



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0051360
(43) 공개일자 2014년04월30일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/205 (2006.01) H01L 21/3065 (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2014-7004898</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2012년07월26일
심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2014년02월25일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2012/048400</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2013/019565
국제공개일자 2013년02월07일</p> <p>(30) 우선권주장
13/195,371 2011년08월01일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050</p> <p>(72) 발명자
리양, 퀴웨이
미국 94536 캘리포니아 프레몬트 프리시아 코트 37800</p> <p>(74) 대리인
특허법인 남앤드남</p> |
|---|---|

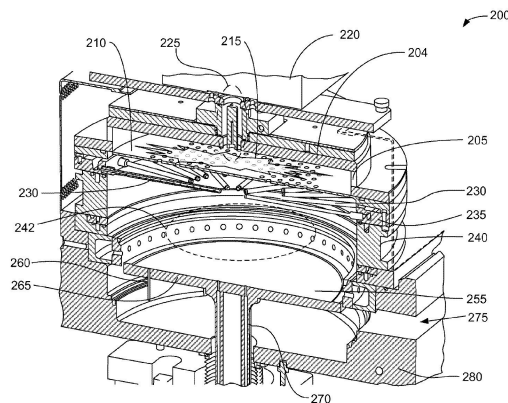
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 웨이퍼 프로세싱 및 챔버 세정을 위한 유도성 플라즈마 소스들

(57) 요약

기판 상에 재료를 증착하기 위한 방법들 및 시스템들이 설명된다. 일 방법은 제 1 플라즈마 구역과 제 2 플라즈마 구역으로 파티셔닝된 프로세싱 챔버를 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 방법은 프로세싱 챔버로 기판을 전달하는 단계를 더 포함할 수 있으며, 기판은 제 2 플라즈마 구역의 부분을 점유할 수 있다. 방법은 부가적으로, 제 1 플라즈마 구역에서 제 1 플라즈마를 형성하는 단계를 포함할 수 있으며, 제 1 플라즈마는 기판에 직접적으로 접촉하지 않을 수 있고, 제 1 플라즈마는 제 1 플라즈마 구역 위의 적어도 하나의 성형된 무선 주파수("RF") 코일의 활성화에 의해 형성될 수 있다. 방법은 더욱이, 층을 형성하기 위해 기판 상에 재료를 증착하는 단계를 포함할 수 있으며, 제 1 플라즈마에 의해 여기된 하나 또는 그 초과 반응물들이 재료의 증착에 사용될 수 있다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

기판 상에 재료를 증착하는(depositing) 방법으로서,

제 1 플라즈마 구역과 제 2 플라즈마 구역으로 파티셔닝된(partitioned) 프로세싱 챔버를 제공하는 단계;

상기 프로세싱 챔버로 상기 기판을 전달하는 단계 — 상기 기판은 상기 제 2 플라즈마 구역의 부분을 점유함 —;

상기 제 1 플라즈마 구역에서 제 1 플라즈마를 형성하는 단계; 및

층을 형성하기 위해, 상기 기판 상에 상기 재료를 증착하는 단계

를 포함하며,

상기 제 1 플라즈마는 상기 기판에 직접적으로 접촉하지 않고, 그리고

상기 제 1 플라즈마는 상기 제 1 플라즈마 구역 위의 적어도 하나의 성형된(shaped) 무선 주파수("RF") 코일의 활성화(activation)에 의해 형성되며,

상기 제 1 플라즈마에 의해 여기된 하나 또는 그 초과 반응물들이 상기 재료의 증착에 사용되는,

재료를 증착하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 성형된 RF 코일은, 실질적으로 상기 제 1 플라즈마 구역 전체 위에 위치한 평탄한 RF 코일을 포함하는,

재료를 증착하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 성형된 RF 코일은 제 1 U-형상의 페라이트 코어를 포함하는,

재료를 증착하는 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제 1 U-형상의 페라이트 코어의 단부들은 상기 제 1 플라즈마 구역을 향하여 포인팅(point)하는,

재료를 증착하는 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 성형된 RF 코일은 제 2 U-형상의 페라이트 코어를 더 포함하고;

상기 제 2 U-형상의 페라이트 코어의 단부들은 상기 제 1 플라즈마 구역을 향하여 포인팅하며; 그리고

상기 제 1 U-형상의 페라이트 코어 또는 상기 제 2 U-형상의 페라이트 코어의 단부는 상기 제 1 플라즈마 구역의 각각의 사분면(quadrant)을 포인팅하는,

재료를 증착하는 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 성형된 RF 코일은 제 1 원통형 페라이트 바(bar)를 포함하는,
재료를 증착하는 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,
상기 제 1 원통형 페라이트 바의 일 단부는 상기 제 1 플라즈마 구역을 향하여 포인팅하는,
재료를 증착하는 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 성형된 RF 코일은 제 2 원통형 페라이트 바를 더 포함하고;
상기 제 2 원통형 페라이트 바의 일 단부는 상기 제 1 플라즈마 구역을 향하여 포인팅하며; 그리고
상기 제 1 원통형 페라이트 바 또는 상기 제 2 원통형 페라이트 바의 단부는 상기 제 1 플라즈마 구역의 각각의 사분면을 포인팅하는,
재료를 증착하는 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 성형된 RF 코일은 제 1 0-형상의 페라이트 코어를 포함하는,
재료를 증착하는 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 성형된 RF 코일은 제 2 0-형상의 페라이트 코어를 더 포함하는,
재료를 증착하는 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,
상기 제 1 0-형상의 페라이트 코어와 상기 제 2 0-형상의 페라이트 코어는 동심적인(concentric),
재료를 증착하는 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,
상기 제 1 0-형상의 페라이트 코어와 상기 제 2 0-형상의 페라이트 코어는 독립적으로 활성화되는,
재료를 증착하는 방법.

청구항 13

제 1 항에 있어서,
상기 제 1 플라즈마 구역과 상기 제 2 플라즈마 구역은 샤워헤드에 의해 파티셔닝되는,
재료를 증착하는 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,
상기 샤워헤드는 듀얼 채널 샤워헤드를 포함하는,
재료를 증착하는 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,
상기 방법은,
상기 제 1 플라즈마 구역으로 제 1 프로세스 가스를 공급하는 단계; 및
상기 듀얼 채널 샤워헤드를 통해 상기 제 2 플라즈마 구역으로 제 2 프로세스 가스를 공급하는 단계
를 더 포함하는,
재료를 증착하는 방법.

청구항 16

기관 상에 재료를 증착하기 위한 시스템으로서,
샤워헤드에 의해 제 1 플라즈마 구역과 제 2 플라즈마 구역으로 파티셔닝된 프로세싱 챔버; 및
상기 제 1 플라즈마 구역으로 제 1 유체가 전달되는 경우에, 상기 제 1 플라즈마 구역에서 제 1 플라즈마를 형성하기 위한 적어도 하나의 성형된 RF 코일을
을 포함하며,
상기 제 1 플라즈마 구역에서 형성된 플라즈마는 상기 샤워헤드를 통해 상기 제 2 플라즈마 구역으로 유동하고,
그리고
상기 제 2 플라즈마 구역은 기관을 위한 위치(location)를 제공하는,
재료를 증착하기 위한 시스템.

청구항 17

제 16 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 성형된 RF 코일은,
평탄한 RF 코일;
U-형상의 페라이트 코어;
원통형 페라이트 바; 및
O-형상의 페라이트 코어
로 구성된 그룹으로부터의 선택을 포함하는,
재료를 증착하기 위한 시스템.

청구항 18

제 16 항에 있어서,
상기 시스템은,
상기 제 1 플라즈마와 실질적으로 동일한 방향으로 상기 제 2 플라즈마 구역으로 제 2 유체를 공급하기 위한 서브시스템을 더 포함하는,

재료를 증착하기 위한 시스템.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 서브시스템은 듀얼 채널 샤워헤드를 포함하는,

재료를 증착하기 위한 시스템.

청구항 20

제 18 항에 있어서,

상기 시스템은 상기 제 1 플라즈마 및 상기 제 2 유체로부터 상기 제 2 플라즈마 구역에서 제 2 플라즈마를 형성하도록 구성되는,

재료를 증착하기 위한 시스템.

명세서

기술 분야

[0001] 관련 출원들에 대한 상호 참조들

[0002] 본 출원은, 발명의 명칭이 "INDUCTIVE PLASMA SOURCES FOR WAFER PROCESSING AND CHAMBER CLEANING"이고 2011년 8월 1일자로 출원된 미국 특허 출원 제 13/195,371 호의 PCT 출원이고, 그 미국 특허 출원은 모든 목적들에 대해 그 전체가 여기에 인용에 의해 포함된다.

[0003] 본 출원은, 전형적인 예들이 반도체 및 유전체 재료들과 디바이스들, 실리콘-계 웨이퍼들, 및 (TFT들과 같은) 평판 디스플레이들을 수반하는 애플리케이션들을 포함하는(그러나, 이에 제한되지는 않는), 코팅들 및 박막들의 증착, 에칭, 패터닝, 및 처리에 사용되는 장비, 프로세스들, 및 재료들을 수반하는 제조 기술 솔루션들에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 종래의 반도체 프로세싱 시스템은 하나 또는 그 초과와 프로세싱 챔버들, 및 이들 사이에서 기판을 이동시키기 위한 수단을 포함한다. 기판은 로봇식 암에 의해 챔버들 사이에서 이송될 수 있으며, 그 로봇식 암은 기판을 픽업하기 위해 연장될 수 있고, 리트랙트(retract)될 수 있고, 그 후에, 상이한 목적지 챔버에 기판을 위치시키기 위해 다시 연장될 수 있다. 도 1은 기판 프로세싱 챔버의 개략도를 도시한다. 각각의 챔버는 페데스탈 스프트(105) 및 페데스탈(110), 또는 프로세싱을 위해 기판(115)을 지지하는 임의의 동등한 방식을 갖는다.

[0005] 페데스탈은 기판을 가열 또는 냉각하도록 구성된, 프로세싱 챔버에서의 히터 플레이트 또는 냉각 플레이트일 수 있다. 로봇 암이 기판을 내려놓을 때로부터 암이 기판을 픽업하기 위해 복귀할 때까지, 기계적인, 차압형(pressure differential), 또는 정전기 수단에 의해, 기판이 페데스탈에 대해 유지될 수 있다. 로봇 동작들 동안에 웨이퍼를 들어올리기 위해 리프트 핀들이 종종 사용된다.

[0006] 기판을 어닐링하거나 또는 기판 상에 막들을 증착 또는 에칭하는 것과 같은 하나 또는 그 초과와 반도체 제작 프로세스 단계들이 챔버에서 수행된다. 일부 프로세싱 단계들 동안에, 유전체 막들이 복잡한 토폴로지들(topologies)로 증착된다. 플라즈마 기법들을 간헐 채용하는 화학 기상 증착(CVD) 기법들의 변형들을 포함하는 다수의 기법들이 좁은 갭들 내로 유전체들을 증착하기 위해 개발되어 왔다. 인입하는 반응물들의 수직 충돌 궤적들(perpendicular impingement trajectories) 및 동시적인 스퍼터링 활동으로 인한 다수의 지오메트리들(geometries)을 충전(fill)하기 위해, 고밀도 플라즈마(HDP)-CVD가 사용되어 왔다. 그러나, 일부 매우 좁은 갭들은, 부분적으로 초기 충격에 뒤따르는 이동성(mobility)의 결여로 인해, 공극들을 계속 발생시켜 왔다. 증착 후에 재료를 리플로잉하는 것(reflowing)이 공극을 충전할 수 있지만, 유전체가 (SiO_2 와 같이) 높은 리플로우 온도를 갖는 경우에, 리플로우 프로세스가 또한, 웨이퍼의 열 예산(thermal budget)의 무시할 수 없는 부분을 소모할 수 있다.

