



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년06월18일

(11) 등록번호 10-1990648

(24) 등록일자 2019년06월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 21/304 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0058858

(22) 출원일자 2013년05월24일

심사청구일자 2018년05월02일

(65) 공개번호 10-2013-0135086

(43) 공개일자 2013년12월10일

(30) 우선권주장

JP-P-2012-124663    2012년05월31일    일본(JP)

JP-P-2012-279751    2012년12월21일    일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2000094311 A\*

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

가부시키가이샤 에바라 세이사꾸쇼

일본국 도쿄도 오타쿠 하네다아사히쵸 11-1

(72) 발명자

후쿠시마 마코토

일본 도쿄도 오타쿠 하네다아사히쵸 11방 1고 가  
부시키가이샤 에바라 세이사꾸쇼 내

야스다 호즈미

일본 도쿄도 오타쿠 하네다아사히쵸 11방 1고 가  
부시키가이샤 에바라 세이사꾸쇼 내

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

장수길, 성재동

전체 청구항 수 : 총 49 항

심사관 : 오순영

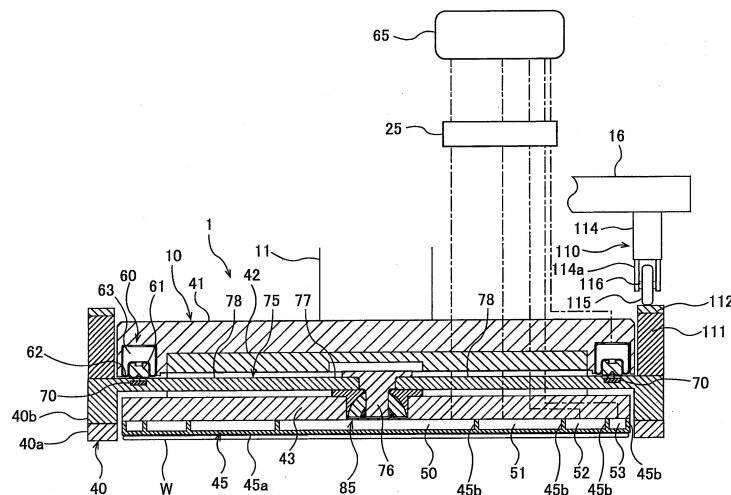
(54) 발명의 명칭 연마 장치 및 연마 방법

(57) 요약

본 발명의 과제는, 웨이퍼의 연마 프로파일, 특히 웨이퍼 에지부에서의 연마 프로파일을 정밀하게 제어할 수 있는 연마 장치 및 연마 방법을 제공하는 것이다.

연마 장치는, 기판(W)을 연마면(2a)에 대해 압박하는 기판 보유 지지면(45a) 및 기판(W)을 둘러싸도록 배치되고, 연마면(2a)에 접촉하는 리테이너 링(40)을 갖는 기판 보유 지지 장치(1)와, 기판 보유 지지 장치(1)를 그 축심을 중심으로 하여 회전시키는 회전 기구(13)와, 리테이너 링(40)의 일부에 국소 하중을 부여하는 적어도 1개의 국소 하중 부여 기구(110)를 구비한다. 리테이너 링(40)은, 기판 보유 지지면(45a)과는 독립적으로 틸팅 가능하고, 국소 하중 부여 기구(110)는, 기판 보유 지지 장치(1)와는 일체로 회전하지 않는다.

대표도



(72) 발명자

**나미키 게이스케**

일본 도쿄도 오타쿠 하네다아사히쵸 11방 1고 가부  
시킴가이샤 에바라 세이사꾸쇼 내

**나베야 오사무**

일본 도쿄도 오타쿠 하네다아사히쵸 11방 1고 가부  
시킴가이샤 에바라 세이사꾸쇼 내

**도카시 신고**

일본 도쿄도 오타쿠 하네다아사히쵸 11방 1고 가부  
시킴가이샤 에바라 세이사꾸쇼 내

**야마키 사토루**

일본 도쿄도 오타쿠 하네다아사히쵸 11방 1고 가부  
시킴가이샤 에바라 세이사꾸쇼 내

(56) 선행기술조사문헌

JP2000127024 A

JP2002170795 A

US05738568 A

US06019868 A

US06110025 A

US06217411 B1

US06354907 B1

US06932671 B1

US20080070479 A1

US20090305612 A1

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기관을 연마면에 미끄럼 접촉(sliding contact)시켜 해당 기관을 연마하는 연마 장치이며,

상기 기관을 상기 연마면에 대해 압박하는 기관 보유 지지면 및 상기 기관을 둘러싸도록 배치되고, 상기 기관의 연마 중에 상기 연마면에 접촉하는 리테이너 링을 갖는 기관 보유 지지 장치와,

상기 기관 보유 지지면 및 상기 리테이너 링을 일체로 상기 기관 보유 지지 장치의 축심을 중심으로 하여 회전시키는 회전 기구와,

상기 리테이너 링의 일부에 상기 연마면에 대해 수직 방향으로 국소 하중을 부여함으로써 상기 리테이너 링을 상기 기관 보유 지지면에 대하여 기울어지게 하는 적어도 1개의 국소 하중 부여 기구를 구비하고,

상기 리테이너 링은, 상기 기관 보유 지지면과는 독립적으로 틸팅 가능하고,

상기 국소 하중 부여 기구는, 상기 기관 보유 지지 장치와는 일체로 회전하지 않는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 기관 보유 지지 장치는, 상기 리테이너 링의 전체에 균일한 하중을 부여함으로써 상기 리테이너 링을 상기 연마면에 대해 압박하는 환상의 리테이너 링 압박 기구를 더 갖는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 기관 보유 지지면 및 상기 리테이너 링은, 서로 상대적으로 상하 이동 가능한 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 기관 보유 지지 장치는, 상기 기관의 연마 중에 상기 기관으로부터 상기 리테이너 링에 가해지는 횡방향의 힘을 받는 지지 기구를 더 갖는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 국소 하중 부여 기구는, 상기 국소 하중을 상기 리테이너 링의 일부에 부여하기 위한 에어 실린더를 구비하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 국소 하중 부여 기구는, 상기 국소 하중을 상기 리테이너 링의 일부에 부여하기 위한 자석을 구비하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 7

제6항에 있어서, 상기 자석은 전자석이며, 상기 전자석은 하향의 국소 하중 및 상향의 국소 하중을 선택적으로 상기 리테이너 링의 일부에 부여하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 상기 국소 하중에 따라서 변화되는 힘을 계측하는 로드셀을 더 구비한 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 9

제1항에 있어서, 상기 국소 하중 부여 기구의 설치 위치는 변경 가능한 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 10

제1항에 있어서, 상기 연마 장치는, 상기 연마면을 상기 기관 보유 지지 장치에 대해 상대적으로 수평 방향으로 이동시키는 연마면 이동 기구를 더 구비하고 있고,

상기 국소 하중 부여 기구는, 상기 연마면의 이동 방향에 관하여 상기 기관의 하류측에 위치하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 11

제1항에 있어서, 상기 적어도 1개의 국소 하중 부여 기구는, 복수의 국소 하중 부여 기구인 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 12

기관을 연마면에 미끄럼 접촉(sliding contact)시켜 해당 기관을 연마하는 연마 장치이며,

기관을 보유 지지하고, 해당 기관을 상기 연마면에 대해 압박하는 기관 보유 지지면과,

상기 기관 보유 지지면을 둘러싸도록 배치되고, 상기 기관 보유 지지면과 함께 회전 가능한 리테이너 링과,

상기 연마 장치의 동작 중에 상기 리테이너 링을 상기 연마면에 접촉시키는 제1 하중 부여 기구와,

상기 리테이너 링의 일부에 상기 연마면에 대해 수직 방향으로 제2 하중을 부여함으로써 상기 리테이너 링을 상기 기관 보유 지지면에 대하여 기울어지게 하는, 적어도 하나의 제2 하중 부여 기구를 구비하고,

상기 리테이너 링은 상기 기관 보유 지지면과는 독립적으로 틸팅 가능한 것을 특징으로 하는 연마 장치.

#### 청구항 13

제12항에 있어서, 상기 제2 하중 부여 기구의 설치 위치는 변경 가능하게 구성되어 있는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 14

제12항에 있어서, 상기 연마 장치는, 상기 리테이너 링의 높이를 측정하는 리테이너 링 높이 센서를 더 구비한 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 15

제14항에 있어서, 상기 연마 장치는, 상기 리테이너 링의 높이 측정 결과에 기초하여 상기 제2 하중의 크기 및 위치 중 어느 한쪽, 또는 양쪽을 변경하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 16

제12항에 있어서, 상기 연마 장치는, 상기 기관의 막 두께를 나타내는 막 두께 신호를 취득하는 막 두께 센서를 더 구비하고,

상기 취득된 막 두께 신호에 기초하여 상기 제2 하중의 크기 및 위치 중 어느 한쪽, 또는 양쪽을 변경하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 17

제12항에 있어서, 상기 제2 하중 부여 기구는, 상기 연마면의 회전에 있어서 상기 기관의 하류측에서, 상기 리테이너 링의 일부에 제2 하중을 부여하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 18

기관을 연마면에 미끄럼 접촉(sliding contact)시켜서 상기 기관을 연마하는 연마 방법이며,

상기 기관을 회전시키면서 상기 기관을 상기 연마면에 압박하고,

상기 기관을 둘러싸도록 배치된 리테이너 링을 회전시키면서 상기 리테이너 링을 상기 연마면에 접촉시키고,

상기 기관을 상기 연마면에 압박하고 있을 때에, 상기 리테이너 링과는 일체로 회전하지 않는 국소 하중 부여 기구로부터 상기 리테이너 링의 일부에 상기 연마면에 대해 수직 방향으로 국소 하중을 부여함으로써, 상기 기관의 자세를 유지하면서 상기 기관과는 독립적으로 상기 리테이너 링을 기울이는 것을 특징으로 하는, 연마 방법.

#### 청구항 19

제18항에 있어서, 상기 기관의 연마 결과에 기초하여 상기 국소 하중의 위치를 변경하는 것을 특징으로 하는, 연마 방법.

#### 청구항 20

제18항에 있어서, 리테이너 링 높이 센서로 상기 리테이너 링의 높이를 측정하고,

상기 리테이너 링의 높이의 측정 결과에 기초하여 상기 국소 하중의 크기 및 위치 중 어느 한쪽, 또는 양쪽을 변경하는 것을 특징으로 하는, 연마 방법.

#### 청구항 21

제18항에 있어서, 상기 기관의 막 두께를 나타내는 막 두께 신호를 막 두께 센서에 의해 취득하고,

상기 취득된 막 두께 신호에 기초하여 상기 국소 하중의 크기 및 위치 중 어느 한쪽, 또는 양쪽을 변경하는 것을 특징으로 하는 연마 방법.

#### 청구항 22

제1 기관을 회전시키면서 상기 제1 기관을 연마면에 압박하고,

상기 제1 기관을 둘러싸도록 배치된 리테이너 링을 회전시키면서 상기 리테이너 링을 상기 연마면에 접촉시키고,

상기 제1 기관을 상기 연마면에 압박하고 있을 때에, 소정의 제1 위치에 정지하는 국소 하중 부여 기구로부터 상기 리테이너 링의 일부에 상기 연마면에 대해 수직 방향으로 국소 하중을 부여함으로써, 상기 제1 기관의 자세를 유지하면서 상기 제1 기관과는 독립적으로 상기 리테이너 링을 기울이고,

상기 제1 기관의 연마 후, 제2 기관을 회전시키면서 해당 제2 기관을 상기 연마면에 압박하고,

상기 리테이너 링을 회전시키면서 상기 리테이너 링을 상기 연마면에 접촉시키고,

상기 제2 기관을 상기 연마면에 압박하고 있을 때에, 상기 소정의 제1 위치와는 다른 소정의 제2 위치에 정지하는 상기 국소 하중 부여 기구로부터 상기 리테이너 링의 일부에 상기 연마면에 대해 수직 방향으로 국소 하중을 부여함으로써, 상기 제2 기관의 자세를 유지하면서 상기 제2 기관과는 독립적으로 상기 리테이너 링을 기울이고,

상기 제1 기관 및 상기 제2 기관의 연마 결과를 취득하고,

상기 연마 결과에 기초하여, 상기 국소 하중 부여 기구의 위치를 결정하는 것을 특징으로 하는 연마 방법.

#### 청구항 23

제22항에 있어서, 상기 제2 기관의 연마에서의 상기 국소 하중은, 상기 제1 기관의 연마에서의 상기 국소 하중과 상이한 것을 특징으로 하는, 연마 방법.

#### 청구항 24

기관을 연마면에 미끄럼 접촉(sliding contact)시켜서 상기 기관을 연마하는 연마 장치이며,

상기 기관을 상기 연마면에 대해 압박하는 기관 보유 지지면 및 상기 기관을 둘러싸도록 배치되고, 상기 연마 장치의 동작 중에 상기 연마면에 접촉하는 리테이너 링을 갖는 기관 보유 지지 장치와,

상기 기관 보유 지지면 및 상기 리테이너 링을 일체로 상기 기관 보유 지지 장치의 축심을 중심으로 하여 회전

시키는 회전 기구와,  
 하중을 발생시키는 국소 하중 부여 기구와,  
 상기 국소 하중 부여 기구와 상기 리테이너 링 사이에 배치된 압박 링을 구비하고,  
 상기 리테이너 링은, 상기 기관 보유 지지면과는 독립적으로 틸팅 가능하고,  
 상기 국소 하중 부여 기구는, 상기 압박 링의 일부에 상기 연마면에 대해 수직인 방향으로 하중을 부여하고,  
 상기 압박 링은, 상기 국소 하중 부여 기구로부터 받은 상기 하중을 상기 리테이너 링의 일부에 전달하는 하중 전달 요소를 갖고,  
 상기 국소 하중 부여 기구 및 상기 압박 링은, 상기 연마 장치의 동작 중에 상기 기관 보유 지지 장치와는 일체로 회전하지 않는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 25

제24항에 있어서, 상기 하중 전달 요소의 위치는, 상기 리테이너 링의 주위 방향을 따라 변경 가능하게 구성되어 있는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 26

제24항에 있어서, 상기 하중 전달 요소는 구름 이동부로 구성되는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 27

제24항에 있어서, 상기 기관 보유 지지 장치는, 상기 리테이너 링의 전체에 균일한 하중을 부여함으로써 상기 리테이너 링을 상기 연마면에 대해 압박하는 환상의 리테이너 링 압박 기구를 더 갖는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 28

제24항에 있어서, 상기 국소 하중 부여 기구는,  
 복수의 하중 발생 장치와,  
 상기 복수의 하중 발생 장치가 발생한 하중을 받는 브리지와,  
 상기 브리지가 받은 하중을 상기 압박 링에 전달하는 접속 부재를 갖는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 29

제28항에 있어서, 상기 복수의 하중 발생 장치 중 상기 접속 부재에 가까운 하중 부여 기구는 상대적으로 큰 하중을 발생하고, 상기 접속 부재로부터 먼 하중 발생 장치는 상대적으로 작은 하중을 발생하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 30

제28항에 있어서, 상기 복수의 하중 발생 장치가 발생한 하중의 무게 중심이 상기 접속 부재의 위치에 일치하도록, 상기 복수의 하중 발생 장치는 각각 하중을 발생하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 31

제24항에 있어서, 상기 압박 링은, 상기 국소 하중을 따라서 변화되는 힘을 계측하는 로드셀을 갖는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 32

제24항에 있어서, 상기 압박 링과 진공원을 접속하는 흡인 라인을 더 구비한 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 33

기관을 연마면에 미끄럼 접촉(sliding contact)시켜 상기 기관을 연마하는 연마 방법이며,

상기 기관을 회전시키면서 상기 기관을 상기 연마면에 압박하고,

상기 기관을 둘러싸도록 배치된 리테이너 링을 회전시키면서 상기 리테이너 링을 상기 연마면에 접촉시키고,

상기 기관을 상기 연마면에 압박하고 있을 때에, 상기 리테이너 링과는 일체로 회전하지 않는 복수의 국소 하중 부여 기구로부터, 각각 상기 리테이너 링의 일부에 상기 연마면에 대해 수직 방향으로 국소 하중을 부여함으로써, 상기 기관의 자세를 유지하면서 상기 기관과는 독립적으로 상기 리테이너 링을 기울이는 것을 특징으로 하는 연마 방법.

#### 청구항 34

제33항에 있어서, 상기 복수의 국소 하중 부여 기구가 각각 발생하는 상기 국소 하중을 변화시킴으로써, 상기 국소 하중의 무게 중심을 변경하는 것을 특징으로 하는, 연마 방법.

#### 청구항 35

기관을 연마하기 위한 연마 장치이며,

연마 패드를 지지하기 위한 회전 가능한 연마 테이블과,

기관 보유 지지면 및 리테이너 링을 갖는 회전 가능한 톱 링과,

상기 리테이너 링의 일부에 국소 하중을 부여하여 상기 리테이너 링을 상기 기관 보유 지지면에 대하여 기울여 지게 하는 제1 하중 부여 기구를 구비하고,

상기 제1 하중 부여 기구는 상기 톱 링의 회전에 대하여 상대적으로 정지하고 있고,

상기 기관 보유 지지면은, 상기 기관을 상기 연마 패드에 대해 압박하도록 구성되고,

상기 리테이너 링은, 상기 기관을 둘러싸도록 배치되고, 또한 상기 기관 보유 지지면과는 독립적으로 상기 톱 링의 축심에 대하여 틸팅 가능하게 구성되어 있는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 36

제35항에 있어서, 상기 톱 링은, 상기 리테이너 링을 상기 연마 패드에 압박하기 위한 제2 하중 부여 기구를 더 구비하고 있는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 37

제35항에 있어서, 상기 리테이너 링은, 상기 기관 보유 지지면과는 독립적으로 상하 이동 가능한 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 38

제35항에 있어서, 상기 제1 하중 부여 기구는 복수 설치되어 있고, 상기 복수의 제1 하중 부여 기구는 상기 리테이너 링의 3개 이상의 개소를 압박하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 39

제35항에 있어서, 상기 제1 하중 부여 기구는 상기 리테이너 링을 압박하기 위한 에어 실린더를 갖는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 40

제35항에 있어서, 상기 제1 하중 부여 기구는 상기 리테이너 링을 압박하기 위한 자석을 갖는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 41

제40항에 있어서, 상기 자석은 전자석인 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 42

제35항에 있어서, 상기 제1 하중 부여 기구가 상기 리테이너 링을 압박하는 위치는 변경 가능한 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 43

제35항에 있어서, 상기 제1 하중 부여 기구는, 상기 연마 테이블의 회전에 있어서 상기 기관의 하류측에서 상기 리테이너 링을 압박하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 44

제35항에 있어서, 상기 기관 보유 지지면은, 상기 기관의 중심부 및 주변부를 다른 압력으로 상기 연마 패드에 대해 압박하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 45

제35항에 있어서, 상기 연마 장치는, 화학 기계 연마 장치인 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 46

제35항에 있어서, 상기 기관은 웨이퍼인 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

#### 청구항 47

기관 보유 지지면 및 리테이너 링을 갖는 회전 가능한 톱 링을 준비하고,

기관을 상기 기관 보유 지지면에서 연마 패드에 압박하고,

상기 연마 패드를 회전시키고,

상기 톱 링 및 상기 기관을 회전시키고,

국소 하중 부여 기구에 의해 상기 리테이너 링에 국소 하중을 부여하여 상기 리테이너 링을 상기 연마 패드에 대해 압박함으로써, 상기 기관의 자세를 유지하면서 상기 기관과는 독립적으로 상기 리테이너 링을 기울이는 공정을 포함하고,

상기 리테이너 링에 부여되는 상기 국소 하중의 위치는, 상기 톱 링의 회전에 대하여 상대적으로 정지하고 있는 것을 특징으로 하는 연마 방법.

#### 청구항 48

제47항에 있어서, 상기 기관은 웨이퍼인 것을 특징으로 하는, 연마 방법.

#### 청구항 49

기관을 연마면에 미끄럼 접촉(sliding contact)시켜 해당 기관을 연마하는 연마 장치이며,

상기 기관을 상기 연마면에 대해 압박하는 기관 보유 지지면을 갖는 기관 보유 지지 장치와,

상기 기관 보유 지지 장치에 연결되어, 상기 기관을 둘러싸도록 배치된 리테이너 링과,

상기 기관 보유 지지면 및 상기 리테이너 링을 일체로 상기 기관 보유 지지 장치의 축심을 중심으로 하여 회전시키는 회전 기구와,

상기 리테이너 링의 일부에 상기 연마면에 대해 수직 방향으로 국소 하중을 부여함으로써 상기 리테이너 링을 상기 기관 보유 지지면에 대하여 기울어지게 하는 적어도 하나의 국소 하중 부여 기구를 구비하고,

상기 리테이너 링은, 상기 연마 장치의 동작 중에 상기 연마면에 접촉하고, 또한 상기 기관 보유 지지면과는 독립적으로 틸팅 가능하고,

상기 국소 하중 부여 기구는, 상기 기관 보유 지지 장치와는 일체로 회전하지 않는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

### 발명의 설명



## 기술분야

[0001] 본 발명은, 웨이퍼 등의 기판을 연마하는 연마 장치 및 연마 방법에 관한 것이다.

## 배경기술

[0002] 최근, 반도체 디바이스의 고집적화·고밀도화에 수반하여, 회로의 배선이 점점 미세화되고, 다층 배선의 층수도 증가하고 있다. 회로의 미세화를 도모하면서 다층 배선을 실현하려고 하면, 하층의 층의 표면 요철을 답습하면서 단차가 보다 커지므로, 배선 층수가 증가함에 따라서, 박막 형성에 있어서의 단차 형상에 대한 막 피복성(스텝 커버리지)이 나빠진다. 따라서, 다층 배선하기 위해서는, 이 스텝 커버리지를 개선하고, 그에 적합한 과정에서 평탄화 처리해야 한다. 또한, 광 리소그래피의 미세화와 함께 초점 심도가 얕아지므로, 반도체 디바이스의 표면의 요철 단차가 초점 심도 이하로 되도록 반도체 디바이스 표면을 평탄화 처리할 필요가 있다.

[0003] 따라서, 반도체 디바이스의 제조 공정에 있어서는, 반도체 디바이스 표면의 평탄화가 점점 중요해지고 있다. 이 표면의 평탄화에 있어서 가장 중요한 기술은, 화학 기계 연마(CMP : Chemical Mechanical Polishing)이다. 이 화학 기계 연마는, 실리카( $\text{SiO}_2$ ) 등의 지립을 포함한 연마액을 연마 패드의 연마면 상에 공급하면서 웨이퍼를 연마면에 미끄럼 접촉시켜 연마를 행하는 것이다.

[0004] CMP를 행하기 위한 연마 장치는, 연마 패드를 지지하는 연마 테이블과, 웨이퍼를 보유 지지하기 위한 톱 링 또는 연마 헤드 등이라 칭해지는 기관 보유 지지 장치를 구비하고 있다. 이러한 연마 장치를 사용하여 웨이퍼의 연마를 행하는 경우에는, 기관 보유 지지 장치에 의해 웨이퍼를 보유 지지하면서, 이 웨이퍼를 연마 패드의 연마면에 대해 소정의 압력으로 압박한다. 이때, 연마 테이블과 기관 보유 지지 장치를 상대 운동시킴으로써 웨이퍼가 연마면에 미끄럼 접촉하여, 웨이퍼의 표면이 연마된다.

[0005] 연마 중인 웨이퍼와 연마 패드의 연마면 사이의 상대적인 압박력이 웨이퍼의 전체면에 걸쳐 균일하지 않은 경우에는, 웨이퍼의 각 부분에 부여되는 압박력에 따라서 연마 부족이나 과연마가 발생해 버린다. 따라서, 웨이퍼에 대한 압박력을 균일화하기 위해, 기관 보유 지지 장치의 하부에 탄성막으로 형성되는 압력실을 설치하고, 이 압력실에 공기 등의 유체를 공급함으로써 탄성막을 통해 유체압에 의해 웨이퍼를 압박하는 것이 행해지고 있다.

[0006] 상기 연마 패드는 탄성을 가지므로, 연마 중인 웨이퍼의 에지부(주연부)에 가해지는 압박력이 불균일해져, 웨이퍼의 에지부만이 많이 연마되는, 이른바 「테두리 휨」을 일으켜 버리는 경우가 있다. 이러한 테두리 휨을 방지하기 위해, 웨이퍼의 에지부를 보유 지지하는 리테이너 링을 톱 링 본체(또는 캐리어 헤드 본체)에 대해 상하 이동 가능하게 설치하여, 웨이퍼의 외주연측에 위치하는 연마 패드의 연마면을 리테이너 링에 의해 압박하도록 하고 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 일본 특허 출원 공개 제2002-96261호 공보

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0008] 최근, 반도체 디바이스의 종류가 비약적으로 증대되고 있어, 디바이스마다나 CMP 공정마다(산화막 연마나 금속막 연마 등) 웨이퍼 에지부의 연마 프로파일을 조정할 필요성이 높아지고 있다. 그 이유 중 하나로는, 각 CMP 공정 전에 행해지는 성막 공정이 막의 종류에 따라 다르기 때문에 웨이퍼의 초기 막 두께 분포가 다른 것을 들 수 있다. 통상 CMP 후에 웨이퍼 전체면에서 균일한 막 두께 분포로 하는 것이 필요해지므로, 다른 초기 막 두께 분포마다 필요해지는 연마 프로파일이 달라진다.

[0009] 다른 이유로서는, 비용 등의 관점으로부터 연마 장치에서 사용되는 연마 패드나 연마액 등의 종류가 매우 증가하고 있는 것도 들 수 있다. 연마 패드나 연마액 등의 소모재가 다르면, 특히 웨이퍼 에지부에서의 연마 프로파일은 크게 달라진다. 반도체 디바이스 제조에 있어서는, 웨이퍼 에지부의 연마 프로파일은 제품의 수율에 크게 영향을 미치므로, 웨이퍼 에지부의 연마 프로파일을 정밀하게 조정하는 것은 매우 중요하다.

[0010] 상술한 바와 같이, 종래부터, 웨이퍼 에지부의 테두리 힘을 방지하기 위해, 웨이퍼의 외주연측에 위치하는 연마 패드의 연마면을 압박하는 리테이너 링을 구비한 기관 보유 지지 장치가 사용되고 있다. 이 리테이너 링 압력의 조정에 의해 웨이퍼 에지부의 연마율을 조정하는 것은 가능하다. 그러나, 리테이너 링 압력을 변경하면, 웨이퍼 에지부뿐만 아니라, 그 밖의 영역을 포함하는 비교적 넓은 범위에서 연마율이 변화되어 버린다. 따라서, 이 방법은, 웨이퍼 에지부에서의 연마 프로파일을 정밀하게 제어하고자 하는 경우에는 적합하지 않은 것이었다.

### 과제의 해결 수단

[0011] 본 발명자는, 다양한 실험을 행한 결과, 웨이퍼의 에지부를 보유 지지하는 리테이너 링에 국소적으로 힘을 부여함으로써, 연마 프로파일을 조정할 수 있고, 특히 웨이퍼 에지부에서의 연마 프로파일을 정밀하게 제어할 수 있는 것을 발견하였다.

[0012] 따라서, 본 발명은, 웨이퍼 등의 기관의 연마 프로파일, 특히 에지부에서의 연마 프로파일을 정밀하게 제어할 수 있는 연마 장치 및 연마 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0013] 본 발명의 일 형태는, 기관을 연마면에 미끄럼 접촉시켜 상기 기관을 연마하는 연마 장치이며, 상기 기관을 상기 연마면에 대해 압박하는 기관 보유 지지면 및 상기 기관을 둘러싸도록 배치되고, 상기 연마면에 접촉하는 리테이너 링을 갖는 기관 보유 지지 장치와, 상기 기관 보유 지지 장치를 그 축심을 중심으로 하여 회전시키는 회전 기구와, 상기 리테이너 링의 일부에 상기 연마면에 대해 수직 방향으로 국소 하중을 부여하는 적어도 1개의 국소 하중 부여 기구를 구비하고, 상기 리테이너 링은, 상기 기관 보유 지지면과는 독립적으로 틸팅 가능하고, 상기 국소 하중 부여 기구는, 상기 기관 보유 지지 장치와는 일체로 회전하지 않는 것을 특징으로 한다.

[0014] 본 발명의 바람직한 형태는, 상기 기관 보유 지지 장치는, 상기 리테이너 링을 상기 연마면에 대해 압박하는 리테이너 링 압박 기구를 더 갖는 것을 특징으로 한다.

[0015] 본 발명의 바람직한 형태는, 상기 기관 보유 지지면 및 상기 리테이너 링은, 서로 상대적으로 상하 이동 가능한 것을 특징으로 한다.

[0016] 본 발명의 바람직한 형태는, 상기 기관 보유 지지 장치는, 상기 기관의 연마 중에 상기 기관으로부터 상기 리테이너 링에 가해지는 횡방향의 힘을 받는 지지 기구를 더 갖는 것을 특징으로 한다.

[0017] 본 발명의 바람직한 형태는, 상기 국소 하중 부여 기구는, 상기 국소 하중을 상기 리테이너 링의 일부에 부여하기 위한 에어 실린더를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 본 발명의 바람직한 형태는, 상기 국소 하중 부여 기구는, 상기 국소 하중을 상기 리테이너 링의 일부에 부여하기 위한 자석을 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 본 발명의 바람직한 형태는, 상기 자석은 전자석이며, 상기 전자석은 하향의 국소 하중 및 상향의 국소 하중을 선택적으로 상기 리테이너 링의 일부에 부여하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 본 발명의 바람직한 형태는, 상기 국소 하중에 따라서 변화되는 힘을 계측하는 로드셀을 더 구비한 것을 특징으로 한다.

[0021] 본 발명의 바람직한 형태는, 상기 국소 하중 부여 기구의 설치 위치는 변경 가능한 것을 특징으로 한다.

[0022] 본 발명의 바람직한 형태는, 상기 연마 장치는, 상기 연마면을 상기 기관 보유 지지 장치에 대해 상대적으로 수평 방향으로 이동시키는 연마면 이동 기구를 더 구비하고 있고, 상기 국소 하중 부여 기구는, 상기 연마면의 이동 방향에 관하여 상기 기관의 하류측에 위치하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 본 발명의 바람직한 형태는, 상기 적어도 1개의 국소 하중 부여 기구는, 복수의 국소 하중 부여 기구인 것을 특징으로 한다.

[0024] 본 발명의 다른 형태는, 기관을 연마면에 미끄럼 접촉시켜 상기 기관을 연마하는 연마 장치이며, 상기 기관을 둘러싸도록 배치되고, 상기 연마면에 접촉하는 리테이너 링을 갖는 기관 보유 지지 장치와, 상기 리테이너 링의 일부에 상기 연마면에 대해 수직 방향으로 국소 하중을 부여하는 국소 하중 부여 기구를 구비하고, 상기 국소 하중 부여 기구의 설치 위치는 변경 가능하게 구성되어 있는 것을 특징으로 한다.

