



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년12월06일
 (11) 등록번호 10-1337702
 (24) 등록일자 2013년11월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B23K 26/02 (2006.01) G05B 19/19 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2008-0005002
 (22) 출원일자 2008년01월16일
 심사청구일자 2012년02월16일
 (65) 공개번호 10-2008-0079177
 (43) 공개일자 2008년08월29일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2007-00045933 2007년02월26일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 US20050271095 A1
 US20050279807 A1
 US20050100062 A1

(73) 특허권자
 가부시기가이샤 디스코
 일본 도쿄도 오타쿠 오모리키타 2쵸메 13반 11고
 (72) 발명자
 고바야시 유타카
 일본 도쿄도 오타쿠 오모리키타 2-13-11 가부시기가이샤 디스코나이
 네하시 고히이치
 일본 도쿄도 오타쿠 오모리키타 2-13-11 가부시기가이샤 디스코나이
 노마루 게이지
 일본 도쿄도 오타쿠 오모리키타 2-13-11 가부시기가이샤 디스코나이
 (74) 대리인
 강승욱, 송승필

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 우귀애

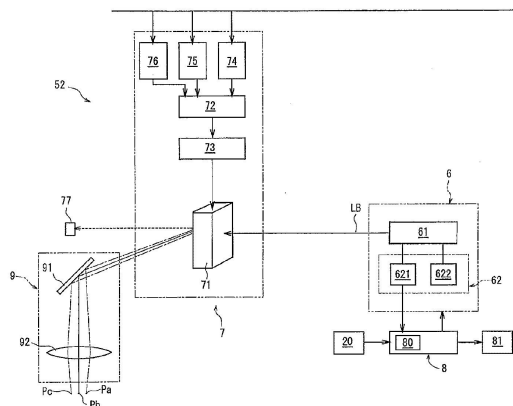
(54) 발명의 명칭 **레이저 광선 조사 장치 및 레이저 가공기**

(57) 요약

본 발명의 그 주된 기술적 과제는 음향 광학 편향 수단을 구성하는 음향 광학 소자의 온도를 소정의 범위로 유지하여 고정밀도의 가공을 할 수 있는 레이저 광선 조사 장치 및 레이저 가공기를 제공하는 것을 목적으로 한다.

펄스 레이저 광선을 발진하는 펄스 레이저 광선 발진기와 반복 주파수 설정수단을 구비한 레이저 광선 발진 수단과, 레이저 광선 발진 수단이 발진한 펄스 레이저 광선의 광축을 편향하고 출력을 조정하는 음향 광학 편향 수단과, 음향 광학 편향 수단을 제어하는 제어 수단을 구비하고 있는 레이저 광선 조사 장치로서, 제어 수단은 반복 주파수 설정 수단으로부터의 반복 주파수 설정 신호에 기초하여, 펄스 레이저 광선 발진기가 발진한 펄스 레이저 광선의 펄스 폭을 포함하는 소정 시간 폭의 구동 펄스 신호를 음향 광학 편향 수단에 출력하고, 구동 펄스 사이에 보정 펄스 신호를 음향 광학 편향 수단에 출력한다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

펄스 레이저 광선을 발진하는 펄스 레이저 광선 발진기와, 상기 펄스 레이저 광선 발진기로부터 발진하는 펄스 레이저 광선의 반복 주파수를 설정하는 반복 주파수 설정 수단을 구비한 레이저 광선 발진 수단과,

상기 레이저 광선 발진 수단이 발진한 펄스 레이저 광선의 광축을 편향시키는 음향 광학 소자와, 상기 음향 광학 소자에 RF를 인가하는 RF 발진기와, 상기 RF 발진기로부터 출력되는 RF의 주파수를 조정하는 편향 각도 조정 수단과, RF 발진기에 의해 생성되는 RF의 진폭을 조정하는 출력 조정 수단을 구비한 음향 광학 편향 수단과,

상기 편향 각도 조정 수단 및 상기 출력 조정 수단을 제어하는 제어 수단과,

상기 음향 광학 편향 수단에 의해 편향된 레이저 광선을 집광하는 집광기

를 구비하고 있는 레이저 광선 조사 장치에 있어서,

상기 제어 수단은 상기 반복 주파수 설정 수단으로부터의 반복 주파수 설정 신호에 기초하여, 상기 펄스 레이저 광선 발진기가 발진한 펄스 레이저 광선의 펄스 폭을 포함하는 정해진 시간 폭의 제1 구동 펄스 신호를 상기 편향 각도 조정 수단에 출력하고, 제2 구동 펄스 신호를 상기 출력 조정 수단에 출력하며, 상기 제1 구동 펄스 신호 및 상기 제2 구동 펄스 신호로 이루어지는 구동 펄스 사이이면서 상기 펄스 레이저 광선을 발진하지 않는 동안에 보정 펄스 신호를 상기 RF 발진기에 출력하고,

상기 RF 발진기는, 입력된 상기 보정 펄스 신호에 따라서, 상기 음향 광학 소자에 인가되는 RF 파워가 일정하도록 상기 음향 광학 소자에 보정 RF를 인가하는 것을 특징으로 하는 레이저 광선 조사 장치.

청구항 2

펄스 레이저 광선을 발진하는 펄스 레이저 광선 발진기와, 상기 펄스 레이저 광선 발진기로부터 발진하는 펄스 레이저 광선의 반복 주파수를 설정하는 반복 주파수 설정 수단을 구비한 레이저 광선 발진 수단과,

상기 레이저 광선 발진 수단이 발진한 펄스 레이저 광선의 광축을 편향시키는 음향 광학 소자와, 상기 음향 광학 소자에 RF를 인가하는 RF 발진기와, 상기 RF 발진기로부터 출력되는 RF의 주파수를 조정하는 편향 각도 조정 수단과, RF 발진기에 의해 생성되는 RF의 진폭을 조정하는 출력 조정 수단을 구비한 음향 광학 편향 수단과,

상기 편향 각도 조정 수단 및 상기 출력 조정 수단을 제어하는 제어 수단과,

상기 음향 광학 편향 수단에 의해 편향된 레이저 광선을 집광하는 집광기

를 구비하고 있는 레이저 광선 조사 장치에 있어서,

상기 제어 수단은 상기 반복 주파수 설정 수단으로부터의 반복 주파수 설정 신호에 기초하여, 상기 펄스 레이저 광선 발진기가 발진한 펄스 레이저 광선의 펄스 폭을 포함하는 정해진 시간 폭의 제1 구동 펄스 신호를 상기 편향 각도 조정 수단에 출력하고, 제2 구동 펄스 신호를 상기 출력 조정 수단에 출력하며, 상기 제1 구동 펄스 신호 및 상기 제2 구동 펄스 신호로 이루어지는 구동 펄스 사이이면서 상기 펄스 레이저 광선을 발진하지 않는 동안에 보정 펄스 신호를 상기 편향 각도 조정 수단에 출력하고,

상기 편향 각도 조정 수단은, 입력된 상기 보정 펄스 신호에 따라서, 상기 음향 광학 소자에 인가되는 RF 파워가 일정하도록 상기 RF 발진기가 상기 음향 광학 소자에 인가하는 보정 RF의 주파수를 조정하고,

상기 RF 발진기는 상기 음향 광학 소자에 상기 보정 RF를 인가하는 것을 특징으로 하는 레이저 광선 조사 장치.

청구항 3

펄스 레이저 광선을 발진하는 펄스 레이저 광선 발진기와, 상기 펄스 레이저 광선 발진기로부터 발진하는 펄스 레이저 광선의 반복 주파수를 설정하는 반복 주파수 설정 수단을 구비한 레이저 광선 발진 수단과,

상기 레이저 광선 발진 수단이 발진한 펄스 레이저 광선의 광축을 편향시키는 음향 광학 소자와, 상기 음향 광학 소자에 RF를 인가하는 RF 발진기와, 상기 RF 발진기로부터 출력되는 RF의 주파수를 조정하는 편향 각도 조정 수단과, RF 발진기에 의해 생성되는 RF의 진폭을 조정하는 출력 조정 수단을 구비한 음향 광학 편향 수단과,

상기 편향 각도 조정 수단 및 상기 출력 조정 수단을 제어하는 제어 수단과,
 상기 음향 광학 편향 수단에 의해 편향된 레이저 광선을 집광하는 집광기
 를 구비하고 있는 레이저 광선 조사 장치에 있어서,

상기 제어 수단은 상기 반복 주파수 설정 수단으로부터의 반복 주파수 설정 신호에 기초하여, 상기 펄스 레이저
 광선 발진기가 발진한 펄스 레이저 광선의 펄스 폭을 포함하는 정해진 시간 폭의 제1 구동 펄스 신호를 상기 편
 향 각도 조정 수단에 출력하고, 제2 구동 펄스 신호를 상기 출력 조정 수단에 출력하며, 상기 제1 구동 펄스 신
 호 및 상기 제2 구동 펄스 신호로 이루어지는 구동 펄스 사이이면서 상기 펄스 레이저 광선을 발진하지 않는 동
 안에 보정 펄스 신호를 상기 출력 조정 수단에 출력하고,

상기 출력 조정 수단은, 입력된 상기 보정 펄스 신호에 따라서, 상기 음향 광학 소자에 인가되는 RF 파워가 일
 정하도록 상기 RF 발진기가 상기 음향 광학 소자에 인가하는 보정 RF의 진폭을 조정하고,

상기 RF 발진기는 상기 음향 광학 소자에 상기 보정 RF를 인가하는 것을 특징으로 하는 레이저 광선 조사 장치.

청구항 4

펄스 레이저 광선을 발진하는 펄스 레이저 광선 발진기와, 상기 펄스 레이저 광선 발진기로부터 발진하는 펄스
 레이저 광선의 반복 주파수를 설정하는 반복 주파수 설정 수단을 구비한 레이저 광선 발진 수단과,

상기 레이저 광선 발진 수단이 발진한 펄스 레이저 광선의 광축을 편향시키는 음향 광학 소자와, 상기 음향 광
 학 소자에 RF를 인가하는 RF 발진기와, 상기 RF 발진기로부터 출력되는 RF의 주파수를 조정하는 편향 각도 조정
 수단과, RF 발진기에 의해 생성되는 RF의 진폭을 조정하는 출력 조정 수단과, RF 발진기에 의해 생성되는 RF 출
 령을 조정하는 RF 출력 보정 수단을 구비한 음향 광학 편향 수단과,

상기 편향 각도 조정 수단 및 상기 출력 조정 수단을 제어하는 제어 수단과,

상기 음향 광학 편향 수단에 의해 편향된 레이저 광선을 집광하는 집광기

를 구비하고 있는 레이저 광선 조사 장치에 있어서,

상기 제어 수단은 상기 반복 주파수 설정 수단으로부터의 반복 주파수 설정 신호에 기초하여, 상기 펄스 레이저
 광선 발진기가 발진한 펄스 레이저 광선의 펄스 폭을 포함하는 정해진 시간 폭의 제1 구동 펄스 신호를 상기 편
 향 각도 조정 수단에 출력하고, 제2 구동 펄스 신호를 상기 출력 조정 수단에 출력하며, 상기 제1 구동 펄스 신
 호 및 상기 제2 구동 펄스 신호로 이루어지는 구동 펄스 사이이면서 상기 펄스 레이저 광선을 발진하지 않는 동
 안에 보정 펄스 신호를 상기 RF 출력 보정 수단에 출력하고,

상기 RF 출력 보정 수단은, 입력된 상기 보정 펄스 신호에 따라서, 상기 음향 광학 소자에 인가되는 RF 파워가 일
 정하도록 상기 RF 발진기가 상기 음향 광학 소자에 인가하는 보정 RF의 출력을 조정하고,

상기 RF 발진기는 상기 음향 광학 소자에 상기 보정 RF를 인가하는 것을 특징으로 하는 레이저 광선 조사 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제어 수단은 상기 제1 구동 펄스 신호와 상기 제2 구동 펄스 신호와 상기 보정 펄스 신호
 의 전압을 설정한 제어맵을 구비하고 있는 것인 레이저 광선 조사 장치.

