



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0129089
(43) 공개일자 2024년08월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/32 (2006.01) H01L 21/66 (2006.01)
H01L 21/683 (2006.01) H01L 21/687 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01J 37/32715 (2013.01)
H01J 37/32009 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7027406(분할)
(22) 출원일자(국제) 2016년08월01일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2018-7010116
원출원일자(국제) 2016년08월01일
심사청구일자 2021년07월27일
(85) 번역문제출일자 2024년08월14일
(86) 국제출원번호 PCT/US2016/044989
(87) 국제공개번호 WO 2017/044201
국제공개일자 2017년03월16일
(30) 우선권주장
14/852,485 2015년09월11일 미국(US)

(71) 출원인
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050
(72) 발명자
보이드, 웬델 글렌, 주니어
미국 95037 캘리포니아 모르간 힐 몬티셀로 웨이
15203
라즈, 고빈다
인도 560040 방갈로르 비제이나가르 카베리 레이
아웃 1 비 메인 마루스 아파트먼트 에스 204
부셰, 매튜 제임스
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 모델랜드 웨
이 550 아파트먼트 4612
(74) 대리인
특허법인(유)남아이피그룹

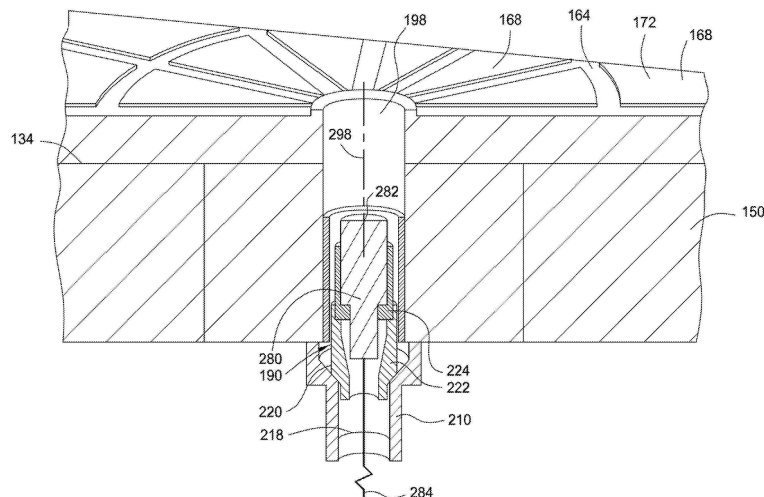
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 실시간 힘 및 필름 스트레스 제어를 갖는 기관 지지부

(57) 요약

본 명세서에 개시된 실시예들은 센서 조립체를 갖는 기관 지지부 및 이를 갖는 처리 챔버를 포함한다. 일 실시예에서, 기관 지지부는 꺾을 갖는다. 꺾은 작업편 지지 표면 및 작업편 지지 표면에서 빠져 나가는 가스 홀을 갖는다. 센서 조립체는 가스 홀 내에 배치되고 작업편 지지 표면상에 배치된 작업편의 편향을 나타내는 메트릭을 검출하도록 구성되며, 센서 조립체는 가스 홀 내에 위치될 때 가스가 센서 조립체를 지나 흐르도록 구성된다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01J 37/3244 (2013.01)

H01J 37/32697 (2013.01)

H01J 37/3299 (2013.01)

H01L 21/6835 (2013.01)

H01L 21/68721 (2013.01)

H01L 21/68735 (2013.01)

H01L 22/30 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

기관 지지부로서,

작업편 지지 표면; 및

상기 작업편 지지 표면을 관통하여 형성된 가스 홀을 포함하는 펌프; 및

상기 가스 홀 내에 배치되고 상기 작업편 지지 표면상에 배치된 작업편의 편향을 나타내는 메트릭을 검출하도록 구성된 센서 조립체를 포함하며,

상기 센서 조립체는 상기 가스 홀 내에 위치될 때 가스가 상기 센서 조립체를 지나 흐르도록 구성된, 기관 지지부.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 센서 조립체는,

다공성 센서 하우징; 및

상기 센서 하우징 내에 배치된 센서를 포함하는, 기관 지지부.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 센서는,

상기 작업편 지지 표면의 수직면으로부터 ± 3 도들 내에 정렬된 센서 헤드를 포함하는, 기관 지지부.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 센서 하우징은,

가스가 상기 센서 조립체를 통해 흐르도록 구성된 약 1 개 내지 약 100 개 또는 그 초과의 홀들을 포함하는, 기관 지지부.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 센서 하우징은,

상기 센서의 주위에 배치된 장착 헤드; 및

상기 장착 헤드 아래에 배치되고 상기 센서 헤드를 상기 작업편 지지 표면 아래에 위치시키도록 구성된 분할 판을 포함하는, 기관 지지부.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 장착 헤드는,

상기 분할 판과 인터페이스하고 상기 장착 헤드의 홀들을 상기 분할 판의 홀들과 정렬시키는 방향으로 상기 장착 헤드를 상기 분할 판에 위치시키는 핀들(pins)을 포함하는, 기관 지지부.

청구항 7

제 1 항에 있어서,
상기 센서 조립체는 상기 작업편 지지 표면의 상부로부터 약 30mm 미만에 있는, 기관 지지부.

청구항 8

제 7 항에 있어서,
상기 센서 조립체는 상기 작업편 지지 표면의 상부로부터 약 5mm 미만에 있는, 기관 지지부.

청구항 9

제 1 항에 있어서,
상기 작업편 지지 표면은,
하나 또는 그 초과와 메사들, 그루브들, 채널들 또는 다른 기하학적 구조들을 더 포함하는, 기관 지지부.

청구항 10

제 9 항에 있어서,
상기 센서 조립체는 상기 메사들의 상부로부터 약 100 mm 미만에 있는, 기관 지지부.

청구항 11

제 10 항에 있어서,
상기 센서 조립체는 상기 메사들의 상부로부터 약 5 mm 미만에 있는, 기관 지지부.

청구항 12

제 1 항에 있어서,
상기 센서 조립체는,
광섬유 기반 센서를 포함하는, 기관 지지부.

청구항 13

제 12 항에 있어서,
상기 광섬유 기반 센서는 패브리-페로 센서인, 기관 지지부.

청구항 14

처리 챔버로서,
챔버 내부 용적을 둘러싸는 챔버 몸체; 및
상기 챔버 내부 용적 내에 배치되되,
작업편 지지 표면;
상기 작업편 지지 표면을 관통하여 형성된 가스 홀; 및
상기 작업편 지지 표면을 관통하여 형성된 리프트 핀 홀을
포함하는 펌프;
상기 리프트 핀 홀 내에 배치되며 중공부를 포함하는 세장형 몸체를
갖는 리프트 핀을 포함하는 기관 지지부; 및
상기 가스 홀 또는 상기 리프트 핀의 상기 중공부 내에 배치된 센서 조립체를 포함하며,

상기 센서 조립체는 상기 작업편 지지 표면에 배치된 작업편의 편향을 나타내는 메트릭을 검출하도록 구성되고, 상기 가스 홀 내에 위치될 때 가스가 상기 센서 조립체를 지나 흐르도록 구성된, 처리 챔버.

청구항 15

진공 처리 챔버 내의 기관 지지부로부터 기관을 들어 올리기에 적합한 리프트 핀으로서,

중공부를 갖는 세장형 몸체; 및

상기 세장형 몸체의 상기 중공부에 배치되며 상기 작업편 지지 표면에 배치된 작업편을 나타내는 메트릭을 검출하도록 구성된 센서 조립체를 포함하는, 리프트 핀.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 일반적으로 마이크로 전자 장치들을 제조하기 위한 처리 챔버들에서 사용되는 기관 지지부들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 고정밀 제조, 예를 들어 반도체 제조에서, 균일한 품질을 높이고 결함들을 줄이기 위해 제조 작업들 동안 작업편이 고정구에 정확하게 유지되어야 할 수 있다. 일부 제조 작업들에서, 기관 지지부는 지지 구조체에 대해 작업편을 유지하기 위한 고정구로서 사용될 수 있다. 정전기력 또는 다른 힘("클램핑 힘(clamping force)")은 하나 또는 그 초과와 제조 작업들 동안 기관 지지부의 작업편 지지 표면에 작업편을 정확히 유지하는데 흔히 사용된다.

[0003] 고정밀 제조 작업들에서, 작업편들은 결함들을 줄이기 위해 가능한 한 최소 클램핑 힘으로 작업편 지지 표면에 가능한 최저의 접촉으로 보유되어야 한다. 그러나, 기관 지지부의 지지 표면의 척킹 힘, 마모 및 오염을 변화시킬 수 있는 작업편들에 적용되는 표면 처리들과 같은 제조상의 변동들 때문에 그리고 다른 환경 영향들 때문에, 제조 인력들은 충분한 클램핑 힘이 적용되는 것을 보장하는 안전율(factor of safety)을 제공하기 위해 종종 스스로 목표 클램핑 힘을 증가시키는 것을 찾아 전술한 변동들 및 척킹 힘들에 미치는 그러한 변동들의 영향에 대응한다.

[0004] 반도체 제조 산업에서 사용되는 대다수의 기관 지지부들은 흔히 필요한 것보다 큰 클램핑 힘, 즉, 과잉 척킹(over-chucking)을 적용하고 있다. 과잉 척킹은 예를 들어, 작업편의 뒷면에 큰 홀을 내고, 작업편에다 기관 지지부의 부분들을 끼워넣고, 작업편에서 필름 스트레스를 증가시키고, 그리고/또는 작업편의 처리 측 상에서 품질 문제들을 야기할 수 있는 미립자들을 유발함으로써, 작업편에 손상을 일으킨다. 또한, 작업편의 진동과 함께 작업편의 상이한 구역들에서의 균형 잡히지 않은 척킹 힘은 일정하지 않은 수율 관련된 문제를 초래한다.

[0005] 과잉 척킹 문제를 줄이려는 통상적인 접근법들은 클램핑 힘이 적용되기 전에 클램핑 힘에 영향을 줄 수 있는 작업편의 전위를 측정하는 것을 포함하였다. 그런 다음 통상적인 방법은 클램핑 동안 작업편의 전위를 보상하는 알고리즘에서 측정된 전위를 사용하여 최소 클램핑 힘을 결정하고 적용한다. 그러나, 통상적인 접근 방법론을 사용하더라도, 작업편은 여전히 자주 과잉 척킹될 수 있으며, 그 결과 여전히 손상 받을 수 있다. 제조 공차들이 점차 더 엄격해지고 비용들을 절감하려는 필요성이 더 중요시됨에 따라, 보다 광범위한 제조 변동들을 수용하기 위한 보다 일관적이고 예측 가능한 클램핑 힘을 제공하는 새로운 접근법들이 필요하다.

