

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁶
H01L 21/66

(45) 공고일자 2000년07월01일

(11) 등록번호 10-0261387

(24) 등록일자 2000년04월18일

(21) 출원번호	10-1996-0026605	(65) 공개번호	특1997-0003760
(22) 출원일자	1996년07월01일	(43) 공개일자	1997년01월28일
(30) 우선권 주장	95-166208 1995년06월30일 일본(JP)		
(73) 특허권자	마쓰시다덴기산교 가부시키키가이샤 모리시타 요이찌		
(72) 발명자	일본국 오사카후 가도마시 오아자 가도마 1006반지 시모노 켄 일본국 오오사까후 히라카타시 요부니시마치 3-2 나가사키 타츠오 일본국 오오사까후 히라카타시 니시마키노 4-1-1-913 타카모토 켄지 일본국 오오사까후 네야가와시 타카미야신마치 14-7 이토 마사미 일본국 오오사까후 모리구치시 소토지마쵸 6 히가시 2-911 니시이 칸지 일본국 오오사까후 오오사까시 조토쿠 후루이치 3쵸메 1-1-1301 신중훈, 임옥순		
(74) 대리인	신중훈, 임옥순		

심사관 : 오제욱

(54) 이물검사방법 및 장치

요약

본 발명은, 검사대상표면에 존재하는 이물을 검출하기 위한 이물검사방법 및 장치에 관한 것으로서, 이물로부터의 검출광의 광강도를 향상시켜, 이물과 노이즈와의 판별비를 크게해서 고정밀도의 이물검출을 행할 수 있는 방법 및 장치를 제공하는 것을 목적으로 한것이며, 그 구성에 있어서, 검사대상(1)의 검사면(1a)에 대해서 S편광이 되는 빔(13)을 상기 검사대상(1)의 검사면(1a)에 대해서 거의 평행한 축이 광축이 되도록 조사하고, 검사면(1a)과 이루는 각이 예각이고, 또한 상기 빔의 광축과의 차각 ϕ 가 30° 이내가 되는 광축에서, 상기 빔에 의해서 발생하는 반사광 및 산란광중의 검사면(1a)에 대해서 P편광이 되는 성분(18)을 이물로서 검출하는 것을 특징으로 한 것이다.

대표도

도2

명세서

[발명의 명칭]

이물검사방법 및 장치

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명의 제 1실시예를 표시한 구성도.

제2도는 제 1실시예에 있어서의 설명도.

제3도는 제 1실시예에 있어서의 벡터설명도.

제4도는 제 1실시예에 있어서의 패턴반사광의 설명도.

제5도는 제 1실시예에 있어서의 패턴반사광의 강도분포도.

제6도는 제 1실시예에 있어서의 이물산란광의 강도분포도.

제7도는 제 1실시예에 있어서의 검출각 0° 를 실현할 경우의 구성도.

제8도는 제 1실시예에 있어서의 검출각과 S/N과의 관계도.

제9도는 제 1실시예에 있어서의 입사각과 S/N과의 관계도.

제10도는 본 발명의 제 2실시예를 표시한 구성도.

제11도는 제 1실시예에 있어서의 광축으로 부터의 거리와 S/N과의 관계도.
 제12도는 본 발명의 제 3실시예를 표시한 구성도.
 제13도는 본 발명의 제 4실시예를 표시한 구성도.
 제14도는 제 4실시예의 광학계의 설명도.
 제15도는 제 4실시예에 있어서의 광축으로 부터의 거리와 S/N과의 관계도.
 제16도는 본 발명의 제 5실시예를 표시한 구성도.
 제17도는 본 발명의 제 6실시예를 표시한 구성도.
 제18도는 제 6실시예에 있어서의 1/2파장판의 배치의 설명도.
 제19도는 본 발명의 제 7실시예를 표시한 구성도.
 제20도는 제 7실시예에 있어서의 어레이형상 레이저광원만 사용한 조명부의 구성도.
 제21도는 제 7실시예에 있어서의 어레이형상 레이저광원과 원기둥렌즈를 사용한 조명부의 구성도.
 제22도는 제 7실시예에 있어서의 조명광의 결상면에서의 강도분포도.
 제23도는 본 발명의 제 8실시예를 표시한 구성도.
 제24도는 종래의 이물검사방법의 구성도.
 제25도는 검출각과 S/N과의 관계도.

★ 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

1 : 피검사기판(검사대상)	1a : 표면(검사면)
2 : 레이저광원	3 : 콜리메이터렌즈
4 : 편광자	5,35 : 원기둥렌즈
6,27,29 : 대물렌즈	7 : 검광자
8,28,30 : 결상렌즈	9 : 라인센서(광전변환소자)
10,101 : 법선벡터	11 : 입사방향벡터
12 : 입사면	13 : S편광이 되는 빔
14 : P편광레이저광	15 : 검출방향벡터
16 : 검출면	17 : S편광레이저광
18 : P편광이 되는 빔	19 : A/D변환회로
20 : 메모리회로	21 : 신호비교회로
23 : 패턴	24 : 이물
25 : 공간필터	31,33 : 1/2파장판
32 : 파장판이동제어부	34 : 어레이형상 레이저광원
36 : 결상면	α : 입사각
θ : 검출각	Φ : 방위각(차각)

[발명의 상세한 설명]

본 발명은, 검사대상표면에 존재하는 이물을 검출하기 위한 이물검사방법 및 장치에 관한 것으로서, 주로 액정제조공정 또는 반도체제조공정에 있어서의 패턴부착기판의 외관검사를 행하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

종래의 이물검사방법으로서는, 예를 들면, 일본국 계측자동제어학회 논문집(vol. 17, No. 2 237/242, 1981)에 표시되어 있다.

제24도는 이 종래의 이물검사방법의 기본 구성도이다.

(201)은 피검사기판이다. 여기서, 피검사기판(201)을 포함하고 지면에 수직인 면을 피검사기판(201)의 주면이라고 정의 한다. (202)는 피검사기판(201)상의 패턴, (203)은 피검사기판(201)상의 이물, (205)는 피검사기판(201)의 주면에 대해서 거의 평행방향으로 조사하는 S편광레이저광원(S편광이란 지면에 수직방향의 편광을 표시하고 있다), (206)은 피검사기판(201)의 주면에 대해서 거의 수직인 축을 광축으로 하는 대물렌즈, (207)은 P편광(지면과 평행한 방향의 편광)을 투과하도록 설정된 검광자, (208)은 결상렌즈, (209)는 광전변환소자이다.

이상과 같이 구성된 종래의 이물검사방법에 대해서 그 동작을 설명한다. 피검사기판(201)에 거의 평행한 방향으로부터 S편광레이저광원(205)의 광을 조사하면, 패턴(202)에 반사광(210)은 편광방향을 혼란시키는

일없이 그대로 반사된다. 즉, S편광의 반사광(210)은, 대물렌즈(206)를 투과 후, P편광을 투과, 즉 S편광을 차광하도록 설정된 검광자(207)에 의해 차광된다. 한편, 이물(203)에 S편광레이저광원(205)으로부터의 광을 조사하면, 이물(203)에 의해 산란이 발생하고, 편광성분이 혼란되고, P편광성분을 포함한 산란광(211)이 된다. 이 산란광(211)은, 대물렌즈(206)를 투과한 후, 검광자(207)에 의해 S편광성분이 차광되고, P편광성분만이 투과하고, 결상렌즈(208)에 의해, 광전변환소자(209)에 결상된다. 이 광전변환소자(209)로부터의 출력신호에 의해 이물(203)의 존재위치를 검출하는 것이 가능하게 된다.

그러나 상기와 같은 구성에서는, 패턴(202)으로부터의 반사광(210)의 P편광성분은, 대물렌즈(206)의 광축 상에서 완전히 0이 되나, 광축과 각도를 이루는 반사광에 대해서는 P편광성분을 가지고, 또한 패턴의 반사율이 크면, 보다 강한 노이즈원이 된다.

한편, 이물(203)로부터의 산란광(211)의 강도는 이물(203)의 사이즈가 작아질수록 약해진다. 제24도에 있어서 레이저광원(205)으로부터의 광과 대물렌즈(206)의 광축이 이루는 각을 검출각 θ 로 한다. 광전변환소자(209)에서 검출되는 이물(203)로부터의 산란광(211)의 P편광성분의 광강도를 S(신호), 알루미늄배선 등의 반사율이 큰 패턴(202)으로부터의 반사광(210)의 P편광성분의 광강도를 N(노이즈)으로 하고, 검출각 θ 를 가로축으로 하는 S/N치는 제25도와 같이 된다. 이 도면으로부터 명백한 바와 같이, 검출각 90° , 즉 종래예와 같은 구성으로 한 경우에는 S/N의 값은 1이하가 되고, 이물(203)과 패턴(202)의 구별을 할 수 없다.

또, 다른 종래예로서, 예를 들면 미국특허 No. 5,127,726에 표시되어 있는 것이 있다. 이 예에서는 검사 대상의 검사면에 대해서 비교적 저각도로 레이저광을 조사하고, 검사면과의 각이 예각이 되는 위치에서 검출하는 방법을 취하고 있다. 그러나, 10° 정도의 각도이상의 위치로부터 레이저광을, 조사한 경우, 반사율이 큰 패턴으로부터의 N(노이즈)성분이 커져버린다. 즉, 이 예에서도 S/N의 값은 작아지고 이물과 패턴의 판별을 할 수 없다.

이상과 같이, 종래예의 방법에서는, 패턴의 반사율이 높고 패턴으로부터의 반사광이 강한 경우, 또는 이물의 사이즈가 작아지고, 이물로부터의 반사광이 약한 경우에는, 이물과 패턴의 판별을 할 수 없다는 문제가 있었다.

본 발명은, 상기 문제점에 비추어서, 패턴부착기판 등의 검사대상위의 이물로부터의 검출광의 광강도를, 패턴으로부터의 검출광의 광강도보다 현저하게 향상시키고, 이물과 패턴의 판별비를 향상시키고, 또한, 미소한 이물까지 검출할 수 있는 이물검사방법 및 이물검사장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 이물검사방법은, 검사대상의 검사면에 대해서 S편광이 되는 빔을 상기 검사대상의 검사면에 대해서 거의 평행, 또는 작은 각도를 가지고 교차하는 축이 광축이 되도록 조사하고, 검사면과 이루는 각이 예각이고, 또한 상기 빔의 광축과의 차각이 30° 이내가 되는 광축에서 상기 빔에 의해서 발생하는 반사광 및 산란광중의 검사면에 대해서 P편광이 되는 성분을 이물로서 검출하는 것을 특징으로 하는 것이다.

상기 검사대상의 검사면에 대해서 S편광이 되는 빔이란, 조명쪽 광축과 상기 검사면의 법선 벡터에 의해서 이루는 입사면에 대해서 전기벡터성분이 수직으로 진동하는 빔을 의미하고, 예를 들면 제2도에 (13)으로 표시되는 것이다.

상기 빔을 검사대상의 검사면에 대해서 거의 평행, 또는 작은 각도를 가지고 교차되는 축이 광축이 되도록 조사한다는 것은 상기 빔의 광축과 검사면이 이루는 각(입사각)이 거의 0° 또는 작게 되도록 상기 빔을 조사하는 것을 의미하고, 예를 들면 제2도에 α 로 표시되는 입사각을 거의 0° 또는 5° 정도이하로 하는 것을 의미한다.

상기 검사면과 이루는 각이 예각이란, 검출쪽 광축과 상기 검사면과 이루는 각(검출각)이 90° 미만인 것을 의미하고, 예를 들면 제2도에 θ 로 표시되는 검출각이 후술하는 바와 같이 60° 이하, 특히 바람직하게는 40° 이하로 하는 것을 의미한다.