[0025] 본 발명의 바람직한 형태는, 상기 연마 장치는, 상기 리테이너 링의 높이를 측정하는 리테이너 링 높이 센서를 더 구비한 것을 특징으로 한다.

- [0026] 본 발명의 바람직한 형태는, 상기 연마 장치는, 상기 리테이너 링의 높이의 측정 결과에 기초하여 상기 국소 하중의 크기 및 위치 중 어느 한쪽, 또는 양쪽을 변경하는 것을 특징으로 한다.
- [0027] 본 발명의 바람직한 형태는, 상기 연마 장치는, 상기 기관의 막 두께를 나타내는 막 두께 신호를 취득하는 막 두께 센서를 더 구비하고, 상기 취득된 막 두께 신호에 기초하여 상기 국소 하중의 크기 및 위치 중 어느 한쪽, 또는 양쪽을 변경하는 것을 특징으로 한다.
- [0028] 본 발명의 다른 형태는, 기관을 연마면에 미끄럼 접촉시켜 상기 기관을 연마하는 연마 방법이며, 상기 기관을 회전시키면서 상기 기관을 상기 연마면에 압박하고, 상기 기관을 둘러싸도록 배치된 리테이너 링을 회전시키면서 상기 리테이너 링을 상기 연마면에 접촉시키고, 상기 기관을 상기 연마면에 압박하고 있을 때에, 상기 리테이너 링과는 일체로 회전하지 않는 국소 하중 부여 기구로부터 상기 리테이너 링의 일부에 상기 연마면에 대해 수직 방향으로 국소 하중을 부여하는 것을 특징으로 한다.
- [0029] 본 발명의 바람직한 형태는, 상기 기관의 연마 결과에 기초하여 상기 국소 하중의 위치를 변경하는 것을 특징으로 한다.
- [0030] 본 발명의 바람직한 형태는, 리테이너 링 높이 센서에 의해 상기 리테이너 링의 높이를 측정하고, 상기 리테이너 링의 높이의 측정 결과에 기초하여 상기 국소 하중의 크기 및 위치 중 어느 한쪽, 또는 양쪽을 변경하는 것을 특징으로 한다.
- [0031] 상기 기관의 막 두께를 나타내는 막 두께 신호를 막 두께 센서에 의해 취득하고, 상기 취득된 막 두께 신호에 기초하여 상기 국소 하중의 크기 및 위치 중 어느 한쪽, 또는 양쪽을 변경하는 것을 특징으로 한다.
- [0032] 본 발명의 또 다른 형태는, 제1 기관을 회전시키면서 상기 제1 기관을 연마면에 압박하고, 상기 제1 기관을 둘러싸도록 배치된 리테이너 링을 회전시키면서 상기 리테이너 링을 상기 연마면에 접촉시키고, 상기 제1 기관을 상기 연마면에 압박하고 있을 때에, 소정의 제1 위치에 정지하는 국소 하중 부여 기구로부터 상기 리테이너 링의 일부에 상기 연마면에 대해 수직 방향으로 국소 하중을 부여하고, 상기 제1 기관의 연마 후, 제2 기관을 회전시키면서 상기 제2 기관을 상기 연마면에 압박하고, 상기 리테이너 링을 회전시키면서 상기 리테이너 링을 상기 연마면에 접촉시키고, 상기 제2 기관을 상기 연마면에 압박하고 있을 때에, 상기 소정의 제1 위치와는 다른 소정의 제2 위치에 정지하는 상기 국소 하중 부여 기구로부터 상기 리테이너 링의 일부에 상기 연마면에 대해 수직 방향으로 국소 하중을 부여하고, 상기 제1 기관 및 상기 제2 기관의 연마 결과를 취득하고, 상기 연마 결과에 기초하여, 상기 국소 하중 부여 기구의 위치를 결정하는 것을 특징으로 하는 연마 방법이다.
- [0033] 본 발명의 바람직한 형태는, 상기 제2 기관의 연마에서의 상기 국소 하중은, 상기 제1 기관의 연마에서의 상기 국소 하중과 다른 것을 특징으로 한다.
- [0034] 본 발명의 또 다른 형태는, 기관을 연마면에 미끄럼 접촉시켜 상기 기관을 연마하는 연마 장치이며, 상기 기관을 상기 연마면에 대해 압박하는 기관 보유 지지면 및 상기 기관을 둘러싸도록 배치되고, 상기 연마면에 접촉하는 리테이너 링을 갖는 기관 보유 지지 장치와, 상기 기관 보유 지지 장치를 그 축심을 중심으로 하여 회전시키는 회전 기구와, 국소 하중을 발생시키는 국소 하중 부여 기구와, 상기 국소 하중 부여 기구와 상기 리테이너 링 사이에 배치된 압박 링을 구비하고, 상기 리테이너 링은, 상기 기관 보유 지지면과는 독립적으로 틸팅 가능하고, 상기 국소 하중 부여 기구는, 상기 압박 링의 일부에 상기 연마면에 대해 수직 방향으로 국소 하중을 부여하고, 상기 압박 링은, 상기 국소 하중 부여 기구로부터 받은 상기 국소 하중을 상기 리테이너 링의 일부에 전달하는 하중 전달 요소를 갖고, 상기 국소 하중 부여 기구 및 상기 압박 링은, 상기 기관 보유 지지 장치와는 일체로 회전하지 않는 것을 특징으로 한다.
- [0035] 본 발명의 바람직한 형태는, 상기 하중 전달 요소의 위치는, 상기 리테이너 링의 주위 방향을 따라 변경 가능하게 구성되어 있는 것을 특징으로 한다.
- [0036] 본 발명의 바람직한 형태는, 상기 하중 전달 요소는 구름 이동부로 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0037] 본 발명의 바람직한 형태는, 상기 기관 보유 지지 장치는, 상기 리테이너 링을 상기 연마면에 대해 압박하는 리테이너 링 압박 기구를 더 갖는 것을 특징으로 한다.
- [0038] 본 발명의 바람직한 형태는, 상기 국소 하중 부여 기구는, 복수의 하중 발생 장치와, 상기 복수의 하중 발생 장치가 발생한 하중을 받는 브리지와, 상기 브리지가 받은 하중을 상기 압박 링에 전달하는 접속 부재를 갖는 것을 특징으로 한다.

- [0039] 본 발명의 바람직한 형태는, 상기 복수의 하중 발생 장치 중 상기 접속 부재에 가까운 하중 부여 기구는 상대적으로 큰 하중을 발생하고, 상기 접속 부재로부터 먼 하중 발생 장치는 상대적으로 작은 하중을 발생하는 것을 특징으로 한다.
- [0040] 본 발명의 바람직한 형태는, 상기 복수의 하중 발생 장치가 발생한 하중의 무게 중심이 상기 접속 부재의 위치에 일치하도록, 상기 복수의 하중 발생 장치는 각각 하중을 발생하는 것을 특징으로 한다.
- [0041] 본 발명의 바람직한 형태는, 상기 압박 링은, 상기 국소 하중에 따라서 변화되는 힘을 계측하는 로드셀을 갖는 것을 특징으로 한다.
- [0042] 본 발명의 바람직한 형태는, 상기 압박 링과 진공원을 접속하는 흡인 라인을 더 구비한 것을 특징으로 한다.
- [0043] 본 발명의 또 다른 형태는, 기관을 연마면에 미끄럼 접촉시켜 상기 기관을 연마하는 연마 장치이며, 상기 기관을 상기 연마면에 대해 압박하는 기관 보유 지지면 및 상기 기관을 둘러싸도록 배치되고, 상기 연마면에 접촉하는 리테이너 링을 갖는 기관 보유 지지 장치와, 상기 기관 보유 지지 장치를 그 축심을 중심으로 하여 회전시키는 회전 기구와, 국소 하중을 발생시키는 복수의 국소 하중 부여 기구와, 상기 복수의 국소 하중 부여 기구와 상기 리테이너 링 사이에 배치된 압박 링을 구비하고, 상기 리테이너 링은, 상기 기관 보유 지지면과는 독립적으로 틸팅 가능하고, 상기 복수의 국소 하중 부여 기구는, 각각 상기 압박 링의 일부에 상기 연마면에 대해 수직 방향으로 국소 하중을 부여하고, 상기 압박 링은, 상기 복수의 국소 하중 부여 기구로부터 받은 상기 국소 하중을 각각 상기 리테이너 링에 전달하는 복수의 하중 전달 요소를 갖고, 상기 복수의 국소 하중 부여 기구 및 상기 압박 링은, 상기 기관 보유 지지 장치와는 일체로 회전하지 않는 것을 특징으로 한다.
- [0044] 상기 복수의 하중 전달 요소는 복수의 구름 이동부로 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0045] 상기 기관 보유 지지 장치는, 상기 리테이너 링을 상기 연마면에 대해 압박하는 리테이너 링 압박 기구를 더 갖는 것을 특징으로 한다.
- [0046] 상기 복수의 국소 하중 부여 기구는, 상기 압박 링에 부여하는 상기 국소 하중의 무게 중심을 변경 가능하게 구성되어 있는 것을 특징으로 한다.
- [0047] 상기 압박 링은, 상기 국소 하중에 따라서 변화되는 힘을 계측하는 로드셀을 갖는 것을 특징으로 한다.
- [0048] 본 발명의 또 다른 형태는, 기관을 연마면에 미끄럼 접촉시켜 상기 기관을 연마하는 연마 장치이며, 상기 기관을 둘러싸도록 배치되고, 상기 연마면에 접촉하는 리테이너 링, 상기 리테이너 링의 일부에 상기 연마면에 대해 수직 방향으로 국소 하중을 부여하는 압박 부재 및 상기 국소 하중을 발생시키는 하중 발생 장치를 갖는 기관 보유 지지 장치와, 상기 기관 보유 지지 장치를 그 축심을 중심으로 하여 회전시키는 회전 기구와, 상기 압박 부재가 상기 기관 보유 지지 장치와는 일체로 회전하지 않도록 상기 압박 부재의 위치를 유지하는 위치 유지 기구를 구비하고, 상기 기관 보유 지지 장치는, 상기 기관을 상기 연마면에 대해 압박하는 기관 보유 지지면을 갖고, 상기 리테이너 링은, 상기 기관 보유 지지면과는 독립적으로 틸팅 가능하고, 상기 위치 유지 기구는, 상기 기관 보유 지지 장치와는 일체로 회전하지 않는 것을 특징으로 한다.
- [0049] 상기 위치 유지 기구는, 자기력에 의해 상기 압박 부재의 위치를 유지하는 것을 특징으로 한다.
- [0050] 본 발명의 또 다른 형태는, 상기 연마 장치를 사용하여 기관을 연마하는 것을 특징으로 하는 연마 방법이다.
- [0051] 본 발명의 또 다른 형태는, 기관을 연마면에 미끄럼 접촉시켜 상기 기관을 연마하는 연마 방법이며, 상기 기관을 회전시키면서 상기 기관을 상기 연마면에 압박하고, 상기 기관을 둘러싸도록 배치된 리테이너 링을 회전시키면서 상기 리테이너 링을 상기 연마면에 접촉시키고, 상기 기관을 상기 연마면에 압박하고 있을 때에, 상기 리테이너 링과는 일체로 회전하지 않는 복수의 국소 하중 부여 기구로부터, 각각 상기 리테이너 링의 일부에 상기 연마면에 대해 수직 방향으로 국소 하중을 부여하는 것을 특징으로 한다.
- [0052] 상기 복수의 국소 하중 부여 기구가 각각 발생하는 상기 국소 하중을 변화시킴으로써, 상기 국소 하중의 무게 중심을 변경하는 것을 특징으로 한다.

### 발명의 효과

- [0053] 본 발명에 따르면, 리테이너 링의 일부에 국소 하중을 가함으로써, 리테이너 링의 면압 분포, 연마면의 변형 상태, 리테이너 링의 변형 상태 등을 적극적으로 제어할 수 있다. 결과적으로, 리테이너 링에 인접하는 웨이퍼 에지부에서의 연마율을 정밀하게 제어할 수 있다.

# 도면의 간단한 설명

[0054]

- 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 있어서의 연마 장치를 도시하는 모식도.
- 도 2는 연마 장치의 상세한 구성을 도시하는 도면.
- 도 3은 톱 링의 단면도.
- 도 4는 리테이너 링 및 연결 부재를 도시하는 평면도.
- 도 5는 구면 베어링 및 연결 부재의 일부의 확대 단면도.
- 도 6의 (a)는 연결 부재가 구면 베어링에 대해 상하 이동하고 있는 모습을 도시하고, 도 6의 (b) 및 도 6의 (c)는 연결 부재가 중간륜과 함께 틸팅되고 있는 모습을 도시하는 도면.
- 도 7은 구면 베어링의 다른 구성예를 도시하는 도면.
- 도 8의 (a)는 연결 부재가 구면 베어링에 대해 상하 이동하고 있는 모습을 도시하고, 도 8의 (b) 및 도 8의 (c)는 연결 부재가 내륜과 함께 틸팅되고 있는 모습을 도시하고 있는 도면.
- 도 9는 리테이너 링에 회전 커버를 설치하고, 이 회전 커버를 둘러싸도록 정지 커버를 설치한 예를 도시하는 도면.
- 도 10은 국소 하중 부여 기구의 다른 실시 형태를 도시하는 도면.
- 도 11은 국소 하중 부여 기구의 또 다른 실시 형태를 도시하는 도면.
- 도 12는 국소 하중 부여 기구의 또 다른 실시 형태를 도시하는 도면.
- 도 13은 톱 링의 다른 실시 형태를 도시하는 도면.
- 도 14는 연마면의 상방으로부터 본 위치 관계를 도시한 도면.
- 도 15는 국소 하중 부여 기구의 이동 기구를 설치한 예를 도시하는 도면.
- 도 16은 리테이너 링 높이 센서를 설치한 예를 도시하는 도면.
- 도 17은 국소 하중 부여 기구의 압박 위치의 결정 방법을 설명하는 흐름도.
- 도 18은 국소 하중 부여 기구의 압박 위치의 결정 방법을 설명하기 위한 참고예를 나타내는 도면.
- 도 19는 국소 하중 부여 기구의 압박 위치의 결정 방법을 설명하기 위한 참고예를 나타내는 도면.
- 도 20은 국소 하중 부여 기구의 또 다른 실시 형태를 도시하는 도면.
- 도 21은 리테이너 링과 구면 베어링을 연결하기 위한 연결 부재를 도시하는 평면도.
- 도 22는 톱 링, 압박 링 및 국소 하중 부여 기구를 도시하는 사시도.
- 도 23의 (a)는 국소 하중 부여 기구로부터 리테이너 링에 부여되는 국소 하중을 측정하는 로드셀을 도시하는 도면, 도 23의 (b)는 도 23의 (a)에 도시하는 압박 링을 B-B선으로부터 본 도면.
- 도 24는 브리지의 상면도.
- 도 25는 각 에어 실린더 및 국소 하중점의 위치 관계를 도시한 상면도.
- 도 26의 (a)는 제1 흡인 라인과 압박 링의 접속부를 도시하는 확대도, 도 26의 (b)는 제2 흡인 라인과 압박 링의 접속부를 도시하는 확대도.
- 도 27은 자성체 및 압박 링을 도시하는 확대도.
- 도 28은 장착 링을 도시하는 평면도.
- 도 29는 국소 하중 부여 기구의 또 다른 실시 형태를 도시하는 단면도.
- 도 30의 (a) 내지 도 30의 (c)는 에어 실린더 및 압박 링을 도시한 평면도.
- 도 31은 톱 링의 다른 실시 형태를 도시하는 단면도.



도 32의 (a)는 압박 부재 및 위치 유지 기구를 도시하는 평면도, 도 32의 (b)는 압박 부재의 측면도.

도 33은 구면 베어링에 지지된 축부의 변형예를 도시하는 단면도.

도 34는 톱 링의 또 다른 실시 형태를 도시하는 단면도.

도 35는 톱 링의 또 다른 실시 형태를 도시하는 부분 단면도.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0055] 이하, 본 발명의 실시 형태에 대해 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 또한, 도면에 있어서 동일 또는 상당하는 구성 요소에는, 동일한 번호를 부여하여 중복된 설명을 생략한다.
- [0056] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 있어서의 연마 장치를 도시하는 모식도이다. 도 1에 도시하는 바와 같이, 연마 장치는, 웨이퍼(기판)(W)를 보유 지지하여 회전시키는 톱 링(기판 보유 지지 장치)(1)과, 연마 패드(2)를 지지하는 연마 테이블(3)과, 연마 패드(2)에 연마액(슬러리)을 공급하는 연마액 공급 기구(5)와, 웨이퍼(W)의 막 두께에 따라서 변화되는 막 두께 신호를 취득하는 막 두께 센서(7)를 구비하고 있다. 막 두께 센서(7)는, 연마 테이블(3) 내에 설치되어 있고, 연마 테이블(3)이 1회전할 때마다, 웨이퍼(W)의 중심부를 포함하는 복수의 영역에서의 막 두께 신호를 취득한다. 막 두께 센서(7)의 예로서는, 광학식 센서나 와전류 센서를 들 수 있다.
- [0057] 톱 링(1)은, 그 하면에 진공 흡착에 의해 웨이퍼(W)를 보유 지지할 수 있도록 구성되어 있다. 톱 링(1) 및 연마 테이블(3)은, 화살표로 나타내는 바와 같이 동일한 방향으로 회전하고, 이 상태에서 톱 링(1)은, 웨이퍼(W)를 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 압박한다. 연마액 공급 기구(5)로부터는 연마액이 연마 패드(2) 상에 공급되고, 웨이퍼(W)는, 연마액의 존재하에서 연마 패드(2)와의 미끄럼 접촉에 의해 연마된다. 웨이퍼(W)의 연마 중, 막 두께 센서(7)는 연마 테이블(3)과 함께 회전하고, 기호 A로 나타내는 바와 같이 웨이퍼(W)의 표면을 가로지르면서 막 두께 신호를 취득한다. 이 막 두께 신호는, 막 두께를 직접 또는 간접으로 나타내는 지표값이고, 웨이퍼(W)의 막 두께의 감소에 따라서 변화된다. 막 두께 센서(7)는 연마 제어부(9)에 접속되어 있고, 막 두께 신호는 연마 제어부(9)로 보내지도록 되어 있다. 연마 제어부(9)는, 막 두께 신호에 의해 나타내어지는 웨이퍼(W)의 막 두께가 소정의 목표값에 도달하였을 때에, 웨이퍼(W)의 연마를 종료시킨다.
- [0058] 도 2는, 연마 장치의 상세한 구성을 도시하는 도면이다. 연마 테이블(3)은, 테이블 축(3a)을 통해 그 하방에 배치되는 모터(13)에 연결되어 있고, 그 테이블 축(3a) 주위로 회전 가능하게 되어 있다. 연마 테이블(3)의 상면에는 연마 패드(2)가 부착되어 있고, 연마 패드(2)의 상면이 웨이퍼(W)를 연마하는 연마면(2a)을 구성하고 있다. 모터(13)에 의해 연마 테이블(3)을 회전시킴으로써, 연마면(2a)은 톱 링(1)에 대해 상대적으로 이동한다. 따라서, 모터(13)는, 연마면(2a)을 수평 방향으로 이동시키는 연마면 이동 기구를 구성한다.
- [0059] 톱 링(1)은, 톱 링 샤프트(11)에 접속되어 있고, 이 톱 링 샤프트(11)는, 상하 이동 기구(27)에 의해 톱 링 헤드(16)에 대해 상하 이동하도록 되어 있다. 이 톱 링 샤프트(11)의 상하 이동에 의해, 톱 링 헤드(16)에 대해 톱 링(1)의 전체를 승강시켜 위치 결정하도록 되어 있다. 톱 링 샤프트(11)의 상단부에는 로터리 조인트(25)가 장착되어 있다.
- [0060] 톱 링 샤프트(11) 및 톱 링(1)을 상하 이동시키는 상하 이동 기구(27)는, 베어링(26)을 통해 톱 링 샤프트(11)를 회전 가능하게 지지하는 브리지(28)와, 브리지(28)에 장착된 볼 나사(32)와, 지지 기둥(30)에 의해 지지된 지지대(29)와, 지지대(29) 상에 설치된 서보 모터(38)를 구비하고 있다. 서보 모터(38)를 지지하는 지지대(29)는, 지지 기둥(30)을 통해 톱 링 헤드(16)에 고정되어 있다.
- [0061] 볼 나사(32)는, 서보 모터(38)에 연결된 나사 축(32a)과, 이 나사 축(32a)이 나사 결합되는 너트(32b)를 구비하고 있다. 톱 링 샤프트(11)는, 브리지(28)와 일체로 되어 상하 이동하도록 되어 있다. 따라서, 서보 모터(38)를 구동시키면, 볼 나사(32)를 통해 브리지(28)가 상하 이동하고, 이에 의해 톱 링 샤프트(11) 및 톱 링(1)이 상하 이동한다. 톱 링 헤드(16)에는, 브리지(28)에 대향하는 톱 링 높이 센서(39)가 설치되어 있다. 이 톱 링 높이 센서(39)는, 톱 링(1)과 일체로 상하 이동하는 브리지(28)의 위치로부터 톱 링(1)의 높이를 측정한다.
- [0062] 또한, 톱 링 샤프트(11)는 키(도시하지 않음)를 통해 회전통(12)에 연결되어 있다. 이 회전통(12)은 그 외주부에 타이밍 폴리(14)를 구비하고 있다. 톱 링 헤드(16)에는 톱 링용 모터(18)가 고정되어 있고, 상기 타이밍 폴리(14)는, 타이밍 벨트(19)를 통해 톱 링용 모터(18)에 설치된 타이밍 폴리(20)에 접속되어 있다. 따라서, 톱 링용 모터(18)를 회전 구동시킴으로써 타이밍 폴리(20), 타이밍 벨트(19) 및 타이밍 폴리(14)를 통해 회전통(12) 및 톱 링 샤프트(11)가 일체로 회전하고, 톱 링(1)이 그 축심을 중심으로 하여 회전한다. 톱 링용 모터

(18), 타이밍 폴리(20), 타이밍 벨트(19) 및 타이밍 폴리(14)는, 톱 링(1)을 그 축심을 중심으로 하여 회전시키는 회전 기구를 구성한다. 톱 링 헤드(16)는, 프레임(도시하지 않음)에 회전 가능하게 지지된 톱 링 헤드 샤프트(21)에 의해 지지되어 있다.

[0063] 톱 링(1)은, 그 하면에 웨이퍼(W) 등의 기관을 보유 지지할 수 있도록 되어 있다. 톱 링 헤드(16)는 톱 링 샤프트(21)를 중심으로 하여 선회 가능하게 구성되어 있고, 하면에 웨이퍼(W)를 보유 지지한 톱 링(1)은, 톱 링 헤드(16)의 선회에 의해 웨이퍼(W)의 수취 위치로부터 연마 테이블(3)의 상방으로 이동된다. 그리고, 톱 링(1)을 하강시켜 웨이퍼(W)를 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 압박한다. 이때, 톱 링(1) 및 연마 테이블(3)을 각각 회전시켜, 연마 테이블(3)의 상방에 설치된 연마액 공급 기구(5)로부터 연마 패드(2) 상에 연마액을 공급한다. 이와 같이, 웨이퍼(W)를 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 미끄럼 접촉시켜 웨이퍼(W)의 표면을 연마한다.

[0064] 다음에, 기관 보유 지지 장치를 구성하는 톱 링(1)에 대해 설명한다. 도 3은, 톱 링(1)의 단면도이다. 도 3에 도시하는 바와 같이, 톱 링(1)은, 웨이퍼(W)를 연마면(2a)에 대해 압박하는 톱 링 본체(10)와, 웨이퍼(W)를 둘러싸도록 배치된 리테이너 링(40)을 구비하고 있다. 톱 링 본체(10) 및 리테이너 링(40)은, 톱 링 샤프트(11)의 회전에 의해 일체로 회전하도록 구성되어 있다. 리테이너 링(40)은, 톱 링 본체(10)와는 독립적으로 상하 이동 가능하게 구성되어 있다.

[0065] 톱 링 본체(10)는, 원형의 플랜지(41)와, 플랜지(41)의 하면에 장착된 스페이서(42)와, 스페이서(42)의 하면에 장착된 캐리어(43)를 구비하고 있다. 플랜지(41)는 톱 링 샤프트(11)에 연결되어 있다. 캐리어(43)는, 스페이서(42)를 통해 플랜지(41)에 연결되어 있고, 플랜지(41), 스페이서(42) 및 캐리어(43)는, 일체로 회전하고, 또한 상하 이동한다. 플랜지(41), 스페이서(42) 및 캐리어(43)로 구성되는 톱 링 본체(10)는, 엔지니어링 플라스틱(예를 들어, PEEK) 등의 수지에 의해 형성되어 있다. 또한, 플랜지(41)를 SUS, 알루미늄 등의 금속으로 형성해도 된다.

[0066] 캐리어(43)의 하면에는, 웨이퍼(W)의 이면에 접촉하는 탄성막(45)이 장착되어 있다. 탄성막(45)의 하면이 기관 보유 지지면(45a)을 구성한다. 탄성막(45)은 환 형상의 격벽(45b)을 갖고 있고, 이들 격벽(45b)에 의해, 탄성막(45)과 톱 링 본체(10) 사이에 4개의 압력실, 즉, 센터실(50), 리플실(51), 아우터실(52) 및 에지실(53)이 형성되어 있다. 이들 압력실(50~53)은 로터리 조인트(25)를 경유하여 압력 조정 장치(65)에 접속되어 있고, 압력 조정 장치(65)로부터 가압 유체가 공급되도록 되어 있다. 압력 조정 장치(65)는, 이들 4개의 압력실(50~53) 내의 압력을 독립적으로 조정할 수 있도록 되어 있다. 또한, 압력 조정 장치(65)는, 압력실(50~53) 내에 부압을 형성하는 것도 가능하게 되어 있다. 탄성막(45)은, 리플실(51) 또는 아우터실(52)에 대응하는 위치에 관통 구멍(도시하지 않음)을 갖고 있고, 이 관통 구멍에 부압을 형성함으로써 톱 링(1)은 그 기관 보유 지지면(45a) 상에 웨이퍼(W)를 보유 지지할 수 있도록 되어 있다. 탄성막(45)은, 에틸렌 프로필렌 고무(EPDM), 폴리우레탄 고무, 실리콘 고무 등의 강도 및 내구성이 우수한 고무재에 의해 형성되어 있다. 센터실(50), 리플실(51), 아우터실(52) 및 에지실(53)은, 대기 개방 기구(도시하지 않음)에도 접속되어 있어, 센터실(50), 리플실(51), 아우터실(52) 및 에지실(53)을 대기 개방하는 것도 가능하다.

[0067] 리테이너 링(40)은, 톱 링 본체(10)의 캐리어(43) 및 탄성막(45)을 둘러싸도록 배치되어 있다. 이 리테이너 링(40)은, 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 접촉하는 링 부재(40a)와, 이 링 부재(40a)의 상부에 고정된 드라이브 링(40b)을 갖고 있다. 링 부재(40a)는, 도시하지 않은 복수의 볼트에 의해 드라이브 링(40b)에 결합되어 있다. 링 부재(40a)는, 웨이퍼(W)의 외주연을 둘러싸도록 배치되어 있고, 웨이퍼(W)의 연마 중에 웨이퍼(W)가 톱 링(1)으로부터 튀어나오지 않도록 웨이퍼(W)를 보유 지지하고 있다.

[0068] 리테이너 링(40)의 상부는, 환 형상의 리테이너 링 압박 기구(60)에 연결되어 있고, 이 리테이너 링 압박 기구(60)는, 리테이너 링(40)의 상면[보다 구체적으로는, 드라이브 링(40b)의 상면]의 전체에 균일한 하향의 하중을 부여하고, 이에 의해 리테이너 링(40)의 하면[즉, 링 부재(40a)의 하면]을 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 대해 압박한다.

[0069] 리테이너 링 압박 기구(60)는, 드라이브 링(40b)의 상부에 고정된 환 형상의 피스톤(61)과, 피스톤(61)의 상면에 접속된 환 형상의 롤링 다이어프램(62)을 구비하고 있다. 롤링 다이어프램(62)의 내부에는 리테이너 링 압력실(63)이 형성되어 있다. 이 리테이너 링 압력실(63)은 로터리 조인트(25)를 경유하여 압력 조정 장치(65)에 접속되어 있다. 이 압력 조정 장치(65)로부터 리테이너 링 압력실(63)에 가압 유체(예를 들어, 가압 공기)를 공급하면, 롤링 다이어프램(62)이 피스톤(61)을 하방으로 밀어 내리고, 또한 피스톤(61)은 리테이너 링(40)의 전체를 하방으로 밀어 내린다. 이와 같이 하여, 리테이너 링 압박 기구(60)는, 리테이너 링(40)의 하면을 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 대해 압박한다. 또한, 압력 조정 장치(65)에 의해 리테이너 링 압력실(63) 내에 부압

을 형성함으로써, 리테이너 링(40)의 전체를 상승시킬 수 있다. 리테이너 링 압력실(63)은 대기 개방 기구(도시하지 않음)에도 접속되어 있어, 리테이너 링 압력실(63)을 대기 개방하는 것도 가능하다.

[0070] 리테이너 링(40)은, 리테이너 링 압박 기구(60)에 착탈 가능하게 연결되어 있다. 보다 구체적으로는, 피스톤(61)은 금속 등의 자성체로 형성되어 있고, 드라이브 링(40b)의 상부에는 복수의 자석(70)이 배치되어 있다. 이들 자석(70)이 피스톤(61)을 끌어당김으로써, 리테이너 링(40)이 피스톤(61)에 자기력에 의해 고정된다. 피스톤(61)의 자성체로서는, 예를 들어 내식성의 자성 스테인리스가 사용된다. 또한, 드라이브 링(40b)을 자성체로 형성하고, 피스톤(61)에 자석을 배치해도 된다.

[0071] 리테이너 링(40)은, 연결 부재(75)를 통해 구면 베어링(85)에 연결되어 있다. 이 구면 베어링(85)은, 리테이너 링(40)의 반경 방향 내측에 배치되어 있다. 도 4는, 리테이너 링(40) 및 연결 부재(75)를 도시하는 평면도이다. 도 4에 도시하는 바와 같이, 연결 부재(75)는, 톱 링 본체(10)의 중심부에 배치된 축부(76)와, 이 축부(76)에 고정된 허브(77)와, 이 허브(77)로부터 방사상으로 연장되는 복수의 스포크(78)를 구비하고 있다. 스포크(78)의 한쪽 단부는, 허브(77)에 고정되어 있고, 스포크(78)의 다른 쪽 단부는, 리테이너 링(40)의 드라이브 링(40b)에 고정되어 있다. 허브(77)와, 스포크(78)와, 드라이브 링(40b)은 일체로 형성되어 있다. 캐리어(43)에는, 복수 쌍의 구동 핀(80, 80)이 고정되어 있다. 각 쌍의 구동 핀(80, 80)은 각 스포크(78)의 양측에 배치되어 있고, 캐리어(43)의 회전은, 구동 핀(80, 80)을 통해 리테이너 링(40)에 전달되고, 이에 의해 톱 링 본체(10)와 리테이너 링(40)은 일체로 회전한다.

