



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.

H01L 21/304 (2006.01)

(45) 공고일자 2007년06월20일
 (11) 등록번호 10-0729982
 (24) 등록일자 2007년06월13일

(21) 출원번호	10-2002-7012953	(65) 공개번호	10-2003-0017488
(22) 출원일자	2002년09월28일	(43) 공개일자	2003년03월03일
심사청구일자	2006년02월02일		
번역문 제출일자	2002년09월28일		
(86) 국제출원번호	PCT/US2001/009099	(87) 국제공개번호	WO 2001/74534
국제출원일자	2001년03월20일	국제공개일자	2001년10월11일

(81) 지정국

국내특허 : 아랍에미리트, 안티구와바부다, 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 벨리제, 캐나다, 스위스, 중국, 코스타리카, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 도미니카, 알제리, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그라나다, 그루지야, 가나, 감비아, 크로아티아, 헝가리, 인도네시아, 이스라엘, 인도, 아이슬랜드, 일본, 캐냐, 키르키즈스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 모로코, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 모잠비크, 노르웨이, 뉴질랜드, 폴란드, 포르투칼, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 슬로베니아, 슬로바키아, 시에라리온, 타지키스탄, 투르크멘, 터키, 트리니아드토바고, 탄자니아, 우크라이나, 우간다, 미국, 우즈베키스탄, 베트남, 세르비아 앤 몬테네그로, 남아프리카, 짐바브웨,

AP ARIPO특허 : 가나, 감비아, 캐냐, 레소토, 말라위, 모잠비크, 수단, 시에라리온, 스와질랜드, 탄자니아, 우간다, 짐바브웨,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르키즈스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크멘,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 사이프러스, 독일, 덴마크, 스페인, 핀란드, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼, 스웨덴, 터키,

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디브와르, 카메룬, 가봉, 기니, 기니 비사우, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고,

(30) 우선권주장

09/540,476

2000년03월31일

미국(US)

(73) 특허권자

스피드팜-아이팩 코퍼레이션

미국 아리조나 챔들러 노쓰 54 스트리트 305 (우:85226-2416)

(72) 발명자

코로빈니콜레이엔

미국85053애리조나주피닉스웨스트에반스드라이브3326

술츠스테펜씨

미국85234애리조나주길버트이스트아스펜코트3753

허브존디

미국85051애리조나주피닉스웨스트보겔애브뉴3413

파머제임스엘
미국85282애리조나주템프이스트콘코다511

(74) 대리인 특허법인코리아나

(56) 선행기술조사문현
EP0922531 A1

심사관 : 이창희

전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 조절 가능한 압력 영역 및 배리어가 구비된 워크피스 캐리어

(57) 요약

조절 가능한 압력 영역 및 영역들 사이에 조절 가능한 배리어가 구비된 캐리어에서 웨이퍼를 평탄화하기 위한 장치와 방법을 개시한다. 화학-기계적 연마 장치에서 웨이퍼가 연마 표면으로 프레스되는 동안, 웨이퍼의 배면에 압력을 분산하기 위한 개별적으로 제어 가능한 중심 영역 및 동심원 포위하는 영역이 캐리어에 구비된다. 압력 영역은 탄성 웹 다이어프램을 복수개의 리세스가 구비된 캐리어 하우징에 고정함으로써 이루어질 수 있다. 대응하는 복수개의 탄성 고리 형상의 리브는 리세스와 대향하여 웹 다이어프램으로부터 돌출될 수 있다. 따라서, 복수개의 고리 형상의 리브 하나 이상의 동심원 포위하는 영역에 의해 포위하는 중심 영역을 규정한다. 평탄화 공정동안 대응하는 유체 수송을 사용하여 영역 및 배리어를 개별적으로 가압할 수도 있다.

본 발명을 실시하기 위한 방법은 웨이퍼상의 볼록부와 골의 개수 및 위치와 대응하는 제어 가능한 압력 영역이 구비된 캐리어를 선택함으로써 시작된다. 높은 영역에 대응되는 영역은 웨이퍼의 낮은 영역에 대응되는 영역보다 더 큰 압력이 인가된다. 영역들 사이의 배리어의 압력은 영역들 사이의 리크를 방지하거나, 웨이퍼의 배면의 이웃하는 영역들 사이의 압력 분산이 스무스하게 이루어지도록 최적화될 수도 있다.

대표도

도 12

특허청구의 범위

청구항 1.

작제

청구항 2.

작제

청구항 3.

웨이퍼의 표면을 평탄화하기 위한 캐리어로서.

캐리어 하우징;

상기 캐리어 하우징에 의해 지지되는 제 1 주표면 및 제 2 주표면을 구비하는 웹 다이어프램;

각각 헤드 및 풋을 구비하며, 각각의 리브의 상기 헤드는 상기 웹 다이어프램의 상기 제 1 주표면과 수직으로 연결되어 복수개의 동심원 웹 플레넘들을 규정하는 복수개의 고리 형상 리브들;

각각이 대응하는 복수개의 상기 웹 플레넘들 중 하나와의 유체 수송을 하는 개별적으로 제어가능한 복수개의 웹 유체 수송 경로;

각각이 상기 복수개의 고리 형상 리브들 중 하나와 대향함으로써, 복수개의 고리 형상 캐리어 플레넘을 규정하며, 상기 웹 다이어프램의 상기 제 2 주표면과 근접한 복수개의 리세스; 및

떨어져 배치된 상기 복수개의 고리 형상 리브에 인가되는 상기 복수개의 캐리어 플레넘의 압력을 제어하기 위해, 대응하는 상기 복수개의 캐리어 플레넘과의 유체 수송을 하는 개별적으로 제어되는 복수개의 캐리어 유체 수송 경로를 포함하는 것을 특징으로 하는 캐리어.

청구항 4.

제 3 항에 있어서,

상기 웹 다이어프램 및 상기 복수개의 고리 형상 리브는 모두 단일 피스의 탄성 재료로 이루어지는 것을 특징으로 하는 캐리어.

청구항 5.

제 3 항에 있어서,

a) 상기 웹 다이어프램 또는 리브를 상기 캐리어 하우징에 연결하는 복수개의 클램핑 고리를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 캐리어.

청구항 6.

제 3 항에 있어서,

상기 웹 다이터프램은 각 리브와 관련된 별도 독립 고리 모양 다이어프램을 포함하는 것을 특징으로 하는 캐리어.

청구항 7.

제 3 항에 있어서,

a) 상기 리브를 통과하는 경로를 갖고 상기 리브 풋 주변으로 진공을 수송하는 리브 진공관을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 캐리어.

청구항 8.

제 3 항에 있어서,

상기 캐리어 하우징 내의 고정 고리 리세스;

상기 캐리어 하우징의 외주부와 연결되고, 상기 고정 고리 리세스를 덮어 고정 고리 플레넘을 형성하는 고정 고리 다이어프램; 및

상기 고정 고리 다이어프램과 결합되는 고정 고리를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 캐리어.

청구항 9.

제 8 항에 있어서,

a) 상기 고정 고리의 압력을 제어하기 위해, 상기 고정 고리 플레넘과의 유체 수송을 하는 고정 고리 유체 수송 경로를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 캐리어.

청구항 10.

제 8 항에 있어서,

상기 고정 고리의 내경은 탄성 재료로 피복되는 것을 특징으로 하는 캐리어.

청구항 11.

웨이퍼를 평탄화하는 방법으로서,

a) 압력 조절이 가능한 복수개의 동심원 플레넘들 및 매 쌍의 이웃하는 상기 플레넘들 사이에 있는 압력 조절이 가능한 동심원 배리어가 구비된 캐리어에 투입 웨이퍼를 로딩하는 단계;

b) 상기 웨이퍼가 연마 표면과 근접하거나 접촉할 때까지 상기 캐리어를 이동시키는 단계;

c) 상기 캐리어의 상기 복수개의 동심원 플레넘들과 대응하는 웨이퍼의 복수개의 동심원 영역에 대해 소망하는 제거 속도를 결정하는 단계;

d) 상기 웨이퍼의 각자의 동심원 영역 각각에서의 상기 소망하는 제거 속도를 획득하기 위한 압력으로 상기 캐리어의 각 동심원 플레넘을 가압함으로써 상기 웨이퍼를 상기 연마 표면에 프레스하는 단계;

e) 상기 동심원 플레넘들 사이의 복수개의 상기 배리어 각각의 압력을 조절하는 단계; 및

f) 상기 웨이퍼와 상기 연마 표면 사이에 상대적인 동작을 유발시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12.

제 11 항에 있어서,

상기 a) 단계는 압력 조절이 가능한 복수개의 동심원 플레넘들; 및 매 쌍의 이웃하는 상기 플레넘들 사이에 있고, 탄성 리브를 구비하는, 압력 조절이 가능한 동심원 배리어가 구비된 캐리어에 투입 웨이퍼를 로딩하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13.

제 11 항에 있어서,

상기 d) 단계는, 상기 웨이퍼를 접촉하도록 조정된 제 1 주표면 및 상기 동심원 배리어들과 결합된 제 2 주표면을 구비하는 웨이퍼 다이어프램을 통하여 상기 웨이퍼에 가해진, 상기 웨이퍼의 각자의 동심원 영역 각각에서의 상기 소망하는 제거 속도를 획득하기 위한 압력으로 상기 캐리어의 각 동심원 플레넘을 가압함으로써 상기 웨이퍼를 상기 연마 표면에 프레스하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14.

