(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.
B24B 1/00 (2006.01)

(45) 공고일자 2006년10월18일
(11) 등록번호 10-0636455
(24) 등록일자 2006년10월12일

(21) 출원번호 10-1999-0066061
(22) 출원일자 1999년12월30일

(65) 공개번호 10-2000-0048476
(43) 공개일자 2000년07월25일

(30) 우선권주장 60/114,182 1998년12월30일 미국(US)

(73) 특허권자 어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050

(72) 발명자 주니가,스티븐엠.
미국95073캘리포니아소쿠엘로스로블스로드351

(74) 대리인 남상선

(56) 선행기술조사문헌
EP0841123 A1
JP10249707 A
JP10337658 A
1019980042123
1019980087271 *
* 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 김성민

(54) 화학 기계적 연마를 위한 제어가능한 압력 및 부하 영역을갖는 캐리어 헤드

요약

화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드는 제어가능한 크기를 갖는 부하 영역내의 기판에 부하를 인가하는 플렉시블 박막을 포함한다. 캐리어 헤드 내의 하나의 가압가능한 챔버는 부하 영역의 크기를 제어하고, 다른 챔버는 부하 영역내의 기판에 인가되는 압력을 제어한다.

대표도

도 2

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 화학 기계적 연마 장치의 확대 투시도.

도 2는 본 발명에 따른 캐리어 헤드의 단면도.

도 3은 도 2의 캐리어 헤드로부터 기판 지지 어셈블리의 확대도.

도 4a와 도 4b는 유체 역학적 플렉시블한 박막상의 압력과 힘 분포를 도시하는 단면도.

도 5a와 도 5b는 기판에 대해 도 2의 캐리어 헤드로부터 내부 플렉시블한 박막의 변화가능한 부하 영역을 도시하는 단면도.

도 6은 접촉 영역의 직경과 상부 부유 챔버의 압력 사이의 관계를 설명하는 그래프.

도 7a와 도 7b은 기판 검출 동안 시간에 따른 하부 부유 챔버의 압력 및 압력 도함수(dP/dT)를 도시하는 그래프.

도 8은 내부 지지 플레이트를 가지는 캐리어 헤드의 단면도.

도 9는 립을 갖는 플렉시블한 박막을 가지는 캐리어 헤드의 단면도.

도 10은 가변 부하 영역에 있는 기판에 직접 접촉하는 플렉시블한 박막을 가지는 캐리어 헤드의 단면도.

도 11은 기판의 존재를 감지하기 위한 밸브를 가지는 캐리어 헤드의 단면도.

※ 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 ※

100 : 캐리어 헤드 104 : 하우징

104 : 베이스 어셈블리 108 : 로딩 챔버

110 : 유지 링 112 : 기판 지지 어셈블리

234 : 부유 하부 챔버 236 : 부유 상부 챔버

238 : 외부 챔버

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 기판의 화학적 기계적 연마에 관한 것으로, 특히 화학적 기계적 연마용 캐리어 헤드에 관한 것이다.

집적 회로는 전형적으로 도전성, 반도전성 또는 절연성 층의 순차적 증착에 의해 기판, 특히 실리콘 웨이퍼 상에 형성된다. 각각의 층이 증착된 후, 이들은 회로 피쳐를 형성하도록 에칭된다. 일련의 층이 순차적으로 증착 및 에칭될 때, 기판의 외부 또는 최상부 표면, 즉 기판의 노출된 표면은 점차 불균일해진다. 이런 불균일한 표면은 집적 회로 제조 프로세스의 포토리소그래픽 단계에서 문제점을 나타낸다. 따라서, 기판 표면을 주기적으로 평탄화시킬 필요가 있다.

평탄화 방법 중 하나로 화학적 기계적 연마(CMP)가 사용된다. 이러한 평탄화 방법은 전형적으로 기판이 캐리어 또는 연마 헤드 상에 장착되는 것을 요구한다. 기판의 노출된 표면은 회전 연마 패드에 배치된다. 연마 패드는 "표준" 또는 고정 연마 패드가 될 수 있다. 표준 연마 패드는 내구성 있는 거친 표면을 갖는 반면, 고정 연마 패드는 컨테이너 매체 내에 유지된 연마 입자를 가진다. 상기 캐리어 헤드는 연마 패드에 대해 기판을 푸싱하기 위해 기판상에 제어가능한 부하, 예를 들어 압력을 제공한다. 일부 캐리어 헤드는 기판을 위한 장착 표면을 제공하는 플렉시블 박막(flexible membrane), 및 장착 표면 아래에 기판을 유지하는 유지 링을 포함한다. 플렉시블한 박막 뒤에서 챔버의 여압 또는 배기는 기판상의 부하를 제어한다. 표준 패드가 사용되는 경우, 적어도 하나의 화학적 반응제 및 연마 입자를 포함하는 연마 슬러리가 연마 패드의 표면에 공급된다.

CMP 프로세스의 효율성은 그의 연마 속도, 및 기판 표면의 얻어지는 마무리도(작은 치수의 거칠기 부재) 및 평탄도(큰 치수의 토폴러지 부재)에 의해 측정될 수 있다. 상기 연마 속도, 마무리도 및 평탄도는 패드와 슬러리 조합, 기판과 패드 사이의 상대적인 속도, 및 패드에 대한 기판 압착력에 의해 결정된다.

CMP에서 거듭하여 발생하는 문제는 소위 기판 에지가 기판 중심과 상이한 속도로 연마되려는 경향인, "에지 효과"에 있다. 에지 효과는 전형적으로 기판 주변부, 예를 들어 200 밀리미터(mm) 웨이퍼의 가장 외부 3 내지 15 밀리미터에서 불균일한 연마를 초래한다. 관련 문제는 소위 기판의 중심이 불충분하게 연마되는 경향인, "중심 저속 효과"이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 화학적 기계적 연마에서 거듭하여 발생되는 "에지 효과" 또는 "중심 저속 효과" 문제를 해결하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

일 특징에서, 본 발명은 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드에 관한 것이다. 상기 캐리어 헤드는 제 1 플렉시블한 박막에 의해 적어도 부분적으로 결합된 제 1 가압가능한 챔버, 및 제 1 챔버에 하향력을 인가하도록 배치된 제 2 가압가능한 챔버를 포함한다. 제 1 플렉시블한 박막의 하부 표면은 제어가능한 크기를 가지는 부하 영역에 있는 기판에 압력을 인가하는 제 1 표면을 제공하며, 상기 제 1 및 제 2 챔버는 제 1 챔버의 제 1 압력이 부하 영역에 있는 기판에 인가되는 압력을 제어하고 제 2 챔버의 제 2 압력이 부하 영역의 크기를 제어하도록 구성된다.

본 발명의 실행은 하나 이상의 다음 특징을 포함한다. 수직적으로 이동가능한 베이스는 제 2 가압가능한 챔버의 상부 경계의 적어도 일부를 형성할 수 있다. 하우징은 구동 샤프트에 연결될 수 있고, 제 3 챔버는 하우징과 베이스 사이에 배치될 수 있다. 유지 링이 캐리어 헤드 아래에서 기판을 유지하기 위해 베이스에 접속될 수 있다. 제 1 및 제 2 챔버 사이의 경계는 강성 부재 또는 플렉시블한 부재에 의해 형성될 수 있고, 제 2 챔버는 대체로 환형 체적 또는 입방 체적을 형성할 수 있다. 제 1 플렉시블한 박막의 하부 표면은 기판을 위한 장착 표면을 제공하거나, 또는 제 2 플렉시블한 박막이 기판을 위한 장착 표면을 제공하기 위해 제 1 플렉시블한 박막 아래로 연장될 수 있다. 제 1 및 제 2 플렉시블한 박막 사이의 체적은 제 3 가압가능한 챔버를 형성한다. 제 1 플렉시블한 박막은 기판에 압력을 인가하기 위해 부하 영역내의 제 2 플렉시블한 박막의 상부 표면과 접촉하여 이동가능하다. 제 1 플렉시블한 박막의 하부 표면은 제 1 및 제 2 플렉시블한 박막이 접촉할 때 이들 사이에 유체 흐름을 제공하도록 텍스츄어링될 수 있다.

제 1 지지 구조는 제 1 챔버의 내부에 배치되고, 제 1 플렉시블한 박막은 제 1 지지 구조의 외부 표면 둘레로 연장할 수 있다. 제 1 스페이서 링은 제 1 챔버 외부에 배치될 수 있고, 제 1 플렉시블한 박막은 제 1 스페이서 링의 내부 표면 부근, 및 제 1 스페이서 링의 상부 표면 부근에서 바깥쪽으로 제 1 구조와 제 1 스페이서 링 사이의 꾸불꾸불한(serpentine) 경로로 연장할 수 있다. 제 2 지지 구조물은 제 1 및 제 2 플렉시블한 박막 사이의 제 3 챔버에 배치될 수 있고 제 1 지지 구조를 둘러싸도록 배치될 수 있다. 제 2 스페이서 링은 제 1 지지 링 위의 제 3 챔버 외측에 배치될 수 있으며, 제 2 플렉시블한 박막이 제 2 스페이서 링의 내부 표면 부근, 및 제 2 스페이서 링의 상부 표면 외부 부근에서 제 2 지지 구조와 제 2 스페이서 링 사이의 꾸불꾸불한 경로로 연장할 수 있다.

또다른 특징에서, 본 발명은 베이스, 제 1 플렉시블한 박막부, 및 제 2 플렉시블한 박막부를 가지는 화학적 기계적 연마를 위한 캐리어 헤드에 관련한다. 상기 제 1 플렉시블한 박막부는 베이스 아래로 연장되고 제 1 가압가능한 챔버를 형성하며, 제 1 플렉시블한 박막부의 하부 표면은 제어가능한 크기를 가지는 부하 영역 내에 있는 기판에 압력을 인가하는 장착 표면을 제공한다. 상기 제 2 플렉시블한 박막부는 제 1 플렉시블한 박막부를 베이스에 결합시켜 제 2 가압가능한 챔버를 형성하며, 제 1 가압가능한 챔버의 제 1 압력은 부하 영역내의 기판에 인가되는 압력을 제어하고 제 2 챔버의 제 2 압력은 부하 영역의 크기를 제어한다.

또 다른 특징에서, 본 발명은 베이스, 제 1 플렉시블한 박막부, 제 2 플렉시블한 박막부, 및 제 3 플렉시블한 박막부를 가지는 화학적 기계적 연마용 캐리어 헤드에 관련한다. 제 1 플렉시블한 박막부는 제 1 가압가능한 챔버를 형성하도록 베이스 아래로 연장되고, 제 1 플렉시블한 박막부의 하부 표면은 기판을 위한 장착 표면을 제공한다. 제 2 플렉시블한 박막부는 베이스 아래로 연장되어 제 2 가압가능한 챔버를 형성하며, 제 2 플렉시블한 박막의 하부 표면이 제어가능한 크기를 가지는 부하 영역내의 제 1 플렉시블한 박막의 상부면과 접촉한다. 제 3 플렉시블한 박막부는 제 2 플렉시블한 박막부를 베이스에 결합시키고 제 3 가압가능한 챔버를 형성하여, 제 2 가압가능한 챔버내의 제 1 압력은 부하 영역내의 기판에 인가되는 압력을 제어하고, 제 3 챔버내의 제 2 압력은 부하 영역의 크기를 제어한다.

또다른 특징에서, 본 발명은 제 1 바이어싱 부재와 제 2 바이어싱 부재를 가지는 화학적 기계적 연마용 캐리어 헤드에 관련한다. 상기 제 1 바이어싱 부재는 제 1 압력 챔버를 포함하며, 제 1 압력 챔버의 하부 표면은 제어가능한 크기를 가지는 부하 영역내의 기판에 부하를 인가하는 제 1 표면을 제공하는 플렉시블한 박막에 의해 제한된다. 제 2 바이어싱 부재는 제 1 바이어싱 부재에 접속되고, 제 2 바이어싱 부재는 제 2 바이어싱 부재가 부하 영역의 크기를 제어하고 제 1 바이어싱 부재가 부하 영역에 있는 기판에 인가되는 압력을 제어하도록 제 1 바이어싱 부재의 수직 위치를 제어한다.

