



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0093598
(43) 공개일자 2024년06월24일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>B23K 26/03</i> (2014.01) <i>B23K 26/0622</i> (2014.01)
 <i>B23K 26/53</i> (2014.01) <i>H01L 21/67</i> (2006.01)
 <i>B23K 101/40</i> (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>B23K 26/032</i> (2013.01)
 <i>B23K 26/0622</i> (2015.10)</p> <p>(21) 출원번호 10-2024-7016101</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2022년10월21일
 심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2024년05월14일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/JP2022/039376</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2023/074588
 국제공개일자 2023년05월04일</p> <p>(30) 우선권주장
 JP-P-2021-177743 2021년10월29일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인
 니치아 카가쿠 고교 가부시키키가이샤
 일본 도쿠시마켄 아난시 가미나카쵸 오카 491번지 100</p> <p>하마마츠 포토닉스 가부시키키가이샤
 일본국 시주오카켄 하마마츠시 슈오쿠 이치노쵸 1126-1</p> <p>(72) 발명자
 스기오 료타
 일본국 시주오카켄 하마마츠시 히가시쿠 이치노쵸 1126-1 하마마츠 포토닉스 가부시키키가이샤 내</p> <p>세키모토 유스케
 일본국 시주오카켄 하마마츠시 히가시쿠 이치노쵸 1126-1 하마마츠 포토닉스 가부시키키가이샤 내</p> <p>(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
 특허법인태평양</p> |
|--|---|

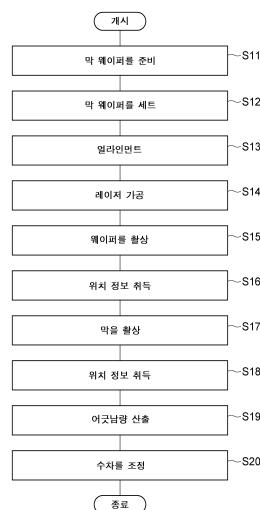
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **레이저 조정 방법 및 레이저 가공 장치**

(57) 요약

제1 웨이퍼와 상기 제1 웨이퍼에 마련된 제1 막을 포함하는 제1 막 웨이퍼로의 제1 레이저광의 조사에 의해 해당 제1 막에 형성된 제1 데미지의 상을 포함하는 화상을 제1 데미지 화상으로서 취득하는 제1 준비 공정과, 제2 웨이퍼와 상기 제2 웨이퍼에 마련된 제2 막을 포함하는 제2 막 웨이퍼를 준비하는 제2 준비 공정과, 상기 제1 준비 공정 및 상기 제2 준비 공정 후에, 상기 제2 막 웨이퍼에 제2 레이저광을 조사함으로써, 해당 제2 막에 제2 데미지를 형성하는 가공 공정과, 상기 가공 공정 후에, 상기 제2 막을 활상함으로써, 상기 제2 데미지의 상을 포함하는 화상을 제2 데미지 화상으로서 취득하는 활상 공정과, 상기 활상 공정 후에, 상기 제2 데미지 화상에 포함되는 상기 제2 데미지의 상이 상기 제1 데미지 화상에 포함되는 상기 제1 데미지의 상에 가까워지도록, 상기 제2 레이저광에 부여하는 수차를 조정하는 조정 공정을 구비하는 레이저 조정 방법.

대표도 - 도11



(52) CPC특허분류

B23K 26/53 (2018.08)

H01L 21/67092 (2013.01)

B23K 2101/40 (2018.08)

(72) 발명자

야마모토 미노루

일본 도쿠시마켄 아난시 가미나카쵸 오카 491반치
100 니치야 카가쿠 교교 가부시키키가이샤 내

이노우에 나오토

일본 도쿠시마켄 아난시 가미나카쵸 오카 491반치
100 니치야 카가쿠 교교 가부시키키가이샤 내

오쿠보 다이치

일본 도쿠시마켄 아난시 가미나카쵸 오카 491반치
100 니치야 카가쿠 교교 가부시키키가이샤 내

다메모토 히로아키

일본 도쿠시마켄 아난시 가미나카쵸 오카 491반치
100 니치야 카가쿠 교교 가부시키키가이샤 내

명세서

청구범위

청구항 1

제1 웨이퍼와 상기 제1 웨이퍼에 마련된 제1 막을 포함하는 제1 막 웨이퍼로의 제1 레이저광의 조사에 의해 상기 제1 막에 형성된 제1 데미지의 상을 포함하는 화상을 제1 데미지 화상으로서 취득하는 제1 준비 공정과,

제2 웨이퍼와 상기 제2 웨이퍼에 마련된 제2 막을 포함하는 제2 막 웨이퍼를 준비하는 제2 준비 공정과,

상기 제1 준비 공정 및 상기 제2 준비 공정 후에, 상기 제2 막 웨이퍼에 제2 레이저광을 조사함으로써, 상기 제2 막에 제2 데미지를 형성하는 가공 공정과,

상기 가공 공정 후에, 상기 제2 막을 촬상함으로써, 상기 제2 데미지의 상을 포함하는 화상을 제2 데미지 화상으로서 취득하는 촬상 공정과,

상기 촬상 공정 후에, 상기 제2 데미지 화상에 포함되는 상기 제2 데미지의 상이 상기 제1 데미지 화상에 포함되는 상기 제1 데미지의 상에 가까워지도록, 상기 제2 레이저광에 부여하는 수차를 조정하는 조정 공정을 구비하는 레이저 조정 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 촬상 공정 후에, 상기 제1 데미지 화상 및 상기 제2 데미지 화상을 표시하는 표시 공정을 구비하고,

상기 조정 공정에서는, 상기 표시 공정 후에, 상기 제2 데미지 화상에 포함되는 상기 제2 데미지의 상과 상기 제1 데미지 화상에 포함되는 상기 제1 데미지의 상의 비교 결과에 기초하여, 상기 제2 데미지의 상이 상기 제1 데미지의 상에 가까워지도록, 상기 제2 레이저광에 부여하는 수차를 조정하는 레이저 조정 방법.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 조정 공정에서는, 상기 제2 레이저광에 부여하는 코마 수차를 조정하는 레이저 조정 방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 제1 준비 공정에서는, 상기 제1 웨이퍼의 상기 제1 막과 반대측의 면측으로부터 상기 제1 웨이퍼에 상기 제1 레이저광을 조사함으로써 상기 제1 웨이퍼에 형성된 제1 가공 흔적의 상을 포함하는 화상을 제1 가공 화상으로서 더 취득하고,

상기 제1 데미지 화상은, 상기 제1 가공 화상에 포함되는 상기 제1 가공 흔적을 형성할 때의 상기 제1 레이저광의 통과광에 의해 형성된 상기 제1 데미지의 상을 포함하고,

상기 가공 공정에서는, 상기 제2 웨이퍼의 상기 제2 막과 반대측의 면측으로부터 상기 제2 웨이퍼에 상기 제2 레이저광을 조사함으로써 상기 제2 웨이퍼에 제2 가공 흔적을 형성함과 아울러, 상기 제2 레이저광의 통과광에 의해 상기 제2 막에 상기 제2 데미지를 형성하고,

상기 촬상 공정에서는, 상기 제2 웨이퍼를 촬상함으로써, 상기 제2 가공 흔적의 상을 포함하는 화상을 제2 가공 화상으로서 취득하고,

상기 조정 공정에서는, 상기 제2 가공 화상에 포함되는 상기 제2 가공 흔적의 상의 위치와 상기 제2 데미지 화상에 포함되는 상기 제2 데미지의 상의 중심 위치의 어긋남량 및 방향 각각이, 상기 제1 가공 화상에 포함되는 상기 제1 가공 흔적의 상의 위치와 상기 제1 데미지 화상에 포함되는 상기 제1 데미지의 상의 중심 위치의 어긋남량 및 방향 각각에 가까워지도록, 상기 제2 레이저광에 부여하는 코마 수차를 조정하는 레이저 조정 방법.

청구항 5

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 조정 공정에서는, 상기 제2 레이저광에 부여하는 비점 수차를 조정하는 레이저 조정 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

제1 준비 공정에서는, 상기 제1 데미지 화상에 포함되는 상기 제1 데미지의 상의 기준 방향에 대한 각도인 제1 각도와, 상기 제1 데미지의 상의 타원율인 제1 타원율을 더 취득하고,

상기 조정 공정에서는, 상기 제2 데미지 화상에 포함되는 상기 제2 데미지의 상의 상기 기준 방향에 대한 각도인 제2 각도, 및 상기 제2 데미지의 상의 타원율인 제2 타원율을 각각이, 상기 제1 각도 및 상기 제1 타원율을 각각에 가까워지도록, 상기 제2 레이저광에 부여하는 비점 수차를 조정하는 레이저 조정 방법.

청구항 7

청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 있어서,

상기 조정 공정에서는, 상기 제2 레이저광에 부여하는 구면 수차를 조정하는 레이저 조정 방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 가공 공정에서는, 상기 제2 레이저광에 부여하는 구면 수차를 다르게 하면서 상기 제2 막에 복수 회의 상기 제2 레이저광의 조사를 행함으로써, 상기 제2 막에 복수의 상기 제2 데미지를 형성하고,

상기 활상 공정에서는, 상기 제2 막을 활상함으로써, 복수의 상기 제2 데미지의 상을 포함하는 상기 제2 데미지 화상을 취득하고,

상기 조정 공정에서는, 상기 제2 데미지 화상에 포함되는 복수의 상기 제2 데미지의 상 중, 상기 제1 데미지 화상에 포함되는 상기 제1 데미지의 상에 상대적으로 가까운 상기 제2 데미지를 형성했을 때의 구면 수차가 상기 제2 레이저광에 부여되도록 상기 제2 레이저광에 부여하는 수차를 조정하는 레이저 조정 방법.

청구항 9

청구항 1 내지 청구항 8 중 어느 한 항에 있어서,

상기 조정 공정에서는, 상기 제2 레이저광에 부여하는 트레포일 수차를 조정하는 레이저 조정 방법.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 가공 공정에서는, 상기 제2 레이저광에 부여하는 트레포일 수차를 다르게 하면서 상기 제2 막에 복수 회의 상기 제2 레이저광의 조사를 행함으로써, 상기 제2 막에 복수의 상기 제2 데미지를 형성하고,

상기 활상 공정에서는, 상기 제2 막을 활상함으로써, 복수의 상기 제2 데미지의 상을 포함하는 상기 제2 데미지 화상을 취득하고,

상기 조정 공정에서는, 상기 제2 데미지 화상에 포함되는 복수의 상기 제2 데미지의 상 중, 상기 제1 데미지 화상에 포함되는 상기 제1 데미지의 상에 상대적으로 가까운 상기 제2 데미지를 형성했을 때의 트레포일 수차가 상기 제2 레이저광에 부여되도록 상기 제2 레이저광에 부여하는 수차를 조정하는 레이저 조정 방법.

청구항 11

청구항 1 내지 청구항 10 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2 레이저광은 공간 광 변조기에 표시된 변조 패턴에 의해 변조를 받고,

상기 조정 공정에서는, 상기 변조 패턴을 조정함으로써 상기 제2 레이저광에 부여하는 수차를 조정하는 레이저

조정 방법.

청구항 12

대상물을 지지하기 위한 지지부와,

상기 지지부에 지지된 상기 대상물에 레이저광을 조사하기 위한 레이저 조사부와,

상기 대상물을 촬상하기 위한 촬상부와,

화상을 유지하기 위한 유지부와,

적어도 상기 레이저 조사부 및 상기 촬상부를 제어하기 위한 제어부를 구비하고,

상기 레이저 조사부는 변조 패턴에 따라 상기 레이저광을 변조하여 출사하기 위한 공간 광 변조기를 포함하고,

상기 유지부는 제1 웨이퍼와 상기 제1 웨이퍼에 마련된 제1 막을 포함하는 제1 막 웨이퍼로의 제1 레이저광의 조사에 의해 상기 제1 막에 형성된 제1 데미지의 상을 포함하는 화상을 제1 데미지 화상으로서 유지하고 있고,

상기 제어부는,

제2 웨이퍼와 상기 제2 웨이퍼에 마련된 제2 막을 포함하는 제2 막 웨이퍼가 상기 대상물로서 상기 지지부에 지지된 상태에 있어서, 상기 레이저 조사부의 제어에 의해 상기 제2 막 웨이퍼에 제2 레이저광을 조사하는 가공 처리와,

상기 가공 처리 후에, 상기 촬상부의 제어에 의해 상기 제2 막을 촬상함으로써, 상기 제2 레이저광의 조사에 의해서 상기 제2 막에 형성된 제2 데미지의 상을 포함하는 화상을 제2 데미지 화상으로서 취득하는 촬상 처리와,

상기 제2 데미지 화상에 포함되는 상기 제2 데미지의 상이 상기 제1 데미지 화상에 포함되는 상기 제1 데미지의 상에 가까워지도록, 상기 변조 패턴을 조정함으로써 상기 제2 레이저광에 부여하는 수차를 조정하는 조정 처리를 실행하는 레이저 가공 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 레이저 조정 방법 및 레이저 가공 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 특허문헌 1에는, 레이저 다이싱 장치가 기재되어 있다. 이 레이저 다이싱 장치는, 웨이퍼를 이동시키는 스테이지와, 웨이퍼에 레이저광을 조사하는 레이저 헤드와, 각부의 제어를 행하는 제어부를 구비하고 있다. 레이저 헤드는 웨이퍼의 내부에 개질 영역을 형성하기 위한 가공용 레이저광을 출사하는 레이저 광원과, 가공용 레이저광의 광로 상에 순서대로 배치된 다이크로의 미러 및 집광 렌즈와, AF 장치를 가지고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본 특허 제5743123호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 그런데, 웨이퍼에 레이저광을 조사하여 웨이퍼의 내부에 개질 영역을 형성하는 경우, 가공 대상물에 조사된 레이저광 중, 입사면에서 반사되지 않으면서 가공 대상물에서 흡수되지 않으며, 또한, 가공 대상물의 개질에 기여하지 않은 광이 가공 대상물의 입사면과는 반대면에 이르는 경우가 있다(이른바 통과광이 발생하는 경우가 있음). 이 통과광은, 웨이퍼의 레이저광 입사면과 반대측의 면에 형성된 디바이스 등의 데미지의 원인이 될 우

려가 있다. 복수 대의 장치가 있는 경우에는, 이 통과광에 의한 데미지가 장치마다 불규칙하기 때문에, 가공 결과에도 편차가 발생할 수 있다.

[0005] 본 개시는 가공 결과의 편차를 억제 가능한 레이저 조정 방법 및 레이저 가공 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 개시에 따른 레이저 조정 방법은, 제1 웨이퍼와 제1 웨이퍼에 마련된 제1 막을 포함하는 제1 막 웨이퍼로의 제1 레이저광의 조사에 의해 해당 제1 막에 형성된 제1 데미지의 상을 포함하는 화상을 제1 데미지 화상으로서 취득하는 제1 준비 공정과, 제2 웨이퍼와 제2 웨이퍼에 마련된 제2 막을 포함하는 제2 막 웨이퍼를 준비하는 제2 준비 공정과, 제1 준비 공정 및 제2 준비 공정 후에, 제2 막 웨이퍼에 제2 레이저광을 조사함으로써, 해당 제2 막에 제2 데미지를 형성하는 가공 공정과, 가공 공정 후에, 제2 막을 촬상함으로써, 제2 데미지의 상을 포함하는 화상을 제2 데미지 화상으로서 취득하는 촬상 공정과, 촬상 공정 후에, 제2 데미지 화상에 포함되는 제2 데미지의 상이 제1 데미지 화상에 포함되는 제1 데미지의 상에 가까워지도록, 제2 레이저광에 부여하는 수차를 조정하는 조정 공정을 구비한다.

[0007] 본 개시에 따른 레이저 가공 장치는, 대상물을 지지하기 위한 지지부와, 지지부에 지지된 대상물에 레이저광을 조사하기 위한 레이저 조사부와, 대상물을 촬상하기 위한 촬상부와, 화상을 유지하기 위한 유지부와, 적어도 레이저 조사부 및 촬상부를 제어하기 위한 제어부를 구비하고, 레이저 조사부는 변조 패턴에 따라 레이저광을 변조하여 출사하기 위한 공간 광 변조기를 포함하고, 유지부는 제1 웨이퍼와 제1 웨이퍼에 마련된 제1 막을 포함하는 제1 막 웨이퍼로의 제1 레이저광의 조사에 의해 해당 제1 막에 형성된 제1 데미지의 상을 포함하는 화상을 제1 데미지 화상으로서 유지하고 있고, 제어부는, 제2 웨이퍼와 제2 웨이퍼에 마련된 제2 막을 포함하는 제2 막 웨이퍼가 대상물로서 지지부에 지지된 상태에 있어서, 레이저 조사부의 제어에 의해 제2 막 웨이퍼에 제2 레이저광을 조사하는 가공 처리와, 가공 처리 후에, 촬상부의 제어에 의해 제2 막을 촬상함으로써, 제2 레이저광의 조사에 의해서 제2 막에 형성된 제2 데미지의 상을 포함하는 화상을 제2 데미지 화상으로서 취득하는 촬상 처리와, 제2 데미지 화상에 포함되는 제2 데미지의 상이 제1 데미지 화상에 포함되는 제1 데미지의 상에 가까워지도록, 변조 패턴을 조정함으로써 제2 레이저광에 부여하는 수차를 조정하는 조정 처리를 실행한다.

[0008] 이들 방법 및 장치에서는, 조정의 기준이 되는 제1 막 웨이퍼의 제1 막에 형성된 제1 데미지의 상을 포함하는 화상이 제1 데미지 화상으로서 준비된다. 한편으로, 제2 막 웨이퍼에 제2 레이저광을 조사하여 제2 데미지를 형성함과 아울러, 해당 제2 막을 촬상함으로써 제2 데미지의 상을 포함하는 제2 데미지 화상을 취득한다. 그리고, 제2 데미지 화상에 포함되는 제2 데미지의 상이 제1 데미지 화상에 포함되는 제1 데미지의 상에 가까워지도록, 제2 레이저광에 부여하는 수차가 조정된다. 이것에 의해, 제2 막 웨이퍼의 제2 막에 발생하는 데미지가, 제1 막 웨이퍼의 제1 막에 발생해 있던 데미지에 가까워진다. 이 결과, 복수 대의 장치가 있는 경우라도, 복수 대의 장치에 걸쳐서 제1 데미지 화상을 기준으로 하여 이용한 마찬가지로의 조정을 행함으로써, 복수 대의 장치 사이에서의 가공 결과의 편차(기기 차이)가 억제된다. 또한, 이상과 같이, 웨이퍼의 일면에 막이 형성된 막 웨이퍼를 이용함으로써, 실제의 웨이퍼의 가공시에 레이저광의 통과광에 의해 디바이스에 발생할 가능성이 있는 데미지가 가시화되어, 레이저광의 조정에 이용하는 것이 가능하게 된다.

[0009] 본 개시에 따른 레이저 조정 방법에서는, 촬상 공정 후에, 제1 데미지 화상 및 제2 데미지 화상을 표시하는 표시 공정을 구비하고, 조정 공정에서는, 표시 공정 후에, 제2 데미지 화상에 포함되는 제2 데미지의 상과 제1 데미지 화상에 포함되는 제1 데미지의 상의 비교 결과에 기초하여, 제2 데미지의 상이 제1 데미지의 상에 가까워지도록, 제2 레이저광에 부여하는 수차를 조정해도 된다. 이와 같이, 화상의 표시 및 비교를 행함으로써, 제2 데미지가 제1 데미지에 가까워지도록 용이하고 또한 확실하게 수차를 조정 가능하다.

[0010] 본 개시에 따른 레이저 조정 방법에서는, 조정 공정에 있어서, 제2 레이저광에 부여하는 코마 수차를 조정해도 된다. 이와 같이, 가공 결과의 편차를 억제할 때에, 레이저광에 부여하는 코마 수차를 조정해도 된다.

[0011] 본 개시에 따른 레이저 조정 방법에서는, 제1 준비 공정에 있어서, 제1 웨이퍼의 제1 막과 반대측의 면측으로부터 제1 웨이퍼에 제1 레이저광을 조사함으로써 제1 웨이퍼에 형성된 제1 가공 흔적의 상을 포함하는 화상을 제1 가공 화상으로서 더 취득하고, 제1 데미지 화상은 제1 가공 화상에 포함되는 제1 가공 흔적을 형성할 때의 제1 레이저광의 통과광에 의해 형성된 제1 데미지의 상을 포함하고, 가공 공정에서는, 제2 웨이퍼의 제2 막과 반대측의 면측으로부터 제2 웨이퍼에 제2 레이저광을 조사함으로써 제2 웨이퍼에 제2 가공 흔적을 형성함과 아울러, 제2 레이저광의 통과광에 의해 제2 막에 제2 데미지를 형성하고, 촬상 공정에서는, 제2 웨이퍼를 촬상함으로써,

제2 가공 흔적의 상을 포함하는 화상을 제2 가공 화상으로서 취득하고, 조정 공정에서는, 제2 가공 화상에 포함되는 제2 가공 흔적의 상의 위치와 제2 데미지 화상에 포함되는 제2 데미지의 상의 중심 위치의 어긋남량 및 방향 각각이, 제1 가공 화상에 포함되는 제1 가공 흔적의 상의 위치와 제1 데미지 화상에 포함되는 제1 데미지의 상의 중심 위치의 어긋남량 및 방향 각각에 가까워지도록, 제2 레이저광에 부여하는 코마 수차를 조정해도 된다. 이 경우, 제2 웨이퍼에 발생하는 가공 흔적과 제2 막에 발생하는 데미지의 어긋남량 및 방향 각각이, 기준이 되는 제1 막 웨이퍼의 것에 가까워진다. 이 결과, 가공 결과의 편차를 확실하게 억제 가능하게 된다.

[0012] 본 개시에 따른 레이저 조정 방법에서는, 조정 공정에 있어서, 제2 레이저광에 부여하는 비점 수차를 조정해도 된다. 이와 같이, 가공 결과의 편차를 억제할 때에, 레이저광에 부여하는 비점 수차를 조정해도 된다.

[0013] 본 개시에 따른 레이저 조정 방법에서는, 제1 준비 공정에 있어서, 제1 데미지 화상에 포함되는 제1 데미지의 상의 기준 방향에 대한 각도인 제1 각도와, 제1 데미지의 상의 타원율인 제1 타원율을 더 취득하고, 조정 공정에서는, 제2 데미지 화상에 포함되는 제2 데미지의 상의 기준 방향에 대한 각도인 제2 각도, 및 제2 데미지의 상의 타원율인 제2 타원율 각각이, 제1 각도 및 제1 타원율 각각에 가까워지도록, 제2 레이저광에 부여하는 비점 수차를 조정해도 된다. 이 경우, 제2 막에 발생하는 데미지의 기준 방향에 대한 각도와 타원율 각각이, 기준이 되는 제1 막의 것에 가까워진다. 이 결과, 가공 결과의 편차를 확실하게 억제 가능하게 된다.

