



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년05월19일

(11) 등록번호 10-2810211

(24) 등록일자 2025년05월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 7/02 (2006.01) H01B 1/02 (2006.01)
H01B 7/18 (2006.01) H02G 3/04 (2023.01)

(52) CPC특허분류
H01B 7/0216 (2013.01)
H01B 1/023 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-7043386

(22) 출원일자(국제) 2020년06월02일

심사청구일자 2023년05월19일

(85) 번역문제출일자 2021년12월30일

(65) 공개번호 10-2022-0027091

(43) 공개일자 2022년03월07일

(86) 국제출원번호 PCT/US2020/035709

(87) 국제공개번호 WO 2020/247375

국제공개일자 2020년12월10일

(30) 우선권주장

62/858,738 2019년06월07일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2005347620 A*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 23 항

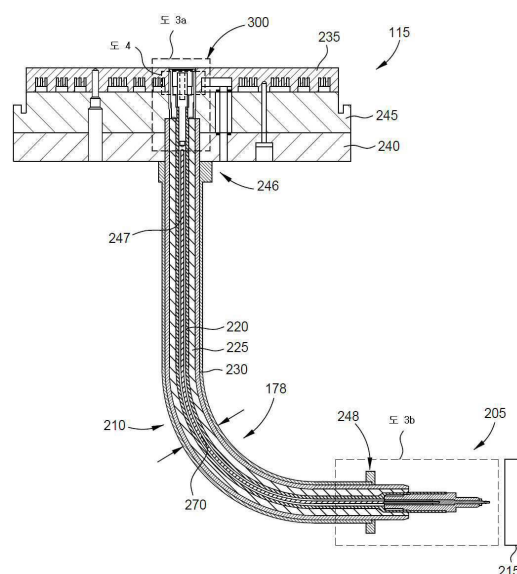
심사관 : 김은경

(54) 발명의 명칭 심리스 전기 도관

(57) 요약

본 개시내용의 실시예들은 일반적으로 일체형 전기 도관에 관한 것이며, 그 일체형 전기 도관은, 중앙 전도체, 중앙 전도체의 제1 단부에 커플링된 소켓, 중앙 전도체의 제2 단부에 커플링된 수형 인서트, 중앙 전도체를 둘러싸는 유전체 시스, 및 유전체 시스를 둘러싸는 외측 전도체를 포함하고, 여기서, 일체형 전기 도관의 길이를 따라 실질적으로 90도 굴곡부가 형성된다.

대표도 - 도2a



(52) CPC특허분류

H01B 1/026 (2013.01)
H01B 7/1875 (2013.01)
H01B 7/423 (2013.01)
H02G 3/0406 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP2009049009 A*
JP2009231683 A*
JP2013543269 A*
JP2016058670 A*
US20120247678 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

일체형 전기 도관으로서,

중앙 전도체;

상기 중앙 전도체의 제1 단부에 커플링된 소켓;

상기 중앙 전도체의 제2 단부에 커플링된 수형 인서트(male insert);

상기 중앙 전도체를 둘러싸는 유전체 시스(dielectric sheath) — 상기 유전체 시스는 제1 유전체 층 및 상기 제1 유전체 층을 둘러싸는 제2 유전체 층을 포함함 —; 및

상기 유전체 시스를 둘러싸는 외측 전도체를 포함하며,

상기 일체형 전기 도관의 길이를 따라 실질적으로 90도 굴곡부가 형성되는, 일체형 전기 도관.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 중앙 전도체는 구리(Cu) 재료를 포함하는 튜브를 포함하고, 상기 중앙 전도체는 열 및 전기를 전도하는 데 이용되고, 그리고 상기 외측 전도체는 알루미늄(Al) 재료를 포함하는, 일체형 전기 도관.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 외측 전도체에 커플링된 제1 플랜지(flange) 및 제2 플랜지를 더 포함하는, 일체형 전기 도관.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 플랜지는 상기 외측 전도체의 제1 단부에 커플링되고, 상기 제2 플랜지는 상기 외측 전도체의 제2 단부에 커플링되는, 일체형 전기 도관.

청구항 5

챔버로서,

프로세싱 볼륨을 정의하는 챔버 바디;

상기 프로세싱 볼륨 내에 이동가능하게 배치된 기관 지지부; 및

상기 기관 지지부에 커플링된 일체형 전기 도관을 포함하며,

상기 일체형 전기 도관은,

중앙 전도체;

상기 중앙 전도체를 둘러싸는 유전체 시스 — 상기 유전체 시스는 제1 유전체 층 및 상기 제1 유전체 층을 둘러싸는 제2 유전체 층을 포함함 —; 및

상기 유전체 시스를 둘러싸는 외측 전도체를 포함하고,

상기 일체형 전기 도관의 길이를 따라 실질적으로 90도 굴곡부가 형성되는, 챔버.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 중앙 전도체는 구리(Cu) 재료를 포함하는 튜브를 포함하고, 그리고 상기 외측 전도체는 알루미늄(Al) 재료를 포함하는, 챔버.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 외측 전도체의 제1 단부에 커플링되는 제1 플랜지 및 상기 외측 전도체의 제2 단부에 커플링되는 제2 플랜지를 더 포함하는, 챔버.

청구항 8

일체형 전기 도관을 형성하기 위한 방법으로서,

직선 물품을 형성하는 단계 - 상기 직선 물품을 형성하는 단계는,

전기 전도성 재료로 제조된 제1 튜브를 제공하는 단계;

상기 제1 튜브의 둘레 주위에 유전체 시스를 설치하는 단계;

상기 유전체 시스의 외측 표면을 둘러싸도록 전기 전도성 재료로 제조된 제2 튜브를 제공하는 단계를 포함함 -; 및

상기 직선 물품에 굴곡부를 형성하는 단계를 포함하며,

상기 굴곡부는 실질적으로 90도인, 일체형 전기 도관을 형성하기 위한 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제1 튜브 및 상기 제2 튜브는 상기 유전체 시스를 설치하기 전에 어닐링되는, 일체형 전기 도관을 형성하기 위한 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

플랜지들이 상기 굴곡부를 형성하기 전에 상기 제2 튜브의 대향 단부들에서 상기 제2 튜브에 용접되는, 일체형 전기 도관을 형성하기 위한 방법.

