



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0148880
(43) 공개일자 2024년10월11일

- | | |
|--|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>B23K 26/08</i> (2014.01) <i>B23K 26/03</i> (2014.01)
 <i>B23K 26/04</i> (2014.01) <i>H01L 21/67</i> (2006.01)
 <i>H01L 21/78</i> (2006.01) <i>B23K 101/40</i> (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>B23K 26/0869</i> (2013.01)
 <i>B23K 26/032</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2024-7030037
 (22) 출원일자(국제) 2022년04월18일
 심사청구일자 2024년09월06일
 (85) 번역문제출일자 2024년09월06일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2022/018064
 (87) 국제공개번호 WO 2023/203614
 국제공개일자 2023년10월26일</p> | <p>(71) 출원인
 야마하하쓰도키 가부시카이가이샤
 일본국 시즈오카켄 이와타시 신가이 2500반치</p> <p>(72) 발명자
 스즈키 요시쿠니
 일본국 시즈오카켄 이와타시 신가이 2500반치 야
 마하하쓰도키 가부시카이가이샤 나이</p> <p>(74) 대리인
 하영욱</p> |
|--|--|

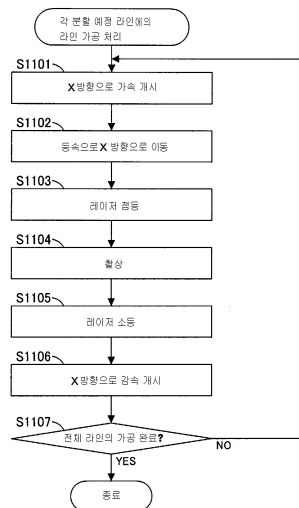
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 레이저 가공 장치, 레이저 가공 방법, 레이저 가공 프로그램, 기록 매체, 반도체 칩 제조 방법, 및 반도체 칩

(57) 요약

레이저 조사 위치 Lb를 분할 예정 라인 S를 따라 이동시키면서 레이저 조사 위치 Lb에 레이저 광 B를 조사함으로써 분할 예정 라인 S를 가공하는 라인 가공 처리(스텝 S1003~S1004, S1103~S1105)의 실행 중에, 반도체 기관(W)에 대하여 상대적으로 이동하는 활상 범위 Ri를 활상함으로써, 반도체 기관 W 중 활상 범위 Ri에 중복하는 부분의 화상이 취득된다(스텝 S1008, S1104). 즉, 라인 가공 처리의 실행 기간이 반도체 기관 W의 활상에 유효 활용되고 있다. 이렇게 하여, 분할 예정 라인 S에 레이저 광 B를 조사하여 분할 예정 라인 S를 가공하는 레이저 가공 기술에 있어서, 반도체 기관 W의 활상을 효율적으로 행하는 것이 가능하게 되어 있다.

대표도 - 도18



(52) CPC특허분류

B23K 26/04 (2013.01)

H01L 21/67092 (2013.01)

H01L 21/78 (2013.01)

B23K 2101/40 (2018.08)

H01L 2221/68336 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

서로 평행한 복수의 가공 라인을 갖는 가공 대상물을, 상기 가공 라인이 소정의 가공 방향과 평행하게 되도록 지지하는 지지 부재와,

소정의 레이저 조사 위치로 레이저 광을 조사하는 가공 헤드와,

상기 지지 부재 및 상기 가공 헤드 중 적어도 일방을 상기 가공 방향으로 구동함으로써, 상기 가공 대상물에 대하여 상기 레이저 조사 위치를 상기 가공 방향에 상대적으로 이동시키는 가공축 구동부와,

상기 가공축 구동부에 의해 상기 레이저 조사 위치를 상기 가공 라인을 따라 이동하면서 상기 가공 헤드에 의해 상기 레이저 조사 위치로 레이저 광을 조사함으로써 상기 가공 라인을 가공하는 라인 가공 처리를 실행하는 제어부와,

상기 레이저 조사 위치가 상기 가공 대상물에 대하여 상대적으로 이동함에 따라서 상기 레이저 조사 위치와 일체적으로 상기 가공 대상물에 대하여 상대적으로 이동하는 소정의 활상 범위를 활상하는 활상부를 구비하고,

상기 활상부는 상기 라인 가공 처리의 실행 중에 있어서 상기 가공 대상물에 대하여 상대적으로 이동하는 상기 활상 범위를 활상함으로써 상기 가공 대상물 중 상기 활상 범위에 중복하는 부분의 화상을 취득하는 레이저 가공 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 활상부는 상기 라인 가공 처리에 있어서 상기 레이저 조사 위치가 상기 가공 라인에 대하여 이동하는 방향의 하류측에 설치된 상기 활상 범위를 활상하는 레이저 가공 장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 활상부는 상기 라인 가공 처리를 1회 실행하는 기간에, 상기 활상 범위의 활상을 복수회 실행하는 레이저 가공 장치.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 지지 부재 및 상기 가공 헤드 중 적어도 일방을 상기 가공 방향에 직교하는 이송 방향으로 구동함으로써 상기 가공 대상물에 대하여 상기 레이저 조사 위치를 상기 이송 방향에 상대적으로 이동시키는 이송축 구동부를 더 구비하고,

상기 이송축 구동부가 상기 가공 대상물에 대하여 상기 레이저 조사 위치를 상기 이송 방향으로 이동시킴으로써 상기 복수의 가공 라인 중, 상기 라인 가공 처리의 대상으로 하는 상기 가공 라인이 변경되고,

상기 제어부는 상기 가공 방향의 제 1 측에 상기 레이저 조사 위치를 이동시키는 상기 라인 가공 처리에 의해, 상기 복수의 가공 라인 중 제 1 가공 라인을 가공하는 제 1 라인 가공 처리와, 상기 가공 방향의 상기 제 1 측과 반대인 제 2 측에 상기 레이저 조사 위치를 이동시키는 상기 라인 가공 처리에 의해, 상기 복수의 가공 라인 중 상기 제 1 가공 라인과 상이한 제 2 가공 라인을 가공하는 제 2 라인 가공 처리를, 순서대로 실행하고,

상기 제 1 라인 가공 처리를 종료하고 나서 상기 제 2 라인 가공 처리를 개시하기까지의 스위칭 기간에 있어서, 상기 가공축 구동부는, 상기 가공 방향에 있어서, 상기 제 1 가공 라인을 상기 제 1 측에 통과한 상기 레이저 조사 위치를 상기 제 1 측을 향해서 감속시켜 정지시키고 나서 상기 제 2 측을 향해서 가속함으로써 상기 레이저 조사 위치를 상기 제 2 가공 라인에 도달시키는 반전 구동을 실행하고, 상기 이송축 구동부는 상기 제 1 가

공 라인을 따라 상기 제 1 가공 라인의 외측까지 상기 가공 방향으로 이어설치된 제 1 가상 직선 상으로부터, 상기 제 2 가공 라인을 따라 상기 제 2 가공 라인의 외측까지 상기 가공 방향으로 이어설치된 제 2 가상 직선 상까지, 상기 레이저 조사 위치를 상기 이송 방향으로 계속적으로 이동시키는 계속 이송 구동을 실행하고,

상기 제어부는, 상기 가공축 구동부가 상기 반전 구동으로 상기 레이저 조사 위치를 정지시키는 것 보다 전에 상기 이송축 구동부가 상기 계속 이송 구동을 개시하고, 상기 가공축 구동부가 상기 반전 구동으로 상기 레이저 조사 위치를 정지시킨 후에 상기 이송축 구동부가 상기 계속 이송 구동을 종료하도록 상기 가공축 구동부 및 상기 이송축 구동부를 제어하고, 상기 반전 구동을 위해 상기 가공 방향에 있어서의 상기 레이저 조사 위치의 이동이 정지하는 시점의 전후를 통해서 상기 이송축 구동부에 상기 레이저 조사 위치를 상기 이송 방향으로 이동시키는 레이저 가공 장치.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 촬상부는, 상기 라인 가공 처리의 실행 중에 있어서 상기 가공 라인을 적어도 포함하는 상기 촬상 범위를 촬상하는 레이저 가공 장치.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 촬상부의 상기 촬상 범위의 중심과 상기 레이저 조사 위치에 조사되는 레이저 광의 초점이 상기 가공 방향으로 나열되는 레이저 가공 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 복수의 가공 라인 중 하나의 대상 라인에 대한 상기 라인 가공 처리의 실행 중에 있어서, 상기 촬상부는 상기 하나의 대상 라인 중 상기 레이저 광의 조사에 의한 가공이 미실행인 미가공 부분이 상기 촬상 범위에 교차하는 기간을 통해서 카메라에 노광을 계속시키는 전체 기간 촬상에 의해 상기 화상을 취득하는 레이저 가공 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 카메라가, 상기 카메라에 대하여 정지하는 상기 가공 대상물을 촬상할 때의 노광 시간 T_0 및 조명 강도 L_0 에 대하여, 상기 전체 기간 촬상에서의 노광 시간 T_c 및 조명 강도 T_c 가, 다음 관계 식

$$L_c = T_0 \times L_0 / T_c$$

를 만족시키는 레이저 가공 장치.

청구항 9

제 7 항 또는 제 8 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 전체 기간 촬상에 의해 취득된 상기 화상에 기초하여 상기 가공 라인에 대한 상기 레이저 조사 위치의 적부를 판정하는 레이저 가공 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 화상 중 상기 가공 방향에 직교하는 직교 방향의 양 끝부를 제외한 중앙부에 기초하여 상기 가공 라인에 대한 상기 레이저 조사 위치의 적부를 판정하는 레이저 가공 장치.

청구항 11

제 9 항 또는 제 10 항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 레이저 조사 위치가 상기 하나의 대상 라인에 대하여 상기 가공 방향에 직교하는 직교 방향으로 어긋나는 위치 어긋남의 발생을 상기 화상에 기초하여 확인하면, 상기 하나의 대상 라인에 대한 상기 레이저 조사 위치의 상기 직교 방향으로의 위치 어긋남량을 취득하고, 상기 하나의 대상 라인보다 뒤에 상기 라인 가공 처리를 실행할 때의 상기 레이저 조사 위치를 상기 위치 어긋남량에 기초하여 상기 직교 방향으로 보정하는 레이저 가공 장치.

청구항 12

제 9 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 하나의 대상 라인에 대한 상기 레이저 조사 위치의 궤적의 경사를 상기 화상에 기초해서 확인하면, 상기 경사를 보정하는 얼라인먼트를 실행하는 레이저 가공 장치.

청구항 13

서로 평행한 복수의 가공 라인을 갖는 가공 대상물을, 상기 가공 라인이 소정의 가공 방향과 평행하게 되도록 지지 부재에 의해 지지하는 공정과,

소정의 레이저 조사 위치로 레이저 광을 조사하는 가공 헤드 및 상기 지지 부재 중 적어도 일방을 상기 가공 방향으로 구동함으로써 상기 가공 대상물에 대하여 상기 레이저 조사 위치를 상기 가공 방향에 상대적으로 이동시키는 가공축 구동부에 의해 상기 레이저 조사 위치를 상기 가공 라인을 따라 이동시키면서 가공 헤드에 의해 상기 레이저 조사 위치로 레이저 광을 조사함으로써 상기 가공 라인을 가공하는 라인 가공 처리를 실행하는 공정과,

상기 레이저 조사 위치가 상기 가공 대상물에 대하여 상대적으로 이동함에 따라서 상기 레이저 조사 위치와 일체적으로 상기 가공 대상물에 대하여 상대적으로 이동하는 소정의 촬상 범위를 촬상하는 촬상부가, 상기 라인 가공 처리의 실행 중에 있어서 상기 가공 대상물에 대하여 상대적으로 이동하는 상기 촬상 범위를 촬상함으로써 상기 가공 대상물 중 상기 촬상 범위에 중복하는 부분의 화상을 취득하는 공정을 구비한 레이저 가공 방법.

청구항 14

제 13 항에 기재된 레이저 가공 방법을 컴퓨터에 실행시키는 레이저 가공 프로그램.

청구항 15

제 14 항에 기재된 레이저 가공 프로그램을, 컴퓨터에 의해 관독 가능하게 기록하는 기록 매체.

청구항 16

가공 라인에 의해 구분된 복수의 반도체 칩이 배열된 반도체 기판을, 제 13 항에 기재된 레이저 가공 방법에 의해 가공하는 공정과,

상기 레이저 가공 방법에 의해 가공된 반도체 기판을 점착력에 의해 유지하는 테이프를 확장함으로써 상기 복수의 반도체 칩의 각각을 분리하는 공정을 구비한 반도체 칩 제조 방법.

청구항 17

가공 라인에 의해 구분된 복수의 반도체 칩이 배열된 반도체 기판을, 제 13 항에 기재된 레이저 가공 방법에 의해 가공하는 공정과,

상기 레이저 가공 방법에 의해 가공된 반도체 기판을 점착력에 의해 유지하는 테이프를 확장함으로써 상기 복수의 반도체 칩의 각각을 분리하는 공정에 의하여 제조된 반도체 칩.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 가공 대상물에 설치된 가공 라인에 레이저 광을 조사함으로써 가공 라인을 가공하는 기술에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 특허문헌 1~3에는, 반도체 기판에 설치된 분할 예정 라인에 레이저 광을 조사하면서, 반도체 기판에 대하여 레이저 광을 상대적으로 이동시킴으로써 분할 예정 라인을 가공하는 레이저 가공 기술이 기재되어 있다. 예를 들면, 특허문헌 1에 나타내는 바와 같이, 이 레이저 가공 기술에서는, 왕로와 복로에서 레이저 광을 조사하는 분할 예정 라인을 변경하면서, 레이저 광을 왕복시킴으로써 복수의 분할 예정 라인에 대하여 순서대로 가공이 실행된다. 이 때, 반도체 기판의 소정 개소를 활상함으로써 취득한 화상에 기초해서 분할 예정 라인의 위치를 인식하는 얼라인먼트 처리의 결과에 따라 레이저 광의 위치를 조정함으로써 분할 예정 라인에 레이저 광을 정확하게 조사할 수 있다(특허문헌 2). 또한, 특허문헌 3에서 지적되는 바와 같이, 분할 예정 라인을 레이저 광에 의해 가공함으로써 분할 예정 라인의 폭이 팽창하여 미가공의 분할 예정 라인의 위치가 가공 방향에 직교하는 이송 방향에 벗어나는 경우가 있다. 이러한 분할 예정 라인의 위치 어긋남에 대응하기 위해서는, 반도체 기판의 활상을 적절하게 실행하는 것이 적당하게 된다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0003] (특허문헌 0001) 일본특허 제5804716호 공보
 (특허문헌 0002) 일본특허공개 제5554593호 공보
 (특허문헌 0003) 일본특허공개 제5037082호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] 상기와 같은 레이저 가공 기술에서는, 가공 라인(분할 예정 라인)에 레이저 광의 조사에 의한 가공의 영향을 인식하기 위해서, 가공 대상물(반도체 기판)의 활상을 효율적으로 행하는 것이 요구된다.
- [0005] 본 발명은 상기 과제를 감안하여 이루어진 것이고, 가공 라인에 레이저 광을 조사하여 가공 라인을 가공하는 레이저 가공 기술에 있어서, 가공 대상물의 활상을 효율적으로 행하는 것을 가능하게 하는 기술의 제공을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0006] 본 발명에 따른 레이저 가공 장치는, 서로 평행한 복수의 가공 라인을 갖는 가공 대상물을, 가공 라인이 소정의 가공 방향과 평행하게 되도록 지지하는 지지 부재와, 소정의 레이저 조사 위치로 레이저 광을 조사하는 가공 헤드와, 지지 부재 및 가공 헤드 중 적어도 일방을 가공 방향으로 구동함으로써 가공 대상물에 대하여 레이저 조사 위치를 가공 방향에 상대적으로 이동시키는 가공축 구동부와, 가공축 구동부에 의해 레이저 조사 위치를 가공 라인을 따라 이동시키면서 가공 헤드에 의해 레이저 조사 위치로 레이저 광을 조사함으로써 가공 라인을 가공하는 라인 가공 처리를 실행하는 제어부와, 레이저 조사 위치가 가공 대상물에 대하여 상대적으로 이동함에 따라 레이저 조사 위치와 일체적으로 가공 대상물에 대하여 상대적으로 이동하는 소정의 활상 범위를 활상하는 활상부를 구비하고, 활상부는 라인 가공 처리의 실행 중에 있어서 가공 대상물에 대하여 상대적으로 이동하는 활상 범위를 활상함으로써, 가공 대상물 중 활상 범위에 중복되는 부분의 화상을 취득한다.
- [0007] 본 발명에 따른 레이저 가공 방법은, 서로 평행한 복수의 가공 라인을 갖는 가공 대상물을, 가공 라인이 소정의 가공 방향과 평행하게 되도록 지지 부재에 의해 지지하는 공정과, 소정의 레이저 조사 위치로 레이저 광을 조사하는 가공 헤드 및 지지 부재 중 적어도 일방을 가공 방향으로 구동함으로써 가공 대상물에 대하여 레이저 조사 위치를 가공 방향에 상대적으로 이동시키는 가공축 구동부에 의해 레이저 조사 위치를 가공 라인을 따라 이동시키면서 가공 헤드에 의해 레이저 조사 위치로 레이저 광을 조사함으로써 가공 라인을 가공하는 라인 가공 처리를 실행하는 공정과, 레이저 조사 위치가 가공 대상물에 대하여 상대적으로 이동함에 따라 레이저 조사 위치와 일체적으로 가공 대상물에 대하여 상대적으로 이동하는 소정의 활상 범위를 활상하는 활상부가 라인 가공 처리의 실행 중에 있어서 가공 대상물에 대하여 상대적으로 이동하는 활상 범위를 활상함으로써, 가공 대상물 중 활

상 범위에 중복되는 부분의 화상을 취득하는 공정을 구비한다.

- [0008] 이렇게 구성된 본 발명(레이저 가공 장치 및 레이저 가공 방법)에서는, 레이저 조사 위치를 가공 라인을 따라 이동시키면서 레이저 조사 위치로 레이저 광을 조사함으로써 가공 라인을 가공하는 라인 가공 처리의 실행 중에, 가공 대상물에 대하여 상대적으로 이동하는 촬상 범위를 촬상함으로써 가공 대상물 중 촬상 범위에 중복하는 부분의 화상이 취득된다. 즉, 라인 가공 처리의 실행 기간이 가공 대상물의 촬상에 유효 활용되고 있다. 이렇게 해서, 가공 라인에 레이저 광을 조사해서 가공 라인을 가공하는 레이저 가공 기술에 있어서, 가공 대상물의 촬상을 효율적으로 행하는 것이 가능해지고 있다.
- [0009] 또한, 촬상부는, 라인 가공 처리에 있어서 레이저 조사 위치가 가공 라인에 대하여 이동하는 방향의 하류측에 설치된 촬상 범위를 촬상하도록 레이저 가공 장치를 구성해도 된다. 이러한 구성에서는 레이저 광에 의해 가공 중의 위치(즉, 레이저 조사 위치)의 미가공측의 화상을 취득할 수 있다. 따라서, 레이저 광에 의한 가공이 가공 대상물의 미가공 부분에 주는 영향을 상기 화상에 기초해서 인식할 수 있다.
- [0010] 또한, 촬상부는, 라인 가공 처리를 1회 실행하는 기간에, 촬상 범위의 촬상을 복수회 실행하도록 레이저 가공 장치를 구성해도 된다. 이러한 구성에서는, 라인 가공 처리의 실행 기간을 유효 활용하고, 가공 대상물의 복수의 화상을 취득할 수 있다.
- [0011] 또한, 지지 부재 및 가공 헤드 중 적어도 일방을 가공 방향에 직교하는 이송방향으로 구동함으로써 가공 대상물에 대하여 레이저 조사 위치를 이송 방향에 상대적으로 이동시키는 이송축 구동부를 더 구비하고, 이송축 구동부가 가공 대상물에 대하여 레이저 조사 위치를 이송 방향으로 이동시킴으로써 복수의 가공 라인 중, 라인 가공 처리의 대상으로 하는 가공 라인이 변경되고, 제어부는 가공 방향의 제 1 측에 레이저 조사 위치를 이동시키는 라인 가공 처리에 의해, 복수의 가공 라인 중 제 1 가공 라인을 가공하는 제 1 라인 가공 처리와, 가공 방향의 제 1 측과 반대인 제 2 측에 레이저 조사 위치를 이동시키는 라인 가공 처리에 의해, 복수의 가공 라인 중 제 1 가공 라인과 상이한 제 2 가공 라인을 가공하는 제 2 라인 가공 처리를, 순서대로 실행하고, 제 1 라인 가공 처리를 종료하고 나서 제 2 라인 가공 처리를 개시하기까지의 스위칭 기간에 있어서, 가공축 구동부는, 가공 방향에 있어서, 제 1 가공 라인을 제 1 측에 통과한 레이저 조사 위치를 제 1 측을 향해서 감속시켜 정지(停止)시키고 나서 제 2 측을 향해서 가속함으로써 레이저 조사 위치를 제 2 가공 라인에 도달시키는 반전 구동을 실행하고, 이송축 구동부는 제 1 가공 라인을 따라 제 1 가공 라인의 외측까지 가공 방향으로 이어설치된 제 1 가상 직선 상으로부터, 제 2 가공 라인을 따라 제 2 가공 라인의 외측까지 가공 방향으로 이어설치된 제 2 가상 직선 상까지, 레이저 조사 위치를 이송 방향으로 계속적으로 이동시키는 계속 이송 구동을 실행하고, 제어부는 가공축 구동부가 반전 구동으로 레이저 조사 위치를 정지시키는 것 보다 전에 이송축 구동부가 계속 이송 구동을 개시하고, 가공축 구동부가 반전 구동으로 레이저 조사 위치를 정지시킨 후에 이송축 구동부가 계속 이송 구동을 종료하도록 가공축 구동부 및 이송축 구동부를 제어하고, 반전 구동을 위해 가공 방향에 있어서의 레이저 조사 위치의 이동이 정지하는 시점의 전후를 통해서 이송축 구동부에 레이저 조사 위치를 이송 방향으로 이동시키도록 레이저 가공 장치를 구성해도 좋다.
- [0012] 이러한 구성에서는, 가공 대상물에 대하여 레이저 조사 위치를 가공 방향에 상대적으로 이동시키는 가공축 구동부와, 가공 대상물에 대하여 레이저 조사 위치를 이송 방향에 상대적으로 이동시키는 이송축 구동부를 이용하여, 제 1 가공 라인을 가공하는 제 1 라인 가공 처리와, 제 2 가공 라인을 가공하는 제 2 라인 가공 처리가 실행된다. 또한, 제 1 라인 가공 처리와 제 2 라인 가공 처리 사이의 스위칭 기간에서는, 제 1 가공 라인을 통과한 레이저 조사 위치를, 제 2 가공 라인을 향하게 하기 위해서, 가공축 구동부와 이송축 구동부가 이하의 동작을 실행한다. 즉, 가공축 구동부는 가공 방향에 있어서, 제 1 가공 라인을 제 1 측으로 통과한 레이저 조사 위치를 제 1 측을 향해서 감속시켜 정지시키고 나서 제 2 측을 향해서 가속함으로써 레이저 조사 위치를 제 2 가공 라인에 도달시키는 반전 구동을 실행한다. 또한 이송축 구동부는 제 1 가공 라인을 따라 제 1 가공 라인의 외측까지 가공 방향으로 이어설치된 제 1 가상 직선 상으로부터, 제 2 가공 라인을 따라 제 2 가공 라인의 외측까지 가공 방향으로 이어설치된 제 2 가상 직선 상까지, 레이저 조사 위치를 이송 방향으로 이동시킨다.
- [0013] 특히, 이송축 구동부는, 제 1 가상 직선 상으로부터 제 2 가상 직선 상까지, 레이저 조사 위치를 이송 방향으로 계속적으로 이동시키는 계속 이송 구동을 실행한다. 그리고, 제어부는 가공축 구동부가 반전 구동으로 레이저 조사 위치를 정지시키는 것 보다 전에 이송축 구동부가 계속 이송 구동을 개시하고, 가공축 구동부가 반전 구동으로 레이저 조사 위치를 정지시킨 후에 이송축 구동부가 계속 이송 구동을 종료하도록 가공축 구동부 및 이송축 구동부를 제어하고, 반전 구동을 위해 가공 방향에 있어서의 레이저 조사 위치의 이동이 정지하는 시점의 전후를 통해서 이송축 구동부에 레이저 조사 위치를 이송 방향으로 이동시킨다. 즉, 스위칭 기간에 있어서, 가

공 방향의 제 1 측으로 레이저 조사 위치를 감속시키는 기간과, 가공 방향의 제 2 측으로 레이저 조사 위치를 가속시키는 기간의 양방이, 레이저 조사 위치의 이송 방향으로의 이동에 유효 활용되고 있다. 그 결과, 레이저 광의 이동 방향을 스위칭하는 스위칭 기간이 가공 대상물의 가공 완료에 필요한 시간에 주는 영향을 억제하는 것이 가능해지고 있다. 게다가, 상술한 바와 같이, 라인 가공 처리의 실행 기간을 가공 대상물의 촬상에 유효 활용되어 있는 점으로부터, 라인 가공 처리의 대상이 되는 가공 라인의 스위칭에 필요한 시간을 억제함과 아울러, 가공 대상물의 촬상을 효율적으로 행할 수 있고, 가공 대상물로의 가공을 조속히 완료하는 것이 가능해지고 있다.

[0014] 또한, 촬상부는, 라인 가공 처리의 실행 중에 있어서 가공 라인을 적어도 포함하는 촬상 범위를 촬상하도록 레이저 가공 장치를 구성해도 된다. 이러한 촬상에 의해 취득되는 화상에는, 이송 방향에 있어서의 가공 라인의 양측과 상기 가공 라인의 콘트라스트에 의해, 가공 라인에 상당하는 부분이 가공 방향으로 이어설치되어서 나타난다. 따라서, 상기 부분의 이송 방향의 위치에 근거하여 레이저 가공이 가공 라인의 이송 방향으로의 위치에 주는 영향을 정확하게 인식할 수 있다.

[0015] 또한, 촬상부의 촬상 범위의 중심과 레이저 조사 위치에 조사되는 레이저 광의 초점이 가공 방향으로 나열되도록 레이저 가공 장치를 구성해도 된다. 이러한 구성에서는, 레이저 광의 조사를 받기 직전의 상태를 촬상 범위의 화상에 의해 정확하게 파악할 수 있다.

[0016] 또한, 복수의 가공 라인 중 하나의 대상 라인에 대한 라인 가공 처리의 실행중에 있어서, 촬상부는 하나의 대상 라인 중 레이저 광의 조사에 의한 가공이 미실행인 미가공 부분이 촬상 범위에 교차하는 기간을 통해서 카메라에 노광을 계속시키는 전체 기간 촬상에 의해 화상을 취득하도록 레이저 가공 장치를 구성해도 된다. 이러한 구성에서는, 촬상 범위의 화상의 휘도를 가공 방향에 누적한 정보를 얻을 수 있다.

[0017] 또한, 카메라가, 상기 카메라에 대하여 정지(靜止)하는 가공 대상물을 촬상할 때의 노광 시간 T_0 및 조명 강도 L_0 에 대하여, 전체 기간 촬상에서의 노광 시간 T_c 및 조명 강도 T_c 가, 다음 관계 식

[0018]
$$L_c = T_0 \times L_0 / T_c$$

[0019] 를 만족하도록, 레이저 가공 장치를 구성해도 된다. 이러한 구성에서는, 화상의 휘도가 포화하는 것을 억제할 수 있다.

[0020] 또한, 제어부는, 전체 기간 촬상에 의해 취득된 화상에 기초하여 가공 라인에 대한 레이저 조사 위치의 적부를 판정하도록 레이저 가공 장치를 구성해도 된다. 이러한 구성에서는, 레이저 조사 위치의 적부를 확인할 수 있다.

[0021] 또한, 제어부는 화상 중, 가공 방향에 직교하는 직교 방향의 양 끝부를 제외한 중앙부에 기초하여 가공 라인에 대한 레이저 조사 위치의 적부를 판정하도록 레이저 가공 장치를 구성해도 된다. 이러한 구성에서는, 화상의 직교 방향의 양 끝부에 나타나는 불요한 정보를 제외하고, 레이저 조사 위치의 적부를 확인할 수 있다.

[0022] 또한, 제어부는 레이저 조사 위치가 하나의 대상 라인에 대하여 가공 방향에 직교하는 직교 방향에 벗어나는 위치 어긋남의 발생을 화상에 기초하여 확인하면, 하나의 대상 라인에 대한 레이저 조사 위치의 직교 방향으로의 위치 어긋남량을 취득하고, 하나의 대상 라인보다 뒤에 라인 가공 처리를 실행할 때의 레이저 조사 위치를 위치 어긋남량에 기초해서 직교 방향으로 보정하도록 레이저 가공 장치를 구성해도 된다. 이러한 구성에서는, 레이저 조사 위치의 위치 어긋남을 보정하고, 라인 가공 처리를 적절하게 실행할 수 있다.

[0023] 또한 제어부는, 하나의 대상 라인에 대한 레이저 조사 위치의 궤적의 경사를 화상에 기초해서 확인하면, 경사를 보정하는 얼라인먼트를 실행하도록 레이저 가공 장치를 구성해도 된다. 이러한 구성에서는, 레이저 조사 위치의 가공 라인에 대한 경사를 보정하고, 라인 가공 처리를 적절하게 실행할 수 있다.

[0024] 본 발명에 따른 반도체 칩 제조 방법은, 가공 라인에 의해 구분된 복수의 반도체 칩이 배열된 반도체 기판을, 상기의 레이저 가공 방법에 의해 가공하는 공정과, 레이저 가공 방법에 의해 가공된 반도체 기판을 점착력에 의해 유지하는 테이프를 확장함으로써 복수의 반도체 칩의 각각을 분리하는 공정을 구비한다.

[0025] 본 발명에 따른 반도체 칩은, 가공 라인에 의해 구분된 복수의 반도체 칩이 배열된 반도체 기판을, 상기의 레이저 가공 방법에 의해 가공하는 공정과, 레이저 가공 방법에 의해 가공된 반도체 기판을 점착력에 의해 유지하는 테이프를 확장함으로써 복수의 반도체 칩의 각각을 분리하는 공정에 의하여 제조된다.

[0026] 본 발명에 따른 레이저 가공 프로그램은 상기의 레이저 가공 방법을 컴퓨터에 실행시킨다.

[0027] 본 발명에 따른 기록 매체는, 상기의 레이저 가공 프로그램을 컴퓨터에 의해 판독 가능하게 기록한다.

발명의 효과

[0028] 본 발명에 의하면, 가공 라인에 레이저 광을 조사해서 가공 라인을 가공하는 레이저 가공 기술에 있어서, 가공 대상물의 활상을 효율적으로 행하는 것이 가능하게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 본 발명에 따른 레이저 가공 장치의 일례를 모식적으로 나타내는 정면도이다.
- 도 2는 도 1의 레이저 가공 장치를 모식적으로 나타내는 평면도이다.
- 도 3은 도 1의 레이저 가공 장치가 구비하는 전기적 구성을 나타내는 블럭도이다.
- 도 4는 레이저 가공이 실행 완료된 레이저 가공 기관을 생산하는 방법의 일례를 나타내는 플로우차트이다.
- 도 5는 링 프레임의 인출의 일례를 나타내는 플로우차트이다.
- 도 6은 링 프레임의 이재의 일례를 나타내는 플로우차트이다.
- 도 7a는 도 5 및 도 6의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 일례를 모식적으로 나타내는 평면도이다.
- 도 7b는 도 5 및 도 6의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 일례를 모식적으로 나타내는 평면도이다.
- 도 7c는 도 5 및 도 6의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 일례를 모식적으로 나타내는 평면도이다.
- 도 7d는 도 5 및 도 6의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 일례를 모식적으로 나타내는 평면도이다.
- 도 7e는 도 5 및 도 6의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 일례를 모식적으로 나타내는 평면도이다.
- 도 8은 링 프레임의 수납의 일례를 나타내는 플로우차트이다.
- 도 9는 링 프레임 얼라인먼트의 일례를 나타내는 플로우차트이다.
- 도 10은 링 프레임 얼라인먼트에서 실행되는 동작의 일례를 모식적으로 나타내는 평면도이다.
- 도 11은 기관 가공의 일례를 나타내는 플로우차트이다.
- 도 12는 도 11의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 일례를 모식적으로 나타내는 평면도이다.
- 도 13a는 캘리브레이션의 일례를 나타내는 플로우차트이다.
- 도 13b는 도 13a의 캘리브레이션에서 실행되는 스테이지 평면 특성의 일례를 나타내는 플로우차트이다.
- 도 13c는 도 13a의 캘리브레이션에서 실행되는 기관 평면 특성의 일례를 나타내는 플로우차트이다.
- 도 14는 각 분할 예정 라인에의 라인 가공 처리의 기본 공정을 나타내는 플로우차트이다.
- 도 15a는 도 14의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 제 1 예를 모식적으로 나타내는 도면이다.
- 도 15b는 도 14의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 제 2 예를 모식적으로 나타내는 도면이다.
- 도 15c는 도 14의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 제 3 예를 모식적으로 나타내는 도면이다.
- 도 15d는 도 14의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 제 4 예를 모식적으로 나타내는 도면이다.
- 도 15e는 도 14의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 제 5 예를 모식적으로 나타내는 도면이다.
- 도 15f는 도 14의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 제 6 예를 모식적으로 나타내는 도면이다.
- 도 15g는 도 14의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 제 7 예를 모식적으로 나타내는 도면이다.
- 도 16은 각 분할 예정 라인에의 라인 가공 처리의 제 1 응용예를 나타내는 플로우차트이다.
- 도 17은 도 16의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 일례를 모식적으로 나타내는 도면이다.
- 도 18은 각 분할 예정 라인에의 라인 가공 처리의 제 2 응용예를 나타내는 플로우차트이다.

- 도 19a는 도 18의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 제 1 예를 모식적으로 나타내는 도면이다.
- 도 19b는 도 18의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 제 2 예를 모식적으로 나타내는 도면이다.
- 도 20은 도 16의 스텝 S1008 또는 도 18의 스텝 S1104에서 취득되는 반도체 기관의 화상의 일례를 모식적으로 나타내는 도면이다.
- 도 21은 라인 가공 처리에서의 레이저 가공 조건의 결정 방법의 일례를 나타내는 플로우차트이다.
- 도 22a는 레이저 가공 조건의 결정에 관계되는 파라미터를 나타내는 도면이다.
- 도 22b는 레이저 가공 조건의 시간적 영향을 나타내는 도면이다.
- 도 22c는 도 21의 레이저 가공 조건의 결정에서 참조하는 테이블의 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 23은 촬상 범위를 촬상하는 상세 동작에서의 레이저 조사 위치와 촬상 범위의 위치 관계를 모식적으로 나타내는 평면도이다.
- 도 24는 촬상 범위를 촬상하는 상세 동작에서의 촬상 대상을 모식적으로 나타내는 평면도이다.
- 도 25는 카메라의 노광 제어의 일례를 나타내는 플로우차트이다.
- 도 26은 패닝 동작에 의해 촬상된 패닝 화상으로부터 취득할 수 있는 정보를 모식적으로 나타내는 도면이다.
- 도 27은 패닝 화상에 대하여 실행되는 화상 판정의 일례를 나타내는 플로우차트이다.
- 도 28은 도 27의 화상 판정에 사용되는 마스크를 모식적으로 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 도 1은 본 발명에 따른 레이저 가공 장치의 일례를 모식적으로 나타내는 정면도이고, 도 2는 도 1의 레이저 가공 장치를 모식적으로 나타내는 평면도이다. 양 도면 및 이하의 도면에서는, 수평 방향인 X방향과, X방향에 직교하는 수평 방향인 Y방향과, 연직 방향인 Z방향을 적당하게 나타낸다. 또한, X방향의 (+X)측(도 2 지면의 우측)과, X방향의 (+X)측과 반대의 (-X)측(도 2 지면의 좌측)을 적당하게 나타냄과 아울러, Y방향의 (+Y)측(도 2 지면의 상측)과 Y방향의 (+Y)측과 반대의 (-Y)측(도 2 지면의 하측)을 적당하게 나타낸다.
- [0031] 레이저 가공 장치(1)는 반도체 기관 W(가공 대상물)에 레이저 광을 조사함으로써 반도체 기관 W를 가공한다. 이 반도체 기관 W는 테이프 E를 개재해서 링 프레임 Fr에 의해 유지된다. 테이프 E는, 다이싱 테이프 또는 본딩 테이프이고, 테이프 E의 표면(상면)은 점착성을 갖는다. 링 프레임 Fr은 정8각형의 일부를 노치해서 슬릿 Fs를 형성한 외형을 갖고, 링 프레임 Fr의 중앙에는 원형의 개구 Fo가 형성되어 있다. 테이프 E의 표면은 개구 Fo의 전체에 중첩하도록 링 프레임 Fr에 하측으로부터 대향하고, 테이프 E의 표면의 둘레 가장자리가 링 프레임 Fr의 저면에 점착력에 의해 부착되어 있다. 또한, 반도체 기관 W가 테이프 E의 표면에 점착력에 의해 부착되어 있다. 이렇게 해서, 반도체 기관 W는 테이프 E를 개재해서 링 프레임 Fr에 의해 유지된 상태에서, 레이저 가공 장치(1) 내로 운반된다. 또한, 반도체 기관 W는 표면과 상기 표면과 반대의 이면을 갖고, 반도체 기관 W의 표면에 전자 회로가 형성되는 한편, 반도체 기관 W의 이면은 평탄하다. 그리고, 반도체 기관 W의 표면이 하측을 향하여 테이프 E의 표면에 부착되어 있다. 즉, 반도체 기관 W의 이면이 상측을 향한 상태에서, 반도체 기관 W는 유지된다.
- [0032] 레이저 가공 장치(1)는 반도체 기관 W를 수용하는 기관 수용부(2)와, 기관 수용부(2)로부터 인출된 반도체 기관 W를 유지하는 척 스테이지(3)(지지 부재)를 구비한다. 레이저 가공 장치(1)는 평판 형상의 베이스 플레이트(11)를 구비하고, 기관 수용부(2) 및 척 스테이지(3)는 베이스 플레이트(11)에 의해 지지된다. X방향에 있어서, 척 스테이지(3)는 기관 수용부(2)의 (+X)측에 배치되고, Y방향에 있어서 척 스테이지(3)는 기관 수용부(2)의 (-Y)측에 배치된다. 그리고, X방향에 있어서 척 스테이지(3)의 (-X)측이며, Y방향에 있어서 기관 수용부(2)의 (-Y)측의 스페이스가 기관 주교받기 영역 Aw가 된다.
- [0033] 기관 수용부(2)는 기관 수용 카세트(21)를 갖는다. 기관 수용 카세트(21)는 X방향의 양측에 설치된 1쌍의 측벽(22)과, 측벽(22) 사이에 형성된 개구(23)를 갖고, 개구(23)는 (-Y)측(즉, 기관 주교받기 영역 Aw측)을 향한다. 1쌍의 측벽(22)은 X방향에 대하여 수직으로 설치된 평판이고, X방향으로 서로 대향한다. 또한, 1쌍의 측벽(22) 각각의 내측에는 지지 돌기(24)가 설치된다. 이렇게 해서, X방향으로 대향하는 1쌍의 지지 돌기(24)가 서로 동일한 높이에 설치된다. 그리고, 개구(23)를 통해서 (-Y)측으로부터 1쌍의 지지 돌기(24)의 상측에 대하여, 반도체

체 기관 W를 유지하는 링 프레임 Fr을 끼워 넣을 수 있다. 이렇게 해서 끼워 넣어진 링 프레임 Fr의 X방향의 양 끝이, 1쌍의 지지 돌기(24)에 의해 하측으로부터 지지된다. 즉, 1쌍의 지지 돌기(24)의 상측이, 링 프레임 Fr을 수용하는 슬롯(25)으로서 기능하고, 개구(23)를 통해서 (-Y)측으로부터 슬롯(25)에 삽입된 링 프레임 Fr은, 상기 슬롯(25)에 대응하는 1쌍의 지지 돌기(24)에 의해 지지된다. 따라서, 기관 수용 카세트(21)의 슬롯(25)에 링 프레임 Fr을 삽입함으로써 링 프레임 Fr에 지지되는 반도체 기관 W를 기관 수용 카세트(21)에 수용할 수 있고, 기관 수용 카세트(21)의 슬롯(25)으로부터 링 프레임 Fr을 인출함으로써, 기관 수용 카세트(21)로부터 반도체 기관 W를 인출할 수 있다.