청구항 6

피가공물을 유지하는 척테이블과, 상기 척테이블에 유지된 피가공물에 레이저 광선을 조사하는 레이저 광선 조
 사 수단과, 상기 척테이블과 상기 레이저 광선 조사 수단을 가공 이송 방향(X축 방향)으로 상대적으로 이동시키
 는 가공 이송 수단과, 상기 척테이블과 상기 레이저 광선 조사 수단을 상기 가공 이송 방향(X축 방향)과 직교하
 는 인덱싱 이송 방향(Y축 방향)으로 상대 이동시키는 인덱싱 이송 수단을 구비하는 레이저 가공기에 있어서,

상기 레이저 광선 조사 수단은 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 기재한 레이저 광선 조사 장치로 이루어져 있
 는 것을 특징으로 하는 레이저 가공기.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 피가공물에 레이저 광선을 조사하는 레이저 광선 조사 장치 및 레이저 광선 조사 장치를 장비(裝備)한 레이저 가공기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 디바이스 제조 공정에 있어서는, 대략 원판 형상인 반도체 웨이퍼 표면에 격자형으로 배열된 스트리트로 불리는 분할 예정 라인에 의해 복수의 영역이 구획되고, 이 구획된 영역에 IC, LSI 등의 디바이스를 형성한다. 그리고, 반도체 웨이퍼를 분할 예정 라인을 따라 절단함으로써 디바이스가 형성된 영역을 분할하여 개개의 반도체 칩을 제조하고 있다.

[0003] 장치의 소형화, 고기능화를 도모하기 위해, 복수의 반도체칩을 적층하고, 적층된 반도체칩의 전극을 접속하는 모듈 구조가 실용화되고 있다. 이 모듈 구조는 반도체 웨이퍼에서 전극이 형성된 개소에 관통 구멍(비아 홀)을 형성하고, 이 관통 구멍(비아 홀)에 전극과 접속하는 알루미늄 등의 도전성 재료를 매립하는 구성이다.

[0004] (예컨대, 특허 문헌 1 참조)

[0005] [특허 문헌 1] 일본 특허 공개 제2003-163323호 공보

[0006] 전술한 반도체 웨이퍼에 형성되는 관통 구멍(비아 홀)은 드릴에 의해 형성되어 있다. 그런데, 반도체 웨이퍼에 형성되는 관통 구멍(비아 홀)은 직경이 90~300 μm로 작으며, 드릴에 의한 천공에 의해서는 생산성이 나쁘다는 문제가 있다.

[0007] 한편, 반도체 웨이퍼 등의 피가공물에 효율적으로 세공(細孔)을 형성할 수 있는 레이저 가공 장치가 하기 특허 문헌 2에 개시되어 있다. 이 레이저 가공 장치는 피가공물을 유지하는 척테이블과 레이저 광선 조사 수단과의 상대적인 가공 이송량을 검출하는 가공 이송량 검출 수단과, 피가공물에 형성하는 세공의 X, Y 좌표값을 기억하는 기억 수단과, 기억 수단에 기억된 세공의 X, Y 좌표값과 가공 이송량 검출 수단으로부터의 검출 신호에 기초하여 레이저 광선 조사 수단을 제어하는 제어 수단을 구비하고, 피가공물에 형성하는 세공의 X, Y 좌표값이 레이저 광선 조사 수단의 집광기 바로 아래에 도달하면 1 펄스의 레이저 광선을 조사하도록 구성한 것이다.

[0008] [특허 문헌 2] 일본 특허 공개 2006-247674호 공보

[0009] 그런데, 피가공물에 관통 구멍을 형성하기 위해서는 동일 개소에 펄스 레이저 광선을 복수회 조사하여야 하지만, 전술한 레이저 가공 장치를 이용하면, 피가공물의 이동을 복수회 실시하여야 하여, 생산성의 면에서 반드시 만족할만한 것은 아니다.

[0010] 이러한 요구에 대응하기 위해 본 출원인은 음향 광학 소자를 이용한 음향 광학 편향 수단을 구비한 레이저 광선 조사 수단을 장비하고, 레이저 광선 발진 수단이 발진한 레이저 광선의 광축을 음향 광학 소자를 통과할 때에 편향함으로써, 피가공물을 가공 이송하면서 동일 가공 위치에 레이저 광선을 조사하도록 한 레이저 가공 장치를 일본 특허 공개 출원 2005-362236호로서 제안하였다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0011] 그렇게 하여, 음향 광학 편향 수단은 레이저 광선 발진 수단이 발진한 레이저 광선의 광축을 편향시키는 음향 광학 소자와, 이 음향 광학 소자에 RF(radio frequency)를 인가하는 RF 발진기와, 이 RF 발진기로부터 출력되는 RF의 주파수를 조정하는 편향 각도 조정 수단과, RF 발진기에 의해 생성되는 RF의 진폭을 조정하는 출력 조정 수단으로 이루어지며, 음향 광학 소자에 RF를 계속해서 인가하면 음향 광학 소자에 열 왜곡이 발생하고, 레이저 광선의 편향 각도에 오차가 발생하거나, 레이저 광선의 출력이 불균일해져 고정밀도의 가공을 할 수 없다는 문제가 있다. 또한, 음향 광학 소자의 온도가 소정의 범위로 유지되어 있지 않으면, 레이저 광선의 편향 각도에 오차가 발생하거나, 레이저 광선의 출력이 불균일해져 고정밀도의 가공을 할 수 없다는 문제가 있다.

[0012] 본 발명은 상기 사실을 감안하여 이루어진 것이며, 그 주된 기술적 과제는 음향 광학 편향 수단을 구성하는 음향 광학 소자의 온도를 소정의 범위로 유지하여 고정밀도의 가공을 할 수 있는 레이저 광선 조사 장치 및 레이

저 가공기를 제공하는 것이다.

과제 해결수단

- [0013] 상기 주된 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명에 의하면, 펄스 레이저 광선을 발진하는 펄스 레이저 광선 발진기와, 이 펄스 레이저 광선 발진기로부터 발진하는 펄스 레이저 광선의 반복 주파수를 설정하는 반복 주파수 설정 수단을 구비한 레이저 광선 발진 수단과,
- [0014] 이 레이저 광선 발진 수단이 발진한 펄스 레이저 광선의 광축을 편향시키는 음향 광학 소자와, 이 음향 광학 소자에 RF를 인가하는 RF 발진기와, 이 RF 발진기로부터 출력되는 RF의 주파수를 조정하는 편향 각도 조정 수단과, RF 발진기에 의해 생성되는 RF의 진폭을 조정하는 출력 조정 수단을 구비한 음향 광학 편향 수단과,
- [0015] 이 편향 각도 조정 수단 및 상기 출력 조정 수단을 제어하는 제어 수단과,
- [0016] 이 음향 광학 편향 수단에 의해 편향된 레이저 광선을 집광하는 집광기를
- [0017] 구비하고 있는 레이저 광선 조사 장치에 있어서,
- [0018] 이 제어 수단은 이 반복 주파수 설정 수단으로부터의 반복 주파수 설정 신호에 기초하여, 이 펄스 레이저 광선 발진기가 발진한 펄스 레이저 광선의 펄스 폭을 포함하는 소정 시간 폭의 제1 구동 펄스 신호를 이 편향 각도 조정 수단에 출력하고, 제2 구동 펄스 신호를 이 출력 조정 수단에 출력하며, 이 제1 구동 펄스 신호 및 이 제2 구동 펄스 신호로 이루어지는 구동 펄스 사이에 보정 펄스 신호를 이 RF 발진기에 출력하는
- [0019] 것을 특징으로 하는 레이저 광선 조사 장치가 제공된다.
- [0020] 상기 제어 수단은 상기 보정 펄스 신호를 상기 편향 각도 조정 수단 또는 상기 출력 조정 수단에 출력한다.
- [0021] 또한, 상기 음향 광학 편향 수단은 RF 발진기에 의해 생성되는 RF 출력을 조정하는 RF 출력 보정 수단을 구비하고, 상기 제어 수단은 상기 보정 펄스 신호를 RF 출력 보정 수단에 출력한다.
- [0022] 상기 제어 수단은 상기 제1 구동 펄스 신호와 제2 구동 펄스 신호와 보정 펄스 신호의 전압을 설정한 제어맵을 구비하고 있는 것이 바람직하다.
- [0023] 또한, 본 발명에 의하면, 피가공물을 유지하는 척테이블과, 상기 척테이블에 유지된 피가공물에 레이저 광선을 조사하는 레이저 광선 조사 수단과, 상기 척테이블과 상기 레이저 광선 조사 수단을 가공 이송 방향(X축 방향)으로 상대적으로 이동시키는 가공 이송 수단과, 상기 척테이블과 상기 레이저 광선 조사 수단을 상기 가공 이송 방향(X축 방향)과 직교하는 인덱싱 이송 방향(Y축 방향)으로 상대 이동시키는 인덱싱 이송 수단을 구비하는 레이저 가공기에 있어서,
- [0024] 이 레이저 광선 조사 수단은 전술한 레이저 광선 조사 장치로 이루어져 있는
- [0025] 것을 특징으로 하는 레이저 가공기가 제공된다.

효 과

- [0026] 본 발명에 의한 레이저 광선 조사 장치에 있어서는, 펄스 레이저 광선 발진기가 발진한 펄스 레이저 광선의 펄스 폭을 포함하는 소정 시간 폭의 제1 구동 펄스 신호를 편향 각도 조정 수단에 출력하고, 제2 구동 펄스 신호를 상기 출력 조정 수단에 출력하기 때문에, 펄스 레이저 광선 발진기로부터 발진되는 펄스 레이저 광선의 주기에 대한 제1 음향 광학 소자 및 제2 음향 광학 소자에 RF가 인가되는 시간이 매우 적어지기 때문에, 음향 광학 소자에 발생하는 열 왜곡이 억제된다. 따라서, 본 발명에 의한 레이저 광선 조사 장치에 의하면, 음향 광학 소자의 열 왜곡에 의해 발생하는 상기 문제점이 해소되고, 고정밀도의 가공을 할 수 있다. 또한, 본 발명에 의한 레이저 광선 조사 장치에 있어서는 상기 제1 구동 펄스 신호 및 제2 구동 펄스 신호로 이루어지는 구동 펄스 사이에 보정 펄스 신호를 RF 발진기에 출력하기 때문에, 펄스 레이저 광선이 발진되는 펄스 사이에 있어서도 제1 음향 광학 소자 및 제2 음향 광학 소자에 보정 RF가 인가되므로 제1 음향 광학 소자 및 제2 음향 광학 소자의 온도 변화가 억제된다. 따라서, 제1 음향 광학 소자 및 제2 음향 광학 소자의 기능을 고정밀도로 유지할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하, 본 발명에 따라서 구성된 레이저 광선 조사 장치 및 레이저 가공기의 적합한 실시형태에 대해서, 첨부 도

면을 참조하여, 더 상세히 설명한다.

