



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0005338  
(43) 공개일자 2025년01월09일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01N 21/892 (2006.01) G01N 21/88 (2006.01)  
H04N 1/028 (2006.01) H04N 1/053 (2006.01)  
H04N 1/19 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
G01N 21/892 (2013.01)  
G01N 21/8806 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2024-7038521
- (22) 출원일자(국제) 2023년03월27일  
심사청구일자 2024년11월19일
- (85) 번역문제출일자 2024년11월19일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2023/012244
- (87) 국제공개번호 WO 2023/238480  
국제공개일자 2023년12월14일
- (30) 우선권주장  
JP-P-2022-093007 2022년06월08일 일본(JP)

- (71) 출원인  
가부시키키가이샤 비넥스  
일본국 768-0021 카가와켄 칸온지시 요시오카쵸 262번지
- (72) 발명자  
와타나베 류타  
일본국 7680021 카가와 칸온지시 요시오카쵸 262가부시키키가이샤 비넥스 사내
- 이와사키 오사무  
일본국 7680021 카가와 칸온지시 요시오카쵸 262가부시키키가이샤 비넥스 사내
- (74) 대리인  
특허법인 강인

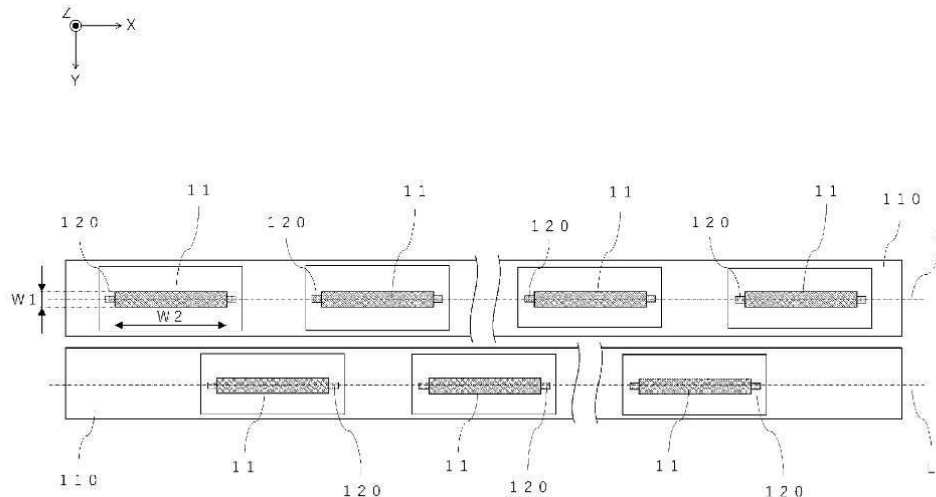
전체 청구항 수 : 총 36 항

(54) 발명의 명칭 광학 라인 센서

(57) 요약

복수의 수광 렌즈(11)는 주주사 방향을 따라 복수 배치되어 있다. 복수의 수광 소자는 주주사 방향을 따라 라인 상으로 배치되고, 복수의 수광 렌즈(11)를 투과한 광을 수광한다. 복수의 수광 소자는 적어도 2열 이상의 관독 라인(L)을 형성한다. 수광 렌즈(11)는 텔레센트릭 광학계를 구성하고 있으며, 부주사 방향에 있어서의 폭(W1)이 주주사 방향에 있어서의 폭(W2)보다도 작다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

*G01N 21/8851* (2013.01)

*H04N 1/028* (2013.01)

*H04N 1/053* (2013.01)

*H04N 1/19* (2013.01)

*G01N 2021/8816* (2013.01)

*G01N 2201/0612* (2013.01)

*G01N 2201/062* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

부(副)주사 방향으로 반송되는 검사 대상물을 주(主)주사 방향으로 연장되는 관독 라인으로 관독하는 광학 라인 센서로서,

주주사 방향을 따라 복수 배치된 복수의 수광 렌즈와,

주주사 방향을 따라 라인상으로 배치되고, 상기 복수의 수광 렌즈를 투과한 광을 수광하는 복수의 수광 소자를 구비하고,

상기 복수의 수광 소자는 적어도 2열 이상의 상기 관독 라인을 형성하고,

상기 수광 렌즈는 텔레센트릭 광학계를 구성하고 있고, 부주사 방향에 있어서의 폭이 주주사 방향에 있어서의 폭보다도 작은 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 수광 렌즈는 상기 주주사 방향 및 상기 부주사 방향에 직교하는 방향에서 봤을 때 직사각형상으로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 복수의 수광 렌즈는 당해 수광 렌즈의 주주사 방향에 있어서의 폭 이하로 서로 이간되어 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 수광 렌즈의 N.A.가  $0.001 < N.A. < 0.05$ 를 만족하도록 상기 수광 렌즈의 부주사 방향에 있어서의 폭이 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 복수의 수광 소자는, 2열 이상의 어레이상으로 배치됨으로써 복수의 수광 소자 어레이를 구성하고,

상기 복수의 수광 렌즈는, 상기 복수의 수광 소자 어레이에 대응한 수만큼 배치되고, 각 수광 렌즈를 투과하여 각 수광 소자 어레이로 안내되는 광의 광축은, 각 수광 소자 어레이의 대략 중앙부를 관통하는 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 복수의 수광 소자는, 2열 이상의 어레이상으로 배치됨으로써 복수의 수광 소자 어레이를 구성하고,

상기 복수의 수광 렌즈는, 상기 복수의 수광 소자 어레이에 대응한 수만큼 배치되고, 각 수광 렌즈를 투과하여 각 수광 소자 어레이로 안내되는 광의 광축은, 각 수광 소자 어레이의 대략 중앙부로부터 부주사 방향으로 평행하게 떨어진 위치를 관통하는 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

#### 청구항 7

제5항 또는 제6항에 있어서, 상기 복수의 수광 소자 어레이는, 2열의 관독 라인에 각각 복수 배치된 각 관독 라인보다도 짧은 수광 소자 어레이이며, 한쪽의 관독 라인에 배치된 수광 소자 어레이와 다른 쪽의 관독 라인에 배치된 수광 소자 어레이가 주주사 방향을 따라 교대로 지그재그상으로 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 8**

제1항에 있어서, 상기 복수의 수광 렌즈가, 각각 도립상을 형성하는 굴절률 분포형 렌즈 또는 아크로마트 또는 아포크로마트를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 9**

제8항에 있어서, 상기 굴절률 분포형 렌즈가 유리 또는 수지로 이루어지고, 당해 렌즈의 렌즈 파라미터에 있어서 축상 굴절률  $N_0$ 이  $1.45 \leq N_0 \leq 1.65$ 이고, 굴절률 분포 상수  $\sqrt{A}$ 가  $0.05 \leq \sqrt{A} \leq 0.12$ 이며, 초점 거리  $f$ 가  $50\text{mm} \leq f \leq 150\text{mm}$ 인 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 10**

제8항에 있어서, 상기 복수의 수광 렌즈가, 각각 복수개의 렌즈를 조합한 아크로마트 또는 아포크로마트로 이루어지고, 상기 복수개의 렌즈로서 볼록 렌즈만을 조합한 렌즈계이거나 또는 상기 복수개의 렌즈로서 볼록 렌즈와 오목 렌즈를 조합한 렌즈계이고, 또한 당해 복수개의 렌즈의 초점 거리  $f$ 가  $25\text{mm} \leq f \leq 250\text{mm}$ 이고, 또한 당해 복수개의 렌즈의 구경  $\Phi$ 가  $2\text{mm} \leq \Phi \leq 50\text{mm}$ 인 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 11**

제1항에 있어서, 검사 대상물에 광을 조사하는 복수의 광원을 더 구비하고, 상기 복수의 광원은 상기 판독 라인에 평행하게 나란히 배치되고, 상기 복수의 광원의 광축은, 상기 복수의 수광 렌즈를 투과하여 상기 복수의 수광 소자로 안내되는 광의 광축과 교점을 연결하고, 또한 당해 복수의 수광 렌즈를 투과하여 상기 복수의 수광 소자로 안내되는 광의 광축과 교차하는 가상 평면의 임의의 위치에 배치되고, 또한 서로 인접하는 수광 렌즈 사이의 대략 중앙부에 광원이 배치된 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 12**

제11항에 있어서, 상기 복수의 광원은, 복수의 상이한 파장을 갖는 광원을 포함하고, 당해 복수의 상이한 파장을 갖는 광원을 1단위로 해서, 당해 1단위의 광원이 주주사 방향으로 복수 나열된 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 13**

제11항에 있어서, 상기 복수의 광원으로부터의 광속을 집광하는 집광 렌즈를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 14**

제13항에 있어서, 상기 집광 렌즈는, 주주사 방향의 파워가 부주사 방향의 파워보다도 큰 제1집광 렌즈와, 부주사 방향의 파워가 주주사 방향의 파워보다도 큰 제2집광 렌즈를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 15**

제13항에 있어서, 상기 집광 렌즈는 하나의 렌즈체이고, 당해 렌즈체가 갖는 주주사 방향의 파워가 부주사 방향의 파워보다도 큰 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 16**

제14항에 있어서, 상기 집광 렌즈는, 주주사 방향의 파워를 상기 제1집광 렌즈와 제2집광 렌즈에 의해 조정 가능한 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 17**

제13항에 있어서, 상기 집광 렌즈가 실린드릭 렌즈 또는 프레넬 렌즈인 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 18**

제14항에 있어서, 상기 제1집광 렌즈가 렌티큘러 렌즈 또는 프리즘열이고,  
상기 제2집광 렌즈가 프레넬 렌즈 또는 실린드릭 렌즈인 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 19**

제11항에 있어서, 상기 복수의 광원이 백색 LED를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 20**

제11항에 있어서, 상기 복수의 광원이 적색 LED, 녹색 LED 및 청색 LED를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 21**

제11항에 있어서, 상기 복수의 광원이 레이저 다이오드를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 22**

제11항에 있어서, 상기 복수의 광원이 실장된 광원 기판과,  
상기 광원 기판에 부착된 히트싱크를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 23**

제1항에 있어서, 상기 복수의 수광 렌즈는, 주주사 방향을 따라 1열로 배치되어 있고,  
상기 복수의 수광 렌즈는, 주주사 방향으로 이웃하는 상기 수광 렌즈의 단부끼리가 연결된 상태로 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 24**

제23항에 있어서, 상기 복수의 수광 렌즈는, 주주사 방향에 대해서 수직인 방향에서 보았을 때 동일한 형상을 갖는 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 25**

제24항에 있어서, 상기 복수의 수광 렌즈는, 이웃하는 상기 수광 렌즈가 반전되어 연결된 상태로 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 26**

제23항 또는 제24항에 있어서, 상기 복수의 수광 소자는, 2열 이상의 어레이상으로 배치됨으로써 복수의 수광 소자 어레이를 구성하고,  
상기 복수의 수광 소자 어레이는, 상기 복수의 수광 렌즈 각각의 주주사 방향의 중앙부에 배치되고, 주주사 방향을 따라 교대로 지그재그상으로 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 27**

제26항에 있어서, 상기 복수의 수광 렌즈의 광축이 지그재그상으로 배치된 각 수광 소자 어레이로부터 대략 등거리이고, 또한 지그재그상으로 배치된 각 수광 소자 어레이의 주주사 방향에 있어서의 대략 1/2의 길이의 위치를 관통하는 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 28**

제26항에 있어서, 상기 복수의 수광 렌즈의 광축이 지그재그상으로 배치된 각 수광 소자 어레이의 대략 중앙부를 관통하는 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 29**

제23항 또는 제24항에 있어서, 상기 복수의 수광 소자는, 2열 이상의 어레이상으로 배치됨으로써 복수의 수광

소자 어레이를 구성하고,

검사 대상물을 조명하고, 상기 복수의 수광 소자 어레이와 일대일로 대응하고 있는 복수의 광원을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 30**

제29항에 있어서, 상기 복수의 광원이 상기 복수의 수광 소자 어레이에 대응하여 부주사 방향으로 복수 라인의 조명광의 광각도 분포를 갖는 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 31**

제23항 또는 제24항에 있어서, 주주사 방향으로 이웃하는 상기 수광 렌즈의 단부 사이로부터 상기 복수의 수광 소자를 향하여 연장되고, 적어도 상기 수광 렌즈의 부주사 방향의 폭 이상의 폭을 갖는 차폐부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 32**

제31항에 있어서, 상기 차폐부가 상기 수광 렌즈로부터 검사 대상물 방향으로 돌출되어 있는 것을 특징으로 하는 광학 라인 센서.

**청구항 33**

제26항에 기재된 광학 라인 센서를 이용한 화상 처리 방법으로서,

주주사 방향의 동일한 위치에서 부주사 방향으로 이간되는 2개의 상기 수광 소자로부터의 출력 신호에 대하여, 한쪽의 상기 수광 소자의 출력 신호가 다른 쪽의 상기 수광 소자의 출력 신호와 중첩된 부분의 출력 신호의 한쪽을 선택하고, 또한 기준 매체에 의해 미리 보정한 출력 신호의 한쪽의 신호와 다른 쪽의 출력 신호의 비에 따른 보정을 행하고, 한쪽의 신호와 다른 쪽의 신호를 합성함으로써, 상기 판독 라인에 대응하는 1열의 출력 신호로 하는 것을 특징으로 하는 화상 처리 방법.

**청구항 34**

제26항에 기재된 광학 라인 센서를 이용한 화상 처리 방법으로서,

주주사 방향의 동일한 위치에서 부주사 방향으로 이간되는 2개의 상기 수광 소자로부터의 출력 신호에 대하여, 한쪽의 상기 수광 소자로부터의 출력 신호가 다른 쪽의 상기 수광 소자로부터의 출력 신호보다도 낮고, 한쪽의 상기 수광 소자로부터의 출력 신호가 역치에 미치지 못할 경우, 다른 쪽의 상기 수광 소자로부터의 출력 신호로 보간하고, 그 보간된 출력 신호를 상기 한쪽의 수광 소자에 대하여 주주사 방향의 다른 위치에 있는 상기 수광 소자로부터의 출력 신호와 합성함으로써, 상기 판독 라인에 대응하는 1열의 출력 신호로 하는 것을 특징으로 하는 화상 처리 방법.

**청구항 35**

제26항에 기재된 광학 라인 센서를 이용한 화상 처리 시스템으로서,

주주사 방향의 동일한 위치에서 부주사 방향으로 이간되는 2개의 상기 수광 소자로부터의 출력 신호에 대하여, 한쪽의 상기 수광 소자의 출력 신호가 다른 쪽의 상기 수광 소자의 출력 신호와 중첩된 부분의 출력 신호의 한쪽을 선택하고, 또한 기준 매체에 의해 미리 보정한 출력 신호의 한쪽의 신호와 다른 쪽의 출력 신호의 비에 따른 보정을 행하고, 한쪽의 신호와 다른 쪽의 신호를 합성함으로써, 상기 판독 라인에 대응하는 1열의 출력 신호로 하는 것을 특징으로 하는 화상 처리 시스템.

**청구항 36**

제26항에 기재된 광학 라인 센서를 이용한 화상 처리 시스템으로서,

주주사 방향의 동일한 위치에서 부주사 방향으로 이간되는 2개의 상기 수광 소자로부터의 출력 신호에 대하여, 한쪽의 상기 수광 소자로부터의 출력 신호가 다른 쪽의 상기 수광 소자로부터의 출력 신호보다도 낮고, 한쪽의 상기 수광 소자로부터의 출력 신호가 역치에 미치지 못할 경우에, 다른 쪽의 상기 수광 소자로부터의 출력 신호로 보간하고, 그 보간된 출력 신호를 상기 한쪽의 수광 소자에 대하여 주주사 방향의 다른 위치에 있는 상기 수

광 소자로부터의 출력 신호와 합성함으로써, 상기 판독 라인에 대응하는 1열의 출력 신호로 하는 것을 특징으로 하는 화상 처리 시스템.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본원 발명은, 주로 인쇄물이나 필름 등 얇은 검사 대상물의 표면의 상처·결함 및 투명 필름 내부의 상처·결함을 검출하는 광학 라인 센서에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 지폐 등의 진위를 판별하는 검사기나, 업무용 복사기나, 가정용 프린터 스캐너 등의 플랫폼 스캐너에 사용되어 온 밀착형 광학 센서(이하, CIS라 함)를, 인쇄물의 인쇄 품질의 체크, 얇고 광폭인 필름 제품의 제조 공정에 있어서의 표면 검사, 각종 음료 용기나 식품 용기 및 캔 등에 붙인 라벨의 검사 등을 검사 대상으로 한 소위 면 검사기에 응용하는 것이 검토되어 왔으며, 일부는 제품화되어 있다.

[0003] 그러나, 여전히 SELFOC 렌즈(「SELFOC」은 등록상표, 이하 동일)를 응용한 CIS에서는 작동 거리(이하, W.D.라 함)가 짧아, 공정에서 사용하는 경우에는 접촉을 회피하기 위해서, W.D.가 긴 CIS가 요구되고 있다. 또한, 지폐 등의 지엽류의 검사에서는, 피사계 심도는 비교적 알아도 사용에 견딜 수 있었지만, 상기 검사 대상물의 제조 공정에서는 그 검사 대상물의 광축 방향으로의 변동이 크다는 이유에서도 피사계 심도가 깊은 CIS도 강하게 요구되고 있다.

[0004] 피사계 심도가 깊은 CIS는, 특허문헌 1~5에 나타나는 바와 같이 미리 광학계를 사용한 텔레센트릭 광학계가 대표적이다. 상기 특허문헌으로부터, 당해 광학계는 매우 복잡하다는 것을 알 수 있다. 당해 광학계를 제조하고, 제품으로 운용할 때에는, 큰 어려움이 있다. 즉, 제조시에는 공정이 복잡해져, 제조 안정성이나 비용 상승이 문제가 된다. 또한, 상품화된 후에도, 환경의 변화나 경시 변화에 따른 복잡한 광학계이기 때문에 광축의 고장이 발생하여, 종래의 간소한 구조의 CIS에 비해 성능의 열화를 발생시키기 쉽다는 등의 문제가 남는다.