[0034] 또한, 기관 수용부(2)는, 기관 수용 카세트(21)를 지지하는 Z축 슬라이더(26)와, Z축 슬라이더(26)를 Z방향으로 구동하는 Z축 구동 기구(27)를 갖는다. Z축 구동 기구(27)는 베이스 플레이트(11)에 부착된 단축 로봇이고, Z축 슬라이더(26)를 Z방향으로 이동 가능하게 지지하는 Z축 구동 전달부(271)와, Z축 구동 전달부(271)에 지지되는 Z축 슬라이더(26)를 Z방향으로 구동하는 Z축 카세트 모터(272)를 갖는다. Z축 구동 전달부(271)는 Z축 카세트 모터(272)에 의해 구동되는 볼 나사를 갖고, 상기 볼 나사의 너트에 Z축 슬라이더(26)가 부착되어 있다. 단, Z축 구동 기구(27)의 구체적 구성은 이 예에 한정되지 않고, 예를 들면 리니어 모터이어도 된다. 이러한 Z축 구동 기구(27)는 Z축 구동 전달부(271)에 지지되는 Z축 슬라이더(26)를 Z축 카세트 모터(272)에 의해 구동함으로써 Z축 슬라이더(26)에 지지되는 기관 수용 카세트(21)를 Z방향으로 이동시킨다.

[0035] 기관 수용 카세트(21)에 대해서는, 기관 삽입 높이(211)가 설치되어 있고, 기관 삽입 높이(211)에 위치하는 슬롯(25)에 대하여, 반도체 기관 W의 삽입 및 인출을 실행할 수 있다. 따라서, Z축 구동 기구(27)에 의해 기관 수용 카세트(21)를 Z방향으로 이동시켜서, 복수의 슬롯(25) 중 기관 삽입 높이(211)에 위치하는 슬롯(25)을 변경함으로써 반도체 기관 W의 삽입 및 인출을 실행하는 슬롯(25)을 변경할 수 있다.

[0036] 이에 대하여 레이저 가공 장치(1)는 기관 삽입 높이(211)의 슬롯(25)과 기관 주교받기 영역 Aw 사이에서 Y방향으로 링 프레임 Fr을 운반하는 Y축 운반 기구(4)를 구비한다. Y축 운반 기구(4)는 리프트 핸드(41)와, 리프트 핸드(41)를 지지하는 Y축 슬라이더(43)와, Y축 슬라이더(43)를 Y방향으로 구동하는 Y축 구동 기구(45)를 갖는다. Y축 구동 기구(45)는 도시되지 않은 프레임에 의해 베이스 플레이트(11)에 부착된 단축 로봇이고, Y축 슬라이더(43)를 Y방향으로 이동 가능하게 지지하는 Y축 구동 전달부(451)와, Y축 구동 전달부(451)에 지지되는 Y축 슬라이더(43)를 Y방향으로 구동하는 Y축 리프트 핸드 모터(452)를 갖는다. Y축 구동 전달부(451)는 Y축 리프트 핸드 모터(452)에 의해 구동되는 볼 나사를 갖고, 상기 볼 나사의 너트에 Y축 슬라이더(43)가 부착되어 있다. 단, Y축 구동 기구(45)의 구체적 구성은 이 예에 한정되지 않고, 예를 들면 리니어 모터이어도 된다. 이러한 Y축 구동 기구(45)는 Y축 구동 전달부(451)에 의해 지지되는 Y축 슬라이더(43)를 Y축 리프트 핸드 모터(452)에 의해 구동함으로써 Y축 슬라이더(43)에 지지되는 리프트 핸드(41)를 Y방향으로 이동시킨다.

[0037] 리프트 핸드(41)는 Y축 슬라이더(43)에 지지되는 베이스부(411)와, 베이스부(411)로부터 (+Y)측으로 돌출되는 포크(412)를 갖는다. 포크(412)는 기관 삽입 높이(211)에 위치하고, 링 프레임 Fr을 하측으로부터 유지할 수 있다. Y축 운반 기구(4)는 후술하는 바와 같이, Y축 구동 기구(45)에 의해 리프트 핸드(41)를 Y방향으로 구동함으로써 리프트 핸드(41)의 포크(412)에 유지되는 링 프레임 Fr을, 기관 수용 카세트(21)와 기관 주교받기 영역 Aw 사이에서 이동시킨다.

[0038] 또한, 레이저 가공 장치(1)는 기관 주교받기 영역 Aw에 위치하는 리프트 핸드(41)와 척 스테이지(3) 사이에서 X방향으로 링 프레임 Fr을 운반하는 XZ축 운반 기구(5)를 구비한다. XZ축 운반 기구(5)는 흡착 핸드(51)와, 흡착 핸드(51)를 지지하는 X축 슬라이더(53)와, X축 슬라이더(53)를 X방향으로 구동하는 X축 구동부(55)를 갖는다. X축 구동부(55)는 도시되지 않은 프레임에 의해 베이스 플레이트(11)에 부착된 단축 로봇이고, X축 슬라이더(53)를 X방향으로 이동 가능하게 지지하는 X축 구동 전달부(551)와, X축 구동 전달부(551)에 지지되는 X축 슬라이더(53)를 X방향으로 구동하는 X축 흡착 핸드 모터(552)를 갖는다. X축 구동 전달부(551)는 X축 흡착 핸드 모터(552)에 의해 구동되는 볼 나사를 갖고, 상기 볼 나사의 너트에 X축 슬라이더(53)가 부착되어 있다. 단, X축 구동부(55)의 구체적 구성은 이 예에 한정되지 않고, 예를 들면 리니어 모터이어도 된다. 이러한 X축 구동부(55)는 X축 구동 전달부(551)에 지지되는 X축 슬라이더(53)를 X축 흡착 핸드 모터(552)에 의해 구동함으로써 X축 슬라이더(53)에 지지되는 흡착 핸드(51)를 X방향으로 이동시킨다.

[0039] 또한, XZ축 운반 기구(5)는 흡착 핸드(51)에 부착된 Z축 슬라이더(56)와, Z축 슬라이더(56)를 X축 슬라이더(53)에 대하여 Z방향으로 구동하는 Z축 구동부(58)를 갖는다. 즉, 흡착 핸드(51)는 Z축 슬라이더(56) 및 Z축 구동부(58)를 개재해서 X축 슬라이더(53)에 의해 지지된다. Z축 구동부(58)는 X축 슬라이더(53)에 부착된 단축 로봇이고, Z축 슬라이더(56)를 Z방향으로 이동 가능하게 지지하는 Z축 구동 전달부(581)와, Z축 구동 전달부(581)에

지지되는 Z축 슬라이더(56)를 Z방향으로 구동하는 Z축 흡착 핸드 모터(582)를 갖는다. Z축 구동 전달부(581)는 Z축 흡착 핸드 모터(582)에 의해 구동되는 볼 나사를 갖고, 상기 볼 나사의 너트에 Z축 슬라이더(56)가 부착되어 있다. 단, Z축 구동부(58)의 구체적 구성은 이 예에 한정되지 않고, 예를 들면 리니어 모터이어도 된다. Z축 슬라이더(56)는 Z축 구동부(58)로부터 X축 구동 전달부(551)의 하측까지 이어설치되어서, Z축 슬라이더(56)의 하단에 흡착 핸드(51)가 부착되어 있다. 이러한 Z축 구동부(58)는 Z축 구동 전달부(581)에 지지되는 Z축 슬라이더(56)를 Z축 흡착 핸드 모터(582)에 의해 구동함으로써 Z축 슬라이더(56)에 지지되는 흡착 핸드(51)를 Z방향으로 이동시킨다.

[0040] 흡착 핸드(51)는 Z축 슬라이더(56)에 지지되는 베이스부(511)와, 베이스부(511)로부터 (+Y)측으로 돌출된 환형상 흡착 부재(512)를 갖는다. 환형상 흡착 부재(512)는 원환 형상을 갖고, 환형상 흡착 부재(512)의 저면(513)에는, 복수의 흡착 구멍이 개구하고 있다. 이 환형상 흡착 부재(512)의 저면(513)을 링 프레임 Fr에 상측으로부터 접촉하면서 상기 저면(513)의 각 흡착 구멍에 발생시킨 부압에 의해 링 프레임 Fr을 흡인함으로써 흡착 핸드(51)에 의해 링 프레임 Fr을 상측으로부터 유지할 수 있다. XZ축 운반 기구(5)는 후술하는 바와 같이, X축 구동부(55)에 의해 흡착 핸드(51)를 X방향으로 구동함과 아울러 Z축 구동부(58)에 의해 흡착 핸드(51)를 Z방향으로 구동함으로써 흡착 핸드(51)의 환형상 흡착 부재(512)에 유지되는 링 프레임 Fr을 기판 주고받기 영역 Aw와 척 스테이지(3) 사이에서 이동시킨다.

[0041] 척 스테이지(3)는 테이프 E를 개재해서 반도체 기관 W를 지지하는 링 프레임 Fr이 적재되는 흡착 플레이트(31)를 갖는다. 흡착 플레이트(31)는 원형을 갖고, 흡착 플레이트(31)의 상면(311)에는 복수의 흡착 구멍이 개구한다. 그리고, 흡착 플레이트(31)의 상면(311)의 각 흡착 구멍에 발생시킨 부압에 의해 상기 상면(311)에 접촉하는 테이프 E를 흡인함으로써 흡착 플레이트(31)에 테이프 E를 고정할 수 있다. 또한, 척 스테이지(3)는 흡착 플레이트(31)의 둘레 가장자리에 설치된 복수의 클램퍼(32)를 갖는다. 이 척 스테이지(3)는 흡착 플레이트(31)에 적재된 링 프레임 Fr에 대하여 클램퍼(32)를 상측으로부터 대향시켜서, 클램퍼(32)와 흡착 플레이트(31) 사이에 링 프레임 Fr을 끼워 넣음으로써 링 프레임 Fr을 흡착 플레이트(31)에 고정한다. 또한, 척 스테이지(3)는 링 프레임 Fr로부터 클램퍼(32)를 측방으로 퇴피시킴으로써 링 프레임 Fr의 흡착 플레이트(31)에의 고정을 해제한다.

[0042] 이와 같이, 척 스테이지(3)는 흡착 플레이트(31)에 의한 테이프 E의 흡인과, 클램퍼(32)에 의한 링 프레임 Fr의 고정에 의하여, 테이프 E를 개재해서 링 프레임 Fr에 지지된 반도체 기관 W를 유지한다. 이와 같이 클램퍼(32)를 병용함으로써 흡착 플레이트(31)에 의한 테이프 E의 흡인에만 의해 반도체 기관 W를 유지하는 경우와 비교하여 흡착 플레이트(31)에의 테이프 E의 흡인을 약한 흡인력으로 실행할 수 있어 테이프 E의 흡인이 반도체 기관 W에 주는 영향을 완화시킬 수 있다.

[0043] 또한, 레이저 가공 장치(1)는 척 스테이지(3)를 지지하는 XY θ 구동 테이블(6)을 구비한다. XY θ 구동 테이블(6)은 베이스 플레이트(11) 상에 배치되어서, 베이스 플레이트(11)에 대하여 척 스테이지(3)를 X방향, Y방향 및 θ 방향으로 구동한다. 여기서, θ 방향은 Z방향과 평행한 회전축을 중심으로 하는 회전 방향이다. 즉, XY θ 구동 테이블(6)은 Y방향과 평행하게 베이스 플레이트(11)에 부착된 Y축 가이드(61)와, Y축 가이드(61)에 의해 Y방향으로 이동 가능하게 지지되는 Y축 슬라이더(62)와, Y축 슬라이더(62)를 Y방향으로 구동하는 Y축 구동부(63)를 갖는다. Y축 구동부(63)는 베이스 플레이트(11)에 부착된 단축 로봇이고, Y축 슬라이더(62)를 Y방향으로 이동 가능하게 지지하는 Y축 구동 전달부(631)와, Y축 구동 전달부(631)에 지지되는 Y축 슬라이더(62)를 Y방향으로 구동하는 Y축 테이블 모터(632)를 갖는다. Y축 구동 전달부(631)는 Y축 테이블 모터(632)에 의해 구동되는 볼 나사를 갖고, 상기 볼 나사의 너트에 Y축 슬라이더(62)가 부착되어 있다. 단, Y축 구동부(63)의 구체적 구성은 이 예에 한정되지 않고, 예를 들면 리니어 모터이어도 된다.

[0044] 또한 XY θ 구동 테이블(6)은 X축 슬라이더(64)와, X축 슬라이더(64)를 Y축 슬라이더(62)에 대하여 X방향으로 구동하는 X축 구동부(65)를 갖는다. X축 구동부(65)는 Y축 슬라이더(62)에 부착된 단축 로봇이고, X축 슬라이더(64)를 X방향으로 이동 가능하게 지지하는 X축 구동 전달부(651)와, X축 구동 전달부(651)에 지지되는 X축 슬라이더(64)를 X방향으로 구동하는 X축 테이블 모터(652)를 갖는다. X축 구동 전달부(651)는 X축 테이블 모터(652)에 의해 구동되는 볼 나사를 갖고, 상기 볼 나사의 너트에 X축 슬라이더(64)가 부착되어 있다. 단, X축 구동부(65)의 구체적 구성은 이 예에 한정되지 않고, 예를 들면 리니어 모터이어도 된다.

[0045] 또한, XY θ 구동 테이블(6)은 X축 슬라이더(64)에 부착된 θ 축 테이블 모터(66)를 갖는다. 이 θ 축 테이블 모터(66)는 X축 슬라이더(64)에 대하여 척 스테이지(3)를 θ 방향으로 구동한다.

[0046] 이러한 XY θ 구동 테이블(6)은 Y축 테이블 모터(632)에 의해 척 스테이지(3)를 Y방향으로 구동하고, X축 테이블 모터(652)에 의해 척 스테이지(3)를 X방향으로 구동하고, θ 축 테이블 모터(66)에 의해 척 스테이지(3)를 θ 방

향으로 구동할 수 있다.

[0047] 또한, 레이저 가공 장치(1)는 척 스테이지(3)에 유지되는 반도체 기관 W에 대하여 레이저 가공을 실행하는 레이저 가공부(7)를 구비한다. 레이저 가공부(7)는 척 스테이지(3)에 유지되는 반도체 기관 W에 상측으로부터 대향하는 가공 헤드(71)를 갖는다. 가공 헤드(71)는 소정의 진동수의 레이저 광 B를 발생하는 레이저 광원(72)과, 레이저 광원(72)으로부터 사출된 레이저 광 B를 반도체 기관 W에 조사하는 광학계(73)(렌즈 및 조리개 등)를 갖는다. 이 가공 헤드(71)는 소정의 레이저 조사 위치 Lb를 갖고, 상기 레이저 조사 위치 Lb에 Z방향의 상측으로부터 대향한다. 그리고, 가공 헤드(71)는 레이저 광원(72)으로부터 사출된 레이저 광 B를 광학계(73)에 의해 레이저 조사 위치 Lb에 집광함으로써 반도체 기관 W 중 레이저 조사 위치 Lb에 중첩하는 부분에 개질층을 형성한다.

[0048] 또한, 레이저 가공부(7)는 가공 헤드(71)를 지지하는 Z축 슬라이더(78)와 Z축 슬라이더(78)를 Z방향으로 구동하는 Z축 구동부(79)를 갖는다. Z축 구동부(79)는 베이스 플레이트에 부착된 단축 로봇이고, Z축 슬라이더(78)를 Z방향으로 이동 가능하게 지지하는 Z축 구동 전달부(791)와 Z축 구동 전달부(791)에 지지되는 Z축 슬라이더(78)를 Z방향으로 구동하는 Z축 헤드 모터(792)를 갖는다. Z축 구동 전달부(791)는 Z축 헤드 모터(792)에 의해 구동되는 볼 나사를 갖고, 상기 볼 나사의 너트에 Z축 슬라이더(78)가 부착되어 있다. 단, Z축 구동부(79)의 구체적인 구성은 이 예에 한정되지 않고, 예를 들면 리니어 모터이어도 된다. 이러한 Z축 구동부(79)는 Z축 구동 전달부(791)에 지지되는 Z축 슬라이더(78)를 Z축 헤드 모터(792)에 의해 구동함으로써 Z축 슬라이더(78)에 지지되는 가공 헤드(71)를 Z방향으로 이동시켜서, 적외선 카메라(81)의 레이저 조사 위치 Lb를 Z방향으로 이동시킨다.

[0049] 또한, 레이저 가공 장치(1)는 척 스테이지(3)에 유지되는 반도체 기관 W를 촬상하는 촬상부(8)를 구비한다. 특히, X방향에 있어서 레이저 가공부(7)를 사이에 두도록 배치된 2대의 촬상부(8)가 설치되어 있다. 이들 2대의 촬상부(8)를 구별할 때에는, 레이저 가공부(7)의 (+X)측의 촬상부(8)를 촬상부(8A)라고 하고, 레이저 가공부(7)의 (-X)측의 촬상부(8)를 촬상부(8B)라고 하는 것으로 한다. 이와 같이, 촬상부(8A), 레이저 가공부(7) 및 촬상부(8B)가 X방향으로 배열되어 있다. 또한, 촬상부(8A) 및 촬상부(8B) 각각의 기본적인 구성은 공통된다. 따라서, 촬상부(8A, 8B)에서 공통되는 구성은 이들을 구별하지 않고 설명을 행하는 것으로 한다.

[0050] 촬상부(8)는 척 스테이지(3)에 유지되는 반도체 기관 W에 상측으로부터 대향하는 적외선 카메라(81)를 갖는다. 이 적외선 카메라(81)는 소정의 촬상 범위 Ri(바뀌 말하면, 시야)를 갖고, 상기 촬상 범위 Ri에 대하여 Z방향의 상측으로부터 대향한다. 그리고, 적외선 카메라(81)는 촬상 범위 Ri로부터 사출되는 적외선을 검출함으로써 촬상 범위 Ri를 촬상하고, 촬상 범위 Ri의 화상을 취득한다.

[0051] 또한, 촬상부(8)는 적외선 카메라(81)를 지지하는 Z축 슬라이더(88)와 Z축 슬라이더(88)를 Z방향으로 구동하는 Z축 구동부(89)를 갖는다. Z축 구동부(89)는 베이스 플레이트에 부착된 단축 로봇이고, Z축 슬라이더(88)를 Z방향으로 이동 가능하게 지지하는 Z축 구동 전달부(891)와 Z축 구동 전달부(891)에 지지되는 Z축 슬라이더(88)를 Z방향으로 구동하는 Z축 카메라 모터(892)를 갖는다. Z축 구동 전달부(891)는 Z축 카메라 모터(892)에 의해 구동되는 볼 나사를 갖고, 상기 볼 나사의 너트에 Z축 슬라이더(88)가 부착되어 있다. 단, Z축 구동부(89)의 구체적인 구성은 이 예에 한정되지 않고, 예를 들면 리니어 모터이어도 된다. 이러한 Z축 구동부(89)는 Z축 구동 전달부(891)에 지지되는 Z축 슬라이더(88)를 Z축 카메라 모터(892)에 의해 구동함으로써 Z축 슬라이더(88)에 지지되는 적외선 카메라(81)를 Z방향으로 이동시켜서, 적외선 카메라(81)의 촬상 범위 Ri를 Z방향으로 이동시킨다.

[0052] 또한, 촬상부(8A)의 적외선 카메라(81)와 촬상부(8B)의 적외선 카메라(81)는 서로 상이한 해상도를 갖는다. 구체적으로는, 촬상부(8A)의 적외선 카메라(81)는 촬상부(8B)의 적외선 카메라(81)보다 높은 해상도를 갖고, 바뀌 말하면 좁은 시야를 갖는다. 단, 촬상부(8A)와 촬상부(8B)에서 적외선 카메라(81)의 해상도가 상이할 필요는 없고, 이들의 적외선 카메라(81)가 동일한 해상도를 갖고 있어도 된다. 또한, 여기의 예에서는, 촬상부(8A)의 촬상 범위 Ri, 가공 헤드(71)의 레이저 조사 위치 Lb 및 촬상부(8B)의 촬상 범위 Ri 각각의 중심이 X방향과 평행하게 나열된다. 단, 이것들이 X방향과 평행할 필요는 반드시 없고, 가공 헤드(71)의 레이저 조사 위치 Lb에 대하여, 촬상부(8A)의 촬상 범위 Ri가 (+X)측에 위치하고, 촬상부(8B)의 촬상 범위 Ri가 (-X)측에 위치하고 있으면 된다.

[0053] 도 3은 도 1의 레이저 가공 장치가 구비하는 전기적 구성을 나타내는 블럭도이다. 도 3에 나타내는 바와 같이, 레이저 가공 장치(1)는 도 1 및 도 2에 나타낸 구성을 제어하는 제어부(100)를 구비한다. 제어부(100)는 레이저 가공 장치(1) 내에서, 반도체 기관 W의 운반에 관련되는 기관 운반계(기관 수용부(2), Y축 운반 기구(4) 및 XZ축 운반 기구(5))의 제어를 담당하는 핸들링 제어 연산부(110)와, 반도체 기관 W에의 레이저 가공에 관한 레이저 가공계(척 스테이지(3), XYθ 구동 테이블(6), 레이저 가공부(7) 및 촬상부(8))의 제어를 담당하는 레이저

가공 제어 연산부(120)를 갖는다.

- [0054] 또한, 제어부(100)는 핸들링 제어 연산부(110)로부터의 명령에 따라서, 기관 수용 카세트(21)에 대한 반도체 기관 W의 삽탈(挿脫) 동작을 제어하는 카세트 제어부(111)를 갖는다. 이 카세트 제어부(111)는 Z축 카세트 모터(272)를 제어함으로써 기관 수용 카세트(21)의 Z방향의 위치를 조정하고, Y축 리프트 핸드 모터(452)를 제어함으로써 리프트 핸드(41)의 Y방향의 위치를 조정한다.
- [0055] 또한, 제어부(100)는 핸들링 제어 연산부(110)로부터의 명령에 따라, 흡착 핸드(51)에 의한 반도체 기관 W의 운반 동작을 제어하는 핸드 제어부(112)를 갖는다. 핸드 제어부(112)는 X축 흡착 핸드 모터(552)를 제어함으로써 흡착 핸드(51)의 X방향의 위치를 조정하고, 핸드 제어부(112)는 Z축 흡착 핸드 모터(582)를 제어함으로써 흡착 핸드(51)의 Z방향의 위치를 조정한다. 또한, 핸드 제어부(112)는 흡착 핸드(51)의 환형상 흡착 부재(512)의 저면(513)에 개구하는 흡착 구멍을 흡인하는 흡인 펌프(591)를 제어한다. 즉, 핸드 제어부(112)는 흡인 펌프(591)에 의해 흡착구멍으로 부압을 공급함으로써 흡착 핸드(51)에 의해 링 프레임 Fr을 흡착하고, 흡인 펌프(591)에 의한 흡착 구멍으로의 부압의 공급을 정지함으로써 흡착 핸드(51)로부터 링 프레임 Fr을 분리한다.
- [0056] 또한, 제어부(100)는 레이저 가공 제어 연산부(120)로부터의 명령에 따라서, 척 스테이지(3)에 의한 기관 고정 동작이나 척 스테이지(3)의 구동을 제어하는 스테이지 제어부(121)를 갖는다. 스테이지 제어부(121)는 X축 테이블 모터(652), Y축 테이블 모터(632) 및 θ 축 테이블 모터(66)를 각각 제어함으로써 척 스테이지(3)의 X방향, Y방향 및 θ 방향으로의 위치를 조정한다. 또한, 스테이지 제어부(121)는 클램퍼(32)를 구동하는 클램퍼 구동부(691)를 제어함으로써 클램퍼 구동부(691)에 의한 흡착 플레이트(31)로의 링 프레임 Fr의 고정이나, 상기 고정의 해제를 실행한다. 또한, 스테이지 제어부(121)는 흡착 플레이트(31)의 상면(311)에 개구하는 흡착 구멍을 흡인하는 흡인 펌프(692)를 제어한다. 즉, 스테이지 제어부(121)는 흡인 펌프(692)에 의해 흡착 구멍으로 부압을 공급함으로써 흡착 플레이트(31)에 의해 테이블 E를 흡착하고, 흡인 펌프(692)에 의한 흡착 구멍으로의 부압의 공급을 정지함으로써 흡착 플레이트(31)에 의한 테이블 E의 흡착을 해제한다.
- [0057] 또한, 제어부(100)는 촬상부(8A)를 제어하는 카메라 제어부(122A)와, 촬상부(8B)를 제어하는 카메라 제어부(122B)를 갖는다. 이들 핸드 제어부(112A, 112B)는 각각의 대상인 촬상부(8A, 8B)의 적외선 카메라(81) 및 Z축 카메라 모터(892)에 대하여 다음 제어를 실행한다. 즉, 카메라 제어부(122A, 122B)의 각각은 적외선 카메라(81)에 반도체 기관 W를 촬상시켜서 반도체 기관 W의 화상을 취득하고, Z축 카메라 모터(892)에 의해 적외선 카메라(81)를 Z방향으로 구동함으로써 적외선 카메라(81)로부터 반도체 기관 W까지의 거리를 Z방향으로 조정한다.
- [0058] 또한, 제어부(100)는 레이저 가공부(7)를 제어하는 가공 헤드 제어부(123)를 갖는다. 가공 헤드 제어부(123)는 레이저 광원(72)을 구동하고, 레이저 광원(72)으로부터 레이저 광 B를 사출시키고, Z축 헤드 모터(792)에 의해 가공 헤드(71)를 Z 방향으로 구동함으로써 가공 헤드(71)로부터 반도체 기관 W까지의 거리를 Z방향으로 조정한다. 또한, 가공 헤드(71)는 반도체 기관 W으로부터의 높이(Z방향으로의 거리)를 검출하는 높이 검출부(74)를 갖는다. 이 높이 검출부(74)는, 소위 거리 센서이다. 또한, 가공 헤드(71)의 광학계(73)는 포커스 조정 기구(75)를 갖는다. 포커스 조정 기구(75)는 광학계(73)의 초점을 Z방향으로 변위시킴으로써 레이저 광 B를 집광하는 위치를 조정한다. 특히, 가공 헤드 제어부(123)는 높이 검출부(74)가 검출된 반도체 기관 W로부터 가공 헤드(71)까지의 높이에 기초해서 포커스 조정 기구(75)를 제어함으로써 반도체 기관 W의 내부의 소정 위치로 레이저 광 B를 집광한다.
- [0059] 또한, 상술한 제어부(100)의 각 기능은 CPU(Central Processing Unit)라고 한 프로세서나 FPGA(Field Programable Gate Array) 등에 의해 실현할 수 있다.
- [0060] 또한, 제어부(100)는 HDD(Hard Disk Drive) 또는 SSD(Solid State Drive)라고 한 기억 장치인 기억부(190)를 갖는다. 이 기억부(190)에는, 반도체 기관 W의 레이저 가공을 위해 레이저 가공 장치(1)에서 실행되는 후술의 동작을 규정하는 레이저 가공 프로그램(191)이 보존되어 있다. 즉, 제어부(100)는 레이저 가공 프로그램(191)을 실행함으로써 도 4~도 22c를 이용하여 후술하는 각 제어를 실행한다. 또한, 레이저 가공 프로그램(191)은 레이저 가공 장치(1)의 외부의 기록 매체(192)에 의해 제공되고, 제어부(100)(컴퓨터)는 기록 매체(192)에 기록된 레이저 가공 프로그램(191)을 판독해서 기억부(190)에 보존한다. 이러한 기록 매체(192)로서는, 예를 들면 USB(Universal Serial Bus) 메모리나, 외부의 컴퓨터의 기억 장치 등이 열거된다.
- [0061] 도 4는 레이저 가공이 실행 완료된 레이저 가공 기관을 생산하는 방법의 일례를 나타내는 플로우차트이다. 도 4의 플로우차트는, 레이저 가공 프로그램(191)에 기초한 제어부(100)의 제어에 따라서 실행된다. 스텝 S101에서는, 리프트 핸드(41)가 링 프레임 Fr을 기관 수용 카세트(21)로부터 기관 주교받기 영역 Aw로 인출하고, 스텝

S102에서는, 기관 주고받기 영역 Aw의 흡착 핸드(51)가 리프트 핸드(41)로부터 척 스테이지(3)에 링 프레임 Fr을 이체한다. 이것에 의해, 링 프레임 Fr에 유지되는 반도체 기관 W가 기관 수용 카세트(21)로부터 기관 주고받기 영역 Aw에 인출되고 나서, 기관 주고받기 영역 Aw로부터 척 스테이지(3)로 이체된다. 구체적으로는, 스텝 S101에서는, 도 5의 링 프레임의 인출이 실행되고, 스텝 S102에서는, 도 6의 링 프레임의 이체가 실행된다.

[0062] 도 5는 링 프레임의 인출의 일례를 나타내는 플로우차트이며, 도 6은 링 프레임의 이체의 일례를 나타내는 플로우차트이며, 도 7a~도 7e는 도 5 및 도 6의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 일례를 모식적으로 나타내는 평면도이다.

[0063] 도 5의 스텝 S201에서는, 제어부(100)는 리프트 핸드(41)가 비어있거나, 즉 리프트 핸드(41)에 링 프레임 Fr이 적재되어 있지 않는지를 확인한다. 리프트 핸드(41)가 비어있는지의 확인은 예를 들면, 리프트 핸드(41)에 실행시킨 동작의 이력 등에 기초해서 실행할 수 있다. 리프트 핸드(41)가 비어있지 않은 경우(스텝 S201에서 「NO」의 경우)에는, 도 5의 플로우차트를 종료하는 한편, 리프트 핸드(41)가 비어있는 경우(스텝 S201에서 「YES」의 경우)에는, 스텝 S201로 진행된다.

[0064] 스텝 S202에서는, 제어부(100)는 리프트 핸드(41)의 적어도 일부가 기관 수용 카세트(21) 내에 위치하는지, 바꿔 말하면 기관 수용 카세트(21)의 개구(23)보다 기관 수용 카세트(21)의 내측(즉, (+Y)측)에 위치하는지를 확인한다. 리프트 핸드(41)의 일부가 기관 수용 카세트(21) 내에 위치하는지의 확인은, 예를 들면 리프트 핸드(41)를 Y방향으로 구동하는 Y축 리프트 핸드 모터(452)의 엔코더의 출력이 나타내는 리프트 핸드(41)의 위치에 기초해서 실행할 수 있다. 리프트 핸드(41)가 기관 수용 카세트(21)로부터 (-Y)측으로 퇴피하고 있는 경우(스텝 S202에서 「NO」의 경우)에는, 스텝 S203을 실행하지 않고 스텝 S204로 진행되는 한편, 리프트 핸드(41)의 일부가 기관 수용 카세트(21) 내에 위치하는 경우(스텝 S202에서 「YES」의 경우)에는, 스텝 S203으로 진행된다. 스텝 S203에서는, 제어부(100)는 Y축 리프트 핸드 모터(452)에 의해 리프트 핸드(41)를 (-Y)측으로 구동함으로써 리프트 핸드(41)를 기관 수용 카세트(21)로부터 (-Y)측으로 인출하고, 기관 수용 카세트(21)의 (-Y)측으로 퇴피시킨다.

[0065] 스텝 S204에서는, 제어부(100)는 Z축 카세트 모터(272)에 의해 기관 수용 카세트(21)를 Z방향으로 구동함으로써 인출 대상이 되는 링 프레임 Fr을 수용하는 슬롯(25)을, 기관 삽입 높이(211)로부터 소정 높이만큼 높은 위치로 위치 결정한다. 이 소정 높이는, Z방향에 있어서 인접하는 슬롯(25)의 간격보다 짧다. 이것에 의해, 인출 대상이 되는 링 프레임 Fr의 저면이, 리프트 핸드(41)로부터 소정 높이만큼 높은 위치로 조정된다.

[0066] 스텝 S205에서는, 도 7a에 나타내는 바와 같이, 제어부(100)는 Y축 리프트 핸드 모터(452)에 의해 리프트 핸드(41)를 (+Y)측으로 구동함으로써 리프트 핸드(41)를 기관 수용 카세트(21)의 내측에 삽입한다. 이것에 의해, 리프트 핸드(41)는 인출 대상이 되는 링 프레임 Fr에 하측으로부터 간극을 두고 대향한다.

[0067] 스텝 S206에서는, 제어부(100)는 Z축 카세트 모터(272)에 의해 기관 수용 카세트(21)를 Z방향으로 하강시킨다. 이것에 의해, 인출 대상이 되는 링 프레임 Fr이 리프트 핸드(41) 상에 적재됨과 아울러, 슬롯(25)(즉, 슬롯(25))을 규정하는 1쌍의 지지 돌기(24)에 대하여 상승한다.

[0068] 스텝 S207에서는, 제어부(100)는 Y축 리프트 핸드 모터(452)에 의해 리프트 핸드(41)를 (-Y)측으로 구동함으로써 리프트 핸드(41)를 기관 수용 카세트(21)의 외측에 설치된 기관 주고받기 영역 Aw까지 인출한다. 이것에 의해, 도 7b에 나타내는 바와 같이, 리프트 핸드(41)에 적재된 링 프레임 Fr이 기관 주고받기 영역 Aw에 위치한다.

[0069] 도 6의 스텝 S301에서는, 제어부(100)는 도 7c에 나타내는 바와 같이, X축 흡착 핸드 모터(552)에 의해 흡착 핸드(51)의 X방향의 위치를 조정함으로써 기관 주고받기 영역 Aw에서 리프트 핸드(41)에 지지되는 링 프레임 Fr에 대하여, 흡착 핸드(51)를 상측으로부터 대향시킨다. 이 때, 제어부(100)는 Z축 흡착 핸드 모터(582)에 의해 흡착 핸드(51)의 높이를 조정함으로써 링 프레임 Fr보다 높은 위치로 흡착 핸드(51)를 조정한다. 따라서, 흡착 핸드(51)는 링 프레임 Fr에 대하여 간극을 두고 대향한다.

[0070] 스텝 S302에서는, 제어부(100)는 링 프레임 Fr에 대향하는 흡착 핸드(51)를 Z축 구동 전달부(581)에 의해 하강시켜서, 흡착 핸드(51)의 저면(513)을 링 프레임 Fr의 상면에 접촉시킨다. 스텝 S303에서는, 제어부(100)는 흡착 핸드(51)의 저면(513)에 설치된 흡착 구멍에 흡인 펌프(591)에 의해 부압을 발생시키고, 흡착 핸드(51)는 이 부압에 의해 링 프레임 Fr을 흡착한다. 이렇게 해서, 흡착 핸드(51)에 의해 링 프레임 Fr이 유지된다. 스텝 S304에서는, 제어부(100)는 Z축 흡착 핸드 모터(582)에 의해 흡착 핸드(51)를 상승시킨다. 이것에 의해, 흡착 핸드(51)가 리프트 핸드(41)로부터 링 프레임 Fr을 들어 올린다.