상기 빔의 광축의 차각이 30° 이내가 되는 광축이란, 검출쪽 광축으로의 검사면의 투영벡터와, 조명쪽 광축의 검사면의 투영벡터가 이루는 각(방위각)이 30° 이내가 되는 것을 의미하고, 예를 들면 제2도에 ϕ 로 표시되는 방위각(차각)이 $0^\circ \sim 30^\circ$ 가 되는 것을 의미하고 있다.

상기 검사면에 대하여, P편광이 되는 성분이란, 검사쪽의 반사광 및 산란광에 있어서, 검출쪽 광축과 상기 검사면의 법선벡터에 의해서 이루는 검출면에 대하여, 전기벡터성분이 검출면내에서 진동하는 성분을 의미하고, 예를 들면 제2도에 (18)로 표시되는 것이다.

상기 발명에 있어서, 검사대상이 패턴부착기판일 경우, 반사광 및 산란광중의 P편광성분의 광량의 비교에 의해 이물을 검출하면 바람직하다.

또, 상기 발명에 있어서, S편광이 되는 빔의 광축과 검사대상의 검사면과 이루는 각을 $1^\circ \sim 5^\circ$ 로 하면 바람직하다.

또는, 상기 발명에 있어서, 검사대상의 검사면과 이루는 각이 60° 이하, 특히 40° 이하가 되는 광축에서 검출하면 바람직하다.

또는 상기 발명에 있어서, 검사쪽 광축상에 배치한 공간필터에 의해서 검사대상의 주기패턴을 제거하면 바람직하다.

또는 상기 발명에 있어서, 검출쪽 광축에서, 초점거리 f 또한 개구직경 D 의 대물렌즈와, 대물렌즈의 주평면으로부터 거리 L 의 위치에 주평면이 배치되고 개구직경이 $D-2A+AL/f$ 이상(단, A 는 광전변환소자의 검출 폭과 대물렌즈, 결상렌즈와의 배율관계에 의해 결정되는 검사영역)이 되도록 설정된 결상렌즈로 이루어진 광학계를 사용해서 반사광 및 산란광중의 검사면에 대해서 P편광이 되는 성분을 이물로서 광전변환소자에 의해서 검출하면 바람직하다.

또는, 상기 발명에 있어서, 텔레센트릭광학계를 사용해서, 반사광 및 산란광중의 검사면에 대해서 P편광

이 되는 성분을 이물로서 검출하면 바람직하다.

또는, 상기 발명에 있어서, 검출쪽 광축에서, 편광을 회전시키는 1/2파장판을 검사대상에 따라서 부가함으로써, 반사광 및 산란광중의 검사면에 대해서 S편광이 되는 성분을 P편광성분으로 변환해서 이물로서 검출하면 바람직하다.

또는, 상기 발명에 있어서, 복수의 점광원으로부터의 빔을 점렬과 평행한 방향의 상의 배율을 변화하도록 배치된 원기둥렌즈에 의해서 라인빔으로 설정하면 바람직하다.

본 발명의 이물검사장치는, 검사대상의 검사면에 대해서 거의 평행한 축을 광축으로 하도록 배치되고, 상기 검사대상의 검사면에 대해서 S편광이 되도록 빔을 조사하는 조명부와, 검사면과의 이루는 각이 예각이고, 또한, 상기 조명부의 광축과의 차각이 30° 이내가 되는 광축에서 상기 조명부에 의해서 발생하는 반사광 및 산란광중의 검사면에 대해서 P편광이 되는 성분을 검출하고 광전변환하는 검출부와, 상기 검출부에 의해서 얻어진 신호를 사용해서 이물로서 판정하는 신호처리부를 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 것이다.

본 발명은 상기 구성에 의해서, 검사대상의 검사면에 대해서 S편광이 되는 빔을 상기 검사 대상의 검사면에 대해서 거의 평행, 또는 작은 각도를 가지고 교차하는 축이 광축이 되도록 조사하고 검사면과 이루는 각이 예각이고, 또한 상기 빔의 광축과의 차각이 30° 이내가 되는 광축에서 상기 빔에 의해서 발생하는 반사광 및 산란광중의 검사면에 대해서 P편광이 되는 성분을 이물로서 검출함으로써 이물로부터의 검출광의 광강도를, 패턴등으로부터의 검출광의 광강도보다 현저하게 향상시킴으로써, 이물과 패턴등 노이즈가 되는 성분과의 판별비를 향상시키고, 또한, 미소한 이물까지 검출하는 것이 가능하다.

또 상기 빔의 광축과 검사대상의 검사면과 이루는 각을 $1^\circ \sim 5^\circ$ 로 함으로써, 더욱, 이물과 패턴과의 판별비가 좋아지기 때문에 고정밀도를 이물을 검출하는 것이 가능하다.

또, 검사면과 이루는 각이 60° 이하가 되는 위치의 광축에서 검출함으로써, 더욱, 이물과 패턴과의 판별비가 좋아지기 때문에, 고정밀도로 이물을 검출하는 것이 가능하다.

또, 검사면과 이루는 각이 40° 이하가 되는 위치의 광축에서 검출함으로써, 더욱, 광축외에 있어서도, 이물과 패턴과의 판별비가 좋기 때문에, 고정밀도로 이물을 검출하는 것이 가능하다.

또, 검출부에 주기패턴을 제거하는 공간필터를 설치함으로써, 검사대상의 패턴으로부터의 광을 제거할 수 있기 때문에, 더욱 고정밀도로 이물을 검출하는 것이 가능하다.

또, 검출부에 광축외에 있어서 공초점광학계이상의 개구를 가지도록 설정된 광학계를 설치함으로써 광축 외에서도 이물로부터의 광량을 많이 수광할 수 있기 때문에, 광축외에서도 고정밀도로 이물을 검출하는 것이 가능하다.

또, 검출부에 텔레센트릭광학계를 설치함으로써, 검사대상이 구불구불해도 배율관계가 손상되지 않기 때문에, 고정밀도의 이물의 검사를 실현할 수 있다.

또, 검출부에 1/2파장판과 검사대상의 종류에 따라서 1/2파장판을 빼고 꽂기하는 파장판이동 제어부를 설치함으로써 광강도가 큰 편광방향을 선택할 수 있기 때문에, 고감도로 이물의 검사를 실현할 수 있다.

또 조명부에 복수의 점광원과 점렬과 평행한 방향의 상의 배율을 변화시키도록 배치된 원기둥렌즈를 설치함으로써, 조도가 크고 균일한 라인빔을 조사할 수 있기 때문에, 고정밀도로 이물을 검출하는 것이 가능하다.

또, 검사대상의 검사면에 대해서 거의 평행한 축을 광축으로 하도록 배치되고, 상기 검사대상의 검사면에 대해서 S편광이 되도록 빔을 조사하는 조명부와, 검사면과의 이루는 각이 예각이고, 또한, 상기 조명부의 광축과의 차각이 30° 이내가 되는 광축에서 상기 조명부에 의해서 발생하는 반사광 및 산란광중의 검사면에 대해서 P편광이 되는 성분을 검출하고 광전변환하는 검출부와, 상기 검출부에 의해서 얻어진 신호를 사용해서 이물로서 판정하는 신호처리부를 설치함으로써, 검사대상의 패턴 등 노이즈가 되는 성분으로부터의 광은 거의 수광하지 않는 구성의 이물검사장치를 구성할 수 있고, 고정밀도의 이물검사를 실현할 수 있다.

이하, 본 발명의 실시예에 대해서 도면을 참조하면서 설명한다.

제1도는 본 발명의 제 1실시예에 있어서의 이물검사방법의 기본 구성도이다.

제2도는 제1도의 설명용 도면, 제3도는 제2도에 있어서의 벡터의 설명용 도면이다.

도면에 있어서, (1)은 피검사기판(검사대상), (2)는 레이저광원, (3)은 레이저광원(2)으로부터의 광을 평행광화하는 콜리메이터렌즈, (4)는 편광자, (5)는 평행광을 라인형상으로 결상하고 피검사기판(1)의 표면을 뒤쪽의 초점면으로 하는 원기둥렌즈이다. 또, (6)은 원기둥렌즈(5)의 뒤쪽초점면을 앞쪽의 초점면으로 하는 대물렌즈 (7)은 검광자, (8)은 결상렌즈, (9)는 결상렌즈(8)의 결상면에 배치된 라인센서이다.

또, (10)은 피검사기판(1)의 표면(검사면)(1a)의 법선벡터, (11)은 레이저광원(2), 콜리메이터렌즈(3), 원기둥렌즈(5)로 이루어진 광축을 표시한 입사방향벡터이고, 이 입사방향벡터(11)와 피검사기판(1)이 이루는 각을 입사각 α 로 하고, 입사각 α 는 거의 0° 가 되도록 설정되어 있다. 또, (12)는 법선벡터(10)와 입사방향벡터(11)에 의해서 이루는 입사면이다. (13)은 제3도에서 표시한 바와 같이 입사면(12)에 대해서 전기벡터성분이 수직으로 진동하는 S편광레이저광, (14)는 입사면(12)내에서 전기벡터성분이 진동하는 P 편광레이저광이고, 편광자(4)는 S편광레이저광(13)만이 투과하도록 설정되어 있다. (15)는 대물렌즈(6)와 결상렌즈(8)로 이루어진 광축을 표시하는 검출방향벡터이고, 이 검출방향벡터(15)와 피검사기판(1)이 이루는 각을 검출각 θ 로 하고, 검출각 θ 가 예각이 되도록 또, 입사방향벡터(11)와 검출방향벡터(15)의 각각의 피검사기판(1)에의 투영벡터가 이루는 각을 방위각(차각) ϕ 로 하고, 방위각 ϕ 는 $0 \sim 30^\circ$ 가 되도록 설정되어 있다. 또, (16)은 법선벡터(10)와 검출방향벡터(15)에 의해서 이루는 검출면, (17)은 제3도에 표시한 바와 같이 검출면(16)에 대해서 전기벡터성분이 수직으로 진동하는 S편광레이저광, (18)은 검출면

(16)내에서 전기벡터성분이 진동하는 P편광레이저광이고, 검광자(7)는 P편광레이저광(17)만이 통과하도록 설정되어 있다.

이상과 같이 구성된 본 실시예의 이물검사방법에 대해서 그 동작을 설명한다. 레이저광원(2)으로부터의 레이저광을 콜리메이터렌즈(3)에 의해 평행광으로 하고, 입사면(12)의 S편광레이저광(13)이 통과하도록 방위설정된 편광자(4)에 의해서 입사면의 S편광레이저광(13)을 통과시키고, 원기동렌즈(5)에 의해서 피검사기판(1)에 대해서 거의 평행하게 되는 입사각 α 에서 피검사기판(1)표면의 라인형상의 영역을 조명한다. 입사면(12)의 S편광레이저광(13)은 피검사기판(1)표면상의 패턴(23)에 의해 반사, 또는 이물(24)에 의해 산란된다.

피검사기판(1)상의 패턴(23)에 의해서, 반사되는 반사광벡터(102)를 제4도에 표시한다. 패턴(23)을 다수의 미소평면의 집합으로 하면, 각각의 평면에서의 반사광벡터(102)를 생각할 수 있다. 이것은 입사방향벡터(11)와 어떤 미소평면의 법선벡터(101)에 의해서 결정된다. 또, 어떤 평면의 법선벡터(101)는, 그 평면의 기울기 δ 와 입사면(12)이 이루는 각 η 에 의해서 결정되는 것이므로, 반사광벡터(102)의 방향은, 반사하는 평면의 기울기 δ 와 입사면(12)이 이루는 각 η 에 의해서 좌우된다. 어떤 검출각 θ 에 있어서 S편광레이저광을 입사했을 때에 패턴(23)으로부터의 반사광의 P편광성분이, 검출계의 대물렌즈(6)의 어느 위치에 어느 정도의 강도로 입사되는지를 제5도에 표시했다.