- [0028] 도 1에는 본 발명에 따라서 구성된 레이저 가공기의 사시도가 도시되어 있다. 도 1에 도시하는 레이저 가공기는 정지(靜止) 베이스(2)와, 이 정지 베이스(2)에 화살표 X로 나타내는 가공 이송 방향(X축 방향)으로 이동 가능하게 배치되어 피가공물을 유지하는 척테이블 기구(3)와, 정지 베이스(2)에 상기 화살표 X로 나타내는 방향(X축 방향)과 직각인 화살표 Y로 나타내는 인텍싱 이송 방향(Y축 방향)으로 이동 가능하게 배치된 레이저 광선 조사 유닛 지지 기구(4)와, 이 레이저 광선 유닛 지지 기구(4)에 화살표 Z로 나타내는 방향(Z축 방향)으로 이동 가능하게 배치된 레이저 광선 조사 유닛(5)을 구비하고 있다.
- [0029] 상기 척테이블 기구(3)는 정지 베이스(2) 상에 화살표 X로 나타내는 가공 이송 방향(X축 방향)을 따라 평행하게 배치된 한 쌍의 안내 레일(31, 31)과, 이 안내 레일(31, 31) 상에 화살표 X로 나타내는 가공 이송 방향(X축 방향)으로 이동 가능하게 배치된 제1 슬라이드 블록(32)과, 이 제1 슬라이드 블록(32) 상에 화살표 Y로 나타내는 인텍싱 이송 방향(Y축 방향)으로 이동 가능하게 배치된 제2 슬라이드 블록(33)과, 이 제2 슬라이드 블록(33) 상에 원통 부재(34)에 의해 지지된 커버 테이블(35)과, 피가공물 유지 수단으로서의 척테이블(36)을 구비하고 있다. 이 척테이블(36)은 다공성 재료로 형성된 흡착척(361)을 구비하고 있으며, 흡착척(361) 상에 피가공물인, 예컨대 원반형 반도체 웨이퍼를 도시하지 않는 흡인 수단에 의해 유지하도록 되어 있다. 이와 같이 구성된 척테이블(36)은 원통 부재(34) 안에 배치된 도시하지 않는 펄스 모터에 의해 회전하게 된다. 또한, 척테이블(36)에는 후술하는 환형의 프레임을 고정하기 위한 클램프(362)가 배치되어 있다.
- [0030] 상기 제1 슬라이드 블록(32)은 그 하면에 상기 한 쌍의 안내 레일(31, 31)과 끼워 맞춰지는 한 쌍의 피안내 홈(321, 321)이 형성되어 있고, 그 상면에 화살표 Y로 나타내는 인텍싱 이송 방향(Y축 방향)을 따라 평행하게 형성된 한 쌍의 안내 레일(322, 322)이 설치되어 있다. 이와 같이 구성된 제1 슬라이드 블록(32)은 피안내 홈(321, 321)이 한 쌍의 안내 레일(31, 31)에 끼워 맞춰짐으로써, 한 쌍의 안내 레일(31, 31)을 따라 화살표 X로 나타내는 가공 이송 방향(X축 방향)으로 이동 가능하게 구성된다. 도시한 실시형태에 있어서 척테이블 기구(3)는 제1 슬라이드 블록(32)을 한 쌍의 안내 레일(31, 31)을 따라 화살표 X로 나타내는 가공 이송 방향(X축 방향)으로 이동시키기 위한 가공 이송 수단(37)을 구비하고 있다. 가공 이송 수단(37)은 상기 한 쌍의 안내 레일(31과 31) 사이에 평행하게 배치된 수나사 로드(371)와, 이 수나사 로드(371)를 회전 구동하기 위한 펄스 모터(372) 등의 구동원을 포함하고 있다. 수나사 로드(371)는 그 일단이 상기 정지 베이스(2)에 고정된 베어링 블록(373)에 회전 가능하게 지지되어 있으며, 그 타단이 상기 펄스 모터(372)의 출력축에 전동 연결되어 있다. 또한, 수나사 로드(371)는 제1 슬라이드 블록(32)의 중앙부 하면에 돌출하여 설치된 도시하지 않는 암나사 블록에 형성된 관통 암나사 구멍에 나사 결합되어 있다. 따라서, 펄스 모터(372)에 의해 수나사 로드(371)를 정회전 및 역회전 구동함으로써, 제1 슬라이드 블록(32)은 안내 레일(31, 31)을 따라 화살표 X로 나타내는 가공 이송 방향(X축 방향)으로 이동하게 된다.
- [0031] 도시한 실시형태에 있어서 레이저 가공기는 상기 척테이블(36)의 가공 이송량을 검출하기 위한 가공 이송량 검출 수단(374)을 구비하고 있다. 가공 이송량 검출 수단(374)은 안내 레일(31)을 따라 배치된 선형 스케일(374a)과, 제1 슬라이드 블록(32)에 배치되고, 제1 슬라이드 블록(32)과 함께 선형 스케일(374a)을 따라 이동하는 관독 헤드(374b)로 이루어져 있다. 이 이송량 검출 수단(374)의 관독 헤드(374b)는 도시한 실시형태에서는 1 μm 마다 1 펄스의 펄스 신호를 후술하는 제어 수단에 보낸다. 그리고 후술하는 제어 수단은, 입력한 펄스 신호를 카운트함으로써, 척테이블(36)의 가공 이송량을 검출한다. 또한, 상기 가공 이송 수단(37)의 구동원으로서 펄스 모터(372)를 이용한 경우에는 펄스 모터(372)에 구동 신호를 출력하는 후술하는 제어 수단의 구동 펄스를 카운트함으로써, 척테이블(36)의 가공 이송량을 검출할 수도 있다. 또한, 상기 가공 이송 수단(37)의 구동원으로서 서보 모터를 이용한 경우에는, 서보 모터의 회전수를 검출하는 로터리 엔코더가 출력하는 펄스 신호를 후술하는 제어 수단에 보내며, 제어 수단이 입력한 펄스 신호를 카운트함으로써, 척테이블(36)의 가공 이송량을 검출할 수도 있다.
- [0032] 상기 제2 슬라이드 블록(33)은 그 하면에 상기 제1 슬라이드 블록(32)의 상면에 설치된 한 쌍의 안내 레일(322, 322)과 끼워 맞춰지는 한 쌍의 피안내 홈(331, 331)이 형성되어 있으며, 이 피안내 홈(331, 331)을 한 쌍의 안내 레일(322, 322)에 끼워 맞춤으로써, 화살표 Y로 나타내는 인텍싱 이송 방향(Y축 방향)으로 이동 가능하게 구성된다. 도시한 실시형태에서 척테이블 기구(3)는 제2 슬라이드 블록(33)을 제1 슬라이드 블록(32)에 설치된 한 쌍의 안내 레일(322, 322)을 따라 화살표 Y로 나타내는 인텍싱 이송 방향(Y축 방향)으로 이동시키기 위한 제1 인텍싱 이송 수단(38)을 구비하고 있다. 제1 인텍싱 이송 수단(38)은 상기 한 쌍의 안내 레일(322와 322) 사이에 평행하게 배치된 수나사 로드(371)와, 이 수나사 로드(371)를 회전 구동하기 위한 펄스 모터(372) 등의 구동원을 포함하고 있다. 수나사 로드(371)는 그 일단이 상기 제1 슬라이드 블록(32)의 상면에 고정된 베어링 블록

(383)에 회전 가능하게 지지되어 있으며, 그 타단이 상기 펄스 모터(372)의 출력축에 전동 연결되어 있다. 또한, 수나사 로드(371)는 제2 슬라이드 블록(33)의 중앙부 하면에 돌출하여 설치된 도시하지 않는 암나사 블록에 형성된 관통 암나사 구멍에 나사 결합되어 있다. 따라서, 펄스 모터(372)에 의해 수나사 로드(371)를 정회전 및 역회전 구동함으로써, 제2 슬라이드 블록(33)은 안내 레일(322, 322)을 따라 화살표 Y로 나타내는 인텍싱 이송 방향(Y축 방향)으로 이동하게 된다.

[0033] 도시한 실시형태에서 레이저 가공기는 상기 제2 슬라이드 블록(33)의 인텍싱 가공 이송량을 검출하기 위한 인텍싱 이송량 검출 수단(384)을 구비하고 있다. 인텍싱 이송량 검출 수단(384)은 안내 레일(322)을 따라 배치된 선형 스케일(384a)과, 제2 슬라이드 블록(33)에 배치되고, 제2 슬라이드 블록(33)과 함께 선형 스케일(384a)을 따라 이동하는 관독 헤드(384b)로 이루어져 있다. 이 이송량 검출 수단(384)의 관독 헤드(384b)는 도시한 실시형태에서는 1 μm 마다 1 펄스의 펄스 신호를 후술하는 제어 수단에 보낸다. 그리고 후술하는 제어 수단은 입력한 펄스 신호를 카운트함으로써, 척테이블(36)의 인텍싱 이송량을 검출한다. 또한, 상기 인텍싱 이송 수단(38)의 구동원으로서 펄스 모터(372)를 이용한 경우에는 펄스 모터(372)에 구동 신호를 출력하는 후술하는 제어 수단의 구동 펄스를 카운트함으로써, 척테이블(36)의 인텍싱 이송량을 검출할 수도 있다. 또한, 상기 제1 인텍싱 이송 수단(38)의 구동원으로서 서보 모터를 이용한 경우에는, 서보 모터의 회전수를 검출하는 로터리 엔코더가 출력하는 펄스 신호를 후술하는 제어 수단에 보내고, 제어 수단이 입력한 펄스 신호를 카운트함으로써, 척테이블(36)의 인텍싱 이송량을 검출할 수도 있다.

[0034] 상기 레이저 광선 조사 유닛 지지 기구(4)는 정지 베이스(2) 상에 화살표 Y로 나타내는 인텍싱 이송 방향(Y축 방향)을 따라 평행하게 배치된 한 쌍의 안내 레일(41, 41)과, 이 안내 레일(41, 41) 상에 화살표 Y로 나타내는 방향으로 이동 가능하게 배치된 가동 지지 베이스(42)를 구비하고 있다. 이 가동 지지 베이스(42)는 안내 레일(41, 41) 상에 이동 가능하게 배치된 이동 지지부(421)와, 이 이동 지지부(421)에 부착된 장착부(422)로 이루어져 있다. 장착부(422)는 일측면에 화살표 Z로 나타내는 방향(Z축 방향)으로 연장되는 한 쌍의 안내 레일(423, 423)이 평행하게 설치되어 있다. 도시한 실시형태에 있어서 레이저 광선 조사 유닛 지지 기구(4)는 가동 지지 베이스(42)를 한 쌍의 안내 레일(41, 41)을 따라 화살표 Y로 나타내는 인텍싱 이송 방향(Y축 방향)으로 이동시키기 위한 제2 인텍싱 이송 수단(43)을 구비하고 있다. 제2 인텍싱 이송 수단(43)은 상기 한 쌍의 안내 레일(41, 41) 사이에 평행하게 배치된 수나사 로드(431)와, 이 수나사 로드(431)를 회전 구동하기 위한 펄스 모터(432) 등의 구동원을 포함하고 있다. 수나사 로드(431)는 그 일단이 상기 정지 베이스(2)에 고정된 도시하지 않는 베어링 블록에 회전 가능하게 지지되어 있으며, 그 타단이 상기 펄스 모터(432)의 출력축에 전동 연결되어 있다. 또한, 수나사 로드(431)는 가동 지지 베이스(42)를 구성하는 이동 지지부(421)의 중앙부 하면에 돌출하여 설치된 도시하지 않는 암나사 블록에 형성된 암나사 구멍에 나사 결합되어 있다. 이 때문에, 펄스 모터(432)에 의해 수나사 로드(431)를 정회전 및 역회전 구동함으로써, 가동 지지 베이스(42)는 안내 레일(41, 41)을 따라 화살표 Y로 나타내는 인텍싱 이송 방향(Y축 방향)으로 이동하게 한다.

[0035] 도시한 실시형태에 있어서 레이저 광선 조사 유닛(5)은 유닛 홀더(51)와, 이 유닛 홀더(51)에 부착된 레이저 광선 조사 장치(52)를 구비하고 있다. 유닛 홀더(51)는 상기 장착부(422)에 설치된 한 쌍의 안내 레일(423, 423)에 미끄럼 이동 가능하게 끼워 맞춰지는 한 쌍의 피안내 홈(511, 511)이 형성되어 있으며, 이 피안내 홈(511, 511)을 상기 안내 레일(423, 423)에 끼워 맞춤으로써, 화살표 Z로 나타내는 방향(Z축 방향)으로 이동 가능하게 지지된다.

[0036] 도시한 실시형태에 있어서 레이저 광선 조사 유닛(5)은 유닛 홀더(51)를 한 쌍의 안내 레일(423, 423)을 따라 화살표 Z로 나타내는 방향(Z축 방향)으로 이동시키기 위한 이동 수단(53)을 구비하고 있다. 이동 수단(53)은 한 쌍의 안내 레일(423, 423) 사이에 배치된 수나사 로드(도시하지 않음)와, 이 수나사 로드를 회전 구동하기 위한 펄스 모터(532) 등의 구동원을 포함하고 있으며, 펄스 모터(532)에 의해 도시하지 않는 수나사 로드를 정회전 및 역회전 구동함으로써, 유닛 홀더(51) 및 레이저 광선 조사 수단(52)을 안내 레일(423, 423)을 따라 화살표 Z로 나타내는 방향(Z축 방향)으로 이동시킨다. 또한, 도시한 실시형태에 있어서 펄스 모터(532)를 정회전 구동함으로써 레이저 광선 조사 장치(52)를 상측으로 이동시키고, 펄스 모터(532)를 역회전 구동함으로써 레이저 광선 조사 장치(52)를 하측으로 이동시키도록 되어 있다.