- [0071] 스텝 S305에서는, 제어부(100)는 도 7d에 나타내는 바와 같이, X축 흡착 핸드 모터(552)에 의해 흡착 핸드(51)를 (+X)측으로 구동함으로써 링 프레임 Fr의 이재처인 척 스테이지(3)에 대하여, 흡착 핸드(51)를 상측으로부터 대향시킨다. 이 때, 제어부(100)는 Z축 흡착 핸드 모터(582)에 의해 흡착 핸드(51)의 높이를 조정함으로써 흡착 핸드(51)에 유지되는 링 프레임 Fr을 척 스테이지(3)보다 높은 위치로 조정한다. 따라서, 흡착 핸드(51)에 유지되는 링 프레임 Fr은, 척 스테이지(3)에 대하여 간격을 두고 대향한다.
- [0072] 스텝 S306에서는, 제어부(100)는 Z축 흡착 핸드 모터(582)에 의해 흡착 핸드(51)를 하강시킴으로써 흡착 핸드(51)에 의해 유지되는 링 프레임 Fr(및 테이프 E)을 척 스테이지(3)의 흡착 플레이트(31)에 적재한다. 스텝 S307에서는, 제어부(100)는 흡인 펌프(591)를 정지시켜서, 흡착 핸드(51)에 의한 링 프레임 Fr의 흡착을 해제한다.
- [0073] 스텝 S308에서는, 제어부(100)는 링 프레임 Fr의 이재처가 척 스테이지(3)인지의 여부를 확인한다. 예를 들면, 후술하는 스텝 S104와 같이 링 프레임 Fr의 이재처가 리프트 핸드(41)인 경우에는, 스텝 S308에서 「NO」라고 판단되어서, 도 6의 플로우차트가 종료한다. 여기에서는, 링 프레임 Fr의 이재처는 척 스테이지(3)이기 때문에, 스텝 S308에서 「YES」라고 판단되어서, 스텝 S309로 진행된다.
- [0074] 스텝 S309에서는, 제어부(100)는 클램퍼 구동부(691)에 의해 클램퍼(32)를 구동함으로써 척 스테이지(3)의 흡착 플레이트(31)에 적재된 링 프레임 Fr을, 클램퍼(32)와 흡착 플레이트(31) 사이에 끼워 넣고, 링 프레임 Fr을 클램프한다. 또한, 스텝 S310에서는, 제어부(100)는 흡착 플레이트(31)의 상면(311)에 설치된 흡착 구멍에 흡인 펌프(692)에 의해 부압을 발생시키고, 흡착 플레이트(31)는 링 프레임 Fr에 붙여진 테이프 E를 이 부압에 의해 흡착한다. 이렇게 해서, 척 스테이지(3)에 의해 링 프레임 Fr이 유지된다. 스텝 S311에서는, 제어부(100)는 Z축 흡착 핸드 모터(582)에 의해 흡착 핸드(51)를 상승시킨다. 이것에 의해, 흡착 핸드(51)가 척 스테이지(3)에 유지된 링 프레임 Fr로부터 상방으로 퇴피한다. 이렇게 해서, 도 7e에 나타내는 바와 같이, 기관 수용 카세트(21)로부터 척 스테이지(3)에의 링 프레임 Fr의 이재가 완료한다(도 4의 스텝 S101, S102).
- [0075] 도 4의 스텝 S103에서는, 척 스테이지(3)에 유지되는 반도체 기관 W를 레이저 광 B에 의해 가공하는 기관 가공이 실행되어서, 반도체 기관 W에 설치된 복수의 분할 예정 라인에 레이저 광 B가 조사된다. 이 기관 가공의 상세는 후술한다.
- [0076] 기관 가공이 완료하면, 스텝 S104, S105가 실행된다. 스텝 S104에서는, 흡착 핸드(51)가 척 스테이지(3)로부터 기관 주고받기 영역 Aw의 리프트 핸드(41)에 링 프레임 Fr을 이재하고, 스텝 S105에서는, 리프트 핸드(41)가 기관 주고받기 영역 Aw로부터 기관 수용 카세트(21)에 링 프레임 Fr을 수납한다. 이것에 의해, 링 프레임 Fr에 유지되는 반도체 기관 W가, 척 스테이지(3)로부터 기관 주고받기 영역 Aw로 이재되고 나서, 기관 주고받기 영역 Aw으로부터 기관 수용 카세트(21)에 수납된다. 구체적으로는, 스텝 S104에서는, 도 6의 링 프레임의 이재가 실행되고, 스텝 S105에서는, 도 8의 링 프레임의 수납이 실행되어서, 상술의 도 7a~도 7e와 반대의 동작이 실행된다. 여기서, 도 8은 링 프레임의 수납의 일례를 나타내는 플로우차트이다.
- [0077] 스텝 S104에서 실행되는 도 6의 동작은, 스텝 S102에서 실행되는 도 6의 상술의 동작과 같으므로, 여기에서는, 상술의 동작과의 차이를 중심으로 설명하고, 공통되는 동작에 대해서는 적당하게 설명을 생략한다. 도 6의 스텝 S301에서는, 제어부(100)는 X축 흡착 핸드 모터(552)에 의해 흡착 핸드(51)의 X방향의 위치를 조정함으로써 척 스테이지(3)에 적재되는 링 프레임 Fr에 대하여, 흡착 핸드(51)를 상측으로부터 대향시킨다. 그리고, 제어부(100)는 흡착 핸드(51)를 링 프레임 Fr까지 하강시켜서(스텝 S302), 흡착 핸드(51)에 링 프레임 Fr을 흡착시킨다(스텝 S303). 여기서, 제어부(100)는 흡착 핸드(51)를 상승시킨다(스텝 S304). 이것에 의해, 흡착 핸드(51)가 척 스테이지(3)로부터 링 프레임 Fr을 들어 올린다.
- [0078] 스텝 S305에서는, 제어부(100)는 X축 흡착 핸드 모터(552)에 의해 흡착 핸드(51)를 (-X)측으로 구동한다. 이 때, 리프트 핸드(41)는 기관 주고받기 영역 Aw에서 대기하고 있는, 이것에 의해, 링 프레임 Fr의 이재처인 기관 주고받기 영역 Aw의 리프트 핸드(41)에 대하여, 흡착 핸드(51)가 상측으로부터 대향한다. 그리고, 제어부(100)는 Z축 흡착 핸드 모터(582)에 의해 흡착 핸드(51)를 하강시킴으로써 흡착 핸드(51)에 의해 유지되는 링 프레임 Fr을 리프트 핸드(41)에 적재한다(스텝 S306). 그리고, 제어부(100)는 흡인 펌프(591)를 정지시켜서, 흡착 핸드(51)에 의한 링 프레임 Fr의 흡착을 해제한다(스텝 S307). 스텝 S308에서는, 제어부(100)는 링 프레임 Fr의 이재처가 척 스테이지(3)인지의 여부를 확인한다. 여기에서는, 링 프레임 Fr의 이재처가 리프트 핸드(41)이며 척 스테이지(3)가 아니므로, 스텝 S308에서 「NO」라고 판단되어서, 도 6의 플로우차트가 종료한다.
- [0079] 도 8의 스텝 401에서는, 제어부(100)는 링 프레임 Fr이 리프트 핸드(41)에 적재되었는지를 확인한다. 리프트 핸드

드(41)에의 링 프레임 Fr의 적재의 확인은 예를 들면, 링 프레임 Fr의 적재를 실행하는 흡착 핸드(51)의 동작 이력에 기초해서 실행할 수 있다. 리프트 핸드(41)에의 링 프레임 Fr의 적재가 확인되면(스텝 S401에서 「YES」), 제어부(100)는 상술의 스텝 S202과 동일하게 하여, 리프트 핸드(41)의 적어도 일부가 기관 수용 카세트(21) 내에 위치하는지를 확인한다(스텝 S402). 리프트 핸드(41)가 기관 수용 카세트(21)로부터 (-Y)측으로 퇴피하고 있는 경우(스텝 S402에서 「NO」의 경우)에는, 스텝 S403을 실행하지 않고 스텝 S404로 진행되는 한편, 리프트 핸드(41)의 일부가 기관 수용 카세트(21) 내에 위치하는 경우(스텝 S402에서 「YES」의 경우)에는, 스텝 S403으로 진행된다. 스텝 S403에서는, 제어부(100)는 Y축 리프트 핸드 모터(452)에 의해 리프트 핸드(41)를 (-Y)측으로 구동함으로써 리프트 핸드(41)를 기관 수용 카세트(21)로부터 (-Y)측으로 인출하고, 기관 수용 카세트(21)의 (-Y)측으로 퇴피시킨다.

[0080] 스텝 S404에서는, 제어부(100)는 Z축 카세트 모터(272)에 의해 기관 수용 카세트(21)를 Z방향으로 구동함으로써 링 프레임 Fr의 수납 대상이 되는 슬롯(25)(바꿔 말하면, 슬롯(25)을 규정하는 1쌍의 지지 돌기(24))을, 기관 삽입 높이(211)로부터 소정 높이만큼 낮은 위치에 위치 결정한다. 이것에 의해, 수납 대상이 되는 슬롯(25)이, 리프트 핸드(41)에 지지되는 링 프레임 Fr의 저면보다 소정 높이만큼 낮은 위치에 조정된다.

[0081] 스텝 S405에서는, 제어부(100)는 Y축 리프트 핸드 모터(452)에 의해 리프트 핸드(41)를 (+Y)측으로 구동함으로써 리프트 핸드(41)를 기관 수용 카세트(21)의 내측에 삽입한다. 이것에 의해, 수납 대상이 되는 슬롯(25)을 규정하는 1쌍의 지지 돌기(24)는 리프트 핸드(41)에 지지되는 링 프레임 Fr에 하측으로부터 간극을 두고 대향한다.

[0082] 스텝 S406에서는, 제어부(100)는 Z축 카세트 모터(272)에 의해 기관 수용 카세트(21)를 Z방향으로 상승시킨다. 이것에 의해, 링 프레임 Fr이 수납 대상이 되는 슬롯(25)을 규정하는 1쌍의 지지 돌기(24) 상에 적재됨과 아울러, 리프트 핸드(41)에 대하여 상승한다. 스텝 S407에서는, 제어부(100)는 Y축 리프트 핸드 모터(452)에 의해 리프트 핸드(41)를 (-Y)측으로 구동함으로써 리프트 핸드(41)를 기관 수용 카세트(21)의 외측으로 인출한다.

[0083] 또한, 기관 수용 카세트(21)에 대한 링 프레임 Fr의 인출 또는 수납을 실행할 때에는, 리프트 핸드(41)에 대하여 링 프레임 Fr을 위치 맞춤하는 링 프레임 얼라인먼트를 적당하게 실행할 수 있다. 도 9는 링 프레임 얼라인먼트의 일례를 나타내는 플로우차트이고, 도 10은 링 프레임 얼라인먼트에서 실행되는 동작의 일례를 모식적으로 나타내는 평면도이다. 또한, 도 9의 플로우차트는, 제어부(100)의 제어에 의해 실행된다.

[0084] 도 10에서는, 흡착 핸드(51)를 투시해서 흡착 핸드(51)의 하측의 부재(얼라인먼트 돌기(413) 등)를 나타내고 있다. 즉, 여기의 예에서는, 리프트 핸드(41)는 베이스부(411)로부터 상방으로 돌출되는 복수의 얼라인먼트 돌기(413)를 갖는다. 이들 복수의 얼라인먼트 돌기(413)는 링 프레임 Fr의 복수의 슬릿 Fs에 대응한다. 그리고, 얼라인먼트 돌기(413)와 슬릿 Fs를 이용하여, 링 프레임 얼라인먼트가 실행된다.

[0085] 이 링 프레임 얼라인먼트에서는, 리프트 핸드(41) 상의 링 프레임 Fr을 흡착 핸드(51)가 흡착한다(스텝 S501). 그리고, 링 프레임 Fr을 유지하는 흡착 핸드(51)가 상승하고, 링 프레임 Fr을 리프트 핸드(41)로부터 상측으로 이간시킨다(스텝 S502). 이 때, Z방향에 있어서 얼라인먼트 돌기(413)의 하단과 상단 사이의 높이에 링 프레임 Fr이 위치하도록, 링 프레임 Fr이 리프트 핸드(41)로부터 이간되는 높이는 조정되어 있다.

[0086] 스텝 S503에서는, Z축 슬라이더(56)에 내장되어 있는 XY θ 플로팅 기구(561)가 온으로 된다. 이 XY θ 플로팅 기구(561)는 흡착 핸드(51)를 플로팅 지지하는 플로팅 상태와, 흡착 핸드(51)를 고정 지지하는 록 상태를 선택적으로 취한다. 여기서, 플로팅 지지란, 흡착 핸드(51)가 XY θ 플로팅 기구(561)에 대하여 X방향, Y방향 및 θ 방향으로 이동 가능한 상태에서 흡착 핸드(51)를 지지하는 것을 의미하고, 고정 지지란 흡착 핸드(51)가 XY θ 플로팅 기구(561)에 대하여 고정된 상태에서 흡착 핸드(51)를 지지하는 것을 의미한다. 스텝 S503에서 XY θ 플로팅 기구(561)가 온이 되면, XY θ 플로팅 기구(561)는 흡착 핸드(51)를 플로팅 지지하고, 흡착 핸드(51)는 XY θ 플로팅 기구(561)에 대하여 X방향, Y방향 및 θ 방향으로 이동 가능해진다.

[0087] 스텝 S504에서는, 리프트 핸드(41)가 Y방향으로 이동하고, 흡착 핸드(51)에 유지되는 링 프레임 Fr의 둘레 가장자리에 리프트 핸드(41)의 얼라인먼트 돌기(413)를 접촉시킨다. 이 때, 얼라인먼트 돌기(413)가 링 프레임 Fr의 둘레 가장자리에 추종하도록 흡착 핸드(51)가 XY θ 플로팅 기구(561)에 대하여 이동한다. 그 결과, 도 10의 스텝 S504의 란에 나타내는 바와 같이, 리프트 핸드(41)의 각 얼라인먼트 돌기(413)가 링 프레임 Fr의 각 슬릿 Fs에 맞물림되고, 리프트 핸드(41)에 대하여 링 프레임 Fr이 위치 결정된다.

[0088] 스텝 S505에서는, XY θ 플로팅 기구(561)가 록된다. 이것에 의해, 흡착 핸드(51)가 XY θ 플로팅 기구(561)에 고정 지지된다. 그리고, 스텝 S506에서는, 흡착 핸드(51)에 의한 링 프레임 Fr의 흡착이 해제되어서, 링 프레임

Fr이 리프트 핸드(41) 상에 적재된다. 스텝 S507에서는, XY θ 플로팅 기구(561)가 오프로 되어서, 흡착 핸드(51)는 Z축 슬라이더(56)에 고정된 상태에서, Z축 슬라이더(56)에 의해 지지된다. 이렇게 해서, 리프트 핸드(41)에 대하여 링 프레임 Fr을 위치 결정할 수 있다(링 프레임 얼라인먼트).

- [0089] 계속해서, 기관 가공의 상세에 관하여 설명한다. 도 11은 기관 가공의 일례를 나타내는 플로우차트이고, 도 12는 도 11의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 일례를 모식적으로 나타내는 평면도이다. 도 11의 플로우차트는, 제어부(100)의 제어에 의해 실행된다.
- [0090] 도 11의 기관 가공의 스텝 S601에서는, 가공 대상인 반도체 기관 W의 상면(이면)이 갖는 평면을 구하는 캘리브레이션이 실행된다. 도 13a는 캘리브레이션의 일례를 나타내는 플로우차트이고, 도 13b는 도 13a의 캘리브레이션에서 실행되는 스테이지 평면 특성의 일례를 나타내는 플로우차트이고, 도 13c는 도 13a의 캘리브레이션에서 실행되는 기관 평면 특성의 일례를 나타내는 플로우차트이다. 또한, 도 13a의 캘리브레이션에서는, 흡착 플레이트(31) 또는 반도체 기관 W의 활상이 적당하게 행해진다. 여기의 설명에서는, 활상부(8B)에 의해 활상이 실행되는 것으로 한다. 단, 활상부(8A)에 의해 활상을 행해도, 이하의 동작을 동일하게 실행할 수 있다.
- [0091] 도 13a의 캘리브레이션의 스텝 S701에서는, 스테이지 평면 특징(도 13b)이 실행된다. 도 13b에 나타내는 바와 같이, 스테이지 평면 특징에서는, 척 스테이지(3)의 흡착 플레이트(31)의 상면(311)에 설치된 복수(3개)의 활상점 Ps(I)를 식별하기 위한 카운트 값 I가 제로로 리셋되어서(스텝 S801), 카운트 값 I가 1만큼 인크리먼트된다(스텝 S802). 활상점 Ps(I)는 예를 들면, 소정 패턴을 갖는 마크이다.
- [0092] 스텝 S803에서는, 제어부(100)는 XY θ 구동 테이블(6)에 의해 척 스테이지(3)의 위치를 조정함으로써 활상점 Ps(I)를 적외선 카메라(81)에 대하여 하측으로부터 대향시킨다. 이것에 의해, 활상점 Ps(I)가 적외선 카메라(81)의 시야에 들어간다. 스텝 S803에서는, 적외선 카메라(81)는 이 활상점 Ps(I)를 활상하고, 활상점 Ps(I)를 나타내는 화상을 취득한다. 스텝 S804에서는, 제어부(100)는 활상점 Ps(I)가 갖는 소정 패턴이 상기 화상으로부터 검지할 수 있는지를, 패턴 매칭 등의 화상 처리에 의해 확인한다.
- [0093] 적외선 카메라(81)의 초점이 활상점 Ps(I)로부터 벗어나 있고, 화상으로부터 소정 패턴을 검지할 수 없는 경우(스텝 S804에서 「NO」의 경우)에는, 제어부(100)는 Z축 카메라 모터(892)에 의해 적외선 카메라(81)를 Z방향으로 구동함으로써 활상점 Ps(I)에 대한 적외선 카메라(81)의 Z방향으로의 거리를 변경한다(스텝 S805). 이것에 의해, 적외선 카메라(81)의 초점이 Z방향으로 변경된다. 적외선 카메라(81)의 초점이 활상점 Ps(I)에 맞고, 소정 패턴이 검지되기까지(스텝 S804에서 「YES」), 스텝 S803~S805가 반복된다.
- [0094] 스텝 S806에서는, 제어부(100)는 활상점 Ps(I)를 활상함으로써 취득한 화상으로부터 검지된 소정 패턴에 기초하여 활상점 Ps(I)의 위치(X, Y, Z)를 산출한다. 활상점 Ps(I)의 X좌표 및 Y좌표는, 화상에 포함되는 소정 패턴의 위치에 기초하여 산출된다. 활상점 Ps(I)의 Z좌표는, 소정 패턴을 검지할 수 있었던 화상을 활상했을 때의 적외선 카메라(81)의 Z방향으로의 위치에 근거해서 산출된다.
- [0095] 스텝 S807에서는, 카운트값 I가 2에 도달했는지, 즉 2개의 활상점 Ps(1), Ps(2)의 위치(X, Y, Z)를 취득했지가 확인된다. 카운트 값 I가 2 미만인 경우(스텝 S807에서 「NO」의 경우)에는, 스텝 S802로 되돌아가고, 스텝 S802~S806이 실행된다. 카운트 값 I가 2인 경우(스텝 S807에서 「YES」의 경우)에는, 스텝 S808로 진행된다.
- [0096] 스텝 S808에서는, 2점의 활상점 Ps(1), Ps(2)를 지나는 직선이 수평이 되도록 θ 방향으로 척 스테이지(3)를 회전시키기 위한 회전각 θ_a 가 산출된다. 그리고, 현재의 흡착 플레이트(31)의 회전각(실회전각과 회전각 θ_a)과의 차가 제로가 아닌 경우(스텝 S809에서 「NO」의 경우)에는, 척 스테이지(3)가 회전각 θ_a 만큼 회전되어서(스텝 S810), 스텝 S801로 되돌아간다. 이렇게 해서, 스텝 S801~S809가 실행된다.
- [0097] 현재의 흡착 플레이트(31)의 회전각(실회전각과 회전각 θ_a)과의 차가 제로인 경우(스텝 S809에서 「YES」의 경우)에는, 스텝 S811로 진행된다. 스텝 S811에서는, 제어부(100)는 스텝 S803과 동일한 요령으로, 적외선 카메라(81)에 의해 활상점 Ps(3)를 활상하고, 활상점 Ps(3)를 나타내는 화상을 취득한다. 그리고, 스텝 S812에서는, 제어부(100)는 활상점 Ps(3)가 갖는 소정 패턴이 상기 화상으로부터 검지할 수 있는지를, 패턴 매칭 등의 화상 처리에 의해 확인한다.
- [0098] 화상으로부터 소정 패턴을 검지할 수 없는 경우(스텝 S812에서 「NO」의 경우)에는, 제어부(100)는 Z축 카메라 모터(892)에 의해 적외선 카메라(81)를 Z방향으로 구동함으로써 활상점 Ps(3)에 대한 적외선 카메라(81)의 Z방향으로의 거리를 변경한다(스텝 S813). 그리고, 소정 패턴이 검지되기까지(스텝 S812에서 「YES」), 스텝 S811~S813이 반복된다.

- [0099] 스텝 S812에서 소정 패턴을 검지할 수 있으면(YES), 제어부(100)는 촬상점Ps(3)를 촬상함으로써 취득한 화상으로부터 검지된 소정 패턴에 근거하여 촬상점 Ps(3)의 위치(X, Y, Z)를 산출한다(스텝 S814). 이것에 의해, 3개의 촬상점 Ps(1), Ps(2), Ps(3) 각각의 위치(X, Y, Z)가 취득된다. 스텝 S815에서는, 이것들 3개의 위치(X, Y, Z)를 지나는 평면이, 척 스테이지(3)의 평면, 구체적으로는, 흡착 플레이트(31)의 상면(311)을 나타내는 평면으로서 특정된다.
- [0100] 도 13a의 캘리브레이션의 스텝 S702에서는, 기관 평면 특정(도 13c)이 실행된다. 도 13c에 나타내는 바와 같이, 기관 평면 특정에서는 반도체 기관 W가 갖는 복수(3개)의 촬상점 Pw(I)를 식별하기 위한 카운트값 I가 제로로 리셋되어서(스텝 S901), 카운트값 I가 1만큼 인크리먼트된다(스텝 S902). 촬상점 Pw(I)는 예를 들면, 소정 패턴을 갖는 영역이다.
- [0101] 구체적으로는, 도 12에 나타내는 바와 같이, 반도체 기관 W는 서로 직교하는 분할 예정 라인 S(Sa, Sb)에 의해 격자 형상으로 구분되어 있다. 즉, 반도체 기관 W에는, 서로 평행한 복수의 분할 예정 라인 Sa와, 서로 평행한 복수의 분할 예정 라인 Sb가 설치되어 있고, 분할 예정 라인 Sa와 분할 예정 라인 Sb는 서로 직교한다. 이렇게 해서, 분할 예정 라인 Sa, Sb를 사이에 두고 복수의 반도체 칩 C가 격자 형상으로 배열되어 있다. 이에 대하여 분할 예정 라인 Sa와 분할 예정 라인 Sb의 교차점(바꿔 말하면, 4개 모퉁이에 배치된 반도체 칩 C로 둘러싸여진 점)을 포함하는 영역이 촬상점 Pw(I)에 설정된다. 또한, 상술한 바와 같이, 반도체 기관 W의 이면이 상측을 향하고 있기 때문에, 적외선 카메라(81)는 반도체 기관 W의 표면에 형성된 분할 예정 라인 Sa, Sb나 반도체 칩 C를, 반도체 기관 W의 이면을 개재해서, 적외선에 의해 촬상한다.
- [0102] 스텝 S903에서는, 제어부(100)는 XY θ 구동 테이블(6)에 의해 척 스테이지(3)의 위치를 조정함으로써 촬상점 Pw(I)를 적외선 카메라(81)에 대하여 하측으로부터 대향시킨다. 이것에 의해, 촬상점 Pw(I)가 적외선 카메라(81)의 시야에 들어간다. 스텝 S903에서는, 적외선 카메라(81)는 이 촬상점 Pw(I)를 촬상하고, 촬상점 Pw(I)를 나타내는 화상을 취득한다. 스텝 S904에서는, 제어부(100)는 촬상점 Pw(I)가 갖는 소정 패턴(예를 들면, 분할 예정 라인 Sa와 분할 예정 라인 Sb가 교차하는 패턴)이 상기 화상으로부터 검지될 수 있는지를, 패턴 매칭 등의 화상 처리에 의해 확인한다.
- [0103] 적외선 카메라(81)의 초점이 촬상점 Pw(I)로부터 벗어나 있고, 화상으로부터 소정 패턴을 검지할 수 없는 경우(스텝 S904에서 「NO」의 경우)에는, 제어부(100)는 Z축 카메라 모터(892)에 의해 적외선 카메라(81)를 Z방향으로 구동함으로써 촬상점 Pw(I)에 대한 적외선 카메라(81)의 Z방향으로의 거리를 변경한다(스텝 S905). 이것에 의해, 적외선 카메라(81)의 초점이 Z방향으로 변경된다. 적외선 카메라(81)의 초점이 촬상점 Pw(I)에 맞고, 소정 패턴이 검지되기까지(스텝 S904에서 「YES」), 스텝 S903~S905가 반복된다.
- [0104] 또한, 앞에 실행된 스테이지 평면 특정(도 13b)에 의해, 흡착 플레이트(31)의 상면(311)을 나타내는 평면(스테이지 평면)은 특정되어 있다. 따라서, 흡착 플레이트(31)에 적재되는 반도체 기관 W가 갖는 촬상점 Pw(I)가 존재하는 높이의 범위는, 이 스테이지 평면에 기초해서 추측할 수 있다. 따라서, 스텝 S805에서는, 스테이지 평면으로부터 추측되는 촬상점 Pw(I)의 존재 범위에 적외선 카메라(81)의 초점이 들어가도록 적외선 카메라(81)의 높이가 변경된다.
- [0105] 스텝 S906에서는, 제어부(100)는 촬상점 Pw(I)를 촬상함으로써 취득한 화상으로부터 검지된 소정 패턴에 기초하여 촬상점 Pw(I)의 위치(X, Y, Z)를 산출한다. 촬상점 Pw(I)의 X좌표 및 Y좌표는, 화상에 포함되는 소정 패턴의 위치에 기초해서 산출된다. 촬상점 Pw(I)의 Z좌표는, 소정 패턴을 검지할 수 있었던 화상을 촬상했을 때의 적외선 카메라(81)의 Z방향으로의 위치에 기초해서 산출된다.
- [0106] 스텝 S907에서는, 카운트 값 I가 2에 도달했는지, 즉 2개의 촬상점 Pw(1), Pw(2)의 위치(X, Y, Z)를 취득했는지가 확인된다. 카운트 값 I가 2 미만인 경우(스텝 S907에서 「NO」의 경우)에는, 스텝 S902로 되돌아가고, 스텝 S902~S906이 실행된다. 카운트 값 I가 2인 경우(스텝 S907에서 「YES」인 경우)에는, 스텝 S908로 진행된다.
- [0107] 스텝 S908에서는, 분할 예정 라인 Sa가 X방향(가공 방향)에 평행하게 되도록 θ 방향으로 척 스테이지(3)를 회전시키기 위한 회전각 θ_b 가, 2점의 촬상점 Pw(1), Pw(2)에 근거해서 산출된다. 그리고, 현재의 흡착 플레이트(31)의 회전각(실회전각과 회전각 θ_b)의 차가 제로가 아닌 경우(스텝 S909에서 「NO」의 경우)에는, 척 스테이지(3)가 회전각 θ_b 만큼 회전되어서(스텝 S910), 스텝 S901로 되돌아간다. 이렇게 해서, 스텝 S901~S909가 실행된다.
- [0108] 현재의 흡착 플레이트(31)의 회전각(실회전각과 회전각 θ_b)의 차가 제로인 경우(스텝 S909에서 「YES」인 경우)에는, 스텝 S911로 진행된다. 스텝 S911에서는, 제어부(100)는 스텝 S903과 같은 요령으로, 적외선 카메라

(81)에 의해 촬상점 Pw(3)를 촬상하고, 촬상점 Pw(3)를 나타내는 화상을 취득한다. 그리고, 스텝 S912에서는, 제어부(100)는 촬상점 Pw(3)가 갖는 소정 패턴이 상기 화상으로부터 검지할 수 있는지를, 패턴 매칭 등의 화상 처리에 의해 확인한다.

[0109] 화상으로부터 소정 패턴을 검지할 수 없는 경우(스텝 S912에서 「NO」의 경우)에는, 제어부(100)는 Z축 카메라 모터(892)에 의해 적외선 카메라(81)를 Z방향으로 구동함으로써 촬상점 Pw(3)에 대한 적외선 카메라(81)의 Z방향으로의 거리를 변경한다(스텝 S913). 그리고, 소정 패턴이 검지되기까지(스텝 S912에서 「YES」), 스텝 S911~S913이 반복된다. 이 때, 적외선 카메라(81)의 높이를 변경하는 범위는, 상술과 동일하게 스테이지 평면에 기초해서 설정된다.

[0110] 스텝 S912에서 소정 패턴을 검지할 수 있으면(YES), 제어부(100)는 촬상점 Pw(3)를 촬상함으로써 취득한 화상으로부터 검지된 소정 패턴에 기초하여 촬상점 Pw(3)의 위치(X, Y, Z)를 산출한다(스텝 S914). 이것에 의해, 3개의 촬상점 Pw(1), Pw(2), Pw(3) 각각의 위치(X, Y, Z)가 취득된다. 스텝 S915에서는, 이것들 3개의 위치(X, Y, Z)를 지나는 평면이, 반도체 기관 W를 나타내는 평면으로서 특정된다.

[0111] 도 11로 되돌아가 설명을 계속한다. 상기의 캘리브레이션의 실행에 의해, 분할 예정 라인 Sa가 X방향과 평행하게 되도록 반도체 기관 W가 위치 결정되어서, 반도체 기관 W를 나타내는 평면이 특정되면(스텝 S601), 각 분할 예정 라인 Sa에의 라인 가공 처리(스텝 S602)가 실행된다. 즉, 대상의 분할 예정 라인 Sa를 따라 레이저 조사 위치 Lb를 X방향으로 이동시키면서 레이저 조사 위치 Lb에 레이저 광 B를 조사하는 라인 가공 처리를, 복수의 분할 예정 라인 Sa 중에서 대상의 분할 예정 라인 Sa를 변경하면서 실행함으로써 복수의 분할 예정 라인 Sa의 각각에 레이저 광 B에 의한 가공이 실행된다. 특히, 도 12의 스텝 S602의 란에 나타내는 바와 같이, X방향의 (+X)측으로 레이저 조사 위치 Lb를 이동시키는 라인 가공 처리와, X방향의 (-X)측으로 레이저 조사 위치 Lb를 이동시키는 라인 가공 처리가 교대로 실행된다.

[0112] 이 때, 분할 예정 라인 Sa에 대한 레이저 광 B의 (+X)측으로의 이동은 반도체 기관 W를 유지하는 척 스테이지(3)를 X축 구동부(65)에 의해 (-X)측으로 구동함으로써 실행되어, 분할 예정 라인 Sa에 대한 레이저 광 B의 (-X)측으로 이동은 반도체 기관 W를 유지하는 척 스테이지(3)를 X축 구동부(65)에 의해 (+X)측으로 구동함으로써 실행된다. 또한, 라인 가공 처리의 대상의 분할 예정 라인 Sa의 변경은, 반도체 기관 W를 유지하는 척 스테이지(3)를 Y축 구동부(63)에 의해 Y방향으로 구동함으로써 실행된다. 또한, 스텝 S601의 캘리브레이션으로 특정된 반도체 기관 W를 나타내는 평면에 기초하여 Z축 헤드 모터(892)에 의해 적외선 카메라(81)의 Z방향의 위치를 조정하는 제어가 제어부(100)에 의해 실행된다. 이것에 의해, 레이저 광 B의 집광 위치가 반도체 기관 W의 내부로 조정되어서, 분할 예정 라인 Sa를 따라 반도체 기관 W의 내부에 개질층이 형성된다.

[0113] 이렇게 해서, 복수의 분할 예정 라인 Sa의 각각에의 라인 가공 처리가 완료하면(스텝 S602), 반도체 기관 W를 유지하는 척 스테이지(3)가 θ 축 테이블 모터(66)에 의해 θ 방향으로 90도만큼 회전된다. 이것에 의해, 레이저 가공이 실행된 복수의 분할 예정 라인 Sa가 X방향과 평행하게 위치 결정된 상태(도 12의 「S602_e」의 란)로부터, 복수의 분할 예정 라인 Sb가 X방향과 평행하게 위치 결정된 상태(도 12의 「S603」의 란)로 스위칭된다.

[0114] 스텝 S604에서는, 상기의 스텝 S601과 동일하게 하여 캘리브레이션이 실행된다. 또한, 스텝 S605에서는, 상기의 스텝 S602와 동일하게 하여 복수의 분할 예정 라인 Sb의 각각에 대하여 라인 가공 처리가 실행된다.

[0115] 도 14는 각 분할 예정 라인으로의 라인 가공 처리의 기본 공정을 나타내는 플로우차트이며, 도 15a는 도 14의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 제 1 예를 모식적으로 나타내는 도면이다. 도 15a에서는 반도체 기관 W에 대하여 상대적으로 이동하는 레이저 조사 위치 Lb의 궤적이 점선으로 나타내어짐과 아울러, 분할 예정 라인 S1, S2, S3를 따라 분할 예정 라인 S1, S2, S3의 양 외측 사이에서 X방향과 평행하게 이어설치된 가상 직선 Sv1, Sv2, Sv3가 일점 쇄선으로 나타내어진다. 또한, 레이저 조사 위치 Lb의 궤적과 가상 직선 Sv1, Sv2, Sv3가 중복하는 부분에서는, 레이저 조사 위치 Lb의 궤적을 나타내는 점선이 우선해서 나타내어진다.

[0116] 도 15a에 나타내는 예에서는, X방향에 있어서 반도체 기관 W의 (-X)측의 위치 Pb1에 레이저 조사 위치 Lb가 정지하고 있는 상태로부터, 도 14의 플로우차트가 개시된다. 이 위치 Pb1은 분할 예정 라인 S1을 따른 가상 직선 Sv1 상에 설치되고, 바꿔 말하면, X방향으로부터 분할 예정 라인 S1에 대향하는 위치이다. 단, 도 14의 플로우차트를 개시할 때의 레이저 조사 위치 Lb의 위치는, 여기의 예에 한정되지 않고, 적당하게 변경할 수 있다.

[0117] 스텝 S1001에서는, 위치 Pb1에 정지하는 레이저 조사 위치 Lb가, X방향의 (+X)측을 향해서 가속을 개시하고, X방향과 평행하게 이동한다. 이것에 의해, 레이저 조사 위치 Lb가 가상 직선 Sv1을 따라 (+X)측으로 이동한다. 그리고, 레이저 조사 위치 Lb가 (-X)측의 반도체 기관 W의 끝에 도달하기까지, 레이저 조사 위치 Lb의 속도 Vx

가 가공 속도 V_{xd} 까지 증가하면, 레이저 조사 위치 L_b 는 가공 속도 V_{xd} 로 X방향의 (+X)측으로 등속 이동한다(스텝 S1002).

[0118] 또한, 레이저 조사 위치 L_b 가 (-X)측의 반도체 기관 W의 끝에 도달하는 타이밍에 맞춰서 레이저 광원(72)이 점등하고, 가공 헤드(71)로부터 레이저 조사 위치 L_b 로의 레이저 광 B의 조사가 개시된다(스텝 S1003). 또한, 레이저 조사 위치 L_b 가 (+X)측의 반도체 기관 W의 끝에 도달하는 타이밍에 맞춰서 레이저 광원(72)이 소등하고, 가공 헤드(71)로부터 레이저 조사 위치 L_b 로의 레이저 광 B의 조사가 종료한다(스텝 S1004). 이렇게 해서, 스텝 S1003~S1004까지의 기간에서는, 레이저 조사 위치 L_b 가 분할 예정 라인 S1을 따라 (+X)측으로 이동하면서, 레이저 조사 위치 L_b 에 레이저 광 B가 조사되어서, 분할 예정 라인 S1에 대하여 레이저 가공이 실행된다(라인 가공 처리).

[0119] 레이저 조사 위치 L_b 가 분할 예정 라인 S1을 (+X)측으로 통과하면, 레이저 조사 위치 L_b 가 X방향의 (+X)측을 향해서 감속을 개시하고(스텝 S1005), X방향에 있어서 반도체 기관 W의 (+X)측의 위치 P_{b2} 에 레이저 조사 위치 L_b 가 정지한다(스텝 S1006). 이 위치 P_{b2} 는 Y방향에 있어서 가상 직선 S_{v1} 에 인접하는 가상 직선 S_{v2} 상에 설치되고, 바꿔 말하면, X방향으로부터 분할 예정 라인 S2에 대향하는 위치이다. 즉, 스텝 S1005~S1006에서는, 레이저 조사 위치 L_b 는 X방향으로의 감속과 병행해서 가상 직선 S_{v1} 으로부터 가상 직선 S_{v2} 까지 Y방향으로 이동한다.

[0120] 그런데, 촬상부(8A, 8B)의 촬상 범위 R_i (도 1)와 가공 헤드(71)의 레이저 조사 위치 L_b 의 위치 관계는 고정되어 있다. 그 때문에 스텝 S1001~S1006에 있어서, 레이저 조사 위치 L_b 가 반도체 기관 W에 대하여 상대적으로 이동함에 따라서, 촬상 범위 R_i 도 반도체 기관 W에 대하여 상대적으로 이동한다. 그리고, 레이저 조사 위치 L_b 가 위치 P_{b2} 에 정지한 상태에서는, 촬상부(8B)의 촬상 범위 R_i 가 촬상점 $P_w(S2)$ 를 적어도 포함하는 위치에서 정지한다. 이 촬상점 $P_w(S2)$ 는 반도체 기관 W에 있어서 분할 예정 라인 S2와 이것에 직교하는 분할 예정 라인 S가 교차하는 교차점이다. 그래서, 스텝 S1006에서는, 제어부(100)는 촬상부(8B)에 촬상 범위 R_i 를 촬상시켜서, 촬상점 $P_w(S2)$ 를 포함하는 화상을 취득한다. 이것에 의해, 제어부(100)는 미가공의 분할 예정 라인 S2의 위치를 나타내는 화상을 취득할 수 있다.

[0121] 스텝 S1007에서는, X방향과 평행한 복수의 분할 예정 라인 S에 대하여 레이저 가공을 완료했는지의 여부가 확인된다. 이것들의 분할 예정 라인 S 중, 미가공의 분할 예정 라인 S가 있는 경우(스텝 S1007에서 「NO」의 경우)에는, 스텝 S1001로 되돌아간다.

[0122] 도 15a의 예에서는, 스텝 S1001에 있어서, 위치 P_{b2} 에 정지하는 레이저 조사 위치 L_b 가 X방향의 (-X)측을 향해서 가속을 개시하고, X방향과 평행하게 이동한다. 이것에 의해, 레이저 조사 위치 L_b 가 가상 직선 S_{v2} 를 따라 (-X)측으로 이동한다. 그리고, 레이저 조사 위치 L_b 가 (+X)측의 반도체 기관 W의 끝에 도달하기까지, 레이저 조사 위치 L_b 의 속도 V_x 가 가공 속도 V_{xd} 까지 증가하면, 레이저 조사 위치 L_b 는 가공 속도 V_{xd} 로 X방향의 (-X)측으로 등속 이동한다(스텝 S1002).