어떤 입사면(12)과 이루는 각이 η 일 때, 패턴(23)을 구성하고 있는 미소평면의 기울기 δ 를 0° 로부터 90° 까지 연속적으로 변화시킨 입사광의 위치를 표시하고, 선의 굵기는 그때의 강도에 비례해서 굵게 하고 있다. 이로부터, 검출각 $\theta=90^\circ$ 에서는 입광해오는 η 의 범위가 큰데 대해서, 검출각 $\theta=40^\circ$ 에서는 범위가 작은 것을 알 수 있다. 또, $\eta=0^\circ$ 부근은 P편광성분은 거의 생기지 않기 때문에, 강도도 미약하다. 이상으로부터 검출각 θ 를 낮게 하면, 피검사기판(1)상의 패턴(23)으로부터의 반사광의 P편광성분은 미약해진다.

한편, 미소한 이물(24)에 의해 산란되는 레이저광은, 제6도에 표시한 바와 같은 강도분포를 가지고 있다. 이 중에서 후방산란광의 일부가 검출부의 대물렌즈(6)의 개구에 입사된다. 이 산란광은, 도시한 바와 같이, 전방과 후방으로 절대강도가 강하기 때문에, 측방등의 방향으로 검출방향벡터(15)를 설정하는 경우와 비교해서, 높은 신호강도를 얻을 수 있다.

이와 같이, 대물렌즈(6)에 입사한 광은 검광자(7)에 의해 검출면(16)의 P편광레이저광(18)만이 투과되고, 결상렌즈(8)에 의해 라인센서(9)상에 결상된다. 검출면(16)의 P편광레이저광(18)은 라인센서(9)에 의해 광전변환되고, 검출신호를 사용해서 이물(24)의 판정을 고정밀도로 행할 수 있다.

다음에 입사편광으로서 S편광레이저광(13)을 사용하는 이유를 이하에 설명한다.

표 1은 입사각 α 를 2° , 검출각 θ 를 30° , 방위각 ϕ 를 0° 로 하고, 입사면(12)의 S편광레이저광(13)을 사용해서 검출면의 P편광레이저광(18)에 의해서 이물(24)을 검출하는 경우와 입사면의 P편광레이저광(14)을 사용해서 검출면(16)의 S편광레이저광(17)에 의해서 이물(24)을 검출하는 경우를 실험비교한 것이다. 또한 각 조명광의 강도는 동일하다.

[표 1]

	· 입사면의 S편광레이저광에 의해서 조명 · 검출면의 P편광레이저광에 의해서 검출	· 입사면의 P편광레이저광에 의해서 조명 · 검출면의 S편광레이저광에 의해서 검출
이물의 신호	5	6
패턴으로부터의 노이즈	1(기준치)	3
이물검출 S/N	5	2

표 1로부터 알 수 있는 바와 같이, 입사면(12)의 S편광레이저광(13)을 사용해서 검출면(16)의 P편광레이저광(18)에 의해서 검사하면, 이물(24)을 높은 S/N비로 검출할 수 있다.

또 이물(24)의 신호량이 크기 때문에, 광원파워를 작게 할 수 있으므로, 저가격의 소출력레이저를 사용할 수도 있다.

또, 이물(24)의 신호량이 크기 때문에, 대물렌즈(6)의 NA(경구율수)를 작게 해도 이물검출 S/N을 확보할 수 있으므로, 검출부의 초점심도를 깊게 해서 피검사기판의 표면오목볼록에 의한 디포커싱의 영향을 없앨 수 있다.

또, 이물검출 S/N가 좋으므로, 종래의 다른 방식에 비해서, 간단한 구성으로 할 수 있고, 검사기의 소형화, 저코스트화를 실현할 수 있는 동시에 신뢰성도 향상시킬 수 있다. 종래 방법의 예로서는, 일본국 계측자동제어학회 논문집(vol. 25. No. 9, 954/961, 1989)에 표시되어 있다. 이것은 입사각이 다른 2종류의 조명에 의해 얻어지는 반사광량을 사용해서 이물의 판정을 행하고 있다. 종래 방법의 다른 예로서는, 일본국 계측자동제어학회 논문집(vol. 17. No. 2, 237/242, 1981)에 표시되어 있다. 이것은 입사각은 동일하나, 방향이 다른 2 내지 4개의 조명에 의해 얻어지는 반사광량을 사용해서 이물의 판정을 행하고 있다.

또한, 이 실시예에서는, 검출부에 라인센서(9)를 사용했으나, 검출부에 포토다이오드나 포토멀티플라이어 등의 광전변환소자를 사용해도 되는 것은 말할 나위도 없다.

또, 이 실시예에서는, 조명부에 원기동렌즈(5)를 사용했으나, 슬릿 등을 사용해서 라인형상의 조명광을 실현해도 되는 것은 말할 나위도 없다.

또 이 실시예에서는, 입사방향벡터(11)의 검출방향벡터(15)의 각각의 피검사기판(1)에의 투영벡터가, 이루는 각을 방위각 ϕ 가 0° 가 되도록 설정되어 있으나, 30° 이내이면 된다.

또, 이 실시예에서는 검출부의 광학계는, 대물렌즈(6), 검광자(7) 및 결상렌즈(8)에 의해 구성되어 있으나, 대물렌즈와 검광자의 구성으로 실현해도 되는 것은 말할 나위도 없다.

여기서, 조명계와 검출계가 공간적으로 간섭하는 검출각 $\theta=0^\circ$ 일 경우의 구성을 제7도에 표시한다. 레이저광원(2)으로부터 출사되는 레이저광원은, 콜리메이터렌즈(3), 편광빔스플리터(111), 대물렌즈(110)를 통과해서, 피검사기판(1)상에 라인형상의 조명으로서 조사된다. 이 때, 레이저광의 전기벡터가 입사면에 대해서 수직이 되는 S편광성분만 광로가 구부러지고 피검사기판(1)상에 조사되도록, 편광빔스플리터(111)의 방위가 설정되어 있다. 피검사기판(1)상의 이물에 의해서 산란하고, 또는 패턴에 의해서 반사된 광은 대물렌즈(110)에 의해서 집광되고, 상기와 같이 설정된 편광빔스플리터(111)에 의해서 P편광성분만 투과하고, 결상렌즈(8)에 의해서 라인센서(9)상에 결상된다.

이상과 같이, 편광빔스플리터(111)에 의해서 조명계와 검출계의 광축을 근접시키는 것이 가능하게 되고, 또 편광빔스플리터(111)가 조명계의 편광자(4)와 검출계의 검광자(7)의 역할을 겸함으로써 제2도에 표시한 실시예와 마찬가지로의 성능을 얻을 수 있다. 따라서 검출각 θ 를 0° 로 설정하는 것은 가능하고, 물론 검출각 θ 를 0° 이상으로 설정하는 것도 가능하다.

다음에, 검출각 θ 를 60° 이하로 설정하는 편이 바람직한 이유를 표시한다. 라인센서(9)에서 검출되는 이물(24)로부터의 산란광의 P편광성분의 광강도를 S(신호), 알루미늄배선등의 반사율이 큰 패턴(23)으로부터의 반사광의 P편광성분의 광강도를 N(노이즈)으로 하고, 검출각 θ 를 가로축으로 하는 S/N의 값의 측정치를 제8도에 표시한다.

이 결과로부터, 이물을 검출하기 위해서는, S/N치가 1이상, 즉, 검출각 θ 가 60° 이하인 것이 필요하다.

또, 입사각 α 를 $1^\circ \sim 5^\circ$ 로 설정하는 편이 바람직한 이유는 다음과 같다.

검출각 θ 를 40° 로 한 조건에서, 입사각 α 와 S/N치와의 관계를 측정한 그래프를 제9도에 표시한다. 입사각 α 가 1° 미만일 경우에는 실현이 곤란한 것과, 시료단부면으로부터 레이저빔이 입사해버리고, 이면으로부터의 반사광 등 노이즈성분이 크게 증가하는 원인이 된다. 또, 입사각 α 가 5° 보다 클 경우에는, 도시한 바와 같이, S/N치가 1이하, 즉, 노이즈성분의 쪽이 커지기 때문에 이물을 검출할 수 없다. 따라서, 입사각 α 를 $1^\circ \sim 5^\circ$ 로 설정하는 편이 바람직하다.

제10도는 본 발명의 제 2실시예에 있어서의 이물검사방법의 기본 구성도를 표시한 것이다. 제10도에서, 도면중의 번호에서 제2도와 동일한 번호인 것은 동일한 것을 표시한다.

제 1실시예와 본 실시예가 다른 것은, 입사각 α 의 범위가 $1^\circ \sim 5^\circ$, 검출각 θ 의 범위가 $0^\circ \sim 40^\circ$ 로 설정되어 있는 점이다.

이상과 같이 구성된 본 실시예의 이물검사방법의 동작은, 제 1실시예의 동작과 동일하다.

여기서, 검출각 θ 를 40° 이하로 하는 이유를 설명한다.

먼저, 시야전체에서의 S/N치를 생각한다. 제11도는, 대물렌즈의 개구율 0.3, 텔레센트릭광학계로 한 경우의 광축외의 S/N치를 표시하고 있다. 세로축에 광축상에서의 S/N치에 대한 상대비를, 가로축에 상높이를 취하고 있다. 제9도로부터, 시야의 끝, 즉 상높이 h의 부분에서는 S/N치가 절반이 된다.

이것은 다음에 설명하는 이유에 의한 것이다. 광축으로부터 멀어짐에 따라서, 즉, 축외가 될 수록, 라인센서(9)에 의해 수광할 수 있는 각도가 감소하기 때문에, 이물(24)로부터의 광량은 감소한다. 한편, 패턴(23)으로부터의 반사광은, 경면반사이기 때문에, 대물렌즈(6)전체에 분포를 가지고 있는 것이 아니고, 어떤 일부에만 광이 집중하고 있기 때문에, 수광할 수 있는 각도가 감소해도 패턴(23)으로부터의 반사광의 강도는 감소하지 않는다. 이 때문에 축외가 될 수록, S/N가 저하한다는 문제가 발생한다.

이 결과와 제8도에 표시한 결과를 아울러 생각하면, 시야전체에서 S/N치가 1 이상이 되기 위해서는, 광축상에서 S/N치 2이상, 검출각 θ 는 40° 이하로 하는 것이 필요조건이 된다. 또 입사각 α 를 1° 내지 5° 로 설정하는 이유는, 제 1실시예에서 설명한 바와 같다.

이상과 같이 본 실시예에 의하면, 제 1실시예와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다. 또 본 실시예에 의하면, 시야전체에 걸쳐서 이물검출의 S/N치가 좋으므로 고정밀도로 이물을 검출할 수 있다.

또한, 이 실시예에서는 검출부에 라인센서(9)를 사용했으나, 검출부에 포토다이오드나 포토멀티플라이어 등의 광전변환소자를 사용해도 되는 것은 말할 나위도 없다.

또, 이 실시예에서는, 조명부에 원기동렌즈(5)를 사용했으나, 슬릿 등을 사용해서 라인형상의 조명광을 실현해도 되는 것은 말할 나위도 없다.

또 이 실시예에서는, 입사방향벡터(11)와 검출방향벡터(15)의 각각의 피검사기판(1)에의 투영벡터가, 이루는 각(방위각) ϕ 가 0° 가 되도록 설정되어 있으나, 30° 이내이면 된다.

또, 이 실시예에서는 검출부의 광학계는 대물렌즈(6), 검광자(7) 및 결상렌즈(8)에 의해서 구성되어 있으나, 대물렌즈와 검광자의 구성으로 실현해도 되는 것은 말할 나위도 없다.