또다른 특징에서, 본 발명은 기판을 위한 장착 표면을 제공하는 플렉시블한 박막, 부하가 기판에 인가되는 부하 영역의 크기를 제어하는 수단, 및 부하 영역내의 기판에 인가되는 압력을 제어하는 수단을 가지는 화학적 기계적 연마용 캐리어 헤드에 관련한다.

또다른 특징에서, 본 발명은 기판을 화학적 기계적으로 연마하기 위한 방법에 관련한다. 상기 방법에서, 기판은 캐리어 헤드를 갖는 연마 패드에 유지되고, 부하가 캐리어 헤드의 제 1 챔버를 갖는 부하 영역내의 기판에 인가되고, 부하 영역의 크기는 캐리어 헤드의 제 2 챔버로 제어되어, 기판과 연마 패드 사이에 상대적인 운동이 형성된다.

또다른 특징에서, 본 발명은 화학적 기계적 연마 시스템용 캐리어 헤드의 기판을 검출하는 방법에 관련한다. 상기 방법에서, 캐리어 헤드의 챔버는 압력 소스에 연결된다. 상기 챔버내의 압력은 시간 함수로서 측정되며, 챔버내의 압력 도함수가 계산된다. 기판이 캐리어 헤드의 기판 수용 표면에 인접하는지의 여부가 상기 도함수로부터 결정된다.

본 발명의 실행은 다음 특징들을 포함한다. 상기 도함수가 임계값을 초과한다면 기판이 존재하는 것을 표시할 수 있고, 또는 도함수가 임계값을 초과하지 않는다면 기판이 존재하지 않는 것으로 표시될 수 있다.

본 발명의 장점은 다음과 같은 것들을 포함할 수 있다. 기판에 대한 플렉시블한 박막의 압력 및 부하 영역은 불균일 연마를 보상하도록 변경될 수 있다. 기판의 불균일한 연마는 감소되며, 얻어지는 기판의 평탄성 및 마무리가 개선된다.

본 발명의 또다른 장점과 특징들은 도면 및 청구범위를 포함한 다음의 상세한 설명으로부터 드러날 것이다.

도 1을 참조로, 하나 이상의 기판(10)이 화학적 기계적 연마(CMP) 장치(20)에 의해 연마될 것이다. 유사한 CMP 장치의 설명은 본 명세서에서 참조되는 미국 특허 제5,738,574호에 개시되어 있다.

CMP 장치(20)는 일련의 연마 스테이션(25)과 기판을 로딩하고 언로딩하기 위한 이송 스테이션(27)을 포함한다. 각각의 연마 스테이션(25)은 상부에 연마 패드(32)가 위치되는 회전가능한 플래튼(30)을 포함한다. 기판(10)이 6인치(150 밀리미터) 또는 8인치(200 밀리미터) 직경 디스크인 경우, 플래튼(30)과 연마 패드(32)는 약 20 인치 직경이 될 수 있다. 기판(10)이 12인치(300 밀리미터) 직경 디스크인 경우, 플래튼(30) 및 연마 패드(32)는 약 30 인치 직경이 될 수 있다. 대부분의 연마 처리동안, 플래튼 구동 모터(도시 안됨)는 더 낮은 또는 더 높은 회전 속도가 사용될 수 있더라도, 분당 30 내지 200 회전속도로 플래튼(30)을 회전시킨다. 각각의 연마 스테이션(25)은 연마 패드의 연마재 상태를 유지하기 위해 관련된 패드 조절 장치(40)를 더 포함할 수 있다.

반응제(예를 들어, 산화물 연마를 위한 탈이온수)와 화학 반응 촉매제(예를 들어, 산화물 연마를 위한 칼륨 수소화물)를 함유한 슬러리(50)가 조합된 슬러리/린스 암(52)에 의해 연마 패드(32)의 표면에 공급될 수 있다. 연마 패드(32)가 표준 패드라면, 또한 슬러리(50)는 연마 입자(예를 들어, 산화물 연마를 위한 실리콘 이산화물)를 포함할 수 있다. 전형적으로, 충분한 슬러리가 전체 연마 패드(32)를 커버하고 적시기 위해 제공된다. 슬러리/린스 암(52)은 각각의 연마와 조절 주기의 마지막에서 연마 패드(32)의 고압력 린스를 제공하는 몇 개의 스프레이 노즐(도시 안됨)을 포함한다.

회전가능한 다중 헤드 카루우젤(60)은 중심 기둥(62)에 의해 지지되고 카루우젤 모터 어셈블리(도시안됨)에 의해 카루우젤 축(64)을 중심으로 회전된다. 멀티-헤드 카루우젤(60)은 카루우젤 축(64) 부근에서 균일한 각도 간격으로 카루우젤 지지 플레이트(66) 상에 장착된 4개의 캐리어 헤드 시스템(70)을 포함한다. 상기 캐리어 헤드 시스템중 3개는 연마 스테이션 상에 기판을 위치시키며, 상기 캐리어 헤드 시스템중 하나는 이송 스테이션에서 기판을 수용하고 이송 스테이션으로 기판을 운반한다. 상기 카루우젤 모터는 연마 스테이션과 이송 스테이션 사이의 카루우젤 축 부근에서 캐리어 헤드 시스템, 및 거기에 부착된 기판을 선회시킬 수 있다.

각각의 캐리어 헤드 시스템(70)은 연마 또는 캐리어 헤드(100)를 포함한다. 각각의 캐리어 헤드(100)는 독립적으로 자신의 축 둘레를 회전하고, 카루우젤 지지 플레이트(66)에 형성된 방사 슬롯(72)에서 독립적으로 측방 왕복한다. 캐리어 구동 샤프트(74)는 캐리어 헤드 회전 모터(76)(카루우젤 커버(68)의 1/4 제거에 의해 도시된)를 캐리어 헤드(100)에 연결하기

위해 슬롯(72)을 통해 연장된다. 각각의 헤드에 대해 하나의 캐리어 구동 샤프트와 모터가 있다. 각각의 모터와 구동 샤프트는 캐리어 헤드를 측면적으로 왕복시키기 위해 방사상 구동 모터에 의해 상기 슬롯을 따라 선형적으로 구동될 수 있는 슬라이더(도시안됨) 상에 유지될 수 있다.

실제 연마 동안, 3개의 캐리어 헤드는 3개의 연마 스테이션 상부에 배치된다. 각각의 캐리어 헤드(100)는 연마 패드(32)와 접촉하여 기판을 하강시킨다. 상기 캐리어 헤드는 연마 패드에 대해 적당한 위치에 기판을 유지하고 기판의 후면에 대해 힘을 분포시킨다. 상기 캐리어 헤드는 또한 구동 샤프트로부터 기판으로 토크를 전달한다.

도 2를 참조하면, 캐리어 헤드(100)는 하우징(102), 베이스 어셈블리(104), 짐벌 메커니즘(106)(베이스 어셈블리의 중요한 부분이 될 수 있는), 로딩 챔버(108), 유지 링(110), 및 부유 상부 챔버(236), 부유 하부 챔버(234), 및 외부 챔버(238)와 같은 3개의 가압가능한 챔버를 포함하는 기판 지지 어셈블리(112)를 포함한다. 유사한 캐리어 헤드의 설명은 Zuniga 등에 의해, 1997년 5월 21일자로, "화학적 기계적 연마 시스템용 플렉시블한 박막을 갖는 캐리어 헤드"란 명칭으로 출원되었으며, 본 발명의 양수인에게 양도된 미국 출원 번호 제 08/861,260호에 개시되어 있다.

상기 하우징(102)은 연마 동안 연마 패드의 표면에 거의 수직인 회전축(107) 부근에서 연마 동안 회전하도록 구동 샤프트(74)에 연결될 수 있다. 하우징(102)은 일반적으로 연마될 기판의 원형 구성에 대응하는 모양의 원형일 수 있다. 수직 보어(130)가 하우징을 통해 형성될 수 있고, 3개의 부가적 통로(130)(단지 2개의 통로(132, 134)가 도 2에 도시된다)가 캐리어 헤드의 공기 작용 제어를 위해 하우징을 통해 연장될 수 있다. O-링(138)은 하우징을 통과하는 통로와 구동 샤프트를 통과하는 통로 사이에 타이트한 유체 시일을 형성하기 위해 사용될 수 있다.

베이스 어셈블리(104)는 하우징(102) 아래에 배치된 수직으로 이동가능한 어셈블리이다. 상기 베이스 어셈블리(104)는 강성의 환형 바디(140), 외부 클램프 링(164), 짐벌 메커니즘(106), 및 하부 클램프 링(144)을 포함한다. 통로(146)가 짐벌 메커니즘의 바디, 환형 바디 및 클램프 링을 통해 연장될 수 있으며, 2개의 고정구(148)가 하우징(102)과 베이스 어셈블리(104) 사이의 플렉시블한 튜브를 기판 지지 어셈블리(112)의 챔버중 하나, 예를 들어 챔버(238)에 유동적으로 통로(134)를 결합하는 부착점을 제공할 수 있다. 제 2 통로(도시안됨)는 환형 바디(140)를 통해 연장할 수 있고, 2개의 고정구(또한 도시안됨)는 하우징(102)과 베이스 어셈블리(104) 사이의 플렉시블한 튜브를 기판 지지 어셈블리(112)의 제 2 챔버, 예를 들어 챔버(236)에 유동적으로 하우징내의 도시되지 않은 통로를 결합하는 부착점을 제공할 수 있다.

짐벌 메커니즘(106)은 유지 링이 연마 패드의 표면과 거의 평행하게 유지될 수 있도록 하우징(102)을 중심으로 피봇팅되게 한다. 짐벌 메커니즘(106)은 수직 보어(130)속에 고정되는 짐벌 로드(150)와 환형 바디(140)에 고정되는 만곡 링(152)을 포함한다. 짐벌 로드(150)는 베이스 어셈블리(104)의 수직 이동을 제공하기 위해 보어(130)를 따라 수직적으로 슬라이딩 될 수 있지만, 하우징(102)과 관련한 베이스 어셈블리(104)의 임의의 측방 이동을 방지하고 유지 링에 대한 기판의 측면력에 의해 발생되는 모멘트를 감소시킨다. 짐벌 로드(150)는 기판 지지 어셈블리(112)의 제 3 챔버, 예를 들어 챔버(234)에 유동적으로 보어(134)를 결합하기 위해 짐벌 로드의 길이로 연장되는 통로(154)를 포함할 수 있다.

로딩 챔버(108)는 베이스 어셈블리(104)에 부하, 예를 들어 하향 압력 또는 중량과 같은 부하가 인가되도록 하우징(102)과 베이스 어셈블리(104) 사이에 배치된다. 또한, 연마 패드(32)와 관련한 베이스 어셈블리(104)의 수직부가 로딩 챔버(108)에 의해 제어된다. 링 형상의 롤링 격벽(160)의 내부 에지는 내부 클램프 링(162)에 의해 하우징(102)에 클램핑될 수 있다. 롤링 격벽(160)의 외부 에지는 외부 클램프 링(164)에 의해 베이스 어셈블리(104)에 클램핑될 수 있다. 따라서, 롤링 격벽(160)은 로딩 챔버(108)를 형성하기 위해 하우징(102)과 베이스 어셈블리(104) 사이의 공간을 시일링한다. 제 1 펌프(도시안됨)는 로딩 챔버의 압력과 베이스 어셈블리(104)의 수직 위치를 제어하기 위해 통로(132)에 의해 로딩 챔버(108)에 유동적으로 연결될 수 있다.