제 11 항에 있어서,

상기 압력을 조절하는 단계는 상기 복수개의 동심원 플레넘들 각각과 연관된 압력으로 동작가능한 웹 다이터프램에 인가된 상기 압력을 조절하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 15.

제 11 항에 있어서,

g) 상기 캐리어에 부착되고 상기 웨이퍼를 포위하게 위치된 고정 고리를 제공하는 단계; 및

h) 상기 고정 고리에 의해 상기 연마 표면에 인가되는 압력을 독립적으로 가하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 16.

제 15 항에 있어서,

독립적으로 가하는 상기 단계는,

상기 고정 고리에 의해 상기 연마 표면에 인가되는 상기 압력을 조절하여 상기 웨이퍼의 경계 부분으로부터 재료의 상기 제거 속도에 소정의 방식으로 영향을 주는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 17.

제 11 항에 있어서,

상기 압력을 조절하는 단계는 상기 동심원 플레넘들 사이의 상기 복수의 배리어들 각각에 압력을 이웃하는 상기 동심원 플레넘들에서의 압력과 동일하거나 그 사이에 있도록 조절하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 18.

웨이퍼의 표면을 평탄화하기 위한 캐리어로서,

캐리어 하우징;

제 1 주표면 및 제 2 주표면을 구비하며, 상기 제 1 주표면은 웨이퍼와 접촉하도록 조정된 웨이퍼 다이어프램;

각각의 일 말단은 상기 웨이퍼 다이어프램의 상기 제 2 주표면에 결합되고, 대향하는 말단은 상기 캐리어 하우징과 결합됨으로써, 상기 캐리어 하우징 및 상기 웨이퍼 다이어프램과 결합하여 복수개의 동심원 웹 플레넘을 규정하는, 떨어져 배치된 복수개의 고리 형상 리브;

상기 복수개의 동심원 웹 플레넘 각각의 압력을 제어하기 위해, 대응하는 상기 복수개의 웹 플레넘과의 유체 수송을 하는 개별적으로 제어 가능한 복수개의 웹 유체 수송 경로;

상기 캐리어 하우징 내에 형성되고, 떨어져 배치된 상기 복수개의 고리 형상 리브와 함께 정렬되는 복수개의 동심원 고리 형상 캐리어 플레넘; 및

떨어져 배치된 상기 복수개의 고리 형상 리브로 가압되는 상기 복수개의 캐리어 플레넘에서의 압력을 제어하기 위한 대응하는 상기 복수개의 캐리어 플레넘과의 유체 수송을 하는 개별적으로 제어 가능한 복수개의 캐리어 유체 수송 경로를 포함하는 것을 특징으로 하는 캐리어.

청구항 19.

제 18 항에 있어서,

상기 리브를 상기 캐리어 하우징에 연결하는 복수개의 클램핑 고리를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 캐리어.

청구항 20.

제 18 항에 있어서,

상기 캐리어 하우징 내의 고정 고리 리세스;

상기 캐리어 하우징의 외주부와 연결되고, 상기 고정 고리 리세스를 덮는 고정 고리 다이어프램; 및

상기 고정 고리 다이어프램과 결합되는 고정 고리를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 캐리어.

청구항 21.

제 18 항에 있어서,

상기 고리 모양 리브들은 삿 리브의 상기 대향하는 말단에 결합된 가용성 고리 모양 리브 다이터프램에 의해 상기 캐리어 하우징에 연결되는 것을 특징으로 하는 캐리어.

청구항 22.

캐리어 몸체; 및

상기 워크피스 다이어프램의 일면에 대해 프레스하도록 조정된 제 1 표면 및 상기 워크피스 다이어프램의 제 2 면으로부터 실질적으로 수직하게 연장된 복수개의 동심원 리브들을 구비하는 다이어프램을 포함하며,

상기 복수개의 동심원 리브들 각각은 상기 워크피스 다이어프램에 실질적으로 평행한 연장 부분에서 종결되고, 상기 연장 부분은 상기 캐리어 몸체에 클램핑하도록 조정된 것을 특징으로 하는 CMP 장치의 캐리어.

청구항 23.

연마 패드; 리브들 각각이 압력으로 조절가능하고 상기 리브들과 연관된 캐리어 플레넘들을 구비한 복수의 리브들에 의해
지지되며, 상기 워크피스의 제 2 표면에 대해 프레스하는 제 1 표면을 구비한 워크피스 다이어프램; 상기 워크피스 다이어
프램의 제 2 표면에 근접하여 위치한 복수개의 압력으로 조절가능한 웹 플레넘; 및 상기 워크피스 다이어프램을 포위하고,
상기 연마 패드에 대해 프레스하도록 구성된 마멸 고리로서, 상기 마멸 고리가 상기 연마 패드를 프레스하는 압력은 조절
가능한 상기 마멸 고리를 포함하는 CMP 장치를 활용하여 워크피스의 제 1 표면을 평탄화하는 방법에 있어서,

상기 워크피스 다이어프램의 상기 제 1 표면에 근접하도록 상기 워크피스의 상기 제 2 표면을 위치시키는 단계;

상기 워크피스의 제 1 표면을 상기 연마 패드와 접촉하도록 위치시키는 단계;

압력 조절가능한 웹 플레넘들 각각에서의 소정의 압력을 확립하는 단계;

상기 캐리어 플레넘들 각각에서의 소정의 압력을 확립하는 단계;

상기 웹 플레넘에서의 상기 소정의 압력 및 상기 캐리어 플레넘에서의 상기 소정의 압력에 관계없이, 상기 마멸 고리가 상
기 연마 패드에 대해 프레스하는 상기 압력을 조절하는 단계; 및

상기 워크피스 다이어프램과 상기 연마 패드 사이의 상대적 움직임을 유발하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 24.

삭제

청구항 25.

삭제

청구항 26.

삭제

청구항 27.

삭제

청구항 28.

삭제

청구항 29.

삭제

청구항 30.

삭제

청구항 31.

삭제

청구항 32.

삭제

청구항 33.

삭제

청구항 34.

삭제

청구항 35.

삭제

청구항 36.

삭제

청구항 37.

삭제

청구항 38.

삭제

청구항 39.

삭제

청구항 40.

삭제

청구항 41.

삭제

청구항 42.

삭제

청구항 43.

삭제

청구항 44.

삭제

청구항 45.

삭제

청구항 46.

삭제

청구항 47.

삭제

청구항 48.

삭제

청구항 49.

삭제

청구항 50.

삭제

청구항 51.

삭제

청구항 52.

삭제

청구항 53.

삭제

청구항 54.

삭제

명세서

기술분야

본 발명은 연마 표면으로 워크피스를 평탄화하는 통상의 기술에 관한 것이다. 예를 들면, 웨이퍼 또는 그 위에 증착된 박막을 평탄화하기 위해, 화학-기계적 평탄화 (CMP) 장치의 연마 패드에 대해 조절가능한 압력 영역 및 조절가능한 압력 배리어가 구비된 개선된 웨이퍼 캐리어에 본 발명을 이용할 수 있다.

배경기술

단결정 실리콘의 평평한 디스크 또는 "웨이퍼"는 집적 회로의 제조를 위한 반도체 산업의 기본적인 기판 재료이다. 통상, 반도체 웨이퍼는 긴 실린더 (cylinder) 또는 보울 (boule) 형상의 단결정 실리콘으로 성장된 후, 실린더로부터 개별 웨이퍼로 슬라이스 (slice) 됨으로써 형성된다. 슬라이스 공정은 웨이퍼의 양면이 매우 거칠어지도록 한다. 또한, 출원인은, 예를 들어 젤로우 트랜치 아이솔레이션 (STI) 및 구리 증착 등의 그 밖의 반도체 웨이퍼 공정 단계에서, 웨이퍼 상에 과잉 재료의 예측 가능한 동심원 볼록부가 형성되는 것을 알게 되었다. 예를 들면, 출원인은 통상의 STI 공정에서는 일반적으로 넓은 외면의 고리 형상 볼록부와 볼록부들 사이에 좁은 골을 갖는 작은 디스크 형상 중심 볼록부가 형성되는 것을 알게 되었다. 또한, 출원인은 통상의 구리 증착 공정에서 일반적으로 좁은 외면의 고리 형상 볼록부와 볼록부 사이에 넓은 골을 갖는 작은 디스크 형상 중심 볼록부가 형성되는 것을 알게 되었다.

집적 회로가 구성될 웨이퍼의 전면은, 웨이퍼에 도포되는 재료의 다음 층들과의 신뢰성 있는 반도체 접합을 이루기 위해 매우 평평해야 한다. 또한, 집적회로용 배선을 형성하는 동안 웨이퍼 표면에 도포된 재료층 (통상, 전도체용 금속 또는 절연체용 산화물로 이루어지는 박막층이 증착된)은 또한 균일한 두께로 이루어져야 한다. 평탄화는 평평한 표면을 형성하기 위해 돌기 및 다른 결함을 국부적 및 전반적으로 제거하는 공정 및/또는 웨이퍼 상의 증착된 박막층의 균일한 두께를 형성하기 위해 재료를 제거하는 공정이다. 반도체 웨이퍼는, 웨이퍼 상에 집적 회로 또는 배선을 형성하는 공정 단계를 수행하기 전에, 평탄화되거나 연마됨으로써 매끄럽고, 평평한 마무리가 이루어진다. 일 단락하면, 구성 및 비구성 웨이퍼들의 제어된 평탄화를 제공하기 위해 장치를 개선해왔다.