[0014] 본 개시에 따른 레이저 조정 방법에서는, 조정 공정에 있어서, 제2 레이저광에 부여하는 구면 수차를 조정해도 된다. 이와 같이, 가공 결과의 편차를 억제할 때에, 레이저광에 부여하는 구면 수차를 조정해도 된다.

[0015] 본 개시에 따른 레이저 조정 방법에서는, 가공 공정에 있어서, 제2 레이저광에 부여하는 구면 수차를 다르게 하면서 제2 막에 복수 회의 제2 레이저광의 조사를 행함으로써, 해당 제2 막에 복수의 제2 데미지를 형성하고, 촬상 공정에서는, 제2 막을 촬상함으로써, 복수의 제2 데미지의 상을 포함하는 제2 데미지 화상을 취득하고, 조정 공정에서는, 제2 데미지 화상에 포함되는 복수의 제2 데미지의 상 중, 제1 데미지 화상에 포함되는 제1 데미지의 상에 상대적으로 가까운 제2 데미지를 형성했을 때의 구면 수차가 제2 레이저광에 부여되도록 제2 레이저광에 부여하는 수차를 조정해도 된다. 이 경우, 제2 막 웨이퍼의 제2 막에 발생하는 데미지를, 제1 막 웨이퍼의 제1 막에 발생해 있던 데미지에 보다 확실하게 가까워지도록 수차를 조정 가능하다.

[0016] 본 개시에 따른 레이저 조정 방법에서는, 조정 공정에 있어서, 제2 레이저광에 부여하는 트레포일 수차를 조정해도 된다. 이와 같이, 가공 결과의 편차를 억제할 때에, 레이저광에 부여하는 트레포일 수차를 조정해도 된다.

[0017] 본 개시에 따른 레이저 조정 방법에서는, 가공 공정에 있어서, 제2 레이저광에 부여하는 트레포일 수차를 다르게 하면서 제2 막에 복수 회의 제2 레이저광의 조사를 행함으로써, 해당 제2 막에 복수의 제2 데미지를 형성하고, 촬상 공정에서는, 제2 막을 촬상함으로써, 복수의 제2 데미지의 상을 포함하는 제2 데미지 화상을 취득하고, 조정 공정에서는, 제2 데미지 화상에 포함되는 복수의 제2 데미지의 상 중, 제1 데미지 화상에 포함되는 제1 데미지의 상에 상대적으로 가까운 제2 데미지를 형성했을 때의 트레포일 수차가 제2 레이저광에 부여되도록 제2 레이저광에 부여하는 수차를 조정해도 된다. 이 경우, 제2 막 웨이퍼의 제2 막에 발생하는 데미지를, 제1 막 웨이퍼의 제1 막에 발생해 있던 데미지에 보다 확실하게 가까워지도록 수차를 조정 가능하다.

[0018] 본 개시에 따른 레이저 조정 방법에서는, 제2 레이저광은, 공간 광 변조기에 표시된 변조 패턴에 의해 변조를 받고, 조정 공정에서는, 변조 패턴을 조정함으로써 제2 레이저광에 부여하는 수차를 조정해도 된다. 이와 같이, 공간 광 변조기를 이용하여 레이저광에 부여하는 수차를 조정할 수 있다.

발명의 효과

[0019] 본 개시에 의하면, 가공 결과의 편차를 억제 가능한 레이저 조정 방법 및 레이저 가공 장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 일 실시 형태에 따른 레이저 가공 장치의 구성을 나타내는 모식도이다.

도 2는 도 1에 나타내진 레이저 조사부의 구성을 나타내는 모식도이다.

도 3은 도 2에 나타내진 4f 광학계를 나타내는 모식도이다.

도 4는 도 2에 나타내진 공간 광 변조기의 일부를 나타내는 모식적인 단면도이다.

도 5는 레이저 가공에 있어서의 대상물의 일례를 나타내는 도면이다.

- 도 6은 레이저 조정 방법에 사용하는 막 웨이퍼를 나타내는 도면이다.
- 도 7은 데미지 화상의 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 8은 제1 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법의 일 공정을 나타내는 플로차트이다.
- 도 9는 도 8에 나타내진 일 공정을 설명하기 위한 모식적인 단면도이다.
- 도 10은 개질 영역 및 데미지의 화상의 일례이다.
- 도 11은 제1 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법의 다른 일 공정을 나타내는 플로차트이다.
- 도 12는 도 11에 나타내진 다른 일 공정을 설명하기 위한 모식적인 단면도이다.
- 도 13은 개질 영역 및 데미지의 화상의 일례이다.
- 도 14는 레이저광에 부여하는 수차와 데미지의 관계를 나타내는 화상의 표이다.
- 도 15는 레이저광에 비점 수차를 부여한 경우의 데미지를 나타내는 도면이다.
- 도 16은 비점 수차 패턴의 강도와 데미지의 관계를 나타내는 도면이다.
- 도 17은 비점 수차 패턴의 강도와 데미지의 관계를 나타내는 도면이다.
- 도 18은 제2 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법의 일 공정을 나타내는 플로차트이다.
- 도 19는 제2 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법의 다른 일 공정을 나타내는 플로차트이다.
- 도 20은 제2 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법의 각 공정에 있어서의 데미지를 나타내는 화상이다.
- 도 21은 제3 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법의 일 공정을 나타내는 플로차트이다.
- 도 22는 제3 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법의 제1 준비 공정에서 취득되는 제1 데미지 화상이다.
- 도 23은 제3 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법의 다른 일 공정을 나타내는 플로차트이다.
- 도 24는 제3 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법의 촬상 공정에서 취득된 제2 데미지 화상이다.
- 도 25는 트레포일 수차를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 26은 제4 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법의 일 공정을 나타내는 플로차트이다.
- 도 27은 데미지의 상을 포함하는 데미지 화상의 일례이다.
- 도 28은 제4 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법의 다른 일 공정을 나타내는 플로차트이다.
- 도 29는 데미지의 상을 포함하는 데미지 화상의 일례이다.
- 도 30은 트레포일 수차를 이용하는 것의 효과를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하, 일 실시 형태에 대해서, 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 또한, 각 도면에 있어서, 동일 또는 상당하는 부분에는 동일한 부호를 부여하고, 중복되는 설명을 생략하는 경우가 있다. 또한, 각 도면에는, X축, Y축, 및 Z축에 의해서 규정되는 직교좌표계를 나타내는 경우가 있다.
- [0022] 도 1은 일 실시 형태에 따른 레이저 가공 장치의 구성을 나타내는 모식도이다. 도 1에 나타내지는 바와 같이, 레이저 가공 장치(1)는 스테이지(지지부)(2)와, 레이저 조사부(3)와, 구동부(이동부)(4, 5)와, 제어부(6)와, 촬상부(8)를 구비하고 있다. 레이저 가공 장치(1)는 대상물(11)에 레이저광(L)을 조사함으로써, 대상물(11)에 개질 영역(12)을 형성하기 위한 장치이다.
- [0023] 스테이지(2)는, 예를 들면 대상물(11)에 붙여진 필름을 유지함으로써, 대상물(11)을 지지한다. 스테이지(2)는 Z 방향에 평행한 축선을 회전축으로 하여 회전 가능하다. 스테이지(2)는 X방향 및 Y방향 각각을 따라 이동 가능하게 되어도 된다. 또한, X방향 및 Y방향은, 서로 교차(직교)하는 제1 수평 방향 및 제2 수평 방향이며, Z방향은 연직 방향이다.
- [0024] 레이저 조사부(3)는 대상물(11)에 대해서 투과성을 가지는 레이저광(L)을 집광하여 대상물(11)에 조사한다. 스

테이지(2)에 지지된 대상물(11)의 내부에 레이저광(L)이 집광되면, 레이저광(L)의 집광점(C)에 대응하는 부분에 있어서 레이저광(L)이 특히 흡수되어, 대상물(11)의 내부에 개질 영역(12)이 형성된다. 또한, 집광점(C)은, 일례로서, 레이저광(L)의 빔 강도가 가장 높게 되는 위치, 또는 빔 강도의 중심 위치로부터 소정 범위의 영역일 수 있다.

[0025] 개질 영역(12)은 밀도, 굴절률, 기계적 강도, 그 외의 물리적 특성이 주위의 비개질 영역과는 다른 영역이다. 개질 영역(12)으로서는, 예를 들면, 용융 처리 영역, 크랙 영역, 절연 파괴 영역, 굴절률 변화 영역 등이 있다. 개질 영역(12)은 개질 영역(12)으로부터 레이저광(L)의 입사측 및 그 반대측에 균열이 연장되도록 형성될 수 있다. 그와 같은 개질 영역(12) 및 균열은, 예를 들면 대상물(11)의 절단에 이용된다.

[0026] 일례로서, 스테이지(2)를 X방향을 따라서 이동시켜, 대상물(11)에 대해서 집광점(C)을 X방향을 따라서 상대적으로 이동시키면, 복수의 개질 스폿(12s)이 X방향을 따라서 1열로 늘어서도록 형성된다. 1개의 개질 스폿(12s)은, 1펄스의 레이저광(L)의 조사에 의해서 형성된다. 1열의 개질 영역(12)은, 1열로 늘어선 복수의 개질 스폿(12s)의 집합이다. 서로 이웃하는 개질 스폿(12s)은, 대상물(11)에 대한 집광점(C)의 상대적인 이동 속도 및 레이저광(L)의 반복 주파수에 의해서, 서로 연결되는 경우도, 서로 떨어지는 경우도 있다.

[0027] 구동부(4)는 스테이지(2)를 Z방향과 교차(직교)하는 면내의 일방향으로 이동시키는 제1 이동부(41)와, 스테이지(2)를 Z방향과 교차(직교)하는 면내의 다른 방향으로 이동시키는 제2 이동부(42)를 포함한다. 일례로서, 제1 이동부(41)는 스테이지(2)를 X방향을 따라서 이동시키고, 제2 이동부(42)는 스테이지(2)를 Y방향을 따라서 이동시킨다. 또한, 구동부(4)는 스테이지(2)를 Z방향에 평행한 축선을 회전축으로 하여 회전시킨다. 구동부(5)는 레이저 조사부(3)를 지지하고 있다. 구동부(5)는 레이저 조사부(3)를 X방향, Y방향, 및 Z방향을 따라서 이동시킨다. 레이저광(L)의 집광점(C)이 형성되어 있는 상태에 있어서 스테이지(2) 및/또는 레이저 조사부(3)가 이동됨으로써, 집광점(C)이 대상물(11)에 대해서 상대 이동된다. 즉, 구동부(4, 5)는, 대상물(11)에 대해서 레이저광(L)의 집광점(C)이 상대 이동하도록, 스테이지(2) 및 레이저 조사부(3) 중 적어도 일방을 이동시키는 이동부이다.

[0028] 촬상부(8)는, 제어부(6)의 제어하에서, 스테이지(2)에 지지된 대상물(11)을, 대상물(11)을 투과하는 광에 의해 촬상한다. 촬상부(8)가 촬상함으로써 얻어진 화상은, 일례로서, 레이저광(L)의 조사 위치의 얼라인먼트에 이용되거나, 후술하는 레이저광 조정 방법에 있어서의 데미지의 비교 등에 이용되거나 할 수 있다. 촬상부(8)는 레이저 조사부(3)와 함께 구동부(5)에 의해 이동 가능하게 지지되어 있어도 되고, 레이저 조사부(3)와는 별도로 이동 가능하게 구성되어 있어도 된다.

[0029] 촬상부(8)는, 예를 들면, 할로겐램프 및 필터에 의해서 구성되고, 근적외 영역의 광을 출력하는 광원(도시하지 않음)이나, 해당 광원으로부터 출력된 광을 대상물(11)을 향해서 집광하기 위한 렌즈 등을 포함하는 광학계(도시하지 않음)나, 해당 광원으로부터 출력되어 대상물(11)을 거친 광을 검출하기 위한 광 검출부(도시하지 않음) 등을 포함할 수 있다. 광 검출부는, 예를 들면, InGaAs 카메라에 의해서 구성되어 있고, 근적외 영역의 광을 검출할 수 있다.

[0030] 제어부(6)는 스테이지(2), 레이저 조사부(3), 구동부(4, 5), 및 촬상부(8)의 동작을 제어한다. 제어부(6)는 처리부, 기억부, 및 입력 접수부를 가지고 있다(도시하지 않음). 처리부는 프로세서, 메모리, 스토리지 및 통신 디바이스 등을 포함하는 컴퓨터 장치로서 구성되어 있다. 처리부에서는, 프로세서가, 메모리 등에 읽어들인 소프트웨어(프로그램)를 실행하여, 메모리 및 스토리지에 있어서의 데이터의 판독 및 기입, 그리고, 통신 디바이스에 의한 통신을 제어한다. 기억부는 예를 들면 하드 디스크 등이며, 각종 데이터를 기억한다.

[0031] 기억부는, 예를 들면, 촬상부(8)가 대상물(11)을 촬상함으로써 얻어진 화상을 유지할 수 있다. 바꿔 말하면, 기억부를 포함하는 제어부(6)는, 화상을 유지하기 위한 유지부이기도 하다. 입력 접수부는, 각종 정보를 표시함과 아울러, 사용자로부터 각종 정보의 입력을 접수하는 인터페이스부이다. 입력 접수부는 GUI(Graphical User Interface)를 구성하고 있다. 입력 접수부는, 예를 들면, 촬상부(8)가 대상물(11)을 촬상함으로써 얻어진 화상을 포함하여, 기억부에 유지되어 있는 임의의 화상을 표시하는 것이 가능하다. 따라서, 입력 접수부를 포함하는 제어부(6)는, 화상을 표시하기 위한 표시부이기도 하다.

[0032] 도 2는 도 1에 나타내진 레이저 조사부의 구성을 나타내는 모식도이다. 도 2에는, 레이저 가공의 예정을 나타내는 가상적인 라인(T)을 나타내고 있다. 도 2에 나타내지는 바와 같이, 레이저 조사부(3)는 광원(31)과, 공간 광 변조기(7)와, 집광 렌즈(33)와, 4f 렌즈 유닛(34)을 가지고 있다. 광원(31)은, 예를 들면 펄스 발진 방식에 의해서, 레이저광(L)을 출력한다. 또한, 레이저 조사부(3)는 광원(31)을 가지지 않고, 레이저 조사부(3)의 외부로부터 레이저광(L)을 도입하도록 구성되어도 된다. 공간 광 변조기(7)는 광원(31)으로부터 출력된 레이저광(L)을

변조한다. 집광 렌즈(33)는 공간 광 변조기(7)에 의해서 변조되어 공간 광 변조기(7)로부터 출력된 레이저광(L)을 대상물(11)을 향해서 집광한다.

- [0033] 도 3에 나타내지는 바와 같이, 4f 렌즈 유닛(34)은 공간 광 변조기(7)로부터 집광 렌즈(33)로 향하는 레이저광(L)의 광로 상에 배열된 한 쌍의 렌즈(34A, 34B)를 가지고 있다. 한 쌍의 렌즈(34A, 34B)는, 공간 광 변조기(7)의 변조면(7a)과 집광 렌즈(33)의 입사 동면(동면)(33a)이 결상 관계에 있는 양측 텔레센트릭 광학계를 구성하고 있다. 이것에 의해, 공간 광 변조기(7)의 변조면(7a)에서의 레이저광(L)의 상(공간 광 변조기(7)에 있어서 변조된 레이저광(L)의 상)이, 집광 렌즈(33)의 입사 동면(33a)에 전상(결상)된다. 또한, 도면 중의 Fs는 푸리에 면을 나타낸다.
- [0034] 도 4에 나타내지는 바와 같이, 공간 광 변조기(7)는 반사형 액정(LCOS: Liquid Crystal on Silicon)의 공간 광 변조기(SLM: Spatial Light Modulator)이다. 공간 광 변조기(7)는, 반도체 기관(71) 상에, 구동 회로층(72), 화소 전극층(73), 반사막(74), 배향막(75), 액정층(76), 배향막(77), 투명 도전막(78) 및 투명 기관(79)이 이 순서대로 적층됨으로써, 구성되어 있다.
- [0035] 반도체 기관(71)은, 예를 들면, 실리콘 기관이다. 구동 회로층(72)은, 반도체 기관(71) 상에 있어서, 액티브 매트릭스 회로를 구성하고 있다. 화소 전극층(73)은 반도체 기관(71)의 표면을 따라서 매트릭스 모양으로 배열된 복수의 화소 전극(73a)을 포함하고 있다. 각 화소 전극(73a)은, 예를 들면, 알루미늄 등의 금속재료에 의해서 형성되어 있다. 각 화소 전극(73a)에는, 구동 회로층(72)에 의해서 전압이 인가된다.
- [0036] 반사막(74)은, 예를 들면, 유전체 다층막이다. 배향막(75)은 액정층(76)에 있어서의 반사막(74)측의 표면에 마련되어 있고, 배향막(77)은 액정층(76)에 있어서의 반사막(74)과는 반대측의 표면에 마련되어 있다. 각 배향막(75, 77)은, 예를 들면, 폴리이미드 등의 고분자 재료에 의해서 형성되어 있고, 각 배향막(75, 77)에 있어서의 액정층(76)과의 접촉면에는, 예를 들면, 러빙 처리가 실시되어 있다. 배향막(75, 77)은 액정층(76)에 포함되는 액정 분자(76a)를 일정 방향으로 배열시킨다.
- [0037] 투명 도전막(78)은 투명 기관(79)에 있어서의 배향막(77)측의 표면에 마련되어 있고, 액정층(76) 등을 사이에 두고 화소 전극층(73)과 서로 마주 보고 있다. 투명 기관(79)은, 예를 들면, 유리 기관이다. 투명 도전막(78)은, 예를 들면, ITO 등의 광 투과성 또한 도전성을 구비하는 재료에 의해서 형성되어 있다. 투명 기관(79) 및 투명 도전막(78)은, 레이저광(L)을 투과시킨다.
- [0038] 이상과 같이 구성된 공간 광 변조기(7)에서는, 변조 패턴을 나타내는 신호가 제어부(6)로부터 구동 회로층(72)에 입력되면, 해당 신호에 따른 전압이 각 화소 전극(73a)에 인가되어, 각 화소 전극(73a)과 투명 도전막(78)의 사이에 전계가 형성된다. 해당 전계가 형성되면, 액정층(76)에 있어서, 각 화소 전극(73a)에 대응하는 영역마다 액정 분자(76a)의 배열 방향이 변화하고, 각 화소 전극(73a)에 대응하는 영역마다 굴절률이 변화한다. 이 상태가, 액정층(76)에 변조 패턴이 표시된 상태이다. 변조 패턴은 레이저광(L)을 변조하기 위한 것이다.
- [0039] 즉, 액정층(76)에 변조 패턴이 표시된 상태에서, 레이저광(L)이, 외부로부터 투명 기관(79) 및 투명 도전막(78)을 통해서 액정층(76)에 입사하고, 반사막(74)에서 반사되어, 액정층(76)으로부터 투명 도전막(78) 및 투명 기관(79)을 통해서 외부에 출사되면, 액정층(76)에 표시된 변조 패턴에 따라서, 레이저광(L)이 변조된다. 이와 같이, 공간 광 변조기(7)에 의하면, 액정층(76)에 표시하는 변조 패턴을 적절히 설정함으로써, 레이저광(L)의 변조가 가능하다. 또한, 도 3에 나타내진 변조면(7a)은, 예를 들면 액정층(76)이다.
- [0040] 이상과 같이, 광원(31)으로부터 출력된 레이저광(L)이, 공간 광 변조기(7) 및 4f 렌즈 유닛(34)을 통해서 집광 렌즈(33)에 입사되고, 집광 렌즈(33)에 의해서 대상물(11) 내에 집광됨으로써, 그 집광점(C)에 있어서 대상물(11)에 개질 영역(12) 및 개질 영역(12)으로부터 연장되는 균열이 형성된다. 또한, 제어부(6)가 구동부(4, 5)를 제어하여, 집광점(C)을 대상물(11)에 대해서 상대 이동시킴으로써, 집광점(C)의 이동 방향을 따라서 개질 영역(12) 및 균열이 형성되게 된다.
- [0041] 도 5는 레이저 가공에 있어서의 대상물의 일례를 나타내는 도면이다. 도 5의 (a)는 평면도이며, 도 5의 (b)는 도 5의 (a)의 Vb-Vb선에 따른 단면도이다. 도 5의 (b)에서는, 대상물이 스테이지에 지지된 상태가 나타내져 있다. 또한, 각 단면도에서는, 해칭이 생략되는 경우가 있다. 도 5에 나타내지는 바와 같이, 대상물(11)은 제1 면(11a)과, 제1 면(11a)의 반대측의 제2 면(11b)을 포함한다. 대상물(11)은 제1 면(11a) 및 제2 면(11b)이 Z방향과 교차(직교)하도록, 그리고, 제1 면(11a)이 레이저 조사부(3)측을 향하도록 스테이지(2)에 지지되어 있다. 따라서, 대상물(11)에서는, 제1 면(11a)이 레이저광(L)의 입사면이 된다.
- [0042] 대상물(11)은 제2 면(11b)을 따라서 2차원 모양으로 배열된 복수의 반도체 디바이스(11D)를 포함한다. 이와 같

은 대상물(11)에 대해서, 다음과 같이 레이저 가공이 실시된다. 먼저, 레이저광(L)을 제1 면(11a)측으로부터 대상물(11) 내에 입사시키면서, 대상물(11)의 내부에 있어서 레이저광(L)의 집광점(C)이 형성되도록 한다. 그 상태에 있어서, 레이저광(L)의 집광점(C)을 라인(T)을 따라서 X방향으로 상대 이동시키면서, 레이저광(L)을 대상물(11)에 조사한다. 이때, 레이저광(L)의 제2 면(11b)측으로의 통과광(L0)이 제2 면(11b)에 형성된 반도체 디바이스(11D)에 영향을 미칠 우려가 있다. 또한, 여기서의 통과광(L0)이란, 대상물(11)에 조사된 레이저광(L) 중, 제1 면(11a)에서 반사되지 않고, 그리고, 대상물(11)에서 흡수되지 않으며, 또한, 대상물(11)의 개질에 기여하지 않은 광이 대상물(11)의 제1 면(11a)과는 반대측의 제2 면(11b)에 이른 것이다.

[0043] 이 통과광(L0)의 반도체 디바이스(11D)에 대한 영향은, 레이저 가공 장치(1)마다 다른 경우가 있다. 또한, 통과광(L0)의 반도체 디바이스(11D)에 대한 영향은, 동일한 레이저 가공 장치(1)라도, 광학계나 장치 상태에 따라 다른 경우가 있다. 따라서, 서로 다른 레이저 가공 장치(1)를 이용하여 마찬가지로 레이저 가공을 행했을 경우, 혹은, 동일한 레이저 가공 장치(1)를 이용하지만 광학계나 장치 상태를 조정된 후에 마찬가지로 레이저 가공을 행했을 경우라도, 가공 결과(예를 들면 수율)에 편차가 발생할 우려가 있다(전자의 경우에는 가공 기기 차이). 그래서, 이하에서는, 이와 같은 가공 결과의 편차를 억제하기 위한 레이저 조정 방법에 대해 설명한다.