[0006] 그러므로 개선된 기관 지지부에 대한 요구가 있다.

발명의 내용

[0007] 본 명세서에 개시된 실시예들은 센서 조립체를 갖는 기관 지지부 및 기관 지지부를 갖는 처리 챔버를 포함한다. 일 실시예에서, 기관 지지부는 꺾을 갖는다. 꺾은 작업편 지지 표면 및 작업편 지지 표면에서 빠져나가는 가스 홀을 갖는다. 센서 조립체는 가스 홀 내에 배치되고 작업편 지지 표면에 배치된 작업편의 편향을 나타내는 메트릭을 검출하도록 구성되며, 센서 조립체는 가스 홀 내에 위치될 때 가스가 센서 조립체를 지나 흐르도록 구성된다.

- [0008] 다른 실시예에서, 처리 챔버는 내부 챔버 용적을 갖는다. 기관 지지부는 내부 챔버 용적 내에 배치된다. 기관 지지부는 펍을 갖는다. 펍은 작업편 지지 표면 및 작업편 지지 표면에서 빠져나가는 가스 홀을 갖는다. 센서 조립체는 가스 홀 내에 배치되고 작업편 지지 표면에 배치된 작업편의 편향을 나타내는 메트릭을 검출하도록 구성되며, 여기서 센서 조립체는 가스 홀 내에 위치될 때 가스가 센서 조립체를 지나 흐르도록 구성된다.
- [0009] 또 다른 실시예에서, 기관 지지부는 펍을 갖는다. 펍은 작업편 지지 표면 및 펍에 배치된 리프트 핀을 갖는다. 센서 조립체는 리프트 핀에 배치되며 작업편 지지 표면에 배치된 작업편의 편향을 나타내는 메트릭을 검출하도록 구성된다.
- [0010] 추가적인 특징들 및 장점들은 다음의 상세한 설명에서 설명될 것이고, 그 설명으로부터 본 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 부분적으로 용이하게 명백해질 수 있거나, 또는 다음의 상세한 설명, 청구범위뿐만 아니라 첨부 도면들을 비롯한 본 명세서에 기술된 실시예들을 실습함으로써 인식될 것이다.
- [0011] 전술한 일반적인 설명 및 다음의 상세한 설명은 모두 다 단지 예시적인 것이며, 청구범위의 본질 및 특성을 이해하는 것에다 개요 또는 열개를 제공하려 의도된 것임을 이해하여야 한다. 첨부된 도면들은 추가적인 이해를 제공하기 위해 포함되며, 본 명세서에 통합되어 본 명세서의 일부를 구성한다. 도면들은 하나 또는 그 초과 실시예(들)를 도시하며, 설명과 함께 다양한 실시예들의 원리들과 동작을 설명하는 역할을 한다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 본 발명의 실시예들의 상기 언급된 특징들이 상세하게 이해될 수 있도록, 위에서 간략하게 요약된 본 발명의 실시예들의 더 구체적인 설명은 실시예들을 참조함으로써 얻을 수 있으며, 실시예들 중 일부는 첨부된 도면에 도시된다. 그러나, 첨부된 도면들은 단지 본 발명의 전형적인 실시예들만을 도시하는 것이며, 따라서 본 발명의 실시예들이 다른 동일하게 효과적인 실시예들을 수용할 수 있기 때문에, 그 범위를 제한하는 것으로 간주되지 않는다는 것을 유의하여야 한다.
- [0013] 도 1은 내부에 설치된 기관 지지부를 갖는 예시적인 플라즈마 처리 챔버의 개략적인 측면도이다.
- [0014] 도 2는 후방 가스 관통 홀에 장착된 센서 조립체를 갖는 기관 지지부의 부분 단면 등각도이다.
- [0015] 도 3은 후방 가스 관통 홀 내의 센서 조립체와 제어 시스템 사이의 수직 연결부를 도시하는 단면 등각도이다.
- [0016] 도 4a는 센서 하우징의 분할 판(split plate)의 등각도이다.
- [0017] 도 4b는 분할 판의 평면도이다.
- [0018] 도 5는 센서 하우징의 장착 헤드의 단면 사시도이다.
- [0019] 도 6은 위에 배치된 작업편을 갖는 기관 지지부의 부분 단면도이다.
- [0020] 도 7a 내지 도 7d는 센서 조립체에 대한 다양한 위치들을 도시하는 기관 지지부의 평면도들이다.
- [0021] 도 8은 리프트 핀에 장착된 센서 조립체를 갖는 기관 지지부의 부분 단면 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 이제 실시예들이 상세히 참조될 것이며, 모든 실시예들이 아닌 일부 실시예들이 도시된 첨부 도면들에는 실시예들의 예들이 도시된다. 실제로, 개념들은 많은 상이한 형태로 구체화될 수 있고 본 명세서에서 제한하는 것으로 해석되지 않아야 하며; 오히려, 이들 실시예들은 본 개시가 적용 가능한 법적 요건들을 만족시키도록 제공된다. 가능한 한, 동일한 참조 번호들은 동일한 구성요소들 또는 부품들을 지칭하는데 사용될 것이다.
- [0014] [0023] 본 명세서에 개시된 실시예들은 센서 하우징 및 편향 센서 중 하나 또는 그 초과를 포함하는 센서 조립체를 포함한다. 센서 조립체는 정전기 척(electrostatic chuck), 받침대, 진공 척, 히터 또는 처리 챔버에서 처리하는 동안 작업편을 유지하기 위한 다른 적절한 조립체와 같은 기관 지지 조립체 내에 배치되도록 구성된다. 예를 들어, 센서 조립체는 기관 지지 조립체의 기존의 후방 가스 전달 홀 내에 배치될 수 있다. 편향 센서는 기관 지지 조립체 상에 배치되고 작업편에 적용된 클램핑 또는 다른 힘에 의해 편향이 유발된 작업편, 즉 반도체 웨이퍼 또는 기관과 같은 작업편의 편향에 관한 실시간 측정값들을 제공할 수 있다. 편향 센서를 사용하여 기관 지지 조립체 상의 작업편의 편향을 결정함으로써, 제어 시스템은 작업편의 측정된 편향을

이용하여 작업편에 적용된 힘을 결정할 수 있다. 제어 시스템은 편향 센서로부터의 정보를 활용하여 작업편에 적용되는 클램핑 힘을 수정하고 목표로 하는 클램핑 힘을 유지한다. 이러한 방식으로, 클램핑 힘은 작업편을 기관 지지 조립체에 고정시킬 수 있고 제조 작업들 동안 과도한 클램핑 힘들로 인한 작업편의 불필요한 과도한 편향으로 생기는 기관 손상을 방지할 수 있다.

[0015] [0024] 도 1은 센서 조립체(190)의 일 실시예를 도시한다. 도 1은 내부에 설치된 기관 지지 조립체(170)를 갖는 예시적인 플라즈마 처리 챔버(100)의 개략도를 도시한다. 기관 지지 조립체(170)는 내부에 배치된 센서 조립체(190)를 갖는다. 일 실시예에서, 플라즈마 처리 챔버(100)는 스퍼터 에칭 처리 챔버 또는 플라즈마 에칭 시스템이다. 그러나, 물리 기상 증착(즉, 스퍼터링) 챔버들, 화학 기상 증착 챔버들 또는 다른 진공 처리 챔버들과 같은 다른 유형들의 처리 챔버들 또한 본 명세서에 개시된 실시예들을 실시하기 위해 사용될 수 있다.

[0016] [0025] 처리 챔버(100)는 기관, 예를 들어 실리콘 웨이퍼와 같은 작업편(101)의 처리 동안 챔버 내부 용적(120) 내에서 대기보다 낮은 압력들을 유지하도록 적합하게 적응될 수 있는 진공 챔버이다. 처리 챔버(100)는 하부 표면(126)을 갖는 챔버 몸체(106)를 포함하고 챔버 내부 용적(120)을 둘러싸는 뚜껑(104)에 의해 덮여 있다. 챔버 몸체(106) 및 뚜껑(104)은 알루미늄 또는 다른 적합한 금속 재료와 같은 금속으로 제조될 수 있다.

[0017] [0026] 처리 챔버(100)는 처리 챔버(100)를 펌프 다운하여 배기하는데 사용되는 스로틀 밸브(도시되지 않음) 및 진공 펌프(도시되지 않음)를 포함하는 진공 시스템(114)과 연결되고 그와 유체 연통한다. 처리 챔버(100) 내부의 압력은 스로틀 밸브 및/또는 진공 펌프를 조정함으로써 조절될 수 있다. 처리 챔버(100)는 또한 아르곤, 산소, 염소 또는 작업편(101)을 처리하기에 적합한 다른 가스와 같은 하나 또는 그 조합의 공정 가스를 처리 챔버(100)에 공급할 수 있는 공정 가스 공급원(118)에 연결되고 그와 유체 연통한다.

[0018] [0027] RF 플라즈마 전력 공급원(117)은 작업편(101)을 처리하기 위한 플라즈마(102)를 유지하도록 공정 가스들에 에너지를 공급한다. 선택적으로, 기관 지지 조립체(170)는 작업편(101)을 바이어스하여 플라즈마(102)로부터 이온들을 자기 쪽으로 끌어당길 수 있다. 염소와 같은 공정 가스들은 공정 가스 공급원(118)으로부터 처리 챔버(100) 내로 도입되고, 가스 압력은 플라즈마 점화를 위해 미리 설정된 값으로 조정된다. 플라즈마(102)는 RF 전력이 전달될 때 용량성 결합을 통해 챔버 내부 용적(120)에서 점화된다. RF 매치(match)(도시되지 않음)는 RF 플라즈마 전력 공급원(117)으로부터 플라즈마(102)로의 전력 전달 효율을 개선하기 위해 조정되거나 미리 설정될 수 있다.

[0019] [0028] 챔버 내부 용적(120) 내에는 기관 지지 조립체(170)가 배치된다. 기관 지지 조립체(170)는 처리 동안 작업편(101)이 놓이는 작업편 지지 표면(172)을 갖는다. 기관 지지 조립체(170)는 진공 척, 정전 척, 서셉터, 히터, 또는 처리 동안 처리 챔버(100) 내에서 작업편(101)을 지지하기에 적합한 다른 기관 지지부를 포함할 수 있다.