[0005] 그래서, 상기 텔레센트릭 반사 광학계를 사용하지 않고, 유리나 수지를 사용한 굴절계의 렌즈를 사용하여, W.D.나 피사계 심도를 향상시키는 것이 생각된다. 상기 굴절계의 광학계에 대해서는, 특허문헌 6 및 특허문헌 7에 나타나는 바와 같이 일정 정도의 해결책이 제안되어 있다. 예를 들면, 특허문헌 6에 있어서는, 지그재그로 배치한 라인 센서에 1개의 텔레센트릭 굴절 광학계를 이간시켜 배치하고, 상기 굴절 광학계인 렌즈를 이간 배치하여 어레이화함으로써, 피사계 심도가 깊은 광학계를 실현하고자 하고 있다. 또한, 특허문헌 7에 있어서는, 이간된 렌즈 사이에 구획판을 설치함으로써, 렌즈 사이의 크로스토크를 방지하는 방법에 대해서 검토되고 있다. 상기 특허문헌 6 및 특허문헌 7에 있어서는, 피사계 심도의 향상 및 렌즈 사이의 크로스토크를 방지할 수는 있지만, 통상의 텔레센트릭 굴절 광학계는 대형이며, 콤팩트화는 곤란하다. 또한, 특허문헌 7에 나타나 있는 구획판에서는, 판독시에 결락 화소가 발생하여, 판독이 불완전해진다. 또한, 렌즈가 이간됨으로써 발생하는 1개의 렌즈가 원리적으로 갖는 셰이딩의 해결책에 대해서는 나타나 있지 않다. 판독 라인 방향의 소위 리플의 억제 방법에 대해서도 언급되어 있지 않다. 게다가, 현재까지 상기 굴절 광학계 방식은 실현되지도 않았다.

[0006] 또한, 상기 방식과 다른 방식인 라인 카메라 등의 카메라 렌즈를 사용한 검사기는 대형이며, 제조 현장의 광폭의 검사 대상물에 대응시키기 위해서는 많은 대수가 필요하다. 이 때문에, 장치 전체가 매우 대형이 되고, 또한 그 비용도 막대한 것이 되기 때문에, 공장의 각 공정에 비치하는 것은 곤란하다.

[0007] 상기 문제를 해결하기 위해서, 공장의 각 공정에 대해서도 도입 가능한 소형이고 저렴하며, 또한 W.D.가 길고 피사계 심도가 깊은 새로운 굴절계 렌즈를 사용하고, 또한 각각의 렌즈가 갖는 셰이딩에 기인하는 수광 센서상의 광학적 불균일인 리플에 대하여, 새로운 억제 방법을 이용한 조명계로 이루어지는 광학 라인 센서가 요구된다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0008] (특허문헌 0001) [특허문헌 1] 일본 특허공개 2018-019334호 공보

- (특허문헌 0002) [특허문헌 2] 일본 특허공개 2018-152713호 공보
- (특허문헌 0003) [특허문헌 3] 일본 특허공개 2009-244500호 공보
- (특허문헌 0004) [특허문헌 4] 일본 특허공개 2018-019334호 공보
- (특허문헌 0005) [특허문헌 5] 일본 특허공개 2018-022948호 공보
- (특허문헌 0006) [특허문헌 6] 일본 특허공개 2009-246623호 공보
- (특허문헌 0007) [특허문헌 7] 일본 특허공개 평5-14600호 공보

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0009] 그래서, 본원 발명은, 피사계 심도가 깊고 콤팩트화된 광학 라인 센서를 실현하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0010] 본원 발명에 따른 광학 라인 센서는, 부주사 방향으로 반송되는 검사 대상물을 주주사 방향으로 연장되는 판독 라인으로 판독하는 광학 라인 센서로서, 복수의 수광 렌즈와, 복수의 수광 소자를 구비하고 있다. 상기 복수의 수광 렌즈는, 주주사 방향을 따라 복수 배치되어 있다. 상기 복수의 수광 소자는, 주주사 방향을 따라 라인상으로 배치되고, 상기 복수의 수광 렌즈를 투과한 광을 수광한다. 상기 복수의 수광 소자는 적어도 2열 이상의 상기 판독 라인을 형성한다. 상기 수광 렌즈는 텔레센트릭 광학계를 구성하고 있으며, 부주사 방향에 있어서의 폭이 주주사 방향에 있어서의 폭보다도 작다.

### 발명의 효과

[0011] 본원 발명에 의하면, 텔레센트릭 광학계를 사용함으로써, 피사계 심도가 깊은 광학 라인 센서를 실현할 수 있다. 또한, 수광 렌즈의 부주사 방향에 있어서의 폭이 주주사 방향에 있어서의 폭보다도 작기 때문에, 수광 렌즈를 부주사 방향에 가깝게 배치할 수 있고, 그 결과, 광학 라인 센서를 콤팩트화할 수 있다. 수광 렌즈를 부주사 방향에 가깝게 배치하면, 수광 소자도 부주사 방향에 가깝게 배치할 수 있기 때문에, 수광 소자로부터의 출력 신호에 기초하여 얻어지는 검사 대상물의 화상의 처리(예를 들면, 화상 합성 처리)를 간략화하는 것이 가능해진다.

### 도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 전형적인 CIS의 단면도이다.

도 2는 CIS용 라인상 조명 광학계의 분해 사시도이다.

도 3은 각 수광 렌즈가 단안 렌즈로서 작용하도록 배치한 경우, 각 수광 렌즈의 시야가 겹치지 않도록 한 수광계의 모식도이다.

도 4는 복수의 수광 소자 어레이가 배치된 수광계의 다른 예를 나타낸 모식도이다.

도 5는 복수의 수광 소자 어레이가 배치된 수광계의 또 다른 예를 나타낸 모식도이다.

도 6은 각 파장에 대한 N.A.와 회절 한계의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 7a는 SELFOC 렌즈 A의 유효 직경과 착란원 직경의 관계를 나타낸 그래프이다.

도 7b는 SELFOC 렌즈 B의 유효 직경과 착란원 직경의 관계를 나타낸 그래프이다.

도 7c는 SELFOC 렌즈 C의 유효 직경과 착란원 직경의 관계를 나타낸 그래프이다.

도 8a는 로드 렌즈 A의 유효 직경과 착란원 직경의 관계를 나타낸 그래프이다.

도 8b는 로드 렌즈 B의 유효 직경과 착란원 직경의 관계를 나타낸 그래프이다.

도 8c는 로드 렌즈 C의 유효 직경과 착란원 직경의 관계를 나타낸 그래프이다.

- 도 8d는 로드 렌즈 D의 유효 직경과 착란원 직경의 관계를 나타낸 그래프이다.
- 도 9a는 RGB-LED 또는 RGB-LD(레이저 다이오드; 반도체 레이저)를 광원으로서 사용할 경우의 배치 방법의 일례를 나타낸 모식도이다.
- 도 9b는 LD를 광원으로서 사용할 경우의 배치 방법의 구체예를 나타낸 측면도이다.
- 도 10a는 광원과 수광 렌즈의 위치 관계를 나타낸 모식도이며, 수광 소자 어레이가 2열인 경우이다.
- 도 10b는 주주사 방향에 있어서의 광원(검사면상)의 광량 분포, 수광 소자면상의 광량 분포, 수광 렌즈의 셰이딩의 관계를 나타낸 도면이다.
- 도 10c는 렌즈 직경별 수광계 MTF의 그래프( $\sqrt{A}=0.077$ )이다.
- 도 10d는 렌즈 직경별 수광계 MTF의 그래프( $\sqrt{A}=0.154$ )이다.
- 도 10e는 굴절률 분포 상수  $\sqrt{A}$ 가  $\sqrt{A}=0.1027$ 인 수광 광학계의 MTF의 그래프이다.
- 도 11은 디포커스시의 MTF 특성을 나타내는 그래프이다.
- 도 12a는 수광계의 변형예를 나타낸 모식도이다.
- 도 12b는 수광계의 변형예를 나타낸 모식도이다.
- 도 12c는 수광계의 변형예를 나타낸 모식도이다.
- 도 12d는 수광계의 변형예를 나타낸 모식도이다.
- 도 12e는 수광계의 변형예를 나타낸 모식도이다.
- 도 12f는 수광계의 변형예를 나타낸 모식도이다.
- 도 12g는 수광계의 변형예를 나타낸 모식도이다.
- 도 12h는 수광계에 있어서의 광축의 위치에 대해서 설명하기 위한 모식도이다.
- 도 12i는 수광계에 있어서의 광축의 위치에 대해서 설명하기 위한 모식도이다.
- 도 13은 렌즈 단부가 평행사변형일 경우의 광원의 광강도 분포가 플랫폼한 경우의 수광 소자 어레이의 수광면상의 광강도 분포를 나타내는 도면이다.
- 도 14는 이웃하는 수광 렌즈끼리의 연결부 근방의 광강도 분포의 상세를 나타내는 도면이다.
- 도 15는 도 12e의 예에 있어서, 수광 영역의 광강도를 나타내고, 신호 결락 부가 발생하지 않는 이유를 개략적으로 나타낸다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 1. 광학 라인 센서의 전체 구성
- [0014] 전형적인 CIS를 도 1에, 마찬가지로 CIS용 라인상 조명 광학계를 도 2에 나타낸다. 도 1에 있어서는, CIS의 길이 방향 중앙부 근방에 있어서의 단면도가 나타나 있다. 한편, 도 2는 분해 사시도이다. X 방향이 주주사 방향이고, Y 방향이 부주사 방향이다. Z 방향은 X 방향 및 Y 방향에 직교하고 있다. 라인상의 광원부(10)는, 주주사 방향으로 가늘고 긴 광량 분포를 갖는 조명 광학계이다.
- [0015] 도 1에 나타내는 CIS에서는, 초점면(검사면)(20)을 사이에 두고, 2개의 하우징(16)이 대향 배치되어 있다. 각 하우징(16) 내에는 초점면(20)상에 있는 검사 대상물을 조명하기 위한 라인상의 광원부(10)가 설치되어 있다. 한쪽의 하우징(16) 내에는 수광 렌즈(11) 및 수광부(12)가 설치되어 있고, 조명된 검사 대상물로부터의 광은 수광 렌즈(11)에 의해 수광부(12)로 안내된다. 수광 렌즈(11)는 검사 대상물로부터의 광을 수광부(12)에 결상한다. 도 1에 나타내는 CIS에서는, 초점면(20)을 기준으로 해서, 2개의 광원부(10) 중 한쪽이 수광부(12)측에 배치되고, 다른 쪽이 수광부(12)측과는 반대측에 배치되어 있다.
- [0016] 수광부(12)는, 한쪽의 하우징(16)에 고정된 기판(13)에 실장되어 있다. 수광 렌즈(11)를 통과한 광은 수광부(12)의 수광면(12A)에서 수광되고, 그 수광량에 따른 신호가 수광부(12)로부터 출력된다. 검사 대상물이 초점면(20)을 따라 일방향 Y로 반송됨으로써, 검사 대상물로부터의 광이 연속적으로 수광부(12)에서 수광되고, 수광부

(12)로부터의 출력 신호에 기초하여 검사 대상물의 화상(컬러 화상이나 형광 화상 등)이 얻어진다. 이와 같이, 주주사 방향(Y 방향)으로 반송되는 검사 대상물은, 주주사 방향(X 방향)으로 연장되는 수광부(12)에 의해, 당해 수광부(12)의 수광면(12A)에 의해 구성되는 판독 라인으로 판독된다.

[0017] 한쪽의 광원부(10)로부터 출사된 광(B3)은, 하우징(16)에 고정된 보호 유리(14)를 투과하고, 다른 쪽의 하우징(16)에 고정된 보호 유리(14A)의 내면에 설치되어 있는 반사 부재(17A)에서 반사되어 초점면(20)으로 안내된다. 초점면(20)으로부터 수광부(12)까지의 임의의 위치에는, 수광부(12)에 자외광이 입사되는 것을 저지하는 자외광 차단 필터(UV 컷 필터)(15)가 설치되어 있다. 또한, 수광부(12)와 자외광 차단 필터(15) 사이에는, 특정 파장 범위의 가시광을 통과시키는 컬러 필터(18)가 설치되어 있다. 한쪽의 하우징(16) 내에 있어서의 광원부(10)의 바닥면에 대향하는 위치에는, 광원부(10)에 구비된 광원(103)(자외광원이나 가시광원 등)을 고정하기 위한 기판(5)이 설치되어 있다.

[0018] 도 1 및 도 2에 나타내는 예에서는, 광원부(10)는 길이 방향(L)을 따라 연장되는 투명한 도광체(101)와, 길이 방향(L)의 한쪽 단면 부근에 설치된 광원(103)과, 도광체(101)의 각 측면을 유지하기 위한 커버 부재(102)를 구비하고 있다. 광원(103)으로부터 출사된 광은 도광체(101)에 입사되고, 당해 도광체(101) 안에서 전파되면서 광 확산 패턴(P)에 의해 적절하게 반사되고, 광출사면으로부터 화살표 방향으로 출사하여 라인상의 조명광으로 되어 검사 대상물을 조명한다. 이러한 CIS의 피사계 심도는 얇아, 검사 대상물에 두께가 있는 경우에는 두께 방향 전체의 검사는 곤란하고, 또한 W.D.가 좁기 때문에 검사 대상물에 접촉하여 검사 자체가 성립하지 않는 경우가 많다.

[0019] 상기와 같은 CIS에서는, 수광 렌즈(11)로서, 예를 들면 SELFOC(니혼이타가라스 가부시키가이샤제) 렌즈 어레이가 사용된다. SELFOC 렌즈 어레이는 정립 등배의 렌즈 어레이이다. 당해 렌즈 어레이에서는, 원기둥상의 SELFOC 렌즈를 더미 쌓기로 해서 단안 렌즈로 하고 있다. 단안 렌즈의 이점은, 렌즈 단체보다도 소위 렌즈의 밝기를 밝게 할 수 있다는 것이다. 즉, 렌즈 단체의 F 넘버보다도 단체 렌즈를 복수개 나열하여 단안 렌즈로 한 경우의 F 넘버 쪽이 작다. 이는, 임의의 위치에 있는 1개의 렌즈의 초점 위치와 당해 렌즈 주위의 렌즈의 초점 위치가 일치한 개소에서, 유효 F 넘버가 작아지기 때문이다. 반대로 말하면, 정립 렌즈계에 있어서는, 개구수(이하, N.A.라 함)가 렌즈 단체보다도 어레이화한 쪽이 커지는 것을 의미한다. 이 성질이, CIS에 SELFOC 렌즈 어레이가 사용되는 큰 이유가 되고 있다.

[0020] 상기와 같은 CIS의 이점은, 피사계 심도 및 초점 심도의 관점에서는 반대로 불리하게 된다. 단안 렌즈에서도 그렇듯이, 개구수가 커지면 피사계 심도가 얇아진다. 예를 들면, 현미경 대물 렌즈에서는 배율이 커지고, 즉, N.A.가 커짐에 따라 피사계 심도가 얇아지는 것은 잘 알려져 있는 것이다. 또한, 카메라 렌즈에 있어서도, 원경과 근경에서는, 피사계 심도의 장단이 여실히 나타나고, 피사계 심도를 확보하기 위해 조리개로 조정하고 있다. 즉, N.A.를 변화시켜 원하는 피사계 심도를 얻고 있다. 또한, SELFOC 렌즈로 대표되는 정립 단안 렌즈는 각 렌즈의 광축이 다르게 교차하기 때문에, 단안 렌즈와 비교해서 검사 대상물이 광축 방향으로 변화한 경우에 상이 흐려지기 쉬운 구조로 되어 있다. 상기가 더미 쌓기 방식의 단안 SELFOC 렌즈 어레이의 큰 단점이다. 그래서, 어떻게 하면 콤팩트한 광학 라인 센서의 피사계 심도를 깊게 할 수 있는지를 검토한 결과, 얻어진 실시예를 이하에 기재한다. 이하의 실시예에 있어서, 수광 렌즈(11)는 텔레센트릭 광학계를 구성하고 있다.

[0021] 2. 수광계의 실시예

[0022] 우선, 제1방법은, 도 3에 나타내는 바와 같이 광학 라인 센서를 단안 렌즈화했다고 간주할 수 있는 어레이 구조로 하는 것이다. 도 3은 각 수광 렌즈(11)의 시야가 겹치지 않도록 한 수광계의 모식도이다. 도 3에서는, 각 수광 렌즈(11)의 시야가 겹치지 않도록, 각 수광 렌즈(11)를 주주사 방향(X 방향)으로 이간하여 배치함과 함께, 각 수광 렌즈(11)를 부주사 방향(Y 방향)으로도 이간시킴으로써, 각 수광 렌즈(11)가 지그재그상으로 배치되어 있다.

[0023] 즉, 더미 쌓기 방식이 아니라 주주사 방향(X 방향)을 따라 복수 배치된 복수의 수광 렌즈(11)끼리가 서로 이간되어 배치되어 있다. 주주사 방향(X 방향)을 따라 복수 배치된 복수의 수광 렌즈(11)는 렌즈 홀더(110)에 의해 일체적으로 유지되어 있다. 각 수광 렌즈(11)에 대하여 Z 방향에 대향하는 위치에는, 복수의 수광 소자(도시하지 않음)가 주주사 방향(X 방향)을 따라 라인상으로 배치됨으로써 구성되는 수광 소자 어레이(120)가 배치되어 있다. 즉, 복수의 수광 소자가 주주사 방향(X 방향)을 따라 어레이상으로 배치됨으로써 하나의 수광 소자 어레이(120)가 구성되고 있다. 각 수광 소자는 각 수광 렌즈(11)를 투과한 광을 수광한다.

[0024] 이 예에서는, 각 수광 렌즈(11)에 대응하여 수광 소자 어레이(120)가 배치되어 있다. 이에 따라, 단축 센서로

이루어지는 각 수광 소자 어레이(120)가, 주주사 방향(X 방향)을 따라 교대로 지그재그상으로 배치되어 있다. 주주사 방향(X 방향)을 따라 복수 배치된 복수의 수광 소자 어레이(120)는 1열의 관독 라인(L)을 형성하고 있으며, 도 3의 예에서는 2열의 관독 라인(L)이 형성되어 있다. 렌즈 홀더(110)는, 각 관독 라인(L)에 대응하여 설치되는 구성에 한정되지 않고, 하나의 렌즈 홀더로 각 관독 라인(L)에 대응하는 복수의 수광 렌즈(11)를 일체적으로 유지하는 구성이어도 된다.