[0044] 도 6은 레이저 조정 방법에 사용하는 막 웨이퍼를 나타내는 도면이다. 도 6의 (a)는 막 웨이퍼의 단면도이며, 도 6의 (b)는 해당 막 웨이퍼의 가공의 모습을 나타내는 단면도이다. 도 6의 (a)에 나타내지는 바와 같이, 여기서의 대상물(11)은, 웨이퍼(111)와 웨이퍼(111)에 마련된 막(112)을 포함하는 막 웨이퍼(110)이다. 보다 구체적으로는, 막 웨이퍼(110)는 제1 면(111a)과, 제1 면(111a)의 반대측의 제2 면(111b)을 포함하고, 막(112)은 제2 면(111b)에 형성되어 있다.

[0045] 웨이퍼(111)는, 일례로서, 레이저광(L)에 대해서 투과성을 가지는 재료로서, 실제의 레이저 가공의 대상물(11)과 마찬가지로 재료로 구성될 수 있지만, 실제의 레이저 가공의 대상물(11)과 다른 재료로 구성되어도 된다. 웨이퍼(111)는 예를 들면 사파이어 기판이나 실리콘 기판이다. 막(112)은, 일례로서, 레이저광(L)에 대한 흡수율이 웨이퍼(111)보다도 높은 재료로 구성될 수 있다. 막(112)은, 예를 들면, 주석이나 금 등의 금속막이다.

[0046] 도 6의 (b)에 나타내지는 바와 같이, 여기에서는, 이와 같은 막 웨이퍼(110)에 대해서, 제1 면(111a)측으로부터 레이저광(L)을 입사시켜, 웨이퍼(111)의 내부에 레이저광(L)의 집광점(C)을 형성하면서, 막 웨이퍼(110)에 레이저광(L)을 조사한다. 이것에 의해서, 레이저광(L)의 통과광(L0)에 의해, 막(112)에 데미지(D)를 발생시킨다. 데미지(D)는 막(112)의 웨이퍼(111)측의 표면에 발생한다. 이어서, 활상부(8)를 이용하여, 막(112)의 웨이퍼(111)측의 표면을 활상함으로써, 이 데미지(D)의 상을 포함하는 데미지 화상을 취득한다.

[0047] 도 7은 데미지 화상의 일례를 나타내는 도면이다. 도 7의 (a)는 어느 레이저 가공 장치(1)(장치 A)에서의 데미지 화상이며, 도 7의 (b)는 다른 레이저 가공 장치(1)(장치 B)에서의 데미지 화상이다. 도 7의 (a)에 나타내지는 장치 A에 의한 데미지(DA)의 상과, 도 7의 (b)에 나타내지는 장치 B에 의한 데미지(DB)의 상을 비교하면, 서로 다른 것이 이해된다. 이와 같이, 통과광(L0)에 의한 막(112)에 대한 데미지(DA, DB)가 다르다는 것은, 장치 A와 장치 B의 사이에서, 통과광(L0)에 의한 반도체 디바이스에 대한 영향이 다른 것을 의미하며, 가공 결과에 편차가 발생할 우려가 있다는 것을 나타낸다.

[0048] 본 개시에 따른 레이저 조정 방법에서는, 그 가공 결과의 편차를 억제하기 위해, 레이저광(L)에 부여하는 수차를 조정한다. 여기에서는, 레이저광(L)에 부여하는 수차를 조정함으로써, 장치 A에 있어서의 데미지(DA)와 장치 B에 있어서의 데미지(DB)가 가까워진다. 이것에 의해, 장치 A와 장치 B의 사이에서 통과광(L0)에 의한 반도체 디바이스에 대한 영향의 차이가 억제되고, 결과적으로, 가공 결과의 편차가 억제(가공 기기 차이가 억제)되게 된다. 이하, 보다 구체적으로 설명한다.

[0049] [제1 실시 형태]

[0050] 계속해서, 제1 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법에 대해 설명한다. 도 8은 제1 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법의 일 공정을 나타내는 플로차트이다. 도 9는 도 8에 나타내진 일 공정을 설명하기 위한 모식적인 단면도이다. 도 8 및 도 9의 (a)에 나타내지는 바와 같이, 먼저, 막 웨이퍼(제1 막 웨이퍼)(110A)를 준비한다(공정 S1). 막 웨이퍼(110A)는 상술한 막 웨이퍼(110)와 마찬가지로, 웨이퍼(111)(제1 웨이퍼)와 막(제1 막)(112)을 포함한다.

[0051] 이어서, 이 막 웨이퍼(110A)를 장치 A로서의 레이저 가공 장치(1)에 셋팅한다(공정 S2). 여기에서는, 막(112)이 스테이지(2)측이 되도록, 즉, 웨이퍼(111)의 제1 면(111a)이 레이저 조사부(3)측을 향하도록, 막 웨이퍼(110A)를 스테이지(2)에 지지시킨다. 또한, 장치 A는 복수 대의 레이저 가공 장치(1) 중 양호한 가공 결과가 얻어지고

있는(예를 들면 수율이 높은) 것이며, 조정의 기준이 되는 장치이다.

- [0052] 이어서, 도 8에 나타내지는 바와 같이, 얼라인먼트 및 하이트 셋팅을 행한다(공정 S3). 일례로서, 이 공정 S3에서는, 촬상부(8)에 의해 촬상된 화상에 기초하여, 얼라인먼트로서, X방향 및 Y방향(제1 면(111a)을 따르는 방향)에 있어서의 레이저광(LA)의 조사 위치를 결정함과 아울러, 하이트 셋팅으로서, Z방향(제1 면(111a)과 교차하는 방향)에 있어서의 레이저광(LA)의 집광점(C)의 위치를 조정한다. 여기에서는, 일례로서, 레이저광(LA)의 집광점(C)이, 웨이퍼(111)의 내부로서, 실디바이스 가공시의 집광점(C)의 Z방향 위치와 일치하는 위치가 되도록, 하이트 셋팅을 행할 수 있다. 실디바이스 가공시란, 레이저 가공 장치(1)를 이용하여, 예를 들면 반도체 디바이스(11D)의 싱글레이션을 위해서, 반도체 디바이스(11D)가 형성된 대상물(11)에 레이저광(L)을 조사하여 개질 영역(12) 및 균열을 형성하는 경우이다.
- [0053] 이어서, 도 8 및 도 9의 (b)에 나타내지는 바와 같이, 레이저 가공을 행한다(공정 S4). 여기에서는, 웨이퍼(111)의 막(112)과 반대측의 제1 면(111a)측으로부터 막 웨이퍼(110A)에 레이저광(제1 레이저광)(LA)을 조사한다. 이때, X방향을 따라서 집광점(C)을 막 웨이퍼(110A)에 대해서 상대 이동시키면서 레이저광(LA)의 조사를 행할 수 있다. 이 경우, X방향은 가공 진행 방향이 된다. 이것에 의해, 레이저광(LA)의 집광점(C)의 근방에 있어서 웨이퍼(111)에 개질 영역(제1 가공 흔적)(12A)이 형성되고 아울러, 레이저광(LA)의 통과광(LA0)이 막(112)에 조사됨으로써, 막(112)에 데미지(제1 데미지)(DA)가 형성된다. 이와 같이, 이 공정 S4에서는, 제어부(6)가, 레이저 조사부(3)를 제어함으로써, 스테이지(2)에 지지된 상태의 막 웨이퍼(110A)의 막(112)에 레이저광(LA)(레이저광(LA)의 일부인 통과광(LA0))을 조사하는 처리를 실시하게 된다.
- [0054] 이어서, 도 8에 나타내지는 바와 같이, 웨이퍼(111)의 활상을 행한다(공정 S5). 이것에 의해, 도 10의 (a)에 나타내지는 바와 같은 화상이 취득된다. 도 10의 (a)는, 개질 영역(12A)의 상을 포함하는 가공 화상의 일례이다. 보다 구체적으로는, 이 공정 S5에서는, 웨이퍼(111)에 있어서의 개질 영역(12A)을 형성한 Z방향의 위치에 있어서, 촬상부(8)에 의해 웨이퍼(111)를 촬상함으로써, 도 10의 (a)에 나타내지는 바와 같이 제1 가공 흔적으로서의 개질 영역(12A)의 상을 포함하는 화상인 제1 가공 화상(IA)을 취득한다. 이와 같이, 이 공정 S5에서는, 제어부(6)가, 촬상부(8)를 제어함으로써 웨이퍼(111)를 촬상하여, 개질 영역(12A)의 상을 포함하는 제1 가공 화상(IA)을 취득하는 처리를 실시하게 된다.
- [0055] 이어서, 도 8 및 도 10의 (a)에 나타내지는 바와 같이, 공정 S5에서 촬상된 제1 가공 화상(IA)에 기초하여, 개질 영역(12A)의 위치 정보를 취득한다(공정 S6). 보다 구체적으로는, 이 공정 S6에서는, 제1 가공 화상(IA)을 참조하여, X방향 및 Y방향에 있어서의 개질 영역(12A)의 위치 좌표 PA(Xa, Ya)를 나타내는 정보를 취득한다. 또한, 이때, 제1 가공 화상(IA)을 표시하는 공정이 더 실시되어 있어도 된다.
- [0056] 이어서, 도 8에 나타내지는 바와 같이, 막(112)의 활상을 행한다(공정 S7). 이것에 의해, 도 10의 (b)에 나타내지는 바와 같은 화상이 취득된다. 도 10의 (b)는 데미지(DA)의 상을 포함하는 데미지 화상의 일례이다. 보다 구체적으로는, 이 공정 S7에서는, 막(112)에 있어서의 데미지(DA)를 형성한 Z방향의 위치(막(112)의 표면)에 있어서, 촬상부(8)에 의해 막(112)을 촬상함으로써, 도 10의 (b)에 나타내지는 바와 같이, 개질 영역(12A)을 형성할 때의 레이저광(LA)의 통과광(LA0)에 의해 형성된 데미지(DA)의 상을 포함하는 화상인 제1 데미지 화상(JA)을 취득한다. 이와 같이, 이 공정 S7에서는, 제어부(6)가, 촬상부(8)를 제어함으로써 막(112)을 촬상하고, 데미지(DA)의 상을 포함하는 제1 데미지 화상(JA)을 취득하는 처리를 실시하게 된다.
- [0057] 이어서, 도 8 및 도 10의 (b)에 나타내지는 바와 같이, 공정 S7에서 촬상된 제1 데미지 화상(JA)에 기초하여, 데미지(DA)의 위치 정보를 취득한다(공정 S8). 보다 구체적으로는, 이 공정 S8에서는, 제1 데미지 화상(JA)을 참조하여, X방향 및 Y방향에 있어서의 데미지(DA)의 중심(예를 들면 중심)의 위치 좌표 QA(X'a, Y'a)를 나타내는 정보를 취득한다. 또한, 이때, 제1 데미지 화상(JA)을 표시하는 표시 공정이 더 실시되어 있어도 된다.
- [0058] 이어서, 도 8에 나타내지는 바와 같이, 개질 영역(12A)의 위치와 데미지(DA)의 중심의 어긋남량 및 방향을 산출한다(공정 S9). 보다 구체적으로는, 이 공정 S9에서는, 제1 가공 화상(IA)에 포함되는 개질 영역(12A)의 상의 위치와, 제1 데미지 화상(JA)에 포함되는 데미지(DA)의 상의 중심 위치의 어긋남량 및 방향을 산출한다. 이 어긋남량 및 방향은, 공정 S6에서 취득된 개질 영역(12A)의 위치 좌표 PA(Xa, Ya)와, 공정 S8에서 취득된 데미지(DA)의 중심의 위치 좌표 QA(X'a, Y'a)를 이용함으로써 산출할 수 있다.
- [0059] 이상에 의해, 조정의 기준이 되는 장치 A에 있어서, 개질 영역(12A)의 상을 포함하는 제1 가공 화상(IA), 데미지(DA)의 상을 포함하는 제1 데미지 화상(JA), 제1 가공 화상(IA)에 포함되는 개질 영역(12A)의 상의 위치와, 제1 데미지 화상(JA)에 포함되는 데미지(DA)의 상의 중심 위치의 어긋남량 및 방향이 취득되었다. 이러한 취득

된 정보는, 이하의 조정 대상의 레이저 가공 장치(1)를 포함하는 복수 대의 레이저 가공 장치(1)의 제어부(6) (유지부)에서 공유되어 유지될 수 있다. 이상은, 본 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법의 제1 준비 공정이다. 또한, 여기에서는, 레이저 조정 방법의 일 공정으로서, 실제로 레이저 가공이나 활상을 행하여 상기 정보를 취득했다. 그러나, 미리 준비된 상기 정보를 별도로 취득해도 된다. 즉, 레이저 조정 방법의 일련의 공정으로서, 상기 정보를 얻기 위해서 레이저 가공이나 활상을 행하는 것은 필수는 아니다.

[0060] 본 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법에서는, 계속해서, 상기의 제1 준비 공정에서 준비된 정보에 기초하여 레이저광의 수차의 조정을 행한다. 도 11은 제1 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법의 다른 일 공정을 나타내는 플로차트이다. 도 12는 도 11에 나타내진 다른 일 공정을 설명하기 위한 모식적인 단면도이다.

[0061] 도 11 및 도 12의 (a)에 나타내지는 바와 같이, 먼저, 막 웨이퍼(제2 막 웨이퍼)(110B)를 준비한다(공정 S11, 제2 준비 공정). 막 웨이퍼(110B)는 상술한 막 웨이퍼(110)와 마찬가지로, 웨이퍼(111)(제2 웨이퍼)와 막(제2 막)(112)을 포함한다. 또한, 막 웨이퍼(110B)로서는, 제1 준비 공정에서 사용한 막 웨이퍼(110A)를 재차 이용해도 되고, 막 웨이퍼(110A)와는 다른 막 웨이퍼(110)를 준비해도 된다.

[0062] 이어서, 이 막 웨이퍼(110B)를 장치 B로서의 레이저 가공 장치(1)에 셋팅한다(공정 S12). 여기에서는, 막(112)이 스테이지(2)측이 되도록, 즉, 웨이퍼(111)의 제1 면(111a)이 레이저 조사부(3)측을 향하도록, 막 웨이퍼(110B)를 스테이지(2)에 지지시킨다. 또한, 장치 B는, 복수 대의 레이저 가공 장치(1) 중, 장치 A와 비교하여 가공 결과가 나빠(예를 들면 수율이 낮아), 조정의 대상이 되는 장치이다. 여기에서는, 장치 A와 장치 B를 다른 레이저 가공 장치(1)로서 설명하지만, 장치 A와 장치 B는, 1개의 레이저 가공 장치(1)의 하나의 상태와, 해당 하나의 상태로부터 광학계나 장치 상태가 조정된 다른 상태로 파악하는 것도 가능하다.

[0063] 이어서, 도 11에 나타내지는 바와 같이, 얼라인먼트 및 하이트 셋팅을 행한다(공정 S13). 일례로서, 이 공정 S13에서도, 공정 S3과 마찬가지로, 활상부(8)에 의해 활상된 화상에 기초하여, X방향 및 Y방향(제1 면(111a)을 따르는 방향)에 있어서의 레이저광(LB)의 조사 위치를 결정함(얼라인먼트를 행함)과 아울러, Z방향(제1 면(111a)과 교차하는 방향)에 있어서의 레이저광(LB)의 집광점(C)의 위치를 조정한다. 여기에서는, 일례로서, 레이저광(LB)의 집광점(C)이 웨이퍼(111)의 내부에 위치하도록 하이트 셋팅이 행해진다. 또한, 여기에서는, 적어도 Z방향에 대해서, 제1 준비 공정에서 레이저광(LA)의 집광점(C)이 맞춰진 위치와 동등한 위치에 레이저광(LB)의 집광점(C)을 맞추는 것이 생각된다.

[0064] 이어서, 도 11 및 도 12의 (b)에 나타내지는 바와 같이, 레이저 가공을 행한다(공정 S14, 가공 공정). 여기에서는, 공정 S4와 마찬가지로, 웨이퍼(111)의 막(112)과 반대측의 제1 면(111a)측으로부터 막 웨이퍼(110B)에 레이저광(제2 레이저광)(LB)을 조사한다. 이때, X방향을 따라서 집광점(C)을 막 웨이퍼(110B)에 대해서 상대 이동시키면서 레이저광(LB)의 조사를 행할 수 있다. 이 경우, X방향은 가공 진행 방향이 된다. 이것에 의해, 레이저광(LB)의 집광점(C)의 근방에 있어서 웨이퍼(111)에 개질 영역(제2 가공 흔적)(12B)이 형성됨과 아울러, 레이저광(LB)의 통과광(LB0)이 막(112)에 조사됨으로써, 막(112)에 데미지(제2 데미지)(DB)가 형성된다. 이와 같이, 이 공정 S14에서는, 제어부(6)가, 레이저 조사부(3)를 제어함으로써, 스테이지(2)에 지지된 상태의 막 웨이퍼(110B)의 막(112)에 레이저광(LB)(레이저광(LB)의 일부인 통과광(LB0))을 조사하는 가공 처리를 실시하게 된다.

[0065] 이어서, 도 11에 나타내지는 바와 같이, 웨이퍼(111)의 활상을 행한다(공정 S15, 활상 공정). 이것에 의해, 도 13의 (a)에 나타내지는 바와 같은 화상이 취득된다. 도 13의 (a)는 개질 영역(12B)의 상을 포함하는 가공 화상의 일례이다. 보다 구체적으로는, 이 공정 S15에서는, 공정 S5와 마찬가지로, 웨이퍼(111)에 있어서의 개질 영역(12B)을 형성한 Z방향의 위치에 있어서, 활상부(8)에 의해 웨이퍼(111)를 활상함으로써, 도 13의 (a)에 나타내지는 바와 같이 제2 가공 흔적으로서의 개질 영역(12B)의 상을 포함하는 화상인 제2 가공 화상(IB)을 취득한다. 이와 같이, 이 공정 S15에서는, 제어부(6)가, 활상부(8)를 제어함으로써 웨이퍼(111)를 활상하고, 개질 영역(12B)의 상을 포함하는 제2 가공 화상(2A)을 취득하는 처리를 실시하게 된다.

[0066] 이어서, 도 11 및 도 13의 (a)에 나타내지는 바와 같이, 공정 S15에서 활상된 제2 가공 화상(IB)에 기초하여, 개질 영역(12B)의 위치 정보를 취득한다(공정 S16). 보다 구체적으로는, 이 공정 S16에서는, 제2 가공 화상(IB)을 참조하여, X방향 및 Y방향에 있어서의 개질 영역(12B)의 위치 좌표 PB(Xb, Yb)를 나타내는 정보를 취득한다. 또한, 이때, 제2 가공 화상(IB)을 표시하는 공정이 더 실시되어 있어도 된다.

[0067] 이어서, 도 11에 나타내지는 바와 같이, 막(112)의 활상을 행한다(공정 S17, 활상 공정). 이것에 의해, 도 13의 (b)에 나타내지는 바와 같은 화상이 취득된다. 도 13의 (b)는 데미지(DB)의 상을 포함하는 데미지 화상의 일례이다. 보다 구체적으로는, 이 공정 S17에서는, 막(112)에 있어서의 데미지(DB)를 형성한 Z방향의 위치(막(112)

의 표면에 있어서, 촬상부(8)에 의해 막(112)을 촬상함으로써, 도 13의 (b)에 나타내지는 바와 같이, 개질 영역(12B)을 형성할 때의 레이저광(LB)의 통과광(LB0)에 의해 형성된 데미지(DB)의 상을 포함하는 화상인 제2 데미지 화상(JB)을 취득한다. 이와 같이, 이 공정 S17에서는, 제어부(6)가, 촬상부(8)를 제어함으로써 막(112)을 촬상하여, 데미지(DB)의 상을 포함하는 제2 데미지 화상(JB)을 취득하는 촬상 처리를 실시하게 된다.

[0068] 이어서, 도 11 및 도 13의 (b)에 나타내지는 바와 같이, 공정 S17에서 촬상된 제2 데미지 화상(JB)에 기초하여, 데미지(DB)의 위치 정보를 취득한다(공정 S18). 보다 구체적으로는, 이 공정 S18에서는, 제2 데미지 화상(JB)을 참조하여, X방향 및 Y방향에 있어서의 데미지(DB)의 중심(예를 들면 무게중심)의 위치 좌표 QB(X'b, Y'b)를 나타내는 정보를 취득한다. 또한, 이때, 제2 데미지 화상(JB)을 표시하는 표시 공정이 더 실시되어 있어도 된다.

[0069] 이어서, 도 11에 나타내지는 바와 같이, 개질 영역(12B)의 위치와 데미지(DB)의 중심의 어긋남량 및 방향을 산출한다(공정 S19). 보다 구체적으로는, 이 공정 S19에서는, 제2 가공 화상(IB)에 포함되는 개질 영역(12B)의 상의 위치와 제2 데미지 화상(JB)에 포함되는 데미지(DB)의 상의 중심 위치의 어긋남량 및 방향을 산출한다. 이 어긋남량 및 방향은, 공정 S16에서 취득된 개질 영역(12B)의 위치 좌표 PB(Xb, Yb)와, 공정 S18에서 취득된 데미지(DB)의 중심의 위치 좌표 QB(X'b, Y'b)를 이용함으로써 산출할 수 있다.

[0070] 이어서, 제2 데미지 화상(JB)에 포함되는 데미지(DB)의 상이 제1 데미지 화상(JA)에 포함되는 데미지(DA)의 상에 가까워지도록, 레이저광(LB)에 부여하는 수차를 조정한다(공정 S20, 조정 공정). 이 공정 S20에서는, 일례로서, 장치 B의 공간 광 변조기(7)에 표시하는 변조 패턴을 조정함으로써, 레이저광(LB)에 부여하는 수차를 조정한다. 이 공정 S20에 대해서, 보다 상세하게 설명한다.

[0071] 도 14는 레이저광에 부여하는 수차와 데미지의 관계를 나타내는 화상의 표이다. 이 예에서는, 공간 광 변조기(7)에 표시되는 코마 수차 패턴(변조 패턴)의 강도와 데미지의 관계를 나타내고 있다. 즉, 본 실시 형태에서는, 공간 광 변조기(7)에 표시시키는 코마 수차 패턴의 강도를 조정함으로써, 레이저광(LB)에 부여하는 코마 수차를 조정한다. 도 14에 나타내지는 바와 같이, X방향 및 Y방향 각각에 대해서, 코마 수차 패턴의 강도를 증감시키면, 레이저광(LB)에 부여되는 코마 수차가 변경되고, 결과적으로 데미지의 형상이 변화하는 것이 이해된다. 또한, 변조 패턴의 강도란, 레이저광에 부여하는 수차량에 관련된다.