유지 링(110)은 예를 들어 볼트(128)에 의해 베이스 어셈블리(104)의 외부 에지에 고정된 환형 링일 수 있다. 유체가 로딩 챔버(108)내로 펌핑되고 베이스 어셈블리(104)가 하향으로 푸싱될 때, 유지 링(110)은 또한 연마 패드(32)에 부하를 인가하기 위해 하향으로 푸싱된다. 유지 링(110)의 하부 표면(124)은 실질적으로 편평하거나, 또는 유지 링 외부에서 기판으로 슬러리의 전달을 용이하게 하기 위해 다수의 채널을 가질 수 있다. 유지 링(110)의 내부 표면(126)은 캐리어 헤드 아래에서 기판이 이탈하지 못하도록 기판을 구속한다.

도 2와 도 3을 참조하면, 기판 지지 어셈블리(112)는 플렉시블한 박막(116), 플렉시블한 외부 박막(118), 내부 지지 구조(120), 외부 지지 구조(230), 내부 스페이서 링(122), 및 외부 스페이서 링(232)을 포함한다. 지지 구조(120과 230)와 스페이서 링(122와 232)은 캐리어 헤드 위치에 고정되지 않고 자유로이 부유("free-floating")될 수 있고, 내부와 외부 플렉시블한 박막에 의해 적당히 유지될 수 있다.

플렉시블한 내부 박막(116)은 제어가능한 영역의 기판에 압력을 인가할 중심부(200), L자형상 단면을 갖는 상대적으로 두꺼운 환형부(202), L자형상부(202)의 코너로부터 연장되는 환형 내부 플랩(204), L자 형상부(202)의 외부 가장자리에서 연장되는 환형 외부 플랩(206) 및 L자 형상부(202)와 중심부(200)를 연결하기 위해 내부 지지 구조(120) 근처로 연장되는 주변부(208)를 포함한다. 내부 플랩(204)의 가장자리는 만곡 링(152)과 환형 바디(140) 사이에 클램핑되는 반면, 상기 외부 플랩(206)의 가장자리는 외부 클램프 링(164)과 하부 클램프 링(144) 사이에 클램핑된다. 내부 플랩(204)에 의해 시일링되는 내부 박막(116)과 상기 베이스 어셈블리(104) 사이의 체적은 가압가능한 부유 하부 챔버(234)를 제공한다. 베이스 어셈블리(104) 및 내부 플랩(204)과 외부 플랩(206)에 의해 시일링되는 내부 박막(116)과 베이스 어셈블리(104) 사이의 환형 체적은 가압가능한 부유 상부 챔버(236)를 형성한다. 제 2 펌프(도시안됨)는 부유 상부 챔버(236) 안팎으로 유체, 예를 들어 공기와 같은 가스를 보내기 위해 도시되지 않은 통로에 연결될 수 있다. 제 3 펌프(도시안됨)는 부유 하부 챔버(234) 안팎으로 유체, 예를 들어 공기와 같은 가스를 보내기 위해 도시되지 않은 통로에 연결될 수 있다. 제 2 펌프는 상부 챔버의 압력과 하부 챔버의 수직 위치를 제어하며, 제 3 펌프는 하부 챔버의 압력을 제어한다. 이하 보다 상세히 설명되는 바와 같이, 부유 상부 챔버(236)의 압력은 외부 박막(118)의 상부 표면에 대해 내부 박막(116)의 접촉 영역을 제어한다. 따라서, 제 2 펌프는 압력이 인가되는 즉, 부하 영역과 같은 기판 영역을 제어하는 반면, 제 3 펌프는 부하 영역의 기판에 대한 하향력을 제어한다. 제 4 펌프는 외부 챔버(238)의 압력을 제어한다.

외부 박막(118)은 기판과 맞물리도록 장착 표면을 제공하기 위해 외부 지지 구조(230) 아래로 연장하는 중심부(210), 베이스 어셈블리에 고정될 외부 지지 구조(230)와 외부 스페이서 링(232) 사이의 꾸불꾸불한 경로로 연장되는 주변부(212)를 포함한다. 예를 들면, 외부 박막의 에지는 하부 클램프 링(144)과 유지 링(110) 사이에 클램핑될 수 있다. 내부 박막(116)과 외부 박막(118) 사이의 시일링 체적은 가압가능한 외부 챔버(238)를 형성하다. 그러므로 외부 챔버(238)는 사실상 하부 챔버(234) 아래로 연장될 수 있다. 제 4 펌프(도시안됨)는 외부 챔버(238) 안팎으로 유체, 예를 들어 공기와 같은 가스를 보내기 위해 통로(14)에 연결될 수 있다.

내부 지지 구조(120)는 내부 박막(116)을 원하는 형상으로 유지하기 위해 부유 하부 챔버(234)의 내부에 배치된 강성의 환형 와셔형 바디일 수 일 수 있다. 선택적으로, 내부 지지 구조는 다수의 개구를 갖는 디스크형상의 바디일 수 있다. 디스크형 지지 구조는 기판 휨 때문에 손상되지 못하도록 지지 표면을 제공할 것이다.

내부 스페이서 링(122)은 C자형상 단면을 가질 수 있는 강성의 환형 바디이다. 내부 스페이서 링은 실리더부(190), 환형 상부 플랜지(192) 및 환형 하부 플랜지(194)를 포함할 수 있다. 내부 스페이서 링(122)은 내부 지지 구조(120) 상의 외부 챔버(238)에 배치될 수 있다. 환형 하부 플랜지(194)는 내부 지지 구조에 의해 지지되는 반면, 환형 상부 플랜지(192)는 외부 지지 구조(230)와 외부 스페이서 링(232) 위로 연장된다.

내부 박막(116)은 엘라스토머, 엘라스토머로 코팅된 편물(fabric), 또는 Delaware, Newark의 듀퐁에서 입수가능한 HYTREL™과 같은 열적 플라스틱 에라스토머(TPE)와 같은 탄성 재료, 또는 이들 재료의 화합물과 같은 플랙시블 및 탄성 재료로 형성될 수 있다. 바람직하게, 내부 박막(116)은 외부 박막(118)보다 다소 작게 플렉시블하다. 상기 개시된 바와 같이, 내부 박막(116) 중심부(200)의 제어가능한 영역은 외부 박막(118)의 상부 표면에 접촉하여 그 표면에 하향 부하를 인가할 수 있다. 부하는 외부 박막을 통해 부하 영역의 기판으로 전달된다. 내부 박막(116)의 중심부(200)의 하부 표면은 내부와 외부 박막이 접촉하고 있을 때 유체가 이들 사이로 흐를 수 있도록 예를 들어 작은 홈으로 텍스츄어링될 수 있다. 내부 박막의 주변부(208)는 L자 형상부(202)의 하부 에지에 연결하기 위해 내부 지지 구조(120)의 외부 표면(180) 부근에서 상향 연장되고 내부 스페이서 링(122)의 하부 플랜지(194)와 내부 지지 구조의 상부 표면(182) 사이에서 안쪽으로 연장한다. 내부 박막의 L자 형상부(202)는 실린더부(190) 내부 및 내부 스페이서 링(122)의 환형 상부 플랜지(192) 위로 연장한다.

외부 지지 구조(230)는 원하는 형상의 외부 박막(118)을 유지하고 진공 척킹동안 기판에 대해 외부 박막을 시일링하기 위해, 내부 박막(116)과 외부 박막(118) 사이의 외부 챔버(238) 내에 배치된다. 특히, 외부 지지 구조(230)는 링 형상부의 가장자리에서 하향 연장되는 환형 돌출부(172)를 갖는 강성의 링 형상부(170)를 가질 수 있다. 선택적으로, Steven M. Zuniga 등에 의해 1997년 8월 8일자로 "화학적 기계적 연마 장치를 위한 국부 압력 제어부를 갖는 캐리어 헤드"란 명칭으로 출원되었으며 본 발명의 양수인에게 양도된 미국 출원 번호 제 08/861,260호에 개시된 바와 같이, 돌출부(172)는 외부 박막의 상부 표면과 접촉하도록 배치되어 선택된 기판 영역에 선택적으로 압력을 인가할 수 있다. 돌출부(172)는 링 형상부(170)의 하부 표면에 압축가능한 재료층을 단단히 부착시킴으로써 형성될 수 있다.

외부 스페이서 링(232)은 유지 링(110)과 외부 박막(118) 사이에 배치된 환형 부재이다. 특히, 외부 스페이서 링(232)은 외부 지지 구조(230)상에 배치될 수 있다. 외부 스페이서 링(232)은 실린더부(184)와 외부 스페이서 링의 측방 위치를 유지하도록 유지 링(110)의 내부 표면(126)을 향해 바깥방향으로 연장되는 플랜지부(186)를 포함한다.

외부 박막(118)은 클로로프렌 또는 에틸렌 프로필렌 고무, 또는 실리콘과 같은 플렉시블하고 탄성적인 재료로 형성된 원형 시트이다. 주목할 것은, 외부 박막의 중심부(210)는 기판을 위한 장착 표면을 형성하는 반면, 주변부(212)는 베이스 어셈블리(104)와 유지 링(110) 사이에 클램핑될 외부 지지 구조(230)와 외부 스페이서 링(232) 사이에서 꾸불꾸불한 형태로 연장된다는 것이다. 특히, 주변부(212)는 외부 지지 구조(230)의 외부 표면(174) 근처에서 상향 연장되며, 외부 스페이서 링(232)의 플랜지부와 외부 지지 구조(230)의 상부 표면(176) 사이에서는 안쪽방향으로 연장되며, 외부 스페이서 링(232)의 실린더부(184) 근처에서는 상향 연장되어, 하부 클램프 링(144)과 유지 링(110) 사이에 클램핑되는 가장자리부(214)로 바깥방향으로 연장되어, 타이트한 유체 시일을 형성한다. 외부 박막의 "자유 간격(free-span)"부(216)는 외부 스페이서 링(232) 가장자리부(214)와 상부 표면의 외경 사이로 연장된다. 외부 박막(118)은 또한, 내부 스페이서 링(122)과 외부 스페이서 링(232) 사이로 상향으로 연장되는 후막부(218)를 포함할 수 있다. 외부 박막은 꾸불꾸불한 형상으로 미리 몰딩될 수 있다.

동작중, 유체는 외부 박막(118)에 대해, 그러므로 기판에 대해 내부 박막(116)의 하향 압력을 제어하기 위해 부유 하부 챔버(116) 안팎으로 펌핑되고, 유체는 외부 박막(118)에 대한 내부 박막(116)의 접촉 영역을 제어하기 위해 부유 상부 챔버(236) 안팎으로 펌핑된다. 기판에 인가되는 압력과 부하 영역을 제어하는 캐리어 헤드(100)의 능력은 도 4a와 도 4b의 개략도를 참조로 설명된다. 도 4a를 참조로, 유체 역학적이고 상당히 개략적인 연마기(300)는 가압가능한 챔버(306)를 형성하는 "자유 부유" 플렉시블한 박막(302)을 포함한다. 외부 압력이 플렉시블한 박막(302)에 인가되지 않는다고 가정하면, 일반적으로 구형이 될 것이고 내부 압력(P_1)을 갖는다. 그러나, 상기 박막이 강성 플레이트(304)와 기판(10) 사이에서 압축되면, 플렉시블한 박막은 원형 접촉 영역(308)으로 기판에 접촉하는 편원 형상으로 변형될 것이다. 강성의 플레이트(304)가 플렉시블한 박막(302)에 하향력(P)을 인가한다고 가정하면, 평형힘은 $F=\Delta P*A_c$을 요구하는데, ΔP는 챔버(306)에서의 내부 압력(P_1)과 플렉시블한 박막을 둘러싸는 외부 압력(P_2) 사이의 차이며, A_c는 접촉 영역(308)의 표면적이다. 따라서, 접촉 영역(308)의 직경(D_c)은 다음에 의해 주어질 것이다:

$$Dc=\sqrt{4\frac{F}{\pi\Delta P}}$$

결과적으로, 임의의 원형 접촉 프로파일과 압력은 압력(P_1)이 선택되며, 인가된 힘(F)이 부하 영역의 직경을 결정하도록 조절되는 2단계 프로세스에 의해 달성될 수 있다. 도 4a와 도 4b는 상당히 개략적 형태로 상기 개념을 설명하였지만, 본 발명은 일반적으로 자유 부유 박막 챔버에 하향력을 인가함으로써 실행될 수 있다.