제12도는 본 발명의 제 3실시예에 있어서의 이물검사방법의 기본구성도를 표시한 것이다. 제12도에서, 도면중의 번호에서 제2도와 동일한 번호인 것은 동일한 것을 표시한다. 제1 실시예와 본 실시예가 다른 것은, 대물렌즈(6)와 결상렌즈(8)와의 사이에 주기적인 패턴 노이즈를 차단하기 위하여 공간필터(25)를 설치하고 있는 것이다. 이 공간필터(25)는, 이하와 같이 작성할 수 있다. 피검사기판(1)의 주기패턴의 CAD

데이터를 사용해서, 주기패턴의 푸리에변환상을 작성하고, 주기패턴을 차광하도록 사진건판에 기록하여 작성한다. 또는, 피검사기판(1)의 주기패턴을 조사하고, 대물렌즈 위의 공간필터의 설치위치에 설치된 사진 건판에, 주기패턴의 반사광을 기록하고, 주기패턴을 차광하도록 사진건판에 기록하여 작성한다.

이상과 같이 구성된 본 실시예의 이물검사방법에 대해서 그 동작을 설명한다. 레이저광원(2)으로부터의 레이저광을 콜리메이터렌즈(3)에 의해 평행광으로 하고, 입사면(12)의 S편광레이저광(13)이 투과하도록 방위설정된 편광자(4)에 의해서 입사면(12)의 S편광레이저광(13)을 투과시키고, 원기동렌즈(5)에 의해 피검사기판(1)에 대해서 거의 평행하게 되는 입사각 α 에서 피검사기판(1)의 표면의 라인형상의 영역을 조명한다.

이와 같이 조명된 광이 피검사기판(1)의 표면상의 패턴(23)에 의해 반사되고, 대물렌즈(6)에 입사하는 광은, 제 1실시예에서 설명한 바와 같이, 어떤 특정된 방향의 평면에서 편광이 왜곡되고 극히 미소하지만 존재한다. 이와 같은 패턴(23)으로부터의 반사광은 패턴(23)의 주기패턴에 의존해서 발생하고, 주기적으로 발생한다.

이와 같은 광이 존재하면, 이물검출 S/N비가 저하한다.

한편, 이물(24)에 의해 산란되는 광은 패턴(23)으로부터의 광에 비해서 크다. 이와 같은 패턴(23)으로부터의 반사광 및 이물(24)로부터의 산란광중 대물렌즈(6)에 입사한 광은, 검광자(7)에 의해 검출면(16)의 P편광레이저광(18)만이 투과된다.

이와 같이 검광자(7)를 투과한 패턴(23)으로부터의 반사광 및 이물(24)로부터의 산란광은, 공간필터(25)에 의해 패턴(23)의 특정방향의 주기패턴만이 제거되기 때문에, 이 공간필터(25)를 투과하는 광은 결상렌즈(8)에 의해 라인센서(9)위에 결상된다. 검출면(16)의 P편광레이저광(18)은 라인센서(9)에 의해 광전변환되고, 검출신호를 사용해서 이물의 판정을 고정밀도로 행할 수 있다.

이상과 같이, 본 실시예에 의하면, 제 1실시예와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다. 또, 본 실시예에 의하면, 패턴(23)의 특정방향의 평면등에 의해 주기적으로 발생하는 반사광은, 미리 이와 같은 광을 차광하도록 작성된 공간필터(25)에 의해 차광되기 때문에, 매우 노이즈를 작게할 수 있고, 고정밀도로 이물(24)을 검사할 수 있다.

또한, 본 실시예에서는 검출부에 라인센서(9)를 사용했으나, 검출부에 포토다이오드나 포토멀티플라이어 등의 광전변환소자를 사용해도 되는 것은 말할 나위도 없다.

또, 이 실시예에서는, 조정부에 원기동렌즈(5)를 사용했으나, 슬릿 등을 사용해서 라인형상의 조명광을 실현해도 되는 것은 말할 나위도 없다.

또, 제 2실시예와 조합함으로써, 더욱 고정밀도로 이물을 검사할 수 있는 것은 말할 나위도 없다.

제13도는 본 발명의 제 4실시예에서의 이물검사방법의 기본구성도를 표시한 것이다. 제13도에서, 도면중의 번호에서 제2도와 동일한 번호인 것은 동일한 것을 표시한다. 제 1실시예와 본 실시예가 다른 것은, 원기동렌즈(5)의 뒤쪽초점면을 앞쪽의 초점면으로 하고, 초점거리 f_1 및 직경 D_1 을 가진 대물렌즈(27)와, 초점거리 f_2 및 직경 D_2 를 가진 결상렌즈(28)를 설치하고 있는 것이다. 단, 결상렌즈(28)는 식①의 관계를 만족하고 있다.

$$D_2 \geq D_1 - 2A + AL / f_1 \quad \dots \textcircled{1}$$

단, A는 라인센서(9)의 검출폭과 대물렌즈(27), 결상렌즈(28)와의 배율관계에 의해 결정되는 검사영역, L은 대물렌즈(27)와 결상렌즈(28)의 주평면간 거리를 표시하고 있다.

이상과 같이 구성된 본 실시예의 이물검사방법에 대해서 그 동작을 설명한다. 레이저광원(2)으로부터의 레이저광을 콜리메이터렌즈(3)에 의해 평행광으로 하고, 입사면(12)의 S편광레이저광(13)이 투과하도록 방위설정된 편광자(4)에 의해서 입사면의 S편광레이저광(13)을 투과 시키고, 원기동렌즈(5)에 의해 피검사기판(1)에 대해서 거의 평행하게 되는 입사각 α 에서 피검사기판(1)의 표면의 라인형상의 영역을 조명한다.

이와 같이 조명된 광이 피검사기판(1)의 표면상의 패턴(23)에 의해 반사되고, 대물렌즈(6)에 입사하는 광은, 제 1실시예에서 설명한 바와 같이, 특정방향의 평면 등에 의해 극히 미소하다.

한편, 이물(24)에 의해 산란되는 광은, 패턴(23)으로부터의 광에 비해서 크다. 이와 같은 패턴(23)으로부터의 반사광 및 이물(24)로부터의 산란광중, 대물렌즈(6)에 입사한 광은, 검광자(7)에 의해 검출면(16)의 P편광레이저광(18)만이 투과되고, 결상렌즈(28)에 의해 라인센서(9)위에 결상된다.

검출면(16)의 P편광레이저광(18)은 라인센서(9)에 의해 광전변환되고, 이 검출신호를 사용해서 이물(24)의 판정을 고정밀도로 행할 수 있다는 것은 제 1실시예와 마찬가지이다. 본 실시예가 제 1실시예와 다른 점은, 축외에서의 S/N가 좋아진다는 것이고, 이하 그에 대해서 설명한다.

제14도는 검출부를 위해서 본 도면이다. 제14도에서, 광축으로부터 h만큼 떨어진 위치에서의 패턴(23) 또는 이물(24)로부터의 광은 지면위쪽에 대해서는, 식②로 표시되는 ξ_1 의 각도내이면, 라인센서(9)에 결상 가능하다.

$$\xi_1 = \tan^{-1}\{(D_1/2 - h)/f_1\} \quad \dots \textcircled{2}$$

또, 지면아래쪽에 대해서는 식③으로 표시되는 ξ_2 의 각도내이면 라인센서(9)에 결상가능하다.

$$\xi_2 = \tan^{-1}\{(D_2/2 + h - hL/f_1)f_1\} \quad \dots \textcircled{3}$$

식②, 식③으로부터 알 수 있는 바와 같이 ξ_1 은 대물렌즈(27)만으로 결정되나, ξ_2 는 결상렌즈(28)의 직경 D_2 와 주평면간 거리 L 에 의해 결정된다.

이와 같이, 광축으로부터 떨어짐에 따라서, 즉, 축외가 될 수록, 라인센서(9)에 의해 수광할 수 있는 각도가 감소하기 때문에, 이물(24)로부터의 광량을 감소한다.

한편, 패턴으로부터의 반사광은 경면반사이기 때문에, 대물렌즈(27)전체에 분포를 가지고 있는 것이 아니고, 어떤 일부에만 광이 집중하고 있기 때문에, 수광할 수 있는 각도가 감소해도 패턴으로부터의 반사광의 강도는 거의 감소하지 않는다. 이 때문에, 축외가 될 수록 S/N가 저하한다는 문제가 발생한다.

이와 같은 과제에 대해서, 이물(24)로부터의 산란광을 가능한 한 수광할 수 있도록 하기 위하여 적어도 대물렌즈(27)에 의해 차광되는 양보다도 결상렌즈(28)에 의해 차광되는 양이 작게 되지 않도록 조건을 설정한다. 즉, 최대 상높이 $h=A/2(A$:검사영역)에 있어서 $\xi_2 > \xi_1$ 가 되도록 설정한다. 이 관계에 상기 식②, 식③을 대입하여 정리하면, 식④ 즉 식①이 된다.

$$D_2 \geq D_1 - 2A + AL / f_1 \quad \dots \textcircled{4}$$

또, 대물렌즈(27)와 결상렌즈(28)의 직경을 동일하게 할 경우가 많은 것 및 설명을 간단히 하기 위하여, $D_1=D_2$ 로서 이하 설명한다. 이 경우에는 식④는 식⑤와 같이 쓸 수 있다.

$$2f_1 \geq L \quad \dots \textcircled{5}$$

즉, 주평면간 거리 L 을 대물렌즈(27)의 초점거리 f_1 의 2배 이내로 한다.

제15도는, $D_1=D_2$ 로 해서, 주평면간 거리 L 과 광축으로부터의 거리 h 를 변화시킨 경우의 S/N를 계산기시물

레이션한 결과를 표시한다. 제15도로부터 $L \leq 2f_1$ 의 경우에는 S/N의 저하의 비율일 작고, L 이 $2f_1$ 이상 일 경우에 비해서 S/N가 줄다는 것을 알 수 있다.

이와 같이 결상렌즈(28)를 식④에 표시한 바와 같이 설정함으로써, 광축외에서의 S/N의 저하의 비율을 저감할 수 있다.

이상과 같이 본 실시예에 의하면, 제 1실시예와 마찬가지로 효과를 얻을 수 있다. 또, 본 실시예에 의하면 결상렌즈(28)를 식④와 같이 설정함으로써, 광축외에서도 고정밀도로 이물(24)을 검출할 수 있다.

또한, 이 실시예에서는 검출부에 라인센서(9)를 사용했으나, 검출부에 포토다이오드나 포토멀티플라이어 등의 광전변환소자를 사용해도 되는 것은 말할 나위도 없다.

또, 이 실시예에서는, 조명부에 원기동렌즈(5)를 사용했으나, 슬릿 등을 사용해서 라인형상의 조명광을 실현해도 되는 것은 말할 나위도 없다.

또, 제 2실시예 및 제 3실시예와 조합함으로써, 더욱 고정밀도로 이물을 검사할 수 있는 것은 말할 나위도 없다.

제16도는 본 발명의 제 5실시예에서의 이물검사방법의 기본구성도를 표시한 것이다.

제16도에서, 도면중의 번호에서 제2도와 동일한 번호인 것은 동일한 것을 표시한다.

제 1실시예와 본 실시예가 다른 것은, 대물렌즈(29)와 결상렌즈(30)가 양텔레센트릭광학계로 구성되어 있는 것이다. 예를 들면, 결상렌즈(30)의 앞쪽초점면을 대물렌즈(29)의 뒤쪽초점면으로 함으로써 실현할 수 있다.

이상과 같이 구성된 본 실시예의 이물검사방법에 대해서 동작을 설명한다. 레이저광원(2)으로부터의 레이저광을 콜리메이터렌즈(3)에 의해 평행광으로 하고, 입사면(12)의 S편광레이저광(13)이 투과하도록 방위 설정한 편광자(4)에 의해서 입사면의 S편광레이저광(13)을 투과 시키고, 원기동렌즈(5)에 의해 피검사기판(1)에 대해서 거의 평행하게 되는 입사각 α 에서 피검사기판(1)의 표면의 라인형상의 영역을 조명한다.