[0020] [0029] 일 실시예에서, 기관 지지 조립체(170)는 정전 척(122)을 포함한다. 기관 지지 조립체(170)는 또한 냉각 판(151) 및 지지 베이스(152)를 포함할 수 있다. 지지 베이스(152)는 지지 하우징(149), 벨로우즈 조립체(110) 및 지지 샤프트(112)를 포함할 수 있다. 지지 샤프트(112)는 도시된 바와 같은 상부의 처리 위치와 하부의 작업편 이송 위치(도시되지 않음) 사이에서 기관 지지 조립체(170)의 수직 움직임을 제공할 수 있는 리프트 메커니즘(113)에 연결될 수 있다. 벨로우즈 조립체(110)는 지지 샤프트(112) 주위에 배치될 수 있고 지지 베이스(152)와 처리 챔버(100)의 하부 표면(126) 사이에 연결되어 기관 지지 조립체(170)의 수직 움직임을 가능하게 하면서 처리 챔버(100) 내부로부터 진공의 손실을 방지하는 가요성 밀봉을 제공할 수 있다.

[0021] [0030] 기관 지지 조립체(170) 상에 배치된 작업편(101)의 온도 조절은 냉각 판(151)에 배치된 다수의 냉각 채널(160)에 의해 촉진될 수 있다. 냉각 채널들(160)은, 임의의 적합한 냉매 유체, 가스 또는 액체가 사용될 수 있지만, 물과 같은 냉매 유체를 제공하는 유체 공급원(142)에 연결되고 유체 연통한다.

[0022] [0031] 기관 지지 조립체(170)는 로봇(도시되지 않음)에 의해 처리 챔버(100) 내로 그리고 밖으로 이송되는 동안 작업편 지지 표면(172) 위에 이격된 작업편(101)을 지지하기 위한 기관 리프트(130)를 포함할 수 있다. 기관 리프트(130)는 샤프트(111)에 연결된 플랫폼(108)과 정렬된 리프트 핀들(109)을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 리프트 핀들(109)은 도 8에 도시된 바와 같이 세장형 중공 몸체들을 갖는다. 기관 지지 조립체(170)는 관통 홀들(도시되지 않음)을 포함하여 리프트 핀들(109)이 상승된 위치에 있을 때, 예를 들어 작업편(101)을 지지하고 있을 때, 관통 홀들을 통과한 리프트 핀들(109)을 수용할 수 있다. 기관 리프트(130)는 작업편(101)을 작업편 지지 표면(172) 위의 위치에서 지지하기 위해 관통 홀을 통해 리프트 핀들(109)을 연장하기 위한 제 2 리프트 메커니즘(132)에 연결되어 작업편(101)의 로봇 이송을 용이하게 한다. 기관 리프트(130)는 또한 리프트

작업편(101)을 작업편 지지 표면(172)에 놓이게 하기 위해 리프트 핀들(109)을 작업편 지지 표면(172) 아래로 내린다.

[0023] [0032] 정전 척(122)은 펍(150)을 포함한다. 펍(150)은 가열 요소들을 포함할 수 있다. 펍(150), 냉각 관(151) 및/또는 정전 척(122)의 다른 구성요소들의 온도는 하나 또는 그 초과 온도 모니터들에 연결된 열전대들 등과 같은 하나 또는 초과 온도 센서들(도시되지 않음)을 사용하여 모니터링될 수 있다. 일 예에서, 펍(150)은 온도 모니터링을 위해 적어도 하나의 열전대에 연결된다.

[0024] [0033] 펍(150)은 작업편(101)을 지지하고 척킹하며, 즉 작업편(101)에 클램핑 힘(F_c)을 적용한다. 펍(150)은 클램핑 힘(F_c)을 생성하기 위하여 안에 내장된 전극들(134)을 갖는 전기 절연성의 펍 베이스(162)를 포함할 수 있다. 전극들(134)은 DC 전력 공급원과 같은 척킹 전력원(140)에 전기적으로 연결된다. 전극들(134)은 작업편(101)을 펍(150)의 작업편 지지 표면(172)에 척킹하기 위한 클램핑 힘(F_c)을 공급한다. 전극들(134)은 금속 또는 금속 합금과 같은 임의의 적합한 전기 전도성 재료로 제조될 수 있다. 전극들(134)로의 전력은 척킹 전력원(140)에 연결된 제어 시스템(194)에 의해 제어될 수 있다. 일 예에서, 펍(150)은 작업편(101)을 척킹하기 위한 하나의 전극(134)을 포함한다. 전극(134)은 펍 베이스(162) 내에 배치된 얇은 디스크 또는 와이어일 수 있다. 다른 예에서, 펍(150)은 작업편(101)을 척킹하기 위한 두 개 또는 그 초과 전극들(134)을 포함한다. 전극들(134)은 각각, 서로 독립적으로 작동할 수 있는 얇은 반원형 또는 "D"형 판들일 수 있다. 그러나, 하나 또는 그 초과 전극들(134)은 링들, 썸들, 스트립들 등을 포함할 수 있는 임의의 적합한 형상을 가질 수 있다.

[0025] [0034] 메사들(168) 및 리세스(164)는 펍 베이스(162)의 작업편 지지 표면(172) 상에 배치된다. 작업편 지지 표면(172)은 또한 하나 또는 그 초과 그루브들 및 채널들 또는 다른 기하학적 구조들을 포함할 수 있다. 작업편(101)은 메사들(168) 상에 지지되고 리세스들(164) 위로 상승될 수 있다. 리세스(164)는 가스 공급원(141)과 유체 연통되어 메사들(168) 사이에 후방 가스와 같은 유체를 제공할 수 있다. 후방 가스는 펍(150)에 형성된 하나 또는 그 초과 후방 가스 전달 홀들(198)을 통해 가스 공급원(141)으로부터 리세스(164)로 전달될 수 있다. 후방 가스는 펍(150)과 작업편(101) 사이의 열 전달 속도를 조절하는 것을 돕기 위해 작업편(101)과 펍(150) 사이에서 흐를 수 있다. 일 예에서, 후방 가스는 아르곤과 같은 불활성 가스를 포함할 수 있다.

[0026] [0035] 센서 조립체(190)는 후방 가스 전달 홀(198)과 같은, 펍(150)에 형성된 관통 홀 내에 배치될 수 있다. 대안적으로, 도 8에 도시된 바와 같이, 세장형 몸체(832)를 갖는 리프트 핀(809)은 세장형 몸체(832)의 중공부(820)에 배치된 센서 조립체(896)를 가질 수 있다. 리프트 핀(809)은 헤드(834)를 가지며, 여기서 헤드는 그 위에 기판을 접촉하고 지지하도록 구성된다. 센서 조립체(896)는 리프트 핀(809)의 헤드(834) 근처에 배치된다. 중공부(820)는 세장형 몸체(832)의 길이로 연장할 수 있다. 대안적으로, 중공부(820)는 헤드(834)로부터 돌출되고 헤드(834) 상에 배치되는 기판과 접촉하는 센서 조립체(190) 없는 중공부(820) 내에 센서 조립체(190)를 지지하기 위해, 헤드(834)로부터 세장형 몸체를 따라 충분한 거리를 연장할 수 있다. 센서 조립체(896)는 실질적으로 센서 조립체(190)와 유사하고 센서(280)를 포함하며, 또한 센서 조립체(190)의 다른 구성요소들 중 하나 또는 그 초과를 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 센서 조립체(190)는 리세스(164) 또는 다른 적합한 위치에 장착될 수 있다. 센서 조립체(190)는 다공성일 수 있고 후방 가스와 같은 유체가 이를 통하여 가로지르는 것을 허용할 수 있다. 예를 들어, 센서 조립체(190)는 유체가 센서 조립체(190)를 통과하는 것을 가능하게 하는 통로들을 가질 수 있다.

[0027] [0036] 센서 조립체(190)는 제어 시스템(194)과 통신할 수 있다. 센서 조립체(190)는 작업편 지지 표면(172)상의 작업편(101)의 편향을 측정한다. 제어기(192)는 센서 조립체(190)에 의해 측정된 편향에 기초하여 작업편(101)에 적용된 클램핑 힘(F_c)을 결정한다. 이러한 방식으로, 제어기(192)는 원하는 클램핑 힘(F_c)을 유지하기 위하여 척킹 전력원(140)에 의해 전극(134)에 제공된 클램핑 전압(V_c)을 조정함으로써 클램핑 힘(F_c)을 조정할 수 있다. (센서 조립체(190)를 통한) 실제 클램핑 힘의 실시간 모니터링 및 전극들(134)에 제공된 전력의 실시간 조정을 통해 원하는 클램핑 힘(F_c)을 유지함으로써, 정전 척(122)으로부터 받은 작업편(101)의 손상은 통상적인 척킹 기술들에 비해 줄어든 수 있다.

[0028] [0037] 센서 조립체(190)가 도 1의 펍(150) 내에 장착된 것으로 도시되지만, 유리하게도, 센서 조립체(190)의 장착을 위한 유사한 배치는 나노미터들 또는 마이크론들 레벨의 부품들의 편향을 측정하는 것이 요구되는 다른 제품들로 확장될 수 있다. 그러나, 센서 조립체(190) 및 장점들에 관한 다음의 설명은 전술한 펍(150)과 관련하여 논의될 것이다. 예를 들어, 펍(150)에 대한 작동 파라미터들은 센서 조립체(190)에 의해 제공된 데이터에 의존하는 피드백 루프로 유리하게 제어될 수 있다. 처리 동안 작업편(101) 상에 형성된 필름 층들의 변동들 및 결함들을 줄이기 위해 필름 스트레스를 완화하고 작업편(101) 상에서 평탄한 표면을 유지하기 위하여 센서 조립

체(190)에 의한 편향의 측정은 진동 및 작업편(101) 상에 작용된 힘을 또한 부가적으로 계산하도록 확장될 수 있다

[0029] [0038] 도 2는 센서 조립체(190)가 후방 가스 전달 홀(198)에 장착된, 도 1에 도시된 정전 척(122)의 부분 단면도이다. 작업편 지지 표면(172)에 직각인 수직선(298)이 제공된다. 수직선(298)은 단지 예시적인 것이며 후방 가스 전달 홀(198) 또는 펌(150) 내의 다른 홀들에 반드시 존재하는 것은 아니다. 센서 조립체가 장착된, 펌(150) 내의 홀의 형상은 원형 홀들로 제한되지 않는다. 홀은 레이저 드릴 가공되거나, 기계 가공되거나 또는 다른 방식으로 형성될 수 있다.

