(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0116702
(43) 공개일자 2024년07월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/958 (2006.01) *G01B 11/06* (2006.01)
G01B 11/16 (2006.01) *G01B 11/30* (2006.01)
G01N 21/23 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 21/958 (2013.01)
G01B 11/06 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2024-7006192
(22) 출원일자(국제) 2022년11월29일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년02월23일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2022/044027
(87) 국제공개번호 WO 2023/100892
국제공개일자 2023년06월08일
(30) 우선권주장
JP-P-2021-197109 2021년12월03일 일본(JP)

(71) 출원인
니폰 덴키 가라스 가부시키가이샤
일본 시가켄 오츠시 세이란 2쵸메 7반 1고
(72) 발명자
오바 나오키
일본 시가켄 오츠시 세이란 2쵸메 7반 1고 니폰 덴키 가라스 가부시키가이샤 나이
타카하시 타다시
일본 시가켄 오츠시 세이란 2쵸메 7반 1고 니폰 덴키 가라스 가부시키가이샤 나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
하영욱

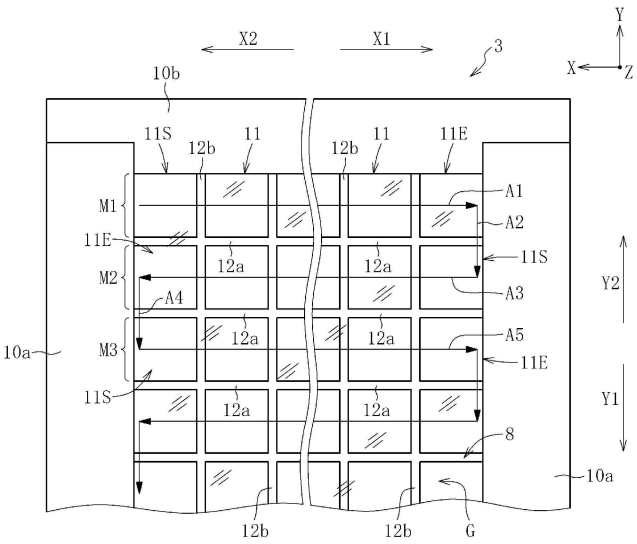
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **투명체의 측정 방법 및 측정기 및 유리판의 제조 방법**

(57) 요 약

투명체의 측정 방법은 개구부를 구비하는 재치대에 대해서 투명체를 재치하는 준비 공정과, 재치대에 대해서 측정 장치를 정지시키는 일 없이 소정의 측정 방향을 따라 상대적으로 이동시키면서, 개구부를 통해서 유리 기판에 대해서 측정 장치로부터 레이저 광을 조사함으로써, 투명체의 특성을 측정하는 측정 공정을 구비한다.

대 표 도 - 도5



(52) CPC특허분류
G01B 11/16 (2013.01)
G01B 11/30 (2013.01)
G01N 21/23 (2013.01)
(72) 발명자
마에다 토루
일본 시가켄 오츠시 세이란 2쵸메 7반 1고 니폰 덴키 가라스 가부시키가이샤 나이
토쿠마루 유지
일본 시가켄 오츠시 세이란 2쵸메 7반 1고 니폰 덴키 가라스 가부시키가이샤 나이
코야나기 토모아키
일본 시가켄 오츠시 세이란 2쵸메 7반 1고 니폰 덴키 가라스 가부시키가이샤 나이

명 세 서

청구범위

청구항 1

유리판을 포함하는 투명체의 특성을 레이저 투과형의 측정 장치에 의해 측정하는 방법으로서,

개구부를 구비하는 재치대에 대해서 상기 투명체를 재치하는 준비 공정과,

상기 재치대에 대해서 상기 측정 장치를 정지시키는 일 없이 소정의 측정 방향을 따라 상대적으로 이동시키면서, 상기 개구부를 통해서 상기 투명체에 대해서 상기 측정 장치로부터 레이저 광을 조사함으로써, 상기 투명체의 상기 특성을 측정하는 측정 공정을 구비하는 것을 특징으로 하는 투명체의 측정 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 측정 장치는 복굴절 측정 장치이며,

상기 준비 공정에서는, 상기 투명체를 수평상으로 재치하고,

상기 측정 공정에 있어서, 상기 복굴절 측정 장치에 의해 측정되는 상기 투명체의 상기 특성은 상기 투명체의 변형인 투명체의 측정 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 투명체는 디스플레이용의 유리 기판인 투명체의 측정 방법.

청구항 4

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 복굴절 측정 장치는 복수의 복굴절 측정 장치를 포함하고,

상기 복수의 복굴절 측정 장치는 상기 측정 방향에 대해서 직교하는 방향으로 간격을 두고 배치되는 투명체의 측정 방법.

청구항 5

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 재치대의 상기 개구부는 직사각형상으로 구성되는 투명체의 측정 방법.

청구항 6

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 재치대의 상기 개구부는 장방형상으로 구성되어 있고,

상기 개구부의 긴 변은 상기 측정 방향을 따르도록 형성되는 투명체의 측정 방법.

청구항 7

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 재치대의 상기 개구부는 직선상으로 배치되는 복수의 개구부를 포함하고,

상기 측정 공정에서는, 상기 측정 장치는 상기 복수의 개구부가 배치되는 방향을 따라 직선상으로 이동하는 투명체의 측정 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 측정 공정은 상기 투명체를 투과한 상기 레이저 광에 따른 검출 데이터를 취득하는 데이터 검출 공정과, 상기 데이터 검출 공정에서 검출된 검출 데이터에 기반해서, 제어 장치에 의해 상기 변형을 산출하는 연산 처리 공정을 구비하고,

상기 측정 장치는 상기 레이저 광을 방출하는 레이저 광 조사부와, 상기 레이저 광을 수광하는 레이저 광 수광부를 구비하고,

상기 재치대는 상기 복수의 개구부를 구획하는 프레임부를 구비하고,

상기 측정 공정에서는, 상기 측정 장치는 상기 재치대에 대해서 상대적으로 이동하면서 상기 투명체에 대해서 복수회의 상기 특성의 측정을 행하고,

이웃하는 2개의 상기 개구부의 사이에 위치하는 상기 프레임부의 폭 치수는, 1회의 상기 특성의 측정에 따른 상기 연산 처리 공정의 실행 중에 있어서의 상기 측정 장치의 이동에 따른 상기 레이저 광의 이동 거리보다도 작게 설정되어 있고,

상기 측정 공정에서는, 상기 연산 처리 공정의 실행 중에, 상기 레이저 광 조사부로부터 방출되는 상기 레이저 광이 상기 프레임부를 통과하는 투명체의 측정 방법.

청구항 9

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 측정 장치의 상기 재치대에 대한 상대적인 이동은 상기 측정 장치의 이동인 투명체의 측정 방법.

청구항 10

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 측정 장치의 상기 재치대에 대한 상대적인 이동은 상기 재치대의 이동인 투명체의 측정 방법.

청구항 11

용융 유리로부터 유리 리본을 성형하는 성형 공정과, 상기 유리 리본을 서냉하는 서냉 공정과, 상기 서냉 공정을 거친 상기 유리 리본을 소정 사이즈의 유리판으로 잘라 내는 절단 공정과, 상기 유리판에 대해서, 제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 기재된 투명체의 측정 방법을 실행하는 검사 공정을 구비하는 것을 특징으로 하는 유리판의 제조 방법.

청구항 12

유리판을 포함하는 투명체의 특성을 측정하는 측정기로서,

상기 투명체를 수평상으로 지지하는 재치대와, 상기 재치대에 대해서 상대적으로 이동하는 레이저 투과형의 측정 장치를 구비하고,

상기 재치대는 상기 측정 장치로부터 방출되는 레이저 광을 유리 기판에 조사시키기 위한 개구부를 구비하고,

상기 측정 장치를 정지시키는 일 없이 상기 재치대에 대해서 소정의 측정 방향을 따라 상대적으로 이동시키면서, 상기 투명체의 특성을 측정하는 것을 특징으로 하는 투명체의 측정기.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 재치대의 상기 개구부는 직사각형상으로 구성되는 투명체의 측정기.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 유리판을 포함하는 투명체의 특성을 측정하는 것이 가능한 측정 방법 및 측정기 및 유리판의 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 근년, 액정 표시 장치나 유기 EL 표시 장치 등의 패널 디스플레이에서는, 대형화가 추진되고 있다. 이러한 디스플레이에 있어서는, 화상의 색 불균일이 문제가 된다. 이 화상의 색 불균일은 디스플레이에 사용되는 유리 기판의 변형에 기인하기 때문에, 유리 기판의 제조 시에 있어서 그 변형을 측정할 필요가 있다.

[0003] 예를 들면 특허문헌 1에는, 가대와, 가대에 유지됨과 아울러 유리 기판이 재치되는 재치대와, 재치대에 의해 수평상으로 지지되는 유리 기판에 레이저 광을 조사해서 변형을 측정하는 변형 측정부를 구비하는 측정기(유리 기판 변형 측정 장치)가 개시되어 있다(동 문헌의 청구항 6 참조).

[0004] 이 측정기에 있어서, 가대는 재치대를 수평 방향으로 이동시키는 슬라이드 기구를 갖는다. 재치대는 변형 측정부로부터 방출되는 레이저 광을 유리 기판에 조사시키기 위한 복수의 개구부를 갖는다. 변형 측정부는 재치대의 이동 방향에 직교하는 방향으로 이동 가능한 레이저 광 조사부와, 레이저 광 조사부와 대향하도록 배치되고, 레이저 광 조사부와 같은 방향으로 이동 가능한 레이저 광 수광부를 갖는다(동 문헌의 단락 0033, 0041, 0053, 도 1 내지 도 4 참조).

[0005] 이 측정기를 사용해서 유리 기판의 변형을 측정하는 방법에서는, 변형 측정부는 소정의 방향을 따라 위치를 바꾸면서, 재치대에 지지되는 수평상의 유리 기판에 레이저 광을 조사한다. 구체적으로는, 레이저 광 조사부 및 레이저 광 수광부는, 재치대의 각 개구부의 범위 내에 설정되는 유리 기판의 측정점에 대해서, 이동, 정지, 레이저 광의 조사 및 수광이라고 하는 각 동작을 반복해서 행한다(동 문헌의 단락 0054, 0064 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 국제공개 제2017/221825호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 종래의 변형 측정 방법에서는, 변형 측정부는 재치대의 각 개구부의 범위 내에서 설정되는 유리 기판의 측정점으로 이동할 때마다, 정지해서 변형의 측정을 행하고 있다. 이러한 측정 방법에서는, 대형화하는 유리 기판에 대해서 측정 시간이 장기화될 우려가 있었다.

