



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년02월17일
(11) 등록번호 10-0942620
(24) 등록일자 2010년02월08일

(51) Int. Cl.

H01L 21/304 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0108357
(22) 출원일자 2007년10월26일
심사청구일자 2007년10월26일
(65) 공개번호 10-2008-0046557
(43) 공개일자 2008년05월27일

(30) 우선권주장

11/741,692 2007년04월27일 미국(US)
(뒷면에 계속)

(56) 선행기술조사문헌

US6068549 A*
KR1020010021732 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

어플라이드 머티어리얼스, 임코포레이티드

미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050

(72) 발명자

주니가, 스티븐 엠.

미국 95073 캘리포니아 소쿠엘 로스 로블레스 로드 351

나겐가스트, 앤드류 제이.

미국 94085 캘리포니아 써니베일 산타 파울라 애브뉴 659

오, 정훈

미국 94087 캘리포니아 써니베일 이. 엘 카미노 리얼#226 741

(74) 대리인

남상선

전체 청구항 수 : 총 19 항

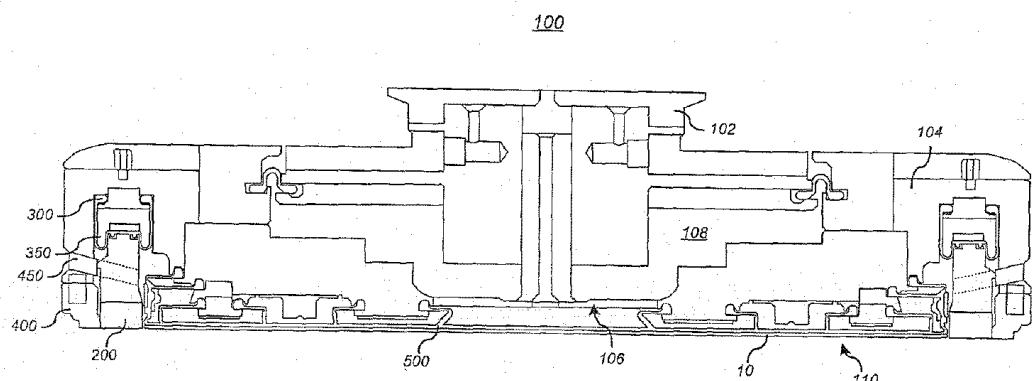
심사관 : 이창용

(54) 캐리어 헤드용 가요성 막

(57) 요 약

베이스 조립체, 지지 링 조립체, 캐리어 링, 및 가요성 막을 가지는 캐리어 헤드에 관한 것이다. 가요성 막은 주 부분 및 외측 고리형 돌출부를 가지며, 주 부분과 외측 고리형 부분 사이의 접합부는 주변 에지 힌지 및 외측 고리형 부분의 외벽을 따르는 힌지 상의 고리형 리세스를 포함한다.

대 표 도



(30) 우선권주장

60/867,090 2006년11월22일 미국(US)

60/891,705 2007년02월26일 미국(US)

특허청구의 범위

청구항 1

가요성 막으로서,

기판 장착면을 제공하기 위해 하부면을 구비한 주 부분, 및

상기 주 부분의 외측 에지로부터 연장하는 외측 고리형 부분을 포함하며,

상기 주 부분과 상기 외측 고리형 부분 사이의 접합부는 주변 에지 힌지 및 상기 외측 고리형 부분의 외측벽을 따르는 상기 힌지 위의 고리형 리세스를 포함하며, 상기 고리형 리세스는 상기 외측 고리형 부분의 구부러짐을 허용하며, 상기 주변 에지 힌지는 라운드 처리된 내측면 및 외측면을 포함하고 순응성(compliant)을 포함하도록 구성되는,

가요성 막.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 외측 고리형 부분은 외측벽을 따르는 고리형 리세스, 및 내측벽을 따르는 내측으로 돌출되는 고리형 스텝을 포함하며, 상기 고리형 리세스는 상기 고리형 부분의 구부러짐을 허용하며, 상기 고리형 스텝은 비-수평 상부 및 하부면을 가지는,

가요성 막.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 가요성 막이 캐리어 헤드에 고정될 때 상기 주 부분 위의 용적을 다수의 챔버로 분리하도록 상기 외측 고리형 부분으로 연결되는 두 개의 고리형 플랩을 더 포함하는,

가요성 막.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 외측 고리형 부분으로 연결되는 상기 두 개의 고리형 플랩은 상부 고리형 플랩 및 하부 고리형 플랩을 포함하며 상기 상부 고리형 플랩 및 상기 하부 고리형 플랩은 각각 내측으로 연장하는 수평 부분 및 상기 수평 부분 보다 더 두꺼운 림을 포함하며, 상기 림은 베이스 조립체에 고정되도록 구성되고, 상기 상부 고리형 플랩은 상기 하부 고리형 플랩보다 좁은 수평 부분을 가지는,

가요성 막.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 가요성 막이 캐리어 헤드에 고정될 때, 상기 주 부분 위의 용적을 다수의 챔버로 분리하도록 상기 주 부분으로 연결되는 다수의 동심 고리형 플랩을 더 포함하는,

가요성 막.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 다수의 동심 고리형 플랩 중 제 1 동심 고리형 플랩은 측방향 연장 섹션 및 상기 측방향 연장 섹션을 상기 주 부분에 연결하는 수직 연장 섹션을 포함하고, 상기 다수의 동심 고리형 플랩 중 제 2 동심 고리형 플랩은 측

방향 연장 섹션 및 상기 측방향 연장 섹션을 상기 주 부분으로 연결하는 대각선방향 연장 섹션을 포함하는,
가요성 막.

청구항 7

제 6 항에 있어서,
상기 제 1 동심 고리형 플랩은 최외측 플랩인,
가요성 막.

청구항 8

제 6 항에 있어서,
상기 제 2 동심 고리형 플랩은 최내측 플랩인,
가요성 막.

청구항 9

제 5 항에 있어서,
상기 다수의 동심 고리형 플랩의 최내측 동심 고리형 플랩은 외측으로 연장하는 수평 부분, 상기 수평 부분의 외측 에지를 따라 상기 수평 부분 보다 더 두꺼운 림, 및 상기 주 부분과 상기 수평 부분 사이에 연결되는 고리형 각도형성 부분을 포함하며,
상기 림은 베이스 조립체에 고정되도록 구성되고, 상기 고리형 각도형성 부분은 상기 수평 부분과의 접합부에서 보다 상기 주 부분과의 접합부에서 더 큰 반경을 가지는,
가요성 막.

청구항 10

제 5 항에 있어서,
상기 다수의 동심 고리형 플랩의 최외측 동심 고리형 플랩은 상기 주 부분으로부터 연장하는 수직 부분, 상기 수직 부분으로부터 연장하는 수평 부분, 및 상기 수평 부분의 외측 에지를 따라 상기 수평 부분 보다 더 두꺼운 림을 포함하며, 상기 림은 베이스 조립체에 고정되도록 구성되는,
가요성 막.

청구항 11

제 10 항에 있어서,
상기 수평 부분은 상기 수직 부분 보다 작은 두께를 가지는,
가요성 막.

청구항 12

제 10 항에 있어서,
상기 수직 부분의 길이에 대한 상기 수평 부분의 길이의 비율은 1.5 내지 2.0인,
가요성 막.

청구항 13

제 6 항에 있어서,
상기 제 1 동심 고리형 플랩은 상기 측방향 연장 섹션과 상기 수직 연장 섹션 사이의 접합부에 노치를 포함하는,

가요성 막.

청구항 14

제 5 항에 있어서,

상기 동심 고리형 플랩들 중 하나 이상이 상기 주 부분과의 접합부에 노치를 포함하는,

가요성 막.

청구항 15

가요성 막으로서,

기판 장착면을 제공하도록 하부면을 구비한 주 부분,

상기 주 부분의 외측 에지로부터 연장하는 외측 고리형 부분, 및

상기 가요성 막이 캐리어 헤드에 고정될 때 상기 주 부분 위의 용적이 다수의 챔버로 분리되도록 상기 주 부분으로 연결되는, 다수의 동심 고리형 플랩을 포함하며,

상기 다수의 동심 고리형 플랩들 중 제 1 동심 고리형 플랩은 측방향 연장 섹션 및 상기 측방향 연장 섹션을 상기 주 부분으로 연결하는 수직 연장 섹션을 포함하고, 상기 다수의 동심 고리형 플랩들 중 제 2 동심 고리형 플랩은 측방향 연장 섹션 및 상기 측방향 연장 섹션을 상기 주 부분으로 연결하는 대각선방향 연장 섹션을 포함하는,

가요성 막.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 제 1 동심 고리형 플랩은 최외측 플랩인,

가요성 막.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 제 2 동심 고리형 플랩은 최내측 플랩인,

가요성 막.

청구항 18

제 15 항에 있어서,

상기 제 1 동심 고리형 플랩의 상기 측방향 연장 섹션은 상기 제 1 동심 고리형 플랩의 수직 연장 섹션 보다 작은 두께를 가지는,

가요성 막.

청구항 19

제 15 항에 있어서,

상기 제 1 동심 고리형 플랩의 수직 연장 섹션의 길이에 대한 상기 측방향 연장 섹션의 길이의 비율은 1.5 내지 2.0인,

가요성 막.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 일반적으로 기판의 화학적 기계적 폴리싱에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 화학적 기계적 폴리싱에 서 이용하기 위한 캐리어 헤드에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

집적 회로는 통상적으로 실리콘 기판 상의 전도성, 반전도성 또는 절연성 층의 순차적인 증착에 의해 기판상에 형성된다. 하나의 제조 단계는 비 평면 상에 필러 층(filler layer)을 증착시키는 단계, 및 비 평면이 노출될 때까지 필러 층을 평탄화하는 단계를 포함한다. 예를 들면, 전도성 필러 층이 절연성 층의 트렌치 또는 홀을 채우기 위해 폐던화된 절연성 층에 증착될 수 있다. 이어서 절연성 층의 상승된 패턴이 노출될 때까지 필러 층이 폴리싱된다. 평탄화 후, 절연성 층의 상승된 패턴 사이에 남아있는 전도성 층 부분은 비아, 플러그 및 라인을 형성하여, 기판 상의 얇은 필름 회로들 사이에 전도성 경로를 제공한다. 또한, 평탄화는 포토리쏘그래피용 기판 표면을 평탄화하는 것이 요구된다.

[0003]

화학적 기계적 폴리싱(CMP)은 평탄화 방법들 중 하나의 수용된 방법이다. 이러한 평탄화 방법은 통상적으로 기판이 CMP 장치의 캐리어 또는 폴리싱 헤드 상에 장착될 것이 요구된다. 기판의 노출 표면은 회전하는 폴리싱 디스크 패드 또는 벨트 패드에 배치된다. 폴리싱 패드는 표준 패드이거나 고정형 마모 패드일 수 있다. 표준 패드는 내구성이 있는 거친 표면을 가지며, 반면 고정형 마모 패드는 컨테인먼트 매체(containment media)에 고정된 마모성 입자를 가진다. 캐리어 헤드는 기판상에 제어 가능한 로드를 제공하여 폴리싱 패드에 기판을 가압한다. 캐리어 헤드는 폴리싱 동안 기판을 제 위치에 지지하는 지지 링(retaining ring)을 가진다. 하나 이상의 화학 반응제 및 마모성 입자를 포함하는, 슬러리와 같은 폴리싱 액체가 폴리싱 패드의 표면에 공급된다.