[0072] 따라서, 이 공정 S20에서는, 제2 가공 화상(IB)에 포함되는 개질 영역(12B)의 상의 위치와 제2 데미지 화상(JB)에 포함되는 데미지(DB)의 상의 중심 위치의 어긋남량 및 방향 각각이, 제1 가공 화상(IA)에 포함되는 개질 영역(12A)의 상의 위치와 제1 데미지 화상(JA)에 포함되는 데미지(DA)의 상의 중심 위치의 어긋남량 및 방향 각각에 가까워지도록, 공간 광 변조기(7)에 표시시키는 코마 수차 패턴을 조정함으로써, 레이저광(LB)에 부여하는 코마 수차를 조정한다. 이와 같이, 여기에서는, 제어부(6)가, 제2 데미지 화상(JB)에 포함되는 데미지(DB)의 상이 제1 데미지 화상(JA)에 포함되는 데미지(DA)의 상에 가까워지도록, 변조 패턴을 조정함으로써 레이저광(LB)에 부여하는 수차를 조정하는 조정 처리를 실행하게 된다.

[0073] 공정 S20의 조정의 결과, 제2 데미지 화상(JB)에 포함되는 데미지(DB)의 상이, 도 13에 나타내지는 데미지(DB)의 상으로부터 변화하여, 도 10에 나타내지는 데미지(DA)에 가까워진다. 또한, 1회의 공정 S20의 조정의 결과, 데미지(DB)의 상이 데미지(DA)의 상에 충분히 가까워지고 있지 않은 경우에는, 공정 S14~공정 S20을 반복해서 실시할 수 있다.

[0074] 또한, 여기에서는, 레이저광(LB)에 부여하는 코마 수차를 조정하는 방법으로서, 공간 광 변조기(7)에 표시하는 코마 수차 패턴을 제어하는 방법을 예시했지만, 레이저광(LB)에 부여하는 코마 수차를 조정하는 방법은 이것으로 한정되지 않는다. 예를 들면, 공간 광 변조기(7)에 변조 패턴으로서 표시되는 구면 수차 보정 패턴을 오프셋 시킴으로써, 레이저광(LB)에 부여하는 코마 수차를 조정하는 것도 가능하다.

[0075] 보다 구체적으로는, 공간 광 변조기(7)의 변조면(7a)에 있어서, 구면 수차 보정 패턴의 중심을, 레이저광(LB)의 (빔 스폿의) 중심에 대해서, X방향 및/또는 Y방향으로 오프셋시킨다. 상술한 바와 같이, 변조면(7a)은, 4f 렌즈 유닛(34)에 의해서, 집광 렌즈(33)의 입사 동면(33a)에 전상된다. 따라서, 변조면(7a)에 있어서의 변조 패턴의 오프셋은, 반전되어 입사 동면(33a)에서의 오프셋으로 바뀐다. 따라서, 변조면(7a)에 있어서의 구면 수차 보정 패턴의 오프셋의 양 및 방향을 조정함으로써, 레이저광(LB)에 부여하는 코마 수차를 조정하는 것이 가능하게 된다.

[0076] 이상 설명한 바와 같이, 본 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법 및 레이저 가공 장치(1)에서는, 조정의 기준이 되는 막 웨이퍼(110A)의 막(112)에 형성된 데미지(DA)의 상을 포함하는 화상이 제1 데미지 화상(JA)으로서 준비된다. 한편으로, 막 웨이퍼(110B)에 레이저광(LB)(통과광(LB0))을 조사하여 데미지(DB)를 형성함과 아울러, 해

당 막(112)을 촬상함으로써 데미지(DB)의 상을 포함하는 제2 데미지 화상(JB)을 취득한다. 그리고, 제2 데미지 화상(JB)에 포함되는 데미지(DB)의 상이 제1 데미지 화상(JA)에 포함되는 데미지(DA)의 상에 가까워지도록, 레이저광(LB)에 부여하는 수차가 조정된다.

[0077] 이것에 의해, 막 웨이퍼(110B)의 막(112)에 발생하는 데미지가, 막 웨이퍼(110A)의 막(112)에 발생해 있던 데미지에 가까워진다. 즉, 실제의 가공시의 반도체 디바이스(11D)에 대한 통과광(L0)의 영향의 차가 저감된다. 이 결과, 복수 대의 장치가 있는 경우라도, 복수 대의 장치에 걸쳐서 제1 데미지 화상(JA)을 기준으로 하여 이용한 마찬가지로의 조정을 행함으로써, 복수 대의 장치 사이에서의 가공 결과의 편차(기기 차이)가 억제된다.

[0078] 또한, 본 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법에서는, 조정 공정(공정 S20)에서는, 제2 데미지 화상(JB)에 포함되는 데미지(DB)의 상과 제1 데미지 화상(JA)에 포함되는 데미지(DA)의 상의 비교 결과에 기초하여, 데미지(DB)의 상이 데미지(DA)의 상에 가까워지도록, 레이저광(LB)에 부여하는 수차를 조정해도 된다. 이와 같이, 화상의 표시 및 비교를 행함으로써, 데미지(DB)가 데미지(DA)에 가까워지도록 용이하고 또한 확실하게 수차를 조정 가능하다.

[0079] 또한, 본 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법에서는, 조정 공정(공정 S20)에 있어서, 레이저광(LB)에 부여하는 코마 수차를 조정한다. 이와 같이, 가공 결과의 편차를 억제할 때에, 레이저광(LB)에 부여하는 코마 수차를 조정할 수 있다.

[0080] 또한, 본 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법에서는, 제1 준비 공정(공정 S1-S9)에 있어서, 웨이퍼(111)의 막(112)과 반대측의 면(제1 면(111a))측으로부터 웨이퍼(111)에 레이저광(LA)을 조사함으로써 웨이퍼(111)에 형성된 개질 영역(12A)(제1 가공 흔적)의 상을 포함하는 화상을 제1 가공 화상(IA)으로서 더 취득한다. 또한, 제1 데미지 화상(JA)은 제1 가공 화상(IA)에 포함되는 개질 영역(12A)을 형성할 때의 레이저광(LA)의 통과광(LA0)에 의해 형성된 데미지(DA)의 상을 포함한다. 또한, 가공 공정(S14)에서는, 막 웨이퍼(110B)의 웨이퍼(111)의 막(112)과 반대측의 면(제1 면(111a))측으로부터 웨이퍼(111)에 레이저광(LB)을 조사함으로써 웨이퍼(111)에 개질 영역(12B)(제2 가공 흔적)을 형성함과 아울러, 레이저광(LB)의 통과광(LB0)에 의해 막(112)에 데미지(DB)를 형성한다.

[0081] 또한, 촬상 공정(공정 S15)에서는, 막 웨이퍼(110B)의 웨이퍼(111)를 촬상함으로써, 개질 영역(12B)의 상을 포함하는 화상을 제2 가공 화상(IB)으로서 취득한다. 그리고, 조정 공정(공정 S20)에서는, 제2 가공 화상(IB)에 포함되는 개질 영역(12B)의 상의 위치와 제2 데미지 화상(JB)에 포함되는 데미지(DB)의 상의 중심 위치의 어긋남량 및 방향 각각이, 제1 가공 화상(IA)에 포함되는 개질 영역(12A)의 상의 위치와 제1 데미지 화상(JA)에 포함되는 데미지(DA)의 상의 중심 위치의 어긋남량 및 방향 각각에 가까워지도록, 레이저광(LB)에 부여하는 코마 수차를 조정한다. 이 때문에, 막 웨이퍼(110B)의 웨이퍼(111)에 발생하는 가공 흔적(개질 영역(12B))과 막(112)에 발생하는 데미지(DB)의 어긋남량 및 방향 각각이, 기준이 되는 막 웨이퍼(110A)의 것에 가까워진다. 이 결과, 가공 결과의 편차를 확실하게 억제 가능하게 된다.

[0082] [제2 실시 형태]

[0083] 계속해서, 제2 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법에 대해 설명한다. 상기 제1 실시 형태에서는, 가공 결과의 편차의 억제시에, 레이저광(LB)에 부여하는 코마 수차를 조정했지만, 가공 결과의 편차의 억제시에, 레이저광(LB)에 부여하는 비점 수차를 조정할 수도 있다. 도 16은 레이저광에 비점 수차를 부여한 경우의 데미지를 나타내는 도면이다.

[0084] 도 15의 (a)는 공간 광 변조기(7)에 표시하는 비점 수차 패턴의 강도가 상대적으로 작은 경우(예를 들면 강도가 10인 경우)의 데미지(D)를 나타내고, 도 15의 (b)는 공간 광 변조기(7)에 표시하는 비점 수차 패턴의 강도가 상대적으로 큰 경우(예를 들면 강도가 20인 경우)의 데미지(D)를 나타내고 있다. 도 15의 (a), (b)에 나타내지는 바와 같이, 비점 수차 패턴의 강도를 증감시키면, 데미지(D)의 타원율(ϵ)을 조정하는 것이 가능하다. 일례로서, 도 15의 (a)의 경우의 데미지(D)의 타원율(ϵ)은 0.59 정도이며, 도 15의 (b)의 경우의 데미지(D)의 타원율(ϵ)은 0.43 정도이다. 또한, 여기서의 데미지(D)의 타원율(ϵ)은, 도 15의 (c)에 나타내지는 타원의 단변(b)의 길이를 장변(a)의 길이로 나눈 값이다.

[0085] 또한, 도 15의 (a), (b)의 예에서는, 비점 수차 패턴의 조정에 의해, 데미지(D)의 X방향(일례로서 가공 진행 방향이며, 기준 방향)에 대한 각도(θ)가, 모두 90° 정도로 되어 있다. 데미지(D)의 X방향에 대한 각도는, 도 15의 (c)에 나타내지는 바와 같이, 타원 모양의 데미지(D)의 장변(a)과 X방향이 이루는 각으로 한다. 또한, 비점 수차 패턴의 각도를 0°로 함으로써, 데미지(D)의 X방향에 대한 각도(θ)를 90°로 할 수 있다.

- [0086] 도 16 및 도 17에 나타내지는 바와 같이, 비점 수차 패턴을 조정하거나 패턴을 회전시키거나 함으로써, 데미지(D)의 X방향에 대한 각도(θ)를 0° 부터 180° 까지 변화시키는 것이 가능하다. 또한, 도 16의 예는, 비점 수차 패턴의 강도가 상대적으로 작은 경우(예를 들면 강도가 10인 경우)를 나타내고, 도 17의 예는, 비점 수차 패턴의 강도가 상대적으로 큰 경우(예를 들면 강도가 20인 경우)를 나타내고 있다.
- [0087] 이상과 같이, 레이저광에 부여하는 비점 수차를 조정하면, 데미지(D)의 타원율(ε) 및 각도(θ)를 조정할 수 있는 것이 이해된다. 또한, 레이저광에 비점 수차를 부여하는 방법으로서, 이상의 설명과 같이 공간 광 변조기(7)에 표시하는 비점 수차 패턴을 이용해도 되고, 레이저광의 광로에 실린드리컬 렌즈를 추가하는 방법을 이용해도 된다.
- [0088] 도 18은 제2 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법의 일 공정을 나타내는 플로차트이다. 도 18에 나타내지는 바와 같이, 본 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법에서는, 제1 실시 형태와 마찬가지로, 막 웨이퍼(110A)를 준비함과 아울러 조정의 기준이 되는 장치 A로서의 레이저 가공 장치(1)를 이용하여 공정 S1~S4를 실시한다. 이어서, 막 웨이퍼(110A)의 막(112)의 활상을 행한다(공정 S27).
- [0089] 이것에 의해, 도 20의 (a)에 나타내지는 바와 같은 화상이 취득된다. 도 20의 (a)는, 데미지(DA)의 상을 포함하는 데미지 화상의 일례이다. 보다 구체적으로는, 이 공정 S27에서는, 막(112)에 있어서의 데미지(DA)를 형성한 Z방향의 위치(막(112)의 표면)에 있어서, 활상부(8)에 의해 막(112)을 활상함으로써, 도 20의 (a)에 나타내지는 바와 같이, 개질 영역(12A)을 형성할 때의 레이저광(LA)의 통과광(LA0)에 의해 형성된 데미지(DA)의 상을 포함하는 화상인 제1 데미지 화상(JA)을 취득한다. 이와 같이, 이 공정 S27에서는, 제어부(6)가, 활상부(8)를 제어함으로써 막(112)을 활상하고, 데미지(DA)의 상을 포함하는 제1 데미지 화상(JA)을 취득하는 처리를 실시하게 된다.
- [0090] 이어서, 도 18에 나타내지는 바와 같이, 제1 데미지 화상을 참조함으로써, 제1 데미지 화상(JA)에 포함되는 데미지(DA)의 상의 X방향(기준 방향)에 대한 각도(θ)인 제1 각도와, 데미지(DA)의 상의 타원율(ε)인 제1 타원율을 취득한다. 이상에 의해, 조정의 기준이 되는 장치 A에 있어서, 데미지(DA)의 상을 포함하는 제1 데미지 화상(JA)과, 데미지(DA)의 제1 타원율 및 제1 각도에 관한 정보가 취득되었다. 이러한 취득된 정보는, 이하의 조정 대상의 레이저 가공 장치(1)를 포함하는 복수 대의 레이저 가공 장치(1)의 제어부(유지부)에서 공유되어 유지될 수 있다. 이상은, 본 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법의 제1 준비 공정이다.
- [0091] 본 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법에서는, 계속해서, 상기의 제1 준비 공정에서 준비된 정보에 기초하여 레이저광의 수차의 조정을 행한다. 도 19는 제2 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법의 다른 일 공정을 나타내는 플로차트이다. 도 19에 나타내지는 바와 같이, 본 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법에서는, 제1 실시 형태와 마찬가지로, 막 웨이퍼(110B)를 준비함과 아울러 조정의 대상이 되는 장치 B로서의 레이저 가공 장치(1)를 이용하여 공정 S11~S14를 실시한다. 이어서, 막 웨이퍼(110B)의 막(112)의 활상을 행한다(공정 S37).
- [0092] 이것에 의해, 도 20의 (b)에 나타내지는 바와 같은 화상이 취득된다. 도 20의 (b)는, 데미지(DB)의 상을 포함하는 데미지 화상의 일례이다. 보다 구체적으로는, 이 공정 S37에서는, 막(112)에 있어서의 데미지(DB)를 형성한 Z방향의 위치(막(112)의 표면)에 있어서, 활상부(8)에 의해 막(112)을 활상함으로써, 도 20의 (b)에 나타내지는 바와 같이, 개질 영역(12B)을 형성할 때의 레이저광(LB)의 통과광(LB0)에 의해 형성된 데미지(DB)의 상을 포함하는 화상인 제2 데미지 화상(JB)을 취득한다. 이와 같이, 이 공정 S37에서는, 제어부(6)가, 활상부(8)를 제어함으로써 막(112)을 활상하고, 데미지(DB)의 상을 포함하는 제2 데미지 화상(JB)을 취득하는 활상 처리를 실시하게 된다.
- [0093] 이어서, 도 19에 나타내지는 바와 같이, 제2 데미지 화상(JB)을 참조함으로써, 제2 데미지 화상(JB)에 포함되는 데미지(DB)의 상의 X방향(기준 방향)에 대한 각도(θ)인 제2 각도와, 데미지(DB)의 상의 타원율(ε)인 제2 타원율을 취득한다(공정 S38).
- [0094] 그리고, 제2 데미지 화상(JB)에 포함되는 데미지(DB)의 상이 제1 데미지 화상(JA)에 포함되는 데미지(DA)의 상에 가까워지도록, 레이저광(LB)에 부여하는 수차를 조정한다(공정 S39, 조정 공정). 보다 구체적으로는, 이 공정 S39에서는, 제2 데미지 화상(JB)에 포함되는 데미지(DB)의 제2 각도 및 제2 타원율 각각이, 제1 데미지 화상(JA)에 포함되는 데미지(DA)의 제1 각도 및 제1 타원율 각각에 가까워지도록, 레이저광(LB)에 부여하는 비점 수차를 조정한다. 여기에서는, 상술한 바와 같이, 공간 광 변조기(7)에 표시하는 비점 수차 패턴을 조정함으로써, 레이저광(LB)에 부여하는 비점 수차를 조정할 수 있다.
- [0095] 도 20의 (c)는 조정 후의 데미지(DB)를 나타내는 화상이다. 도 20의 (c)에 나타내지는 바와 같이, 공정 S39의

조정의 결과, 제2 데미지 화상(JB)에 포함되는 데미지(DB)의 상이, 도 20의 (b)에 나타내지는 데미지(DB)의 상으로부터 변화하여, 도 20의 (a)에 나타내지는 데미지(DA)에 가까워져 있는 것이 이해된다. 또한, 1회의 공정 S39의 조정의 결과, 데미지(DB)의 상이 데미지(DA)의 상에 충분히 가까워져 있지 않은 경우에는, 공정 S14~공정 S20을 반복해서 실시할 수 있다.

[0096] 이상 설명한 바와 같이, 본 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법 및 레이저 가공 장치(1)에서는, 조정 공정(공정 S39)에 있어서, 레이저광(LB)에 부여하는 비점 수차를 조정한다. 이와 같이, 가공 결과의 편차를 억제할 때에, 레이저광(LB)에 부여하는 비점 수차를 조정해도 된다.

[0097] 특히, 본 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법 및 레이저 가공 장치(1)에서는, 제1 준비 공정(공정 S1~S4, S27, S28)에 있어서, 제1 데미지 화상(JA)에 포함되는 데미지(DA)의 상의 제1 각도와 제1 타원율을 더 취득하고, 조정 공정(공정 S39)에서는, 제2 데미지 화상(JB)에 포함되는 데미지(DB)의 상의 제2 각도 및 제2 타원율 각각이, 제1 각도 및 제1 타원율 각각에 가까워지도록, 레이저광(LB)에 부여하는 비점 수차를 조정한다. 이 때문에, 데미지(DB)의 각도(θ)와 타원율(ε) 각각이, 기준이 되는 제1 막의 것에 가까워진다. 이 결과, 가공 결과의 편차를 확실하게 억제 가능하게 된다.

[0098] [제3 실시 형태]

[0099] 계속해서, 제3 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법에 대해 설명한다. 상기 제1 실시 형태 및 제2 실시 형태에서는, 각각, 가공 결과의 편차의 억제시에, 레이저광(LB)에 부여하는 코마 수차 및 비점 수차를 조정했지만, 가공 결과의 편차의 억제시에, 레이저광(LB)에 부여하는 구면 수차를 조정할 수도 있다.

[0100] 도 21은 제3 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법의 일 공정을 나타내는 플로차트이다. 도 21에 나타내지는 바와 같이, 본 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법에서는, 제1 실시 형태 및 제2 실시 형태와 마찬가지로, 막 웨이퍼(110A)를 준비함과 아울러 조정의 기준이 되는 장치 A로서의 레이저 가공 장치(1)를 이용하여 공정 S1~S4를 실시한다. 이어서, 막 웨이퍼(110A)의 막(112)의 활상을 행한다(공정 S47).

[0101] 이것에 의해, 도 22에 나타내지는 바와 같은 화상이 취득된다. 도 22는 데미지(DA)의 상을 포함하는 데미지 화상의 일례이다. 보다 구체적으로는, 이 공정 S47에서는, 막(112)에 있어서의 데미지(DA)를 형성한 Z방향의 위치(막(112)의 표면)에 있어서, 활상부(8)에 의해 막(112)을 활상함으로써, 도 22에 나타내지는 바와 같이, 개질 영역(12A)을 형성할 때의 레이저광(LA)의 통과광(LA0)에 의해 형성된 데미지(DA)의 상을 포함하는 화상인 제1 데미지 화상(JA)을 취득한다.

[0102] 이와 같이, 이 공정 S47에서는, 제어부(6)가, 활상부(8)를 제어함으로써 막(112)을 활상하고, 데미지(DA)의 상을 포함하는 제1 데미지 화상(JA)을 취득하는 처리를 실시하게 된다. 이상에 의해, 조정의 기준이 되는 장치 A에 있어서, 데미지(DA)의 상을 포함하는 제1 데미지 화상(JA)에 관한 정보가 취득되었다. 이 취득된 정보는, 이하의 조정 대상의 레이저 가공 장치(1)를 포함하는 복수 대의 레이저 가공 장치(1)의 제어부(유지부)에서 공유되어 유지될 수 있다. 이상은, 본 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법의 제1 준비 공정이다.

[0103] 본 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법에서는, 계속해서, 상기의 제1 준비 공정에서 준비된 정보에 기초하여 레이저광의 수차의 조정을 행한다. 도 23은 제3 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법의 다른 일 공정을 나타내는 플로차트이다. 도 23에 나타내지는 바와 같이, 본 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법에서는, 제1 실시 형태 및 제2 실시 형태와 마찬가지로, 막 웨이퍼(110B)를 준비함과 아울러 조정의 대상이 되는 장치 B로서의 레이저 가공 장치(1)를 이용하여 공정 S11~S13을 실시한다.

[0104] 이어서, 레이저 가공을 행한다(공정 S54, 가공 공정). 여기에서는, 공정 S14와 마찬가지로, 웨이퍼(111)의 막(112)과 반대측의 제1 면(111a)측으로부터 막 웨이퍼(110B)에 레이저광(제2 레이저광)(LB)을 조사한다. 이것에 의해, 레이저광(LB)의 집광점(C)의 근방에 있어서 웨이퍼(111)에 개질 영역(제2 가공 흔적)(12B)이 형성됨과 아울러, 레이저광(LB)의 통과광(LB0)이 막(112)에 조사됨으로써, 막(112)에 데미지(제2 데미지)(DB)가 형성된다.

[0105] 특히, 이 공정 S54에서는, 레이저광(LB)에 부여하는 구면 수차를 다르게 하면서, 막(112)에 복수 회의 레이저광(LB)(레이저광(LB)의 일부인 통과광(LB0))의 조사를 행함으로써, 해당 막(112)에 복수의 데미지(DB)를 형성한다. 보다 구체적으로는, 예를 들면, 공간 광 변조기(7)에 변조 패턴으로서, 어느 보정량의 구면 수차 보정 패턴을 표시시켜 레이저광(LB)을 변조하면서, 1개의 라인(T)을 따라서 집광점(C)을 X방향으로 상대 이동시키면서 레이저광(LB)의 조사(주사)를 행한다. 이것과는 별개로, 공간 광 변조기(7)로, 다른 보정량의 구면 수차 보정 패턴을 표시시켜 레이저광(LB)을 변조하면서, 다른 라인(T)을 따라서 집광점(C)을 X방향으로 상대 이동시키면서 레이저광(LB)의 조사(주사)를 행한다. 구면 수차 보정 패턴의 보정량을 다르게 하면서 이것을 반복함으

로써, 막(112)에 복수 열의 데미지(DB)를 형성한다. 이것에 의해, 레이저광(LB)에 부여하는 구면 수차를 다르게 하면서 복수의 데미지(DB)를 형성할 수 있다.