이와 같이 조명된 광이 피검사기판(1)의 표면상의 패턴(23)에 의해 반사되고, 대물렌즈(29)에 입사하는 광은, 제 1실시예에서 설명한 바와 같이, 특정방향의 평면등에 의해 극히 미소하다.

한편, 이물(24)에 의해 산란되는 광은, 패턴(23)으로부터의 광에 비해서 크다. 이와 같은 패턴(23)으로부터의 반사광 및 이물(24)로부터의 산란광중, 대물렌즈(29)에 입사한 광은, 검광자(7)에 의해 검출면(16)의 P편광레이저광(18)만이 투과되고, 결상렌즈(30)에 의해 라인센서(9)위에 결상된다. 검출면(16)의 P편광레이저광(18)은 라인센서(9)에 의해 광전변환되고, 이 검출신호를 사용해서 이물(24)의 판정을 고정밀도로 행할 수 있다는 것은 제 1실시예와 마찬가지로이다.

이상과 같이, 본 실시예에 의하면, 제 1실시예와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다. 또, 본 실시예에 의하

면, 대물렌즈(29)와 결상렌즈(30)는 양텔레센트릭으로 하고 있기 때문에, 피검사기판에 맥놀이 등이 발생해도 배율관계가 변화하지 않기 때문에, 이물의 크기를 정확히 측정할 수 있다.

또한, 본 실시예에서는 검출부에 라인센서(9)를 사용했으나, 검출부에 포토다이오드나 포토멀티플라이어 등의 광전변환소자를 사용해도 되는 것은 말할 나위도 없다.

또, 이 실시예에서는, 조명부에 원기동렌즈(5)를 사용했으나, 슬릿등을 사용해서 라인형상의 조명광을 실현해도 되는 것은 말할 나위도 없다.

또, 본 실시예와 제 2실시예 및 제 3실시예를 조합함으로써, 더욱 고정밀도로 이물을 검사할 수 있는 것은 말할 나위도 없다.

제17도는 본 발명의 제 6실시예에 있어서의 이물검사방법의 기본구성도를 표시한 것이다.

제17도에서, 도면중의 번호에서 제2도와 동일한 번호인 것은 동일한 것을 표시한다.

제 1실시예와 본 실시예가 다른 것은, 대물렌즈(6)와 검광자(7)의 사이에 1/2파장판(31)과 이것을 빼고꽃기 위한 파장판이동제어부(32)를 설치하고 있는 것이다. 단, 1/2파장판(31)은 제18도에 표시한 바와 같이, 결정의 광축이 검출면(16)의 S편광레이저광(17)의 편광면과 이루는 각이 45° 정도로 설정되고, S편광레이저광(17)을 P편광으로 변환함으로써 P편광레이저광(18)만이 투과하도록 방위설정된 검광자(7)를 투과하도록 했다.

이상과 같이 구성된 본 실시예의 이물검사방법에 대해서 그 동작을 설명한다. 여기서는, 패턴이 형성되어 있지 않은 피검사기판이나, 또는 프로세스의 초기공정 등에서의 패턴 단차가 작은 피검사기판을 검사하는 경우에, 검출계에 1/2파장판(31)이 삽입된 경우의 동작을 설명한다. 레이저광원(2)으로부터의 레이저광을 콜리메이터렌즈(3)에 의해 평행광으로 하고, 입사면(12)의 S편광레이저광(13)이 투과하도록 방위설정된 편광자(4)에 의해서 입사면의 S편광레이저광(13)을 투과시키고, 원기동렌즈(5)에 의해 피검사기판(1)에 대해서 거의 평행하게 되는 입사각 α 에서 피검사기판(1)의 표면의 라인형상의 영역을 조명한다.

이와 같이 조명된 광이 피검사기판(1)의 표면상의 패턴(23)에 의해서 반사되나, 여기서는 패턴단차가 작은 피검사기판을 상정하고 있으므로, 대물렌즈(6)에 입사하는 반사면을 가진 패턴에지부는 극소이고, 대물렌즈(6)에는 거의 패턴(23)으로부터의 반사광이 입사하지 않고, 패턴(23)의 노이즈는 거의 없다.

한편, 이물(24)에 의해서 산란되는 광은, 편광성분이 혼란되기 때문에, 검출면(16)의 S편광레이저광(17) 및 P편광레이저광(18)을 포함한 반사광이 된다. 이 검출면(16)의 S편광레이저광(17)의 강도는, 검출면(16)의 P편광레이저광(17)의 강도의 약 5배이상이다. 이 반사광은 대물렌즈(6)에 입사 후, 결정의 광축이 검출면(16)의 S편광레이저광(17)의 편광면과 이루는 각이 45° 정도로 설정된 1/2파장판(31)을 투과한다. 이 때에 파장판(31)에 입사한 높은 강도의 P편광레이저광(18)으로서 출사되고, 또 파장판(31)에 입사한 낮은 정도의 P편광레이저광(18)은, 낮은 정도의 S편광레이저광(17)으로서 출사된다.

검광자(7)에 의해서 높은 강도의 P편광레이저광(18)만이 투과되고, 결상렌즈(8)에 의해서 라인센서(9)위에 결상된다. 검출면(16)의 P편광레이저광(18)은 라인센서(9)에 의해 광전변환되고, 이 검출신호를 사용해서 이물의 판정을 고정밀도로 행할 수 있다는 것은 제 1실시예와 마찬가지로이다. 제 1실시예와 다른 것은 패턴이 형성되어 있지 않은 피검사기판(1)이나, 또는 프로세스의 초기공정등에 있어서의 패턴단차가 작은 피검사기판(1)을 검사하는 경우에 있어서, 보다 고감도로 이물(24)을 검출할 수 있는 것이다. 이하 이에 대해서 설명한다.

입사면(12)의 S편광레이저광(13)에 의한 조명강도에 대해서 이물(24)로부터 발생하는 후방 산란광에 있어서의 검출면(16)의 P편광레이저광(18)의 강도는 매우 약하다. 이 때문에, 패턴이 형성되어 있지 않은 피검사기판(1)이나 또는 프로세스의 초기공정등에 있어서의 패턴단차가 작은 피검사기판(1)등을 검사하는 경우에 있어서는, 조명계의 강도에 한계가 있기 때문에, 패턴(23)으로부터의 노이즈에 의해서 이물검출 S/N가 결정되는 것이 아니고, 라인센서(9)등의 검출계 자체에서 결정되는 노이즈에 의해서 이물검출 S/N가 결정되고 있다.

이상과 같이 본 실시예에 의하면, 제 1실시예와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다. 또, 본 실시예에 의하면, 패턴이 형성되어 있지 않은 피검사기판(1)이나, 또는 프로세스의 초기공정 등에서의 패턴단차가 작은 피검사기판(1) 등을 검사하는 경우에, 검출계에 1/2파장판(31)을 삽입해서, 이물(24)로부터 발생하는 강한 후방산란강도를 가진 검출면(16)의 S편광레이저광(17)을 검출하고, 높은 이물검출 S/N에 의해서 이물 검출강도를 향상시킬 수 있다.

상기한 실시예의 검출계에서는, 1/2파장판(31)의 삽입에 의해서, 후방산란강도가 높은 S편광레이저광(17)을 P편광레이저광(18)으로 변환해서, P편광레이저광(18)만을 투과하도록 방위설정된 검광자(7)에 의해 검출을 행하고 있으나, 이에 대신해서, S편광레이저광(17)만을 투과하도록, 검출계의 검광자를 회전시켜서 S편광레이저광을 검출해도 된다. 이 회전이동은 90° 정도가 바람직하다.

또한, 본 실시예에서는 검출부에 라인센서(9)를 사용했으나, 검출부에 포토다이오드나 포토멀티플라이어 등의 광전변환소자를 사용해도 되는 것은 말할 나위도 없다.

또, 이 실시예에서는, 조명부에 원기동렌즈(5)를 사용했으나, 슬릿등을 사용해서 라인형상의 조명광을 실현해도 되는 것은 말할 나위도 없다.

또, 본 실시예와 제 2실시예, 제 3실시예, 제 4실시예 및 제 5실시예를 조합함으로써, 더욱 고정밀도로 이물을 검사할 수 있는 것은 말할 나위도 없다.

제19도는 본 발명의 제 7실시예에 있어서의 이물검사방법의 기본구성도를 표시한 것이다.

제19도에서, 도면중의 번호에서 제2도와 동일한 번호인 것은 동일한 것을 표시한다.

제 1실시예와 본 실시예가 다른 것은, 조명부가 복수의 점광원으로 이루어진

어레이형상레이저광원(34)과, 어레이방향의 상의 배율을 변화시키는 방향으로 배치된 원기동렌즈(35)를 구비하고 있는 점이다.

이상과 같이 구성된 본 실시예의 이물검사방법에 대해서 그 동작을 설명한다. 어레이형상레이저광원(34)으로부터의 복수의 레이저광을 콜리메이터렌즈(3)에 의해 평행광으로 하고, 복수의 레이저광평행광을 원기동렌즈(35)에 의해서 라인형상의 평행광으로 하고, 입사면(12)의 S편광레이저광(13)이 통과하도록 방위 설정한 편광자(4)에 의해서 입사면의 S편광레이저광(13)을 투과시키고, 원기동렌즈(5)에 의해 피검사기판(1)에 대해서 거의 평행하게 되는 입사각 α 에서 피검사기판(1)의 표면의 라인형상의 영역을 조명한다.

이와 같이 조명된 광이 피검사기판(1)의 표면상의 패턴(23)에 의해서 반사되고, 대물렌즈(6)에 입사하는 광은, 제 1실시예에서 설명한 바와 같이, 특정 방향의 평면 등에 의해 극히 미소하다.

한편, 이물(24)에 의해 산란되는 광은, 패턴(23)으로부터의 광에 비해서 크다. 이와 같은 패턴(23)으로부터의 반사광 및 이물(24)로부터의 산란광중 대물렌즈(6)에 입사한 광은, 검광자(7)에 의해 검출면(16)의 P편광레이저광(18)만이 투과되고, 결상렌즈(8)에 의해 라인센서(9)위에 결상된다. 검출면(16)의 P편광레이저광(18)은 라인센서(9)에 의해 광전변환되고, 이 검출신호를 사용해서 이물(24)의 판장을 고정밀도로 행할 수 있다는 것은 제 1실시예와 마찬가지로이다.

여기서, 복수의 점광원을 사용하는 것에 대해서 설명한다. 입사면(12)의 S편광레이저광(13)에 의한 조명 강도에 대해서 이물(24)로부터 발생하는 검출면(16)의 P편광레이저광은 매우 약하고, 또, 이물(24)의 사이즈가 작게 되면 보다 미약해진다. 이것으로는 라인센서(9) 등의 검출계의 성능에서 한계가 결정된다. 그래서 복수의 광원을 사용해서, 조명의 광량을 증가시킬 필요가 있다.

또, 원기동렌즈(35)를 사용하는 이유를 설명한다. 제20도에 원기동렌즈(35)를 사용하지 않는 경우의 조명을 표시했다. 이 경우의 결상면(36)에서의 라인형상조명의 강도분포는 제22도에 실선으로 표시한 바와 같이 된다. 어떤 간격을 두고 배열된 어레이형상 레이저광원(34)은 결상면(36)에서는 어떤 간격의 피크를 가진 조명이 되어버리고, 시야의 위치에 의해서 대상물의 위치는 방향이 다르다는 등의 결점이 보였다. 그래서, 제21도에 표시한 바와 같이, 도중에 어레이형상 레이저광원(34)의 어레이방향의 상의 배율을 바꾸는 방향으로 원기동렌즈(35)를 배치하면, 이산적인 레이저빔열이 융합된다. 그 결과 결상면(36)에서의 강도분포는 제22도에 점선으로 표시한 바와 같이, 균일한 라인형상조명을 실현할 수 있다.