[0030] [0039] 후방 가스 통로(218)는 후방 가스 전달 홀(198) 및 후방 가스를 펌(150)의 작업편 지지 표면(172)에 제공하기 위해 후방 가스 전달 홀에 연결된 전이 도관(210)을 포함할 수 있다. 후방 가스 전달 홀(198) 내에 배치된 센서 조립체(190)가 제어 시스템(194)에 고정 배선되어 있는 실시예들에서, 센서 조립체(190)와 제어 시스템(194) 사이의 통신 연결부(284)는 적어도 부분적으로 후방 가스 통로(218)를 통하여 가로지를 수 있다. 도 8에 도시된 바와 같이, 센서 조립체(896)가 리프트 핀(809)의 중공부(820)에 배치되고 제어 시스템(194)에 고정 배선되어 있는 실시예들에서, 센서 조립체(896)와 제어 시스템(194) 사이의 통신 연결부(884)는 정전 척(122)의 리프트 핀 홀을 적어도 부분적으로 통해 가로지를 수 있다.

[0031] [0040] 도 3을 간략히 참조하면, 도 3은 후방 가스 전달 홀(198) 내 센서 조립체(190)와 제어기(192) 사이의 수직 연결부(300)를 도시하는 단면도이다. 전이 도관(210)은 티(tee)형 연결부(310)와 연결될 수 있다. 대안적으로, 후방 가스 통로(218)를 유지하기 위한 상당한 양의 도관 또는 다른 적합한 수단이 전이 도관(210)과 티형 연결부(310) 사이에 연결될 수 있다. 티형 연결부가 수평 통로(320) 상의 하나의 개구부(322)(제 3 개구부) 및 수직 통로(330) 상의 두 개의 개구부(332, 334)(각각 제 1 및 제 2 개구부)를 가진 것으로 도시되지만, 티형 연결부(310)는 90도 회전될 수 있거나 또는 수평 상에 제 2 개구부가 있고 수직 상에 단 하나의 개구부만이 있을 수 있도록 그렇게 회전될 수 있다는 점이 고려된다. 다른 실시예들에서, 티형 연결부(310)는 다른 적절한 가스 커넥터로 대체될 수 있다. 예를 들어, 티형 연결부(310)는 복수의 개구부들, 예컨대 네 개의 개구부들을 가질 수 있다. 티형 연결부(310)는 전이 도관(210)에 유체 연결된 제 1 개구부를 가질 수 있다. 제 2 및 제 3 개구부는 유체 공급원에 유체 연결될 수 있다. 마지막으로, 제 4 및 마지막 개구부는 제어 시스템(194)에 연결될 수 있다.

[0032] [0041] 도 3의 실시예에서, 티형 연결부(310)의 제 1 개구부(332)는 전이 도관(210)에 연결된다. 그러나, 앞서 논의된 바와 같이, 센서 조립체(190)를 통해 가스 전달을 가능하게 하면서 센서 조립체(190)를 제어 시스템(194)에 연결하기 위한 다른 구성들이 고려된다. 일 실시예에서, 제 2 개구부(334)는 커넥터(336)에 연결될 수 있다. 커넥터(336)는 배선 통과 부재(wiring thru-fitting)(340)와 인터페이스하도록 적응된다. 배선 통과 부재(340)는 통신 연결부들(284)과 인터페이스하도록 구성된 채널(342)을 갖는다. 배선 통과 부재(340)는 커넥터(336)를 유체 손실로부터 밀봉하면서 통신 연결부들(284)이 통신 신호들을 그를 통해 전송하도록 한다. 일 실시예에서, 채널(342)은 배선 통과 부재(340)와 통신 연결부들(284) 사이의 밀봉을 제공하는 개스킷 재료로 형성된다. 다른 실시예에서, 채널(342)은 통신 연결부들(284)이 플러그 연결될 수 있는 핀 커넥터와 같은 커넥터일 수 있다.

[0033] [0042] 후방 가스는 제 3 개구부(322)를 통해 티형 연결부(310)로 들어간다. 가스 공급원(141)은 제 1 개구부(332)에 유체 연결된다. 후방 가스는 개구부(322)를 통해 티형 연결부(310)로 들어가고 정전 척(122) 상의 후방 가스 전달 홀(198)에 연결된 제 1 개구부(332)를 통해 티형 연결부(310)를 빠져나간다.

[0034] [0043] 다른 실시예에서, 후방 가스는 제 2 개구부(334)를 통해 티형 연결부(310)로 들어간다. 배선 통과 부재(340)는 제 3 개구부(322)에 부착되어 제 3 개구부(322)를 유체 밀봉하면서 센서 조립체(190)와 제어 시스템(194) 사이의 통신을 가능하게 한다. 또 다른 실시예들에서, 티형 연결부(310)는 후방 가스용 유체 공급원 그리고 제어 시스템(194)으로의 연통을 펌(150)의 후방 가스 전달 홀(198)에서 분할한다.

[0035] [0044] 도 2로 돌아가면, 센서 조립체(190)는 센서(280) 및 센서 하우징(220)을 포함한다. 센서(280)는 패브리-페로 센서(Fabry-Perot sensor)(FPS) 또는 간섭계 또는 약간의 편향들을 측정하기에 적합한 다른 센서와 같은 광섬유 기반 센서들일 수 있다. 일 실시예에서, 센서(280)는 FPS이다. 센서(280)는 제어 시스템(194)과 통신한다. 일 실시예에서, 센서(280)는 제어 시스템(194) 내의 제어기(192)에 고정 배선된 통신 연결부들(284)을 가질 수 있다. 다른 실시예에서, 센서 조립체(190)는 제어 시스템(194)과 무선으로 통신할 수 있다. 센서(280)는 펌(150) 상에 배치된 작업편(도시되지 않음)까지의 거리를 나타내는 메트릭을 측정하고 메트릭을 제어 시스템(194) 또는 다른 적합한 장치에 의한 분석을 위해 실시간으로 제어 시스템(194)에 제공할 수 있다.

- [0036] [0045] 센서(280)는 센서 헤드(282)를 가질 수 있다. 센서 헤드(282)는 거리 측정들을 행하기 위해 신호들을 방출하고 수신할 수 있다. 센서(280)는 센서 헤드(282)와 작업편(도시되지 않음)과 같은 임의의 물체 사이의 거리가 실시간으로 측정되어 나노미터 정밀도로 상대 변위를 결정할 수 있도록 픽(150)에 정밀하게 장착될 수 있다. 센서(280)는 후방 가스 통로(218)의 전이 도관(210) 내에 정밀하게 장착될 수 있다. 센서 하우징(220)은 센서(280)를 후방 가스 통로(218) 내에 보유한다. 센서 헤드(282)는 수직선(298)의 ± 3 도들 내에서 또는 다른 말로 하자면, 작업편 지지 표면(172)의 수직면으로부터 ± 3 도들 내에서 정렬될 수 있다. 센서 헤드(282)의 거리는 픽(150) 내의 센서 하우징(220)의 위치를 조정함으로써 메사들(168)의 상부로부터 약 5 mm 미만부터 메사들(168)의 상부로부터 약 300 mm까지 정밀하게 조절될 수 있다.
- [0037] [0046] 센서(280)는 방사선을 방출하는 방사선 방출기 및 작업편(101)에 의해 반사된 방사선의 부분을 측정하는 방사선 검출기를 포함할 수 있다. 방사선 또는 신호는 예를 들어 약 600 나노미터들 내지 약 1700 나노미터들의 파장을 갖는 전자기 방사선일 수 있다. 센서(280) 내의 방사선 검출기는 방출된 방사선 신호에 대한 복귀 경로를 측정한다. 따라서, 센서(280)의 각도 및 위치는 측정에 영향을 줄 수 있다. 센서 하우징(220)은 정확한 측정들을 용이하게 하기 위해 센서(280)를 정밀한 위치 및 방향으로 보유한다.
- [0038] [0047] 센서 하우징(220)은 분할 판(222) 및 장착 헤드(224)를 포함할 수 있다. 분할 판(222) 및 장착 헤드(224)는 도 4a, 도 4b 및 도 5를 부가적으로 참조하여 여기에서 논의된다. 도 4a는 센서 조립체(190)에 대한 분할 판(222)의 사시도이다. 센서(280)의 자기 정렬은 육각형 분할 판(222)과 함께 원추형 장착 헤드(224)로 달성될 수 있다. 도 4b는 분할 판(222)의 평면도이다. 도 5는 센서 조립체(190)의 장착 헤드(224)의 단면도이다.
- [0039] [0048] 장착 헤드(224) 및 분할 판(222)은 모두 저온 작동들에 적합한 중합체로 형성될 수 있다. 대안적으로, 장착 헤드(224) 및 분할 판(222)은 고온 또는 저온 용도들에 적합한 세라믹 또는 금속 재료로 형성될 수 있다. 장착 헤드(224) 및 분할 판(222)은 스테인레스 강(stainless steel)(SST), 티타늄, 알루미늄, 텅스텐, 니켈 또는 다른 합금과 같은 금속으로 제조될 수 있다. 대안적으로, 장착 헤드(224) 및 분할 판(222)은 알루미늄 또는 질화 알루미늄 또는 석영과 같은 세라믹 재료로 제조될 수 있다. 장착 헤드(224) 및 분할 판(222)은 또한 금속 또는 세라믹 재료로 3D 인쇄될 수도 있다.
- [0040] [0049] 센서 하우징(220)은 가스가 센서 조립체(190)를 통해 흐를 수 있도록 구성된다. 센서 하우징(220)은 다공성일 수 있다. 장착 헤드(224) 및 분할 판(222)은 모두 다공성일 수 있고 부가적으로 또는 대안적으로 다수의 홀들 또는 슬롯들을 가져 후방 가스가 이들을 통하여 흐를 수 있게 할 수 있다. 예를 들어, 도 5에 도시된 바와 같이, 장착 헤드(224)는 가스가 센서 조립체(190)를 통과할 수 있게 하는 홀들(526, 564)을 갖는다. 또한, 도 4a 및 도 4b에 도시된 바와 같이, 분할 판(222)은 복수의 홀들(464)을 갖는다. 분할 판(222)의 홀들(464)은 유체가 센서 조립체(190)를 통해 흐르는 것을 촉진하기 위해 장착 헤드(224)의 홀들(564)과 정렬된다. 홀들(526, 564)은 장착 헤드(224)를 통해 연장할 수 있다. 장착 헤드(224) 및 분할 판(222)은 주변부를 따라, 예컨대 4 또는 그 초과와 같은 홀들(526, 564, 464)과 정밀하게 가공되어 후방 가스가 센서 조립체(190)를 통해 흐르게 할 수 있다. 대안적으로, 복수의 홀들(526)은 3D 프린팅과 같은 부수적인 제조 공정 중에 장착 헤드(224) 및 분할 판(222)에 형성될 수 있다. 홀들(526, 564, 464)의 개수는 그를 통해 흐르는 유체의 콘덕턴스를 조절하기 위해 약 1 내지 약 100 또는 그 초과를 범위로 할 수 있다. 대안적으로, 센서 하우징(220)은 센서(280)가 후방 가스 전달 홀(198) 또는 다른 관통 홀들에 장착될 때 후방 가스 흐름을 더 개선하기 위해 다공성 세라믹과 같은 다공성 재료로 형성될 수 있다.
- [0041] [0050] 도 4a 및 도 4b를 간략히 참조하면, 장착 헤드(224)는 몸체(401)를 갖는다. 몸체(401)는 링 형상일 수 있다. 몸체(401)는 선택적으로 측면 개구부(430)를 가질 수 있다. 몸체(401)는 중앙 개구부(450)를 갖는다. 일 실시예에서, 몸체(401)는 육각형 링으로, 육면체의 한 면이 빠져 측면 개구부(430)를 형성한다. 다른 실시예에서, 몸체(401)는 원형 링 형상을 가질 수 있고, 몸체(401)의 한 조각이 빠져 효과적으로 측면 개구부(430)를 형성할 수 있다.
- [0042] [0051] 중앙 개구부(450)는 내부 둘레(402)를 가질 수 있다. 중앙 개구부(450)는 내부 둘레(402)로부터 중앙 개구부(450) 내로 연장되는 내부 레지(420)를 가질 수 있다. 내부 레지(420)는 내부 둘레(432)를 가질 수 있다. 중앙 개구부(450)의 내부 둘레(402)는 센서(280)가 통과하도록 하는 크기로 구성된다. 내부 레지(420)의 내부 둘레(432)는 중앙 개구부(450)의 내부 둘레(402)보다 작다. 센서(280)가 내부 레지(420)에 의해 지지될 수 있도록 내부 레지(420)의 내부 둘레(432)는 또한 센서(280)의 폭보다 작다. 이러한 방식으로, 장착 헤드(224) 내의 센서(280)의 위치는 센서(280)를 후방 가스 전달 홀(198) 내에 정밀하게 배치하도록 구성될 수