[0008] 본 발명은 상기의 사정을 감안해서 이루어진 것이며, 유리판을 포함하는 투명체의 특성을 효율 좋게 측정하는 것을 기술적 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] (1) 본 발명은 상기의 과제를 해결하기 위한 것이며, 유리판을 포함하는 투명체의 특성을 레이저 투과형의 측정 장치에 의해 측정하는 방법으로서, 개구부를 구비하는 재치대에 대해서 상기 투명체를 재치하는 준비 공정과, 상기 재치대에 대해서 상기 측정 장치를 정지시키는 일 없이 소정의 측정 방향을 따라 상대적으로 이동시키면서, 상기 개구부를 통해서 상기 투명체에 대해서 상기 측정 장치로부터 레이저 광을 조사함으로써, 상기 투명체의 상기 특성을 측정하는 측정 공정을 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 이러한 구성에 의하면, 측정 공정에 있어서, 재치대에 대해서 측정 장치를 정지시키는 일 없이 소정의 측정 방향을 따라 상대적으로 이동시키면서 투명체의 특성을 측정함으로써, 종래와 같이 측정 장치를 정지시켜서 측정할 경우와 비교해서, 측정 시간을 단축할 수 있다. 이것에 의해, 유리 기판의 특성을 효율 좋게 측정하는 것이 가능해진다.

[0011] (2) 상기의 (1)의 측정 방법에 있어서, 상기 측정 장치는 복굴절 측정 장치이며, 상기 준비 공정에서는, 상기

투명체를 수평상으로 재치하고, 상기 측정 공정에 있어서, 상기 복굴절 측정 장치에 의해 측정되는 상기 투명체의 상기 특성은, 상기 투명체의 변형이어도 좋다.

[0012] (3) 상기의 (2)의 측정 방법에 있어서, 상기 투명체는 디스플레이용의 유리 기판이어도 좋다.

[0013] (4) 상기의 (2) 또는 (3)의 측정 방법에 있어서, 상기 복굴절 측정 장치는 복수의 복굴절 측정 장치를 포함하고, 상기 복수의 복굴절 측정 장치는 상기 측정 방향에 대해서 직교하는 방향으로 간격을 두고 배치되어도 좋다. 복수의 복굴절 측정 장치에 의해, 투명체의 변형을 보다 효율 좋게 측정할 수 있다.

[0014] (5) 상기의 (1) 내지 (4) 중 어느 하나의 측정 방법에 있어서, 상기 재치대의 상기 개구부는 직사각형상으로 구성되어도 좋다. 이것에 의해, 재치대에 형성되는 개구부의 개구 면적을 가급적으로 크게 확보할 수 있다. 따라서, 투명체에 대해서 레이저 광을 조사 가능한 범위를 넓게 확보함으로써, 보다 많은 측정 데이터를 취득하는 것이 가능해진다.

[0015] (6) 또한, 상기의 (1) 내지 (5) 중 어느 하나의 측정 방법에 있어서, 상기 재치대의 상기 개구부는 장방형상으로 구성되어 있고, 상기 개구부의 긴 변은 상기 측정 방향을 따르도록 형성되어도 좋다. 이러한 구성에 의하면, 측정 방향을 따라 유리 기판에 설정되는 측정 범위를 넓게 확보할 수 있다.

[0016] (7) 또한, 상기의 (1) 내지 (6) 중 어느 하나의 측정 방법에 있어서, 상기 재치대의 상기 개구부는 직선상으로 배치되는 복수의 개구부를 포함하고, 상기 측정 공정에서는, 상기 측정 장치는 상기 복수의 개구부가 배치되는 방향을 따라 직선상으로 이동해도 좋다. 이러한 구성에 의하면, 복수의 개구부가 배치되는 방향을 따라 측정 장치를 직선상으로 이동시킴으로써, 이 직선 상에 위치하는 각 개구부를 통해서 투명체에 레이저 광을 효율 좋게 조사할 수 있다.

[0017] (8) 상기의 (7)의 측정 방법에 있어서, 상기 측정 공정은 상기 유리 기판을 투과한 상기 레이저 광에 따른 검출 데이터를 취득하는 데이터 검출 공정과, 상기 데이터 검출 공정에서 검출된 검출 데이터에 기반해서, 제어 장치에 의해 상기 변형을 산출하는 연산 처리 공정을 구비하고, 상기 측정 장치는 상기 레이저 광을 방출하는 레이저 광 조사부와, 상기 레이저 광을 수광하는 레이저 광 수광부를 구비하고, 상기 재치대는 상기 복수의 개구부를 구획하는 프레임부를 구비하고, 상기 측정 공정에서는, 상기 측정 장치는 상기 재치대에 대해서 상대적으로 이동하면서 상기 투명체에 대해서 복수회의 변형의 측정을 행하고, 이웃하는 2개의 상기 개구부의 사이에 위치하는 상기 프레임부의 폭 치수는, 1회의 변형의 측정에 따른 상기 연산 처리 공정의 실행 중에 있어서의 상기 측정 장치의 이동에 따른 상기 레이저 광의 이동 거리보다도 작게 설정되어 있고, 상기 측정 공정에서는, 상기 연산 처리 공정의 실행 중에, 상기 레이저 광 조사부로부터 방출되는 상기 레이저 광이 상기 프레임부를 통과해도 좋다.

[0018] 이러한 구성에 의하면, 연산 처리 공정의 실행 중에, 측정 장치로부터 방출된 레이저 광이 프레임부를 통과함으로써, 개구부의 범위 내에 있어서의 유리 기판에 대한 변형의 측정 횟수를 보다 많이 확보할 수 있다. 이것에 의해, 보다 많은 측정 데이터를 효율 좋게 취득하는 것이 가능해진다.

[0019] (9) 상기의 (1) 내지 (8) 중 어느 하나의 측정 방법에 있어서, 상기 측정 장치의 상기 재치대에 대한 상대적인 이동은, 상기 측정 장치의 이동이어도 좋다.

[0020] (10) 또한, 상기의 (1) 내지 (8) 중 어느 하나의 측정 방법에 있어서, 상기 측정 장치의 상기 재치대에 대한 상대적인 이동은, 상기 재치대의 이동이어도 좋다.

[0021] (11) 본 발명은 상기의 과제를 해결하기 위한 것이며, 유리판의 제조 방법으로서, 용융 유리로부터 유리 리본을 성형하는 성형 공정과, 상기 유리 리본을 서냉하는 서냉 공정과, 상기 서냉 공정을 거친 상기 유리 리본을 소정 사이즈의 유리판으로 잘라 내는 절단 공정과, 상기 유리판에 대해서, 상기의 (1) 내지 (9) 중 어느 하나의 투명체의 측정 방법을 실행하는 검사 공정을 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 이러한 구성에 의하면, 검사 공정에 있어서 유리 기판의 특성을 효율 좋게 측정함으로써, 유리판의 특성의 변화를 서냉 공정에 신속하게 피드백할 수 있다.

[0023] (12) 본 발명은 상기의 과제를 해결하기 위한 것이며, 유리판을 포함하는 투명체의 특성을 측정하는 측정기로서, 상기 투명체를 수평상으로 지지하는 재치대와, 상기 재치대에 대해서 상대적으로 이동하는 레이저 투과형의 측정 장치를 구비하고, 상기 재치대는 상기 측정 장치로부터 방출되는 레이저 광을 유리 기판에 조사시키기 위한 개구부를 구비하고, 상기 측정 장치를 정지시키는 일 없이 상기 재치대에 대해서 소정의 측정 방향

을 따라 상대적으로 이동시키면서, 상기 투명체의 특성을 측정하는 것을 특징으로 한다.

[0024] 이러한 구성에 의하면, 재치대에 대해서 측정 장치를 정지시키는 일 없이 소정의 측정 방향을 따라 상대적으로 이동시키면서 투명체의 특성을 측정함으로써, 종래와 같이 측정 장치를 정지시켜서 측정하는 경우와 비교해서, 측정 시간을 단축할 수 있다. 이것에 의해, 유리 기판의 특성을 효율 좋게 측정하는 것이 가능해진다.

[0025] (13) 상기의 (12)의 측정기에 있어서, 상기 재치대의 상기 개구부는 직사각형상으로 구성되어도 좋다. 이것에 의해, 재치대에 형성되는 개구부의 개구 면적을 가급적으로 크게 확보할 수 있다.

발명의 효과

[0026] 본 발명에 의하면, 유리판을 포함하는 투명체의 특성을 효율 좋게 측정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 측정기의 측면도이다.

도 2는 측정기의 측면도이다.

도 3은 측정기의 평면도이다.

도 4는 측정기의 정면도이다.

도 5는 투명체의 측정 방법을 나타내는 평면도이다.

도 6은 투명체의 측정 방법을 나타내는 평면도이다.

도 7은 투명체의 측정 방법을 나타내는 평면도이다.

도 8은 투명체의 측정 방법을 나타내는 평면도이다.

도 9는 측정기에 있어서의 재치대의 다른 예를 나타내는 평면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하, 본 발명을 실시하기 위한 형태에 대해서, 도면을 참조하면서 설명한다. 도 1 내지 도 9는 본 발명에 의한 투명체의 측정 방법 및 측정기의 일실시형태를 나타낸다. 또한, 도 1 내지 도 9에 나타내는 XYZ의 3축으로 이루어지는 직교 좌표계에 있어서, X축 방향 및 Y축 방향은 수평 방향을 나타내고, Z축 방향은 연직 방향(상하 방향)을 나타낸다.

[0029] 본 발명에 의한 측정 방법 및 측정기는 유리판을 포함하는 투명체의 특성을 측정하기 위한 것이다. 투명체의 특성으로서는, 예를 들면, 두께, 표면 거칠기, 웨이브, 변형 등을 예로 들 수 있다. 투명체의 예로서는, 투명한 유리판 외, 복수의 투명한 유리판을 투명한 접착재를 개재해서 적층해서 이루어지는 유리판 적층체, 투명한 유리판과 투명한 수지를 투명한 접착재를 개재해서 적층해서 이루어지는 유리 수지 적층체 등을 예로 들 수 있다.