[0007] 스핀-온 글라스(SOG)와 같은 유동성 재료들은, 그 높은 표면 이동성을 통해, HDP-CVD에 의해 불완전하게 충전된

갭들의 일부를 충전하는데 도움이 되어 왔다. SOG는 액체로서 도포되고, 도포 후에, 용매들을 제거하여 재료를 고체 유리 막으로 변환시키기 위해 경화된다. 점도(viscosity)가 낮은 경우에, SOG에 대해, 갭-충전(갭 충전(gapfill)) 및 평탄화 능력들이 강화된다. 불행하게도, 낮은 점도의 재료들은 경화 동안에 상당히 수축할 수 있다. 상당한 막 수축은, 특히 두꺼운 막들에 대해, 높은 막 응력 및 박리(delamination) 문제들을 초래한다. 또한, SOG는 높은 속력의 스핀을 갖는 분위기에서 행해지며, 부분적인 갭 충전 및 컨포멀(conformal) 갭 충전을 달성하는 것은 어렵다.

[0008] 2개의 컴포넌트들의 전달 경로들을 분리시키는 것은, 기관 표면 상의 증착 동안에 유동성 막을 생성할 수 있다. 도 1은 분리된 전달 채널들(125 및 135)을 갖는 기관 프로세싱 시스템의 개략도를 도시한다. 유기-실란 전구체가 하나의 채널을 통해 전달될 수 있으며, 산화 전구체가 다른 채널을 통해 전달될 수 있다. 산화 전구체는 원격 플라즈마(145)에 의해 여기될 수 있다. 2개의 컴포넌트들의 혼합 구역(120)은 더 공통적인(common) 전달 경로를 활용하는 대안적인 프로세스들보다 기관(115)에 더 가까이 발생한다. 막들이 표면 상에 흘러지기보다는 성장되기 때문에, 점도를 감소시키기 위해 요구되는 유기 컴포넌트들이 프로세스 동안에 증발하게 허용되고, 이는 경화 단계와 연계된 수축을 감소시킨다. 이러한 방식으로 막들을 성장시키는 것은, 흡착된 종이 이동가능하게 남아있을 수 있는 시간을 제한하고, 이는, 불균일한 막들의 증착을 초래할 수 있는 제약이다. 반응 구역에서 전구체들을 더 균등하게 분배하기 위해 배플(140)이 사용될 수 있다. 낮은 압력 하에서 제어되는 2개의 컴포넌트들은 균등한 부분적인 갭 충전 및 컨포멀 갭 충전을 달성한다.

[0009] 갭 충전 능력들 및 증착 균일성은 높은 유기물 함유량과 상관하는 높은 표면 이동성으로부터 이익을 얻는다. 유기 함유물의 일부가 증착 후에 남아 있을 수 있고, 경화 단계가 사용될 수 있다. 페테스탈에 매립된 저항성 히터로 페테스탈(110) 및 기관(115)의 온도를 상승시킴으로써, 경화가 실시될 수 있다.

발명의 내용

[0010] 본 발명의 실시예들은 기관 상에 재료를 증착하는 방법들을 포함한다. 방법들은 제 1 플라즈마 구역과 제 2 플라즈마 구역으로 파티셔닝된 프로세싱 챔버를 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 방법들은 프로세싱 챔버로 기관을 전달하는 단계를 더 포함할 수 있으며, 기관은 제 2 플라즈마 구역의 부분을 점유한다. 방법들은 부가적으로, 제 1 플라즈마 구역에서 제 1 플라즈마를 형성하는 단계를 포함할 수 있으며, 제 1 플라즈마는 기관에 직접적으로 접촉하지 않고, 제 1 플라즈마 구역 위의 적어도 하나의 성형된 무선 주파수("RF") 코일의 활성화에 의해 형성된다. 방법들은 더욱이, 층을 형성하기 위해 기관 상에 재료를 증착하는 단계를 포함할 수 있으며, 제 1 플라즈마에 의해 여기된 하나 또는 그 초과 반응물들이 재료의 증착에 사용된다.

[0011] 일부 실시예들에서, 적어도 하나의 성형된 RF 코일은, 실질적으로 제 1 플라즈마 구역 전체 위에 위치한 평탄한 RF 코일을 포함할 수 있다. 다른 실시예들에서, 적어도 하나의 성형된 RF 코일은 제 1 U-형상의 페라이트 코어를 포함할 수 있다. 이들 실시예들에서, 제 1 U-형상의 페라이트 코어의 단부들은 제 1 플라즈마 구역을 향하여 포인팅(point)할 수 있다. 이들 실시예들 중 일부에서, 적어도 하나의 성형된 RF 코일은 제 2 U-형상의 페라이트 코어를 더 포함할 수 있다. 제 2 U-형상의 페라이트 코어의 단부들은 제 1 플라즈마 구역을 향하여 포인팅할 수 있으며, 제 1 U-형상의 페라이트 코어 또는 제 2 U-형상의 페라이트 코어의 단부는 제 1 플라즈마 구역의 각각의 사분면을 포인팅할 수 있다.

[0012] 다른 실시예들에서, 적어도 하나의 성형된 RF 코일은 제 1 원통형 페라이트 바(bar)를 포함할 수 있다. 이들 실시예들에서, 제 1 원통형 페라이트 바의 일 단부는 제 1 플라즈마 구역을 향하여 포인팅할 수 있다. 이들 실시예들 중 일부에서, 적어도 하나의 성형된 RF 코일은 제 2 원통형 페라이트 바를 더 포함할 수 있다. 제 2 원통형 페라이트 바의 단부들은 제 1 플라즈마 구역을 향하여 포인팅할 수 있으며, 제 1 원통형 페라이트 바 또는 제 2 원통형 페라이트 바의 단부는 제 1 플라즈마 구역의 각각의 사분면을 포인팅할 수 있다.

[0013] 다른 실시예들에서, 적어도 하나의 성형된 RF 코일은 제 1 O-형상의 페라이트 코어를 포함할 수 있다. 이들 실시예들 중 일부에서, 적어도 하나의 성형된 RF 코일은 제 2 O-형상의 페라이트 코어를 더 포함할 수 있다. 제 1 O-형상의 페라이트 코어와 제 2 O-형상의 페라이트 코어는 동심적일 수 있다. 일부 실시예들에서, 제 1 O-형상의 페라이트 코어와 제 2 O-형상의 페라이트 코어는 독립적으로 활성화될 수 있다.

[0014] 일부 실시예들에서, 제 1 플라즈마 구역과 제 2 플라즈마 구역은 샤워헤드에 의해 파티셔닝될 수 있다. 이들 실시예들 중 일부에서, 샤워헤드는 듀얼 채널 샤워헤드를 포함할 수 있다. 이들 실시예들에서, 방법은 제 1 플라즈마 구역으로 제 1 프로세스 가스를 공급하는 단계, 및 듀얼 채널 샤워헤드를 통해 제 2 플라즈마 구역으로 제 2 프로세스 가스를 공급하는 단계를 더 포함할 수 있다.

- [0015] 또한, 여기에서 논의되는 방법들을 구현하기 위한 시스템들이 제공된다. 일 실시예에서, 기관 상에 재료를 증착하기 위한 시스템이 제공된다. 시스템은 프로세싱 챔버 및 적어도 하나의 성형된 RF 코일을 포함할 수 있다. 프로세싱 챔버는 샤워헤드에 의해 제 1 플라즈마 구역과 제 2 플라즈마 구역으로 파티셔닝될 수 있다. 제 1 플라즈마 구역에서 형성된 플라즈마는 샤워헤드를 통해 제 2 플라즈마 구역으로 유동할 수 있으며, 제 2 플라즈마 구역은 기관을 위한 위치(location)를 제공할 수 있다. 성형된 RF 코일(들)은, 제 1 플라즈마 구역으로 제 1 유체가 전달되는 경우에, 제 1 플라즈마 구역에서 제 1 플라즈마를 형성할 수 있다. 성형된 RF 코일들은 평탄한 RF 코일들, U-형상의 페라이트 코어들, 원통형 페라이트 바들, 및/또는 0-형상의 페라이트 코어들을 포함할 수 있다.
- [0016] 일부 실시예들에서, 시스템은 또한, 제 1 플라즈마와 실질적으로 동일한 방향으로 제 2 플라즈마 구역으로 제 2 유체를 공급하기 위한 서브시스템을 포함할 수 있다. 그러한 서브시스템은 듀얼 채널 샤워헤드를 포함할 수 있으며, 제 1 플라즈마 및 제 2 유체로부터 제 2 플라즈마 구역에서 제 2 플라즈마를 형성하도록 구성될 수 있다.
- [0017] 위의 실시예들 중 다수 또는 전부가 유동성 CVD 시스템들에서 채용될 수 있지만, 위 그리고 아래에서 논의되는 세부사항들 중 일부 또는 전부가 또한, 세정, 증착, 에칭, 및 다른 프로세스들을 위한 원격 플라즈마 소스들, 뿐만 아니라, 종래의 CVD 및 에칭 프로세스들에서 채용될 수 있다.
- [0018] 부가적인 실시예들 및 피처(feature)들이, 뒤따르는 설명에서 일부 제시되며, 일부는 본 명세서의 검토 시에 당업자에게 명백하게 될 것이거나 또는 개시된 실시예들의 실시예에 의해 학습될 수 있다. 개시된 실시예들의 피처들 및 이점들은 본 명세서에 설명된 수단들(instrumentalities), 조합들, 및 방법들에 의해 실현 및 달성될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 본 명세서의 나머지 부분들 및 도면들을 참조함으로써, 개시된 실시예들의 성질 및 이점들의 추가적인 이해가 실현될 수 있다.
- 도 1은 분리된 산화 및 유기-실란 전구체들로 막들을 성장시키기 위한 증착 챔버 내의 종래 기술의 프로세싱 구역의 개략도이다.
- 도 2는 개시된 실시예들에 따른, 파티셔닝된 플라즈마 생성 구역들을 갖는 프로세싱 챔버의 투시도이다.
- 도 3a는 개시된 실시예들에 따른, 전기 스위치 박스의 개략도이다.
- 도 3b는 개시된 실시예들에 따른, 전기 스위치 박스의 개략도이다.
- 도 4a는 개시된 실시예들에 따른, 파티셔닝된 플라즈마 생성 구역들을 갖는 프로세싱 챔버의 단면도이다.
- 도 4b는 개시된 실시예들에 따른, 파티셔닝된 플라즈마 생성 구역들을 갖는 프로세싱 챔버의 단면도이다.
- 도 5는 개시된 실시예들에 따른, 가스 유입구 및 제 1 플라즈마 구역의 클로즈업 투시도이다.
- 도 6a는 개시된 실시예들에 따른, 프로세싱 챔버에 대해 사용하기 위한 듀얼 소스 덮개의 투시도이다.
- 도 6b는 개시된 실시예들에 따른, 프로세싱 챔버에 대해 사용하기 위한 듀얼 소스 덮개의 단면도이다.
- 도 7a는 개시된 실시예들에 따른, 프로세싱 챔버에 대해 사용하기 위한 듀얼 소스 덮개의 단면도이다.
- 도 7b는 개시된 실시예들에 따른, 프로세싱 챔버에 대해 사용하기 위한 샤워헤드의 저부도이다.
- 도 8은 개시된 실시예들에 따른 기관 프로세싱 시스템이다.
- 도 9는 개시된 실시예들에 따른 기관 프로세싱 챔버이다.
- 도 10은 개시된 실시예들에 따른 증착 프로세스의 흐름도이다.
- 도 11은 개시된 실시예들에 따른 막 경화 프로세스의 흐름도이다.
- 도 12는 개시된 실시예들에 따른 챔버 세정 프로세스의 흐름도이다.
- 도 13은 평탄한 무선 주파수("RF") 코일을 갖는 프로세싱 챔버의 제 1 플라즈마 구역의 단면 투시도이다.
- 도 14는 U-형상의 RF 코일들을 갖는 프로세싱 챔버의 제 1 플라즈마 구역의 단면 투시도이다.