발명의 내용

[0004]

하나의 양태에서, 지지 링 조립체가 설명된다. 지지 링 조립체는 고리형 챔를 제공하기 위해 형성된 가요성 막(membrane) 및 가요성 막 아래 위치설정되는 고리형 지지 링을 가진다. 가요성 막은 동심의 내측벽 및 외측벽, 내측벽 및 외측벽의 상부 에지로부터 수평방향으로 연장하는 고리형 동심 텁, 고리형 하부면, 및 고리형 하부면으로부터 하방으로 연장하는 두 개의 고리형 동심 돌출부를 가진다. 고리형 지지 링은 기판을 지지하기 위해 기판 에지의 주변을 둘러싸는 내측면을 가지며, 폴리싱 패드와 접촉하도록 구성된 하부면, 및 고리형 상부면 내의 두 개의 고리형 동심 리세스를 가진다. 가요성 막의 고리형 동심 부분은 고리형 지지 링의 고리형 동심 리세스 내로 조립되도록 하는 크기를 가진다.

[0005]

본 발명의 실시예는 아래의 특징들 중 하나 또는 그 이상의 특징을 포함할 수 있다. 가요성 막의 동심의 내측 벽 및 외측벽은 지지 링의 상부 고리형 표면 아래로 연장하는 만곡 부분을 가질 수 있다. 가요성 막의 고리형 동심 텁 및 고리형 동심 돌출부는 내측벽 및 외측벽 보다 더 두꺼울 수 있다. 가요성 막의 고리형 하부면은 다수의 원형 홀을 가질 수 있으며, 각각의 원형 홀은 고리형 하부면으로부터 하방으로 연장하는 두 개의 고리형 동심 돌출부들 사이에 위치설정된다. 지지 링의 고리형 상부면은 다수의 원통형 리세스를 가질 수 있으며, 각각의 원통형 리세스는 두 개의 고리형 동심 리세스들 사이에 위치설정되어, 가요성 막이 패스너를 이용하여 지지 링에 고정되도록 한다. 가요성 막은 캐리어 헤드에 클램핑될 수 있다. 가요성 막은 실리콘과 같은 탄성 재료로 형성될 수 있다. 고리형 지지 링은 고리형 하부, 고리형 상부, 및 상부 및 하부 사이에 접착 층을 가질 수 있다. 지지 링의 고리형 하부는 다수의 그루브(groove)를 가질 수 있다. 지지 링의 고리형 상부는 외측면을 따라 고리형 텁을 가질 수 있으며, 고리형 텁은 수평 하부면, 수직 외측면, 및 비-수평 상부면을 가진다. 지지 링의 고리형 상부는 상부 고리형 표면 및 하부 고리형 표면을 가질 수 있으며, 하부 고리형 표면은 상부 고리형 표면 보다 넓다.

[0006]

또 다른 양태에서, 지지 링이 설명된다. 지지 링은 기판을 지지하도록 기판 에지의 주변을 둘러싸도록 구성되는 내측면을 가지는 고리형 링, 폴리싱 패드와 접촉하도록 구성된 하부면, 고리형 상부면, 고리형 상부면 내의 두 개의 고리형 동심 리세스, 및 다수의 원통형 리세스를 포함하며, 각각의 원통형 리세스는 두 개의 고리형 동심 리세스들 사이에 위치설정된다.

[0007]

본 발명의 실시예는 아래의 특징들 중 하나 또는 그 이상의 특징을 포함할 수 있다. 고리형 링은 하부면을 구비한 고리형 하부 및 상부면을 구비한 고리형 상부를 가질 수 있으며, 상부 및 하부는 상이한 재료로 형성될 수 있으며, 상부는 예를 들면, 접착 층에 의해 하부에 연결될 수 있다. 고리형 하부는 상부 내의 대응 리세스

로 연장하는 돌출부를 가질 수 있으며, 상기 돌출부는 지지 링의 내부면을 따라 연장할 수 있다. 상부는 하부 보다 더 단단하다. 지지 링의 하부 고리형 표면은 지지 링의 상부 고리형 표면 보다 더 넓을 수 있다. 하부면은 내측면으로부터 외측면으로 연장하는 다수의 그루브를 포함할 수 있다. 지지 링의 외측면은 고리형 립을 가질 수 있다. 고리형 립은 수평 하부면 및 경사진 상부면을 가질 수 있다. 외측면은 고리형 립 위에 리세스를 형성할 수 있다. 내측면은 바닥으로부터 상부로 내향 테이퍼를 형성할 수 있다.

[0008] 또 다른 양태에서, 지지 링으로 로드를 인가하기 위한 가요성 막이 설명된다. 가요성 막은 고리형 챔버를 형성하기 위한 동심의 내측벽 및 외측벽, 내측벽 및 외측벽의 상부 에지로부터 수평방향으로 연장하는 고리형 동심 립, 측벽으로 연결되는 고리형 하부면, 및 고리형 하부면으로부터 하방으로 연장하는 두 개의 고리형 동심 돌출부를 포함한다.

[0009] 본 발명의 실시예는 아래 특징들 중 하나 또는 그 이상의 특징을 포함할 수 있다. 가요성 막의 동심의 내측벽 및 외측벽은 고리형 하부면 아래로 연장하는 만곡부를 가질 수 있다. 가요성 막의 고리형 동심 립 및 고리형 동심 돌출부는 내측벽 및 외측벽 보다 더 두꺼울 수 있다. 가요성 막의 고리형 하부면은 추가로 다수의 홀, 예를 들면, 원형 홀을 포함할 수 있으며, 각각의 홀은 두 개의 고리형 동심 돌출부들 사이에 위치설정된다. 홀은 하부면 주위로 동일한 각도 간격으로 이격될 수 있다. 가요성 막은 탄성 재료, 예를 들면, 실리콘으로 형성된다.

[0010] 또 다른 양태에서, 캐리어 링이 설명된다. 캐리어 링은 지지 링의 주변을 둘러싸도록 구성되는 내측면, 폴리싱 패드와 접촉하도록 구성되는 하부면, 및 캐리어 헤드에 부착되도록 구성되는 상부면을 가지는 지지 링을 포함한다. 내측면은 제 1 영역 위에 인접한 내측면의 제 2 영역 보다 더 작은 내경을 구비한 하부면에 인접한 제 1 영역을 포함한다.

[0011] 본 발명의 실시예는 아래의 특징들 중 하나 또는 그 이상의 특징을 포함할 수 있다. 하부면은 상부면 보다 더 작은 내경을 가질 수 있다. 캐리어 링의 외측면은 하부면에 인접한 리세스를 가질 수 있다. 리세스는 수평 하부면, 수직면, 수평 하부면과 수직면을 연결하는 경사 섹션을 포함할 수 있다. 수직면은 하부면으로부터 경사 섹션으로 연장할 수 있다. 리세스는 외측면 내에 고리형 스텝(step)을 형성할 수 있으며, 고리형 스텝은 하부면으로부터 연장하는 제 2 수직면 및 수직면 및 제 2 수직면을 연결하는 제 2 수평 하부면을 가질 수 있다. 상부면의 내경 에지 및 외경 에지는 라운드 처리될 수 있다. 다수의 원통형 리세스는 상부면에 형성될 수 있다. 다수의 원통형 리세스는 상부면 주위에 동일한 각도 간격으로 이격될 수 있다. 하부면은 내측면으로부터 외측면으로 연장하는 다수의 그루브를 포함할 수 있다. 캐리어 링은 동일한 재료, 예를 들면 플라스틱으로 제조되는 단일 유닛일 수 있다. 캐리어 링은 상부면을 가지는 고리형 상부 및 하부면을 가지는 고리형 하부를 포함하며, 하부는 상부에 연결된다. 캐리어 링의 고리형 상부 및 고리형 하부는 상이한 재료로 형성될 수 있으며, 예를 들면, 상부는 금속으로 형성될 수 있으며 하부는 플라스틱, 예를 들면, 폴리아미드미드로 형성될 수 있다. 접착 층은 상부 및 하부를 연결할 수 있다. 고리형 하부는 상부 내의 고리형 리세스 내로 연장하는 고리형 돌출부를 포함할 수 있으며, 고리형 돌출부는 내측면을 따라 연장할 수 있다. 리세스는 수평 상부면, 측벽 및 수평 상부면과 측벽 사이의 라운드 처리된 에지를 형성할 수 있다. 내측면은 하부면에 인접한 내향 돌출 스텝을 가질 수 있다. 스텝은 수직 내측벽 및 수평 상부면을 가질 수 있다. 내측면은 내향 돌출 스텝 위로 바닥으로부터 내측으로 테이퍼를 형성할 수 있다. 캐리어 링은 상부면에 인접한 내향 돌출 립을 가질 수 있다. 립은 수직 내측벽 및 상부 및 하부 에지를 따라 라운드처리된 부분을 가질 수 있다. 내측면은 립 아래 상부로부터 바닥으로 내측으로 테이퍼를 형성할 수 있다.

[0012] 또 다른 양태에서, 캐리어 링이 설명된다. 캐리어 링은 베이스 아래 위치설정되도록 구성된 고리형 상부 및 고리형 하부를 가진다. 캐리어 링은 지지 링의 주변을 둘러싸도록 구성되고 폴리싱 패드와 접촉하도록 구성된 하부면을 가진다. 고리형 상부는 상부면 및 내경 및 외경의 에지를 따라 라운드 처리된 부분을 형성한다. 고리형 하부는 고리형 상부의 상부면 보다 더 작은 내경을 가지는 하부 및 외경을 따라 리세스를 가진다.

[0013] 본 발명의 실시예는 아래 특징들 중 하나 또는 그 이상의 특징을 가질 수 있다. 캐리어 링은 베이스에 부착될 수 있다. 캐리어 링은 기판의 에지와 접촉하지 않도록 구성될 수 있다. 고리형 상부는 상부면 상에 다수의 원통형 리세스를 가질 수 있다. 고리형 하부는 다수의 그루브를 가질 수 있다. 캐리어 링의 고리형 상부 및 고리형 하부는 플라스틱과 같은 동일한 재료로 제조된 단일 유닛일 수 있다. 고리형 하부는 외경을 따라 리세스로부터 외측으로 돌출되는 고리형 스텝을 포함할 수 있다. 고리형 스텝은 수평 하부면을 가질 수 있다. 고리형 하부의 방사형 단면을 따라 측정된 바와 같이 고리형 스텝의 가장 넓은 부분은 고리형 스텝의 최상 에지일 수 있다. 고리형 상부 및 고리형 하부는 두 개의 부분들 사이의 접착 층을 가진 상이한 재료로 제조될

수 있다. 고리형 상부는 내경을 따라 하부면 내의 리세스를 가질 수 있으며, 고리형 하부는 내경을 따라 상부면으로부터 상방으로 돌출되는 고리형 돌출부를 가질 수 있으며, 돌출부는 리세스 내로 조립되도록 하는 크기를 가진다. 고리형 상부의 내경을 따른 리세스는 수평 상부면 및 측벽을 따른 원형부를 가질 수 있다. 고리형 상부는 상부면의 내경을 따른 내향 돌출 립일 수 있으며, 립은 상부 및 하부 에지를 따라 원형 부분 및 수직 내측벽을 가질 수 있다.