청구항 11

일체형 전기 도관으로서,

제1 튜브를 포함하는 중앙 전도체;

상기 중앙 전도체의 제1 단부에 커플링된 소켓 - 상기 소켓은 나사산형 연결부를 포함함 -;

상기 중앙 전도체의 제2 단부에 커플링된 수형 인서트;

상기 중앙 전도체를 둘러싸는 유전체 시스 - 상기 유전체 시스는 제1 유전체 층 및 상기 제1 유전체 층을 둘러싸는 제2 유전체 층을 포함함 -; 및

상기 제1 튜브 및 상기 유전체 시스를 둘러싸는 제2 튜브를 포함하는 외측 전도체를 포함하며,

상기 일체형 전기 도관의 길이를 따라 실질적으로 90도 굴곡부가 형성되는, 일체형 전기 도관.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제2 단부는 제1 전도체 및 제2 전도체를 갖는 커넥터를 포함하고, 상기 제2 전도체는 상기 수형 인서트를

둘러싸는, 일체형 전기 도관.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제1 전도체는 상기 수형 인서트에 전기적으로 커플링되는, 일체형 전기 도관.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 제1 전도체는 상기 제1 단부로 연장하고, 상기 소켓은 상기 제1 전도체에 전기적으로 커플링되는, 일체형 전기 도관.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 수형 인서트는 상기 유전체 시스의 단부를 지나 연장하는, 일체형 전기 도관.

청구항 16

제11항에 있어서,

상기 나사산형 연결부는 상기 수형 인서트 및 상기 소켓 사이에 전기적 통신을 제공하는, 일체형 전기 도관.

청구항 17

삭제

청구항 18

제11항에 있어서,

상기 외측 전도체에 커플링된 제1 플랜지 및 제2 플랜지를 더 포함하는, 일체형 전기 도관.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 제1 플랜지는 상기 외측 전도체의 제1 단부에 커플링되고, 상기 제2 플랜지는 상기 외측 전도체의 제2 단부에 커플링되는, 일체형 전기 도관.

청구항 20

제11항에 있어서,

상기 중앙 전도체는 구리(Cu) 재료를 포함하는, 일체형 전기 도관.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 외측 전도체는 알루미늄(Al) 재료를 포함하는, 일체형 전기 도관.

청구항 22

제20항에 있어서,

상기 제1 튜브는 구리(Cu) 재료로 제조되는,

일체형 전기 도관.

청구항 23

일체형 전기 도관으로서,

중앙 전도체;

상기 중앙 전도체의 제1 단부에 커플링된 소켓;

상기 중앙 전도체의 제2 단부에 커플링된 수형 인서트(male insert);

상기 중앙 전도체를 둘러싸는 유전체 시스(dielectric sheath); 및

외측 전도체를 포함하며,

상기 외측 전도체의 길이를 따라 실질적으로 90도 굴곡부가 형성되고, 상기 수형 인서트는 상기 유전체 시스의 단부를 지나 연장하는, 일체형 전기 도관.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 중앙 전도체는 제1 튜브를 포함하고;

상기 소켓은 나사산형 연결부를 포함하고; 그리고

상기 외측 전도체는 상기 제1 튜브 및 상기 유전체 시스를 둘러싸는 제2 튜브를 포함하는,

일체형 전기 도관.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 개시내용의 실시예들은 일반적으로, 반도체 디바이스들의 제조에서 이용되는 장치 및 방법들에 관한 것이다. 더 구체적으로, 본 개시내용의 실시예들은 반도체 디바이스들을 형성하기 위해 기판 프로세싱 챔버 내의 정전 척에 전력을 제공하기 위한 전기 도관에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 집적 회로들은 단일 칩 상에 수 백만 개의 트랜지스터들, 커패시터들, 및 저항기들을 포함할 수 있는 복잡한 디바이스들로 진화되었다. 칩 설계들의 진화는 더 빠른 회로부 및 더 큰 회로 밀도를 지속적으로 수반한다. 더 큰 회로 밀도들을 갖는 더 빠른 회로들에 대한 요구들은 그러한 집적 회로들을 제조하는 데 사용되는 재료들에, 대응하는 요구들을 부과한다.
- [0003] 더 큰 집적 회로 밀도들에 대한 요구들은 또한, 집적 회로 컴포넌트들의 제조에 사용되는 프로세스들에 요구들을 부과한다. 예컨대, 챔버에서의 플라즈마의 생성을 용이하게 하기 위한 RF(radio frequency) 전극이 내부에 매립되어 있는 정전 척들을 사용하는 프로세스들에서, 정전 척 내의 전극에 RF 전력을 제공하는 전기 전도체들은 낮은 RF 전력이 인가될 때에만 적절하게 기능하는 경향이 있다. 더 높은 RF 전력이 종래의 전기 전도체들에 제공될 때, 아킹이 발생할 수 있다.
- [0004] 따라서, 당업계에서 필요한 것은 척에 전력을 제공하는 전기 도관들을 위한 개선된 방법들 및 장치이다.

발명의 내용

- [0005] 본 개시내용의 실시예들은 일반적으로, 반도체 디바이스들의 제조에서 이용되는 장치 및 방법들에 관한 것이다. 더 구체적으로, 본 개시내용의 실시예들은 기판 프로세싱 챔버 내의 정전 척에 전력을 제공하기 위한 전기 도관에 관한 것이다.
- [0006] 일 실시예에서, 중앙 전도체, 중앙 전도체의 제1 단부에 커플링된 소켓, 중앙 전도체의 제2 단부에 커플링된 수형 인서트(male insert), 중앙 전도체를 둘러싸는 유전체 시스(dielectric sheath), 및 유전체 시스를 둘러싸는 외측 전도체를 포함하는 일체형 전기 도관이 제공되며, 여기서, 일체형 전기 도관의 길이를 따라 실질적으로 90도 굴곡부가 형성된다.
- [0007] 다른 실시예에서, 프로세싱 볼륨을 정의하는 챔버 바디, 프로세싱 볼륨에 이동가능하게 배치된 기판 지

지부, 및 기판 지지부에 커플링된 일체형 전기 도관을 포함하는 챔버가 제공된다. 일체형 전기 도관은 중앙 전도체, 중앙 전도체를 둘러싸는 유전체 시스, 및 유전체 시스를 둘러싸는 외측 전도체를 포함하며, 여기서 일체형 전기 도관의 길이를 따라 실질적으로 90도 굴곡부가 형성된다.