[0037] 상기 레이저 광선 조사 장치(52)는 실질상 수평으로 배치된 원통 형상의 케이싱(521)과, 도 2에 도시하는 바와 같이 케이싱(521) 안에 배치된 펄스 레이저 광선 발진 수단(6)과, 펄스 레이저 광선 발진 수단(6)이 발진한 레이저 광선의 광축을 가공 이송 방향(X축 방향)으로 편향시키는 음향 광학 편향 수단(7)과, 이 음향 광학 편향 수단(7)을 제어하기 위한 제어 수단(8)을 구비하고 있다. 또한, 레이저 광선 조사 수단(52)은 음향 광학 편향 수단(7)을 통과한 펄스 레이저 광선을 상기 척테이블(36)에 유지된 피가공물에 조사하는 집광기(9)를 구비하고

있다.

- [0038] 상기 펄스 레이저 광선 발진 수단(6)은 YAG 레이저 발진기 혹은 YVO4 레이저 발진기로 이루어지는 펄스 레이저 광선 발진기(61)와, 이것에 부설(付設)된 반복 주파수 설정 수단(62)으로 구성되어 있다. 펄스 레이저 광선 발진기(61)는 반복 주파수 설정 수단(62)에 의해 설정된 소정 주파수의 펄스 레이저 광선(LB)을 발진한다. 반복 주파수 설정 수단(62)은 여기 트리거 발진기(621)와 발진 트리거 발진기(622)를 구비하고 있다. 이와 같이 구성된 펄스 레이저 광선 발진 수단(6)은 여기 트리거 발진기(621)로부터 소정 주기마다 출력되는 여기 트리거에 기초하여 펄스 레이저 광선 발진기(61)가 여기를 시작하고, 발진 트리거 발진기(622)로부터 소정 주기마다 출력되는 발진 트리거에 기초하여 펄스 레이저 광선 발진기(61)가 펄스 레이저 광선을 발진한다.
- [0039] 상기 음향 광학 편향 수단(7)은 레이저 광선 발진 수단(6)이 발진한 레이저 광선의 광축을 가공 이송 방향(X축 방향)으로 편향시키는 음향 광학 소자(71)와, 이 음향 광학 소자(71)에 인가하는 RF(radio frequency)를 생성하는 RF 발진기(72)와, 이 RF 발진기(72)에 의해 생성된 RF의 파워를 증폭하여 음향 광학 소자(71)에 인가하는 RF 증폭기(73)와, RF 발진기(72)에 의해 생성되는 RF의 주파수를 조정하는 편향 각도 조정 수단(74)과, RF 발진기(72)에 의해 생성되는 RF의 진폭을 조정하는 출력 조정 수단(75)과, RF 발진기(72)에 의해 생성되는 RF 출력을 조정하는 RF 출력 보정 수단(76)을 구비하고 있다. 상기 음향 광학 소자(71)는 인가되는 RF의 주파수에 대응하여 레이저 광선의 광축을 편향하는 각도를 조정할 수 있고, 인가되는 RF의 진폭에 대응하여 레이저 광선의 출력을 조정할 수 있다. 또한, 상기 편향 각도 조정 수단(74)과 출력 조정 수단(75) 및 RF 출력 보정 수단(76)은 제어 수단(8)에 의해 제어된다.
- [0040] 또한, 도시한 실시형태에 있어서 레이저 광선 조사 장치(52)는 상기 음향 광학 소자(71)에 소정 주파수의 RF가 인가된 경우에, 도 2에서 파선으로 나타내는 바와 같이 음향 광학 소자(71)에 의해 편향된 레이저 광선을 흡수하기 위한 레이저 광선 흡수 수단(77)을 구비하고 있다.
- [0041] 상기 제어 수단(8)은 펄스 레이저 광선 발진 수단(6)의 반복 주파수 설정 수단(62)으로부터의 반복 주파수 설정 신호인 상기 여기 트리거 발진기(621)로부터 출력되는 여기 트리거에 기초하여, 펄스 레이저 광선 발진기(61)로부터 발진되는 펄스 레이저 광선의 펄스에 대응한 구동 펄스 신호를 구동 회로(81)에 출력한다. 또한, 제어 수단(8)은 구동 회로(81)에 출력하는 구동 펄스 신호를 설정한 후술하는 제어맵을 저장하는 메모리(80)를 구비하고 있다. 구동 회로(81)는 제어 수단(8)으로부터의 구동 펄스 신호에 대응한 전압을 상기 음향 광학 편향 수단(71)의 편향 각도 조정 수단(74)과 출력 조정 수단(75) 및 RF 출력 보정 수단(76)에 인가한다.
- [0042] 여기서, 제어 수단(8)으로부터 구동 회로(81)에 출력하는 구동 펄스 신호에 대해서 도 2 및 도 3을 참조하여 설명한다.
- [0043] 또한, 상기 펄스 레이저 광선 발진 수단(6)의 반복 주파수 설정 수단(62)에 의해 설정된 주파수는, 예컨대 10 kHz로 한다. 따라서, 펄스 레이저 광선 발진기(61)로부터 발진되는 펄스 레이저 광선(LB)의 펄스(LBP) 간격은 도 3에 도시하는 바와 같이 100000 ns가 된다. 그리고, 도 3에 도시하는 펄스 레이저 광선(LB)을 발진하기 위해서는 1 펄스를 발진한 후, 다음 펄스를 발진하는 동안에 여기 트리거 발진기(621)로부터 여기 트리거를 펄스 레이저 광선 발진기(61)에 출력한다. 이 여기 트리거를 출력하는 타이밍을 발진 트리거 발진기(622)로부터 펄스 레이저 광선 발진기(61)에 발진 트리거를 출력하고 나서, 예컨대 3000 ns 후로 하면, 펄스 레이저 광선 발진기(61)로부터 발진되는 펄스 레이저 광선(LB)의 펄스(LBP) 폭은, 예컨대 30 ns가 된다. 따라서, 여기 트리거는 펄스 레이저 광선 발진기(61)로부터 펄스 레이저 광선(LB)을 1 펄스 발진하고 나서 2970 ns 후에 출력되게 된다. 이러한 설정에 있어서, 여기 트리거 발진기(621)로부터 출력되는 여기 트리거는 상기 음향 광학 편향 수단(7)의 편향 각도 조정 수단(74) 및 출력 조정 수단(75)을 제어하는 제어 수단(8)에도 보내진다.
- [0044] 상기 음향 광학 편향 수단(7)의 편향 각도 조정 수단(74) 및 출력 조정 수단(75)을 구동하는 구동 펄스 신호(DS)는 상기 펄스 레이저 광선 발진기(61)로부터 발진되는 펄스 레이저 광선(LB)의 펄스(LBP)의 펄스 폭을 포함하는 소정 시간 출력하여야 한다. 예컨대, 구동 펄스 신호(DS)의 시작 시점을 발진 트리거가 출력되기 전 300 ns로 하고, 구동 펄스 신호(DS)의 종료 시점을 펄스 레이저 광선(LB)의 펄스(LBP) 종료 후 100 ns로 하면, 제어 수단(8)은 상기 여기 트리거가 발진되고 나서 96700 ns 후에 구동 펄스 신호(DS)를 시작하여 430 ns 동안 출력한다. 이와 같이 제어 수단(8)이 구동 펄스 신호(DS)를 출력함으로써, 펄스 레이저 광선(LB)의 펄스(LBP)가 발진되고 있는 시간을 포함하는 430 ns 동안 상기 음향 광학 편향 수단(7)의 편향 각도 조정 수단(74) 및 출력 조정 수단(75)을 제어할 수 있다. 전술한 바와 같이, 구동 펄스 신호(DS)는 430 ns이며, 펄스 레이저 광선(LB)의 1 주기가 100000 ns이기 때문에, 펄스 레이저 광선(LB)의 조사 시간에 대하여 0.43% 만큼 음향 광학 편향 수단(7)의 편향 각도 조정 수단(74) 및 출력 조정 수단(75)을 구동하면 되는 것이다. 따라서, 펄스 레이저 광선(L

B)의 조사 시간에 대한 음향 광학 소자(71)에 RF가 인가되는 시간이 매우 적어져도 좋기 때문에, 음향 광학 소자(71)에 발생하는 열 왜곡이 억제된다.

[0045] 도 2로 되돌아가 설명을 계속하면, 상기 집광기(9)는 케이싱(521)의 선단에 장착되어 있으며, 상기 음향 광학 편향 수단(7)에 의해 편향된 펄스 레이저 광선을 하측을 향하여 방향 변환하는 방향 변환 미러(91)와, 이 방향 변환 미러(91)에 의해 방향 변환된 레이저 광선을 집광하는 집광 렌즈(92)를 구비하고 있다.

[0046] 도시한 실시형태에서 펄스 레이저 조사 장치(52)는 이상과 같이 구성되어 있으며, 이하 그 작용에 대해서 도 2를 참조하여 설명한다.

[0047] 음향 광학 편향 수단(7)의 편향 각도 조정 수단(74)에 상기 구동 회로(81)로부터, 예컨대 5 V의 전압이 인가되고, 음향 광학 소자(71)에 5 V에 대응하는 주파수의 RF가 인가된 경우에는, 펄스 레이저 광선 발진 수단(6)으로부터 발진된 펄스 레이저 광선은 그 광축이 도 2에서 1점 쇄선으로 나타내는 바와 같이 편향되고, 집광점(Pa)에 집광된다. 또한, 편향 각도 조정 수단(74)에 상기 구동 회로(81)로부터, 예컨대 10 V의 전압이 인가되고, 음향 광학 소자(71)에 10 V에 대응하는 주파수의 RF가 인가된 경우에는, 펄스 레이저 광선 발진 수단(6)으로부터 발진된 펄스 레이저 광선은 그 광축이 도 2에서 실선으로 나타내는 바와 같이 편향되고, 상기 집광점(Pa)으로부터 가공 이송 방향(X축 방향)으로 도 2에서 좌측으로 소정량 변위한 집광점(Pb)에 집광된다. 한편, 편향 각도 조정 수단(74)에 상기 구동 회로(81)로부터, 예컨대 15 V의 전압이 인가되고, 음향 광학 소자(71)에 15 V에 대응하는 주파수의 RF가 인가된 경우에는 펄스 레이저 광선 발진 수단(6)으로부터 발진된 펄스 레이저 광선은 그 광축이 도 2에서 2점 쇄선으로 나타내는 바와 같이 편향되고, 상기 집광점(Pb)으로부터 가공 이송 방향(X축 방향)으로 도 2에서 좌측으로 소정량 변위한 집광점(Pc)에 집광된다. 또한, 음향 광학 편향 수단(7)의 편향 각도 조정 수단(74)에 상기 구동 회로(81)로부터, 예컨대 0 V의 전압이 인가되고, 음향 광학 소자(71)에 0 V에 대응하는 주파수의 RF가 인가된 경우에는, 펄스 레이저 광선 발진 수단(6)으로부터 발진된 펄스 레이저 광선은, 도 2에서 파선으로 나타내는 바와 같이 레이저 광선 흡수 수단(77)으로 유도된다. 이와 같이, 음향 광학 소자(71)에 의해 편향된 레이저 광선은, 편향 각도 조정 수단(74)에 인가되는 전압에 대응하여 가공 이송 방향(X축 방향)으로 편향되게 된다.

[0048] 도 1로 되돌아가 설명을 계속하면, 도시한 실시형태에서 레이저 가공기는 케이싱(521)의 전단부에 배치되고, 상기 레이저 광선 조사 장치(52)에 의해 레이저 가공하여야 하는 가공 영역을 검출하는 촬상 수단(11)을 구비하고 있다. 이 촬상 수단(11)은 가시 광선에 의해 촬상하는 통상의 촬상 소자(CCD) 외에, 피가공물에 적외선을 조사하는 적외선 조명 수단과, 이 적외선 조명 수단에 의해 조사된 적외선을 포착할 수 있는 광학계와, 이 광학계에 의해 포착된 적외선에 대응한 전기 신호를 출력하는 촬상 소자(적외선 CCD) 등으로 구성되어 있으며, 촬상한 화상 신호를 후술하는 컨트롤러에 보낸다.