[0025] 이 도 3에 나타내는 바와 같이, 하나의 수광 소자 어레이(120)에 대해서, 하나의 수광 렌즈(11)를 대응시킴으로써, 복수의 수광 소자 어레이(120)에 대응한 수만큼 복수의 수광 렌즈(11)가 배치되어도 된다. 각 수광 렌즈(11)를 투과하여 각 수광 소자 어레이(120)로 안내되는 광의 광축은, 1대1로 대응하는 각 수광 소자 어레이(120)의 주주사 방향(X 방향)의 대략 중앙부를 관통해도 된다. 이 방식에서는, 복수의 수광 소자 어레이(120)를 부주사 방향(Y 방향)으로 복수열 나열한다. 즉, 수광 소자의 배열 방향(X 방향)에 대하여 직각 방향(Y 방향)으로 이간해서 복수열의 수광 소자 어레이(120)가 배치된다.

[0026] 각 수광 렌즈(11)는, 부주사 방향에 있어서의 폭(W1)이 주주사 방향에 있어서의 폭(W2)(렌즈 직경)보다도 작다. 즉, 각 수광 렌즈(11)는 주주사 방향을 따라 가늘고 긴 형상을 갖고 있다. 각 수광 렌즈(11)의 부주사 방향에 있어서의 폭(W1)은, 각 수광 렌즈(11)의 부주사 방향에 있어서의 시야에 대응하고 있다. 또한, 각 수광 렌즈(11)의 주주사 방향에 있어서의 폭(W2)은, 각 수광 렌즈(11)의 주주사 방향에 있어서의 시야에 대응하고 있다. 각 수광 렌즈(11)는, N.A.가  $0.001 < N.A. < 0.05$ 를 만족하도록 부주사 방향에 있어서의 폭(W1)이 설정되어 있는 것이 바람직하다. 이 예에서는, 각 수광 렌즈(11)가 동일한 형상을 가지고 있으며, 각각 주주사 방향 및 부주사 방향에 직교하는 방향(Z 방향)에서 볼 때 직사각형상으로 형성되어 있다. 단, 각 수광 렌즈(11)는 직사각형(장방형)에 한정되지 않고, 장원형 또는 타원형이어도 되고, 다른 형상이어도 된다.

[0027] 복수의 수광 렌즈(11)는, 당해 수광 렌즈의 주주사 방향에 있어서의 폭(W2) 이하로 서로 이간되어 배치되어 있다. 즉, 복수의 수광 렌즈(11)는, 당해 수광 렌즈(11)의 주주사 방향에 있어서의 시야 치수 이하(시야 범위 내)로 서로 이간되어 배치되어 있는 것이 바람직하다. 도 3의 예와 같이, 부주사 방향에 있어서 각 수광 렌즈(11)의 시야를 중첩시켜도 된다. 이 경우에는, 복수의 수광 렌즈(11)의 시야가 겹쳐진 부분의 수광 소자에 대하여, 당해 수광 소자로부터의 화소 출력을 감산 처리하면 된다. 예를 들면, 당해 수광 소자로부터 출력된 데이터로부터 한쪽의 수광 렌즈(11)의 화상(한쪽의 수광 렌즈(11)를 투과한 광의 수광량)을 제외하거나, 또는 화상 합성할 때에 당해 수광 소자로부터의 화소 출력을 대략 절반의 출력값으로 하면 된다. 복수의 수광 소자열(수광 소자 어레이(120))을 사용하면, 화소 결락의 발생을 1 라인의 수광 소자열의 경우보다도 확실하게 방지할 수 있다.

[0028] 도 4는, 복수의 수광 소자 어레이(120)가 배치된 수광계의 다른 예를 나타낸 모식도이다. 도 4의 예에서는, 각 수광 렌즈(11)와 각 수광 소자 어레이(120)가 1대1로 대응하는 것이 아니고, 주주사 방향으로 나열되는 복수(이 예에서는 2개)의 수광 렌즈(11)가 하나의 수광 소자 어레이(120)에 대응하고 있다.

[0029] 하나의 수광 소자 어레이(120)에 대응하는 복수의 수광 렌즈(11)는, 주주사 방향에 인접하고 있다. 단, 하나의 수광 소자 어레이(120)에 대응하는 복수의 수광 렌즈(11)는 서로 이간되어 있어도 되고, 이 경우, 수광 렌즈(11)의 주주사 방향에 있어서의 폭(W2) 이하로 서로 이간되어 있어도 된다. 또한, 각 수광 렌즈(11) 사이에는 차광 부재가 설치되어 있어도 된다.

[0030] 도 5는, 복수의 수광 소자 어레이(120)가 배치된 수광계의 또 다른 예를 나타낸 모식도이다. 도 5에서는, 동일한 길이의 장착 센서(주주사 방향의 전체 길이에 대응한 길이)로 이루어지는 각 수광 소자 어레이(120)가 부주사 방향으로 나란히 평행하게 복수(이 예에서는 2개) 배치되어 있다. 이 도 5에 나타내는 바와 같이, 주주사 방향(X 방향)으로 나열되는 복수의 수광 렌즈(11)에 대해서, 하나의 수광 소자 어레이(120)를 대응시킴으로써, 부주사 방향(Y 방향)의 수광 렌즈(11)의 열의 수만큼 복수의 수광 소자 어레이(120)가 배치되어도 된다.

[0031] 도 3~도 5 중 어느 것에 있어서나, 수광 렌즈(11)의 부주사 방향에 있어서의 폭(W1)이 주주사 방향에 있어서의 폭(W2)보다도 작기 때문에, 수광 렌즈(11)를 부주사 방향에 가깝게 배치할 수 있고, 그 결과, 광학 라인 센서를 콤팩트화할 수 있다. 상기와 같이, 단축의 수광 소자 어레이(120)를 지그재그상 배열해서 사용하거나(도 3 및 도 4 참조), 또는 2열의 수광 소자 어레이(120)를 이간하여 배치해서 사용해도 되지만(도 5 참조), 이에 한정하지 않고, 더 많은 복수의 수광 소자 어레이(120)를 부주사 방향(Y 방향)으로 이간하여 배치해도 된다.

[0032] 3. 수광 렌즈의 장초점화

[0033] 다음으로, 수광 렌즈의 장초점화에 대해서 기술한다. 종래의 SELFOC 렌즈는 CIS의 콤팩트화나 코스트 다운에 중

점을 두고, 공역 길이가 보다 짧은 렌즈가 요구되어 왔다. 그러나, 이 흐름은 허용되는 피사계 심도를 줄이는 것을 조장하는 요인이 되고 있다. 게다가 렌즈 직경은 점점 작아지고 있다. 수광 렌즈를 장초점화할 경우, 종래의 수광 렌즈를 이용하면, N.A.가 극단적으로 작아진다. 따라서, 회절의 영향이 커져, 수광 렌즈 자체가 갖는 기하광학적인 수차에 의한 흐림보다도 회절 한계에 의한 흐림이 광학적 분해능 열화의 지배 요인이 된다. 종래 방식의 CIS는 N.A.가 크기 때문에, 회절 한계에 의한 상의 흐림이 발생하는 것을 무시할 수 있었다. 그러나, W.D.를 길게 취하기 위해서는 수광 렌즈의 초점 거리를 연장시키는 것이 필요하며, 즉, N.A.가 작아지기 때문에, 종래의 렌즈 직경에서는, 초점 거리가 증대되면 될수록 회절의 영향도 그에 따라 증대된다. 본 실시형태에서는, 렌즈 직경을 크게 함으로써 W.D.를 길게 하고, 회절 한계에 의한 상의 흐림을 줄인 경우에 있어서도, 광학적 분해능을 열화시키지 않는 방법을 제안한다.

[0034] 아베의 회절 한계  $d$ 는, 개구수 N.A.에 역비례한다. 광학계는 공기 중에 있기 때문에, 공기 중의 파장  $\lambda$ 를 이용하여 하기 식 1이 성립된다.

[0035]  $d = \lambda / N.A.$  (식 1)

[0036] 도 6에 각 파장에 대한 N.A.와 회절 한계의 관계를 나타낸다. 동일한 렌즈 파라미터의 수광 렌즈(11)에 있어서는, 수광 렌즈(11) 자체의 소위 피치를 짧게 하면 초점 거리는 늘어나고, 수차의 영향도 적어진다.

[0037] 이상으로부터, 수광 렌즈(11)를 장초점화하기 위해서는, 렌즈 직경을 보다 크게 할 필요가 있다는 것을 알 수 있다. N.A.를 동일하게 유지하면, 회절의 영향을 짧은 초점의 수광 렌즈(11)와 동등하게 할 수 있다. 그러나, 렌즈 직경을 크게 하면 기하광학적 수차가 커진다. 그래서, 렌즈 파라미터가 다른 수광 렌즈(11)에 있어서, 렌즈 직경을 크게 한 경우의 최소 착란원 직경을 검토할 필요가 있다. 파장  $\lambda$ 는 회절 한계 직경이 큰  $\lambda = 630\text{nm}$ 로 했다.

[0038] 본원 발명자에 의한 검토 결과, 어느 수광 렌즈(11)의 각 초점 거리에 대한 최소 착란원의 관계를 생각하면 되는 것이 판명되었다. 예를 들면, 초점 거리  $f$ 가  $f=50\text{mm}$ 인 경우를 도 7a~도 7c에 나타낸다. 여기에서는, 수광 렌즈(11)로서 3종류의 SELFOC 렌즈(SELFOC 렌즈 A, SELFOC 렌즈 B 및 SELFOC 렌즈 C)를 사용한 경우에, 도 7a는 SELFOC 렌즈 A의 유효 직경과 착란원 직경의 관계, 도 7b는 SELFOC 렌즈 B의 유효 직경과 착란원 직경의 관계, 도 7c는 SELFOC 렌즈 C의 유효 직경과 착란원 직경의 관계를 각각 나타내고 있다. 도 7a~도 7c에 있어서, 실선은 총 착란원, 파선은 회절에 의한 착란원, 일점쇄선은 기하광학적 착란원을 각각 나타내고 있다.

[0039] 도 6과 도 7a에 의하면, 최소 착란원과 회절 한계의 관계, 즉 어느 렌즈 직경과 초점 거리에 있어서의 광학적 분해능을 알 수 있다. 따라서, 도 7a에 나타난 수광 렌즈(11)의 경우는, 유효 직경  $\Phi$ 가 커질수록 착란원 직경이 작아지고, 유효 직경  $\Phi$ 가  $1.0\text{mm} \leq \Phi \leq 3.0\text{mm}$ 이면 좋다는 것을 알 수 있다.

[0040] 한편, 도 6과 도 7b에 의하면 기하광학적 착란원이 크고, 회절에 의한 의존도가 적어지기 때문에,  $\Phi=1.0\text{mm}$ 의 착란원 직경이 가장 작다. 또한,  $\Phi=1.0\text{mm}$ 인 경우에도, 도 7a에 나타난 수광 렌즈(11)의 배에 가까운 착란원 직경이 된다. 도 7a에 나타난 수광 렌즈(11)는 도 7b에 나타난 수광 렌즈(11)보다도 수차가 작고, 유효 직경이 큰 SELFOC 렌즈이며, 도 7a의 수광 렌즈(11)를 선택해야 한다는 것을 알 수 있다. 또한, 동일한 초점 거리인 도 7a의 수광 렌즈(11)는 도 7b의 수광 렌즈(11)보다도 N.A.가 적어도 3배는 크게 할 수 있고, 즉, 수광 광량은 9배 이상이 되고, 따라서, 수광 소자의 출력도 9배 이상이 된다. 이에 따라, 수광 소자의 수광 광량에 의존하는 쇼트 노이즈도 1/3로 감소되기 때문에, 노이즈 억제의 관점에서 도 7a에 나타난 수광 렌즈(11)가 바람직하다. 또한, 동일한 노이즈량이 허용될 경우는, 도 7a의 수광 렌즈(11)가 도 7b의 수광 렌즈(11)에 비해 9배로 주사 속도를 향상시킬 수 있다고도 할 수 있다.

[0041] 도 7c에 의하면, SELFOC 렌즈 C도 SELFOC 렌즈 A와 마찬가지로 수차가 적고, 유효 직경을 크게 취할 수 있다.

[0042] 다음으로, 도 7a~도 7c에 나타난 SELFOC 렌즈 A~C의 파라미터를 하기 표 1에 나타낸다. 표 1에 나타난 것 중에서 가장 중요한 파라미터는 굴절률 분포 상수이다. 유효 직경을 확대하고, 초점 거리를 늘렸을 때에 수차가 적은 수광 렌즈(11)는 굴절률 분포 상수가 가장 작은 SELFOC 렌즈 A이고, 다음으로 수차가 적은 수광 렌즈(11)는 SELFOC 렌즈 C이다. 고해상도로 고속 검사를 목표로 하기 위해서는 유효 직경이 크고 밝으며, 수차가 적은 수광 렌즈(11)가 바람직하다는 것은 말할 필요도 없다.

표 1

	초점 거리(mm)	측상 굴절률	굴절률 분포 상수 (1/mm)
SELFOC 렌즈 A	50	1.615	0.077
SELFOC 렌즈 B			0.154
SELFOC 렌즈 C			0.103

[0043]

[0044]

또한, 수광 렌즈(11)로서 4종류의 플라스틱 로드 렌즈(플라스틱 굴절률 분포 형 렌즈)를 사용한 경우에, 도 8a는 로드 렌즈 A의 유효 직경과 착란원 직경의 관계, 도 8b는 로드 렌즈 B의 유효 직경과 착란원 직경의 관계, 도 8c는 로드 렌즈 C의 유효 직경과 착란원 직경의 관계, 도 8d는 로드 렌즈 D의 유효 직경과 착란원 직경의 관계를 각각 나타내고 있다. 도 8a~도 8d에 있어서, 실선은 총 착란원, 파선은 회절에 의한 착란원, 일점쇄선은 기하광학적 착란원을 각각 나타내고 있다. 또한, 도 8a~도 8d에 나타낸 로드 렌즈 A-D의 파라미터를 하기 표 2에 나타낸다. 플라스틱 로드 렌즈에서도 SELFOC 렌즈와 같은 경향이 있음을 알 수 있다. 플라스틱 로드 렌즈의 굴절률 및 유리 렌즈의 굴절률을 고려하면, 측상 굴절률은 1.45 정도~1.65 정도가 바람직하다.

표 2

	초점 거리(mm)	측상 굴절률	굴절률 분포 상수 (1/mm)
로드 렌즈 A	50	1.491	0.28
로드 렌즈 B			0.14
로드 렌즈 C			0.105
로드 렌즈 D			0.07

[0045]

[0046]

이상으로부터, 굴절률 분포 상수가 수차의 지배 요인인 것을 알 수 있다. 이상적인 굴절률 분포형 렌즈이면, 굴절률이 완만하게 변화하면 할수록 수차는 적어진다. 이는 통상의 구면 렌즈라도 급격한 각도 변화가 수차의 발생 요인인 것과 같다. 급격한 각도 변화는, Snell' Law를 다항식 전개했을 때의 고차 비선형 효과의 증대를 의미한다. 즉, 근축 광학으로부터의 이탈이 커지기 때문에 수차가 커지는 것이다. 본원 발명자는, 초점 거리 또는 W.D.를 대략 50mm 이상, 유효 직경  $\Phi$ 가 대략  $\Phi \geq 1.0\text{mm}$ 에 있어서, 해상도가 400dpi 이상의 화소 분해능을 달성하기 위해, 굴절률 분포 상수를 0.12 이하로 하는 것이 바람직한 것을 발견했다.

[0047]

4. 수광 렌즈의 변형예

[0048]

본원 발명에 있어서의 수광 렌즈(11)는, SELFOC 렌즈나 플라스틱 로드 렌즈 등의 굴절률 분포형 렌즈에 한정되지 않고, 다른 렌즈, 예를 들면, 아크로마트(색지움), 아포크로마트 등에 있어서, 비용을 고려하여, 상기 굴절률 분포형 렌즈에 있어서의 비선형 효과에 의한 수차를 동등하게 한, 즉 구면수차, 코마수차, 비점수차를 동등하게 한 렌즈, 또는 텔레센트릭 굴절 광학계를 상기 굴절률 분포형 렌즈에 있어서의 비선형 효과에 의한 수차 및 회절 한계가 동등한 SELFOC 렌즈나 플라스틱 로드 렌즈 등의 굴절률 분포형 렌즈 대신에 동일한 배치나 치수(구경)로 이용하는 것도 가능하다. 이는 후술하는 도립상을 형성하는 수광 렌즈(11)에서도 마찬가지이다.

[0049]

상술한 광학계는 정립 렌즈를 중심으로 한 경우이지만, 시야가 겹치지 않는 경우에는 도립 광학계여도 된다. 즉, 복수의 수광 렌즈(11)가 도립상을 형성하는 구성이어도 된다. 2열 방식의 렌즈 어레이이면, 도립 광학계의 채용도 가능하다. 도립 광학계의 경우는, 상이 광축을 중심으로 반전 대칭이 되기 때문에, 화상 합성시에 화상 처리에 의해 도립상을 정립상으로 변환하면 된다. 즉, 복수의 수광 렌즈(11)의 반전상을 반전시키고, 정립상으로 변환한 후에 화상 합성 처리를 하면 된다. 또한, 그 조작 과정에서, 보정 알고리즘으로부터 중첩된 부분의 필요 또는 불필요를 결정 및 보정하고, 결정된 화소간의 관계로부터 정립상으로 변환하면 된다. 또는, 화상을 구축하지 않는 경우의 검사에 있어서는, 상처 또는 결함을 검출하는 것만으로 되기 때문에, 화상 합성 및 화상 처리할 필요는 없고, 검사면에 있어서의 검출 부분이 중첩되어 있어도 된다. 중첩되는 경우에는, 미리 보정 차트에 의한 위치 보정을 해 둔다.