도 15는 도 14의 프로세싱 챔버의 제 1 플라즈마 구역에서의 와전류 패턴들을 도시하는 평면도이다.

도 16은 원통형 RF 코일들을 갖는 프로세싱 챔버의 제 1 플라즈마 구역의 단면 투시도이다.

도 17은 도 16의 프로세싱 챔버의 제 1 플라즈마 구역에서의 와전류 패턴들을 도시하는 평면도이다.

도 18은 O-형상의 RF 코일들을 갖는 프로세싱 챔버의 제 1 플라즈마 구역의 단면 투시도이다.

도 19는 U-형상의 RF 코일들 및 이온 샤워헤드를 갖는 유동성 CVD 프로세싱 챔버의 단면 투시도이다.

도 20은 이온 샤워헤드 없이 U-형상의 RF 코일들을 갖는 유동성 CVD 프로세싱 챔버의 단면 투시도이다.

도 21은 U-형상의 RF 코일들을 갖는 원격 플라즈마 소스의 단면 투시도이다.

도 22는 O-형상의 RF 코일들 및 이온 샤워헤드를 갖는 유동성 CVD 프로세싱 챔버의 단면 투시도이다.

도 23은 이온 샤워헤드 없이 O-형상의 RF 코일들을 갖는 유동성 CVD 프로세싱 챔버의 단면 투시도이다.

도 24는 O-형상의 RF 코일들을 갖는 원격 플라즈마 소스의 단면 투시도이다.

첨부된 도면들에서, 유사한 컴포넌트들 및/또는 피쳐들은 동일한 참조 라벨을 가질 수 있다. 명세서에서 참조 라벨이 사용되는 경우에, 설명은 동일한 참조 라벨을 갖는 유사한 컴포넌트들 중 임의의 컴포넌트에 적용가능하다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 개시된 실시예들은 프로세싱 챔버, 및 챔버 내에 적어도 부분적으로 배치된 기관 지지 조립체를 갖는 기관 프로세싱 시스템들을 포함한다. 적어도 2개의 가스들(또는 가스들의 2개의 조합들)이 상이한 경로들에 의해 기관 프로세싱 챔버로 전달된다. 프로세스 가스는, 프로세싱 챔버 내로 전달될 수 있고, 플라즈마로 여기될 수 있고, 제 2 플라즈마 구역 내로 샤워헤드를 통과할 수 있으며, 제 2 플라즈마 구역에서, 프로세스 가스는 실리콘 함유 가스와 상호작용하고, 기관의 표면 상에 막을 형성한다. 플라즈마는 제 1 플라즈마 구역 또는 제 2 플라즈마 구역에서 점화될(ignited) 수 있다.
- [0021] 도 2는 다수의 가스 전구체들 사이의 분리를 유지함으로써 유동성 CVD를 원조하는 파티셔닝된 플라즈마 생성 구역들을 갖는 프로세싱 챔버의 투시도이다. 산소, 수소, 및/또는 질소를 함유하는 프로세스 가스(예컨대, 산소(O_2), 오존(O_3), N_2O , NO , NO_2 , NH_3 , N_2H_4 를 포함하는 N_xH_y , 실란, 디실란, TSA, DSA,...)가 가스 유입구 조립체(225)를 통해 제 1 플라즈마 구역(215) 내로 도입될 수 있다. 제 1 플라즈마 구역(215)은 프로세스 가스로부터 형성된 플라즈마를 포함할 수 있다. 프로세스 가스는 또한, 제 1 플라즈마 구역(215)에 진입하기 전에 원격 플라즈마 시스템(RPS)(220)에서 여기될 수 있다. 제 1 플라즈마 구역(215) 아래에 샤워헤드(210)가 있으며, 샤워헤드(210)는 제 1 플라즈마 구역(215)과 제 2 플라즈마 구역(242) 사이의 천공된 파티션(여기에서 샤워헤드라고 지칭됨)이다. 실시예들에서, 제 1 플라즈마 구역(215)에서의 플라즈마는, 또한 통전하고 있을 수 있는, 샤워헤드(210)와 덮개(204) 사이에 AC 전력, 가능하게는 RF 전력을 인가함으로써 생성된다.
- [0022] 제 1 플라즈마 구역에서의 플라즈마의 형성을 가능하게 하기 위해, 덮개(204)와 샤워헤드(210) 사이에 RF 전력이 인가될 수 있게 하도록, 전기 절연 링(205)이 덮개(204)와 샤워헤드(210) 사이에 위치될 수 있다. 전기 절연 링(205)은 세라믹으로부터 제조될 수 있고, 스파킹(sparking)을 피하기 위해 높은 파괴 전압(breakdown voltage)을 가질 수 있다.
- [0023] 제 2 플라즈마 구역(242)은 샤워헤드(210)에서의 홀들을 통해 제 1 플라즈마 구역(215)으로부터 여기된 가스를 수용할 수 있다. 제 2 플라즈마 구역(242)은 또한, 프로세싱 챔버(200)의 측면(235)으로부터 연장하는 튜브들(230)로부터 가스들 및/또는 증기들을 수용할 수 있다. 제 1 플라즈마 구역(215)으로부터의 가스와 튜브들(230)로부터의 가스는 기관(255)을 프로세스하기 위해 제 2 플라즈마 구역(242)에서 혼합된다. 프로세스 가스를 여기시키기 위해 제 1 플라즈마 구역(215)에서 플라즈마를 점화하는 것은, 도 1의 배플(140) 및 RPS(145)에만 의존하는 방법보다, 기관 프로세싱 구역(제 2 플라즈마 구역(242)) 내로 유동하는 여기된 종의 더 균일한 분배를 발생시킬 수 있다. 개시된 실시예들에서, 제 2 플라즈마 구역(242)에는 플라즈마가 존재하지 않는다.
- [0024] 기관(255)을 프로세싱하는 것은, 제 2 플라즈마 구역(242) 내에 위치한 페테스탈(265)에 의해 기관이 지지되는 동안에, 기관(255)의 표면 상에 막을 형성하는 것을 포함할 수 있다. 프로세싱 챔버(200)의 측면(235)은 튜브들(230)로 가스를 분배하는 가스 분배 채널을 포함할 수 있다. 실시예들에서, 실리콘 함유 전구체들은 가스 분

배 채널로부터 튜브들(230)을 통해 그리고 각각의 튜브(230)의 단부에서의 애퍼처 및/또는 튜브들(230)의 길이를 따르는 애퍼처들을 통해 전달된다.

[0025] 가스 유입구(225)로부터 제 1 플라즈마 구역(215)에 진입하는 가스의 경로가 (도시되지는 않았지만, 도 1의 배플(140)과 유사한) 배플에 의해 방해될(interrupted) 수 있다는 것을 유의해야 하며, 여기에서의 그 배플의 목적은 제 1 플라즈마 구역(215)에서 가스를 더 균등하게 분배하는 것이다. 일부 개시된 실시예들에서, 프로세스 가스는 (산소(O_2), 오존(O_3),...을 함유할 수 있는) 산화 전구체이며, 샤워헤드에서의 홀들을 통해 유동한 후에, 프로세스 가스는 제 2 플라즈마 구역 내로 더 직접적으로 도입되는 실리콘 함유 전구체(예컨대, 실란, 디실란, TSA, DSA, TEOS, OMCTS, TMDSO,...)와 조합될 수 있다. 반응물들의 조합은 기관(255) 상에 실리콘 산화물(SiO_2)의 막을 형성하기 위해 사용될 수 있다. 실시예들에서, 프로세스 가스는 질소를 함유하며(NH_3 , N_2H_4 를 포함하는 N_xH_y , TSA, DSA, N_2O , NO, NO_2 ,...), 이는, 실리콘 함유 전구체와 조합되는 경우에, 실리콘 질화물, 실리콘 산질화물, 또는 저-K 유전체를 형성하기 위해 사용될 수 있다.

[0026] 개시된 실시예들에서, 기관 프로세싱 시스템은 또한, 샤워헤드(210)와 페데스탈(265) 사이에 RF 전력을 인가함으로써 제 2 플라즈마 구역(242)에서 플라즈마가 점화될 수 있도록 구성된다. 기관(255)이 존재하는 경우에, RF 전력은 샤워헤드(210)와 기관(255) 사이에 인가될 수 있다. 샤워헤드(210)가 기관(255)과 상이한 전위로 유지되게 허용하도록, 샤워헤드(210)와 챔버 바디(280) 사이에 절연 스페이서(240)가 설치된다. 페데스탈(265)은 페데스탈 샤프트(270)에 의해 지지된다. 기관(255)은 슬릿 밸브(275)를 통해 프로세싱 챔버(200)로 전달될 수 있고, 페데스탈(265) 상으로 하강되기 전에 리프트 핀들(260)에 의해 지지될 수 있다.

[0027] 위의 설명에서, 제 1 플라즈마 구역(215)과 제 2 플라즈마 구역(242)에서의 플라즈마들은 평행한 플레이트들 사이에 RF 전력을 인가함으로써 생성된다. 대안적인 실시예에서, 플라즈마들 중 어느 하나 또는 양자 모두는 유도적으로 생성될 수 있으며, 그러한 경우에, 2개의 플레이트들은 통전하지 않고 있을 수 있다. 2개의 전기 절연 플레이트들 내에 그리고/또는 구역을 둘러싸는 프로세싱 챔버의 전기 절연 벽들 내에 전도 코일들이 매립될 수 있다. 플라즈마가 용량적으로 커플링(CCP)되는지 또는 유도적으로 커플링(ICP)되는지에 관계없이, 플라즈마에 노출되는 챔버의 부분들은 부분 내의 냉각 유체 채널을 통해 물을 유동시킴으로써 냉각될 수 있다. 개시된 실시예들에서, 샤워헤드(210), 덮개(204), 및 벽들(205)은 수냉각된다(water-cooled). 유도적으로 커플링된 플라즈마가 사용되는 경우에, 챔버는 제 1 플라즈마 구역 및 제 2 플라즈마 구역 양자 모두에서 동시에 플라즈마들을 이용하여 (더 용이하게) 동작될 수 있다. 이러한 능력은 챔버 세정을 촉진하는데 유용할 수 있다.