[0008] 다른 실시예에서, 일체형 전기 도관을 형성하기 위한 방법이 제공된다. 방법은, 직선 물품을 형성하는 단계 - 직선 물품을 형성하는 단계는, 전기 전도성 재료로 제조된 제1 튜브를 제공하는 단계, 제1 튜브의 둘레 주위에 유전체 시스를 설치하는 단계, 유전체 시스의 외측 표면을 둘러싸도록 전기 전도성 재료로 제조된 제2 튜브를 제공하는 단계를 포함함 -, 및 직선 물품에 굴곡부를 형성하는 단계를 포함하며, 여기서 굴곡부는 실질적으로 90도이다.

도면의 간단한 설명

[0009] 본 개시내용의 위에서 언급된 특징들이 상세히 이해될 수 있는 방식으로, 위에서 간략하게 요약된 본 개시내용의 더 구체적인 설명이 실시예들을 참조하여 이루어질 수 있는데, 이러한 실시예들 중 일부는 첨부된 도면들에 예시되어 있다. 그러나, 첨부된 도면들이 본 개시내용의 통상적인 실시예들만을 예시하는 것이므로, 본 개시내용의 범위를 제한하는 것으로 간주되지 않아야 한다는 것이 주목되어야 하는데, 이는 상기 개시내용이 다른 균등하게 유효한 실시예들을 허용할 수 있기 때문이다.

[0010] 도 1은 예시적인 프로세싱 챔버의 개략적인 측면도이다.

[0011] 도 2a 및 도 2b는 전기 도관의 개략적인 단면도들이다.

[0012] 도 3a는 도 2a의 전기 도관의 제1 단부의 확대된 단면도이다.

[0013] 도 3b는 도 2a의 전기 도관의 제2 단부의 단면도이다.

[0014] 도 4는 도 2a의 정전 척의 일부의 확대된 단면도이다.

[0015] 이해를 용이하게 하기 위하여, 도면들에 공통적인 동일한 엘리먼트들을 지정하기 위해 가능한 경우 동일한 참조 번호들이 사용되었다. 일 실시예의 엘리먼트들 및 특징들이 추가적인 인용 없이 다른 실시예들에 유익하게 통합될 수 있다는 것이 고려된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 본 개시내용의 실시예들은 전자 디바이스들의 제조에서 기판 프로세싱에 이용되는 기판 프로세싱 챔버에 관한 것이다. 기판 프로세싱은 증착 프로세스들, 에칭 프로세스들 뿐만 아니라, 기판들 상에 전자 디바이스들을 제조하는 데 사용되는 다른 저압 프로세스들, 플라즈마 프로세스들, 열 프로세스들을 포함한다. 본 개시내용의 예시적인 양상들로부터 이익을 얻도록 구성될 수 있는 프로세싱 챔버들 및/또는 시스템들의 예들은 캘리포니아 산타클라라에 위치한 Applied Materials, Inc.로부터 상업적으로 입수가 가능한 Producer[®] APF[™] PECVD 시스템이다. 다른 제조자들로부터의 프로세싱 챔버들 및/또는 프로세싱 플랫폼들을 포함하는 다른 프로세싱 챔버들 및/또는 프로세싱 플랫폼들이 본 개시내용의 양상들로부터 이익을 얻도록 구성될 수 있다는 것이 고려된다.

[0017] 본 명세서에서 개시되는 증착 챔버의 실시예들은 메모리 디바이스들의 제조를 위해, 그리고 특히, 메모리 디바이스들의 제조 동안 이용되는 하드마스크들의 증착을 위해 이용될 수 있다. 현재의 메모리 디바이스들은 그 메모리 디바이스들에 전압을 인가하지 않고 매우 긴 시간 기간 동안, 저장된 데이터를 보유할 수 있으며, 그러한 메모리 디바이스들의 판독 레이트는 비교적 높다. 저장된 데이터를 소거하고 데이터를 메모리 디바이스들에 재기입하는 것은 비교적 쉽다. 따라서, 메모리 디바이스들은 마이크로-컴퓨터들 및 자동 제어 시스템들 등에서 널리 사용되었다. 비트 밀도를 증가시키고 메모리 디바이스들의 비트 당 비용을 감소시키기 위해, 3D NAND(AND가 아닌 3차원) 메모리 디바이스들이 개발되었다. 다른 메모리 디바이스들, 이를테면, DRAM(dynamic random access memory), EM(expanded memory) 및 ReRAM(resistive random access memory) 뿐만 아니라 이들을 형성하기 위한 진보된 하드마스크 재료들이 또한, 반도체 산업에서의 진보들을 추가로 가능하게 하기 위해 개발되고 있다.

[0018] 메모리 셀 층들의 수가 증가함에 따라 비용을 감소시키기 위해 수직 게이트 3D 메모리 셀들이 3D NAND 기술들을 위해 탐구되고 있다. 산화물/실리콘 및 산화물/질화물 층 스택들은 재료 통합 장점들로 인해 유용하지만, 메모리 셀 층들의 수가 증가함에 따라, 층들의 두께가 제한 인자가 된다. 따라서, 메모리 셀 층들의 두께를 감소시키는 데 관심이 있지만, 산화물 품질(즉, 항복 전압(breakdown voltage)), 실리콘 저항률, 및 높은

중형비 에칭의 문제들이 감소된 층 두께로 지속된다.

