



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년09월05일
 (11) 등록번호 10-1895255
 (24) 등록일자 2018년08월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G01N 21/956 (2006.01) G01N 21/01 (2006.01)
 G01N 21/39 (2006.01) G01N 21/47 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2014-7036133
 (22) 출원일자(국제) 2013년07월29일
 심사청구일자 2014년12월23일
 (85) 번역문제출일자 2014년12월23일
 (65) 공개번호 10-2015-0013892
 (43) 공개일자 2015년02월05일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2013/070414
 (87) 국제공개번호 WO 2014/050292
 국제공개일자 2014년04월03일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2012-215484 2012년09월28일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2012068261 A*
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자
 가부시키가이샤 히다치 하이테크놀로지스
 일본국 도쿄도 미나토구 니시신바시 1췌메 24-14
 (72) 발명자
 우라노 유타
 일본국 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 1-6-6 가부시
 끼가이샤 히다치 세이사꾸쇼 내
 혼다 도시후미
 일본국 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 1-6-6 가부시
 끼가이샤 히다치 세이사꾸쇼 내
 시바타 유키히로
 일본국 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 1-6-6 가부시
 끼가이샤 히다치 세이사꾸쇼 내
 (74) 대리인
 문두현

전체 청구항 수 : 총 10 항

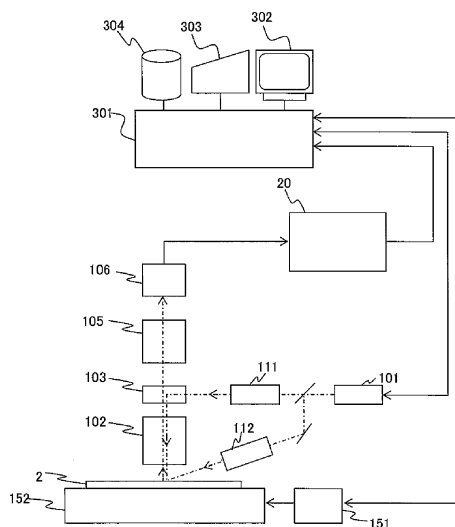
심사관 : 한별

(54) 발명의 명칭 **결합 검사 장치 및 결합 검사 방법**

(57) 요약

제1 집광부에 의해 선 형상으로 집광된 조명광을 통과시키는 대물 동 광학부와, 상기 대물 동 광학부를 통과한 조명광을 통과시키는 대물 렌즈를 구비하는 조사부와, 상기 대물 렌즈의 동면에 배치된 상기 대물 동 광학부의 당해 조명광의 통과 위치를 제어하는 조사 위치 제어부와, 상기 조사부에 의해 조사되며 당해 시료로부터 발생하는 광을 집광하는 제2 집광부와, 상기 제2 집광부에 의해 집광되는 광 중 당해 시료에 의한 정반사광 및 당해 동면 위의 근방에 발생하는 광 성분을 차광하는 정반사광 차광부와, 상기 제2 집광부에 의해 집광하고, 상기 정반사광 차광부에 의해 차광되지 않은 광을 검출기에 결상하는 결상부를 구비하는 검출부와, 상기 결상부에 의해 결상되는 상(像)의 신호에 의거하여 당해 시료면 위의 결함을 검출하는 결함 판정부를 갖는 결합 검사 장치이다.

대표도 - 도1



(56) 선행기술조사문헌

JP2005083800 A

JP2006105780 A

JP2007071804 A

JP2010085135 A

JP2010190885 A

JP2011257222 A

KR1020110000577 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

레이저광을 출사하는 광원과, 상기 광원에 의해 발해진 당해 레이저광을 선 형상으로 집광(集光)하는 제1 집광부와, 상기 제1 집광부에 의해 당해 선 형상으로 집광된 조명광을 통과시키는 대물 동(瞳) 광학부와, 상기 대물 동 광학부를 통과한 조명광을 통과시키는 대물 렌즈를 구비하는 조사부와,

상기 대물 렌즈의 동면(瞳面)에 배치된 상기 대물 동 광학부의 당해 조명광의 통과 위치를 제어하는 조사 위치 제어부와,

상기 조사부에 의해 조사되어 시료로부터 발생하는 광을 집광하는 제2 집광부와, 상기 제2 집광부에 의해 집광되는 광 중 당해 시료에 의한 정(正)반사광 및 당해 동면 위의 근방에 발생하는 광 성분을 차광하는 정반사광 차광부와, 상기 제2 집광부에 의해 집광하고, 상기 정반사광 차광부에 의해 차광되지 않은 광을 검출기에 결상하는 결상부를 구비하는 검출부와,

상기 결상부에 의해 결상되는 상(像)의 신호에 의거하여 당해 시료면 위의 결함을 검출하는 결함 판정부를 갖고,

상기 대물 동 광학부는, 상기 조사부의 대물 렌즈의 동면에 배치된 공간 필터와, 상기 공간 필터로부터 소정 거리 떨어진 위치에 배치된 조명 미러를 구비하고,

상기 조명 미러는 상기 대물 렌즈의 광축 중심으로부터 소정 거리만큼 이격되어 설치되는 결함 검사 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 대물 동 광학부는, 상기 제1 집광부로부터의 조명광을 집광하는 미러를 구비하는 것을 특징으로 하는 결함 검사 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 조사 위치 제어부는, 상기 대물 동 광학부의 미러 및 상기 제1 집광부를 소정의 방향으로 이동시킴으로써 상기 대물 동 광학부의 당해 조명광의 통과 위치를 제어하는 것을 특징으로 하는 결함 검사 장치.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 공간 필터와 상기 조명 미러는, 각도 회전 기구를 구비하는 것을 특징으로 하는 결함 검사 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 대물 동 광학부는, 당해 시료로부터의 정반사광을 차광하는 위치에 배치된 정반사광 필터를 구비하고,

상기 정반사광 필터는 차광 위치의 조정을 가능하게 하는 위치 조정 기구를 구비하는 것을 특징으로 하는 결함 검사 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 정반사광 필터를 복수 중첩함으로써 차광 폭을 제어하는 것을 특징으로 하는 결함 검사 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제1 집광부는, TTL(Through The Lens)인 것을 특징으로 하는 결함 검사 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 조사부의 대물 렌즈와 상기 검출부의 상기 제2 집광부는 동일한 것을 특징으로 하는 결함 검사 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 검출부는 복수 개인 것을 특징으로 하는 결함 검사 장치.