[0028] 도 3a 및 도 3b는 제 1 플라즈마 구역 또는 제 2 플라즈마 구역에서 플라즈마를 발생시킬 수 있는 전기 스위치(300)의 전기 계통도(electrical schematic)들이다. 도 3a 및 도 3b 양자 모두에서, 전기 스위치(300)는 변형된 더블-폴 더블-스로우(double-pole double-throw; DPDT)이다. 전기 스위치(300)는 2개의 위치들 중 하나에 있을 수 있다. 제 1 위치가 도 3a에 도시되어 있으며, 제 2 위치가 도 3b에 도시되어 있다. 좌측 상의 2개의 연결부들은 프로세싱 챔버로의 전기 입력부들이고, 우측 상의 2개의 연결부들은 프로세싱 챔버 상의 컴포넌트들로의 출력 연결부들이다. 전기 스위치(300)는 프로세싱 챔버 상에 또는 물리적으로 프로세싱 챔버 부근에 위치될 수 있지만, 또한, 프로세싱 챔버에 대해 말단에 있을 수 있다. 전기 스위치(300)는 수동으로 및/또는 자동으로 동작될 수 있다. 자동 동작은 2개의 콘택들(306, 308)의 상태를 변화시키기 위해 하나 또는 그 초과 릴레이(relay)들의 사용을 수반할 수 있다. 이 개시된 실시예에서의 전기 스위치(300)는, 정확히 하나의 출력부(312)가 2개의 콘택들(306, 308) 각각에 의해 접촉될 수 있고 나머지 출력부는 하나의 콘택(306)에 의해서만 접촉될 수 있는 점에서, 표준 DPDT 스위치로부터 변형된다.

[0029] 제 1 위치(도 3a)는 제 1 플라즈마 구역에서 플라즈마가 생성될 수 있게 하고, 제 2 플라즈마 구역에서 플라즈마를 거의 또는 전혀 발생시키지 않는다. 챔버 바디, 페데스탈, 및 기관(존재하는 경우)은 전형적으로, 대부분의 기관 프로세싱 시스템들에서 접지 전위에 있다. 개시된 실시예들에서, 페데스탈은 전기 스위치(300) 위치와 관계없이 접지된다. 도 3a는 덮개(370)에 RF 전력을 인가하고 샤워헤드(375)를 접지시키는(즉, 샤워헤드(375)에 0 볼트를 인가하는) 스위치 위치를 도시한다. 이 스위치 위치는 기관 표면 상의 막의 증착에 대응할 수 있다.

[0030] 제 2 위치(도 3b)는 제 2 플라즈마 구역에서 플라즈마가 생성될 수 있게 한다. 도 3b는 샤워헤드(375)에 RF 전력을 인가하고 덮개(370)가 플로팅(float)하게 허용하는 스위치 위치를 도시한다. 전기적으로 플로팅하는 덮개(370)는 제 1 플라즈마 구역에서 플라즈마가 거의 또는 전혀 존재하지 않게 한다. 개시된 실시예들에서, 이 스위치 위치는 챔버 세정 절차에 또는 증착 후의 막의 처리에 대응할 수 있다.

- [0031] RF 소스에 의해 출력되는 AC 주파수(들)에 대해 적절한 2개의 임피던스 정합 회로들(360, 365), 및 덮개(370)와 샤워헤드(375)의 양태들이 도 3a 및 도 3b 양자 모두에 도시된다. 임피던스 정합 회로들(360, 365)은 RF 소스로 복귀하는 반사된 전력을 감소시킴으로써 RF 소스의 전력 조건들을 감소시킬 수 있다. 다시, 일부 개시된 실시예들에서, 주파수들은 무선 주파수 스펙트럼 외부에 있을 수 있다.
- [0032] 도 4a 및 도 4b는 개시된 실시예들에 따른, 파티셔닝된 플라즈마 생성 구역들을 갖는 프로세싱 챔버의 단면도들이다. 막 증착(실리콘 산화물, 실리콘 질화물, 실리콘 산질화물, 또는 실리콘 산탄화물) 동안에, 가스 유입구 조립체(405)를 통해 제 1 플라즈마 구역(415) 내로 프로세스 가스가 유동될 수 있다. 프로세스 가스는 제 1 플라즈마 구역(415)에 진입하기 전에 원격 플라즈마 시스템(RPS)(400) 내에서 여기될 수 있다. 덮개(412) 및 샤워헤드(425)가 개시된 실시예들에 따라 도시된다. 덮개(412)는 인가되는 AC 전압 소스와 함께 도시되어 있고(도 4a), 샤워헤드는 접지되어 있으며, 이는 도 3a에서의 전기 스위치의 제 1 위치와 일치한다. 절연 링(420)이 덮개(412)와 샤워헤드(425) 사이에 위치되어, 제 1 플라즈마 구역에서 용량적으로 커플링된 플라즈마(CCP)가 형성될 수 있게 한다.
- [0033] 프로세싱 챔버의 측면들(435)로부터 연장하는 튜브들(430)을 통해 실리콘 함유 전구체가 제 2 플라즈마 구역(433) 내로 유동될 수 있다. 프로세스 가스로부터 유도된 여기된 종이 샤워헤드(425)에서의 홀들을 통해 이동하고, 제 2 플라즈마 구역(433)을 통해 유동하는 실리콘 함유 전구체와 반응한다. 상이한 실시예들에서, 샤워헤드(425)에서의 홀들의 직경은 12mm 미만일 수 있고, 0.25mm 내지 8mm일 수 있으며, 0.5mm 내지 6mm일 수 있다. 샤워헤드의 두께는 상당히 변화할 수 있지만, 홀들의 직경의 길이는 대략 홀들의 직경 또는 그 미만일 수 있어서, 제 2 플라즈마 구역(433) 내의 프로세스 가스로부터 유도된 여기된 종의 밀도를 증가시킬 수 있다. 스위치의 위치(도 3a)로 인해, 제 2 플라즈마 구역(433)에서 플라즈마가 거의 또는 전혀 존재하지 않는다. 실리콘 함유 전구체와 프로세스 가스의 여기된 유도체들은 기관 위의 구역에서, 그리고 때때로, 기관 상에서 조합하여, 기관 상에 유동성 막을 형성한다. 막이 성장함에 따라, 더 최근에 부가된 재료가 아래놓인 재료보다 더 높은 이동성을 보유한다. 유기 함유물이 증발에 의해 감소됨에 따라, 이동성이 감소한다. 증착이 완료된 후에 막 내에 유기 함유물의 종래의 밀도들을 남기지 않으면서, 이 기법을 사용하여, 유동성 막에 의해 갭들이 충전될 수 있다. 증착된 막으로부터 유기 함유물을 더 감소시키거나 또는 제거하기 위해 경화 단계가 여전히 사용될 수 있다.
- [0034] 단독으로 또는 원격 플라즈마 시스템(RPS)과 조합하여, 제 1 플라즈마 구역(415)에서 프로세스 가스를 여기시키는 것은 수개의 이익들을 제공한다. 제 1 플라즈마 구역(415)에서의 플라즈마로 인해, 프로세스 가스로부터 유도된 여기된 종의 농도가 제 2 플라즈마 구역(433) 내에서 증가될 수 있다. 이러한 증가는 제 1 플라즈마 구역(415)에서의 플라즈마의 위치로부터 기인할 수 있다. 제 2 플라즈마 구역(433)은 원격 플라즈마 시스템(RPS)(400)보다 제 1 플라즈마 구역(415)에 더 가까이 위치되어, 여기된 종이 다른 가스 분자들, 챔버의 벽들, 및 샤워헤드의 표면들과의 충돌들을 통해, 여기된 상태들에서 벗어날 수 있는 시간을 더 적게 남긴다.
- [0035] 프로세스 가스로부터 유도된 여기된 종의 농도의 균일성이 또한, 제 2 플라즈마 구역(433) 내에서 증가될 수 있다. 이는, 제 2 플라즈마 구역(433)의 형상과 더 유사한 제 1 플라즈마 구역(415)의 형상으로부터 기인할 수 있다. 원격 플라즈마 시스템(RPS)(400)에서 생성된 여기된 종은, 샤워헤드(425)의 중심 부근의 홀들을 통과하는 종에 비하여 샤워헤드(425)의 에지들 부근의 홀들을 통과하기 위해 더 먼 거리들을 이동한다. 더 먼 거리는, 여기된 종의 감소된 여기를 초래하고, 예컨대, 기관의 에지 부근에서 더 느린 성장 레이트를 초래할 수 있다. 제 1 플라즈마 구역(415)에서 프로세스 가스를 여기시키는 것은 이러한 차이를 완화시킨다.
- [0036] 프로세스 가스 및 실리콘 함유 전구체에 부가하여, 다양한 목적들을 위해 다양한 시간들에 도입되는 다른 가스들이 존재할 수 있다. 챔버 벽들, 기관, 증착된 막, 및/또는 증착 동안의 막으로부터 원하지 않는 종을 제거하기 위해 처리 가스가 도입될 수 있다. 처리 가스는 H_2 , H_2/N_2 혼합물, NH_3 , NH_4OH , O_3 , O_2 , H_2O_2 , 및 수증기의 그룹으로부터의 가스들 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 처리 가스는 플라즈마로 여기될 수 있고, 그 후에, 증착된 막으로부터 잔여의 유기 함유물을 감소시키거나 또는 제거하기 위해 사용될 수 있다. 다른 개시된 실시예들에서, 처리 가스는 플라즈마 없이 사용될 수 있다. 처리 가스가 수증기를 포함하는 경우에, 질량 유량계(mass flow meter; MFM) 및 주입 밸브(injection valve)를 사용하거나, 또는 상업적으로 이용가능한 수증기 생성기들에 의해 전달이 달성될 수 있다.
- [0037] 도 4b는 도 3b에 도시된 스위치 위치와 일치하는, 제 2 플라즈마 구역(433)에 플라즈마가 있는 프로세싱 챔버의 단면도이다. 프로세싱 챔버의 측면들(435)로부터 연장하는 튜브들(430)을 통해 전달되는 처리 가스를 여기시키기 위해, 제 2 플라즈마 구역(433)에서 플라즈마가 사용될 수 있다. 스위치의 위치(도 3b)로 인해, 제 1 플라

즈마 구역(415)에서 플라즈마가 거의 또는 전혀 존재하지 않는다. 처리 가스로부터 유도된 여기된 종은 기관(455) 상의 막과 반응하고, 증착된 막으로부터 유기 화합물들을 제거한다. 여기에서, 이러한 프로세스는 막 처리 또는 경화라고 지칭될 수 있다.