[0049] 도 1에 기초하여 설명을 계속하면, 도시한 실시형태에서 레이저 가공기는 컨트롤러(20)를 구비하고 있다. 컨트롤러(20)는 컴퓨터에 의해 구성되어 있으며, 제어 프로그램에 따라서 연산 처리하는 중앙 처리 장치(CPU)(201)와, 제어 프로그램 등을 저장하는 리드 온리 메모리(ROM)(202)와, 후술하는 제어맵이나 피가공물 설계값의 데이터나 연산 결과 등을 저장하는 기록 및 판독 가능한 랜덤 액세스 메모리(RAM)(203)와, 카운터(204)와, 입력 인터페이스(205) 및 출력 인터페이스(206)를 구비하고 있다. 컨트롤러(20)의 입력 인터페이스(205)에는 상기 가공 이송량 검출 수단(374), 인텍싱 이송량 검출 수단(384) 및 촬상 수단(11) 등으로부터의 검출 신호가 입력된다. 그리고, 컨트롤러(20)의 출력 인터페이스(206)로부터는 상기 펄스 모터(372), 펄스 모터(382), 펄스 모터(432), 펄스 모터(532), 펄스 레이저 광선 발진 수단(6) 및 제어 수단(8) 등에 제어 신호를 출력한다. 또한, 상기 랜덤 액세스 메모리(RAM)(203)는 후술하는 피가공물의 설계값의 데이터를 기억하는 제2 기억 영역(203a)이나 다른 기억 영역을 구비하고 있다.

[0050] 도시한 실시형태에 있어서 레이저 가공기는 이상과 같이 구성되어 있으며, 이하 그 작용에 대해서 설명한다.

[0051] 도 4에는 레이저 가공되는 피가공물로서의 반도체 웨이퍼(30)의 평면도가 도시되어 있다. 도 4에 도시하는 반도체 웨이퍼(30)는 실리콘 웨이퍼로 이루어져 있으며, 그 표면(30a)에 격자형으로 배열된 복수의 분할 예정 라인(301)에 의해 복수의 영역이 구획되고, 이 구획된 영역에 IC, LSI 등의 디바이스(302)가 각각 형성되어 있다. 이 각 디바이스(302)는 전부 동일한 구성을 하고 있다. 디바이스(302)의 표면에는 각각 도 5에 도시하는 바와 같이 복수의 전극(303)(303a~303j)이 형성되어 있다. 또한, 도시한 실시형태에 있어서, 303a와 303f, 303b와 303g, 303c와 303h, 303d와 303i, 303e와 303j는 X 방향 위치가 동일하다. 이 복수의 전극(303)(303a~303j)부에 각각 이면(30b)으로부터 전극(303)에 도달하는 가공 구멍(비아 홀)이 형성된다. 각 디바이스(302)에 있어서, 전극(303)(303a~303j)의 X 방향(도 5에서 좌우 방향)의 간격(A)은 도시한 실시형태에서는 동일 간격으로 설정

되어 있고, 또한 각 디바이스(302)에 형성된 전극(303)에 있어서 분할 예정 라인(301)을 사이에 두고 X 방향(도 5에 있어서 좌우 방향)으로 인접하는 전극, 즉 전극(303e)과 전극(303a)의 간격(B)도 도시한 실시형태에 있어서는 동일 간격으로 설정되어 있다. 또한, 각 디바이스(302)에 있어서 전극(303)(303a~303j)의 Y 방향(도 5에서 상하 방향)의 간격(C)은 도시한 실시형태에서는 동일 간격으로 설정되어 있고, 또한 각 디바이스(302)에 형성된 전극(303)에 있어서 분할 예정 라인(301)을 사이에 두고 Y 방향(도 5에서 상하 방향)으로 인접하는 전극, 즉 전극(303f)과 전극(303a) 및 전극(303j)과 전극(303e)의 간격(D)도 도시한 실시형태에 있어서는 동일 간격으로 설정되어 있다. 이와 같이 구성된 반도체 웨이퍼(30)에 대해서, 도 4에 도시하는 각 행(E1...En) 및 각 열(F1...Fn)에 배치된 디바이스(302)의 개수와 상기 각 간격(A, B, C, D)은 그 설계값의 데이터가 상기 랜덤 액세스 메모리(RAM)(203)의 제1 기억 영역(203a)에 저장되어 있다.

[0052] 전술한 레이저 가공 장치를 이용하여, 상기 반도체 웨이퍼(30)에 형성된 각 디바이스(302)의 전극(303)(303a~303j)부에 가공 구멍(비아 홀)을 형성하는 레이저 가공의 실시형태에 대해서 설명한다.

[0053] 상기한 바와 같이 구성된 반도체 웨이퍼(30)는 도 6에 도시하는 바와 같이 환형의 프레임(40)에 장착된 폴리올레핀 등의 합성 수지 시트로 이루어진 보호 테이프(50)를 표면(30a)에 접촉한다. 따라서, 반도체 웨이퍼(30)는 이면(30b)이 상측이 된다. 이와 같이 하여 환형의 프레임(40)에 보호 테이프(50)를 매개로 하여 지지된 반도체 웨이퍼(30)는 도 1에 도시하는 레이저 가공 장치의 척테이블(36) 상에 보호 테이프(50)측을 적재한다. 그리고, 도시하지 않는 흡인 수단을 작동함으로써 반도체 웨이퍼(30)는 보호 테이프(50)를 매개로 하여 척테이블(36)에 흡인 유지된다. 또한, 환형의 프레임(40)은 클램프(362)에 의해 고정된다.

[0054] 전술한 바와 같이 반도체 웨이퍼(30)를 흡인 유지한 척테이블(36)은 가공 이송 수단(37)에 의해 활상 수단(11) 바로 아래에 위치된다. 척테이블(36)이 활상 수단(11)의 바로 아래에 위치되면, 척테이블(36) 상의 반도체 웨이퍼(30)는 도 7에 도시하는 좌표 위치에 위치한 상태가 된다. 이 상태에서 척테이블(36)에 유지된 반도체 웨이퍼(30)에 형성되어 있는 격자형 분할 예정 라인(301)이 X축 방향과 Y축 방향으로 평행하게 배치되어 있는지 여부를 위한 얼라인먼트 작업을 실시한다. 즉, 활상 수단(11)에 의해 척테이블(36)에 유지된 반도체 웨이퍼(30)를 활상하고, 패턴 매칭 등의 화상 처리를 실행하여 얼라인먼트 작업을 행한다. 이 때, 반도체 웨이퍼(30)의 분할 예정 라인(301)이 형성되어 있는 표면(30a)은 하측에 위치하고 있지만, 활상 수단(11)이 전술한 바와 같이 적외선 조명 수단과 적외선을 포착할 수 있는 광학계 및 적외선에 대응한 전기 신호를 출력하는 활상 소자(적외선 CCD) 등으로 구성된 활상 수단을 구비하고 있기 때문에, 반도체 웨이퍼(30)의 이면(301b)을 통해 분할 예정 라인(301)을 활상할 수 있다.

[0055] 이어서, 척테이블(36)을 이동하여, 반도체 웨이퍼(30)에 형성된 디바이스(302)에 있어서 최상위 행(E1)의 도 7에 있어서 최좌단 디바이스(302)를 활상 수단(11)의 바로 아래에 위치시킨다. 그리고, 또한, 디바이스(302)에 형성된 전극(303)(303a~303j) 중 도 7에서 좌측위 전극(303a)을 활상 수단(11)의 바로 아래에 위치시킨다. 이 상태에서 활상 수단(11)이 전극(303a)을 검출하였으면 그 좌표값(a1)을 제1 가공 이송 시작 위치 좌표값으로 하여 컨트롤러(20)에 보낸다. 그리고, 컨트롤러(20)는 이 좌표값(a1)을 제1 가공 이송 시작 위치 좌표값으로 하여 랜덤 액세스 메모리(RAM)(203)에 저장한다(가공 이송 시작 위치 검출 공정). 이 때, 활상 수단(11)과 레이저 광선 조사 수단(52)의 집광기(9)는 X축 방향으로 소정의 간격을 두고 배치되어 있기 때문에, X 좌표값은 상기 활상 수단(11)과 집광기(9)의 간격을 더한 값이 저장된다.

[0056] 이와 같이 하여 도 7에 있어서 최상위 행(E1)의 디바이스(302)에서 제1 가공 이송 시작 위치 좌표값(a1)을 검출하였으면, 척테이블(36)을 분할 예정 라인(301)의 간격만큼 Y축 방향으로 인덱싱 이송하고, X축 방향으로 이동하여, 도 7에 있어서 최상위로부터 2번째의 행(E2) 중 최좌단 디바이스(302)를 활상 수단(11)의 바로 아래에 위치시킨다. 그리고, 또한, 디바이스(302)에 형성된 전극(303)(303a~303j) 중 도 7에 있어서 좌측위 전극(303a)을 활상 수단(11)의 바로 아래에 위치시킨다. 이 상태에서 활상 수단(11)이 전극(303a)을 검출하였으면 그 좌표값(a2)을 제2 가공 이송 시작 위치 좌표값으로 하여 컨트롤러(20)에 보낸다. 그리고, 컨트롤러(20)는 이 좌표값(a2)을 제2 가공 이송 시작 위치 좌표값으로 하여 랜덤 액세스 메모리(RAM)(203)에 저장한다. 이 때, 활상 수단(11)과 레이저 광선 조사 수단(52)의 집광기(9)는 전술한 바와 같이 X축 방향으로 소정의 간격을 두고 배치되어 있기 때문에, X 좌표값은 상기 활상 수단(11)과 집광기(9)의 간격을 더한 값이 저장된다. 이 후, 컨트롤러(20)는 전술한 인덱싱 이송과 가공 이송 시작 위치 검출 공정을 도 7에 있어서 최하위의 행(En)까지 반복 실행하고, 각 행에 형성된 디바이스(302)의 가공 이송 시작 위치 좌표값(a3~an)을 검출하여 이것을 랜덤 액세스 메모리(RAM)에 저장한다.

[0057] 이어서, 반도체 웨이퍼(30)의 각 디바이스(302)에 형성된 각 전극(303)(303a~303j)부에 레이저 가공 구멍(비아

홀)을 천공하는 천공 공정을 실시한다. 천공 공정은, 우선 가공 이송 수단(37)을 작동하여 척테이블(36)을 이동하여, 상기 랜덤 액세스 메모리(RAM)(203)에 저장되어 있는 제1 가공 이송 시작 위치 좌표값(a1)을 레이저 광선 조사 수단(52)의 집광기(9)의 바로 아래에 위치시킨다. 이와 같이 제1 가공 이송 시작 위치 좌표값(a1)이 집광기(9)의 바로 아래에 위치된 상태가 도 8의 (a)에 도시하는 상태이다. 도 8의 (a)에 도시하는 상태에서부터 컨트롤러(20)는 척테이블(36)을 도 8의 (a)에서 화살표(X1)로 나타내는 방향으로 소정의 이동 속도로 가공 이송하도록 상기 가공 이송 수단(37)을 제어하는 동시에, 레이저 광선 조사 수단(52)을 작동하여 집광기(9)로부터 소정 시간 펄스 레이저 광선을 조사한다. 또한, 집광기(9)로부터 조사되는 레이저 광선의 집광점(P)은 반도체 웨이퍼(30)의 표면(30a) 부근에 맞춰진다. 이때, 컨트롤러(20)는 가공 이송량 검출 수단(374)의 관독 헤드(374b)로부터의 검출 신호에 기초하여 음향 광학 편향 수단(7)의 편향 각도 조정 수단(74) 및 출력 조정 수단(75)을 제어하기 위한 제어 신호를 상기 제어 수단(8)에 출력한다.

[0058] 한편, RF 발전기(72)는 편향 각도 조정 수단(74) 및 출력 조정 수단(75)으로부터의 제어 신호에 대응한 RF를 출력한다. RF 발전기(72)로부터 출력된 RF의 파위는 RF 증폭기(73)에 의해 증폭되어 음향 광학 소자(71)에 인가된다. 이 결과, 음향 광학 소자(71)는 펄스 레이저 광선 발진 수단(6)으로부터 발진된 펄스 레이저 광선의 광축을 도 2에서 1점 쇄선으로 나타내는 위치로부터 2점 차선으로 나타내는 위치까지의 범위로 편향하고, 펄스 레이저 광선 발진 수단(6)으로부터 발진된 펄스 레이저 광선의 출력을 조정한다.

[0059] 상기 천공 공정에서의 가공 조건의 일례에 대해서 설명한다.