있다.

- [0043] [0052] 장착 헤드(224)의 몸체(401)는 복수의 홀들(464)을 갖는다. 홀들(464)은 상부 표면(409)으로부터 하부 표면(408)으로 연장한다. 일 실시예에서, 장착 헤드(224)는 4 개의 홀들(464)을 갖는다. 다른 실시예에서, 장착 헤드는 6 개 또는 그 초과 홀들(464)을 갖는다. 홀들(464)은 센서 조립체(190)가 후방 가스 전달 홀(198) 내에 장착될 때 유체가 장착 헤드(224)의 몸체(401)를 지나 흐르도록 구성된다. 유리하게, 센서 조립체(190)는 통상적인 정전기 척의 기존의 유체 전달 홀 내부에 설치될 수 있고, 따라서 센서 조립체(190)를 수용하는 홀을 통한 유체의 흐름을 방해하는 센서 조립체(190) 없이도 기존의 정전 척을 새로 장착할 수 있게 한다.
- [0044] [0053] 장착 헤드(224)의 몸체(401)는 또한 하나 또는 그 초과 핀들(pins)(474)을 갖는다. 핀들(474)은 상부 표면(409)으로부터 하부 표면(408)을 지나서 연장한다. 일 실시예에서, 장착 헤드(224)는 분할 판(222)과 인터페이스하고 장착 헤드(224)를 분할 판(222)에 위치시키기 위한 세 개의 핀들(474)을 갖는다.
- [0045] [0054] 도 5를 간략히 참조하면, 분할 판(222)은 복수의 수용 홀들(574)을 갖는다. 분할 판(222)의 수용 홀들(574)은 장착 헤드(224)로부터의 핀들(474)을 받아들인다. 따라서, 분할 판(222)은 미리 정해진 방식으로 장착 헤드(224)와 정렬될 수 있다.
- [0046] [0055] 분할 판(222)은 몸체(501)를 갖는다. 몸체(501)는 하부 표면(507) 및 상부 표면(508)을 가질 수 있다. 몸체(501)는 링 형상일 수 있고 하부 표면(507)으로부터 상부 표면(508)까지 연장하는 내부 개구부(575)를 가질 수 있다. 복수의 핀들(fins)(570)이 상부 표면(508) 위로 연장할 수 있다. 핀들(570)은 분할 판(222)과 장착 헤드(224) 사이의 연결부위에 안정성을 제공한다. 또한, 핀들(570)은 장착 헤드(224)의 핀들(474)을 분할 판(222)의 수용 홀들(574)과 정렬하는 것을 도울 수 있다.
- [0047] [0056] 몸체(501)는 몸체(501)를 통해 연장하는 복수의 통로들(560), 즉 홀들(526, 564)을 가질 수 있다. 통로들(560)은 장착 헤드(224)의 홀들(464)과 정렬할 수 있다. 따라서, 통로들(560)과 홀들(464)의 조합은 유체가 센서 하우징(220)을 가로지르고 그래서 센서 조립체(190)를 통해 흐르게 하기 위한 연속 도관을 제공한다. 일 실시예에서, 유체는 분할 판(222)의 하부(507)에서 내부 개구부(575)로 들어간다. 유체는 분할 판(222)을 통해 상부 표면(508)을 향해 상방으로 이동한다. 유체는 분할 판(222)에 형성된 통로들(560)로 진입하고 장착 헤드(224)의 홀들(464)을 향하고 홀들(464)을 지난다. 유체는 장착 헤드(224)의 상부 표면(409)에서 홀들(464)로부터 떠나 펌프(150)의 작업편 지지 표면(172)까지 후방 가스 전달 홀(198)에서 계속 이어진다. 따라서, 통로들(560)과 홀들(464)의 조합은 함께, 유체가 센서 조립체(190)를 통과할 수 있게 한다.
- [0048] [0057] 분할 판(222)의 몸체(501)는 후방 가스 통로(218)를 통해 흐르는 유체와 간섭하지 않고 후방 가스 통로(218) 내의 전이 도관(210)과 인터페이스하도록 구성된다. 몸체(501)는 하부 표면(507)에서 내부 직경(544)을 갖는다. 내부 직경(544)은 상부 표면(508)을 향하여 상방으로 연장한다. 내부 직경(544)은 경사진 내부 표면(530)에 대해 각도(532)로 전이한다. 경사진 내부 표면(530)은 내부 직경(544)으로부터 각도(532)로 상부 표면(508)을 향해 외측으로 연장할 수 있다. 각도(532) 및 경사진 내부 표면(530)은 유체 콘덕턴스(fluid conductance), 압력 또는 속도와 같은 유체 흐름의 특성들에 영향을 미치도록 구성될 수 있다.
- [0049] [0058] 몸체(501)는 또한 외부 표면(577) 상에 챔퍼(550)를 가질 수 있다. 챔퍼(550)는 분할 판(222)과 전이 도관(210) 사이에 프레스 끼워 맞춤(press fit)을 형성하도록 비스듬한 각도를 이룰 수 있다. 챔퍼(550)는 상부 표면(508)으로부터 미리 규정된 거리(552)일 수 있다. 거리(552)는 필요한 것을 수용하기 위해 어떠한 크기로도 만들어질 수 있다. 예를 들어, 거리(552)는 챔퍼(550)와 상부 표면(508) 사이에서 더 길거나 또는 더 짧은 거리(552)로 몸체(501)를 형성함으로써 크기가 정해질 수 있다. 대안적으로, 몸체(501)는 두개의 섹션들로 형성될 수 있으며, 제 1 섹션은 상부 표면(508)을 포함하고, 제 2 섹션은 챔퍼(550)를 포함한다. 섹션들은 단차 부들과 랜딩부의 조합을 사용하여, 또는 거리(552)가 수정될 수 있게 하는 다른 적합한 방식을 사용하여 섹션들을 함께 나사 결합하는 것과 같은 방식으로 함께 결합될 수 있다. 유리하게, 도 2에 도시된 바와 같이, 센서 헤드(282)는 작업편 지지 표면(172)의 상부로부터 약 5 mm 미만부터 약 30 mm까지 작업편 지지 표면(172)을 향해 상방으로 또는 작업편 지지 표면(172)으로부터 하방으로 정밀하게 조정될 수 있다. 센서 헤드(282)의 작업편 지지 표면(172)까지의 거리의 조정은 상이한 두께의 분할 판들(222)을 사용함으로써 또는 상부 표면(508)으로부터 챔퍼(550)의 거리(552)를 변화시킴으로써 변경될 수 있다.
- [0050] [0059] 도 6은 작업편(101)이 위에 배치된 정전 척(122)의 부분 단면도이다. 도 6은 펌프(150) 및 후방 가스 전달 홀(198)에 근접한 정전 척(122)의 메사들(168)을 도시한다. 메사들(168)은 교차하는 하나 또는 그 초과 리세스들(164) 사이에 배치된다. 메사들(168)은 작업편(101)을 지지하기 위해 펌프(150)으로부터 위로 연장하는

정사각형 또는 직사각형 블록들, 콘들, 웨지들, 피라미드들, 포스트들, 원통형 더미들, 또는 다양한 크기들의 다른 돌기부들 또는 이들의 조합들을 포함할 수 있다. 작업편(101)은 위에서 논의된 바와 같이 클램핑 힘(F_c)으로 정전 척(122)에 고정될 수 있다.

[0051] [0060] 인접한 메사들(168)은 거리(660)만큼 분리된 중심들을 가질 수 있다. 일 실시예에서, 거리(660)는 약 0.3 인치들 내지 약 0.5 인치들의 범위 내 일 수 있다. 인접한 메사들(168)은 각각 약 오십(50) 미크론들 내지 약 칠백(700) 미크론들의 높이를 가질 수 있다. 인접한 메사들(168)은 각각 약 오백(500) 미크론들 내지 약 오천(5000) 미크론들의 범위의 폭을 가질 수 있다. 리세스(164)는 약 이(2) 밀리미터들 내지 약 십(30) 밀리미터들의 폭을 가질 수 있다. 메사들(168) 및 리세스(164)는 정전 척(122)이 작업편(101)을 지지하는 동시에 또한 작업편(101)의 열 관리를 제공할 수 있도록 한다.

[0052] [0061] 메사들(168)은 작업편(101)을 지지하는 상부 표면(642)을 갖는다. 일반적으로 상부 표면(642)은 정전 척(122)으로부터의 클램핑 힘(F_c)이 적용되지 않을 때 작업편(101)이 놓인 기준 표면(620)을 정의한다. 일 실시예에서, 기준 표면(620)은 위치이다. 기준 표면(620)은 작업편(101)의 편향이 센서(280)에 의해 측정될 수 있는 참조 점으로서의 역할을 할 수 있다.