[0038] 일부 개시된 실시예들에서, 제 2 플라즈마 구역(433)에서의 튜브들(430)은 알루미늄 질화물 또는 알루미늄 산화물과 같은 절연 재료를 포함한다. 절연 재료는 일부 기관 프로세싱 챔버 아키텍처들에 대한 스파킹의 위험을 감소시킨다.

[0039] 처리 가스는 또한, 가스 유입구 조립체(405)를 통해 제 1 플라즈마 구역(415) 내로 도입될 수 있다. 개시된 실시예들에서, 단독으로 또는 제 2 플라즈마 구역(433)의 벽들(435)로부터 연장하는 튜브들(430)을 통하는 처리 가스의 유동과 조합하여, 가스 유입구 조립체(405)를 통해 처리 가스가 도입될 수 있다. 증착된 막을 처리하기 위해 제 1 플라즈마 구역(415)을 통해 그리고 그 후에 샤워헤드(430)를 통해 유동하는 처리 가스는 제 1 플라즈마 구역(415)에서 플라즈마로 여기될 수 있거나, 또는 대안적으로, 제 2 플라즈마 구역(433)에서 플라즈마로 여기될 수 있다.

[0040] 기관(455)을 처리하거나 또는 경화시키는 것에 부가하여, 제 2 플라즈마 구역(433)의 내부 표면들(예컨대, 벽들(435), 샤워헤드(425), 페데스탈(465), 및 튜브들(430))을 세정하기 위해, 플라즈마가 존재하는 제 2 플라즈마 구역(433) 내로 처리 가스가 유동될 수 있다. 유사하게, 제 1 플라즈마 구역(415)의 내부 표면들(예컨대, 덮개(412), 벽들(420), 및 샤워헤드(425))를 세정하기 위해, 플라즈마가 존재하는 제 1 플라즈마 구역(415) 내로 처리 가스가 유동될 수 있다. 개시된 실시예들에서, 제 2 플라즈마 구역(433)의 내부 표면들로부터 잔여의 불소를 제거하기 위해, 제 2 플라즈마 구역 유지보수(maintenance) 절차(세정 및/또는 시즈닝(season)) 후에 (플라즈마가 존재하는) 제 2 플라즈마 구역(433) 내로 처리 가스가 유동된다. 동일한 절차의 (가능하게는 순차적인) 분리된 단계 또는 분리된 절차의 부분으로서, 제 1 플라즈마 구역(415)의 내부 표면들로부터 잔여의 불소를 제거하기 위해, 제 1 플라즈마 구역 유지보수 절차(세정 및/또는 시즈닝) 후에 (플라즈마가 존재하는) 제 1 플라즈마 구역(415) 내로 처리 가스가 유동된다. 일반적으로, 구역들 양자 모두가 동시에 세정 또는 시즈닝을 필요로 할 것이며, 처리 가스는 기관 프로세싱이 재개하기 전에 각각의 구역을 순차적으로 처리할 수 있다.

[0041] 진술한 처리 가스 프로세스들은 증착 단계와는 별개의 프로세스 단계들에서 처리 가스를 사용한다. 처리 가스는 또한, 성장하는 막으로부터 유기 함유물을 제거하기 위해 증착 동안에 사용될 수 있다. 도 5는 가스 유입구 조립체(503) 및 제 1 플라즈마 구역(515)의 클로즈업 투시도를 도시한다. 가스 유입구 조립체(503)는 2개의 별개의 가스 유동 채널들(505, 510)을 나타내면서 더 세밀하게 도시되어 있다. 실시예에서, 프로세스 가스는 외부 채널(505)을 통해 제 1 플라즈마 구역(515) 내로 유동된다. 프로세스 가스는 RPS(500)에 의해 여기될 수 있거나 또는 여기되지 않을 수 있다. 처리 가스는 RPS(500)에 의해 여기되지 않고 내부 채널(510)로부터 제 1 플라즈마 구역(515) 내로 유동할 수 있다. 외부 채널(505) 및 내부 채널(510)의 위치들은, 2개의 채널들 중 하나만이 RPS(500)를 통해 유동하도록, 다양한 물리적인 구성들로 배열될 수 있다(예컨대, 개시된 실시예들에서, RPS 여기된 가스가 내부 채널을 통해 유동할 수 있다).

[0042] 프로세스 가스와 처리 가스 양자 모두가 제 1 플라즈마 구역(515)에서 플라즈마로 여기될 수 있고, 후속하여, 샤워헤드(520)에서의 홀들을 통해 제 2 플라즈마 구역 내로 유동할 수 있다. 처리 가스의 목적은 증착 동안에 막으로부터 원하지 않는 컴포넌트들(일반적으로 유기 함유물)을 제거하는 것이다. 도 5에 도시된 물리적인 구성에서, 내부 채널(510)로부터의 가스는 막 성장에 상당히 기여하지 않을 수 있지만, 성장하는 막으로부터 불소, 수소, 및/또는 탄소를 스캐빈지(scavenge)하기 위해 사용될 수 있다.

[0043] 도 6a는 개시된 실시예들에 따른, 프로세싱 챔버에 대해 사용하기 위한 챔버 상단(chamber-top) 조립체의 투시도이며, 도 6b는 그 단면도이다. 가스 유입구 조립체(601)는 제 1 플라즈마 구역(611) 내로 가스를 도입한다. 가스 유입구 조립체(601) 내에서 2개의 별개의 가스 공급 채널들을 볼 수 있다. 제 1 채널(602)은 원격 플라즈마 시스템(RPS)(600)을 통과하는 가스를 운반하는 한편, 제 2 채널(603)은 RPS(600)를 우회한다. 개시된 실시예들에서, 제 1 채널(602)은 프로세스 가스를 위해 사용될 수 있고, 제 2 채널(603)은 처리 가스를 위해 사용될 수 있다. 사이에 절연 링(610)이 있는, 덮개(605)와 샤워헤드(615)가 도시되고, 그 절연 링(610)은 샤워헤드(615)에 대하여 덮개(605)에 AC 전위가 인가되게 허용한다. 기관 프로세싱 챔버의 측면(625)이 가스 분배 채널을 갖는 것으로 도시되어 있으며, 그 가스 분배 채널로부터, 튜브들이 방사상 내측으로 포인팅하면서 장착될 수 있다. 도 6a 및 도 6b의 뷰(view)들에서는 튜브들이 도시되지 않는다.

[0044] 이 개시된 실시예에서, 도 6a 및 도 6b의 샤워헤드(615)는 홀들의 최소 직경(617)의 길이보다 더 두껍다. 제 1 플라즈마 구역(611)으로부터 제 2 플라즈마 구역(630)으로 침투하는(penetrating) 여기된 종의 상당한 농도를

유지하기 위해, 샤워헤드(615)를 통하는 도중에 더 큰 홀들(619)을 형성함으로써 홀들의 최소 직경(617)의 길이(618)가 제한될 수 있다. 개시된 실시예들에서, 홀들의 최소 직경(617)의 길이는 홀들의 최소 직경(617)과 동일한 자릿수 또는 그 미만일 수 있다.

[0045] 도 7a는 개시된 실시예들에 따른, 프로세싱 챔버에 대해 사용하기 위한 듀얼 소스 덮개의 다른 단면도이다. 가스 유입구 조립체(701)는 제 1 플라즈마 구역(711) 내로 가스를 도입한다. 가스 유입구 조립체(701) 내에서 2개의 별개의 가스 공급 채널들을 볼 수 있다. 제 1 채널(702)은 원격 플라즈마 시스템(RPS)(700)을 통과하는 가스를 운반하는 한편, 제 2 채널(703)은 RPS(700)를 우회한다. 개시된 실시예들에서, 제 1 채널(702)은 프로세스 가스를 위해 사용될 수 있으며, 제 2 채널(703)은 처리 가스를 위해 사용될 수 있다. 사이에 절연 링(710)이 있는, 덮개(705)와 샤워헤드(715)가 도시되어 있고, 그 절연 링(710)은 샤워헤드(715)에 대하여 덮개(705)에 AC 전위가 인가되게 허용한다.

[0046] 도 7a의 샤워헤드(715)는 (프로세스 가스와 같은) 가스들의 여기된 유도체들이 제 1 플라즈마 구역(711)으로부터 제 2 플라즈마 구역(730) 내로 이동하게 허용하기 위해, 도 6a 및 도 6b에서의 것들과 유사한 관통 홀들을 갖는다. 샤워헤드(715)는 또한, 증기 또는 가스(예컨대, 실리콘 함유 전구체)로 충전될 수 있고 작은 홀들(755)을 통해 제 2 플라즈마 구역(730) 내로 통할 수 있지만 제 1 플라즈마 구역(711) 내로 통하지는 않는 하나 또는 그 초과인 증공 볼륨들(751)을 갖는다. 증공 볼륨들(751) 및 작은 홀들(755)은 제 2 플라즈마 구역(730) 내로 실리콘 함유 전구체들을 도입하기 위해 튜브들 대신에 사용될 수 있다. 이 개시된 실시예에서, 샤워헤드(715)는 관통 홀들의 최소 직경(717)의 길이보다 더 두껍다. 제 1 플라즈마 구역(711)으로부터 제 2 플라즈마 구역(730)으로 침투하는 여기된 종의 상당한 농도를 유지하기 위해, 샤워헤드(715)를 통하는 도중에 더 큰 홀들(719)을 형성함으로써 관통 홀들의 최소 직경(717)의 길이(718)가 제한될 수 있다. 개시된 실시예들에서, 관통 홀들의 최소 직경(717)의 길이는 관통 홀들의 최소 직경(717)과 동일한 자릿수 또는 그 미만일 수 있다.

[0047] 실시예들에서, 관통 홀들의 수는 약 60개 내지 약 2000개일 수 있다. 관통 홀들은 다양한 형상들을 가질 수 있지만, 가장 용이하게는 원형으로 제조된다. 개시된 실시예들에서, 관통 홀들의 최소 직경은 약 0.5mm 내지 약 20mm 또는 약 1mm 내지 약 6mm일 수 있다. 또한 관통 홀들의 단면 형상을 선택하는 것에서 자유도가 있으며, 단면 형상은 원통형, 원뿔형, 또는 2개의 형상들의 조합으로 제조될 수 있다. 상이한 실시예들에서, 제 2 플라즈마 구역(730) 내로 가스를 도입하기 위해 사용되는 작은 홀들(755)의 수는 약 100개 내지 약 5000개 또는 약 500개 내지 약 2000개일 수 있다. 작은 홀들의 직경은 약 0.1mm 내지 약 2mm일 수 있다.

[0048] 도 7b는 개시된 실시예들에 따른, 프로세싱 챔버에 대해 사용하기 위한 샤워헤드(715)의 저부도이다. 샤워헤드(715)는 도 7a에 도시된 샤워헤드와 대응한다. 관통 홀들(719)은 샤워헤드(715)의 저부 상에서 더 큰 내경(ID)을 갖고, 상단에서 더 작은 ID를 갖는다. 작은 홀들(755)은, 관통 홀들(719) 사이에서도, 샤워헤드의 표면에 걸쳐 실질적으로 균등하게 분배되고, 이는 여기에서 설명되는 다른 실시예들보다 더 균등한 혼합을 제공하는 것을 돕는다.