이상과 같이, 본 실시예에 의하면, 제 1실시예와 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다. 또, 본 실시예에 의하면, 복수의 점광원으로 이루어진 어레이형상 레이저광원(34)과 원기동렌즈(35)에 의해서 균일하고 대광량인 라인형상조명을 실현할 수 있기 때문에, 고감도로 이물(24)을 검출할 수 있다.

또한, 본 실시예에서는 검출부에 라인센서(9)를 사용했으나, 검출부에 포토다이오드나 포토멀티플라이어 등의 광전변환소자를 사용해도 되는 것은 말할 나위도 없다.

또, 이 실시예에서는, 조명부에 원기동렌즈(35), (5)를 사용했으나, 슬릿 등을 사용해서 라인형상의 조명광을 실현해도 되는 것은 말할 나위도 없다.

제23도는 본 발명의 제 8실시예에 있어서의 이물검사방법의 기본 구성도를 표시한 것이다. 제23도에서, 제2도와 동일한 번호인 것은 동일한 것을 표시한다. 이 장치는 제 1실시예를 실현하는 장치로서, 레이저광원(2), 콜리메이터렌즈(3), 편광자(4) 및 원기동렌즈(5)로 구성된 조명부와, 대물렌즈(6), 검광자(7), 결상렌즈(8) 및 라인센서(9)로 구성된 검출부와, 라인센서(9)에서 얻어진 신호를 처리하는 신호처리부와 피검사기판(1)을 탑재하고 2차원적으로 이동시키는 XY이동대(22)를 구비하고 있다. 신호처리부는, 라인센서(9)로부터의 출력신호를 A/D변환하는 A/D변환회로(19), 이물(24)을 검출하기 위하여 미리 설정된 임계치를 기억하고 있는 메모리회로(20), A/D변환회로(19)의 출력과 메모리회로(20)에 기억된 임계치를 비교하여 이물(24)을 검사하는 신호비교회로(21)에 의해서 구성되어 있다.

이상과 같이 구성된 본 실시예의 이물검사장치에 대해서 그 동작을 설명한다. 레이저광원(2)으로부터의 레이저광을 콜리메이터렌즈(3)에 의해 평행광으로 하고, 입사면(12)의 S편광레이저광(13)이 통과하도록 방위 설정한 편광자(4)에 의해서 입사면의 S편광레이저광(13)을 투과시키고, 원기동렌즈(5)에 의해 피검사기판(1)에 대해서 거의 평행하게 되는 입사각 α 에서 피검사기판(1)의 표면의 라인형상의 영역을 조명한다.

이와 같이 조명된 광이 피검사기판(1)의 표면상의 패턴(23)에 의해서 반사되고, 대물렌즈(6)에 입사하는 광은, 제 1실시예에서 설명한 바와 같이, 특정 방향의 평면 등에 의해 극히 미소하다.

한편, 이물(24)에 의해 산란되는 광은, 패턴(23)으로부터의 광에 비해서 크다. 이와 같은 패턴(23)으로부터의 반사광 및 이물(24)로부터의 산란광중, 대물렌즈(6)에 입사한 광은, 검광자(7)에 의해 검출면(16)의 P편광레이저광(18)만이 투과되고, 결상렌즈(8)에 의해 라인센서(9)위에 결상된다. 검출면(16)의 P편광레이저광(18)은 라인센서(9)에 의해 광전변환되고, 이 검출신호를 얻는 것은 제 1실시예와 마찬가지로이다.

본 실시예에 있어서는, 검출신호가 A/D변환회로(19)에 의해서 A/D변환된다. 그리고 이 출력신호는, 신호비교회로(21)에 의해서, 메모리회로(20)에 미리 설정하고 있는 임계치와 검출 신호를 비교함으로써 이물(24)의 판정을 행한다. 이후 시료XY이동대(22)를 이동시켜서, 순차 피검사기판(1)의 전체표면의 이물검사를 행할 수 있다.

또한, 본 실시예에서는 검출부에 라인센서(9), 시료이동수단으로서 XY이동대(22)를 사용했으나, 검출부에 포토다이오드나 포토멀티플라이어 등의 광전변환소자, 시료이동수단으로서 회전이동을 병용한 것을 사용해도 되는 것은 말할 나위도 없다.

또, 이 실시예에서는, 조명부에 원기동렌즈(5)를 사용했으나, 슬릿 등을 사용해서 라인형상의 조명광을 실현해도 되는 것은 말할 나위도 없다. 또 본 실시예와 제 2실시예 내지 제 7실시예를 조합함으로써 더욱 고정밀도로 이물(24)을 검사할 수 있는 것은 말할 나위도 없다.

그 이외에도, 본 발명은 그 요지를 일탈하지 않는 범위내에서 적당히 변경해서 실시할 수 있는 것이다.

본 발명의 이물검사방법은 상기한 구성에 의해서 이물로부터의 검출광의 광강도를, 패턴등으로부터의 검출광의 광강도보다 현저하게 향상시킴으로써, 이물과 패턴등 노이즈가 되는 성분과의 판별비를 향상시키고, 또한, 미소한 이물까지 검출하는 것이 가능하다.

또 상기 빔의 광축과 검사대상의 검사면과 이루는 각을 $1^{\circ} \sim 5^{\circ}$ 로 함으로써, 더욱 이물과 패턴과의 판별비가 좋아지기 때문에 고정밀도로 이물을 검출하는 것이 가능하다.

또, 검사면과 이루는 각이 60° 이하가 되는 위치의 광축에서 검출함으로써, 더욱 이물과 패턴과의 판별비가 좋아지기 때문에, 고정밀도로 이물을 검출하는 것이 가능하다.

또, 검사면과 이루는 각이 40° 이하가 되는 위치의 광축에서 검출함으로써, 더욱 광축외에서도, 이물과 패턴과의 판별비가 좋기 때문에, 고정밀도로 이물을 검출하는 것이 가능하다.

또, 검출부에 주기패턴을 제거하는 공간필터를 설치함으로써, 검사대상의 패턴으로부터의 광을 제거할 수 있기 때문에, 더욱, 고정밀도로 이물을 검출하는 것이 가능하다.

또, 검출부에 광축외에서 공초점광학계이상의 개구를 가지도록 설정된 광학계를 설치함으로써 광축외에서도 이물로부터의 광량을 많이 수광할 수 있기 때문에, 광축외에서도 고정밀도로 이물을 검출하는 것이 가능하다.

또, 검출부에 텔레센트릭광학계를 설치함으로써, 검사대상이 구불구불해도 배율관계가 손상되지 않기 때문에, 고정밀도의 이물의 검사를 실현할 수 있다.

또, 검출부에 1/2파장판과 검사대상의 종류에 따라서 1/2파장판을 빼고꽂기하는 파장판이동 제어부를 설치함으로써 광강도가 큰 편광방향을 선택할 수 있기 때문에, 고감도로 이물의 검사를 실현할 수 있다.

또 조명부에 복수의 점광원과 점렬과 평행한 방향의 상의 배율을 변화시키도록 배치된 원기둥렌즈를 설치함으로써, 조도가 크고 균일한 라인빔을 조사할 수 있기 때문에, 고정밀도로 이물을 검출하는 것이 가능하다.

또, 본 발명의 이물검사장치는, 상기한 구성에 의해서, 검사대상의 패턴등 노이즈가 되는 성분으로부터의 광은 거의 수광하지 않기 때문에 고정밀도의 이물검사를 실현할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

검사대상물의 검사면에 대해서 S편광이 되는 빔을 상기 검사대상의 검사면에 대해서 1° 내지 5° 의 각도로 조사함과 동시에, 조사면과 이루는 각도가 40° 이하로 되는 광축상에서, 또한 조사빔의 광축과의 차이각도가 30° 이내로 되는 광축상에서, 상기 빔에 의해서 발생하는 반사광 및 산란광중의 검사면에 대해서 P편광이 되는 성분을 이물로서 검출하는 것을 특징으로 하는 이물검사방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 검사대상이 패턴부착기판이고, 반사광 및 산란광중의 P편광성분의 광량의 비교에 의해 이물을 검출하는 것을 특징으로 하는 이물검사방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 검출쪽 광축상에 비치한 공간필터에 의해서 검사대상의 주기패턴을 제거하는 것을 특징으로 하는 이물검사방법.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 검출쪽 광축에서, 초점거리 f 또한 개구직경 D 의 대물렌즈와, 대물렌즈의 주평면으로부터 거리 L 의 위치에 주평면이 배치되고 개구직경이 $D-2A+AL/f$ 이상(단, A 는 광전변환소자의 검출쪽과 대물렌즈, 결상렌즈와의 배율관계에 의해 결정되는 검사영역)이 되도록 설정된 결상렌즈로 이루어진 광학계를 사용해서, 반사광 및 산란광중의 검사면에 대해서 P편광이 되는 성분을 이물로서 광전변환소자에 의해서 검출하는 것을 특징으로 하는 이물검사방법.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, 텔레센트릭광학계를 사용해서, 반사광 및 산란광중의 검사면에 대해서 P편광이 되는 성분을 이물로서 검출하는 것을 특징으로 하는 이물검사방법.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 검출쪽 광축에서, 편광을 회전시키는 1/2파장판을 검사대상에 따라서 부가함으로써, 반사광 및 산란광중의 검사면에 대해서 S편광이 되는 성분을 P편광성분으로 변환해서 이물로서 검출하는 것을 특징으로 하는 이물검사방법.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서, 복수의 점광원으로부터의 빔을 점렬과 평행한 방향의 상의 배율을 변화하도록 배치된 원기둥렌즈에 의해서 라인빔으로 설정한 것을 특징으로 하는 이물검사방법.

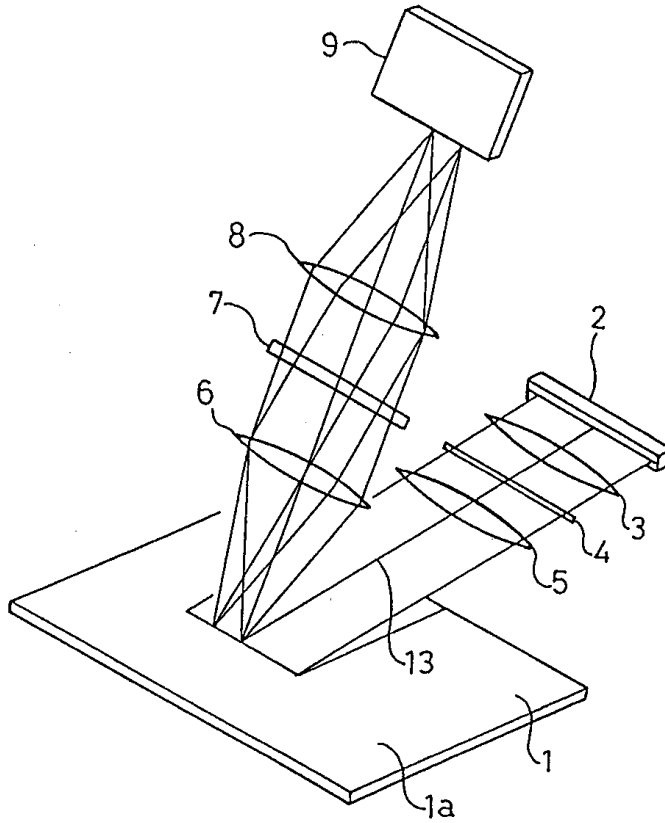
청구항 8

검사대상물의 검사면에 대해서 1° 내지 5° 의 각을 가지고 교차하는 축을 광축으로 하도록 배치되고, 상기 검사대상물의 검사면에 대해서 S편광이 되도록 빔을 조사하는 조명부와, 조사면과 이루는 각도가 40°

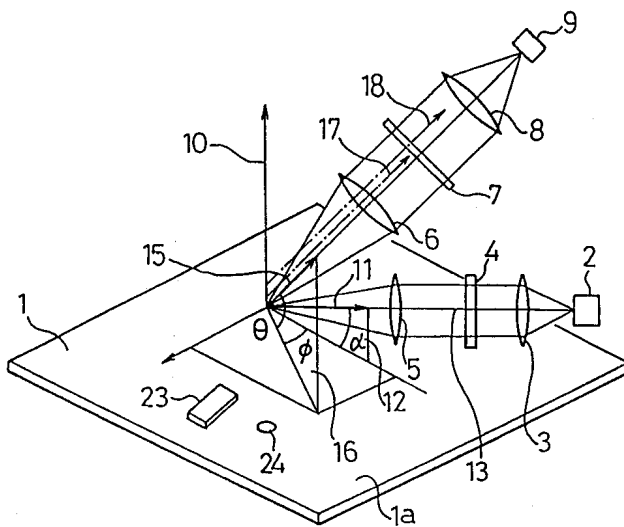
이하로 되는 광축상에서 또한 상기 조명부의 광축과의 차이각이 30° 이내가 되는 광축상에서 상기 조명부에 의해서 발생하는 반사광 및 산란광중의 검사면에 대해서 P편광이 되는 성분을 검출하고 광전변환하는 검출부와, 상기 검출부에 의해서 얻어진 신호를 사용해서 이물로서 판정하는 신호처리부를 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 이물검사방법.

