(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0157726
(43) 공개일자 2024년11월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 23/2251 (2018.01) *G01N 21/31* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 23/2251 (2013.01)
G01N 21/3151 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7032671
(22) 출원일자(국제) 2022년05월25일
심사청구일자 2024년09월30일
(85) 번역문제출일자 2024년09월30일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2022/021468
(87) 국제공개번호 WO 2023/228338
국제공개일자 2023년11월30일

(71) 출원인
주식회사 히타치하이테크
일본국 도쿄토 미나토쿠 토라노몬 1쵸메 17방 1고
(72) 발명자
우찌호 미나미
일본국 1008280 도쿄토 치요다쿠 마루노우치 1초메 6반 6고 가부시끼가이샤 히다치 세이사꾸쇼 내
시라사끼 야스히로
일본국 1008280 도쿄토 치요다쿠 마루노우치 1초메 6반 6고 가부시끼가이샤 히다치 세이사꾸쇼 내
야찌 가즈후미
일본국 1056409 도쿄토 미나토쿠 토라노몬 1쵸메 17방 1고 주식회사 히타치하이테크 내
(74) 대리인
장수길, 박상돈, 이중희

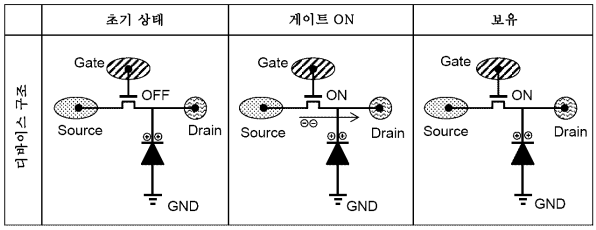
전체 청구항 수 : 총 12 항

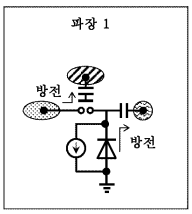
(54) 발명의 명칭 **하전 입자선 장치, 계측 방법**

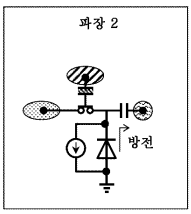
(57) 요 약

본 발명은 반도체 재료 상에 형성되어 있는 트랜지스터의 구조에 따라 대전 개소를 제어함으로써, 트랜지스터의 ON/OFF 특성을, 하전 입자선과 광의 조사에 의해 계측하는 것을 목적으로 한다. 본 발명에 관한 하전 입자선 장치는, 반도체 재료 상에 형성된 트랜지스터의 게이트에 대하여 하전 입자선을 조사함으로써, 상기 트랜지스터를 ON으로 하고, 상기 트랜지스터에 대하여 상기 광을 조사하여 상기 트랜지스터가 갖는 전하를 초기화함으로써, 상기 트랜지스터의 도통 상태를 제어한다(도 4 참조).

대 표 도 - 도4







(52) CPC특허분류
G01N 2223/071 (2013.01)
G01N 2223/6116 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

시료에 대하여 하전 입자선을 조사하는 하전 입자선 장치로서,

상기 시료에 대하여 상기 하전 입자선을 조사하는 하전 입자선 조사부,

상기 시료에 대하여 광을 조사하는 광 조사부,

상기 시료에 대하여 상기 하전 입자선을 조사함으로써 상기 시료로부터 발생되는 2차 입자를 검출하여 그 강도를 나타내는 검출 신호를 출력하는 검출기,

상기 검출 신호를 처리하는 연산부를

구비하고,

상기 시료는, 반도체 재료 상에 형성된 트랜지스터이며,

상기 하전 입자선 조사부는, 상기 트랜지스터의 게이트에 대하여 상기 하전 입자선을 조사하여 전하를 주입함으로써, 상기 트랜지스터를 ON으로 하고,

상기 광 조사부는, 상기 트랜지스터에 대하여 상기 광을 조사하여 상기 트랜지스터가 갖는 전하를 초기화함으로써, 상기 트랜지스터의 도통 상태를 제어하고,

상기 연산부는, 상기 트랜지스터의 도통 상태를 제어하는 과정에 있어서 얻어지는 상기 검출 신호를 사용하여, 상기 트랜지스터에의 주입 전하량에 대한 상기 트랜지스터의 ON/OFF 특성을 계측하는

것을 특징으로 하는 하전 입자선 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 광 조사부는, 상기 반도체 재료 또는 상기 반도체 재료 상에 형성된 게이트 절연층이 흡수하는 제1 파장을 갖는 상기 광을 상기 트랜지스터에 대하여 조사함으로써, 상기 게이트가 갖는 전하를 초기화하고,

상기 광 조사부는, 상기 게이트가 갖는 전하를 초기화함으로써, 상기 트랜지스터를 OFF로 하는

것을 특징으로 하는 하전 입자선 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 광 조사부는, 상기 반도체 재료 상에 형성된 게이트 절연층은 흡수하지 않지만 상기 반도체 재료가 흡수하는 제2 파장을 갖는 상기 광을 상기 트랜지스터에 대하여 조사함으로써, 상기 게이트를 ON으로 한 채로, 상기 트랜지스터의 소스 및 드레인이 갖는 전하를 초기화하는

것을 특징으로 하는 하전 입자선 장치.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 광 조사부는, 상기 게이트가 갖는 전하가 초기화된 후, 상기 트랜지스터에의 주입 전하량이 변화되도록 상기 하전 입자선의 조사량을 변화시키는 것을 반복하고,

상기 연산부는, 상기 반복마다 상기 검출 신호를 취득함으로써, 상기 트랜지스터에의 주입 전하량마다의 상기 트랜지스터의 ON/OFF 특성을 계측하는

것을 특징으로 하는 하전 입자선 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 연산부는, 상기 반도체 재료의 표면 상의 위치마다 상기 계측을 실시함으로써, 상기 트랜지스터의 ON/OFF 특성의 상기 표면 상에 있어서의 면내 분포를 계측하는

것을 특징으로 하는 하전 입자선 장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 트랜지스터는, 상기 반도체 재료 상에 있어서, 복수의 라인에 걸쳐 구성되어 있고,

상기 광 조사부는, 상기 반도체 재료 상에 형성된 게이트 절연층은 흡수하지 않지만 상기 반도체 재료가 흡수하는 제2 파장을 갖는 상기 광을 상기 트랜지스터에 대하여 조사함으로써, 상기 게이트를 ON으로 한 채로, 상기 트랜지스터의 소스 및 드레인이 갖는 전하를 초기화하고,

상기 연산부는, 상기 트랜지스터가 배치되어 있는 제1 라인의 연신 방향을 따라 상기 검출 신호를 취득하는 위치를 주사하고,

상기 광 조사부는, 상기 제1 라인에 대하여 상기 검출 신호를 취득한 후, 상기 제1 라인에 인접하는 제2 라인의 연신 방향을 따라 상기 연산부가 상기 검출 신호를 취득하기 시작하기 전에, 상기 초기화를 실시함으로써, 상기 제2 라인을 따라 배치된 상기 트랜지스터의 소스 및 드레인이 갖는 전하를 초기화하는

것을 특징으로 하는 하전 입자선 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 트랜지스터는, 소스 또는 드레인을 공통으로 하는 제1 트랜지스터와 제2 트랜지스터를 갖고,

상기 하전 입자선 조사부는, 상기 제1 트랜지스터의 게이트에 대하여 상기 하전 입자선을 조사하지만 상기 제2 트랜지스터의 게이트에 대하여 조사하지 않음으로써, 상기 제1 트랜지스터의 게이트를 ON으로 함과 함께 상기 제2 트랜지스터의 게이트를 ON으로 하지 않는, 기생 용량 평가 시퀀스를 실시하고,

상기 연산부는, 상기 기생 용량 평가 시퀀스를 실시했을 때, 상기 제2 트랜지스터가 도통하는지 여부를 평가함으로써, 상기 제1 트랜지스터의 게이트와 상기 제2 트랜지스터의 게이트 사이의 기생 용량을 계측하는

것을 특징으로 하는 하전 입자선 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 연산부는, 상기 트랜지스터의 도통 상태를 제어하는 과정에 있어서 얻어지는 상기 검출 신호를 사용하여, 상기 트랜지스터의 관찰 화상을 생성하고,

상기 연산부는, 상기 관찰 화상 상에 있어서의 상기 트랜지스터의 화상의 휘도값에 기초하여, 상기 트랜지스터의 ON/OFF 특성을 계측하는

것을 특징으로 하는 하전 입자선 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 광 조사부는,

제1 파장을 갖는 상기 광을 출사하는 제1 광원, 및 제2 파장을 갖는 상기 광을 출사하는 제2 광원,

상기 광을 출사하는 광원, 및 상기 광의 파장을 변환하는 파장 변환기,

제1 파장을 갖는 상기 광과 제2 파장을 갖는 상기 광을 함께 출사 가능한 광원,

복수의 파장 성분을 갖는 상기 광을 출사하는 광원, 및 상기 파장 성분 중 어느 것을 선택하는 파장 필터,

중 적어도 어느 것에 의해 구성되어 있는

것을 특징으로 하는 하전 입자선 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 연산부는, 유저 인터페이스를 제공하고,

상기 유저 인터페이스는,

상기 하전 입자선의 조사 조건을 입력하는 하전 입자선 조사 조건 입력부,

상기 광의 조사 조건을 입력하는 광 조사 조건 입력부,

상기 시료의 관찰 화상,

상기 트랜지스터를 검사한 결과,

중 적어도 어느 것을 제시하는

것을 특징으로 하는 하전 입자선 장치.