[0049] 예시적인 기관 프로세싱 시스템

[0050] 증착 시스템들의 실시예들은 집적 회로 칩들을 생성하기 위한 더 큰 제작 시스템들에 통합될 수 있다. 도 8은 개시된 실시예들에 따른, 증착, 베이킹(bake), 및 경화 챔버들의 일 그러한 시스템(800)을 도시한다. 도면에서, FOUP들(front opening unified pods)(802)의 쌍은, 로봇식 암들(804)에 의해 수송되고, 웨이퍼 프로세싱 챔버들(808a-f) 중 하나 내로 배치되기 전에, 저압 유지 영역(806) 내로 배치되는 기관들(예컨대, 300mm 직경의 웨이퍼들)을 공급한다. 유지 영역(806)으로부터 프로세싱 챔버들(808a-f)로 기관 웨이퍼들을 운송하고, 역으로 운송하기 위해, 제 2 로봇식 암(810)이 사용될 수 있다.

[0051] 프로세싱 챔버들(808a-f)은, 기관 웨이퍼 상의 유동성 유전체 막을 증착, 어닐링, 경화, 및/또는 에칭하기 위한 하나 또는 그 초과인 시스템 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 일 구성에서, 기관 상에 유동성 유전체 재료를 증착하기 위해 프로세싱 챔버의 2개의 쌍들(예컨대, 808c-d 및 808e-f)이 사용될 수 있으며, 증착된 유전체를 어닐링하기 위해 프로세싱 챔버들의 제 3의 쌍(예컨대, 808a-b)이 사용될 수 있다. 다른 구성에서, 프로세싱 챔버들의 동일한 2개의 쌍들(예컨대, 808c-d 및 808e-f)은 기관 상의 유동성 유전체 막의 증착 및 어닐링 양자 모두를 행하도록 구성될 수 있는 한편, 증착된 막의 UV 또는 E-빔 경화를 위해 챔버들의 제 3의 쌍(예컨대, 808a-b)이 사용될 수 있다. 또 다른 구성에서, 챔버들의 모든 3개의 쌍들(예컨대, 808a-f)이 기관 상에 유동성 유전체 막을 증착 및 경화시키도록 구성될 수 있다. 또 다른 구성에서, 유동성 유전체의 증착 및 UV 또는 E-빔 경화 양자 모두를 위해 프로세싱 챔버들의 2개의 쌍들(예컨대, 808c-d 및 808e-f)이 사용될 수 있는 한편, 유전체 막을 어닐링하기 위해 프로세싱 챔버들의 제 3의 쌍(예컨대, 808a-b)이 사용될 수 있다. 유동성 유전체 막들을

위한 증착, 어닐링, 및 경화 챔버들의 부가적인 구성들이 시스템(800)에 의해 고려된다는 것이 인식될 것이다.

[0052] 부가하여, 프로세싱 챔버들(808a-f) 중 하나 또는 그 초과가 습식 처리 챔버로서 구성될 수 있다. 이들 프로세싱 챔버들은 수분을 포함하는 분위기에서 유동성 유전체 막을 가열하는 것을 포함한다. 따라서, 증착된 유전체 막에 대한 습식 및 건식 어닐링들 양자 모두를 수행하기 위해, 시스템(800)의 실시예들은 습식 처리 챔버들(808a-b) 및 어닐링 프로세싱 챔버들(808c-d)을 포함할 수 있다.

[0053] 도 9는 개시된 실시예들에 따른 기관 프로세싱 챔버(950)이다. 원격 플라즈마 시스템(RPS)(948)이 가스를 프로세스할 수 있고, 그 후에, 가스는 가스 유입구 조립체(954)를 통해 이동한다. 더 구체적으로, 가스는 채널(956)을 통해 제 1 플라즈마 구역(983) 내로 이동한다. 제 1 플라즈마 구역(983) 아래에는, 천공된 파티션(샤워헤드)(952)이 있고, 그 천공된 파티션(샤워헤드)(952)은, 샤워헤드(952) 아래의 제 2 플라즈마 구역(985)과 제 1 플라즈마 구역(983) 사이의 다소의 물리적인 분리를 유지하기 위한 것이다. 샤워헤드는, 제 1 플라즈마 구역(983)에 존재하는 플라즈마가 제 2 플라즈마 구역(985)에서의 가스들을 직접적으로 여기시키는 것을 피하게 허용하면서도, 여전히, 여기된 종이 제 1 플라즈마 구역(983)으로부터 제 2 플라즈마 구역(985) 내로 이동하게 허용한다.

[0054] 샤워헤드(952)는 기관 프로세싱 챔버(950)의 제 2 플라즈마 구역(985) 내부로 방사상으로 돌출하는 측면 노즐들(또는 튜브들)(953) 위에 위치된다. 샤워헤드(952)는 플레이트의 두께를 횡단하는 복수의 홀들을 통해 전구체들을 분배한다. 샤워헤드(952)는, 예컨대 약 10개 내지 10000개의 홀들(예컨대, 200개의 홀들)을 가질 수 있다. 도시된 실시예에서, 샤워헤드(952)는, 산소, 수소, 및/또는 질소를 함유하는 프로세스 가스를 분배할 수 있거나, 또는 제 1 플라즈마 구역(983)에서의 플라즈마에 의한 여기 시에 그러한 프로세스 가스들의 유도체들을 분배할 수 있다. 실시예들에서, 프로세스 가스는 산소(O_2), 오존(O_3), N_2O , NO, NO_2 , NH_3 , N_2H_4 를 포함하는 N_xH_y , 실란, 디실란, TSA, 및 DSA 중 하나 또는 그 초과를 함유할 수 있다.

[0055] 튜브들(953)은 (제 2 플라즈마 구역(985)의 중심에 가장 가까운) 단부에서의 홀들, 및/또는 튜브들(953)의 길이를 따라 또는 그 주위에 분배된 홀들을 가질 수 있다. 홀들은 제 2 플라즈마 구역 내로 실리콘 함유 전구체를 도입하기 위해 사용될 수 있다. 샤워헤드(952)에서의 홀들을 통해 도달하는 프로세스 가스 및 그 프로세스 가스의 여기된 유도체들이 튜브들(953)을 통해 도달하는 실리콘 함유 전구체와 조합하는 경우에, 제 2 플라즈마 구역(985)에서 페테스탈(986)에 의해 지지되는 기관 상에 막이 생성된다.

[0056] 상단 유입구(954)는, 2개 또는 그 초과 전구체들이 샤워헤드(952) 위의 제 1 플라즈마 구역(983)에 진입할 때까지 그 2개 또는 그 초과 전구체들이 혼합 및 반응하지 못하게 하는 2개 또는 그 초과 독립적인 전구체(예컨대, 가스) 유동 채널들(956 및 958)을 가질 수 있다. 제 1 유동 채널(956)은 유입구(954)의 중심을 둘러싸는 환형 형상을 가질 수 있다. 이 채널은, 채널(956) 아래로 그리고 샤워헤드(952) 위의 제 1 플라즈마 구역(983) 내로 유동하는 반응성 종 전구체를 생성하는 원격 플라즈마 시스템(RPS)(948)에 커플링될 수 있다. 제 2 유동 채널(958)은 원통형으로 형성될 수 있고, 제 1 플라즈마 구역(983)으로 제 2 전구체를 유동시키기 위해 사용될 수 있다. 이 유동 채널은 반응성 종 생성 유닛을 우회하는 전구체 및/또는 캐리어 가스 소스와 함께 시작될 수 있다. 그 후에, 제 1 및 제 2 전구체들이 혼합되고, 플레이트(952)에서의 홀들을 통해 제 2 플라즈마 구역으로 유동한다.

[0057] 샤워헤드(952) 및 상단 유입구(954)는 기관 프로세싱 챔버(950)에서의 제 2 플라즈마 구역(985)으로 프로세스 가스를 전달하기 위해 사용될 수 있다. 예컨대, 제 1 유동 채널(956)은 (접지 또는 전자적으로 여기된 상태인) 원자 산소, 산소(O_2), 오존(O_3), N_2O , NO, NO_2 , NH_3 , N_2H_4 를 포함하는 N_xH_y , 실란, 디실란, TSA, 및 DSA 중 하나 또는 그 초과를 포함하는 프로세스 가스를 전달할 수 있다. 프로세스 가스는 또한, 헬륨, 아르곤, 질소(N_2) 등과 같은 캐리어 가스를 포함할 수 있다. 제 2 채널(958)은 또한, 성장하는 또는 증착된 상태의(as-deposited) 막으로부터 원하지 않는 컴포넌트를 제거하기 위해 사용되는 프로세스 가스, 캐리어 가스, 및/또는 처리 가스를 전달할 수 있다.

[0058] 용량적으로 커플링된 플라즈마(CCP)에 있어서, 전압 차이가 나타나게 될 수 있게 하기 위해, 프로세싱 챔버의 전도 상단 부분(982)과 샤워헤드 사이에 전기 절연체(976)(예컨대, 세라믹 링)가 배치된다. 전기 절연체(976)의 존재는 제 1 플라즈마 구역(983) 내부에서 RF 전력 소스에 의해 플라즈마가 생성될 수 있는 것을 보장한다. 유사하게, 제 2 플라즈마 구역(985)에서 플라즈마가 생성되게 허용하기 위해, 샤워헤드(952)와 페테스탈(986) 사이에 세라믹 링(도 9에는 도시되지 않음)이 또한 배치될 수 있다. 이는, 튜브들(953)의 수직 위치, 그리고 이들이 스파킹을 초래할 수 있는 금속 함유물을 갖는지에 따라, 튜브들(953) 위 또는 아래에 배치될 수 있다.