[0072] 도 3에 도시하는 바와 같이, 축부(76)는 구면 베어링(85) 내에서 종방향으로 연장되어 있다. 도 4에 도시하는 바와 같이, 캐리어(43)에는, 스포크(78)가 수용되는 복수의 방사상의 홈(43a)이 형성되어 있고, 각 스포크(78)는 각 홈(43a) 내에서 종방향으로 이동 가능하게 되어 있다. 연결 부재(75)의 축부(76)는, 톱 링 본체(10)의 중앙부에 배치된 구면 베어링(85)에 종방향으로 이동 가능하게 지지되어 있다. 이러한 구성에 의해, 연결 부재(75) 및 이것에 고정된 리테이너 링(40)은, 톱 링 본체(10)에 대해 종방향으로 이동 가능하게 되어 있다. 또한, 리테이너 링(40)은, 구면 베어링(85)에 의해 틸팅 가능하게 지지되어 있다.

[0073] 이하, 구면 베어링(85)에 대해 보다 상세하게 설명한다. 도 5는, 구면 베어링(85) 및 연결 부재(75)의 일부의 확대 단면도이다. 도 5에 도시하는 바와 같이, 축부(76)는 복수의 나사(79)에 의해 허브(77)에 고정되어 있다. 축부(76)에는 종방향으로 연장되는 관통 구멍(88)이 형성되어 있다. 이 관통 구멍(88)은 축부(76)가 구면 베어링(85)에 대해 종방향으로 이동할 때의 공기 배출 구멍으로서 작용하고, 이에 의해 리테이너 링(40)은 톱 링 본체(10)에 대해 종방향으로 원활하게 이동 가능하게 되어 있다.

[0074] 구면 베어링(85)은, 연결 부재(75)를 통해 리테이너 링(40)에 연결된 중간륜(91)과, 중간륜(91)을 상방으로부터 미끄럼 이동 가능하게 지지하는 외륜(92)과, 중간륜(91)을 하방으로부터 미끄럼 이동 가능하게 지지하는 내륜(93)을 구비하고 있다. 중간륜(91)은, 구각(球殼)의 상반부보다도 작은 부분 구각 형상을 갖고, 외륜(92)과 내륜(93) 사이에 끼워져 있다.

[0075] 캐리어(43)의 중앙부에는 오목부(43b)가 형성되어 있고, 외륜(92)은 오목부(43b) 내에 배치되어 있다. 외륜(92)은, 그 외주부에 플랜지(92a)를 갖고 있고, 이 플랜지(92a)를 오목부(43b)의 단차부에 볼트(도시하지 않음)에 의해 고정함으로써, 외륜(92)이 캐리어(43)에 고정되는 동시에, 중간륜(91) 및 내륜(93)에 압력을 가하는 것이 가능하게 되어 있다. 내륜(93)은 오목부(43b)의 저면 상에 배치되어 있고, 중간륜(91)의 하면과 오목부(43b)의 저면 사이에 간극이 형성되도록, 중간륜(91)을 하방으로부터 지지하고 있다.

[0076] 외륜(92)의 내면(92b), 중간륜(91)의 외면(91a) 및 내면(91b) 및 내륜(93)의 외면(93a)은, 지지점 0를 중심으로 한 대략 반구면으로 구성되어 있다. 중간륜(91)의 외면(91a)은, 외륜(92)의 내면(92b)에 미끄럼 이동 가능하게 접촉하고, 중간륜(91)의 내면(91b)은, 내륜(93)의 외면(93a)에 미끄럼 이동 가능하게 접촉하고 있다. 외륜(92)의 내면(92b)(미끄럼 접촉면), 중간륜(91)의 외면(91a) 및 내면(91b)(미끄럼 접촉면) 및 내륜(93)의 외면(93a)(미끄럼 접촉면)은, 구면의 상반부보다도 작은 부분 구면 형상을 갖고 있다. 이러한 구성에 의해, 중간륜(91)은, 외륜(92) 및 내륜(93)에 대해 전 방향(360°)으로 틸팅 가능하고, 또한 틸팅 중심인 지지점 0는 구면 베어링(85)보다도 하방에 위치한다.

[0077] 외륜(92), 중간륜(91) 및 내륜(93)에는, 축부(76)가 삽입되는 관통 구멍(92c, 91c, 93b)이 각각 형성되어 있다. 외륜(92)의 관통 구멍(92c)과 축부(76) 사이에는 간극이 형성되어 있고, 마찬가지로, 내륜(93)의 관통 구멍(93b)과 축부(76) 사이에는 간극이 형성되어 있다. 중간륜(91)의 관통 구멍(91c)은, 외륜(92) 및 내륜(93)의 관통 구멍(92c, 93b)보다도 작은 직경을 갖고 있고, 축부(76)는 중간륜(91)에 대해 종방향으로만 이동 가능하게



되어 있다. 따라서, 축부(76)에 연결된 리테이너 링(40)은, 횡방향으로 이동하는 것은 실질적으로 허용되지 않고, 리테이너 링(40)의 횡방향(수평 방향)의 위치는 구면 베어링(85)에 의해 고정된다.

[0078] 도 6의 (a)는, 연결 부재(75)가 구면 베어링(85)에 대해 상하 이동하고 있는 모습을 도시하고, 도 6의 (b) 및 도 6의 (c)는, 연결 부재(75)가 중간륜(91)과 함께 틸팅되고 있는 모습을 도시하고 있다. 도 6의 (a) 내지 도 6의 (c)에 도시하는 바와 같이, 연결 부재(75)에 연결된 리테이너 링(40)은, 중간륜(91)과 일체로 지지점 0를 중심으로 하여 틸팅 가능하고, 또한 중간륜(91)에 대해 상하로 이동 가능하게 되어 있다. 틸팅의 중심인 지지점 0는, 리테이너 링(40)의 중심 축선상에 있다.

[0079] 구면 베어링(85)은, 리테이너 링(40)의 상하 이동 및 틸팅을 허용하는 한편, 리테이너 링(40)의 횡방향의 이동(수평 방향의 이동)을 제한한다. 웨이퍼의 연마 중에는, 리테이너 링(40)은 웨이퍼와 연마 패드(2)의 마찰에 기인한 횡방향의 힘(웨이퍼의 반경 방향 외측을 향하는 힘)을 웨이퍼로부터 받는다. 이 횡방향의 힘은 구면 베어링(85)에 의해 받아진다. 이와 같이, 구면 베어링(85)은, 웨이퍼의 연마 중, 웨이퍼와 연마 패드(2)의 마찰에 기인하여 리테이너 링(40)이 웨이퍼로부터 받는 횡방향의 힘(웨이퍼의 반경 방향 외측을 향하는 힘)을 받으면서, 리테이너 링(40)의 횡방향의 이동을 제한하는[즉, 리테이너 링(40)의 수평 방향의 위치를 고정하는] 지지 기구로서 기능한다.

[0080] 구면 베어링(85)은, 톱 링 본체(10)의 내부에 설치되고, 또한 캐리어(43)의 오목부(43b)에 수용되어 있으므로, 구면 베어링(85)의 미끄럼 접촉면으로부터의 마모 분말은, 톱 링 본체(10) 내에 봉입되어, 연마면(2a)으로 낙하하는 일이 없다.

[0081] 도 7은 구면 베어링의 다른 구성예를 도시하는 도면이다. 도 5에 도시하는 부재와 동일한 것에는 동일한 번호를 붙인다. 도 7에 도시하는 구면 베어링(100)은, 환 형상의 내륜(101)과, 내륜(101)의 외주면을 미끄럼 이동 가능하게 지지하는 외륜(102)을 구비하고 있다. 내륜(101)은, 연결 부재(75)를 통해 리테이너 링(40)에 연결되어 있다. 외륜(102)은 지지 부재(103)에 고정되어 있고, 이 지지 부재(103)는 캐리어(43)에 고정되어 있다. 지지 부재(103)는 캐리어(43)의 오목부(43b) 내에 배치되어 있다.

[0082] 내륜(101)의 외주면은, 상부 및 하부를 절결한 구면 형상을 갖고 있고, 그 구면 형상의 중심점(지지점) 0'는, 내륜(101)의 중심에 위치하고 있다. 외륜(102)의 내주면은, 내륜(101)의 외주면을 따른 오목면으로 구성되어 있고, 외륜(102)은 내륜(101)을 미끄럼 이동 가능하게 지지하고 있다. 따라서, 내륜(101)은, 외륜(102)에 대해 전 방향(360°)으로 틸팅 가능하게 되어 있다.

[0083] 내륜(101)의 내주면은, 축부(76)가 삽입되는 관통 구멍(101a)을 구성하고 있다. 축부(76)는 내륜(101)에 대해 종방향으로만 이동 가능하게 되어 있다. 따라서, 축부(76)에 연결된 리테이너 링(40)은, 횡방향으로 이동하는 것은 실질적으로 허용되지 않고, 리테이너 링(40)의 횡방향(수평 방향)의 위치는 구면 베어링(100)에 의해 고정된다. 구면 베어링(85)과 마찬가지로, 구면 베어링(100)은, 웨이퍼의 연마 중, 웨이퍼와 연마 패드(2)의 마찰에 기인하여 리테이너 링(40)이 웨이퍼로부터 받는 횡방향의 힘(웨이퍼의 반경 방향 외측을 향하는 힘)을 받으면서, 리테이너 링(40)의 횡방향의 이동을 제한하는[즉, 리테이너 링(40)의 수평 방향의 위치를 고정하는] 지지 기구로서 기능한다.

[0084] 도 8의 (a)는, 연결 부재(75)가 구면 베어링(100)에 대해 상하 이동하고 있는 모습을 도시하고, 도 8의 (b) 및 도 8의 (c)는, 연결 부재(75)가 내륜(101)과 함께 틸팅되고 있는 모습을 도시하고 있다. 연결 부재(75)에 연결된 리테이너 링(40)은, 내륜(101)과 일체로 지지점 0'를 중심으로 하여 틸팅 가능하고, 또한 내륜(101)에 대해 상하로 이동 가능하게 되어 있다.

[0085] 도 7에 도시하는 구면 베어링(100)은, 도 5에 도시하는 구면 베어링(85)과 마찬가지로 기능을 갖지만, 구면 베어링(100)의 틸팅 중심인 지지점 0'는, 구면 베어링(85)의 지지점 0보다도 높은 위치에 있다. 보다 구체적으로는, 지지점 0'는, 구면 베어링(100)의 내부에 위치하고 있다. 이 구성에서도, 구면 베어링(100)은, 웨이퍼와 연마 패드(2)의 마찰력을 받은 리테이너 링(40)을 원활하고 또한 적극적으로 틸팅시키는 것이 가능하다. 구면 베어링(100)은, 구면 베어링(85)보다도 지지점의 높이가 높기 때문에, 웨이퍼와 연마 패드(2)의 마찰력에 의해 리테이너 링(40)을 지지점 주위로 기울이는 모멘트가 커져, 연마 중의 리테이너 링(40)을 크게 기울어지게 할 수 있다. 따라서, 구면 베어링(100)을 채용함으로써, 리테이너 링(40)의 기울기의 제어 폭을 넓게 할 수 있어, 다양한 연마 프로파일로 조정이 가능해지는 경우가 있다.

[0086] 도 3에 도시하는 바와 같이, 리테이너 링(40)은, 톱 링 본체(10)로부터 반경 방향 외측으로 돌출된 상면을 갖고 있다. 이 리테이너 링(40)의 상방에는, 리테이너 링(40)의 일부에 국소 하중을 가하는 국소 하중 부여 기구

(110)가 배치되어 있다. 도 3은 국소 하중 부여 기구(110)의 하나의 실시 형태를 도시하고 있다. 이 국소 하중 부여 기구(110)는, 톱 링 헤드(16)에 고정되어 있다. 즉, 연마 중의 리테이너 링(40)은 그 축심 주위로 회전하지만, 국소 하중 부여 기구(110)는 리테이너 링(40)과는 일체로 회전하지 않고, 그 위치는 고정이다.

[0087] 리테이너 링(40)의 외주부 상면에는, 하중 전달 부재(111)가 고정되어 있다. 이 하중 전달 부재(111)의 상부에는, 가이드 링(112)이 고정되어 있다. 국소 하중 부여 기구(110)는, 가이드 링(112) 및 하중 전달 부재(111)를 통해 리테이너 링(40)의 일부에 하향의 하중을 부여한다. 하중 전달 부재(111)는 링 형상이어도 되고, 드라이브 링(40b)의 원주 방향을 따라 설치된 복수의 원기둥이어도 된다. 국소 하중 부여 기구(110)의 하향의 하중은, 가이드 링(112)으로부터 하중 전달 부재(111)를 통해 리테이너 링(40)에 전달된다. 국소 하중 부여 기구(110)의 동작은, 도 1에 도시하는 연마 제어부(9)에 의해 제어된다. 또한, 하중 전달 부재(111) 및 가이드 링(112)을 설치하지 않고, 국소 하중 부여 기구(110)가 리테이너 링(40)에 직접 하향의 국소 하중을 부여해도 된다.

[0088] 톱 링(1)은 자신의 축심을 중심으로 하여 회전하지만, 국소 하중 부여 기구(110)는 톱 링 헤드(16)에 고정되므로 톱 링(1)과 함께 회전하지는 않는다. 즉, 웨이퍼(W)의 연마 중, 톱 링(1) 및 웨이퍼(W)는 회전하고 있는 한편, 국소 하중 부여 기구(110)는 소정의 위치에 정지하고 있다. 도 3에서는 1개의 국소 하중 부여 기구(110)가 나타내어져 있지만, 톱 링(1)의 주위 방향을 따라 복수의 국소 하중 부여 기구(110)가 설치되어도 된다. 복수의 국소 하중 부여 기구(110)와 톱 링(1)의 축심의 반경 방향의 거리는 서로 동일해도 되고, 달라도 된다. 톱 링(1)의 주위 방향에 있어서의 국소 하중 부여 기구(110)의 설치 위치는 가변이어도 된다.

[0089] 도 3에 도시되는 실시 형태에서는, 국소 하중 부여 기구(110)는, 에어 실린더(114)와, 에어 실린더(114)의 피스톤(114a)에 연결된 차륜(115)으로 기본적으로 구성되어 있다. 이 에어 실린더(114)는, 톱 링 헤드(16)에 고정되어 있다. 차륜(115)은 피스톤(114a)의 선단에 장착되어 있고, 에어 실린더(114)에 의해 차륜(115)을 하강시켰을 때에 차륜(115)이 가이드 링(112)에 하중을 부여하도록 구성되어 있다.

[0090] 차륜(115)은 에어 실린더(114)에 의해 상하 이동 가능하게 구성되어 있다. 에어 실린더(114)는, 톱 링(1)이 하강하여 리테이너 링(40)이 연마면(2a)에 접촉하고 있을 때에는, 차륜(115)을 하강시켜 리테이너 링(40)의 일부에 하향의 힘을 국소적으로 부여하고, 톱 링(1)이 상승하기 전에 차륜(115)을 상승시켜 가이드 링(112)으로부터 이격시킨다. 에어 실린더(114)에 공급하는 기체의 압력을 변경함으로써, 차륜(115)이 리테이너 링(40)에 부여하는 하중을 임의로 변경할 수 있다. 차륜(115)은 그 중심에 배치된 회전하지 않는 차륜축(116)에 회전 가능하게 지지되어 있고, 차륜축(116) 주위로 원활하게 회전 가능하다. 차륜(115)은 저마찰 재료로 형성되고, 차륜축(116)과 차륜(115) 사이에는 볼 베어링 등의 베어링을 배치하는 것도 가능하다.

[0091] 웨이퍼(W)의 연마 중, 가이드 링(112)은 톱 링(1)의 회전축 주위로 회전하지만, 국소 하중 부여 기구(110)는 회전하지 않는다. 이로 인해, 가이드 링(112)은 국소 하중 부여 기구(110)에 대해 상대적으로 수평 방향으로 이동한다. 가이드 링(112)에 차륜(115)을 압박함으로써 리테이너 링(40)에는 연마면(2a)에 대해 수직 방향으로 하향의 국소 하중(력)을 부여하는 것이 가능하다. 차륜(115)은 저마찰 재료로 형성되어 있으므로, 가이드 링(112)과의 사이에 작용하는 마찰력을 극히 작게 할 수 있다. 이에 의해 마찰력에 기인하는 리테이너 링(40)의 자세 변화에의 영향을 극히 작게 억제하는 것이 가능해진다. 저마찰 재료에는, 나일론, PTFE(4불화에틸렌), PEEK(폴리에테르에테르케톤), 또한 PPS(폴리페닐렌설파이드) 등의 수지 재료를 사용해도 된다. 혹은, 탄소 섬유 등의 섬유 및 고체 윤활재를 첨가한 수지 재료를 사용해도 된다.

[0092] 도 9에 도시하는 바와 같이, 리테이너 링(40)에 원통 형상의 회전 커버(120)를 설치하고, 이 회전 커버(120)를 둘러싸도록 원통 형상의 정지 커버(121)를 설치하는 것이 바람직하다. 회전 커버(120)는 리테이너 링(40)의 외주면에 고정되고, 정지 커버(121)는 톱 링 헤드(16)에 고정되어 있다. 회전 커버(120)와 정지 커버(121) 사이에는 시일재(122)가 배치되어 있어, 톱 링(1)의 상방의 공간과 연마면(2a)이 있는 연마 공간 사이를 격리하고 있다. 이들 커버(120, 121) 및 시일재(122)에 의해, 연마액 등의 비말(飛沫)이 차륜(115) 등의 미끄럼 이동부에 부착되는 것이나, 차륜(115) 등으로부터의 발진이 연마면(2a) 등으로 낙하하는 것을 방지할 수 있다. 시일재(122)를 사용하는 대신에, 커버(120, 121)가 반경 방향으로 겹쳐진 래버린스 구조를 채용함으로써, 이물질의 연마면(2a)에의 낙하나 비말의 연마 공간에의 침입을 방지해도 된다.

[0093] 리테이너 링(40)은 톱 링(1)의 회전 축선상에 설치된 구면 베어링(85)(또는 100)에 의해 원활하게 틸팅 가능하고, 또한 톱 링 본체(10)와 독립적으로 상하 이동 가능하게 지지된다. 연마 중에 웨이퍼(W)의 마찰력을 받는 리테이너 링(40)은, 그 틸팅 지지점을 중심으로 기울어진 상태로 되어 있다. 즉, 연마면(2a) 상의 리테이너 링(40)은, 웨이퍼(W)의 상류측(연마면의 유입측)에서는 연마 패드(2)에 침강하고, 웨이퍼(W)의 하류측(연마면의

유출측)에서는 부상하는 방향으로 기울어진 상태로 되어 있다. 이와 같이 기울어진 상태의 리테이너 링(40)에 대해, 국소 하중 부여 기구(110)에 의해 국소적인 하중을 부여함으로써 리테이너 링(40)의 기울기를 제어하는 것이 가능해진다. 예를 들어, 웨이퍼(W)의 하류측에 있는 리테이너 링(40)의 부위에 국소적인 하중을 가하면, 연마 중의 리테이너 링(40)의 기울기를 작게 하는 것이 가능하다.

[0094] 이와 같이 리테이너 링(40)의 기울기를 제어함으로써, 리테이너 링(40)의 면압 분포, 연마 패드(2)의 변형 상태, 마찰력에 의해 리테이너 링(40)에 압박되는 웨이퍼(W)의 변형 상태, 마찰력을 받는 리테이너 링(40)의 변형 상태 등이 변화되어, 웨이퍼 에지부의 연마 프로파일을 변화시키는 것이 가능해진다. 여기서, 웨이퍼(W)의 에지부라 함은, 웨이퍼(W)의 최외주 단부에 위치하는 폭 3mm~10mm의 영역이다.

[0095] 또한, 리테이너 링(40)의 기울기가 제어됨으로써, 리테이너 링(40)과 연마면(2a) 사이로부터 웨이퍼(W)의 하면에 공급되는 연마액의 분포도 변화된다. 이에 의해, 웨이퍼(W) 전체면의 연마 속도나 연마 프로파일이 조정 가능해진다. 리테이너 링(40)의 압박은 국소 하중 부여 기구(110)에 의해서만 행해도 되고, 리테이너 링 압박 기구(60)에 의해 리테이너 링(40)을 균일하게 압박하고, 다시 국소 하중 부여 기구(110)에 의해 추가적인 국소 하중을 리테이너 링(40)에 가해도 된다.

[0096] 국소 하중 부여 기구(110)를 사용한 연마 프로파일의 조정의 일례에 대해 설명한다. 이하의 예에서는, 웨이퍼는 다음의 제1 연마 조건 및 제2 연마 조건으로 연마된다. 제1 연마 조건은, 국소 하중 부여 기구(110)를 사용하지 않고, 리테이너 링 압박 기구(60)에 의해서만 리테이너 링(40)을 면압 P1로 연마 패드(2)에 대해 압박한다고 하는 것이다. 제2 연마 조건은, 리테이너 링 압박 기구(60)에 의해 리테이너 링(40)을 면압 P1로 연마 패드(2)에 대해 압박하고, 다시 국소 하중 부여 기구(110)에 의해 리테이너 링(40)을 면압 P2로 연마 패드(2)에 대해 압박한다고 하는 것이다.

[0097] 제2 연마 조건하에서는 국소 하중이 리테이너 링(40)에 부여되므로, 제1 연마 조건하에서의 연마에 비해, 리테이너 링(40)의 자세가 변경되고, 특히 웨이퍼 에지부의 연마 프로파일이 변경된다. 제2 연마 조건하에서는, 연마면(2a)에 작용하는 리테이너 링(40)의 총 면압은  $P1+P2$ 로, 제1 연마 조건에서의 면압 P1보다도 크다. 제2 연마 조건에 있어서, 리테이너 링 압박 기구(60)에 의한 면압을 P1로부터  $P1-P2$ 로 변경하면, 연마면(2a)에 작용하는 리테이너 링(40)의 총 면압은 P1로 된다. 이 총 면압은, 제1 연마 조건에 있어서의 리테이너 링(40)의 면압 P1과 동일하다. 따라서, 이 경우는, 제1 연마 조건과 동일한 리테이너 링(40)의 면압을 유지하면서, 리테이너 링(40)의 자세를 변화시킨 조건하에서 연마 프로파일을 얻을 수 있다. 통상, 웨이퍼의 에지부의 연마 프로파일을 조정하는 경우에는, 제2 연마 조건의 리테이너 링 압박 기구(60)에 의한 면압은  $P1-2.5 \times P2 \sim P1-0.5 \times P2$ 의 범위인 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는  $P1-1.8 \times P2 \sim P1-1.2 \times P2$ 의 범위이다.

[0098] 리테이너 링(40)은 기판 보유 지지면(45a) 및 이것에 보유 지지된 웨이퍼(W)에 대해 상대적으로 틸팅 가능 및 상하 이동 가능하고, 또한 웨이퍼(W)와는 독립적으로 연마 패드(2)를 압박 가능하게 되어 있다. 따라서, 국소 하중 부여 기구(110)에 의해 리테이너 링(40)의 일부를 하방으로 압박해도, 웨이퍼(W)는 기울지 않고, 또한 기판 보유 지지면(45a)으로부터 웨이퍼(W)에 가해지는 압력은 변화되지 않는다. 따라서, 국소 하중 부여 기구(110)는, 리테이너 링(40)의 자세를, 웨이퍼(W)의 자세 및 웨이퍼(W)에 작용하는 압력과는 독립적으로 제어할 수 있다. 즉, 기판 보유 지지면(45a)으로부터 웨이퍼(W)에 가해지는 압력은 일정하게 유지한 상태에서, 리테이너 링(40)의 자세 제어에 의해 연마 프로파일의 조정을 행하는 것이 가능해진다.

[0099] 리테이너 링(40)은, 톱 링(1)에 보유 지지된 웨이퍼(W)와 함께 일체로 회전하면서, 연마 패드(2)에 압박된다. 이와 같이 연마 중에는 리테이너 링(40) 및 웨이퍼(W)가 회전하고 있으므로, 연마 패드(2)의 연마면(2a)이 리테이너 링(40) 및 웨이퍼(W)에 접촉하는 영역은, 연마 테이블(3)이 회전할 때마다 조금씩 바뀐다. 이에 의해, 연마 패드(2) 상의 특정 영역이 웨이퍼(W)의 특정 영역에만 접촉하는 것이 회피되어, 결과적으로 웨이퍼(W)의 표면을 균일하게 연마할 수 있다. 마찬가지로의 이유로부터, 리테이너 링(40)의 편마모를 방지할 수 있다.

[0100] 리테이너 링(40)의 내경은 웨이퍼(W)의 외경보다도 크게 형성된다. 이로 인해, 톱 링(1)의 회전에 수반하여, 유성 운동에 의해 리테이너 링(40)과 웨이퍼(W)의 주위 방향의 상대 위치는 조금씩 변화된다. 이에 의해 리테이너 링(40)의 평면도의 영향을 웨이퍼(W)의 특정 주위 방향 위치에 미치는 일 없이 평균화할 수 있어, 결과적으로 웨이퍼(W)의 표면, 특히 주위 방향에 걸쳐 균일하게 연마할 수 있다.

[0101] 도 10은 국소 하중 부여 기구(110)의 다른 실시 형태를 도시하고 있다. 특별히 설명하지 않는 본 실시 형태의 구성은, 도 3에 도시하는 실시 형태와 마찬가지로이므로, 그 중복되는 설명을 생략한다. 본 실시 형태에서는, 국소 하중 부여 기구(110)는 리테이너 링(40)의 일부에 상향의 국소 하중(력)을 연마면(2a)에 대해 수직 방향으로

부여하도록 구성되어 있다. 도 10에 도시하는 바와 같이, 하중 전달 부재(111)에 지지되어 있는 가이드 링(112)은, 톱 링(1)의 반경 방향 내측으로 돌출된 환 형상 돌출부(112a)를 갖고 있다. 국소 하중 부여 기구(110)는, 환 형상 돌출부(112a)의 하면에 접촉하는 차륜(115)과, 이 차륜(115)을 상승시키는 에어 실린더(114)를 갖고 있다.

[0102] 차륜(115)은 차륜축(116)에 회전 가능하게 지지되고, 차륜축(116)은 에어 실린더(114)의 피스톤(114a)에 장착되어 있다. 차륜(115)은, 차륜축(116)을 통해 에어 실린더(114)에 연결되어 있다. 에어 실린더(114)는, 차륜(115)을 상승시켜 환 형상 돌출부(112a)를 하방으로부터 밀어 올림으로써, 연마면(2a)에 대해 수직한 상향의 국소 하중을 리테이너 링(40)의 일부에 부여한다. 본 실시 형태에 관한 국소 하중 부여 기구(110)라도, 도 3에 도시하는 국소 하중 부여 기구(110)와 동등한 효과를 발휘할 수 있다.

[0103] 도 10에 도시되는 국소 하중 부여 기구(110)를 사용한 연마 프로파일의 조정의 일례에 대해 설명한다. 이하의 예에서는, 웨이퍼는 다음의 제1 연마 조건 및 제2 연마 조건으로 연마된다. 제1 연마 조건은, 국소 하중 부여 기구(110)를 사용하지 않고, 리테이너 링 압박 기구(60)에 의해서만 리테이너 링(40)을 면압 P1로 연마 패드(2)에 대해 압박한다고 하는 것이다. 제2 연마 조건은, 리테이너 링 압박 기구(60)에 의해 리테이너 링(40)을 면압 P1로 연마 패드(2)에 대해 압박하고, 다시 국소 하중 부여 기구(110)에 의해 리테이너 링(40)의 연마 패드에 대한 면압이 P2만큼 감소하도록 상향의 국소 하중을 부여한다고 하는 것이다.

[0104] 제2 연마 조건하에서는 국소 하중이 리테이너 링(40)에 부여되므로, 제1 연마 조건하에서의 연마에 비해, 리테이너 링(40)의 자세가 변경되고, 특히 웨이퍼 에지부의 연마 프로파일이 변경된다. 제2 연마 조건하에서는, 연마면(2a)에 작용하는 리테이너 링(40)의 총 면압은  $P1 - P2$ 로, 제1 연마 조건에서의 면압 P1보다도 작다. 제2 연마 조건에 있어서, 리테이너 링 압박 기구(60)에 의한 면압을 P1로부터  $P1 + P2$ 로 변경하면, 연마면(2a)에 작용하는 리테이너 링(40)의 총 면압은 P1로 된다. 이 총 면압은, 제1 연마 조건에 있어서의 리테이너 링(40)의 면압 P1과 동일하다. 따라서, 이 경우는, 제1 연마 조건과 동일한 리테이너 링(40)의 면압을 유지하면서, 리테이너 링(40)의 자세를 바꾼 조건하에서 연마 프로파일을 얻을 수 있다. 통상, 웨이퍼의 에지부의 연마 프로파일을 조정하는 경우에는, 제2 연마 조건의 리테이너 링 압박 기구(60)에 의한 면압은  $P1 + 0.5 \times P2 \sim P1 + 2.5 \times P2$ 의 범위인 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는  $P1 + 1.2 \times P2 \sim P1 + 1.8 \times P2$ 의 범위이다.

[0105] 도 11은 국소 하중 부여 기구(110)의 다른 실시 형태를 도시하고 있다. 도 11에 도시하는 톱 링(1)의 구성은, 도 3에 도시하는 톱 링(1)의 구성과 동일하므로, 그 중복되는 설명을 생략한다. 본 실시 형태에서는, 도 3에 도시되는 가이드 링(112) 대신에 영구 자석(130)이 설치되고, 차륜(115) 대신에 전자석(131)이 설치되어 있다. 영구 자석(130)은, 리테이너 링(40)에 고정된 하중 전달 부재(111)에 지지되어 있다. 전자석(131)은, 리테이너 링(40)의 상방에 설치된 영구 자석(130)에 대향하도록 배치된다. 국소 하중 부여 기구(110)는, 이들 전자석(131)과 영구 자석(130) 사이에 작용하는 자기력에 의해 리테이너 링(40)의 일부에 상하 방향의 국소 하중을 부여하는 것이 가능하게 되어 있다.