청구항 11

제5항에 있어서,

상기 연산부는, 상기 면내 분포를 제시하는 유저 인터페이스를 제공하는

것을 특징으로 하는 하전 입자선 장치.

청구항 12

시료에 대하여 하전 입자선을 조사함으로써 상기 시료를 계측하는 방법으로서,

상기 시료에 대하여 상기 하전 입자선을 조사하는 스텝,

상기 시료에 대하여 광을 조사하는 스텝,

상기 시료에 대하여 상기 하전 입자선을 조사함으로써 상기 시료로부터 발생되는 2차 입자를 검출하여 그 강도를 나타내는 검출 신호를 출력하는 스텝,

상기 검출 신호를 처리하는 스텝을

갖고,

상기 시료는, 반도체 재료 상에 형성된 트랜지스터이며,

상기 하전 입자선을 조사하는 스텝에 있어서는, 상기 트랜지스터의 게이트에 대하여 상기 하전 입자선을 조사하여 전하를 주입함으로써, 상기 트랜지스터를 ON으로 하고,

상기 광을 조사하는 스텝에 있어서는, 상기 트랜지스터에 대하여 상기 광을 조사하여 상기 트랜지스터가 갖는 전하를 초기화함으로써, 상기 트랜지스터의 도통 상태를 제어하고,

상기 검출 신호를 처리하는 스텝에 있어서는, 상기 트랜지스터의 도통 상태를 제어하는 과정에 있어서 얻어지는 상기 검출 신호를 사용하여, 상기 트랜지스터에의 주입 전하량에 대한 상기 트랜지스터의 ON/OFF 특성을 계측하는

것을 특징으로 하는 계측 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 시료에 대하여 하전 입자선을 조사함으로써 계측하는 기술에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 전자 현미경이나 이온 현미경 등의 하전 입자선 장치는, 미세한 구조를 갖는 다양한 시료의 관찰에 있어서 사용되고 있다. 예를 들어, 반도체 디바이스의 제조 공정에 있어서의 프로세스 관리를 목적으로 하여, 하전 입자선 장치의 하나인 주사 전자 현미경이, 시료인 반도체 웨이퍼 상에 형성된 반도체 디바이스 패턴의 치수 계측이나 결함 검사 등의 측정을 위해 응용되고 있다.

[0003] 하기 특허문헌 1은, 하전 입자선을 시료에 대하여 조사함으로써 계측하는 기술의 일례를 기재하고 있다. 동 문헌에 있어서는, 시료에 대하여 하전 입자선에 더하여 광 빔을 조사함으로써, 시료의 대전 상태를 제어하는 것이 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) US7205539

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 반도체 재료 상에 있어서 반도체 디바이스(예: 트랜지스터)가 형성되어 있는 경우, 디바이스의 특정 위치에 있어서의 대전 상태를 제어할 필요가 생기는 경우가 있다. 예를 들어 특정 트랜지스터의 게이트를 ON/OFF시킴으로써, 그 트랜지스터의 ON/OFF 특성(어느 정도의 전기적 신호를 인가함으로써 ON/OFF로 하는지)을 계측하는 경우가 있다. 이러한 계측은, 전형적으로는 계측 프로브를 디바이스에 대하여 전기적으로 접속함으로써 실시한다.

[0006] 이것과 마찬가지의 계측은, 반도체 디바이스의 대전 상태를 제어함으로써(즉 반도체 디바이스가 보유하고 있는 전하량을 제어함으로써) 실시할 수 있지는 않을까라고 생각된다. 그러나 특허문헌 1과 같은 종래 기술에 있어서는, 반도체 디바이스의 구조에 따라 대전 제어할 개소를 임의적으로 선택할 수는 없다(또는 고려되어 있지 않다). 따라서 종래 기술에 있어서는, 반도체 디바이스의 ON/OFF 특성을 하전 입자선과 광의 조사에 의해 실시하는 것은 곤란하다.

[0007] 본 발명은 상기와 같은 과제에 비추어 이루어진 것으로, 반도체 재료 상에 형성되어 있는 트랜지스터의 구조에 따라 대전 개소를 제어함으로써, 트랜지스터의 ON/OFF 특성을, 하전 입자선과 광의 조사에 의해 계측하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명에 관한 하전 입자선 장치는, 반도체 재료 상에 형성된 트랜지스터의 게이트에 대하여 하전 입자선을 조사함으로써, 상기 트랜지스터를 ON으로 하고, 상기 트랜지스터에 대하여 상기 광을 조사하여 상기 트랜지스터가 갖는 전하를 초기화함으로써, 상기 트랜지스터의 도통 상태를 제어한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명에 관한 하전 입자선 장치에 의하면, 반도체 재료 상에 형성되어 있는 트랜지스터의 구조에 따라 대전 개소를 제어함으로써, 트랜지스터의 ON/OFF 특성을, 하전 입자선과 광의 조사에 의해 계측할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 실시 형태 1에 관한 하전 입자선 장치(1)의 구성을 나타내는 블록도이다.

도 2는 광원(131)과 광 조정부(132)의 구성 예를 4개 나타낸다.

도 3은 하전 입자선 장치(1)가 시료(122)를 관찰하는 수순을 설명하는 흐름도이다.

도 4는 시료(122) 상에 형성되어 있는 트랜지스터의 대전 상태를 광 조사에 의해 제어하는 방법을 설명하는 도면이다.

도 5는 S108에 있어서 연산부(148)가 작성하는 면내 분포의 예이다.

도 6은 하전 입자선 장치(1)가 트랜지스터의 게이트 간의 기생 용량을 계측하는 경우의 동작예를 설명하는 도면이다.

도 7은 하전 입자선 장치(1)가 시료(122)를 관찰하는 수순을 설명하는 흐름도이다.

도 8은 연산부(148)가 표시부(155)를 통해 제시하는 유저 인터페이스의 예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] <실시 형태 1>

[0012] 도 1은 본 발명의 실시 형태 1에 관한 하전 입자선 장치(1)의 구성을 나타내는 블록도이다. 하전 입자선 장치(1)는, 전자 광학계(11), 스테이지 기구계(12), 광 조사계(13), 제어계(14), 조작계(15)를 구비한다.

[0013] 전자 광학계(11)는, 전자총(111), 편향기(112), 전자 렌즈(113), 전자 검출기(114)에 의해 구성되어 있다. 스테이지 기구계(12)는, XYZ 스테이지(121) 상에 시료(122)가 적재됨으로써 구성되어 있다. 전자 광학계(11)의 하우징 내부는, 고진공으로 제어되고, 스테이지 기구계(12)가 설치되어 있다. 광 조사계(13)는, 광원(131), 광 조정부(132)를 구비하고, 광 도입부(133)를 통해 광이 시료(122)에 대하여 조사된다. 제어계(14)는, 전자총 제어부(1411), 편향 신호 제어부(142), 전자 렌즈 제어부(143), 검출기 제어부(144), 스테이지 위치 제어부(145), 광 제어부(146), 제어 전령부(147), 연산부(148)에 의해 구성되어 있다. 제어 전령부(147)는, 시퀀스 제어부(151)로부터 입력된 입력 정보에 기초하여, 각 제어부에 제어값을 기입 제어한다.