[0106] 이어서, 막 웨이퍼(110B)의 막(112)의 촬상을 행한다(공정 S57). 이것에 의해, 도 24에 나타내지는 바와 같은 화상이 취득된다. 도 24는 데미지(DB)의 상을 포함하는 데미지 화상의 일례이다. 보다 구체적으로는, 이 공정 S57에서는, 막(112)에 있어서의 데미지(DB)를 형성한 Z방향의 위치(막(112)의 표면)이며, 또한, 복수의 데미지(DB) 각각의 X방향 및 Y방향의 위치에 있어서, 촬상부(8)에 의해 막(112)을 촬상함으로써, 도 24에 나타내지는 바와 같이, 개질 영역(12B)을 형성할 때의 레이저광(LB)의 통과광(LB0)에 의해 형성된 데미지(DB)의 상을 포함하는 화상인 복수의 제2 데미지 화상(JB)을 취득한다. 또한, 도 24에서는, 각각의 제2 데미지 화상(JB)에 대해서 대응하는 구면 수차의 강도(BE)를 표시하고 있다.

[0107] 이어서, 제1 데미지 화상(JA)과 복수의 제2 데미지 화상(JB)을 비교함으로써, 복수의 제2 데미지 화상(JB)에 포함되는 데미지(DB)의 상 중, 제1 데미지 화상(JA)에 포함되는 데미지(DA)의 상에 가장 가까운 데미지(DB)의 상을 추출한다(공정 S58).

[0108] 그리고, 제2 데미지 화상(JB)에 포함되는 데미지(DB)의 상이 제1 데미지 화상(JA)에 포함되는 데미지(DA)의 상에 가까워지도록, 레이저광(LB)에 부여하는 수차를 조정한다(공정 S59, 조정 공정). 보다 구체적으로는, 레이저광(LB)에 부여되는 구면 수차가, 공정 S58에서 추출된 데미지(DA)에 가장 가까운 데미지(DB)를 형성했을 때의 구면 수차가 되도록 구면 수차를 조정한다. 즉, 여기에서는, 제2 데미지 화상(JB)에 포함되는 복수의 데미지(DB)의 상 중, 제1 데미지 화상(JA)에 포함되는 데미지(DA)의 상에 상대적으로 가까운 데미지(DB)를 형성했을 때의 구면 수차가 레이저광(LB)에 부여되도록, 레이저광(LB)에 부여하는 수차를 조정한다. 그 때문에, 여기에서는, 공간 광 변조기(7)에 표시하는 구면 수차 보정 패턴을 조정할 수 있다.

[0109] 이상 설명한 바와 같이, 본 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법 및 레이저 가공 장치(1)에서는, 조정 공정(공정 S59)에 있어서, 레이저광(LB)에 부여하는 구면 수차를 조정한다. 이와 같이, 가공 결과의 편차를 억제할 때에, 레이저광(LB)에 부여하는 구면 수차를 조정해도 된다.

[0110] 특히, 본 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법 및 레이저 가공 장치(1)에서는, 가공 공정(공정 S54)에 있어서, 레이저광(LB)에 부여하는 구면 수차를 다르게 하면서 막(112)에 복수 회의 레이저광(LB)의 조사를 행함으로써, 해당 막(112)에 복수의 데미지(DB)를 형성한다. 또한, 촬상 공정(S57)에서는, 막(112)을 촬상함으로써, 복수의 데미지(DB)의 상을 포함하는 제2 데미지 화상(JB)을 복수 취득한다. 그리고, 조정 공정(공정 S59)에서는, 제2 데미지 화상(JB)에 포함되는 복수의 데미지(DB)의 상 중, 제1 데미지 화상(JA)에 포함되는 데미지(DA)의 상에 상대적으로 가까운 데미지(DB)를 형성했을 때의 구면 수차가 레이저광(LB)에 부여되도록, 레이저광(LB)에 부여하는 수차를 조정한다. 이 때문에, 막 웨이퍼(110B)의 막(112)에 발생하는 데미지(DB)를, 막 웨이퍼(110A)의 막(112)에 발생해 있던 데미지(DA)에 보다 확실하게 가까워지도록 수차를 조정 가능하다.

[0111] [제4 실시예]

[0112] 계속해서, 제4 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법에 대해 설명한다. 상기 제1 실시 형태, 제2 실시 형태, 및 제3 실시 형태에서는, 각각, 가공 결과의 편차의 억제시에, 레이저광(LB)에 부여하는 코마 수차, 비점 수차, 및 구면 수차를 조정했지만, 가공 결과의 편차의 억제시에, 레이저광(LB)에 부여하는 트레포일 수차를 조정할 수도 있다.

[0113] 도 25는 트레포일 수차를 설명하기 위한 도면이다. 도 25의 (a)는 트레포일 수차를 부여하기 위한 트레포일 수차 패턴의 일례를 나타내는 도면이다. 도 25의 (b)는 트레포일 수차가 부여되었을 경우의 집광점의 형상을 나타내는 도면이다. 도 25에 나타내지는 바와 같이, 트레포일 수차는 공간 광 변조기(7)에 트레포일 수차 패턴(Pt)을 표시시킴으로써 부여될 수 있다. 트레포일 수차는 제르니케의 3차 수차 중 하나이다. 또한, 구면 수차 및 비점 수차는 제르니케의 2차 수차에 포함되고, 코마 수차 및 트레포일 수차는 제르니케의 3차 수차에 포함된다.

[0114] 트레포일 수차 패턴을 표시한 공간 광 변조기(7)에 의해서 변조된 레이저광(L)이 집광 렌즈(33)에 의해서 집광 되면, 도 25의 (b)에 나타내지는 바와 같이, 레이저광(L)은 집광점(C)에 있어서 가장 범위가 좁혀진다. 이때, 집광점(C)에 있어서의 레이저광(L)의 빔 형상은, 중심부(C0) 그리고 중심부(C0)로부터 방사상으로 연장되는 제1 연장부(C1), 제2 연장부(C2), 및 제3 연장부(C3)를 포함하고 또한 중심부(C0)에 있어서 가장 높은 강도를 가지는 빔 형상(Ct)으로 된다. 일례로서, 제1 연장부(C1), 제2 연장부(C2), 및 제3 연장부(C3) 각각의 폭은, 중심부(C0)로부터 멀어질수록 작아지고 있고, 제1 연장부(C1), 제2 연장부(C2), 및 제3 연장부(C3) 각각의 강도는, 중심부(C0)로부터 멀어질수록 저하되고 있다. 일례로서, 레이저광(L)의 빔 형상(Ct)은, 삼각형의 각 변이 내측으

로 만족되도록 하는 형상이다.

- [0115] 도 26은 제4 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법의 일 공정을 나타내는 플로차트이다. 도 26에 나타내지는 바와 같이, 본 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법에서는, 제1 실시 형태 및 제2 실시 형태와 마찬가지로, 막 웨이퍼(110A)를 준비함과 아울러 조정의 기준이 되는 장치 A로서의 레이저 가공 장치(1)를 이용하여 공정 S1~S4를 실시한다. 이어서, 막 웨이퍼(110A)의 막(112)의 활상을 행한다(공정 S67).
- [0116] 이것에 의해, 도 27에 나타내지는 바와 같은 화상이 취득된다. 도 27은 데미지(DA)의 상을 포함하는 데미지 화상의 일례이다. 보다 구체적으로는, 이 공정 S67에서는, 막(112)에 있어서의 데미지(DA)를 형성한 Z방향의 위치(막(112)의 표면)에 있어서, 활상부(8)에 의해 막(112)을 활상함으로써, 도 27에 나타내지는 바와 같이, 개질 영역(12A)을 형성할 때의 레이저광(LA)의 통과광(LA0)에 의해 형성된 데미지(DA)의 상을 포함하는 화상인 제1 데미지 화상(JA)을 취득한다.
- [0117] 이와 같이, 이 공정 S67에서는, 제어부(6)가, 활상부(8)를 제어함으로써 막(112)을 활상하고, 데미지(DA)의 상을 포함하는 제1 데미지 화상(JA)을 취득하는 처리를 실시하게 된다. 이상에 의해, 조정의 기준이 되는 장치 A에 있어서, 데미지(DA)의 상을 포함하는 제1 데미지 화상(JA)에 관한 정보가 취득되었다. 이 취득된 정보는, 이하의 조정 대상의 레이저 가공 장치(1)를 포함하는 복수 대의 레이저 가공 장치(1)의 제어부(유지부)에서 공유되어 유지될 수 있다. 이상은, 본 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법의 제1 준비 공정이다. 또한, 공정 S67에서는, 트레포일 수차 패턴의 파라미터를 ($t1-d$, $t2-d$)로 하고 있다. 이것은, 트레포일 수차 패턴을 특징하는 2개의 파라미터(예를 들면 트레포일 수차 강도)($t1$, $t2$) 각각이 「d」로 되어 있는 상태이다.
- [0118] 본 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법에서는, 계속해서, 상기의 제1 준비 공정에서 준비된 정보에 기초하여 레이저광의 수차의 조정을 행한다. 도 28은 제4 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법의 다른 일 공정을 나타내는 플로차트이다. 도 28에 나타내지는 바와 같이, 본 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법에서는, 제1 실시 형태 및 제2 실시 형태와 마찬가지로, 막 웨이퍼(110B)를 준비함과 아울러 조정의 대상이 되는 장치 B로서의 레이저 가공 장치(1)를 이용하여 공정 S11~S13을 실시한다.
- [0119] 이어서, 레이저 가공을 행한다(공정 S74, 가공 공정). 여기에서는, 공정 S14와 마찬가지로, 웨이퍼(111)의 막(112)과 반대측의 제1 면(111a)측으로부터 막 웨이퍼(110B)에 레이저광(제2 레이저광)(LB)을 조사한다. 이것에 의해, 레이저광(LB)의 집광점(C)의 근방에 있어서 웨이퍼(111)에 개질 영역(제2 가공 흔적)(12B)이 형성됨과 아울러, 레이저광(LB)의 통과광(LB0)이 막(112)에 조사됨으로써, 막(112)에 데미지(제2 데미지)(DB)가 형성된다.
- [0120] 특히, 이 공정 S74에서는, 레이저광(LB)에 부여하는 트레포일 수차를 다르게 하면서, 막(112)에 복수 회의 레이저광(LB)(레이저광(LB)의 일부인 통과광(LB0))의 조사를 행함으로써, 해당 막(112)에 복수의 데미지(DB)를 형성한다. 보다 구체적으로는, 예를 들면, 공간 광 변조기(7)에 변조 패턴으로서, 어느 트레포일 수차 강도의 트레포일 수차 패턴을 표시시켜 레이저광(LB)을 변조하면서, 1개의 라인(T)을 따라서 집광점(C)을 X방향으로 상대 이동시키면서 레이저광(LB)의 조사(주사)를 행한다. 이것과는 별개로, 공간 광 변조기(7)에, 다른 트레포일 수차 강도의 트레포일 수차 패턴을 표시시켜 레이저광(LB)을 변조하면서, 다른 라인(T)을 따라서 집광점(C)을 X방향으로 상대 이동시키면서 레이저광(LB)의 조사(주사)를 행한다. 트레포일 수차를 다르게 하면서 이를 반복함으로써, 막(112)에 복수 열의 데미지(DB)를 형성한다. 이것에 의해, 레이저광(LB)에 부여하는 트레포일 수차를 다르게 하면서 복수의 데미지(DB)를 형성할 수 있다.
- [0121] 이어서, 막 웨이퍼(110B)의 막(112)의 활상을 행한다(공정 S77). 이것에 의해, 도 29에 나타내지는 바와 같은 화상이 취득된다. 도 29는 데미지(DB)의 상을 포함하는 데미지 화상의 일례이다. 보다 구체적으로는, 이 공정 S77에서는, 막(112)에 있어서의 데미지(DB)를 형성한 Z방향의 위치(막(112)의 표면)이며, 또한, 복수의 데미지(DB) 각각의 X방향 및 Y방향의 위치에 있어서, 활상부(8)에 의해 막(112)을 활상함으로써, 도 29에 나타내지는 바와 같이, 개질 영역(12B)을 형성할 때의 레이저광(LB)의 통과광(LB0)에 의해 형성된 데미지(DB)의 상을 포함하는 화상인 복수의 제2 데미지 화상(JB)을 취득한다. 또한, 도 29에서는, 각각의 제2 데미지 화상(JB)에 대해서 대응하는 트레포일 수차 강도(상기 파라미터($t1-\alpha$, $t2-\beta$))를 표시하고 있다(여기에서는 α 및 β 는 서로 독립해서 $\alpha\sim g$ 의 값을 취할 수 있음).
- [0122] 이어서, 제1 데미지 화상(JA)과 복수의 제2 데미지 화상(JB)을 비교함으로써, 복수의 제2 데미지 화상(JB)에 포함되는 데미지(DB)의 상 중, 제1 데미지 화상(JA)에 포함되는 데미지(DA)의 상에 가장 가까운 데미지(DB)의 상을 추출한다(공정 S78). 이 예에서는, 트레포일 수차 강도가 ($t1-e$, $t2-c$)일 때의 데미지(DB)의 상이, 제1 데미지 화상(JA)에 포함되는 데미지(DA)의 상에 가장 가까운 것으로 하여 추출된다. 바꿔 말하면, 이 예에서는, 트

레포일 수차 강도를 ($t1-e$, $t2-c$)로 한 트레포일 수차 패턴을 레이저광(LB)에 부여함으로써, 장치 B에 있어서 장치 A와 마찬가지로의 가공을 행하는 것이 가능하며, 기기 차이가 억제되게 된다.

[0123] 계속되는 공정에서는, 제2 데미지 화상(JB)에 포함되는 데미지(DB)의 상이 제1 데미지 화상(JA)에 포함되는 데미지(DA)의 상에 가까워지도록, 레이저광(LB)에 부여하는 수차를 조정한다(공정 S79, 조정 공정). 보다 구체적으로는, 레이저광(LB)에 부여되는 트레포일 수차가, 공정 S78에서 추출된 데미지(DA)에 가장 가까운 데미지(DB)를 형성했을 때의 트레포일 수차가 되도록 트레포일 수차를 조정한다. 즉, 여기에서는, 제2 데미지 화상(JB)에 포함되는 복수의 데미지(DB)의 상 중, 제1 데미지 화상(JA)에 포함되는 데미지(DA)의 상에 상대적으로 가까운 데미지(DB)를 형성했을 때의 트레포일 수차가 레이저광(LB)에 부여되도록, 레이저광(LB)에 부여하는 수차를 조정한다. 그 때문에, 여기에서는, 공간 광 변조기(7)에 표시하는 트레포일 수차 패턴을 조정할 수 있다.

[0124] 이상 설명한 바와 같이, 본 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법 및 레이저 가공 장치(1)에서는, 조정 공정(공정 S79)에 있어서, 레이저광(LB)에 부여하는 트레포일 수차를 조정한다. 이와 같이, 가공 결과의 편차를 억제할 때에, 레이저광(LB)에 부여하는 트레포일 수차를 조정해도 된다.

[0125] 특히, 본 실시 형태에 따른 레이저 조정 방법 및 레이저 가공 장치(1)에서는, 가공 공정(공정 S74)에 있어서, 레이저광(LB)에 부여하는 트레포일 수차를 다르게 하면서 막(112)에 복수 회의 레이저광(LB)의 조사를 행함으로써, 해당 막(112)에 복수의 데미지(DB)를 형성한다. 또한, 촬상 공정(S77)에서는, 막(112)을 촬상함으로써, 복수의 데미지(DB)의 상을 포함하는 제2 데미지 화상(JB)을 복수 취득한다. 그리고, 조정 공정(공정 S79)에서는, 제2 데미지 화상(JB)에 포함되는 복수의 데미지(DB)의 상 중, 제1 데미지 화상(JA)에 포함되는 데미지(DA)의 상에 상대적으로 가까운 데미지(DB)를 형성했을 때의 트레포일 수차가 레이저광(LB)에 부여되도록, 레이저광(LB)에 부여하는 수차를 조정한다. 이 때문에, 막 웨이퍼(110B)의 막(112)에 발생하는 데미지(DB)를, 막 웨이퍼(110A)의 막(112)에 발생해 있던 데미지(DA)에 보다 확실하게 가까워지도록 수차를 조정 가능하다.

[0126] 또한, 레이저 가공 장치(1)의 기기 차이 억제시에 트레포일 수차를 이용함으로써, 이하와 같은 효과가 얻어진다. 도 30은 트레포일 수차를 이용하는 것의 효과를 설명하기 위한 도면이다. 도 30에 있어서의 「트레포일 파라미터」란, 상술한 트레포일 수차 강도이며, 「 tA 」, 「 tB 」, 「 tC 」 각각이, 상기 파라미터($t1-\alpha$, $t2-\beta$)에 있어서 α 와 β 를 특정 값으로 지정한 것에 상당한다. 또한, 도 30에 있어서의 「관찰 깊이」는, 대상물(11)에 있어서의 각 화상이 촬상된 Z방향의 위치를 나타내고 있다. ZA로부터 ZC를 향함에 따라 입사면으로부터 보다 깊은 위치가 되고, ZB가 집광점(C) 근방이다.

[0127] 또한, 도 30에 있어서의 각 화상은, 대상물(11)에 있어서의 레이저광 입사면에 평행한 면(XY면)으로부터 집광점(C) 부근을 촬상함으로써 얻어진 화상이다. 또한, 도 30에 있어서의 「균열의 치우침」은, 트레포일 파라미터 tA , tB , tC 각각에서의 트레포일 수차를 부여한 레이저광(L)에서의 가공에 의해 형성된 개질 영역(12)으로부터 연장되는 균열의 치우침을 모식적으로 나타내고 있다. 도시된 예에서는, 지면 좌우 방향이 가공 진행 방향(X방향)이며, 지면 상하 방향이 가공 진행 방향과 직교하는 방향(Y방향)이다. 그리고, 「균열의 치우침」이란, Y방향에 대한 치우침이다.

[0128] 도 30에 나타내지는 바와 같이, 트레포일 파라미터를 변화시킴으로써, 균열의 치우침을 제어하는 것이 가능하다. 도시된 예에서는, 트레포일 파라미터가 「 tA 」인 경우에는, 균열이 Y방향 중 일방측으로 치우쳐 있는 상태이며, 트레포일 파라미터가 「 tC 」인 경우에는, 균열이 Y방향 중 타방측으로 치우쳐 있는 상태이다. 한편으로, 트레포일 파라미터가 「 tB 」인 경우에는, Y방향으로 현저한 균열의 치우침이 보이지 않고, 랜덤한 상태로 되어 있다. 이와 같이 현저한 균열의 치우침이 없이 랜덤한 상태가 얻어지는 트레포일 파라미터를 설정함으로써, 대상물(11)의 분할 후의 외관 품질이나 갈라짐성을 향상시킬 수 있다.

[0129] [변형예]

[0130] 이상의 실시 형태는, 본 개시의 일 측면을 설명한 것이다. 따라서, 본 개시는 상술한 것으로 한정되지 않으며 임의로 변형될 수 있다.

[0131] 예를 들어, 상기 실시 형태에서는, 코마 수차를 조정하는 제1 실시 형태, 비점 수차를 조정하는 제2 실시 형태, 구면 수차를 조정하는 제3 실시 형태, 및 트레포일 수차를 조정하는 제4 실시 형태와 같이, 각 실시 형태에 있어서 각 수차를 독립해서 조정하는 경우에 대해 설명했다. 그러나, 실제로는, 공간 광 변조기(7)에 표시하는 변조 패턴에 있어서, 레이저광(L)에 코마 수차를 부여하는 코마 수차 패턴, 비점 수차를 부여하는 비점 수차 패턴, 구면 수차를 보정하는 구면 수차 보정 패턴, 및 트레포일 수차를 부여하는 트레포일 수차 패턴 등의 다양한 패턴이 중첩되어 있는 경우가 있다. 따라서, 공간 광 변조기(7)를 통하는 레이저광(L)이, 해당 변조 패턴에

의한 변조를 받고 있는 경우, 통과광(L0)에 의한 데미지(D)도, 복수의 수차에 의한 영향이 중첩되어 있는 경우가 있다.

[0132] 이 때문에, 장치 A에 있어서의 데미지(DA)의 상을 장치 B에 있어서의 데미지(DB)의 상에 가까워지도록 레이저광(LB)에 부여하는 수차를 조정하는 경우, 코마 수차, 비점 수차, 구면 수차, 및 트레포일 수차 중 적어도 2개를 복합적으로 조정하는 것도 가능하다. 바꿔 말하면, 제1 실시 형태, 제2 실시 형태, 제3 실시 형태, 및 제4 실시 형태의 요소를 적절히 조합해서 실시할 수 있다.

[0133] 또한, 상기 실시 형태와 같이, 각 수차를 독립해서 조정하는 경우라도, 조정 방법은 임의로 변형될 수 있다. 일례로서, 상기 제1 실시 형태에서는, 조정 공정(공정 S20)에 있어서, 개질 영역(12B)의 상의 위치와 데미지(DB)의 상의 중심 위치의 어긋남량 및 방향 각각을, 개질 영역(12A)의 상의 위치와 데미지(DA)의 상의 중심 위치의 어긋남량 및 방향 각각에 가까워지도록, 레이저광(LB)에 부여하는 코마 수차를 조정하는 경우에 대해 설명했다.

[0134] 그러나, 제1 실시 형태에서는, 조정 공정(공정 S20)에 있어서, 단순히, 제1 데미지 화상(JA)과 제2 데미지 화상(JB)의 비교에 기초하여, 데미지(DB)의 형상이 데미지(DA)의 형상에 가까워지도록, 레이저광(LB)에 부여하는 코마 수차를 조정하도록 해도 된다. 이 경우, 제1 가공 흔적인 개질 영역(12A)의 상을 얻기 위한 촬상(공정 S5)이나, 제2 가공 흔적인 개질 영역(12B)의 상을 얻기 위한 촬상(공정 S15)은 필수가 아니다.

[0135] 또한, 제3 실시 형태에서는, 가공 공정(S54)에 있어서, 레이저광(LB)에 부여하는 구면 수차를 다르게 하면서, 막(112)에 복수 회의 레이저광(LB)(레이저광(LB)의 일부인 통과광(LB0))의 조사를 행함으로써, 해당 막(112)에 복수의 데미지(DB)를 형성함과 아울러, 조정 공정(S59)에 있어서, 해당 복수의 데미지(DB) 중 데미지(DA)에 상대적으로 가까운 데미지(DB)를 형성했을 때의 구면 수차가 레이저광(LB)에 부여되도록, 레이저광(LB)에 부여하는 수차를 조정했다. 이와 같이, 수차량을 변화시키면서 미리 복수의 데미지(DB)를 형성해 두고, 그 중에서 기준이 되는 데미지(DA)에 가까운 것을 선택하는 방법을, 제1 실시 형태나 제2 실시 형태에서 채용해도 된다.