이하, 웨이퍼를 평탄화하는 통상의 방법을 설명한다. 웨이퍼는 CMP 장치내의 샤프트 (shaft) 와 연결된 캐리어에 고정된다. 샤프트는 캐리어를 운반함으로써, 웨이퍼가 로드 (load) 또는 언로드 (unload) 부 및 플래튼 (platen)에 고정된 연마 패드에 근접하는 위치로 왕복하도록 한다. 연마 패드로 웨이퍼를 프레스하기 위해, 캐리어에 의해 웨이퍼의 배면에 압력을 인가하고, 통상 슬러리를 공급한다. 웨이퍼 및/또는 연마 패드는, 샤프트 및/또는 플래튼과 연결된 모터를 통해, 다양한 기하학적 또는 무질서한 패턴으로 회전, 궤도, 직선적인 진동, 또는 이동될 수 있다.

평탄화 공정동안 웨이퍼 배면에 압력을 고정 및 분산시키기 위해 많은 캐리어 디자인이 공지되어 있다. 일반적으로, 통상의 캐리어에는 웨이퍼의 배면을 가압하기 위해 사용되는 웨이퍼의 배면과 대응하지 않는 경질의 평평한 압력 플레이트가 구비된다. 그 결과, 압력 플레이트는 웨이퍼 전체 영역, 특히 웨이퍼의 에지에 균일한 연마 압력을 인가할 수 없다. 이와 같은 문제를 극복하기 위해, 압력 플레이트를 종종 연질 캐리어 막으로 덮는다. 이 막의 목적은 웨이퍼의 배면에 균일한 압력을 전달하여, 균일한 연마를 돋기 위한 것이다. 캐리어 플레이트와 웨이퍼의 배면 사이의 표면 불규칙성을 보정함과 더불어, 막은 웨이퍼 표면상의 미세한 불순물을 변형시켜 매끄럽게 한다. 그와 같은 캐리어막이 없으면 이러한 불순물이 고압 점을 형성할 수도 있다. 그러나, 막은 제한된 가요성에만 부분적으로 효과적이고, 한번 압력 플레이트에 인가되면 전체적으로 조절하는 능력이 없다.

경질의 평평한 플레이트가 구비된 통상의 캐리어의 공통적인 문제는 하나 이상의 볼록부를 갖는 투입 웨이퍼를 보정할 수 없는데 있다. 경질의 평평한 플레이트는, 웨이퍼의 배면의 서로 다른 영역에 인가된 압력을 조절할 수 없는 사실에 의해 제한된다. 몇몇 웨이퍼 공정 단계에서 웨이퍼 상에 볼록부를 날개하는 것이 일반적이다. 일반적으로, 종래의 캐리어는 웨이퍼의 전체 상부면에 걸쳐 거의 동일한 양의 재료를 제거하므로, 웨이퍼 상에는 볼록부가 남게된다. 웨이퍼의 표면에서 충분히 매끈하고 평탄한 부분만이 회로 증착에 효과적으로 사용될 것이다. 따라서, 오목부는 반도체 웨이퍼의 유효 영역을 제한한다.

다른 통상의 캐리어는 웨이퍼의 배면에 걸친 하나 이상의 압력 영역을 인가하는 수단이 구비된다. 특히, 몇몇 통상의 캐리어들은 배리어에 의해 분리되어 개별적으로 가압될 수 있는 복수개의 중심 내부 챔버가 구비된 캐리어를 제공한다. 상부 플레이트의 개별 챔버를 다른 크기로 가압함으로써, 웨이퍼의 배면에 걸쳐 서로 다른 압력 분포를 형성할 수 있다.

그러나, 출원인은 통상의 캐리어가 웨이퍼 배면에 걸친 압력 분포를 충분하게 제어할 수 없음을 발견하였다. 이는 웨이퍼의 배면에 배리어에 의해 야기되는 압력의 제어의 부족 때문이다. 배리어는 내부 챔버들간의 웨이퍼의 배면의 압력을 제어하는데 있어 중요한 역할을 한다. 따라서, 웨이퍼의 전체 배면에 걸쳐 인가된 압력을 조절하는 능력이 제한되므로, 예상되는 제거 문제에 대해 보정하는 능력은 제한된다.

평탄화 공정동안 웨이퍼의 전체 배면에 걸친 영역들 사이의 배리어로부터의 압력 및 복수개의 압력 영역의 가압을 제어하기 위한 시스템이 필요하다.

발명의 상세한 설명

따라서, 본 발명의 목적은 웨이퍼를 평탄화하는 동안 개별적으로 제어 가능한 동심원 영역 및 배리어를 통해 웨이퍼의 배면의 압력 분포를 제어하기 위한 장치와 방법을 제공하는 데 있다.

본 발명의 일 실시예에서는, 캐리어가 웨이퍼의 표면을 평탄화하기 위해 개시된다. 캐리어는 디스크 형상 중심 플레넘 (plenum), 중심 플레넘을 포위하는 복수개의 동심원 고리 형상 플레넘, 및 이웃하는 플레넘 사이의 복수개의 동심원 배리어를 포함한다. 따라서, 웨이퍼의 배면 상의 압력 분포는 플레넘 내의 압력과 배리어에 가해지는 압력을 조절함으로써 제어된다.

다른 실시예에서는, 경질의 내부식 재료가 유리하게 구비된 캐리어 하우징을 포함하는 캐리어를 개시한다. 캐리어 하우징은 캐리어를 CMP 장치에 결합하기 위해 사용되는 제 1 주표면, 및 복수개의 동심원 고리 형상 플레넘을 포함하는 제 2 주표면이 구비된 실린더 형상인 것이 바람직하다.

탄성 웹 다이어프램은 제 2 주표면 상에 위치되어, 캐리어 플레넘을 덮는다. 복수개의 탄성 고리 형상 리브 (rib)는 고리 형상 캐리어 플레넘과 대향하는 웹 다이어프램에서 수직으로 돌출된다. 웹 다이어프램 및 리브는 단일 몰드로부터 형성되어도 무방하지만, 피스를 분리하는 것도 바람직하다. 복수개의 고리 형상 리브는 웹 다이어프램으로부터 돌출되어, 하나 이상의 동심원 고리 형상 웹 플레넘에 의해 포위하는 디스크 형상 중심 웹 플레넘을 규정한다. 캐리어 하우징으로 조여지는 클램핑 고리에 따른 위치에 웹 다이어프램 및 리브를 고정함으로써, 클램핑 고리와 캐리어 하우징 사이에 위치되는 웹 다이어프램 및 리브를 트랩한다.

캐리어 플레넘은 각각의 캐리어 플레넘과 대응하여 유체를 수송하기 위해 캐리어 유체 수송 경로를 가압할 수도 있다. 캐리어 플레넘은, 웨이퍼에 리브가 봉합되도록 하고, 이웃하는 웹 플레넘 사이에 있는 웨이퍼의 배면에 응력이 분포되도록, 리브의 압력 조작을 제어하기 위해 사용된다.

웹 플레넘은 중심 웹 플레넘 및 복수개의 고리 형상 웹 플레넘들 각각의 유체수송에서 대응하는 웹 유체 수송 경로와 가압될 수도 있다. 웹 플레넘은 동심원 영역의 조작을 제어하여 웨이퍼 배면의 압력 분산을 제어하기 위해 사용된다. 다음으로, 평탄화 공정 동안, 웨이퍼는 리브 및 중심 웹 플레넘과 고리 형상 웹 플레넘에 의해 지지될 수 있다.

리브가 일 말단에 웹 다이어프램에 의해 지지되는 반면, 다른 말단 (리브 풋)에는 웨이퍼가 지지된다. 리브 풋은 평평하거나, 둥글거나, 또는 웨이퍼에서의 풋의 피버팅 또는 웨이퍼에서의 풋의 봉합을 향상시키는 다른 형상을 가질 수 있다. 웨이

퍼로의 리브의 봉합을 더욱 돋기 위해, 진공 경로는 리브를 통과하는 경로인 것이 바람직하다. 이웃하는 웹 플레넘 사이의 배리어로서 리브를 사용하는 것은 바람직한 방법이며, 동시에, 이웃하는 웹 플레넘 간의 유체 교환을 방지하기 위해, O-고리, 벨로우즈, 또는 쉘드와 같은 다른 배리어를 사용해도 무방하다.