도 5a와 도 5b를 참조로, 외부 박막(118)에 대한 내부 박막(116)의 접촉 영역, 따라서 압력이 기판(10)에 인가되는 부하 영역은 부유 상부 챔버(236)에서의 압력을 변경시킴으로써 제어될 수 있다. 부유 상부 챔버(236)의 밖으로 유체를 펌핑함으로써, 내부 박막(116)의 L자 형상부(202)가 상향으로 당겨지고, 그결과 외부 박막(118)으로부터 중심부(200)의 외부 에지를 당기게 되고 부하 영역의 직경은 감소된다. 반대로, 부유 상부 챔버(236) 속으로 유체를 펌핑함으로써, 내부 박막(116)의 L자 형상부(202)는 하향력을 받게 되고, 그결과 외부 박막(118)과 접촉하여 내부 박막의 중심부(200)가 푸싱되어 부하 영역의 직경을 증가시킨다. 부가적으로, 유체가 외부 챔버(238)내로 향하면, 내부 박막(116)의 L자 형상부(202)는 상향력을 받게 되고, 그 결과 부하 영역의 직경은 감소된다. 따라서, 캐리어 헤드(100)에서, 부하 영역의 직경은 상부 챔버와 외부 챔버에서의 압력에 의존할 것이다.

상부 챔버(236), 하부 챔버(234) 및 외부 챔버(238)에서의 압력에 따라 접촉 영역의 직경의 예시적 그래프(400)가 도 6에 도시되어 있다. 이러한 그래프는 실험에 의해 결정되거나 또는 유한 성분 분석에 의해 계산될 수 있다. 도 6의 그래프에서, x축은 상부 챔버(234)의 압력을 나타내고 y축은 접촉 영역을 나타낸다. 그래프 라인(402-418)의 세트는 이하 챠트에 의해 요약된 바와 같이 하부 챔버(236)와 외부 챔버(238)에서 다양한 압력에 따른 상부 챔버 압력 대 접촉 영역의 관계를 나타낸다.

그래프 라인	외부 챔버(238)의 압력 P1	하부 챔버(234)의 압력 P2	P2-P1
402	1.0	1.5	0.5
404	1.0	2.0	1.0
406	3.0	3.5	0.5
408	3.0	4.0	1.0
410	3.0	4.5	1.5
412	5.0	5.5	0.5

414	5.0	6.0	1.0
416	5.0	6.5	1.5
418	5.0	7.0	2.0

캐리어 헤드(100)는 또한 표준 동작 모드에서 동작될 수 있는데, 부유 챔버(234와 236)는 기판으로부터 상승되도록 배기되거나 또는 감압되며, 외부 챔버(238)는 기판의 전체 후면에 균일한 압력을 인가하도록 가압된다.

이전에 논의된 바와 같이, CMP에서 거듭 발생하는 문제는 기판 중심의 불균일한 연마이다. 그러나 제어가능한 부하 영역은 기판의 중심이 부하 영역의 다른 직경을 사용하여 연마 단계의 시퀀스를 적용함으로써 덜 연마되는 연마 프로파일을 보상하는데 사용될 수 있다. 예를 들면, 캐리어 헤드는 제 1 기간(T1) 동안 반경(r_1)을 가지는 기판의 영역을 연마하고, 다음 제 2 기간(T_2)동안 반경(r_2)을 가지는 더 큰 영역을 연마하며, 다음 제 3 기간(T_3) 동안 반경(r_3)을 가지는 여전히 더 큰 영역을 연마하는데 사용될 수 있다. 이는 연마 불균일도를 감소시키는데 요구되는 전체 시간과 압력에 따라 기판의 상이한 영역이 연마되도록 한다.

앞서 논의된 바와 같이, CMP에서 거듭 발생하는 또다른 문제는 기판의 에지 부근에서의 불균일한 연마이다. 그러나 외부 스페이서 링(232)은 기판 에지 부근에서 외부 박막(118)에 의해 인가된 압력 분포를 제어하는데 사용될 수 있다. 특히, Steven Zuniga 등에 의해 1998년 10월 9일자로 "화학적 기계적 연마를 위한 플렉시블한 박막을 갖는 캐리어 헤드"이란 명칭으로 출원되었으며, 본 발명의 양수인에게 양도되었으며, 본 명세서에서 참조되는 미국 출원 번호 제 09/169,500호에 개시되어 있는 바와 같이, 외부 스페이서 링의 상부 표면의 표면적은 기판 주변에 대한 외부 박막의 중심에 인가된 상대적인 압력을 조절하기 위해 선택될 수 있다.

연마 패드로부터 기판을 제거하기 위해, 부유 상부 챔버(236)는 외부 박막(118)의 상부 표면에 대해 외부 지지 구조(230)의 돌출부(172)를 하향시키기 위해 가압된다. 이것은 외부 박막이 시일을 형성하도록 기판과 접촉하게 한다. 상기 부유 하부 챔버(234)는 배기되고, 예를 들어 외부 대기와 연결되며, 외부 챔버(238)는 감압된다. 이는 외부 박막(118)이 캐리어 헤드로 기판을 진공 척킹하도록 안쪽으로 당겨지게 한다. 다음 부유 상부 챔버(236)는 내부 및 외부 박막을 상향으로 당기고 연마 패드로부터 기판을 상승시키도록 감압된다. 최종적으로, 로딩 챔버(108)가 베이스 어셈블리(104)와 기판 지지 어셈블리를 연마 패드로부터 상승시키기 위해 진공화된다(evacuated).

이송 스테이션(27)에서 캐리어 헤드에 기판을 로딩하고, 연마 스테이션(25)에서 연마 패드로부터 기판을 디척킹하고, 이송 스테이션(27)에서 캐리어 헤드로부터 기판을 언로딩하는 캐리어 헤드(100)의 동작은 다음 표로 요약된다.

로딩 동작					
단계	초기 상태	하부 어셈블리 후퇴	박막 연장	기판을 박막내로 푸싱	웨이퍼 그리핑
외부	배기	배기	압력	배기	진공
하부	배기	배기	배기	배기	배기
상부	배기	진공	진공	진공	진공
링	진공	진공	진공	진공	진공

시간 지연은 각각 팽창, 푸싱 및 그리핑 단계후 취해질 수 있다.

디척킹 동작					
단계	초기 상태	시일 힘 인가	기판 그리핑	패드로부터 기판을 리프팅	패드로부터 링을 리프팅
외부	배기	배기	진공	진공	진공
하부	배기	배기	배기	배기	배기
상부	배기	압력	압력	진공	진공
링	압력	압력	압력	압력	진공

시간 지연은 각각 시일링, 그리핑 및 리프팅 단계후 취해질 수 있다.

언로딩 동작

단계	초기 상태	하부 어셈블리 확장	기판 방면	기판 배출	멤브레인 수축
외부	진공	진공	배기	배기	배기
하부	배기	배기	배기	압력	배기
상부	진공	압력	배기	배기	통기
링	진공	진공	압력	진공	진공

시간 지연은 각각 하강 및 배출 단계후 취해질 수 있다.

기판이 로딩 또는 디척킹 동작후 캐리어 헤드에 성공적으로 부착되었는지를 결정하기 위해, CMP 장치는 기판 검출 절차를 수행할 수 있다. 이런 절차는 진공하에서 외부 챔버(238), 상부 부유 챔버(236) 및 로딩 챔버(108)로 시작하고, 하부 부유 챔버(234)는 배기된다. 하부 부유 챔버(234)는 고정 압력으로 압력 소스에 연결된다. 도 7a를 참조하면, 하부 부유 챔버의 압력은 시간에 따라 측정된다. 도 7b를 참조하면, 하부 부유 챔버의 압력의 제 1 도함수(dP/dt)는 챔버가 가압됨에 따라 계산된다. 기판이 존재하지 않는다면, 하부 챔버는 바깥방향으로 휠 것이고 확장하는 룸(room)을 가진다. 대조적으로, 기판이 캐리어 헤드에 존재하고 척킹된다면, 하부 챔버의 체적이 제한될 것이며, 결과적으로 하부 챔버의 압력이 더욱 빨리 상승할 것이다. 따라서, 기판은 도함수(dP/dt)가 임계값(C_1)을 초과하는지를 결정함으로써 검출될 수 있다. 이런 임계값(C_1)은 실험적으로 결정될 수 있다. 도함수(dP/dt)가 임계값(C_1)을 초과한다면, 기판은 존재한다. 한편 도함수(dP/dt)가 임계값(C_1)을 초과하지 않는다면, 기판은 존재하지 않는다. 하부 부유 챔버(234)는 기판 검출 절차가 완료된 후 진공으로 복귀될 수 있다.

도 8을 참조하면, 또다른 실시예에서, 캐리어 헤드(100a)는 부유 상부 챔버(236a)와 부유 하부 챔버(234a) 사이에 배리어를 제공하는 디스크 형상의 내부 지지 플레이트(120a)를 포함한다. 내부 박막(116a)은 중심부(200a), 베이스 어셈블리(104a)에 고정되는 에지부(240), 및 내부 지지 플레이트(120a)의 외부 에지(244)에 고정되는 환형 내부 영역 또는 플랩(242)을 갖는 원형 시트이다. 상기 내부 박막의 중심부(200a)는 부유 하부 챔버(234a)를 형성하기 위해 내부 지지 플레이트(120a) 아래로 연장되는 반면, 지지 플레이트와 내부 박막(116a)의 에지부(240)에 의해 시일링되는 베이스 어셈블리 사이의 체적은 부유 상부 챔버(236a)를 형성한다. 디스크 형상의 내부 지지 플레이트(120a)는 부유 상부 챔버(236a)와 부유 하부 챔버(234a) 사이의 접촉 면적을 증가시킨다.

외부 지지 구조(230a)는 링 형상부(170a), 링 형상부(170a)의 내부 에지로부터 상향으로 돌출되는 환형 플랜지부(178a), 및 링 형상부(170a)의 외부 에지로부터 하향 연장되는 돌출부(172a)를 포함하여 외부 박막(188a)의 상부 표면에 접촉된다. 외부 지지 구조(230a)의 플랜지부(178a)는 내부 지지 플레이트(120a) 또는 내부 박막(116a)에 고정될 수 있다. 선택적으로, 외부 지지 구조(230a)는 외부 챔버(238)에서 자유 부유될 수 있다.

캐리어 헤드(100a)는 캐리어 헤드(100)와 유사한 형태로 기능한다. 특히, 부유 상부 챔버(236a)의 압력은 외부 박막의 상부 표면에 대한 내부 박막의 접촉 면적을 제어하며, 부유 하부 챔버(234a)의 압력은 부하 영역에 있는 기판에 인가되는 압력을 제어한다. 연마 패드로부터 기판을 제거하기 위해, 부유 상부 챔버(236a)는 외부 박막(118a)의 상부 표면에 대해 외부 지지 구조(230a)상의 돌출부(172a)에 힘을 가하기 위해 가압된다. 이는 이들 사이에 타이트한 유체 시일이 형성되도록 기판에 대해 외부 박막을 압착한다. 다음 부유 하부 챔버가 배기되며, 외부 챔버(238a)는 내부 박막에 대해 외부 박막을 당기도록 감압된다. 최종적으로, 부유 상부 챔버가 연마 패드에서 기판을 당기도록 감압된다.