[0030] 본 실시형태에서는, 디스플레이용의 투명한 유리 기판의 변형을 측정할 경우를 일례로서 설명한다. 유리 기판은, 예를 들면 정방형이나 장방형상으로 형성되어 있고, 그 1변의 치수는, 예를 들면 2000~3400㎜이다. 유리 기판의 두께는, 예를 들면 0.1~1.2㎜이다. 유리 기판의 형상, 치수, 두께 등은 특별히 한정되지 않고, 그 용도에 따라서 적절히 변경할 수 있다.

[0031] 도 1 내지 도 4에 나타내는 바와 같이, 측정기(1)는 가대(2)와, 유리 기판(G)을 수평상으로 지지하는 것이 가능한 재치대(3)와, 재치대(3)에 대해서 소정의 측정 방향을 따라 상대적으로 이동 가능한 레이저 투과형의 측정 장치(4)와, 재치대(3) 및 측정 장치(4)의 동작을 제어하는 제어 장치(5)를 구비한다.

[0032] 가대(2)는 재치대(3)를 경사 상태 혹은 수평 상태로 유지하기 위한 대로서, 바닥면 상에 설치된다. 여기에서, 「수평 상태」란, 완전한 수평 상태(경사 각도=0°) 에 한정되는 것은 아니고, 대략 수평인 상태인 것도 포함하며, 예를 들면, 겉보기에 수평을 보이는 상태도 포함한다. 구체적으로는, 「수평 상태」란, 재치대(3)가 약간 경사져 있을 경우에 있어서, 수평 방향(Y축 방향)에 대한 경사 각도가 -10° 이상 0° 미만 또는 0° 를 초과하며 10° 이하의 범위인 상태도 포함한다.

[0033] 도 1 내지 도 3에 나타내는 바와 같이, 가대(2)는 Y축 방향을 따라 장척상으로 구성되어 있다. 가대(2)는 그 길이 방향을 따라 재치대(3)를 이동시키는 슬라이드 기구(6)를 구비한다. 슬라이드 기구(6)는 재치대(3)의 폭 방

향(X축 방향)의 양단부에 각각 배치된다.

[0034] 각 슬라이드 기구(6)는 재치대(3)의 중도부를 회동 가능하게 지지하는 회동축(7)과, 재치대(3)를 수평 방향을 따라 이동시키는 수평 구동 장치(도시 생략)와, 회동축(7)을 중심으로 해서 재치대(3)를 회동시키는 회동 구동 장치(도시 생략)를 구비한다.

[0035] 수평 구동 장치는, 예를 들면 LM 가이드(등록 상표)나 볼 나사 기구, 모터 등을 구비하는 직동 기구에 의해 구성된다. 수평 구동 장치를 작동시킴으로써, 수평 상태에 있는 재치대(3)를 가대(2)의 길이 방향(Y축 방향)을 따라 이동시킬 수 있다.

[0036] 회동 구동 장치는, 예를 들면 에어실린더 등의 액추에이터 또는 모터 등에 의해 구성된다. 회동 구동 장치는, 회동축(7)을 개재해서, 재치대(3)를 예를 들면 수평 방향(Y축 방향)에 대해서 70~80도의 각도를 갖는 경사 상태와, 수평 상태로 변경할 수 있다.

[0037] 도 3에 나타내는 바와 같이, 재치대(3)는 스테이지부(8)와, 수용부(9)와, 위치 결정부(10a, 10b)를 구비한다.

[0038] 스테이지부(8)는 금속제(예를 들면 알루미늄제)의 판상 부재에 의해 구성된다. 스테이지부(8)는 변형을 측정할 때 유리 기판(G)의 평탄도를 소망의 정밀도로 유지하기 위한 정반으로서 기능한다.

[0039] 스테이지부(8)는 평탄면으로서 구성되는 재치면을 갖는다. 재치면은 복수의 개구부(11)와, 각 개구부(11)를 구획하는 프레임부(12a, 12b)를 구비한다.

[0040] 각 개구부(11)는 예를 들면 정방형상으로 구성되지만, 이 형상에 한정되지 않는다. 각 개구부(11)는 측정 장치(4)에 의한 변형 측정 시에 재치대(3)의 하방으로부터 상방을 향해서 조사되는 레이저 광을 유리 기판(G)에 조사시키기 위한 것이다. 복수의 개구부(11)는 스테이지부(8)의 X축 방향 및 Y축 방향을 따라, 소정의 간격을 두고 직선상으로 배열되어 있다.

[0041] 도 3에 나타내는 바와 같이, 프레임부(12a, 12b)는 유리 기판(G)이 스테이지부(8)에 재치되었을 때, 이 유리 기판(G)의 한쪽의 면을 지지한다. 각 프레임부(12a, 12b)는 소정의 길이 치수 및 폭 치수를 가짐과 아울러, 직선상으로 구성된다.

[0042] 프레임부(12a, 12b)는 X축 방향을 따르는 제 1 프레임부(12a)와, Y축 방향을 따르는 제 2 프레임부(12b)를 포함한다. 제 1 프레임부(12a)와 제 2 프레임부(12b)가 직교하도록 형성됨으로써, 개구부(11)는 직사각형상을 나타낸다. 또한, 복수의 제 1 프레임부(12a)와 제 2 프레임부(12b)가 직교하도록 연결됨으로써, 스테이지부(8)의 재치면은 격자상으로 구성되어 있다.

[0043] 도 1 내지 도 3에 나타내는 바와 같이, 수용부(9)는 스테이지부(8)의 일단부측에 형성됨과 아울러, 재치대(3)의 폭 방향을 따라 장척상으로 구성된다. 수용부(9)는 재치대(3)가 경사 상태에 있을 때, 유리 기판(G)의 일단부(하단부)를 지지한다. 또한, 수용부(9)는 재치대(3)가 수평 상태에 있을 때, 유리 기판(G)의 일단부에 접촉하는 위치 결정부로서 기능한다. 수용부(9)는 유리 기판(G)의 크기에 따라서 위치 결정을 행할 수 있도록, 위치 변경 가능하게 구성된다.

[0044] 도 3에 나타내는 바와 같이, 위치 결정부(10a, 10b)는 재치대(3)가 수평 상태에 있을 때, X축 방향에 있어서의 유리 기판(G)의 각 단부를 위치 결정하는 한 쌍의 제 1 위치 결정부(10a)와, Y축 방향에 있어서의 유리 기판(G)의 단부(수용부(9)에 접촉하는 단부와는 반대측의 단부)를 위치 결정하는 제 2 위치 결정부(10b)를 포함한다. 각 위치 결정부(10a, 10b)는 유리 기판(G)의 크기에 따라서 위치 결정을 행할 수 있도록, 위치 변경 가능하게 구성된다.

[0045] 측정 장치(4)는 가대(2)의 길이 방향에 있어서의 중도부에 배치되어 있다. 측정 장치(4)는 레이저 광 조사부(13)와, 레이저 광 수광부(14)와, 레이저 광 수광부(14)를 지지하는 지지 부재(15)와, 레이저 광 조사부(13)를 구동하는 구동 장치(도시 생략)와, 레이저 광 수광부(14)를 구동하는 구동 장치(도시 생략)를 구비한다.

[0046] 레이저 광 조사부(13)는 가대(2)의 하부에 설치되어 있고, 재치대(3)의 하방으로부터 개구부(11)를 향해서 상방으로 레이저 광을 방출하도록 구성된다. 또한, 레이저 광 조사부(13)는 구동 장치에 의해 X축 방향을 따라 이동하도록 구성된다.

[0047] 레이저 광 수광부(14)는 상하 방향(Z축 방향)에 있어서 레이저 광 조사부(13)와 대향하도록, 이 레이저 광 조사부(13)의 상방에 위치한다. 레이저 광 수광부(14)는 구동 장치에 의해 X축 방향을 따라 이동하도록 구성된다.

[0048] 상기와 같은 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)의 위치 관계에 의해, 재치대(3)는 수평 상태에 있을 때, 상하 방향(Z축 방향)에 있어서 레이저 광 조사부(13)와 레이저 광 수광부(14)의 사이에 위치하게 된다.

[0049] 지지 부재(15)는 레이저 광 수광부(14)를 X축 방향으로 이동 가능하게 지지한다. 또한, 지지 부재(15)는 레이저 광 수광부(14)를 구동하는 구동 장치를 지지하고 있다.

[0050] 레이저 광 조사부(13)의 구동 장치 및 레이저 광 수광부(14)의 구동 장치는, 예를 들면 LM 가이드(등록 상표)나 볼 나사 기구, 모터 등을 구비하는 직동 기구에 의해 구성된다.

[0051] 상기의 구성에 한정되지 않고, 측정 장치(4)는 복수의 구동 장치를 조합시킴으로써, 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)를 X축 방향 및 Y축 방향으로 이동시키도록 구성되어도 좋다. 또한, 측정 장치(4)는 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)를 로보트 암(구동 장치)에 부착해서 이루어지는 구성으로 해도 좋다. 이것에 의해, 측정 장치(4)는 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)를 3차원적으로 이동시키는 것이 가능해진다.

[0052] 측정 장치(4)로서는, 예를 들면 광 헤테로다인법에 의한 공통 광로 간섭계와 푸리에 해석법을 이용해서, 유리 기판(G)의 복굴절량을 측정하는 복굴절 측정 장치가 적합하게 사용된다. 이 복굴절 측정 장치는 유리 기판(G)의 변형의 정도를 평가하기 위해서, 리타데이션(Retardation: 복굴절에 의한 위상차)의 크기 및 리타데이션의 방위각을 측정할 수 있다. 또한, 리타데이션이 클수록, 변형이 큰 것을 의미한다.

[0053] 제어 장치(5)는 가대(2)의 슬라이드 기구(6)가 갖는 구동 장치(수평 구동 장치, 회동 구동 장치)의 동작, 측정 장치(4)가 갖는 구동 장치의 동작, 및 변형 측정에 관한 측정 장치(4)(레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14))의 동작 등을 제어한다.

[0054] 제어 장치(5)는 예를 들면, CPU 등의 처리 장치나 메모리 등의 기억 장치, 디스플레이 등의 표시 장치를 구비한 퍼스널 컴퓨터(PC)이다. 제어 장치(5)는 유리 기판(G)의 측정 결과 등을 표시 장치에 출력할 수 있다. 또한, 제어 장치(5)는 유리 기판(G)의 측정 결과 등의 데이터를 기억 장치에 보존할 수 있다.