캐리어는 캐리어 하우징과 연결되는 부동 (floating) 고정 고리를 갖는 것이 바람직하다. 평탄화 공정동안, 웨이퍼와 접착 표면 사이에서 상대적 작동이 발생되면 웨이퍼가 캐리어 바로 아래 측면으로 이탈되는 것을 방지하기 위해, 고정 고리는 웨이퍼를 포위한다. 부동 고정 고리는, 캐리어 하우징의 외면의 고리 형상 리세스 상에 토크 (taut) 가 고정된 고정 고리 다이어프램이 구비된 캐리어 하우징에 부착되는 것이 바람직하다. 그러므로, 고정 고리 플레넘은 캐리어 하우징 내의 고리 형상 리세스와 고정 고리 다이어프램 사이에 형성된다. 고정 고리 유체 수송 경로는, 소망의 압력을 고정 고리로 수송하기 위해, 캐리어 하우징 및/또는 고정 고리 내에 위치될 수 있다. 웨이퍼를 연마 패드의 일부분 상으로 이동시키기 전에, 고정 고리는 연마 패드의 일부분을 프리로드 (preload) 하고 형성한다. 이와 같이 고정 고리 상의 압력은 웨이퍼, 특히 웨이퍼의 에지 주변의 평탄화 공정을 향상하기 위해 사용될 수 있다.

다른 실시예에서, 디스크 형상 웨이퍼 다이아프램은 리브 풋과 근접하도록 위치되어, 웹 플레넘을 포위한다. 웨이퍼 다이어프램은 리브들 위치되고, 리브에 의해 부분적으로 지지된다. 웹 플레넘 사이의 리크를 방지하기 위해, 리브 풋들은 웨이퍼 다이어프램에 부착되거나, 단일 몰드로 형성될 수 있다. 다른 방법으로, 웨이퍼에 리브 풋들을 봉합하기 위한 전술한 바와 동일한 방법을 사용하여, 리브 풋들을 웨이퍼 다이어프램에 봉합할 수도 있다. 다음으로, 평탄화 공정 동안 웨이퍼 다이어프램에 웨이퍼를 위치시킴과 동시에 웨이퍼의 배면 상의 응력의 분산을 제어하기 위해 캐리어 플레넘 및/또는 웹 플레넘을 조절한다. 또 다른 방법으로서, 가장 바깥쪽의 리브는 웨이퍼 다이어프램을 갖는 단일 피스로 몰드된 벨로우즈이거나, 웨이퍼 다이어프램에 부착될 수 있다. 또 다른 방법으로서, 스프링 고리는 가장 바깥쪽의 리브과 웨이퍼 다이아프램의 접합부에 가장 바깥쪽의 웹 플레넘 내에 위치될 수 있다. 압축된 스프링 고리는 균일하게 외측 방사상으로 신장되어, 토크 웨이퍼 다이어프램을 유지하도록 할 것이다.

본 발명은 기하학적 패턴이 반복된 투입 웨이퍼를 분석함으로써 실시될 수도 있다. 몇몇 반도체 웨이퍼 공정 단계에서는 예상 가능한 동심원 볼록부가 웨이퍼에 형성된다. 이와 같은 공정 단계로부터의 볼록부의 개수, 폭, 및 높이는 종종 웨이퍼마다 대체로 동일하다. 동심원 압력 영역과 영역들 사이의 조절 가능한 배리어 압력을 갖는 캐리어를 사용함으로써, 캐리어는 웨이퍼의 배면 전체에 걸친 압력 분포를 최적화할 수 있다. 실제로 균일한 두께를 갖는 웨이퍼를 제조하기 위해, 평탄화 공정 동안의 웨이퍼의 배면의 압력 분포는 보다 큰 오목부를 갖는 영역들을 보다 강하게 가압함으로써 최적화할 수 있다.

본원 발명의 태양을 다음의 설명, 청구 범위 및 첨부된 도면에 보다 상세하게 설명한다.

실시예

본 발명의 바람직한 실시예는, CMP 장치에서 웨이퍼를 평탄화하기 위해 개선된 웨이퍼 캐리어에 관한 것이다. 본 발명은 애리조나주, 체들러 (Chandler) 소재의 SpeedFam-IPEC 본사에서 상업적으로 제조된 AvantGaard 676,776 또는 876, 또는, Auriga C, 또는 CE와 같은 다양한 CMP 장치에 사용될 수도 있다. 본 발명을 실시하기 위해 사용되는 CMP 장치는 이미 공지되었으며, 본 발명의 본질을 이해하는 것이 어렵게 되지 않도록 하기 위해, 상세하게 설명하지 않을 것이다.

CMP 장치 내의 웨이퍼 캐리어는, 웨이퍼의 전면을 연마 표면으로 평탄화하는 동안, 웨이퍼를 고정하여, 웨이퍼의 배면에 대한 압력이 분산되도록 해야한다. 통상, 연마 표면은 부유 (suspend) 된 연마 입자를 포함하는 화학적으로 활성화된 슬러리에 의해 웨트된 연마 패드를 구비한다. 바람직한 연마 패드와 슬러리는 특정 공정 및 사용할 워크피스에 따라 크게 의존한다. 통상의 CMP 연마 패드 및 슬러리는 델라웨어주 (Delaware), 뉴어크 (Newark) 소재의 Rodel Inc.의 제품으로 이루어진다.

도 1 내지 도 11을 참조하여, 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다. 캐리어 (156)는 경질의 상부 구조를 제공하는 경질의 실린더형 캐리어 하우징 (154)을 갖는다. 예를 들면, 캐리어 하우징 (154)은 필수적인 강설 및 CMP 환경에서 요구되는 내부식성을 캐리어 하우징 (154)에 부여하는 스테인레스 스틸이 구비된다. 실린더형 캐리어 하우징 (154)의 상부 주 표면은 통상의 어떠한 CMP 장치에도 연결되기에 적합하게 되도록 할 수 있다. 대부분의 통상의 CMP 장치에는 캐리어 (156) 와 웨이퍼 (150)를 운반하기 위해 사용되는 이동 가능한 샤프트가 구비된다. 통상, 이동 가능한 샤프트는, 캐리어 (156) 가 웨이퍼 로딩 및/또는 언로딩부와 근접하는 위치 사이로 CMP 장치 내의 연마 표면과 평행하게 이동되도록 한다.

캐리어 하우징 (154) 의 하부 주표면은 복수개의 동심원 고리 형상 리세스 (이하, 캐리어 플레넘으로 함; 131-134) 를 갖는다. 웨이퍼의 배면에서의 압력 분포의 최적의 제어를 위해, 개별 캐리어 플레넘 (131-134) 의 유체 수송을 위한 적어도 하나의 캐리어 유체 수송 경로 (141-144) 를 포함한다. 캐리어 유체 수송 경로 (141-144) 는, 캐리어 하우징 (154) 을 통과하여, 개별 캐리어 플레넘 (131-134) 에 개별적으로 가압되는 유체를 전송하는 장치의 경로이다.

웹 다이어프램 (100) 은 캐리어 하우징의 하부 주표면에 걸쳐 캐리어 하우징 (154) 과 결합됨으로써 캐리어 플레넘 (131-134) 을 봉합한다. 웹 다이어프램 (100) 은 캐리어 하우징 (154) 에 접착제, 스크류, 또는 다른 공지된 기술에 의해 결합될 수 있다. 그러나, 웹 다이어프램 (100) 은 캐리어 하우징 (154) 으로 클램프 고리 (157) 을 밀어넣는 복수개의 볼트에 의해 조여짐으로써 완벽하게 위치가 고정되어, 캐리어 하우징 (154) 과 클램프 고리 (157) 사이에 위치되는 웹 다이어프램을 트랩한다.

복수개의 동심원 배리어 (101-104) 는 캐리어 플레넘 (131-134) 에 대향하는 웹 다이어프램 (100) 의 주표면으로부터 수직으로 돌출된다. 배리어 (101-104) 는 O-고리, 벨로우즈, 또는 압력 차이를 갖는 이웃하는 압력 영역을 분리할 수 있는 다른 공지된 구성 형상일 수도 있다. 그러나, 배리어는 짧은 탄성 피스의 재료인 것이 바람직하며, 이하, "리브"로 칭한다. 개별 리브 (101-104) 의 헤드는 웹 다이어프램 (100) 과 연결되고, 개별 리브 (101-104) 의 끝은 웨이퍼 또는 웨이퍼 다이어프램 (300; 이하, 도 3 및 도 12를 참조하여 웨이퍼 다이어프램 (300) 을 설명함) 을 지지하는데 사용된다. 리브 (101-104) 는 15mm보다 짧고, 2.5mm의 폭으로, 가능한한 짧게 형성되어, 평탄화 공정동안 로드 능력을 최대화하고 편향을 최소화하도록 하는 것이 바람직하다. 웹 다이어프램 (100) 및 리브 (101-104) 는 단일 피스의 탄성 재료로 제조될 수도 있는 반면, 클램핑 고리 (157) 에 의해 캐리어 하우징 (154) 에 완벽하게 고정된 분리 피스인 것이 바람직하다. 웹 다이어프램 (100) 및 리브 (101-104) 는 EPDM과 같은 탄성 재료를 포함할 수도 있다.