[0123] 여기서, X방향에 있어서, 분할 예정 라인 S1을 (+X)측으로 통과한 레이저 조사 위치 L_b 가 감속을 개시하는 위치(바꿔 말하면, (+X)측으로의 등속 이동을 종료하는 X좌표)와, 분할 예정 라인 S를 향해서 (-X)측으로 가속하는 레이저 조사 위치 L_b 가 가속을 종료하는 위치(바꿔 말하면, (-X)측으로의 등속 이동을 개시하는 X좌표)는 일치한다. 즉, n번째로 라인 가공 처리가 실행되는 분할 예정 라인 S_n 을 통과한 레이저 조사 위치 L_b 가 등속 이동을 종료함과 아울러 감속을 개시하는 X좌표와, n+1번째로 라인 가공 처리가 실행되는 분할 예정 라인 S_{n+1} 을 향하는 레이저 조사 위치 L_b 가 가속을 종료해서 등속 이동을 개시하는 X방향과는 일치한다.

[0124] 또한, 레이저 조사 위치 L_b 가 (+X)측의 반도체 기관 W의 끝에 도달하는 타이밍에 맞춰서 레이저 광원(72)이 점등하고, 가공 헤드(71)로부터 레이저 조사 위치 L_b 로의 레이저 광 B의 조사가 개시된다(스텝 S1003). 또한, 레이저 조사 위치 L_b 가 (-X)측의 반도체 기관 W의 끝에 도달하는 타이밍에 맞춰서 레이저 광원(72)이 소등하고, 가공 헤드(71)로부터 레이저 조사 위치 L_b 로의 레이저 광 B의 조사가 종료한다(스텝 S1004). 이렇게 해서, 스텝 S1003~S1004까지의 기간에서는, 레이저 조사 위치 L_b 가 분할 예정 라인 S2를 따라 (-X)측으로 이동하면서, 레이저 조사 위치 L_b 에 레이저 광 B가 조사되어서, 분할 예정 라인 S2에 대하여 레이저 가공이 실행된다(라인 가공 처리).

[0125] 레이저 조사 위치 L_b 가 분할 예정 라인 S2를 (-X)측으로 통과하면, 레이저 조사 위치 L_b 가 X방향의 (-X)측을 향해서 감속을 개시하고(스텝 S1005), X방향에 있어서 반도체 기관 W의 (-X)측의 위치 P_{b3} 에 레이저 조사 위치 L_b 가 정지한다(스텝 S1006). 이 위치 P_{b3} 는 Y방향에 있어서 가상 직선 S_{v2} 에 인접하는 가상 직선 S_{v3} 상에 설치되

고, 바꿔 말하면, X방향으로부터 분할 예정 라인 S3에 대항하는 위치이다. 즉, 스텝 S1005~S1006에서는, 레이저 조사 위치 Lb는 X방향으로의 감속과 병행되고, 가상 직선 Sv2으로부터 가상 직선 Sv3까지 Y방향으로 이동한다.

[0126] 또한, 레이저 조사 위치 Lb가 위치 Pb3에 정지한 상태에서는, 촬상부(8A)의 촬상 범위 Ri가 촬상점 Pw(S3)를 적어도 포함하는 위치에서 정지한다. 이 촬상점 Pw(S3)는 반도체 기판 W에 있어서 분할 예정 라인 S3와 이것에 직교하는 분할 예정 라인 S가 교차하는 교차점이다. 그래서, 스텝 S1006에서는, 제어부(100)는 촬상부(8A)에 촬상 범위 Ri를 촬상시켜서, 촬상점 Pw(S3)를 포함하는 화상을 취득한다. 이것에 의해, 제어부(100)는 미가공의 분할 예정 라인 S3의 위치를 나타내는 화상을 취득할 수 있다.

[0127] 그리고, X방향과 평행한 복수의 분할 예정 라인 S(S1, S2, S3, ...)에 대하여 레이저 가공을 완료했다고 확인되기까지(스텝 S1007에서 「YES」), 스텝 S1001~S1007이 반복된다.

[0128] 계속해서, 도 15a의 「X방향으로의 속도 변화」 및 「Y방향으로의 속도 변화」를 참조하면서, 레이저 조사 위치 Lb의 속도 변화에 관하여 설명한다. 여기에서, 속도 Vx는, 반도체 기판 W에 대하여 레이저 조사 위치 Lb가 X방향으로 이동하는 속도를 나타내고, 속도 Vy는, 반도체 기판 W에 대하여 레이저 조사 위치 Lb가 Y방향으로 이동하는 속도를 나타낸다. 또한, 가공 속도 Vxd는, 레이저 조사 위치 Lb가 분할 예정 라인 S를 따라 X방향으로 등속 이동하는 속도(즉, 속도 Vx)를 나타내고, (+X)측으로의 이동 또는 (-X)측으로의 이동에 의하지 않고 절대값으로 나타내어진다.

[0129] 분할 예정 라인 S1을 따라 레이저 광 B를 (+X)측으로 이동시키는 라인 가공 처리를 실행하는 라인 가공 기간 Ts1(스텝 S1002~S1004)에서는, 레이저 조사 위치 Lb는 일정한 가공 속도 Vxd로 X방향으로 이동하면서, Y방향으로는 이동하지 않는다. 또한, 분할 예정 라인 S2를 따라 레이저 광 B를 (-X)측으로 이동시키는 라인 가공 처리를 실행하는 라인 가공 기간 Ts2(스텝 S1002~S1004)에서는, 레이저 조사 위치 Lb는 일정한 가공 속도 Vxd로 X방향으로 이동하면서, Y방향으로는 이동하지 않는다.

[0130] 또한, 라인 가공 기간 Ts1으로부터 라인 가공 기간 Ts2로 스위칭하는 스위칭 기간 Tc(스텝 S1005, S1006, S1001)에서는, 다음 동작이 실행된다. 즉, X축 구동부(65)(가공축 구동부)는 X방향(가공 방향)에 있어서, 분할 예정 라인 S1(제 1 가공 라인)을 (+X)측(제 1 측)으로 통과한 레이저 조사 위치 Lb를 (+X)측을 향해서 감속시켜 정지시키고 나서(스텝 S1005), (-X)측을 향해서 가속함으로써(스텝 S1001), 레이저 조사 위치 Lb를 분할 예정 라인 S2(제 2 가공 라인)로 도달시키는 반전 구동을 실행한다. 이 반전 구동과 병행하여 Y축 구동부(63)(이송축 구동부)는 분할 예정 라인 S1을 따라 분할 예정 라인 S1의 외측까지 X방향으로 이어설치된 가상 직선 Sv1(제 1 가상 직선)으로부터 분할 예정 라인 S2(제 2 가공 라인)를 따라 분할 예정 라인 S2의 외측까지 X방향으로 이어설치된 가상 직선 Sv2(제 2 가상 직선)까지, 레이저 조사 위치 Lb를 Y방향(이송 방향)으로 이동시킨다.

[0131] 특히, 스위칭 기간 Tc는 X방향으로 레이저 조사 위치 Lb를 감속시키는 감속 기간 Td(스텝 S1005)와, X방향으로 레이저 조사 위치 Lb를 가속시키는 가속 기간 Ta(스텝 S1001)를 포함하고, 레이저 조사 위치 Lb의 Y방향으로의 이동은 감속 기간 Td 및 가속 기간 Ta 중, 감속 기간 Td 사이에 실행된다. 구체적으로는, 감속 기간 Td가 개시된 후에 레이저 조사 위치 Lb의 Y방향으로의 이동이 개시되고, 감속 기간 Td가 종료되기 전에 레이저 조사 위치 Lb의 Y방향으로의 이동이 종료한다. 더 말하면, 가속 기간 Ta에 있어서 레이저 조사 위치 Lb는 Y방향으로 이동하지 않는다.

[0132] 여기서, 감속 기간 Td의 개시 시점은 X방향으로의 레이저 조사 위치 Lb의 감속(바꿔 말하면, 속도 Vx의 절대값의 가공 속도 Vxd로부터의 감소)이 개시된 시점을 나타내고, 감속 기간 Td의 종료 시점은 X방향으로의 레이저 조사 위치 Lb의 속도(바꿔 말하면, 속도 Vx)가 제로가 된 시점을 나타낸다. 가속 기간 Ta의 개시 시점은, X방향으로의 레이저 조사 위치 Lb의 가속(바꿔 말하면, 속도 Vx의 절대값의 제로로부터의 증가)이 개시된 시점을 나타내고, 가속 기간 Ta의 종료 시점은 X방향으로의 레이저 조사 위치 Lb의 가속이 종료된 시점(바꿔 말하면, 속도 Vx의 절대값이 가공 속도 Vxd가 된 시점)을 나타낸다.

[0133] 또한, 가속 기간 Ta로부터 감속 기간 Td로 이행하는 도중에 설치된 정지 기간 Tt에서는, 레이저 조사 위치 Lb의 X방향으로의 속도 Vx 및 Y방향으로의 속도 Vy의 양방이 제로가 되고, 레이저 조사 위치 Lb는 위치 Pb2에 있어서 반도체 기판 W에 대하여 정지하고 있다. 이 정지 기간 Tt에서는, 촬상부(8A, 8B)의 촬상 범위 Ri도 반도체 기판 W에 대하여 정지하고 있고, 특히 촬상부(8B)의 촬상 범위 Ri는, 반도체 기판 W의 (+X)측에 위치하는 레이저 조사 위치 Lb의 (-X)측에 위치하고, 반도체 기판 W에 중복한다. 그래서, 정지 기간 Tt에 있어서는, 촬상부(8B)의 적외선 카메라(81)가 반도체 기판 W 중 촬상 범위 Ri에 중복하는 부분을 촬상한다(스텝 S1006).

- [0134] 도 15b는 도 14의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 제 2 예를 모식적으로 나타내는 도면이다. 도 15b에서의 표기는 도 15a의 그것과 동일하다. 도 15b에 있어서도, 도 15a와 동일하게, 도 14의 플로우차트에 따라서 분할 예정 라인 S1, S2, S3에 대하여 레이저 가공 처리가 순서대로 실행된다. 단, 레이저 가공 처리의 대상이 되는 분할 예정 라인 S를 변경하는 스위칭 기간 Tc에서의 동작이 도 15b와 도 15a가 상이하다. 그래서, 도 15a와의 차이를 중심으로 설명하고, 공통되는 동작에 대해서는 상당 부호를 붙여서 적당하게 설명을 생략한다.
- [0135] 분할 예정 라인 S1에의 레이저 가공의 종료에 따라, 레이저 조사 위치 Lb가 분할 예정 라인 S1을 (+X)측으로 통과하면, 레이저 조사 위치 Lb가 X방향의 (+X)측을 향해서 감속을 개시하고(스텝 S1005), X방향에 있어서 반도체 기관 W의 (+X)측의 위치 Pb2에 레이저 조사 위치 Lb가 정지한다(스텝 S1006). 이 위치 Pb2는 가상 직선 Sv1 상에 설치된다. 또한, 레이저 조사 위치 Lb가 위치 Pb2에 정지한 상태에서는, 촬상부(8B)의 촬상 범위 Ri가 촬상점 Pw(S2)를 적어도 포함하는 위치에서 정지한다. 그래서, 스텝 S1006에서는, 제어부(100)는 촬상부(8B)에 촬상 범위 Ri를 촬상시켜서, 촬상점 Pw(S2)를 포함하는 화상을 취득한다. 이것에 의해, 제어부(100)는 미가공의 분할 예정 라인 S2의 위치를 나타내는 화상을 취득할 수 있다.
- [0136] 이어서, 위치 Pb2에 정지하는 레이저 조사 위치 Lb가, X방향의 (-X)측을 향해서 가속을 개시한다(스텝 S1001). 그리고, 레이저 조사 위치 Lb가 (+X)측의 반도체 기관 W의 끝에 도달하기까지, 레이저 조사 위치 Lb의 속도 Vx가 가공 속도 Vxd까지 증가하면, 레이저 조사 위치 Lb는 가공 속도 Vxd로 X방향의 (-X)측으로 등속 이동한다(스텝 S1002). 또한, 레이저 조사 위치 Lb가 가속을 개시하고 나서 가공 속도 Vxd로의 등속 이동을 개시하기까지의 기간에 있어서, 레이저 조사 위치 Lb는 가상 직선 Sv1로부터 가상 직선 Sv2로 Y방향으로 이동한다. 즉, 스텝 S1001~S1002에서는, 레이저 조사 위치 Lb는 X방향으로의 가속과 병행해서 가상 직선 Sv1으로부터 가상 직선 Sv2까지 Y방향으로 이동한다. 이것에 의해, 레이저 조사 위치 Lb가 분할 예정 라인 S2에 도달하고, 분할 예정 라인 S2에의 라인 가공을 개시할 수 있다.
- [0137] 분할 예정 라인 S2에의 레이저 가공의 종료에 따라, 레이저 조사 위치 Lb가 분할 예정 라인 S2를 (-X)측으로 통과하면, 레이저 조사 위치 Lb가 X방향의 (-X)측을 향해서 감속을 개시하고(스텝 S1005), X방향에 있어서 반도체 기관 W의 (-X)측의 위치 Pb3에 레이저 조사 위치 Lb가 정지한다(스텝 S1006). 이 위치 Pb3는 가상 직선 Sv2 상에 설치된다. 또한, 레이저 조사 위치 Lb가 위치 Pb3에 정지한 상태에서는, 촬상부(8A)의 촬상 범위 Ri가 촬상점 Pw(S3)를 적어도 포함하는 위치에서 정지한다. 그래서, 스텝 S1006에서는, 제어부(100)는 촬상부(8A)에 촬상 범위 Ri를 촬상시켜서, 촬상점 Pw(S3)를 포함하는 화상을 취득한다. 이것에 의해, 제어부(100)는 미가공의 분할 예정 라인 S3의 위치를 나타내는 화상을 취득할 수 있다.
- [0138] 이어서, 도 15b의 「X방향으로의 속도 변화」 및 「Y방향으로의 속도 변화」를 참조하면서, 레이저 조사 위치 Lb의 속도 변화에 관하여 설명한다. 분할 예정 라인 S1을 따라 레이저 광 B를 (+X)측으로 이동시키는 라인 가공 처리를 실행하는 라인 가공 기간 Ts1(스텝 S1002~S1004)에서는, 레이저 조사 위치 Lb는 일정한 가공 속도 Vxd로 X방향으로 이동하면서, Y방향으로는 이동하지 않는다. 또한, 분할 예정 라인 S2를 따라 레이저 광 B를 (-X)측으로 이동시키는 라인 가공 처리를 실행하는 라인 가공 기간 Ts2(스텝 S1002~S1004)에서는, 레이저 조사 위치 Lb는 일정한 가공 속도 Vxd로 X방향으로 이동하면서, Y방향으로는 이동하지 않는다.
- [0139] 또한, 라인 가공 기간 Ts1으로부터 라인 가공 기간 Ts2로 스위칭하는 스위칭 기간 Tc(스텝 S1005, S1006, S1001)에서는, 상술과 동일하게 X방향에 있어서 반전 구동을 행하는 것과 병행하여 가상 직선 Sv1으로부터 가상 직선 Sv2까지 레이저 조사 위치 Lb를 Y방향(이송 방향)으로 이동시킨다. 특히, 스위칭 기간 Tc에 포함되는 감속 기간 Td 및 가속 기간 Ta 중, 레이저 조사 위치 Lb의 Y방향으로의 이동은 가속 기간 Ta 사이에 실행된다. 구체적으로는, 가속 기간 Ta가 개시된 후에 레이저 조사 위치 Lb의 Y방향으로의 이동이 개시되고, 가속 기간 Ta가 종료되기 전에 레이저 조사 위치 Lb의 Y방향으로의 이동이 종료된다. 더 말하면, 감속 기간 Td에 있어서 레이저 조사 위치 Lb는 Y방향으로 이동하지 않는다.
- [0140] 또한, 가속 기간 Ta로부터 감속 기간 Td로 이행하는 도중에 설치된 정지 기간 Tt에서는, 레이저 조사 위치 Lb의 X방향으로의 속도 Vx 및 Y방향으로의 속도 Vy의 양방이 제로가 되고, 레이저 조사 위치 Lb는 위치 Pb2에 있어서 반도체 기관 W에 대하여 정지하고 있다. 이 정지 기간 Tt에서는, 촬상부(8A, 8B)의 촬상 범위 Ri도 반도체 기관 W에 대하여 정지하고 있고, 특히 촬상부(8B)의 촬상 범위 Ri는, 반도체 기관 W의 (+X)측에 위치하는 레이저 조사 위치 Lb의 (-X)측에 위치하고, 반도체 기관 W에 중복한다. 그래서, 정지 기간 Tt에 있어서는, 촬상부(8B)의 적외선 카메라(81)가 반도체 기관 W 중 촬상 범위 Ri에 중복하는 부분을 촬상한다(스텝 S1006).
- [0141] 도 15c는 도 14의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 제 3 예를 모식적으로 나타내는 도면이다. 도 15c에서의 표기는 도 15a의 그것과 같다. 도 15c에 있어서도, 도 15a와 동일하게 도 14의 플로우차트에 따라서 분할 예

정 라인 S1, S2, S3에 대하여 레이저 가공 처리가 순서대로 실행된다. 단, 레이저 가공 처리의 대상이 되는 분할 예정 라인 S를 변경하는 스위칭 기간 Tc에서의 동작이 도 15c와 도 15a에서 상이하다. 그래서, 도 15a와의 차이를 중심으로 설명하고, 공통되는 동작에 대해서는 상당 부호를 붙여서 적당하게 설명을 생략한다.

[0142] 분할 예정 라인 S1에의 레이저 가공의 종료에 따라, 레이저 조사 위치 Lb가 분할 예정 라인 S1을 (+X)측으로 통과하면, 레이저 조사 위치 Lb가 X방향의 (+X)측을 향해서 감속을 개시하고(스텝 S1005), X방향에 있어서 반도체 기관 W의 (+X)측의 위치 Pb2에 레이저 조사 위치 Lb가 정지한다(스텝 S1006). 이 위치 Pb2는 Y방향에 있어서, 가상 직선 Sv1과 가상 직선 Sv2 사이에 설치된다. 즉, 스텝 S1005~S1006에서는, 레이저 조사 위치 Lb는 X방향으로의 감속과 병행해서, 가상 직선 Sv1으로부터 위치 Pb2까지 Y방향으로 이동한다. 또한, 레이저 조사 위치 Lb가 위치 Pb2에 정지한 상태에서는, 촬상부(8B)의 촬상 범위 Ri가 촬상점 Pw(S2)를 적어도 포함하는 위치에서 정지한다. 그래서, 스텝 S1006에서는, 제어부(100)는 촬상부(8B)에 촬상 범위 Ri를 촬상시켜서, 촬상점 Pw(S2)를 포함하는 화상을 취득한다. 이것에 의해, 제어부(100)는 미가공의 분할 예정 라인 S2의 위치를 나타내는 화상을 취득할 수 있다.

[0143] 계속해서, 위치 Pb2에 정지하는 레이저 조사 위치 Lb가, X방향의 (-X)측을 향해서 가속을 개시한다(스텝 S1001). 그리고, 레이저 조사 위치 Lb가 (+X)측의 반도체 기관 W의 끝에 도달하기까지, 레이저 조사 위치 Lb의 속도 Vx가 가공 속도 Vxd까지 증가하면, 레이저 조사 위치 Lb는 가공 속도 Vxd로 X방향의 (-X)측으로 등속 이동한다(스텝 S1002). 또한, 레이저 조사 위치 Lb가 가속을 개시하고 나서 가공 속도 Vxd로의 등속 이동을 개시하기까지의 기간에 있어서, 레이저 조사 위치 Lb는 위치 Pb2로부터 가상 직선 Sv2로 Y방향으로 이동한다. 즉, 스텝 S1001~S1002에서는, 레이저 조사 위치 Lb는 X방향으로의 가속과 병행해서, 위치 Pb2로부터 가상 직선 Sv2까지 Y방향으로 이동한다. 이것에 의해, 레이저 조사 위치 Lb가 분할 예정 라인 S2에 도달하고, 분할 예정 라인 S2에의 라인 가공을 개시할 수 있다.

[0144] 분할 예정 라인 S2에의 레이저 가공의 종료에 따라, 레이저 조사 위치 Lb가 분할 예정 라인 S2를 (-X)측으로 통과하면, 레이저 조사 위치 Lb가 X방향의 (-X)측을 향해서 감속을 개시하고(스텝 S1005), X방향에 있어서 반도체 기관 W의 (-X)측의 위치 Pb3에 레이저 조사 위치 Lb가 정지한다(스텝 S1006). 이 위치 Pb3는 Y방향에 있어서 가상 직선 Sv2와 가상 직선 Sv3 사이에 설치된다. 즉, 스텝 S1005~S1006에서는, 레이저 조사 위치 Lb는 X방향으로의 감속과 병행해서 가상 직선 Sv2로부터 위치 Pb3까지 Y방향으로 이동한다. 또한, 레이저 조사 위치 Lb가 위치 Pb3에 정지한 상태에서는, 촬상부(8A)의 촬상 범위 Ri가 촬상점 Pw(S3)를 적어도 포함하는 위치에서 정지한다. 그래서, 스텝 S1006에서는, 제어부(100)는 촬상부(8A)에 촬상 범위 Ri를 촬상시켜서, 촬상점 Pw(S3)를 포함하는 화상을 취득한다. 이것에 의해, 제어부(100)는 미가공의 분할 예정 라인 S3의 위치를 나타내는 화상을 취득할 수 있다.

[0145] 계속해서는, 도 15c의 「X방향으로의 속도 변화」 및 「Y방향으로의 속도 변화」를 참조하면서, 레이저 조사 위치 Lb의 속도 변화에 관하여 설명한다. 분할 예정 라인 S1을 따라서 레이저 광 B를 (+X)측으로 이동시키는 라인 가공 처리를 실행하는 라인 가공 기간 Ts1(스텝 S1002~S1004)에서는, 레이저 조사 위치 Lb는 일정한 가공 속도 Vxd로 X방향으로 이동하면서, Y방향으로는 이동하지 않는다. 또한, 분할 예정 라인 S2를 따라서 레이저 광 B를 (-X)측으로 이동시키는 라인 가공 처리를 실행하는 라인 가공 기간 Ts2(스텝 S1002~S1004)에서는, 레이저 조사 위치 Lb는 일정한 가공 속도 Vxd로 X방향으로 이동하면서, Y방향으로는 이동하지 않는다.

[0146] 또한, 라인 가공 기간 Ts1으로부터 라인 가공 기간 Ts2로 스위칭되는 스위칭 기간 Tc(스텝 S1005, S1006, S1001)에서는, 상술과 동일하게 X방향에 있어서 반전 구동을 행하는 것과 병행해서, 가상 직선 Sv1으로부터 가상 직선 Sv2까지 레이저 조사 위치 Lb를 Y방향(이송 방향)으로 이동시킨다. 특히, 이 레이저 조사 위치 Lb의 이동은 위치 Pb2를 경유해서 실행된다. 즉, 스위칭 기간 Tc에 포함되는 감속 기간 Td 및 가속 기간 Ta 중, 감속 기간 Td에 있어서 레이저 조사 위치 Lb는 가상 직선 Sv1으로부터 위치 Pb2까지 Y방향으로 이동하고, 가속 기간 Ta에 있어서 레이저 조사 위치 Lb는 위치 Pb2로부터 가상 직선 Sv2까지 Y방향으로 이동한다. 구체적으로는, 감속 기간 Td가 개시함과 동시에 레이저 조사 위치 Lb가 가상 직선 Sv1으로부터 위치 Pb2로의 이동을 개시하고, 감속 기간 Td가 종료함과 동시에 레이저 조사 위치 Lb가 위치 Pb2에 도달한다. 또한, 가속 기간 Ta가 개시함과 동시에 레이저 조사 위치 Lb가 위치 Pb2로부터 가상 직선 Sv2로의 이동을 개시하고, 가속 기간 Ta가 종료함과 동시에 레이저 조사 위치 Lb가 가상 직선 Sv2에 도달한다.

[0147] 또한, 가속 기간 Ta로부터 감속 기간 Td로 이행하는 도중에 설치된 정지 기간 Tt에서는, 레이저 조사 위치 Lb의 X방향으로의 속도 Vx 및 Y방향으로의 속도 Vy의 양방이 제로가 되고, 레이저 조사 위치 Lb는 위치 Pb2에 있어서 반도체 기관 W에 대하여 정지하고 있다. 이 정지 기간 Tt에서는, 촬상부(8A, 8B)의 촬상 범위 Ri도 반도체 기관

W에 대하여 정지하고 있고, 특히 촬상부(8B)의 촬상 범위 Ri는, 반도체 기관 W의 (+X)측에 위치하는 레이저 조사 위치 Lb의 (-X)측에 위치하고, 반도체 기관 W에 중복한다. 그래서, 정지 기간 Tt에 있어서는, 촬상부(8B)의 적외선 카메라(81)가 반도체 기관 W 중 촬상 범위 Ri에 중복하는 부분을 촬상한다(스텝 S1006).

- [0148] 또한, 스위칭 기간 Tc에 있어서, 가상 직선 Sv1으로부터 위치 Pb2까지 Y방향으로 이동시키고 나서, 위치 Pb2로부터 가상 직선 Sv2까지 Y방향으로 이동시키는 구체적인 형태는, 도 15c의 예에 한정되지 않고, 예를 들면 도 15d, 도 15e 및 도 15f에 나타내는 형태로 이 이동을 실행해도 된다.
- [0149] 도 15d는 도 14의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 제 4 예를 모식적으로 나타내는 도면이고, 도 15e는 도 14의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 제 5 예를 모식적으로 나타내는 도면이고, 도 15f는 도 14의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 제 6 예를 모식적으로 나타내는 도면이다. 도 15d~도 15f에서의 표기는 도 15c의 그것과 동일하다. 도 15d~도 15f와 도 15c의 차이는, 스위칭 기간 Tc에 있어서의 레이저 조사 위치 Lb의 이동 형태이다. 그래서, 도 15c와의 차이를 중심으로 설명하고, 공통되는 동작에 대해서는 상당 부호를 붙여서 적당하게 설명을 생략한다.
- [0150] 도 15d에 나타내는 제 4 예에서는, 감속 기간 Td가 개시함과 동시에 레이저 조사 위치 Lb가 가상 직선 Sv1으로부터 위치 Pb2로의 Y방향으로의 이동을 개시하고, 감속 기간 Td가 종료하는 것보다 전에, Y방향에 있어서 레이저 조사 위치 Lb가 위치 Pb2에 도달해서 상기 위치 Pb2에서 정지한다(즉, 속도 Vy가 제로). 단, Y방향에 있어서 레이저 조사 위치 Lb가 위치 Pb2에 도달한 후, 감속 기간 Td는 계속하고 있고, 레이저 조사 위치 Lb는 X방향으로의 이동을 계속한다. 또한, 가속 기간 Ta가 개시된 후에 레이저 조사 위치 Lb가 위치 Pb2로부터 가상 직선 Sv2로의 Y방향으로의 이동을 개시하고, 가속 기간 Ta가 종료함과 동시에 레이저 조사 위치 Lb가 가상 직선 Sv2에 도달한다. 즉, 감속 기간 Td의 도중으로부터 가속 기간 Ta의 도중까지의 기간 ΔTy에 있어서, 레이저 조사 위치 Lb는 Y방향에 있어서 정지한다(즉, 속도 Vy가 제로).
- [0151] 도 15e에 나타내는 제 5 예에서는, 감속 기간 Td가 개시함과 동시에 레이저 조사 위치 Lb가 가상 직선 Sv1으로부터 위치 Pb2로의 Y방향으로의 이동을 개시하고, 감속 기간 Td가 종료하는 것보다 전에, Y방향에 있어서 레이저 조사 위치 Lb가 위치 Pb2에 도달해서 상기 위치 Pb2에서 정지한다(즉, 속도 Vy가 제로). 단, Y방향에 있어서 레이저 조사 위치 Lb가 위치 Pb2에 도달한 후, 감속 기간 Td는 계속하고 있고, 레이저 조사 위치 Lb는 X방향으로의 이동을 계속한다. 또한, 가속 기간 Ta가 개시함과 동시에 레이저 조사 위치 Lb가 위치 Pb2로부터 가상 직선 Sv2로의 Y방향으로의 이동을 개시하고, 가속 기간 Ta가 종료함과 동시에 레이저 조사 위치 Lb가 가상 직선 Sv2에 도달한다. 즉, 감속 기간 Td의 도중으로부터 가속 기간 Ta의 개시까지의 기간 ΔTy에 있어서, 레이저 조사 위치 Lb는 Y방향에 있어서 정지한다(즉, 속도 Vy가 제로).
- [0152] 도 15f에 나타내는 제 5 예에서는, 감속 기간 Td가 개시함과 동시에 레이저 조사 위치 Lb가 가상 직선 Sv1으로부터 위치 Pb2로의 Y방향으로의 이동을 개시한다. 단, 감속 기간 Td의 종료 시점에서는, Y방향에 있어서 레이저 조사 위치 Lb가 위치 Pb2에 도달하지 않는다. 또한, 감속 기간 Td의 종료 시점에서, X방향에 있어서는 레이저 조사 위치 Lb의 위치(즉, X좌표)와 위치 Pb2의 위치(즉, X좌표)와는 일치하고 있다. 따라서, 레이저 조사 위치 Lb는 감속 기간 Td의 종료 후도 위치 Pb2를 향해서 Y방향으로 이동을 계속한다. 또한, 감속 기간 Td의 종료부터 레이저 조사 위치 Lb가 위치 Pb2를 향해서 Y방향으로 이동하는 사이는, 레이저 조사 위치 Lb는 X방향에 있어서 정지하고 있다(즉, 속도 Vx가 제로). 그리고, 레이저 조사 위치 Lb가 위치 Pb2에 도달함과 동시에, 가속 기간 Ta가 개시됨과 아울러, 레이저 조사 위치 Lb가 위치 Pb2로부터 가상 직선 Sv2로의 Y방향으로의 이동을 개시한다. 또한, 가속 기간 Ta가 종료함과 동시에 레이저 조사 위치 Lb가 가상 직선 Sv2에 도달한다.
- [0153] 도 15g는 도 14의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 제 7 예를 모식적으로 나타내는 도면이다. 도 15g에서의 표기는 도 15a의 그것과 동일하다. 도 15g에 있어서도, 도 15a와 동일하게 도 14의 플로우차트에 따라서, 분할 예정 라인 S1, S2, S3에 대하여 레이저 가공 처리가 순서대로 실행된다. 단, 레이저 가공 처리의 대상이 되는 분할 예정 라인 S를 변경하는 스위칭 기간 Tc에서의 동작이 도 15g와 도 15a에서 상이하다. 그래서, 도 15a와의 차이를 중심으로 설명하고, 공통되는 동작에 대해서는 상당 부호를 붙여서 적당하게 설명을 생략한다.
- [0154] 분할 예정 라인 S1에의 레이저 가공의 종료에 따라서, 레이저 조사 위치 Lb가 분할 예정 라인 S1을 (+X)측으로 통과하면, 레이저 조사 위치 Lb가 X방향의 (+X)측을 향해서 감속을 개시하고(스텝 S1005), X방향에 있어서 반도체 기관 W의 (+X)측의 위치 Pb2에 레이저 조사 위치 Lb가 정지한다(스텝 S1006). 이 위치 Pb2는 Y방향에 있어서, 가상 직선 Sv1과 가상 직선 Sv2 사이의 구간의 외측(가상 직선 Sv2에 대하여 가상 직선 Sv1의 반대측)에 설치된다. 즉, 스텝 S1005~S1006에서는, 레이저 조사 위치 Lb는 X방향으로의 감속과 병행해서 가상 직선 Sv1으로부터 가상 직선 Sv2를 넘어서 위치 Pb2까지 Y방향으로 이동한다. 또한, 레이저 조사 위치 Lb가 위치 Pb2

에 정지한 상태에서는, 촬상부(8B)의 촬상 범위 Ri가 촬상점 Pw(S3)를 적어도 포함하는 위치에서 정지한다. 그래서, 스텝 S1006에서는, 제어부(100)는 촬상부(8B)에 촬상 범위 Ri를 촬상시켜서, 촬상점 Pw(S3)를 포함하는 화상을 취득한다. 이것에 의해, 제어부(100)는 미가공의 분할 예정 라인 S3의 위치를 나타내는 화상을 취득할 수 있다.

[0155] 이어서, 위치 Pb2에 정지하는 레이저 조사 위치 Lb가, X방향의 (-X)측을 향해서 가속을 개시한다(스텝 S1001). 그리고, 레이저 조사 위치 Lb가 (+X)측의 반도체 기판 W의 끝에 도달하기까지, 레이저 조사 위치 Lb의 속도 Vx가 가공 속도 Vxd까지 증가하면, 레이저 조사 위치 Lb는 가공 속도 Vxd로 X방향의 (-X)측으로 등속 이동한다(스텝 S1002). 또한, 레이저 조사 위치 Lb가 가속을 개시하고 나서 가공 속도 Vxd로의 등속 이동을 개시하기까지의 기간에 있어서, 레이저 조사 위치 Lb는 위치 Pb2로부터 가상 직선 Sv2까지 Y방향으로 이동한다. 즉, 스텝 S1001~S1002에서는, 레이저 조사 위치 Lb는 X방향으로의 가속과 병행해서 위치 Pb2로부터 가상 직선 Sv2까지 Y방향으로 이동한다. 이것에 의해, 레이저 조사 위치 Lb가 분할 예정 라인 S2에 도달하고, 분할 예정 라인 S2에의 라인 가공을 개시할 수 있다.

[0156] 분할 예정 라인 S2에의 레이저 가공의 종료에 따라서, 레이저 조사 위치 Lb가 분할 예정 라인 S2를 (-X)측으로 통과하면, 레이저 조사 위치 Lb가 X방향의 (-X)측을 향해서 감속을 개시하고(스텝 S1005), X방향에 있어서 반도체 기판 W의 (-X)측의 위치 Pb3에 레이저 조사 위치 Lb가 정지한다(스텝 S1006). 이 위치 Pb3는 Y방향에 있어서, 가상 직선 Sv2와 가상 직선 Sv3 사이의 구간의 외측(가상 직선 Sv3에 대하여 가상 직선 Sv2의 반대측)에 설치된다. 즉, 스텝 S1005~S1006에서는, 레이저 조사 위치 Lb는 X방향으로의 감속과 병행해서 가상 직선 Sv2로부터 가상 직선 Sv3를 넘어서 위치 Pb2까지 Y방향으로 이동한다. 또한, 레이저 조사 위치 Lb가 위치 Pb3에 정지한 상태에서는, 촬상부(8A)의 촬상 범위 Ri가 촬상점 Pw(S4)를 적어도 포함하는 위치에서 정지한다. 그래서, 스텝 S1006에서는, 제어부(100)는 촬상부(8A)에 촬상 범위 Ri를 촬상시켜서, 촬상점 Pw(S4)를 포함하는 화상을 취득한다. 이것에 의해, 제어부(100)는 미가공의 분할 예정 라인 S4의 위치를 나타내는 화상을 취득할 수 있다.

[0157] 이어서, 도 15g의 「X방향으로의 속도 변화」 및 「Y방향으로의 속도 변화」를 참조하면서, 레이저 조사 위치 Lb의 속도 변화에 관하여 설명한다. 분할 예정 라인 S1을 따라서 레이저 광 B를 (+X)측으로 이동시키는 라인 가공 처리를 실행하는 라인 가공 기간 Ts1(스텝 S1002~S1004)에서는, 레이저 조사 위치 Lb는 일정한 가공 속도 Vxd로 X방향으로 이동하면서, Y방향으로는 이동하지 않는다. 또한, 분할 예정 라인 S2를 따라 레이저 광 B를 (-X)측으로 이동시키는 라인 가공 처리를 실행하는 라인 가공 기간 Ts2(스텝 S1002~S1004)에서는, 레이저 조사 위치 Lb는 일정한 가공 속도 Vxd로 X방향으로 이동하면서, Y방향으로는 이동하지 않는다.

[0158] 또한, 라인 가공 기간 Ts1으로부터 라인 가공 기간 Ts2로 스위칭되는 스위칭 기간 Tc(스텝 S1005, S1006, S1001)에서는, 상술과 동일하게 X방향에 있어서 반전 구동을 행하는 것과 병행해서 가상 직선 Sv1으로부터 가상 직선 Sv2까지 레이저 조사 위치 Lb를 Y방향(이송 방향)으로 이동시킨다. 특히, 이 레이저 조사 위치 Lb의 이동은 Y방향에 있어서 가상 직선 Sv1과 가상 직선 Sv2 사이의 구간의 외측에 설치된 위치 Pb2를 경유해서 실행된다. 즉, 스위칭 기간 Tc에 포함되는 감속 기간 Td 및 가속 기간 Ta 중, 감속 기간 Td에 있어서 레이저 조사 위치 Lb는 가상 직선 Sv1으로부터 가상 직선 Sv2를 넘어서 위치 Pb2까지 Y방향으로 이동하고, 가속 기간 Ta에 있어서 레이저 조사 위치 Lb는 위치 Pb2로부터 가상 직선 Sv2까지 Y방향으로 이동한다. 구체적으로는, 감속 기간 Td가 개시함과 동시에 레이저 조사 위치 Lb가 가상 직선 Sv1으로부터 위치 Pb2로의 이동을 개시하고, 감속 기간 Td가 종료함과 동시에 레이저 조사 위치 Lb가 위치 Pb2에 도달한다. 또한, 가속 기간 Ta가 개시함과 동시에 레이저 조사 위치 Lb가 위치 Pb2로부터 가상 직선 Sv2로의 이동을 개시하고, 가속 기간 Ta가 종료함과 동시에 레이저 조사 위치 Lb가 가상 직선 Sv2에 도달한다.

[0159] 또한, 가속 기간 Ta로부터 감속 기간 Td로 이행하는 도중에 설치된 정지 기간 Tt에서는, 레이저 조사 위치 Lb의 X방향으로의 속도 Vx 및 Y방향으로의 속도 Vy의 양방이 제로가 되고, 레이저 조사 위치 Lb는 위치 Pb2에 있어서 반도체 기판 W에 대하여 정지하고 있다. 이 정지 기간 Tt에서는, 촬상부(8A, 8B)의 촬상 범위 Ri도 반도체 기판 W에 대하여 정지하고 있고, 특히 촬상부(8B)의 촬상 범위 Ri는, 반도체 기판 W의 (+X)측에 위치하는 레이저 조사 위치 Lb의 (-X)측에 위치하고, 반도체 기판 W에 중복한다. 그래서, 정지 기간 Tt에 있어서는, 촬상부(8B)의 적외선 카메라(81)가 반도체 기판 W 중 촬상 범위 Ri에 중복하는 부분을 촬상한다(스텝 S1006).