[0060] 광원 : LD 여기 Q 스위치 Nd : YVO4

[0061] 파장 : 355 nm

[0062] 반복 주파수 : 10 kHz

[0063] 펄스 폭 : 30 ns

[0064] 집광 스폿 직경 : $\Phi 15 \mu\text{m}$

[0065] 가공 이송 속도 : 100 mm/초

[0066] 이러한 가공 조건에 의해 천공 공정을 실시하면, 실리콘 웨이퍼에는 펄스 레이저 광선의 1 펄스 당 깊이가 5 μm 정도의 레이저 가공 구멍을 형성할 수 있다. 따라서, 두께가 50 μm 의 실리콘 웨이퍼에 전극(303)에 도달하는 가공 구멍을 형성하기 위해서는 펄스 레이저 광선을 10 펄스 조사하여야 한다. 이 때문에, 상기 가공 조건에 있어서는 100 mm/초의 가공 이송 속도로 이동하고 있는 척테이블(36)에 유지된 반도체 웨이퍼(30)의 제1 가공 이송 시작 위치 좌표값(a1)에 10 펄스의 펄스 레이저 광선을 조사함으로써, 전극(303)에 도달하는 가공 구멍을 형성할 수 있다.

[0067] 여기서, 반도체 웨이퍼(30)가 100 mm/초의 가공 이송 속도로 이동하고 있을 때에, 반도체 웨이퍼(30)의 제1 가공 이송 시작 위치 좌표값(a1)에 10 펄스의 펄스 레이저 광선을 조사하는 방법에 대해서, 도 9의 (a)를 참조하여 설명한다.

[0068] 상기 가공 조건에 있어서는 펄스 레이저 광선의 반복 주파수가 10 kHz이기 때문에, 1초 동안에 10000 펄스(즉, 100000 ns에 1 펄스)의 펄스 레이저 광선이 조사된다. 따라서, 10 펄스의 펄스 레이저 광선을 조사하기 위한 시간은 1/1000초가 된다. 한편, 100 mm/초의 가공 이송 속도로 X1로 나타내는 방향으로 이동하고 있는 반도체 웨이퍼(30)는 1/1000초 동안에 100 μm 이동한다. 따라서, 반도체 웨이퍼(30)가 100 μm 이동하는 동안에 1/1000초 동안 레이저 광선 조사 수단(52)을 작동하고, 이 사이에 펄스 레이저 광선의 집광점을 제1 가공 이송 시작 위치 좌표값(a1)에 위치시키도록 음향 광학 편향 수단(7)의 편향 각도 조정 수단(74)에 인가하는 제1 구동 펄스 신호(DS1) 및 출력 조정 수단(75)에 인가하는 제2 구동 펄스 신호(DS2)를 제어하면 좋다. 즉, 컨트롤러(20)로부터 보내지는 가공 이송량 검출 수단(374)의 관독 헤드(374b)로부터의 검출 신호에 기초하여, 제어 수단(8)이 전술한 바와 같이 음향 광학 편향 수단(7)의 편향 각도 조정 수단(74) 및 출력 조정 수단(75)에 도 3에 도시된 바와 같이 430 ns 동안 인가하는 전압의 제1 구동 펄스 신호(DS1) 및 제2 구동 펄스 신호(DS2)를 제어하고, 음향 광학 편향 수단(7)의 음향 광학 소자(71)에 인가하는 RF 파위의 주파수 및 진폭을 제어함으로써 행할 수 있다. 이 결과, 반도체 웨이퍼(30)가 가공 이송 방향(X1)으로 이동하고 있는 상태에 서도 제1 가공 이송 시작 위치 좌표값(a1)에 10 펄스의 펄스 레이저 광선을 조사할 수 있기 때문에, 도 9의 (b)에 도시하는 바와 같이 반도체 웨이퍼(30)의 제1 가공 이송 시작 위치 좌표값(a1)에 전극(303)에 도달하는 레이저 가공 구멍(304)이 형성된다. 이와 같이 하여, 제1 가공 이송 시작 위치 좌표값(a1)에 10 펄스의 펄스 레이저 광선을 조사하였으면, 컨트롤러

(20)는 음향 광학 편향 수단(7)의 편향 각도 조정 수단(74)에 0 V의 전압을 레이저 광선이 1 펄스 출력될 때마다 430 ns 동안 인가하는 구동 펄스 신호(DS)를 출력하도록 상기 제어 수단(8)에 제어 신호를 출력한다. 이 결과, 음향 광학 소자(71)에는 0 V에 대응하는 주파수의 RF가 인가되고, 펄스 레이저 광선 발진 수단(6)으로부터 발진된 펄스 레이저 광선(LB)은 도 2에서 파선으로 나타내는 바와 같이 레이저 광선 흡수 수단(77)에 유도된다.

[0069] 이상과 같이하여 상기 음향 광학 편향 수단(7)을 구동하기 위한 시간은 전술한 바와 같이 펄스 레이저 광선(LB)의 조사 시간에 대하여 0.43%이기 때문에, 펄스 레이저 광선(LB)의 조사 시간에 대한 음향 광학 소자(71)에 RF가 인가되는 시간이 매우 적어도 좋기 때문에, 음향 광학 소자(71)에 발생하는 열 왜곡이 억제된다.

[0070] 그런데, 본 발명자들의 실험에 의하면, 전술한 바와 같이 펄스 레이저 광선(LB)의 조사 시간에 대한 음향 광학 소자(71)에 RF가 인가되는 시간이 매우 적음에도 불구하고, 다음 RF가 인가되기까지의 간격이 불균일하거나, RF의 출력이 불균일하면, 음향 광학 소자(71)의 온도가 다소 변화되어 음향 광학 소자(71)의 기능을 안정된 정밀도로 유지할 수 없다는 것을 알았다. 본 발명에 있어서는, 편향 각도 조정 수단(74) 및 출력 조정 수단(75)에 인가하는 제1 구동 펄스 신호(DS1) 및 제2 구동 펄스 신호(DS2)로 이루어지는 구동 펄스 사이, 즉 펄스 레이저 광선(LB)을 발진하지 않는 동안에 상기 RF 출력 보정 수단(76)에 보정 펄스 신호(DS3)를 출력한다. 여기서, 펄스 레이저 광선(LB)의 조사 타이밍(LBP)과 제1 구동 펄스 신호(DS1)와 제2 구동 펄스 신호(DS2) 및 보정 펄스 신호(DS3)에 대해서, 도 10에 도시하는 제어맵에 기초하여 설명한다. 도 10에서 제1 구동 펄스 신호(DS1)와 제2 구동 펄스 신호(DS2) 및 보정 펄스 신호(DS3)에 있어서의 펄스 신호의 높이는 전압의 높이를 나타내고 있다. 도 10에 도시하는 실시형태에서 편향 각도 조정 수단(74)에 인가하는 제1 구동 펄스 신호(DS1)의 10 펄스의 전압은 서서히 상승하고 있으며, 출력 조정 수단(75)에 인가하는 제2 구동 펄스 신호(DS2)의 10 펄스의 전압은 일정하게 되어 있다. 한편, RF 출력 보정 수단(76)에 인가하는 보정 펄스 신호(DS3)는 제1 구동 펄스 신호(DS1) 및 제2 구동 펄스 신호(DS2)로 이루어지는 구동 펄스의 사이, 즉 펄스 레이저 광선(LB)을 발진하지 않는 동안에 출력된다. 그리고, 보정 펄스 신호(DS3)의 전압은, 예컨대 제1 구동 펄스 신호(DS1)의 전압과 제2 구동 펄스 신호(DS2)의 전압과 보정 펄스 신호(DS3)의 전압의 합이 동일해지도록 설정되어 있다. 따라서, 음향 광학 소자(71)에 인가되는 RF 파워는 펄스 레이저 광선(LB)이 발진되고 나서 다음 펄스 레이저 광선(LB)이 발진될 때까지 일정해지기 때문에, 음향 광학 소자(71)는 소정의 온도 범위로 유지되어 안정된 정밀도가 유지된다.

[0071] 한편, 컨트롤러(20)는 가공 이송량 검출 수단(374)의 판독 헤드(374b)로부터의 검출 신호를 입력하고 있으며, 이 검출 신호를 카운터(204)에 의해 카운트하고 있다. 그리고, 카운터(204)에 의한 카운트값이 전극(303)의 도 5에서 X축 방향의 간격(A)에 상당하는 값에 도달하면, 컨트롤러(20)는 레이저 광선 조사 수단(52)을 제어하고, 상기 천공 공정을 실시한다. 그 후에도 컨트롤러(20)는 카운터(204)에 의한 카운트값이 전극(203)의 도 5에서 X축 방향의 간격(B)에 도달하면, 컨트롤러(20)는 펄스 레이저 광선 발진 수단(6)으로부터 발진되는 펄스 레이저 광선(LB)을 도 2에서 파선으로 나타내는 바와 같이 레이저 광선 흡수 수단(77)으로 유도하는 제어를 실행한다. 즉, 컨트롤러(20)는 음향 광학 편향 수단(7)의 편향 각도 조정 수단(74)에 0 V의 전압을 인가하는 제1 구동 펄스 신호(DS1)를 출력하도록 상기 제어 수단(8)에 제어 신호를 출력한다. 이 결과, 음향 광학 소자(71)에는 0 V에 대응하는 주파수의 RF가 인가되고, 펄스 레이저 광선 발진 수단(6)으로부터 발진된 펄스 레이저 광선(LB)은 도 2에서 파선으로 나타내는 바와 같이 레이저 광선 흡수 수단(77)으로 유도되기 때문에, 반도체 웨이퍼(30)에 조사되는 일은 없다. 이 때 음향 광학 편향 수단(7)의 출력 조정 수단(75)에도 0 V의 전압을 인가하는 제2 구동 펄스 신호(DS2)를 출력한다. 따라서, 음향 광학 소자(71)에는 0 V에 대응하는 진폭의 RF가 인가되게 된다. 이와 같이, 음향 광학 소자(71)에 인가되어 RF의 에너지가 영(0)이 되면, 전술한 바와 같이 음향 광학 소자(71)의 온도가 저하하여 음향 광학 소자(71)의 기능을 안정된 정밀도로 유지할 수 없다. 그래서, 상기 간격(B)의 영역에서는 편향 각도 조정 수단(74) 및 출력 조정 수단(75)에 인가하는 제1 구동 펄스 신호(DS1) 및 제2 구동 펄스 신호(DS2)로 이루어지는 구동 펄스의 사이, 즉 펄스 레이저 광선(LB)을 발진하지 않는 동안에 도 11에 도시하는 제어맵에 기인하여 상기 RF 출력 보정 수단(76)에 보정 펄스 신호(DS3)를 출력한다. 이 보정 펄스 신호(DS3)의 전압은 상기 간격(B)의 영역에서는 전술한 바와 같이 음향 광학 편향 수단(7)의 편향 각도 조정 수단(74)에 인가되는 제1 구동 펄스 신호(DS1) 및 출력 조정 수단(75)에 인가되는 제2 구동 펄스 신호(DS2)의 전압은 0 V이기 때문에, 예컨대 제1 구동 펄스 신호(DS1)의 전압(0 V)과 제2 구동 펄스 신호(DS2)의 전압(0 V)과 보정 펄스 신호(DS3)의 전압의 합이 동일해지도록 설정되어 있다. 따라서, 음향 광학 소자(71)에 인가되는 RF 파워는 펄스 레이저 광선(LB)이 발진되고 나서 다음 펄스 레이저 광선(LB)이 발진될 때까지 일정해지기 때문에, 음향 광학 소자(71)는 소정의 온도 범위로 유지되어 안정된 정밀도가 유지된다.

[0072] 전술한 도 10 및 도 11에 도시하는 제어맵에 기초하여 상기 천공 공정을 실시하고, 도 8의 (b)에서 도시하는 바와 같이 반도체 웨이퍼(30)의 E1 행의 최우단 디바이스(302)에 형성된 전극(303) 중 도 7에 있어서 최우단의 전

극(303e) 위치에 상기 천공 공정을 실시하면, 상기 가공 이송 수단(37)의 작동을 정지하여 척테이블(36)의 이동을 정지한다. 이 결과, 반도체 웨이퍼(30)에는 도 8의 (b)에서 도시하는 바와 같이 각 전극(303)(도시하지 않음)부에 레이저 가공 구멍(304)이 형성된다.