[0055] 이하, 상기 구성의 측정기(1)를 사용해서 유리 기판(G)의 특성인 변형을 측정하는 방법, 및 유리 기판(G)의 제조 방법에 대해서 설명한다. 본 측정 방법은, 예를 들면 유리 기판(G)의 제조 공정에 있어서, 유리 기판(G)의 변형의 측정을 행함과 아울러, 그 측정 결과에 기반해서, 유리 기판(G)의 양부에 관한 정보를 제조 공정에 피드백시키기 위해서 행해진다.

[0056] 유리 기판(G)의 제조 방법은 용융 유리를 소정 방향으로 연신시켜서 판상의 유리 리본을 성형하는 성형 공정과, 성형 공정에서 성형된 유리 리본을 서냉하는 서냉 공정과, 서냉 공정에서 서냉된 유리 리본을 소정의 크기로 절단해서 유리판을 얻는 절단 공정과, 절단 공정에서 얻은 유리판에 본 측정 방법을 실시하는 검사 공정을 구비한다.

[0057] 서냉 공정에서는, 서냉로 내를 유리 리본이 유하함으로써, 의도하지 않은 열 변형이 유리 리본에 발생하는 것이 억제된다. 서냉로는 유리 리본의 판 당김 방향, 및 폭 방향으로 복수의 히터를 구비하고, 소정의 온도 구배로 조정되어 있다. 본 측정 방법으로 측정된 유리판의 변형에 기반해서, 서냉로 내의 히터의 출력을 제어하고, 서냉로 내의 온도 구배를 조정함으로써, 유리판의 변형을 저감할 수 있다.

[0058] 본 측정 방법은 유리 기판(G)을 재치대(3)에 재치하는 준비 공정과, 재치대(3)에 재치된 유리 기판(G)의 변형을 측정하는 측정 공정을 구비한다.

[0059] 도 1에 나타내는 바와 같이, 준비 공정에서는, 가대(2)의 일단부측에 있어서 경사 상태로 대기하는 재치대(3)에 유리 기판(G)을 재치한다. 구체적으로는, 예를 들면 작업자가 배큐엄 리프트 등의 흡인 유지구를 사용해서 유리 기판(G)을 유지한 후, 이 유리 기판(G)을 재치대(3)에 재치한다. 이것에 의해, 유리 기판(G)은 그 하단부가 재치대(3)의 수용부(9)에 접촉한 상태로 경사상으로 지지된다.

[0060] 그 후, 도 2에 나타내는 바와 같이, 제어 장치(5)는 슬라이드 기구(6)의 회동 구동 장치를 작동시켜서, 회동축(7)을 중심으로 재치대(3)를 회동시킨다. 이것에 의해, 재치대(3)의 자세는 경사 상태로부터 수평 상태로 변경되고, 유리 기판(G)은 이 재치대(3)에 의해 수평상으로 지지된 상태가 된다.

[0061] 측정 공정에 있어서, 측정기(1)는 제어 장치(5)의 제어에 의해 재치대(3)와 측정 장치(4)를 상대적으로 이동시킴으로써, 유리 기판(G)의 측정을 행한다. 이 재치대(3) 및 측정 장치(4)의 상대적인 이동 양태는, 재치대(3)를 정지시킨 상태로 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)를 이동시키는 제 1 이동 양태와, 레이저 광 조

사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)를 정지시킨 상태로 재치대(3)를 이동시키는 제 2 이동 양태를 포함한다.

[0062] 이하, 제 1 이동 양태 및 제 2 이동 양태에 기반하는 측정 공정에 대해서, 도 5 내지 도 7을 참조하면서 설명한다. 도 5 내지 도 7은 수평 상태의 재치대(3)의 스테이지부(8)에 재치된 유리 기판(G)을 나타내는 평면도이다. 도 5 및 도 6은 제 1 이동 양태에 기반하는 측정 공정을 나타내고, 도 7은 제 2 이동 양태에 기반하는 측정 공정을 나타낸다.

[0063] 도 5 및 도 6에 나타내는 예에서는, 재치대(3)의 스테이지부(8)에 형성된 복수의 개구부(11) 중, X축 방향(측정 방향(X1, X2))을 따라 배치되는 제 1 열(M1), 제 2 열(M2) 및 제 3 열(M3)에 속하는 개구부(11)에 대해서 유리 기판(G)의 측정을 행할 경우에 대해서 설명한다.

[0064] 제어 장치(5)의 제어에 의해, 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)는 제 1 열(M1)에 있어서의 최초의 개구부(11S)에 대응하는 위치로부터 최후의 개구부(11E)에 대응하는 위치까지, 측정 방향(X1)을 따라 이동한다. 이 경우에 있어서, 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)는 제 1 열(M1)의 최후의 개구부(11E)에 대응하는 위치에 도달할 때까지, 정지하는 일 없이 등속으로(연속해서) 이동한다. 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)가 이동하고 있는 사이, 재치대(3)는 정지한 상태에 있다(이하, 제 2 열(M2), 제 3 열(M3)의 측정에 있어서 같다).

[0065] 상기와 같은 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)의 이동에 따라서, 레이저 광 조사부(13)로부터 방출되는 레이저 광은, 도 5에 나타내는 평면에서 보았을 때에 있어서, 화살표(A1)로 나타내는 바와 같이, 제 1 열(M1)에 의한 각 개구부(11S, 11, 11E) 및 제 2 프레임부(12b)를 측정 방향(X1)을 따라 통과하도록 이동한다. 이것에 의해, 레이저 광은 유리 기판(G)에 대해서 상대적으로, 또한 직선적으로 이동한다. 레이저 광의 이동 속도, 즉 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)의 이동 속도는, 예를 들면 10～1000mm/s이며, 바람직하게는 50～200mm/s이다.

[0066] 레이저 광은, 상기된 바와 같이 이동하면서, 각 개구부(11)를 통해서 유리 기판(G)에 조사된다. 개구부(11)를 통해서 유리 기판(G)에 조사된 레이저 광은 이 유리 기판(G)을 투과한 후에, 레이저 광 수광부(14)에 도달한다. 제어 장치(5)는 레이저 광 수광부(14)에 의해 검출된 레이저 광의 복굴절량에 관한 검출 데이터에 기반해서, 유리 기판(G)의 변형을 산출한다.

[0067] 제 1 열(M1)에 속하는 모든 개구부(11)에 대응하는 유리 기판(G)의 측정이 종료되면, 제 2 열(M2)에 속하는 개구부(11)에 대응하는 유리 기판(G)의 측정이 실행된다. 레이저 광이 제 1 열(M1)의 최후의 개구부(11E)에 도달하면, 제어 장치(5)는 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)를 정지시킴과 아울러, 재치대(3)를 측정 방향(X1)에 직교하는 방향(Y2)을 따라 이동시킨다.

[0068] 이것에 의해, 레이저 광은, 화살표(A2)로 나타내는 바와 같이, 제 1 열(M1)에 있어서의 최후의 개구부(11E)의 위치로부터 제 2 열(M2)에 있어서의 최초의 개구부(11S)의 위치까지, 유리 기판(G)에 대해서 상대적으로, 또한 직선적으로 이동한다. 이 때, 레이저 광은 제 1 열(M1)에 있어서의 최후의 개구부(11E)와 제 2 열(M2)에 있어서의 최초의 개구부(11S)를 구획하는 제 1 프레임부(12a)를 통과한다.

[0069] 그 후, 제어 장치(5)는 재치대(3)를 정지시킴과 아울러, 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)를 측정 방향(X2)을 따라 이동시킨다. 이것에 의해, 레이저 광은, 화살표(A3)로 나타내는 바와 같이, 제 2 열(M2)에 있어서의 최초의 개구부(11S)의 위치로부터 최후의 개구부(11E)의 위치까지, 유리 기판(G)에 대해서 상대적으로, 또한 직선적으로 이동한다.

[0070] 이 이동에 의해, 각 개구부(11)를 통해서 유리 기판(G)에 레이저 광이 조사되고, 유리 기판(G)을 투과한 레이저 광이 레이저 광 수광부(14)에 의해 수광된다. 제어 장치(5)는, 제 1 열(M1)의 개구부(11)에 있어서의 측정과 마찬가지로, 레이저 광 수광부(14)에 의해 검출된 레이저 광의 복굴절량에 관한 검출 데이터에 기반해서, 유리 기판(G)의 변형을 산출한다.

[0071] 제 2 열(M2)에 속하는 모든 개구부(11)에 대응하는 유리 기판(G)의 측정이 종료되면, 제 3 열(M3)에 속하는 개구부(11)에 대응하는 유리 기판(G)의 측정이 실행된다. 레이저 광이 제 2 열(M2)의 최후의 개구부(11E)에 도달하면, 제어 장치(5)는 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)를 정지시킴과 아울러, 재치대(3)를 측정 방향(X2)에 직교하는 방향(Y2)을 따라 이동시킨다.

[0072] 이것에 의해, 레이저 광은, 화살표(A4)로 나타내는 바와 같이, 제 2 열(M2)에 있어서의 최후의 개구부(11E)의 위치로부터 제 3 열(M3)에 있어서의 최초의 개구부(11S)의 위치까지, 유리 기판(G)에 대해서 상대적으로, 또한

직선적으로 이동한다. 이 때, 레이저 광은 제 2 열(M2)에 있어서의 최후의 개구부(11E)와 제 3 열(M3)에 있어서의 최초의 개구부(11S)를 구획하는 제 1 프레임부(12a)를 통과한다.

[0073] 그 후, 제어 장치(5)는 재치대(3)를 정지시킴과 아울러, 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)를 측정 방향(X1)을 따라 이동시킨다. 이것에 의해, 레이저 광은, 화살표(A5)로 나타내는 바와 같이, 제 3 열(M3)에 있어서의 최초의 개구부(11S)의 위치로부터 최후의 개구부(11E)의 위치까지, 유리 기판(G)에 대해서 상대적으로, 또한 직선적으로 이동한다. 이 레이저 광의 이동 중에, 제 1 열(M1) 및 제 2 열(M2)의 개구부(11)에 대응하는 유리 기판(G)의 측정과 같은 변형의 측정이 행해진다. 그 후, 이상과 같은 동작을 제 4 열로부터 최후의 열까지 반복함으로써, 유리 기판(G)의 전체에 대한 측정이 완료된다.

[0074] 상기의 측정 공정에서는, 레이저 광이 측정 방향(X1, X2)을 따라 1개의 개구부(11)를 통과하는 사이에, 그 개구부(11)의 범위 내에 있어서, 유리 기판(G)에 대해서 1회 또는 복수회의 변형의 측정을 행할 수 있다.