[0160] 그런데, 상기의 예에서는, 위치 Pb2는 Y방향에 있어서 가상 직선 Sv2에 대하여 가상 직선 Sv1의 반대측에 형성되어 있다. 그러나, Y방향에 있어서 가상 직선 Sv1에 대하여 가상 직선 Sv2의 반대측에 위치 Pb2를 형성해도 된다. 이 경우, 감속 기간 Td에 있어서, 레이저 조사 위치 Lb는 가상 직선 Sv1으로부터 위치 Pb2로 Y방향으로 이

동하고, 가속 기간 Ta에 있어서, 레이저 조사 위치 Lb는 위치 Pb2로부터 가상 직선 Sv1을 넘어서 가상 직선 Sv2에 Y방향으로 이동한다. 위치 Pb3에 대해서도 동일한 변경이 가능하다.

[0161] 도 16은 각 분할 예정 라인에의 라인 가공 처리의 제 1 응용예를 나타내는 플로우차트이고, 도 17은 도 16의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 일례를 모식적으로 나타내는 도면이다. 도 17에서의 표기는 도 15a~도 15g의 표기와 같다. 도 16의 예와 도 14의 예는, 라인 가공 처리의 실행 중에 반도체 기관 W를 활성화하는 스텝 S1008의 유무에 있어서 상이하고, 다른 스텝 S1001~S1007에 있어서 공통된다. 따라서, 도 16의 예에 있어서는, 도 15a~도 15g에 나타내는 각 동작(제 1 예~제 7 예) 중 어느 하나가 실행된다. 또한, 도 17에서는, 스위칭 기간 Tc에 있어서의 레이저 조사 위치 Lb의 궤적을 나타내고 있지 않지만, 도 15a~도 15g 중 어느 하나에 나타내는 궤적을 레이저 조사 위치 Lb가 이동할 수 있다.

[0162] 도 16의 스텝 S1008은 다음과 같이 실행된다. 즉, 분할 예정 라인 S1을 따른 레이저 조사 위치 Lb의 이동 중에 반도체 기관 W가 활성화된다(스텝 S1008). 구체적으로는, (+X)측으로 이동하는 레이저 조사 위치 Lb보다 상기 레이저 조사 위치 Lb의 이동측(즉, (+X)측)에 위치하는 활상 범위 Ri(즉, 활상부(8A)의 활상 범위 Ri)가 활상된다. 이것에 의해, 레이저 조사 위치 Lb보다 상기 레이저 조사 위치 Lb의 이동측의 활상점 Pw(S11)를 포함하는 화상이 취득된다. 이렇게 해서, 라인 가공 처리를 실행 중의 분할 예정 라인 S1 중 미가공 부분의 위치를 나타내는 화상을 취득할 수 있다.

[0163] 즉, 스텝 S1003, S1108, S1104의 실행 기간에서는, 분할 예정 라인 S1에 대하여 라인 가공 처리가 실행됨과 병행해서, 상기 라인 가공 처리의 대상인 분할 예정 라인 S1 중 미가공 부분의 화상이 활상된다.

[0164] 또한, 분할 예정 라인 S2을 따른 레이저 조사 위치 Lb의 이동 중에 반도체 기관 W가 활상된다(스텝 S1008). 구체적으로는, (-X)측으로 이동하는 레이저 조사 위치 Lb보다 상기 레이저 조사 위치 Lb의 이동측(즉, (-X)측)에 위치하는 활상 범위 Ri(즉, 활상부(8B)의 활상 범위 Ri)가 활상된다. 이것에 의해, 레이저 조사 위치 Lb보다 상기 레이저 조사 위치 Lb의 이동측의 활상점 Pw(S21)를 포함하는 화상이 취득된다. 이렇게 해서, 라인 가공 처리를 실행 중의 분할 예정 라인 S2 중 미가공 부분의 위치를 나타내는 화상을 취득할 수 있다.

[0165] 즉, 스텝 S1003, S1108, S1104의 실행 기간에서는, 분할 예정 라인 S2에 대하여 라인 가공 처리가 실행되는 것과 병행해서, 상기 라인 가공 처리의 대상인 분할 예정 라인 S2 중 미가공 부분의 화상이 활상된다.

[0166] 또한, 분할 예정 라인 S3을 따른 레이저 조사 위치 Lb의 이동 중에 반도체 기관 W가 활상된다(스텝 S1008). 구체적으로는, (+X)측으로 이동하는 레이저 조사 위치 Lb보다 상기 레이저 조사 위치 Lb의 이동측(즉, (+X)측)에 위치하는 활상 범위 Ri(즉, 활상부(8A)의 활상 범위 Ri)가 활상된다. 이것에 의해, 레이저 조사 위치 Lb보다 상기 레이저 조사 위치 Lb의 이동측의 활상점 Pw(S31)를 포함하는 화상이 취득된다. 이렇게 해서, 라인 가공 처리를 실행 중의 분할 예정 라인 S3 중 미가공 부분의 위치를 나타내는 화상을 취득할 수 있다.

[0167] 즉, 스텝 S1003, S1108, S1104의 실행 기간에서는, 분할 예정 라인 S3에 대하여 라인 가공 처리가 실행되는 것과 병행해서, 상기 라인 가공 처리의 대상인 분할 예정 라인 S3 중 미가공 부분의 화상이 활상된다.

[0168] 그리고, X방향과 평행한 복수의 분할 예정 라인 S(S1, S2, S3, ...)에 대하여 레이저 가공을 완료했다고 확인되기까지(스텝 S1007에서 「YES」), 스텝 S1001~S1007이 반복된다.

[0169] 도 18은 각 분할 예정 라인에의 라인 가공 처리의 제 2 응용예를 나타내는 플로우차트이고, 도 19a는 도 18의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 제 1 예를 모식적으로 나타내는 도면이다. 도 19a에서는 반도체 기관 W에 대하여 상대적으로 이동하는 레이저 조사 위치 Lb의 궤적이 점선으로 나타내어짐과 아울러, 분할 예정 라인(S1, S2, S3)을 따라 분할 예정 라인 S1, S2, S3의 양 외측 사이에서 X방향과 평행하게 이어설치된 가상 직선 Sv1, Sv2, Sv3가 일점 쇄선으로 나타내어진다. 또한, 레이저 조사 위치 Lb의 궤적과 가상 직선 Sv1, Sv2, Sv3가 중복하는 부분에서는, 레이저 조사 위치 Lb의 궤적을 나타내는 점선이 우선해서 나타내어진다.

[0170] 도 19a에 나타내는 예에서는, X방향에 있어서 반도체 기관 W의 (-X)측의 위치 Pb1에 레이저 조사 위치 Lb가 정지하고 있는 상태에서부터, 도 18의 플로우차트가 개시된다. 이 위치 Pb1은 분할 예정 라인 S1을 따른 가상 직선 Sv1 상에 설치되고, 바꿔 말하면, X방향으로부터 분할 예정 라인 S1에 대향하는 위치이다. 단, 도 18의 플로우차트를 개시할 때의 레이저 조사 위치 Lb의 위치는, 여기의 예에 한정되지 않고, 적당하게 변경할 수 있다.

[0171] 스텝 S1101에서는, 위치 Pb1에 정지하는 레이저 조사 위치 Lb가 X방향의 (+X)측을 향해서 가속을 개시하고, X방향과 평행하게 이동한다. 이것에 의해, 레이저 조사 위치 Lb가 가상 직선 Sv1을 따라 (+X)측으로 이동한다. 그리고, 레이저 조사 위치 Lb가 (-X)측의 반도체 기관 W의 끝에 도달하기까지, 레이저 조사 위치 Lb의 속도 Vx가

가공 속도 V_{xd} 까지 증가하면, 레이저 조사 위치 L_b 는 가공 속도 V_{xd} 로 X방향의 (+X)측으로 등속 이동한다(스텝 S1102).

- [0172] 또한, 레이저 조사 위치 L_b 가 (-X)측의 반도체 기판 W의 끝에 도달하는 타이밍에 맞춰서 레이저 광원(72)이 점등하고, 가공 헤드(71)로부터 레이저 조사 위치 L_b 로의 레이저 광 B의 조사가 개시된다(스텝 S1103). 이것에 의해, 분할 예정 라인 S1을 따라 X방향의 (+X)측으로 이동하는 레이저 조사 위치 L_b 에 대하여 레이저 광 B가 조사되어서, 분할 예정 라인 S1이 가공된다(라인 가공 처리).
- [0173] 또한, 이 예에서는, 분할 예정 라인 S1을 따른 레이저 조사 위치 L_b 의 이동 중에 반도체 기판 W가 활상된다(스텝 S1104). 구체적으로는, (+X)측으로 이동하는 레이저 조사 위치 L_b 보다 상기 레이저 조사 위치 L_b 의 이동측(즉, (+X)측)에 위치하는 활상 범위 R_i (즉, 활상부(8A)의 활상 범위 R_i)가 활상된다. 이것에 의해, 레이저 조사 위치 L_b 보다 상기 레이저 조사 위치 L_b 의 이동측의 활상점 P_w (S11)를 포함하는 화상이 취득된다. 이렇게 해서, 라인 가공 처리를 실행 중의 분할 예정 라인 S1 중 미가공 부분의 위치를 나타내는 화상을 취득할 수 있다.
- [0174] 그리고, 레이저 조사 위치 L_b 가 (+X)측의 반도체 기판 W의 끝에 도달하는 타이밍에 맞춰서 레이저 광원(72)이 소등하고, 가공 헤드(71)로부터 레이저 조사 위치 L_b 로의 레이저 광 B의 조사가 종료한다(스텝 S1105). 이렇게 해서, 스텝 S1103~S1105까지의 기간에서는, 분할 예정 라인 S1에 대하여 라인 가공 처리가 실행되는 것과 병행해서 상기 라인 가공 처리의 대상인 분할 예정 라인 S1 중 미가공 부분의 화상이 활상된다.
- [0175] 레이저 조사 위치 L_b 가 분할 예정 라인 S1을 (+X)측으로 통과하면, 레이저 조사 위치 L_b 가 X방향의 (+X)측을 향해서 감속을 개시한다(스텝 S1106). 스텝 S1107에서는, X방향과 평행한 복수의 분할 예정 라인 S에 대하여 레이저 가공을 완료했는지 확인된다. 그리고, 이것들의 분할 예정 라인 S 중, 미가공의 분할 예정 라인 S가 있는 경우(스텝 S1107에서 「NO」의 경우)에는, 스텝 S1101로 되돌아간다.
- [0176] 그 결과, X방향의 (+X)측으로 감속한 레이저 조사 위치 L_b 의 X방향으로의 속도 V_x 가 제로가 되는 것에 계속해서, 레이저 조사 위치 L_b 가 X방향의 (-X)측으로 가속한다(스텝 S1101). 그리고, 레이저 조사 위치 L_b 가 (+X)측의 반도체 기판 W의 끝에 도달하기까지, 레이저 조사 위치 L_b 의 속도 V_x 가 가공 속도 V_{xd} 까지 증가하면, 레이저 조사 위치 L_b 는 가공 속도 V_{xd} 로 X방향의 (-X)측으로 등속 이동한다(스텝 S1102).
- [0177] 이와 같이, 도 18 및 도 19a의 예에 있어서도, 상술과 동일하게 X방향으로 반전 구동이 실행된다. 또한, 이 반전 구동과 병행해서 레이저 조사 위치 L_b 가 가상 직선 Sv_1 으로부터 가상 직선 Sv_2 까지 Y방향으로 이동한다. 이것에 의해, X방향에 있어서 레이저 조사 위치 L_b 의 속도 V_x 가 가공 속도 V_{xd} 로 증가하기까지, Y방향에 있어서 레이저 조사 위치 L_b 가 가상 직선 Sv_2 까지 이동하고, 레이저 조사 위치 L_b 가 분할 예정 라인 S2에 도달한다.
- [0178] 단, 여기의 예에서는, 레이저 조사 위치 L_b 의 Y방향으로의 이동 형태가 상술과 상이하다. 즉, 레이저 조사 위치 L_b 가 X방향에 있어서 감속, 정지 및 가속을 행하는 반전 구동과 병행해서 레이저 조사 위치 L_b 는 분할 예정 라인 Sb_1 으로부터 분할 예정 라인 Sb_2 로의 Y방향으로의 이동을 계속적으로 실행한다(계속 이송 구동). 특히, 반전 구동에 의해 X방향으로의 레이저 조사 위치 L_b 의 속도 V_x 가 제로가 되는 시점의 전후에 걸쳐서, 레이저 조사 위치 L_b 의 Y방향으로의 계속 이송 구동이 실행된다. 따라서, 레이저 조사 위치 L_b 의 X방향으로의 속도 V_x 및 Y방향으로의 속도 V_y 의 양방이 제로가 되는 타이밍은 이 예에서는 존재하지 않는다.
- [0179] 레이저 조사 위치 L_b 가 (+X)측의 반도체 기판 W의 끝에 도달하는 타이밍에 맞춰서 레이저 광원(72)이 점등하고, 가공 헤드(71)로부터 레이저 조사 위치 L_b 로의 레이저 광 B의 조사가 개시된다(스텝 S1103). 이것에 의해, 분할 예정 라인 S2를 따라 X방향의 (-X)측으로 이동하는 레이저 조사 위치 L_b 에 대하여 레이저 광 B가 조사되어서, 분할 예정 라인 S2가 가공된다(라인 가공 처리).
- [0180] 또한, 이 예에서는, 분할 예정 라인 S2를 따른 레이저 조사 위치 L_b 의 이동 중에 반도체 기판 W가 활상된다(스텝 S1104). 구체적으로는, (-X)측으로 이동하는 레이저 조사 위치 L_b 보다 상기 레이저 조사 위치 L_b 의 이동측(즉, (-X)측)에 위치하는 활상 범위 R_i (즉, 활상부(8B)의 활상 범위 R_i)가 활상된다. 이것에 의해, 레이저 조사 위치 L_b 보다 상기 레이저 조사 위치 L_b 의 이동측의 활상점 P_w (S21)를 포함하는 화상이 취득된다. 이렇게 해서, 라인 가공 처리를 실행 중의 분할 예정 라인 S2 중 미가공 부분의 위치를 나타내는 화상을 취득할 수 있다.
- [0181] 그리고, 레이저 조사 위치 L_b 가 (-X)측의 반도체 기판 W의 끝에 도달하는 타이밍에 맞춰서 레이저 광원(72)이 소등하고, 가공 헤드(71)로부터 레이저 조사 위치 L_b 로의 레이저 광 B의 조사가 종료한다(스텝 S1105). 이렇게 해서, 스텝 S1103~S1105까지의 기간에서는, 분할 예정 라인 S2에 대하여 라인 가공 처리가 실행됨과 병행해서 상기 라인 가공 처리의 대상인 분할 예정 라인 S2 중 미가공 부분의 화상이 활상된다.

- [0182] 레이저 조사 위치 Lb가 분할 예정 라인 S2를 (-X)측으로 통과하면, 레이저 조사 위치 Lb가 X방향의 (-X)측을 향해서 감속을 개시한다(스텝 S1106). 스텝 S1107에서는, X방향과 평행한 복수의 분할 예정 라인 S에 대하여 레이저 가공을 완료했는지가 확인된다. 그리고, 이들의 분할 예정 라인 S 중, 미가공의 분할 예정 라인 S가 있는 경우(스텝 S1107에서 「NO」의 경우)에는, 스텝 S1101로 되돌아간다.
- [0183] 그 결과, X방향의 (-X)측으로 감속한 레이저 조사 위치 Lb의 X방향으로의 속도 V_x 가 제로가 되는 것에 계속해서, 레이저 조사 위치 Lb가 X방향의 (+X)측으로 가속한다(스텝 S1101). 그리고, 레이저 조사 위치 Lb가 (-X)측의 반도체 기관 W의 끝에 도달하기까지, 레이저 조사 위치 Lb의 속도 V_x 가 가공 속도 V_{xd} 까지 증가하면, 레이저 조사 위치 Lb는 가공 속도 V_{xd} 에서 X방향의 (+X)측으로 등속 이동한다(스텝 S1102).
- [0184] 이 때, 상술과 동일하게, X방향으로의 반전 구동과 병행해서 Y방향의 계속 이송 구동이 레이저 조사 위치 Lb에 대하여 실행된다. 이것에 의해, X방향에 있어서 레이저 조사 위치 Lb의 속도 V_x 가 가공 속도 V_{xd} 까지 증가하기까지, Y방향에 있어서 레이저 조사 위치 Lb가 가상 직선 Sv3까지 이동하고, 레이저 조사 위치 Lb가 분할 예정 라인 S3에 도달한다.
- [0185] 레이저 조사 위치 Lb가 (-X)측의 반도체 기관 W의 끝에 도달하는 타이밍에 맞춰서 레이저 광원(72)이 점등하고, 가공 헤드(71)로부터 레이저 조사 위치 Lb로의 레이저 광 B의 조사가 개시된다(스텝 S1103). 이것에 의해, 분할 예정 라인 S3를 따라 X방향의 (+X)측으로 이동하는 레이저 조사 위치 Lb에 대하여 레이저 광 B가 조사되어서, 분할 예정 라인 S3가 가공된다(라인 가공 처리).
- [0186] 또한 이 예에서는, 분할 예정 라인 S3를 따른 레이저 조사 위치 Lb의 이동 중에 반도체 기관 W가 촬상된다(스텝 S1104). 구체적으로는, (+X)측으로 이동하는 레이저 조사 위치 Lb보다 상기 레이저 조사 위치 Lb의 이동측(즉, (+X)측)에 위치하는 촬상 범위 Ri(즉, 촬상부(8A)의 촬상 범위 Ri)가 촬상된다. 이것에 의해, 레이저 조사 위치 Lb보다 상기 레이저 조사 위치 Lb의 이동측의 촬상점 Pw(S31)를 포함하는 화상이 취득된다. 이렇게 해서, 라인 가공 처리를 실행 중의 분할 예정 라인 S3 중 미가공 부분의 위치를 나타내는 화상을 취득할 수 있다.
- [0187] 그리고, 레이저 조사 위치 Lb가 (+X)측의 반도체 기관 W의 끝에 도달하는 타이밍에 맞춰서 레이저 광원(72)이 소등하고, 가공 헤드(71)로부터 레이저 조사 위치 Lb로의 레이저 광 B의 조사가 종료한다(스텝 S1105). 이렇게 해서, 스텝 S1103~S1105까지의 기간에서는, 분할 예정 라인 S3에 대하여 라인 가공 처리가 실행됨과 병행해서 상기 라인 가공 처리의 대상인 분할 예정 라인 S3 중 미가공 부분의 화상이 촬상된다.
- [0188] 계속해서는, 도 19a의 「X방향으로의 속도 변화」 및 「Y방향으로의 속도 변화」를 참조하면서, 레이저 조사 위치 Lb의 속도 변화에 관하여 설명한다. 분할 예정 라인 S1을 따라 레이저 광 B를 (+X)측으로 이동시키는 라인 가공 처리를 실행하는 라인 가공 기간 Ts1(스텝 S1103~S1105)에서는, 레이저 조사 위치 Lb는 일정한 가공 속도 V_{xd} 로 X방향으로 이동하면서, Y방향으로는 이동하지 않는다. 또한, 분할 예정 라인 S2를 따라 레이저 광 B를 (-X)측으로 이동시키는 라인 가공 처리를 실행하는 라인 가공 기간 Ts2(스텝 S1103~S1105)에서는, 레이저 조사 위치 Lb는 일정한 가공 속도 V_{xd} 로 X방향으로 이동하면서, Y방향으로는 이동하지 않는다.
- [0189] 또한, 라인 가공 기간 Ts1으로부터 라인 가공 기간 Ts2로 스위칭되는 스위칭 기간 Tc(스텝 S1106, S1101)에서는, 다음 동작이 실행된다. 즉, X축 구동부(65)(가공축 구동부)는 X방향(가공 방향)에 있어서, 분할 예정 라인 S1(제 1 가공 라인)을 (+X)측(제 1 측)으로 통과한 레이저 조사 위치 Lb를 (+X)측을 향해서 감속시켜서 정지시키고 나서(스텝 S1106), (-X)측을 향해서 가속함으로써(스텝 S1101), 레이저 조사 위치 Lb를 분할 예정 라인 S2(제 2 가공 라인)에 도달시키는 반전 구동을 실행한다. 이 반전 구동과 병행해서 Y축 구동부(63)(이송축 구동부)는 분할 예정 라인 S1을 따라 분할 예정 라인 S1의 외측까지 X방향으로 이어설치된 가상 직선 Sv1(제 1 가상 직선) 상으로부터, 분할 예정 라인 S2를 따라 분할 예정 라인 S2의 외측까지 X방향으로 이어설치된 가상 직선 Sv2(제 2 가상 직선) 상까지, 레이저 조사 위치 Lb를 Y방향(이송 방향)으로 계속적으로 이동시키는 계속 이송 구동을 실행한다.
- [0190] 특히, 제어부(100)는 X축 구동부(65)가 반전 구동으로 레이저 조사 위치 Lb를 X방향으로 정지시키는 것 보다 전에 Y축 구동부(63)가 계속 이송 구동을 개시하고, X축 구동부(65)가 반전 구동으로 레이저 조사 위치 Lb를 X방향으로 정지시킨 후에 Y축 구동부(63)가 계속 이송 구동을 종료하는 바와 같이, X축 구동부(65) 및 Y축 구동부(63)를 제어한다. 이와 같이, 반전 구동을 위해 X방향에 있어서의 레이저 조사 위치 Lb의 이동이 정지하는 시점의 전후를 통해서(바꿔 말하면, X축 구동부(65)가 반전 구동으로 레이저 조사 위치 Lb를 X방향에 있어서 정지시키는 기간에 있어서) Y축 구동부(63)가 레이저 조사 위치 Lb를 Y방향으로 이동시킨다.
- [0191] 바꿔 말하면, 스위칭 기간 Tc는 X방향으로 레이저 조사 위치 Lb를 감속시키는 감속 기간 Td(스텝 S1006)와, X방

향으로 레이저 조사 위치 Lb를 가속시키는 가속 기간 Ta(스텝 S1001)를 포함한다. 이에 대하여 Y축 구동부(63)는 레이저 조사 위치 Lb의 Y방향으로의 이동을, 감속 기간 Td로부터 가속 기간 Ta로 이행하는 이행 기간 Tx의 전후에 걸쳐서 계속적으로 실행한다(즉, Y방향에 있어서 레이저 조사 위치 Lb를 정지시키지 않고 실행한다). 또한, 이행 기간 Tx 사이 X방향에 있어서는 레이저 조사 위치 Lb가 정지하고 있다(즉, 속도 Vx가 제로).

[0192] 도 19b는 도 18의 플로우차트에 따라서 실행되는 동작의 제 2 예를 모식적으로 나타내는 도면이다. 도 19b가 도 19a와 상이한 것은 라인 가공 처리와 병행해서 반도체 기관 W를 촬상하는 횡수이다. 즉, 도 19b의 예에서는, 분할 예정 라인 S1으로의 라인 가공 처리의 실행을 위해, (+X)측으로 이동하는 레이저 조사 위치 Lb보다도 상기 레이저 조사 위치 Lb의 이동측(즉, (+X)측)에 위치하는 촬상 범위 Ri(즉, 촬상부(8A)의 촬상 범위 Ri)의 촬상이 복수회(여기의 예에서는 2회) 실행된다(스텝 S1104). 이것에 의해, 레이저 조사 위치 Lb보다 상기 레이저 조사 위치 Lb의 이동측의 2개의 촬상점 Pw(S11), Pw(S12)를 각각 포함하는 2매의 화상이 취득된다. 이렇게 해서, 라인 가공 처리를 실행 중의 분할 예정 라인 S1 중 미가공 부분의 위치를 나타내는 화상을 취득할 수 있다.

[0193] 동일하게, 분할 예정 라인 S2에의 라인 가공 처리의 실행을 위해, (-X)측으로 이동하는 레이저 조사 위치 Lb보다 상기 레이저 조사 위치 Lb의 이동측(즉, (-X)측)에 위치하는 촬상 범위 Ri(즉, 촬상부(8B)의 촬상 범위 Ri)의 촬상이 복수회(여기의 예에서는 2회) 실행된다(스텝 S1104). 이것에 의해, 레이저 조사 위치 Lb보다 상기 레이저 조사 위치 Lb의 이동측의 2개의 촬상점 Pw(S21), Pw(S22)를 각각 포함하는 2매의 화상이 취득된다. 이렇게 해서, 라인 가공 처리를 실행 중의 분할 예정 라인 S2 중 미가공 부분의 위치를 나타내는 화상을 취득할 수 있다. 또한, 분할 예정 라인 S3에의 라인 가공 처리에 있어서도, 동일하게 복수회의 촬상이 실행된다(스텝 S1104).

[0194] 도 20은 도 16의 스텝 S1008 또는 도 18의 스텝 S1104에서 취득되는 반도체 기관의 화상의 일례를 모식적으로 나타내는 도면이다. 상기의 예에서는, 서로 직교하는 2개의 분할 예정 라인 S의 교차점을 포함하는 영역이 촬상되어서 화상 IM이 취득된다. 이 때, 촬상 범위 Ri가 반도체 기관 W에 대하여 X방향으로 이동하면서, 화상 IM이 취득되기 때문에, 화상 IM에서는, 휘도가 X방향으로 평균화되어서 나타난다. 그 결과, 분할 예정 라인 S에 대응해서 X방향과 평행하게 연장되는 고휘도인 고휘도 영역과, 반도체 칩 C에 대응해서 X방향과 평행하게 연장되는 고휘도 영역보다 저휘도인 저휘도 영역이 나타난다. 특히, Y방향에 있어서, 2개의 저휘도 영역에 고휘도 영역이 끼워져 있다. 따라서, 제어부(100)는 분할 예정 라인 S에 대응하는 고휘도 영역에 기초하여 분할 예정 라인 S의 Y방향으로의 위치를 확인할 수 있다.

[0195] 이상의 도 16~도 20을 사용하여 설명한 실시형태에서는 레이저 조사 위치 Lb를 분할 예정 라인 S를 따라 이동시키면서 레이저 조사 위치 Lb에 레이저 광 b를 조사함으로써 분할 예정 라인 S를 가공하는 라인 가공 처리(스텝 S1003~S1004, S1103~S1105)의 실행 중에, 반도체 기관 W에 대하여 상대적으로 이동하는 촬상 범위 Ri를 촬상함으로써 반도체 기관 W 중 촬상 범위 Ri에 중복하는 부분의 화상이 취득된다(스텝 S1008, S1104). 즉, 라인 가공 처리의 실행 기간이 반도체 기관 W의 촬상에 유효 활용되고 있다. 이렇게 해서, 분할 예정 라인 S에 레이저 광 B를 조사해서 분할 예정 라인 S를 가공하는 레이저 가공 기술에 있어서, 반도체 기관 W의 촬상을 효율적으로 행하는 것이 가능해지고 있다.

[0196] 또한, 촬상부(8)는 라인 가공 처리(스텝 S1003~S1004, S1103~S1105)에 있어서 레이저 조사 위치 Lb가 분할 예정 라인 S에 대하여 이동하는 방향의 하류측에 설치된 촬상 범위 Ri를 촬상한다(스텝 S1008, S1104). 이러한 구성에서는, 레이저 광 B에 의해 가공 중의 위치(즉, 레이저 조사 위치 Lb)의 미가공측의 화상을 취득할 수 있다. 따라서, 제어부(100)는 레이저 광 B에 의한 가공이 반도체 기관 W의 미가공 부분에 주는 영향을 상기 화상에 기초해서 인식할 수 있다.

[0197] 또한 도 19b의 예에서는, 촬상부(8)는 라인 가공 처리(스텝 S1003~S1004, S1103~S1105)을 1회 실행하는 기간에, 촬상 범위 Ri의 촬상을 복수회 실행한다(스텝 S1008, S1104). 이러한 구성에서는, 라인 가공 처리의 실행 기간을 유효 활용하고, 반도체 기관 W의 복수의 화상을 취득할 수 있다.

[0198] 또한, 도 18 및 도 19a~도 19b에 나타내는 예에서는, 반도체 기관 W에 대하여 레이저 조사 위치 Lb를 X방향으로 상대적으로 이동시키는 X축 구동부(65)와, 반도체 기관 W에 대하여 레이저 조사 위치 Lb를 Y방향으로 상대적으로 이동시키는 Y축 구동부(63)(이송축 구동부)를 이용하여, 분할 예정 라인 S1(제 1 가공 라인)을 가공하는 라인 가공 처리(제 1 라인 가공 처리)와, 분할 예정 라인 S2(제 2 가공 라인)을 가공하는 라인 가공 처리(제 2 라인 가공 처리)가 순서대로 실행된다. 또한, 분할 예정 라인 S1에의 라인 가공 처리와 분할 예정 라인 S2에의 라인 가공 처리 간의 스위칭 기간 Tc에서는, 분할 예정 라인 S1을 통과한 레이저 조사 위치 Lb를, 분할 예정 라인 S2를 향하게 하기 위해서, X축 구동부(65)와 Y축 구동부(63)가 다음 동작을 실행한다. 즉, X축 구동부(65)는

X방향에 있어서, 분할 예정 라인 S1을 (+X)측으로 통과한 레이저 조사 위치 Lb를 (+X)측을 향해서 감속시켜 정지시키고 나서 (-X)측을 향해서 가속함으로써 레이저 조사 위치 Lb를 분할 예정 라인 S2에 도달시키는 반전 구동을 실행한다. 또한, Y축 구동부(63)는, 분할 예정 라인 S1을 따라 분할 예정 라인 S1의 외측까지 X 방향으로 이어설치된 가상 직선 Sv 상에서, 분할 예정 라인 S2를 따라 분할 예정 라인 S2의 외측까지 X방향으로 이어설치된 가상 직선 Sv2 상까지, 레이저 조사 위치 Lb를 Y방향으로 이동시킨다.

[0199] 특히, Y축 구동부(63)는, 스위칭 기간 Tc에 있어서, 가상 직선 Sv1 상에서 가상 직선 Sv2 상까지, 레이저 조사 위치 Lb를 Y방향으로 계속적으로 이동시키는 계속 이송 구동을 실행한다. 그리고, 제어부(100)는, X축 구동부(65)가 반전 구동으로 레이저 조사 위치 Lb를 정지시키는 것 보다 전에 Y축 구동부(63)가 계속 이송 구동을 개시하고, X축 구동부(65)가 반전 구동으로 레이저 조사 위치 Lb를 정지시킨 후에 Y축 구동부(63)가 계속 이송 구동을 종료하도록 X축 구동부(65) 및 Y축 구동부(63)를 제어한다. 즉, 반전 구동을 위해 X방향에 있어서의 레이저 조사 위치 Lb의 이동이 정지하는 시점의 전후를 통해서(바꿔 말하면, X축 구동부(65)가 반전 구동으로 레이저 조사 위치 Lb를 정지시키는 기간에 있어서) Y축 구동부(63)가 레이저 조사 위치 Lb를 Y방향으로 이동시킨다. 이와 같이, 스위칭 기간 Tc에 있어서, X방향의 (+X)측으로 레이저 조사 위치 Lb를 감속시키는 기간과, X방향의 (-X)측에 레이저 조사 위치 Lb를 가속시키는 기간의 양방이, 레이저 조사 위치 Lb의 Y방향으로의 이동에 유효 활용되고 있다. 그 결과, 레이저 광 B의 이동 방향을 스위칭하는 스위칭 기간 Tc가 반도체 기관 W의 가공 완료에 필요한 시간에 주는 영향을 억제하는 것이 가능하게 되어 있다. 게다가, 상술한 바와 같이, 라인 가공 처리의 실행 기간을 반도체 기관 W의 활상에 유효 활용되고 있는 점으로부터, 라인 가공 처리의 대상이 되는 분할 예정 라인 S의 스위칭에 필요한 시간을 억제함과 아울러, 반도체 기관 W의 활상을 효율적으로 행할 수 있고, 반도체 기관 W에의 가공을 조속히 완료하는 것이 가능하게 되어 있다.

[0200] 또한, 촬상부(8)는, 라인 가공 처리의 실행 중에 있어서 분할 예정 라인 S를 적어도 포함하는 촬상 범위 Ri를 촬상한다(도 20). 이러한 촬상에 의해 취득되는 화상 IM에는, Y방향에 있어서의 분할 예정 라인 S의 양측과 상기 분할 예정 라인 S의 콘트라스트에 의해, 분할 예정 라인 S에 상당하는 부분이 X방향으로 이어설치되어서 나타난다. 따라서, 제어부(100)에서는 상기 부분의 Y방향의 위치에 기초하여 레이저 가공이 분할 예정 라인 S의 Y방향으로의 위치에 주는 영향을 적확하게 인식할 수 있다.

[0201] 도 21은 라인 가공 처리에서의 레이저 가공 조건의 결정 방법의 일례를 나타내는 플로우차트이고, 도 22a는 레이저 가공 조건의 결정에 관계되는 파라미터를 나타내는 도면이고, 도 22b는 레이저 가공 조건의 시간적 영향을 나타내는 도면이고, 도 22c는 도 21의 레이저 가공 조건의 결정에서 참조하는 테이블의 일례를 나타내는 도면이다. 이 테이블은 기억부(190)에 미리 기억되어 있다.

[0202] 도 22a에서는 라인 가공 처리에 있어서, 레이저 조사 위치 Lb가 X방향으로 이동하는 속도 Vx와 시간의 관계를 나타내는 상측의 그래프와, 레이저 조사 위치 Lb가 X방향으로 이동하는 속도 Vx와 레이저 조사 위치 Lb의 X방향으로의 위치(즉, X좌표)의 관계를 나타내는 하측의 그래프가 나타내어져 있다.

[0203] 하측의 그래프에 나타내는 바와 같이, 분할 예정 라인 S에 대하여 라인 가공 처리를 실행하기 위해서는, 분할 예정 라인 S의 일방측의 개시 지점 Xs로부터 타방측(일방측의 반대)의 종료 지점 Xe까지 레이저 조사 위치 Lb를 X방향으로 이동시키면서, 분할 예정 라인 S에 중복하는 레이저 조사 위치 Lb에 레이저 광 B를 조사하는 조사 위치 주사가 실행된다. 즉, 조사 위치 주사는, X축 구동부(65)에 의해 레이저 조사 위치 Lb를 개시 지점 Xs로부터 종료 지점 Xe까지 X방향으로 이동시키면서, 분할 예정 라인 S에 중복하는 레이저 조사 위치 Lb에 가공 헤드(71)로부터 레이저 광 B를 조사한다. 이렇게 해서, 상술의 라인 가공 처리는, 조사 위치 주사에 따라 실행된다.

[0204] 이 조사 위치 주사에서는, 분할 예정 라인 S에 대하여 등속도 구간 SC가 설정된다. 이 등속도 구간 SC는 X방향에 있어서, 개시 지점 Xs와 종료 지점 Xe의 사이에 위치하고, 분할 예정 라인 S를 포함하도록 설정된다. 여기의 예에서는, X방향에 있어서 등속도 구간 SC의 양 끝이 분할 예정 라인 S의 양 끝과 일치하고 있고, 바꿔 말하면, 등속도 구간 SC는 분할 예정 라인 S와 일치한다. 단, 등속도 구간 SC의 설정 형태는 여기의 예에 한정되지 않고, 분할 예정 라인 S의 양 끝으로부터 외측으로 오프셋을 더해서 등속도 구간 SC를 설정해도 된다. 이 경우, 등속도 구간 SC는 분할 예정 라인 S보다 길어진다. 오프셋의 길이는, 소정의 일정값이어도 되고, 분할 예정 라인 S의 길이로 소정의 배율(예를 들면, 1%)을 곱한 값이어도 된다. 이러한 등속도 구간 SC의 길이는 분할 예정 라인 S의 길이에 따라 설정되고, 구체적으로는, 분할 예정 라인 S가 길게 될수록 등속도 구간 SC가 길어진다(바꿔 말하면, 분할 예정 라인 S가 짧게 될수록 등속도 구간 SC가 짧아진다).

[0205] 이 조사 위치 주사에서는, X방향에 있어서, 등속도 구간 SC의 일방측에 설치된 개시 지점 Xs로부터 등속도 구간 SC의 타방측에 설치된 종료 지점 Xe까지 레이저 조사 위치 Lb가 이동한다. 또한, X방향에 있어서, 레이저 조사

위치 L_b 가 개시 지점 X_s 로부터 등속도 구간 SC의 일방측의 끝 X_{ss} 로 이동하는 가속 기간 T_a 에서는, 레이저 조사 위치 L_b 는 X방향에 있어서 가속도 A로 가속하고, 레이저 조사 위치 L_b 의 X방향의 속도 V_x 는 제로로부터 가공 속도 V_{xd} 까지 증가한다. 또한, X방향에 있어서, 레이저 조사 위치 L_b 가 등속도 구간 SC의 일방의 끝 X_{ss} 로부터 타방의 끝 X_{se} 까지 이동하는 등속도 기간 T_{sc} (여기의 예에서는, 라인 가공 기간 T_s 에 일치)에서는, 레이저 조사 위치 L_b 는 X방향으로 일정한 가공 속도 V_{xd} 로 이동한다. 또한, X방향에 있어서, 레이저 조사 위치 L_b 가 등속도 구간 SC의 타방측의 끝 X_{se} 로부터 종료 지점 X_e 까지 이동하는 감속 기간 T_d 에서는, 레이저 조사 위치 L_b 는 X방향으로 가속도 A로 감속하고, 레이저 조사 위치 L_b 의 X방향의 속도 V_x 는 가공 속도 V_{xd} 로부터 제로까지 감소한다.