도면

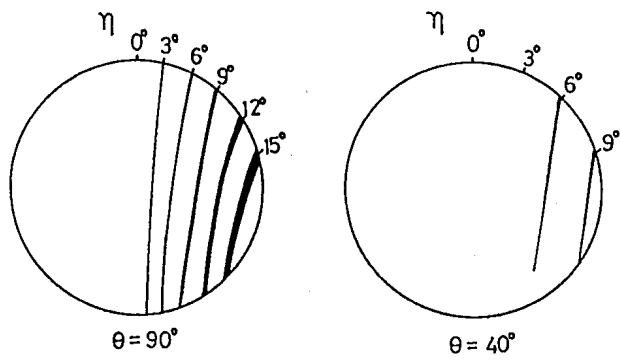
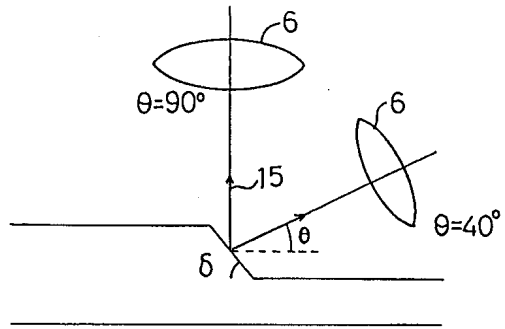
도면1