[0075] 측정 공정은 1회의 변형의 측정에 있어서, 레이저 광 수광부(14)에 의해 레이저 광의 복굴절량에 관한 검출 데이터를 취득하는 데이터 검출 공정과, 데이터 검출 공정에서 검출된 검출 데이터에 기반해서 제어 장치에 의해 변형을 산출하는 연산 처리 공정을 구비한다. 1회의 변형의 측정에 걸리는 시간은 데이터 검출 공정에 걸리는 데이터 검출 시간과, 연산 처리 공정에 걸리는 연산 처리 시간의 합이다. 본 실시형태에 있어서, 측정 장치(4)에 의한 1회마다의 변형의 측정에 걸리는 시간은 0.1초 이하인 것이 바람직하다.

[0076] 본 실시형태에서는, 측정 공정에 있어서의 데이터 검출 공정과 연산 처리 공정을 교대로 반복함으로써, 1개의 개구부(11)의 범위 내에 있어서 유리 기판(G)에 대해서 복수회의 변형의 측정을 행할 수 있다. 이하, 도 6을 참조하면서, 이 측정을 행할 경우에 대해서 설명한다. 도 6에서는, 도 5에서 예시한 제 3 열(M3)에 속하는 개구부(11)에 대해서, 화살표(A5)로 나타내는 방향으로 레이저 광이 이동하는 상태를 확대해서 나타내고 있다.

[0077] 측정 장치(4)는 제 3 열(M3)에 속하는 1개의 개구부(11)에 있어서, 3회의 측정을 행하도록 설정되어 있다. 스테이지부(8)에 재치되는 유리 기판(G)에는, 1개의 개구부(11)의 범위 내에 있어서, 제 1 측정 영역(MA1), 제 2 측정 영역(MA2) 및 제 3 측정 영역(MA3)의 3개소의 측정 영역이 설정되어 있다. 각 측정 영역(MA1~MA3)은 측정 방향(X1)을 따라 직선상으로 구성된다.

[0078] 레이저 광 조사부(13)는 레이저 광 수광부(14)와 함께 측정 방향(X1)을 따라 이동하면서, 제 1 측정 영역(MA1)에 레이저 광을 조사한다. 레이저 광은 이 제 1 측정 영역(MA1)을 투과해서 레이저 광 수광부(14)에 도달한다.

[0079] 레이저 광이 이동하면서 제 1 측정 영역(MA1)에 조사되는 사이의 시간은, 데이터 검출 공정에 있어서의 데이터 검출 시간에 상당한다. 이 레이저 광의 이동 시간(데이터 검출 시간)은, 예를 들면 0.05초이다. 이 시간이 경과하는 사이에, 레이저 광은 제 1 측정 영역(MA1)의 길이만큼, 즉 도 6에 있어서 부호 D1로 나타내는 거리(제 1 이동 거리)만큼 이동한다.

[0080] 제어 장치(5)는 레이저 광이 제 1 측정 영역(MA1)의 종단부로부터 제 2 측정 영역(MA2)의 시단부로 이동할 때까지의 사이에, 연산 처리 공정을 실행한다. 즉, 제어 장치(5)는 레이저 광 수광부(14)를 통해서 검출된 레이저 광의 검출 데이터에 기반해서, 제 1 측정 영역(MA1)에 있어서의 변형을 산출한다. 레이저 광이 제 1 측정 영역(MA1)으로부터 제 2 측정 영역(MA2)까지 이동하는 시간은, 연산 처리 공정에 있어서의 연산 처리 시간에 상당한다. 이 경우에 있어서, 레이저 광의 이동 시간(연산 처리 시간)은, 예를 들면 0.05초이다. 이 시간이 경과하는 사이에, 레이저 광은 도 6에 있어서 부호 D2로 나타내는 거리(제 2 이동 거리)만큼 이동한다. 본 실시형태에서는, 제 2 이동 거리(D2)는 제 1 이동 거리(D1)와 같지만, 이것들의 거리(D1, D2)는 달라도 좋다.

[0081] 제 1 측정 영역(MA1)에 있어서의 변형의 측정, 즉 제 1회째의 측정에 필요로 하는 시간(측정 시간)은, 데이터 검출 시간과 연산 처리 시간의 합에 의해, 예를 들면 0.1초가 된다. 또한, 제 1회째의 측정에 있어서의 레이저 광의 이동 거리(측정 장치(4)의 상대적인 이동 거리)는 제 1 이동 거리(D1)와 제 2 이동 거리(D2)의 합(D1+D2)이다. 즉, 본 실시형태에 있어서의 측정 공정은, 레이저 광이 이 거리(D1+D2)를 이동하는 사이에 행하는 데이터 검출 공정 및 연산 처리 공정을 1사이클로 해서, 등피치(D2)로 설정되는 각 측정 영역에 레이저 광을 조사하면서 유리 기판(G)의 측정을 행하는 것이다. 또한, 이 레이저 광의 이동 거리(D1+D2)는, 예를 들면 5~10㎜로 되어 있지만, 이 범위에 한정되지 않는다.

[0082] 제 1회째의 측정이 완료되면, 제 2회째의 측정이 행해진다. 제 2회째의 측정에서는, 측정 장치(4)의 연속적인 이동과 함께, 레이저 광 조사부(13)로부터 방출된 레이저 광이 제 2 측정 영역(MA2)에 조사된다. 이 사이에, 제 2 측정 영역(MA2)을 투과한 레이저 광이 레이저 광 수광부(14)에 의해 수광되어, 레이저 광에 따른 검출 데이터

가 검출된다(데이터 검출 공정).

[0083] 그 후, 레이저 광이 제 2 측정 영역(MA2)의 종단부로부터 제 3 측정 영역(MA3)의 시단부로 이동할 때까지의 사이에, 제어 장치(5)에 의해 제 2 측정 영역(MA2)에 의한 변형이 산출된다(연산 처리 공정). 제 2회째의 측정에 있어서의 데이터 검출 시간 및 변형의 연산 처리 시간은, 제 1회째의 경우와 같다. 제 2회째의 측정에 있어서, 측정 장치(4) 및 레이저 광이 이동하는 거리는 제 1회째의 측정에 있어서의 이동 거리(D1+D2)와 같다.

[0084] 제 3회째의 측정에 대해서도, 제 1회째, 제 2회째의 측정과 마찬가지로 행해진다. 측정 장치(4)는 측정 방향(X1)을 따라 이동하면서, 레이저 광을 제 3 측정 영역(MA3)에 조사한다. 이 사이에, 제 3 측정 영역(MA3)을 투과한 레이저 광이 레이저 광 수광부(14)에 의해 수광되어, 레이저 광에 따른 검출 데이터가 검출된다(데이터 검출 공정). 제어 장치(5)는 이 검출 데이터에 기반해서, 제 3 측정 영역(MA3)에 의한 변형을 산출한다(연산 처리 공정).

[0085] 개구부(11)는 상기와 같이 측정 장치(4)에 의한 복수회의 측정을 할 수 있는 개구 면적을 갖고 있다. 즉, 1개의 개구부(11)를 구획하는 한 쌍의 제 2 프레임부(12b)의 간격(W1)은, 1회의 측정에 있어서 레이저 광 및 측정 장치(4)가 이동하는 거리(D1+D2)보다도 크다(W1>(D1+D2)).

[0086] 1개의 개구부(11)의 범위 내에서 유리 기판(G)에 대해서 행해지는 복수회의 측정 중, 최후의 회(상기의 예에서는 제 3회째)의 측정에서는, 제어 장치(5)에 의한 연산 처리 공정의 실행 중에, 레이저 광이 그 개구부(11)와 다음 개구부(11)의 사이를 구획하는 제 2 프레임부(12b)를 통과하는 것이 바람직하다. 이것에 의해, 레이저 광이 다음 개구부(11)에 도달한 직후에 유리 기판(G)의 측정을 개시할 수 있다. 따라서, 1개의 개구부(11)의 범위 내에 있어서의 변형의 측정 횟수를 가급적으로 많이 확보할 수 있다.

[0087] 이 경우에 있어서, 도 6에 나타내는 바와 같이, 측정 방향(X1)에 있어서 이웃하는 2개의 개구부(11)의 사이에 위치하는 제 2 프레임부(12b)의 폭 치수(W2)는, 연산 처리 공정에 있어서의 연산 처리 시간 내에 레이저 광 및 측정 장치(4)가 이동하는 제 2 이동 거리(D2)보다도 작게 설정되는 것이 바람직하다(W2<D2).

[0088] 제어 장치(5)는 연산 처리 공정이 종료되면, 유리 기판(G)의 측정 결과(변형의 산출 결과)를 표시 장치에 출력한다. 또한, 제어 장치(5)는 유리 기판(G)의 측정 결과의 데이터를 기억 장치에 보존한다. 그 외, 제어 장치(5)는 미리 설정된 변형을 평가하는 지표인 규격값(리타데이션의 크기 및 리타데이션의 방위각)과 측정 결과를 비교해서, 유리 기판(G)에 있어서의 변형에 관한 양부 판정을 행할 수 있다. 제어 장치(5)는 이 판정 결과를 표시 장치에 표시시킨다.

[0089] 도 7은 제 2 이동 양태에 의한 측정 공정을 나타낸다. 이 예에서는, 재치대(3)의 스테이지부(8)에 형성된 복수의 개구부(11) 중, Y축 방향(측정 방향(Y1,Y2))을 따라 배치되는 제 1 열(N1), 제 2 열(N2) 및 제 3 열(N3)에 속하는 개구부(11)에 따라서 유리 기판(G)의 측정을 행할 경우에 대해서 설명한다.

[0090] 제어 장치(5)는 제 1 열(N1)의 최초의 개구부(11S)에 대응하는 위치에, 측정 장치(4)의 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)를 배치한다. 그 후, 제어 장치(5)는 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)를 정지시킨 상태로, 레이저 광 조사부(13)로부터 레이저 광을 방출시킨다.

[0091] 그 후, 제어 장치(5)는 정지해 있는 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)에 대해서, 재치대(3)를 측정 방향(Y1)을 따라, 등속으로 직선적으로 이동시킨다. 이것에 의해, 레이저 광은, 화살표(B1)로 나타내는 바와 같이, 제 1 열(N1)에 있어서의 최초의 개구부(11S)의 위치로부터 최후의 개구부(11E)의 위치까지, 유리 기판(G)에 대해서 상대적으로, 또한 직선적으로 이동한다.