[0136] 또한, 각 실시 형태에 있어서, 가공 흔적(개질 영역(12A, 12B))의 상이 필수가 아닌 경우(개질 영역(12A, 12B)의 형성이 필수가 아닌 경우)에는, 웨이퍼(111)의 막(112)과 반대측의 제1 면(111a)을 레이저광(LA, LB)의 입사면으로 함과 아울러, 레이저광(LA, LB)의 집광점(C)을 웨이퍼(111) 내에 설정하는 것도 필수가 아니다.

[0137] 일례로서, 막(112)의 웨이퍼(111)와 반대측의 면을 레이저광(LA, LB)의 입사면으로 하면서, 적어도 막(112)의 웨이퍼(111)측의 면(데미지(DA, DB)를 형성하는 면)보다 레이저 조사부(3)측(예를 들면 막(112)의 외측)으로 집광점(C)을 형성함으로써, 집광점(C)으로부터 레이저광(LA, LB)이 확산되면서 막(112)의 웨이퍼(111)측의 면에 조사되도록 해도 된다.

[0138] 혹은, 막(112)의 웨이퍼(111)와 반대측의 면을 레이저광(LA, LB)의 입사면으로 하면서, 적어도 막(112)의 웨이퍼(111)측의 면(데미지(DA, DB)를 형성하는 면)보다 웨이퍼(111)측으로 집광점(C)을 형성함으로써, 집광점(C)을 향해서 레이저광(LA, LB)이 집속되면서 막(112)의 웨이퍼(111)측의 면에 조사되도록 해도 된다.

[0139] 한편, 웨이퍼(111)의 제1 면(111a)을 레이저광(LA, LB)의 입사면으로 함과 아울러, 레이저광(LA, LB)의 집광점(C)을 웨이퍼(111) 내부에 설정하는 경우라도, 레이저광(LA, LB)의 집광점(C)을 실디바이스 가공시의 레이저광(L)의 집광점(C)의 Z방향 위치와 다른 위치(예를 들면, 보다 깊게 막(112)에 가까운 위치)에 설정해도 된다.

[0140] 다른 한편, 웨이퍼(111)의 제1 면(111a)을 레이저광(LA, LB)의 입사면으로 하는 경우에, 레이저광(LA, LB)의 집광점(C)을 Z방향에 대해 웨이퍼(111)의 외부에 설정해도 된다. 이 경우, 예를 들면, 레이저광(LA, LB)의 집광점(C)을, 웨이퍼(111)로부터 막(112)을 넘어 막(112)의 더 외부에 설정하는 것도 가능하다.

[0141] 추가로는, 각 실시 형태에 있어서, 레이저광(LA, LB)을 조사하는 공정(예를 들면 가공 공정)에서는, 레이저광(LA, LB)의 펄스 피치를, 실디바이스 가공시의 레이저광(L)의 펄스 피치와 다르게 해도 된다(예를 들면 넓게 해도 됨).

[0142] **산업상의 이용 가능성**

[0143] 가공 결과의 편차를 억제 가능한 레이저 조정 방법 및 레이저 가공 장치가 제공된다.

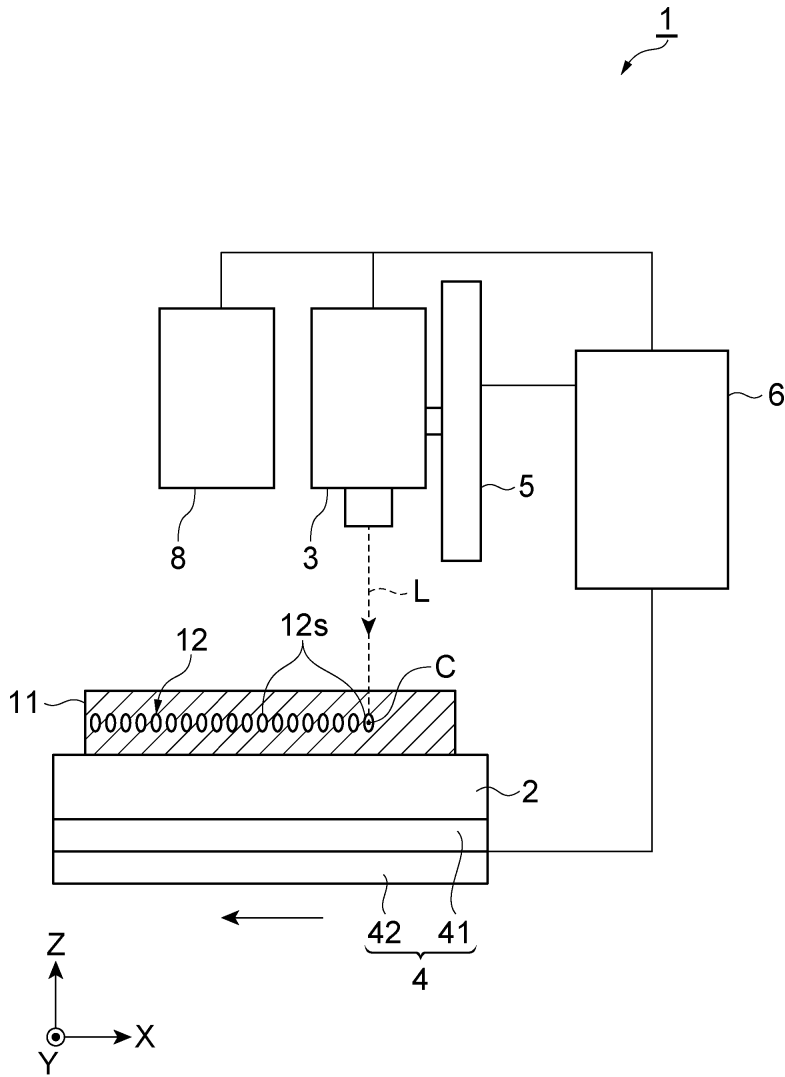
부호의 설명

- [0144] 1...레이저 가공 장치 2...스테이지(지지부)
- 3...레이저 조사부 6...제어부(유지부)

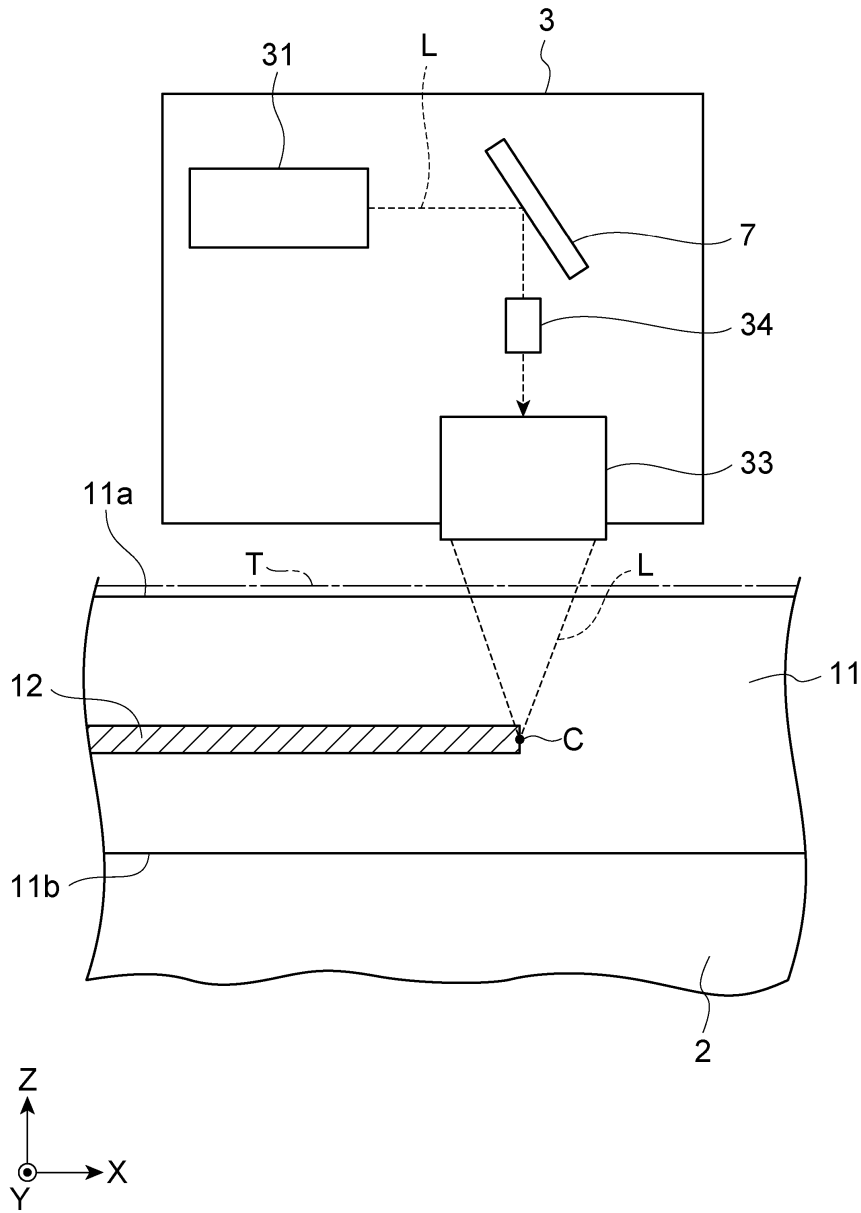
- 7...공간 광 변조기 8...촬상부
- 12A...개질 영역(제1 가공 흔적) 12B...개질 영역(제2 가공 흔적)
- 110A...막 웨이퍼(제1 막 웨이퍼) 110B...막 웨이퍼(제2 막 웨이퍼)
- 111...웨이퍼(제1 웨이퍼, 제2 웨이퍼)
- 112...막(제1 막, 제2 막) DA...데미지(제1 데미지)
- DB...데미지(제2 데미지) IA...제1 가공 화상
- IB...제2 가공 화상 JA...제1 데미지 화상
- JB...제2 데미지 화상 LA...레이저광(제1 레이저광)
- LB...레이저광(제2 레이저광)

도면

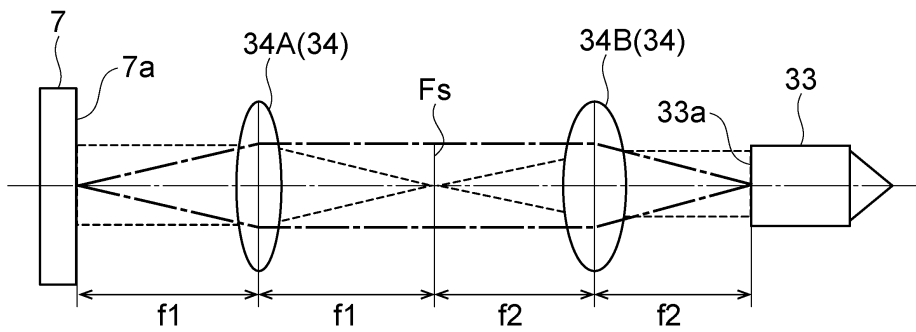
도면1



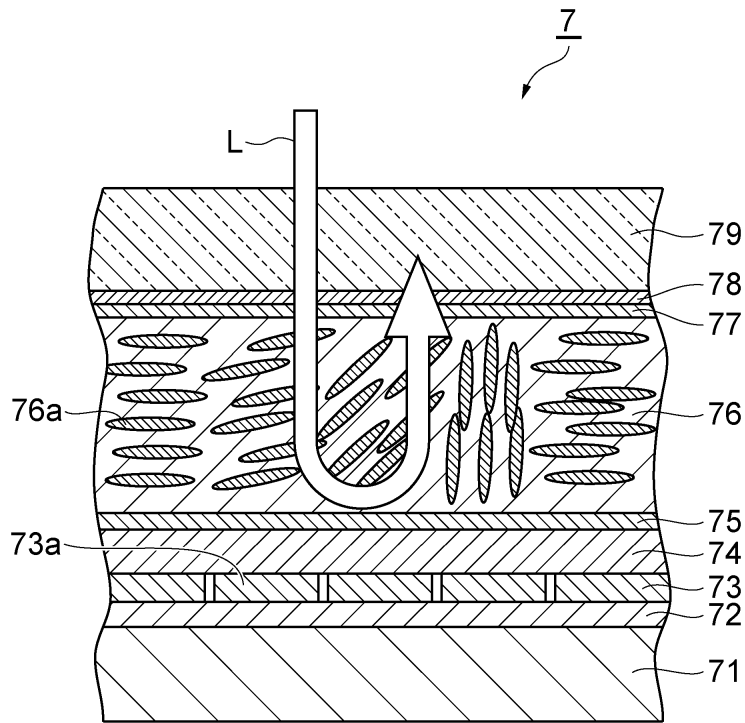
도면2



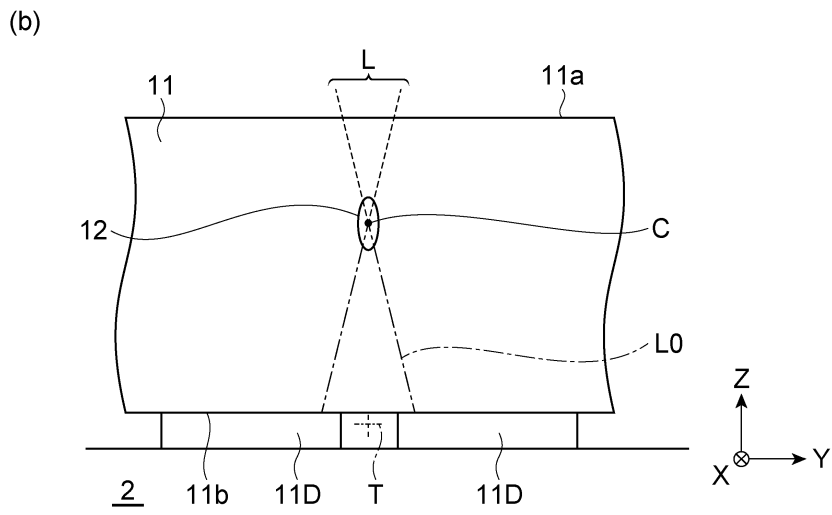
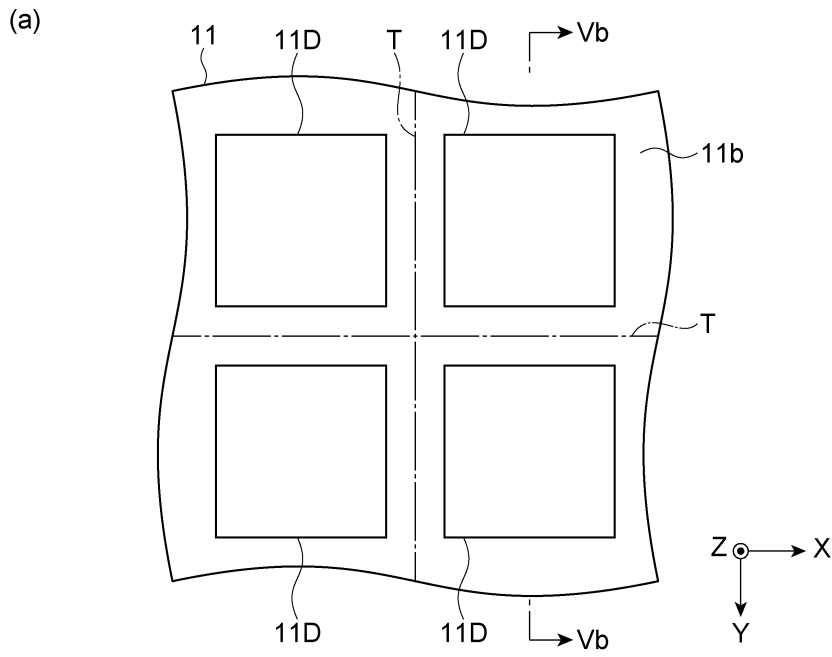
도면3



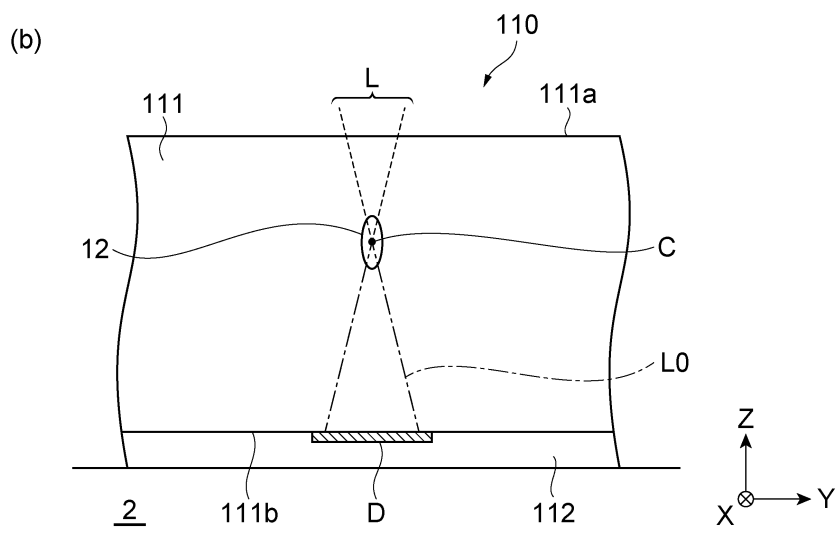
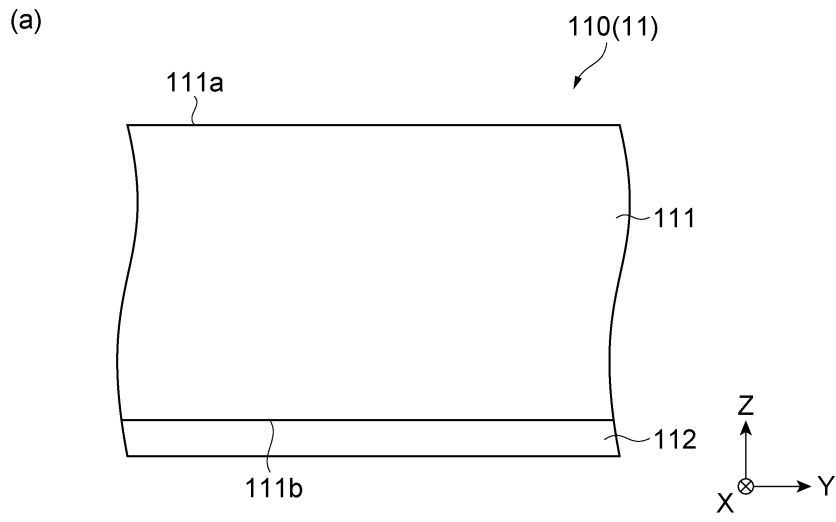
도면4



도면5

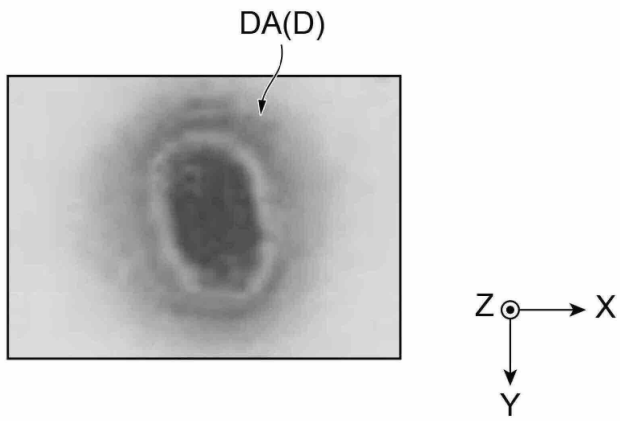


도면6

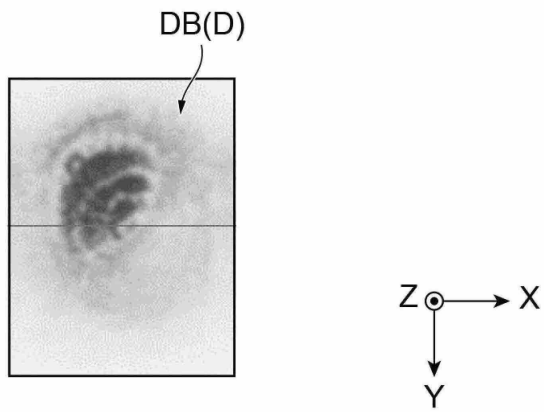


도면7

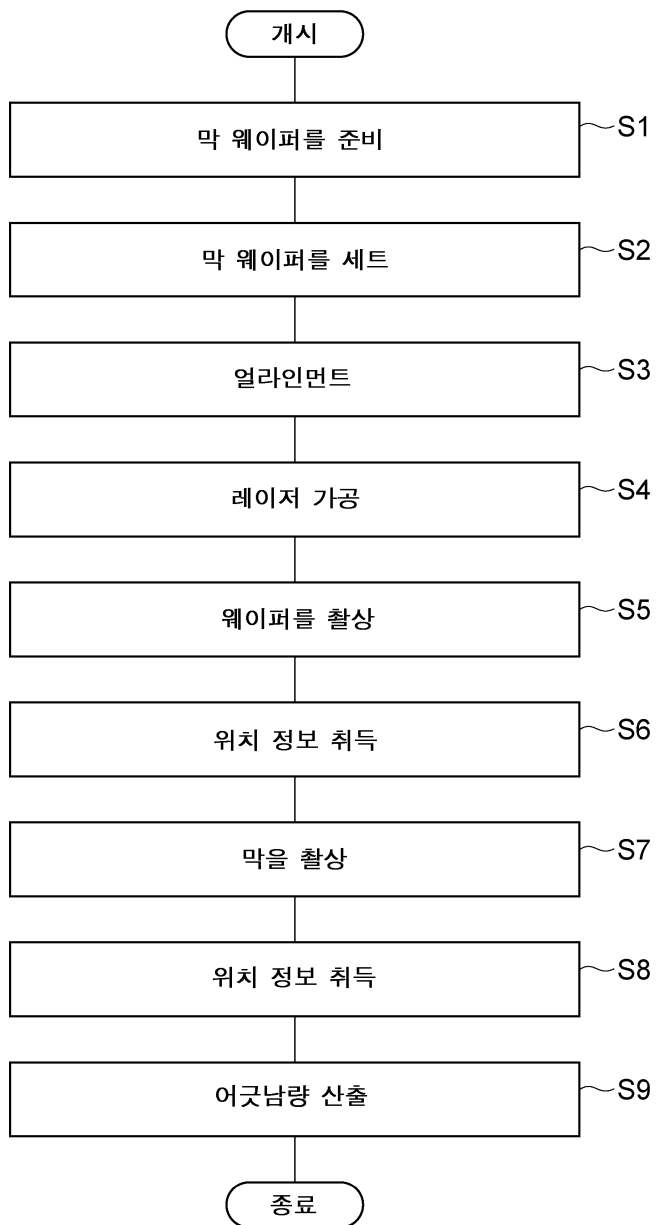
(a)