[0106] 영구 자석(130)과 동일한 자극의 자기력을 전자석(131)에 발생시킨 경우에는 리테이너 링(40)에 대해 하향의 국소적인 하중(반발력)을 부여할 수 있고, 영구 자석(130)과 반대의 자극의 자기력을 전자석(131)에 발생시킨 경우에는 리테이너 링(40)에 대해 상향의 국소적인 하중(인력)을 부여하는 것이 가능하다. 이와 같이, 전자석(131)은, 하향의 하중 및 상향의 하중을 선택적으로 리테이너 링(40)의 일부에 부여할 수 있다. 리테이너 링(40)에 가해지는 힘을 조정함으로써 리테이너 링(40)의 자세를 변경하는 것이 가능하고, 웨이퍼(W)의 연마 프로파일, 특히 웨이퍼 에지부의 연마 프로파일을 조정하는 것이 가능해진다. 또한, 본 실시 형태에서는 리테이너 링(40)의 상방에 영구 자석(130)을 설치하였지만, 영구 자석(130) 대신에 자성체를 설치하고, 전자석(131)에 의해 자성체를 끌어당김으로써 리테이너 링(40)에 상향의 국소적인 하중(력)을 부여하는 것도 가능하다.

[0107] 전자석(131)은 톱 링 헤드(16)에 연결된 승강 기구(133)에 지지되어 있다. 승강 기구(133)에는 에어 실린더, 또는 볼 나사와 서보 모터를 사용한 기구 등이 사용된다. 이하 설명한 바와 같이 전자석(131)의 하강 위치를 정밀하게 제어하는 경우에는, 볼 나사와 서보 모터를 사용한 기구를 사용하는 것이 바람직하다.

[0108] 리테이너 링(40)이 연마면(2a)에 접촉하고 있는 상태에서, 승강 기구(133)에 의해 전자석(131)을 영구 자석(130)에 근접한 위치까지 하강시키고, 전자석(131)을 기동시켜 리테이너 링(40)의 일부에 대해 국소적인 힘을 부여한다. 리테이너 링(40)에 가하는 힘은, 전자석(131)에 발생시키는 자기력 및/또는 영구 자석(130)과 전자석(131)의 거리를 변화시킴으로써 변경하는 것이 가능하다. 영구 자석(130)과 전자석(131)의 거리와, 전자석(131)에 입력되는 전류와, 입력 전류 및 거리에 대응하는 자기력의 관계를 미리 취득해 둬으로써, 전자석(131)에 의해 발생시키는 자기력의 크기를, 전자석(131)에의 입력 전류와, 영구 자석(130)과 전자석(131)의 거리로부



터 결정할 수 있다.

- [0109] 본 실시 형태와 같이 국소 하중 부여 기구(110)에 자기력을 사용하는 경우, 자기가 다른 장소에 영향을 미치는 것을 피하기 위해, 톱 링 본체(10) 등, 톱 링(1)의 각 부위에 자기 실드재를 사용하거나, 톱 링(1)의 각 부위를 자기 실드재로 코팅해도 된다. 자기가 미치는 영향으로서는, 웨이퍼의 미세한 전기 배선에 큰 유도 전류가 흘러, 반도체 디바이스가 파괴되어 버리는 것, 연마면측으로부터 금속막의 막 두께 신호를 취득하고 있는 와전류 센서의 정밀도에 영향을 미치는 것 등을 들 수 있다.
- [0110] 통상, 웨이퍼(W)를 연마할 때마다 다이아몬드 입자 등을 사용한 드레서에 의해 연마 패드(2)의 연마면(2a)의 컨디셔닝이 행해진다. 따라서, 웨이퍼(W)를 연마할 때마다 연마 패드(2)가 감모(減耗)되어 가, 전자석(131)과 영구 자석(130)의 거리는 서서히 커져 간다. 리테이너 링(40)도, 웨이퍼(W)의 연마 중에 연마 패드(2)에 미끄럼 접촉되므로, 리테이너 링(40)의 패드 접촉면은 서서히 마모되어 간다. 이 경우에도 전자석(131)과 영구 자석(130)의 거리는 서서히 커져 간다. 리테이너 링(40)에 가해지는 국소 하중은, 영구 자석(130)과 전자석(131)의 간극에 크게 의존하므로, 소모품인 연마 패드(2) 및 리테이너 링(40)의 높이 변화에 관계없이 이 간극을 일정하게 유지하는 것은 매우 중요하다. 예를 들어, 연마 패드(2)의 높이가  $\Delta H$ 만큼 낮아진 경우는, 승강 기구(133)에 의해 전자석(131)의 위치는  $\Delta H$ 만큼 낮추어진다. 일본 특허 출원 공개 제2006-128582호 공보 및 일본 특허 출원 공개 제2006-255851호 공보에 개시되는 연마 패드나 리테이너 링의 감모량 측정 방법을 이용하여, 영구 자석(130)과 전자석(131)의 간극의 변화를 구해도 된다.
- [0111] 연마 패드(2)가 마모됨에 따라서, 웨이퍼(W)의 연마시의 톱 링(1)의 높이(이하, 연마 위치라 함)를 변경할 필요가 있다. 이 톱 링(1)의 연마 위치는, 상하 이동 기구(27)에 의해 조정하는 것이 가능하다. 톱 링(1)의 연마 위치의 변경에 따라서 전자석(131)의 하강 위치가 조정된다.
- [0112] 본 실시 형태에서는, 톱 링 헤드(16)와 승강 기구(133) 사이에 로드셀(135)이 설치되어 있다. 이 로드셀(135)은, 리테이너 링(40)에 가해지는 국소 하중에 따라서 변화되는 힘을 계측 가능하게 되어 있다. 국소 하중에 따라서 변화되는 힘이라 함은, 자석(130, 131) 사이의 반발력으로부터 로드셀(135)에 현수된 승강 기구(133)나 전자석(131) 등의 기기의 중력을 뺀 힘이다. 기기의 무게는 미리 계측된다. 로드셀(135)에 의해 측정되는 힘은, 리테이너 링(40)에 가해지는 국소 하중과 동일한 변화율로 변화된다. 로드셀(135)의 계측값에 기기의 무게를 가산함으로써, 연마 중 실제로 국소 하중 부여 기구(110)로부터 리테이너 링(40)에 가해지고 있는 하중을 결정할 수 있다.
- [0113] 계측 결과가 원하는 하중과 다른 경우에는, 전자석(131)에 입력하는 전류를 제어하여 자기력을 조정하는 것이 가능하다. 영구 자석(130)의 자기력은 경시 변화되는 경우도 생각된다. 자기력 변화를 보정하기 위해, 연마를 행하고 있지 않은 동안에 전자석(131)을 작동시키고, 그때의 리테이너 링(40)에의 하중을 산출하여, 설정된 초기 하중과 현재의 하중의 차를 없애기 위한 전자석(131)에의 입력 전류를 보정하고, 그 이후의 웨이퍼(W)의 연마시에 보정한 전류값을 사용하는 것도 가능하다. 도 3에는 로드셀은 도시되어 있지 않지만, 도 3에서도 마찬가지로 톱 링 헤드(16)와 에어 실린더(114) 사이에 로드셀을 설치하여, 실제의 하중을 산출하고, 하중의 초기값으로부터의 변화량에 기초하여 에어 실린더(114)의 압박력을 보정하는 것도 가능하다.
- [0114] 도 11에 도시하는 실시 형태에서는, 국소 하중 부여 기구(110)는, 비접촉으로 리테이너 링(40)에 힘을 부여하는 것이 가능하므로, 도 3의 가이드 링(112)과 차륜(115)과 같은 미끄럼 이동 요소가 존재하지 않는다. 따라서, 도 9에 도시하는 톱 링(1)을 덮는 커버(120, 121)가 불필요해져, 톱 링(1)의 소모품 교환 등의 메인テナンス가 매우 용이해진다. 영구 자석(130)에는 네오디뮴 자석 등이 사용된다. 영구 자석(130)으로서, 일체로 형성된 링 형상의 영구 자석이어도 되고, 분할된 복수의 영구 자석을 정렬하여 링 형상으로 형성해도 되고, 링 형상의 부재에 복수의 영구 자석을 매설해도 된다. 영구 자석(130)의 표면은 코팅이나 도금 등에 의해 방식(防食)되어 있는 것이 바람직하다. 코팅이나 도금 대신에 자성 스테인리스 등의 내식성의 자성체로 영구 자석(130)을 덮어도 된다.
- [0115] 도 12는 도 11의 전자석(131) 대신에 영구 자석(140)을 설치한 실시 형태를 도시하고 있다. 영구 자석(130, 140) 사이에 반발력이 발생하도록, 영구 자석(140)은, 하중 전달 부재(111)에 지지된 영구 자석(130)에 대향하여 배치된다. 본 실시 형태에서는, 승강 기구(133)에 에어 실린더가 사용되고 있다. 에어 실린더(133)는, 2개의 영구 자석(130, 140)의 간극이 극소로 되었을 때의 최대 반발력보다도 작은 힘으로 영구 자석(140)을 하강시킨다. 이것은, 상측의 영구 자석(140)이 하측의 영구 자석(130)에 접촉해 버리는 것을 피하기 위함이다.
- [0116] 2개의 영구 자석(130, 140) 사이의 간극이 큰 경우에는, 영구 자석간의 반발력보다도 에어 실린더(133)의 하향

의 힘이 크기 때문에 상측의 영구 자석(140)은 하강한다. 2개의 영구 자석(130, 140) 사이의 간극이 작아져, 그 반발력이 에어 실린더(133)의 하향의 힘과 균형이 맞추어졌을 때에 영구 자석(140)의 하강이 정지한다. 이 때, 에어 실린더(133)의 하향의 힘에 상응하는 하중이 리테이너 링(40)에 가해지게 된다. 따라서, 에어 실린더(133)에 입력하는 기체의 압력을 변경함으로써 리테이너 링(40)에 가하는 하중을 조정하는 것이 가능해진다.

[0117] 도 11 및 도 12에서는 자기력을 사용한 국소 하중 부여 기구(110)의 실시 형태를 도시하였지만, 국소 하중 부여 기구(110)는 상술한 예에 한정되는 것은 아니며, 예를 들어 리테이너 링(40)의 상면측에 전자석을 설치하는 것이나, 전자석과 에어 실린더의 조합으로 국소 하중 부여 기구(110)를 구성하는 것도 가능하다.

[0118] 도 13은 톱 링(1)의 다른 실시 형태를 도시하고 있다. 국소 하중 부여 기구(110)로서, 도 3에 도시하는 에어 실린더(114)와 차륜(115)이 사용되어 있다. 이 대신에, 도 11 및 도 12에 도시하는 자기력을 사용한 국소 하중 부여 기구(110)를 사용하는 것도 가능하다. 본 실시 형태의 특별히 설명하지 않는 구성은, 도 3에 도시하는 구성과 마찬가지로이다.

[0119] 톱 링 본체(10)는, 톱 링 베이스(150)와, 탄성막(45)을 보유 지지하는 캐리어(43)로 기본적으로 구성되어 있다. 탄성막(45)의 하면은, 웨이퍼(W)를 보유 지지하는 기관 보유 지지면(45a)을 구성한다. 구면 베어링(155)은, 톱 링 베이스(150)와 구동 플랜지(158) 사이에 설치되어 있고, 톱 링 베이스(150)는 구동 플랜지(158)에 대해 자유롭게 틸팅 가능하게 되어 있다. 구면 베어링(155)은, 세라믹 등의 경질의 볼로 구성되어 있다.

[0120] 리테이너 링(40)은 톱 링 베이스(150)에 고정되어 있고, 리테이너 링(40)은 톱 링 베이스(150)와 일체로 틸팅 가능하게 되어 있다. 구동 플랜지(158)는 톱 링 샤프트(11)의 하단부에 고정되어 있고, 톱 링 샤프트(11)와 함께 구동 플랜지(158)가 회전하도록 되어 있다. 구동 플랜지(158)의 회전은, 톱 링 베이스(150)에 고정된 복수의 토크 전달 핀(도시하지 않음)을 통해 톱 링 베이스(150)에 전달된다.

[0121] 캐리어(43)는, 톱 링 베이스(150)로부터 분리되어 있고, 탄성막(45)을 통해 톱 링 베이스(150)에 연결되어 있다. 캐리어(43)는, 톱 링 베이스(150)에 대해 상하 이동 가능하고, 또한 틸팅 가능하게 되어 있다. 캐리어(43), 톱 링 베이스(150) 및 탄성막(45)에 의해 압력실(161)이 형성되어 있고, 이 압력실(161)에 압력 조정 장치(65)(도 3 참조)로부터 가압 유체를 공급함으로써, 캐리어(43), 탄성막(45) 및 웨이퍼(W)를 하강시킬 수 있고, 또한 압력 조정 장치(65)에 의해 압력실(161)에 부압을 형성함으로써, 캐리어(43), 탄성막(45) 및 웨이퍼(W)를 상승시킬 수 있다.

[0122] 톱 링 베이스(150) 및 리테이너 링(40)은, 구면 베어링(155)에 의해 구동 플랜지(158)에 대해 전 방향(360°)으로 틸팅 가능하게 되어 있다. 이 구면 베어링(155)의 틸팅 중심은, 리테이너 링(40)의 중심 축선상에 있다. 구동 플랜지(158) 및 톱 링 베이스(150)는, 스테인리스 강이나 알루미늄 등의 금속 또는 세라믹 등의 비교적 강성이 높은 재료로 형성되어 있는 것이 바람직하다.

[0123] 톱 링 샤프트(11)의 하향의 하중 및 토크는, 구동 플랜지(158)를 통해 톱 링 베이스(150)에 전달된다. 즉, 톱 링 샤프트(11)의 하향의 하중은, 구동 플랜지(158) 및 구면 베어링(155)을 통해 톱 링 베이스(150)에 전달되고, 톱 링 샤프트(11)의 토크는, 구동 플랜지(158) 및 토크 전달 핀(도시하지 않음)을 통해 톱 링 베이스(150)에 전달된다. 본 실시 형태에서는, 도 3에 도시하는 리테이너 링 압박 기구(60)는 설치되어 있지 않다. 따라서, 리테이너 링(40)은, 톱 링 베이스(150)와 일체로 틸팅하고, 회전하고, 또한 상하 이동한다.

[0124] 국소 하중 부여 기구(110)는, 리테이너 링(40) 및 톱 링 베이스(150)의 상방에 배치되어 있다. 국소 하중 부여 기구(110)는, 톱 링 베이스(150)를 통해 리테이너 링(40)의 일부에 하향의 국소 하중을 부여한다. 리테이너 링(40)은, 탄성막(45)의 기관 보유 지지면(45a)에 보유 지지된 웨이퍼(W)와 일체로 회전하지만, 기관 보유 지지면(45a)과는 독립적으로 틸팅하는 것이 가능하다. 따라서, 국소 하중 부여 기구(110)에 의해 리테이너 링(40)의 일부를 하방으로 압박해도, 기관 보유 지지면(45a)에 보유 지지된 웨이퍼(W)의 자세는 변화되지 않는다.

[0125] 웨이퍼(W)의 연마 중, 탄성막(45)과 캐리어(43) 사이에 형성되는 압력실, 즉, 센터실(50), 리플실(51), 아우터실(52) 및 에지실(53)에는 가압 유체가 공급된다. 따라서, 톱 링 본체(10)는, 이들 압력실(50~53)로부터 상향의 반력을 받는다. 리테이너 링(40)이 연마 패드(2)에 부여하는 하중은, 구동 플랜지(158)를 통해 톱 링 베이스(150)에 가해지는 하향의 하중으로부터 이 상향의 반력을 뺀 하중으로 된다. 상술한 상하 이동 기구(27)(도 2 참조)로부터 톱 링 샤프트(11)에 부여되는 하향의 하중을 변경함으로써, 리테이너 링(40)의 연마 패드(2)에 대한 하중을 변경하는 것이 가능하다. 본 실시 형태에서는, 상하 이동 기구(27)로서, 볼 나사와 서보 모터의 조합 대신에, 에어 실린더를 사용해도 된다.

[0126] 도 13에 도시하는 톱 링(1)과, 도 11 또는 도 12에 도시하는 자기력을 이용한 국소 하중 부여 기구(110)를 조합

한 경우에는, 연마 패드(2) 및/또는 리테이너 링(40)의 마모에 기인하는 영구 자석(130)과 전자석(131)의 간극의 변화는, 톱 링(1)의 높이의 측정값으로부터 구할 수 있다. 구체적으로는, 톱 링(1)의 높이의 초기의 측정값과 현재의 측정값의 차분으로부터, 영구 자석(130)과 전자석(131)의 간극의 변화를 결정할 수 있다. 도 1에 도시하는 바와 같이, 톱 링 헤드(16)에는, 톱 링 높이 센서(39)가 설치되어 있다. 이 톱 링 높이 센서(39)는, 톱 링(1)과 일체로 상하 이동하는 브리지(28)의 위치로부터 톱 링(1)의 높이를 측정한다.

[0127] 상술한 실시 형태와 마찬가지로, 연마 중에 리테이너 링(40)에 가해지는 횡방향의 힘[웨이퍼(W)와 연마 패드(2)의 마찰력]은, 구면 베어링(155)에 의해 받아진다. 구면 베어링(155)을 사용한 본 실시 형태에 따르면, 연마면(2a)에 대한 톱 링 샤프트(11)의 수직도에 근소한 어긋남이 있었던 경우라도, 톱 링 베이스(150)는 구면 베어링(155)에 의해 틸팅되어 연마면(2a)에 추종한다. 또한, 연마시에 발생하는 웨이퍼(W)와 연마면(2a)의 마찰력을 받아, 톱 링 베이스(150) 및 리테이너 링(40)은 원활하게 기울어진다. 톱 링 베이스(150)는 금속이나 세라믹 등의 비교적 강성이 높은 재료로 형성되므로, 톱 링 베이스(150)의 변형의 영향을 작게 억제하여, 구면 베어링(155)에 의해 톱 링 베이스(150)를 원활하게 틸팅시키는 것이 가능하다.

[0128] 캐리어(43)는, 톱 링 베이스(150)로부터 분리되어 있고, 탄성막(160)을 통해 톱 링 베이스(150)에 연결되어 있는, 이른바 플로팅된 상태로 되어 있다. 상술한 바와 같이 구성된 톱 링(1)에 따르면, 리테이너 링(40)은 기관 보유 지지면(45a) 및 이것에 보유 지지된 웨이퍼(W)와 독립적으로 틸팅 가능하고, 또한 독립적으로 연마 패드(2)를 압박 가능하게 되어 있다. 따라서, 국소 하중 부여 기구(110)에 의해 리테이너 링(40)의 일부를 하방으로 압박해도, 웨이퍼(W)는 기울지 않고, 또한 탄성막(45)의 기관 보유 지지면(45a)으로부터 웨이퍼(W)에 가해지는 압력은 변화되지 않는다. 따라서, 국소 하중 부여 기구(110)는, 리테이너 링(40)의 자세를, 웨이퍼(W)의 자세 및 웨이퍼(W)에 작용하는 압력과는 독립적으로 제어할 수 있다. 즉, 기관 보유 지지면(45a)으로부터 웨이퍼(W)에 가해지는 압력은 일정하게 유지한 상태에서, 리테이너 링(40)의 자세 제어에 의해 연마 프로파일의 조정을 행하는 것이 가능해진다.

[0129] 리테이너 링(40)은, 톱 링(1)에 보유 지지된 웨이퍼(W)와 함께 일체로 회전하면서, 연마 패드(2)에 압박된다. 이와 같이 연마 중에는 리테이너 링(40) 및 웨이퍼(W)가 회전하고 있으므로, 연마 패드(2)의 연마면(2a)이 리테이너 링(40) 및 웨이퍼(W)에 접촉하는 영역은, 연마 테이블(3)이 회전할 때마다 조금씩 바뀐다. 이에 의해, 연마 패드(2) 상의 특정한 영역이 웨이퍼(W)의 특정한 영역에만 접촉하는 것이 회피되어, 결과적으로 웨이퍼(W)의 표면을 균일하게 연마할 수 있다. 마찬가지로의 이유로부터, 리테이너 링(40)의 편마모를 방지할 수 있다.

[0130] 리테이너 링(40)의 내경은 웨이퍼(W)의 외경보다도 크게 형성된다. 이로 인해 톱 링(1)의 회전에 수반하여, 유성 운동에 의해 리테이너 링(40)과 웨이퍼(W)의 주위 방향의 상대 위치는 조금씩 변화된다. 이에 의해 리테이너 링(40)의 평면도의 영향을 웨이퍼(W)의 특정한 주위 방향 위치에 미치는 일 없이 평균화할 수 있어, 결과적으로 웨이퍼(W)의 표면, 특히 주위 방향에 걸쳐 균일하게 연마할 수 있다.

[0131] 도 14는, 연마면(2a)의 상방으로부터 본 위치 관계를 도시한 도면이다. 웨이퍼(W)의 중심과 연마면(2a)의 중심을 연결한 선을 가상선 VL이라 정의하면, 연마면(2a)은 그 회전 방향에 관하여 가상선 VL의 상류측과, 가상선 VL의 하류측으로 나눌 수 있다. 가상선 VL의 상류측 및 가상선 VL의 하류측은, 바꾸어 말하면, 연마면(2a)의 이동 방향에 관하여 웨이퍼(W)의 상류측 및 하류측이다. 도 14에서는, 회전 방식의 연마면에 대해 설명하고 있지만, 벨트 방식 등의 웨이퍼(W) 면내에서 연마면의 속도가 일정해지는 연마 장치에서는 보다 용이하게 상류측 및 하류측을 정의 가능하다.

[0132] 도 14에 도시하는 원(S)은, 웨이퍼(W)의 중심을 지나는 연마면(2a)의 회전 궤적을 나타내고 있다. 원(S)의 웨이퍼 중심에서의 접선(T)과 웨이퍼 원과의 2개의 교점 중, 상류측의 교점을 각도 0도로 하고, 하류측의 교점을 각도 180도로 한다. 가상선 VL과 웨이퍼 원과의 2개의 교점 중 연마면 중심측의 교점을 각도 270도, 연마면 외주측의 교점을 각도 90도로 한다. 여기서, 웨이퍼 원이라 함은, 웨이퍼(W)의 외주연이다.

[0133] 연마 중, 웨이퍼(W)의 마찰력을 받는 리테이너 링(40)은, 하류측, 즉, 각도 180도 부근에서 부상된 상태로 되어 있다. 반대로, 상류측, 즉, 각도 0도 부근에서는 리테이너 링(40)은 연마 패드(2)에 침강한 상태로 되어 있다. 따라서, 리테이너 링(40)의 하류측 부분에 국소 하중 부여 기구(110)로부터 하향의 국소적인 하중을 가한 경우에 리테이너 링(40)의 자세를 변경하는 효과가 커, 연마 프로파일을 효과적으로 제어하는 것이 가능하다. 또한, 연마 중에는, 웨이퍼(W)는 연마면(2a)과의 마찰력을 받아 리테이너 링(40)의 내주면에 압박된 상태로 되어 있으므로, 하류측에 있어서 리테이너 링(40)과 웨이퍼(W)의 간극이 가장 작게 되어 있다. 따라서, 국소 하중 부여 기구(110)는, 하류측에서 리테이너 링(40)에의 하향의 국소 하중을 증가시킴으로써, 패드 리바운드의 영향을 현저하게 웨이퍼(W)에 미치게 한다. 이와는 반대로, 국소 하중 부여 기구(110)로부터 상향의 국소 하중

을 리테이너 링(40)에 부여하는 경우에는, 상류측 부분에서 상향의 국소 하중을 부여하면 리테이너 링(40)의 자세를 변경하는 효과가 커, 연마 프로파일을 효과적으로 제어하는 것이 가능하다.

[0134] 웨이퍼(W)와 연마면(2a)의 마찰력이 큰 프로세스 조건에 있어서는, 하류측에서의 리테이너 링(40)의 부상이 커져, 웨이퍼(W)가 톱 링(1)으로부터 미끄러져 나가 버리는 일이 있다. 이러한 문제도, 리테이너 링(40)의 하류측 부분에 국소적인 하향 하중을 가함으로써, 하류측에서의 리테이너 링(40)의 부상을 감소시킴으로써 해결할 수 있다. 따라서, 안전하게 웨이퍼(W)를 연마하는 것이 가능해진다. 또한, 종래는 적용이 곤란했던 웨이퍼(W)에 고하중을 가하는 조건이나, 연마 패드(2), 연마액, 웨이퍼(W) 등의 조합에 의해 고마찰로 되는 조건에서도 안전하게 연마 가능해진다.

[0135] 연마액은 연마면(2a)의 회전에 수반하여, 상류측으로부터 톱 링(1) 내로 유입된다. 따라서, 리테이너 링(40)의 하류측 부분을 압박하여 상류측 부분의 연마 패드(2)에의 침강량을 감소시키면, 연마액의 톱 링(1) 내로의 유입이 용이해져, 효과적으로 연마액을 사용하여 연마하는 것이 가능해진다. 이에 의해 연마율이 상승하여, 연마액의 사용량을 삭감하는 것이 가능해지고, 나아가서는 연마 온도의 상승을 억제하는 것이 가능해진다. 또한, 연마액이 보다 풍부한 상태에서 웨이퍼(W)가 연마되므로 스크래치 등의 연마 후 웨이퍼(W)의 결함을 줄이는 것이 가능해지고, 나아가서는 연마 후 웨이퍼(W)의 표면 단차를 감소시키는 것이 가능해진다. 따라서, 대부분의 경우에는 하향의 국소 하중을 부여하는 국소 하중 부여 기구(110)는 하류측에 설치하는 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는 180도±60도의 범위에 설치한다.

[0136] 그러나, 상술한 바와 같이, 최근에는 반도체 디바이스의 종류, 소모재의 종류가 비약적으로 증가하고 있어, 제품의 수율 향상을 위해 다양한 형상의 연마 프로파일의 제어성이 필요해지고 있다. 리테이너 링(40)에의 국소 하중의 위치를 변경하면, 연마 프로파일의 변화의 방법이 바뀐다. 따라서, 연마 프로파일은, 국소 하중 부여 기구(110)의 설치 위치에 따라 다양하게 바꾸는 것이 가능하다. 특정 프로세스에서는 270도±60도나 90도±60도, 또는 0도±60도가 보다 바람직한 설치 위치로 선택되는 경우도 있다.

[0137] 이러한 다양한 연마 프로파일에 대한 요구에 대응하기 위해, 국소 하중 부여 기구(110)를 이동 가능하게 설치해도 된다. 도 15에 도시하는 실시 형태에서는, 톱 링 헤드(16)에 설치된 환 형상의 이동 기구(170)에 의해, 국소 하중 부여 기구(110)는 톱 링(1)의 회전 중심 주위로 360도 이동 가능하게 되어 있다. 따라서, 이동 기구(170)에 의해, 국소 하중 부여 기구(110)의 위치를 원하는 장소로 변경하는 것이 가능하다. 이동 기구(170)로서는, 예를 들어 곡선 운동이 가능한 모션 가이드 기구 및 국소 하중 부여 기구(110)를 구동시키는 서보 모터 등을 사용하여 구성되는 것이 가능하다. 웨이퍼의 연마 레시피에 따라서 국소 하중 부여 기구(110)의 위치를 설정하고, 변경하는 것도 가능하다.

[0138] 도 15에 도시하는 이동 기구(170) 대신에, 나사 등의 체결구에 의해 톱 링 헤드(16) 상의 소정의 복수의 개소에서부터 선택된 원하는 개소에 국소 하중 부여 기구(110)를 장착해도 된다. 이 구성에서는, 국소 하중 부여 기구(110)는, 체결구에 의해 톱 링 헤드(16)에 착탈 가능하게 장착된다. 이동 기구(170) 및 체결구를 사용한 설치 위치를 변경 가능하게 하는 구성은, 도 11~도 13에 도시하는 실시 형태에도 적용 가능하다.

[0139] 복수의 국소 하중 부여 기구(110)를 톱 링(1)의 주위 방향을 따라 설치하는 것도 가능하다. 예를 들어, 국소 하중 부여 기구(110)를 하류측(각도 180도) 및 연마면 중심측(각도 270도)의 2개소에 설치해도 된다. 이 경우, 연마면(2a)과 평행한 서로 직교하는 2축 주위로 리테이너 링(40)의 자세 제어가 가능해진다. 따라서, 국소 하중 부여 기구(110)가 1개인 경우에 비해, 연마 프로파일 제어의 적용 가능 범위가 비약적으로 확대된다.

[0140] 자력의 반발력 및 인력의 조합을 사용한 국소 하중 부여 기구(110)는, 연마 프로파일 제어의 적용 가능 범위가 넓다고 하는 이점이 있다. 에어 실린더에 의한 하향 하중이나, 자석의 반발력만을 사용하는 경우에는, 적어도 3개의 국소 하중 부여 기구(110)를 설치하는 것이 바람직하다. 에어 실린더를 사용한 국소 하중 부여 기구(110)를 하류측(각도 180도) 및 연마면 중심측(각도 270도)의 2개소에 설치한 경우, 연마면 중심측의 국소 하중 부여 기구(110)에 의해 리테이너 링(40)이 연마 패드(2)의 중심측 영역에 침강하도록 리테이너 링(40)의 자세를 변경 가능하지만, 연마 패드(2)의 외주측 영역에 침강하도록 리테이너 링(40)에 국소 하중을 부여할 수는 없다. 이러한 경우에는, 하류측(각도 180도) 및 연마면 중심측(각도 270도)의 2개소에 더하여, 연마면 외주측(각도 90도)에도 국소 하중 부여 기구(110)를 설치하는 것이 바람직하다. 또한, 국소 하중 부여 기구(110)를 120도 피치로 3개소에 설치해도 된다. 복수의 국소 하중 부여 기구(110)를 도 15의 이동 기구(170)와 조합하여 설치 위치를 변경 가능하게 하는 것도 가능하다.

[0141] 국소 하중 부여 기구(110)의 설치 위치 및 리테이너 링(40)에 대한 국소 하중을 조정함으로써, 다양한 연마 프



로파일을 실현하는 것이 가능해져, 매우 많은 종류의 반도체 디바이스의 수율을 향상시키는 것이 가능해진다.

[0142] 도 16에 도시되는 실시 형태에 있어서는, 국소 하중 부여 기구(110)에 더하여, 리테이너 링 높이 센서(175)가 톱 링 헤드(16)에 고정되어 있다. 이 리테이너 링 높이 센서(175)에 의해 리테이너 링(40)의 연직 방향의 변위 [즉, 리테이너 링(40)의 높이]가 측정 가능하게 되어 있다. 도 16에는 도시되어 있지 않지만, 국소 하중 부여 기구(110)는, 상술한 에어 실린더를 사용하는 타입, 전자석과 영구 자석의 조합을 사용하는 타입, 영구 자석끼리의 조합을 사용하는 타입 및 이들 이외의 타입 중 어느 것이라도 좋다.