웹 (155) 에 구비되는 동심원 배리어 또는 리브의 개수는 형성하고자 하는 개별적으로 제어가능한 압력 영역의 개수와 직접 부합될 것이다. 예로서 도 2 (도 1 및 도 11의 웹 (155) 의 하부도) 를 참조하면, 3개의 동심원 고리 형상 웹 플레넘 (112-114) 에 의해 포위하는 디스크 형상 중심 웹 플레넘 (111) 을 형성하기 위해 4개의 동심원 리브가 사용된다. 디스크 형상 중심 웹 플레넘 (111) 은 가장 내부의 리브 (101) 의 내부 직경에 의해 규정되는 반면, 포위하는 웹 플레넘 (112-114) 은 리브 (101-104) 의 외경 및 내경에 의해 규정된다. 리브들 (및 캐리어 플레넘 (131-134); 101-104) 사이의 간격은 웹 플레넘 (111-114) 의 폭을 제어하기 위해 조절될 수 있다. 리브들 (101-104; 캐리어 플레넘 (131-134) 과 결합됨) 의 위치는 웹 플레넘 (111-114) 의 위치를 변경하기 위해 조절될 수 있다. 웨이퍼의 배면의 압력 분포의 최적의 조절을 위해, 개별 웹 플레넘 (111-114) 의 유체 수송을 위한 적어도 하나 이상의 개별적으로 제어 가능한 웹 유체 수송 경로 (121-124) 가 구비된다. 웹 유체 수송 경로 (121-124) 는 캐리어 하우징을 통해서 캐리어의 중심으로 나오는 경로일 수 있다.

도 1을 참조하면, 캐리어 플레넘 (131-134), 웹 플레넘 (111-114) 및 고정되는 고리 플레넘 (115) 으로 가압된 유체의 경로에 대한 하나의 가능한 방법의 실시예가 통상의 CMP 장치 디자인에 적용될 것이다. 매니폴드 (manifold) 를 통해 하나 이상의 레귤레이터 (regulator) 로 공급될 가압 유체를 형성하기 위해 압축 장치 (compressor) 를 사용할 수 있다. 압축 장치에 의해 형성된 압력은 어떠한 플레넘에 의해 실체로 요구되는 압력보다도 높아야 한다. 하나의 개별적으로 제어 가능한 레귤레이터는 캐리어 (156) 의 개별 캐리어 플레넘 (131-134), 웹 플레넘 (111-114), 및 고정 고리 플레넘 (115) 에 완벽하게 사용될 수도 있다. 레귤레이터는, 캐리어 유체 수송 경로 (141-144), 웹 유체 수송 경로 (121-124), 및 고정 고리 유체 수송 경로 (125) 의 유체를 수송하는 데에 구비된다. 유체 수송 경로 (121-124) 는, 통상의 CMP 장치에서 볼 수 있는, 할로우 샤프트의 로터리 유니온을 통하여 캐리어 (156) 에 연결되는 경로일 수도 있다. 다음으로, 유체 수송 경로는 할로우 샤프트와 캐리어 (156) 를 통하여 각각의 대응되는 플레넘으로 향하는 경로가 될 수도 있다. 본 발명은 공지된 기술에 따른 다양한 콤프레셔, 매니폴드, 레귤레이터, 유체 수송 경로, 로터리 유니온, 및 할로우 샤프트를 이용하여 구현될 수 있다.

디스크 형상 중심 웹 플레넘 (111) 및 포위하는 고리 형상 웹 플레넘 (112-114) 은 개별적으로 가압되어 복수개의 동심원의 일정한 압력 영역을 웨이퍼 (150) 의 배면에 제조할 수도 있다. 웹 플레넘 (111-114) 을 더욱 소형화되어 형성되며, 클램프 고리 (157) 의 크기 증가에 의해 더욱 쉽고 빠르게 가압될 수 있다. 개별 압력 영역에 대해 선택되는 특정 압력은, CMP 장치의 다른 공정 파라미터와 결합되어, 표면 형상 및 투입 웨이퍼를 포함한 재료에 의존한다. STI 또는 구리 증착 반도체 웨이퍼에 대한, 통상의 CMP 장치에 대한 압력을 1 내지 10psi, 바람직하게는 3 내지 7psi로 사용할 수 있다.

추가의 제어가능한 압력 영역이 구비된 캐리어 (156) 는 더욱 작은 평균 폭의 영역을 구비함으로써, 웨이퍼 (150) 의 배면의 압력 분포의 더욱 미세한 조절을 캐리어 (156) 로 부여한다. 그러나, 추가의 영역은 제조 비용, 추가의 플럼빙 (plumbing) 비용 및 캐리어 (156) 의 복잡성을 증가시킨다. 따라서, 캐리어 (156) 는 주어진 웨이퍼의 표면 형상에 필요한 최소 개수의 웹 플레넘 (111-114) 을 이용하는 것이 바람직하다.

추가의 구조적 지지부를 사용함으로써, 리브의 후프 강도를 증가시키고, 리브 (101-104)의 편향을 감소시킬 수 있다. 리브 (101-104)에 대한 추가의 구조적 지지부에는, 리브 (101-104)의 한 면에 부착되는 외부 또는 내부 후프, 리브 (101-104)에 부착되는 외부 또는 내부 구조적 세선, 또는 높은 탄성 계수를 갖는 리브 (101-104)용 재료의 사용이 추가될 수도 있다.

개별적인 제어 가능한 프레스 응력은, 리브의 대응하는 캐리어 플레넘 (131-134)을 가압함으로써, 개별 리브 (101-104)의 헤드에 이르게될 수 있다. 캐리어 플레넘 (131-134)에 의해 형성되는 하부 응력은 리브 (101-104)를 통과하여 리브 풋으로 전달될 수 있다. 개별 리브 (101-104)의 응력을 리브의 풋을 웨이퍼 (150) 또는 웨이퍼 다이어프램 (300; 도 3 및 도 12를 참조하여 이하에서 설명됨)에 프레스함으로써, 개별 웹 플레넘 (111-114)의 우수한 봉합을 이를 수 있다. 이웃하는 웹 플레넘 (111-114)들 사이에서 유체가 리크되는 것을 방지하기 위해, 개별 리브 (101-104)의 압력은 이웃하는 웹 플레넘의 압력과 동일하거나 큰 것이 유리하다. 캐리어 플레넘 (131-134), 웹 플레넘 (111-114) 및 고정 고리 플레넘 (115)으로 가압된 유체는 액체 또는 가스일 수 있고, 여과된 공기인 것이 바람직하다.

가압된 유체가 이웃하는 웹 플레넘 (111-114) 사이로 리크되는 것을 방지하기 위해 리브 풋을 개선할 수도 있다. 리브 풋의 형상은, 리브 (101-104)를 통한 웨이퍼 (150)로의 압력 전달을 풋이 얼마나 잘 봉합하는가 및 웨이퍼 (150)의 풋이 얼마나 잘 "짐벌링"되었는가에 영향을 미칠 것이다.

도 5를 참조하면, 표면 (501)에 봉합되기 전 웹 다이어프램 (100a)과 연결되는 사각 풋 (101a)의 단면이 나타나 있다. 사각 풋 (101a)은 제조되는 것이 용이하고, 봉합되는 표면 (501)을 중간 크기의 접촉 영역으로 제공하지만, 제한된 짐벌링 특성을 갖는다.

도 6을 참조하면, 표면 (601)에 봉합된 웹 다이어프램 (100b)과 연결되는 둥근 풋 (101b)의 단면이 나타나 있다. 둥근 풋 (101b)은 사각 풋보다 제조하는 것이 어렵고, 봉합되는 표면 (601)을 최소의 접촉 면적으로 갖지만, 우수한 짐벌링 특성을 갖는다.

도 7을 참조하면, 표면 (701)에 봉합하기 전 웹 다이어프램 (100c)과 연결되는 "코끼리" 풋 (101c)의 단면이 나타나 있다. 코끼리 풋 (101c)은 제조하는 것이 가장 어렵고, 불량한 짐벌링 특성을 갖지만, 봉합하려는 표면 (701)과 넓은 접촉 면적을 갖는다. 또한, 화살표 (A702, A703)에 의해 도시적으로 나타난 바와 같은 이웃하는 웹 플레넘 (702, 703) 내의 압력은 "코끼리" 풋 (101c)으로 이르도록 사용되어, "코끼리" 풋 (101c)이 표면 (701)으로 봉합되도록 할 수도 있다.

도 8을 참조하면, 표면 (801)에 봉합하기 전, 웹 다이어프램 (100d)에 연결되는 코끼리 발 (101d)의 단면을 나타낸다. 이와 같은 리브 풋 (101d) 구성에서는, 진공관 (802)이 리브 풋 (101d)을 통과하여, 리브 풋 (101d)이 표면 (801)에 봉합되도록 한다. 진공관 (802)이 "코끼리" 풋 디자인과 결합되는 것을 나타내고 있지만, 봉합 능력을 향상시키기 위해 다른 리브 풋 디자인을 사용해도 무방하다.

도 1 내지 도 11을 참조하면, 부동 고정 고리 (151)은 고정 고리 멤브레인 (153)에 의해 캐리어 하우징 (154)으로부터 분리 (suspend) 된다. 고정 고리 멤브레인 (153)은 페어프렌 (fairprene)과 같은 탄성 재료로 구비된다. 고정 고리 (151)의 상부는 캐리어 하우징 (154)과 고정 고리 멤브레인 (153)에 의해 규정되는 고정 고리 플레넘 (115) 내에 봉해진다. 고정 고리 (151)의 하부는 고정 고리 멤브레인 (153) 하부로 돌출되어, 연마 패드와 접촉되도록 한다. 가압된 유체는 고정 고리 유체 수송 경로 (125)를 통과하여 고정 고리 플레넘 (115)으로 주입됨으로써, 고정 고리 (151)가 연마 패드로 인가하는 압력을 제어할 수 있다. 연마 패드에 대한 고정 고리 (151)의 최적 압력은 특정 장치에 따라 변화할 것이지만, 대부분의 통상의 웨이퍼 공정 장치는 10psi보다 작게 될 것이며, 통상 4 내지 8psi가 될 것이다. 통상, 고정 고리 (151)의 최적 압력은 연마 패드에서의 웨이퍼 (150)에 대한 압력과 동일한 압력이 될 것이다.