[0014] 또 다른 양태에서, 가요성 막이 설명된다. 가요성 막은 기판 장착면을 제공하기 위해 하부면을 가지는 주 부분(main portion), 및 주 부분의 외측 에지로부터 연장하는 외측 고리형 부분을 가진다. 주 부분 및 외측 고리형 부분 사이의 접합부는 주변 에지 힌지 및 외측 고리형 부분의 외측벽을 따라 힌지 위의 고리형 리세스를 가진다. 주변 에지 힌지는 라운드 처리된 내측면 및 외측면을 가지며 순응성(compliant)을 가지도록 구성된다.

[0015] 본 발명의 실시예는 다음의 특징들 중 하나 또는 그 이상의 특징을 포함할 수 있다. 외측 고리형 부분은 외측벽을 따라 고리형 리세스 및 내측벽을 따라 내향으로 돌출되는 고리형 스텝을 가질 수 있다. 고리형 리세스는 고리형 부분이 구부러지는 것을 허용할 수 있다. 고리형 스텝은 비-수평 상부 및 하부면을 가질 수 있다. 가요성 막은 외부 고리형 부분으로 연결되는 두 개의 고리형 플랩을 가질 수 있다. 외부 고리형 부분에 연결되는 두 개의 고리형 플랩은 내측으로 연장하는 수평 부분 및 두꺼운 립을 가질 수 있다. 립은 베이스 조립체에 고정되도록 구성될 수 있다. 상부 고리형 플랩은 하부 고리형 플랩 보다 더 좁은 수평 부분을 가질 수 있다. 가요성 막이 캐리어 헤드에 고정될 때, 다수의 동심 고리형 플랩은 주 부분으로 연결될 수 있어 주 부분 위의 용적을 다수의 챔버로 분리한다. 예를 들면, 가요성 막은 주 부분으로 연결되는 4개의 동심 고리형 플랩을 가질 수 있다. 주 부분에 연결되는 최내측 동심 고리형 플랩은 외측으로 연장하는 수평 부분, 수평 부분의 외측 에지를 따라 두꺼운 립, 및 수평 부분과 주 부분 사이에 연결되는 고리형 각도형성 부분을 가질 수 있다. 고리형 각도형성 부분은 수평 부분을 구비한 접합부보다 주 부분을 구비한 접합부에서 더 큰 반경을 가질 수 있다. 주 부분에 연결되는 3개의 최외측 동심 고리형 플랩은 각각 주 부분으로부터 연장하는 수직 부분, 수직 부분으로부터 연장하는 수평 부분, 및 수평 부분의 외측 에지를 따라 두꺼운 립을 가질 수 있어, 두꺼운 립이 베이스 조립체에 고정될 수 있다. 수평 부분은 주 부분에 연결되는 최외측 동심 고리형 플랩들 중 하나 이상의 수직 부분 보다 더 작은 두께를 가질 수 있다. 주 부분에 연결되는 제 2 및 제 3 최외측 동심 고리형 플랩은 약 1.5 내지 2.0의 수직 부분의 길이에 대한 수평 부분의 길이의 비율을 가질 수 있다. 주 부분에 연결되는 최외측 동심 고리형 플랩들 중 하나 이상은 수평 부분 및 수직 부분 사이의 접합부에 노치를 포함할 수 있으며, 노치는 수평 부분이 수직하게 구부러질 수 있도록 할 수 있다. 동심 고리형 플랩들 중 하나 이상은 주 부분과의 접합부에 노치를 포함할 수 있으며, 노치는 주 부분에서의 압축을 감소시킬 수 있다. 다수의 동심 고리형 플랩들 중 제 1 동심 고리형 플랩은 측방향 연장 섹션 및 측방향 연장 섹션을 주 부분으로 연결하는 수직 연장 섹션을 포함할 수 있으며, 다수의 동심 고리형 플랩들 중 제 2 동심 고리형 플랩은 측방향 연장 섹션 및 측방향 연장 섹션을 주 부분으로 연결하는 대각선방향 연장 섹션을 포함할 수 있다. 상기 제 1 동심 고리형 플랩은 최외측 플랩일 수 있으며 상기 제 2 동심 고리형 플랩은 최내측 플랩일 수 있다.

[0016] 또 다른 양태에서, 가요성 막은 기판 장착면을 제공하기 위한 하부면, 주 부분의 외측 에지로부터 연장하는 외부 고리형 부분, 및 가요성 막이 캐리어 헤드에 고정될 때 주 부분 위의 용적을 다수의 챔버로 분리하기 위하여 주 부분으로 연결되는 다수의 동심 고리형 플랩을 가지는 것이 설명되어 있다. 다수의 동심 고리형 플랩들 중 제 1 동심 고리형 플랩은 측방향 연장 섹션 및 측방향 연장 섹션을 주 부분으로 연결하는 수직 연장 섹션을 포함하고 다수의 동심 고리형 플랩들 중 제 2 동심 고리형 플랩은 측방향 연장 섹션 및 측방향 연장 섹션을 주 부분으로 연결하는 대각선방향 연장 섹션을 포함한다.

[0017] 본 발명의 실시예는 후술되는 특징들 중 하나 또는 그 이상의 특징을 포함할 수 있다. 다수의 동심 고리형 플랩들 중 제 1 동심 고리형 플랩은 최외측 플랩일 수 있다. 다수의 동심 고리형 플랩들 중 제 2 동심 고리형 플랩은 최내측 플랩일 수 있다. 측방향 연장 섹션은 상기 제 1 동심 고리형 플랩의 수직 연장 섹션 보다 작은 두께를 가질 수 있다. 상기 제 1 동심 고리형 플랩의 수직 연장 섹션의 길이에 대한 측방향 연장 섹션의 길이의 비율은 약 1.5 내지 2.0일 수 있다.

[0018] 또 다른 양태에서, 본 발명은 전방면, 후방면 및 에지를 가지는 기판을 화학적 기계적 폴리싱을 하기 위한 캐리어 헤드에 관한 것이다. 캐리어 헤드는 베이스 조립체, 베이스 조립체 아래 위치설정되는 고리형 지지 링, 고리형 지지 링 위 및 베이스 조립체 아래 위치설정되는 고리형 챔버를 제공하기 위해 형성된 제 1 가요성 막, 폴리싱 패드와 접촉하도록 구성되고 지지 링을 원주방향을 둘러싸는 캐리어 링을 가지며, 베이스 조립체 및 제 2 가요성 막 사이의 용적은 6개의 가압 챔버를 형성한다. 고리형 지지 링은 고리형 상부면에 두 개의 고리형

동심 리세스, 폴리싱 패드와 접촉하도록 구성된 하부면, 및 기판을 지지하도록 기판 에지의 주변을 둘러싸도록 구성된 내측면을 가진다. 제 1 가요성 막은 고리형 하부면으로부터 하방으로 연장하는 두 개의 고리형 돌출부를 가지며, 고리형 동심 돌출부는 고리형 지지 링의 고리형 동심 리세스 내로 조립되도록 하는 크기를 가진다. 캐리어 링은 고리형 상부 및 고리형 하부를 가지며, 하부는 외경을 따라 리세스를 가진다. 제 2 가요성 막은 하부면을 구비한 주 부분을 가져서 기판 장착면 및 주 부분의 외측 에지로부터 연장하는 외측 고리형 부분을 제공하며, 주 부분과 외측 고리형 부분 사이의 접합부는 주변 에지 헌지 및 외측 고리형 부분의 외측벽을 따라 헌지 위에 고리형 리세스를 포함한다. 주변 에지 헌지는 라운드 처리된 내측면 및 외측면을 가져서 순응성을 갖도록 구성된다.

[0019] 본 발명의 실시예는 아래 특징들 중 하나 또는 그 이상의 특징을 포함할 수 있다. 캐리어 헤드는 구동 샤프트에 고정되는 하우징 부분을 더 포함할 수 있으며, 베이스 조립체는 하우징 부분에 연결될 수 있다. 캐리어 링은 하방 압력을 폴리싱 패드에 인가하도록 구성될 수 있다. 캐리어 링에 의해 인가된 하방 압력은 지지 링에 의해 인가되는 하방 압력보다 클 수 있다. 캐리어 링은 지지 링 보다 더 강성 재료로 형성될 수 있다. 캐리어 링의 고리형 하부 내의 그루브는 적어도 지지 링의 고리형 하부 내의 그루브 만큼 넓을 수 있다. 캐리어 헤드는 알루미늄으로 이루어지는 코팅을 가질 수 있다. 제 2 가요성 막은 다수의 고리형 플랩을 가질 수 있으며, 고리형 플랩들 중 적어도 하나가 주 부분에서 압축을 감소시키기 위해 하나 이상의 챔버로부터 하나 이상의 고리형 플랩을 통하여 막의 주 부분으로 전달되는 하방 로드를 감소시키도록 위치설정 및 구성되는 노치를 포함할 수 있다. 제 2 가요성 막은 다수의 고리형 플랩을 가질 수 있으며, 하나 이상의 고리형 플랩은 하나 이상의 고리형 플랩이 압력이 인접한 가압 챔버에서 동일하지 않을 때 구부러지는 것을 허용하도록 적용되는 노치를 포함할 수 있다.

[0020] 또 다른 양태에서, 폴리싱 패드 상의 기판의 화학적 기계적 폴리싱용 캐리어 헤드가 설명된다. 캐리어 헤드는 베이스, 고리형 지지 링 및 캐리어 링을 가진다. 지지 링은 기판을 지지하도록 기판 에지의 주변을 둘러싸도록 구성된 내측면, 외측면, 및 폴리싱 패드와 접촉하기 위한 하부면을 가진다. 캐리어 링은 지지 링의 주변을 둘러싸는 내측면, 외측면, 및 폴리싱 패드와 접촉하기 위한 하부면을 가진다. 지지 링의 하부면은 지지 링의 내측면으로부터 지지 링의 외측면으로 연장하는 다수의 그루브를 가지며, 캐리어 링의 하부면은 캐리어 링의 내측면으로부터 캐리어 링의 외측면으로 연장하는 다수의 그루브를 포함하며, 캐리어 링의 하부면 내의 다수의 그루브는 지지 링의 하부면 내의 다수의 그루브 보다 넓다.