[0014] 전자총(111)으로부터 가속된 전자선은, 전자 렌즈(113)에 의해 집속되어, 시료(122)에 대하여 조사된다. 시료(122) 상의 조사 위치는, 편향기(112)에 의해 제어된다. 전자선은, 측정 항목 설정부(152)에 의해 설정된 가속 전압, 조사 전류, 편향 조건, 전자 렌즈 조건에 따라 제어된다.

[0015] 제어 전령부(147)는, 하전 입자선 장치(1)의 구성 요소를 제어하는 기능 블록이다. 제어 전령부(147)는, 예를 들어 시퀀스 제어부(151)로부터 입력되는 관찰 조건에 기초하여, 검출기 제어부(144)나 전자총 제어부(141) 등에 대하여 동작 지령을 보낸다. 각 제어 지령계는, 예를 들어 시퀀스 제어부(151)로부터 입력되는 광이나 전자 조건에 기초하여, 스테이지 기구계(12)를 제어하여, 시료(122)를 소정의 위치로 이동시킨다. 제어 전령부(147)는, 검출기 제어부(144)를 통해 전자 검출기(114)에 대한 전력 공급이나 제어 신호의 공급 등을 제어함으로써, 전자 검출기(114)에 의한 방출 전자의 검출 처리를 제어한다. 제어 전령부(147)는, 측정 항목 설정부(152)에 있어서 입력된 조건에 기초하여, 광 제어부(146)에 대하여 파장, 광량, 조사 타이밍 등의 광 조사 조건의 정보를 송부하여, 광원(131), 광 조정부(132) 등의 동작을 제어한다. 상세하게 설명하면, 예를 들어 광 제어부(146)는, 광원(131)으로부터 조사되는 광의 광량이나 파장 등을 제어한다. 광 제어부(146)는, 광 조정부(132)에 대하여, 광원(131)으로부터 조사되는 광의 진행 방향이나 편광을 조정하도록 지시한다. 광 제어부(146)는, 예를 들어 수동 조작에 의해 실장해도 되고, 예를 들어 CPU 등의 프로세서가 탑재된 퍼스널 컴퓨터에서 실행되는 프로그램에 의해 실장해도 된다. 제어 전령부(147)는, 예를 들어 FPGA(Field-Programmable Gate Array)나 ASIC(Application Specific Integrated Circuit) 등으로 구성되어도 된다.

[0016] 광원(131)으로부터 조사되는 광은, 광 도입부(133)를 통해 시료(122)의 표면 상의 위치에 대하여 조사된다. 광원(131)으로서, 본 실시 형태에 있어서는 복수의 파장을 조사 가능한 레이저 혹은 단일 파장을 조사 가능한 레이저를 필요한 파장마다 탑재하였다. 광 도입부(133)는 슬릿 구성이며, 광 형상을 임의로 제어할 수 있다. 이에 의해, 조사하는 장소나 패턴에 의해 조사하는 장소를 제어할 수 있다.

[0017] 조작계(15)는 상기 외에, 출력부(154)와 표시부(155)를 구비한다. 출력부(154)는, 연산부(148)에 의한 처리 결과를, 예를 들어 적당한 데이터 형식에 의해 출력한다. 표시부(155)는, 연산부(148)에 의한 처리 결과를, 예를 들어 후술하는 유저 인터페이스 상에 화면 표시한다.

[0018] 조작계(15)가 구비하는 디바이스 정보 입력부(153)는, 관찰하는 시료의 구조나 회로 정보를 입력하는 기능을 구비한 블록이다. 디바이스의 패턴 설계 시에 사용한 CAD 정보 등을 입력함으로써, 각 패턴의 사이즈나 전기적인 회로 정보를 대응짓고, 이에 의해 전자선·광의 조사 위치를 제어한다. 이때, 패턴의 회로 정보나 사이즈와 같은 정보를 입력하는 형태는, 패턴의 좌표나 회로 정보, 각 패턴의 접속 관계와 같은 정보를 알 수 있는 것이면 특별히 지정은 없고, 예를 들어 CAD 데이터여도 되고, 좌표와 회로 구조를 알 수 있는 문자열의 데이터만이어도 된다. CAD 데이터를 사용하지 않는 경우에도, 각 패턴의 회로 지정이 가능하다. 이때의 지정 수순의 예를 나타낸다. (1) 검사 개소의 SEM상을 취득하고, (2) 전자 검출기(114)로부터 얻어진 신호로부터 처리부, 연산부에서 계조 정보로 치환되어 출력부(154)를 통해 표시부(155)에 표시된다. (3) 후술하는 GUI 상에 있어서, 유저가 각 패턴의 종류를 배분하고, 디바이스 정보 입력부(153)에 대하여 정보가 송부된다. 본 플로에 의해, 관찰 위치의 각 패턴의 종류를 지정하는 것도 가능하다.

[0019] 측정 항목 설정부(152)는, 디바이스 정보 입력부(153)에서 입력된 디바이스 정보를 참조하여, GUI 상에서 지정된 검사 항목을 실현하기 위해 필요한 광 및 전자선의 조건을 생성한다. 측정 항목 설정부(152)에서 설정된 광과 전자선의 조건을 기초로 하여, 시퀀스 제어부(151)는 측정 시퀀스를 작성한다. 시퀀스 제어부(151)는, 조사 시퀀스를 생성하여, 제어계에 대하여 지시 신호를 송신한다. 측정 항목 설정부(152)에서 검사하고자 하는 시험 항목을 선택하면, 광 및 전자선의 조사 시퀀스가 생성된다. 이때, 후술하는 GUI 상에서 광이나 전자선의 조건을 유저가 커스터마이즈하는 것도 가능하다. GUI 상의 시퀀스 가시화 버튼을 선택함으로써, 광과 전자선의 조사 시퀀스의 흐름을 눈으로 보고 확인하는 것도 가능하다. 또한, 유저 자신이 임의로 광과 전자선의 조사 타이밍을 설정해도 된다.

[0020] 제어 전령부(147)는, 시퀀스 제어부에서 지정된 시퀀스에 따라, 검출기 제어부(144), 전자총 제어부(141), 편향 신호 제어부(142), 전자 렌즈 제어부(143), 스테이지 위치 제어부(145), 광 제어부(146) 등을 제어한다.

[0021] 광 제어부(146)는, 광의 파장, 조사량, 피크 파워와 같은 광 파라미터를 제어한다. 광 제어부(146)는, 광원(131), 광 조정부(132)를 구비한다. 광원(131)은, 백색 광원이어도 되고, 반도체 다이오드 레이저여도 되고, 고체 레이저여도 되고, 그 외의 광을 조사 가능해도 된다. 광 조정부(132)가 조정하는 광 파라미터는 예를 들어, 광량, 파장, 편광면, 시료에의 조사 각도, 펄스 레이저/CW(연속파) 레이저, 반복 레이트(펄스 레이저의 경우) 등이다. 광 조정부(132)는, 측정 항목 설정부(152)와 시퀀스 제어부(151)에서 생성된 시퀀스 정보에 따라 광의 조사 타이밍을 제어·조사하는 기능도 갖고 있다. 광의 조사 타이밍 기능을 갖는 기구는, 기계적 셔터여도 되고, 전기 광학 소자나 음향 광학 소자로 블로킹해도 되고, 그 외의 광 스위칭 제어를 실현할 수 있는 기구여도 된다.

[0022] 전자 광학계(11)는, 측정 항목 설정부(152)에서 설정한 가속 전압, 조사 전류, 편향 조건, 전자 렌즈 조건에서 전자선을 조사한다. 전자선의 조사 타이밍은, 측정 항목 설정부(152)와 시퀀스 제어부(151)에서 생성된 시퀀스에 기초하여, 조사와 비조사의 타이밍을 제어함으로써 제어된다. 전자총(111)으로부터 가속된 전자선은, 전자 렌즈(113)에 의해 집속되어, 시료(122)에 대하여 조사된다. 시료(122)에 대하여 전자선을 조사하는 위치, 관찰 배율은 편향기(112)에 의해 제어한다.