도 9를 참조하면, 또다른 실시예에서, 캐리어 헤드(100b)는 환형 립(250)을 가지는 외부 박막(118b)을 포함한다. 외부 챔버(238c)가 진공화될 때, Zuniga 등에 의해 1998년 8월 31일자로 "화학적 기계적 연마용 캐리어 헤드"란 명칭으로 출원되었으며, 본 발명의 양수인에게 양도되고 본 명세서에서 참조되는 미국 출원 번호 제 09/149,806호에 개시되어 있는 바와 같이, 외부 챔버(238c)가 배기되는 경우 립(250)은 시일을 형성하고 기판의 진공 척킹을 개선하기 위해 기판(10)에 대해 당겨질 수 있다.

도 10을 참조하면, 또다른 실시예에서, 캐리어 헤드(100c)는 단일의 플렉시블한 박막(118c)과 디스크 형상의 지지 구조(122c)를 포함한다. 플렉시블한 박막(118c)의 중심부(260)는 기판이 맞물리도록 장착 표면을 제공하기 위해 지지 구조(122c) 아래로 연장된다. 플렉시블한 박막의 주변부(262)는 지지 구조의 실린더형 가장자리(264) 부근에서 상향으로 내부로 연장한다. 주변부(262)는 클램프 링(268)과 지지 구조(122c)의 상부 표면(270) 사이에 클램핑되는 내부 플랩(266), 및 유지 링(110c)과 환형 바디(140c) 사이에 클램핑되는 스페이서 링(120c) 주위를 둘러싸는 외부 플랩(272)을 포함한다.

따라서, 지지 구조(122c)와 플렉시블한 박막(118) 사이의 체적은 가압가능한 부유 하부 챔버(234c)를 형성하며, 베이스 어셈블리(104)와 내부와 외부 플랩(266과 272)에 의해 시일링되는 지지 구조(122c) 사이의 체적은 가압가능한 부유 상부 챔버(236c)를 형성한다.

하나의 펌프가 짐벌 로드(150)내의 통로(154)에 의해 부유 상부 챔버(236c)에 연결될 수 있으며, 다른 펌프는 하우징(102)내의 통로(134), 베이스 어셈블리(104c) 내의 통로(280), 및 지지 구조(122c)를 통과하는 통로(282)에 의해 부유 하부 챔버(234c)에 연결될 수 있다. 고정구(284와 286)는 부유 하부 챔버(234c)에 통로(134)를 연결하기 위해 베이스 어셈블리와 지지 구조를 통과하는 통로를 유동적으로 결합시키는 플렉시블한 튜브 제작을 위한 부착점을 제공한다.

지지 구조의 하부 표면(274)은 상기 구조의 외부 에지에서 하향 연장되는 돌출부(276)를 가질 수 있다. 또한, 다수의 홈(278)이 지지 구조(122c)의 하부 표면(274)에 형성되어 지지 구조와 플렉시블한 박막 사이에서 유체가 배출될 수 있다.

상부와 부유 하부 챔버에서의 압력을 제어함으로써, 기판에 대해 플렉시블한 박막(118c)의 접촉 압력과 부하 영역이 제어될 수 있다. 연마 패드로부터 기판을 제거하기 위해, 부유 상부 챔버(236c)는 돌출부(276)가 하향하도록 가압되어 기판과 플렉시블한 박막 사이에 시일을 형성하며, 부유 하부 챔버(234c)는 캐리어 헤드에 기판을 진공 척킹하기 위해 진공화된다.

도 11을 참조하면, 또다른 실시예에서, 캐리어 헤드(100c)에 대한 구성과 유사한 캐리어 헤드(110d)는 상부 챔버(236d)를 하부 챔버(234d)에 유동적으로 결합하기 위해 지지 구조(122d)내의 밸브(300)를 포함할 수 있다. 밸브(300)는 디스크 형상의 밸브 바디(302)와 환형 밸브 플랜지(304)를 포함한다. 밸브 바디(302)는 지지 구조(122d)내의 개구부(306)에 고정될 수 있으며, 밸브 플랜지(304)는 지지 구조(122d)의 상부 표면(312)에 단단히 고정될 수 있다. 환형 시일(308)은 개구부(306)를 둘러싸는 상부 표면(312)내의 얕은 함몰부(310)에 고정된다. 다수의 수직 채널(314)은 하부 챔버(234d)와 상부 챔버(236d)를 유동적으로 결합하기 위해 시일(308)상의 디스크 형상의 밸브 바디(302)를 통해 형성될 수 있다. 밸브 플랜지(304)는 수직 채널(314)이 상기 밸브를 폐쇄시키도록 환형 시일(308)에 인접하도록 하향으로 밸브 바디(302)를 치우치게 하는 만곡 스프링으로서 기능한다. 그러나 밸브 바디(302)가 상향으로 힘을 받게 되면, 상기 시일은 더 이상 밸브 바디에 접촉하지 않을 것이고 유체가 채널(314)을 통해 누설될 것이다. 이와 같이, 밸브(300)는 개방될 것이고 하부 챔버(234d)와 상부 챔버(236d)는 채널(314)을 통해 유체 연통 상태에 있게 될 것이다.

밸브(300)는 기판이 플렉시블한 박막(118d)에 척킹되었는지 여부를 감지하는데 사용될 수 있다. 특히, 상부 챔버(234d)에서의 압력의 제 1 측정은 상부 챔버가 가압된후, 그러나 하부 챔버가 진공화되기 이전에 압력 게이지(도시안됨)로 수행될 수 있다. 상기 상부 챔버(234d)는 챔버를 가압 또는 진공화시키는 펌프와 분리되어야 한다. 다음, 하부 챔버가 진공화된 후, 상부 챔버의 압력의 제 2 측정이 압력 게이지에 의해 수행된다. 제 1 및 제 2 압력 측정은 기판이 캐리어 헤드에 성공적으로 진공 척킹되었는지를 결정하기 위해 비교될 수 있다.

기판이 성공적으로 진공 척킹되었다면, 플렉시블한 박막(118d)은 기판과 플렉시블한 박막 사이의 저압 포켓에 의해 기판에 아주 근접하여 유지될 것이다. 결국, 밸브(300)는 밀폐 위치로 편향된 채 머물 것이고, 상부 챔버의 압력은 일정하게 유지되거나 증가할 수 있을 것이다. 한편, 기판이 존재하지 않거나 캐리어 헤드에 진공 척킹되지 않는다면, 하부 챔버(234d)가 진공화될 때, 플렉시블한 박막(118d)은 상향으로 편향될 것이다. 따라서, 상기 플렉시블한 박막은 밸브 바디(302)에 상향력을 인가할 것이고 밸브(300)를 개방시킬 것이며, 그결과 하부 챔버(234d)와 상부 챔버(236d)는 유동적으로 결합될 것이다. 이것은 유체가 하부 챔버(234d)를 통해 상부 챔버(236d)의 밖으로 배출되게 한다. 결국, 상기 상부 챔버의 최종 압력은 기판이 존재하지 않거나 플렉시블한 박막에 진공 척킹되지않는다면 기판이 적당히 부착될 경우보다 더 낮을 것이다. 이런 차이는 기판이 캐리어 헤드에 척킹되었는지를 결정하기 위해 검출될 수 있다. 캐리어 헤드에서의 기판 존재를 감지하기 위한 유사한 장치와 방법은, Boris Govzman 등에 의해 1997년 5월 23일자로 "화학적 기계적 연마 시스템용 기판 검출 메커니즘을 갖는 캐리어 헤드"란 명칭으로 출원되었으며, 본 발명의 양수인에게 양도되고 본 명세서에서 참조되는 미국 특허 출원 번호 제 08/862,350호에 개시되어 있다.

본 발명을 수행하는 캐리어 헤드에 대한 다양한 구성이 가능할 것이다. 예를 들면, 상기 부유 상부 챔버는 환형 또는 입방체적이 될 수 있다. 상기 상부와 하부 챔버는 플렉시블한 박막, 또는 상대적으로 강성인 지지 또는 지원 구조에 의해 분리될 수 있다. 기판은 가변 부하 영역내의 플렉시블한 박막에 의해 직접 접촉되거나, 또는 내부 박막은 가변 접촉 영역내의 외부 박막의 내부 표면에 접촉할 수 있다. 상기 지지 구조는 개구부를 갖는 링 형상 또는 디스크형상이 될 수 있다.

비록 본 발명이 바람직한 실시예를 참조하여 기술되었지만, 당업자는 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 변형이 이루어진다는 것을 인식할 것이다. 또한, 본 발명의 범주는 첨부된 특허청구범위에 의해 한정된다.

발명의 효과

본 발명에 따라 기판의 균일한 화학적 기계적 연마가 제공된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드(70)로서,

제 1 플렉시블한 박막(116)에 의해 적어도 부분적으로 제한되는 제 1 가압가능한 챔버(234) - 상기 제 1 플렉시블한 박막(116)의 하부 표면은 제어가능한 크기를 갖는 부하 영역내에 있는 기판에 압력을 인가하기 위한 제 1 표면을 제공함 - ; 및

상기 제 1 챔버에 하향력을 인가하도록 위치된 제 2 가압가능한 챔버(236)를 포함하며,

상기 제 1 챔버 및 제 2 챔버는 상기 제 1 챔버내의 제 1 압력이 상기 부하 영역에 있는 기판에 인가되는 압력을 제어하고 상기 제 2 챔버내의 제 2 압력이 상기 부하 영역의 크기를 제어하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 가압가능한 챔버(236)의 상부 경계의 적어도 일부를 형성하는 수직으로 이동가능한 베이스(104)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드.

청구항 3.

제 2 항에 있어서,

구동 샤프트(74)에 접속가능한 하우징(102) 및 상기 하우징(102)과 상기 베이스(104) 사이에 배치된 제 3 챔버(108)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드.

청구항 4.

제 3 항에 있어서,

상기 캐리어 헤드(70) 아래에서 상기 기판을 유지하도록 상기 베이스(104)에 연결된 유지 링(110)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 챔버와 제 2 챔버 사이에 강성의 부재(202)가 경계를 형성하는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드.

청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 챔버와 제 2 챔버 사이에서 플렉시블한 부재(204, 206)가 경계를 형성하는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드.

청구항 7.

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 챔버는 대체로 환형 체적을 형성하는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드.

청구항 8.

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 챔버는 대체로 입방 체적을 형성하는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드.

청구항 9.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 플렉시블한 박막(116)의 하부 표면은 상기 기판에 대한 장착 표면을 제공하는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드.

청구항 10.

제 1 항에 있어서,

상기 기판에 대한 장착 표면을 제공하기 위해 상기 제 1 플렉시블한 박막(116) 아래로 연장되는 제 2 플렉시블한 박막(118)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드.

청구항 11.

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 플렉시블한 박막(116)과 제 2 플렉시블한 박막(118) 사이의 체적은 제 3 가압가능한 챔버(238)를 형성하는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드.

청구항 12.

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 챔버에 배치된 제 1 지지 구조(120)를 더 포함하며, 상기 제 1 플렉시블한 박막(116)은 상기 제 1 지지 구조(120)의 외부 표면 근처로 연장되는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드.

청구항 13.

제 12 항에 있어서,

상기 제 1 플렉시블한 박막(116) 및 제 2 플렉시블한 박막(118) 사이의 상기 제 3 챔버(238)내에 배치되고 상기 제 1 지지 구조(120)를 둘러싸도록 배치되는 제 2 지지 구조(230)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드.

청구항 14.

제 13 항에 있어서,

상기 제 2 지지 구조(230)는 대체로 환형 형상인 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드.