청구항 11

광원으로부터 레이저광을 발하는 출사 공정과,

상기 출사 공정에 의해 발해진 당해 레이저광을 선 형상으로 집광하는 제1 집광 공정과,

상기 제1 집광 공정에 의해 당해 선 형상으로 집광된 조명광을 대물 렌즈의 동면을 통과하여 시료 위에 도달시키는 조사 공정과,

상기 조사 공정에 의한 상기 시료의 조사 위치를 제어하여 상기 동면 위의 상기 조명광의 통과 위치를 제어하는 조사 위치 제어 공정과,

상기 조사 공정에 의해 조사되어 상기 시료로부터 발생하는 광을 집광하는 제2 집광 공정과,

상기 제2 집광 공정에 의해 집광되는 광 중 상기 시료에 의한 정반사광 및 상기 동면 위의 근방에 발생하는 광 성분을 차광하는 정반사광 차광 공정과,

상기 제2 집광 공정에 의해 집광하고, 상기 정반사광 차광 공정에 의해 차광되지 않은 광을 검출기에 결상하는 결상 공정과,

상기 결상 공정에 의해 결상되는 상의 신호에 의거하여 상기 시료면 위의 결함을 검출하는 결함 판정 공정을 갖고,

상기 조사 공정에서는, 상기 대물 렌즈의 동면에 배치된 공간 필터로부터 소정 거리 떨어진 위치에 배치되고, 상기 대물 렌즈의 광축 중심으로부터 소정 거리만큼 이격되어 설치되는, 조명 미러에 의해 상기 조명광을 반사하는 결함 검사 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 반도체 제조 공정, 액정 표시 소자 제조 공정, 프린트 기관 제조 공정 등, 기관 위에 패턴을 형성하여 대상물을 제작해 가는 제조 공정에서 발생하는 결함을 검출하고, 분석하여 대책을 실시하는 제조 공정에 있어서, 결함의 발생 상황을 검사하는 결함 검사 장치 및 결함 검사 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 본 기술분야의 배경기술로서, 일본국 특허 4838122호 공보(특허문헌 1)가 있다. 이 공보에는, 「샘플의 표면 위의 조명되는 영역에 대하여 수직 방향 또는 대략 수직 방향의 제2 입사 각도로 방사 광선을 제2 초점이 맞은 광선으로 초점을 맞추는 제2 광학 기기이며, 상기 제2 입사 각도가 상기 제1 입사 각도와는 다른 제2 광학 기기와, 샘플의 표면 위의 조명되는 영역에 대하여 상기 제2 광학 기기에 의해 초점을 맞춘 광선 내의 방사선을 반

사하는 가늘고 긴 형상의 반사면과, 제1 검출기 어레이와, 상기 제1 및/또는 제2 초점이 맞은 광선으로부터 발생하고, 샘플 표면 위의 제1 라인 및/또는 조명되는 영역으로부터 산란 또는 반사되는 방사선을 집광함과 함께 상기 라인 및/또는 상기 조명되는 영역의 일부분으로부터 집광되는 방사선을 상기 제1 어레이에 있어서의 대응하는 검출기로 초점을 맞추는 집광 광학 기기이며, 상기 제2 광학 기기에 의해 초점을 맞출 수 있음과 함께 샘플의 표면 상의 조명되는 영역에 의해 경면 반사된 광선 내의 방사선이 상기 제1 검출기 어레이에 도달하는 것을 상기 가늘고 긴 형상의 반사면에 의해 저지하는 집광 광학 기기를 구비하는 광학 장치」(특허청구범위의 청구항 1)가 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본국 특허 제4838122호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] 광학식 암시야(暗視野)형 결함 검사에 있어서, 결함의 종류, 결함 형상의 방향성, 혹은 배경 패턴의 방향성에 따라서는, 검사 대상 표면의 법선 방향으로부터 입사하는 수직 조명이 유효하지 않는 경우가 있었다.
- [0005] 구체적인 예로서, 조명광의 광속(光束)의 일부가 배경 패턴에 가로막혀서 결함에 충분한 조명광이 닿지 않기 때문에, 충분한 결함 산란광이 얻어지지 않고 고감도로 검출할 수 없는 과제가 있었다.
- [0006] 또한, 밝게 검출되는 배경 패턴의 단부에 있어서, 배경 패턴의 명도가 배경 패턴의 주위로 번지는 현상이 보이기 때문에, 밝게 검출되는 배경 패턴의 근방에 있는 결함을 고감도로 검출할 수 없는 과제가 있었다.
- [0007] 또한, 검사 대상 표면의 법선 방향으로부터 검출하는 수직 검출계의 대물 렌즈를 통하여 조명광을 검사 대상에 수직으로 입사하는 TTL(Through The Lens) 조명을 사용하여 암시야 검출을 행하는 경우에, 대물 렌즈의 동 위치에 배치한 미러가 조명광을 검사 대상 방향으로 도입함과 함께, 당해 미러가 검사 대상 표면으로부터 되돌아가는 정(正)반사광을 차광하는 역할을 한다. 이 경우, 정반사광을 차광하는 차광부의 폭을 임의로 조정하는 것이 곤란하기 때문에, 검사 대상에 최적의 검출 개구 조건을 설정할 수 없는 과제가 있었다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상기 과제를 해결하기 위해서, 예를 들면 특허청구범위에 기재된 구성을 채용한다.
- [0009] 본원은 상기 과제를 해결하는 수단을 복수 포함하고 있지만, 그 일례를 들면, 레이저광을 출사하는 광원과, 상기 광원에 의해 발해진 당해 레이저광을 선 형상으로 집광하는 제1 집광부와, 상기 제1 집광부에 의해 당해 선 형상으로 집광된 조명광을 통과시키는 대물 동 광학부와, 상기 대물 동 광학부를 통과한 조명광을 통과시키는 대물 렌즈를 구비하는 조사부와, 상기 대물 렌즈의 동면(瞳面)에 배치된 상기 대물 동 광학부의 당해 조명광의 통과 위치를 제어하는 조사 위치 제어부와, 상기 조사부에 의해 조사되어 당해 시료로부터 발생하는 광을 집광하는 제2 집광부와, 상기 제2 집광부에 의해 집광되는 광 중 당해 시료에 의한 정반사광 및 당해 동면 위의 근방에 발생하는 광 성분을 차광하는 정반사광 차광부와, 상기 제2 집광부에 의해 집광하고, 상기 정반사광 차광부에서 차광되지 않은 광을 검출기에 결상하는 결상부를 구비하는 검출부와, 상기 결상부에 의해 결상되는 상(像)의 신호에 의거하여 당해 시료면 위의 결함을 검출하는 결함 판정부를 갖는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0010] 본 발명에 따르면, 다양한 특징을 가지는 결함을 고감도로 검사할 수 있다. 상기한 이외의 과제, 구성 및 효과는, 이하의 실시형태의 설명에 의해 명확해진다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1은 본 발명에 따른 결함 검사 장치의 구성의 예.

도 2는 사방(斜方) 조명부, TTL 조명부와 복수의 검출부 각각의 대물 렌즈의 위치 관계의 예.

도 3은 사방 조명의 입사 방향과 복수의 검출부의 검출 방향과의 관계의 예.

도 4는 수직 검출부의 구성의 예.

도 5는 고감도 결함 검출을 행하기 위한 검사 대상물의 법선 방향에 대하여 경사진 방향으로부터 입사하는 조명 방법의 예.

도 6은 고감도 결함 검출을 행하기 위한 검사 대상물의 법선 방향에 대하여 경사진 방향으로부터 입사하는 조명 방법의 다른 예.

도 7은 검사 레시피 설정의 플로우 차트의 예.

도 8은 정반사광 필터 및 공간 필터를 설정하기 위해서 사용되는 GUI의 예.

도 9는 TTL 조명의 구성의 변형예.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 본 실시예에서는, 반도체 제조 공정, 액정 표시 소자 제조 공정, 프린트 기관 제조 공정 등, 기관 위에 패턴을 형성하여 대물렌즈를 제작해 가는 제조 공정에서 발생하는 결함을 검출하고, 분석하여 대책을 실시하는 제조 공정에 있어서, 결함의 발생 상황을 검사하는 결함 검사 장치의 예를 설명한다.