- [0013] [0019] 도 1은 증착 프로세스를 수행하기에 적합한 예시적인 프로세싱 챔버(100)의 개략적인 측면면도이다. 일 실시예에서, 프로세싱 챔버(100)는 진보된 패터닝 막들, 이를테면 하드마스크 막들, 예컨대 비정질 탄소 하드마스크 막들을 기판 상에 증착하도록 구성될 수 있다.
- [0014] [0020] 프로세싱 챔버(100)는 덮개 조립체(105), 챔버 바디(192) 상에 배치된 스페이서(110), 기판 지지부(115), 및 가변 압력 시스템(120)을 포함한다. 덮개 조립체(105)는 덮개 플레이트(125) 및 열 교환기(130)를 포함한다. 도시된 실시예에서, 덮개 조립체(105)는 또한 샤워헤드(135)를 포함한다. 그러나, 다른 실시예들에서, 덮개 조립체(105)는 오목한 또는 돔-형상 가스 도입 플레이트(도 7에 도시됨)를 포함한다.
- [0015] [0021] 덮개 조립체(105)는 프로세싱 가스 소스(140)에 커플링된다. 프로세싱 가스 소스(140)는 기판 지지부(115) 상에 지지된 기판(145) 상에 막들을 형성하기 위한 전구체 가스들을 포함한다. 일 예로서, 프로세싱 가스 소스(140)는 특히, 탄소 함유 가스들, 수소 함유 가스들, 헬륨과 같은 전구체 가스들을 포함한다. 특정 예에서, 탄소 함유 가스는 아세틸렌(C_2H_2)을 포함한다. 프로세싱 가스 소스(140)는 덮개 조립체(105)에 배치된 플레넘(plenum)(190)에 전구체 가스들을 제공한다. 덮개 조립체는 프로세싱 가스 소스(140)로부터 플레넘(190) 내로 전구체 가스들을 지향시키기 위한 하나 이상의 채널들을 포함한다. 플레넘으로부터, 전구체 가스들은 샤워헤드(135)를 통해 프로세싱 볼륨(160) 내로 유동한다.
- [0016] [0022] 덮개 조립체(105)는 또한 선택적인 원격 플라즈마 소스(150)에 커플링된다. 원격 플라즈마 소스(150)는 덮개 조립체(105)와 기판(145) 사이의 스페이서(110) 내부에 형성된 프로세싱 볼륨(160)에 세정 가스들을 제공하기 위해 세정 가스 소스(155)에 커플링된다. 일 예에서, 세정 가스들은 덮개 조립체(105)를 통해 축방향으로 형성된 중앙 도관(191)을 통해 제공된다. 다른 예에서, 세정 가스들은 전구체 가스들을 지향시키는 동일한 채널들을 통해 제공된다. 예시적인 세정 가스들은 산소-함유 가스들, 이를테면 산소 및/또는 오존, 또한 불소 함유 가스들, 이를테면 NF_3 , 또는 이들의 조합들을 포함한다.
- [0017] [0023] 원격 플라즈마 소스(150)에 부가하여 또는 그에 대한 대안으로서, 덮개 조립체(105)는 또한 제1 또는 상부 RF(radio frequency) 전력 소스(165)에 커플링된다. 제1 RF 전력 소스(165)는 세정 가스로부터 생성된 플라즈마와 같은 플라즈마의 유지 또는 생성을 용이하게 한다. 일 예에서, 원격 플라즈마 소스(150)는 생략되고, 세정 가스는 제1 RF 전력 소스(165)를 통해 인 시츄(in situ)로 플라즈마로 이온화된다. 기판 지지부(115)는 제2 또는 하부 RF 전력 소스(170)에 커플링된다. 제1 RF 전력 소스(165)는 고주파수 RF 전력 소스(예컨대, 약 13.56 MHz 또는 약 40 MHz)일 수 있고, 제2 RF 전력 소스(170)는 저주파수 RF 전력 소스(예컨대, 약 2 MHz 또는 약 13.56 MHz)일 수 있다. 다른 주파수들이 또한 고려된다는 것을 유의해야 한다. 일부 구현들에서, 제2 RF 전력 소스(170)는 혼합 주파수 RF 전력 소스이며, 고주파수 및 저주파수 전력 둘 모두를 제공한다. 특히 제2 RF 전력 소스(170)에 대한 이중 주파수 RF 전력 소스의 이용은 막 증착을 개선시킨다. 13.56 MHz 및 40 MHz와 같은 이중 주파수 전력들을 제공하는 제2 RF 전력 소스(170)를 이용할 때, 13.56 MHz 주파수는 증착된 막으로의 종의 주입을 개선시키고, 40 MHz 주파수는 막의 이온화 및 증착 레이트를 증가시킨다.
- [0018] [0024] 제1 RF 전력 소스(165) 및 제2 RF 전력 소스(170) 중 하나 또는 둘 모두는 프로세싱 볼륨(160)에서 플라즈마를 생성 또는 유지하는 데 이용된다. 예컨대, 제2 RF 전력 소스(170)는 증착 프로세스 동안 이용될 수 있고, 제1 RF 전력 소스(165)는 세정 프로세스 동안(단독으로 또는 원격 플라즈마 소스(150)와 함께) 이용될 수 있다. 일부 증착 프로세스들에서, 제1 RF 전력 소스(165)는 제2 RF 전력 소스(170)와 함께 사용된다. 증착 프로세스 동안, 제1 RF 전력 소스(165) 및 제2 RF 전력 소스(170) 중 하나 또는 둘 모두는 전구체 가스의 이온화를 용이하게 하기 위해 프로세싱 볼륨(160)에서 약 4 킬로와트(kW) 내지 약 9 kW, 이를테면 약 4 kW 내지 약 6 kW의 전력을 제공한다.
- [0019] [0025] 기판 지지부(115)는 Z 방향으로의 기판 지지부(115)의 이동을 제공하는 액추에이터(175)에 커플링된다. 기판 지지부(115)는 또한, 제2 RF 전력 소스(170) 뿐만 아니라 다른 전력 및 유체 연결부들과의 연동을 유지하면서 기판 지지부(115)의 수직 이동을 허용하는 전기 도관(178)에 커플링된다. 스페이서(110)는 챔버 바디(192) 상에 배치된다. 스페이서(110)의 높이는 프로세싱 볼륨(160) 내에서 수직으로 기판 지지부(115)의 이동을 허용한다. 일 예에서, 기판 지지부(115)는 덮개 조립체(105)에 대해(예컨대, 샤워헤드(135)의 하부 표면에 대해) 제1 거리(180A)로부터 제2 거리(180B)로 이동가능하다. 일부 실시예들에서, 제1 거리(180A)는 약 14 인치이고, 제2 거리는 약 11.2 인치이다. 종래의 플라즈마 강화 화학 기상 증착(PECVD) 프로세스들과 대조적으로, 스페이서(110)는 기판 지지부(115)와 덮개 조립체(105) 사이의 거리(그리고 그에 따라 그들 사이의