[0073] 이어서, 컨트롤러(20)는 레이저 광선 조사 수단(52)의 집광기(9)를 도 8의(b)에 있어서 지면에 수직인 방향으로 인텍싱 이송하도록 상기 제1 인텍싱 이송 수단(38)을 제어한다. 한편, 컨트롤러(20)는 인텍싱 이송량 검출 수단(384)의 판독 헤드(384b)로부터의 검출 신호를 입력하고 있으며, 이 검출 신호를 카운터(204)에 의해 카운트하고 있다. 그리고, 카운터(204)에 의한 카운트값이 전극(303)의 도 5에 있어서 Y축 방향의 간격(C)에 상당하는 값에 도달하면, 제1 인텍싱 이송 수단(38)의 작동을 정지하고, 레이저 광선 조사 수단(52)의 집광기(9)의 인텍싱 이송을 정지한다. 이 결과, 집광기(9)는 상기 전극(303e)과 대향하는 전극(303j)(도 5 참조)의 바로 위에 위치된다. 이 상태가 도 12의 (a)에 도시하는 상태이다. 도 12의 (a)에 도시하는 상태로 컨트롤러(20)는 척테이블(36)을 도 12의 (a)에서 화살표(X2)로 나타내는 방향으로 소정의 이동 속도로 가공 이송하도록 상기 가공 이송 수단(37)을 제어하는 동시에, 레이저 광선 조사 수단(52)을 작동하여 전술한 도 10 및 도 11에 도시하는 제어맵에 기초하여 상기 천공 공정을 실시한다. 그리고, 컨트롤러(20)는 전술한 바와 같이 가공 이송량 검출 수단(374)의 판독 헤드(374b)로부터의 검출 신호를 카운터(204)에 의해 카운트하고, 그 카운트값이 전극(303)의 도 5에서 X축 방향의 간격 A 및 B에 도달할 때마다 컨트롤러(20)는 레이저 광선 조사 수단(52)을 작동하여 상기 천공 공정을 실시한다. 그리고, 도 12의 (b)에서 도시하는 바와 같이 반도체 웨이퍼(30)의 E1 행의 최좌단 디바이스(302)에 형성된 전극(303f) 위치에 상기 천공 공정을 실시하면, 상기 가공 이송 수단(37)의 작동을 정지하여 척테이블(36)의 이동을 정지한다. 이 결과, 반도체 웨이퍼(30)에는 도 12의 (b)에서 도시하는 바와 같이 각 전극(303)(도시하지 않음)부에 레이저 가공 구멍(304)이 형성된다.

[0074] 이상과 같이하여, 반도체 웨이퍼(30)의 E1 행의 디바이스(302)에 형성된 전극(303)부에 레이저 가공 구멍(304)이 형성되었으면, 컨트롤러(20)는 가공 이송 수단(37) 및 제1 인텍싱 이송 수단(38)을 작동하고, 반도체 웨이퍼(30)의 E2행의 디바이스(302)에 형성된 전극(303)에 있어서의 상기 랜덤 액세스 메모리(RAM)(203)에 저장되어 있는 제2 가공 이송 시작 위치 좌표값(a2)을 레이저 광선 조사 수단(52)의 집광기(9) 바로 아래에 위치시킨다. 그리고, 컨트롤러(20)는 레이저 광선 조사 수단(52)과 가공 이송 수단(37) 및 제1 인텍싱 이송 수단(38)을 제어하여, 반도체 웨이퍼(30)의 E2 행의 디바이스(302)에 형성된 전극(303)부에 전술한 천공 공정을 실시한다. 이후, 반도체 웨이퍼(30)의 E3~En 행의 디바이스(302)에 형성된 전극(303)부에 대해서도 전술한 도 10 및 도 11에 도시하는 제어맵에 기초하여 전술한 천공 공정을 실시한다. 이 결과, 반도체 웨이퍼(30)의 각 디바이스(302)에 형성된 모든 전극(303)부에 레이저 가공 구멍(304)이 형성된다.

[0075] 이어서, 상기 보정 펄스 신호(DS3)의 다른 실시형태에 대해서, 도 13 및 도 14에 도시하는 제어맵에 기초하여 설명한다.

[0076] 도 13에 도시하는 실시형태는 보정 펄스 신호(DS3)를 파선으로 나타내는 바와 같이 제1 구동 펄스 신호(DS1)와 조합하여 생성하고, 음향 광학 편향 수단(7)의 편향 각도 조정 수단(74)에 제1 구동 펄스 신호(DS1)와 보정 펄스 신호(DS3)를 출력하도록 한 것이다.

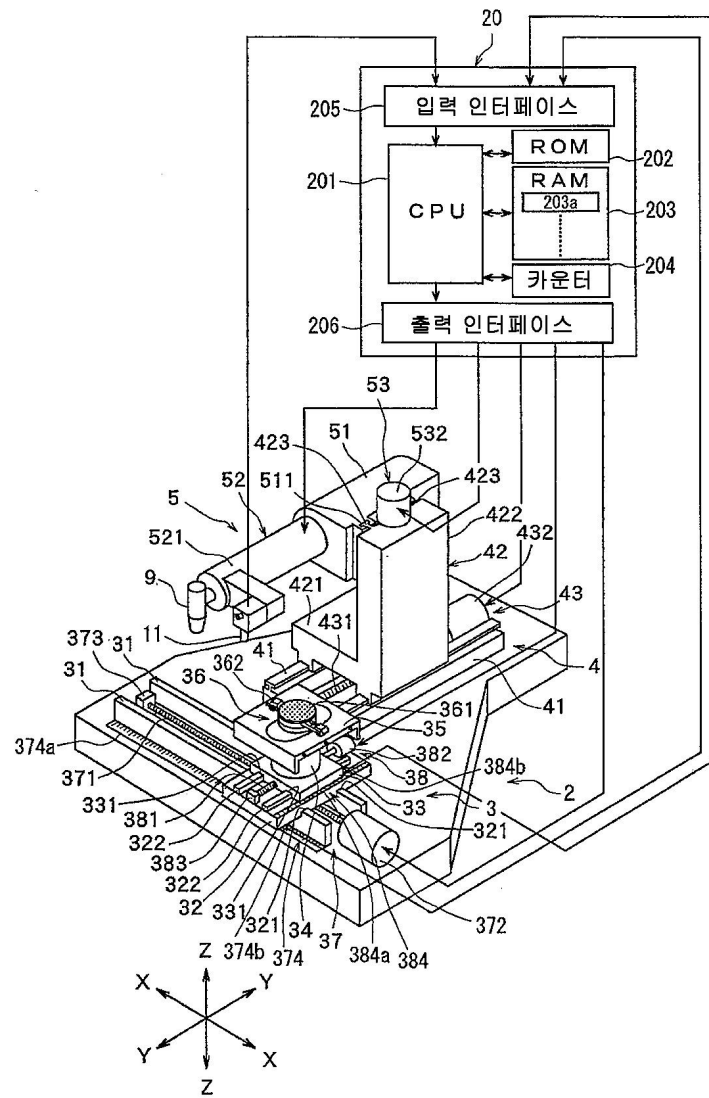
[0077] 또한, 도 14에 도시하는 실시형태는 보정 펄스 신호(DS3)를 파선으로 나타내는 바와 같이 제2 구동 펄스 신호(DS2)와 조합하여 생성하고, 음향 광학 편향 수단(7)의 출력 조정 수단(75)에 제2 구동 펄스 신호(DS2)와 보정 펄스 신호(DS3)를 출력하도록 한 것이다.

도면의 간단한 설명

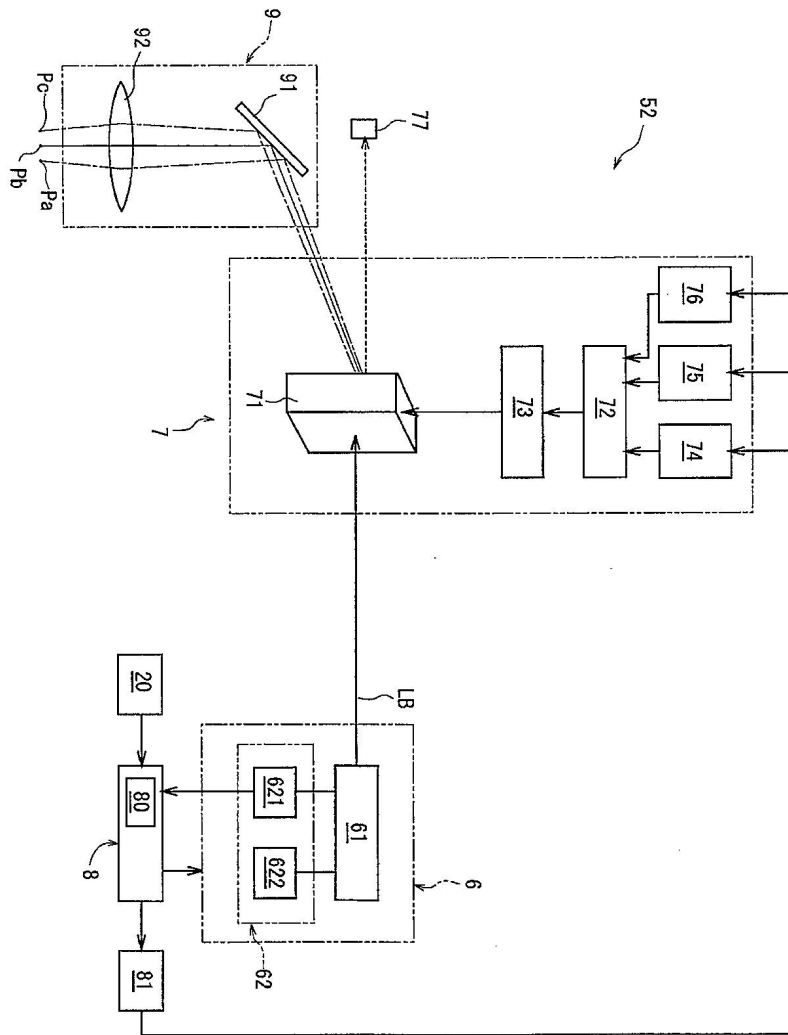
- [0078] 도 1은 본 발명에 따라서 구성된 레이저 가공기의 사시도.
- [0079] 도 2는 도 1에 도시하는 레이저 가공기에 장비되는 레이저 광선 조사 장치의 구성 블록도.
- [0080] 도 3은 도 2에 도시하는 레이저 광선 조사 장치의 펄스 레이저 광선 발진 수단으로부터 발진되는 펄스 레이저 광선과 음향 광학 편향 수단에 인가되는 전압의 구동 펄스 신호의 관계를 도시한 설명도.
- [0081] 도 4는 피가공물로서의 반도체 웨이퍼의 평면도.
- [0082] 도 5는 도 4에 도시하는 반도체 웨이퍼의 일부를 확대하여 도시한 평면도.
- [0083] 도 6은 도 4에 도시하는 반도체 웨이퍼를 환형의 프레임에 장착된 보호 테이프의 표면에 접촉한 상태를 도시한 사시도.