[0023] 도 2는 광원(131)과 광 조정부(132)의 구성 예를 4개 나타낸다. 첫 번째의 구성 예에 있어서, 광원(131)은 2개의 광원(7a와 7b)을 구비한다. 광원(7b)으로부터 방출된 레이저는, 반사 미러(300)와 빔 스플리터(61)에 의해 반사되어, 광원(7a)으로부터 방출된 레이저의 광로와 합류한다. 광원(7a)과 광원(7b)은 동일 파장의 광을 출사해도 되고, 조사 출력을 파장마다 조정함으로써 구성하는 것도 가능하다. 파장마다 조사량을 조정할 수 있도록, 감광량을 조정 가능한 ND 필터 등으로 구성된 감광기(63)를 각 파장의 광로에 설치하고 있다. 마찬가지로 평균 출력을 제어하는 광학계로서 광 어테뉴에이터가 있다. 광 조정부(132)로서, 전기 광학 효과 소자나 자기 광학 효과 소자를 이용한 펄스 피커 등을 사용하여 펄스의 주파수나 펄스의 조사 수를 제어해도 상관없다. 광 조정부(132)로서, 프리즘쌍으로 구성되는 펄스 분산 제어 광학계 등을 사용하여 펄스 폭을 제어해도 상관없다. 광 조정부(132)로서, 광의 집광 렌즈를 사용하여 광 펄스의 조사 영역을 제어해도 상관없다. 각 파장의 조사량은, 광로 도중에 설정한 조사광 검출기(62)에 의해 검출한다. 조사광 검출기(62)의 일례로서, 포토디텍터 타입이나 서멀 타입에 의해 조사량을 계측해도 된다.

[0024] 도 2의 두 번째의 구성 예는, 하나의 광원(7a)으로부터 비선형 광학 결정 등에 의해 구성된 파장 변환기(64)를 사용하여 복수의 파장을 생성한다. Seed 광과 SHG(Secondary Harmonic Generation) 광 각각의 조사량을 조정할 수 있도록, 각 광로 중에 감광기(63)를 구비하고 있다.

[0025] 도 2의 세 번째의 구성 예는, 하나의 레이저로부터 복수의 파장을 조사 가능한 레이저를 사용한 경우의 광로 구

성을 나타낸다. 도 2의 네 번째의 구성 예는, 백색 광원 등의 복수의 파장 성분을 갖는 광원을 사용한 경우의 광로 구성을 나타낸다. 백색 광원으로부터 복수의 파장을 선택하기 위해, 빔 스플리터(61)에 의해 광로를 2분할한다. 조사하고자 하는 파장에 맞추어 필터(69)를 설치함으로써, 복수의 파장을 생성한다. 필터(69)는, 대역 통과 필터나 노치 필터 등의 광학 필터이다.

[0026] 도 3은 하전 입자선 장치(1)가 시료(122)를 관찰하는 수순을 설명하는 흐름도이다. 이하 도 3의 각 스텝에 대하여 설명한다. 본 설명 중에, 트랜지스터의 ON 상태란, 소스와 드레인 간에 지정 전류가 흐를 때의 게이트 전압까지, 게이트부에 전하가 공급된 상태이며, 트랜지스터의 OFF 상태란, 게이트부의 대전에 의한 전압이 게이트 역치 전압 이하인 상태라고 정의한다.

[0027] (도 3: 스텝 S100)

[0028] 제어 전령부(147)는, 검사하는 디바이스의 종류, 패턴, 검사 항목을 결정한다. 디바이스의 종류와 디바이스 패턴 데이터는, CAD 데이터나 실제로 관찰 위치의 SEM상을 관찰함으로써 얻은 정보로부터 지정해도 된다.

[0029] (도 3: 스텝 S101)

[0030] 제어 전령부(147)는, 디바이스 패턴과 칩 레이아웃으로부터, 관찰하는 디바이스 패턴의 개소, 시야 사이즈, 검사 칩수 등(관찰 범위)을 지정한다.

[0031] (도 3: 스텝 S102)

[0032] 제어 전령부(147)는, 주입하는 전하량의 범위나 광의 조사 조건을 설정한다. 조사하는 전자선에 대해서는, 지정한 패턴에 대하여 주입하는 전자선의 조사 에너지, 전하의 최솟값과 최댓값, 스텝양을 결정한다. 이때, 패턴에 대하여 주입하기 위한 전자선 조건과, 관찰하는 전자선의 조건은, 동일하지 않아도 된다. 이들 전자선은 동일한 전자원 및 전자 광학계로부터 출력되어도 되고, 다른 전자원 및 광학계로부터 출력되어도 된다. 혹은, 하나의 전자원으로부터 출력된 전자선을 복수의 전자선으로 분할하여, 각각 제어하여 조사해도 된다.

[0033] (도 3: 스텝 S102: 보충)

[0034] 본 스텝에 의해, S100에서 입력·선택된 검사 항목에 따라, 권장 조건의 광 조사 조건이 설정된다. S100에서 입력된 정보를 기초로 하여, 측정 항목 설정부(152)에서 설정한 검사 항목·디바이스 검사 범위에 따라, 시퀀스 제어부(151)로 산출된 광의 파장, 조사량, 조사 타이밍이 광 제어부(146)에 출력된다. 조건이 충분하면, 유저는 예를 들어 GUI 상에서 「광 조건 확정」 버튼을 체크한다. 수정이 필요하면 GUI 상에 표시된 광 조건 입력부에서 광 조사 조건을 수정하고, 광 조건이 결정된 경우에는 「광 조건 확정」 버튼을 누른다. 「광 조건 확정」에서 결정된 광 조건에 따라, 광 제어부(146)는 광 조사 조건을 제어한다.

[0035] (도 3: 스텝 S103)

[0036] 제어 전령부(147)는, S100 내지 S102에 의해 설정한 검사 계측 항목 등에 따라, 측정을 개시한다.

[0037] (도 3: 스텝 S104)

[0038] 광 제어부(146)는, 시료(122)에 대하여 광을 조사함으로써, 시료(122)의 초기의 대전 상태를 안정화 혹은 균일화하여, 전위를 제어한다. 예를 들어, 시료(122)(반도체 재료) 상에 트랜지스터가 격자상으로 형성되어 있는 경우, 먼저 관찰 위치를 X 방향을 따라 스캔하여, 각 관찰 위치에 있어서의 트랜지스터의 ON/OFF 상태를 계측한다(관찰 화상에 기초하여 ON/OFF 상태를 계측하는 구체 예는 후술). 다음으로 관찰 위치를 Y 방향으로 1라인분 이동시킨다. 광 제어부(146)는, 관찰 위치를 Y 방향으로 1라인분 이동시킬 때마다, 드레인(및 소스)만 대전 상태를 리셋하는 광을 조사한다.

[0039] (도 3: 스텝 S104: 보충)

[0040] 광 제어부(146)는, 상기에 더하여, 본 스텝을 최초로 실시할 때는, 게이트의 대전 상태를 리셋하는 광을 조사해도 된다. 드레인만 리셋하는 광과 게이트를 리셋하는 광의 구체 예에 대해서는, 재차 후술한다.

[0041] (도 3: 스텝 S105)

[0042] 전자 광학계(11)는, 시료(122)에 대하여 전자선을 조사함으로써, 시료(122)에 대하여 전하를 주입한다. 전하 주입 조건은 S102에 있어서 설정한 것이다. 전하 주입량은, 본 스텝을 실시할 때마다, 스텝 폭씩 변화시킨다. 이 스텝 폭은 S102에 있어서 설정한 것이다. 트랜지스터의 게이트가 전하 주입량에 따라 대전됨으로써, 게이트에 대하여 전압이 인가된 것과 마찬가지의 상태로 된다. 전하 주입량을 변화시키면서 트랜지스터가 어느 단계

에서 ON으로 되는지를 계측함으로써, 트랜지스터의 ON/OFF 특성(게이트 역치 전압(Vth) 특성)을 계측할 수 있다.

[0043] (도 3: 스텝 S105: 보충)

[0044] 변형예로서 이하를 생각할 수 있다. 게이트부에 전하를 축적하는 수단으로서, 광 조사에 의한 광전자 방출을 사용해도 된다. 게이트부의 재질이 폴리실리콘일 경우, 실리콘의 이온화 에너지 이상의 광 에너지를 갖는 파장의 광을 조사하거나, 혹은, 다광자 여기가 발생하는 피크 강도를 갖는 광을 조사함으로써, 게이트부로부터 광전자가 방출되고, 그에 의해 플러스 대전이 발생한다. 이 플러스 대전을 사용하여, 게이트를 ON으로 해도 된다. 따라서, 도 3의 스텝 S105는 광을 조사하는 수단이어도 된다. 축적되는 전하량은, 광의 조사량, 조사 시간, 피크 강도, 파장 등의 광 파라미터로 제어해도 된다.