[0206] 이 때, 가속 기간 T_a 는 속도 V_x 가 가속도 A로 제로로부터 가공 속도 V_{xd} 까지 증가하는데 필요한 시간(V_{xd}/A)이 되고, 등속도 기간(T_{sc})은 등속도 구간 SC의 길이인 등속도 거리 L_{sc} 를 가공 속도 V_{xd} 로 이동하는데 필요한 시간(L_{sc}/V_{xd})이 되고, 감속 기간 T_d 는 속도 V_x 가 가속도 A로 가공 속도 V_{xd} 로부터 제로까지 감소하는데 필요한 시간(V_{xd}/A)이 된다. 따라서, 조사 위치 주사에 필요한 주사 시간 t 는,

[0207]
$$t=2 \times V_{xd}/A + L_{sc}/V_{xd}$$

[0208] 가 된다. 그 때문에 가공 속도 V_{xd} 와 주사 시간 t 사이에는, 도 22b에 나타내는 관계가 성립한다. 즉, 가공 속도 V_{xd} 가 $V_{xd_min}=(L_{sc} \times A/2)^{1/2}$ 일 때, 주사 시간 t 가 최소값이 된다. 따라서, 등속도 구간 SC의 길이(등속도 거리 L_{sc})에 따라 가공 속도 V_{xd} 를 설정함으로써 라인 가공 처리를 효율적으로 실행할 수 있다.

[0209] 단, 가공 속도 V_{xd} 를 변경한 경우에는, 레이저 광원(72)으로부터 사출되는 레이저 광 B의 주파수를 변경할 필요가 있다. 구체적으로는, 가공 속도 V_{xd} 를 빨리할수록 레이저 광 B의 주파수를 높게 할 필요가 있다. 이에 대하여 레이저 광 B의 주파수는, 단계적으로 바꿀 수밖에 없고, 연속적으로는 바꿀 수 없다. 그래서, 도 22c의 테이블이 사용된다. 이 테이블은 등속도 거리 L_{sc} (여기의 예에서는, 분할 예정 라인 S의 길이)와, 가공 속도 V_{xd} 와, 레이저 광 B의 주파수 f_c 의 관계를 규정한다. 구체적으로는, 등속도 거리 L_{sc} 가 $L_{sc}(1)$ 이하인 경우에는, 가공 속도 V_{xd} 가 $V_{xd}(1)$ 로 설정되고, 레이저 광 B의 주파수가 $f_c(1)$ 로 설정되고, 등속도 거리 L_{sc} 가 $L_{sc}(1)$ 보다 크고 $L_{sc}(2)$ 이하인 경우에는, 가공 속도 V_{xd} 가 $V_{xd}(2)$ 로 설정되고, 레이저 광 B의 주파수가 $f_c(2)$ 로 설정된다고 한 레이저 가공 조건이 테이블에 규정된다.

[0210] 즉, 도 21의 레이저 가공 조건 결정에서는, 라인 가공 처리의 대상이 되는 분할 예정 라인 S에 대하여 설정되는 등속도 구간 SC의 길이(등속도 거리 L_{sc})가 취득된다(스텝 S1201). 그리고, 스텝 S1201에서 취득된 등속도 거리 L_{sc} 와 도 22c의 테이블에 기초하여, 가공 속도 V_{xd} 가 결정됨과 아울러(스텝 S1202), 레이저 광 B의 주파수 f_c 가 결정된다(스텝 S1203). 이렇게 해서 도 21에 의해 결정된 레이저 가공 조건(가공 속도 V_{xd} 및 주파수 f_c)에 따라서 조사 위치 주사가 실행된다.

[0211] 그런데, 조사 위치 주사는, X방향과 평행한 복수의 분할 예정 라인 S에 대하여 순서대로 실행된다. 바꿔 말하면, 서로 상이한 분할 예정 라인 S를 대상으로 하는 복수의 조사 위치 주사가 실행된다. 이에 대하여 도 21의 레이저 가공 조건 결정은 복수의 조사 위치 주사의 각각에 대하여 실행되고, 각 조사 위치 주사는, 그것을 대상으로 하여 결정된 레이저 가공 조건에 따라서 레이저 조사 위치 L_b 의 이동과 레이저 광 B의 조사를 실행한다.

[0212] 특히, 상기의 예와 같이 X방향과 평행한 복수의 분할 예정 라인 S가 형성된 반도체 기판 W가 원형인 경우에는, 원의 중심으로부터 Y방향으로 멀어질수록 분할 예정 라인 S가 짧아지고, 상기 분할 예정 라인 S에 설정되는 등속도 거리 L_{sc} 도 짧아진다. 즉, 조사 위치 주사로 설정되는 등속도 거리 L_{sc} 는 상기 조사 위치 주사가 대상으로 하는 분할 예정 라인 S의 Y방향의 위치에 따라 상이하다. 그래서, 복수의 분할 예정 라인 S에 대하여 순서대로 실행되는 조사 위치 주사의 각각에 대하여, 레이저 가공 조건 결정을 실행하는 것이 적당하게 된다.

[0213] 또한, 레이저 가공 조건 결정은, 상기 레이저 가공 조건 결정이 대상으로 하는 조사 위치 주사의 개시 전의 임의의 타이밍에서 실행할 수 있다. 예를 들면, X 방향과 평행한 복수의 분할 예정 라인 S에 각각 대응하는 복수의 조사 위치 주사를 개시하기 전에, 상기 복수의 조사 위치 주사의 모두에 대하여 레이저 가공 조건 결정을 실행해도 좋다. 또는, 하나의 조사 위치 주사를 행함에 계속되어서 다음의 조사 위치 주사를 행하는 경우에, 하나의 조사 위치 주사의 실행 중에, 다음 조사 위치 주사에 대한 레이저 가공 조건 결정을 실행해도 된다.

[0214] 또한, 도 22c에 나타내는 바와 같이, 가공 속도 V_{xd} 의 조정은 복수의 이산적인 가공 속도 $V_{xd}(1)$, $V_{xd}(2)$, $V_{xd}(3)$, $V_{xd}(4)$ 중으로부터 1개를 선택함으로써 실행되고, 발신 주파수 f_c 의 조정은 복수의 이산적인 발신 주파수 $f_c(1)$, $f_c(2)$, $f_c(3)$, $f_c(4)$ 중으로부터 1개를 선택함으로써 실행된다. 즉, 레이저 가공 조건

결정에서는, 등속도 거리 L_{sc} 가 도 22c에 나타내는 복수(4개)의 범위 중 어디에 속하는지에 따라, 가공 속도 V_{xd} 및 발신 주파수 f_c 가 선택된다. 이 때, 복수의 조사 위치 주사의 각각에 대하여 레이저 가공 조건 결정을 실행해서 가공 속도 V_{xd} 및 발신 주파수 f_c 를 조정했을 때에, 연속해서 실행되는 2회의 레이저 조사 위치 주사의 사이에서 등속도 거리 L_{sc} 가 속하는 범위가 동일한 경우에는, 가공 속도 V_{xd} 및 발신 주파수 f_c 는 유지된다. 한편, 연속해서 실행되는 2회의 레이저 조사 위치 주사의 사이에서 등속도 거리 L_{sc} 가 속하는 범위가 상이한 경우에는, 가공 속도 V_{xd} 및 발신 주파수 f_c 는 변경된다(바뀌 말하면, 스위칭된다). 즉, 가공 속도 V_{xd} 의 조정에는, 가공 속도 V_{xd} 의 유지와, 가공 속도 V_{xd} 의 변경(스위칭)이 포함되고, 발신 주파수 f_c 의 조정에는, 발신 주파수 f_c 의 유지와 발신 주파수 f_c 의 변경(스위칭)이 포함된다.

[0215] 이와 같이 상기의 실시형태에서는 레이저 가공 장치(1)가 본 발명의 「레이저 가공 장치」의 일례에 상당하고, 척 스테이지(3)가 본 발명의 「지지 부재」의 일례에 상당하고, Y축 구동부(63)가 본 발명의 「이송축 구동부」의 일례에 상당하고, X축 구동부(65)가 본 발명의 「가공축 구동부」의 일례에 상당하고, 가공 헤드(71)가 본 발명의 「가공 헤드」의 일례에 상당하고, 촬상부(8)가 본 발명의 「촬상부」의 일례에 상당하고, 제어부(100)가 본 발명의 「제어부」의 일례에 상당하고, 제어부(100)가 본 발명의 「컴퓨터」의 일례에 상당하고, 레이저 가공 프로그램(191)이 본 발명의 「레이저 가공 프로그램」의 일례에 상당하고, 기록 매체(192)가 본 발명의 「기록 매체」의 일례에 상당하고, 레이저 광 B가 본 발명의 「레이저 광」의 일례에 상당하고, 레이저 조사 위치 L_b 가 본 발명의 「레이저 조사 위치」의 일례에 상당하고, 촬상 범위 R_i 가 본 발명의 「촬상 범위」의 일례에 상당하고, 분할 예정 라인 S가 본 발명의 「가공 라인」의 일례에 상당하고, 가상 직선 S_v 가 본 발명의 「가상 직선」의 일례에 상당하고, 스위칭 기간 T_c 가 본 발명의 「스위칭 기간」의 일례에 상당하고, 반도체 기판 W가 본 발명의 「가공 대상물」의 일례에 상당하고, X방향이 본 발명의 「가공 방향」의 일례에 상당하고, Y방향이 본 발명의 「이송 방향」의 일례에 상당하고, (+X)측 및 (-X)측이 본 발명의 「제 1 측」 및 「제 2 측」 또는 본 발명의 「제 2 측」 및 「제 1 측」에 상당한다.

[0216] 그런데, 도 16~도 20을 사용하여 설명한 라인 가공 처리의 실행에 따라 X방향으로 이동하는 촬상 범위 R_i 를 적외선 카메라(81)에 의해 촬상하는 상세 동작을 다음과 같이 변형해도 된다. 도 23은 촬상 범위를 촬상하는 상세 동작에 있어서의 레이저 조사 위치와 촬상 범위의 위치 관계를 모식적으로 나타내는 평면도이고, 도 24는 촬상 범위를 촬상하는 상세 동작에서의 촬상 대상을 모식적으로 나타내는 평면도이다.

[0217] 도 23에 나타내는 바와 같이, 평면시에 있어서, 촬상부(8)(8A, 8B)의 촬상 범위 R_i 의 중심 R_{ic} 와, 가공 헤드(71)에 의해 조사되는 레이저 광 B의 초점(즉, 레이저 조사 위치 L_b)이 X방향과 평행하게 나열되도록 촬상부(8)(8A, 8B)와 가공 헤드(71)가 X방향으로 배열되어 있다. 또한, 상술한 바와 같이, 2개의 촬상 범위 R_i 중, 레이저 조사 위치 L_b 의 이동 방향의 하류측의 촬상 범위 R_i 가 적외선 카메라(81)에 의해 촬상된다.

[0218] 즉, 도 24에 나타내는 바와 같이, 레이저 조사 위치 L_b 에 조사된 레이저 광 B가 X방향과 평행한 주사 방향 D_s 로 이동하고, 주사 방향 D_s 에 있어서 레이저 조사 위치 L_b 의 하류측을 촬상 범위 R_i 가 주사 방향 D_s 로 이동한다. 여기서, 분할 예정 라인 S 중, 레이저 조사 위치 L_b 보다 주사 방향 D_s 의 하류측은 레이저 광 B의 조사에 의한 가공이 실행되어 있지 않은 미가공 부분 S_d 이고, 레이저 조사 위치 L_b 보다 주사 방향 D_s 의 상류측은 레이저 광 B의 조사에 의한 가공이 실행된 가공 완료 부분 S_u 가 된다. 따라서, 레이저 조사 위치 L_b 보다 주사 방향 D_s 의 하류측의 촬상 범위 R_i 는 분할 예정 라인 S의 미가공 부분 S_d 를 포함하고, 레이저 가공 제어 연산부(120)(제어부)는, 상기 촬상 범위 R_i 를 촬상함으로써 분할 예정 라인 S의 미가공 부분 S_d 의 화상 IM을 취득할 수 있다.

[0219] 특히, 레이저 가공 제어 연산부(120)는, 주사 방향 D_s 에 있어서 레이저 조사 위치 L_b 의 하류(바뀌 말하면, 미가공 부분 S_d)에 있어서 분할 예정 라인 S가 촬상 범위 R_i 를 교차하고 있는 기간(교차 기간)을 통해서, 적외선 카메라(81)에 노광을 실행시킨다(패닝 동작). 여기서, 분할 예정 라인 S가 촬상 범위 R_i 에 교차한다란 분할 예정 라인 S가 촬상 범위 R_i 에 중복하면서, 분할 예정 라인 S의 양 끝이 촬상 범위 R_i 의 외측에 위치하는 상태를 나타낸다.

[0220] 도 25는 카메라의 노광 제어의 일례를 나타내는 플로우차트이다. 도 25의 플로우차트는, 레이저 가공 제어 연산부(120)가 카메라 제어부(122A, 122B)를 통해서 적외선 카메라(81)를 제어함으로써 실행되고, 분할 예정 라인 S에 대한 라인 가공 처리에 병행되어서 실행된다. 스텝 S1301에서는, 2대의 적외선 카메라(81) 각각의 2개의 촬상 범위 R_i 중, 주사 방향 D_s 의 하류측의 촬상 범위 R_i (「하류 촬상 범위 R_i 」라 적당하게 칭한다)에, 분할 예정 라인 S가 교차했는지(즉, 분할 예정 라인 S 중 미가공 부분 S_d 가 교차했는지)가 판단된다.

[0221] 그리고, 하류 촬상 범위 R_i 에 분할 예정 라인 S가 교차하는 타이밍에서(스텝 S1301에서 「YES」), 하류 촬상 범위 R_i 를 촬상하는 적외선 카메라(81)가 노광을 개시한다(스텝 S1302). 스텝 S1303에서는, 하류 촬상 범위 R_i

가 분할 예정 라인 S의 미가공 부분 S_d에서 벗어난, 즉 교차하지 않게 되었는지가 판단된다. 그리고, 하류 촬상 범위 Ri가 분할 예정 라인 S의 미가공 부분 S_d로부터 벗어나는 타이밍에서(스텝 S1303에서 「YES」), 상기 촬상 범위 Ri를 촬상하는 적외선 카메라(81)의 노광을 종료한다(스텝 S1304).

[0222] 이와 같이, 레이저 조사 위치 Lb의 이동에 따라 주사 방향 Ds로 이동하는 촬상 범위 Ri가 적외선 카메라(81)에 의해 촬상된다. 특히, 주사 방향 Ds에 있어서 레이저 조사 위치 Lb의 하류측에 있어서 촬상 범위 Ri가 분할 예정 라인 S와 교차하고 있는 교차 기간(스텝 S1301~S1303의 기간)을 통해서, 상기 촬상 범위 Ri를 촬상하는 적외선 카메라(81)의 노광이 계속된다. 따라서, 교차 기간을 통해서, 촬상 범위 Ri로부터의 광을 누적한 화상 IM(「패닝 화상 IM」이라고 적당하게 칭한다)이 취득된다. 구체적으로는, 적외선 카메라(81)는 내장하는 개체 촬상 소자에 의해 검출된 광(적외선)을 누적함으로써 패닝 화상 IM을 취득한다. 또한, 여기의 예에서는, 노광을 계속하는 기간은 교차 기간에 일치하지만, 노광을 계속하는 기간은 예를 들면, 교차 기간을 포함해서 교차 기간보다 긴 기간이어도 상관없다.

[0223] 도 26은 패닝 동작에 의해 촬상되는 패닝 화상으로부터 취득할 수 있는 정보를 모식적으로 나타내는 도면이다. 도 26에서는, 분할 예정 라인 S와, 분할 예정 라인 S를 패닝 동작에 의해 촬상함으로써 얻어지는 패닝 화상 IM과, 상기 패닝 화상 IM으로부터 취득할 수 있는 정보(판정)가 대응지어져 서로 상이한 3가지의 얼라인먼트 상태 1~3 각각에 대해서 나타내어지고 있다. 또한, 동 도면에서는, 반도체 기관 W에 대하여 상대적으로 X방향으로 이동하는 레이저 조사 위치 Lb의 궤적 J(바꿔 말하면, 촬상 범위 Ri의 중심 Ric의 궤적 J)가 파선으로 나타내어져 있다. 특히, 화상 IM에서는, 분할 예정 라인 S로부터의 광을 누적한 누적 라인상 AI가 나타나고, 이 누적 라인상 AI에 기초해서 정보가 취득된다.

[0224] 얼라인먼트 상태 1에서는, 분할 예정 라인 S는 X방향과 평행하고, 궤적 J에 일치하고 있다. 그 때문에 패닝 화상 IM에서는, 누적 라인상 AI가, Y방향에 있어서의 궤적 J의 위치 Y_j(Y좌표)에 있어서 X방향과 평행하게 이어설치되고, 미세한 폭(Y방향으로의 폭)과 높은 휘도를 갖는다. 이와 같은 누적 라인상 AI로부터, 분할 예정 라인 S의 위치는 양호하다고 판정할 수 있다.

[0225] 얼라인먼트 상태 2에서는, 분할 예정 라인 S는, X방향과 평행하게 이어설치되는 한편, Y방향에 있어서 궤적 J에 대하여 벗어나고 있다. 그 때문에 패닝 화상 IM에서는, 누적 라인상 AI가, Y방향에 있어서 궤적 J의 위치 Y_j로부터 벗어난 위치 Y_d에 있어서, X방향으로 이어설치되고, 미세한 폭과 높은 휘도를 갖는다. 이러한 누적 라인상 AI로부터, 분할 예정 라인 S와 궤적 J의 사이에는, Y방향으로 어긋남량(Y_d-Y_j)의 위치 어긋남이 발생하고 있다고 판정할 수 있다.

[0226] 얼라인먼트 상태 3에서는, 분할 예정 라인 S는, X방향에 대하여 경사져서 이어설치된다. 그 때문에 화상 IM에서는, 누적 라인상 AI가, 굵은 폭과 낮은 휘도를 갖는다. 이러한 누적 라인상 AI로부터, 분할 예정 라인 S가 궤적 J에 대하여 경사져 있다고 판정할 수 있다.

[0227] 이러한 지견에 기초하여, 레이저 가공 제어 연산부(120)는, 패닝 화상 IM에 대하여 도 27에 나타내는 판정을 행한다. 도 27은 패닝 화상에 대하여 실행되는 화상 판정의 일례를 나타내는 플로우차트이고, 도 28은 도 27의 화상 판정에서 사용되는 마스크를 모식적으로 나타내는 도면이다.

[0228] 스텝 S1401에서는, 패닝 화상 IM에 대하여 마스크 처리가 실행된다. 마스크 처리에서 사용되는 마스크 M(도 28)은, Y방향에 있어서, 패닝 화상 IM의 양측의 끝부 Me를 은폐하고, 이것들 끝부 Me 사이의 중앙부 Mc를 추출하는 기능을 담당한다. 끝부 Me는, X방향과 평행하게 이어설치되어 있고, 중앙부 Mc는 사각형을 갖는다. 스텝 S1402는, 패닝 화상 IM 중 중앙부 Mc로부터 누적 라인상 AI를 추출한다. 구체적으로는, 소정의 역치에 의해 누적 라인상 AI의 각 화소값(휘도)을 2진화함으로써 누적 라인상 AI를 추출할 수 있다. 또한, 클로징이나 오픈닝이라고 한 화상 처리를 적당하게 병용해도 된다.

[0229] 스텝 S1403에서는, 누적 라인상 AI의 휘도(예를 들면, 휘도의 평균값 또는 중앙값)가 임계 휘도 이상인지가 판단된다. 누적 라인상 AI의 휘도가 임계 휘도 이상인 경우(스텝 S1403에서 「YES」의 경우)에는, 패닝 화상 IM은, 도 26에 예시하는 얼라인먼트 상태 1~3 중 가공 결과 1 또는 2의 그것에 상당한다고 추정할 수 있다.

[0230] 그래서, 스텝 S1404에서는, Y방향에 있어서, 궤적 J의 위치 Y_j와 누적 라인상 AI 사이에 위치 어긋남이 발생하고 있는지가 판단된다. 구체적으로는, Y방향에 있어서 궤적 J의 위치 Y_j와 누적 라인상 AI의 거리가 임계 거리 미만이면, 위치 어긋남은 발생하지 않는다(NO)라고 판단되는 한편, 상기 거리가 임계 거리 이상이면, 위치 어긋남이 발생하고 있다(YES)라고 판단된다. 위치 어긋남이 발생하고 있지 않는 경우(스텝 S1404에서 「NO」의 경우)는, 양호라고 판정되어서(스텝 S1405), 반도체 기관 W에 대한 라인 가공 처리가 계속된다.

- [0231] 이에 대하여 위치 어긋남이 발생하고 있는 경우(스텝 S1404에서 「YES」의 경우에는, 패닝 화상 IM의 촬상과 병행되어서 실행된 라인 가공 처리보다 뒤에 실행되는 라인 가공 처리에 있어서, 레이저 조사 위치 Lb의 궤적 J에 대한 분할 예정 라인 S의 위치가 보정된다(위치 어긋남 보정). 구체적으로는, 패닝 화상 IM에서 촬상된 분할 예정 라인 S(촬상 분할 예정 라인 S)보다 뒤에 라인 가공 처리가 실행되는 분할 예정 라인 S와, 레이저 조사 위치 Lb의 위치가, Y방향에의 위치 어긋남 량(=Yd-Yj)만큼 Y방향으로 보정된다. 이렇게 해서 위치 어긋남이 보정된 상태에서, 상기 분할 예정 라인 S에 대한 라인 가공 처리가 개시된다. 이것에 의해, Y방향에 있어서 적정한 위치에 있는 레이저 조사 위치 Lb에 의해, 상기 분할 예정 라인 S에의 라인 가공 처리를 개시할 수 있다. 또한, 위치 어긋남 보정은, 촬상 분할 예정 라인 S의 다음에 라인 가공 처리가 실행되는 분할 예정 라인 S에 대해서 제시시간에 맞추지 못하는 경우에는, 분할 예정 라인 S의 다다음에 라인 가공 처리가 실행되는 분할 예정 라인 S에 대해서 실행하도록 해도 된다.
- [0232] 스텝 S1403에서 누적 라인상 AI의 휘도가 임계 휘도 미만인 경우(스텝 S1403에서 「NO」의 경우)에는, 패닝 화상 IM은, 도 26에 예시하는 얼라인먼트 상태 1~3 중 얼라인먼트 상태 3의 그것에 상당하는 것이라고 추정할 수 있다. 그래서, 스텝 S1407에서는, 누적 라인상 AI의 Y방향의 폭이 하한폭 미만인지가 판단된다. 그리고, 누적 라인상 AI의 폭이 하한폭 미만인 경우(스텝 S1407에서 「YES」의 경우)에는, 도 26에 나타내는 각 얼라인먼트 상태와는 상이한 이상이 발생했다고 생각된다. 그 때문에 레이저 가공 제어 연산부(120)는, 디스플레이나 버저에 의해 유저에게 경고를 통지한다(스텝 S1408).
- [0233] 한편, 누적 라인상 AI의 폭이 하한폭 이상인 경우(스텝 S1407에서 「NO」의 경우)에는, 얼라인먼트 상태 3에 예시하는 바와 같이 분할 예정 라인 S가 레이저 조사 위치 Lb의 궤적 J에 대하여 경사져 있는 것이라고 추정된다. 그래서, 스텝 S1409에서는, Y방향의 누적 라인상 AI의 폭이 상한폭(하한폭보다 넓다) 이상인지가 판단된다. 누적 라인상 AI의 폭이 상한폭 이상인 경우(스텝 S1409에서 「YES」의 경우)에는, 레이저 조사 라인 G의 경사가 과도한 점으로부터, 레이저 가공 제어 연산부(120)는 디스플레이나 버저에 의해 유저에게 경사 에러를 통지한다(스텝 S1410).
- [0234] 이에 대하여 누적 라인상 AI의 폭이 상한폭 미만인 경우(스텝 S1409에서 「NO」의 경우)에는, 2점 얼라인먼트가 실행된다(스텝 S1411). 이 2점 얼라인먼트에서는, 반도체 기관 W의 소정의 2점을 적외선 카메라(81)에 의해 촬상한 결과에 기초하여 이들 2점의 위치(X좌표, Y좌표)가 산출된다. 또한, 이들 2점의 위치로부터, θ 방향에 있어서의 반도체 기관 W의 각도 어긋남이 산출되어서, 이 각도 어긋남에 기초해서 반도체 기관 W의 θ 방향에의 회전 각도가 조정된다. 이것에 의해, 반도체기관 W의 분할 예정 라인 S가 X방향과 평행하게 조정된다.
- [0235] 이와 같이, 위에서 나타내는 변형예에서는, 촬상부(8)의 촬상 범위 Ri의 중심 Ric와, 레이저 조사 위치 Lb에 조사되는 레이저 광 B의 초점이 X방향으로 나열된다. 따라서, 레이저 광 B의 조사를 받기 직전의 상태를 촬상 범위 Ri의 화상 IM에 의해 정확하게 파악할 수 있다.
- [0236] 또한, 복수의 분할 예정 라인 S 중 하나의 분할 예정 라인 S(대상 라인)에 대한 라인 가공 처리의 실행 중에 있어서, 촬상부(8)는 상기 하나의 분할 예정 라인 S 중 미가공 부분 S_d가 촬상 범위 Ri에 교차하는 기간을 통해서 적외선 카메라(81)에 노광을 계속시키는 전체 기간 촬상(패닝 동작)에 의해 화상 IM을 취득한다. 이러한 구성에서는, 촬상 범위 Ri의 화상 IM의 휘도를 X방향으로 누적한 정보(누적 라인상 AI)를 얻을 수 있다.
- [0237] 그런데, 이러한 패닝 화상에서는, 누적된 휘도가 적외선 카메라(81)(고체 촬상 소자)의 다이내믹스 레인지에 도달하고, 화상 IM의 휘도가 포화될 우려가 있다. 그래서, 촬상부(8)는 상기 촬상부(8)로부터 촬상 범위 Ri에 조사하는 조명 강도를 조정한다. 구체적으로는, 적외선 카메라(81)를 반도체 기관 W에 대하여 정지시켜서 적외선 카메라(81)에 의해 촬상하는 정지 촬상일 때의 노광 시간 T₀ 및 조명 강도 L₀에 대하여, 패닝 동작에서의 노광 시간 T_c 및 조명 강도 T_c가, 다음 관계식
- [0238]
$$L_c = T_0 \times L_0 / T_c$$
- [0239] 를 만족하도록 조명 강도 T_c가 조정되어 있다. 이것에 의해, 화상 IM의 휘도가 포화하는 것을 억제할 수 있다.
- [0240] 또한, 레이저 가공 제어 연산부(120)는 패닝 동작(전체 기간 촬상)에 의해 취득된 패닝 화상 IM에 근거하여 분할 예정 라인 S에 대한 레이저 조사 위치 Lb의 적부를 판정한다(도 27). 이러한 구성에서는, 패닝 화상 IM에 근거하여 레이저 조사 위치 Lb의 적부를 확인할 수 있다.
- [0241] 또한, 레이저 가공 제어 연산부(120)는, 패닝 화상 IM 중, Y방향(직교 방향)의 양 끝부 Me를 제외한 중앙부 Mc에 근거하여 분할 예정 라인 S에 대한 레이저 조사 위치 Lb의 적부를 판정한다. 이러한 구성에서는, 패닝 화상

IM의 Y방향의 양 끝부 Me에 나타나는 불요한 정보를 제외하고, 레이저 조사 위치 Lb의 적부를 확인할 수 있다.

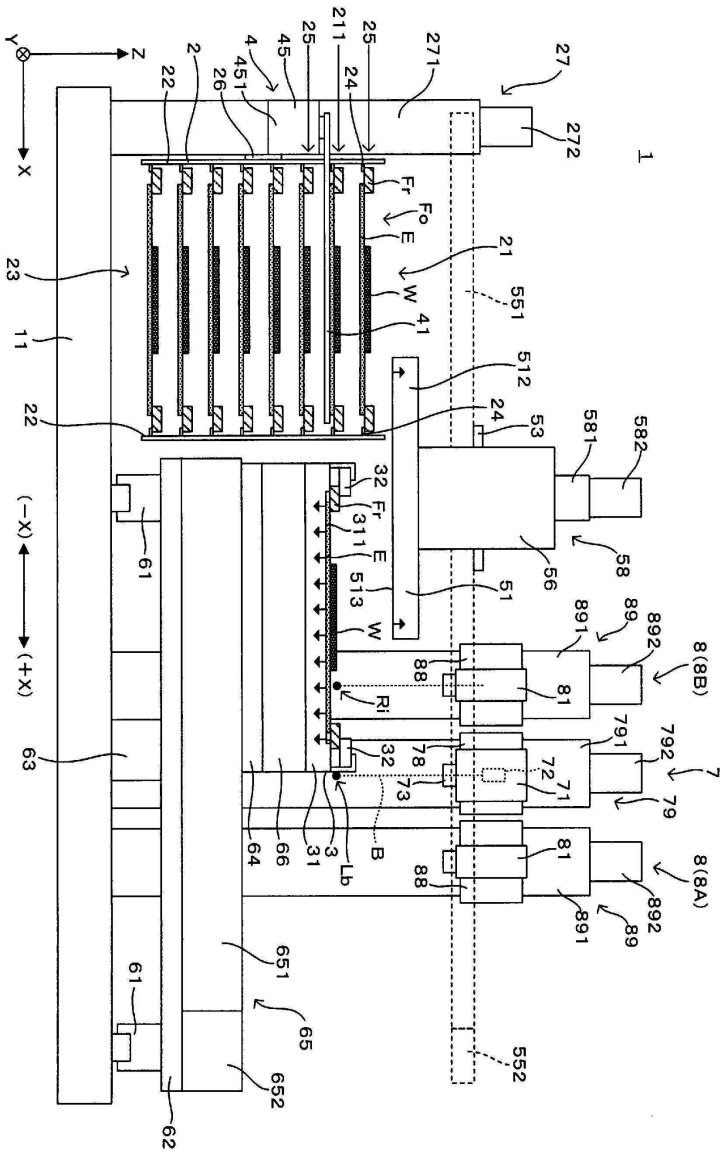
- [0242] 또한, 레이저 가공 제어 연산부(120)는, 레이저 조사 위치 Lb가 하나의 분할 예정 라인 S(대상 라인)에 대하여 Y방향으로 어긋나는 위치 어긋남의 발생을 패닝 화상 IM에 기초해서 확인하면(스텝 S1404에서 「YES」), 하나의 분할 예정 라인 S에 대한 레이저 조사 위치 Lb의 Y방향에의 위치 어긋남량(Yd-Yj)을 취득하고, 하나의 분할 예정 라인 S에의 라인 가공 처리보다 뒤에 라인 가공 처리를 실행할 때의 레이저 조사 위치 Lb를 위치 어긋남량(Yd-Ys)에 기초해서 보정한다(스텝 S1406). 이것에 의해, 레이저 조사 위치 Lb의 위치 어긋남을 Y방향으로 보정하고, 라인 가공 처리를 적절하게 실행할 수 있다.
- [0243] 또한, 레이저 가공 제어 연산부(120)는, 하나의 분할 예정 라인 S(대상 라인)에 대한 레이저 조사 위치 Lb의 궤적 J의 경사를 패닝 화상 IM에 기초해서 확인하면, 경사를 보정하는 얼라인먼트를 실행한다(스텝 S1411). 이러한 구성에서는, 레이저 조사 위치 Lb의 분할 예정 라인 S에 대한 경사를 보정하고, 라인 가공 처리를 적절하게 실행할 수 있다.
- [0244] 또한, 본 발명은 상기 실시형태에 한정되는 것은 아니고, 그 취지를 일탈하지 않는 한에 있어서 상술한 것에 대하여 다양한 변경을 가하는 것이 가능하다. 구체적으로는 다음과 같다.
- [0245] 또한, 상기의 예에서는, 촬상부(8)는 서로 직교하는 2개의 분할 예정 라인 S의 교차점을 촬상하지만, 촬상부(8)의 촬상 대상은 이것에 한정되지 않고, 예를 들면 반도체 칩 C에 부여된 얼라인먼트 마크 등이어도 된다.
- [0246] 또한, 레이저 조사 위치 Lb를 반도체 기관 W에 대하여 상대적으로 이동시키는 구체적 구성은 상기의 XYθ 구동 테이블(6)에 한정되지 않고, 예를 들면 가공 헤드(71)를 X방향 및 Y방향으로 구동하는 구동 기구이어도 상관없다.
- [0247] 또한, 촬상부(8)의 대수는 2대로 한정되지 않고, 예를 들면 1대이어도 상관없다.
- [0248] 또한, 상기에 나타낸 레이저 가공 방법(도 11의 기관 가공 등)에 의해, 개개로 분리된 반도체 칩 C를 제조해도 된다(반도체 칩 제조 방법). 이 반도체 칩 제조 방법에서는, 상기의 레이저 가공 방법에 의해 반도체 기관 W의 분할 예정 라인 S에 대하여 라인 가공 처리를 행하여 개질층이 형성된다(레이저 가공 공정). 이어서, 반도체 기관 W를 유지하는 테이프 E를 신장시키고, 상기 테이프 E를 확장함으로써 복수의 반도체 칩 C의 각각이 분리된다(익스팬드 공정).