[0013] 도 1은 본 실시예의 결함 검사 장치의 구성의 예이다. 도 1에 나타난 장치는, 광원부(101), TTL 조명부(111), 사방 조명부(112), 대물 렌즈(102), 대물 동(瞳) 광학부(103), 결상 렌즈(105), 검출기(106), 처리부(20), 전체 제어부(301), 표시부(302), 연산부(303), 기억부(304), 스테이지 구동부(151), X-Y-Z- Θ 스테이지(152)(이하, 스테이지(152))로 구성되어 있다.

[0014] 도 1에 나타난 본 발명에 따른 결함 검사 장치의 동작의 개략을 설명한다. 광원부(101), TTL 조명부(111), 대물 동 광학부(103), 대물 렌즈(102)에 의해, 검사 대상 기관(2)에 대하여 조명광이 조사된다. 동시 혹은 개별적으로, 광원부(101), 사방 조명부(112)에 의하여, 검사 대상 기관(2)에 대하여 조명광이 조사된다. 검사 대상 기관(2)으로부터 발한 반사광, 회절광, 산란광은 대물 렌즈(102)로 집광된 후, 대물 동 광학부(103), 결상 렌즈(105)를 통과하고, 검출기(106)에서 전기 신호로 변환된다. 얻어진 전기 신호에 의거하여, 처리부(20)에 있어서 결함이 판정된다. 판정된 결과는 전체 제어부(301)를 통과하고, 기억부(304)에 기억되며, 표시부(302)에 표시된다. 검사 대상 기관(2)은, 스테이지 구동부(151)에 의해 구동되는 스테이지(152)에 의해 주사되어, 전체면이 검사된다.

[0015] 광원부(101)는, 레이저 광원, 어테뉴에이터, ND 필터, 파장판, 빔 익스팬더(도시 생략)를 구비한다. 광원부(101)에 있어서, 광량, 편광 상태, 빔 직경, 형상이 조정, 제어된 조명광이 발생되며, TTL 조명부(111), 및 사방 조명부(112)에 유도된다. 레이저 광원은, 단파장, 고출력, 고휘도, 고안정인 것이 적합하며, YAG 레이저의 제3, 제4, 혹은 제5 고조파를 사용한 것 등이 사용된다.

[0016] 도 1에는 대물 렌즈(102), 대물 동 광학부(103), 결상 렌즈(105), 검출기(106)에 의해 구성되는 검출부를 하나만 도시했지만, 검출부는 서로의 대물 렌즈가 기계적으로 간섭하지 않는 위치에 복수 설치되어도 된다. 처리부(20)에서는 복수의 검출부에서 검출된 신호를 처리하여 결함이 판정된다.

[0017] 도 2는 사방 조명부(112)와, 복수의 검출부 각각의 대물 렌즈(102a, 102b, 102c)의 위치 관계의 예를 나타내는 도면이다. 검사 대상 기관(2)을 포함하는 면을 XY면으로 하고, 검사 대상 기관(2)의 법선 방향을 Z방향으로 한다. 스테이지의 주주사 방향을 X방향으로 하고, 부주사 방향을 Y방향으로 한다. 3개의 검출부에 각각에 대응하는 대물 렌즈(102a, 102b, 102c)는, 광축을 XZ면 내에 가진다. 대물 렌즈(102a)는 Z방향에 배치되어, Z방향에 출사하는 광을 검출한다(수직 검출부). 대물 렌즈(102b, 102c)는, 대물 렌즈(102a)의 양측에 배치되어, Z방향으로부터 경사진 방향에 출사하는 광을 검출한다(사방 검출부).

[0018] 조명광은 미러의 출입에 의해, TTL 조명부(111) 혹은 사방 조명부(112)에 유도된다. 미러 대신에 빔 스플리터에 의한 광로 분기를 사용하여 TTL 조명부(111)와 사방 조명부(112) 쌍방에 조명광을 유도하는 것도 가능하다. TTL 조명부(111)를 통과한 조명광은, 대물 렌즈(102a)의 동 위치에 배치된 대물 동 광학부(103)에 도입되며, 대물 렌즈(102a)를 통하여 검사 대상 기관(2)에 유도된다. 사방 조명부(112)를 통과한 조명광은, 대물 렌즈(102a)의 외측을 통하여, YZ면 내를 통과하여 검사 대상 기관(2)에 도입된다. 조명광은, 이상의 광학계에

의해, 검사 대상 기관(2)의 표면 위에서, Y방향으로 길고 X방향으로 짧은 선 형상의 빔 형상으로 집광된다. 복수의 검출부의 시야는 조명광의 집광 위치에 맞춰진다.