- [0050] 또한, 독립형 굴절 광학계의 경우에는, 각 수광 소자에 대한 신호 처리에 있어서, 예를 들면, 부주사 방향으로 이간되도록 지그재그 배치된 2열의 수광 소자 어레이의 한쪽에서 얻은 데이터를 길게 취득하고, 다른 쪽의 수광 소자 어레이에서 얻은 데이터를 짧게 취득하고, 취득한 상을 정립상으로의 반전 조작을 행한 후에 화상 합성해도 된다. 또는, 각 수광 소자의 도립상 데이터를 정립상으로 각각 변환한 후, 화상 합성할 때에 중첩된 부분에 보정 계수를 곱하거나 빼도 된다.
- [0051] 구체적으로는, 독립형 굴절 광학계에 있어서, 복수의 수광 소자 어레이가, 2열의 관독 라인에 각각 복수 배치된 각 관독 라인보다도 짧은 수광 소자 어레이여도 된다. 또한, 한쪽의 관독 라인에 배치된 수광 소자 어레이와 다른 쪽의 관독 라인에 배치된 수광 소자 어레이가, 주주사 방향을 따라 교대로 지그재그상으로 배치되어 있어도 된다. 이러한 구성은, 도 3에서 설명한 정립형 굴절 광학계의 경우와 동일하기 때문에 상세한 설명은 생략한다.
- [0052] 이 경우, 도 3에 나타내는 바와 같이, 복수의 수광 소자는, 2열 이상의 어레이상으로 배치됨으로써 복수의 수광 소자 어레이(120)를 구성하고 있다. 또한, 복수의 수광 소자 어레이(120) 각각은, 관독 라인(L)에 직교하는 방향에 있어서 수광 렌즈(11)의 주주사 방향에 있어서의 폭(W2) 이하로 서로 이간되어 배치되어 있다. 복수의 수광 렌즈(11)는, 복수의 수광 소자 어레이(120)에 대응한 수만큼 배치되고, 각 수광 렌즈(11)를 투과하여 각 수광 소자 어레이(120)로 안내되는 광의 광축은 각 수광 소자 어레이(120)의 대략 중앙부를 관통한다. 단, 각 수광 렌즈(11)를 투과하여 각 수광 소자 어레이(120)로 안내되는 광의 광축은, 각 수광 소자 어레이(120)의 대략 중앙부로부터 부주사 방향으로 평행하게 떨어진 위치를 관통하고 있어도 된다.
- [0053] 5. 조명 광학계의 구성
- [0054] 본 실시예에 있어서, 수광 렌즈(11)의 초점 거리  $f$ 는  $f=50\text{mm}$ , N.A.는  $N.A.=0.01, 0.02, 0.025, 0.03$ 으로 하고, 굴절률 분포 상수  $\sqrt{A}$ 는  $\sqrt{A}=0.077$ 로 했다. 광원(103)에 관해서는 W.D.가 종래의 CIS에 비해 10배 이상 길기 때문에, 등배계에서는 검사면 조도는 100배 이상을 필요로 한다. 이 때문에, 광원(103)으로서, 예를 들면 고휘도의 백색 LED 어레이를 사용한다. 즉, 복수의 광원(103)이 백색 LED를 포함하는 구성이어도 된다. 가시 영역의 반도체 레이저를 광원(103)으로서 사용할 경우에는, 출사빔을 주주사 방향으로 확대하고, 부주사 방향으로 콜리메이션함으로써 조사시의 광량 불균일을 저감한다.
- [0055] RGB-LED 또는 RGB-LD(레이저 다이오드; 반도체 레이저)를 광원(103)으로서 사용하는 경우의 배치 방법의 일례를 도 9a에 나타낸다. 이와 같이, 복수의 광원(103)이 적색 LED(R), 녹색 LED(G) 및 청색 LED(B)를 포함하는 구성이어도 되고, 레이저 다이오드를 포함하는 구성이어도 된다. 도 9a에 있어서, 복수의 광원(103)은 광원 기관(134)에 실장되어 있고, 광원 기관(134)에는 히트싱크(135)가 부착되어 있다. 각 광원(103)으로부터 출사된 빔은, 주주사 방향과 부주사 방향에서 렌즈 파워가 다른 타원체 형상의 집광 렌즈(104)로 콜리메이트되어, 검사 대상물에 조사된다. 여기에서는 타원체 형상의 집광 렌즈(104)를 나타냈지만, 주주사 방향과 부주사 방향에서 적절히 렌즈 파워가 다른 렌즈이면 된다. 또한, 렌즈의 파워란, 초점 거리의 역수이며, 렌즈의 굴절력을 나타내는 척도이다.
- [0056] 또는, LD에 관해서는, LD 자체의 출사빔의 확산각이 수평 방향 및 수직 방향에서 다른 단면 발광형 LD를 사용하면, 통상의 콜리메이터 렌즈여도 된다. 도 9b는 LD를 광원(103)으로서 사용할 경우의 배치 방법의 구체예를 나타낸 측면도이다. 이 경우, 확산각이 큰 쪽의 LD를 주주사 방향에 대해서 평행하게 배치한다. 광원(103)을 구성하는 적색 LD(131), 녹색 LD(132) 및 청색 LD(133)로부터 출사된 빔은, 각각에 대응된 집광 렌즈(104)로 콜리메이트된 후, 실린드릭 렌즈(105)에 의해 검사면으로 좁혀진다. 이렇게 함으로써 RGB의 각 색이 부주사 방향에 있어서 거의 동일한 위치에 조사되어, 부주사 방향에 대한 색 불균일을 저감하는 것이 가능해진다. 한편, LED나 LD 등의 광원(103)에 의해 조사되고, 검사면에서 확산 반사된 광은, 수광 렌즈계로 수광 소자 어레이에 결상된다. 수광 소자는 등배 광학계에서는 400dpi 상당의  $62\mu\text{m}$ 의 소자 사이즈부터 600dpi 상당의  $42\mu\text{m}$ 의 소자 사이즈를 사용한다. 600dpi 이상의 소자 사이즈를 사용하는 경우에는, 조명광의 파워를 그에 따라 증대시키면 된다. 이렇게, 복수의 광원(103)이 복수의 상이한 파장을 갖는 광원(131~133)을 포함하고, 당해 광원(131~133)을 1단 위로 하여, 그 1단위의 광원(103)이 주주사 방향(X 방향)으로 복수 나열된 구성이어도 된다.
- [0057] 또한, 단위 면적당 방사 휘도가 동일해도 수광 소자의 사이즈가 다르면, 발광부의 면적이 다른 것과 같아지기 때문에, 수광 소자 면적의 거의 제곱에 역비례하여 수광 광량이 저하된다. 이상을 고려하여 조명 광량을 결정한다. 소자 사이즈가 작아지면, 동일한 축적 시간에서는 소자 면적에 역비례하여 수광 광량이 감소한다. 이는 반도체 수광 소자의 물리적인 성질이며, S/N을 유지하기 위해서는 조명광을 증대시키고, 파워 밀도를 증대시켜 단위 시간에 발생하는 생성 전자수를 같은 수로 하면 된다. 이에 따라, 쇼트 노이즈를 수광 소자의 사이즈가 감소해도 큰 사이즈의 수광 소자와 동등하게 유지할 수 있다. 또한, 수광 소자가 수광하는 광은 검사면의 조도뿐만

아니라 수광시에 수광 소자가 보고 있는 범위에도 의존한다. 말할 필요도 없이 수광 입체각이 다르고, 그 각도가 감소하면, 수광량도 감소하고, 검사면이 완전 확산면이면, 소위  $\cos\theta$  법칙에 따른 수광 광량이 된다. 검사면상에서 확산 반사된 광은 수광 렌즈에 의해 보충되어 수광 소자에 집광되고, 그 출력 신호가 수광 소자로부터 출력된다. 또한, 수광 소자열로부터의 출력 신호는, 시리얼에서 패럴렐로 분기되어 처리 속도를 향상시키고, 화상 처리 장치에 전달된다.

[0058] 도 10a는 광원(103)과 수광 렌즈(11)의 위치 관계를 나타낸 모식도이며, 수광 소자 어레이(120)가 2열인 경우이다. 도 10a에서는, 2열로 배열된 수광 렌즈(11) 및 수광 소자 어레이(120)에 대한 광원(103)의 배치가 나타나 있다. 본 실시예에서는, 광원(103)이 2열의 관독 라인(L)의 대략 중앙부에 배치되어 있다. 각 광원(103)은 관독 라인(L)에 평행하게 나란히 배치되어 있다. 또한, 각 광원(103)의 광축은, 각 수광 렌즈(11)를 투과하여 각 수광 소자 어레이(120)로 안내되는 광의 광축과 교점을 연결하고, 또한 각 수광 렌즈(11)를 투과하여 각 수광 소자 어레이(120)로 안내되는 광의 광축과 교차하는 가상 평면의 임의의 위치에 배치되어 있다. 본 실시예에 있어서는, 수광 렌즈(11)의 초점 거리  $f$ 가  $f=50\text{mm}$ , 렌즈 직경  $\Phi$ 가  $\Phi=4\text{mm}$ (단, 기하광학적 수차를 고려하고, 애퍼처를 사용하여 유효 직경  $\Phi'$ 는  $\Phi'=2.5\text{mm}$ 로 함)이다. 본 실시예에서는, 검사면에 대하여 약 45도의 각도로 광원(103)으로부터 광이 조사된다. 이 때문에, 수광 렌즈(11)의 W.D.를 고려하여, 광원(103)과 검사면의 거리는 70mm로 했다. 본 실시예에서는 LD를 사용했지만, 각 파장의 LED를 사용해도 된다.

[0059] 광원(103)의 배열 피치는 렌즈간 거리에 맞춰서, 서로 인접하는 수광 렌즈(11) 사이의 대략 중앙부인 동시에 2열의 관독 라인(L)의 대략 중앙부인 위치에 광원(103)이 배치되어 있다. 이렇게 함으로써, 검사면상의 화소의 결락을 보다 방지할 수 있음과 동시에, 수광 렌즈(11)의 셰이딩 및 광원(103)의 광량 불균일을 보다 저감할 수 있다. 각 열의 수광 렌즈(11) 사이의 렌즈 피치를 7mm로 했다. 이 경우, 실질적인 렌즈 피치는 3.5mm가 된다.

[0060] 도 10b는 주주사 방향에 있어서의 광원(103)(검사면상)의 광량 분포, 수광 소자면상의 광량 분포, 수광 렌즈(11)의 셰이딩의 관계를 나타낸 도면이다. 도 10a의 레이아웃에 있어서, 수광 소자 어레이(120)상의 광량 분포는, 모식적으로 도 10b에 나타내는 바와 같이 플랫폼해지고, 수광 소자의 다이내믹 레인지를 유효하게 사용하는 것이 가능해진다.

[0061] 6. 리플의 억제 방법

[0062] 다음으로, 각각의 수광 렌즈(11)에 기인하는 셰이딩이 관독 라인(L) 방향에 대한 리플을 발생시키고, 나아가서는 수광 소자의 다이내믹 레인지를 좁게 하는 것으로 이어지는 것인데, 이 억제 방법에 대하여 기술한다.

[0063] 우선, 미리 조명계에 의해 음의 강도 분포를 갖는 조명광을 검사 대상물에 조사해 둔다. 예를 들면, 인접하는 수광 렌즈(11) 사이에 광원(103)을 배치하는 방법에서는, 완전히 각종 수광 렌즈(11)에 대응한 셰이딩 억제 방법으로 되지는 않는다. 즉, 각각의 수광 렌즈(11)에 특유의 셰이딩이 존재하고, 수광 렌즈(11)가 다르면, 그에 따른 조명 광학계를 사용해야 한다. 본 실시형태에서는, 주주사 방향으로 큰 파워를 갖는 집광 렌즈(104)가 배치된다. 당해 집광 렌즈(104)를 투과한 광축은 다음으로 실린드리컬 렌즈(105) 등의 수속 렌즈에 의해 검사 대상으로 안내되고, 수광 렌즈(11)의 셰이딩에 따른 광강도를 검사 대상물상에 형성한다. 그리고, 수광 렌즈(11)의 셰이딩에 따라, 집광 렌즈(104)의 광축 방향의 위치를 적절히 변경함으로써, 예를 들면, 검사 대상물이 캘리브레이션용 백색 기준판이면 수광 소자상의 광강도 분포를 평활화할 수 있다. 상기 집광 렌즈(104)는 부주사 방향으로 파워를 가지고 있어도 된다. 요컨대, 수광 렌즈(11)의 셰이딩을 완전할 때까지 억제하고, 또한 검사 대상물에 대하여 수광 렌즈(11)의 초점 거리를 고려한 유효한 광강도 분포를 동시에 실현할 수 있으면 된다. 즉, 주주사 방향의 렌즈 파워가 부주사 방향의 렌즈 파워보다도 큰 것이 바람직하다. 집광 렌즈(104)로서는, 예를 들면, 실린드리컬 렌즈, 렌티큘러 렌즈, 프레넬 렌즈, 또는 프리즘 시트와 구면 렌즈의 조합 등이 바람직하다. 광원(103)의 주주사 방향에 대한 위치 관계는, 각 수광 렌즈(11)의 중간 위치에 배치해도 되고, 수광 렌즈(11)의 광축상에 배치해도 된다. 또한, 수광 렌즈(11)의 외주 위치에 광원(103)을 배치해도 된다. 또한, 주주사 방향으로 파워 분포를 갖는 렌즈이면 보다 바람직하다.

[0064] 본 실시형태에서는, 복수의 광원(103)으로부터의 광축을 집광하는 집광 렌즈(104)가 하나의 렌즈체로서 설치되어 있으며, 당해 렌즈체가 갖는 주주사 방향의 파워가 부주사 방향의 파워보다도 크다. 단, 집광 렌즈(104)가 하나의 렌즈체가 아니라 제1집광 렌즈 및 제2집광 렌즈를 포함하는 구성이어도 된다. 이 경우, 제1집광 렌즈는 주주사 방향의 파워가 부주사 방향의 파워보다도 크고, 제2집광 렌즈는, 부주사 방향의 파워가 주주사 방향의 파워보다도 커도 된다. 또한, 주주사 방향의 파워를 제1집광 렌즈와 제2집광 렌즈에 의해 조정 가능해도 된다.

[0065] 상기와 같은 제1집광 렌즈 및 제2집광 렌즈를 구비한 집광 렌즈(104)에 있어서, 제1집광 렌즈 및 제2집광 렌즈

는 실린드릭 렌즈, 렌티큘러 렌즈, 프레넬 렌즈 또는 프리즘열 등에 의해 구성할 수 있다. 예를 들어, 제1집광 렌즈는 렌티큘러 렌즈 또는 프리즘열이어도 된다. 또한, 제2집광 렌즈는 프레넬 렌즈 또는 실린드릭 렌즈여도 된다.

[0066] 7. 수광 렌즈의 파라미터

[0067] 본 실시형태에 있어서의 렌즈 직경별 수광계 MTF의 그래프를 도 10c에 나타낸다. 비교예로서, 도 10d에 굴절률 분포 상수  $\sqrt{A}=0.154$ 의 경우를 나타낸다. 실선, 단파선, 장파선, 일점쇄선의 순서로, 유효 직경  $\Phi$ 가  $\Phi=1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0\text{mm}$ 인 경우를 나타내고 있다. 또한, 수광 소자의 화소 치수는, 600dpi 상단에 맞춰서 주주사 방향, 부주사 방향 모두  $42.3\mu\text{m}$ 로 하고 있다.

[0068] 본 실시형태에서는, 유효 직경  $\Phi$ 에 있어서, 굴절률 분포 상수  $\sqrt{A}$ 가  $\sqrt{A}=0.077$ 의 조건에서는, 600dpi 상당의 12라인/mm로 30% 정도의 성능이면,  $\Phi 1.0\text{mm}\sim\Phi 3.0\text{mm}$ 까지의 범위의 MTF 특성을 만족한다. 이에 대해서, 비교예는 유효 직경  $\Phi$ 에 대해서 모든 범위에서 MTF 특성을 만족하지 않는다. 이는  $\sqrt{A}$ 가  $\sqrt{A}=0.077$ 인 경우가  $\sqrt{A}=0.154$ 인 경우보다도 수차 특성이 우수함을 나타내고 있다. 또한, 초점 거리  $f=50\text{mm}$ 인 경우에 대해서, 굴절률 분포 상수  $\sqrt{A}$ 가  $\sqrt{A}=0.1027$ 인 경우의 수광 광학계의 MTF를 구하고, 도 10e에 나타낸다. 도 10e에 따르면,  $\sqrt{A}$ 가  $\sqrt{A}=0.1027$ 인 경우에도, 600dpi의 해상도에 상당하는 12라인/mm로  $\Phi 1.0\text{mm}\sim\Phi 3.0\text{mm}$ 까지의 범위에서 MTF 특성을 만족한다.

[0069] 수광 렌즈(11)가 굴절률 분포형 렌즈인 경우, 당해 렌즈는 유리 또는 수지로 이루어지는 것이 바람직하다. 이 경우, 수광 렌즈(11)의 렌즈 파라미터에 있어서, 축상 굴절률  $N_0$ 이  $1.45\leq N_0\leq 1.65$ 이고, 굴절률 분포 상수  $\sqrt{A}$ 가  $0.05\leq \sqrt{A}\leq 0.12$ 이고, 초점 거리  $f$ 가  $50\text{mm}\leq f\leq 150\text{mm}$ 인 것이 바람직하다.

[0070] 수광 렌즈(11)는, 각각 복수개의 렌즈를 조합한 아크로마트 또는 아포크로마트여도 된다. 이 경우, 복수개의 렌즈로서 볼록 렌즈만을 조합한 렌즈계이거나, 또는 복수개의 렌즈로서 볼록 렌즈와 오목 렌즈를 조합한 렌즈계여도 된다. 또한, 복수개의 렌즈의 초점 거리  $f$ 가  $25\text{mm}\leq f\leq 250\text{mm}$ 이고, 또한 복수개의 렌즈의 구경  $\Phi$ 가  $2\text{mm}\leq \Phi\leq 50\text{mm}$ 인 것이 바람직하다.

[0071] 다음으로, 피사계 심도 및 해상도를 향상시키기 위해, 수광 렌즈계를 축소 광학계로 한 것을 예시한다. 광학계의 구성은 도 10a와 동일하고, 수광 렌즈(11)의 배율을 변화시키고 있다. 즉, 수광 렌즈(11)의 물체과 상점의 황배율의 관계를 9:1이나 4:1과 같이 변화시킨다. 이렇게 함으로써, 피사계 심도는 황배율이 9:1인 경우는 등배계의 3배로, 황배율이 4:1인 경우는 등배계의 2배로 증대한다. 피사계 심도를 3배로 하는 경우에는, 수광 소자의 사이즈는 등배계의 수광 소자의 1/9의 사이즈로 한다. 또한, 피사계 심도를 2배로 하는 경우에는, 수광 소자의 사이즈는 등배계의 수광 소자의 1/4의 사이즈로 한다. 본 실시형태에 있어서의 1/4 사이즈의 수광 소자를 사용하여 피사계 심도를 2배로 했다.