[0053] [0062] 작업편(101)은 클램핑 힘(F_c)이 일단 적용되면 정전 척(122)에 고정될 수 있다. 클램핑 힘(F_c)은 작업편(101)을 메사들(168)쪽으로 잡아당기고, 메사들(168)과의 접촉과 함께 정전 척(122)에 대하여 작업편(101)의 움직임을 방지한다. 클램핑 힘(F_c)은 정전 척(122)의 전체 작업편 지지 표면(172)에 대해 동일하지 않거나 또는 심지어 실질적으로 유사하지 않을 수 있다. 클램핑 힘(F_c)의 가변성은 다른 원인들 중에서도, 재료들의 증착, 세정 및 에칭으로 인한 침식 및 마모로 인한 펙(150)의 변동들에 기인할 수 있다. 또한, 클램핑 힘(F_c)은 구역화된 정전 척 구성에서와 같은 작업편 지지 표면(172)에 걸쳐 의도적으로 차별화될 수 있다.

[0054] [0063] 센서(280)는 기준 표면(620)에 대해 작업편(101)의 편향을 측정한다. 클램핑 힘(F_c)을 제어하기 위해, 클램핑 전압이 정전 척 내의 전극들(134)에 인가된다. 클램핑 전압은 센서(280)에 의해 측정된 작업편(101)의 편향에 따라 바뀔 수 있다. 클램핑 힘(F_c)을 인가하면, 작업편(101)은 리세스들(164) 내의 기하학적 평면(610)과 정렬될 수 있다. 허용 가능한 편향을 나타내는 범위는 측정된 편향과 비교될 수 있고, 클램핑 전압은 측정된 편향이 미리 정의된 범위 내에 들 때까지 조정될 수 있다. 예를 들어, 허용 가능한 편향의 미리 정의된 범위는 삼십(30) 미크론들과 약 칠십(70) 미크론들 사이일 수 있다. 측정된 편향이 약 70 미크론들보다 클 때, 편향이 삼십(30) 미크론들과 약 칠십(70) 미크론들 사이에 있음을 센서가 실시간으로 결정할 때까지 클램핑 전압은 감소될 수 있다. 편향은 두 개 또는 그 초과 위치들에 배치된 센서 조립체(190)로 측정될 수 있으며, 이에 따라 클램핑 전압의 정밀한 조정이 가능하다.

[0055] [0064] 센서(280)는 짧은 시간 간격들에 걸쳐 작업편(101)의 편향의 변화들을 측정할 수 있다. 제어 시스템(194)은 센서(280)로부터의 편향의 실시간 측정치를 사용하여 작업편(101)에서의 진동을 검출할 수 있다. 제어 시스템(194)은 센서(280)로부터의 편향 데이터를 동일한 기간 동안 클램핑 전압에서의 임의의 변화들과 비교할 수 있다. 정적 클램핑 전압의 경우, 허용 가능한 범위를 벗어난 편향 측정의 변동은 작업편(101)의 움직임 또는 진동을 나타낼 수 있다. 제어 시스템(194)이 기판이 움직이고 있음을 결정하면, 제어 시스템(194)은 클램핑 전압을 조정하고, 센서(280)를 통해 편향의 변화들을 모니터링할 수 있다. 다수의 센서들(280)이 작업편(101)의 편향을 모니터링하고 정전 척(122)이 다수의 클램핑 구역들을 갖추고 있는 실시예들에서, 제어 시스템(194)은 상이한 클램핑 구역들에 위치한 개별 센서들(280)로부터의 데이터를 사용하여 그 특정 클램핑 구역에서 클램핑을 제어할 수 있다. 유리하게, 제어 시스템(194)은 작업편(101) 내의 필름 스트레스를 최소화할 수 있다.

[0056] [0065] 정전 척(122)은 다수의 클램핑 구역들을 구비하고 각 클램핑 구역을 모니터링하는 센서들(280)을 갖는 다수의 센서 조립체(190)를 사용할 수 있다. 도 7a 내지 도 7d는 센서 조립체(190)의 다양한 위치들을 도시하는, 정전 척(122)과 같은 기판 지지부들의 상부 평면도이다. 센서 조립체(190)는 정전 척(122)에 제공된 기존의 홀들 내에 위치할 수 있다. 예를 들어, 센서 조립체(190)는 후방 가스 전달 홀(198) 내에 위치할 수 있다. 센서 조립체(190)는 또한 리프트 핀들(109)의 증공부에 위치하도록 구성될 수 있다. 대안적으로, 센서 조립체(190)가 내부에 위치하도록 배치된 정전 척(122)의 제조 동안 또는 제조 이후에 홀들이 정전 척(122) 내에 형성될 수 있다. 센서 조립체(190)의 위치는 정전 척(122)의 펙(150)에 대한 기존의 구성에 기초하여 결정될 수 있다.

[0057] [0066] 도 7a는 센서 조립체(190)가 후방 가스 전달 홀(198) 및 리프트 핀 홀들(709)을 갖는 펙(150)의 작업편 지지 표면(172) 상에 중심적으로 위치되는 일 실시예를 도시한다. 센서 조립체(190)는 정전 척의 중앙에 있는

후방 가스 전달 홀(198) 내에 위치될 수 있다. 대안적으로, 정전 척(122)의 중앙에 위치한 다른 적합한 홀이 센서 조립체(190)를 위치시키기 위해 사용될 수 있다. 유리하게, 센서 조립체(190)에 대한 이러한 배치는 과잉 척킹 및 작업편(101) 상의 진동 검출을 방지하기 위한 데이터를 제공한다. 데이터는 필름 스트레스를 줄이고 작업편(101)의 결함들을 최소화하는데 활용될 수 있다. 또한, 펍(150)에 형성된 기존의 홀 내에 센서 조립체(190)를 위치시키는 것은 저렴하며 기존의 정전기 척의 새로운 장작을 가능하게 한다.

[0058] [0067] 도 7b는 두 개 또는 그 초과 센서 조립체(791)가 후방 가스 전달 홀(198) 및 리프트 핀 홀들(709)을 갖는 펍(150)의 작업편 지지 표면(172)을 따라 말단에 위치되는 제 2 실시예를 도시한다. 세 개의 센서 조립체들(791)은 리프트 핀 홀들(709) 내에 위치된다. 센서 조립체들(791)은 리프트 핀들(도 1의 항목(109)) 내부에 있을 수 있다. 대안적으로, 센서 조립체(791)는 리프트 핀들을 둘러쌀 수 있다. 또 다른 대안으로, 펍(150) 내의 적합한 홀들이 센서 조립체들을 그 안에 위치시키기 위해 형성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 두 개 또는 그 초과 센서 조립체들(791)은 또한 도 1에 도시된 중앙의 센서 조립체(190)를 포함할 수 있다. 유리하게, 세 개의 말단에 배치된 센서 조립체들(791)의 이러한 배치는 작업편(101)에 작용하는 클램핑 힘들을 한 층 더 제어하는데 필요한 작업편 전체의 편향 데이터를 제공한다. 또한, 말단에 위치한 센서 조립체(791)에 대한 이러한 배치는 정전기 척(122)의 변경하지 않는 펍(150) 상에 제공될 수 있고, 이에 따라 정전 척(122)의 새로운 장작을 가능하게 하고 구현하는데 단지 약간의 비용이 들뿐이다.

[0059] [0068] 도 7c는 다수의 센서 조립체들(711, 712, 713, 714)이 후방 가스 전달 홀(198) 및 리프트 핀 홀들(709)을 갖는 펍(150)의 작업편 지지 표면(172)을 따라 말단에 위치되는 제 3 실시예를 도시한다. 네 개의 센서 조립체들(711, 712, 713, 714)은 적합한 홀들 내에 위치된다. 적합한 홀들은 후방 가스 홀들, 리프트 핀 홀들, 또는 펍(150)에 형성된 다른 홀들일 수 있다. 센서 조립체들(711, 712, 713, 714)은 펍(150)상의 네 개의 사분면들에 걸쳐 척킹 힘의 변동들 또는 작업편의 진동들을 검출할 수 있다. 일부 실시예들에서, 다수의 센서 조립체들(711, 712, 713, 714)은 또한 도 1에 도시된 중앙의 센서 조립체(190)를 포함할 수 있다. 유리하게, 센서 조립체들(711, 712, 713, 714)의 이러한 배치는 작업편(101)에 작용하는 클램핑 힘들의 정밀한 제어를 위해 작업편(101)의 네 개의 사분면들을 통한 측정들을 제공한다. 따라서, 각 사분면에서의 클램핑 힘(F_c)은 실시간으로 모니터링되고 조정되어, 과잉 클램핑의 방지 및 작업편(101)에서의 진동들의 용이한 검출을 가능하게 할 수 있다.

[0060] [0069] 도 7d는 다수의 센서 조립체들(721-728, 190)이 후방 가스 전달 홀(198) 및 리프트 핀 홀들(709)을 갖는 펍(150)의 작업편 지지 표면(172)에 걸쳐 위치한 제 4 실시예를 도시한다. 센서 조립체들(721-728, 190)은 동심원 행들 및/또는 척킹 전극들의 배치에 대응하는 펍(150)의 영역들에 배치될 수 있다. 예를 들어, 정전 척(122)은 동심원으로 배치된 복수의 독립적인 척킹 전극들을 가질 수 있다. 센서 조립체들(721-728)은 내측 링 그룹(730) 및 외측 링 그룹(740)에 배치될 수 있다. 센서 조립체들(721-728)은 펍(150) 내의 척킹 전극들을 따라 작업편 내의 척킹 힘들 또는 진동들의 작은 변동들을 검출할 수 있다. 일부 실시예들에서, 다수의 센서 조립체들(721-728)은 또한 도 7a에 도시된 중앙의 센서 조립체(190) 및/또는 도 7b에 도시된 센서 조립체들(790-793)을 포함할 수 있다. 유리하게, 센서 조립체들(721-728)의 이러한 배치는 과잉 척킹으로부터 강화된 보호를 위해 작업편(101)의 전체에 걸쳐 별개의 편향 편향 측정들을 제공한다.

[0061] [0070] 유리하게, 본 명세서에 기재된 센서 조립체는 정전 척에 배치된 작업편의 과잉 척킹을 방지하는 것을 돕는다. 과잉 척킹을 방지하면 또한 제조하는 동안 필름 스트레스를 줄이는데 도움을 준다. 하나 또는 그 초과 센서 조립체들의 배치들은 서로 다른 구역들에서 균형 잡히지 않은 척킹 힘들을 방지하는데 사용될 수 있고, 작업편 진동이 해결되게 한다. 위에 기재된 실시예들은 정전 척상의 작업편의 과잉 척킹을 측정하기 위한 쉽고 비용 효과적인 해결책을 제공한다. 정전 척들을 변경 없이 사용하면 기존의 공정 장비를 비용 효과적인 방식으로 하나 또는 그 초과 센서 조립체들로 재장비할 수 있으면서, 보다 광범위한 범위의 척 제조 변동들을 수용하는 보다 일관되고 예측 가능한 클램핑 힘을 제공할 수 있다.