볼륨)를 크게 증가시킨다. 기관 지지부(115)와 덮개 조립체(105) 사이의 증가된 거리는 프로세싱 볼륨(160) 내의 이온화된 종의 충돌들을 감소시켜, 더 적은 인장 응력을 이용하는 막의 증착을 초래한다. 더 적은 인장 응력을 이용하여 증착된 막들은 막이 형성되는 기관들의 개선된 평탄성(planarity)(예컨대, 더 적은 휘어짐(bowing))을 가능하게 한다. 기관들의 감소된 휘어짐은 다운스트림 패터닝 동작들의 개선된 정밀도를 초래한다.

[0020] [0026] 가변 압력 시스템(120)은 제1 펌프(182) 및 제2 펌프(184)를 포함한다. 제1 펌프(182)는 세정 프로세스 및/또는 기관 이송 프로세스 동안 이용될 수 있는 러핑 펌프(roughing pump)이다. 러핑 펌프는 일반적으로, 더 높은 볼류메트릭 유량(volumetric flow rate)들을 이동시키고 그리고/또는 비교적 더 높은(그러나, 여전히 대기압-이하의) 압력을 동작시키도록 구성된다. 일 예에서, 제1 펌프는 세정 프로세스 동안 프로세싱 챔버 내에서 약 300 m-torr 내지 약 800 m-torr, 이를테면 약 400 torr 내지 약 6 m-torr의 압력을 유지한다. 세정 동작들 동안의 러핑 펌프의 이용은 (증착 동작과 비교하여) 세정 가스의 비교적 더 높은 압력들 및/또는 볼류메트릭 유동을 용이하게 한다. 세정 동작 동안의 비교적 더 높은 압력 및/또는 볼류메트릭 유동은 챔버 표면들의 세정을 개선시킨다.

[0021] [0027] 제2 펌프(184)는 증착 프로세스 동안 이용되는 터보 펌프일 수 있다. 터보 펌프는 일반적으로, 비교적 더 낮은 볼류메트릭 유량 및/또는 압력을 동작시키도록 구성된다. 예컨대, 관형 분자 펌프는 증착 프로세스 동안 프로세스 챔버의 프로세싱 볼륨(160)을 약 10 mtorr 미만, 이를테면 약 5 mtorr 이하의 압력으로 유지하도록 구성된다. 증착 동안 유지되는 프로세싱 볼륨(160)의 감소된 압력은, 탄소-계 하드마스크들을 증착할 때, 감소된 인장 응력 및/또는 증가된 sp^2 - sp^3 변환을 갖는 막의 증착을 용이하게 한다. 따라서, 프로세스 챔버(100)는 증착을 개선시키기 위해 비교적 더 낮은 압력을 그리고 세정을 개선시키기 위해 비교적 더 높은 압력 둘 모두를 이용하도록 구성된다.

[0022] [0028] 일부 실시예들에서, 제1 펌프(182) 및 제2 펌프(184) 둘 모두는 증착 프로세스 동안 이용된다. 제1 펌프(182) 및 제2 펌프(184) 중 하나 또는 둘 모두로의 컨덕턴스 경로를 제어하기 위해 밸브(186)가 이용된다. 밸브(186)는 또한 프로세싱 볼륨(160)으로부터 대청적인 펌핑을 제공한다.

[0023] [0029] 도 2a 및 도 2b는 전기 도관(178)의 개략적인 단면도들이다. 전기 도관(178)은 제1 단부(200) 및 제2 단부(205)를 포함한다. 제1 단부(200)는 기관 지지부(115)와 인터페이스하고, 제2 단부(205)는 설비 계면(215)과 인터페이스한다. 설비 계면(215)은 제2 RF 전력 소스(170)(도 1에 도시됨)뿐만 아니라 RF 매치(도시되지 않음)를 포함한다.

[0024] [0030] 전기 도관(178)은 굴곡부(210)가 형성되어 있는 단일(일체형) 복합 전도체이다. 용어들 "단일" 및/또는 "일체형"은 분할불가능한 특성의 유닛(즉, 전체)을 갖는 것으로 정의될 수 있다. 전기 도관(178)은 길이방향으로 일체형 또는 단일 유닛으로서 각각 형성되는 적어도 3개의 피스(piece)들을 포함한다. 용어들 "단일" 및/또는 "일체형"은, 용접되거나, 브레이징(braze)되거나, 또는 다른 방식으로 함께 접합되는 모듈식 또는 이산 컴포넌트들을 포함하는 종래의 전도성 부재들과 구별될 수 있다.

[0025] [0031] 단일 유닛은 직선 배향으로 제조되고, 이어서, 굴곡부(210)를 포함하도록 구부러진다. 따라서, 전기 도관(178)의 3개의 피스들에는 전기 도관의 길이를 따라, 브레이징된 접합부들 또는 시임(seam)들이 없으며, 이는 전기 도관의 효율 및/또는 동작을 증가시킨다. 굴곡부(210)는 실질적으로 90도이며, 여기서 실질적으로라는 용어는 +/- 5도로 정의된다. 3개의 피스들은 중앙 전도체(220), 유전체 시스(225) 및 외측 전도체(230)를 포함한다. 중앙 전도체(220)는 통상적으로, 양호한 전기 전도도 뿐만 아니라 열 전도도를 갖는 금속, 이를테면 구리(Cu)이다. 유전체 시스(225)는 전기 절연성 재료, 이를테면 폴리머 재료, 예컨대 폴리테트라에테르 케톤(PEEK) 또는 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)이다. 외측 전도체(230)는 알루미늄과 같은 금속성 재료이다.