[0092] 측정 장치(4) 및 제어 장치(5)는 재치대(3)를 Y1 방향으로 이동시킴으로써 레이저 광을 재치대(3)에 대해서 상대적으로 이동시키면서, 도 5 및 도 6에서 나타낸 제 1 이동 양태의 예와 마찬가지로, 데이터 검출 공정 및 연산 처리 공정을 반복해서 행한다.

[0093] 제 1 열(N1)의 최후의 개구부(11E)의 범위 내에 있어서의 유리 기판(G)의 측정이 종료되면, 제어 장치(5)는 재치대(3)를 정지시킴과 아울러, 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)를 측정 방향(Y1)에 직교하는 방향(X1)을 따라 이동시킨다. 이것에 의해, 레이저 광은, 화살표(B2)로 나타내는 바와 같이, 제 1 열(N1)의 최후의 개구부(11E)의 위치로부터 제 2 열(N2)에 있어서의 최초의 개구부(11S)의 위치까지, 유리 기판(G)에 대해서 상대적으로, 또한 직선적으로 이동한다.

[0094] 그 후, 제어 장치(5)는 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)를 정지시킴과 아울러, 재치대(3)를 측정 방향(Y2)을 따라 이동시킨다. 이것에 의해, 레이저 광은, 화살표(B3)로 나타내는 바와 같이, 제 2 열(N2)에 있

어서의 최초의 개구부(11S)의 위치로부터 최후의 개구부(11E)의 위치까지, 유리 기판(G)에 대해서 상대적으로, 또한 직선적으로 이동한다.

[0095] 제 2 열(N2)에 있어서의 최후의 개구부(11E)의 범위 내에 있어서의 유리 기판(G)의 측정이 종료되면, 제어 장치(5)는 재치대(3)를 정지시킴과 아울러, 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)를 측정 방향(Y2)에 직교하는 방향(X1)을 따라 이동시킨다. 이것에 의해, 레이저 광은, 화살표(B4)로 나타내는 바와 같이, 제 2 열(N2)에 있어서의 최후의 개구부(11E)의 위치로부터 제 3 열(N3)에 있어서의 최초의 개구부(11S)의 위치까지, 유리 기판(G)에 대해서 상대적으로, 또한 직선적으로 이동한다.

[0096] 그 후, 제어 장치(5)는 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)를 정지시킴과 아울러, 재치대(3)를 측정 방향(Y1)을 따라 이동시킨다. 이것에 의해, 레이저 광은, 화살표(B5)로 나타내는 바와 같이, 제 3 열(N3)에 있어서의 최초의 개구부(11S)의 위치로부터 최후의 개구부(11E)의 위치까지, 유리 기판(G)에 대해서 상대적으로, 또한 직선적으로 이동한다.

[0097] 상기의 제 2 이동 양태에 기반하는 측정 공정에 있어서도, 도 6의 예와 마찬가지로, 1개의 개구부(11)의 범위 내에 있어서 유리 기판(G)에 대해서 복수회의 변형의 측정을 행할 수 있다.

[0098] 도 8은 측정 공정의 다른 예를 나타낸다. 이 측정 공정의 예에서는, 일렬로 배치된 복수의 개구부(11)의 범위 내에 있어서, 레이저 광의 이동을 복수회 반복함으로써, 유리 기판(G)의 측정을 행한다. 이 예에서는, 제 1 이동 양태에 기반하는 측정을 설명하지만, 제 2 이동 양태에 기반하는 측정을 행할 수도 있다.

[0099] 구체적으로는, 이 측정 공정에서는, 제 3 열(M3)에 배치되는 복수의 개구부(11)에 대해서, 제 1 이동 양태에 의한 측정 장치(4)의 이동을 3회 반복함으로써, 레이저 광은, 화살표(C1~C3)로 나타내는 바와 같이, 직선적인 이동을 3회 반복한다.

[0100] 제 1회째의 이동에 있어서, 제어 장치(5)는 재치대(3)를 정지시킨 상태로, 레이저 광 조사부(13)로부터 레이저 광을 방출시킴과 아울러, 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)를 측정 방향(X1)을 따라 이동시킨다. 이것에 의해, 레이저 광은, 화살표(C1)로 나타내는 바와 같이, 유리 기판(G)에 대해서 상대적으로, 또한 직선적으로 이동한다. 이것에 의해, 제 3 열(M3)에 속하는 복수의 개구부(11)를 통해서, 유리 기판(G)에 대한 변형의 측정이 행해진다.

[0101] 제 1회째의 이동이 종료되면, 제어 장치(5)는 유리 기판(G)에 대한 레이저 광의 조사 위치를 변경하기 위해서, 재치대(3)를 측정 방향(X1)에 직교하는 방향(Y2)을 따라 이동시킨다. 이 경우에 있어서, 레이저 광은 제 1회째의 이동에 의해 통과한 같은 제 3 열(M3)에 속하는 개구부(11)의 범위 내에서, 그 위치를 Y축 방향으로 변경한다.

[0102] 제 2회째의 이동에 있어서, 제어 장치(5)는 재치대(3)를 정지시킴과 아울러, 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)를 측정 방향(X2)을 따라 직선적으로 이동시킨다. 이것에 의해, 레이저 광은, 화살표(C2)로 나타내는 바와 같이, 제 3 열(M3)에 속하는 복수의 개구부(11)를 통과하도록, 유리 기판(G)에 대해서 상대적으로, 또한 직선적으로 이동한다.

[0103] 제 2회째의 이동이 종료되면, 제어 장치(5)는 재치대(3)를 측정 방향(X2)에 직교하는 방향(Y2)을 따라 이동시킨다. 이 경우에 있어서, 레이저 광은, 제 2회째의 이동에 의해 통과한 같은 제 3 열(M3)에 속하는 개구부(11)의 범위 내에서, 그 위치를 Y축 방향으로 변경한다.

[0104] 제 3회째의 이동에 있어서, 제어 장치(5)는 재치대(3)를 정지시킴과 아울러, 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)를 측정 방향(X1)을 따라 이동시킨다. 이것에 의해, 레이저 광은, 화살표(C3)로 나타내는 바와 같이, 제 3 열(M3)에 속하는 복수의 개구부(11)를 통과하도록, 유리 기판(G)에 대해서 상대적으로, 또한 직선적으로 이동한다.

[0105] 상기와 같이, 같은 열에 위치하는 복수의 개구부(11)의 범위 내에 있어서, 복수회에 걸쳐 레이저 광을 왕복 이동시킴으로써, 보다 다수의 측정 데이터를 취득할 수 있다. 이러한 측정을 행할 경우에는, 개구부(11)를 원형상으로 구성하는 것보다도 직사각형상으로 구성하는 편이 좋다. 개구부(11)를 직사각형상으로 구성함으로써, 원형상(도 8에 있어서 2점쇄선으로 나타낸다)으로 구성했을 경우와 비교해서 개구 면적이 커지고, 유리 기판(G)에 대한 측정 범위를 가급적으로 넓게 확보할 수 있다.

[0106] 도 9는 측정기(1)에 있어서의 재치대(3)(스테이지부(8))의 다른 예를 나타낸다. 이 예에 있어서, 스테이지부(8)의 개구부(11)는 장방형상으로 구성되어 있다. 이 개구부(11)의 긴 변(11a)은 Y축 방향에 관한 측정 방향

(Y1, Y2)을 따르도록 형성되어 있다. 바꾸어 말하면, 스테이지부(8)의 제 2 프레임부(12b)의 Y축 방향에 있어서의 길이 치수는, 제 1 프레임부(12a)의 X축 방향에 있어서의 길이 치수보다도 크다.

[0107] 상기의 구성에 의해, 측정 방향(Y1, Y2)을 따라 레이저 광을 이동시킬 경우에, 각 개구부(11)의 범위 내에 있어서, 유리 기판(G)에 대해서 보다 많은 측정 영역을 설정할 수 있다. 이것에 의해, 보다 많은 측정 데이터를 취득하는 것이 가능해진다.

[0108] 이 예에 한정되지 않고, X축 방향에 관한 측정 방향(X1, X2)을 따라 레이저 광을 이동시킬 경우에는, 개구부(11)의 긴 변은 그 측정 방향(X1, X2)을 따르도록 형성되어도 좋다.

[0109] 또한, 본 발명은 상기 실시형태의 구성에 한정되는 것이 아니고, 상기한 작용 효과에 한정되는 것도 아니다. 본 발명은, 본 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위에서 각종의 변경이 가능하다.

[0110] 상기 실시형태에서는, 가대(2)의 하부에 레이저 광 조사부(13)를, 가대(2)의 상부에 레이저 광 수광부(14)를 설치하고 있었지만, 본 발명은 이 구성에 한정되지 않는다. 가대(2)의 상부에 레이저 광 조사부(13)를, 가대(2)의 하부에 레이저 광 수광부(14)를 설치해도 좋다.

[0111] 본 실시형태에서는, 연산 처리 공정을 실행 중에도 유리 기판(G)에 레이저 광을 조사하고 있었지만, 본 발명은 이 구성에 한정되지 않는다. 연산 처리 공정을 실행 중에는, 유리 기판(G)에의 레이저 광의 조사를 정지해도 좋다.

[0112] 상기 실시형태에서는, 1개의 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)를 갖는 측정 장치(4)를 예시했지만, 본 발명은 이 구성에 한정되지 않는다. 측정 장치(4)는 복수개의 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)를 구비해도 좋다. 이 경우, 복수개의 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)는, 예를 들면, X축 방향에 관한 측정 방향(X1, X2)에 직교하는 방향(Y1, Y2)으로 간격을 두고 배치될 수 있다. 이 구성에 의하면, 측정 장치(4)는 1개의 레이저 광 조사부(13) 및 레이저 광 수광부(14)를 구비할 경우와 비교해서, 그 측정 시간을 가급적으로 단축할 수 있다.

[0113] 상기의 실시형태에서는, 측정기(1)의 측정 장치(4)로서 복굴절 측정 장치를 예시했지만, 본 발명은 이 구성에 한정되지 않는다. 복굴절 측정 장치 이외의 레이저 투과형의 측정 장치를 본 발명에 적용해도 좋다.