- [0019] 도 3에 사방 조명의 입사 방향과 복수의 검출부의 검출 방향과의 관계를 나타낸다. 사방 조명의 입사각을 θ_i , 검사 대상 기관의 법선으로부터 경사진 방향으로부터 검출하는 사방 검출부의 검출각을 θ_d 로 한다. 2개의 사방 검출부는 YZ 평면을 기준으로 하여 서로 대칭인 방향($\pm\theta_d$)에 배치된다.
- [0020] 도 4에 수직 검출부의 구성을 나타낸다. 도 4의 좌측 도면은 수직 검출부의 XZ면의 단면도이며, 도 4의 우측 도면은 수직 검출부의 YZ면의 단면도이다.
- [0021] TTL 조명부(111)는 미러(115), 실린드릭얼 렌즈(116)를 구비한다. 대물 동 광학부(103)는, TTL 조명 미러(121), 공간 필터(122), 편광자(偏光子)(도시 생략)를 구비한다. TTL 조명 미러(121)는, X방향으로 긴 형상의 미러이다. 조명광은, TTL 조명부(111)와 TTL 조명 미러(121)에 의해, 대물 렌즈(102a)의 동면 위에 있어서 X방향으로 긴 형상이 되도록 집광된다. 동면을 통과한 조명광은, 대물 렌즈(102a)에 의해 검사 대상 기관(2) 위에, Y방향이 긴 형상이 되도록 집광된다. 검사 대상 기관(2)에서 정반사된 광은, 대물 렌즈(102a)를 통과하고, 공간 필터(122)에 구비되는 정반사광 필터(123)에 의해 차광된다. 검사 대상 기관(2)에서 산란 혹은 회절하여 대물 렌즈(102a)를 향하는 광은, 공간 필터(122)에서 일부가 차광된 후, 결상 렌즈(105)에서 검출기(106)에 결상되고, 화상 신호로서 검출된다.
- [0022] 수직 검출부는 빔 스플리터(161), 렌즈계(162), 동 검출기(163)를 구비한 동 검출계를 구비한다. 동 검출기(163)의 신호는 전체 제어부(301)에 입력된다. 빔 스플리터(161)는 광로에 빼고 넣음이 가능하다. 렌즈계(162)는 동면을 동 검출기(163)에 결상하도록 구성된다. 동 검출계에 의해, 검사 대상 기관 표면의 상(像)과 동시에 동면의 상이 얻어진다.
- [0023] TTL 조명 미러(121)는 위치 조정 기구를 구비하고, Y방향으로 이동 가능하다. TTL 조명 미러(121)의 Y방향의 위치를 바꿈으로써, 대물 렌즈(102a)의 개구각의 범위 내에서 TTL 조명의 검사 대상 기관에 대한 입사각을 바꿀 수 있다. TTL 조명 미러(121)의 Y방향의 위치를 바꿀 때에는, 검사 대상물 위의 조명광의 집광 위치가 바뀌지 않도록, 실린드릭얼 렌즈(116)의 위치도 맞춰서 조정한다. 이것은, Y방향으로 같은 거리만 이동시킴으로써 가능하다.
- [0024] 도 4에 나타난 구성에서는, 공간 필터(122)를 동면에 설치하고, TTL 조명 미러(121)를 동면으로부터 오프셋한 위치에 설치하고 있다. 이에 따라, TTL 조명 미러(121)의 반사면에 조명광이 선 형상으로 집광하는 것이 없어지기 때문에, 동면에 설치했을 경우와 비교하여 반사면에 있어서의 조명 파워 밀도가 낮아지고, TTL 조명 미러(121)의 열화가 억제되며, 장기간에 걸쳐 검사 성능을 안정화할 수 있다.
- [0025] TTL 조명 미러(121) 및 실린드릭얼 렌즈(116)는 Y축 둘레의 미소 각도 회전 기구를 구비하고 있으며, 검사 대상 기관 위에서 선 형상으로 집광되는 빔의 X방향의 위치를 미세 조정할 수 있다. 이 조정 기구에 의해, 검사 대상 기관 위에서, 복수의 검출부의 시야 위치, 사방 조명의 집광 위치, 및 TTL 조명의 집광 위치를 서로 맞추는 것이 용이해진다.
- [0026] 정반사광 필터(123)는 X방향으로 긴 띠 형상의 영역을 차광한다. 동면 위에서, 검사 대상 기관으로부터의 정반사광을 차광하는 위치에 설치된다. 공간 필터(122)는 X방향으로 긴 복수의 띠 형상의 영역을 차광한다. 동면 위에서, 검사 대상 기관으로부터의 회절광을 차광하는 위치에 설치된다. 이들 필터는, 조명광의 파장의 광을 차광하는 금속 재료 등의 판, 로드로 구성되며, 차광 위치의 조정을 가능하게 하는 위치 조정 기구를 구비한다. 정반사 차광 필터(123)는, Y방향의 차광 폭을 제어 가능하다. 차광 폭의 제어는 복수의 차광 필터를 중첩하거나, 혹은 차광 폭이 서로 다른 차광 필터를 복수 구비하여 교환하는 등의 수단에 의해 이루어진다.
- [0027] 또, 차광 필터로서, 차광 영역의 형상을 전기 신호에 의해 제어 가능한 액정 필터, 자기 광학 소자, 마이크로 미러 어레이(MEMS) 등의 공간 광변조 소자를 사용해도 된다.
- [0028] 정반사광 필터(123), 및 공간 필터(122)는, TTL 조명의 입사각을 바꾸는 경우, 그에 연동하여 위치가 조정된다. 구체적으로는, TTL 조명이 동면 위를 통과하는 위치에 대하여, 대물 렌즈(102a)의 광축을 기준으로 하여 대칭인 위치에 정반사광 필터(123)가 설치된다. 즉, 조명광의 통과 위치와 역방향으로 같은 거리만큼 이동한다. 공간 필터(122)의 위치는, 정반사광 필터(123)에 추종하여 이동한다.
- [0029] 결함의 형상에 의해, 정반사광 필터(123)의 차광 폭을 바꾸는 것이 고감도 검사에 유효하다. 예를 들면 공간 주파수가 낮은 결함은, 동면에 있어서 정반사광의 근방에 산란광이 치우치기 때문에, 차광 폭을 좁게 함으로써

결함 신호의 SN비를 높게 할 수 있다. 또한, 검사에 있어서의 노이즈 요인이 되는 배경 패턴의 러프니스, 혹은 기관 표면의 러프니스에 의해, 정반사광 필터(123)의 차광 폭을 바꾸는 것도, 고감도 검사에 유효하다. 예를 들면, 러프니스의 거칠기(Ra 혹은 RMS)가 러프니스의 공간 주파수가 낮은 경우(예를 들면 반도체 전(前)공정의 FEOL(Front End of Line), 트랜지스터 공정)는, 동면에 있어서 러프니스의 산란광이 정반사광의 근방에 모이기 때문에, 좁은 차광 폭에서 노이즈를 충분히 컷하는 것이 가능하다. 한편, 러프니스의 거칠기가 큰 경우(예를 들면 반도체 전공정의 BEOL(Back End of Line), 배선 공정), 혹은 러프니스의 공간 주파수가 높은 경우에는, 동면에 있어서 러프니스의 산란광이 정반사광의 둘레의 상대적으로 넓은 범위로 넓어지기 때문에, 차광 폭을 넓게 하는 것이 노이즈의 저감에 유효하다.

[0030] 도 5에 고감도 결함 검출을 행하기 위한 검사 대상물의 법선 방향에 대하여 경사진 방향으로부터 입사하는 조명 방법의 예를 나타낸다. 도 5는 검사 대상 기관(2) 위에 형성된 L&S 패턴(201)에, 쇼트 결함(202)이 발생한 상태를 나타낸다. 도면에서는 쇼트 결함(202)의 사이즈가 작기 때문에, 엄밀하게는 L&S 패턴이 쇼트하고 있는 것은 아니지만, 리크가 일어날 리스크가 있으며, 또한, 완전한 쇼트가 일어나는 포텐셜을 나타낸 것이기 때문에, 결함으로서 검출할 필요가 있다.

[0031] 도 5에 나타낸 바와 같이, L&S 패턴(201)의 측면에 달라붙은 결함에 대하여, 검사 대상 기관의 법선 방향으로부터의 수직 조명(211)을 행하는 경우에는, 조명 광속의 약 반 정도가 L&S 패턴에 가로막히기 때문에, 쇼트 결함(202)으로부터의 산란광이 작아지는 문제가 있다. 또한, 도 5의 YZ 단면도에 나타낸 바와 같이, L&S 패턴(201)보다 높이가 낮은 결함에 대하여, 대물 렌즈 외로부터 입사하는 사방 조명(213)을 행하는 경우에도, 얇은 양각(仰角)으로 조명광이 입사하게 되고, 쇼트 결함(202)이 L&S의 그림자에 숨겨지기 때문에, 결함 산란광이 작아지는 문제가 있다. YZ면 내에서 수직 방향으로부터 경사진 TTL 조명(212)을 사용함으로써, 쇼트 결함(202)에 보다 효율적으로 조명을 도달시키고, 큰 산란광을 발생시켜, 높은 결함 검출 감도를 얻을 수 있다. 또한, 도 5에 나타낸 바와 같은 Y방향의 치수보다 Z방향의 치수가 큰 결함 형상에 대해서는, 수직 방향(211)으로부터 결함을 예상했을 때의 결함의 면적보다 수직으로부터 경사진 방향(212)으로부터 결함을 예상했을 때의 결함의 면적 쪽이 커지기 때문에, 수직으로부터 경사진 방향(212)으로부터의 조명광 입사에 의한 결함의 산란 단면적이 커지고, 큰 결함 산란광 신호를 얻을 수 있다.