도면

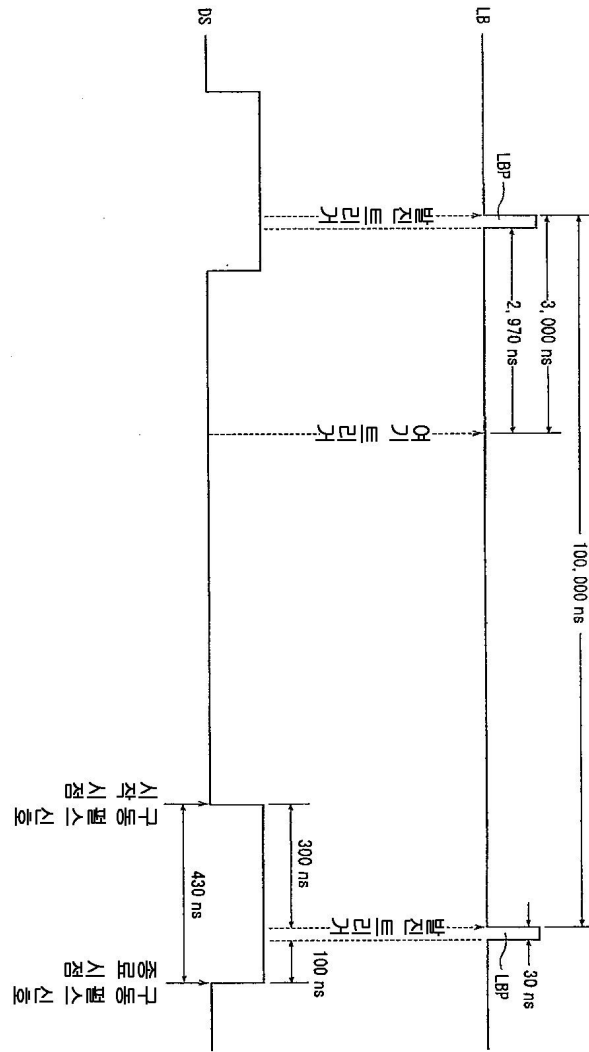
도면1



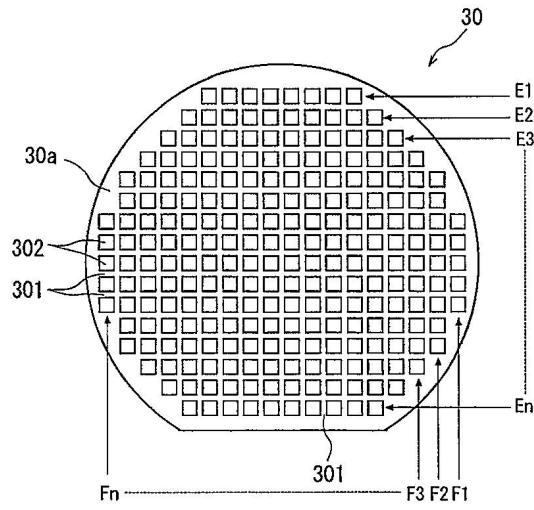
도면2



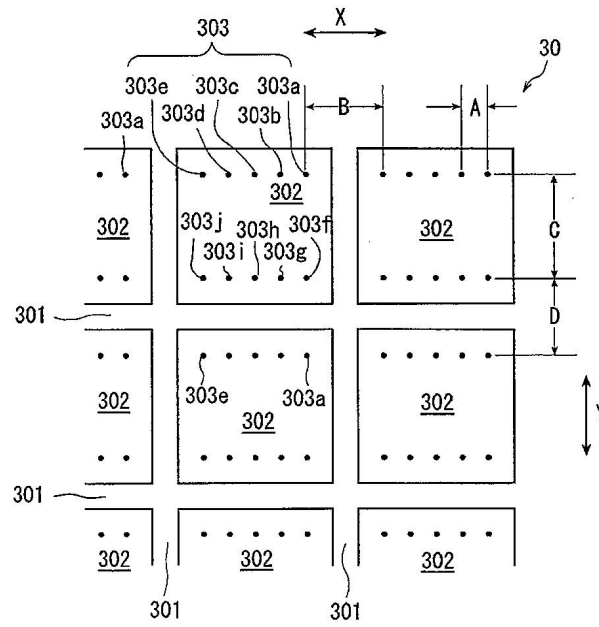
도면3



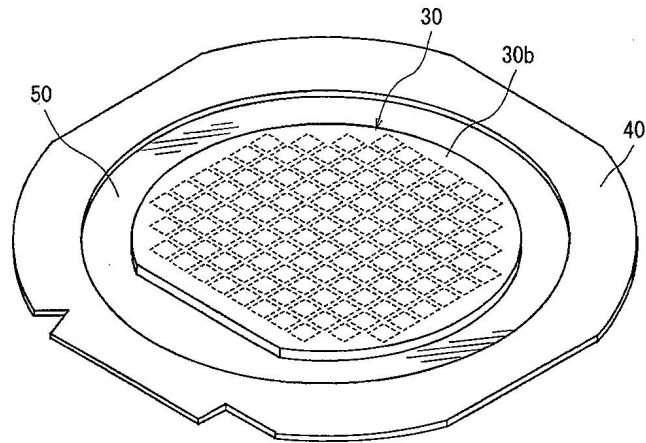
도면4



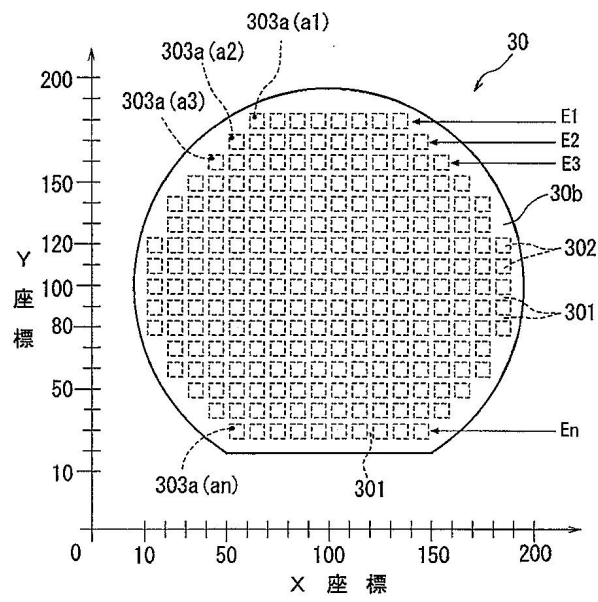
도면5



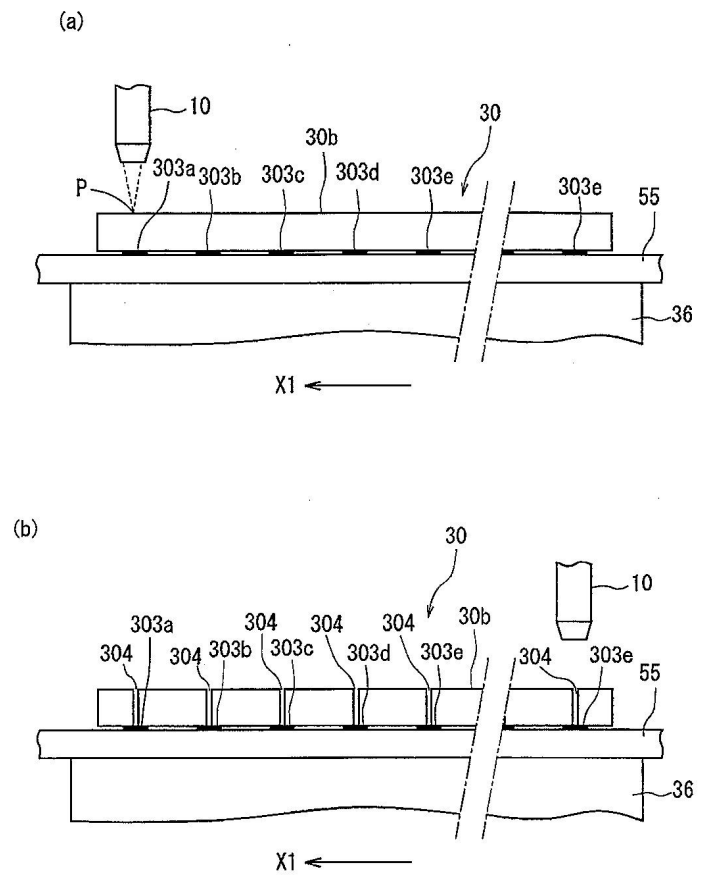
도면6



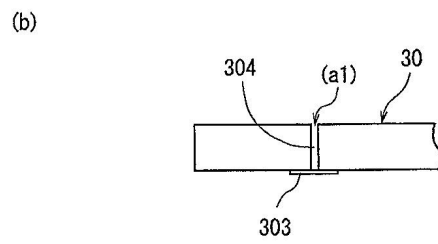
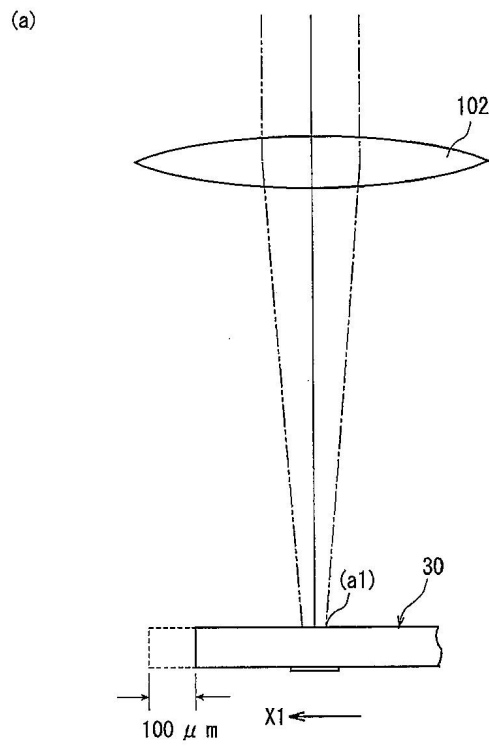
도면7



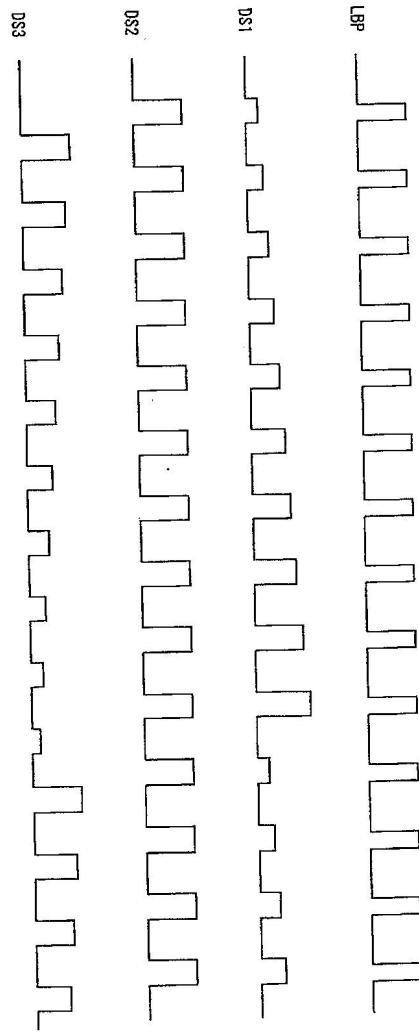
도면8



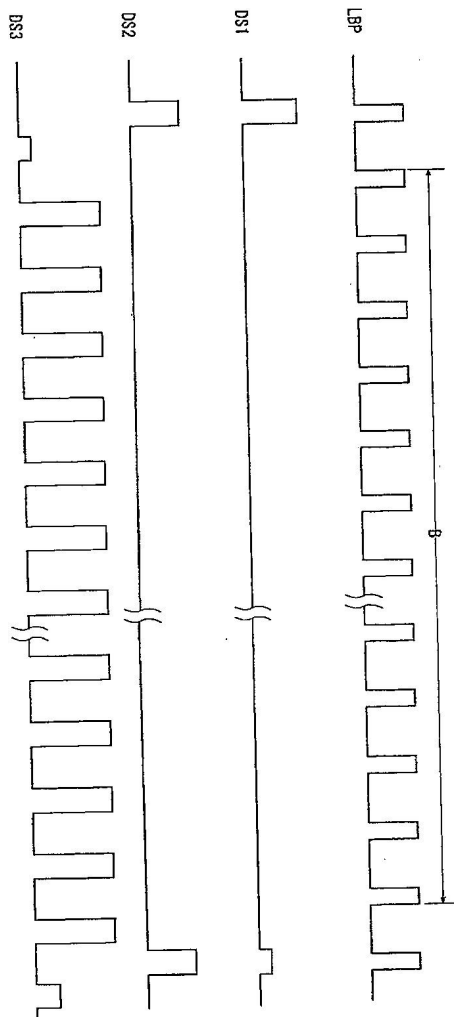
도면9



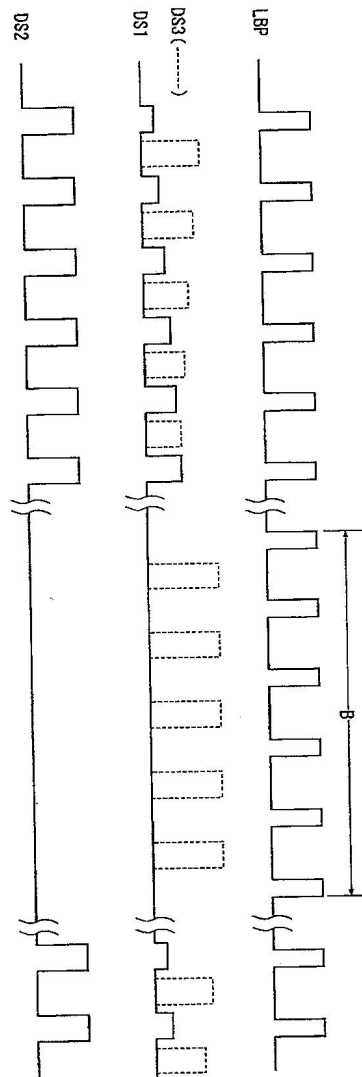
도면10



도면11



도면13



도면14