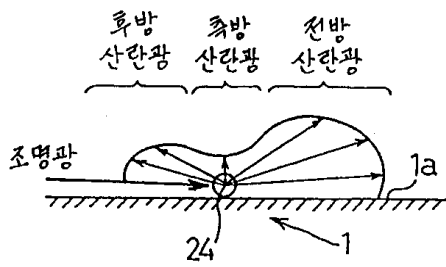
도면2



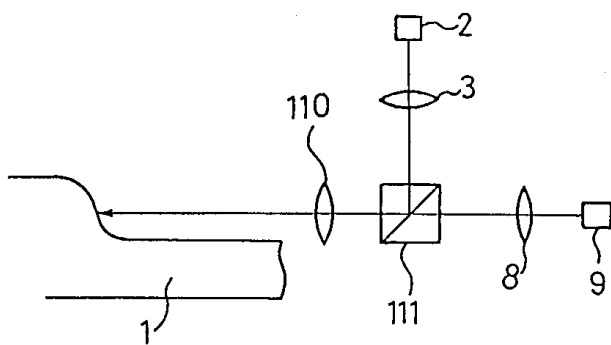
도면5



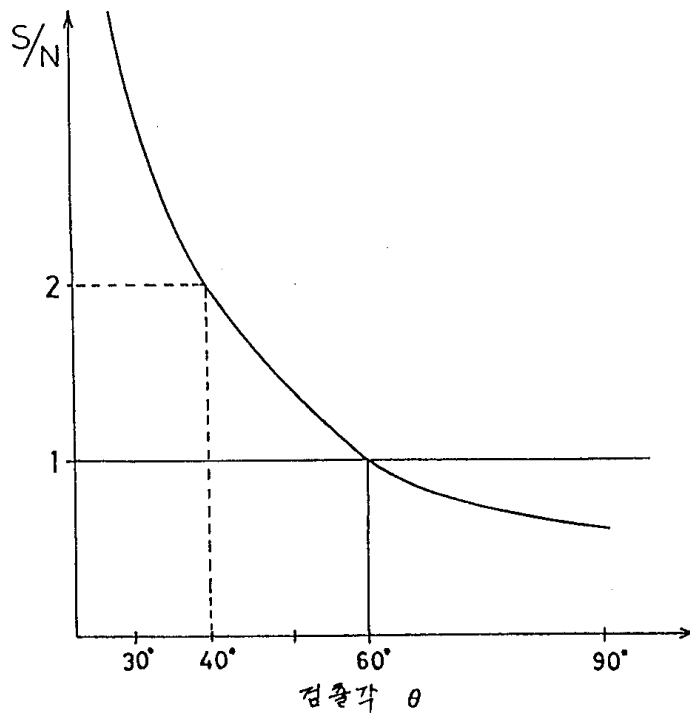
도면6



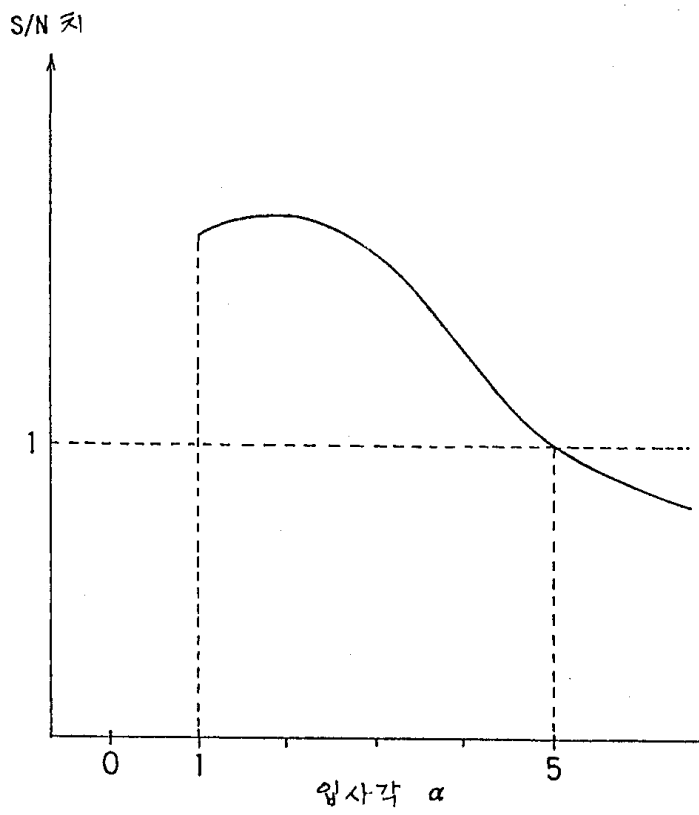
도면7



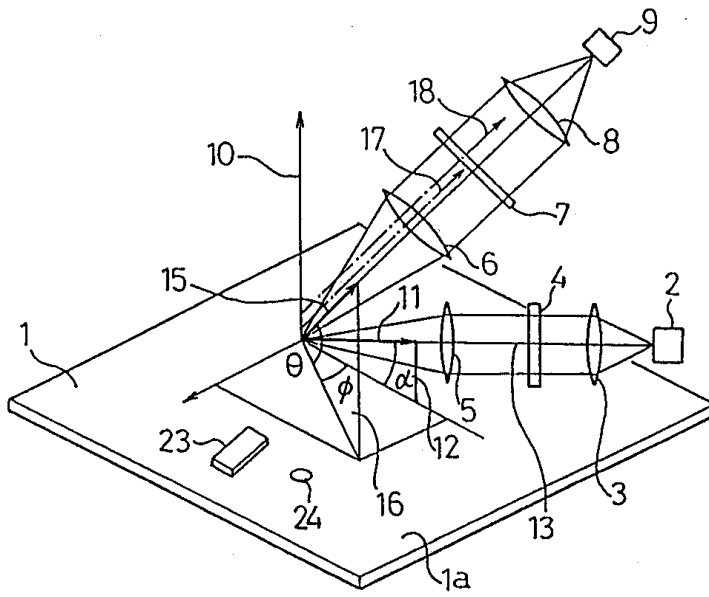
도면8



도면9

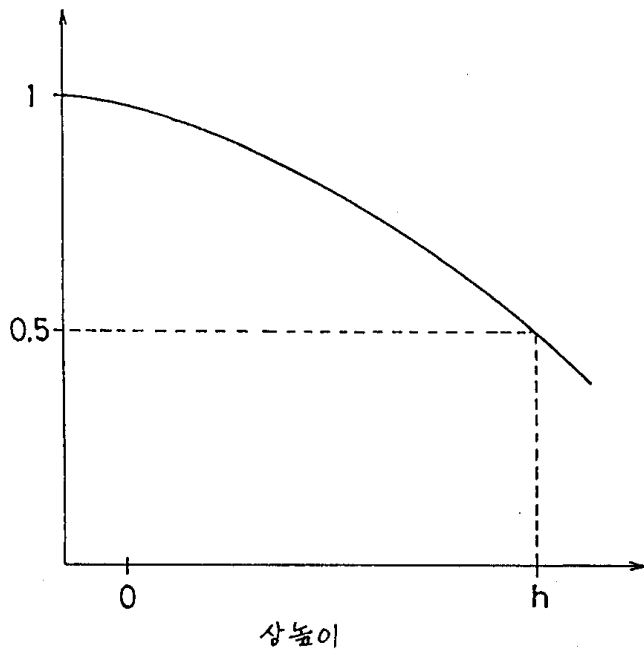


도면10

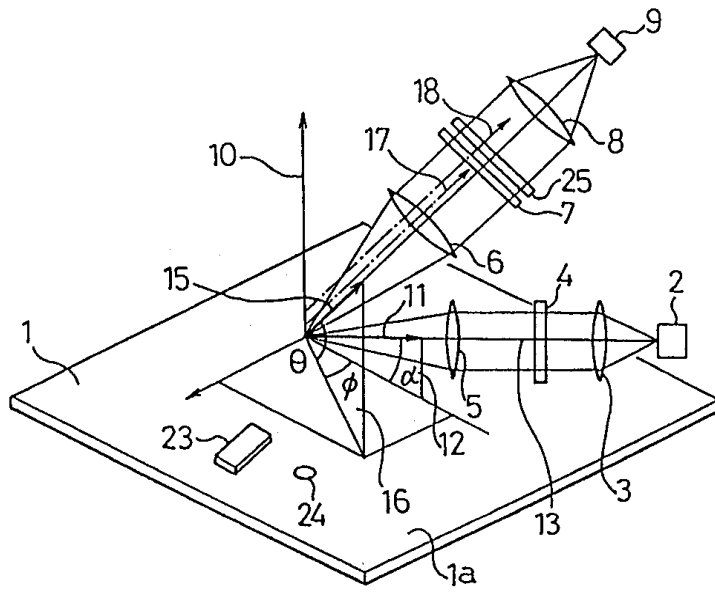


도면11

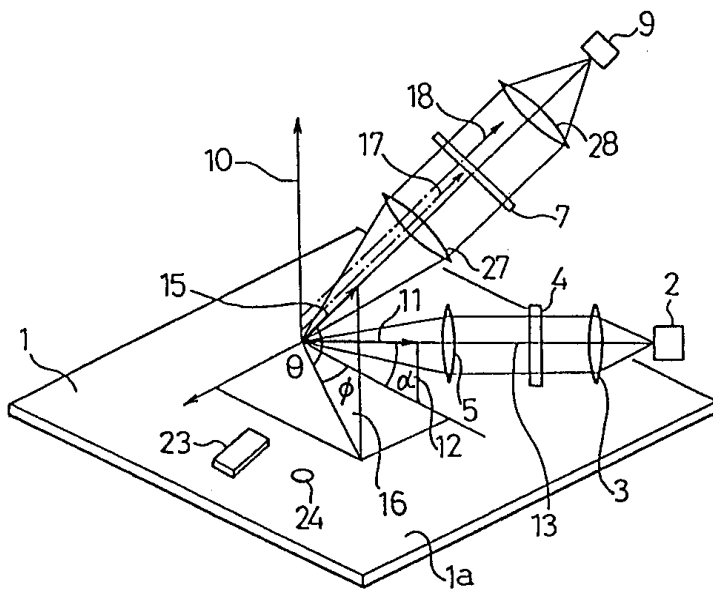
광축상 S/N 치와의 상대비



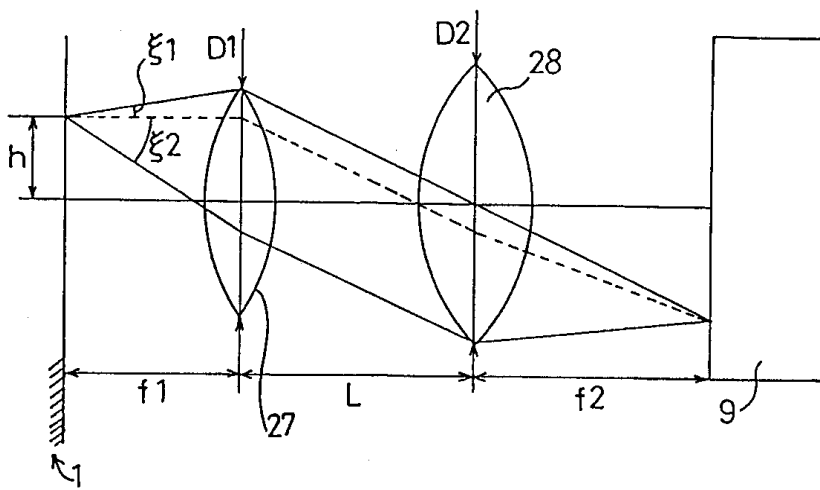
도면 12



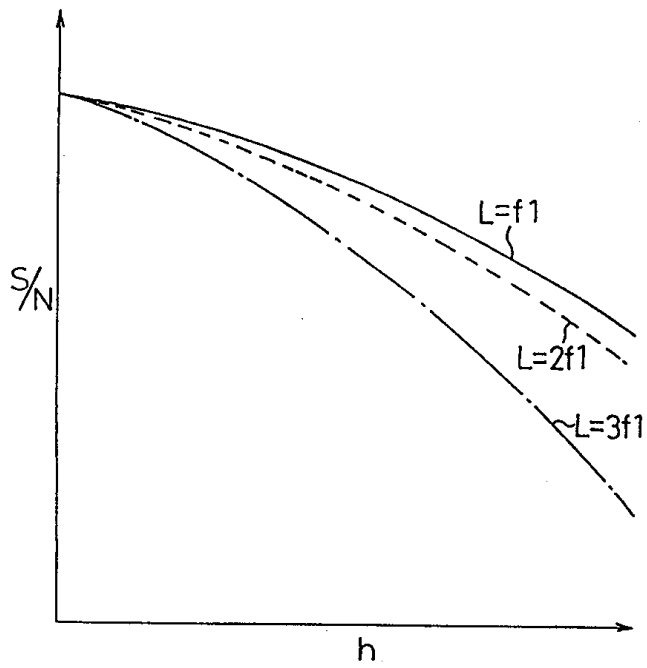
도면 13



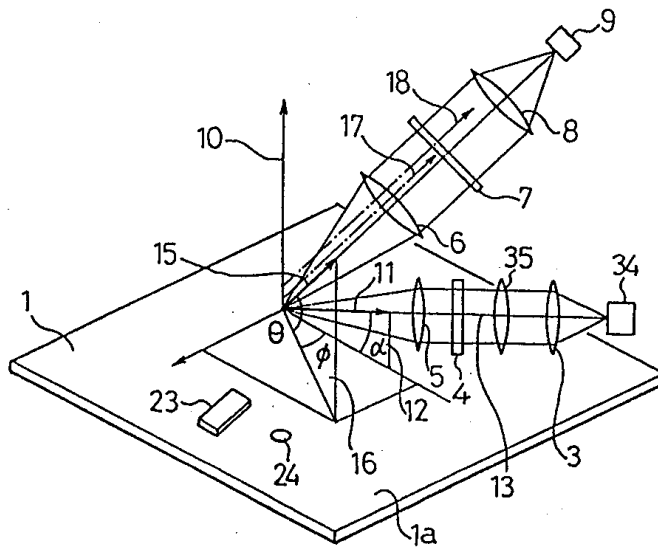
도면 14



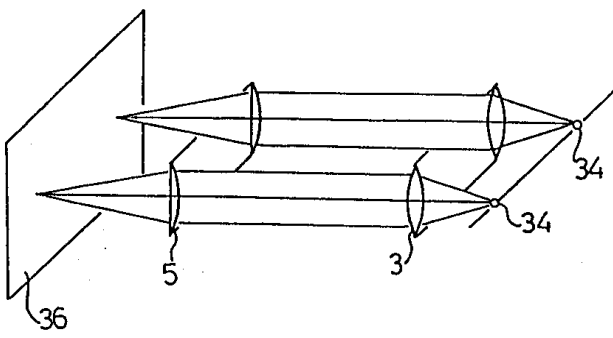
도면 15



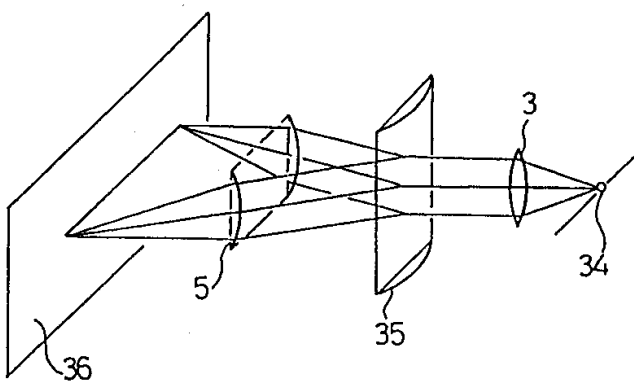
도면19



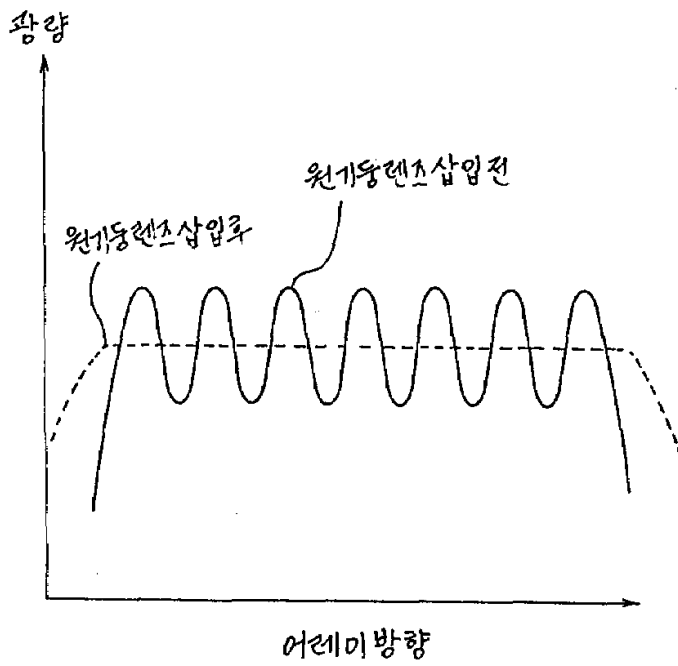
도면20



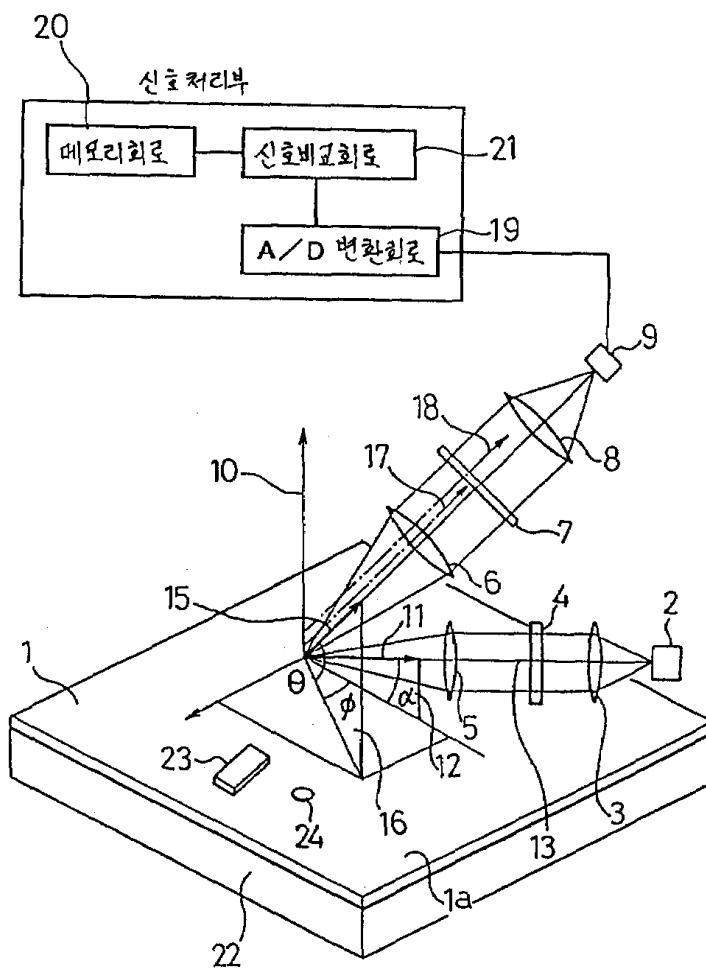
도면21



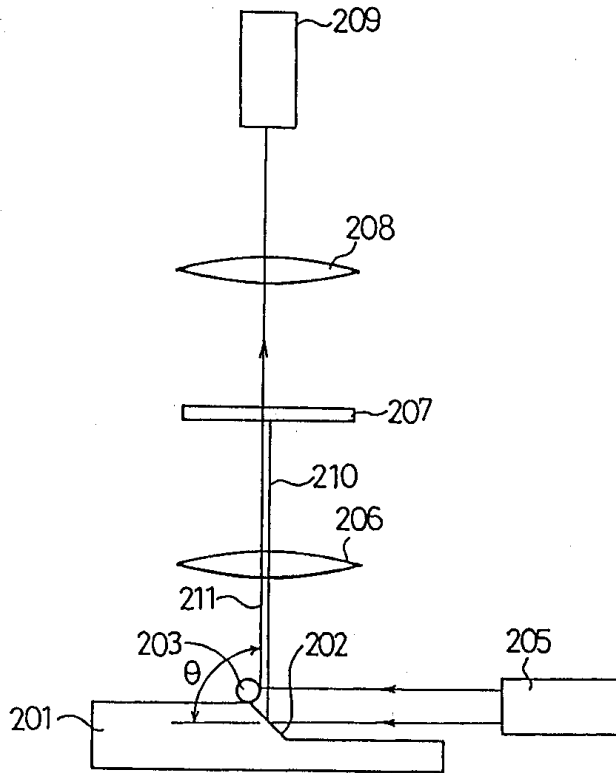
도면22



도면23



도면24



도면25