[0032] 도 6에 고감도 결함 검출을 행하기 위한 검사 대상물의 법선 방향에 대하여 경사진 방향으로부터 입사하는 조명 방법의 다른 예를 나타낸다. 암시야형의 결함 검사에서는, 짧은 주기로 규칙적인 패턴이 반복되는 영역은, 패턴으로부터의 회절광이 검출기에 들어가지 않거나, 혹은 공간 필터(122)에 의해 패턴으로부터의 회절광을 차광하는 것이 용이하기 때문에, 어두운 패턴으로서 검출되며(암패턴 영역), 패턴에 의한 노이즈가 낮게 억제되기 때문에, 고감도로 검사가 가능하다. 한편, 주기성이 길거나, 혹은 규칙성이 적은 패턴이 형성된 영역은, 회절광의 저감이 어렵기 때문에, 밝은 패턴으로서 검출되며(명(明)패턴 영역), 패턴에 의한 노이즈가 크거나, 혹은 검출기가 포화되기 때문에, 고감도의 검사가 곤란하다. 암패턴 영역의 단부는, 패턴의 주기성이 도중에 끊어지는 개소이기 때문에, 광리소그래피를 사용한 패턴 형성에 있어서 이상이나 불량 발생이 쉽고, 결함이 발생하기 쉽다. 암패턴 영역의 근방에 명패턴 영역이 존재하는 경우, 검출 광학계의 공간 분해능의 한계에 의해, 명패턴의 주위에도 명패턴에 의한 명도가 넓어져 밝아지는 현상이 보이기 때문에, 암패턴 영역의 단부의 감도가 저하한다는 문제가 있었다. 수직 조명에서는, 대칭성으로 인해, 명패턴의 Y방향의 양단에서 이 현상이 발생한다는 문제가 있었다.

[0033] 도 6에 나타낸 바와 같이, TTL 조명 미러를 대물 렌즈(102a)의 광축으로부터 -Y방향 쪽으로 시프트시키고, TTL 조명의 입사 방향이 -Y→+Y방향을 향하는 벡터 성분을 가지도록 경사시킴으로써, 명패턴의 -Y방향 측의 명패턴의 확대가 작게 억제된다. 이에 따라, 명패턴의 -Y방향 측의 근방에 있는 암패턴 영역의 결함을 고감도로 검출하는 것이 가능해진다. 부작용으로서, 명패턴의 +Y방향 측의 명패턴의 확대가 커지는 현상이 일어난다. 이 대책으로서, TTL 조명의 경사 방향을 유지한 채 검사 대상물(2)을 180도 돌려서 검사하거나, 혹은, TTL 조명의 경사 방향을 반대로 하여 검사함으로써, 명패턴의 +Y방향 측의 근방에 있는 암패턴 영역의 결함을 고감도로 검출하는 것이 가능해진다.

[0034] 도 7에 검사 레시피 설정의 플로우 차트를 나타낸다. 여기에서, 검사 레시피란, 검사를 행하는 검사 조건(조명 조건, 검출 조건, 결함 판정 처리 조건), 혹은 복수의 검사 조건의 조합을 가리킨다. 복수의 검사 조건을 조합시킨 검사를 행하는 경우에는, 각 검사 조건에서의 검사를 순차 실시하고, 각각에서 얻어지는 검사 결과를 통합하여 최종적인 검사 결과를 얻는다.

[0035] 검사 레시피 설정을 개시하고(S701), 검사 대상 기관의 로드 방향을 설정한다(S702). 로드 방향이란 검사 대상

기관을 스테이지(152)에 설치할 때의 검사 대상물의 설치 방향이다. 다음으로 조명 조건(TTL 조명 혹은 사방 조명을) 선택한다(S703). 사방 조명을 선택한 경우에는, 다음으로 공간 필터의 설치 위치, 설치 개수 등 공간 필터의 설정을 행하고(S704), 조명 편광 설정으로 이행한다. TTL 조명을 선택한 경우에는, TTL 조명의 입사각을 설정한(S705) 후, 공간 필터의 설치 위치, 설치 개수 등 공간 필터의 설정을 행하고(S706), 정반사광 차광 필터 폭을 설정하고(S707), 조명 편광 설정으로 이행한다(S708). 조명 편광을 설정한 후에는, 각 검출부의 검광 조건을 설정한다(S709). 검광 조건은, 각 검출부가 구비하는 편광자에 의한 검광(檢光) 방향의 조건에 대응한다. 다음으로 조명 파워를 설정(S710)한 후, 결함 판정 처리의 조건을 설정한다(S711). 이상에 의해 하나의 검사 조건이 정해진다. 여기에서, 검사 대상 기관의 시험 검사를 행하고(S712), 검사 결과가 표시부에 표시된다(S713). 검사 결과는, 결함 검출 개수, 미리 검사 대상 결함으로서 설정한 결함의 집합에 포함되는 각 결함의 검출 가부(可否), 포착률, 허보수(虛報數), 허보율, 과거에 설정된 검사 레시피와 비교하여 새로 설정한 검사 조건에 의해 신규로 검출된 결함의 개수 등을 포함한다. 이들의 정보에 의거하여 유저가 검사 조건의 유효성을 판단하고(S714), 검사 레시피에 검사 조건을 추가할 것인지의 여부를 결정한다(S715). 이상의 순서로 갱신된 검사 레시피에 의해, 검사 대상으로 하는 결함의 검출 개수, 검출 포착률이 목표에 도달한 경우에는(S716), 검사 레시피가 결정되어(S717), 검사 레시피 설정이 종료한다. 목표에 미치지 않는 경우에는, 새로운 검사 조건의 설정을 다시 실시한다.

[0036] 도 8에 정반사광 필터 및 공간 필터를 설정(도 7의 S704, S706, S707)하기 위해 사용되는 GUI의 예를 나타낸다. 동 검출 화상(1)에는, 동 검출기에 의해 검출되는 동면의 광강도 분포가 표시된다. 도 8에는 동면에서의 정반사광의 강도 분포(동 위 정반사광상(401)), 및 반복 패턴에 의한 회절광의 동면에서의 강도 분포(동 위 회절광상(402))의 예를 나타낸다. 동 위 정반사광상(401)의 강도 및 확대 폭은, 검사 대상 기관의 재질, 막구조, 러프니스의 거칠기 등에 의존한다. 동 위 회절광상(402)의 강도, 확대 폭, 분포 형상은, 검사 대상 기관 위의 반복 패턴의 주기성, 형상, 러프니스 거칠기 등에 의존한다. 또, 도 8에서는 종방향(동면 내의 X방향, 횡방향)이 동면 내의 Y방향에 대응한다. 정반사광 필터 상태 화상에는, 정반사광 필터의 상태(차광 영역의 위치와 폭)가 표시된다. 동 검출 화상(1)은, 정반사광 필터를 설치하기 전의 정반사광상(401)이 보이는 상태에서의 화상이 기억부(304)에 보존되며, 그 화상에 표시가 고정된다. 정반사광 필터 상태 화상은, 정반사광 필터를 설치한 상태에서의 동면의 광강도 분포가 리얼 타임으로 표시되며, 정반사광 필터의 차광 영역(403)이 암영역으로서 표시된다. 동 검출 화상(1)과 정반사광 필터 상태 화상을 동시에 표시함으로써, 정반사광을 정확히 차광하도록 정반사광 필터의 차광 영역을 설정할 수 있다.