[0143] 가이드 링(112)의 센서 타깃면은, 국소 하중 부여 기구(110)가 국소 하중을 부여하는 개소와 공통이어도 되고, 다른 개소여도 된다. 센서 타깃면은 통상은 평탄하게 형성해 둔다. 리테이너 링 높이 센서(175)로서는 접촉식의 변위계가 사용 가능하기는 하지만, 레이저 변위계 등 비접촉으로 리테이너 링(40)의 높이를 측정하는 비접촉식 변위 센서를 사용하는 것이 바람직하다. 이것은, 접촉식 변위계를 사용한 경우, 센서 측정자와 가이드 링(112)의 접촉부로부터의 발진이 연마면(2a)에 낙하여, 연마 웨이퍼의 결함으로 이어질 가능성이 있는 것 및 센서 측정자가 가이드 링(112)에 접촉하여, 리테이너 링(40)에 하향의 하중을 부여함으로써 리테이너 링(40)의 자세가 변화되어 버릴 가능성이 있기 때문이다.

[0144] 상술한 도 11 및 도 12에 도시하는 실시 형태에서는, 연마 패드(2) 및/또는 리테이너 링(40)의 감모량은 일본 특허 출원 공개 제2006-128582호 공보 및 일본 특허 출원 공개 제2006-255851호 공보에 개시되는 연마 패드나 리테이너 링의 감모량 측정 방법을 이용하여 측정된다. 연마 중의 리테이너 링(40)의 높이의 변화량은, 측정된 각 감모량으로부터 연마 제어부(9)에 의해 산출된다. 연마 제어부(9)는, 리테이너 링(40)의 높이의 변화량을 국소 하중 부여 기구(110)의 승강 기구(133)로 피드백하여, 자석간의 간극을 일정하게 유지하도록 하고 있다. 도 16에 도시하는 리테이너 링 높이 센서(175)를 설치하는 경우에는, 연마 제어부(9)는 센서(175)의 측정값으로부터 구해지는 리테이너 링(40)의 높이 변화량을 승강 기구(133)로 피드백해도 된다. 또한, 리테이너 링(40)의 높이의 측정 결과에 기초하여, 연마 중 또는 다음의 웨이퍼의 연마에서 적용되는 리테이너 링(40)에 대한 국소 하중의 크기 및/또는 국소 하중의 위치[즉, 국소 하중 부여 기구(110)의 위치]를 변경해도 된다. 다음 웨이퍼의 연마에서 적용되는 국소 하중의 위치를 변경하는 경우에는, 다음 웨이퍼의 연마 전에 사전에 국소 하중의 위치를 변경하는 것이 바람직하다. 복수의 국소 하중 부여 기구(110)가 설치되어 있는 경우에는, 동작하는 국소 하중 부여 기구(110)를 변경함으로써 국소 하중의 위치를 변경할 수 있다. 또한, 복수의 국소 하중 부여 기구(110)를 동작시켜, 각각의 국소 하중 부여 기구(110)에 의한 국소 하중의 크기의 비를 변경함으로써, 국소 하중 부여 기구(110)의 위치를 변경하는 것과 마찬가지로 효과를 얻을 수 있다.

[0145] 1개의 리테이너 링 높이 센서(175)를 설치하는 경우에는, 리테이너 링 높이 센서(175)의 측정값[즉, 측정된 리테이너 링(40)의 높이]이 소정의 임계값 이하로 되도록 국소 하중 부여 기구(110)를 작동시켜도 된다. 리테이너 링 높이 센서(175)의 설치 개소에 따라서는 측정값이 임계값 이상으로 되도록 작동시켜도 되고, 소정의 범위 내로 들어가도록 작동시켜도 된다.

[0146] 리테이너 링 높이 센서(175)는, 톱 링(1)의 주위 방향을 따라 복수 설치하는 것이 바람직하다. 리테이너 링 높이 센서(175)를 2개소에 설치하는 경우에는, 통상은 2개의 리테이너 링 높이 센서(175)를 톱 링(1)의 중심축에 관하여 대칭인 위치에 배치한다. 바람직하게는, 2개의 리테이너 링 높이 센서(175)를 톱 링(1)의 중심축에 관하여 상류측과 하류측에 설치한다. 이와 같이 하여 2개소의 리테이너 링 높이 센서(175)로부터 얻어진 2개의 측정값으로부터, 2개의 위치에서의 리테이너 링(40)의 높이의 차를 산출할 수 있다. 연마 제어부(9)는, 이 높이의 차가 원하는 범위 내로 되도록 국소 하중 부여 기구(110)의 동작을 제어한다. 보다 바람직하게는, 연마 제어부(9)가 리테이너 링(40)의 경사 평면을 산출할 수 있도록 하기 위해, 적어도 3개의 리테이너 링 높이 센서(175)를 톱 링(1)의 주위 방향을 따라 설치한다. 그리고, 리테이너 링(40)의 원하는 경사면을 실현하기 위해, 연마 제어부(9)에 의해 국소 하중 부여 기구(110)의 동작을 제어한다. 산출된 경사 평면이 원하는 경사 평면과 다른 경우에는, 국소 하중 부여 기구(110)로부터 리테이너 링(40)에 부여하는 힘을 조정한다.

[0147] 경사면을 원하는 평면으로 제어하는 대신에, 경사면으로부터 산출되는 다른 지표를 사용하여 제어를 행해도 된다. 예를 들어, 최대 경사량 및 최대 경사 위치를 원하는 범위로 조정하는 것을 행해도 된다. 여기서 최대 경사량이라 함은, 경사면 내에서 리테이너 링(40)이 가장 높게 되어 있는 높이와 가장 낮게 되어 있는 높이의 차이이며, 최대 경사 위치라 함은 리테이너 링(40)이 가장 높게 되어 있는 위치이다. 예를 들어, 최대 경사량이 0.05mm, 최대 경사 위치가 각도 180도로 연마 제어부(9)에 의해 검출된 경우에, 원하는 최대 경사량 0.03mm±0.02mm, 최대 경사 위치 각도 270도±30도의 범위로 되도록 1개 또는 복수의 국소 하중 부여 기구(110)를 조정하는 것 등이 행해진다. 국소 하중 부여 기구(110)에 리테이너 링 높이 측정 기능을 부가해도 된다. 보다 구

체적으로는, 국소 하중 부여 기구(110)가 리테이너 링 높이 센서를 구비해도 된다.

- [0148] 국소 하중 부여 기구(110)의 바람직한 설치 위치(압박 위치)의 결정 방법에 대해 이하에 기술한다. 도 17은 국소 하중 부여 기구(110)의 압박 위치 결정의 흐름도를 나타내고 있다. 스텝 1에서는, 국소 하중 부여 기구(110)에 의해 리테이너 링(40)을 압박하면서 웨이퍼를 연마한다. 스텝 2에서는, 국소 하중 부여 기구(110)를 이동시켜, 스텝 1과는 다른 위치에서 국소 하중 부여 기구(110)에 의해 리테이너 링(40)을 압박하면서 다른 웨이퍼를 연마한다. 스텝 1과 스텝 2를 필요한 횟수만큼 반복한다. 스텝 3에서는, 각 압박 위치에서의 연마 결과를 취득한다. 스텝 4에서는, 연마 결과로부터 바람직한 국소 압박 위치를 결정한다.
- [0149] 「연마 결과」의 대표적인 예로서는, 연마율 분포의 면내 균일성, 잔여막 두께 분포의 면내 균일성, 웨이퍼 에지에서의 연마 프로파일, 연마율, 연마 온도, 연마된 웨이퍼 상의 스크래치나 이물질 등의 결함, 연마된 웨이퍼의 디싱, 이로진 등으로 대표되는 평탄화 특성, 웨이퍼와 연마면(2a)의 마찰력, 이 마찰력에 기인하여 변화되는 연마 테이블 회전 모터(13)의 구동 전류 등을 들 수 있다. 이와 같이 「연마 결과」에는, 연마 장치 내에 설치된 센서나 막 두께 측정기 등에 의해 측정, 산출 가능한 항목이나, 결함 검사 장치 등 연마 장치 외에 설치된 계측기에 의해 취득 가능한 항목도 포함된다.
- [0150] 도 18은 국소 하중 부여 기구의 압박 위치의 결정 방법을 설명하기 위한 참고예를 나타내는 도면이다. 이 참고예에서는, 90도, 180도, 270도의 각 압박 위치에서 국소 하중 부여 기구(110)를 작동시킨 예를 나타내고 있다(흐름도의 스텝 3에 대응). 압박 위치는 3개소보다 적어도 되고 많아도 된다. 도 18의 「연마 결과」는 잔여막 두께 분포의 면내 균일성을 나타내고 있다. 도 18로부터 알 수 있는 바와 같이, 압박 위치 180도에서 가장 면내 균일성이 작게 되어 있다. 일반적으로 면내 균일성은 작은 쪽이 바람직하기 때문에, 이 프로세스에 있어서는 각도 180도가 바람직한 압박 위치로서 결정된다(흐름도의 스텝 4). 연마 결과를 선형 보간(補間)이나 곡선 근사 등으로 보간하여 바람직한 압박 위치를 결정해도 된다. 도 18의 예에서는 연마 결과를 2차식으로 근사시킨 곡선도 아울러 나타내고 있다. 이 곡선을 참조하면, 연마 결과가 최소로 되는 압박 위치는, 각도 180도보다 약간 큰 각도라고 하는 것을 알 수 있다. 이와 같이 하여 바람직한 압박 위치를 결정해도 된다.
- [0151] 도 19는 국소 하중 부여 기구의 압박 위치의 결정 방법을 설명하기 위한 참고예를 나타내는 도면이다. 도 19에 도시하는 참고예에서는, 연마 조건은 국소 하중 부여 기구(110)가 리테이너 링(40)에 가하는 국소 하중이며, 조건 1, 2, 3은 다른 국소 하중을 나타내고 있고, 연마 결과는 잔여막 두께 분포의 면내 균일성을 나타내고 있다.
- [0152] 도 19로부터 알 수 있는 바와 같이, 연마 조건을 조건 1, 2, 3에서 변경하였을 때의 연마 결과의 변화량은, 압박 위치 180도에서 크게 되어 있다. 그것에 대해, 압박 위치 90도나 270도에서는, 다른 연마 조건하에서의 연마 결과의 변화량은 작게 되어 있다. 보다 구체적으로는, 90도에서는 전체적으로 연마 결과가 크고, 270도에서는 전체적으로 연마 결과가 작게 되어 있다. 일반적으로는 잔여막 두께 분포의 면내 균일성은 작은 쪽이 바람직하므로, 작은 연마 결과이며 안정되어 있는 압박 위치 270도가 선택되는 경우가 있다.
- [0153] 압박 위치 180도에서는 연마 조건에 따라 면내 균일성이 크게 변화되어 있다. 이것은 연마 조건에 따라 연마 프로파일이 크게 변화되는 것을 의미한다. 따라서, 다양한 종류의 반도체 디바이스를 연마하는 경우 등, 연마 프로파일의 조정 가능 범위를 크게 확보하고자 하는 경우에는, 각도 180도가 바람직한 위치로서 선택되는 경우도 있다. 상술한 보간 방법 등을 이용하여 실제로 연마 결과를 취득한 위치로부터 어긋난 위치를 바람직한 위치로서 선택할 수도 있다.
- [0154] 연마 패드(2) 등의 소모 부재의 사용 시간에 따라서 바람직한 국소 하중 부여 기구(110)의 압박 위치나 하중을 결정해도 된다. 예를 들어, 연마 패드(2)의 내용 기간의 초기 단계, 중기 단계, 말기 단계마다 바람직한 압박 위치 및 하중을 미리 결정해 두고, 연마 패드(2)의 사용 시간에 따라서 압박 위치나 하중을 변경해 가는 것도 가능하다. 연마 장치의 다른 소모 부재로서는 리테이너 링(40), 탄성막(45), 드레서 등을 들 수 있다.
- [0155] 1개의 연마 장치 내에서 웨이퍼를 2단계로 연마하는 경우가 있다. 예를 들어, 제1 연마 단계에서 비교적 높은 압력을 웨이퍼에 가하여 웨이퍼의 표면 단차를 제거하고, 다음 제2 연마 단계에서 압력을 낮추어 웨이퍼를 연마하여, 디싱 등의 국소적인 과연마를 저감시킴으로써 연마 후의 표면 단차를 저감하는 것이 행해진다. 이러한 경우, 제1 연마 단계와 제2 연마 단계에서 국소 하중 부여 기구(110)의 바람직한 압박 위치나 하중을 변경해도 된다. 예를 들어, 제1 연마 단계에서는 제1 압박 위치에서 리테이너 링(40)에 제1 국소 하중을 부여하고, 제2 연마 단계에서는, 제1 압박 위치와는 다른 제2 압박 위치에서 리테이너 링(40)에 제1 국소 하중과는 다른 제2 국소 하중을 부여하는 것도 가능하다.
- [0156] 통상은, 연마 개시시에 리테이너 링(40)이 연마면(2a)에 접촉한 후에, 국소 하중 부여 기구(110)를 작동시켜 리

테이너 링(40)을 압박하고, 연마 종료 후 톱 링(1)이 상승하기 전에 국소 하중 부여 기구(110)의 작동을 정지한다. 톱 링(1)이 상승 위치에 있을 때에 국소 하중 부여 기구(110)가 리테이너 링(40)을 압박하면, 리테이너 링(40)이 기울어진 상태로 되어 버려, 웨이퍼의 반송상의 문제가 발생해 버린다. 이러한 문제를 피하기 위해, 리테이너 링(40)이 연마면(2a)에 접촉되어 있지 않은 톱 링(1)이 상승 위치에 있을 때에는, 국소 하중 부여 기구(110)는 리테이너 링(40)을 압박하지 않는다.

[0157] 또한, 웨이퍼의 연마 중에 막 두께 센서(7)의 측정 결과에 기초하여, 연마 중 또는 다음 웨이퍼의 연마에서 적용되는 국소 하중의 크기 및/또는 국소 하중의 위치[즉, 국소 하중 부여 기구(110)의 위치]를 변경해도 된다. 다음 웨이퍼의 연마에서 적용되는 국소 하중의 위치를 변경하는 경우에는, 다음 웨이퍼의 연마 전에 사전에 국소 하중의 위치를 변경하는 것이 바람직하다. 복수의 국소 하중 부여 기구(110)가 설치되어 있는 경우에는, 동작하는 국소 하중 부여 기구(110)를 변경함으로써 국소 하중의 위치를 변경할 수 있다. 또한, 복수의 국소 하중 부여 기구(110)를 동작시켜, 각각의 국소 하중 부여 기구(110)에 의한 국소 하중의 크기의 비를 변경함으로써, 국소 하중 부여 기구(110)의 위치를 변경하는 것과 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다. 또한, 측정 결과로부터 연마 제어부(9)에서 연마 프로파일(즉, 웨이퍼의 반경 방향의 막 두께 분포)을 생성하고, 그 연마 프로파일, 특히 웨이퍼 에지부에서의 연마 프로파일에 기초하여 국소 하중이나 국소 압박 위치를 변경해도 된다. 그 밖에, 연마 장치 내에 설치된 다른 막 두께 측정기에 의한 측정 결과에 기초하여, 국소 하중이나 국소 압박 위치를 변경해도 된다.

[0158] 도 20은 국소 하중 부여 기구(110)의 또 다른 실시 형태를 도시하는 도면이다. 특별히 설명하지 않는 톱 링(1)의 구성 및 동작은, 도 3 및 도 4에 도시하는 톱 링(1)과 동일하며, 그 중복되는 설명을 생략한다. 도 20에 도시하는 톱 링(1)에서는, 도 7 및 도 8의 (a) 내지 도 8의 (c)에 도시하는 구면 베어링(100)이 사용되어 있지만, 이 대신에 도 5 및 도 6의 (a) 내지 도 6의 (c)에 도시하는 구면 베어링(85)을 사용해도 된다.

[0159] 리테이너 링(40)의 상부는, 환 형상의 리테이너 링 압박 기구(60)에 접촉하고 있다. 이 리테이너 링 압박 기구(60)는, 리테이너 링(40)의 상면[보다 구체적으로는, 드라이브 링(40b)의 상면]의 전체에 균일한 하향의 하중을 부여하고, 이에 의해 리테이너 링(40)의 하면[즉, 링 부재(40a)의 하면]을 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 대해 압박한다.

[0160] 리테이너 링(40)은, 리테이너 링 압박 기구(60)에는 고정되지 않고, 단순히 리테이너 링 압박 기구(60)로부터의 하중을 받도록 구성되어 있지만, 리테이너 링(40)은 리테이너 링 압박 기구(60)에 고정되어 있어도 된다. 리테이너 링(40)을 리테이너 링 압박 기구(60)에 고정하는 경우에는, 리테이너 링 압박 기구(60)의 피스톤(61)을 금속 등의 자성체로 형성하고, 도 3에 도시하는 바와 같이, 드라이브 링(40b)의 상부에 복수의 자석이 배치된다.

[0161] 도 21은 리테이너 링(40)과 구면 베어링(100)을 연결하기 위한 연결 부재(75)를 도시하는 평면도이다. 도 21에 도시하는 기본적인 구성은 도 4에 도시하는 구성은 동일하지만, 도 21에서는 6개의 스포크(78)가 설치되어 있는 점에서 다르다. 다른 구성은 도 4의 구성과 동일하므로, 그 중복되는 설명을 생략한다.

[0162] 도 20에 도시하는 바와 같이, 리테이너 링(40)은, 톱 링 본체(10)로부터 반경 방향 외측으로 돌출된 상면을 갖고 있다. 이 리테이너 링(40)의 상방에는, 리테이너 링(40)의 일부에 국소 하중을 부여하는 압박 링(200)이 배치되어 있다. 압박 링(200)의 상방에는 국소 하중 부여 기구(110)가 배치되어 있다. 국소 하중 부여 기구(110)는, 국소 하중을 연마면(2a)에 대해 수직한 방향으로 압박 링(200)의 일부에 가하도록 구성되어 있다. 압박 링(200)은, 리테이너 링(40)의 상방에 배치된 지지 링(201)과, 이 지지 링(201)의 하부에 고정된 하중 전달 요소(202)를 갖고 있다. 압박 링(200)에 부여된 국소 하중은 하중 전달 요소(202)를 통해 리테이너 링(40)에 전달된다. 즉, 국소 하중 부여 기구(110)는, 기관 보유 지지면(45a)에 대한 리테이너 링(40)의 기울기를 변경하도록, 압박 링(200)을 통해 리테이너 링(40)에 국소 하중을 부여한다.

[0163] 압박 링(200)을 구성하는 지지 링(201)은, 엔지니어링 플라스틱(예를 들어 PEEK, PPS 등) 등의 수지나, 스테인리스 강 또는 알루미늄 등의 금속에 의해 형성되어 있다. 압박 링(200)의 외주부에는 원통 형상의 언더 커버(211)가 고정되어 있고, 또한 언더 커버(211)의 외주면에는 어퍼 커버(212)가 고정되어 있다. 이들 언더 커버(211) 및 어퍼 커버(212)는 압박 링(200)으로부터 상방으로 연장되어 있어, 연마액 등의 액체의 톱 링(1)으로의 침입을 방지하고 있다.

[0164] 도 20에 도시하는 실시 형태에서는, 지지 링(201)에 회전 가능하게 지지된 롤러(구름 이동부)가 하중 전달 요소(202)를 구성한다. 이하, 하중 전달 요소를 롤러라고 칭한다. 롤러(202)는, 롤러 샤프트(203)에 회전 가능하게 지지되어 있다. 롤러(202) 내에는 도시하지 않은 베어링이 배치되어 있고, 이에 의해 롤러(202)는 롤러 샤프트

프트(203) 주위로 자유롭게 회전 가능하게 되어 있다.

- [0165] 롤러(202)는, 리테이너 링(40)의 상면[보다 구체적으로는, 드라이브 링(40b)의 상면]에 고정된 환 형상 플레이트(215)에 구름 접촉한다. 압박 링(200)은, 국소 하중 부여 기구(110)로부터의 국소 하중을 받아, 롤러(202)를 통해 리테이너 링(40)의 일부에 국소 하중을 부여한다. 환 형상 플레이트(215)는, 리테이너 링 압박 기구(60)의 피스톤(61)에 일체로 접속되어 있다. 따라서, 환 형상 플레이트(215)는, 리테이너 링 압박 기구(60)에 의한 균일한 압박력과 국소 하중 부여 기구(110)에 의한 국소 하중의 양쪽을 받는 구성으로 되어 있다. 또한, 환 형상 플레이트(215)를 피스톤(61)과는 다른 요소로서 구성해도 된다. 또한, 환 형상 플레이트(215)를 생략하고 롤러(202)를 리테이너 링(40)의 상면에 직접 구름 접촉시켜도 된다.
- [0166] 환 형상 플레이트(215)는 엔지니어링 플라스틱(예를 들어, PEEK, PPS 등) 등의 수지나, 스테인리스 강 또는 알루미늄 등의 금속에 의해 형성되어 있다. 또한, 상술한 바와 같이 드라이브 링(40b) 내에 복수의 자석을 배치하는 경우에는 자성체의 금속이나 자성을 갖는 내식성 스테인리스 강을 사용해도 된다. 환 형상 플레이트(215)의 상면, 즉, 롤러(202)가 구름 접촉하는 면에는, 내 마모성을 향상시키기 위해 무전해 니켈이나 경질 크롬 등의 경질 재료를 도금에 의해 형성하거나, DLC 등의 경질 재료를 코팅해도 된다.
- [0167] 국소 하중 부여 기구(110)는 톱 링 헤드(16)에 고정되어 있어, 그 위치는 고정되어 있다. 압박 링(200)은 톱 링(1)과 함께 회전하지 않도록 국소 하중 부여 기구(110)에 의해 보유 지지되어 있다. 즉, 웨이퍼(W)의 연마 중, 리테이너 링(40)은 그 축심 주위로 회전하지만, 국소 하중 부여 기구(110) 및 압박 링(200)은 리테이너 링(40)과는 일체로 회전하지 않고, 그 위치는 고정이다.
- [0168] 도 22는 톱 링(1), 압박 링(200) 및 국소 하중 부여 기구(110)의 사시도를 도시하고 있다. 또한, 도 22에서는, 설명을 위해, 일부의 구성 요소가 생략되어 있다. 압박 링(200)은 톱 링(1) 상에 배치되어 있고, 리테이너 링(40)과 동심 형상을 갖고 있다. 압박 링(200)과 리테이너 링(40)의 직경은 거의 동일하다. 압박 링(200)에는 국소 하중 부여 기구(110)가 접속되어 있고, 국소 하중 부여 기구(110)는 압박 링(200)의 일부에 국소적인 하중을 가하도록 구성되어 있다.
- [0169] 국소 하중 부여 기구(110)는, 압박 로드(221), 브리지(222), 복수의 에어 실린더(하중 발생 장치)(231, 232, 233), 복수의 리니어 가이드(224) 및 유닛 베이스(225)로 주로 구성되어 있다. 유닛 베이스(225)는 톱 링 헤드(16)에 고정되고, 유닛 베이스(225)에는 복수의(도시한 예에서는 3개의) 에어 실린더(231~233) 및 복수의(도시한 예에서는 4개의) 리니어 가이드(224)가 장착되어 있다. 에어 실린더(231~233)의 피스톤 로드(231a~233a) 및 복수의 가이드 로드(226)는, 공통의 브리지(222)에 접속되어 있다. 복수의 가이드 로드(226)는 리니어 가이드(224)에 의해 저마찰로 상하로 이동 가능하게 지지되어 있다. 이들 리니어 가이드(224)에 의해, 브리지(222)는 기울어지는 일 없이 원활하게 상하 이동 가능하게 되어 있다.
- [0170] 각각의 에어 실린더(231~233)가 발생한 하중은 공통의 브리지(222)에 전달된다. 브리지(222)는 압박 로드(접속 부재)(221)에 의해 압박 링(200)에 접속되어 있고, 압박 로드(221)는 브리지(222)에 가해진 에어 실린더(231~233)의 하중을 압박 링(200)에 전달한다. 압박 링(200)의 압박 로드(221)와의 접속 위치의 하방에는, 상술한 하중 전달 요소로서의 롤러(구름 이동부)(202)가 배치되어 있고, 압박 로드(221)로부터 압박 링(200)에 가해진 국소 하중은 롤러(202)를 통해 리테이너 링(40)에 전달된다. 도 22에 도시되는 예에서는, 2개의 압박 로드(221) 사이의 중간점의 하방에 롤러 샤프트(203)가 배치되어 있다. 복수의 에어 실린더(231~233)는 각각 독립된 압력 조정 장치, 상하 이동 제어 장치 및 대기 개방 기구(도시하지 않음)에 접속되어 있어, 서로 독립적으로 하중을 발생할 수 있도록 구성되어 있다.
- [0171] 도 23의 (a)는, 국소 하중 부여 기구(110)로부터 리테이너 링(40)에 부여되는 국소 하중을 측정하는 로드셀(135)을 도시하는 도면이고, 도 23의 (b)는 도 23의 (a)에 도시하는 압박 링(200)을 B-B선으로부터 본 도면이다. 압박 링(200)은, 그 내부에 로드셀(135)을 구비하고 있다. 보다 상세하게는, 압박 링(200)의 지지 링(201)의 상면에는 오목부(201a)가 형성되어 있고, 이 오목부(201a)에 로드셀(135)이 설치되어 있다. 로드셀(135)은, 롤러(202)의 상방에 위치하고 있다. 로드셀(135) 상에는 하중 플레이트(204)가 배치되어 있다. 2개의 압박 로드(221)의 하단부는 하중 플레이트(204)에 접속되어 있다. 국소 하중 부여 기구(110)에 의해 생성된 국소 하중은, 2개의 압박 로드(221) 및 하중 플레이트(204)를 통해 로드셀(135)에 전달되고, 로드셀(135)은 이 국소 하중을 측정한다.
- [0172] 압박 링(200)의 자세를 안정시키기 위해, 압박 링(200)은 적어도 3개의 롤러를 구비하고 있는 것이 바람직하다. 본 실시 형태에서는, 압박 링(200)은, 롤러(202)[이하, 적절하게 제1 롤러(202)라 함]에 더하여, 도시하지 않은



제2 롤러 및 제3 롤러를 구비하고 있다. 이들 제2 롤러 및 제3 롤러는, 제1 롤러(202)의 위치로부터  $\pm 150^\circ$ 의 위치에 각각 배치되어 있다. 제1 롤러(202)는 압박 로드(221)의 하방에 배치되어 있으므로, 국소 하중 부여 기구(110)로부터의 하중은 제1 롤러(202)로부터 리테이너 링(40)에 국소적으로 가해지고, 제2 롤러 및 제3 롤러는 국소 하중 부여 기구(110)로부터의 하중을 리테이너 링(40)에는 실질적으로 전달하지 않는다. 압박 로드(221)는 제1 롤러(202)보다도 반경 방향 내측에 배치되어 있다. 이것은, 압박 로드(221)가 압박 링(200)을 압박하였을 때에 압박 링(200)이 기울어져 버리는 것을 방지하기 위함이다.

[0173] 도 24는 브리지(222)의 상면도이다. 도 24에 도시하는 바와 같이, 브리지(222)는 대략 원호 형상을 갖고 있고, 압박 로드(221)의 설치 위치를 변경할 수 있도록, 브리지(222)의 주위 방향을 따라 배열되는 복수의 개공(開孔)(222a)을 갖고 있다. 이들 개공(222a)은 압박 링(200)의 주위 방향을 따라 배열되어 있다. 2개의 압박 로드(221)는, 이들 복수의 개공(222a) 중 어느 2개에 착탈 가능하게 삽입되어 있다. 압박 로드(221)는 1개여도 된다. 이러한 브리지(222)에 따르면, 압박 로드(221)의 압박 링(200)에의 접촉 위치는 그대로 유지하면서, 브리지(222)와 압박 로드(221)의 접촉 위치를 변경함으로써, 리테이너 링(40)에의 국소 하중의 위치를 그 주위 방향을 따라 변경하는 것이 가능해진다.

[0174] 튕 링(1)으로의 액체의 침입을 방지하기 위해, 압박 링(200)과 리테이너 링(40)은 이격시키지 않는 상태에서 튕 링(1)을 동작시키는 것이 바람직하다. 튕 링(1)이 상승하고 있을 때에는, 에어 실린더(231~233)에 공급되는 압력은 대기압 또는 약한 압력으로 된다. 연마 개시시 등, 튕 링(1)이 하강할 때에는, 튕 링(1)의 하강과 동시에 에어 실린더(231~233)에 압력을 공급하여 3개의 에어 실린더(231~233)의 피스톤 로드(231a~233a)를 하강시킨다. 3개의 피스톤 로드(231a~233a)의 하강 속도를 균일하게 하기 위해, 통상은 각각의 에어 실린더(231~233)에의 공급 압력은 동일하게 한다. 튕 링(1)이 하강 위치에 도달하면 각각의 에어 실린더(231~233)에의 공급 압력을 변경하고, 후술하는 제어 방법에 의해 에어 실린더(231~233)의 하중이 제어된다. 연마 종료 후 등, 튕 링(1)이 상승할 때에는 에어 실린더(231~233) 내를 대기 개방하거나, 또는 약한 압력으로 하고, 상승하는 튕 링(1)에 의해 압박 링(200)을 함께 상승시킨다.

[0175] 다음에, 각 에어 실린더(231~233)가 발생하는 하중의 제어 방법에 대해 도 25를 참조하여 설명한다. 도 25는 각 에어 실린더(231~233) 및 국소 하중점[롤러(202)]의 위치 관계를 도시한 상면도이다. 전술한 바와 같이 압박 로드(221)의 브리지(222)에의 장착 위치를 변경함으로써, 리테이너 링(40)에의 국소 하중점 Q의 위치를 변경하는 것이 가능하다. 에어 실린더(231~233)의 하중은, 압박 로드(221)의 장착 위치에 기초하여 제어된다. 구체적으로는, 국소 하중점 Q 주위의 모멘트가 균형이 맞도록 에어 실린더(231~233)의 하중 밸런스가 결정된다. 국소 하중점 Q 주위의 모멘트가 균형이 맞지 않는 상태에서 각 에어 실린더(231~233)가 브리지(222)를 압박하면, 브리지(222)가 기울고, 그것에 의해 피스톤 로드(231a~233a)나 리니어 가이드(224)의 미끄럼 이동 저항이 증가하여, 결과적으로 리테이너 링(40)에의 국소 하중이 불안정해진다.

[0176] 도 25에 도시되는 바와 같이, 에어 실린더(231, 232, 233)로부터 국소 하중점 Q까지의 X방향의 거리를 각각  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ 이라 하고, X방향에 직교하는 Y방향의 거리를 각각  $y_1$ ,  $y_2$ ,  $y_3$ 이라 하고, 에어 실린더(231, 232, 233)가 발생하는 하중을 각각  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ 이라 하고, 목표로 하는 국소 하중을  $F$ 라 하면, 이하의 관계가 성립된다.