청구항 15.

제 14 항에 있어서,

상기 제 1 플렉시블한 박막(116) 및 제 2 플렉시블한 박막(118) 사이의 제 3 챔버(238)에 배치된 제 1 스페이서 링(122)을 더 포함하며, 상기 제 1 플렉시블한 박막(116)은 상기 제 1 스페이서 링(122)의 내부 표면 부근 및 상기 제 1 스페이서 링(122)의 상부 표면 부근에서 바깥쪽으로, 상기 제 1 구조(120)와 제 1 스페이서 링(122) 사이의 꾸불꾸불한 경로로 연장되는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드.

청구항 16.

제 15 항에 있어서,

상기 제 2 지지 구조(230) 상의 상기 제 3 챔버(238) 외측에 배치된 제 2 스페이서 링(232)을 더 포함하며, 상기 제 2 플렉시블한 박막(118)은 상기 제 2 스페이서 링(232)의 내부 표면 부근 및 상기 제 2 스페이서 링(232)의 상부 표면 부근에서 바깥쪽으로, 상기 제 2 지지 구조(230)와 상기 제 2 스페이서 링(232) 사이의 꾸불꾸불한 경로로 연장되는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드.

청구항 17.

제 16 항에 있어서,

상기 제 1 스페이서 링(122)의 일부는 상기 제 2 스페이서 링(232)의 일부상에서 연장되어, 상기 제 2 챔버의 가압은 상기 제 2 지지 구조(230)에 하향력을 인가하는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드.

청구항 18.

제 17 항에 있어서,

상기 제 2 지지 구조(230)는 상기 제 2 플렉시블한 박막(118)의 상부 표면에 접촉하도록 하향 연장되는 환형 돌출부를 포함하는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드.

청구항 19.

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 플렉시블한 박막(116)은 상기 기판에 압력을 인가하기 위해 상기 부하 영역내의 제 2 플렉시블한 박막(118)의 상부 표면과 접촉하여 이동할 수 있는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드.

청구항 20.

제 19 항에 있어서,

상기 제 1 플렉시블한 박막(116)의 하부 표면은 상기 제 1 및 제 2 플렉시블한 박막(118)이 접촉할 때 이들 사이에 유체 흐름을 제공하도록 텍스츄어링되는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드.

청구항 21.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 챔버내에 배치된 제 1 지지 구조(120)를 더 포함하며, 상기 제 1 플렉시블한 박막(116)은 상기 제 1 지지 구조(120)의 외부 표면의 근처로 연장되는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드.

청구항 22.

제 21 항에 있어서,

상기 제 1 지지 구조(120)는 대체로 환형 형상인 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드.

청구항 23.

제 21 항에 있어서,

상기 제 1 지지 구조(120)는 다수의 개구부를 가지는 대체로 디스크 형상의 바디를 포함하는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드.

청구항 24.

제 21 항에 있어서,

상기 제 1 챔버의 외측에 위치되는 제 1 스페이서 링(122)을 더 포함하며, 상기 제 1 플렉시블한 박막(116)은 상기 제 1 스페이서 링(122)의 내부 표면 부근 및 상기 제 1 스페이서 링(122)의 상부 표면 부근에서 바깥쪽으로, 상기 제 1 구조(120)와 제 1 스페이서 링(122) 사이의 꾸불꾸불한 경로로 연장되는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 장치용 캐리어 헤드.

청구항 25.

화학적 기계적 연마용 캐리어 헤드로서,

베이스(104);

상기 베이스(104) 아래로 연장되며 제 1 가압가능한 챔버(234)를 형성하는 제 1 플렉시블한 박막부(116) - 상기 제 1 플렉시블한 박막부(116)의 하부 표면은 제어가능한 크기를 가지는 부하 영역내에 있는 기판에 압력을 인가하기 위한 장착 표면을 제공함 - ; 및

상기 제 1 플렉시블한 박막부(116)와 상기 베이스(104)를 결합시키고 제 2 가압가능한 챔버(236)를 형성하는 제 2 플렉시블한 박막부(204, 206)를 포함하며, 상기 제 1 가압가능한 챔버(234)내의 제 1 압력은 상기 부하 영역에 있는 기판에 인가되는 압력을 제어하고, 상기 제 2 챔버내의 제 2 압력은 상기 부하 영역의 크기를 제어하는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마용 캐리어 헤드.

청구항 26.

화학적 기계적 연마용 캐리어 헤드로서,

베이스(104);

상기 베이스 아래로 연장되어 제 1 가압가능한 챔버(238)를 형성하는 제 1 플렉시블한 박막부(118) - 상기 제 1 플렉시블한 박막부의 하부 표면은 기판을 위한 장착 표면을 제공함 - ;

상기 베이스(104) 아래로 연장되고 제 2 가압가능한 챔버(234)를 형성하는 제 2 플렉시블한 박막부(116) - 상기 제 2 플렉시블한 박막부(116)의 하부 표면은 제어가능한 크기를 가지는 부하 영역내의 제 1 플렉시블한 박막의 상부 표면과 접촉함 - ;

상기 베이스(104)와 상기 제 2 플렉시블한 박막부(116)를 결합시키고 제 3 가압가능한 챔버(236)를 형성하는 제 3 플렉시블한 박막부(202, 204)를 포함하며, 상기 제 2 가압가능한 챔버(234)의 제 1 압력은 상기 부하 영역에 있는 기판에 인가되는 압력을 제어하고, 상기 제 3 가압가능한 챔버(236)의 제 2 압력은 상기 부하 영역의 크기를 제어하는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마용 캐리어 헤드.

청구항 27.

화학적 기계적 연마용 캐리어 헤드로서,

제 1 압력 챔버(234)를 포함하는 제 1 바이어싱 부재 - 상기 제 1 압력 챔버의 하부 표면은 제어가능한 크기를 가지는 부하 영역에 있는 기판에 부하를 인가하기 위한 제 1 표면을 제공하는 제 1 플렉시블한 박막(116)에 의해 제한됨 - ; 및

상기 제 1 바이어싱 부재에 연결되는 제 2 바이어싱 부재(202, 204, 206)를 포함하며, 상기 제 2 바이어싱 부재는 상기 제 1 바이어싱 부재의 수직 위치를 제어하여, 제 2 바이어싱 부재는 부하 영역의 크기를 제어하고 제 1 바이어싱 부재는 부하 영역에 있는 기판에 인가되는 압력을 제어하는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마용 캐리어 헤드.

청구항 28.

화학적 기계적 연마용 캐리어 헤드로서,

기판을 위한 장착 표면을 제공하는 플렉시블한 박막(118);

상기 기판에 부하가 인가되는 부하 영역의 크기를 제어하는 수단(202, 204, 236); 및

상기 부하 영역에 있는 기판에 인가되는 압력을 제어하는 수단(116, 234)을 포함하는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마용 캐리어 헤드.

청구항 29.

기판을 화학적 기계적 연마하기 위한 방법으로서,

캐리어 헤드로 연마 패드에 대해 기판을 유지하는 단계;

상기 캐리어 헤드내의 제 1 챔버(234)로 부하 영역에 있는 기판에 부하를 인가하는 단계;

상기 캐리어 헤드내의 제 2 챔버(236)로 상기 부하 영역의 크기를 제어하는 단계;

상기 기판과 연마 패드 사이에 상관적 운동을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 화학적 기계적 연마 방법.

청구항 30.

삭제

청구항 31.

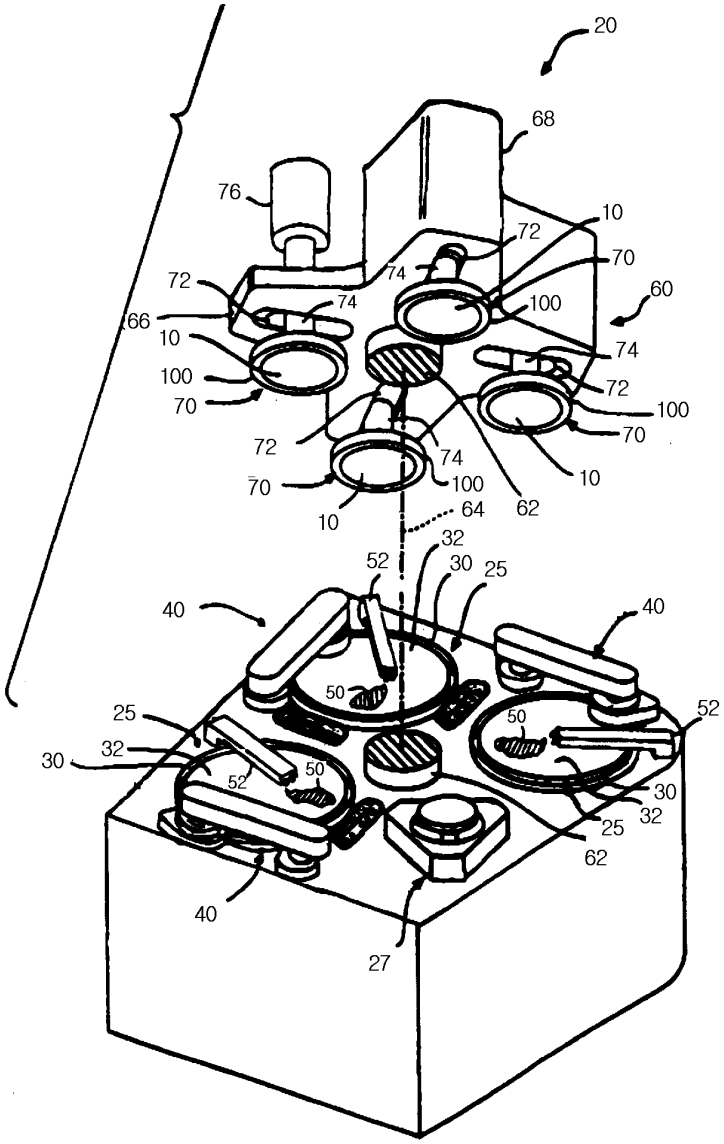
삭제

청구항 32.