- [0059] 플라즈마는 샤워헤드 위의 제 1 플라즈마 구역(983), 또는 샤워헤드와 측면 노즐들(953) 아래의 제 2 플라즈마 구역(985)에서 점화될 수 있다. 증착 동안에 제 1 플라즈마 구역(983)에서 플라즈마를 점화하기 위해, 샤워헤드(952)와 프로세싱 챔버의 전도 상단 부분(982) 사이에, 전형적으로 무선 주파수(RF) 범위에서의 AC 전압이 인가된다. 제 2 플라즈마 구역(985)의 경계를 이루는 내부 표면들을 세정하거나 또는 막을 경화시키기 위해, 저부 플라즈마(985)가 턴 온되는 경우에, 상단 플라즈마는 낮은 전력으로 또는 전력이 없이 남겨진다. 샤워헤드(952)와 페테스탈(986)(또는 챔버의 저부) 사이에 AC 전압을 인가함으로써, 제 2 플라즈마 구역(985)에서의 플라즈마가 점화된다.
- [0060] 여기서 사용되는 바와 같은 "여기된 상태"에 있는 가스는, 가스 분자들의 적어도 일부가 진동-여기된, 해리된, 및/또는 이온화된 상태들에 있는 가스를 설명한다. 가스는 2개 또는 그 초과인 가스들의 조합일 수 있다.
- [0061] 개시된 실시예들은 증착, 예칭, 경화, 및/또는 세정 프로세스들에 관련될 수 있는 방법들을 포함한다. 도 10은 개시된 실시예들에 따른 증착 프로세스의 흐름도이다. 여기에서 설명되는 방법들을 수행하기 위해, 적어도 2개의 구역들로 분할된 기판 프로세싱 챔버가 사용된다. 기판 프로세싱 챔버는 제 1 플라즈마 구역 및 제 2 플라즈마 구역을 가질 수 있다. 제 1 플라즈마 구역과 제 2 플라즈마 구역 양자 모두는 구역들 내에서 점화되는 플라즈마들을 가질 수 있다.
- [0062] 도 10에 도시된 프로세스는 기판 프로세싱 챔버 내로의 기판의 전달과 함께 시작된다(단계 1005). 제 2 플라즈마 구역에 기판이 배치되고, 그 후에, 제 1 플라즈마 구역 내로 프로세스 가스가 유동될 수 있다(단계 1010). 제 1 플라즈마 구역 또는 제 2 플라즈마 구역 내로 처리 가스가 또한 도입될 수 있다(도시되지 않은 단계). 그 후에, 제 1 플라즈마 구역에서 플라즈마가 개시될 수 있으며(단계 1015), 그러나, 제 2 플라즈마 구역에서는 개시되지 않는다. 제 2 플라즈마 구역 내로 실리콘 함유 전구체가 유동된다(1020). 본 발명의 사상을 벗어나지 않으면서, 단계들(1010, 1015, 및 1020)의 타이밍 및 순서가 조정될 수 있다. 플라즈마가 개시되고 전구체들이 유동하고 있으면, 기판 상에 막이 성장된다(1025). 막이 미리 결정된 두께로 또는 미리 결정된 시간 동안 성장된(1025) 후에, 플라즈마들 및 가스 유동들이 중단되고(1030), 기판 프로세싱 챔버로부터 기판이 제거될 수 있다(1035). 기판이 제거되기 전에, 다음에 설명되는 프로세스에서 막이 경화될 수 있다.
- [0063] 도 11은 개시된 실시예들에 따른 막 경화 프로세스의 흐름도이다. 이 프로세스의 시작(1100)은 도 10에 도시된 방법에서 기판이 제거되기(1035) 직전일 수 있다. 이 프로세스는 또한, 프로세싱 챔버의 제 2 플라즈마 구역 내로 기판을 전달함으로써 시작될 수 있다(1100). 이 경우에, 기판은 다른 프로세싱 챔버에서 프로세스되었을 수 있다. 제 1 플라즈마 구역 내로 처리 가스(사전에 설명된 가능한 가스들)가 유동되고(1110), 제 1 플라즈마 구역에서 플라즈마가 개시된다(1115)(다시, 타이밍/순서는 조정될 수 있음). 그 후에, 막에서의 원하지 않는 함유물이 제거된다(1125). 일부 개시된 실시예들에서, 이 원하지 않는 함유물은 유기물이고, 프로세스는 기판 상의 막을 경화시키는 것 또는 강화시키는 것(hardening)(1125)을 수반한다. 이 프로세스 동안에 막이 수축할 수 있다. 플라즈마 및 가스의 유동이 중단되고(1130), 기판 프로세싱 챔버로부터 기판이 제거될 수 있다(1135).
- [0064] 도 12는 개시된 실시예들에 따른, 챔버 세정 프로세스의 흐름도이다. 이 프로세스의 시작(1200)은 챔버가 세정 또는 시즈닝된 후에 발생할 수 있으며, 이는 예방적인 유지보수(preventative maintenance; PM) 절차 또는 계획되지 않은 이벤트 후에 흔히 발생한다. 기판 프로세싱 챔버가 제 1 플라즈마 구역과 제 2 플라즈마 구역에서 동시에 플라즈마들을 지원하는 것이 가능하지 않을 수 있는 2개의 구역들을 갖기 때문에, 구역들 양자 모두를 세정하기 위해 순차적인 프로세스가 요구될 수 있다. 제 1 플라즈마 구역 내로 처리 가스(사전에 설명된 가능한 가스들)가 유동되고(1210), 제 1 플라즈마 구역에서 플라즈마가 개시된다(1215)(다시, 타이밍/순서는 조정될 수 있음). 플라즈마 및 처리 가스의 유동이 중단되기(1230) 전에, 제 1 플라즈마 구역 내의 내부 표면들이 세정된다(1225). 프로세스는 제 2 플라즈마 구역에 대해 반복된다. 제 2 플라즈마 구역 내로 처리 가스가 유동되고(1235), 그 내부에서 플라즈마가 개시된다(1240). 제 2 플라즈마 구역의 내부 표면들이 세정되고(1245), 플라즈마 및 처리 가스 유동이 중단된다(1250). 내부 표면 세정 절차들은, 기판 프로세싱 챔버의 내부 표면들로부터 불소를 세정하기 위해서, 뿐만 아니라, 고장 수리(troubleshooting) 및 유지보수 절차들로부터의 다른 남은 오염물들을 세정하기 위해서 실시될 수 있다.
- [0065] 도 13은 평탄한 무선 주파수("RF") 코일(1310)을 갖는 프로세싱 챔버(1305)의 제 1 플라즈마 구역(1300)의 단면 투시도이다. 이 실시예 및 여기에서 논의되는 다른 실시예들에서, 프로세싱 챔버(1305)는 200mm의 덮개를 가질 수 있다. 또한, 세라믹 가스 주입기(injector)(1315), 알루미늄 냉각 플레이트(1320), 세라믹 아이솔레이터(1325), 세라믹 돔(1330), 및 가능하게는 세라믹 플레이트 또는 코팅(1340)으로 덮이는 단일 또는 듀얼 채널 사

워헤드(1335)가 도시되어 있다. 샤워헤드(1335)가 단일 채널 샤워헤드인 이러한 그리고 다른 실시예들에서, 샤워헤드(1335)에서의 애퍼처들은 제 1 플라즈마 구역(1300)으로부터 샤워헤드(1335) 아래의 제 2 플라즈마 구역으로 유체 및/또는 플라즈마를 전달할 수 있다. 샤워헤드(1335)가 듀얼 채널 샤워헤드인 이러한 그리고 다른 실시예들에서, 샤워헤드(1335)에서의 애퍼처들은 제 1 플라즈마 구역(1300)으로부터의 유체 및/또는 플라즈마, 뿐만 아니라, 다른 소스로부터의 유체를 샤워헤드(1335) 아래의 제 2 플라즈마 구역으로 전달할 수 있다. 이러한 방식으로, 다른 소스로부터의 유체가 제 1 플라즈마 구역(1300)으로부터의 유체 및/또는 플라즈마와 실질적으로 유사한 유동 패턴으로 제 2 플라즈마 구역에 제공될 수 있다.

[0066] 도 14는 U-형상의 페라이트 코어들(1410)을 갖는 프로세싱 챔버(1405)의 다른 실시예의 제 1 플라즈마 구역(1400)의 단면 투시도이다. 또한, 세라믹 가스 주입기(1415), 알루미늄 냉각 플레이트(1420), 세라믹 아이솔레이터들(1425), 세라믹 돔(1430), 및 가능하게는 세라믹 플레이트 또는 코팅(1440)으로 덮이는 단일 또는 듀얼 채널 샤워헤드(1435)가 도시되어 있다. 도 14로부터 알 수 있는 바와 같이, 2개의 U-형상의 페라이트 코어들(1410)은 제 1 플라즈마 구역(1400)을 향하여 포인팅하는 단부들을 갖고, U-형상의 페라이트 코어들(1410)의 각각의 단부는 제 1 플라즈마 구역(1400)의 상이한 사분면을 향하여 포인팅한다. 도 15는 도 14의 프로세싱 챔버(1405)의 제 1 플라즈마 구역(1400)에서 B-필드(1500) 및 와전류 패턴들(1510)을 생성하기 위해 U-형상의 페라이트 코어들(1410) 상에 감긴 RF 코일들을 도시하는 평면도이다. 냉각 플레이트(1420) 상의 U-형상의 페라이트 코어(1410)의 각각의 단부에서의 갭(1520)이 각각의 와전류 루프(1510)를 낀다. 갭들(1530)은 반대측 와전류 패턴들을 낀다.

[0067] 도 16은 원통형 페라이트 바(bar)들(1610)을 갖는 프로세싱 챔버(1605)의 다른 실시예의 제 1 플라즈마 구역(1600)의 단면 투시도이다. 또한, 세라믹 가스 주입기(1615), 알루미늄 냉각 플레이트(1620), 세라믹 아이솔레이터들(1625), 세라믹 돔(1630), 및 가능하게는 세라믹 플레이트 또는 코팅(1640)으로 덮이는 단일 또는 듀얼 채널 샤워헤드(1635)가 도시되어 있다. 도 16으로부터 알 수 있는 바와 같이, 4개의 원통형 페라이트 바들(1610)(1개는 도시되지 않음)은 제 1 플라즈마 구역(1600)을 향하여 포인팅하는 단부들을 갖고, 각각의 원통형 페라이트 바들(1610)의 단부는 제 1 플라즈마 구역(1600)의 상이한 사분면을 향하여 포인팅한다. 도 17은 도 16의 프로세싱 챔버(1605)의 제 1 플라즈마 구역(1600)에서 B-필드(1700) 및 와전류 패턴들(1710)을 생성하기 위해 원통형 페라이트 바들(1610) 상에 감긴 RF 코일들을 도시하는 평면도이다. 냉각 플레이트(1620) 상의 원통형 페라이트 바(1610)의 각각의 단부에서의 갭(1720)은 각각의 와전류 루프(1710)를 낀다. 갭들(1730)은 반대측 와전류 패턴들을 낀다.

[0068] 도 18은 O-형상의 페라이트 코어들(1810)을 갖는 프로세싱 챔버(1805)의 다른 실시예의 제 1 플라즈마 구역(1800)의 단면 투시도이다. 또한, 세라믹 가스 주입기(1815), 알루미늄 냉각 플레이트(1820), 세라믹 아이솔레이터들(1825), 세라믹 돔(1830), 및 가능하게는 세라믹 플레이트 또는 코팅(1840)으로 덮이는 단일 또는 듀얼 채널 샤워헤드(1835)가 도시되어 있다. B-필드들(1850) 및 와전류 패턴들(1860)을 생성하기 위해 O-형상의 페라이트 코어들(1810) 상에 RF 코일들이 감긴다.

[0069] 중요하게, 도 13 내지 도 18에 도시된 그리고 여기에서 다르게 설명되는 바와 같은 RF 코일 레이아웃들은 또한, 프로세스 플라즈마들 또는 세정 플라즈마들을 생성하기 위해서, 뿐만 아니라, 에칭을 원조하기 위해서, 원격 플라즈마 소스들 및 단일 플라즈마 구역을 포함하는 프로세싱 챔버들에 적용될 수 있다.

[0070] 예컨대, 도 19는 U-형상의 페라이트 코어들(1910) 및 이온 샤워헤드(1920)를 갖는 유동성 CVD 프로세싱 챔버(1900)의 단면 투시도이다. 도 20은 이온 샤워헤드 없이 U-형상의 페라이트 코어들(2010)을 갖는 유동성 CVD 프로세싱 챔버(2000)의 단면 투시도이다. 도 21은 U-형상의 페라이트 코어들(2110)을 갖는 원격 플라즈마 소스(2100)의 단면 투시도이다.