[0177] 
$$F_1 \cdot x_1 + F_2 \cdot x_2 - F_3 \cdot x_3 = 0$$

[0178] 
$$F_1 \cdot y_1 - F_2 \cdot y_2 - F_3 \cdot y_3 = 0$$

[0179] 
$$F_1 + F_2 + F_3 = F$$

[0180]  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ ,  $y_1$ ,  $y_2$ ,  $y_3$ 의 값은 국소 하중점 Q의 위치로부터 정해지므로, 상기 식으로부터  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ 의  $F$ 에 대한 비율이 산출된다. 복수의 에어 실린더(231~233) 중 압박 로드(접속 부재)(221)에 가까운 에어 실린더는 상대적으로 큰 하중을 발생하고, 압박 로드(221)로부터 먼 에어 실린더는 상대적으로 작은 하중을 발생한다. 복수의 에어 실린더(231~233)가 발생한 하중의 무게 중심이 압박 로드(221)의 위치(국소 하중점 Q의 위치)에 일치하도록, 복수의 에어 실린더(231~233)는 각각 하중을 발생하는 것이 바람직하다. 이와 같이 하여 산출된 하중 밸런스에 기초하여 각 에어 실린더(231~233)의 하중이 제어된다.

[0181] 전술한 로드셀(135)에 의해 측정된 국소 하중이 원하는 국소 하중  $F$ 와 다른 경우에는 경보를 발보하거나, 에어 실린더가 발생하는 하중  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ 을 변경해도 된다. 측정된 국소 하중이 원하는 국소 하중  $F$ 보다도 작은 경우에는, 하중  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ 을 각각 증가시키고, 측정된 국소 하중이 원하는 국소 하중  $F$ 보다도 큰 경우에는, 하중  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ 을 각각 감소시킨다. 그 경우, 상기 식으로부터 산출된  $F_1:F_2:F_3$ 의 비를 유지한 채, 하중  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ 을 변경하는 것이 바람직하다.

- [0182] 국소 하중점 Q의 위치, 즉, 롤러(202)의 위치는 임의로 선택 가능하기는 하지만, 상술한 하중 안정성의 관점에서 3개의 에어 실린더(231, 232, 233)를 연결한 삼각형(굵은선으로 나타냄) 내에 롤러(202)를 설치하는 것이 바람직하다. 3개의 에어 실린더(231, 232, 233)를 연결한 삼각형 내에 롤러(202)를 설치함으로써, 롤러(202)는 국소 하중점 Q 주위의 모멘트가 균형이 맞추어진 상태에서 리테이너 링(40)을 국소 압박하는 것이 가능해진다.
- [0183] 다음에, 튜브 링(1)으로부터 액체 및 먼지를 흡인하기 위한 흡인 기구(240)에 대해 설명한다. 도 22에 도시하는 바와 같이, 흡인 기구(240)는, 진공원(예를 들어, 진공 펌프)(239)에 접속된 제1 흡인 라인(241) 및 제2 흡인 라인(242)과, 이들 2개의 흡인 라인(241, 242)을 보유 지지하는 흡인 라인 보유 지지부(244)를 구비하고 있다. 2개의 흡인 라인(241, 242)의 선단은, 압박 링(200)에 접속되어 있다.
- [0184] 도 26의 (a)는 제1 흡인 라인(241)과 압박 링(200)의 접속부를 도시하는 확대도이고, 도 26의 (b)는 제2 흡인 라인(242)과 압박 링(200)의 접속부를 도시하는 확대도이다. 제1 흡인 라인(241)은, 압박 링(200)의 상면에 형성된 환 형상 오목부(248)에 연통되어 있다. 이 환 형상 오목부(248)에는, 하방으로 연장되는 환 형상 볼록부(249)가 완만하게 삽입되어 있다. 환 형상 볼록부(249)는 튜브 링 본체(10)의 외주면에 고정되어 있다. 이들 환 형상 볼록부(249)와 환 형상 오목부(248)에 의해 래버린스 구조가 형성되어 있고, 이 래버린스 구조에 의해 압박 링(200)과 튜브 링(1)의 간극에 액체가 들어가지 않도록 되어 있다. 제1 흡인 라인(241)은 환 형상 오목부(248)에 저류된 액체를 흡인하도록 되어 있다.
- [0185] 도 26의 (b)에 도시하는 바와 같이, 제2 흡인 라인(242)의 선단은, 압박 링(200)에 형성된 세로 구멍(247)에 접속되어 있다. 이 세로 구멍(247)은 압박 링(200)을 관통하여 연장되어 있고, 압박 링(200)과 리테이너 링(40) 사이의 간극에 연통되어 있다. 제2 흡인 라인(242)은, 하중 전달 요소인 롤러(202)의 구름 접촉에 기인하여 발생할 수 있는 분진[예를 들어, 롤러(202)의 마모 분말]을 흡인한다.
- [0186] 도 22에 도시하는 바와 같이, 흡인 라인 보유 지지부(244)에는, 압박 링(200)의 상면까지 연장되는 자성체(250)가 고정되어 있다. 도 27은, 자성체(250) 및 압박 링(200)을 도시하는 확대도이다. 도 27에 도시하는 바와 같이, 압박 링(200) 내에는 상측 영구 자석(251) 및 복수의 하측 영구 자석(252)이 매설되어 있다. 상측 영구 자석(251)은, 자성체(250)의 위치에 대응하는 위치에 배치되어 있고, 자성체(250)의 하단부와 상측 영구 자석(251) 사이에는 서로 당기는 자기력이 발생한다. 2개의 흡인 라인(241, 242)은 이 자기력에 의해 압박 링(200)에 착탈 가능하게 고정된다. 이러한 구성에 의해, 메인터넌스시에는 자성체(250) 및 흡인 라인(241, 242)을 용이하게 압박 링(200)으로부터 제거하는 것이 가능해진다. 복수의 하측 영구 자석(252)은, 압박 링(200)의 주위 방향을 따라 배열되어 있다. 하측 영구 자석(252)과 자성체로 형성된 환 형상 플레이트(215) 사이에는 서로 당기는 자기력이 발생하고, 이 자기력에 의해 압박 링(200)의 위치를 안정시킬 수 있다.
- [0187] 도 22에 도시하는 바와 같이, 흡인 기구(240)는 장착 링(255)에 착탈 가능하게 장착되어 있다. 장착 링(255)은 유닛 베이스(225)에 고정되어 있다. 도 28은, 장착 링(255)을 도시하는 평면도이다. 도 28에 도시하는 바와 같이, 장착 링(255)은 원호 형상을 갖고 있고, 그 주위 방향을 따라 복수의 장착 구멍(255a)이 형성되어 있다. 흡인 라인 보유 지지부(244)는, 이들 장착 구멍(255a) 중 적어도 1개에 삽입되는 나사(도시하지 않음)에 의해 장착 링(255)에 착탈 가능하게 고정된다. 따라서, 장착 링(255)에 장착되는 흡인 기구(240)의 위치는 변경 가능하다.
- [0188] 상술한 바와 같이, 국소 하중점의 위치의 변경은, 압박 로드(221)의 브리지(222)에의 장착 위치를 변경함으로써 실시된다. 압박 로드(221)의 브리지(222)에의 장착 위치를 변경할 때, 흡인 라인(241, 242)을 압박 링(200)과 함께 압박 링(200)의 주위 방향을 따라 이동시킬 필요가 있다. 따라서, 압박 로드(221)의 장착 위치의 변경에 수반하여, 흡인 기구(240)의 설치 위치도 변경된다.
- [0189] 도 29는 국소 하중 부여 기구의 또 다른 실시 형태를 도시하는 단면도이다. 특별히 설명하지 않는 본 실시 형태의 구성 및 동작은, 도 20에 도시하는 실시 형태와 마찬가지로, 그 중복되는 설명을 생략한다. 본 실시 형태에서는, 복수의 국소 하중 부여 기구(110)가 튜브 링 헤드(16)에 고정되어 있다. 각 국소 하중 부여 기구(110)로서는, 에어 실린더가 사용되어 있다. 이들 복수의 국소 하중 부여 기구(110)는 압박 링(200)에 연결되어 있다. 국소 하중 부여 기구(110)는, 각각 압박 링(200)의 일부에 연마면(2a)에 대해 수직한 방향으로 국소 하중을 부여하도록 구성된다.
- [0190] 압박 링(200)은, 복수의 국소 하중 부여 기구(110)로부터의 국소 하중을 받고, 다시 이들 국소 하중을 리테이너 링(40)에 전달하는 하중 전달 요소로서의 복수의 롤러(구름 이동부)(202)를 갖고 있다. 이들 롤러(202)는 복수의 국소 하중 부여 기구(110)의 바로 아래에 각각 배치되어 있다. 하중 전달 요소(202)는, 롤러(202) 대신에,

리테이너 링(40)과 미끄럼 이동하는 블록 형상 등의 미끄럼 이동 부분이어도 된다.

- [0191] 도시하지 않았지만, 복수의 로드셀이 압박 링(202) 내에 배치되어 있다. 이들 로드셀은, 롤러(202)와 국소 하중 부여 기구(110) 사이에 각각 설치되어 있다. 각 로드셀의 배치는, 도 23의 (a) 및 도 23의 (b)에 도시하는 로드셀(135)과 마찬가지로이다. 도 29에 도시되는 실시 형태에 있어서는, 복수의 로드셀이 복수의 롤러의 상방에 각각 설치되어 있다. 이들 로드셀에 의해 측정된 하중이 원하는 값과 다른 경우에는, 경보를 발보하거나, 각각 대응하는 국소 하중 부여 기구(110)에 의해 발생하는 하중을 변경하는 것이 바람직하다.
- [0192] 복수의 국소 하중 부여 기구(본 실시예에서는 에어 실린더)(110)의 하중 밸런스에 의해, 리테이너 링(40)에의 국소 하중의 무게 중심, 즉, 리테이너 링(40)의 주위 방향에 있어서는 압력 분포를 제어하는 것이 가능해진다. 도 22에 도시되는 실시 형태에서는, 브리지(222)에 대한 압박 로드(221)의 상대 위치를 변경함으로써 국소 하중 점의 위치를 변경 가능하지만, 도 29에 도시하는 실시 형태는, 복수의 국소 하중 부여 기구(110)의 하중 밸런스를 변경함으로써, 보다 간편하게 리테이너 링(40)에의 국소 하중점의 위치를 변경하는 것이 가능하다. 도 20에 도시하는 톱 링(1)에서는, 리테이너 링 압박 기구(60)에 의해 리테이너 링(40) 전체에 균일한 하중을 부여하고, 압박 링(200)에 의해 리테이너 링(40)에 국소적인 하중을 부여하도록 되어 있지만, 본 실시 형태에서는 리테이너 링 압박 기구(60)를 사용하지 않고, 복수의 국소 하중 부여 기구(110)에 의해 리테이너 링(40)에 균일 하중 및 국소 하중의 양쪽을 가하도록 해도 된다.
- [0193] 다음에, 도 29에 도시한 국소 하중의 제어 방법에 대해 도 30의 (a) 내지 도 30의 (c)를 참조하여 설명한다. 도 30의 (a) 내지 도 30의 (c)는 에어 실린더 및 압박 링(200)을 도시한 평면도이다. 도 30의 (a) 내지 도 30의 (c)에 도시하는 각도  $\theta$ 는, 도 14에서 설명한 각도에 상당한다. 도 30의 (a)는 2개의 에어 실린더로부터 압박 링(200)에 국소 하중을 부여하는 예를 나타내고, 도 30의 (b)는 3개의 에어 실린더로부터 압박 링(200)에 국소 하중을 부여하는 예를 나타내고, 도 30의 (c)는 4개의 에어 실린더로부터 압박 링(200)에 국소 하중을 부여하는 예를 나타내고 있다. 어느 예라도, 복수의 에어 실린더가 발생하는 국소 하중의 무게 중심은, 리테이너 링(40)의 중심으로부터 이격되어 있다. 도시하지 않았지만, 5개 이상의 에어 실린더를 설치하는 경우에도, 마찬가지로 하여 본 발명을 적용하는 것이 가능하다.
- [0194] 도 30의 (a)에서는, 2개의 에어 실린더(110A, 110B)는 각도  $180^\circ$  ( $\theta$ 로 나타냄)의 선에 대해 축 대칭으로 배치되어 있다. 2개의 에어 실린더(110A, 110B)에 의해 리테이너 링(40)에 국소 하중을 가하는 경우에는, 2개의 국소 하중의 무게 중심은 2개의 에어 실린더(110A, 110B)를 연결한 선분 내에 설정하는 것이 가능하다. 예를 들어, 각도  $180^\circ$ 의 선상의 위치에 국소 하중을 부여하는 경우에는, 2개의 에어 실린더(110A, 110B)의 하중은 동일해진다.
- [0195] 도 30의 (b)에서는, 3개의 에어 실린더(110A, 110B, 110C)는 리테이너 링(40)의 중심[압박 링(200)의 중심] 주위로 등간격으로 배치되어 있다. 본 예에서는, 3개의 국소 하중의 무게 중심은 3개의 에어 실린더(110A, 110B, 110C)를 연결한 정삼각형 내에 설정하는 것이 가능해진다. 예를 들어, 각도  $180^\circ$ 의 선 상의 위치에 국소 하중을 부여하는 경우에는, 하류측의 에어 실린더(110C)의 하중을 가장 강하게 하고, 상류측의 2개의 에어 실린더(110A, 110B)의 하중을 동일하게 한다. 또한, 상류측의 2개의 에어 실린더(110A, 110B)의 총 하중을 하류측의 에어 실린더(110C)의 하중보다도 작게 한다. 이 경우, 상류측의 2개의 에어 실린더(110A, 110B)의 하중을 0으로 하였을 때에, 리테이너 링(40)의 기울기를 부여하는 효과가 가장 커진다.
- [0196] 도 30의 (c)에서는, 4개의 에어 실린더(110A, 110B, 110C, 110D)는 리테이너 링(40)의 중심[압박 링(200)의 중심] 주위로 등간격으로 배치되어 있다. 본 예에서는, 4개의 국소 하중의 무게 중심은 4개의 에어 실린더(110A, 110B, 110C, 110D)를 연결한 정사각형 내에 설정하는 것이 가능해진다. 예를 들어, 각도  $180^\circ$ 의 선 상의 위치에 국소 하중을 부여하는 경우에는, 하류측의 2개의 에어 실린더(110C, 110D)의 하중을 서로 동일하게 하고, 상류측의 2개의 에어 실린더(110A, 110B)의 하중을 서로 동일하게 한다. 또한 상류측의 2개의 에어 실린더(110A, 110B)의 총 하중을 하류측의 2개의 에어 실린더(110C, 110D)의 총 하중보다도 작게 한다. 이 경우도, 상류측의 2개의 에어 실린더(110A, 110B)의 하중을 0으로 하였을 때에, 리테이너 링(40)의 기울기를 부여하는 효과가 가장 커진다.
- [0197] 도 30의 (c)에 도시하는 4점 하중의 구성은, 도 30의 (b)에 도시하는 3점 하중의 구성보다도, 보다 넓은 영역에서 하중 무게 중심을 리테이너 링(40)에 근접시킬 수 있다. 따라서, 4점 하중의 구성은, 3점 하중의 구성보다도 보다 넓은 영역에 있어서 리테이너 링(40)을 크게 기울일 수 있다. 예를 들어, 3점 하중의 구성을 이용하여 각도  $135^\circ$ 의 선 상의 위치를 압박하는 경우, 에어 실린더(110A) 및 에어 실린더(110C)는 동일한 하중 L로 리테이너 링(40)을 압박하여, 에어 실린더(110B)의 하중은 0으로 한다. 리테이너 링(40)의 중심으로부터 각 에어

실린더까지의 거리를 R로 하면, 리테이너 링(40)의 기울기를 변화시키도록 작용하는 모멘트는,  $L \cdot R$ 이다. 4점 하중의 구성에서는, 에어 실린더(110C)만이 하중 2L로 리테이너 링(40)을 압박한다. 하중 2L은 하중 L의 2배를 의미하고 있다. 이 경우, 리테이너 링(40)의 기울기를 변화시키도록 작용하는 모멘트는,  $2L \cdot R$ 로 된다. 어느 경우도 리테이너 링(40)에 작용하는 총 국소 하중은 2L이지만, 3점 하중의 구성보다도 4점 하중의 구성의 쪽이 리테이너 링(40)의 기울기를 변화시키기 위한 보다 큰 모멘트를 발생시키는 것이 가능하다.

[0198] 도 31은 튜브 링(1)의 다른 실시 형태를 도시하는 단면도이다. 본 실시 형태에서는 튜브 링(1)은, 리테이너 링(40)의 일부를 연마면(2a)에 대해 수직 방향으로 압박하는 압박 부재(260)와, 리테이너 링(40)을 연마면(2a)에 압박하기 위한 압박력을 압박 부재(260)에 부여하는 하중 발생 장치(261)를 갖고 있다. 본 실시 형태에서는, 하중 발생 장치(261)와 압박 부재(260)에 의해, 리테이너 링(40)의 일부에 연마면(2a)에 대해 수직 방향의 국소 하중을 부여하는 국소 하중 부여 기구가 구성된다. 압박 부재(260)는, 하중 발생 장치(261)와 리테이너 링(40) 사이에 배치된 지지 링(262)에 고정되어 있다. 또한 연마 장치에는, 압박 부재(260)가 튜브 링(1)과 일체로 회전하지 않도록 압박 부재(260)의 위치를 유지하는 위치 유지 기구(270)가 설치되어 있다.

[0199] 하중 발생 장치(261)는, 튜브 링 본체(10)의 플랜지(41) 내에 설치되어 있다. 이 하중 발생 장치(261)는, 리테이너 링 압박 기구(60)와 마찬가지로, 피스톤(263) 및 롤링 다이어프램(264)을 갖고 있다. 하중 발생 장치(261)는, 롤링 다이어프램(264)에 의해 형성되는 압력실(265)에 공급하는 가압 유체의 압력을 변경함으로써 압박 부재(260)에 부여하는 압박력을 변경 가능하다.

[0200] 도 32의 (a)는 압박 부재(260) 및 위치 유지 기구(270)를 도시하는 평면도이고, 도 32의 (b)는 압박 부재(260)의 측면도이다. 압박 부재(260)는, 하중 발생 장치(261)로부터 하중을 받는 상측 롤러(260a, 260b)와, 이 하중을 리테이너 링(40)의 일부에 전달하는 하측 롤러(260c, 260d)와, 이들 롤러(260a~260d)를 보유 지지하는 롤러 보유 지지부(260e)를 구비하고 있다. 롤러 보유 지지부(260e)는 지지 링(262)에 고정되어 있다.

[0201] 튜브 링 본체(10)와 리테이너 링(40) 사이의 간극은, 시일링(272) 및 시일 시트(273)에 의해 시일되어 있어, 튜브 링(1) 내로의 연마액 등의 비말의 침입이나 튜브 링(1)으로부터 연마면(2a)으로의 이물질의 낙하가 방지되어 있다. 시일링(272)은, 단면 L자 형상을 갖고 있고, 그 하면은 리테이너 링(40)에 고정되어 있다. 시일링(272)은 리테이너 링(40)과 일체로 회전하고, 리테이너 링(40)과 일체로 틸팅 가능하게 되어 있다. 상술한 하측 롤러(260c, 260d)는, 시일링(272)의 상면에 구름 접촉한다. 따라서, 하측 롤러(260c, 260d)는 시일링(272)을 통해 하중 발생 장치(261)의 하중을 리테이너 링(40)의 일부에 전달하고, 리테이너 링(40)을 기관 보유 지지면(45a)에 대해 기울인다. 또한, 하측 롤러(260c, 260d)를 리테이너 링(40)의 상면에 직접 접촉시켜, 하측 롤러(260c, 260d)가 리테이너 링(40)의 일부에 직접 하중을 전달해도 된다.

[0202] 위치 유지 기구(270)는, 지지 링(262)에 장착된 보유 지지 타깃(275)과, 보유 지지 타깃(275)을 보유 지지하는 타깃 보유 지지부(276)를 갖고 있다. 지지 링(262)에는, 그 전체 둘레에 걸쳐 복수의 장착용 구멍(262a)이 형성되어 있다. 보유 지지 타깃(275)은, 이들 복수의 장착용 구멍(262a) 중 어느 하나에 착탈 가능하게 장착된다. 따라서, 보유 지지 타깃(275)의 장착 위치를 변경함으로써, 압박 부재(260)의 위치를 리테이너 링(40)의 주위 방향을 따라 변경하는 것, 즉, 리테이너 링(40)에 부여되는 국소 하중의 위치를 변경할 수 있다.

[0203] 타깃 보유 지지부(276)는, 보유 지지 타깃(275)에 근접하여 배치되어 있다. 타깃 보유 지지부(276)의 위치는 고정되어 있다. 타깃 보유 지지부(276)는 보유 지지 타깃(275)의 위치를 자기력에 의해 비접촉으로 유지하고 있다. 보다 상세하게는, 타깃 보유 지지부(276) 및 보유 지지 타깃(275) 중 한쪽은 영구 자석으로 구성되고, 다른 쪽은 자성체로 구성되어 있다. 영구 자석 대신에 전자석을 사용해도 된다. 타깃 보유 지지부(276)와 보유 지지 타깃(275) 사이에는 서로 끌어당기는 자기력이 발생하고, 보유 지지 타깃(275)은 타깃 보유 지지부(276)에 의해 자기력을 통해 비접촉으로 보유 지지된다. 따라서, 보유 지지 타깃(275)이 고정되어 있는 지지 링(262)은 자기력에 의해 그 위치가 고정되고, 튜브 링(1)과는 일체로 회전하지 않는다.

[0204] 타깃 보유 지지부(276)와 보유 지지 타깃(275)은 이격되어 있으므로, 도 31에 도시하는 바와 같이, 타깃 보유 지지부(276)와 보유 지지 타깃(275) 사이에 시일링(272) 및/또는 시일 시트(273)를 배치하는 것이 가능해진다. 본 실시 형태 대신에, 타깃 보유 지지부(276)를 보유 지지 타깃(275)에 직접 연결하고, 접촉 상태에서 보유 지지 타깃(275)을 보유 지지해도 된다.

[0205] 도 32의 (a)에 도시하는 바와 같이, 지지 링(262)에 센서 타깃(281)을 설치하고, 이 센서 타깃(281)을 감지할 수 있는 근접 센서(282)를 배치하는 것이 바람직하다. 근접 센서(282)는, 튜브 링(1)의 외측에 배치되어 있어, 튜브 링(1)과는 일체로 회전하지 않는다. 이러한 배치로 함으로써, 근접 센서(282)는, 지지 링(262)의 위치가 위



치 유지 기구(270)에 의해 유지되어 있는지 여부, 즉, 지지 링(262) 및 압박 부재(260)가 톱 링(1)과 일체로 회전하고 있지 않은지 여부를 검지하는 것이 가능하다. 센서 타깃(281)은, 지지 링(262)의 장착용 구멍(262a)에 착탈 가능하게 장착되어 있고, 그 설치 위치는 변경 가능하게 되어 있다. 도 32의 (a)에 도시하는 예에서는, 센서 타깃(281)은 보유 지지 타깃(275)에 인접하여 배치되어 있지만, 센서 타깃(281)을 보유 지지 타깃(275)으로부터 이격하여 배치해도 된다. 센서 타깃(281)과 근접 센서(282)의 조합의 예로서는, 센서 타깃(281)을 비자성체의 금속으로 형성하고, 근접 센서(282)로서 와전류 센서를 사용하는 조합을 들 수 있다.

[0206] 타깃 보유 지지부(276)는, 지지 링(262)의 위치를 자기력에 의해 유지하기 위해 톱 링(1)과 동기하여 상하 이동하거나, 톱 링(1)의 상하 이동 거리보다도 긴 종방향의 치수를 갖는 것이 바람직하다. 도 31 및 도 32의 (a)에 도시하는 예에서는, 타깃 보유 지지부(276) 및 근접 센서(282)는, 상하 이동 기구(285)에 연결되어 있고, 이 상하 이동 기구(285)에 의해 톱 링(1)과 동기하여 상하 이동 가능하게 되어 있다. 상하 이동 기구(285)로서는, 예를 들어 서보 모터와 볼 나사의 조합이 사용된다.

[0207] 타깃 보유 지지부(276)의 위치는 고정인 것에 반해, 보유 지지 타깃(275)의 지지 링(262)에의 설치 위치는 변경 가능하다. 따라서, 지지 링(262) 상의 압박 부재(260)와 보유 지지 타깃(275)의 상대 위치를 변경함으로써, 리테이너 링(40)에 대한 국소 하중점을 변경하는 것이 가능해진다. 예를 들어, 보유 지지 타깃(275)으로부터 180도의 위치에 압박 부재(260)가 있는 경우에는, 압박 부재(260)는 보유 지지 타깃(275)으로부터 180도의 위치에 국소 하중을 부여하는 것이 가능하다. 보유 지지 타깃(275)으로부터 90도의 위치에 압박 부재(260)가 있는 경우에는, 압박 부재(260)는 보유 지지 타깃(275)으로부터 90도의 위치에 국소 하중을 부여하는 것이 가능하다. 보유 지지 타깃(275)의 설치 위치를 가변으로 하는 대신에 압박 부재(260)의 설치 위치를 가변으로 해도 된다.

[0208] 도 33은, 구면 베어링(100)에 지지된 축부(76)의 변형예를 도시하는 단면도이다. 도 33에 도시하는 바와 같이, 축부(76)는 플랜지부(76A)와 샤프트부(76B)로 분할되고, 이들이 접촉층(76C)에 의해 접촉된 구조로 되어 있다. 플랜지부(76A)에는 알루미늄이나 스테인리스 강 등의 금속을 사용하고, 샤프트부(76B)에 알루미늄, SiC, 또는 지르코니아 등의 강성이 높아 내마모성이 우수한 세라믹을 사용하는 것이 바람직하다. 이러한 축부(76)의 구성은, 연마 테이블(3) 내에 매설된 막 두께 센서(7)로서 와전류 센서가 사용되는 경우에 적합하다. 즉, 톱 링(1)의 기관 보유 지지면(45a)의 근방에 금속이 존재하면, 와전류 센서의 측정값에 영향을 미칠 우려가 있다. 따라서, 이러한 악영향을 회피하기 위해, 샤프트부(76B)를 세라믹으로 형성하는 것이 바람직하다. 도 33에 도시하는 변형예는, 도 5에 도시하는 구면 베어링(85)에 지지된 축부(76)에도 마찬가지로 적용하는 것이 가능하다.

[0209] 도 34는, 톱 링(1)의 또 다른 실시 형태를 도시하는 단면도이다. 특별히 설명하지 않는 본 실시 형태의 구성 및 동작은, 도 20에 도시하는 실시 형태와 마찬가지로이므로, 그 중복되는 설명을 생략한다. 도 34에 도시하는 바와 같이, 플랜지(41)는 톱 링 샤프트(11)에 접속되어 있다. 톱 링 샤프트(11) 및 톱 링 본체(10) 내에는 복수의 유로(290)가 형성되어 있고, 이들 유로(290)는 각각 압력실(50~53) 및 리테이너 링 압력실(63)에 접속되어 있다. 또한, 도 34에는, 복수의 유로(290) 중 일부만이 도시되어 있다. 이들 복수의 유로(290)는 튜브 등의 배관 부재로 구성되어 있는 것이 아니라, 톱 링 샤프트(11) 및 톱 링 본체(10)에 드릴링에 의해 형성된 것이다.

[0210] 도 35는, 톱 링(1)의 또 다른 실시 형태를 도시하는 부분 단면도이다. 드라이브 링(40b)에는, 반경 방향 내측으로 연장되는 복수의 스톱퍼 핀(295)이 장착되어 있다. 이들 스톱퍼 핀(295)은 캐리어(43)의 외주면에 형성된 복수의 오목부(43c)에 각각 삽입되어 있다. 이러한 구성에 의해, 메인터너스를 위해 캐리어(43), 드라이브 링(40b) 및 리테이너 링(40)을 제거하였을 때에, 캐리어(43)와 드라이브 링(40b)이 이격되어 버리지 않도록 되어 있다.

[0211] 리테이너 링(40) 내에는 보강 링(297)이 매설되어 있다. 이 보강 링(297)은, 드라이브 링(40b)과 링 부재(40a) 사이에 배치되어 있고, 리테이너 링(40)과 동심에 배치되어 있다. 보강 링(297)은, 연마 중 웨이퍼와 연마 패드(2)의 마찰력을 받는 리테이너 링(40)의 변형을 방지하기 위한 것이다. 드라이브 링(40b)의 외주면에는 커버 링(298)이 설치되어 있다. 커버 링(298)과 드라이브 링(40b) 사이에는 O링(301)이 배치되고, 및 커버 링(298)과 링 부재(40a) 사이에는 O링(302)이 배치되어 있다. 이들 O링(301, 302)에 의해 톱 링(1)으로의 연마액 등의 액체의 침입이 방지되어 있다.

[0212] 상술한 연마 장치 및 연마 방법의 실시 형태는 적절하게 조합할 수 있다.

[0213] 지금까지 본 발명의 일 실시 형태에 대해 설명하였지만, 본 발명은 상술한 실시 형태에 한정되지 않고, 그 기술

적 사상의 범위 내에 있어서 여러 다른 형태로 실시되어도 되는 것은 물론이다.