[0045] (도 3: 스텝 S106)

[0046] 전자 광학계(11)는, 관찰 위치로 시야를 이동시켜, S103에서 설정한 전자 광학 조건에서 전자선을 조사한다. 시료로부터 방출된 전자는 검출기(114)에 의해 검출된다. 연산부(148)는, 검출기(114)가 출력하는 검출 신호를 사용하여, 관찰 위치의 관찰 화상을 생성한다. 관찰 화상은, 출력부(154)와 표시부(155)를 통해, 데이터나 GUI 상에 출력된다. 관찰 위치가 S105에 있어서의 전하 주입 위치와 동일한 경우에는, S105 내지 S106에 있어서 조사 위치를 이동시키지 않아도 된다. 동일하지 않은 경우에는, 스테이지 이동, 전자선의 편향 시프트 등에 의해 관찰 위치를 이동시키면 된다.

[0047] (도 3: 루프 부분)

[0048] 제어 전령부(147)는, S102에서 설정한 스텝 수가 완료될 때까지, S104 내지 S106을 반복한다.

[0049] (도 3: 스텝 S107 내지 S108)

[0050] 연산부(148)는, 시료(122)에 대한 주입 전하량마다, 관찰 화상의 휘도 레벨을 취득한다(S107). 연산부(148)는, 시료(122) 상의 관찰 위치마다 이 처리를 실시한다. 이에 의해, 주입 전하량과 휘도 레벨의 면내 분포를 얻을 수 있다(S108). 면내 분포의 구체 예는 후술한다.

[0051] 도 4는 시료(122) 상에 형성되어 있는 트랜지스터의 대전 상태를 광 조사에 의해 제어하는 방법을 설명하는 도면이다. 트랜지스터는, 소스, 게이트, 드레인을 구비한다. 본 실시 형태에서는, n형 MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor(금속 산화막 반도체 전계 효과 트랜지스터))의 구조를 사용하여 설명한다. n형 MOSFET는, p형의 실리콘 기판 상의 게이트 영역에 실리콘의 산화막을 성막하고, 그 산화막 위에 게이트 금속을 형성함으로써 형성된다. n형 MOSFET는, 소스·드레인 사이에 구성된 게이트부에 대하여 플러스 전압이 인가된 경우, 드레인-소스 간에 반전층(n형)이 형성된다.

[0052] 전자선을 사용하여 n형 MOSFET를 동작시켜 검사하는 경우, 게이트부에 대하여 2차 전자의 yield가 1 이상인 영역의 전자선을 조사함으로써, 입사된 전자 수 이상으로 시료로부터 전자가 방출되므로, 플러스 대전된다. 플러스 대전됨으로써, 게이트부에 플러스 전위가 걸리므로, 게이트가 ON으로 되어, 소스-드레인 간에 전자의 흐름을 발생시킨다. 한편, P형 MOSFET의 경우에는, 게이트에 마이너스 전압을 인가함으로써 드레인 전류를 발생시킬 수 있으므로, 전자선의 조사 에너지를 2차 전자의 yield가 1 이하가 되는 전자선 조건으로 설정함으로써 게이트를 마이너스 대전으로 하여, 게이트부에 마이너스 전압이 인가된다. 게이트부에 인가하는 전압의 플러스/마이너스를 제어하는 방법으로서, 게이트부에 주입하는 전자선의 가속 전압을 제어해도 되고, 시료 바로 위에 전극을 배치하여 외부로부터 간접적으로 전계를 인가해도 된다. 또한, 프로버 등의 단자로 직접 접촉하여 전압을 인가해도 된다. 전자선을 사용하여 게이트부에 전자선을 주입하는 경우에는, 전자선은 패턴 전체에 조사해도 되고, 지정된 패턴 좌표 중 트랜지스터가 형성되어 있는 부위의 1점을 조사해도 된다. 또한, 복수의 전자선을 사용하여, 동일 관찰 중에, 트랜지스터의 종류에 맞추어 마이너스 전압 인가 조건과 플러스 전압 인가 조건을 동시에, 또는 교대로 조사하여 복수의 동작 상태를 모의한 조사 방법을 실시해도 된다.

[0053] 게이트부에 쌓인 전하를 리셋하는 경우, 게이트부는 일반적으로 게이트 절연막 상에 형성되어 있으므로, 기판 재료로부터 전자를 공급함으로써 제전한다. 그래서 광 제어부(146)는, 파장 1로서, 기판 재료가 흡수하는 광을 조사함으로써 절연막 중에 쌓인 전하를 제거한다. 이때, 접합 구조 상에 형성된 부분도 기판 재료가 동일하므로 동시에 리셋된다. 예를 들어, Si 기판 상에 절연막이나 접합 구조에 의해 구성된 일반적인 DRAM(Dynamic Random Access Memory)은 파장 500nm 이하의 광을 조사함으로써, DRAM 구조의 전체적인 축적 전하의 제어나 리셋이 가능하다. 또한, 조사량이나 파장을 제어함으로써, 게이트부에 쌓이는 전하량도 제어 가능하다. 또한,

게이트부의 전하를 제어하는 경우, 게이트 절연막이 직접 흡수하는 파장을 조사해도 된다. 게이트부의 전하를 리셋함으로써, 트랜지스터가 OFF되게 된다.

[0054] 파장 2는, 접합 상에 형성된 부분만의 전하를 제전하도록 선택된다. 이에 의해, 게이트부에 전하를 축적한 채로(게이트부를 ON으로 한 채로), 소스부 및 드레인부에 쌓인 전하만을 리셋한다.

[0055] 광 제어부(146)는, S104를 최초로 실시할 때는, 파장 1의 광을 조사함으로써, 게이트부의 대전 상태를 리셋할 수 있다. S104 내지 S106의 루프에 있어서는, 예를 들어 관찰 위치의 Y 방향으로 1라인분 이동시킬 때마다, 파장 2의 광을 조사함으로써, 소스부 및 드레인부의 대전 상태를 리셋할 수 있다. 예를 들어 접합의 내압 불량이나 회복 시간 등의 특성을 관찰하고자 하는 경우에는, 파장 2를 조사한 후에 검출기(114)로부터의 검출 신호를 취득하면 된다. 게이트부의 ON/OFF 특성(어느 정도의 인가 전압 즉 주입 전하량에 의해 ON으로 되는지)을 관찰하고자 하는 경우나 트랜지스터 전체를 리셋하고자 하는 경우에는, 파장 1을 사용하면 된다.

[0056] 트랜지스터가 ON 상태인지 여부에 따라, 검출기(114)가 검출하는 2차 신호 레벨(즉 그 관찰 위치에 있어서의 관찰 화상의 휘도 레벨)은 다르다. 따라서, 검출 신호 레벨 또는 관찰 화상의 화소값에 기초하여, 트랜지스터의 ON/OFF 상태를 취득할 수 있다. 연산부(148)는 이에 따라, 트랜지스터의 ON/OFF 특성을 계측할 수 있다.

[0057] 도 5는 S108에 있어서 연산부(148)가 작성하는 면내 분포의 예이다. 시료(122)에 대한 주입 전하량을 변화시키면서, 검출기(114)로부터의 검출 신호를 관찰 위치마다 취득하면, 주입 전하량과 검출 신호 사이의 도 5 하측 도면과 같은 관계를, 시료(122) 상의 관찰 위치마다 얻을 수 있다. 이에 의해 도 5 상측 도면과 같은 면내 분포가 얻어진다. 예를 들어 검게 빈틈없이 칠한 부위는, 주입 전하량을 증가시키면 검출 신호가 빠르게 감소한다. 이에 반해 사선 부위는 주입 전하량의 증가에 대한 검출 신호의 감소가 완만하다. 이러한 차이는, 주입 전하량(즉 게이트부에 대한 인가 전압)을 점차 증가시켰을 때 트랜지스터가 ON/OFF 상태 사이에서 천이하는 특성이, 시료(122) 상에 형성된 반도체 칩마다 다른 것에 기인한다. 면내 분포는 이러한 특성의 차의 분포를 나타내고 있다.