[0037] 동 검출 화상(2)은, 정반사광 필터를 설치한 상태에서의 동면의 광강도 분포 화상이 표시된다. 화상은 기억부(304)에 보존되며, 표시가 고정된다. 패턴 회절광(0차 회절광 즉 정반사광 이외의 회절광 성분) 강도 분포가 확인될 수 있도록, 동 검출기의 축적 시간, 감도 혹은 표시 게인을 조정한 상태에서의 화상이 표시된다. 정반사광의 강도에 비하여, 패턴 회절광의 강도는 일반적으로 1자리 이상 낮기 때문에, 동 검출 화상(1)에 대하여, 동 검출 화상(2) 쪽이, 감도가 높은 상태에서의 화상이 표시된다. 정반사광 필터를 설치한 상태에서 회절광에 맞춰서 동 검출기의 축적 시간, 감도 혹은 표시 게인을 조정함으로써, 정반사광 영역이 밝게 포화되게 되지 않고, 통상의 CCD 카메라와 같은 정도의 다이내믹 레인지(50~60dB 정도)의 동 검출기를 사용하여, 패턴 회절광을 명료하게 관찰할 수 있다. 공간 필터 상태 화상은, 정반사광 필터 및 공간 필터를 설치한 상태에서의 동면의 광강도 분포가 리얼 타임으로 표시되며, 정반사광 필터 및 공간 필터의 차광 영역이 암영역으로서 표시된다. 동 검출 화상(2)과 공간 필터 상태 화상을 동시에 표시함으로써, 패턴 회절광을 정확히 차광하도록 공간 필터의 차광 영역(404)을 설정할 수 있다.

[0038] 도 9에 TTL 조명의 구성의 변형예를 나타낸다. 도 9에 나타낸 구성은, TTL 조명 미러(121)와 대물 동 광학부(103)가 같이 동면에 배치된다. TTL 조명부(111)로부터의 광속을 XY면에 대하여 경사진 방향으로부터 입사함으로써, 공간 필터(122)에 의해 조명 광속의 일부가 차광되는 것을 회피할 수 있다. 또한, TTL 조명 미러가 조명광이 집광하는 동면 내에 배치됨으로써, TTL 조명 미러(121)의 Y방향의 폭을 좁게 할 수 있고, TTL 조명 미러(121)에 의한 검출 개구의 차광 영역이 좁아져, 높은 결상 성능을 얻을 수 있다.

[0039] 또, 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 않고, 각종 변형예가 포함된다. 예를 들면, 상기한 실시예는 본 발명을 이해하기 쉽게 설명하기 위해서 상세하게 설명한 것이며, 반드시 설명한 모든 구성을 구비하는 것에 한정되는 것은 아니다. 또한, 어느 실시예의 구성의 일부를 다른 실시예의 구성으로 치환하는 것이 가능하며, 또한, 어느 실시예의 구성에 다른 실시예의 구성을 더하는 것도 가능하다. 또한, 각 실시예의 구성의 일부에 대해서, 다른 구성의 추가·삭제·치환을 하는 것이 가능하다.

[0040] 또한, 제어선이나 정보선은 설명상 필요하다고 생각되는 것을 나타내고 있으며, 제품상 반드시 모든 제어선이나

정보선을 나타내고 있다고는 할 수 없다. 실제로는 거의 모든 구성이 서로 접속되어 있다고 생각해도 된다.

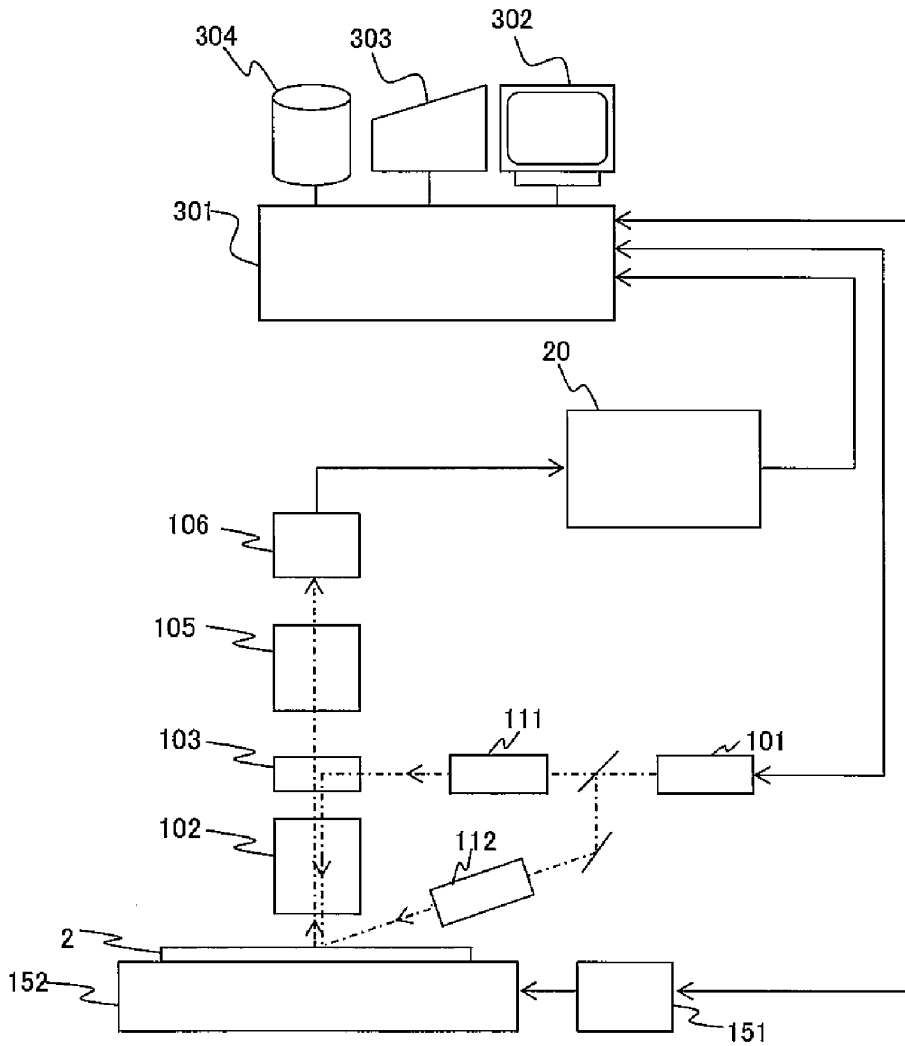
부호의 설명

[0041]

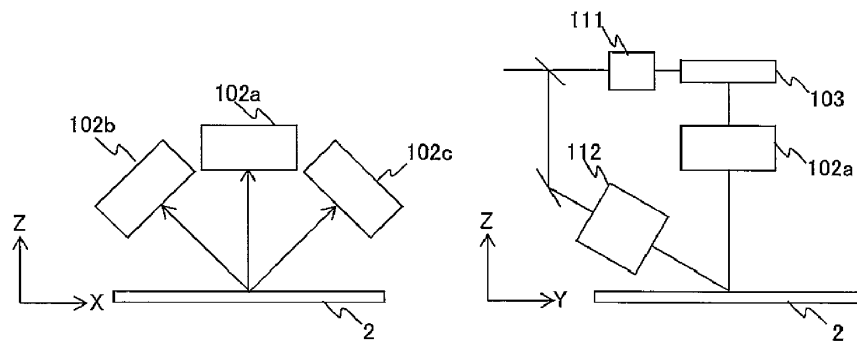
- 101...광원부
- 20...처리부
- 102...대물 렌즈
- 103...대물 동 광학부
- 105...결상 렌즈
- 106...검출기
- 111...TTL 조명부
- 112...사방 조명부
- 115...미러
- 116...원주(圓柱) 렌즈
- 121...TTL 조명 미러
- 122...공간 필터
- 123...정반사광 필터
- 151...스테이지 구동부
- 152...X-Y-Z- θ 스테이지
- 301...전체 제어부
- 302...표시부
- 303...연산부
- 304...기억부