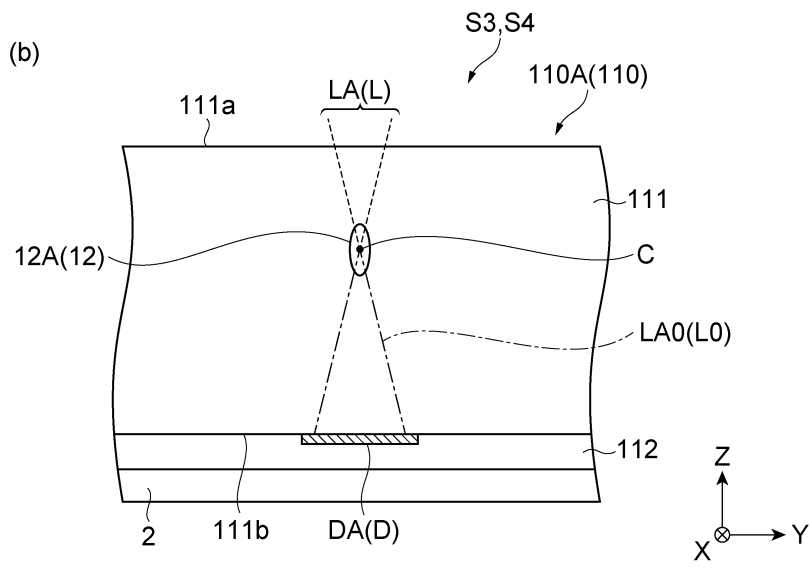
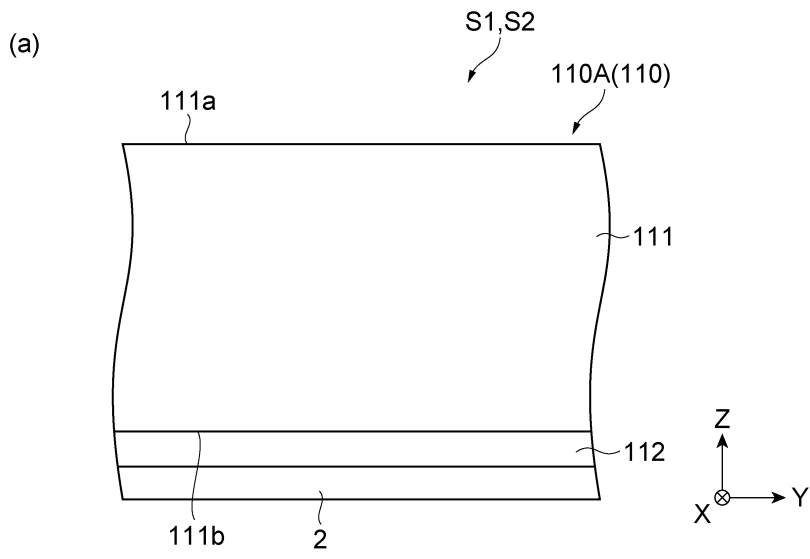
(b)



도면8

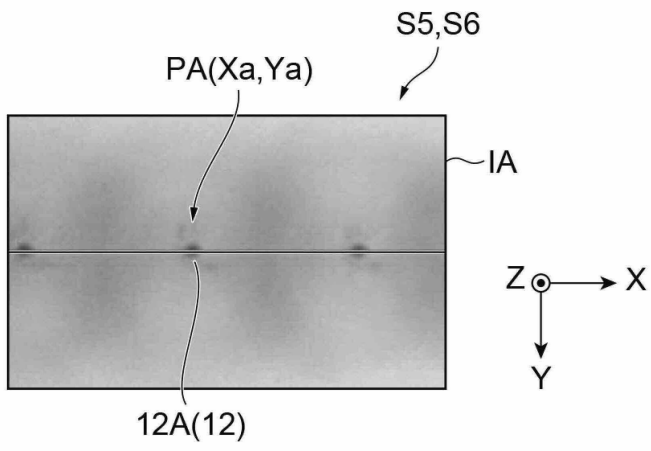


도면9

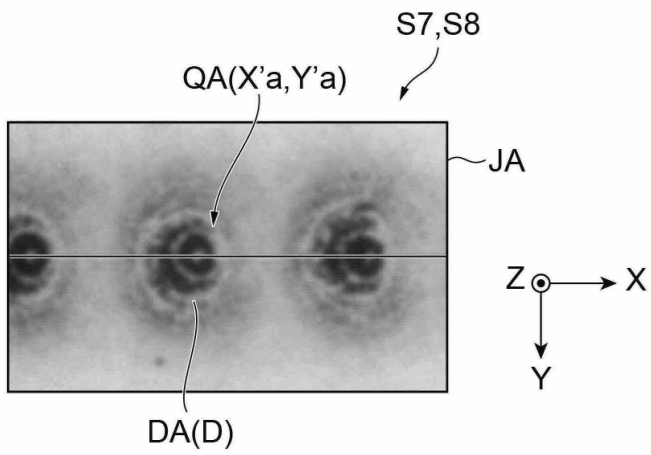


도면10

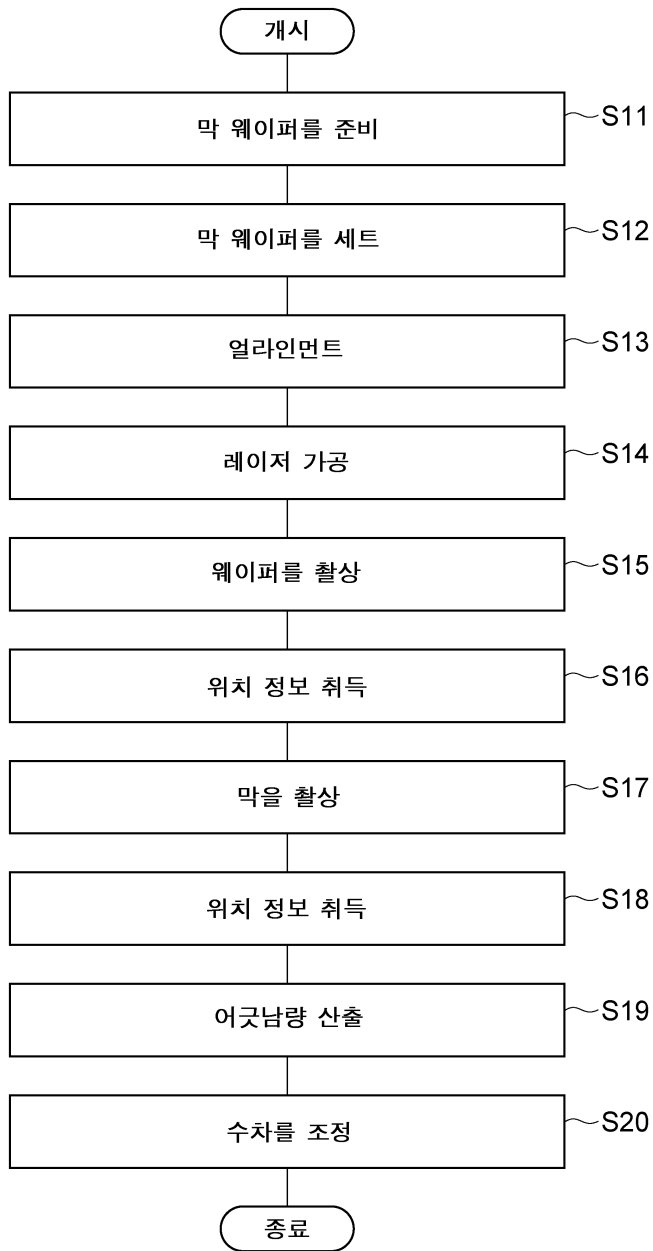
(a)



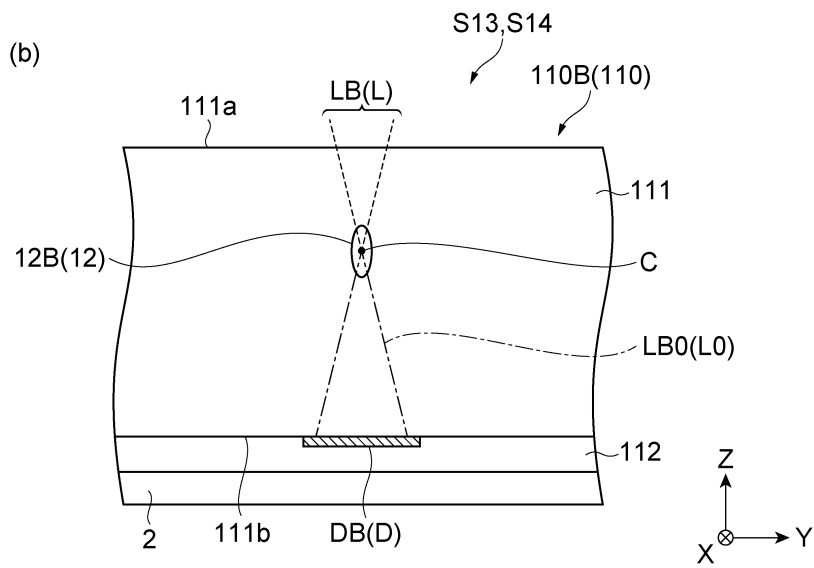
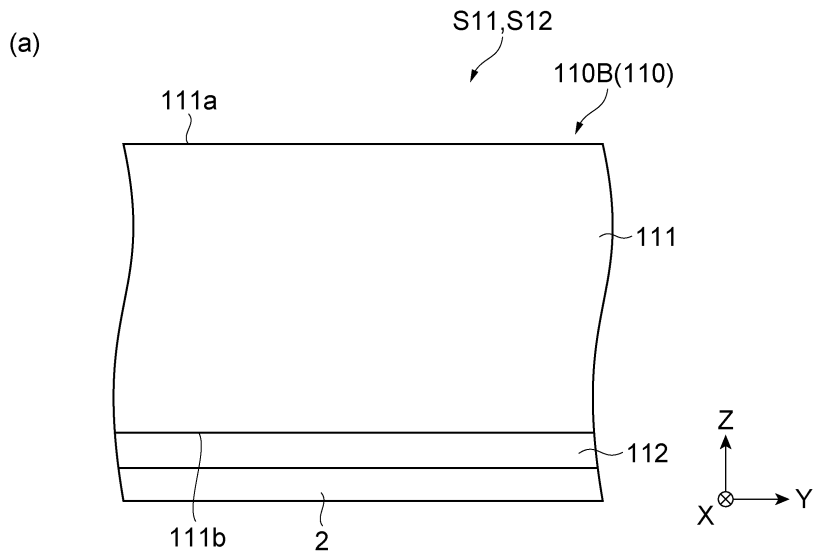
(b)



도면11

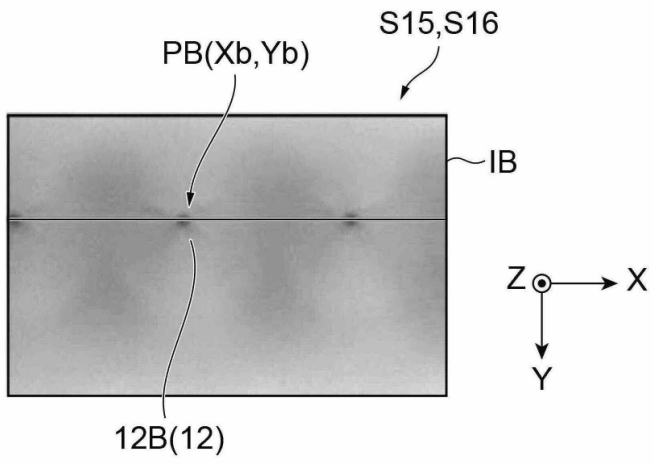


도면12

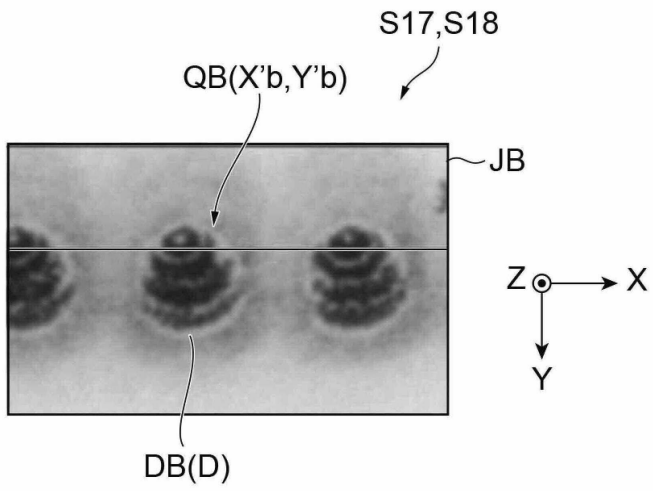


도면13

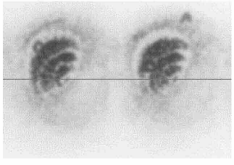
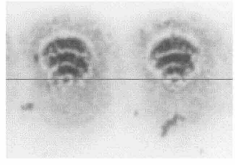
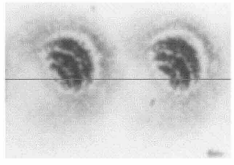
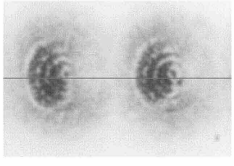
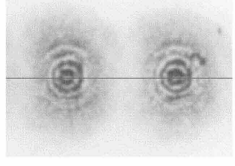
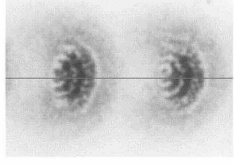
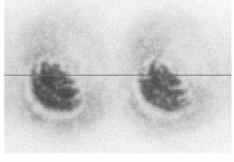
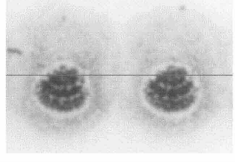
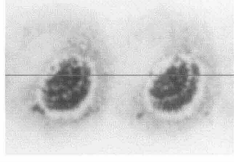
(a)



(b)

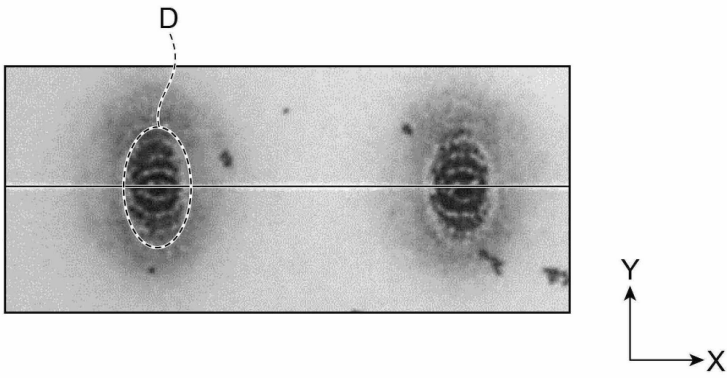


도면14

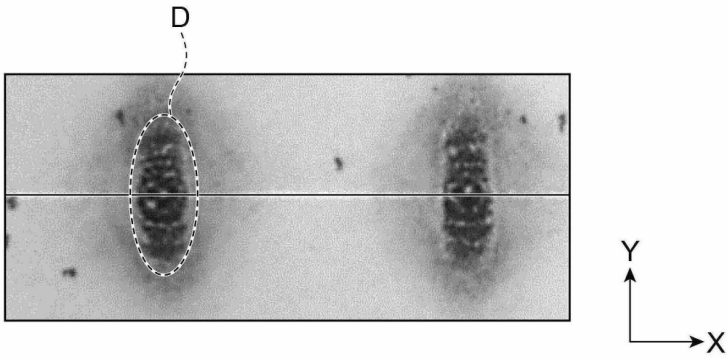
	X파라미터 강도-10	X 없음	X파라미터 강도+10
Y 강도+10			
Y 없음			
Y 강도-10			

도면15

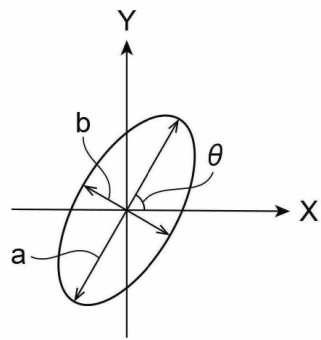
(a)



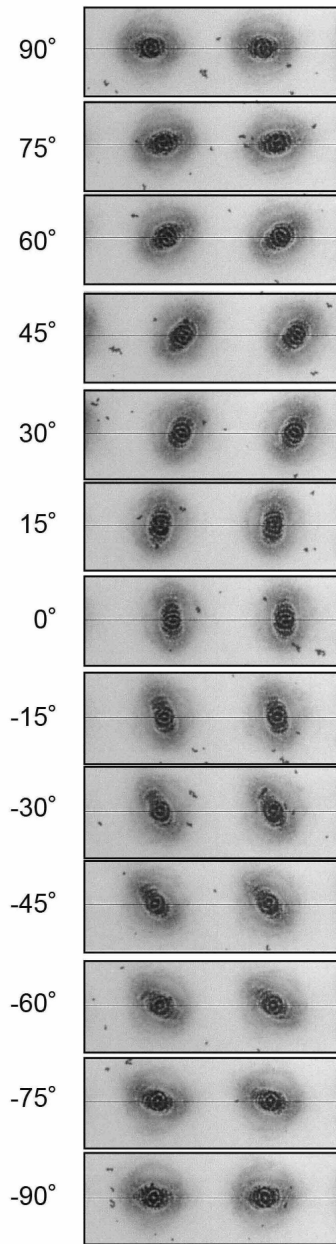
(b)



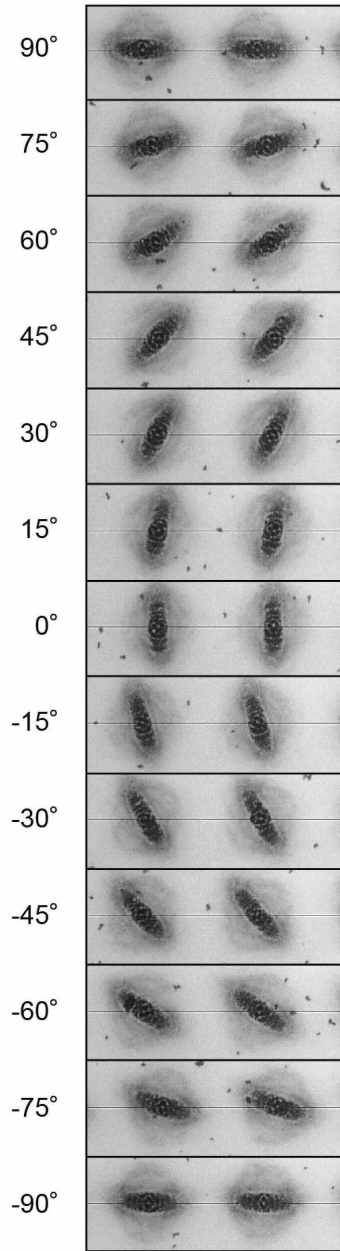
(c)



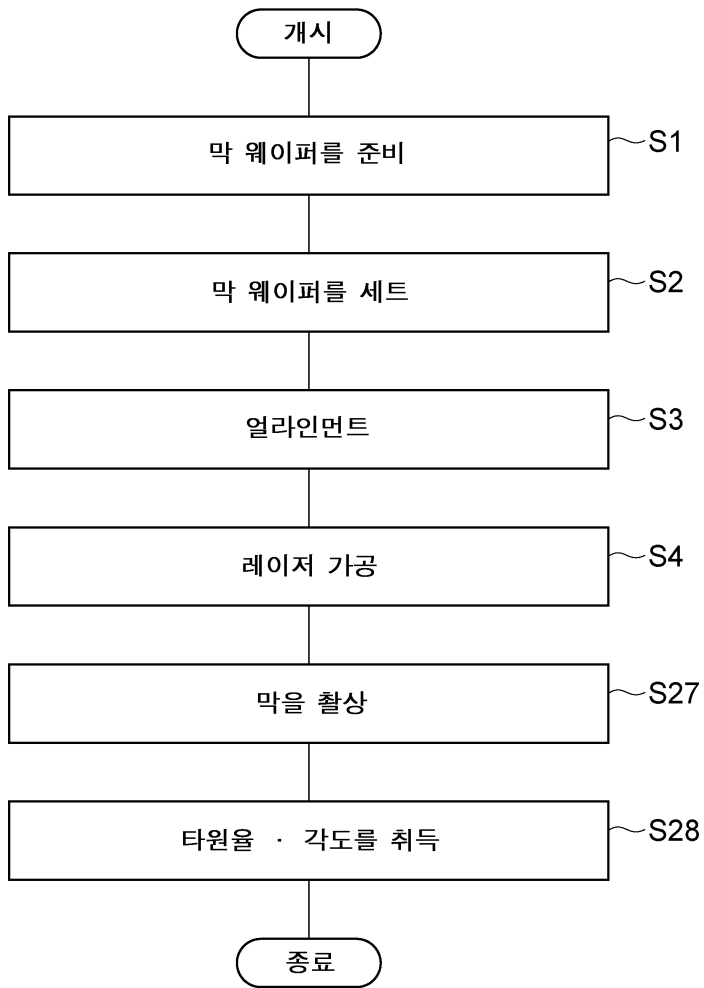
도면16



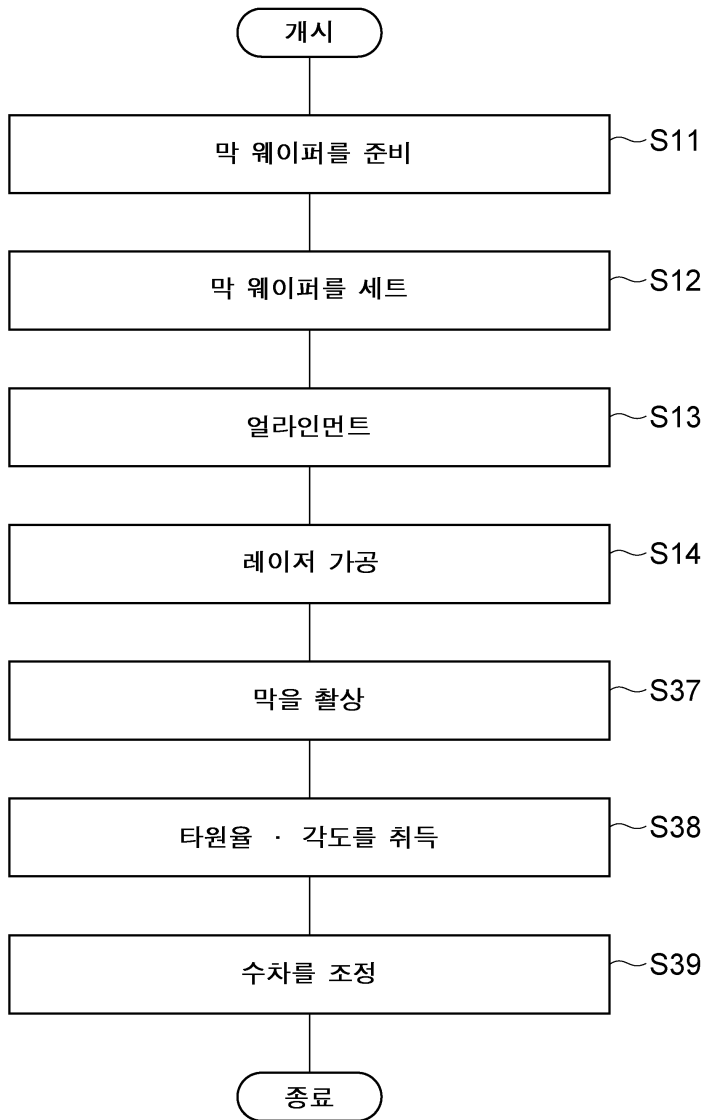
도면17



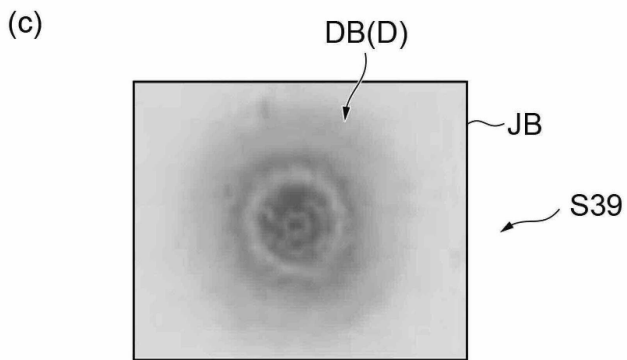
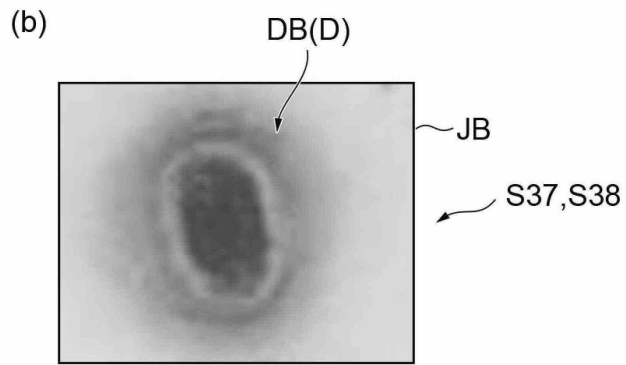
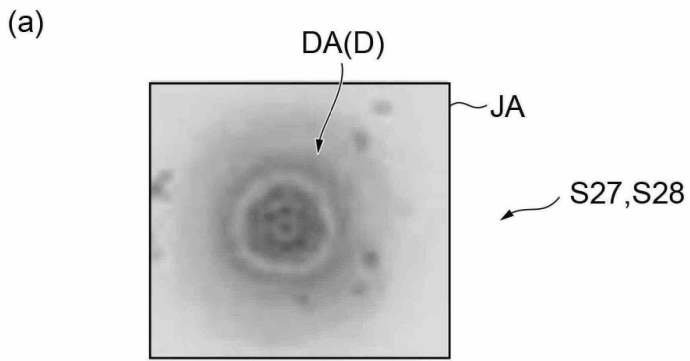
도면18