부호의 설명

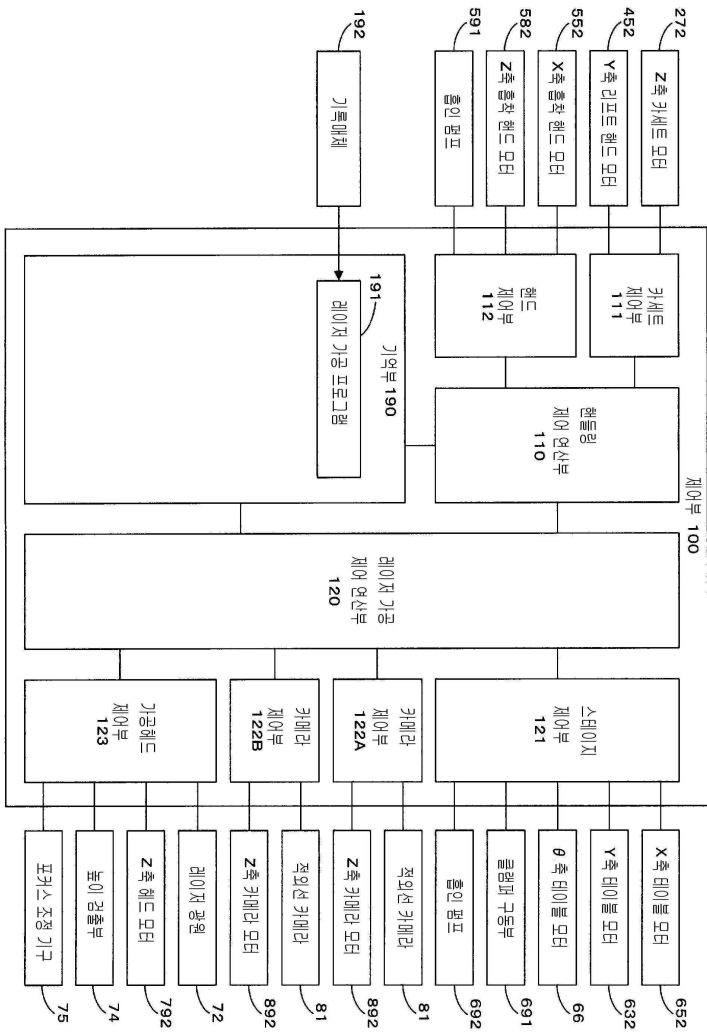
- [0249] 1 ... 레이저 가공 장치
- 3 ... 척 스테이지(지지 부재)
- 63 ... Y축 구동부(이송축 구동부)
- 65 ... X축 구동부(가공축 구동부)
- 71 ... 가공 헤드
- 72 ... 레이저 광원
- 8 ... 촬상부
- 100 ... 제어부(컴퓨터)
- 191 ... 레이저 가공 프로그램
- 192 ... 기록 매체