[0021] 본 발명의 실시예는 아래 특징들 중 하나 또는 그 이상의 특징을 포함할 수 있다. 캐리어 헤드는 기판 장착면을 가지는 기판 지지 부재를 포함하며, 기판상의 기판 장착면으로부터 로드, 폴리싱 패드 상의 지지 링으로부터의 로드 및 폴리싱 패드 상의 캐리어 링으로부터의 로드는 독립적으로 조정가능하다. 기판 지지 부재는 가요성 막을 포함할 수 있다. 캐리어 링의 하부면의 다수의 그루브는 지지 링의 하부면의 다수의 그루브 보다 약 두 배 넓다. 캐리어 링의 하부면의 다수의 그루브는 지지 링의 하부면 내의 다수의 그루브와 정렬될 수 있다.

[0022] 본 발명의 하나 또는 그 이상의 실시예가 아래의 상세한 설명 및 첨부된 도면에 의해 상세하게 기재된다. 본 발명의 다른 특징, 목적, 및 장점은 상세한 설명 및 도면, 및 청구범위로부터 명백하다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0023] 동일한 도면부호는 도면에서 동일한 요소를 표시한다.

[0024] 도 1을 참조하면, 기판(10)은 캐리어 헤드(100)를 가지는 화학적 기계적 폴리싱(CMP) 장치에 의해 폴리싱된다. CMP 장치의 설명은 미국 특허 제 5,738,574호에서 설명되어 있으며 이 미국 특허는 본 명세서에서 참조된다.

[0025] 캐리어 헤드(100)는 하우징(102), 베이스 조립체(104), 짐벌 기구(106)(베이스 조립체(104)의 부분으로 고려될 수 있음), 로딩 챔버(108), 고리형 챔버(350)를 제공하도록 형성된 제 1 가요성 막(300) 및 지지 링(200)을 포함하는 지지 링 조립체, 캐리어 링(400), 및 다수의 가압 챔버를 형성하는 제 2 가요성 막(500)을 포함하는 기판 지지 조립체(110)를 포함한다. 유사한 캐리어 헤드를 위해 설명되는 캐리어 헤드의 다른 특징은 미국 특허 출원 공보 제 2006/0154580호에서 설명되어 있으며, 이 미국 특허 출원 공보는 본 명세서에서 참조된다.

[0026] 하우징(102)은 일반적으로 형상이 원형이며 폴리싱 동안 함께 회전하도록 구동 샤프트에 연결될 수 있다. 캐리어 헤드(100)의 공기압 제어를 위해 하우징(102)을 통해 연장하는 통로(도시안됨)가 제공될 수 있다. 베이스 조립체(104)는 하우징(102) 아래 위치하는 수직 가동 조립체이다. 짐벌 기구(106)는 베이스 조립체(104)가 하우징(102)에 대해 짐벌 작용을 하도록 하며 하우징(102)에 대한 베이스 조립체(104)의 측방향 운동을 방지한

다. 로딩 챔버(108)는 하우징(102)과 베이스 조립체(104) 사이에 위치하여 로드, 즉 하방 압력 또는 웨이트를 베이스 조립체(104)로 인가한다. 폴리싱 패드에 대한 베이스 조립체(104)의 수직 위치는 또한 로딩 챔버(108)에 의해 제어된다. 기판 지지 조립체(110)는 기판(10)용 장착면을 제공할 수 있는 하부 표면(512)을 구비한 가요성 막(500)을 포함한다.

[0027] 도 2a 내지 도 3b를 참조하면, 기판(10)은 베이스 조립체(104)에 클램핑되는 지지 링 조립체에 의해 고정될 수 있다. 지지 링 조립체는 고리형 챔버(350)를 제공하도록 형성된 가요성 막(300) 및 지지 링(200)으로부터 구성될 수 있다. 지지 링(200)은 가요성 막(300) 아래 위치설정되어 가요성 막(300)에 고정되도록 구성될 수 있다.

[0028] 도 2a 내지 도 2c에 도시된 바와 같이, 지지 링(200)은 내측면(231) 및 하부면(232)을 가진다. 내측면(231)은 폴리싱 동안 기판을 지지하도록 기판(10) 에지의 주변을 둘러싸도록 구성될 수 있다. 지지 링(200)의 하부면(232)은 폴리싱 패드와 접촉할 수 있다. 지지 링(200)은 두 개의 고리형 동심 리세스(233)를 가질 수 있도록 고리형 상부면을 가진다. 이러한 고리형 동심 리세스(233)는 지지 링(200) 상에 위치설정되도록 가요성 막(300)과 인터록킹하는 크기를 가질 수 있다.

[0029] 지지 링(200)은 두 개의 링, 하부 고리형 부분(234) 및 상부 고리형 부분(235)으로 구성될 수 있다. 하부(234)는 플라스틱, 예를 들면, 폴리페닐렌 설피드(PPS)과 같이, CMP 공정 내에서 화학적으로 불활성인 재료로 형성될 수 있다. 하부는 또한 내구적이고 낮은 마모율을 가져야 한다. 또한, 하부는 충분한 압축성을 가져서 지지 링에 대한 기판 에지의 접촉에 의해 기판이 깨지거나 균열되지 않도록 한다. 한편, 하부는 탄성적이 아니어서 지지 링상의 하방 압력에 의해 하부가 기판 수용 리세스 내로 돌출되지 않는다. 지지 링의 하부는 단지 기판 직경 보다 더 큰, 예를 들면, 기판 직경 보다 1 내지 2 mm 더 큰 내경을 가질 수 있어서 기판 로딩 시스템의 위치설정 허용오차를 수용하도록 한다. 지지 링은 약 1/2 인치의 반경 폭을 가질 수 있다.

[0030] 지지 링(200)의 상부(235)는 하부(234) 보다 더 강성인 재료로 형성될 수 있다. 강성 재료는 금속, 예를 들면, 스테인레스 강, 몰리브덴, 또는 알루미늄, 또는 세라믹, 예를 들면, 알루미늄, 또는 다른 전형적인 재료일 수 있다.

[0031] 지지 링의 두 개의 링(234, 235)이 연결될 때, 하부(234)의 상부면은 상부(235)의 하부면에 인접하게 위치설정된다. 두 개의 링은 일반적으로 인접한 표면상에서 내경 및 외경에서 실질적으로 동일한 크기를 가져서, 두 개의 링(234, 235)이 두 개의 링(234, 235)이 연결될 때 만나는 동일 높이의 표면을 형성하도록 한다.

[0032] 두 개의 고리형 부분은 인접한 표면들 사이의 접착 층(236)을 이용하여 부착될 수 있다. 두 개의 링들 사이의 접착 층(236)은 유지 링 내에 슬러리가 걸리는 것을 방지한다. 접착 층은 완속 경화형 또는 급속 경화형 에폭시와 같은, 접착성 재료로 제조될 수 있다. 고온 에폭시는 폴리싱 공정 동안 높은 열 때문에 접착 층(236)의 저하에 대한 내성을 가진다. 소정의 실시예에서, 에폭시는 폴리이미드 및 지방족 아민을 포함한다.

[0033] 상부(235)의 상부면은 지지 링 위에 위치설정되는 가요성 막(300)으로 지지 링(200)을 고정하기 위해, 볼트, 스크류, 또는 다른 하드웨어와 같은, 패스너를 수용하도록 스크류 외장(도시안됨)을 구비하는 원통형 리세스 또는 홀(212)을 포함할 수 있다. 홀(212)은 지지 링 둘레에 균등하게 이격될 수 있으며 두 개의 고리형 동심 리세스(233)들 사이에 위치설정된다.

[0034] 일부 실시예에서, 지지 링(200)은 하부면(232)에 형성된 하나 또는 그 이상의 슬러리 운반 채널(222)을 가진다. 슬러리 운반 채널은 폴리싱 동안 슬러리가 외부로부터 지지 링의 내부로 통과하는 것을 허용하기 위해 하부(234)의 내경으로부터 외경으로 연장한다. 슬러리 운반 채널(222)은 지지 링 둘레에 균등하게 이격될 수 있다. 각각의 슬러리 운반 채널(222)은 채널을 통과하는 반경에 대해 일정한 각도, 예를 들면, 45°로 오프셋될 수 있다. 채널은 약 0.125 인치의 폭을 가질 수 있다.

[0035] 일부 실시예에서, 지지 링(200)은 폴리싱 동안 유체, 예를 들면, 공기 또는 물이 지지 링의 내부로부터 외부로, 또는 외부로부터 내부로 통과하도록 하기 위해 내경으로부터 외경으로 지지 링의 본체를 통하여 연장하는 하나 또는 그 이상의 관통 홀을 가진다. 관통 홀은 상부(235)를 통하여 연장할 수 있다. 관통 홀은 지지 링 둘레를 균등하게 이격될 수 있다.

[0036] 일부 실시예에서, 지지 링의 상부(235)는 외측면(238)을 따라 립(237)을 가질 수 있다. 립은 수평 하부면, 수직 외측면, 및 경사지는 비-수평 상부면을 가질 수 있다. 립(237)은 기판 폴리싱 동안 지지 링이 마모될 때 캐리어 링(400)의 상부 내부 에지에 대한 지지 링용 하드 스톱(hard stop)을 제공할 수 있다.

[0037] 일부 실시예에서, 상부(235)의 외측면(238)은 립(234) 위에 리세스(246)를 형성할 수 있다(립 위의 외측면의 부분이 립 아래 외측면의 부분에 대해 리세스를 형성함). 이러한 리세스(246)는 채널(350)이 비워질 때 롤링하기 위해 가요성 막(300)의 측벽(324)을 위한 공간을 제공한다.

[0038] 일부 실시예에서, 지지 링의 상부(235)는 상부면 보다 하부면에서 더 넓을 수 있다. 예를 들면, 내측면(231)은 상부로부터 수직 영역(242) 아래 바닥으로 내측으로 경사진(즉, 감소하는 직경을 가지는) 테이퍼형 영역(240)을 가질 수 있다. 테이퍼형 영역(240)은 상부(235)의 하부면에 인접할 수 있다. 하부(234)의 내측면은 수직할 수 있다. 기판 폴리싱 동안 지지 링의 하부가 마모될 때, 지지 링의 좁은 상부 내측면은 기판 장착면을 제공하는 인접한 가요성 막 상의 마모를 방지한다. 또한, 일부 실시예에서, 지지 링의 전체 외측면은 비 접착 코팅, 예를 들면, 파릴렌으로 코팅될 수 있다.

[0039] 일부 실시예에서, 도 2d에 도시된 바와 같이, 하부(234)의 상부면은 상부(235)의 하부면 내의 대응하는 리세스 내로 연장하는 돌출부(244)를 가진다. 돌출부(244)는 고리형, 예를 들면, 지지 링 둘레로 연장할 수 있으며, 스텝 피쳐(step feature)를 제공하기 위해 지지 링의 내측면에 위치설정될 수 있다. 접착 층(236)은 돌출부(244)의 외부 수직벽을 따라 연장할 수 있다. 작동 중, 이러한 스텝 피쳐는 폴리싱 패드로부터 하부(234) 상의 전단력을 돌출부(244)의 수직 벽 상으로 측방향 힘 및 접착 층(236)의 관련 부분 상으로 압축력으로 전달한다. 테이퍼형 영역(240)은 돌출부(244)에 인접한 상부(235)의 부분으로서 도시되지만, 테이퍼형 영역(240)은 하부(234)의 부분일 수 있으며, 예를 들면, 돌출부(244)의 내측면이 테이퍼형일 수 있다.