[0058] 도 5와 같은 면내 분포는, 반드시 시료(122)의 관찰 화상을 취득하지는 않아도 취득 가능하다. 즉, 주입 전하량마다 검출기(114)로부터의 검출 신호 레벨을 취득하면, 도 5 하측 도면의 특성을 얻을 수 있으므로, 이를 사용하여 면내 분포를 작성하는 것으로 충분하다. 예를 들어 트랜지스터의 드레인부에 대해서만 도 5와 같은 면내 분포를 얻는 경우에는, 드레인부에 대하여 관찰 전자선을 조사했을 때의 검출 신호 레벨을 취득하는 것으로 충분하다. 관찰 화상을 생성하지 않고 면내 분포를 얻음으로써, 계측 스루풋을 확보할 수 있다. 예를 들어 제조 공정의 도중 단계에 있어서, 공정을 정지하지 않고, 도 5와 같은 면내 분포를 빠르게 얻을 수 있다.

[0059] <실시 형태 1: 요약>

[0060] 본 실시 형태 1에 관한 하전 입자선 장치(1)는, 시료(122) 상에 형성된 트랜지스터의 게이트부의 대전 상태를 초기화하는 파장 1과, 드레인부 및 소스부의 대전 상태만을 초기화하는 파장 2에 의해, 트랜지스터에의 주입 전하량에 대한 ON/OFF 특성(게이트 역치 전압(Vth) 특성)을 계측한다. 이에 의해, 트랜지스터에 대하여 전기적 프로브 등의 계측 기기를 접속하지 않고, 광 조사와 하전 입자선 조사를 사용하여, 트랜지스터의 ON/OFF 특성을 계측할 수 있다.

[0061] <실시 형태 2>

[0062] 도 6은 하전 입자선 장치(1)가 트랜지스터의 게이트 간의 기생 용량을 계측하는 경우의 동작예를 설명하는 도면이다. 도 6에 있어서, 2개의 트랜지스터는, 소스 또는 드레인을 공통으로 하도록 접속되어 있다(도 6에 있어서는 소스 단자가 공통으로 되어 있음). 하전 입자선 장치(1)는, 이하의 수순에 의해, 도 6의 게이트 단자 간에 있어서의 기생 용량(도 6의 점선으로 나타내는 부분)을 계측할 수 있다. 하전 입자선 장치(1)의 구성은 실시 형태 1과 마찬가지이다.

[0063] 제어 전령부(147)는, 어느 한쪽의 트랜지스터 게이트만을 ON으로 하도록, 전자선을 시료(122)에 대하여 조사한다. 이에 의해, 예를 들어 도 6의 우측의 게이트부에 대하여 ON으로 하기에 충분할 만큼의 전하량을 주입한다. 이때 게이트 단자 간의 기생 용량이 충분히 작으면, 전하 주입한 트랜지스터만이 도통한다. 다른 한편으로 기생 용량이 있는 기준값 이상이면, 그 기생 용량을 통해 다른 한쪽의 게이트에도 전하가 주입되고, 이에 의해 그 다른 한쪽의 트랜지스터가 도통한다.

[0064] 트랜지스터가 도통한 것은, 그 트랜지스터에 대하여 관찰 전자선을 조사했을 때의 검출 신호 레벨에 의해 검출할 수 있다. 즉, 도통 상태로 되어 있는 트랜지스터로부터의 검출 신호와, 비도통 상태로 되어 있는 트랜지스

터로부터의 검출 신호는, 신호 레벨이 상이하다. 연산부(148)는, 상기 수순에 있어서 각 트랜지스터에 있어서의 검출 신호 레벨에 기초하여, 도 6 점선과 같은 기생 용량이 기준값 이상인지 여부를 계측할 수 있다.

[0065] 도 7은 기생 용량을 산출하기 위해 전자선과 광을 조사하는 시퀀스 예를 나타낸다. 기생 용량은 주입한 전하의 완화 과정의 시상수를 관찰함으로써 계측한다. 예를 들어, 조사하는 전자선의 조사 간격을 바꾸어, 그때 방출되는 전자를 검출기(114)로 취득한다. 게이트의 기생 용량이 작은 경우에는 시상수가 작아지므로, 축적된 전하량이 방전될 때까지의 시간이 짧아진다. 기생 용량이 큰 경우에는 시상수가 길어지므로, 전자선의 조사 간격마다 게이트의 관찰 화상의 명도를 취득함으로써, 게이트 간의 기생 용량의 산출이 가능하게 된다. 도 3과 마찬가지의 스텝에 대해서는 동일한 스텝 번호를 부여하고, 이하에서는 도 3과는 다른 점을 주로 설명한다.

[0066] 본 흐름도에 있어서는, 관찰 전자 조사(S106)에서 조사되는 전자선의 조사 간격(후술 GUI의 인터벌 스텝)이나 전류량(조사 전류량 혹은 펄스 전자 폭)을 가변시키면서 검출 신호를 취득함으로써, 기생 용량을 산출한다.

[0067] 스텝 S104-1에 있어서 트랜지스터 전체의 전위 상태를 균일화시켜, 스텝 S105에 있어서 한쪽의 게이트부에 전하를 주입한다. 접합 등의 스위치로 형성된 드레인부로 관찰 위치를 이동시켜, 스텝 S104-2에 있어서 접합 구조로 형성된 드레인 부분만을 리셋한다. S102에서 설정한 조건에 따라, 관찰 전자 조사(S106)에 의해 조사되는 전자선의 조사 간격(후술 GUI의 인터벌 스텝)이나 전류량(조사 전류량 혹은 펄스 전자 폭)을 가변시키면서 검출 신호를 취득함으로써, 기생 용량을 산출한다. 그때, 조사 간격 등의 조건이 바뀔 때마다 스텝 S104-2에서 설정한 광이 시료(122)에 조사된다.

[0068] <실시 형태 2: 요약>

[0069] 본 실시 형태 2에 관한 하전 입자선 장치(1)는, 시료(122) 상에 형성된 트랜지스터의 게이트부의 대전 상태를 초기화하는 파장 1과, 드레인부 및 소스부의 대전 상태만을 초기화하는 파장 2에 의해, 트랜지스터에의 배선 간의 기생 용량을 계측한다. 이에 의해, 트랜지스터에 대하여 전기적 프로브 등의 계측 기기를 접속하지 않고, 광 조사와 하전 입자선 조사를 사용하여, 배선 간의 기생 용량을 계측하여, 배선 간의 거리나 절연막의 막질 등을 간접적으로 평가할 수 있다.

[0070] <실시 형태 3>

[0071] 도 8은 연산부(148)가 표시부(155)를 통해 제시하는 유저 인터페이스의 예이다. 유저 인터페이스(GUI)는 예를 들어 이하를 제시할 수 있다: (a) 전자선(관찰용과 전하 주입용 모두)의 조사 조건을 입력하는 하전 입자선 조사 조건 입력부; (b) 광의 조사 조건을 입력하는 광 조사 조건 입력부; (c) 시료(122)의 관찰 화상; (d) 시료(122)(트랜지스터)를 검사한 결과; (e)도 5의 면내 분포(도 5 상단의 분포 화상과 하단의 그래프 중 적어도 어느 것).

[0072] 유저는 GUI 상에 있어서, 계측 결과를 보는 것 외에, 각 조사 조건을 지정 입력할 수 있다. 제어 전령부(147)는, 그 지정 입력에 따라, 각 부를 제어함으로써, 도 3 내지 도 4(또는 도 6)에서 설명한 계측 시퀀스를 실시한다.

[0073] <본 발명의 변형예에 대하여>

[0074] 이상의 실시 형태에 있어서, 도 5에 나타내는 면내 분포는, 반드시 시료(122)의 관찰 화상을 생성하지는 않고도, 검출 신호 레벨을 사용하여 생성할 수 있다는 것을 설명하였다. 시료(122)를 계측하기 위해 사용하는 정보로서, 검출 신호 레벨만을 사용할지, 혹은 관찰 화상을 생성할지는, 전환할 수 있도록 해도 된다. 예를 들어 관찰 화상을 생성할지 여부를 유저가 GUI 상에서 지정할 수 있도록 해도 된다.

[0075] 이상의 실시 형태에 있어서, 도 4에서 설명한 파장 1과 파장 2 각각의 광 조사 조건은, 시료(122) 중 지정하는 부위가 흡수하는지 여부에 기초하여 전환하면 되므로, 반드시 파장 전환에 의하지는 않아도 된다. 예를 들어 광출력에 의해 그 광을 조사 부위가 흡수하는지 여부가 다른 것이면, 파장 전환 대신에 출력 전환이어도 된다. 나아가 이들을 조합해도 된다.