연마 패드에서의 웨이퍼 (150)의 압력과 관련된 고정 고리 (151)의 압력을 조절하는 것은 재료, 특히 웨이퍼의 외면에서의 제거 속도를 제어하기 위해 사용될 수 있다. 특히, 높은 고정 고리 (151) 압력은 통상적으로 웨이퍼 (150)의 외면에서의 재료의 제거 속도를 증가시킬 것이다.

평탄화 공정 동안, 고정 고리 (151)은 웨이퍼를 포위하며, 웨이퍼가 캐리어 (156) 바로 아래로부터 옆으로 벗어나는 것을 방지한다. 고정 고리 멤브레인 (153)은 바람직하지 않은 캐리어 하우징 (154)의 틸트 (tilt) 없이 고정 고리 (151)이 연마 패드의 두께에서의 오차를 조절하도록 한다. 고정 고리 (151)은 연마 패드에 마찰되므로, 세라믹과 같은 내마모성 재료로

구비되는 것이 바람직하다. 그러나, 고정 고리 (151)의 내경은 웨이퍼 (150)와 반복적으로 접촉하여, 바람직하지 않게는 웨이퍼가 깨지도록 (chip) 할 수도 있다. 웨이퍼가 깨어지는 것을 방지하기 위해, 델린 (delrin)과 같은 웨이퍼보다 연질의 재료를 사용하여, 웨이퍼 (150) 및 고정 고리 (151) 사이에 배리어 (152)를 형성할 수도 있다.

도 3을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예를 설명한다. 도시된 캐리어 (305)는, 전술한 바와 유사한, 캐리어 하우징 (154), 캐리어 플레넘 (131-134), 캐리어 유체 수송 경로 (141-144), 웹 다이어프램 (100), 리브 (101-104), 리브 플레넘 (111-114), 웹 유체 수송 경로 (121-124), 및 부동 고정 고리 (151)을 포함한다. 그러나, 웨이퍼 다이어프램 (300)은 웨이퍼 (150) 및 리브 (101-104) 사이에 위치되고, 리브 (101-104)의 풋 상에 지지된다. 리브 (101-104)는, 전술한 실시예의 캐리어 (158)에서 웨이퍼에 대한 리브 풋의 봉합과 동일한 방법으로, 웨이퍼 다이어프램 (300)에 봉합될 수도 있다. 그러나, 리브 (101-104)는 웨이퍼 다이어프램 (300)에 완벽하게 부착되어, 이웃하는 웹 플레넘 (111-114) 사이의 리크를 방지하도록 돋는다.

압축된 스프링 고리 (301)은 가장 바깥쪽의 리브 (114)와 웨이퍼 다이어프램 (300) 사이의 접합 주변의 가장 바깥쪽 웹 플레넘 (114)로 삽입될 수도 있다. 스프링 고리 (301)은 방사상 방향으로 균일하게 신장되도록 디자인되어, 토트 웨이퍼 다이어프램 (300)이 유지되도록 돋는다.

도 12를 참조하면, 캐리어 (156)의 다른 실시예가 나타나 있다. 이 실시예는 전술한 실시예에 나타난 바와 같이 리브 (101-103), 웹 플레넘 (111-114), 캐리어 플레넘 (131-133), 캐리어 유체 수송 경로 (141-143), 및 웹 플레넘 유체 수송 경로 (121-124)를 갖는다. 그러나, 도 3에 도시된 가장 바깥쪽의 리브 (104)는 벨로우즈 (304)로 교체된다. 벨로우즈 (304)는 캐리어 플레넘 (134; 도 3) 또는 캐리어 유체 수송 경로 (144; 도 3)가 필요하지 않으므로, 디자인과 캐리어 (1200)의 구성을 단순화하게 한다.

도 9는 웨이퍼 다이어프램 (300a)이 실제로 리브 (901)에 부착되어 웹 플레넘 (904)을 봉합하는 다른 실시예를 나타내고 있다. 웹 플레넘 (904)은, 이미 언급한 다른 실시예와 유사한 방법으로, 웹 유체 수송 경로 (903)에 의해 가압될 수 있다. 이 실시예는, 웨이퍼 (150)를 진공으로 광업하거나, 빠른 유체의 방출에 의해 캐리어의 포인트 (905a)로부터 웨이퍼 (150)를 제거하도록 하기 위한, 추가의 진공 특징부 또는 방출 경로 (900)를 갖는다.

도 3 및 도 12에서의 캐리어는, 슬러리가 웨이퍼의 배면에 건조되거나 들러붙도록 할 수도 있는, 공기와 같은 유체에 웨이퍼 (150)의 배면이 노출되는 것을 방지하는, 웨이퍼 다이어프램 (300)의 장점을 갖는다. 일단, 슬러리가 웨이퍼 (150)에 건조되거나 들러붙으면, 제거하는 것이 매우 어려워지므로, 웨이퍼 (150)에 해가 될 수도 있는 불순물을 주입한다.

도 1 및 도 11의 캐리어 (156), 도 3의 캐리어 (305), 및 도 12의 캐리어 (1200)에는 웨이퍼 (150)의 배면에 하나 이상의 진공 영역이 형성되어 웨이퍼 (150)를 광업하는데 사용할 수도 있다. 진공 영역은, 웹 플레넘 (111-114)들 중 하나에 진공을 수송하는 하나 이상의 웹 유체 수송 경로 (121-124)에 의해, 형성될 수도 있다. 도 1 및 도 11의 캐리어 (156)용 진공은 웨이퍼 (150)의 배면으로 직접 수송된다. 도 3의 캐리어 (305)용 진공 또는 도 12의 캐리어 (1200)는 웨이퍼 (150)의 배면으로부터 웨이퍼 다이어프램 (300)을 들러올림으로써, 웨이퍼 다이어프램 (300)과 웨이퍼 (150) 사이에 진공을 형성한다.

도 1 및 도 11의 캐리어 (156), 도 3의 캐리어 (305), 및 도 12의 캐리어 (1200)는 캐리어로부터 웨이퍼 (150)를 내리기 위해 사용될 수도 있다. 도 1 및 도 11의 캐리어 (156)에 대한 하나 이상의 웹 유체 수송 경로를 통한 유체의 빠른 방출은 웨이퍼 (150)에 직접 충격을 가하고, 캐리어 (156) 외측의 웨이퍼 (150)를 불어낼 것이다. 도 3의 캐리어 (305) 내의 웨이퍼 (150) 또는 도 12의 캐리어 (1200)는, 웨이퍼 다이어프램 (300)을 외측으로 돌출시켜 캐리어 (305)로부터 웨이퍼 (150)를 제거하도록 야기하는 웹 플레넘 (111-114)을 가압함으로써, 캐리어로부터 제거될 수도 있다.

본 발명을 이용하는 공정 실시예를 도 4 및 도 10을 참조하여 설명한다. 첫번째 단계는 투입 웨이퍼 상의 동심원 볼록부의 개수, 위치, 높이 및/또는 폭을 결정하는 것이다 (단계 1000). 이는, 캘리포니아주, 산호세 (San Jose) 소재의 KLA-Tencor사에서 제조된 UV1050과 같은 다양한 공지된 계측 장치에 의해, 평탄화 공정 전에 투입 웨이퍼를 재검사함으로써 수행될 수 있다.

투입 웨이퍼의 표면 형상에 대응하는 조절 가능한 동심원 압력 영역을 갖는 캐리어는 사용하기에 유리하게 선택될 수도 있다 (단계 1001). 캐리어는 볼록부에 대응하는 조절 가능한 압력 영역 및 웨이퍼의 볼록부 간의 골에 대응하는 조절 가능한 압력 영역을 구비해야 한다.

다음으로, 웨이퍼는 선택된 캐리어로 로드되어, 연마 패드와 같은 연마 표면에 대해 평행하게 근접하도록 (주변 또는 거의 당도록) 캐리어 및 웨이퍼를 이동시킨다 (단계 1002). 다음으로, 웨이퍼는 개별적으로 제어된 압력 영역 (웹 플레넘)을 가압시킴으로써 연마 표면으로 프레스될 수도 있다. 각 영역의 압력은 각 영역의 대응하는 웹 유체 수송 경로를 통과하여 수송된 압력을 조절함으로써 개별적으로 제어되어, 웨이퍼의 표면 형상에 최적의 평탄화 공정을 제공할 수도 있다 (단계 1003).