부호의 설명

[0114] 1 측정기

3 재치대

4 측정 장치

11 개구부

11a 개구부의 긴 변

12a 제 1 프레임부

12b 제 2 프레임부

13 레이저 광 조사부

14 레이저 광 수광부

G 유리 기판(투명체)

X1 측정 방향

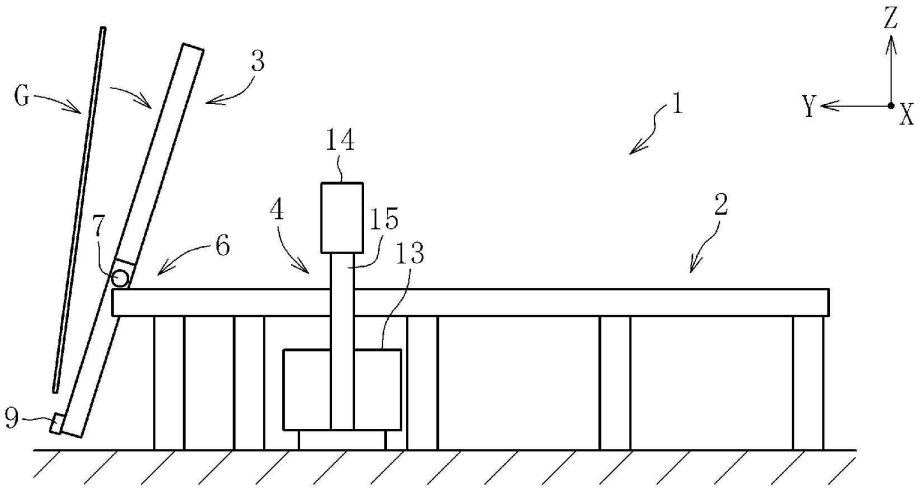
X2 측정 방향

Y1 측정 방향

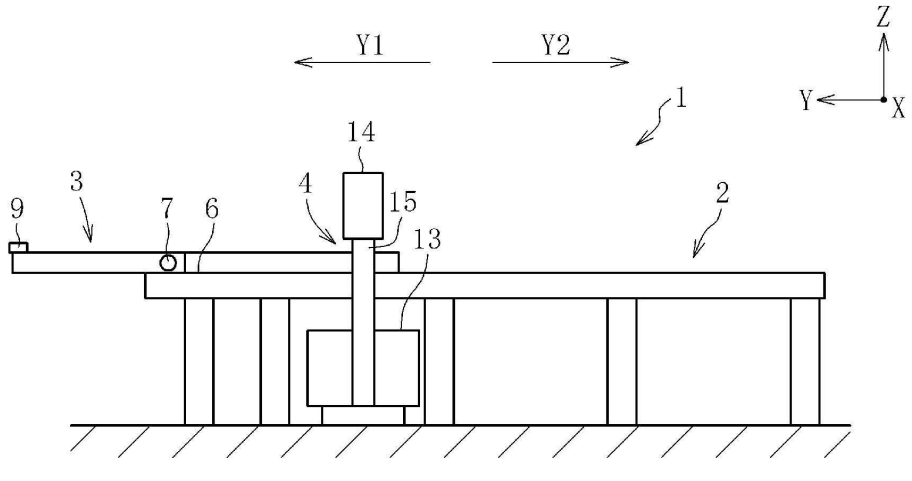
Y2 측정 방향

도면

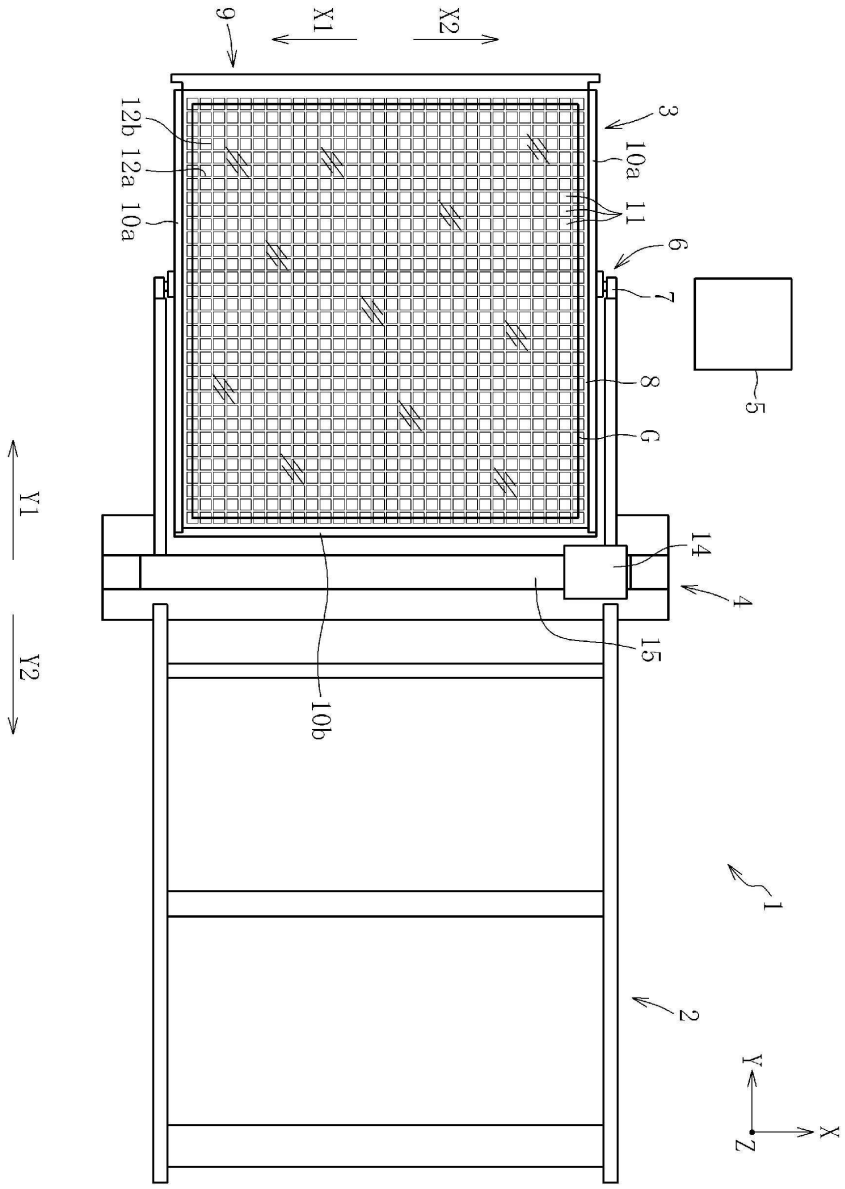
도면1



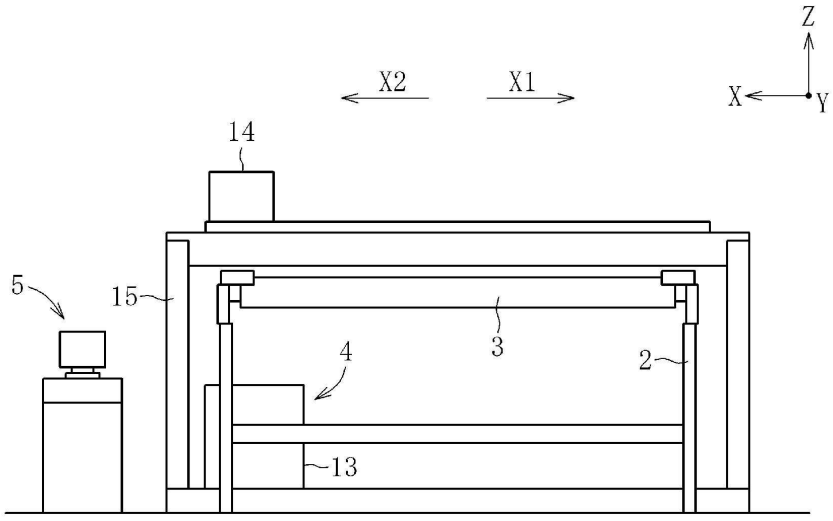
도면2



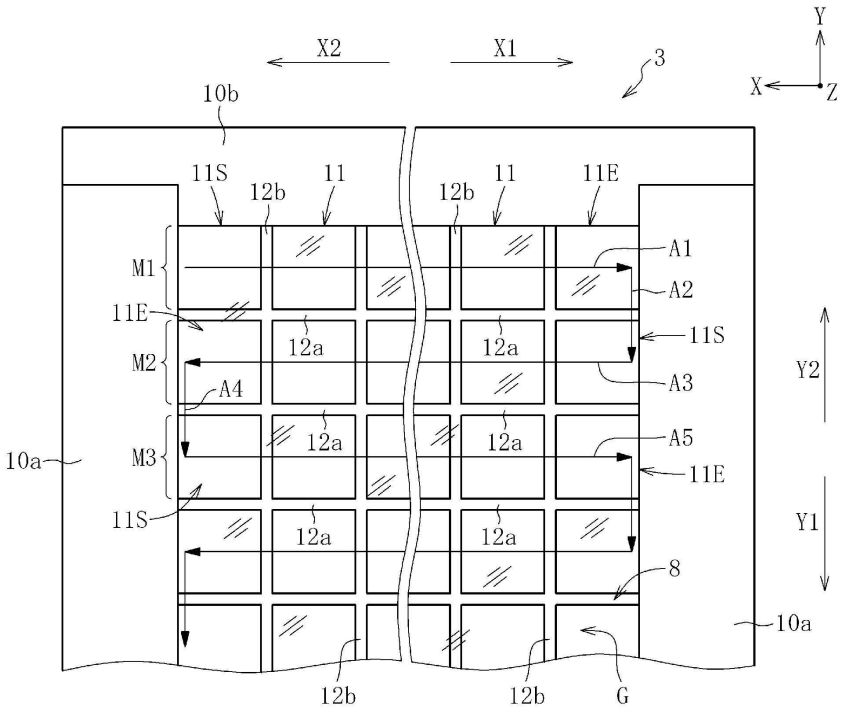
도면3



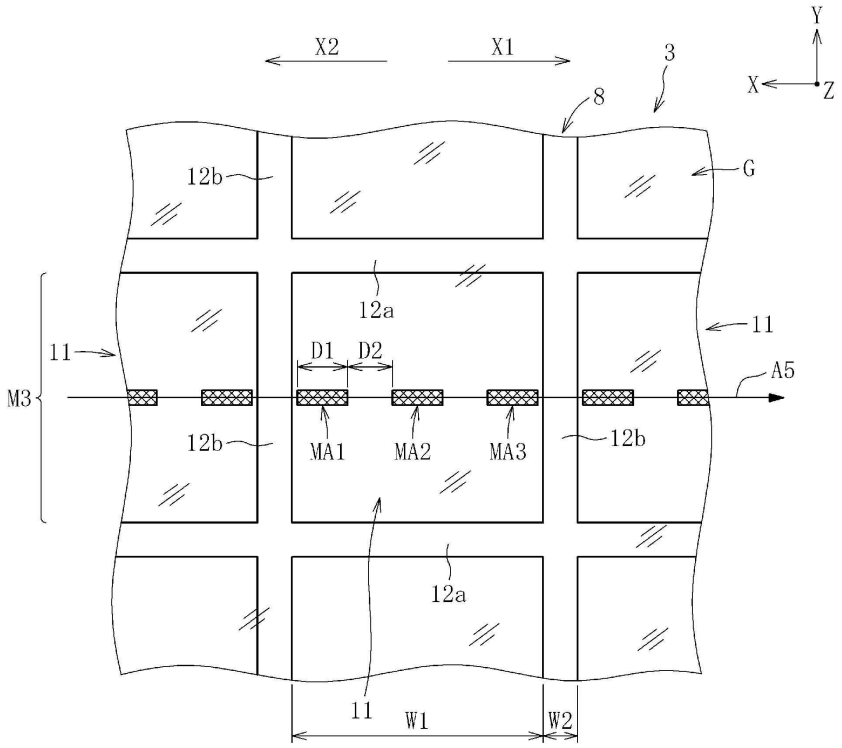
도면4


Z
X2
X1
X
Y
14
5
15
3
4
2
13

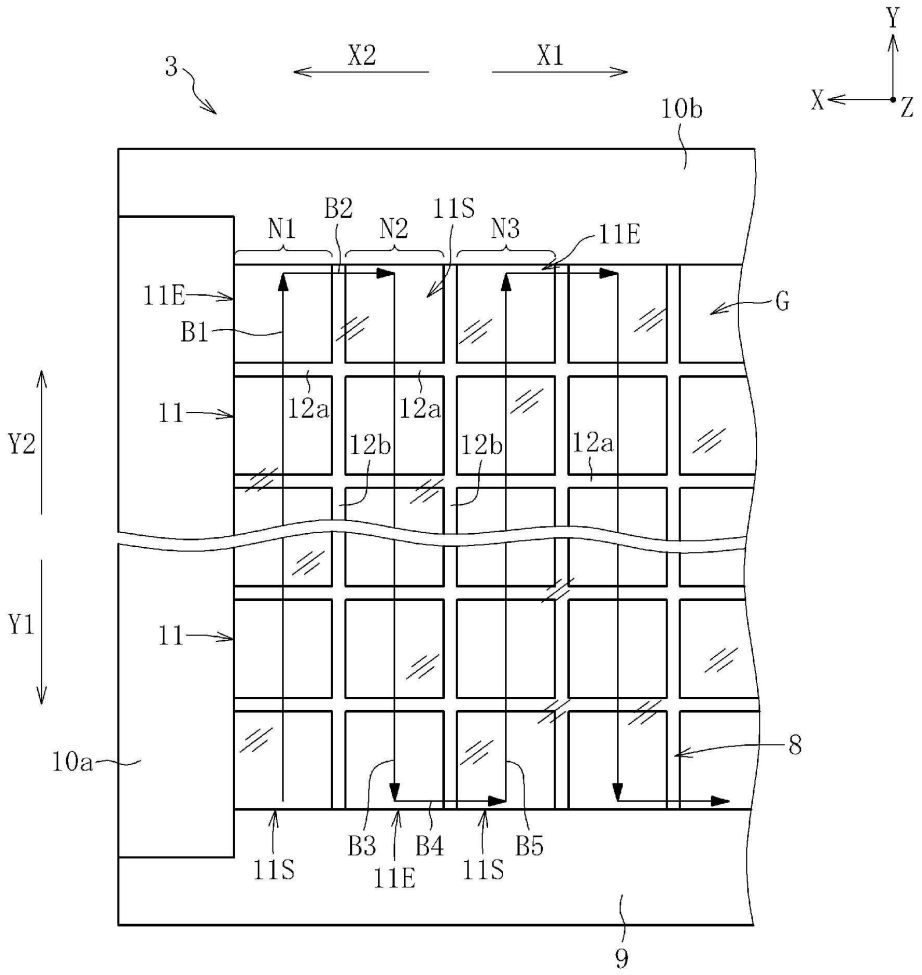