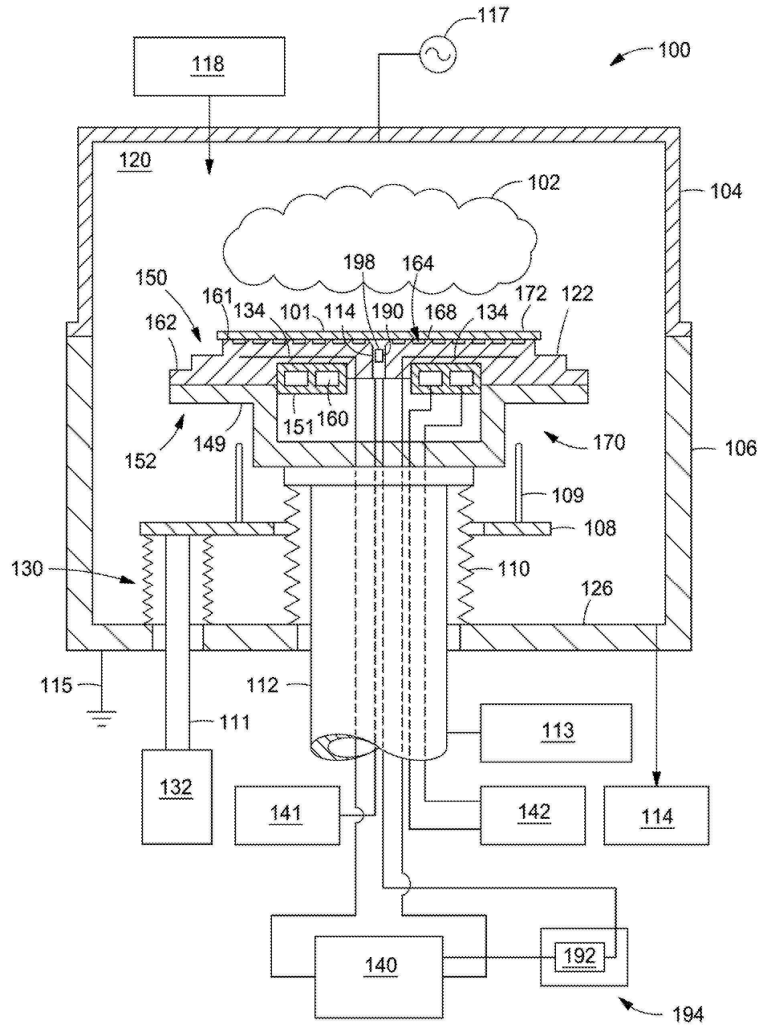
[0062] [0071] 본 명세서에 언급되지 않은 많은 변경들 및 다른 실시예들은 전술한 설명들 및 연관된 도면들에 제시된 가르침들의 이득을 갖는, 실시예들이 속하는 기술 분야의 본 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 떠오를 것이다. 그러므로 상세한 설명 및 청구항들은 개시된 특정 실시예들에 제한되지 않으며 변경들 및 다른 실시예들은 첨부된 청구항들의 범위 내에 포함되는 것으로 의도된다는 것을 이해하여야 한다. 실시예들이 첨부된 청구항들 및 그 균등물들의 범위 내에 속한다면 실시예들은 실시예들의 변경들 및 변형들을 포함하는 것으로 의도된다. 본 명세서에서 특정 용어들이 사용되었지만, 이들 용어들은 제한적인 목적이 아닌 일반적이고 설명적인 의미만으로 사용된다.

[0063]

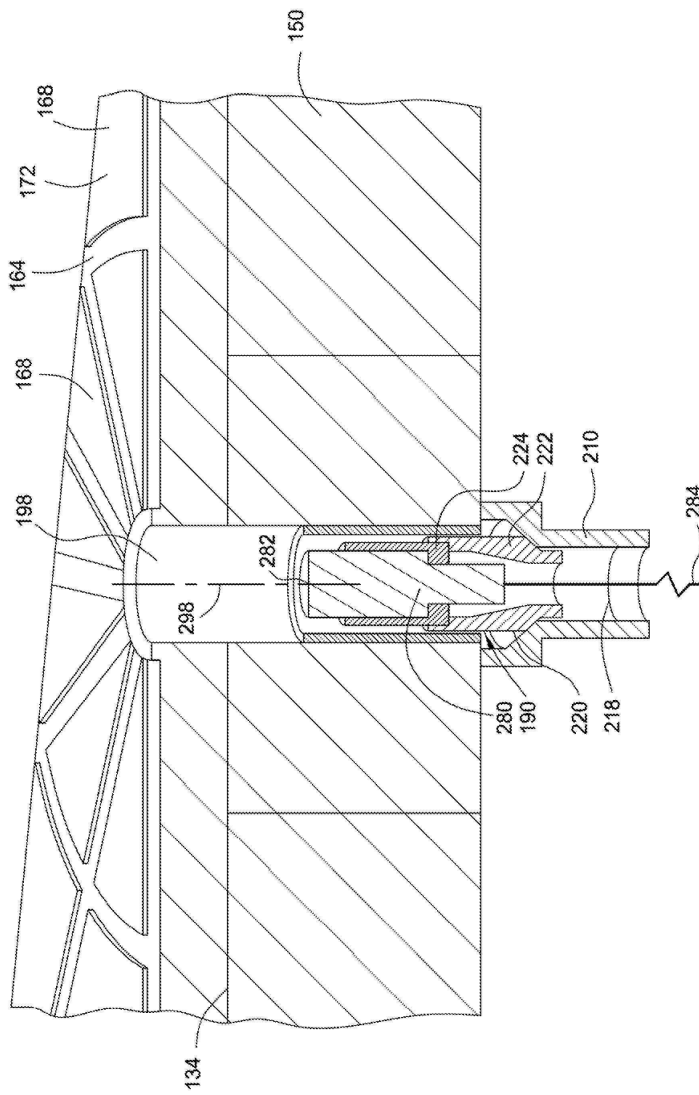
[0072] 전술한 내용은 본 발명의 실시예들에 관한 것이지만, 본 발명의 다른 실시예들 및 추가 실시예들은 본 발명의 기본 범위를 벗어나지 않고 고안될 수 있으며, 그 범위는 다음의 청구항들에 의해 결정된다.