도면

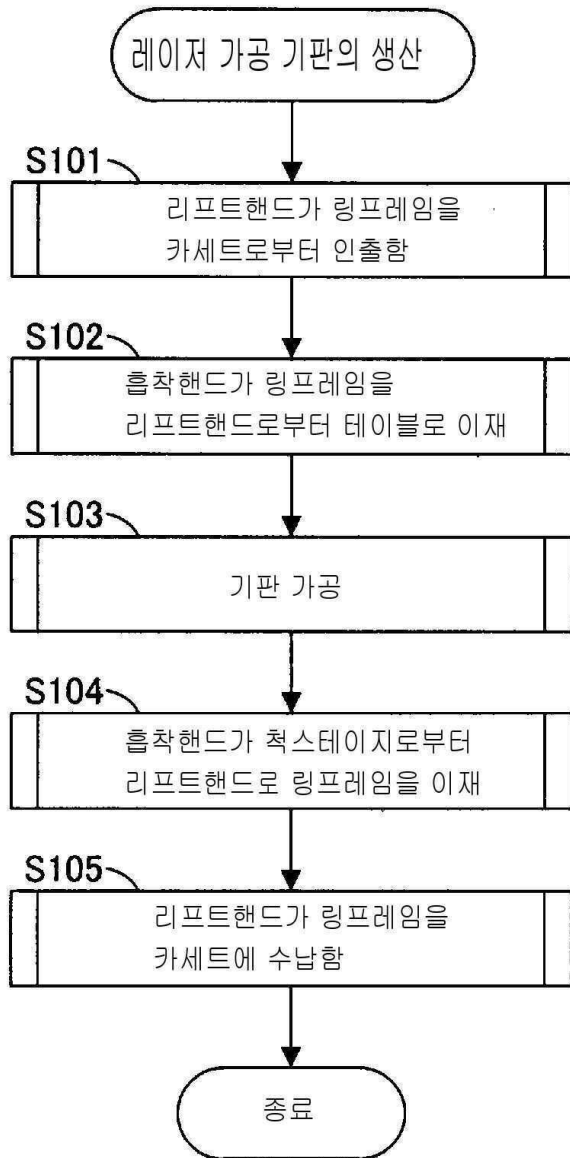
도면1



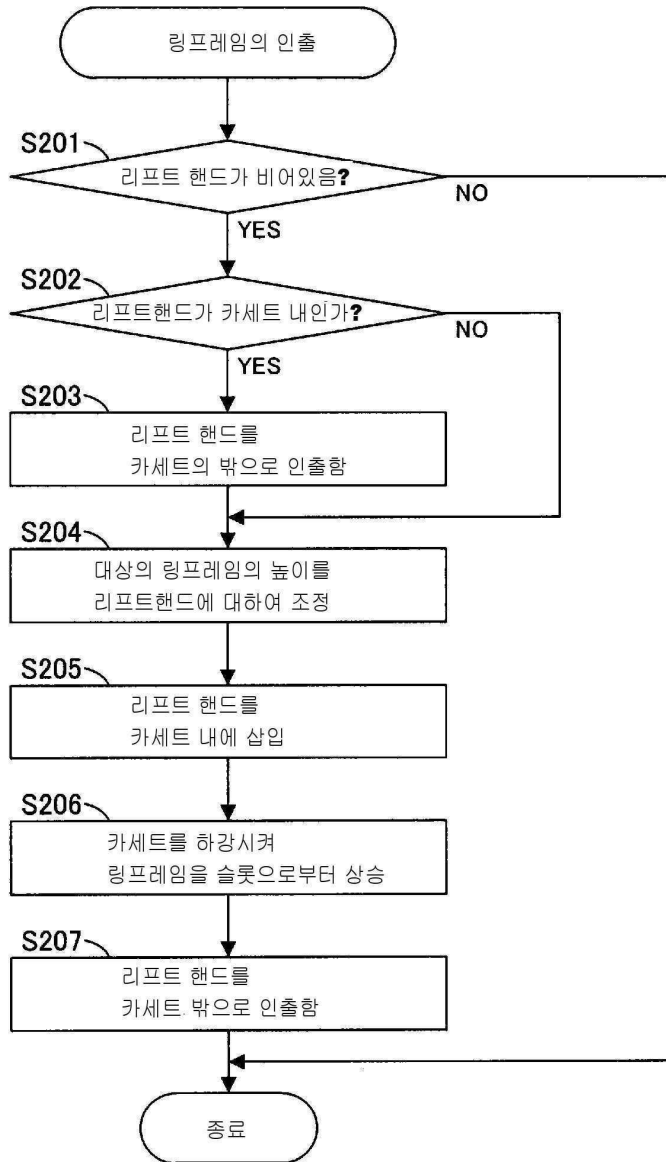
도면3



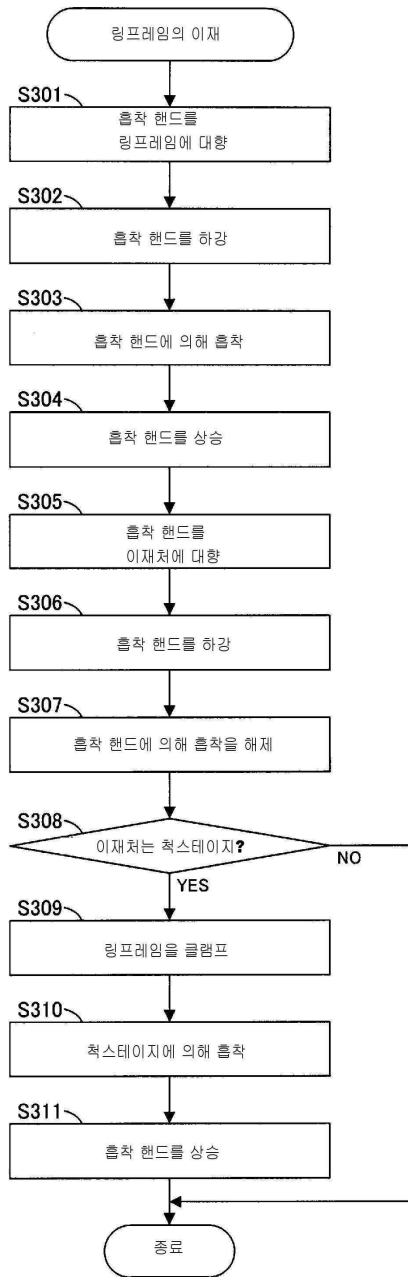
도면4



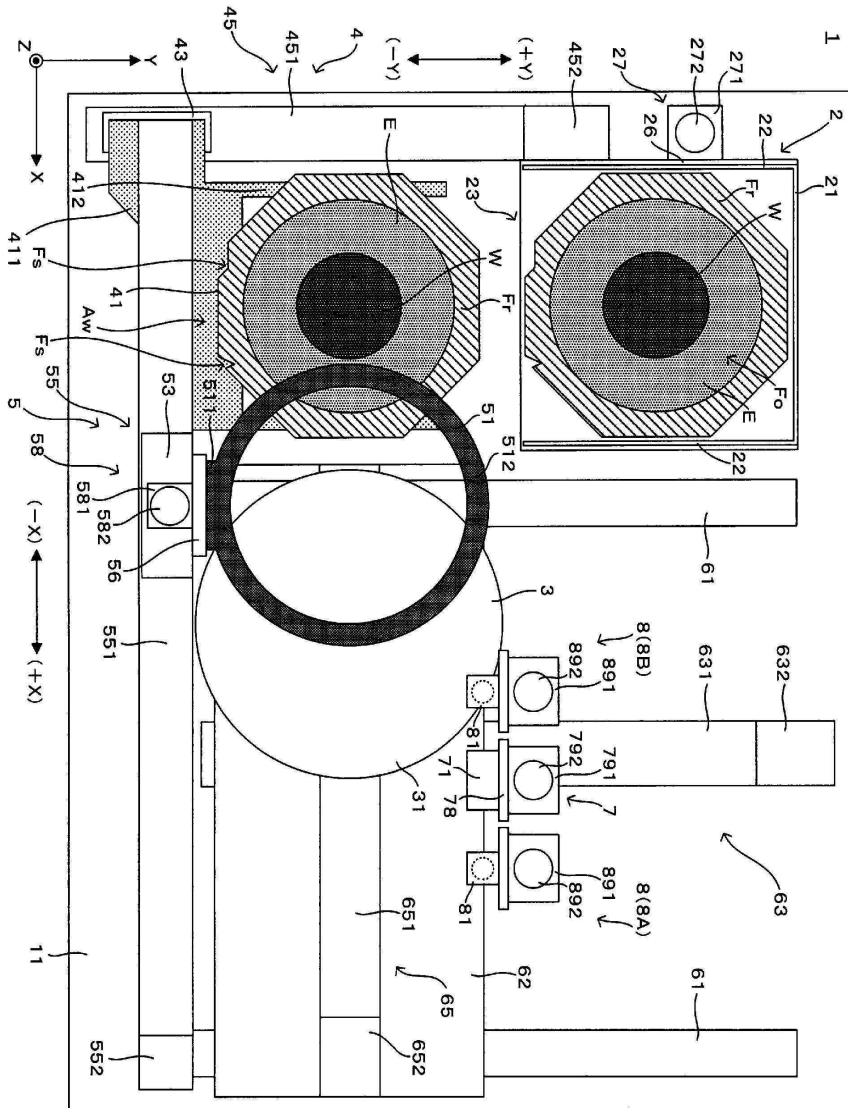
도면5



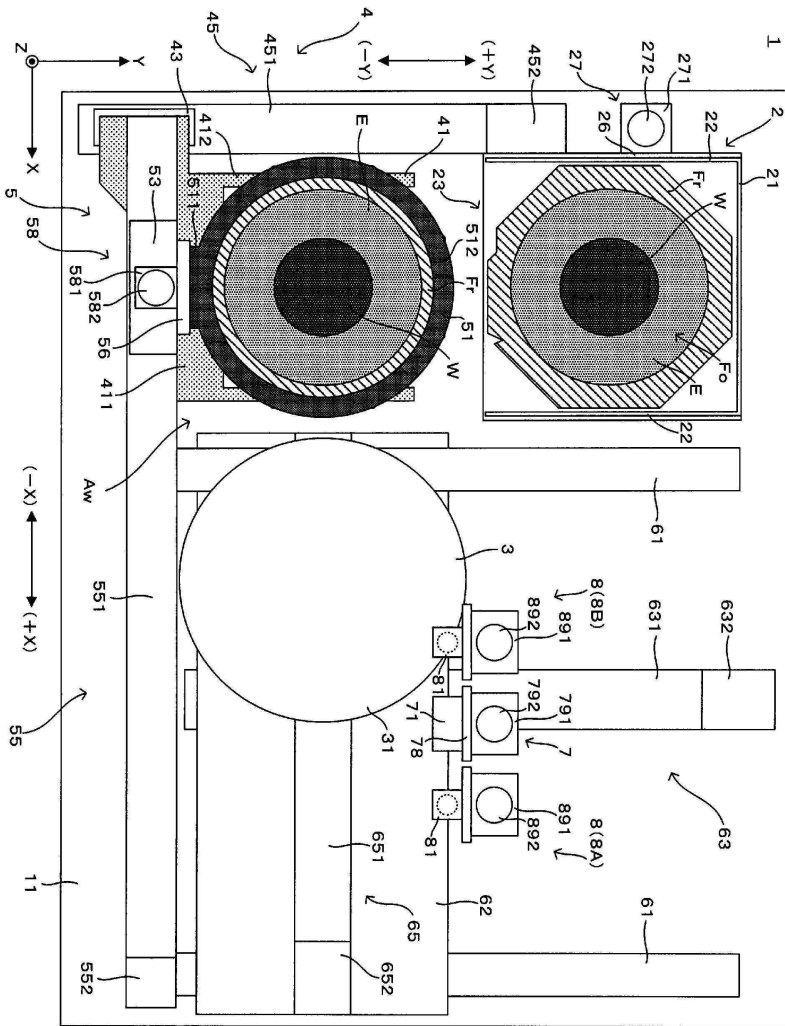
도면6



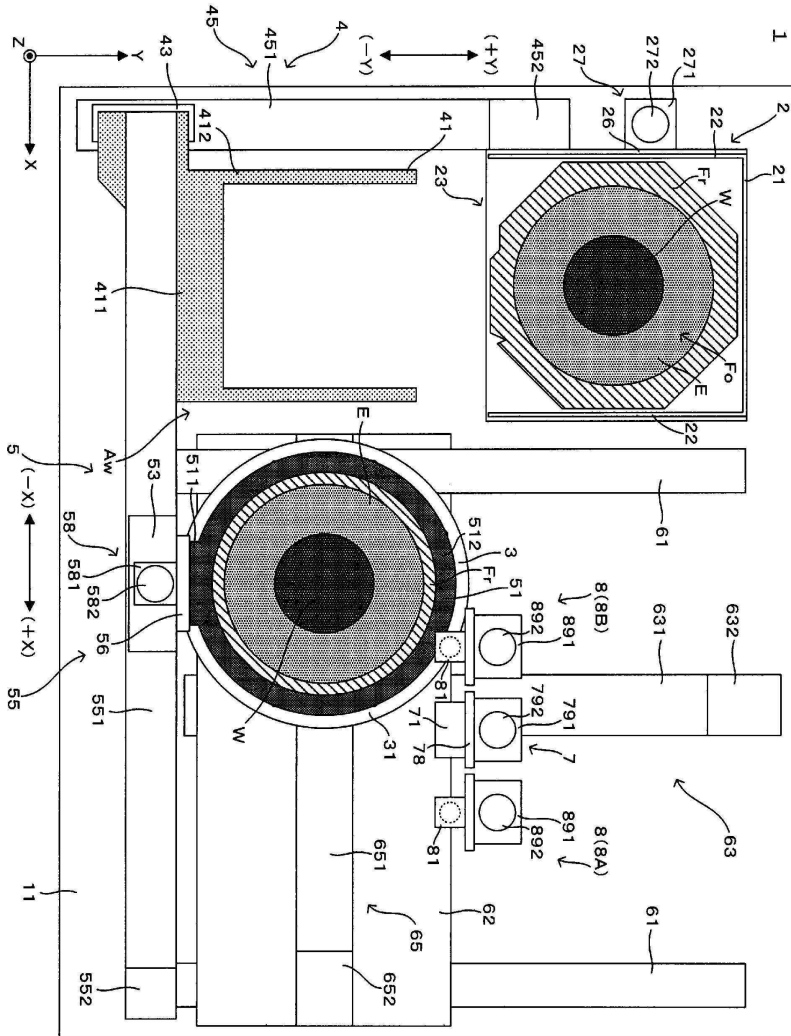
도면7b



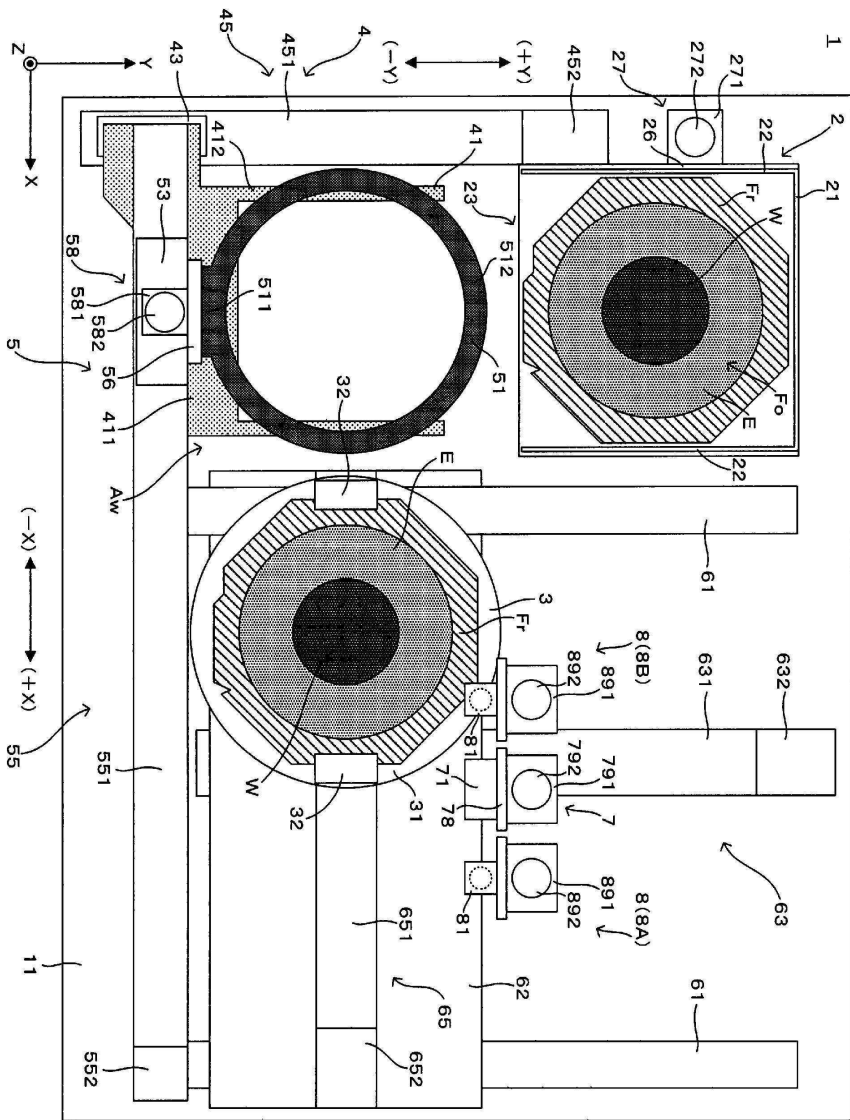
도면7c



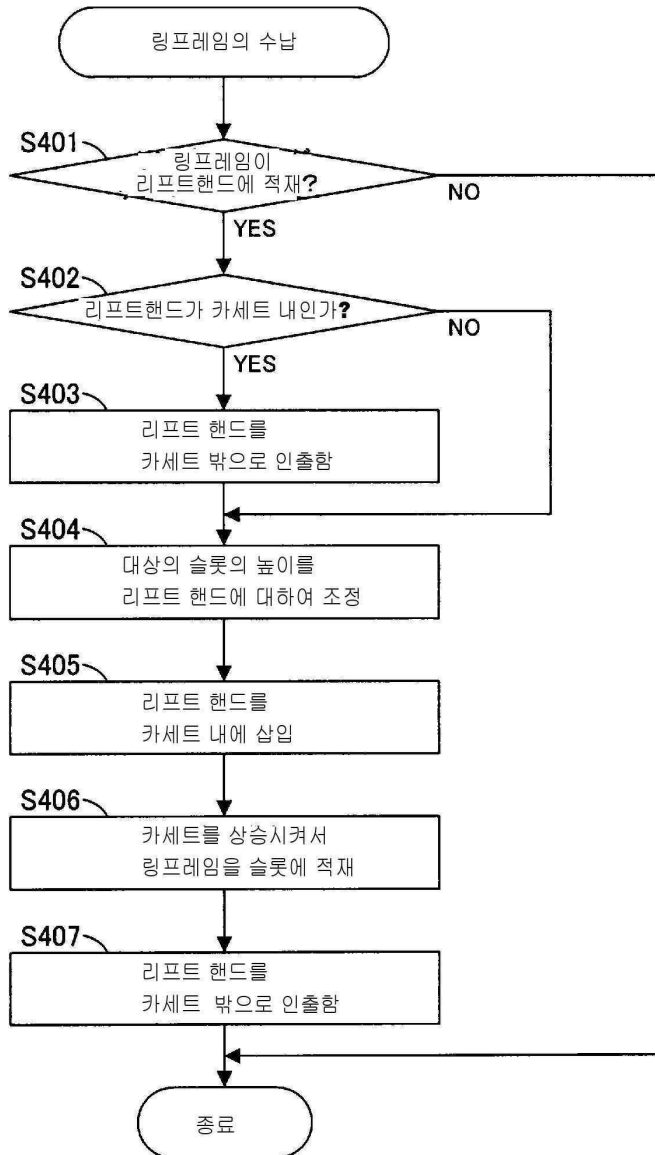
도면7d



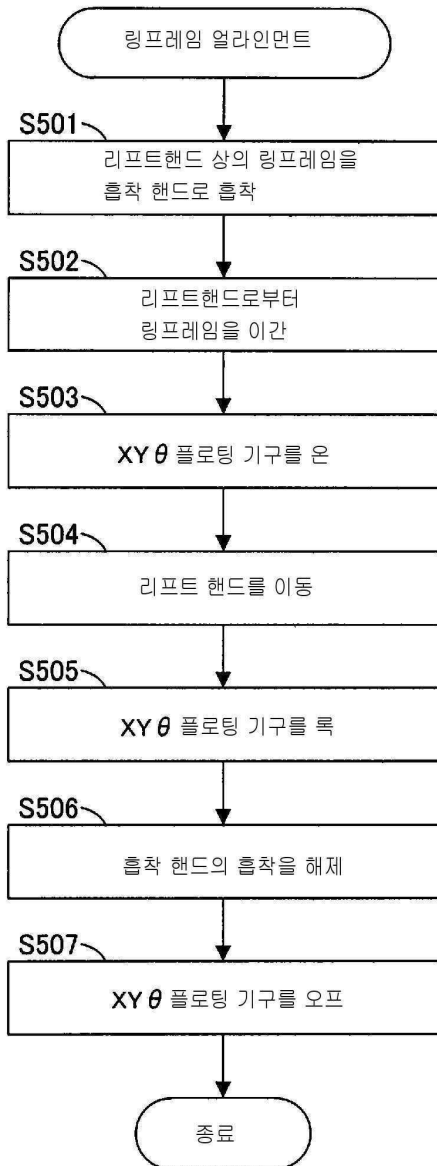
도면7e



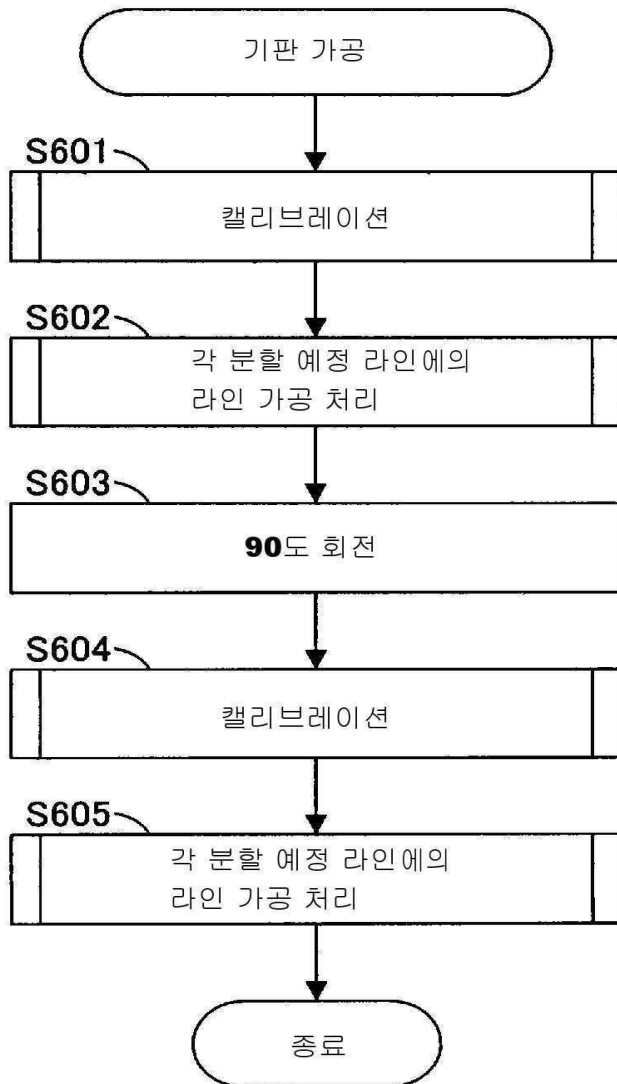
도면8



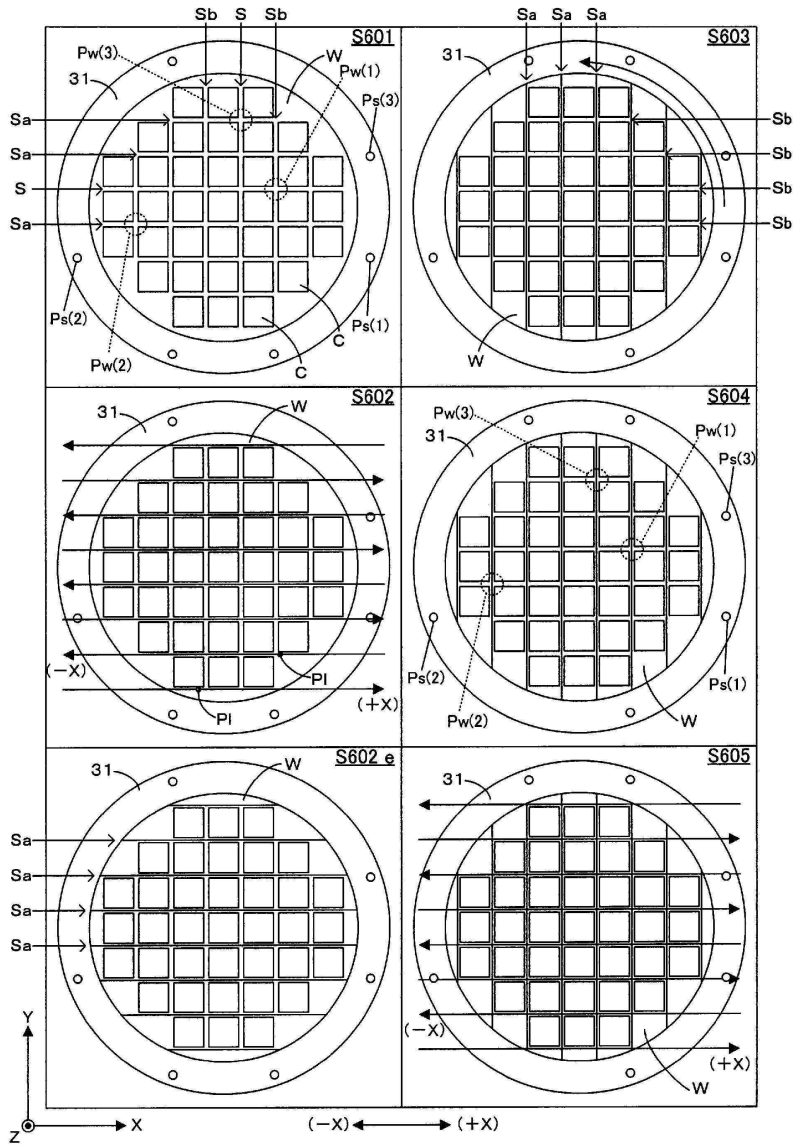
도면9



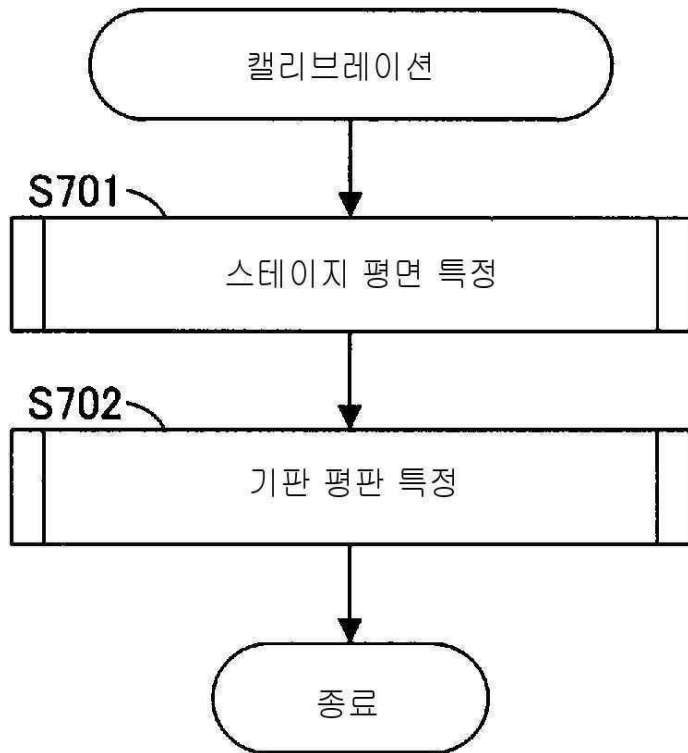
도면11



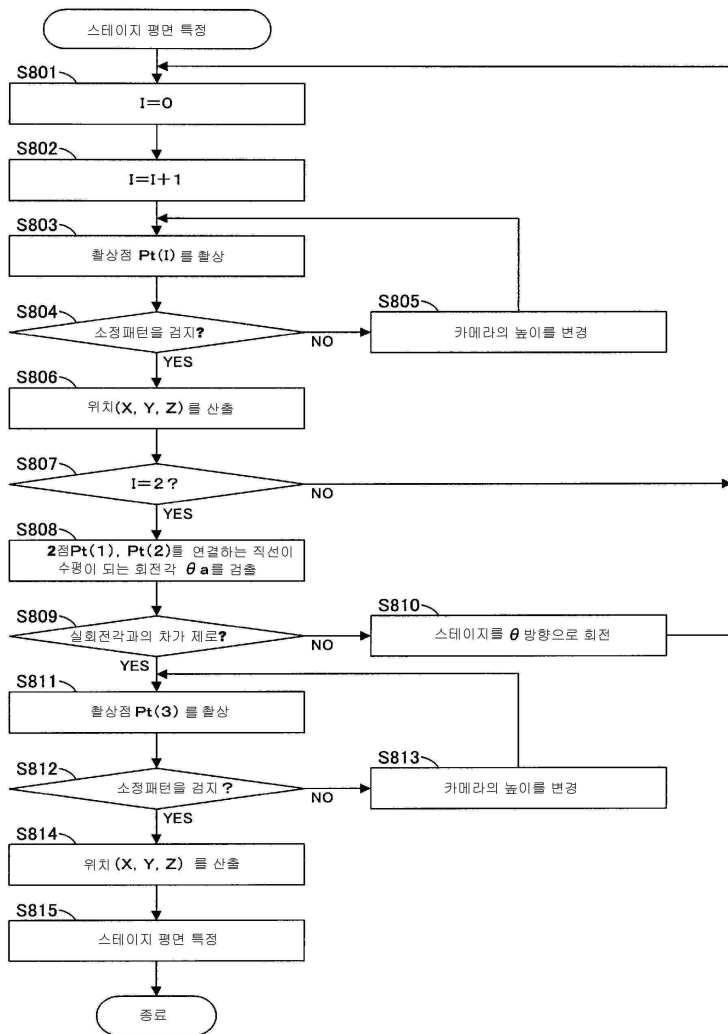
도면12



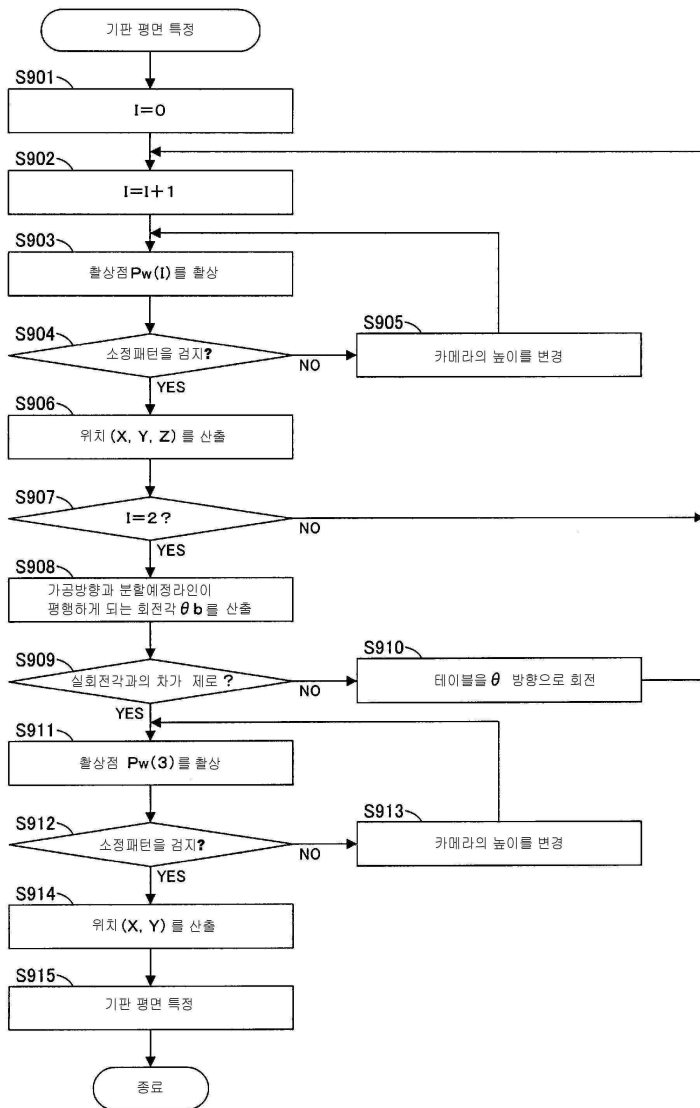
도면13a



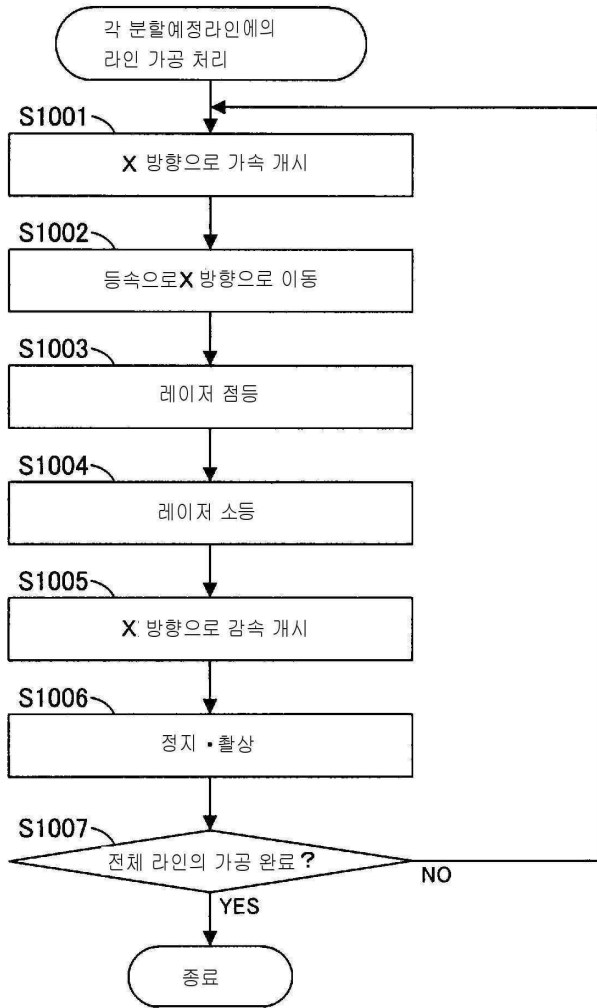
도면13b



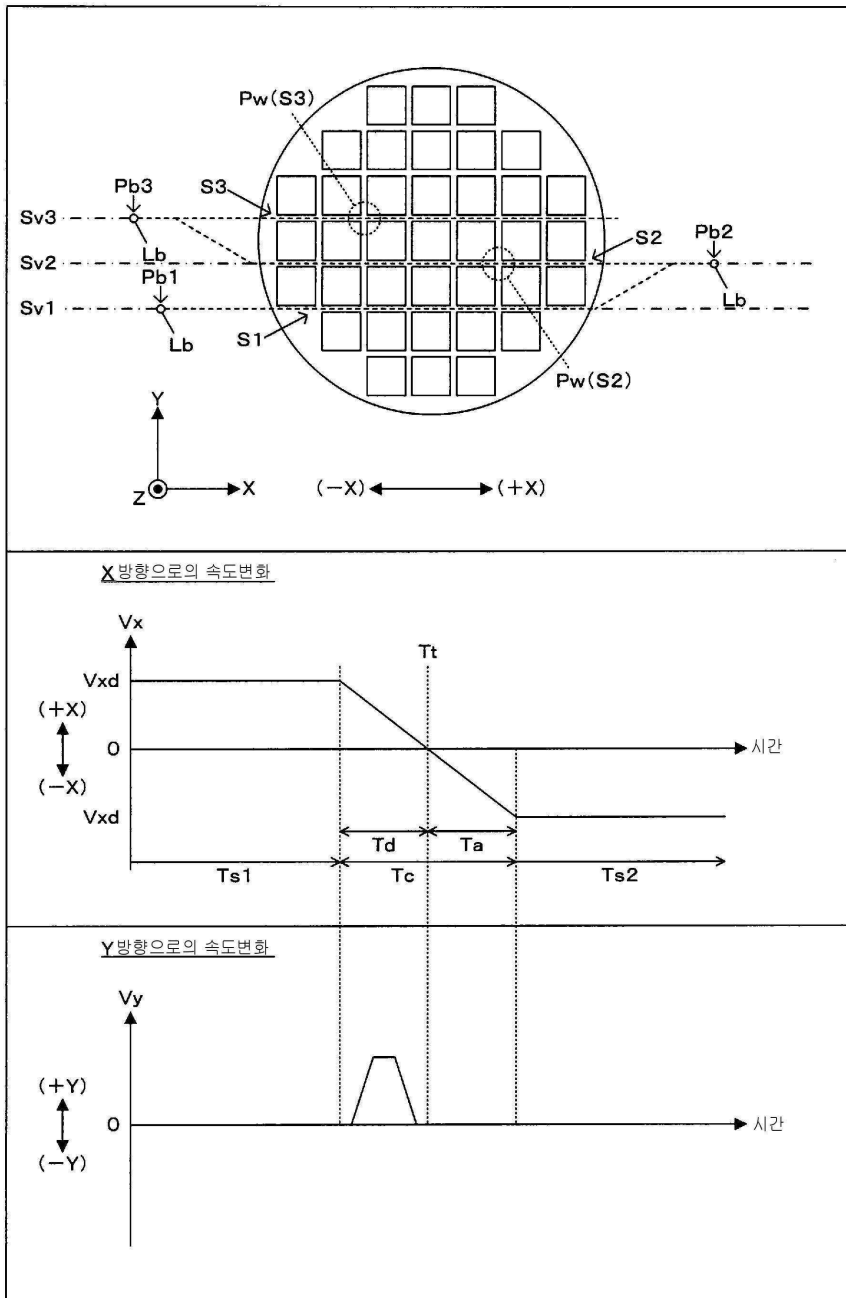
도면13c



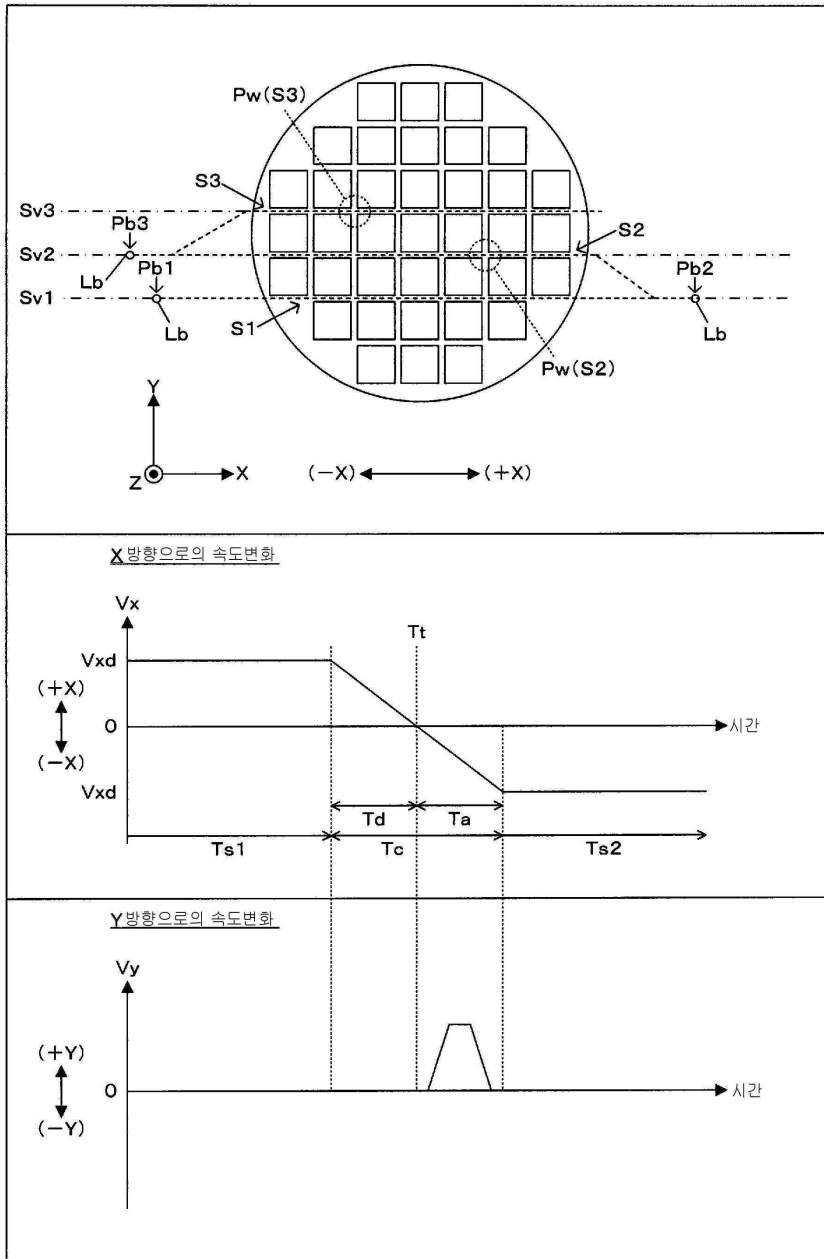
도면14



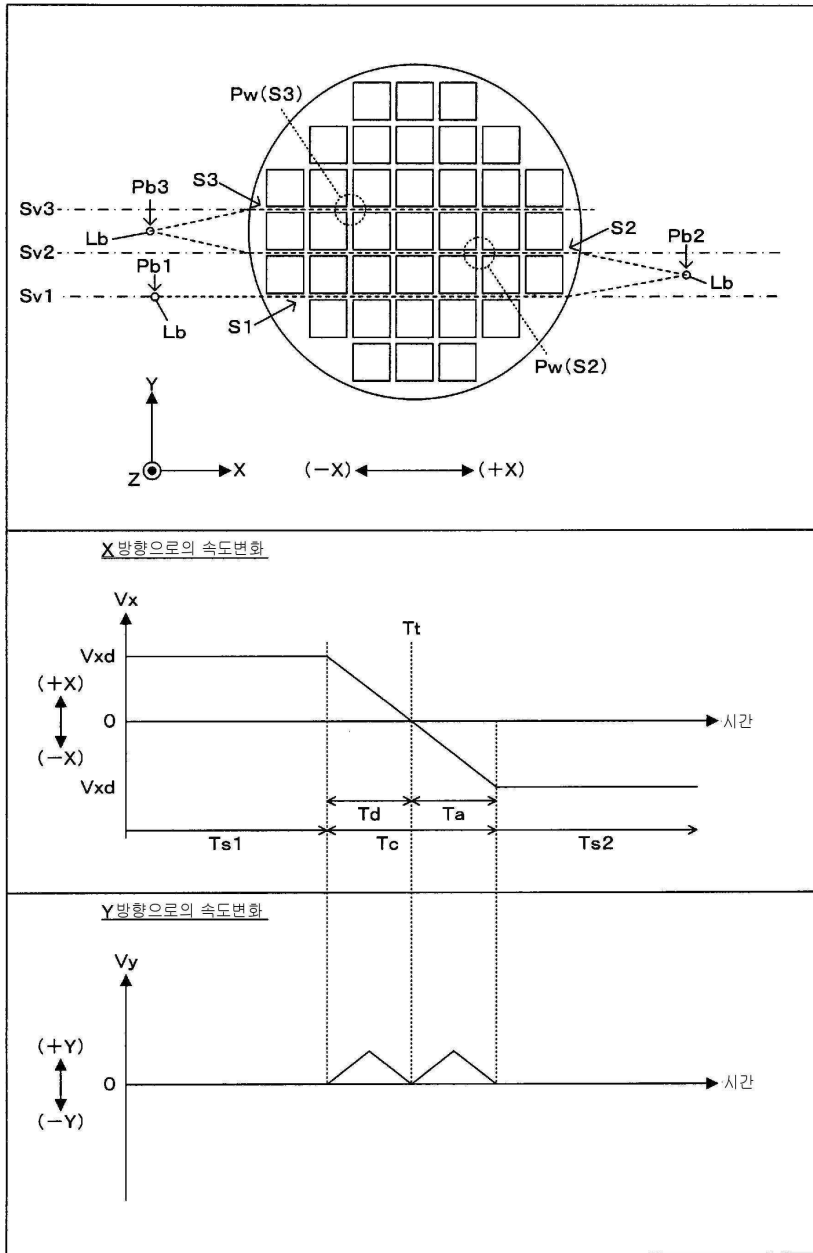
도면15a



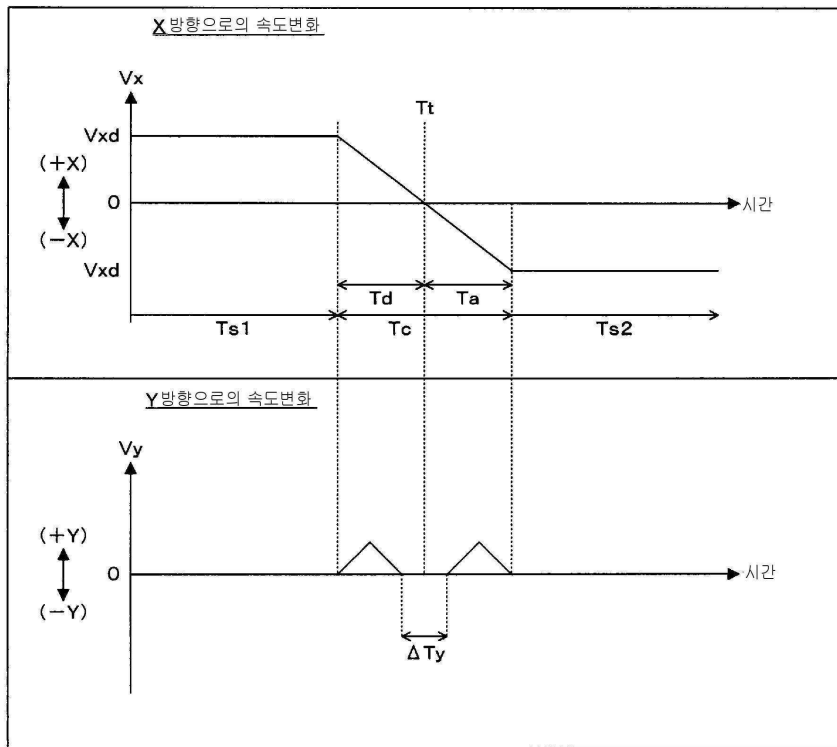
도면15b



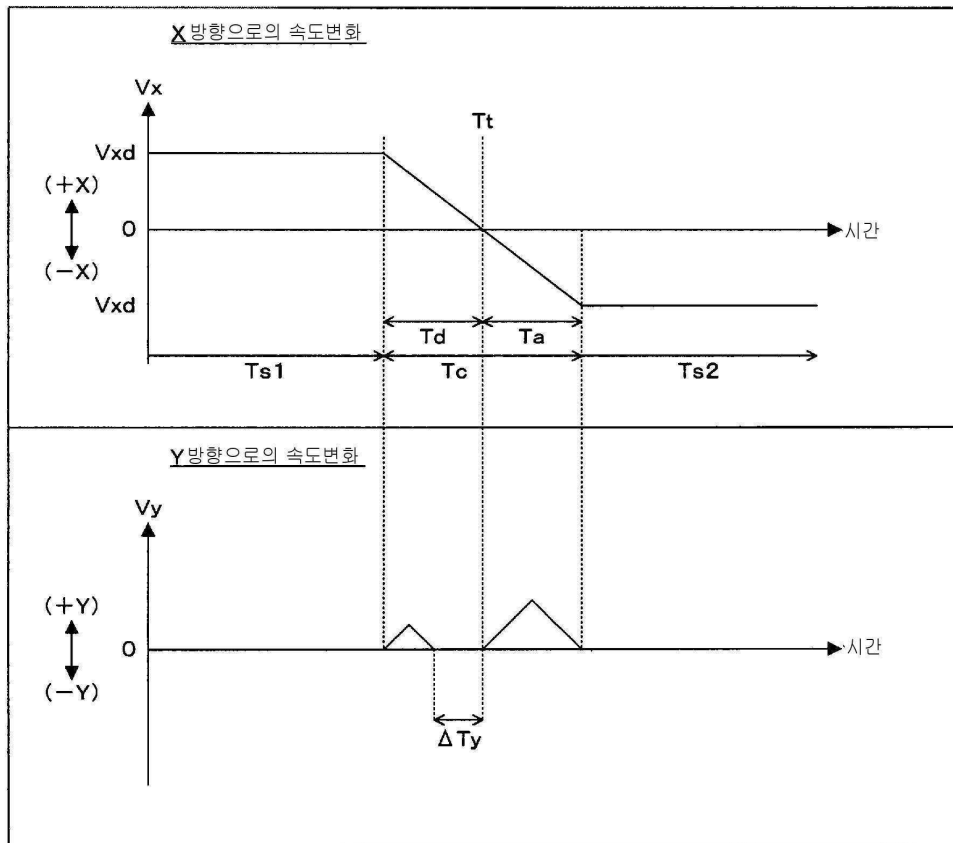
도면15c



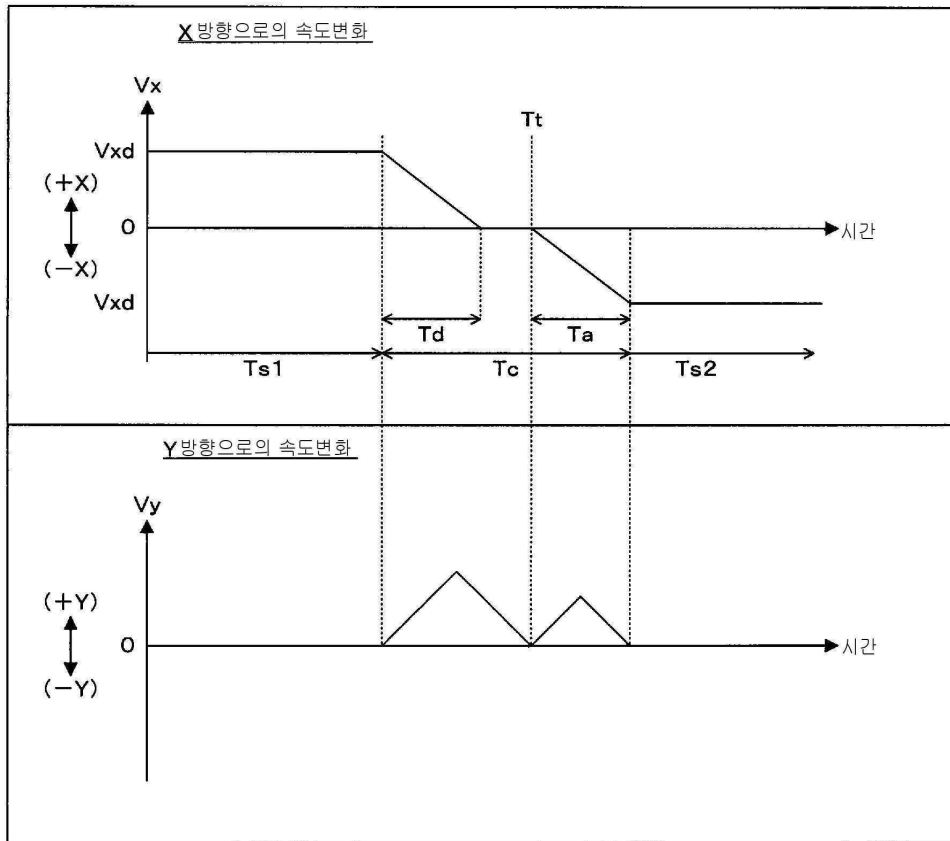
도면15d



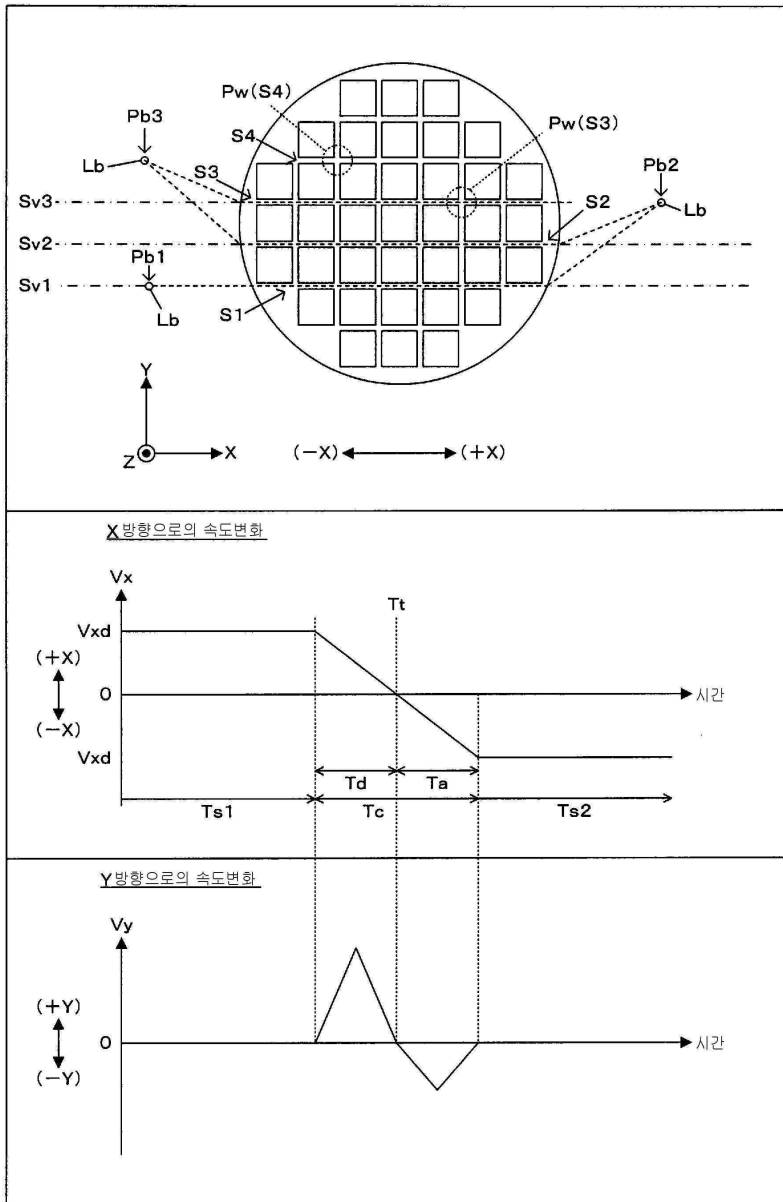
도면15e



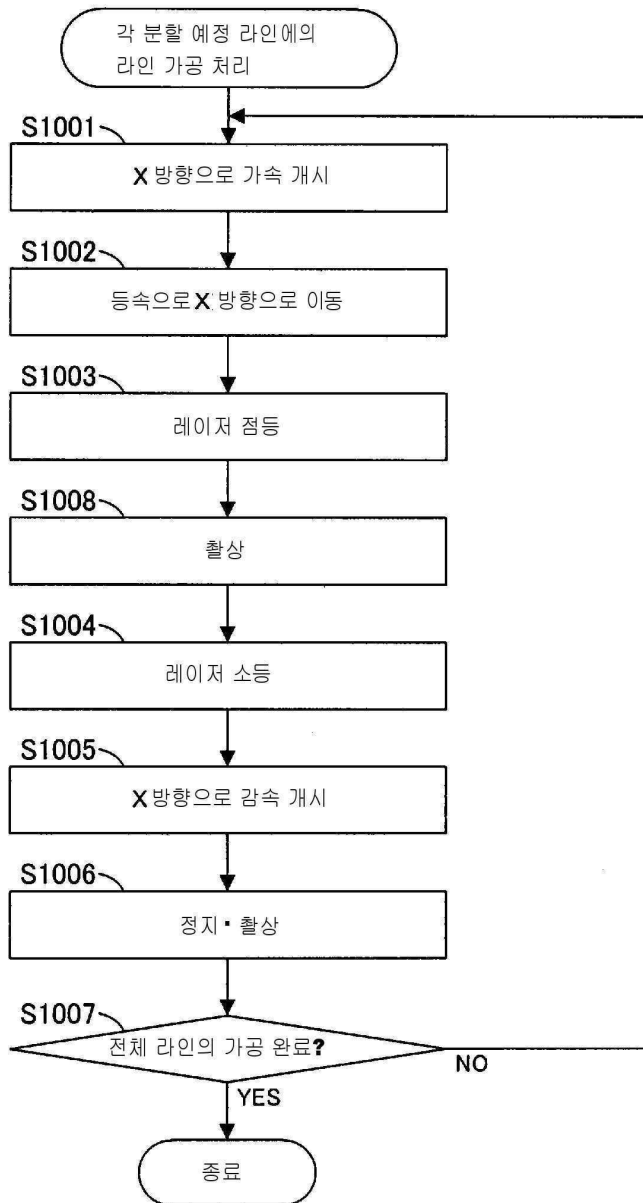
도면15f



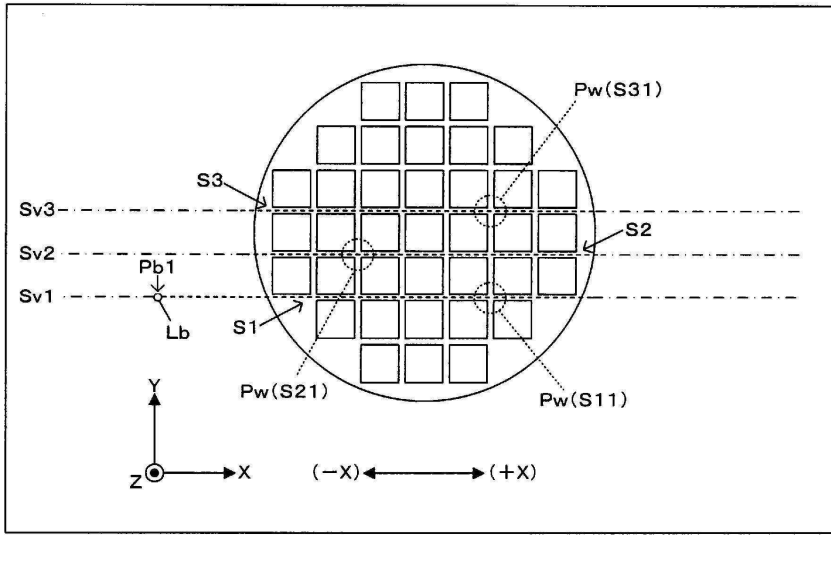
도면15g



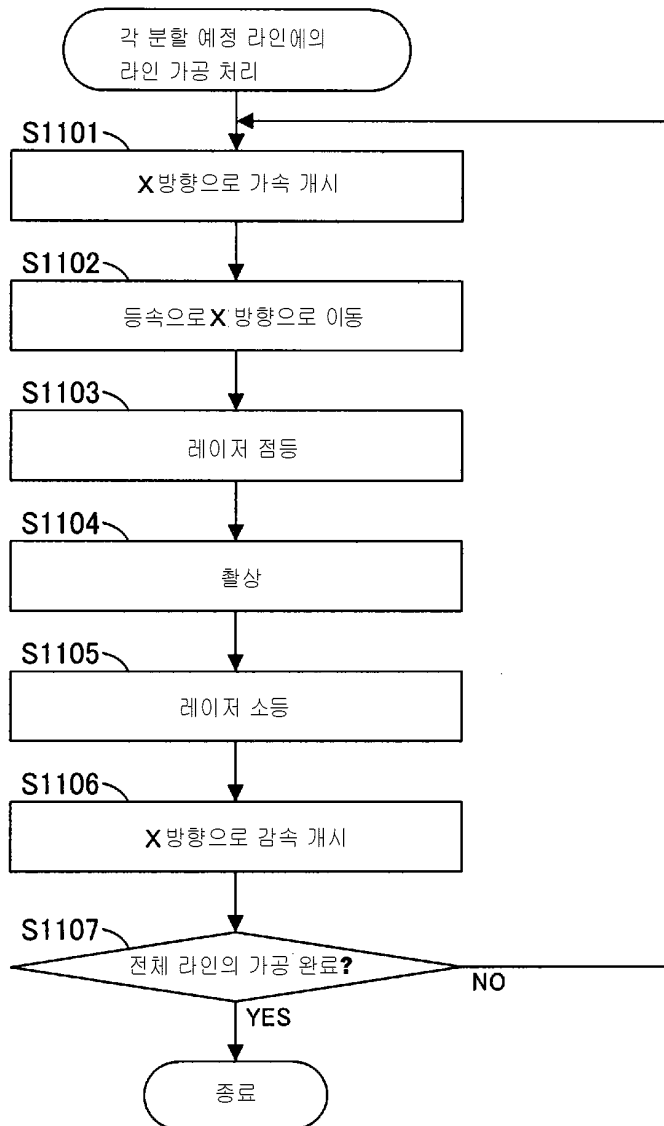
도면16



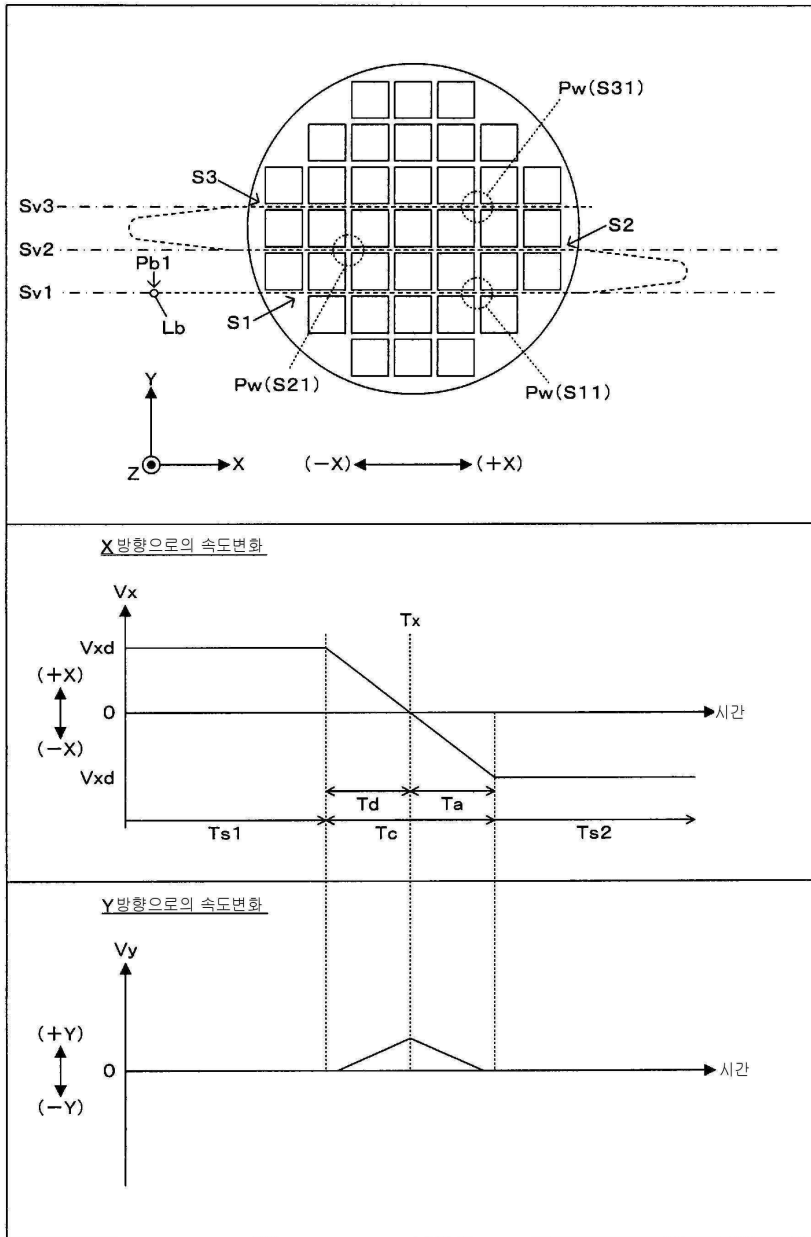
도면17



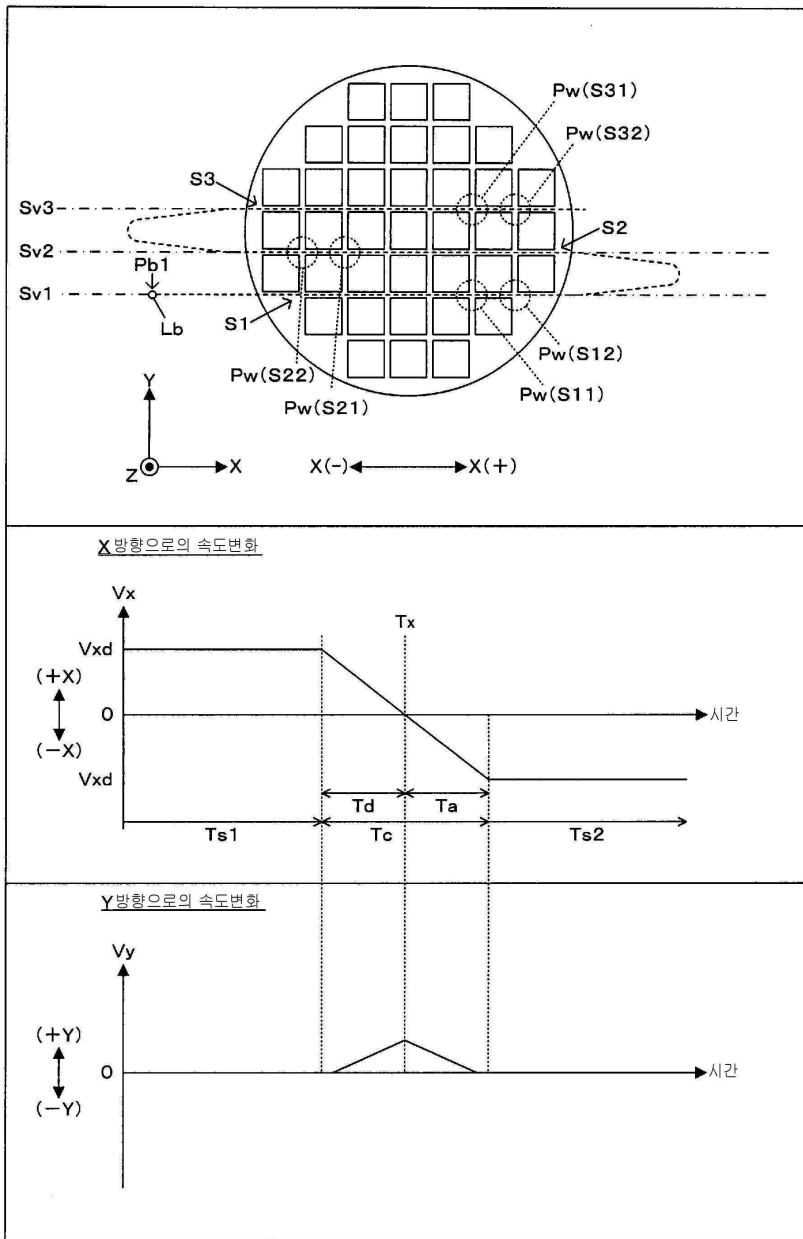
도면18



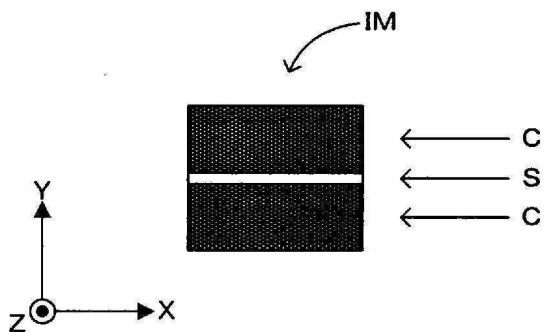
도면19a



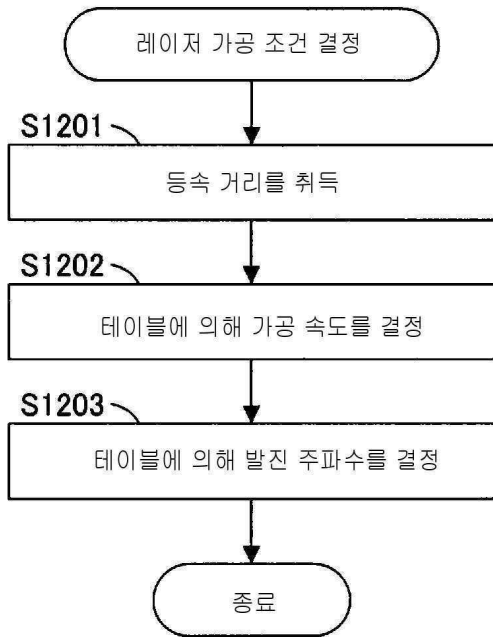
도면19b



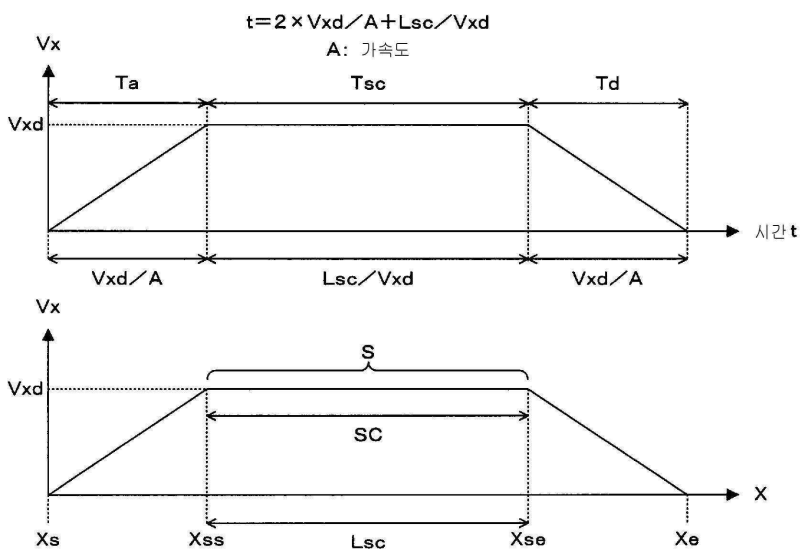
도면20



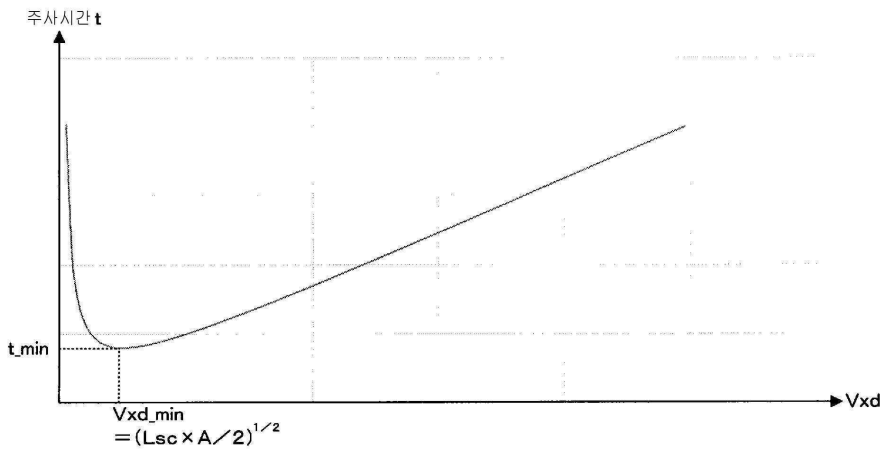
도면21



도면22a



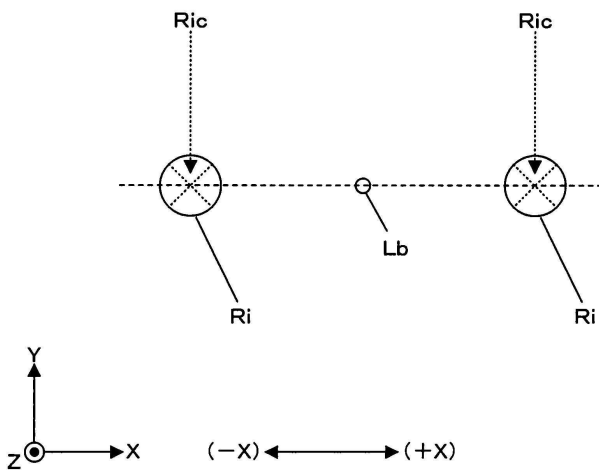
도면22b



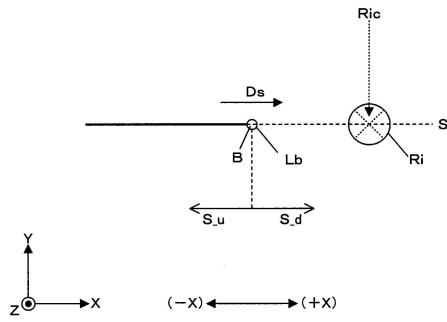
도면22c

등속도 거리 $L_{sc}[m]$	가공 속도 $V_{xd}[m/s]$	발진 주파수 $f_c[kHz]$
$L_{sc} \leq L_{sc}(1)$	$V_{xd}(1)$	$f_c(1)$
$L_{sc}(1) < L_{sc} \leq L_{sc}(2)$	$V_{xd}(2)$	$f_c(2)$
$L_{sc}(2) < L_{sc} \leq L_{sc}(3)$	$V_{xd}(3)$	$f_c(3)$
$L_{sc}(3) < L_{sc}$	$V_{xd}(4)$	$f_c(4)$

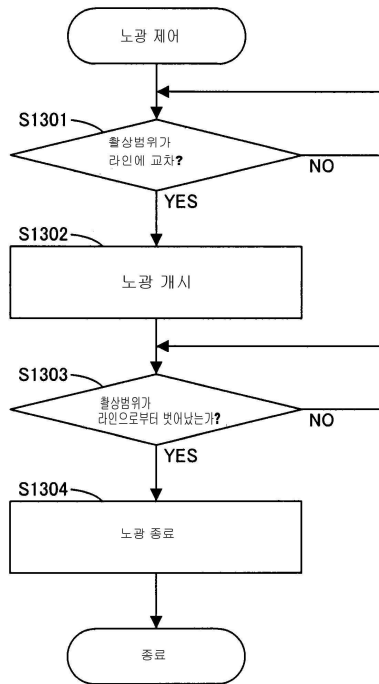
도면23



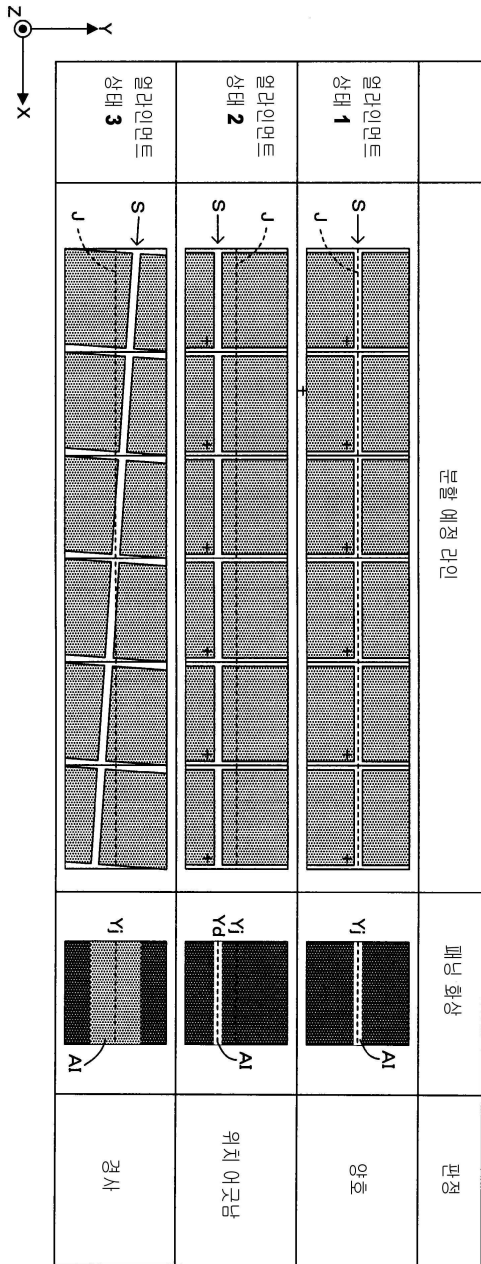
도면24



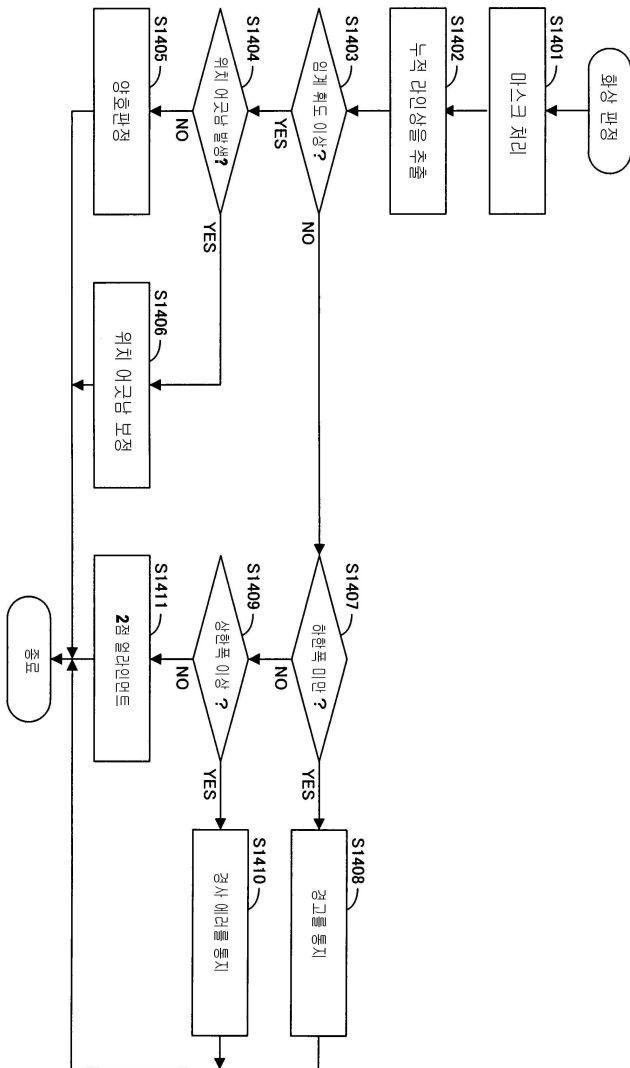
도면25



도면26



도면27



도면28

