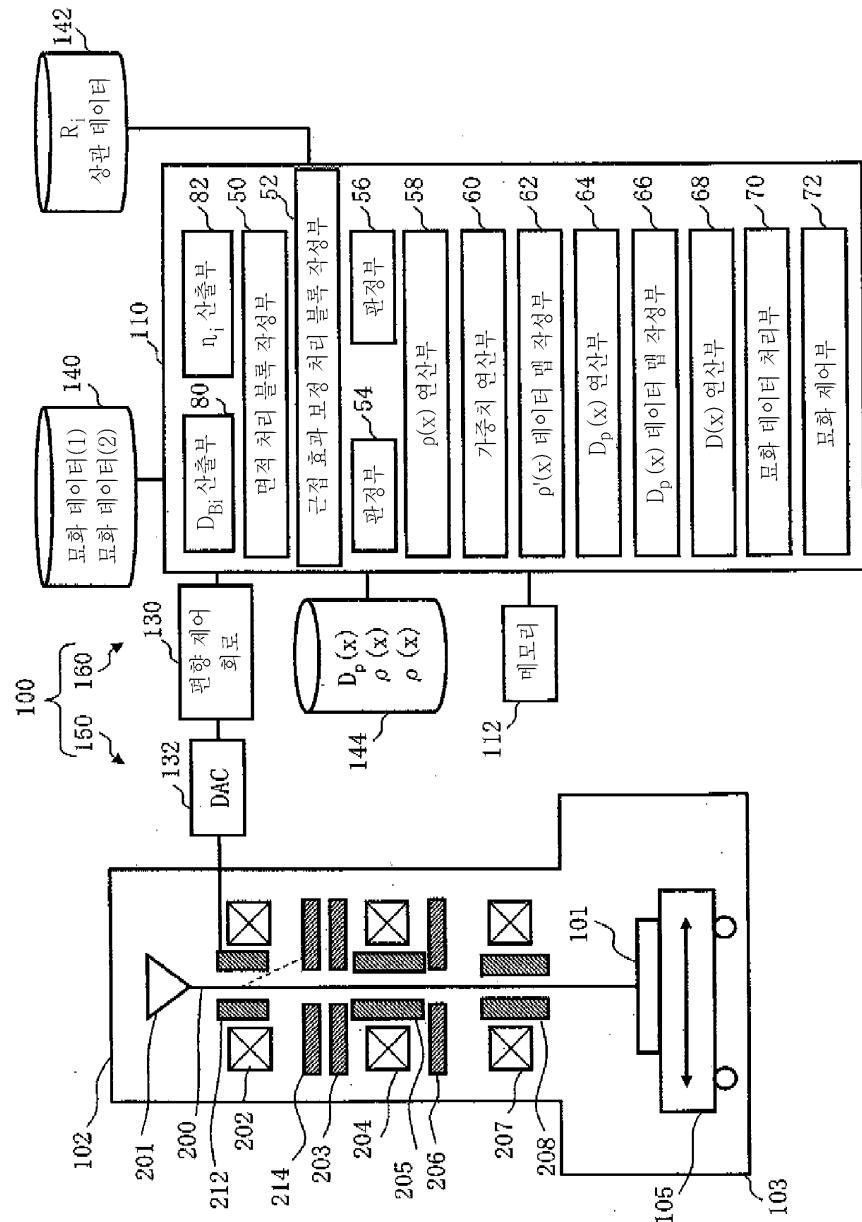
도면7



도면8



도면9



도면10