[0026] [0032] 기관 지지부(115)는 유전체 층(245)에 의해 분리된 정전 척(235) 및 설비 플레이트(240)를 포함한다. 중앙 전도체(220)는 설비 플레이트(240)에 RF 전력을 제공하는 반면, 외측 전도체(230)는 접지 연결부(예컨대, 전기적으로 플로팅)로 기능한다.

[0027] [0033] 전기 도관(178)은 제1 단부(200)에 있는 제1 플랜지(flange)(246) 및 제2 단부(205)에 있는 제2 플랜지(248)를 포함한다. 제1 플랜지(246)는 기관 지지부(115)에 커플링되고, 제2 플랜지(248)는 설비 계면(215)에 커플링된다.

[0028] [0034] 도 2a의 전기 도관(178)은 설비 계면(215)으로부터 기관 지지부(115)로 전력 또는 유체들을 전달하는 데 이용될 수 있는 중앙 도관(247)을 포함한다. 예컨대, 중앙 도관(247)은 정전 척(235)에 척킹 전력을 제공하기

위해 이용될 수 있다. 다른 예에서, 중앙 도관(247)은 기관 지지부(115)에 냉각제 및/또는 후방 가스를 제공하기 위해 이용될 수 있다.

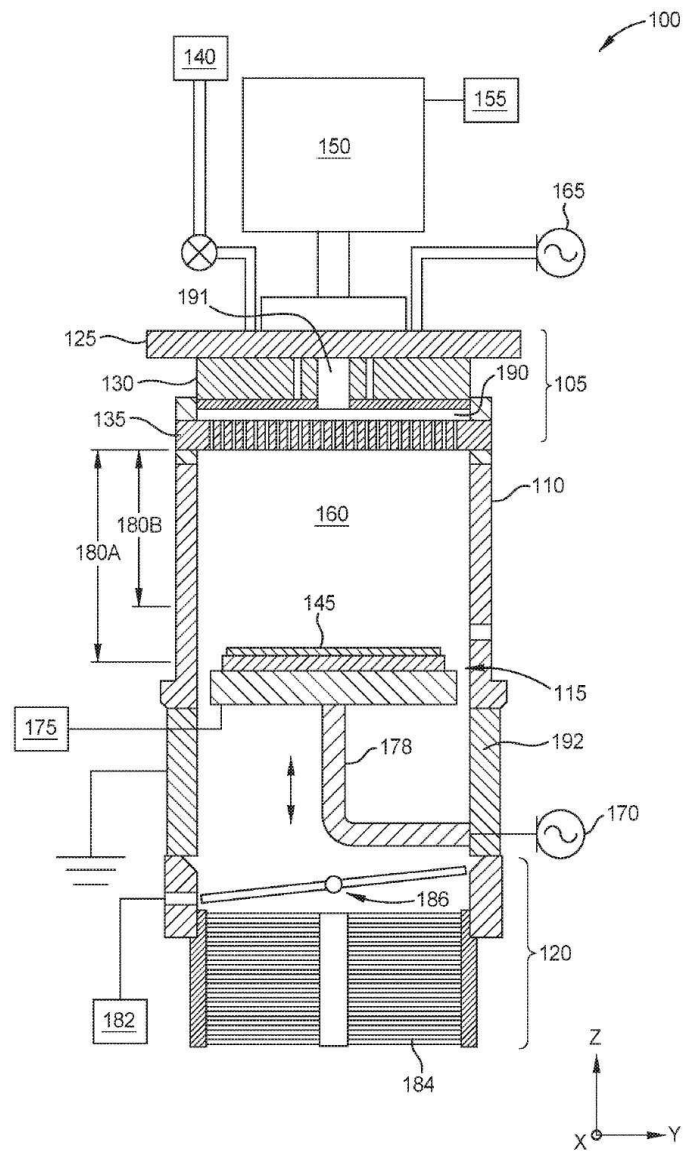
- [0029] [0035] 도 2b는 도 1a에 도시된 전기 도관(178)의 확대된 부분 단면도이다. 전기 도관(178)은 중앙 전도체(220)의 내경에 의해 형성된 공극 또는 중앙 개구(250)를 포함한다. 도 2a에 도시된 중앙 도관(247)은 도 2b의 중앙 개구(250)에 도시되지 않는다. 관형 부재일 수 있는 중앙 전도체(220)는 제1 유전체 층(255)과 제2 유전체 층(260) 사이에 도시된다. 제1 유전체 층(255) 및 제2 유전체 층(260)은 유전체 시스(225)를 포함한다. 관형 부재일 수 있는 외측 전도체(230)는 제2 유전체 층(260)의 외부에 도시된다.
- [0030] [0036] 이러한 실시예에 따른 전기 도관(178)은 종래의 전기 케이블들 또는 전도체들에 비해 개선된 것이다. 예컨대, 전기 도관(178)은 굴곡부(210)(예컨대, 곡선형 또는 아치형 섹션)를 포함하며, 여기서 종래의 전도체들은 2개의 별개의 전도체들의 샤프한(sharp) L-형상 또는 90도 연결을 가질 것이다. 굴곡부(210)는 종래의 90도 연결부에서의 아킹을 제거한다. 추가로, 종래의 전도체들은 시임들에서 브레이징되는 다수의 피스들을 포함한다. 브레이징된 시임들은 중앙 전도체(220)의 전기 저항보다 높은 전기 저항을 갖는다. 따라서, 전기 도관(178)을 하나의 피스로 제공하는 것은 중앙 전도체(220)를 따르는 전류 흐름을 개선시킨다. 단일 피스 설계는 또한, 종래의 전도체와 비교하여, 더 작은 외부 직경을 가지면서 더 견고한 절연을 또한 제공한다.
- [0031] [0037] 부가적으로, 중앙 전도체(220)가 전기 전력을 전달하는 데 이용되는 동안, 중앙 전도체(220)는 또한 기관 지지부(115)로부터 멀리 열을 전도하는 데 이용된다. 예컨대, 전기 도관(178)이 커플링되어 있는 기관 지지부(115)의 테스트가 수행되었으며, 이는 종래의 전도체들과 비교하여 정전 척(235)의 온도의 상당한 감소를 보여줬다.
- [0032] [0038] 중앙 개구(250) 및 중앙 도관(247) 중 하나 또는 둘 모두는 정전 척(235)에 전력을 전달하는 것, 열전대와 같은 온도 프로브들의 라우팅 뿐만 아니라 다른 전기 연결들을 위해 이용될 수 있다. 중앙 개구(250) 및/또는 중앙 도관(247)은 RF 잡음으로부터 효과적으로 차폐되며, 이는 내부에 배치된 컴포넌트들과의 무-잡음(또는 최소 잡음) 커플링을 제공한다.