### 부호의 설명

[0214]

- 1 : 톱 링
- 2 : 연마 패드
- 3 : 연마 테이블
- 5 : 연마액 공급 기구
- 7 : 막 두께 센서
- 9 : 연마 제어부
- 10 : 톱 링 본체
- 11 : 톱 링 샤프트
- 12 : 회전통
- 13 : 모터
- 14 : 상하 이동 기구
- 16 : 톱 링 헤드
- 20 : 타이밍 폴리
- 21 : 톱 링 헤드 샤프트
- 25 : 로터리 조인트
- 26 : 베어링
- 27 : 상하 이동 기구
- 28 : 브리지
- 29 : 지지대
- 30 : 지지 기둥
- 32 : 볼 나사
- 38 : 서보 모터
- 39 : 톱 링 높이 센서
- 40 : 리테이너 링
- 41 : 플랜지
- 42 : 스페이서
- 43 : 캐리어
- 45 : 탄성막
- 45a : 기관 보유 지지면
- 50~53 : 압력실
- 60 : 리테이너 링 압박 기구
- 61 : 피스톤
- 62 : 롤링 다이어프램

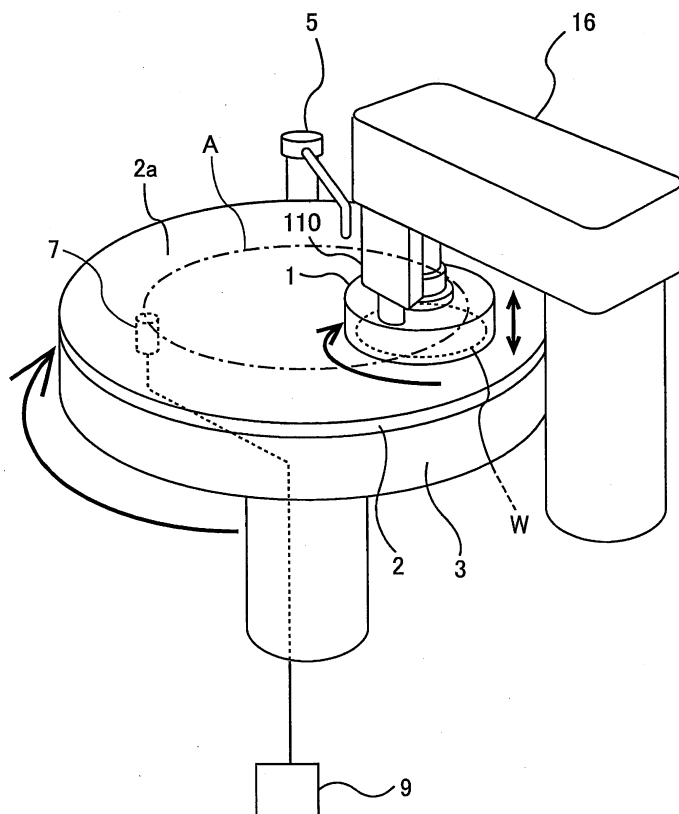
63 : 리테이너 링 압력실  
 65 : 압력 조정 장치  
 70 : 자석  
 75 : 연결 부재  
 76 : 축부  
 77 : 허브  
 78 : 스포크  
 79 : 나사  
 80 : 구동 핀  
 85, 100 : 구면 베어링  
 88 : 관통 구멍  
 91 : 중간륜  
 92, 102 : 외륜  
 93, 101 : 내륜  
 110 : 국소 하중 부여 기구  
 111 : 하중 전달 부재  
 112 : 가이드 링  
 114 : 에어 실린더  
 115 : 차륜  
 116 : 차륜축  
 120 : 회전 커버  
 121 : 정지 커버  
 122 : 시일재  
 130, 140 : 영구 자석  
 131 : 전자석  
 133 : 승강 기구  
 135 : 로드셀  
 150 : 톱 링 베이스  
 155 : 구면 베어링  
 158 : 구동 플랜지  
 160 : 탄성막  
 161 : 압력실  
 170 : 이동 기구  
 175 : 리테이너 링 높이 센서  
 200 : 압박 링  
 201 : 지지 링

202 : 하중 전달 요소(롤러)  
 203 : 롤러 샤프트  
 204 : 하중 플레이트  
 211 : 언더 커버  
 212 : 어퍼 커버  
 215 : 환 형상 플레이트  
 221 : 압박 로드  
 222 : 브리지  
 224 : 리니어 가이드  
 225 : 유닛 베이스  
 231, 232, 233 : 에어 실린더(하중 발생 장치)  
 231a~233a : 피스톤 로드  
 239 : 진공원  
 240 : 흡인 기구  
 241 : 제1 흡인 라인  
 242 : 제2 흡인 라인  
 244 : 흡인 라인 보유 지지부  
 247 : 세로 구멍  
 248 : 환 형상 오목부  
 249 : 환 형상 볼록부  
 250 : 자성체  
 251 : 상측 영구 자석  
 252 : 하측 영구 자석  
 255 : 장착 링  
 260 : 압박 부재  
 260a, 260b : 상측 롤러  
 260c, 260d : 하측 롤러  
 260e : 롤러 보유 지지부  
 261 : 하중 발생 장치  
 262 : 지지 링  
 263 : 피스톤  
 264 : 롤링 다이어프램  
 265 : 압력실  
 270 : 위치 유지 기구  
 272 : 시일링  
 273 : 시일 시트

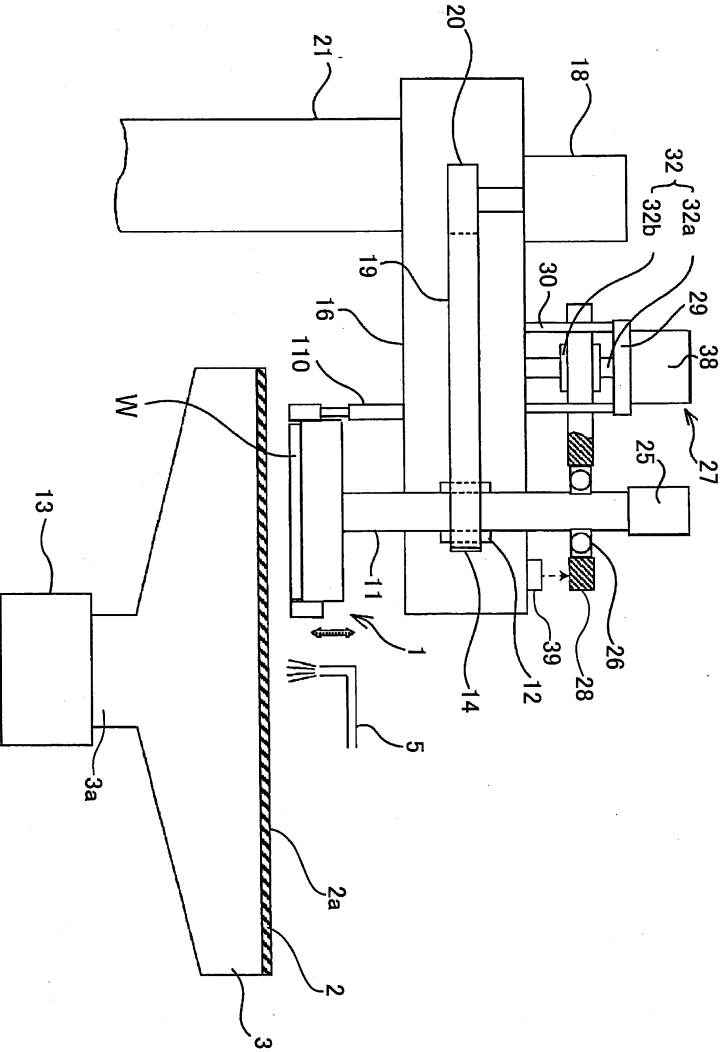
- 275 : 보유 지지 타겟
- 276 : 타겟 보유 지지부
- 281 : 센서 타겟
- 282 : 근접 센서
- 285 : 상하 이동 기구
- 290 : 유로
- 295 : 스톱퍼 핀
- 297 : 보강 링
- 298 : 커버 링
- 301, 302 : O링

# 도면

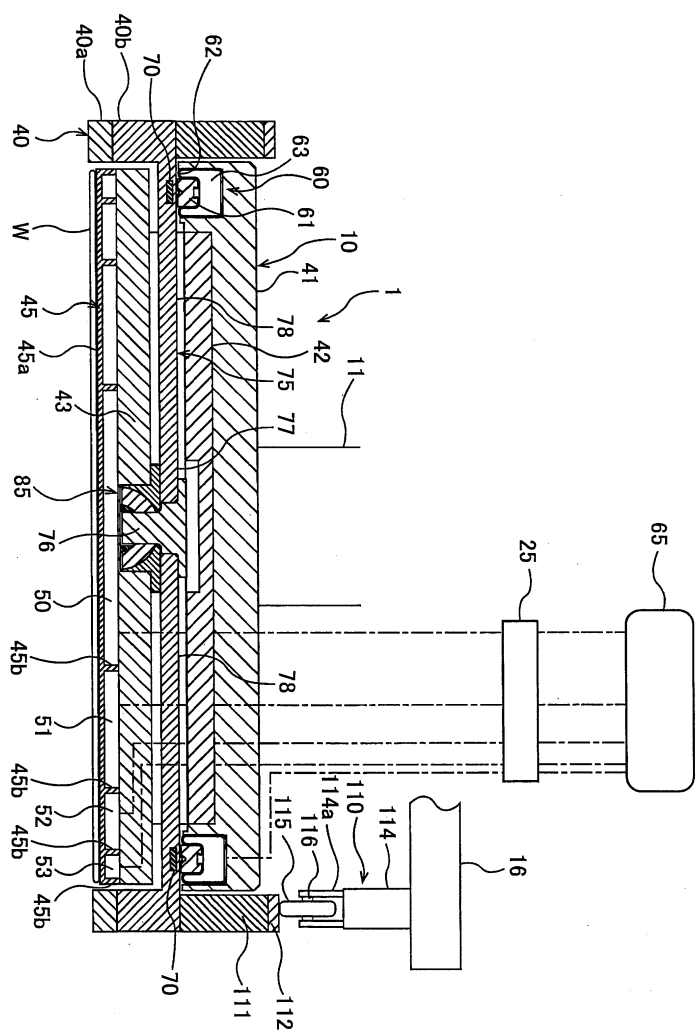
## 도면1



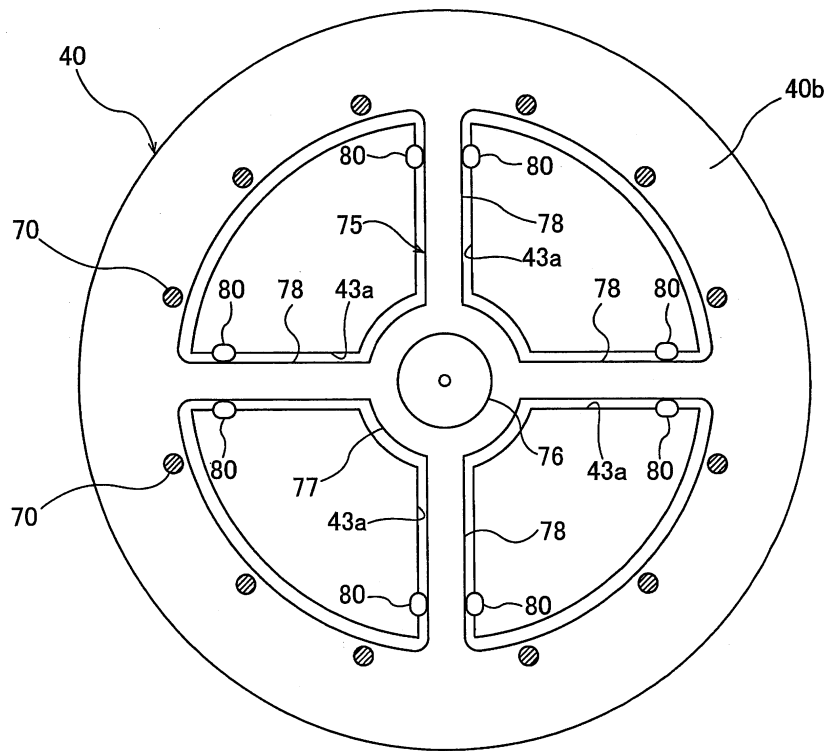
도면2



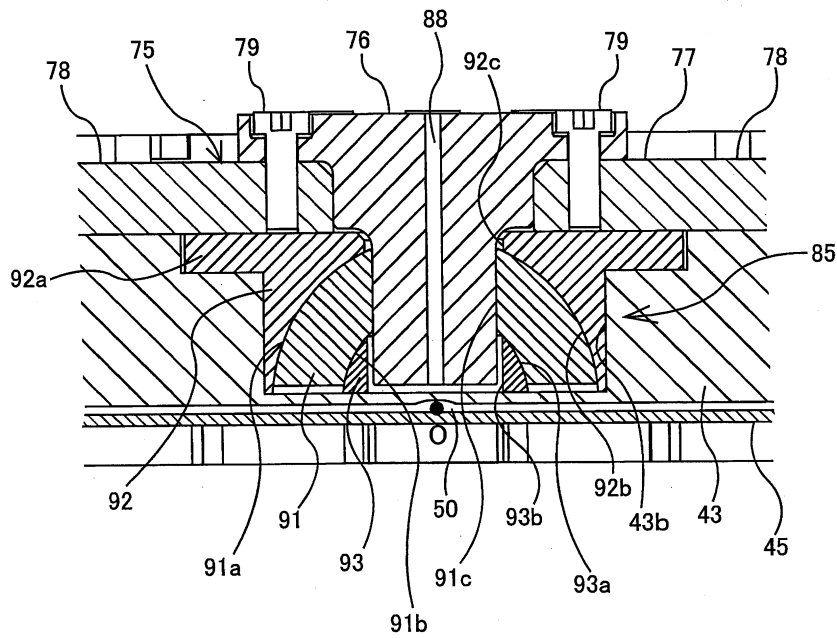
도면3



도면4

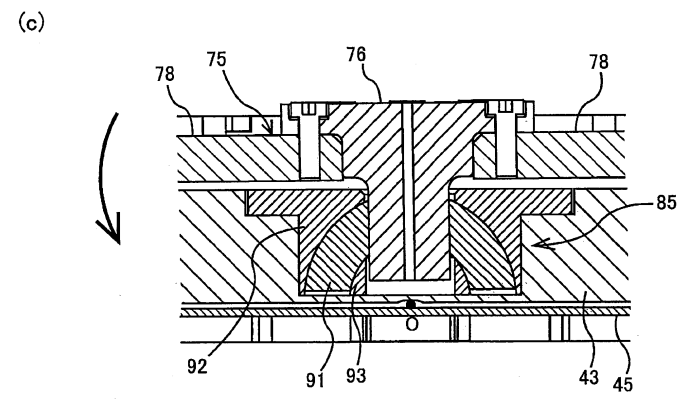
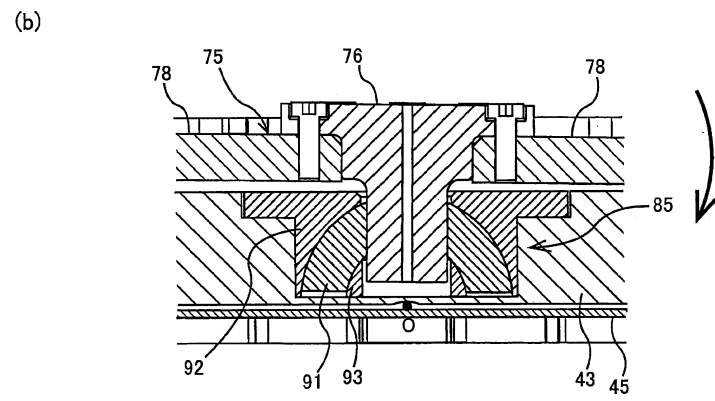
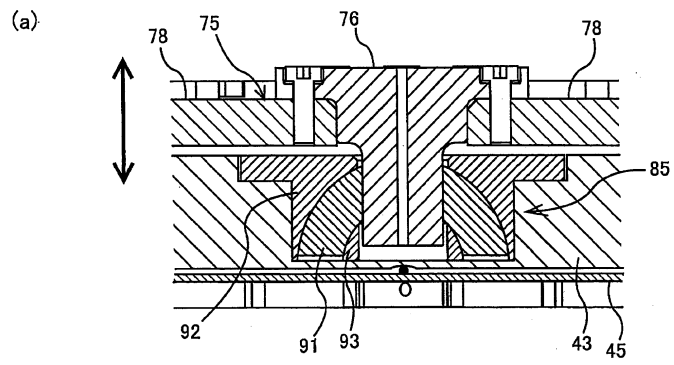