[0040] 지지 링(200) 및 가요성 막(300)은 함께 지지 링 조립체를 형성한다. 가요성 막(300)은 베이스 조립체(104)에 대해 위로 클램핑되어 고리형 유지 링(200)의 아래에 고정되도록 구성되어, 유지 링 위에 고리형 챔버(350)를 제공한다. 고리형 챔버(350)가 가압될 때, 가요성 막은 지지 링 상에 독립적으로 제어가능한 로드를 제공한다. 지지 링 상의 로드는 폴리싱 패드로 로드를 제공한다. 지지 링 상의 개별적인 로딩은 링이 마모될 때 패드 상의 로딩과 일치하는 것을 허용할 수 있다. 지지 링과 캐리어 헤드 사이의 가요성 막의 위치 설정에 의해 링이 캐리어 헤드에 직접 고정될 때 발생하는 지지 링 상의 캐리어 비틀림의 충격을 감소 또는 제거할 수 있다. 이러한 캐리어 비틀림의 제거는 지지 링 상의 불균일한 마모를 감소시켜, 기판 에지에서 공정 변화성을 감소시켜, 낮은 폴리싱 압력을 이용하는 것을 가능하게 하여, 링의 수명을 증가시킨다.

[0041] 도 3a 내지 도 3b에 도시된 바와 같이, 가요성 막(300)은 동심 내부 및 외부 측벽(324)을 가진다. 가요성 막(300)은 측벽(324)의 상부 에지로부터 수평방향으로 그리고 내측으로 연장하는 한 쌍의 고리형 립(322)을 가질 수 있다. 가요성 막은 가요성 막의 고리형 립(322) 아래 위치설정되는 클램핑 링을 이용하여 베이스 조립체(104)에 클램핑될 수 있다. 또한, 가요성 막(300)은 하부면을 가진다. 가요성 막의 고리형 하부면으로부터 하방으로 연장하는 두 개의 고리형 동심 돌출부(326)가 있을 수 있다. 이러한 고리형 동심 돌출부(326)는 가요성 막 아래 위치설정되는 지지 링(200)의 상부면 내의 고리형 동심 리세스(233) 내로 조립되도록 하는 크기를 가질 수 있다.

[0042] 지지 링의 가요성 막(300)은 탄성인 재료로 형성될 수 있어, 막이 압력 하에서 굽혀지는 것을 허용한다. 탄성 재료는 실리콘 및 다른 전형적인 재료를 포함할 수 있다.

[0043] 가요성 막의 하부면은 원형 홀(312)을 포함할 수 있다. 원형 홀(312)은 두 개의 고리형 동심 돌출부(326)들 사이에 위치설정될 수 있으며 가요성 막의 하부면 둘레에 균일하게 이격될 수 있다. 원형 홀(312)은 가요성 막(300)을 지지 링(200)으로 고정하기 위해 볼트, 스크류, 또는 다른 하드웨어와 같은 패스너를 수용할 수 있다. 일부 실시예에서, 가요성 막(300)을 지지 링(200)으로 고정하기 위해, 접착제, 예를 들면, 록타이트(Locktite)가 리세스(212) 내에 배치되어, 일방 스크류가 가요성 막(300)의 홀(312)을 통하여 수용 리세스(212) 내로 삽입된다. 따라서, 가요성 막(300)은 지지 링(200)으로 효과적이고 영구적으로 연결될 수 있다.

[0044] 일부 실시예에서, 가요성 막(300)의 동심의 내부 및 외부 측벽(324)은 만곡부(328)를 구비한 하부면을 형성하도록 아래 주위를 감쌀 수 있다. 가요성 막이 지지 링(200)에 고정될 때, 만곡부(328)는 지지 링의 상부면 아래로 연장할 수 있다. 만곡부(328)는 측벽(324)의 실질적인 부풀림 현상 없이 챔버(350)의 배기 또는 가압에 반응하여 가요성 막이 상방 및 하방으로 이동하는 것을 허용하는 롤링 힌지를 제공한다. 일부 실시예에서, 고리형 립(322)은 가요성 막의 측벽(324) 보다 더 두꺼울 수 있다. 고리형 동심 돌출부(326)는 또한 측벽(324) 보다 더 두꺼울 수 있다.

[0045] 지지 링(200)이 기판(10)을 지지하고 능동 에지 공정 제어를 제공하도록 구성되지만, 캐리어 링(400)은 폴리싱

패드의 표면에 대한 캐리어 헤드의 위치설정 또는 지지(referencing)를 제공한다. 또한, 캐리어 링(400)은 접촉하여 지지 링(200)의 측방향 지지(lateral referencing)을 제공한다. 캐리어 링(400)은 지지 링(200)의 주변을 둘러싸도록 구성된다. 지지 링과 같이, 캐리어 링(400)의 하부면(433)은 폴리싱 패드와 접촉할 수 있다.

[0046] 도 4a 내지 도 4c에서 도시된 바와 같이, 캐리어 링(400)은 고리형 상부(431) 및 고리형 하부(432)를 가질 수 있다. 상부(431)는 베이스 조립체(104) 아래 위치설정될 수 있으며 상부면(434)의 내경 및 외경을 따라 원형 부를 가질 수 있다. 지지 링(200)과 접촉하는 하부(432)의 섹션의 내경은 지지 링의 관련 부분의 외경보다 더 크며, 지지 링이 약 1/2 인치 폭인 경우, 캐리어 링의 내경은 기판보다 약 1인치 크며, 예를 들면, 300 mm(12 인치) 기판에 대해 약 13 인치의 내경이 된다.

[0047] 하부(432)는 외경(440)을 따라 리세스(441)를 가질 수 있다. 리세스(441)는 바닥면(433)으로부터 연장되는 수직면(442), 외경(440)으로부터 연장하는 수평면(443), 및 수평면(443)으로 수직면(442)을 연결하는 경사면(444)에 의해 형성될 수 있다. 방사형 단면을 따라 측정할 때, 경사부의 가장 넓은 부분은 경사면(444)의 최상 에지일 수 있다. 하부(432)는 수평면(443) 및 외경(440)의 에지를 따른 라운드 처리 부분을 가질 수 있다.

[0048] 도 4d에 도시된 바와 같이, 일부 실시예에서, 리세스(441)는 외측으로 돌출되는 고리형 스텝(435b)에 의해 추가로 형성된다. 고리형 스텝(435b)은 두 개의 표면을 가질 수 있다. 하부(432)의 방사형 단면을 따라 측정할 때, 고리형 스텝(435b)의 가장 넓은 부분은 고리형 스텝(435b)의 최상 에지일 수 있다.

[0049] 일부 실시예에서, 도 4c에 도시된 바와 같이, 캐리어 링은 내측면(430)을 따라 하부(432)의 내향 돌출 스텝을 가진다. 다른 실시예에서, 도 4e에 도시된 바와 같이, 캐리어 링은 도 4e의 접선에 의해 표시된 바와 같이, 캐리어 링의 하부면(433)에 대해 수직하지 않은 내측면(430)을 가진다(비록 도 4e는 단일 부재 링을 도시하지만, 경사진 내측면은 도 4c 및 도 4d에 도시된 바와 같이 두 개의 부분 링으로 적용가능하다). 내측면(430)은 상부로부터 바닥으로 외측으로 경사질 수 있으며, 하부면(433)에 인접한 내측면(430)의 영역이 경사진다. 내측면의 가장 높은 영역에 대한 하부면(433)(범프 또는 경사면에 의한)에 인접한 가장 작은 내경은 캐리어 링이 지지 링(200)을 측방향으로 지지(reference)하도록 하며, 캐리어 링이 기판의 폴리싱 동안 마모될 때 조차, 지지 링과 캐리어 링 사이의 접촉 위치에서의 일치를 위해 제공된다. 또한, 지지 링이 캐리어 링과 접촉할 때 캐리어 링의 바닥에서 피쳐의 배치는 지지 링에 토크가 작용하는 것을 방지할 수 있다. 일부 실시예에서, 하부(432)의 하부면(433)은 상부(431)의 상부면(434) 보다 더 작은 내경을 가진다.

[0050] 캐리어 링은 베이스 조립체(104)에 부착될 수 있다. 일반적으로, 캐리어 링은 지지 링(200)을 둘러싸서 기판(10)의 에지와 접촉하지 않도록 구성될 수 있다. 캐리어 링(400)의 상부(431)는 캐리어 링(400)을 베이스 조립체(104)에 고정하기 위해 볼트, 스크류, 또는 다른 하드웨어와 같은 패스너를 수용하기 위해 스크류 외장(도시안됨)을 구비한 원통형 리세스 또는 홀(412)을 포함할 수 있다. 홀(412)은 캐리어 링 둘레로 균일하게 이격될 수 있다. 일부 실시예에서, 홀(412)은 리세스(441)의 수평면(433) 위로 연장하지 않는다. 예를 들면, 도 4f에 도시된 바와 같이, 홀은 평평한 하부면(433) 위에 전체적으로 위치할 수 있다. 또한, 통공 또는 돌출부(도시안됨)와 같은, 하나 또는 그 이상의 정렬 피쳐가 상부(431)의 상부면(434)에 위치할 수 있다. 캐리어 링이 정렬 통공을 가지지 않은 경우, 베이스 조립체(104)는 베이스 조립체(104)와 캐리어 링이 적절히 정렬될 때 정렬 통공과 정합되는 대응 편을 가질 수 있다.

[0051] 일부 실시예에서, 캐리어 링(400)은 폴리싱 동안 슬러리가 캐리어의 외부로부터 내부로 통과하도록 하기 위한 하부(432)의 내경으로부터 외경으로 연장하는 바닥면(433) 상에 하나 또는 그 이상의 슬러리 운반 채널(422)을 가진다. 채널(422)은 캐리어 링 둘레로 균등하게 이격될 수 있다. 각각의 슬러리 운반 채널(422)은 채널을 통과하는 반경에 대해 일정한 각도, 예를 들면 45°로 오프셋될 수 있다. 도 6을 참조하면, 캐리어 링 채널(422)은 지지 링 채널과 정렬될 수 있다. 일부 실시예에서, 캐리어 링 채널(422)은 지지 링 채널(222) 보다 더 넓어서, 슬러리가 지지 링(200)의 내부로 더 자유롭게 통과하는 것을 허용한다. 예를 들면, 캐리어 링 채널(422)은 약 0.25 인치의 폭을 가질 수 있다.