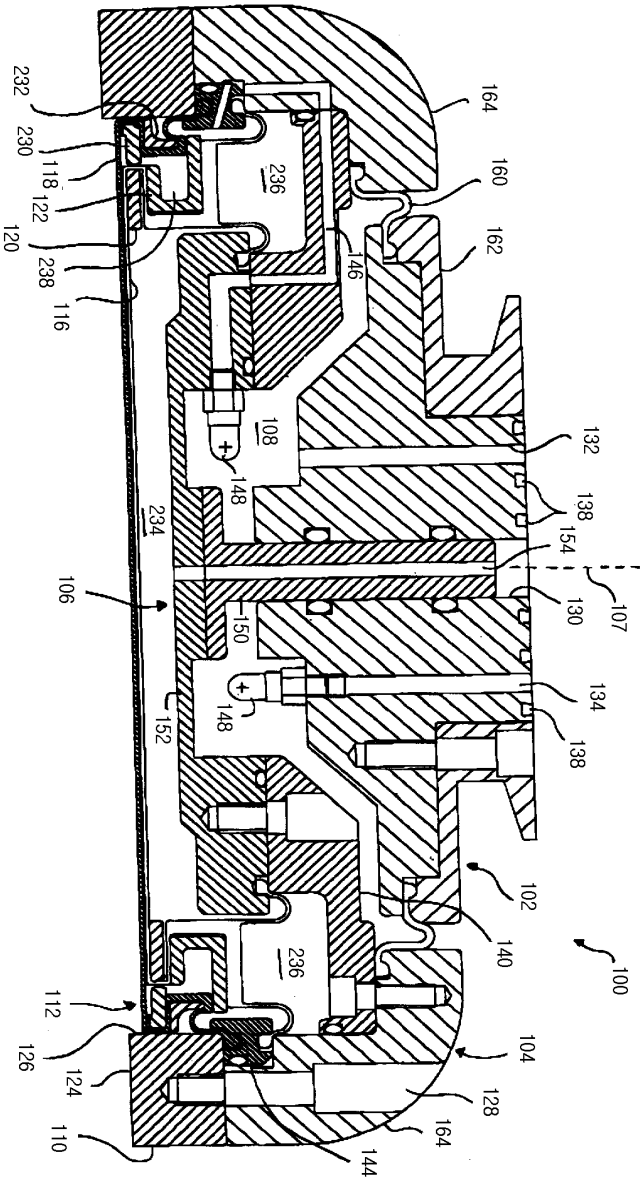
삭제

도면

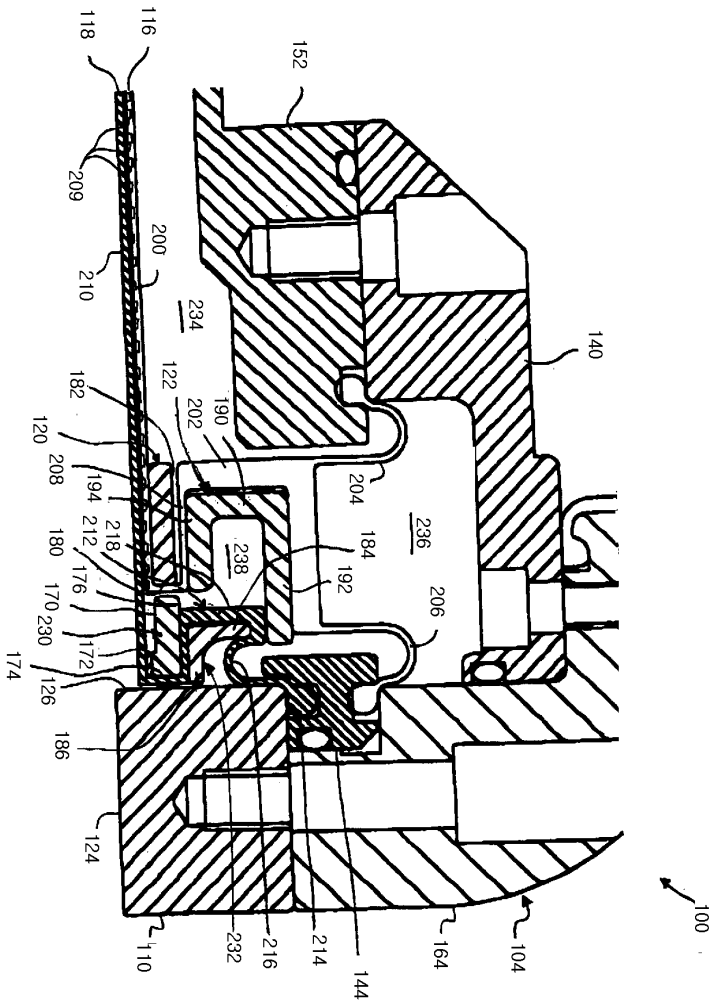
도면1


20
68
76
10
72
70
74
72
60
66
74
100
10
74
100
72
70
100
70
72
74
70
100
10
10
64
62
32
52
30
25
40
40
50
25
52
32
50
30
52
32
25
62
40
27

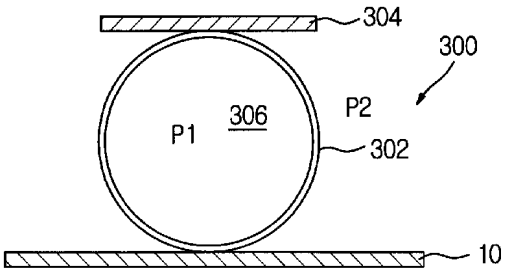
도면2


232
230
118
122
120
238
116
164
160
162
146
236
108
148
234
106
150
152
132
138
154
130
107
134
102
140
100
112
126
124
110
104
128
144

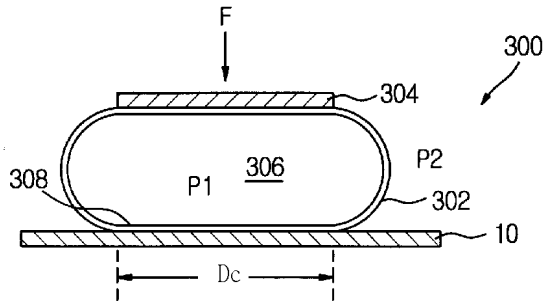
도면3


118
116
152
209
200
210
234
140
182
122
202
190
120
208
194
204
236
212
218
180
238
184
176
192
170
206
230
172
174
126
186
124
110
232
216
214
144
164
104
100

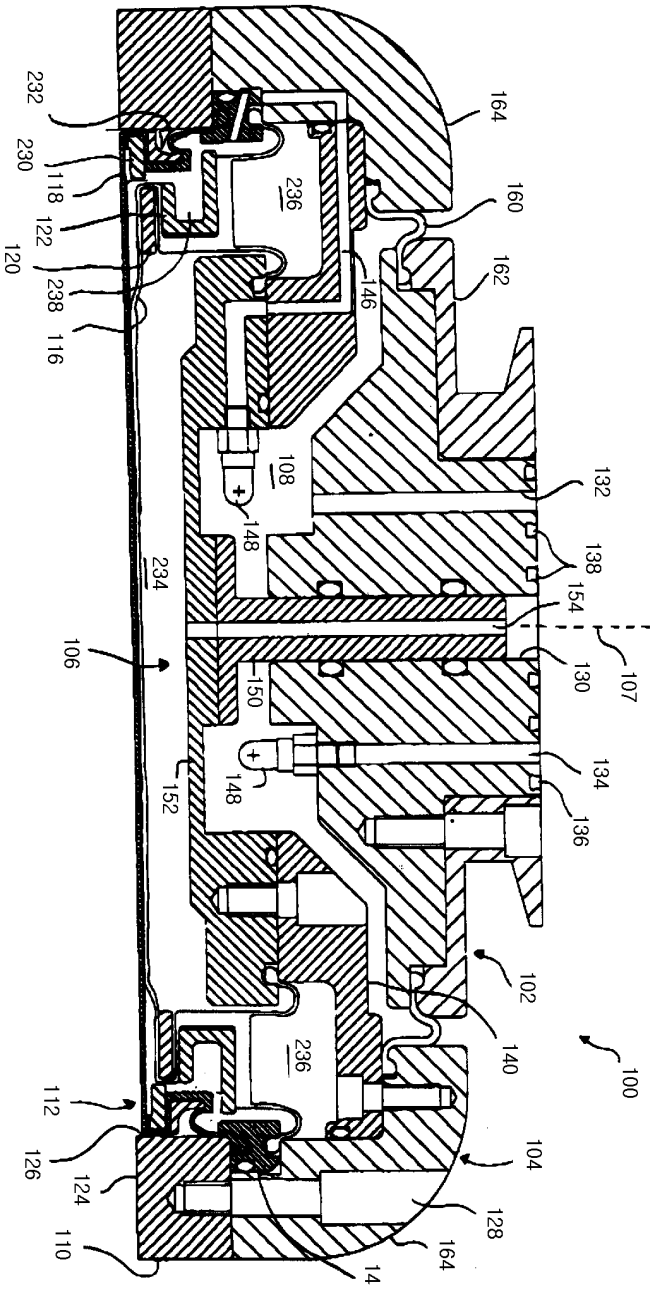
도면4a


304
300
P2
306
P1
302
10

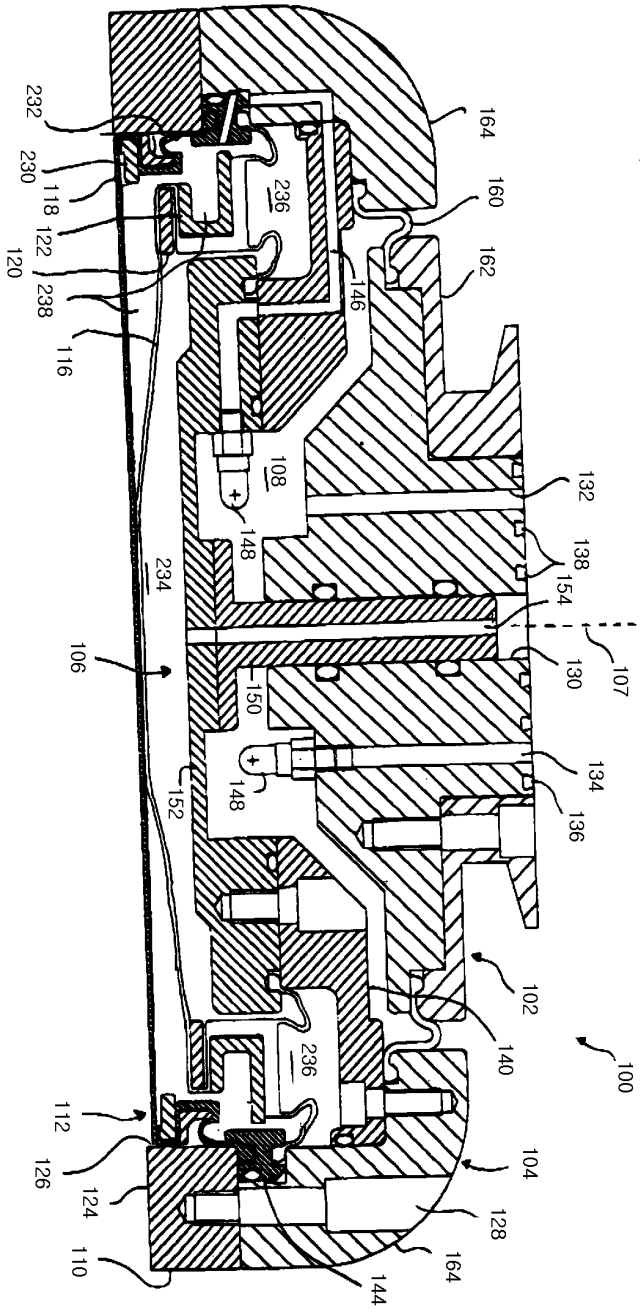
도면4b


F
300
304
P2
306
P1
308
302
10
Dc

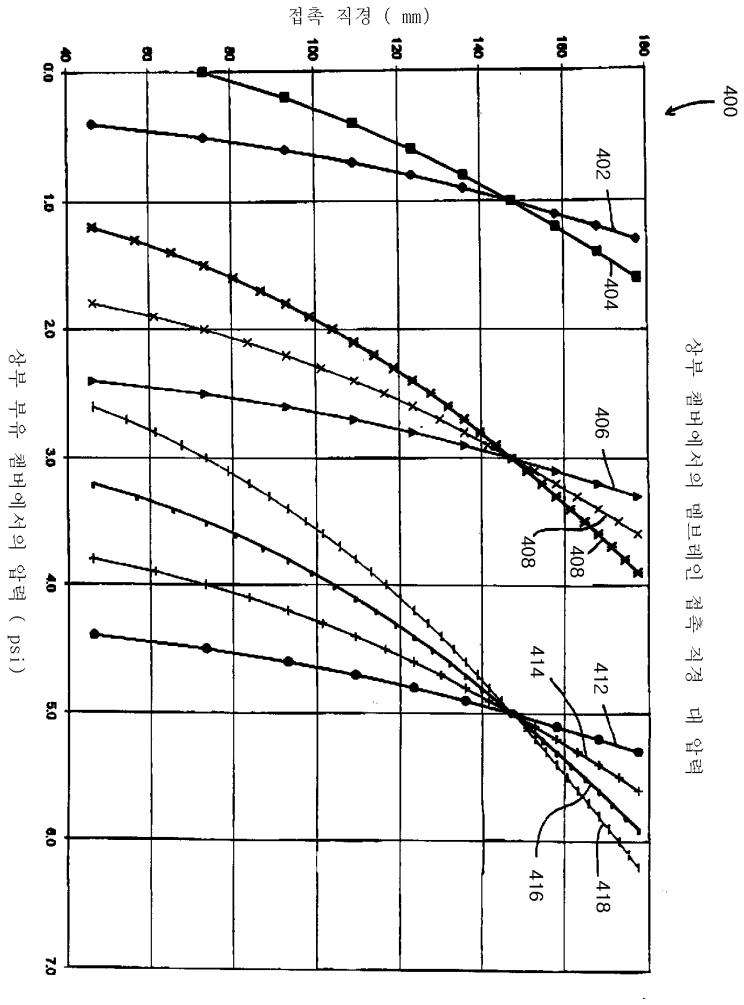
도면5a


232
230
118
122
120
238
116
164
160
162
236
146
108
148
132
138
154
234
106
130
107
150
152
134
136
102
140
100
112
126
124
110
104
128
164
14