[0072] 본 실시형태에 있어서의 축소 광학계의 디포커스시의 MTF 특성을 도 11의 그래프(실선)에 나타낸다. 비교예로서, 등배계의 디포커스시의 MTF 특성을 도 11의 그래프(파선)에 나타낸다. 도면의 축소계와 등배계의 비교에서, 축소 광학계의 피사계 심도가 등배계보다도 약 2배 깊다는 것을 알 수 있다. 또한, 수광 렌즈(11)의 N.A.는, 축소비를 S로 하면, 그 역수인 1/S만큼 증대한다. 이 때문에, 수광 렌즈(11)의 렌즈 직경이 작은 경우에도 초점 거리에 따라 축소율을 늘리면 실질적인 N.A.는 유지되기 때문에, 회절 효과에 의한 흐려짐도 일정하게 할 수 있다.

[0073] 본 실시형태에서는, 초점 거리를  $f=50\text{mm}$ , 황배율비를 1/4로 했기 때문에, 렌즈 직경  $\Phi$ 는 원리적으로는  $\Phi=0.25\text{mm}$ 까지 사용할 수 있다. 도 10a의 경우와 동일한 렌즈를 사용하기 때문에, 렌즈 직경  $\Phi$ 는  $\Phi=4\text{mm}$ 이고, 유효 직경  $\Phi'$ 는  $\Phi'=2.5\text{mm}$ 이다. N.A.는 등배계인 도 10a의 경우와 비교해서 4배가 된다. 따라서, 수광 광량은 16배가 되고, 수광 소자 사이즈를 1/4로 사이즈 다운한 것에 의한 수광 광량의 1/16의 감소를 상쇄할 수 있다.

[0074] 9. 텔레센트릭 광학계

[0075] 다음으로, 본 실시형태에 적용된 텔레센트릭 광학계에 대하여 설명한다. 텔레센트릭 광학계를 사용함으로써, 조립이 용이하고, 경시 변화가 적은 구성으로 할 수 있다. 텔레센트릭 광학계에서는, 애퍼처(광투과부)를 사이에 두고 양측 또는 한쪽에 수광 렌즈(11)가 배치된다. 즉, 텔레센트릭 광학계는, 검사 대상물측과 수광 소자 어레이(120)측 양쪽에 수광 렌즈(11)가 배치된 양측 텔레센트릭 광학계, 또는 검사 대상물측에만 수광 렌즈(11)가 배치된 물체측 텔레센트릭 광학계이다.

[0076] 양측 텔레센트릭 광학계에서는, 검사 대상물로부터 광축에 평행하게 가늘게 퍼지는 광속이 전방 렌즈를 투과함

으로써 평행 광속이 되고, 전방 렌즈 뒤에 삽입된 어퍼처를 통과한 평행 광속이 후방 렌즈를 투과하여 수광 소자 어레이(120)의 각 수광 소자로 좁혀진다.

[0077] 도 3 또는 도 4와 같이, 수광 소자 어레이(120)가 부주사 방향으로 지그재그 배치로 되어 있을 경우에는, 부주사 방향의 거리가 커질수록 메모리 용량을 크게 할 필요가 있다. 메모리 용량이 커지면 그만큼 비용이 상승한다. 본 실시형태에 있어서는, 텔레센트릭 렌즈 광학계를 사용함으로써, N.A.를 0.03 정도로 하면, 초점 거리가 50mm인 렌즈의 경우, 렌즈의 주평면상으로  $\phi=3\text{mm}$ 와 물점을 연결하는 원뿔형의 수광 입체각이 된다. 따라서, 부주사 방향의 지그재그 배치의 수광 소자 어레이(120)의 최단 거리  $L_s$ 는  $L_s > 3\text{mm}$ 이면 충분하다. 따라서, 통상의 렌즈의 원형의 외주부를 각종 가공 또는 성형 수단에 의해 직사각형의 외주부로 하고, 도 3 또는 도 4와 같이 수광 소자 어레이(120)의 지그재그 배치의 간격을 좁게 해서 배치하면, 수광 입체각을 만족시켜 콤팩트화가 가능해지는 동시에 메모리 용량을 작게 할 수 있다. 또한, 수광 렌즈(11)의 N.A.는 조명 광량의 관점에서 0.001~0.05 정도가 바람직하다. 이상, 부주사 방향의 수광 렌즈(11)의 두께는, 텔레센트릭 광학계의 N.A.로 규정되는 입체각에 따라 결정되므로 부주사 방향으로 짧게 할 수 있어 콤팩트해진다.

[0078] 10. 수광계의 변형예

[0079] 다음으로, 도 12a~도 12g를 사용하여 수광계의 변형예에 대해서 설명한다. 상기 실시형태에서는, 복수의 수광 렌즈(11)가 부주사 방향으로 2열로 배치된 구성에 대해서 설명했지만, 도 12a~도 12g에서는, 복수의 수광 렌즈(11)가 주주사 방향을 따라 1열로 배치된 구성, 구체적으로는, 1열의 수광 렌즈(11)와 지그재그 배치의 수광 소자 어레이(120)의 레이아웃에 대해서 설명한다.

[0080] 수광 소자 어레이(120)를 지그재그 배치함으로써 2열의 관독 라인(L)을 형성할 경우, 수광 소자 어레이(120)와 마찬가지로 수광 렌즈(11)도 2열로 지그재그 배치하면 수광 렌즈계의 필요한 N.A.를 만족시키기 위해서, 수광 렌즈(11)의 부주사 방향의 폭 이상으로 수광 소자 어레이(120)의 부주사 방향의 간격을 마련할 필요가 있었다. 그래서, 도 12a~도 12g와 같이 수광 렌즈(11)를 수광계에 필요한 N.A.를 만족시키도록 직사각형 렌즈의 폭을 설정하고, 2열에서 1열로 하면, 수광 소자 어레이(120)의 부주사 방향의 간격을 보다 좁히는 것이 가능해진다. 즉, 부주사 방향의 속도 변동의 영향을 보다 적게 하고, 동시에 수광 렌즈(11)의 코스트 다운을 달성할 수 있다. 이하에, 복수의 수광 렌즈(11)를 1열로 배치하는 방법에 대해서 기재한다.

[0081] 도 12a~도 12g에서는, 복수의 수광 렌즈(11)가 각각 주주사 방향에 대해서 수직인 방향에서 보았을 때 동일한 형상을 갖는다. 구체적으로는, 주주사 방향(X 방향) 및 부주사 방향(Y 방향)에 대해서 수직인 Z 방향에서 보았을 때의 각 수광 렌즈(11)의 형상이 동일한 형상이다. 또한, 「동일한 형상」에는, 반전 형상 등의 실질적으로 동일한 형상이 포함되며, 약간의 형상의 차이는 「동일한 형상」에 포함되는 것으로 한다.

[0082] 도 12a에서는, Z 방향으로 본 각 수광 렌즈(11)의 형상이 평행사변형 형상이다. 즉, 각 수광 렌즈(11)의 주주사 방향의 양단면이 부주사 방향에 대해서 경사져 있다. 각 수광 렌즈(11)의 주주사 방향의 양단면의 경사각은 동일하다. 도 12a와 같이 주주사 방향으로 복수의 수광 렌즈(11)를 나란히 배치한 경우, 각 수광 렌즈(11)의 양단면에, 이웃하는 수광 렌즈(11)의 단면이 대향함으로써, 주주사 방향으로 이웃하는 수광 렌즈(11)의 단부끼리가 연결된 상태로 배치된다.

[0083] 도 12b에서는, Z 방향으로 본 각 수광 렌즈(11)의 주주사 방향의 양단면에, 직사각형 형상의 노치가 형성되어 있다. 도 12b와 같이 주주사 방향으로 복수의 수광 렌즈(11)를 나란히 배치한 경우, 각 수광 렌즈(11)의 양단면에 형성된 노치에, 이웃하는 수광 렌즈(11)의 일부가 끼워 맞춰짐으로써, 주주사 방향으로 이웃하는 수광 렌즈(11)의 단부끼리가 연결된 상태로 배치된다.

[0084] 도 12c에서는, Z 방향으로 본 각 수광 렌즈(11)의 형상이 사다리꼴 형상이다. 즉, 각 수광 렌즈(11)의 주주사 방향의 양단면이, 부주사 방향에 대해서 경사져 있다. 각 수광 렌즈(11)를 Z 방향으로 본 형상은, 주주사 방향에 이웃하는 수광 렌즈(11)를 Z 방향으로 본 형상에 대하여 주주사 방향을 기준으로 반전 형상이다. 도 12c와 같이 주주사 방향으로 복수의 수광 렌즈(11)를 나란히 배치한 경우, 각 수광 렌즈(11)의 양단면에, 이웃하는 수광 렌즈(11)의 단면이 대향함으로써, 주주사 방향으로 이웃하는 수광 렌즈(11)의 단부끼리가 연결된 상태로 배치된다. 이에 따라, 복수의 수광 렌즈(11)는 이웃하는 수광 렌즈(11)가 반전되어 연결된 상태로 배치된다.

[0085] 도 12d에서는, Z 방향으로 본 각 수광 렌즈(11)의 주주사 방향의 양단면에, 곡선 형상(반원 형상 또는 반타원 형상)의 노치가 형성되어 있다. 도 12d와 같이 주주사 방향으로 복수의 수광 렌즈(11)를 나란히 배치한 경우, 각 수광 렌즈(11)의 양단면에 형성된 노치에, 이웃하는 수광 렌즈(11)의 일부가 끼워 맞춰짐으로써, 주주사 방향으로 이웃하는 수광 렌즈(11)의 단부끼리가 연결된 상태로 배치된다.

- [0086] 다음으로, 도 12e~도 12g의 변형예에 대해서 설명한다. 도 12e는, 도 12c의 변형예이며, 상술한 수광 소자 어레이(120)에 결락 화소를 최대한 발생시키지 않도록 할 수 있다. 도 12e에서는, 사다리꼴 형상의 각 수광 렌즈(11)의 폭 방향의 중앙부보다도 장변측에 각 수광 소자 어레이(120)를 배치하고 있다. 또한, 각 수광 소자 어레이(120)의 주주사 방향의 길이는, 당해 수광 소자 어레이(120)가 배치된 위치에 있어서의 상기 사다리꼴 형상의 각 수광 렌즈(11)의 주주사 방향의 길이와 거의 일치한다. 이렇게 함으로써, 도 12e의 파선으로 나타낸 부분이 이웃하는 지그재그 배치의 수광 소자 어레이(120)끼리가 주주사 방향에 있어서 오버랩되고, 후술하는 바와 같이, 도 12c에서 나타낸 지그재그 배치의 수광 소자 어레이(120)와 같은 출력 신호의 결락부가 발생하지 않는다.
- [0087] 상기는 사다리꼴 형상의 수광 렌즈(11)에 한정되지 않고, 각각의 수광 렌즈(11)를 부주사 방향으로 반전시켜 수광 렌즈 어레이로 했을 때에 연결되는 형상이면 된다. 그 예를 도 12f 및 도 12g에 나타낸다. 도 12f는 직사각형의 노치 형상으로 이루어지는 복수의 수광 렌즈(11)를 반전하여 연결시킨 경우이고, 도 12g는 원형의 노치를 갖는 복수의 수광 렌즈(11)를 반전하여 연결시킨 경우이다. 이렇게, 도 12e~도 12g에 있어서, 복수의 수광 렌즈(11)는 이웃하는 수광 렌즈(11)가 반전되어 연결된 상태로 배치된다. 대체로, 부주사 방향에 있어서 수광 렌즈(11)가 선 대상이면 반전 연결 가능하다. 도 12f 및 도 12g도 도 12e의 사다리꼴 형상의 반전 연결과 마찬가지로 파선부가 오버랩되어 있고, 후술하는 바와 같이 신호 결락부를 발생시키지 않는다. 또한, 도 12g의 수광 렌즈(11)는 강성을 확보하고, 균열을 회피하기 위한 가장자리부(112)를 구비하고 있다.
- [0088] 도 12a~도 12g와 같이, 수광 렌즈(11)의 광축 방향 단면시(斷面視)에 있어서 렌즈 단부를 평행사변형 형상, 사다리꼴 형상, 직사각형 형상 또는 곡선 형상(원, 타원)의 노치 형상 등의 단면 형상으로 해서 수광 렌즈계의 N.A.를 만족하는 부주사 방향의 폭을 설정하고, 1열로 연결함으로써, 주주사 방향으로 일직선상으로 연장되는 렌즈 어레이가 형성된다. 또한, 상기 렌즈 어레이의 부주사 방향의 중앙부에, 지그재그 배치의 2열의 수광 소자 어레이(120)를 설치한다. 구체적으로는, 복수의 수광 소자 어레이(120)가, 복수의 수광 렌즈(11) 각각의 주주사 방향의 중앙부에 배치되고, 주주사 방향을 따라 교대로 지그재그상으로 배치된다. 이렇게 함으로써, 1열의 렌즈 어레이로 2열의 지그재그 배치의 수광 소자 어레이(120)에 검사 대상물로부터 출사된 광을 보낼 수 있다.
- [0089] 도 12a에 나타내는 바와 같이, 주주사 방향으로 이웃하는 수광 렌즈(11)의 단부 사이에는 차폐부(111)가 설치되어 있다. 차폐부(111)는 얇은 판상으로 형성되어 있다. 차폐부(111)는, 각 수광 렌즈(11)의 단부 사이로부터 수광 소자(수광 소자 어레이(120))를 향하여 연장되고, 수광 렌즈(11)로부터 검사 대상물 방향으로 돌출되어 있다. 또한, 차폐부(111)는 적어도 수광 렌즈(11)의 부주사 방향의 폭(W1) 이상의 폭을 갖는다. 도 12b~도 12g에서는, 차폐부(111)를 생략해서 나타내고 있지만, 마찬가지로, 차폐부(111)가 각 수광 렌즈(11)의 단부 사이에 설치되어 있어도 된다. 또한, 도 12f와 도 12g의 실시예에 있어서, 차폐부(111)는 각각 얇은 크랭크형, 파형 차폐판으로 한다. 요컨대, 연결부에 있어서, 이웃하는 수광계에 광이 누출되지 않도록 하면 된다.
- [0090] 도 12b~도 12d에 나타내는 바와 같이, 복수의 수광 소자 어레이(120)와 일대일로 대응하도록 검사 대상물을 조명하는 복수의 광원(103)이 설치되어 있어도 된다. 복수의 광원(103)은 각각 주주사 방향을 따라 일직선상으로 연장되는 가늘고 긴 형상이어도 되고, 이 경우, 도 12b~도 12d에 나타내는 바와 같이, 복수의 광원(103)이 각 수광 소자 어레이(120)에 대해서 Z 방향으로 대향하고 있어도 된다. 이에 따라, 복수의 광원(103)을 지그재그상으로 배치하여, 각 수광 소자 어레이(120)에 효율적으로 선분상의 광을 입사시킬 수 있다.
- [0091] 복수의 광원(103)은, 복수의 수광 소자 어레이(120)에 대응하여 부주사 방향으로 복수 라인의 조명광의 광강도 분포를 갖는다. 도 12a, 도 12e~도 12g에서는 광원(103)을 생략해서 나타내고 있지만, 마찬가지로 복수의 광원(103)이 복수의 수광 소자 어레이(120)와 일대일로 대응하도록 설치되어 있어도 된다. 단, 복수의 광원(103)을 지그재그상으로 배치하지 않아도, 각 관독 라인(L)의 수광 소자 어레이(120)에 광강도의 피크를 갖게 하도록, 부주사 방향에 있어서 2개의 강도 피크를 포함하는 광강도 분포를 갖는 라인 조명을 사용해도 된다. 또한, 지그재그 배치의 수광 소자 어레이(120)의 부주사 방향의 간격이 좁기 때문에, 1개의 피크를 갖는 라인 조명이어도 된다.
- [0092] 도 12h 및 도 12i는, 수광계에 있어서의 광축(113)의 위치에 대해서 설명하기 위한 모식도이다. 이하에서는, 도 12e의 구성을 일례로 해서, 도 12h 및 도 12i를 이용하여 수광계에 있어서의 광축(113)의 위치에 대해서 설명하지만, 도 12a~도 12d, 도 12f, 도 12g 등의 다른 구성에 있어서도, 광축(113)의 위치를 동일하게 설정하는 것이 가능하다.
- [0093] 도 12h에서는, 각 수광 렌즈(11)를 투과하여 각 수광 소자 어레이(120)로 안내되는 광의 광축(113)이, 각 수광 소자 어레이(120)의 대략 중앙부로부터 부주사 방향(Y 방향)으로 평행하게 떨어진 위치를 관통한다. 구체적으로

는, 각 수광 렌즈(11)의 광축(113)이, 지그재그상으로 배치된 각 수광 소자 어레이(120)로부터 대략 등거리이며, 또한, 지그재그상으로 배치된 각 수광 소자 어레이(120)의 주주사 방향에 있어서의 대략 1/2 길이의 위치를 관통한다. 이 예에서는, 각 광축(113)이 주주사 방향(X 방향)을 따라 1열로 나열되어 있지만, 이러한 구성에 한정되는 것은 아니다.