[0076] 이상의 실시 형태에 있어서, 제어 전령부(147)와 연산부(148)는 개별의 기능부로서 설명했지만, 이들을 일체의 제어부로서 구성해도 된다. 제어계(14), 조작계(15)(및 이들이 구비하는 각 기능부)는 이들 기능을 실장한 회로 디바이스 등의 하드웨어에 의해 구성할 수도 있고, 이들 기능을 실장한 소프트웨어를 CPU(Central Processing Unit) 등의 연산 장치가 실행함으로써 구성할 수도 있다.

[0077] 이상의 실시 형태에 있어서, 전자선을 조사함으로써 시료에 대하여 전하를 주입하거나 또는 시료의 관찰 화상을

얻는 것을 설명했지만, 그 외의 하전 입자선을 조사함으로써 마찬가지의 기능을 실현하는 경우에 있어서도, 본 발명을 적용 가능하다.

부호의 설명

[0078] 1: 하전 입자선 장치

11: 전자 광학계

114: 검출기

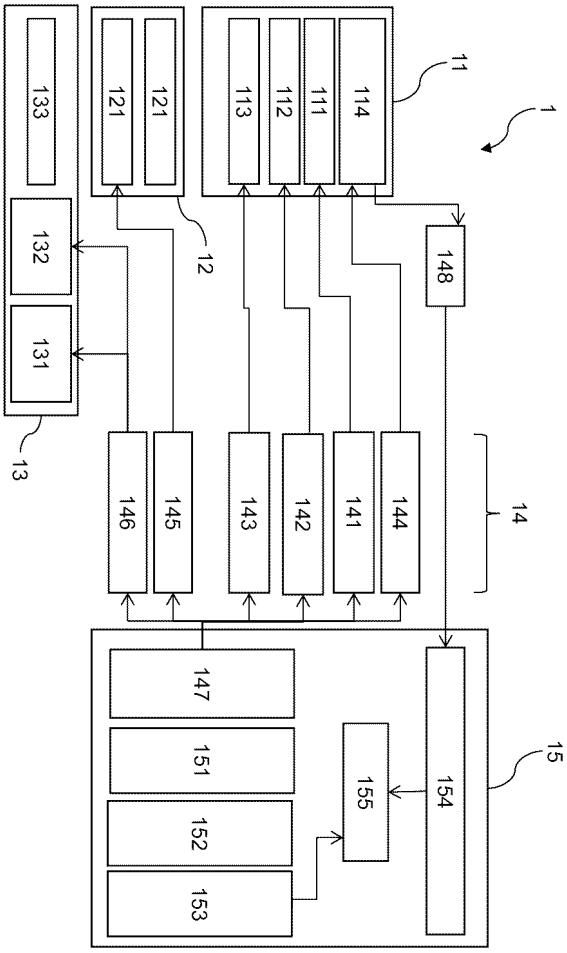
13: 광 조사계

147: 제어 전령부

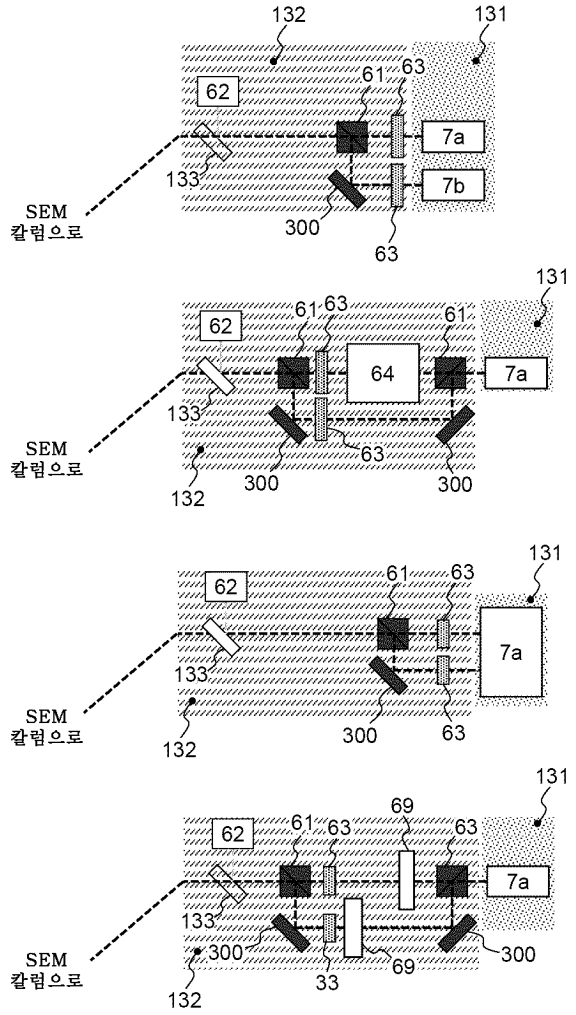
148: 연산부

도면

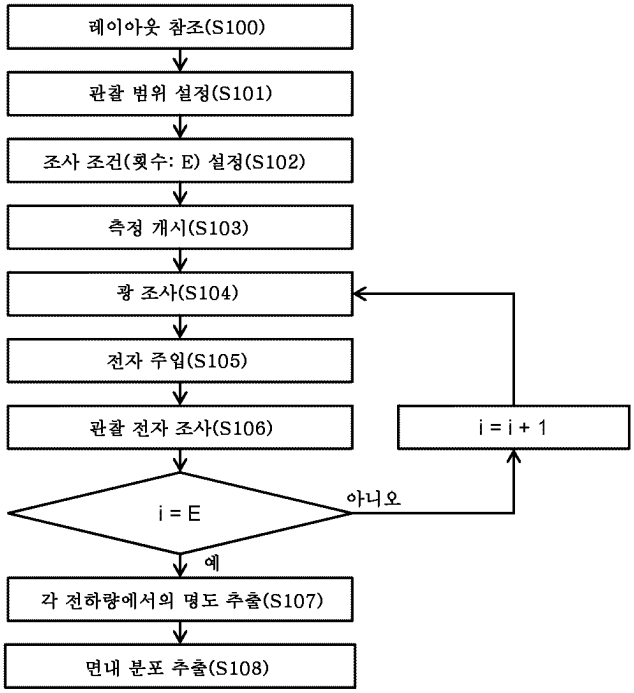
도면1



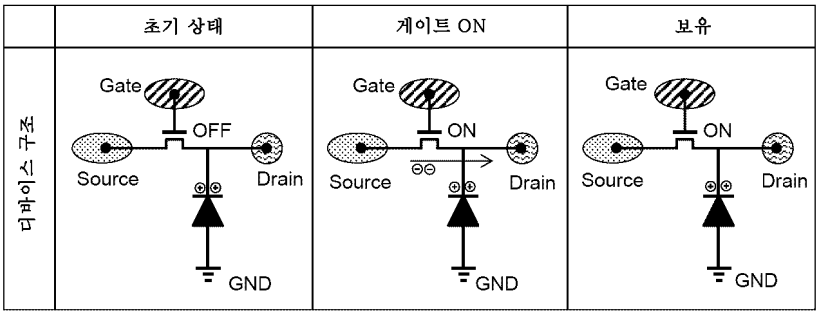
도면2

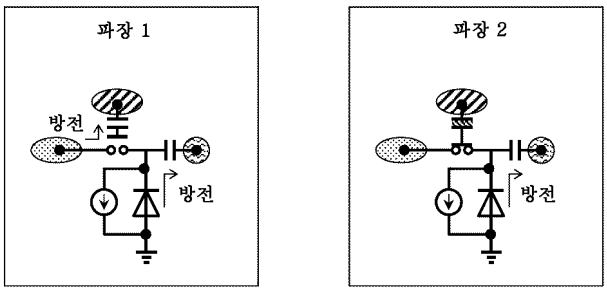

132
131
62
61
63
7a
7b
133
SEM
칼럼으로
300
63
131
62
61
63
61
64
7a
133
SEM
칼럼으로
63
132
300
300
131
62
61
63
7a
133
SEM
칼럼으로
132
300
63
131
69
62
61
63
63
7a
133
300
300
SEM
칼럼으로
69
132
33