도 4는 웨이퍼의 배면의 1개의 중심 영역 (1) 및 3개의 포위하는 영역 (2-4)에 따른 하나의 가능한 압력 분포를 도시한다. 중심 영역 (1; 도 3의 웹 플레넘 (111))은 4psi로 가압되고, 영역 (2, 3; 도 3의 개별 웹 플레넘 (112, 113))은 5psi로 가압되며, 영역 (4; 도 3의 웹 플레넘 (114))은 6psi로 가압된다. 이와 같은 웨이퍼 배면에서의 압력 분포는 외면 둘레에 얇은 볼록부 및 웨이퍼의 중심 근처에 작은 오목부를 갖는 웨이퍼에 사용될 수 있다. 압력의 편차는 평탄화 공정동안 캐리어가, 볼록부를 갖는 영역을 더욱 강하게 프레스하고, 골 또는 리세스를 갖는 영역을 더욱 스무스하게 프레스하도록 하여, 실질적으로 균일한 두께를 갖는 웨이퍼를 제조하도록 한다. 웨이퍼의 배면으로의 압력의 분산을 더욱 미세하게 제어하도록 하기 위해, 추가적인 영역, 더 작은 영역 또는 다양한 사이즈의 영역을 사용할 수도 있지만, 이는 캐리어의 복잡성 및 제조 단가를 증가시킨다.

출원인은 웨이퍼의 예상 가능한 동심원 볼록부를 남기하는 특정 반도체 웨이퍼 공정 단계를 알게 되었다. 통상적으로, 동일한 표면 형상을 갖는 웨이퍼에 있어서, 이러한 공정으로부터의 볼록부는 실제로 웨이퍼마다 동일하다. 예를 들면, 출원인은, 통상 외면 주변의 좁은 볼록부와 웨이퍼의 중심 주변의 작은 디스크 형상의 다른 볼록부를 갖게 하는, 현재의 구리 증착 공정을 알게 되었다. 또한, 출원인은, 통상 외면 주변의 넓은 볼록부와 웨이퍼의 중심 주변의 작은 디스크 형상의 다른 볼록부를 갖게 하는 현재의 STI 공정을 알게 되었다. 도 1 및 3에 도시된 바와 같이, 이와 같은 상태의 구리 증착 및 STI 웨이퍼에 4 개의 거의 균등한 영역을 갖는 단일 캐리어 디자인이 이롭게 사용될 수 있다. 특정 예로서, 구리 증착 웨이퍼에서의 볼록부에 대응하는 영역 (1, 4)은 더 높은 압력, 예를 들면 6psi으로 구비되는 반면, 골에 대응하는 영역 (2, 3)은 더 낮은 압력, 예를 들면 5psi로 구비된다. 반면에, STI 웨이퍼에서의 볼록부와 대응하는 영역 (1, 3, 4)은 더 높은 압력, 예를 들면, 6psi로 구비되는, 골과 대응하는 영역 (2)은 더 낮은 압력, 예를 들면, 5psi로 구비된다. 이 방법은, 두 가지의 서로 다른 공정 후 웨이퍼를 평탄화하기 위해, 하나의 캐리어 디자인을 사용한다.

또한, 캐리어는 캐리어 유체 수송 경로에 대해 개별적으로 가압될 수 있는 캐리어 플레넘을 갖는다. 각각의 가압된 캐리어 플레넘은, 리브를 통해 전달된 개별 리브 헤드에 대한 응력을 인가하여, 웨이퍼의 배면 (또는, 1개를 사용한다면 웨이퍼 디아이프램)에 리브의 풋이 프레스되도록 한다. 프레스하는 응력은 리브의 풋이 웨이퍼의 배면과 우수하게 봉합되도록 한다. 캐리어 플레넘의 압력은 이웃하는 웹 플레넘에서의 압력과 동일하게 하거나, 조금 더 크도록 (약, 0.1 내지 0.3psi) 이루어짐으로써, 이웃하는 웹 플레넘 사이의 리크를 방지하도록 한다 (단계 1004). 다른 방법으로, 개별 캐리어 플레넘의 압력은 이웃하는 웹 플레넘의 압력 사이에 설정되어, 웨이퍼의 배면의 압력의 분포가 더욱 스무스하게 이루어지도록 할 수 있다.

웨이퍼의 전면으로부터 재료를 제거하여 웨이퍼의 전면을 평탄화시키기 위한 상대적인 작동이 웨이퍼와 연마 표면 사이에서 필요하다. 연마 표면 및/또는 본 발명의 캐리어는, 웨이퍼의 전면으로부터 재료를 제거하는 회전, 케도, 선형 진동, 특정 기하학적 패턴으로의 이동, 무질서한 이동, 멜림 (dither) 또는 다른 어떠한 동작이 실시될 수 있다. 또한, 웨이퍼의 전면이 연마 표면과 접촉하기 전 또는 후에 연마 표면 및/또는 캐리어가 서로에 대해 이동할 수도 있다 (단계 1005). 그러나, 상대적인 동작은 캐리어 회전 및 연마 패드의 케도 운동에 의해 이루어지는 것이 바람직하다. 캐리어 및 연마 패드 동작은 소망하는 수준으로 증가시키려는 웨이퍼의 배면의 압력에 의해 소망하는 속도로 상승될 것이다.

산업상 이용 가능성

전술한 설명에서는 발명의 바람직한 실시예와 동작 방법을 설명하였으나, 본 발명의 범위를 이와 같은 특정 실시예 또는 전술된 작동 방법으로 규정하는 것은 아니다. 본 발명을 실시하는데 있어 필요하지 않은 것이 매우 상세하게 설명되었으나, 이는 동작의 실시 양태와 본 발명을 제조하고 사용하기 위한 방법 및 공정을 충분히 개시하기 위해 포함된 것이다. 본 발명의 특정 형상 및 디자인은, 다음의 청구항에 나타나 있는 발명의 본질 및 범위로부터 벗어나지 않는 한, 변형을 가능할 수 있다.

도면의 간단한 설명

이하, 본 발명을 첨부된 도면과 함께 설명하며, 도면에서 동일한 번호는 동일한 요소를 나타낸다.

도 1은 조절 가능한 압력 영역을 규정하는 조절 가능한 동심원 리브가 구비된 캐리어의 간략 단면도이다.

도 2는 동심원 고리 형상 웹 플레넘에 의해 포위하는 디스크 형상 중심 웹 플레넘을 규정하는 동심원 리브가 수직으로 부착된 웹 다이어프램의 하부도이다.

도 3은 웨이퍼 다이어프램에 의해 포위되고, 그 사이에 조절 가능한 압력 영역들을 규정하는 조절 가능한 동심원 리브가 구비된 캐리어의 개략 단면도이다.

도 4는 웨이퍼의 배면 상의 영역들에 대한 압력에 관한 그래프이다.

도 5는 사각 풋을 갖는 리브의 단면도이다.

도 6은 둥근 풋을 갖는 리브의 단면도이다.

도 7은 "코끼리" 또는 자체 봉합 풋을 갖는 리브의 단면도이다.

도 8은 전공 보조 시스템이 구비된 자체 봉합 풋을 갖는 리브의 단면도이다.

도 9는 본 발명의 다른 실시예의 단면도이다.

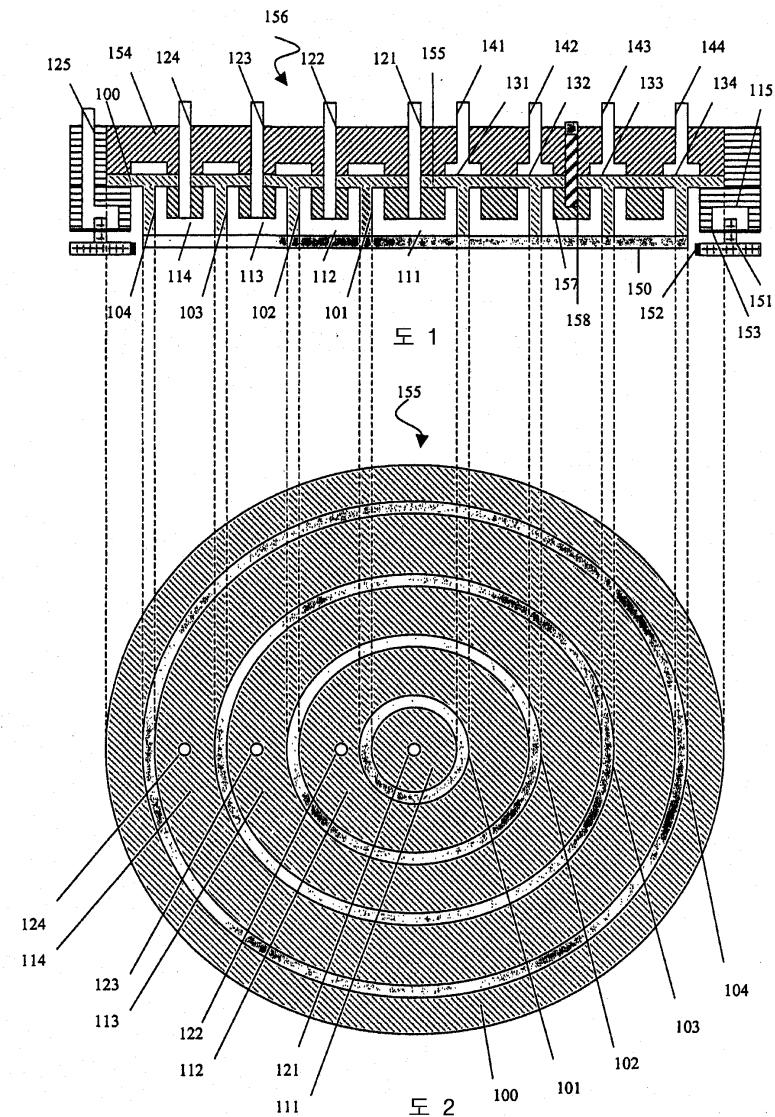
도 10은 본 발명을 실시하기 위한 예시적인 공정의 플로우차트이다.