[0052] 일부 실시예에서, 캐리어 링(400)은 폴리싱 동안 슬러리 또는 공기가 캐리어 링의 내부로부터 외부로, 또는 외부로부터 내부로 통과하는 것을 허용하기 위해 내경으로부터 외경으로 연장하는 하나 또는 그 이상의 관통 홀을 가진다. 관통 홀은 상부(431)를 통하여 연장할 수 있다. 관통 홀은 캐리어 링 둘레로 균등하게 이격될 수 있다. 일부 실시예에서, 지지 링이 아닌 캐리어 링에 관통 홀이 있다. 따라서, 캐리어 링 내의 관통 홀을 통하여 스프레이되는 유체, 예를 들면, 세정 시스템으로부터의 물이 지지 링의 외측면을 따라 하방으로 유동하여, 캐리어 링과 지지 링 사이의 공간이 세정된다. 다른 실시예에서, 지지 링이 아닌 캐리어 링 모두에

관통 홀이 있으며, 관통 홀은 유체가 캐리어 링 및 지지 링 모두 통과할 수 있도록 정렬된다. 이러한 실시예에서, 캐리어 링(400)을 통한 관통 홀은 지지 링(200)을 통과하는 관통 홀과 동일한 폭을 가지거나 관통 홀 보다 더 넓을 수 있다. 일부 실시예(도 1 참조)에서, 관통 홀(450)은 캐리어 링 자체를 통하지 않고, 지지 링을 둘러싸는 하우징(102)의 일 부분을 통하여 형성된다.

[0053] 도 4a 내지 도 4c를 참조하면, 일부 실시예에서, 상부(431)는 내측면(430)을 따라 내측으로 돌출되는 립(439)을 가질 수 있으며, 여기서, 립은 수직한 내측벽 및 상부 및 하부 에지를 따라 라운드 처리 부분을 가진다. 돌출 립(439)은 스텝(432)의 내경과 동일하거나 작은 내경을 가질 수 있다. 립(439)은 지지 링(200)의 과도한 연장을 방지하도록 립(237)과 결합하기 위한 하드 스톱을 제공할 수 있다. 일부 실시예에서, 도 4g에 의해 도시된 바와 같이, 캐리어 링(400)은 경사진 내측면 및 내측으로 돌출하는 립(439) 둘다 포함한다. 일부 다른 실시예에서, 도 4h에 의해 도시된 바와 같이, 캐리어 링(400)의 내측면은 하부(432)에 내측으로 돌출되는 스텝 및 바닥으로부터 상부로 외측으로 경사지는 경사 내측면 둘다를 가진다.

[0054] 일부 실시예에서, 도 4c에 도시된 바와 같이, 캐리어 링의 상부(431) 및 하부(432)는 상이한 재료로 제조된다. 상부(431)는 하부(432) 보다 더 강성 재료로 형성될 수 있다. 강성 재료는 금속, 예를 들면, 스테인레스 강, 몰리브덴, 또는 알루미늄, 또는 세라믹, 예를 들면, 알루미나, 또는 다른 전형적인 재료일 수 있다. 하부(432)는 플라스틱, 예를 들면, 폴리에테르캐톤(PEEK), 탄소 충전 PEEK, 텐플론(Teflon)(등록상표) 충전 PEEK, 폴리아미드미드(PAI), 또는 복합 재료와 같은, CMP 공정에서 화학적으로 불활성인 재료로 형성될 수 있다.

[0055] 캐리어 링의 두 개의 부분(431, 432)이 연결될 때, 하부(432)의 상부면은 상부(431)의 하부면에 인접하여 위치 설정된다. 두 개의 부분은 일반적으로 인접한 표면 상의 내경 및 외경에서 실질적으로 동일한 크기를 가져서, 두 개의 부분(431, 432)이 연결될 때 두 개의 부분(431, 432)이 만나는 동일한 높이 표면을 형성하도록 한다. 두개의 고리형 부분은 인접한 표면들 사이에서 접착 층(436)과 부착될 수 있다.

[0056] 하부(432)는 스텝 피쳐(438)를 가질 수 있다. 스텝 피쳐(438)는 하부(432)로부터 상부(431) 내의 대응 리세스(437)로 수직하게 돌출된다. 스텝 피쳐(438)는 캐리어 링(400)의 내경에 인접한 고리형 스텝이다. 스텝 피쳐(438)는 하부 링(432)의 수평 부분으로부터 상방으로 연장한다. 스텝 피쳐(438)는 하부 링의 수평 부분의 내경 벽을 포함한다. 상부(431) 내의 리세스(437)는 스텝 피쳐(438)에 대응하여, 하부(432) 및 상부(431)가 함께, 스텝 피쳐(438)는 상부(431)의 리세스(437) 내로 조립되도록 한다. 리세스(437)는 수평 상부면 및 원형부를 구비한 수직 내측벽을 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 스텝(438)은 단지 하부 링(432)의 내경에만 있으며 외경에는 없다. 즉, 캐리어 링(400)이 캐리어 링의 내경에 스텝(438) 및 리세스(437)가 아닌 다른 스텝 및 대응하는 리세스 피쳐를 가지지 않을 수 있다. 일부 실시예에서, 접착 층(436)은 캐리어 링의 리세스(437) 내의 스텝(438)의 표면으로 연장할 수 있다.

[0057] 캐리어 링의 회전 동안 발생되는 전단력은 수평 접착 층 상에 힘을 가한다. 캐리어 링(400)에서, 스텝 피쳐(438)는 전단력을 스텝 피쳐(438)의 수직 내측벽을 따라 접착 층(436) 상에서 압축력으로 전달한다. 접착 층(436) 상의 압축력으로 전단력의 전달은 스텝 피쳐 없이 캐리어 링에 발생할 수 있는 상부(431)로부터 하부(432)의 균열 가능성을 감소시킨다. 또한, 캐리어 링이 폴리싱 패드에 하방으로 가압될 때 폴리싱 패드에 대한 캐리어 링의 수평 운동에 의해 발생되는 측방향력이 하부(432)로부터 상부(431)의 베이스로 전달된다. 또한, 수직 내측벽은 접착 층(436)에 대한 더 큰 접착 영역을 제공하는데, 이는 경계부에서의 표면적의 증가 때문이다. 더 큰 접착 면적은 또한 상부(431)로부터 하부(432)의 균열 가능성을 감소시킨다. 또한, 수직 내측벽을 따른 접착 층(436)은 상부(431) 내의 재료(예를 들면, 스테인레스 강과 같은 강성 재료)와 하부(432) 내의 재료(예를 들면, PEEK 복합물과 같은 적은 강도 또는 더 순응적인 재료) 사이의 불균일한 열적 팽창으로부터 초래되는 응력을 흡수한다.

[0058] 일부 실시예에서, 예를 들면, 도 4e, 도 4g 및 4h에 도시된 바와 같이, 캐리어 링의 상부(431) 및 하부(432)는 동일 재료로 제조된 단일 유닛을 포함한다. 단일 캐리어 링은 플라스틱, 예를 들면, 폴리에테르캐톤(PEEK), 탄소 충전 PEEK, 텐플론(등록상표) 충전 PEEK, 폴리아미드미드(PAI), 또는 복합재와 같은, CMP 장치에서 화학적으로 불활성인 재료로 형성될 수 있다.

[0059] 지지 링(200)이 기판을 지지하도록 기판(10) 에지의 주변을 둘러싸도록 구성되며, 가요성 막(500)은 기판(10)을 장착하기 위한 표면(512)을 제공한다. 도 5는 가요성 막(500)의 부분 단면도이고, 전체적으로 대칭인 가요성 막의 단면의 단지 1/2이 도시된다.

[0060] 도 5에 도시된 바와 같이, 가요성 막(500)은 전체적으로 평평한 주 부분(510) 및 외측 고리형 부분(520)을 가질 수 있다. 주 부분(510)은 기판 장착면(512)을 제공한다. 외측 부분(520)은 주 부분(510)의 외측 에지로부터 연장한다. 주 부분(510)과 외측 고리형 부분(520) 사이의 접합부는 주변 에지 힌지(530) 및 외측 고리형 부분(520)의 외측벽을 따라 힌지(530) 위에 위치하는 고리형 리세스(532)를 가질 수 있다. 주변 에지 힌지(530)는 내측 및 외측면을 따라 라운드 처리 부분을 가질 수 있다. 주변 에지 힌지(530) 및 고리형 리세스(532)는 순응적일 수 있어, 기판(10)의 주변 상의 로딩의 대칭을 개선한다.

[0061] 외측 고리형 부분(520)은 외측벽을 따라 고리형 리세스(522)를 가질 수 있으며, 외측벽은 외측 고리형 부분(520)이 굽혀지도록 구성된다. 외측 고리형 부분(520)은 또한 내측벽을 따라 내측으로 돌출되는 고리형 스텝(524)을 가질 수 있다. 고리형 스텝(524)은 비 수평(즉, 경사지는) 상부 및 하부면을 가질 수 있다.

[0062] 일부 실시예에서, 가요성 막(500)은 수 개의 고리형 플랩을 가질 수 있다. 주 부분(510)은 동심의 고리형 플랩(516)을 가질 수 있다. 외측 고리형 부분(520)은 한 쌍의 고리형 플랩(526)을 가질 수 있다. 외측 고리형 부분(520)에 연결된 고리형 플랩(526)은 두꺼운 림(550)을 구비하여 내측으로 연장하는 수평 부분(540)을 가질 수 있다. 두꺼운 림(550)은 베이스 조립체(104)에 고정되도록 구성될 수 있다. 도 5에 도시된 바와 같이, 상부 고리형 플랩은 하부 고리형 플랩 보다 좁은(즉 내측으로 멀리 연장하지 않는) 수평 부분을 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 외측 고리형 부분(520)은 고리형 삼각형 부분을 가질 수 있으며, 한 쌍의 고리형 플랩(526)의 수평 부분(540)은 고리형 삼각형 부분의 꼭지점들을 통하여 외측 고리형 부분(520)으로 연결된다.

[0063] 주 부분(510)에 연결되는 최내측 동심 고리형 플랩(516)은 두꺼운 림을 가지고 외측으로 연장하는 수평 부분 및 고리형 각도형성 부분(560)을 포함할 수 있으며, 수평 부분은 베이스 조립체(104)에 고정되도록 구성될 수 있다. 고리형 각도형성 부분(annular angled portion; 560)은 주 부분(510)과 고리형 플랩(516)의 수평 부분 사이를 연결할 수 있다. 고리형 각도형성 부분(560)은 수평 부분과의 접합부에서 보다 주 부분(510)과의 접합부에서 더 큰 반경을 가질 수 있다.

[0064] 주 부분(510)으로 연결된 3개의 최외측 동심 고리형 플랩(516)은 주 부분(510)으로부터 연장하는 수직 부분(570), 및 베이스 조립체(104)에 고정되도록 구성될 수 있는 수평 부분의 외측 에지를 따라 두꺼운 림을 구비한 수직 부분(570)으로부터 연장하는 수평 부분을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 동심 고리형 플랩(516)의 수평 부분은 동심 고리형 플랩의 수직 부분(570) 보다 더 작은 두께를 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 제 2 및 제 3 최외측 동심 고리형 플랩(516)은 약 1.66과 같은 약 1.5 내지 2.0의 수직 부분(570)의 길이에 대한 수평 부분의 길이의 비율을 가질 수 있다.