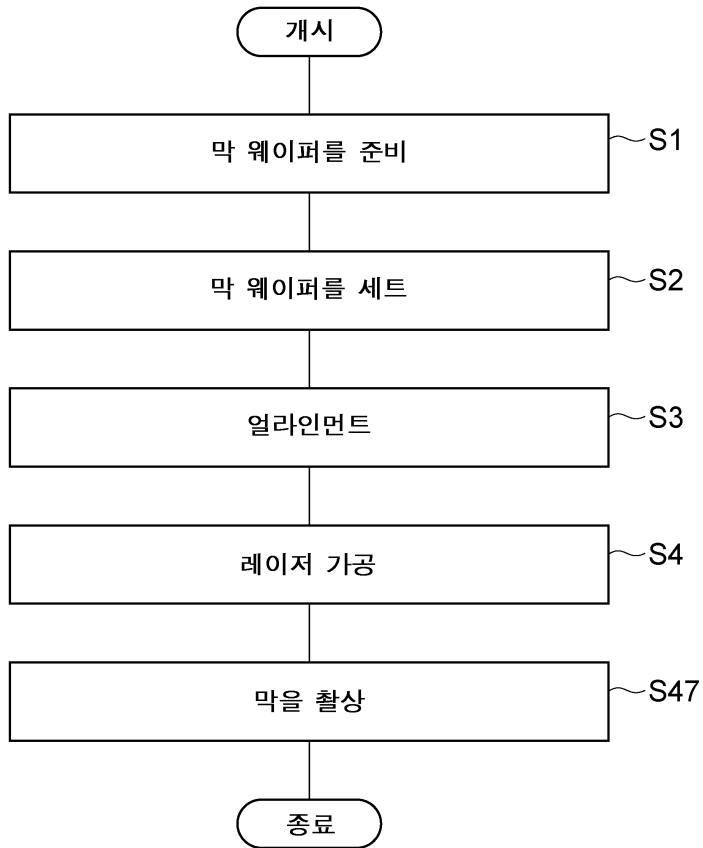
도면19



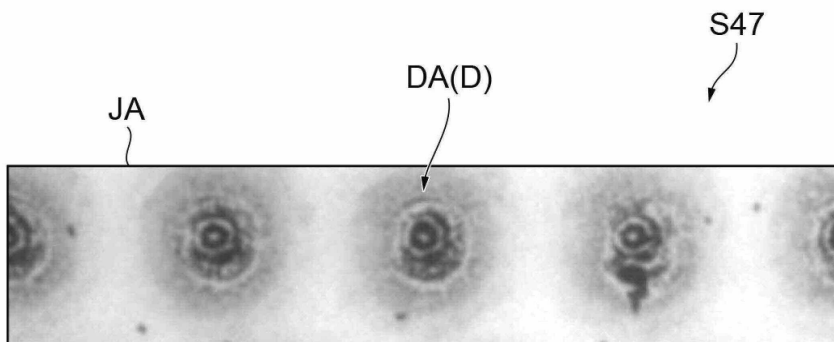
도면20



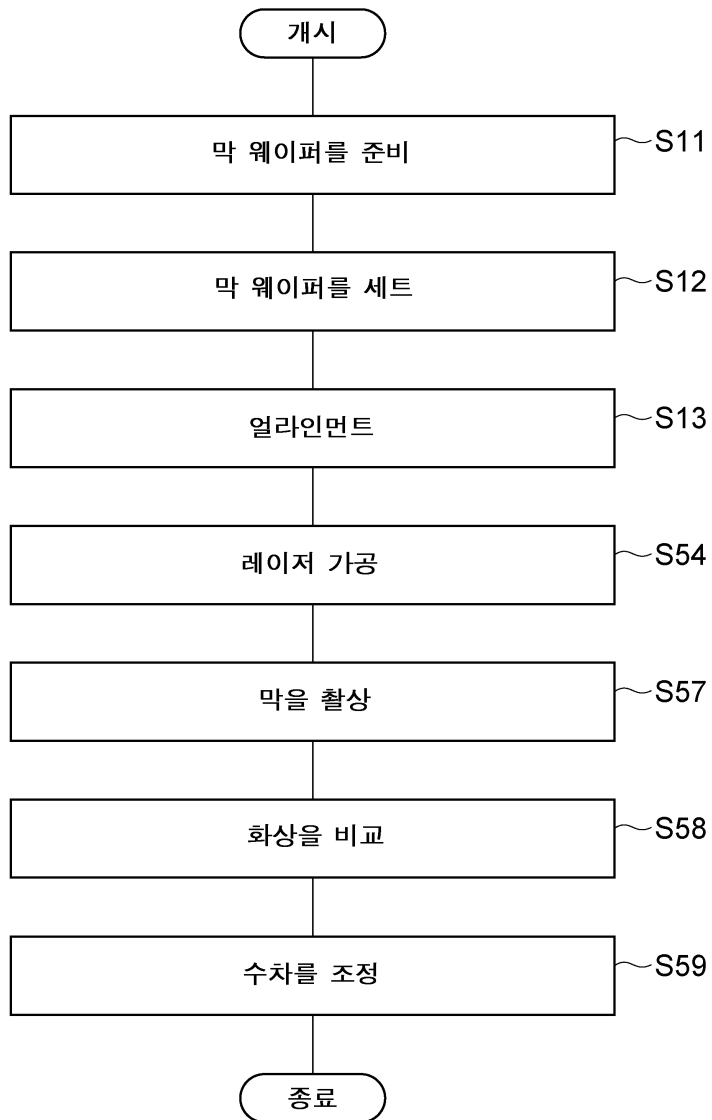
도면21



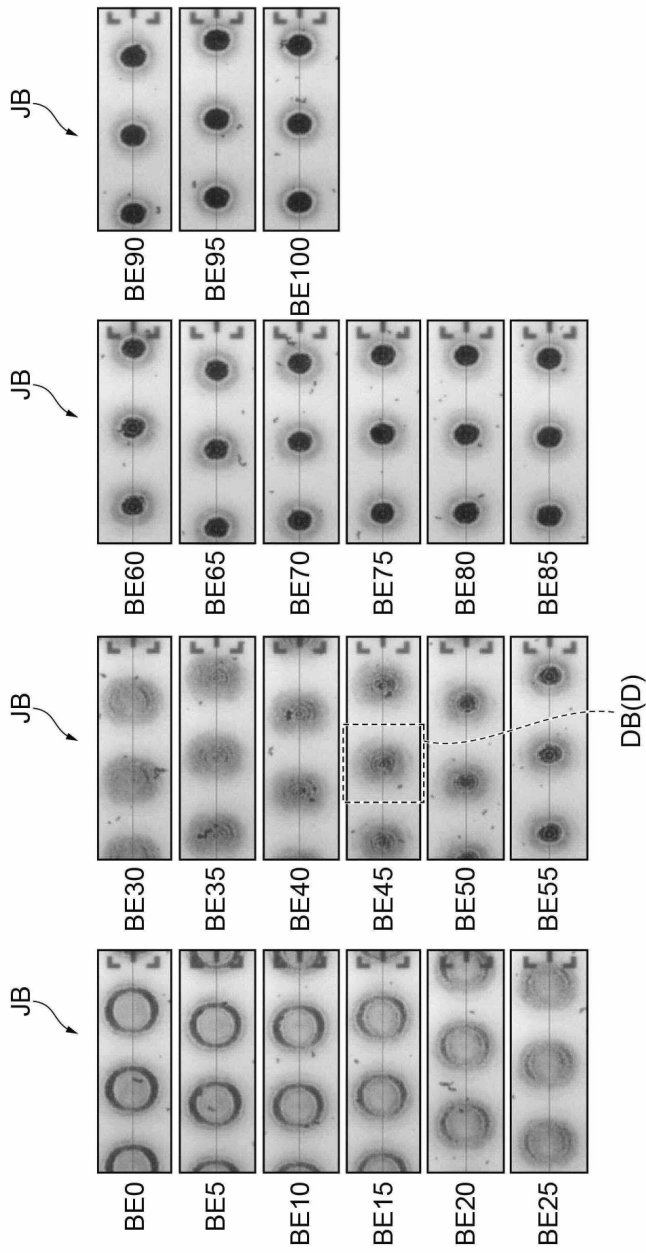
도면22



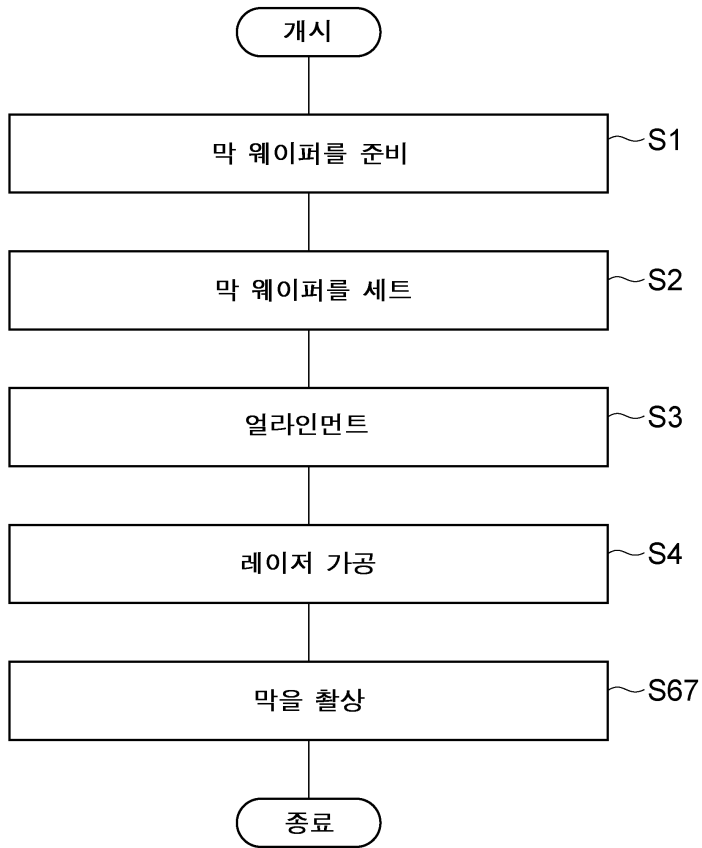
도면23



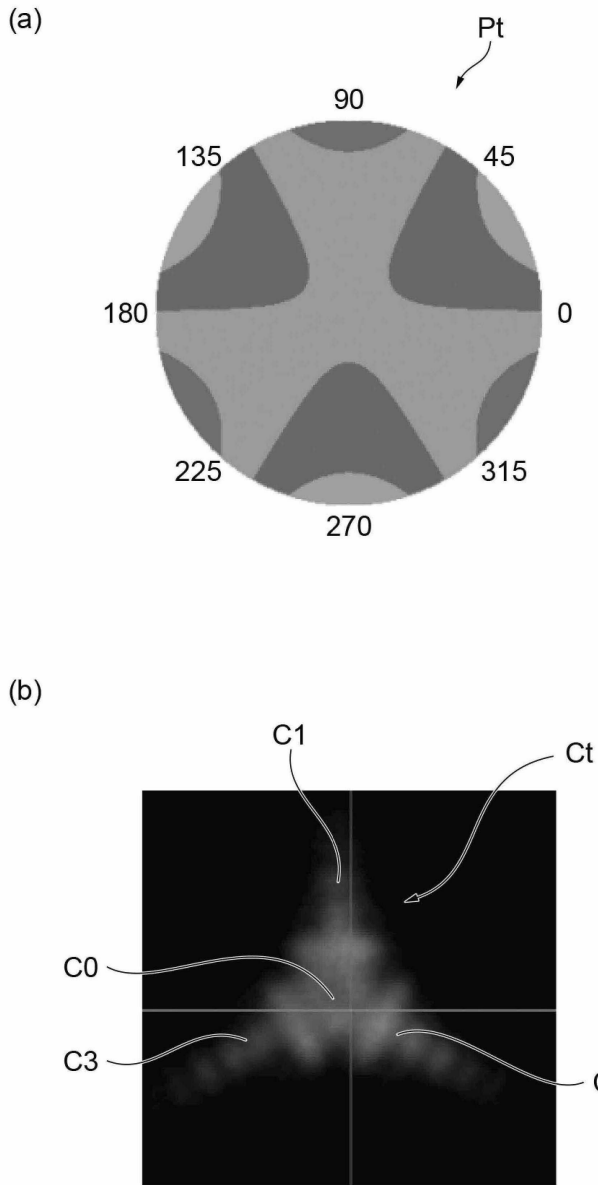
도면24



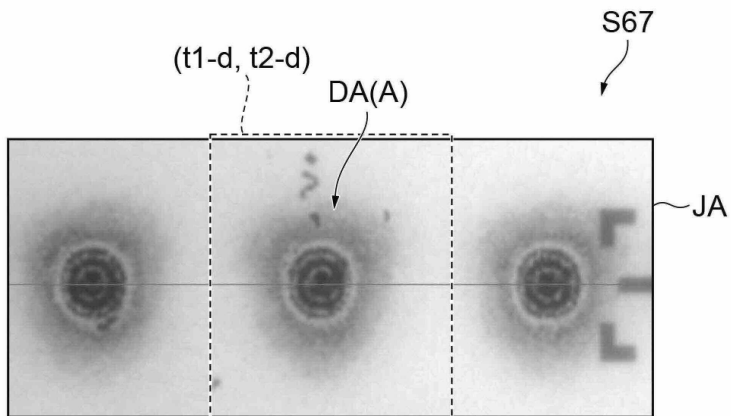
도면25



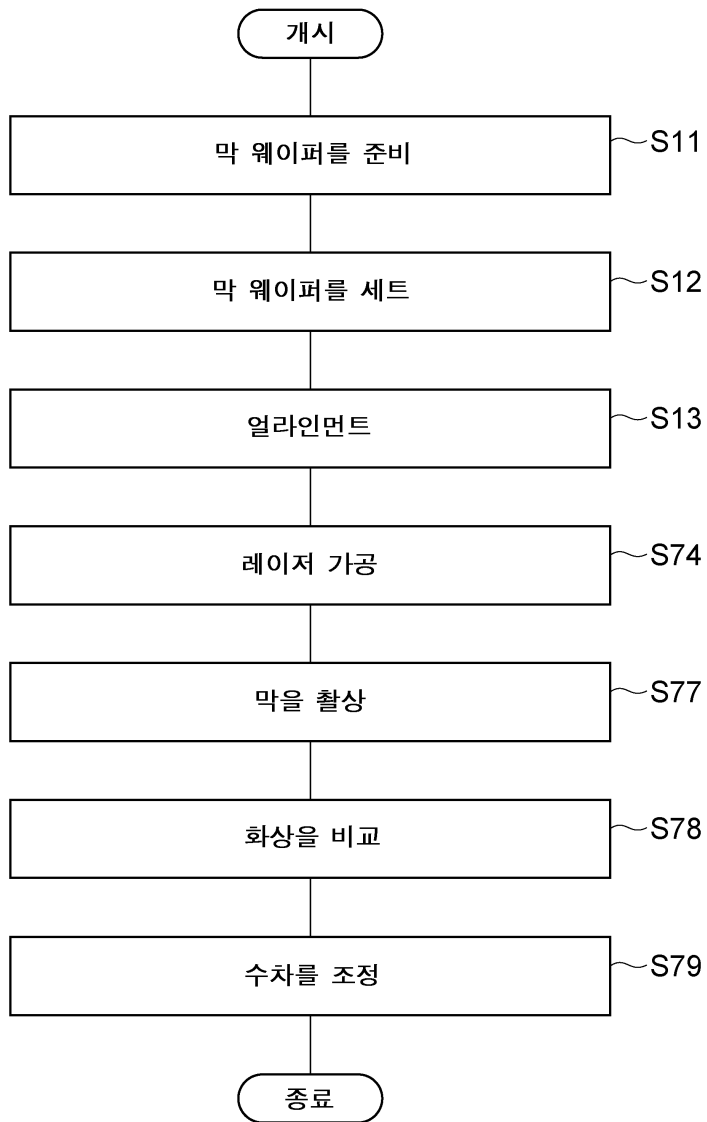
도면26



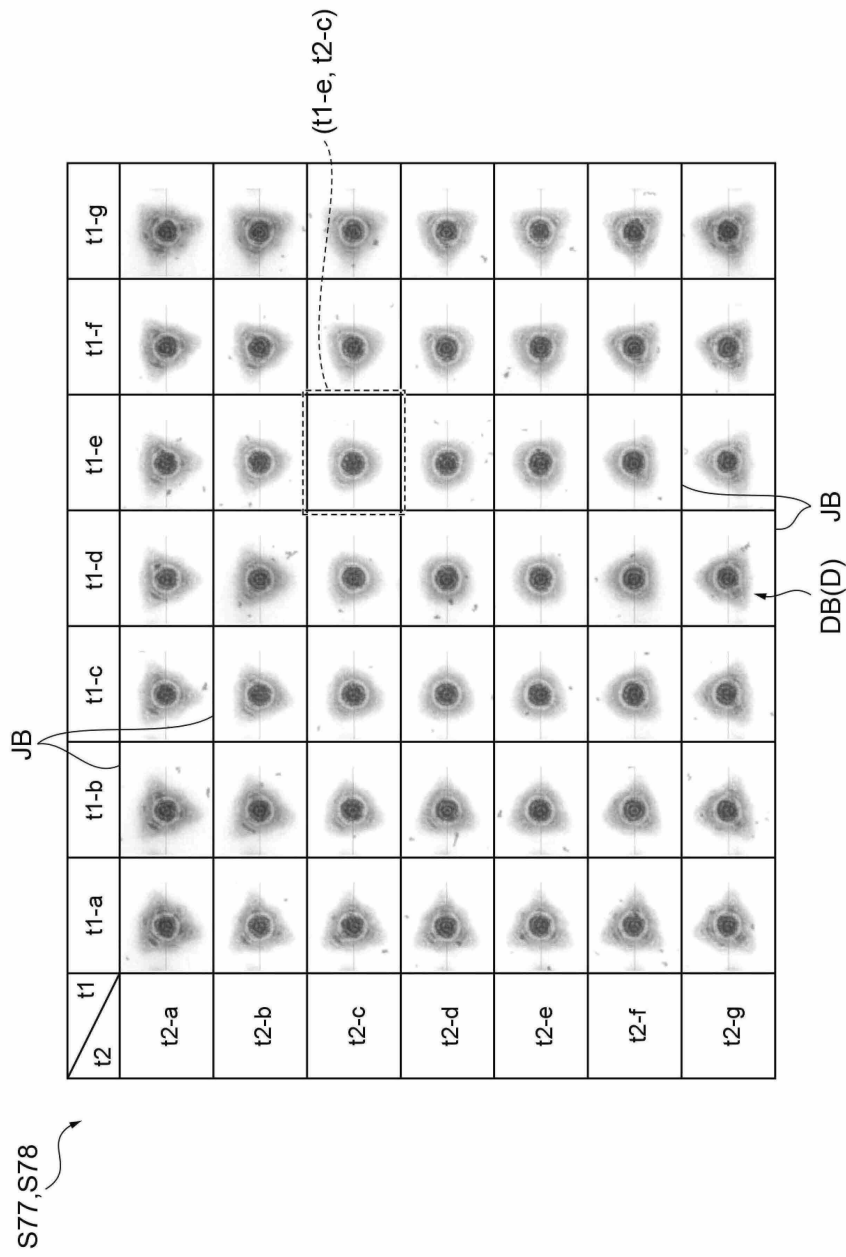
도면27



도면28



도면29



도면30