- [0094] 도 12i에서는, 각 수광 렌즈(11)를 투과하여 각 수광 소자 어레이(120)로 안내되는 광의 광축(113)이, 지그재그상으로 배치된 각 수광 소자 어레이(120)의 대략 중앙부를 관통한다. 따라서, 각 광축(113)은, 2열의 관독 라인(L)을 따라, 각 수광 소자 어레이(120)와 마찬가지로 지그재그 배치되어 있다. 이와 같이, 각 수광 렌즈(11)의 광축(113)을 각 수광 소자 어레이(120)에 맞춤으로써 수차를 적게 할 수 있다.
- [0095] 도 13에 렌즈 단부가 평행사변형인 경우의 광원(103)의 광각도 분포가 플랫한 경우의 수광 소자 어레이(120)의 수광면상의 광각도 분포를 나타낸다. 도 13에서는, 도 12a의 구성을 채용한 경우에 있어서의 각 수광 소자 어레이(120)의 수광면상의 광각도 분포의 일례가 나타나 있다. 복수의 수광 렌즈(11)로 이루어지는 렌즈 어레이는, 설명을 위해 편의상 3개의 수광 렌즈(11)로 이루어지는 렌즈 어레이로 하고 있다.
- [0096] 도 13의 좌측의 도면에 렌즈 어레이 전체의 각 수광 소자 어레이(120)상의 광각도를 나타내고, 우측의 2개의 도면에 확대도를 나타내고 있다. 또한, 도 14에 이웃하는 수광 렌즈(11)끼리의 연결부 근방의 광각도 분포의 상세를 나타낸다. 본 실시형태에서는, 지그재그 배치된 인접하는 2개의 수광 소자 어레이(120)에 있어서, 한쪽의 수광 소자 어레이(120)의 신호 결락 화소를 다른 쪽의 수광 소자 어레이(120)의 화소로 보간한다. 도 14에서는, 화살표의 마크에 의해, 신호 결락 화소의 신호를 보간하는 방법을 나타냈다.
- [0097] 도 14에 있어서 파선으로 둘러싸인 부분(121)은, 이웃하는 수광 렌즈(11)끼리의 연결부에 위치하는 수광 소자이며, 당해 수광 소자에 광이 도달하지 않게 됨으로써 신호 결락부가 발생한다. 그래서, 본 실시형태에서는, 지그재그 배치된 인접하는 수광 소자 어레이(120)에 있어서, 상기 부분(121)의 수광 소자에 대해서 부주사 방향에 대향하는 수광 소자(실선으로 둘러싸인 부분(122))의 출력 신호로 신호 결락부의 신호를 보충한다. 이렇게, 이웃하는 수광 렌즈(11)끼리의 연결부에는, 부주사 방향을 따라 화소 보간부가 형성되어 있다(도 13 참조). 신호 결락부는 미리 검사용 기준 매체에 의해 보정해 두면 된다. 기준 매체에는 세이딩 보정용 백색 차트나 격자 패턴 등을 사용할 수 있다.
- [0098] 도 13에 있어서의 수광 렌즈(11)의 부주사 방향의 폭은 5mm이며, 따라서 수광 렌즈(11)를 2열의 지그재그 배치로 한 경우는, 지그재그 배치의 수광 소자 어레이(120)의 최소 간격은 5mm 이상이 필요하지만, 상기와 같이 1열의 렌즈 어레이를 사용하면 약 1/2 정도(3.0mm 미만)의 간격이 된다. 또한, 수광 소자 어레이(120)의 다이내믹 레인지 등을 고려하면서 세이딩 보정을 행하면 간격을 더욱 좁힐 수 있다. 즉, 지그재그 배치의 수광 소자 어레이(120)의 부주사 방향의 간격이 좁아짐과 동시에, 수광 렌즈(11)의 수를 절반으로 하는 것이 가능해진다. 따라서, 부주사 방향의 반송 속도의 변동의 영향을 받기 어렵게 하는 동시에, 코스트 다운도 도모할 수 있는 메리트가 생긴다.
- [0099] 도 13에 있어서의 차폐부(111)에는, 두께  $t=0.2\text{mm}$ 의 차폐판을 배치했다.  $t=0.2\text{mm}$ 이면 강도적으로 문제없다. 또한, 렌즈계는 양측 텔레센트릭계이다. 물론, 물체측 텔레센트릭계로 해도 되는 것은 말할 필요도 없다.
- [0100] 구체적인 화상 처리 방법 또는 화상 처리 시스템에 의한 처리로서는, 주주사 방향의 동일한 위치에서 부주사 방향으로 이간되는 2개의 수광 소자로부터의 출력 신호에 대해서, 한쪽의 수광 소자(파선으로 둘러싸인 부분(121))로부터의 출력 신호가 다른 쪽의 수광 소자(실선으로 둘러싸인 부분(122))로부터의 출력 신호보다도 낮고, 한쪽의 수광 소자로부터의 출력 신호가 역치에 미치지 못할 경우에, 다른 쪽의 수광 소자로부터의 출력 신호로 보간한다. 또한, 그 보간된 출력 신호를 한쪽의 수광 소자에 대하여 주주사 방향의 다른 위치에 있는 수광 소자로부터의 출력 신호와 합성함으로써, 관독 라인(L)에 대응하는 1열의 출력 신호로 한다.
- [0101] 또한, 도 14에 있어서 이점쇄선으로 둘러싸인 부분(123)의 수광 소자는 부주사 방향으로 서로 대향하지만, 모두 이웃하는 수광 렌즈(11)끼리의 연결부로부터 어긋남으로써 서로 오버랩되어 있다. 이러한 오버랩되는 부분에 대해서는, 수광 소자로부터의 출력 신호의 결락이 발생하지 않기 때문에, 보간할 필요는 없다.
- [0102] 도 12e의 예에 있어서, 수광 영역의 광각도를 나타내고, 신호 결락부가 발생하지 않는 이유를 도 15에 개략적으로 나타낸다. 도 15는 도 14와 마찬가지로 지그재그 배치한 수광 소자 어레이(120)의 단부의 광각도 분포를 나타내고 있다. 도 15에 있어서, 이점쇄선으로 둘러싸인 부분(124)의 수광 소자는, 부주사 방향으로 서로 대향하지만, 모두 이웃하는 수광 렌즈(11)끼리의 연결부로부터 어긋남으로써, 서로 오버랩되어 있다. 도 15와 같이, 사다리꼴 형상의 수광 렌즈(11)의 폭 방향에 있어서 수광 소자 어레이(120)를 장변측에 배치함으로써, 수광부에

있어서의 신호 결락 부분을 제외하고, 지그재그 배치한 수광 소자 어레이(120)의 1열의 관독 라인(L)에 필요한 신호를 얻는 것이 가능해진다.

[0103] 구체적인 화상 처리 방법 또는 화상 처리 시스템에 의한 처리로서는, 주주사 방향의 동일한 위치에서 부주사 방향으로 이간되는 2개의 수광 소자(파선으로 둘러싸인 부분(124))로부터의 출력 신호에 대해서, 한쪽의 수광 소자의 출력 신호가 다른 쪽의 수광 소자의 출력 신호와 중첩된 부분의 출력 신호의 한쪽을 선택하고, 또한, 기준 매체에 의해 미리 보정한 출력 신호의 한쪽의 신호와 다른 쪽의 출력 신호의 비에 따른 보정을 행하고, 한쪽의 신호와 다른 쪽의 신호를 합성함으로써, 관독 라인(L)에 대응하는 1열의 출력 신호로 한다.

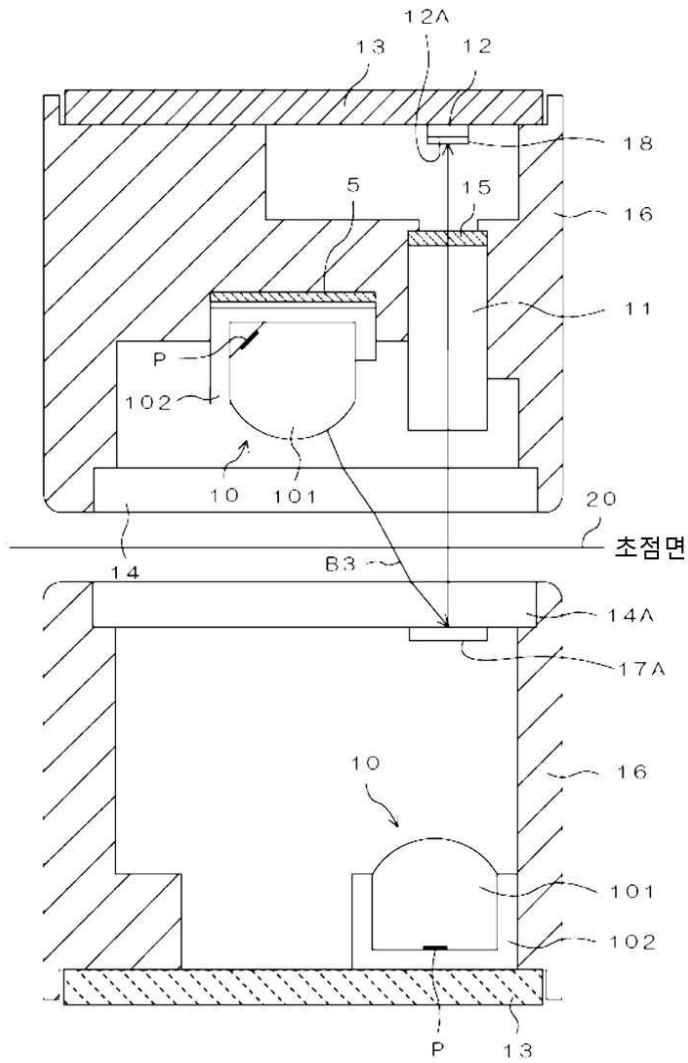
### 부호의 설명

[0104]

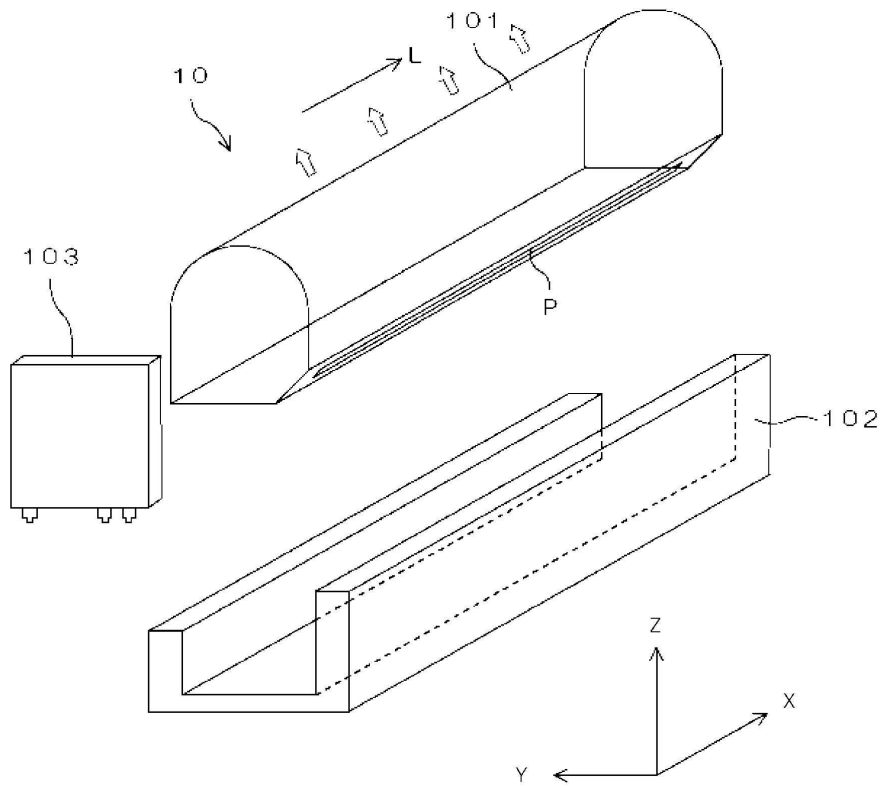
- 10: 광원부
- 11: 수광 렌즈
- 12: 수광부
- 20: 초점면
- 103: 광원
- 104: 집광 렌즈
- 105: 실린드릭 렌즈
- 110: 렌즈 홀더
- 111: 차폐부
- 120: 수광 소자 어레이
- 131: 적색 LD
- 132: 녹색 LD
- 133: 청색 LD
- 134: 광원 기판
- 135: 히트싱크