도면5

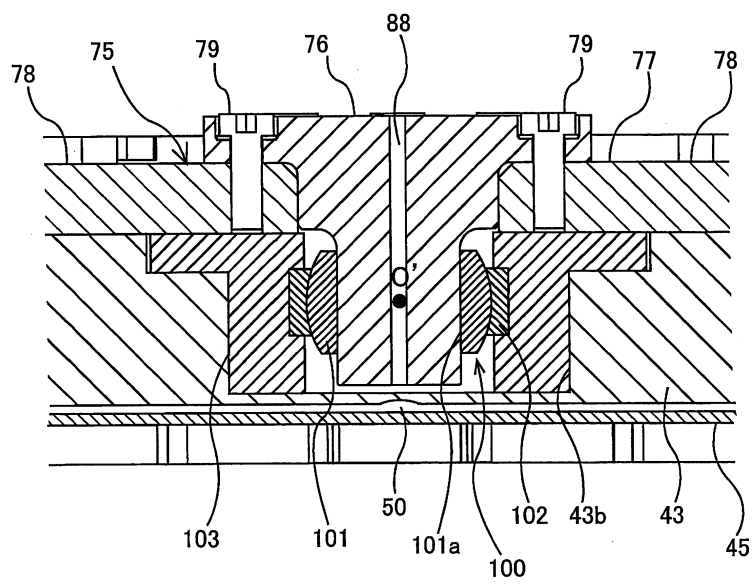




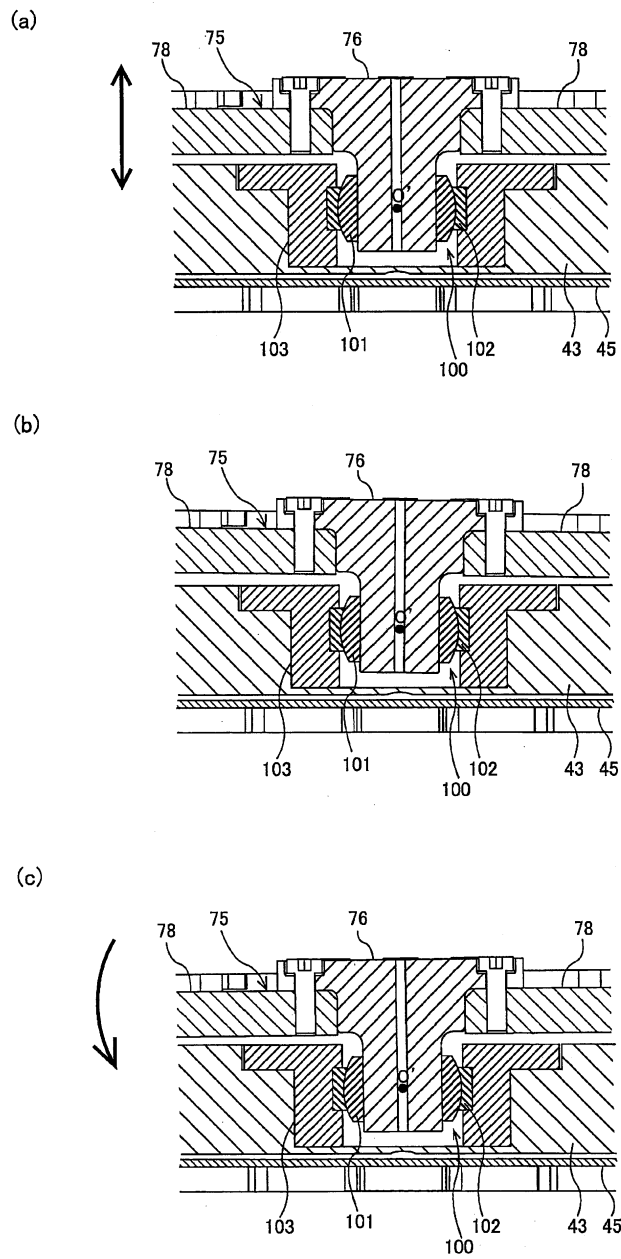
도면6



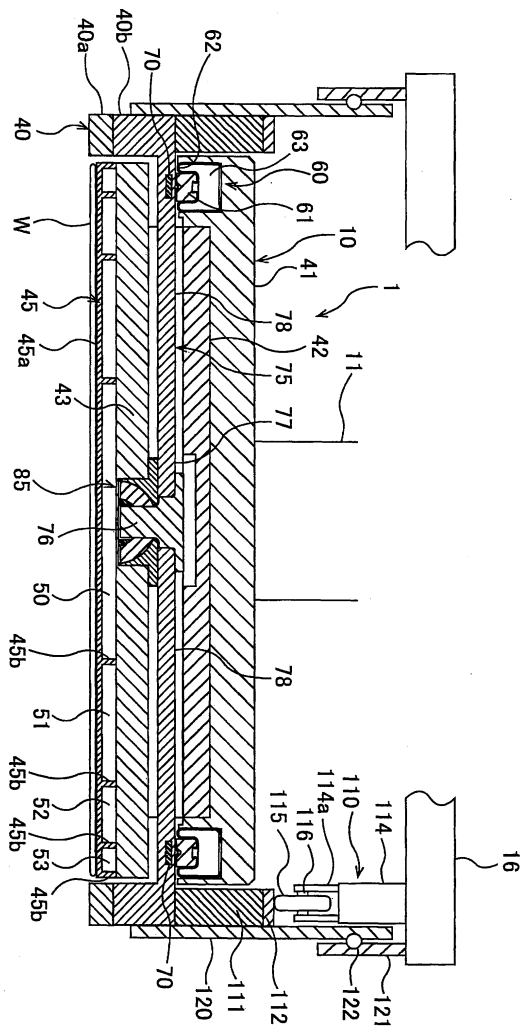
도면7



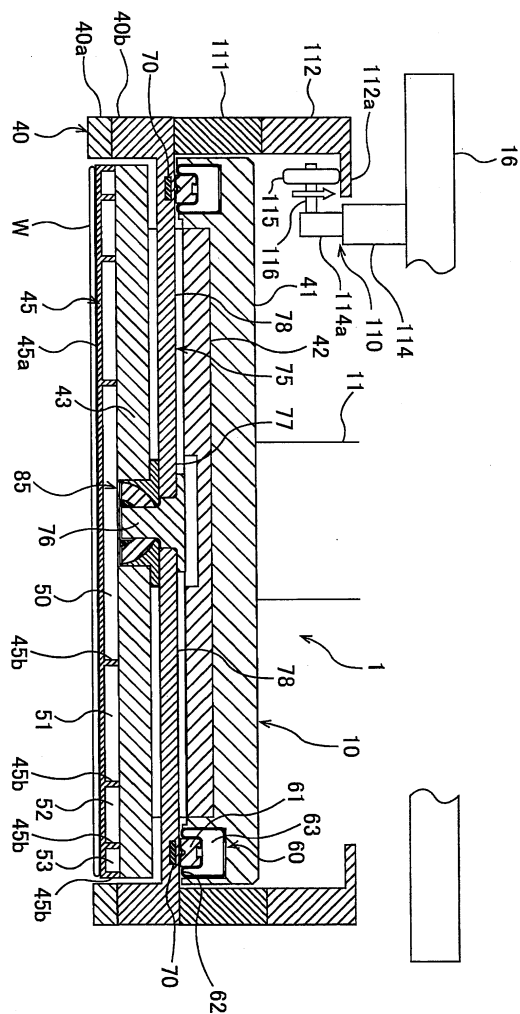
도면8



도면9

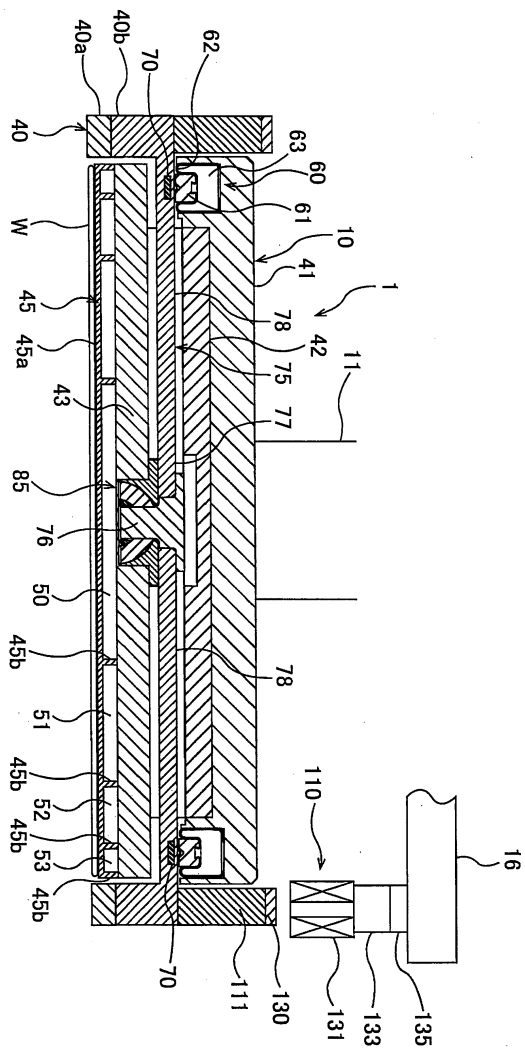


도면10

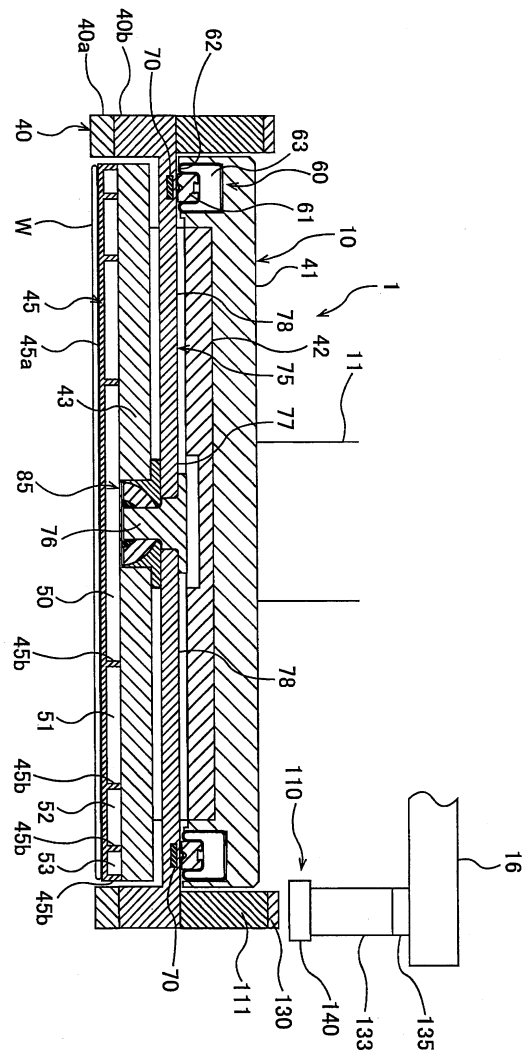




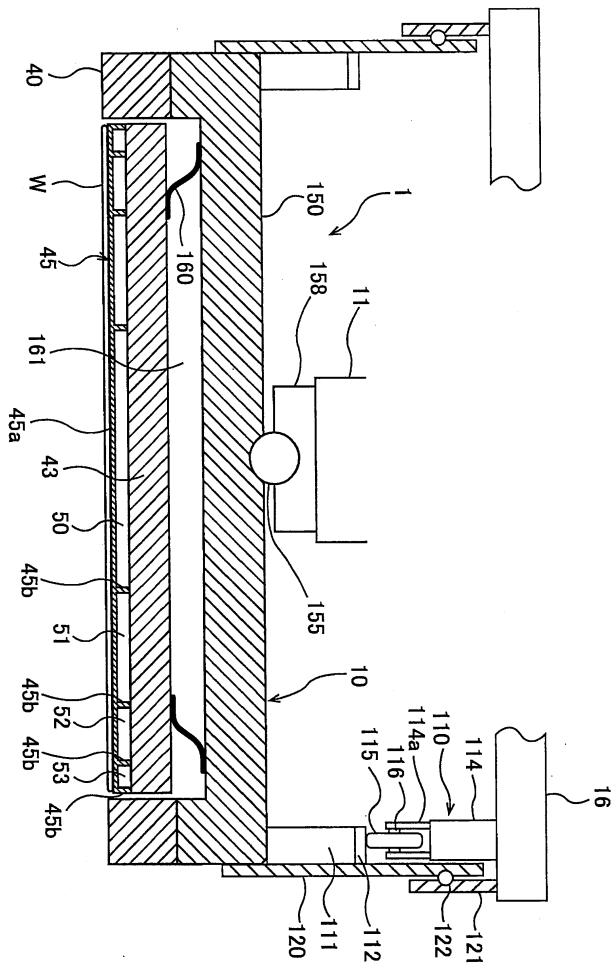
도면11



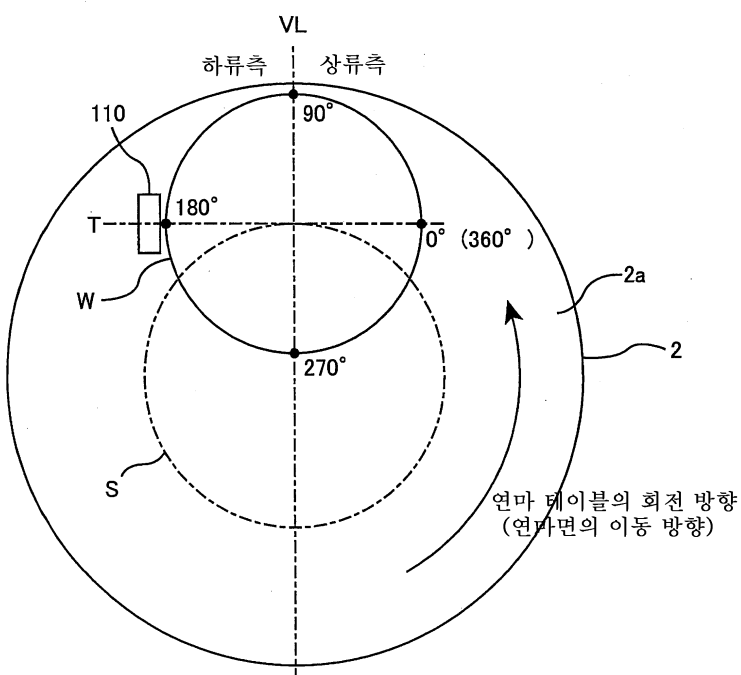
도면12



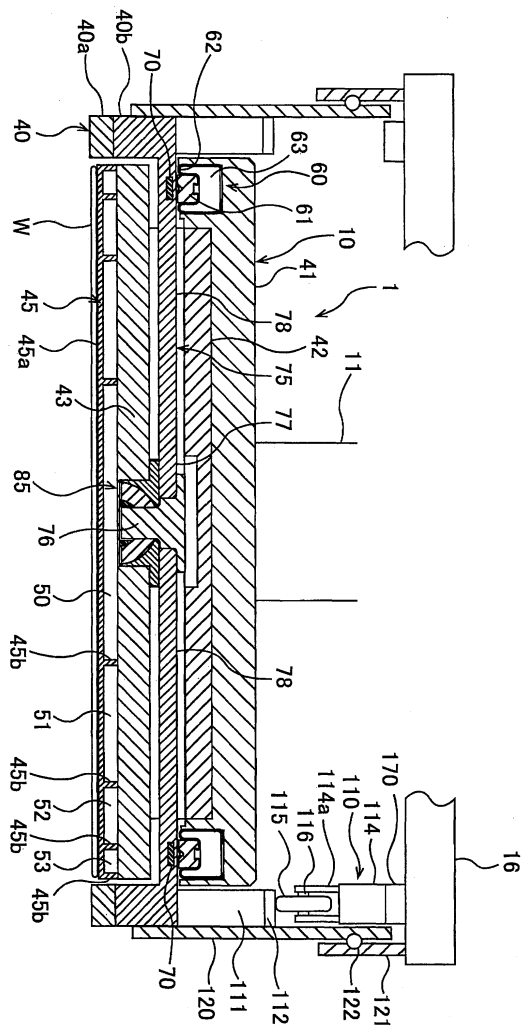
도면13



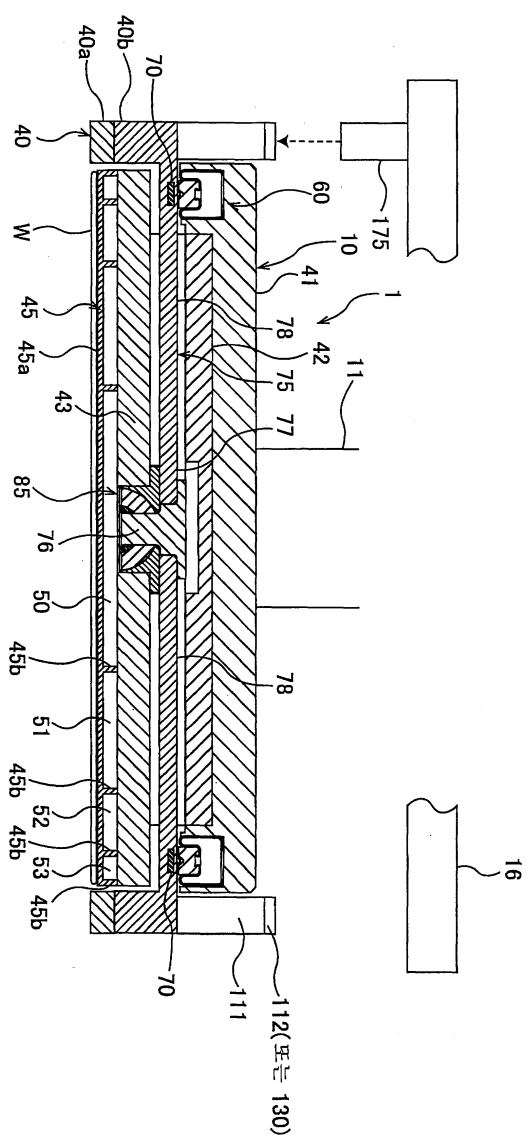
도면14



도면15

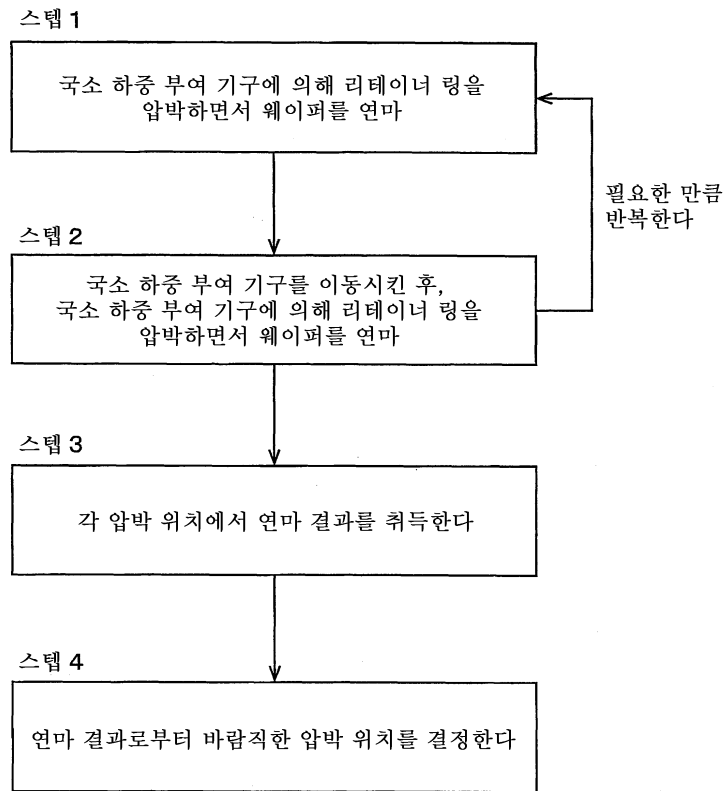


도면16

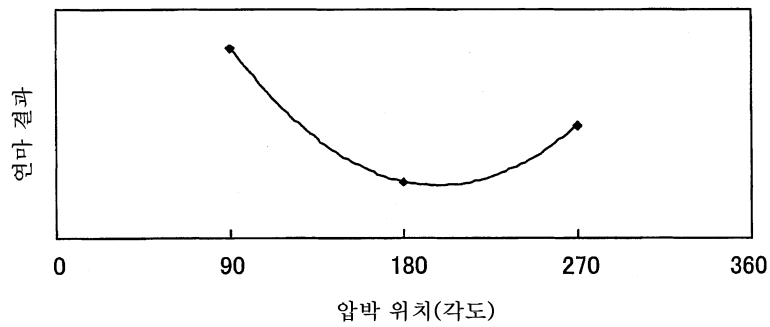




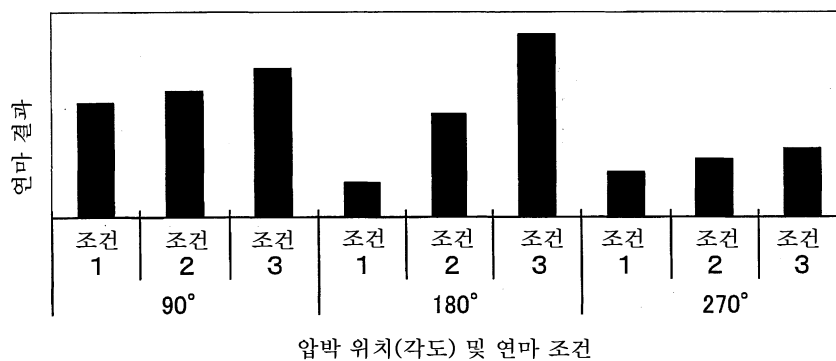
도면17



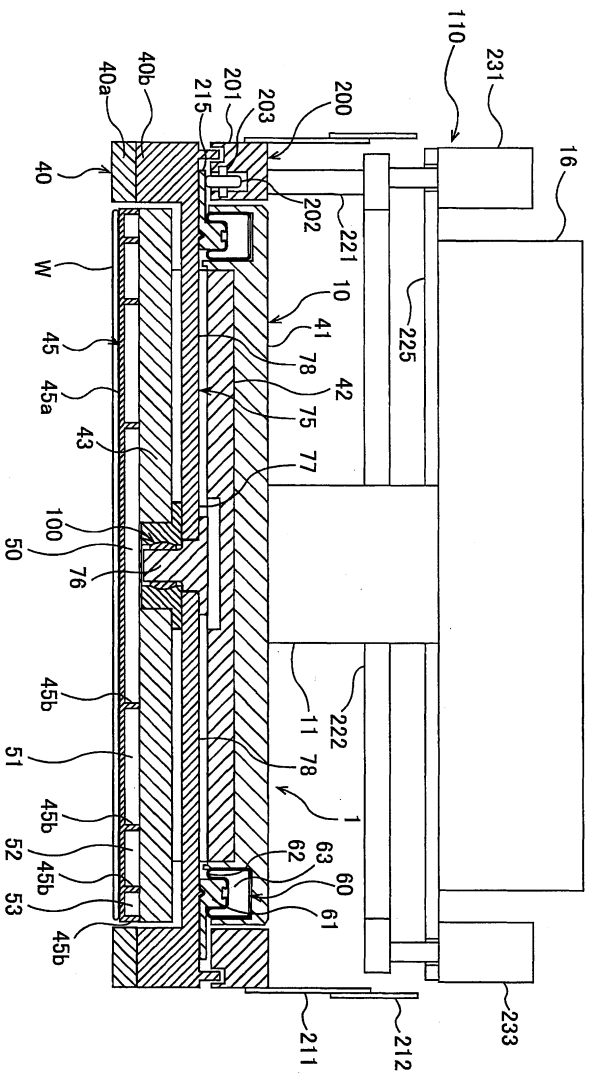
도면18



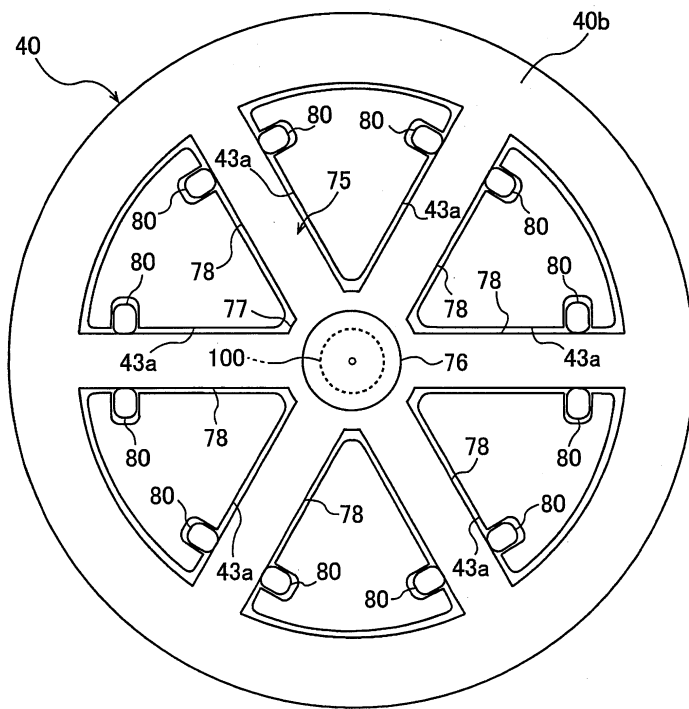
도면19



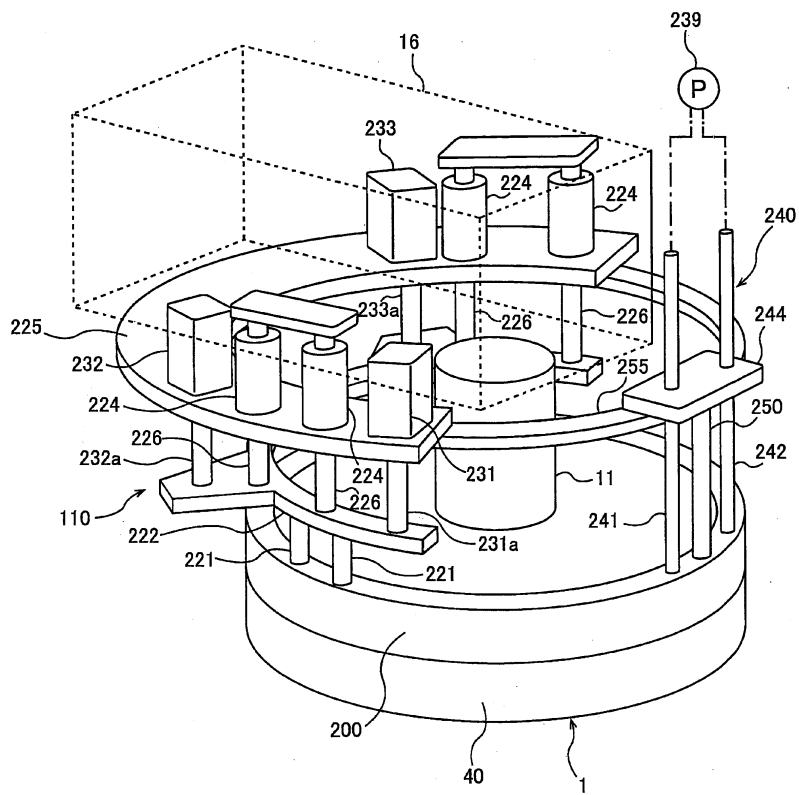
도면20



도면21

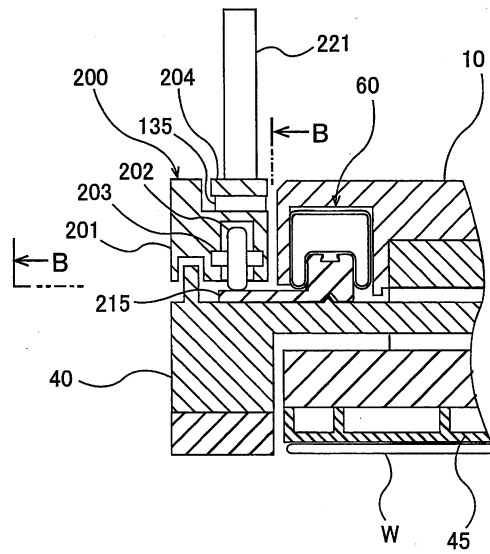


도면22

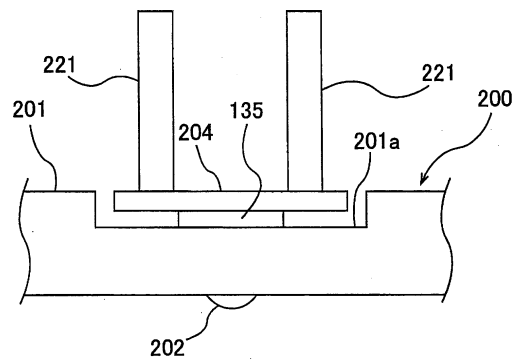


도면23

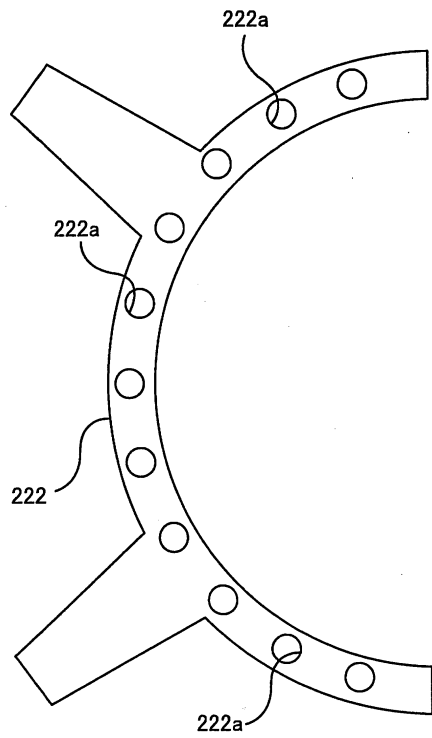
(a)



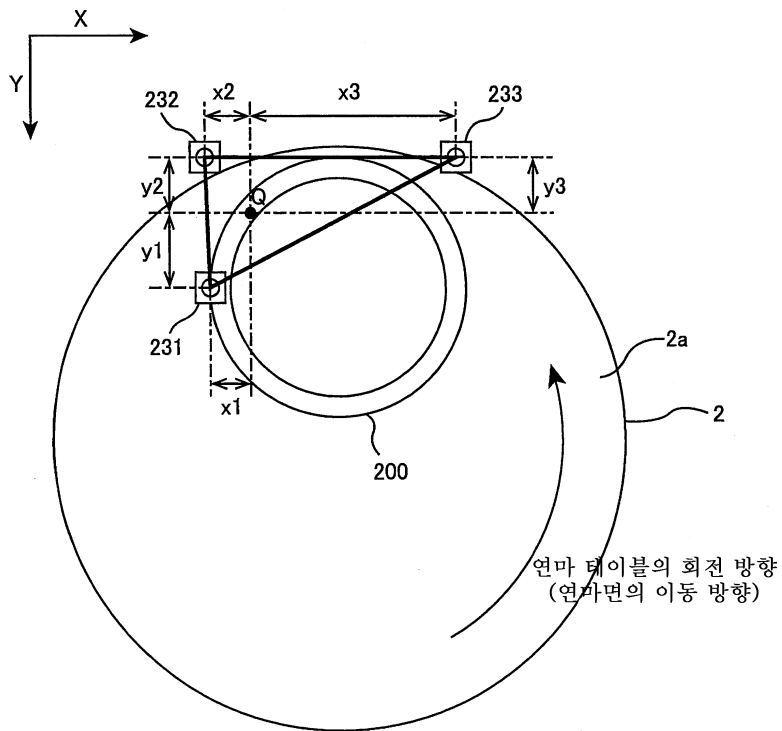
(b)



도면24



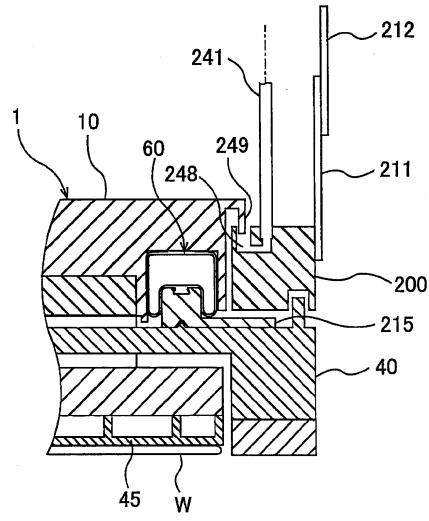
도면25



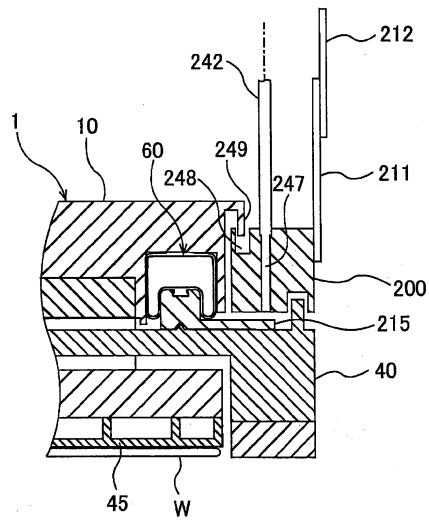


도면26

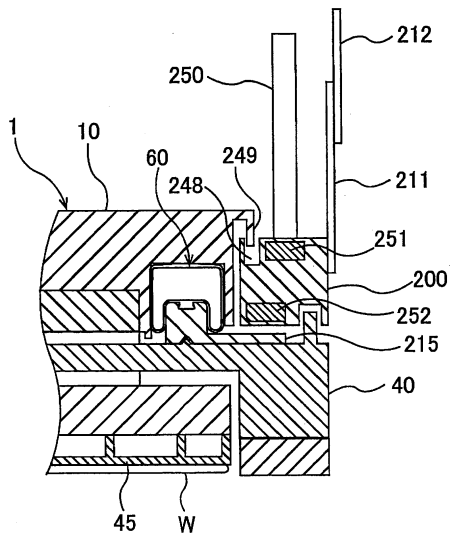
(a)



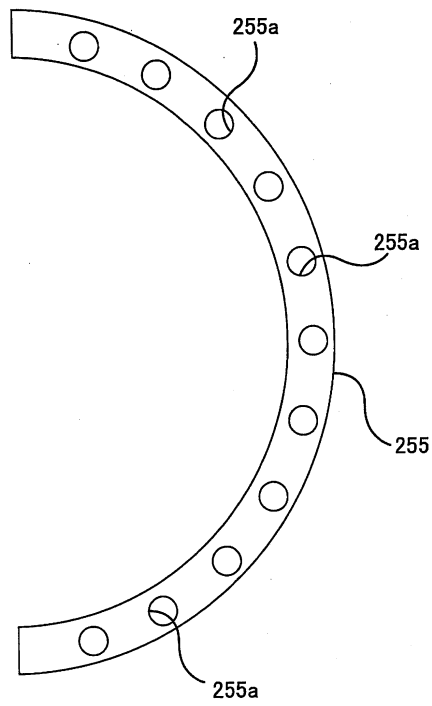
(b)



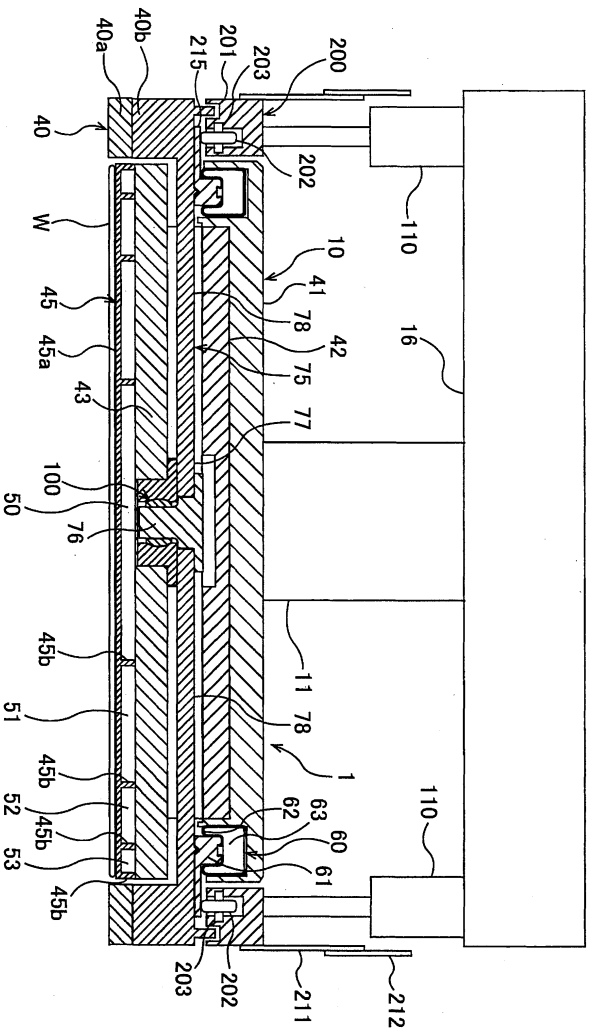
도면27



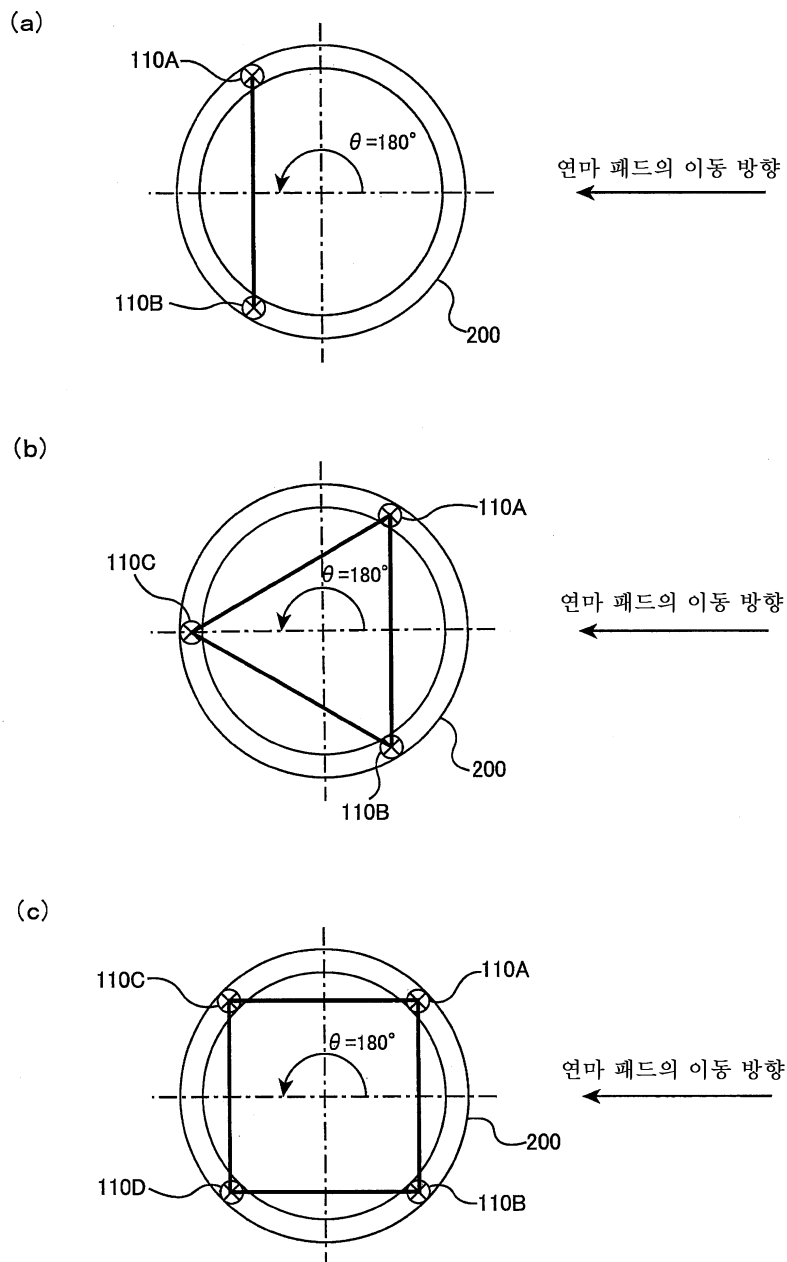
도면28



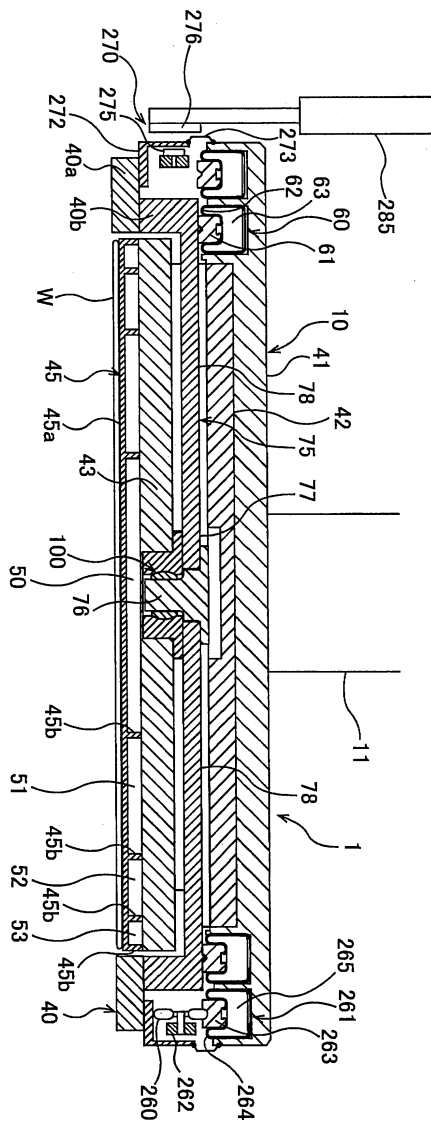
도면29



도면30



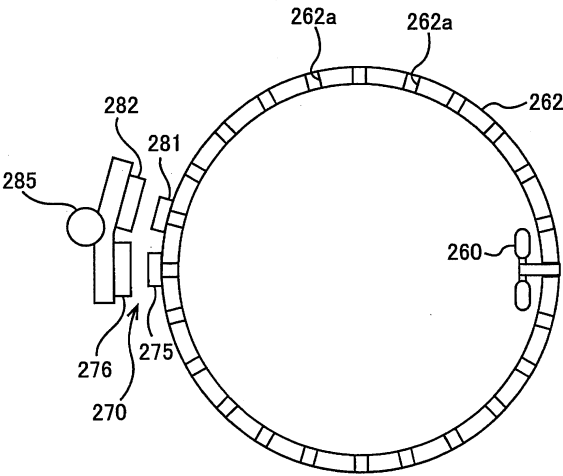
도면31



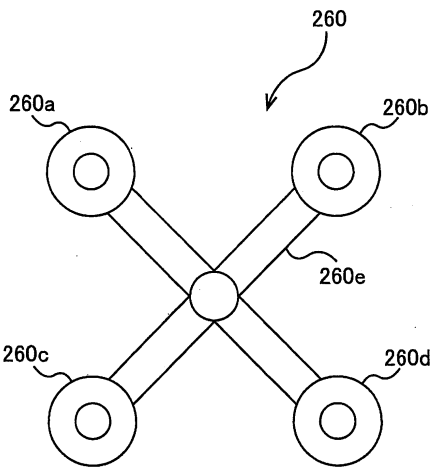


도면32

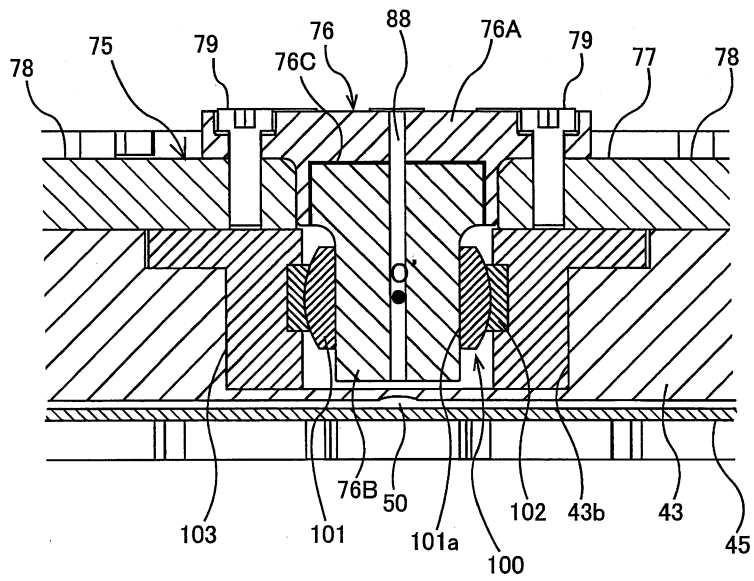
(a)



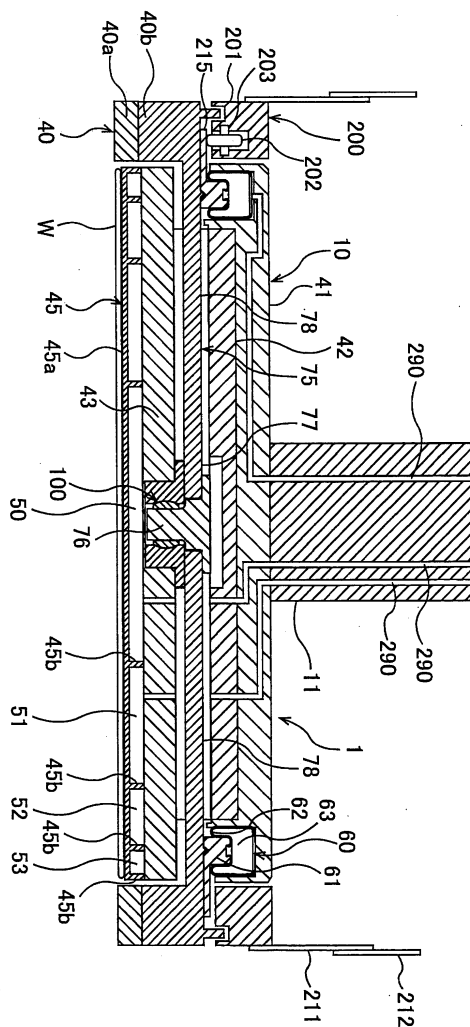
(b)



도면33



도면34



도면35