[0065] 일부 실시예에서, 고리형 플랩(516, 526)은 하나 또는 그 이상의 인덴테이션(indentation) 또는 노치(즉, 고리형 리세스)를 가질 수 있다. 동심 고리형 플랩(516)은 수평 부분과 수직 부분(570) 사이의 접합부에 노치(580)를 가질 수 있다. 노치(580)는 동심 고리형 플랩(516)의 수평 부분이 수직으로 굽혀지도록 할 수 있다. 동심 고리형 플랩(516)은 주 부분(510)과의 접합부에서 노치(590)를 가질 수 있다. 노치(590)는 주 부분(510) 내의 압축을 감소시키도록 구성될 수 있다.

[0066] 본 발명의 또 다른 양태에서, 도 1에 도시된 바와 같이, CMP용 캐리어 헤드는 베이스 조립체(104), 베이스 조립체(104) 아래 위치설정되어 기판을 지지하도록 기판 에지의 주변을 둘러싸도록 구성된 고리형 지지 링(200), 베이스 조립체(104) 아래 및 고리형 유지 링(200) 위에 위치하는 고리형 챔버(350)를 제공하도록 형성된 제 1 가요성 막(300), 지지 링(200)의 주변을 둘러싸는 캐리어 링(400), 및 기판 장착면을 제공하는 제 2 가요성 막(500)을 포함할 수 있으며, 베이스 조립체(104)와 제 2 가요성 막(500) 사이에 형성된 용적은 6개의 가압 가능한 챔버를 형성한다.

[0067] 가압 가능한 챔버는 다수의 동심 클램핑 링을 이용하여 제 2 가요성 막(500)을 베이스 조립체(104)로 클램핑함으로써 형성될 수 있다. 챔버는 최내측 챔버로부터 최외측 챔버로, 연속적으로 더 좁아지도록 구성될 수 있다. 주변 에지 힌지(530)에 의해 부분적으로 형성된 제 2 최외측 챔버는 좁게는 기판의 폴리싱 동안 더 향상된 에지 제어를 제공하도록 구성된다.

[0068] 각각의 챔버는 펌프 또는 압력 또는 진공 라인과 같은, 관련된 압력원으로 베이스 조립체(104) 및 하우징(102)을 관통하는 통로(도시안됨)에 의해 유체적으로 연결될 수 있다. 제 1 가요성 막(300)의 고리형 챔버(350)를 위한 하나의 통로, 로딩 챔버(108)를 위한 하나의 통로, 및 베이스 조립체(104)와 제 2 가요성 막(500) 사이의 6개의 가압 챔버 각각을 위한 하나의 통로 총 8개의 통로가 있을 수 있다. 베이스 조립체(104)로부터 하나 또는 그 이상의 통로는 로딩 챔버(108) 내부 또는 캐리어 헤드(100) 외부로 연장하는 가요성 배관에 의해

하우징(102) 내의 통로로 링크될 수 있다. 각각의 챔버의 가압, 및 기관(10) 상의 가요성 막(500)의 주 부분(510)의 관련된 세그먼트에 의해 인가되는 힘은 독립적으로 제어될 수 있다. 이는 폴리싱 동안 상이한 압력이 기관의 상이한 반경 영역으로 인가되는 것을 허용할 수 있어, 비 균일한 폴리싱율을 보상한다. 또한, 지지 링(200) 상의 압력이 챔버(350)를 이용하여 막(500)에 의해 형성된 챔버 내의 압력과 상관없이 변할 수 있으며 캐리어 링(400) 상의 압력이 지지 링(200) 및 로딩 챔버(108)를 이용하여 막(500)에 의해 형성된 챔버내의 압력에 대해 변화될 수 있다.

[0069] 상술된 바와 같은, 지지 링(200), 제 1 가요성 막(300), 캐리어 링(400), 및 제 2 가요성 막(500)의 다수의 실시예가 캐리어 헤드 내에서 실시될 수 있다.

[0070] 일반적으로, 캐리어 헤드는 베이스 조립체(104)에 연결되고 구동 샤프트에 고정되도록 구성된 하우징(102)을 더 포함할 수 있다. 캐리어 헤드는 재료, 예를 들면, 알루미늄, PEEK, 또는 복합재로 코팅될 수 있다. 캐리어 헤드의 캐리어 링(400)은 폴리싱 패드로 하방 압력을 인가할 수 있다. 일부 실시예에서, 캐리어 링(400)에 의해 인가되는 하방 압력은 지지 링(200)에 의해 인가되는 하방 압력 보다 더 크다. 캐리어 링(400)은 지지 링(200) 보다 더 강성 재료로 형성될 수 있어, 지지 링 보다 더 낮은 비율로 캐리어 링이 마모된다. 지지 링(200) 및 캐리어 링(300)의 폭은 공정 결과를 조정하기 위하여 변화될 수 있다. 특히, 기관 예지 상의 폴리싱 프로파일은 각각의 링에 대해 폭 및 압력을 변화시킴으로써 변경될 수 있다.

[0071] 일부 실시예에서, 지지 링(200)은 도 1에서 접선으로 도시된 바와 같이, 유체가 링의 내부로부터 외부로, 또는 외부로부터 내부로 통과하도록 하기 위해, 지지 링(200)의 내측면(231)으로부터 외측면(238)으로 연장하는, 슬롯 또는 관통 홀을 가진다. 이러한 슬롯은 캐리어 헤드(100) 내의 슬롯과 정렬될 수 있으며 지지 링(200)의 외부로부터 과도한 슬러리를 세척하기 위한 수단을 제공할 수 있다.

[0072] 일부 실시예에서, 제 2 가요성 막(500)의 동심 고리형 플랩(516) 내에 노치(580, 590)를 가져서 폴리싱 균일도를 개선할 수 있다. 노치의 잠재적인 장점은 인접한 챔버 내에 동일하지 않은 압력이 있을 때 폴리싱 균일도를 개선하는 것이다. 특히, 인접한 챔버 내에 동일하지 않은 압력이 있을 때, 고압 챔버 내의 압력이 개별 플랩을 저압 챔버 내로 낮아지도록 하는 경향이 있다. 개별 플랩의 낮아짐은 개별 플랩에 인접한 주 부분(510) 내의 압축 영역으로 초래되어, 의도되지 압력 분포 및 비 균일 폴리싱을 초래한다. 그러나, 주 부분(510)과 수직 부분(570) 사이의 접합부에서 노치(590)를 가짐으로써, 고리형 플랩(516)이 접합부에서 더 가요적이 되도록 한다. 이는 불균일한 압력에 의해 플랩이 굽혀질 때 주 부분(510) 내의 압력을 감소시켜, 폴리싱 균일도를 개선한다. 압력이 동심의 고리형 플랩(516)의 양 측부 상에 인접한 가압 챔버 내에서 동일하지 않을 때, 노치(590)는 동심의 고리형 플랩(516)이 구부러지도록 적용될 수 있다. 더욱이, 노치(580, 590)는 주 부분(510) 내의 압축을 감소시키기 위해, 동심의 고리형 플랩(516)을 통하여 하나 이상의 가압 챔버로부터 주 부분(510)으로 전달된 하방 로드를 감소시키도록 위치설정 및 구성될 수 있다.

[0073] 본 발명의 다수의 실시예가 설명된다. 그럼에도 불구하고, 본 발명의 사상 및 범위로부터 이탈하지 않고 다양하게 변형될 수 있다. 예를 들면, 제 2 가요성 막의 수 개의 동심의 고리형 플랩(216)은 고리형 수직 부분(570) 대신에 고리형 각도형성 부분(560)을 가질 수 있다. 또한, 노치는 수직 부분(570)의 중간에 고리형 각도형성 부분(560)과의 접합부, 또는 수평 부분(540) 및 림(550) 사이의 접합부에 위치할 수 있다. 따라서, 다른 실시예가 다음의 청구범위 내에 있다.

도면의 간단한 설명

[0074] 도 1은 본 발명에 따른 캐리어 헤드의 개략적인 단면도.

[0075] 도 2a는 지지 링의 일 실시예의 평면도.

[0076] 도 2b는 지지 링의 일 실시예의 저면도.

[0077] 도 2c는 지지 링의 일 실시예의 단면도.

[0078] 도 2d는 지지 링의 또 다른 실시예의 단면도.

[0079] 도 3a는 가요성 막의 일 실시예의 평면도.

[0080] 도 3b는 가요성 막의 일 실시예의 단면도.

[0081] 도 4a는 캐리어 링의 일 실시예의 평면도.

[0082] 도 4b는 캐리어 링의 일 실시예의 저면도.

[0083] 도 4c는 캐리어 링의 일 실시예의 단면도.

[0084] 도 4d 및 도 4f는 캐리어 링의 다른 실시예의 단면도.

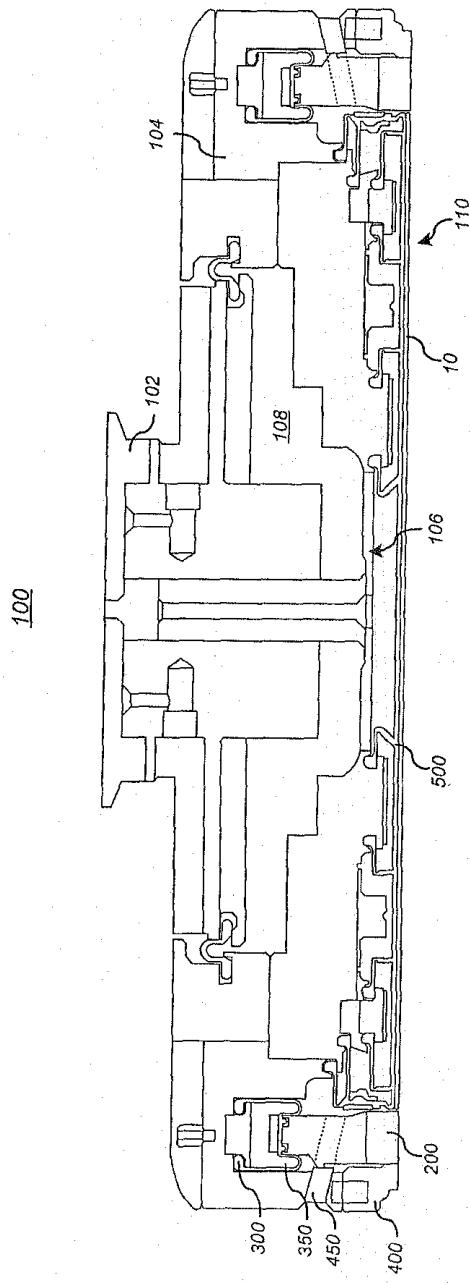
[0085] 도 4e, 도 4g 및 도 4h는 단일 캐리어 링의 실시예의 단면도.

[0086] 도 5는 가요성 막의 부분 단면도.