도면5


X2
X1
3
Y
X
Z
10b
11S
12b
11
12b
11
11E
M1
A1
A2
11E
12a
12a
11S
M2
A4
A3
Y2
12a
12a
A5
10a
M3
11E
11S
12a
12a
Y1
8
10a
12b
12b
G

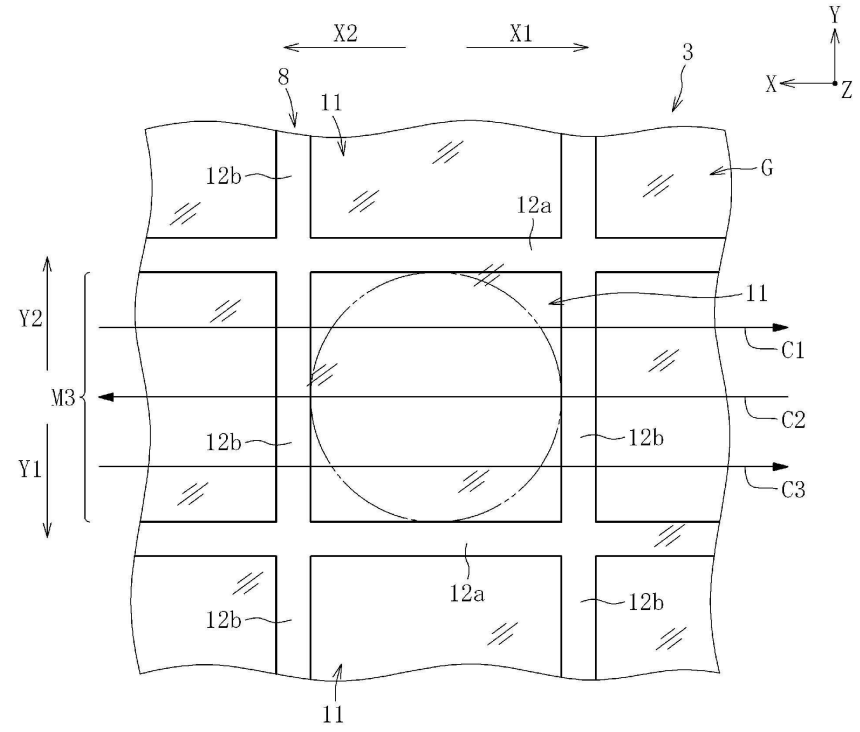
도면6


X2
X1
3
Y
X
Z
8
12b
G
12a
11
D1
D2
11
A5
M3
12b
MA1
MA2
MA3
12b
12a
11
W1
W2

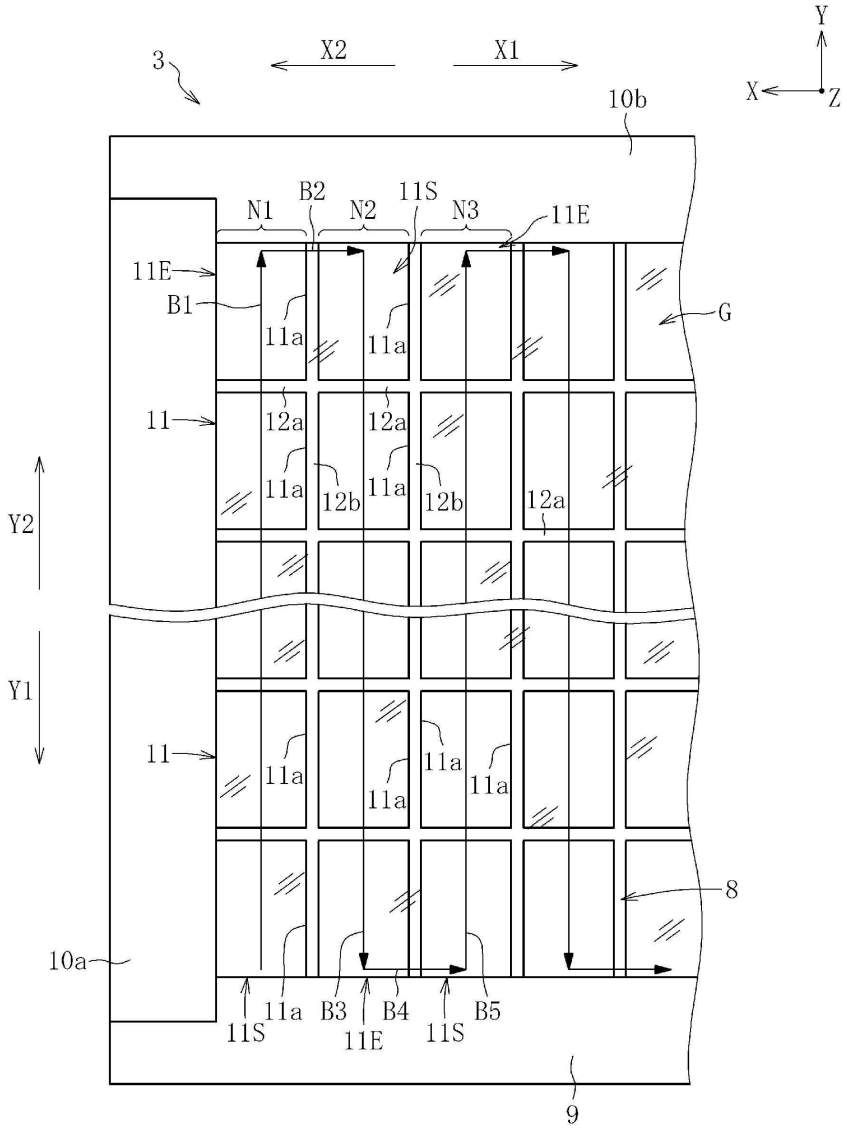
도면7


3
X2
X1
Y
X
Z
10b
N1
B2
N2
11S
N3
11E
11E
G
B1
11
12a
12a
12b
12b
12a
Y2
Y1
11
10a
8
11S
B3
11E
B4
11S
B5
9

도면8



도면9


3
X2
X1
Y
X
Z
10b
N1
B2
N2
11S
N3
11E
11E
B1
G
11a
12a
12b
11
Y2
Y1
8
10a
B3
B4
B5
9