도면

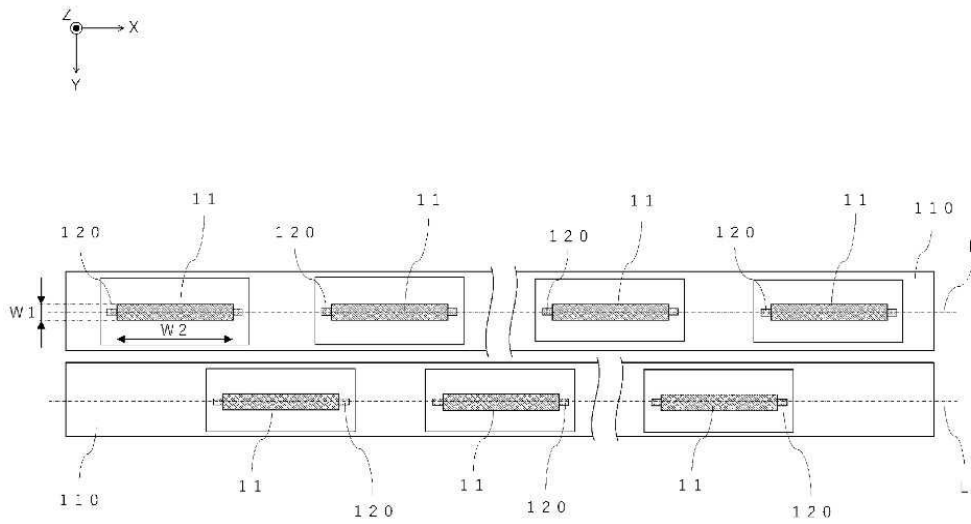
도면1



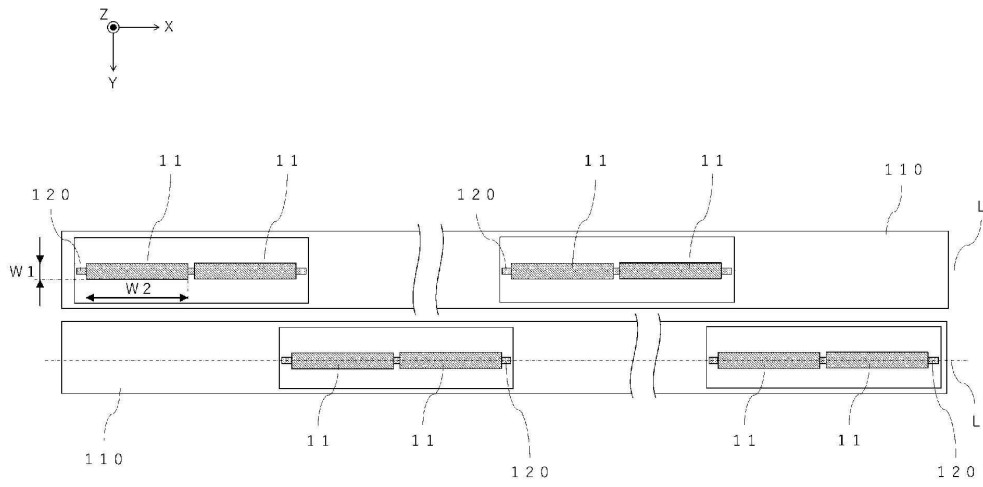
도면2



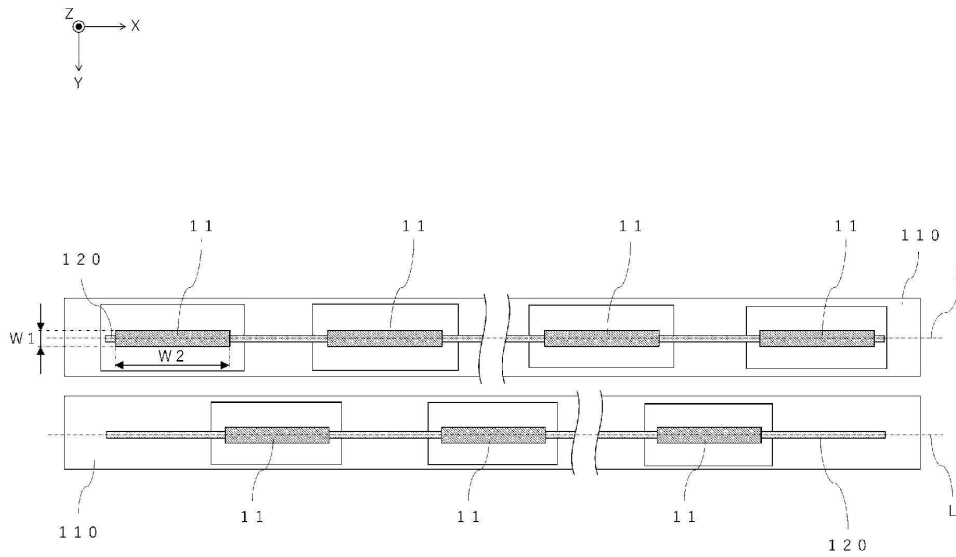
도면3



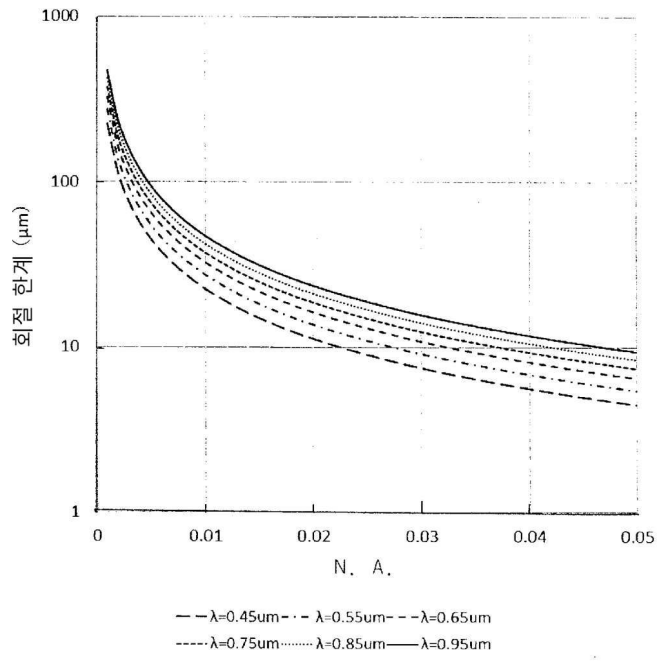
도면4



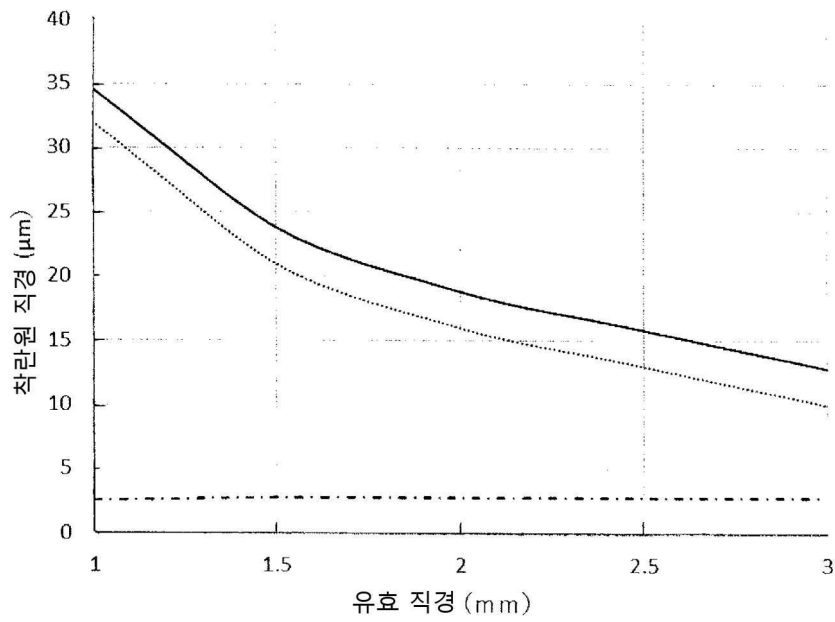
도면5



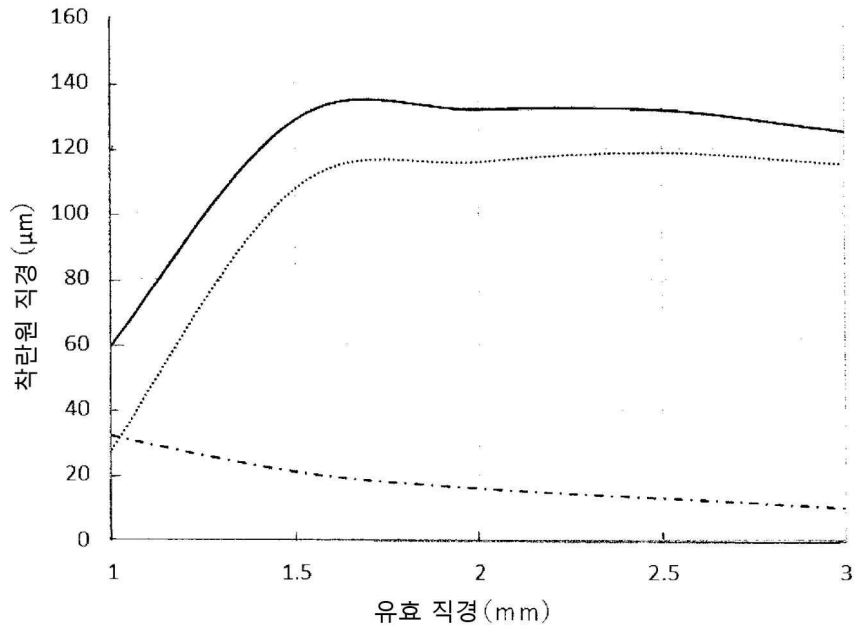
도면6



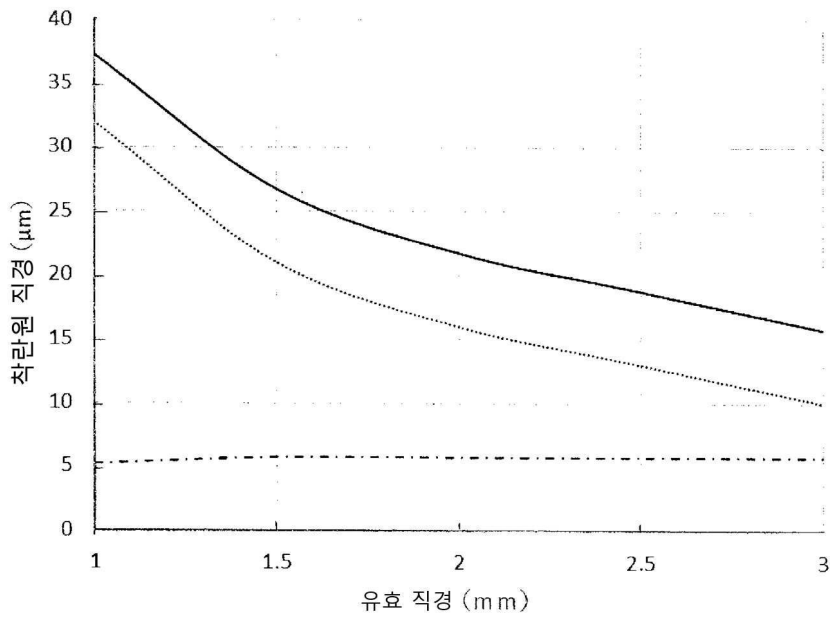
도면7a



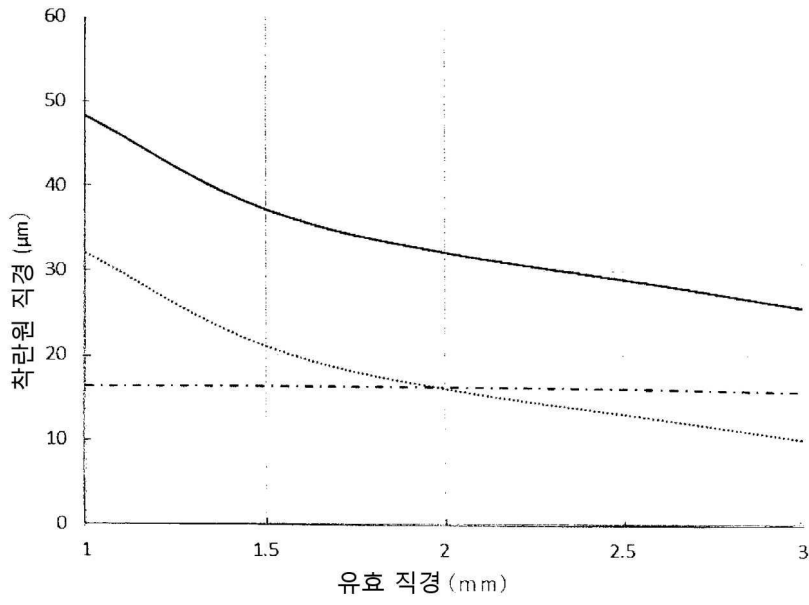
도면7b



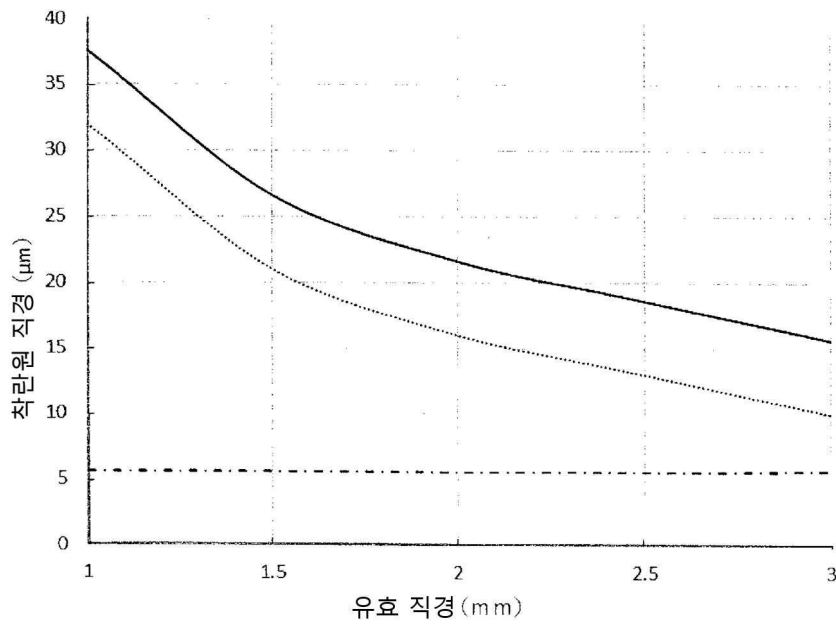
도면7c



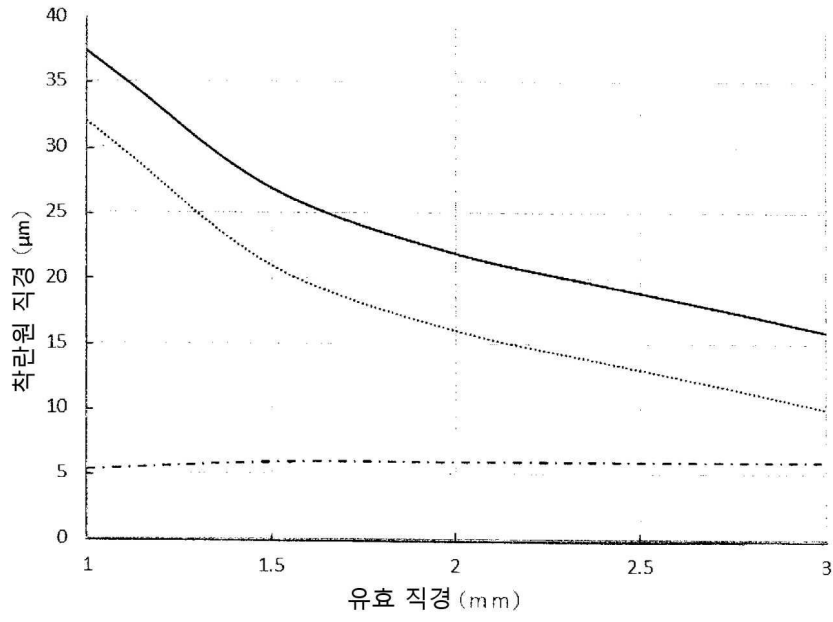
도면8a



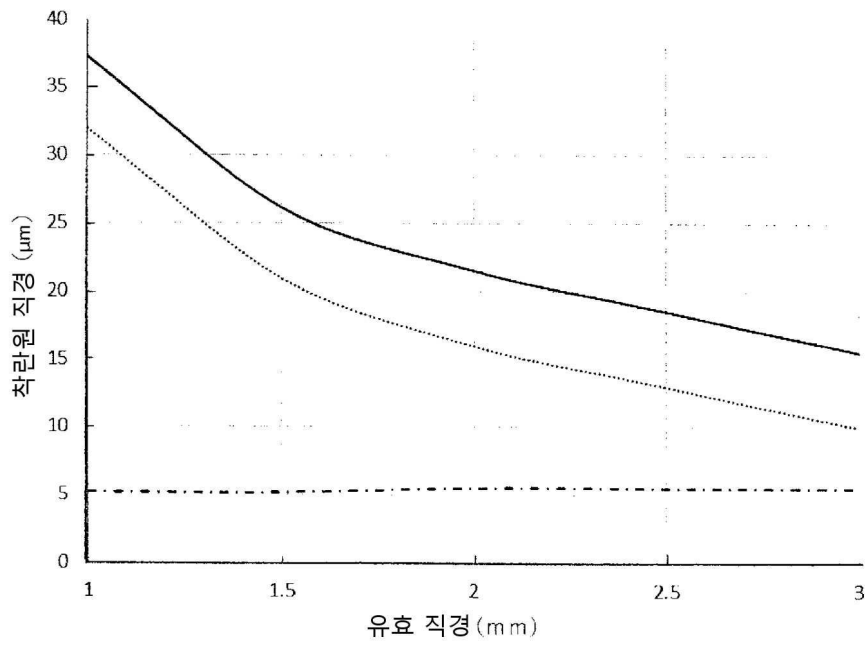
도면8b



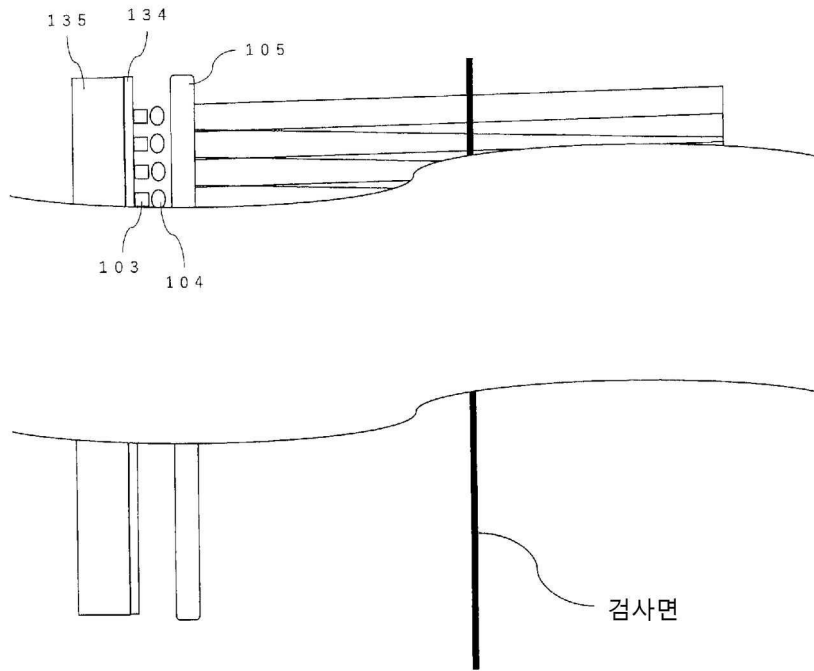
도면8c



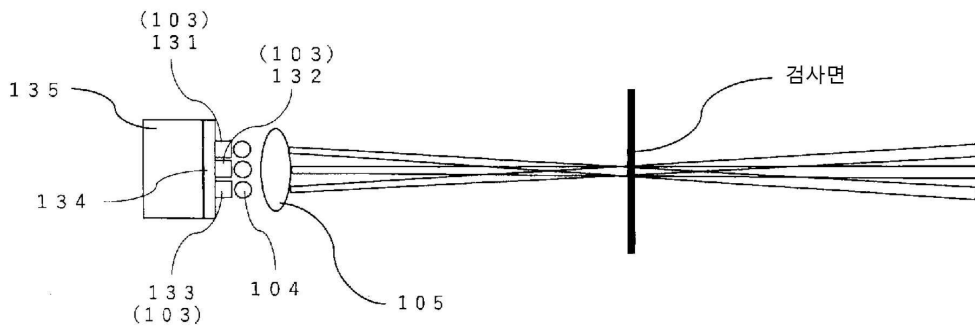
도면8d



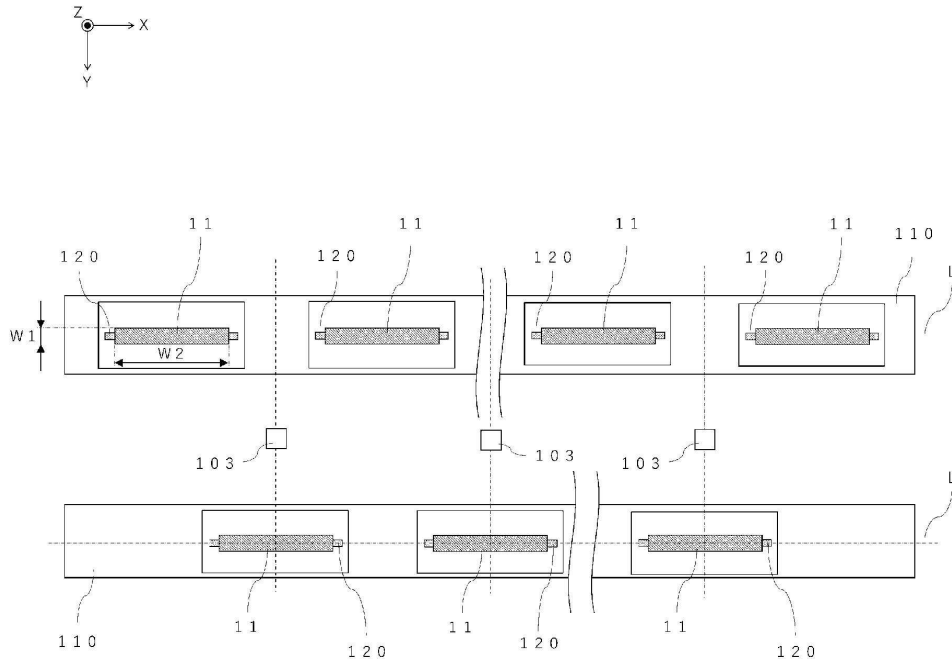
도면9a



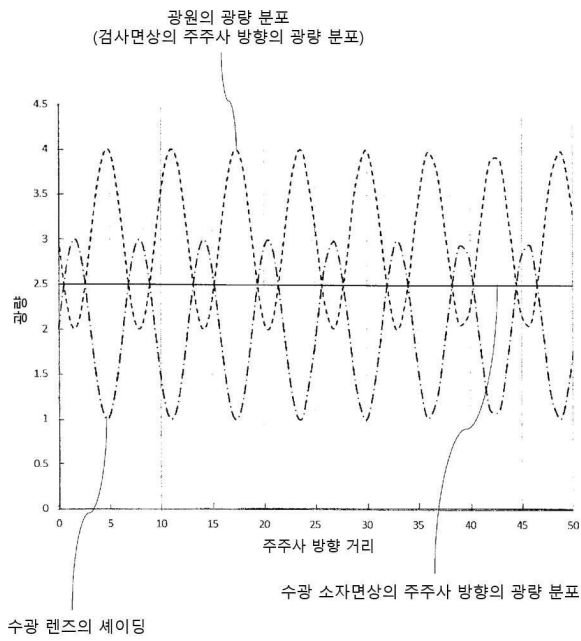
도면9b