도면

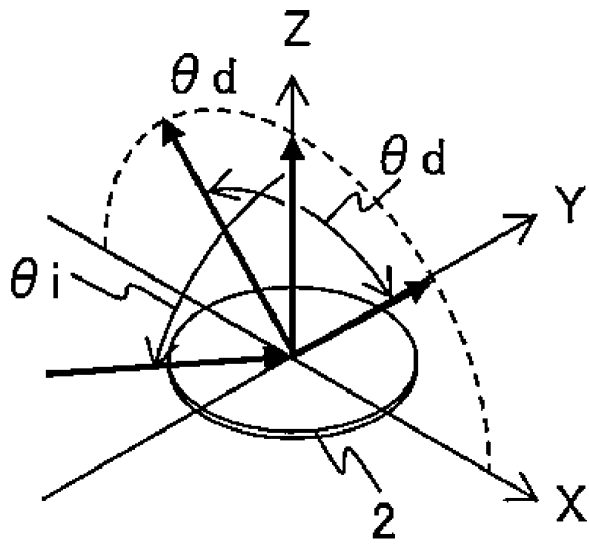
도면1



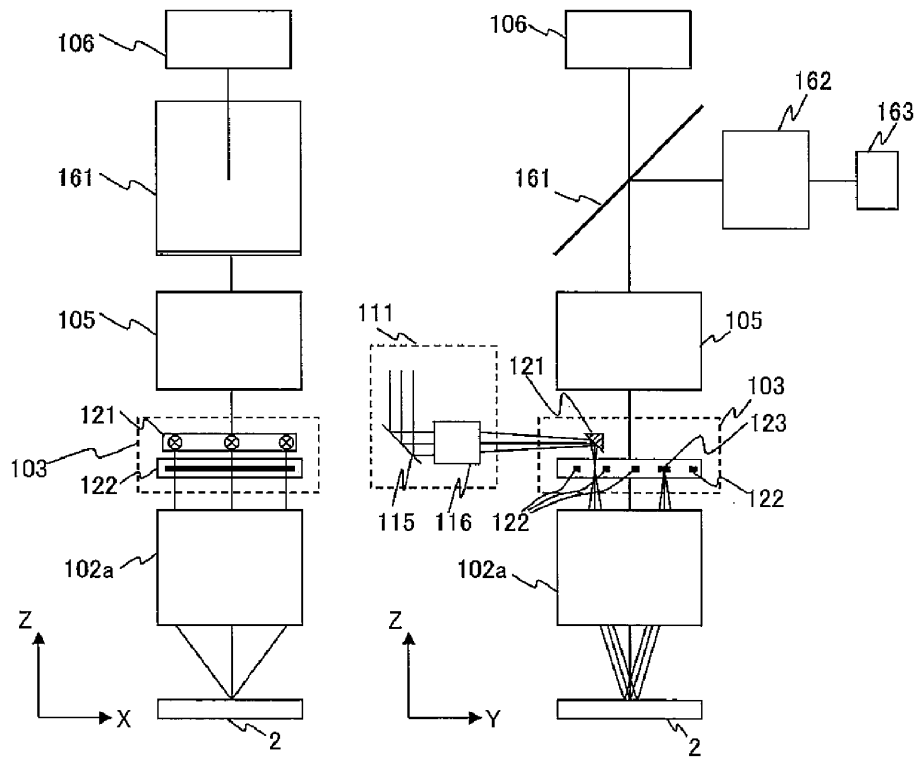
도면2



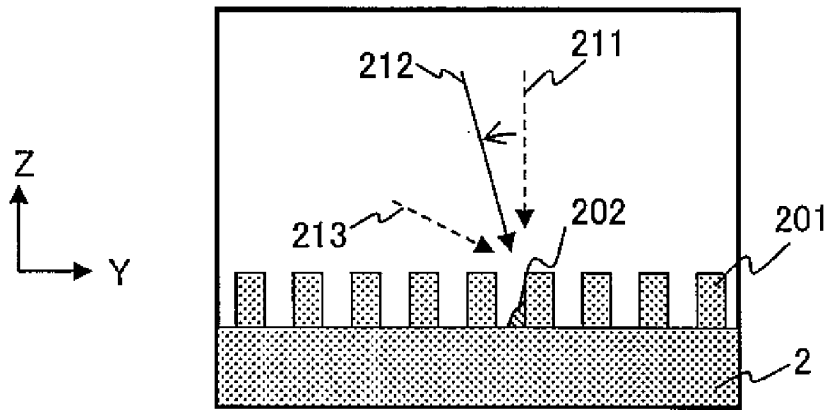
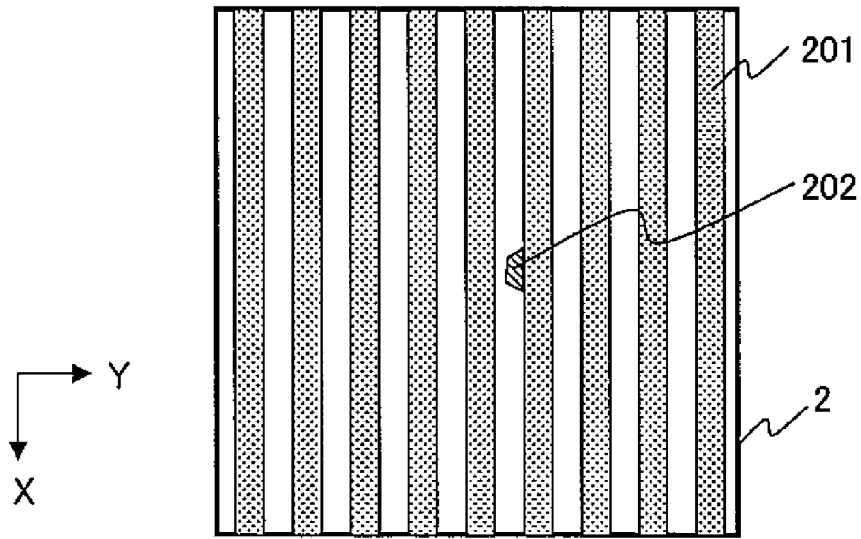
도면3