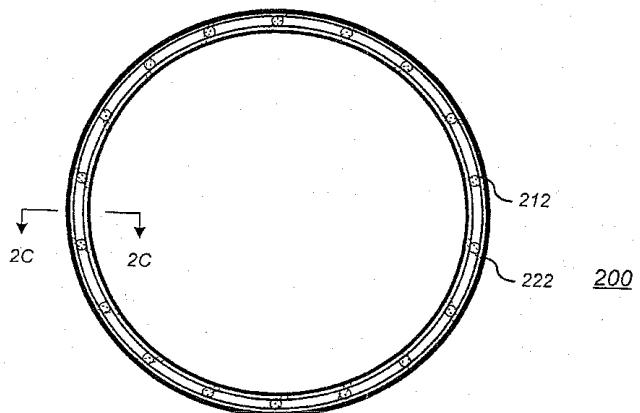
[0087] 도 6은 캐리어 헤드의 저면도.

도면

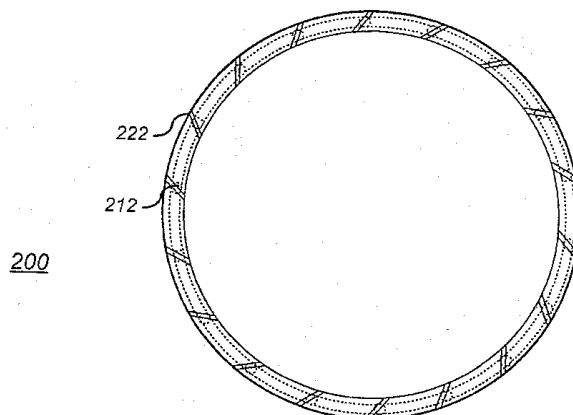
도면1



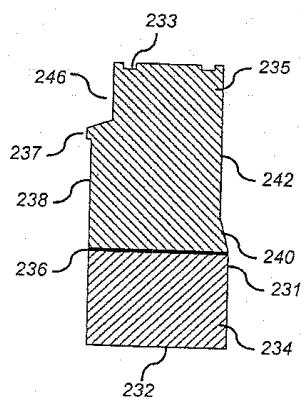
도면2a



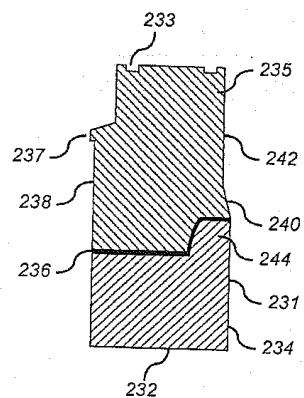
도면2b



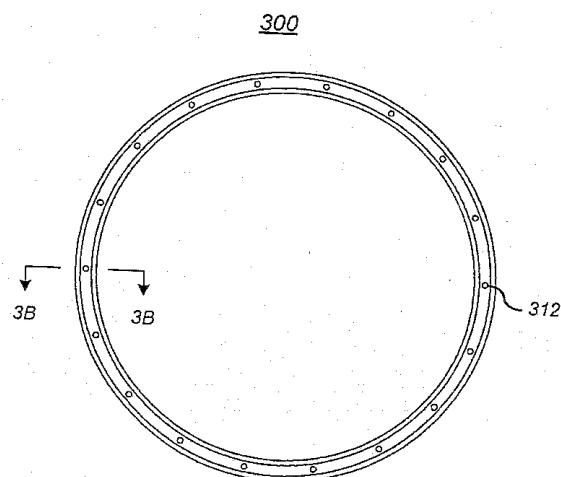
도면2c



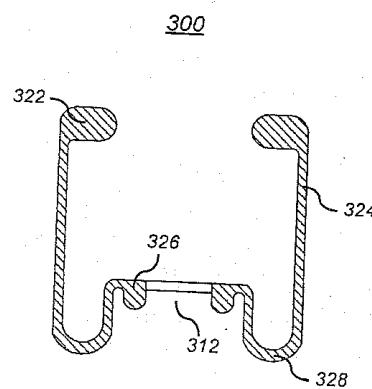
도면2d



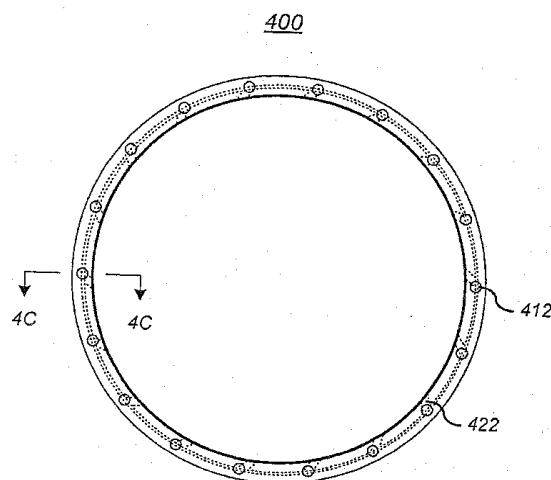
도면3a



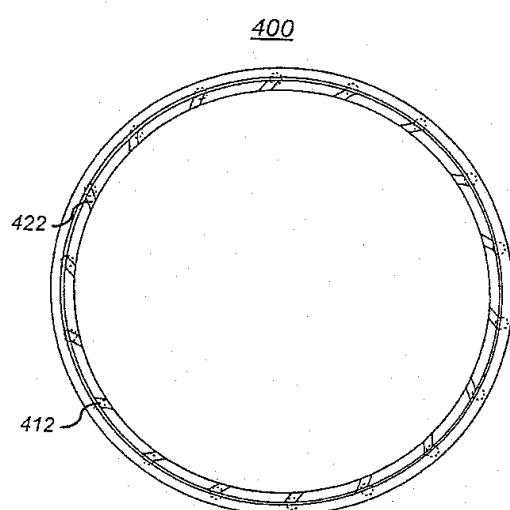
도면3b



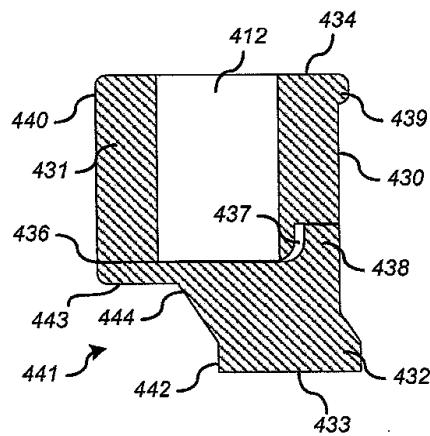
도면4a



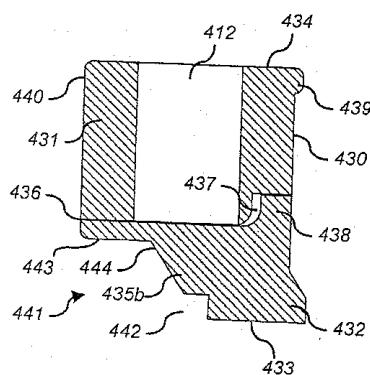
도면4b



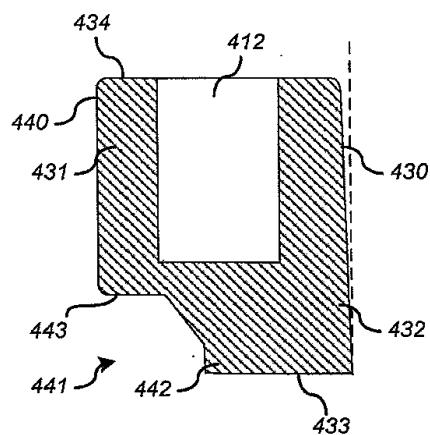
도면4c



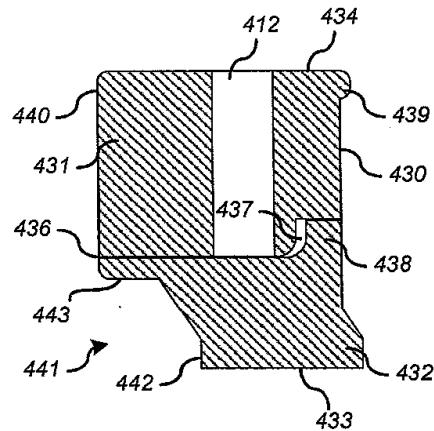
도면4d



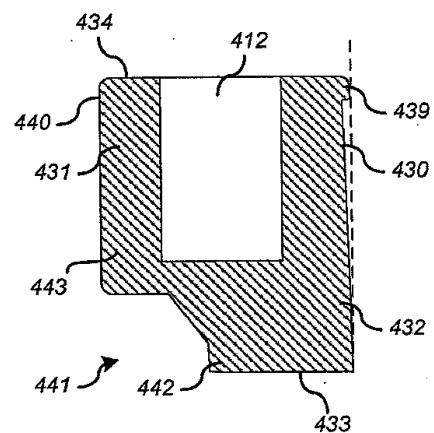
도면4e



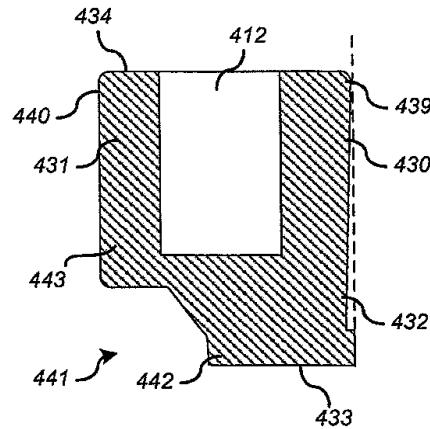
도면4f



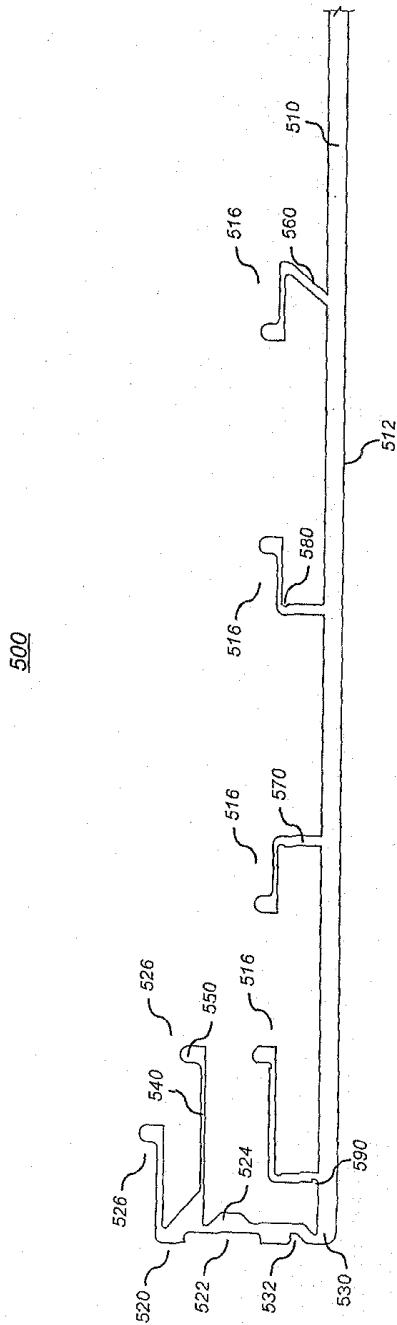
도면4g



도면 4h



도면5



도면6