도면3

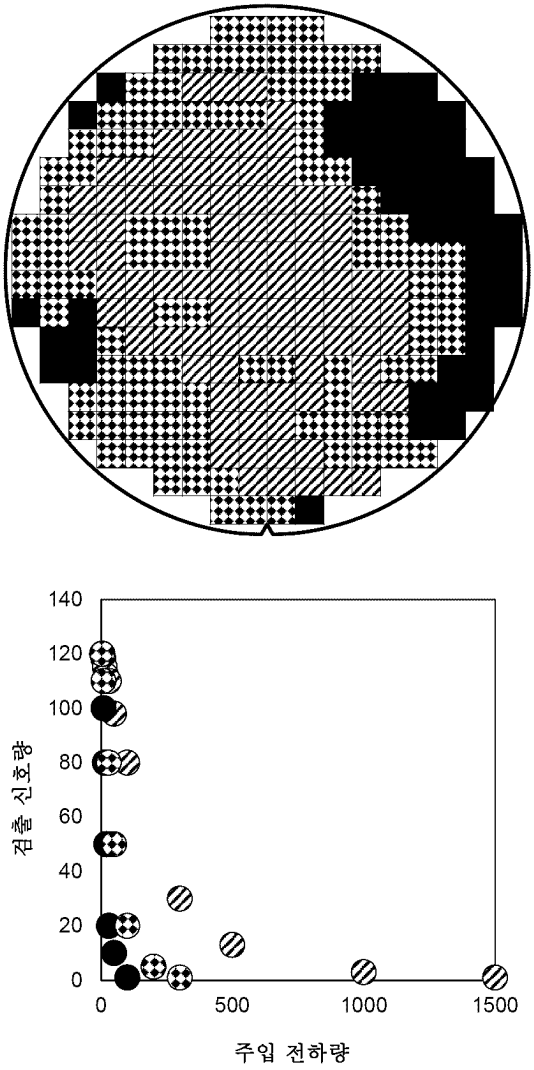

레이아웃 참조(S100)
관찰 범위 설정(S101)
조사 조건(횟수: E) 설정(S102)
측정 개시(S103)
광 조사(S104)
전자 주입(S105)
관찰 전자 조사(S106)
i = i + 1
i = E
아니오
예
각 전하량에서의 명도 추출(S107)
면내 분포 추출(S108)

도면4

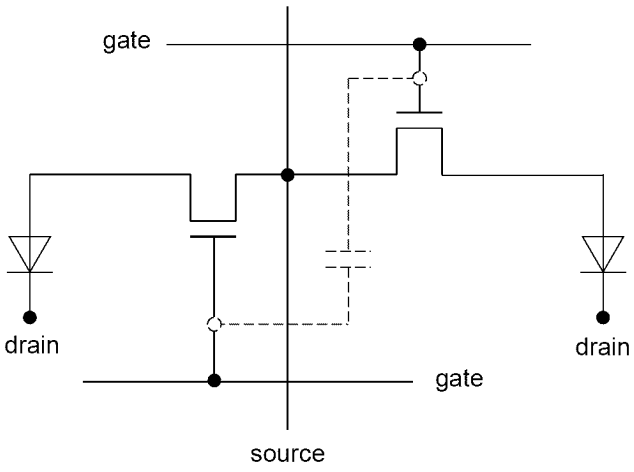

초기 상태
게이트 ON
보유
디바이스 구조
Gate
OFF
ON
Source
Drain
GND


파장 1
파장 2
방전
방전
방전

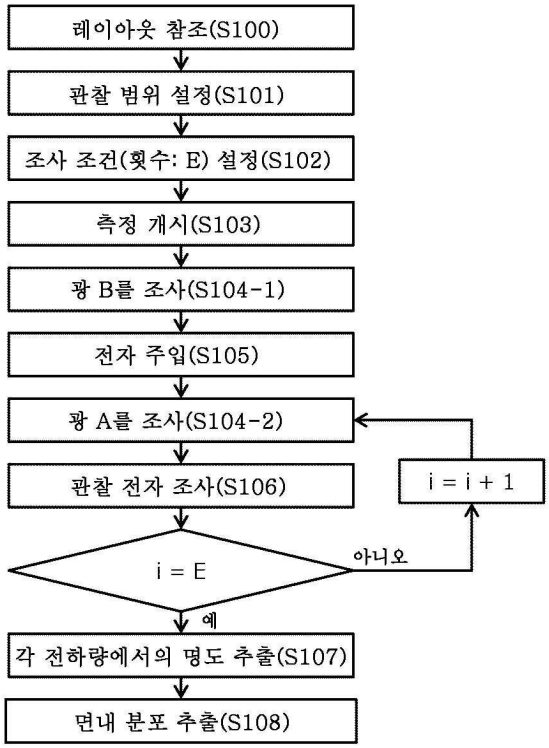
도면5


140
120
100
80
60
40
20
0
검출 신호량
0
500
1000
1500
주입 전하량

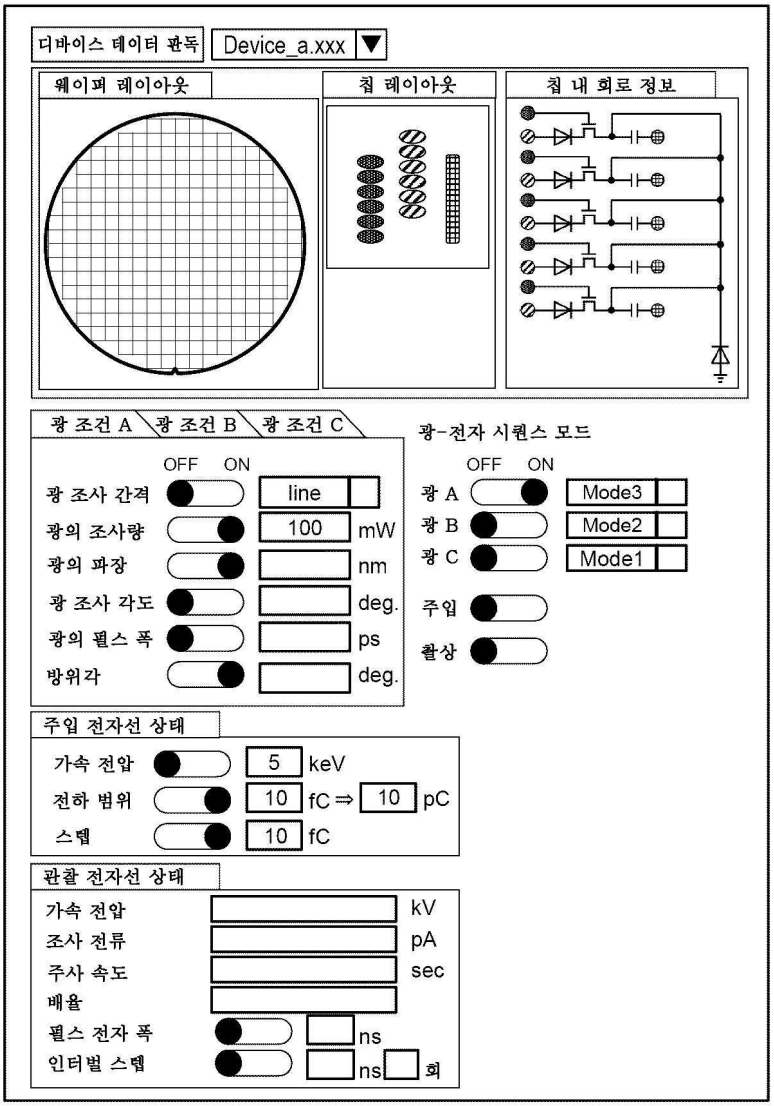
도면6


gate
drain
drain
gate
source

도면7


레이아웃 참조(S100)
관찰 범위 설정(S101)
조사 조건(횟수: E) 설정(S102)
측정 개시(S103)
광 B를 조사(S104-1)
전자 주입(S105)
광 A를 조사(S104-2)
관찰 전자 조사(S106)
i = E
아니오
i = i + 1
예
각 전하량에서의 명도 추출(S107)
면내 분포 추출(S108)

도면8


디바이스 데이터 판독
Device_a.xxx
웨이퍼 레이아웃
칩 레이아웃
칩 내 회로 정보
광 조건 A
광 조건 B
광 조건 C
OFF ON
광 조사 간격
line
광의 조사량
100
mW
광의 파장
nm
광 조사 각도
deg.
광의 펄스 폭
ps
방위각
deg.
광-전자 시퀀스 모드
OFF ON
광 A
광 B
광 C
Mode3
Mode2
Mode1
주입
촬상
주입 전자선 상태
가속 전압
5
keV
전하 범위
10
fC ⇒
10
pC
스텝
10
fC
관찰 전자선 상태
가속 전압
kV
조사 전류
pA
주사 속도
sec
배율
펄스 전자 폭
ns
인터벌 스텝
ns
회