- [0033] [0039] 전기 도관(178)은, 직선(예컨대, 180도) 배향으로 다양한 전도체들 및 유전체 층들을 제조하고, 이어서, 굴곡부(210)를 포함하도록 직선 배향으로부터, 제조된 물품을 구부림으로써 형성될 수 있다. 중앙 도관(247) 및 외측 전도체(230)는 초기 제조 동안 진공 어닐링된다. 이어서, 유전체 시스(225)가 중앙 전도체(220) 위에 제공된다. 그 후, 외측 전도체(230)가 유전체 시스(225) 위에 제공되어, 구부러지지 않은 조립체를 형성한다. 이어서, 제1 플랜지(246) 및 제2 플랜지(248)는 구부러지지 않은 조립체 상에 용접된다. 용접 이후, 구부러지지 않은 조립체는 지그(jig)에 부착되어 굴곡부(210)를 형성한다. 전기 도관(178)은 구부러지기 전의 외경(270)을 포함하며, 구부러진 이후의 외경은 굴곡부(210)에서 ± 0.06 인치일 수 있다.
- [0034] [0040] 도 3a는 전기 도관(178)의 제1 단부(200)의 확대된 단면도이다. 제1 단부(200)는 외측 유전체 시스(325)로부터 연장되는 커넥터(320)를 포함한다. 도 3b는 전기 도관(178)의 제2 단부(205)의 단면도이다. 제2 단부(205)는 또한 외측 유전체 시스(325)로부터 연장되는 커넥터(330)를 포함한다.
- [0035] [0041] 커넥터(320) 및 커넥터(330)는 외측 유전체 시스(325) 내의 중앙에 위치된 제1 전도체(335)를 포함한다. 외측 유전체 시스(325)는 기관 지지부(115)와의 커플링을 허용하기 위해 전기 도관(178)의 단부의 말단까지 연장되지 않는다. 커넥터(320) 및 커넥터(330)는 또한 제1 전도체(335)를 실질적으로 둘러싸는 제2 전도체(340)를 포함한다.
- [0036] [0042] 커넥터(320)를 참조하면, 제1 전도체(335)는 전도성 하우징(350)에 의해 제1 전도체(335)에 커플링된 소켓(345)에 연결된다. 소켓(345) 및 전도성 하우징(350)은 나사산형 연결부(355)를 포함한다. 커넥터(330)를 참조하면, 제1 전도체(335)는 수형 인서트(360)에 커플링된다. 소켓(345)은 정전 척(235) 내의 척킹 전극에 커플링되도록 구성된다.
- [0037] [0043] 제1 전도체(335) 및 제2 전도체(340)는 (중앙 개구(250) 내의) 공간 또는 갭(370) 및 유전체 재료(365) 중 하나 또는 둘 모두에 의해 전기적으로 분리된다. 유전체 재료(365)는 PEEK, PTFE, 또는 다른 중합성 및/또는 절연성 재료들과 같은 중합체 재료일 수 있다. 제1 전도체(335), 제2 전도체(340), 소켓(345), 전도성 하우징(350) 및 수형 인서트(360) 모두는 전기 전도성 금속, 이를테면 구리로 제조된다.
- [0038] [0044] 본 명세서에 설명되는 바와 같은 전기 도관(178)의 구성은 종래의 전도체들의 길이보다 큰 길이(380)를 포함하는 제2 전도체(340)의 노출된 계면 표면(375)을 제공한다. 부가적으로, 본 명세서에 설명되는 바와 같은

전기 도관(178)의 구성은 수형 인서트(360)에 대한 솔더 구역 또는 정지부(385)를 제공한다.