도면

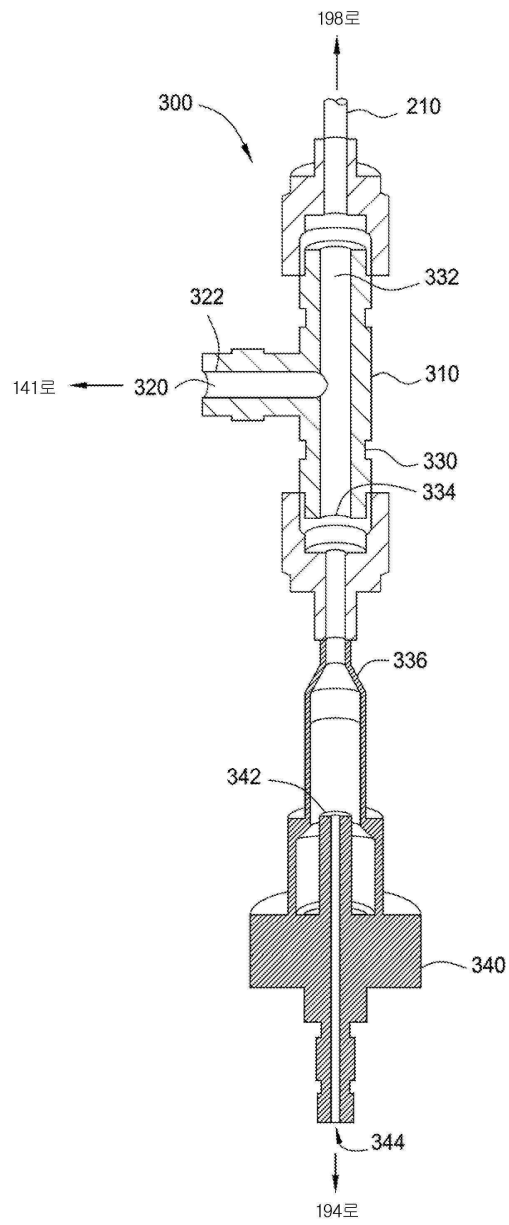
도면1



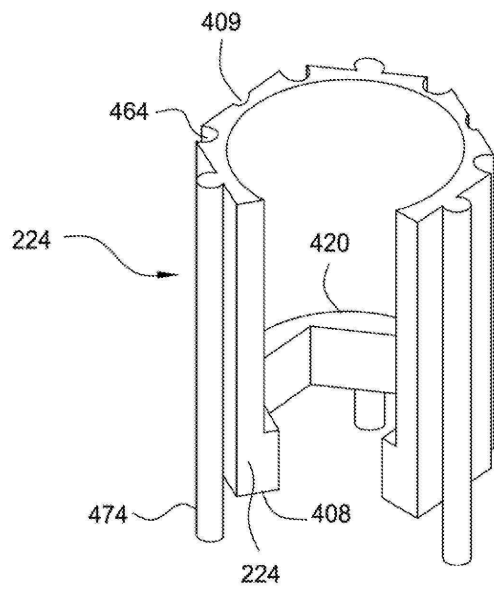
도면2



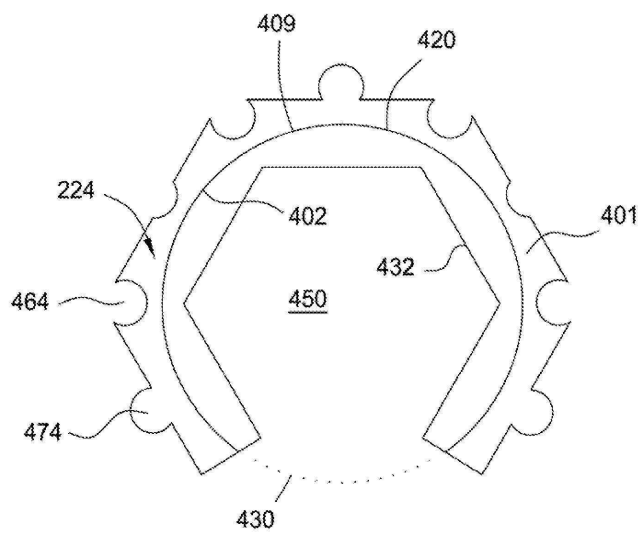
도면3



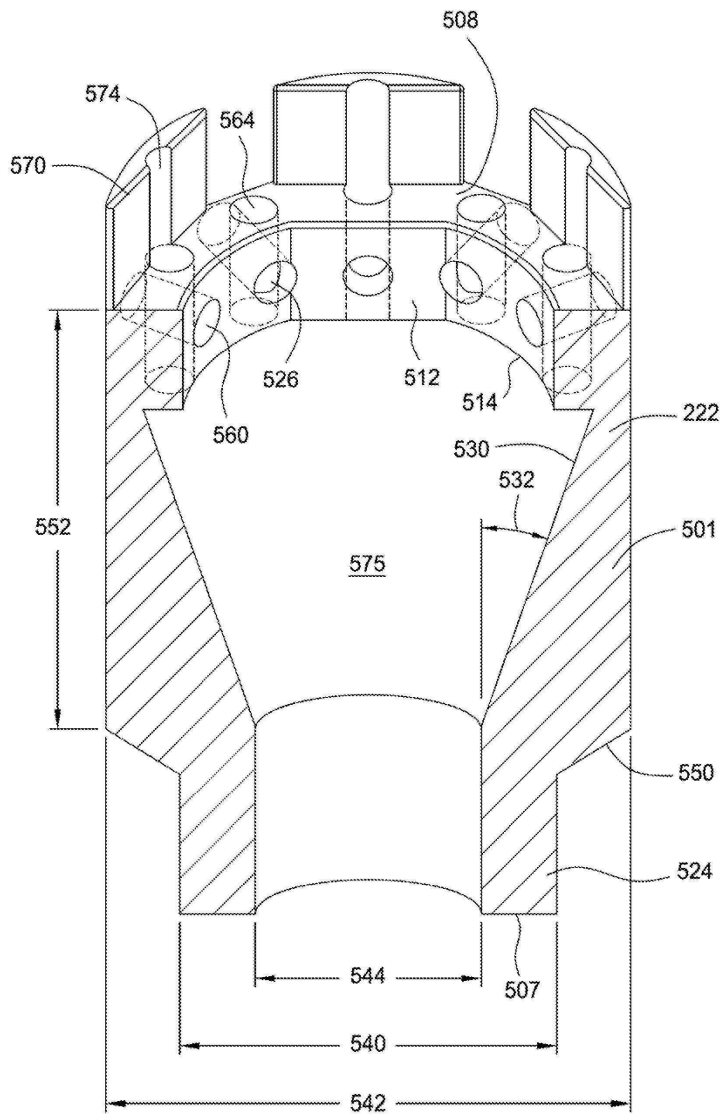
도면4a



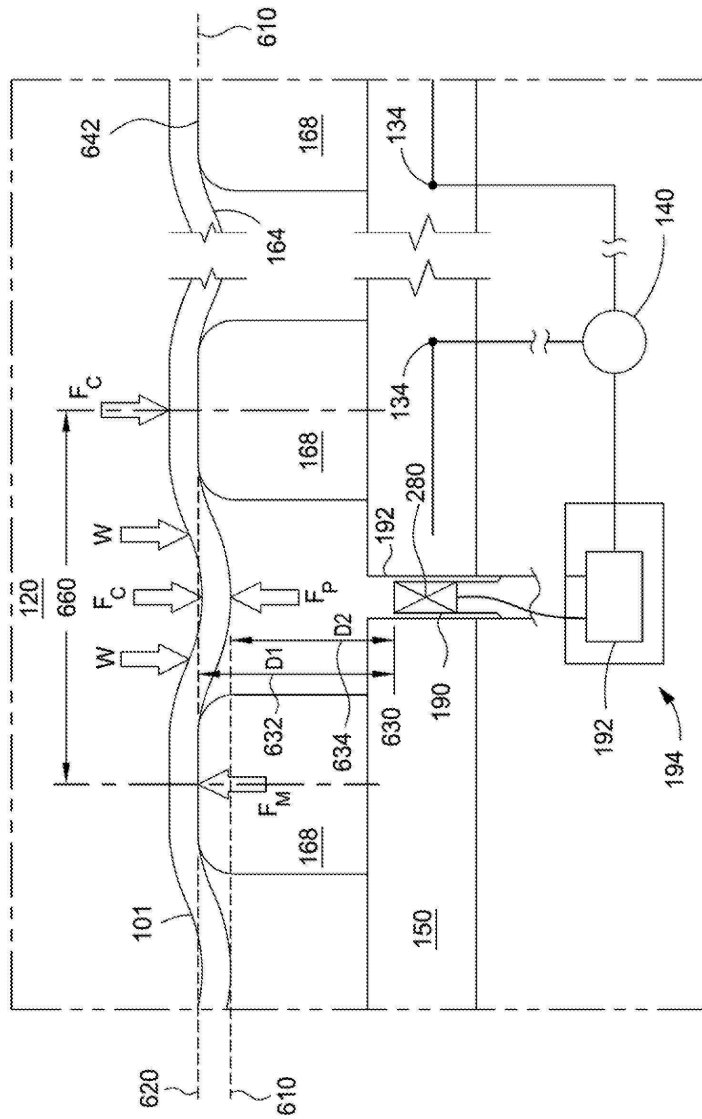
도면4b



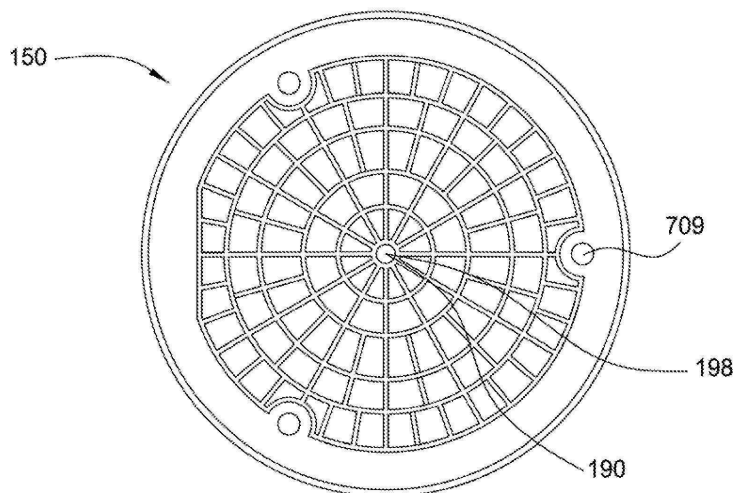
도면5



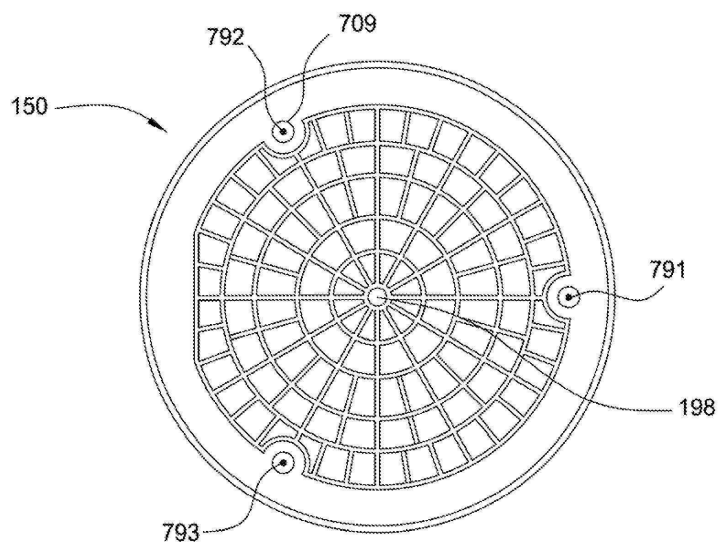
도면6



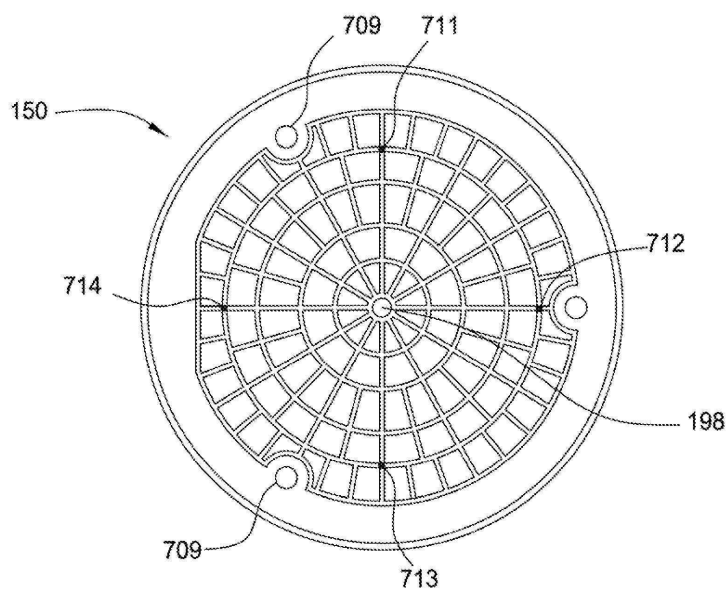
도면 7a



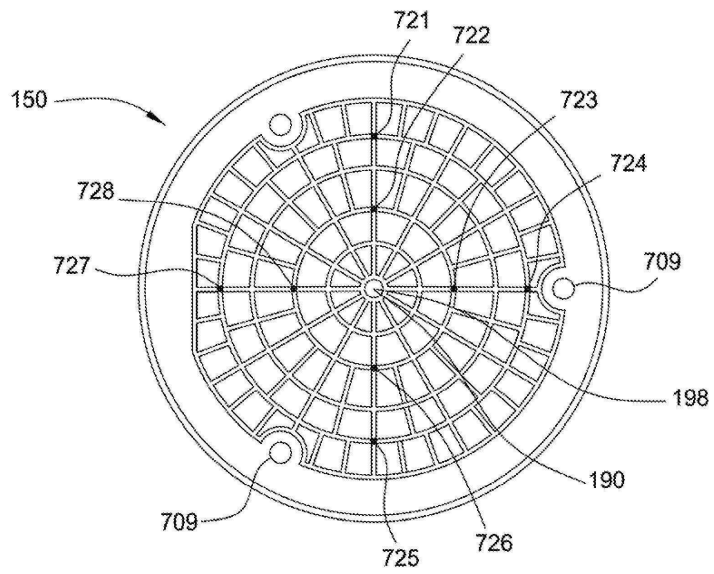
도면7b



도면7c



도면 7d



도면8