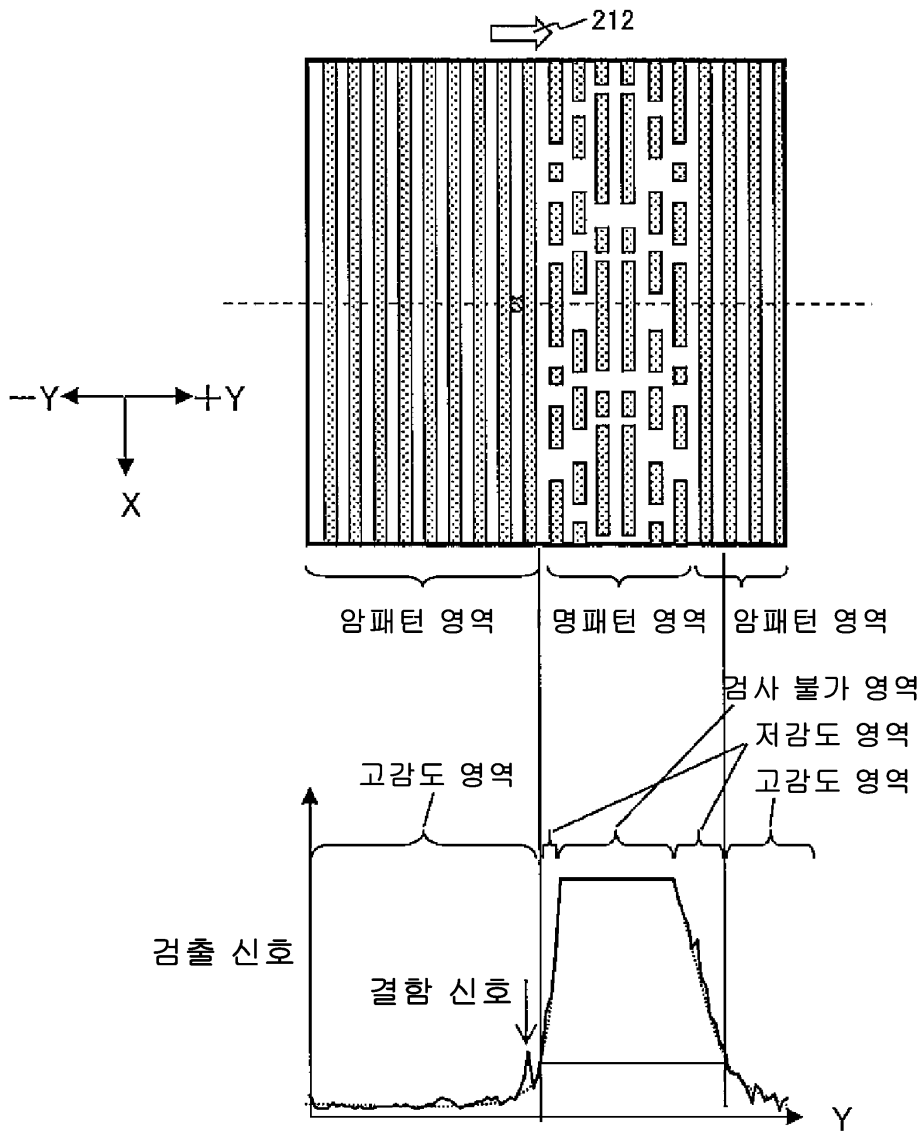
도면4



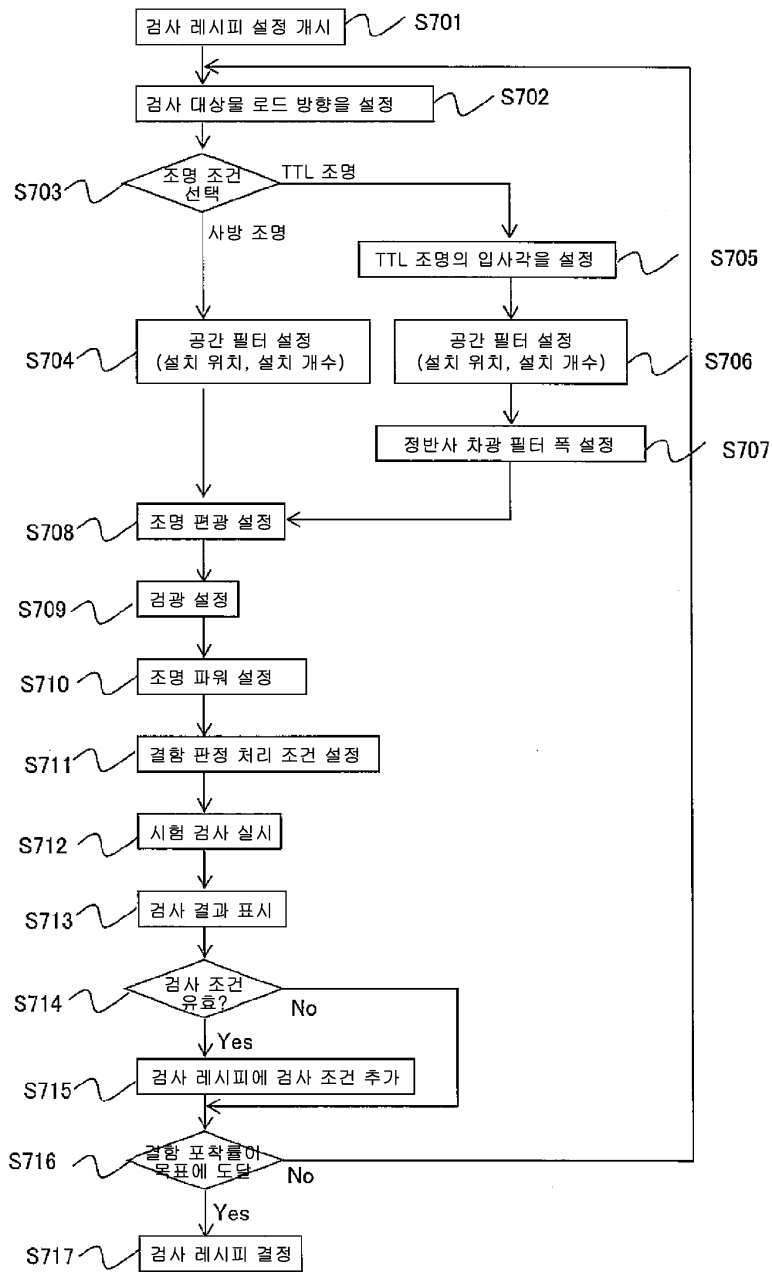
도면5



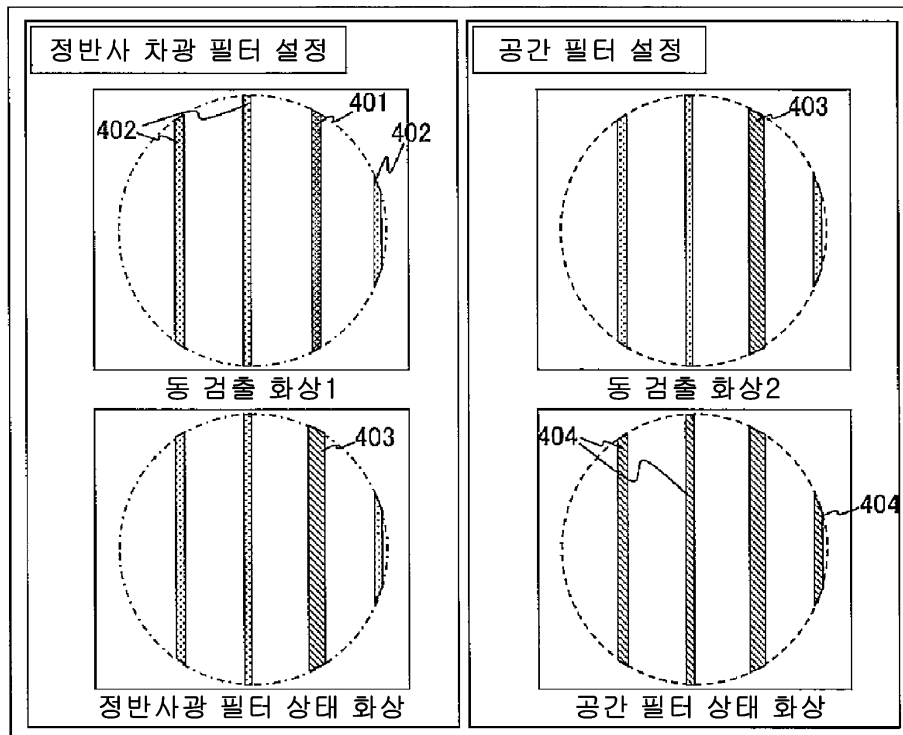
도면6



도면7



도면8



도면9