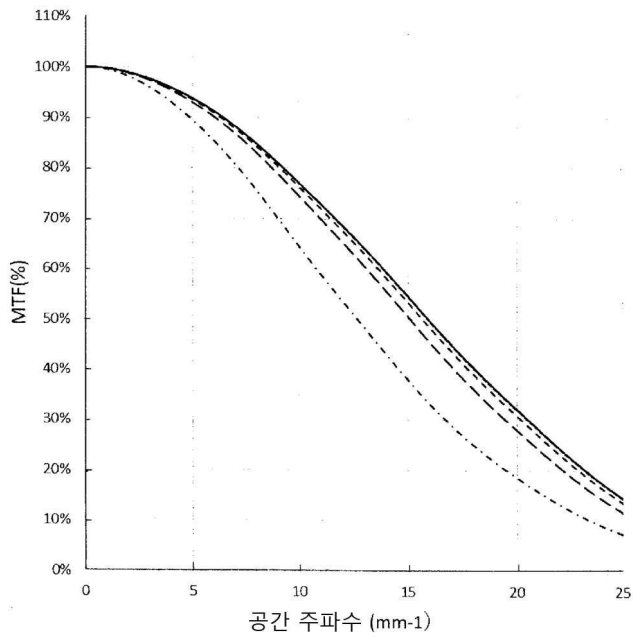
도면10a



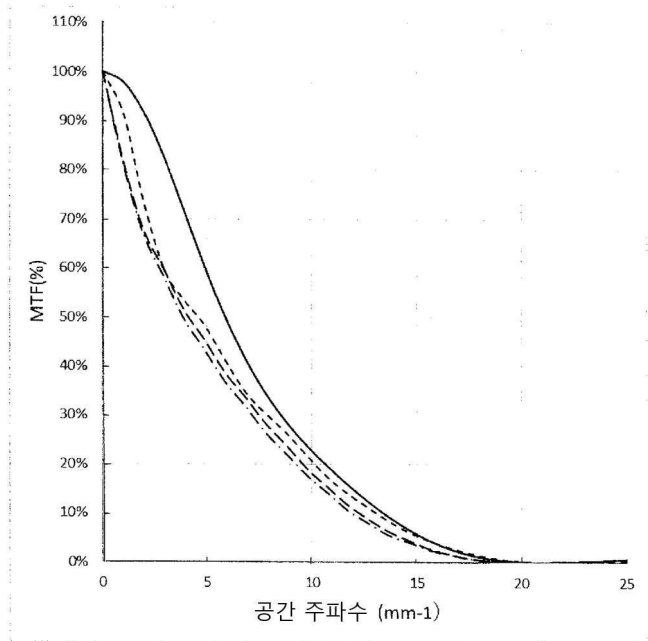
도면10b



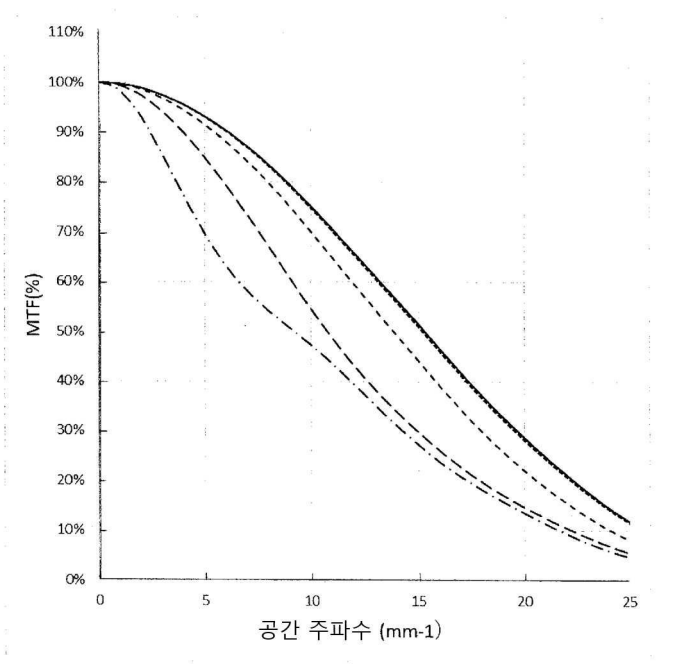
도면10c



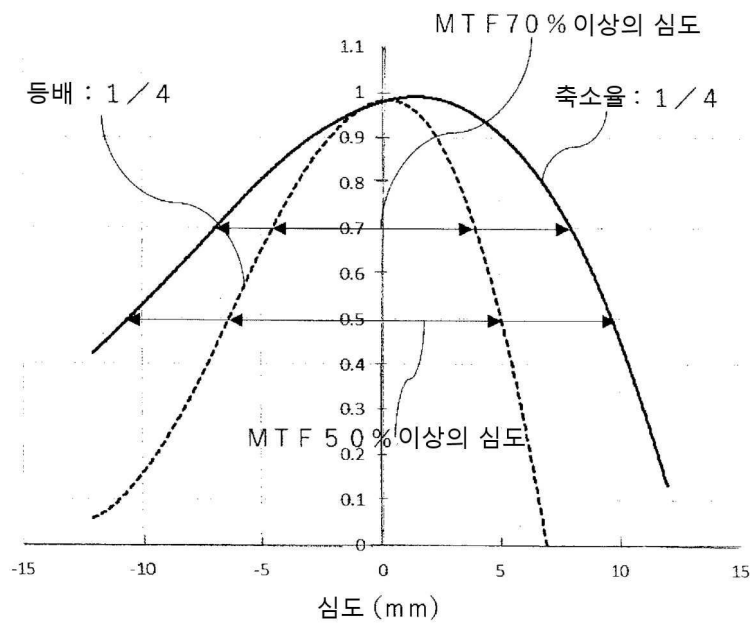
도면10d



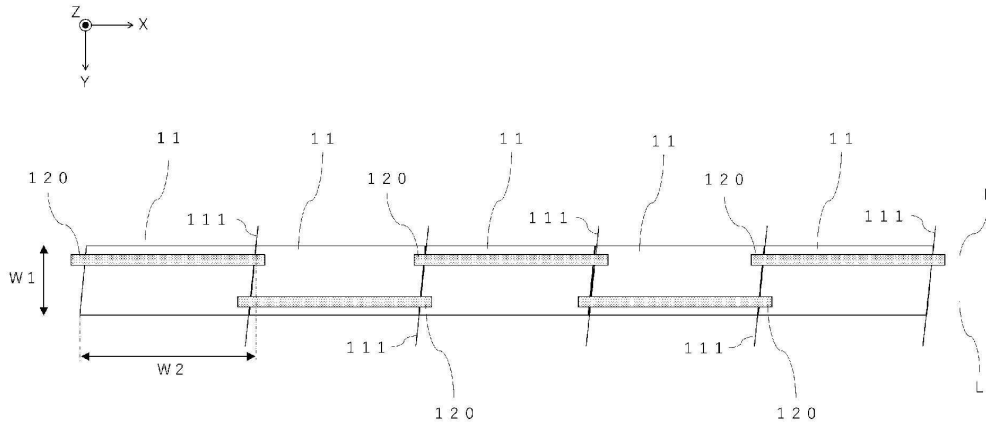
도면10e



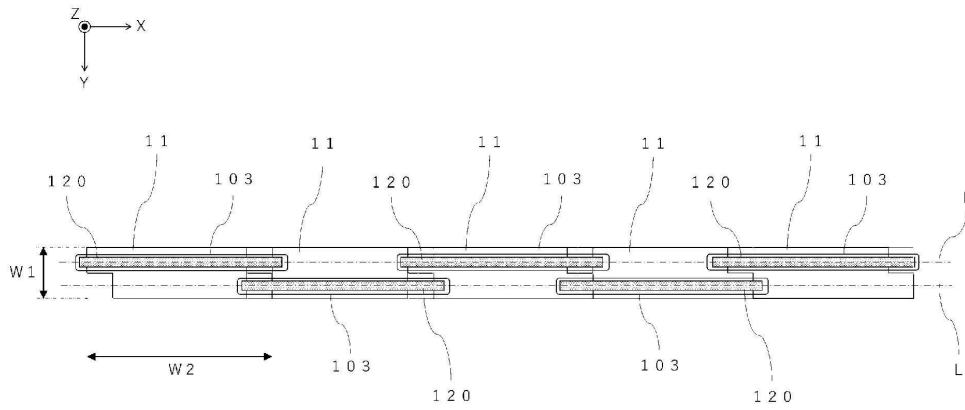
도면11



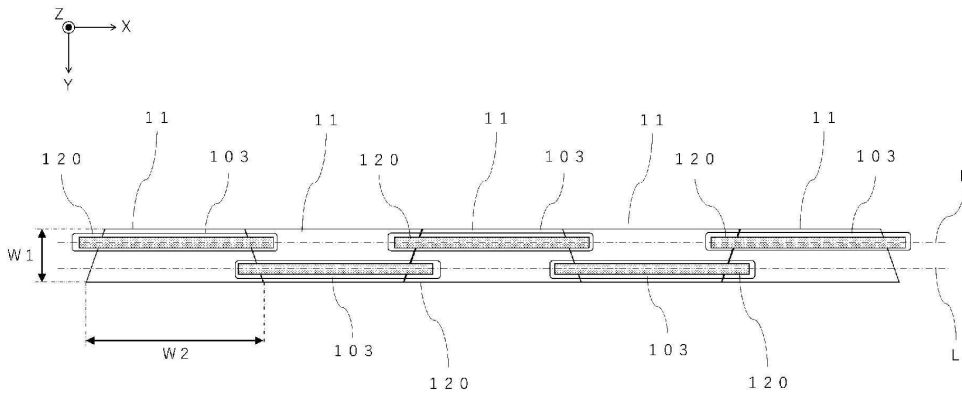
도면12a



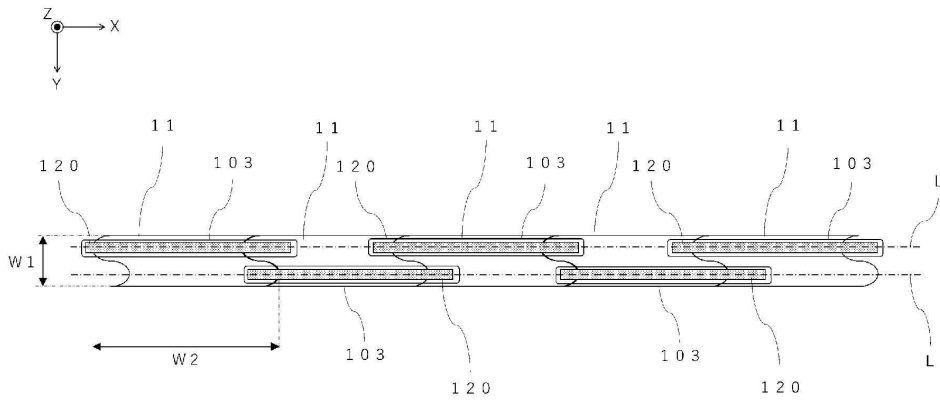
도면12b



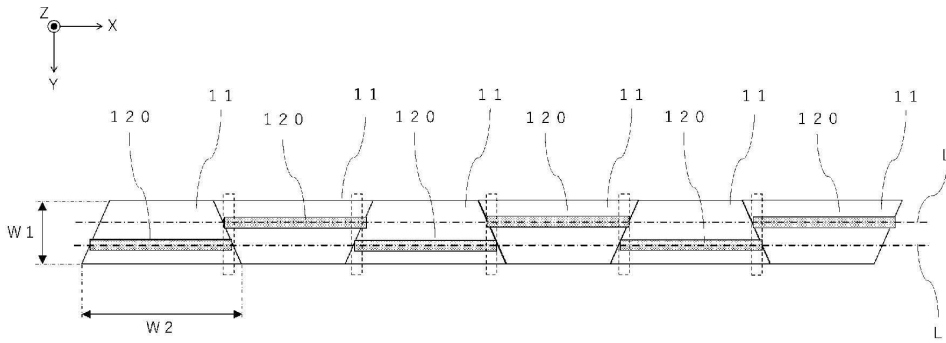
도면12c



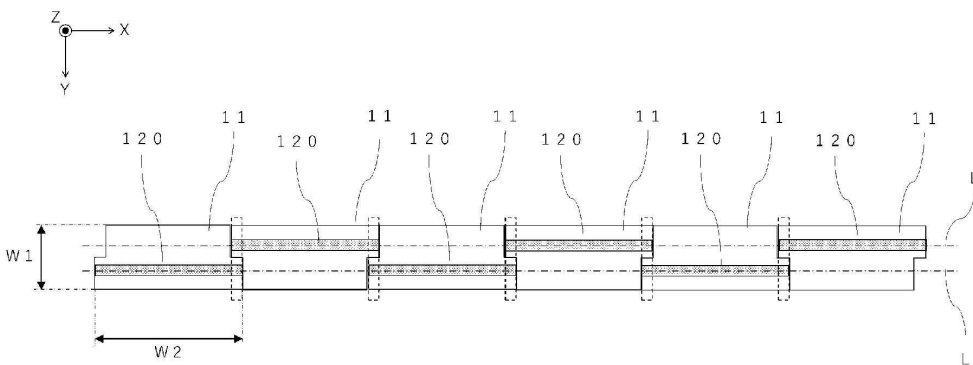
도면12d



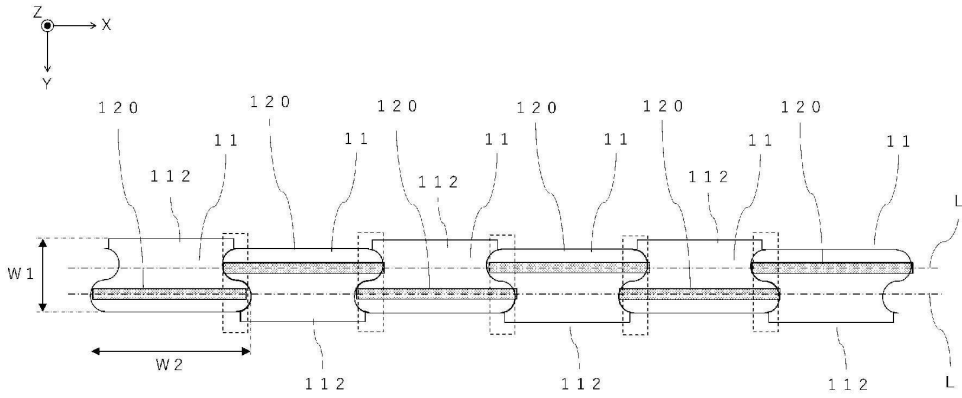
도면12e



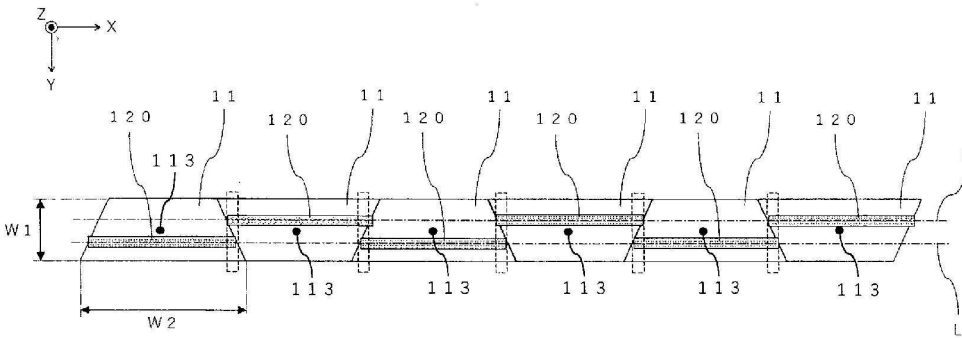
도면12f



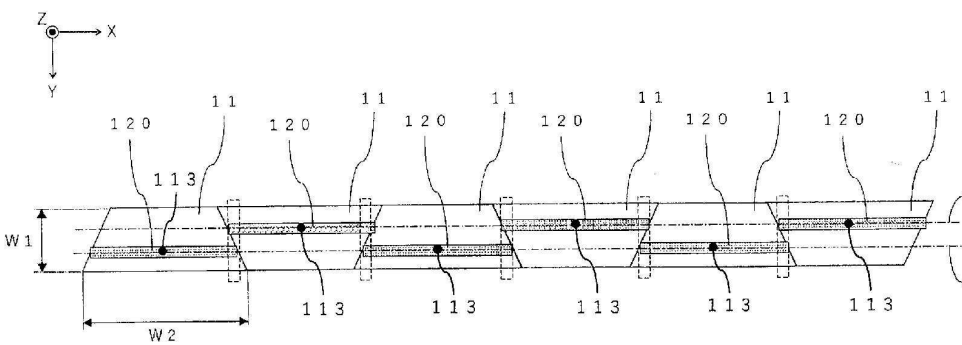
도면12g



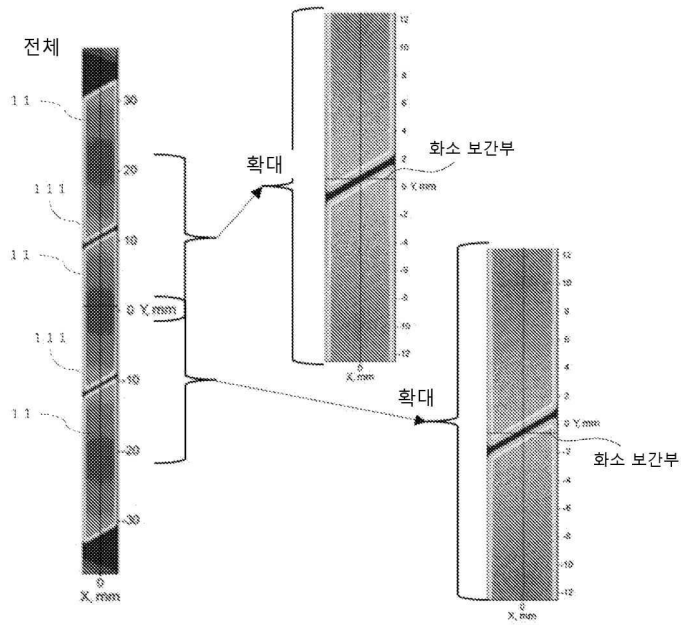
도면12h



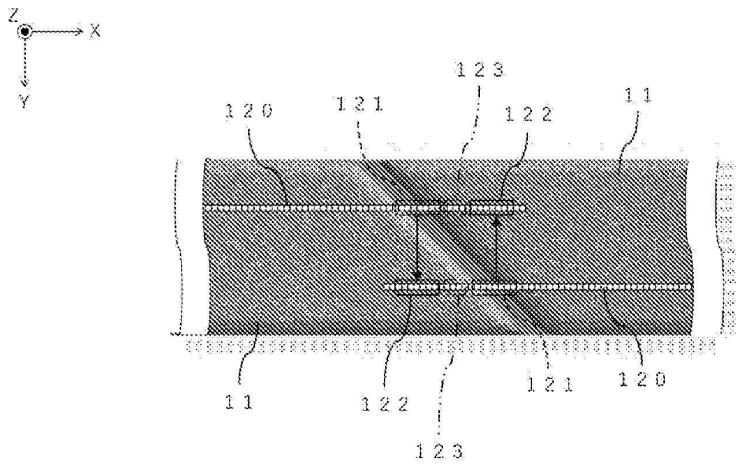
도면12i



도면13



도면14



도면15