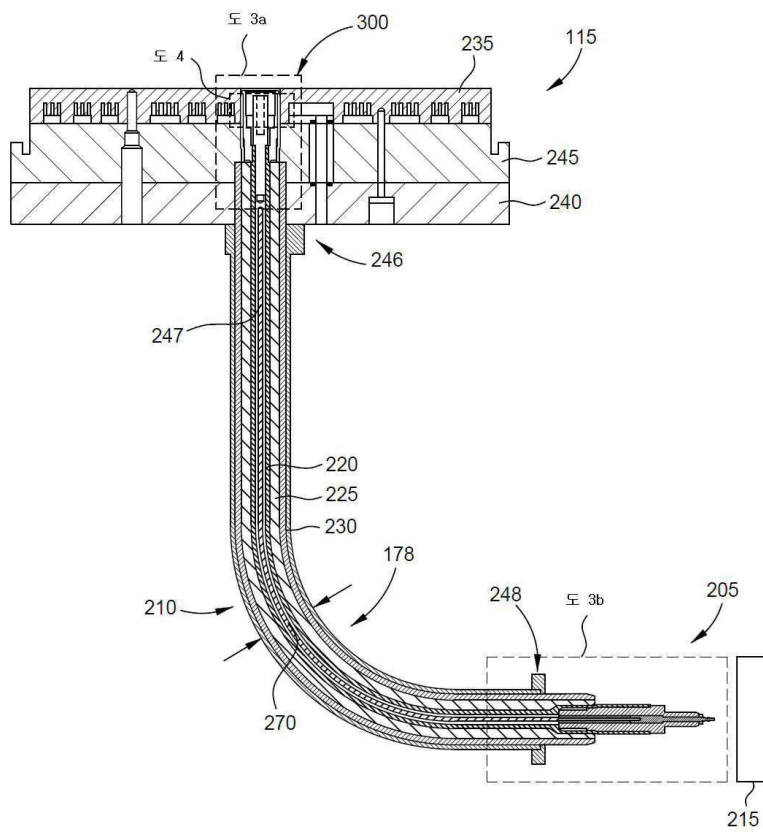
- [0039] [0045] 도 4는 정전 척(235) 및 커넥터(320)의 일부의 확대된 단면도이다. 정전 척(235)은 펌프(400)를 포함한다. 펌프(400)는 복수의 반경방향으로 배향된 유체 채널들(405) 및 복수의 축방향으로 배향된 유체 채널들(410)을 포함하며, 이들은 펌프(400) 내부에 형성되어 있고 서로 유체 연통한다. 유체 채널들(405) 각각은 유입 도관(412)과 유체 연통한다. 유입 도관(412)은 냉각제 소스(414)에 커플링된다. 유체 채널들(405) 각각은 캡 플레이트(415)에 의해 밀봉된다. 캡 플레이트들(415)은 펌프(400)와 동일한 재료 또는 알루미늄으로 제조될 수 있고, 유체 채널들(405)을 밀봉하기 위해 펌프(400)에 용접되거나 그렇지 않으면 본딩될 수 있다.
- [0040] [0046] 냉각제 소스(414)는 기관 지지부(115)를 냉각시키는 냉각제를 포함한다. 예컨대, 냉각제 소스(414)로부터의 냉각제는, 정전 척(235)(및/또는 정전 척(235) 상에 포지셔닝된 기관)의 온도를 유지하기 위해 유체 채널들(405) 및/또는 유체 채널들(410)로 유동된다. 기관 지지부(115)의 온도는 냉각 유체를 통해 섭씨 약 0도 내지 섭씨 약 -10도로 유지될 수 있다. 냉각제는 열 전달 유체, 예컨대 상품명 GALDEN[®]으로 판매되는 열 전달 유체들을 포함한다.
- [0041] [0047] 유체 채널들(410)은 중앙 채널들(425)에 의해 원형 채널(420)에 유체 커플링된다. 원형 채널(420)은 커넥터(320)를 실질적으로 둘러싼다. 유체는 유체 채널들(410)로부터 중앙 채널들(425)을 통해 원형 채널(420)로 유동된다. 밀봉부들(430), 이를테면 탄성중합체 O-링들은 유체가 원형 채널(420) 밖으로 누출되는 것을 방지한다.
- [0042] [0048] 전술한 것이 본 개시내용의 실시예들에 관한 것이지만, 본 개시내용의 다른 및 추가적인 실시예들이 본 개시내용의 기본적인 범위를 벗어나지 않으면서 안출될 수 있으며, 본 개시내용의 범위는 후속하는 청구항들에 의해 결정된다.

도면

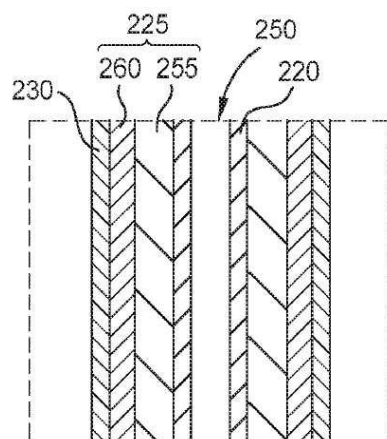
도면1



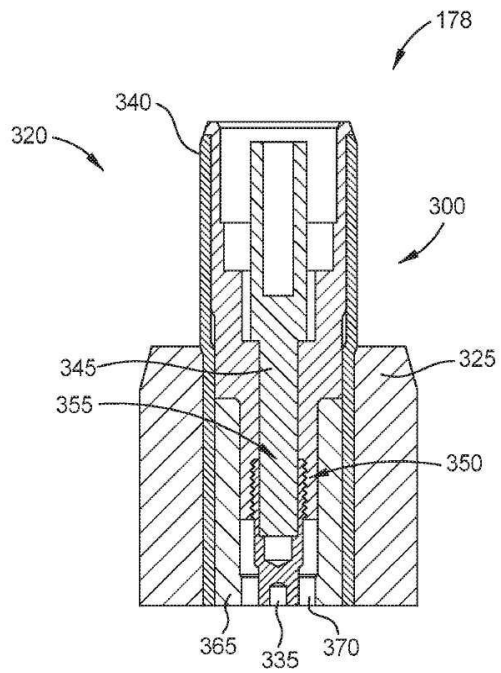
도면2a



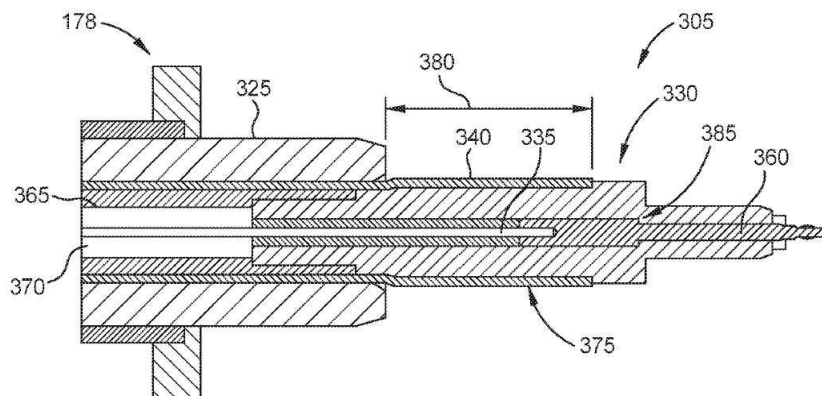
도면 2b



도면3a



도면3b



도면4