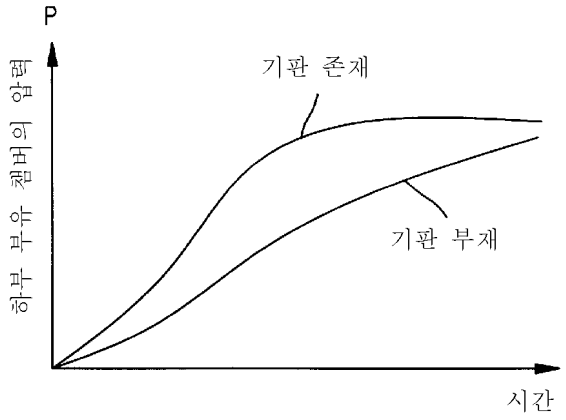
도면5b


232
230
118
122
120
238
116
164
160
162
236
146
108
148
234
106
132
138
154
130
107
150
148
152
134
136
102
140
100
236
112
126
124
110
104
128
164
144

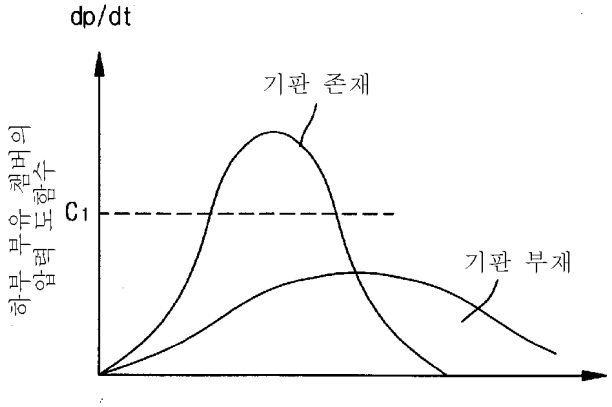
도면6


접촉 직경 (mm)
상부 부유 챔버에서의 압력 (psi)
상부 챔버에서의 멤브레인 접촉 직경 대 압력
400
402
404
406
408
408
412
414
416
418

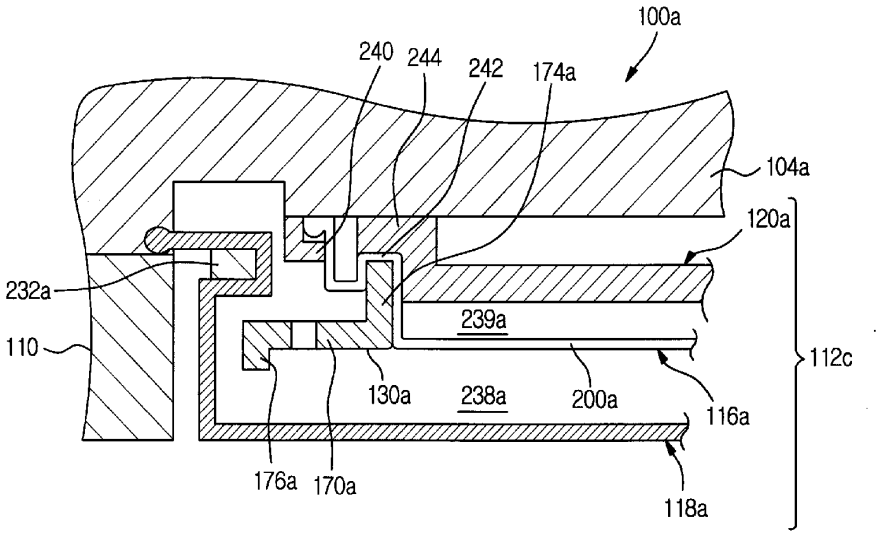
도면7a


P
하부 부유 챔버의 압력
기판 존재
기판 부재
시간

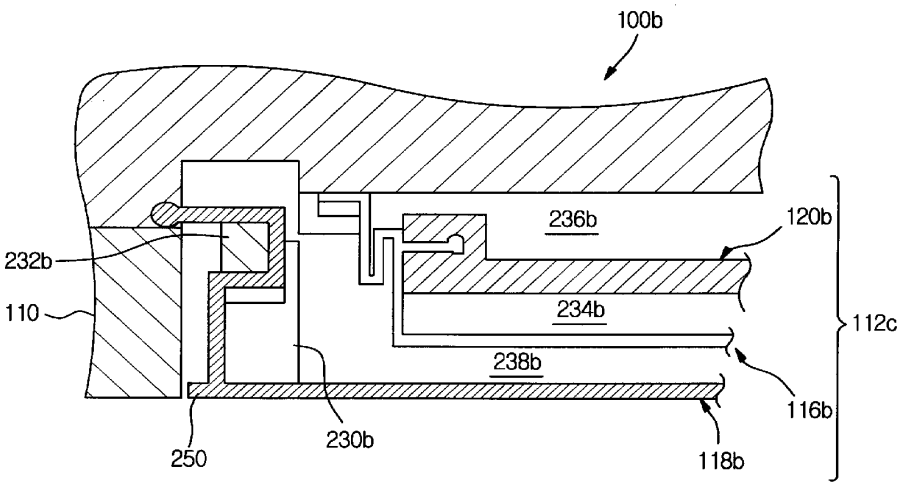
도면7b


dp/dt
기판 존재
하부 부유 챔버의 압력 도함수
C1
기판 부재

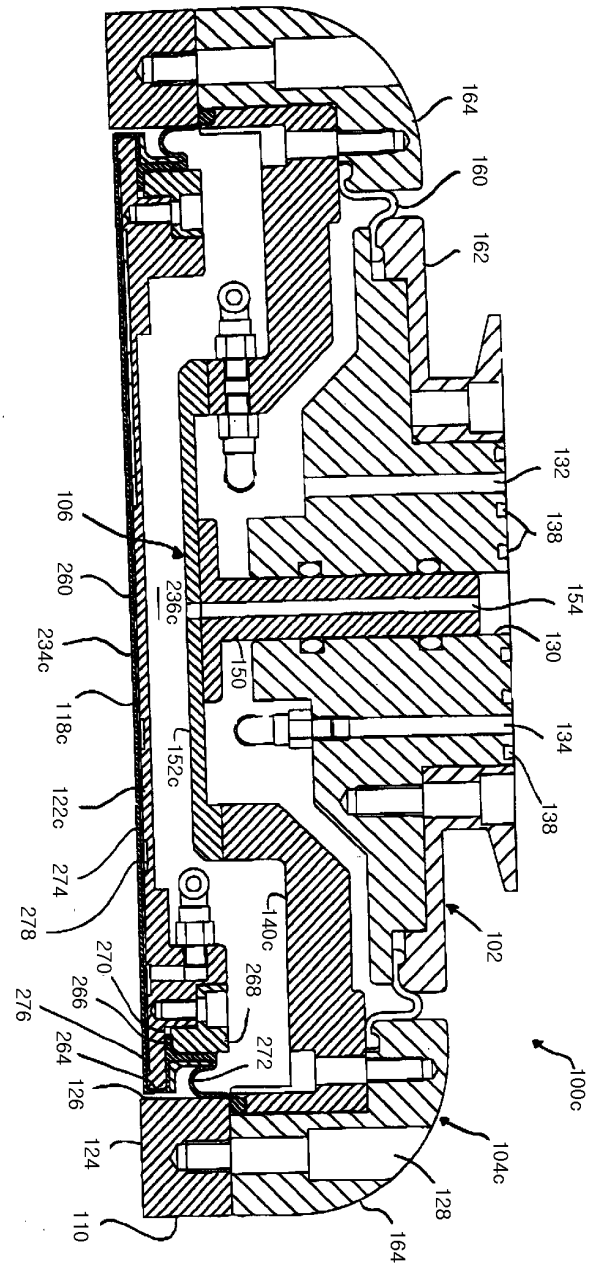
도면8


100a
240
244
242
174a
104a
120a
232a
239a
110
112c
130a
238a
200a
116a
176a
170a
118a

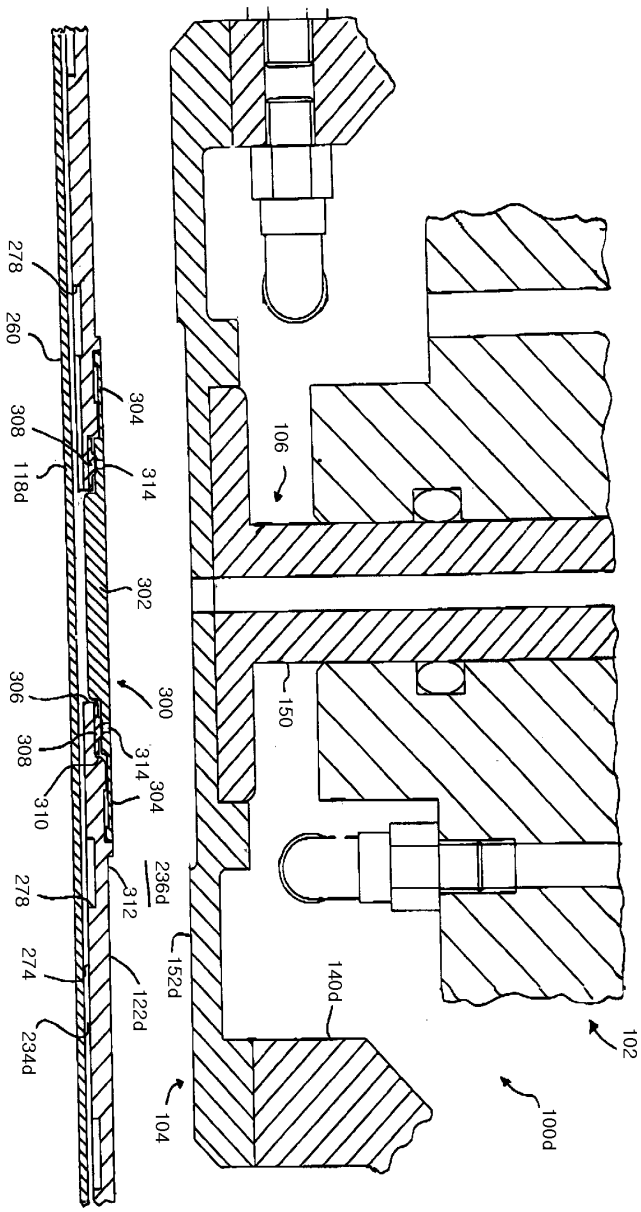
도면9


100b
236b
120b
232b
110
234b
112c
238b
116b
250
230b
118b

도면10


164
160
162
132
138
154
130
134
138
102
100c
104c
128
164
110
124
126
264
276
266
270
268
272
278
274
122c
118c
234c
260
106
236c
150
152c
140c

도면11


278
260
308
118d
304
314
302
306
300
308
314
304
310
236d
312
278
274
152d
122d
234d
104
106
150
140d
102
100d