도 11은 도 1의 캐리어의 상세도이다.

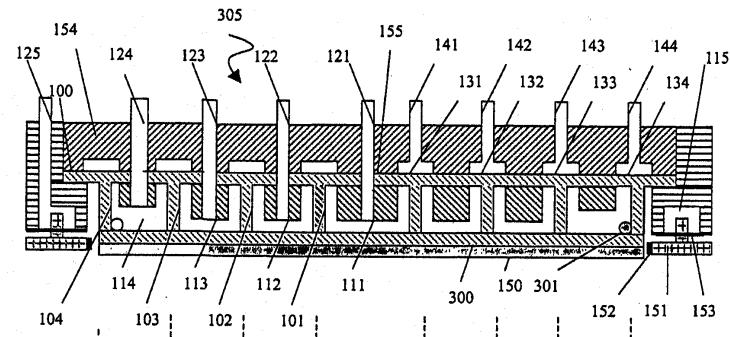
도 12는 조절 가능한 압력 영역을 규정하는 조절 가능한 동심원 리브를 갖는 캐리어로서, 웨이퍼 다이어프램에 의해 포위하고 최외곽 리브가 벨로우즈로 구성되는 캐리어의 단면도이다.

도면

도면1및도2

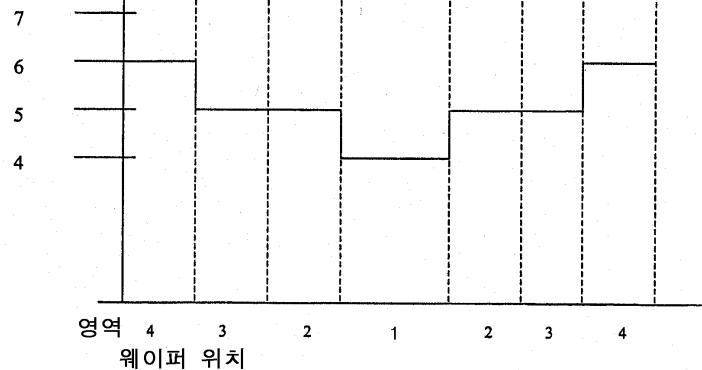


도면3및도4



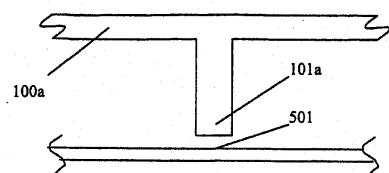
도 3

PSI

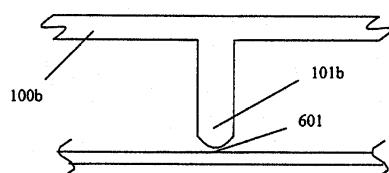


도 4

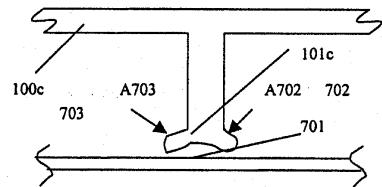
도면5



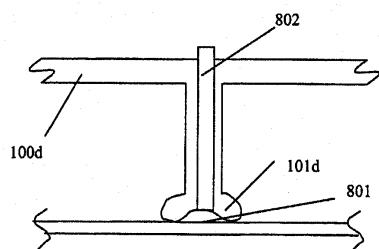
도면6



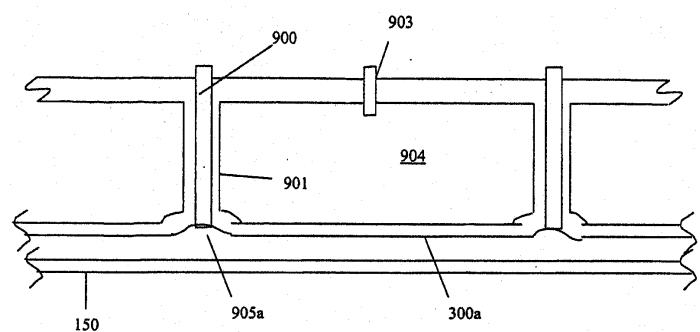
도면7



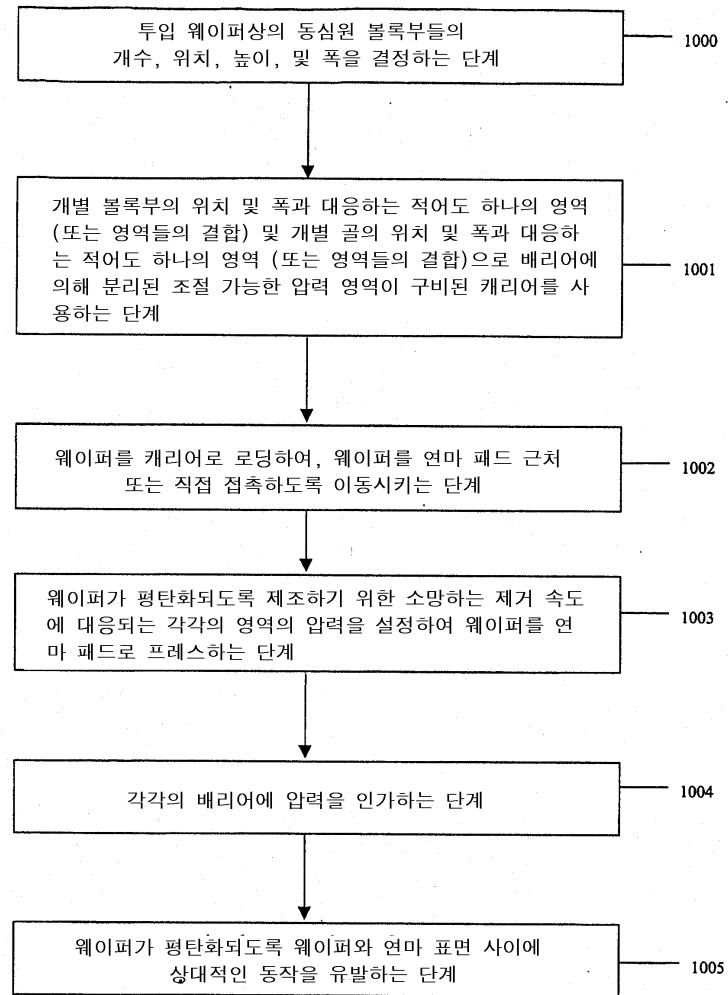
도면8



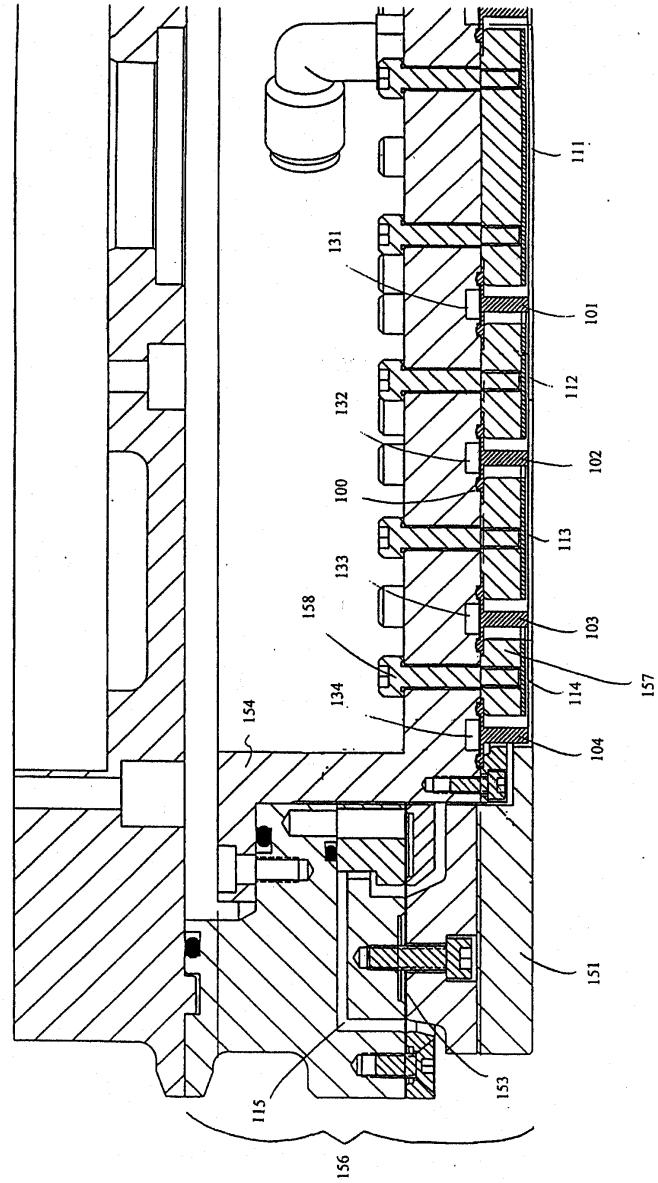
도면9



도면10



도면11



도면12