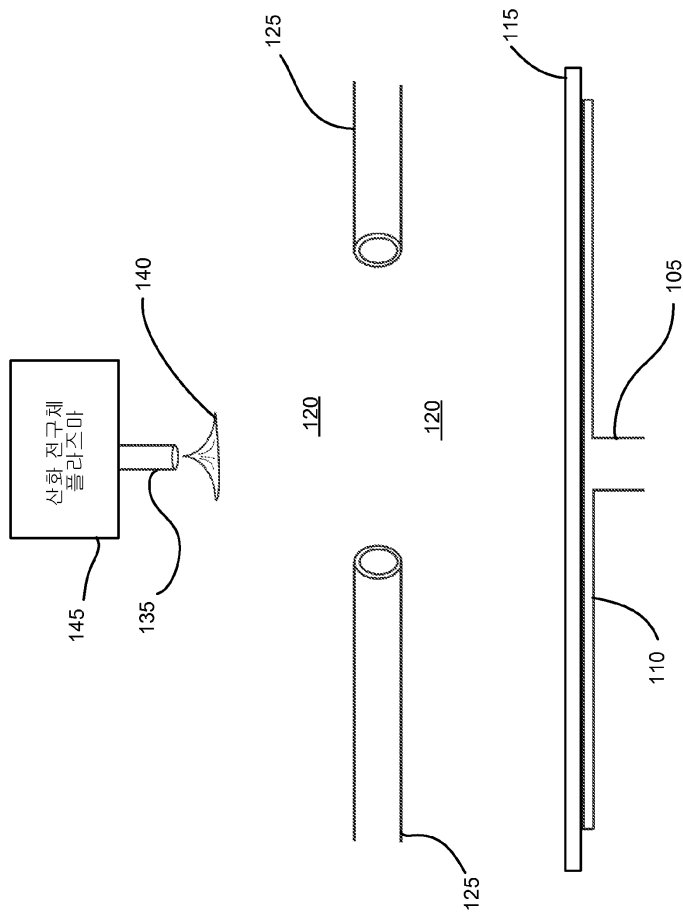
[0071] 또한 추가적인 예들에서, 도 22는 O-형상의 페라이트 코어들(2210)과 이온 샤워헤드(2220)를 갖는 유동성 CVD 프로세싱 챔버(2200)의 단면 투시도이다. 도 23은 이온 샤워헤드 없이 O-형상의 페라이트 코어들(2310)을 갖는 유동성 CVD 프로세싱 챔버(2300)의 단면 투시도이다. 도 24는 O-형상의 페라이트 코어들(2410)을 갖는 원격 플라즈마 소스(2400)의 단면 투시도이다.

[0072] 여기에서 설명되는 RF 코일 레이아웃들은, (a) 더 높은 균일성 제어를 제공하고, (b) 라디칼 손실들을 저감시키고, (c) 더 높은 증착 레이트들을 제공하고, (d) 증착 레이트 균일성을 달성하기 위해 요구되는 프로세스 압력들을 저감시키며, 그리고 (e) 원격 플라즈마 생성에서 통상적인 오염을 감소시킴으로써, 유동성 및 종래의 CVD 양자 모두, 에칭, 및 세정 시스템들 및 방법들을 보조할 수 있다.

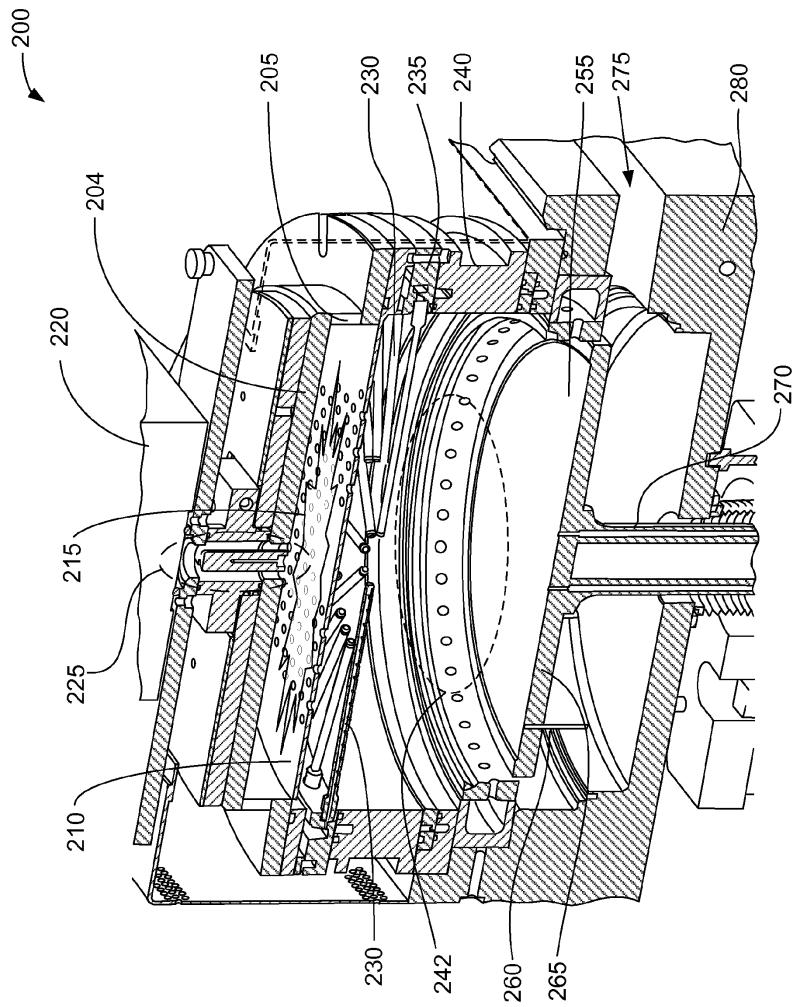
- [0073] 수개의 실시예들을 개시하였지만, 개시된 실시예들의 사상을 벗어나지 않고 다양한 변형들, 대안적인 구성들, 및 등가물들이 사용될 수 있다는 것이 당업자에 의해 인식될 것이다. 부가적으로, 본 발명을 불필요하게 불명료히 하는 것을 피하기 위해, 다수의 잘 알려진 프로세스들 및 엘리먼트들이 설명되지 않았다. 따라서, 위의 설명이 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 간주되지 않아야 한다.
- [0074] 수치 범위가 주어진 경우, 그러한 수치 범위의 상한들과 하한들 사이에 존재하는 각각의 값은, 문맥상 달리 명백히 표시되어 있지 않는 한 하한의 단위의 소수점 이하 추가 한 자리까지 또한 구체적으로 기재된 것으로 해석된다. 명시된 범위 내의 임의의 명시된 값 또는 그 범위에 속하는 값과 그러한 명시된 범위내의 임의의 다른 명시된 값 또는 그 범위에 속하는 다른 값 사이에 존재하는 각각의 소범위가 포함된다. 이러한 소범위의 상한들과 하한들은 독립적으로 그러한 범위에 포함되거나 그러한 범위에서 제외될 수 있고, 각각의 범위는, 상한과 하한 중 하나 또는 둘 모두가 그러한 소범위에 포함되든지 그러한 소범위에서 제외되든지 간에, 임의의 한계값이 명시된 범위에서 구체적으로 제외된 것이 아닌 한, 또한 본 발명에 포함된다. 명시된 범위가 한계값들 중 하나 또는 둘 모두를 포함하는 경우, 그렇게 포함된 한계값들 중 하나 또는 둘 모두를 제외한 범위들이 또한 포함된다.
- [0075] 여기에서 그리고 첨부되는 청구항들에서 사용되는 바와 같이, 단수 형태들("a", "an" 및 "the")은 문맥상 달리 명백히 표시되어 있지 않는 한 복수의 지시대상들을 포함한다. 따라서, 예컨대, "프로세스(a process)"에 대한 언급은 복수의 이러한 프로세스들을 포함하며, "유전체 재료(the dielectric material)"에 대한 언급은 당업자에게 알려진 하나 또는 그 초과 유전체 재료들 및 그 등가물들에 대한 언급을 포함하며, 기타의 경우도 유사하다.
- [0076] 또한, 본 명세서 및 하기 청구항들에서 사용되는 경우에, 포함("comprise", "comprising", "include", "including", 및 "includes")이라는 단어는 언급된 피처들, 정수들, 컴포넌트들, 또는 단계들의 존재를 특정하도록 의도되지만, 이들이 하나 또는 그 초과 다른 피처들, 정수들, 컴포넌트들, 단계들, 동작들, 또는 그룹들의 존재 또는 부가를 배제하는 것은 아니다.

도면

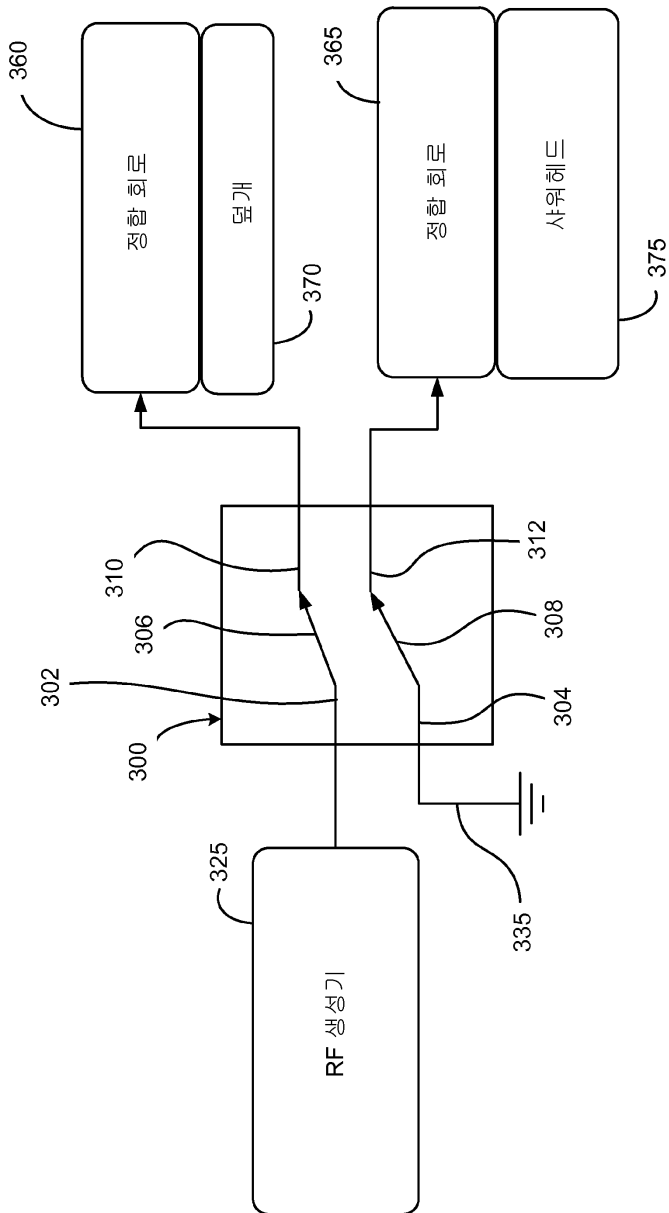
도면1



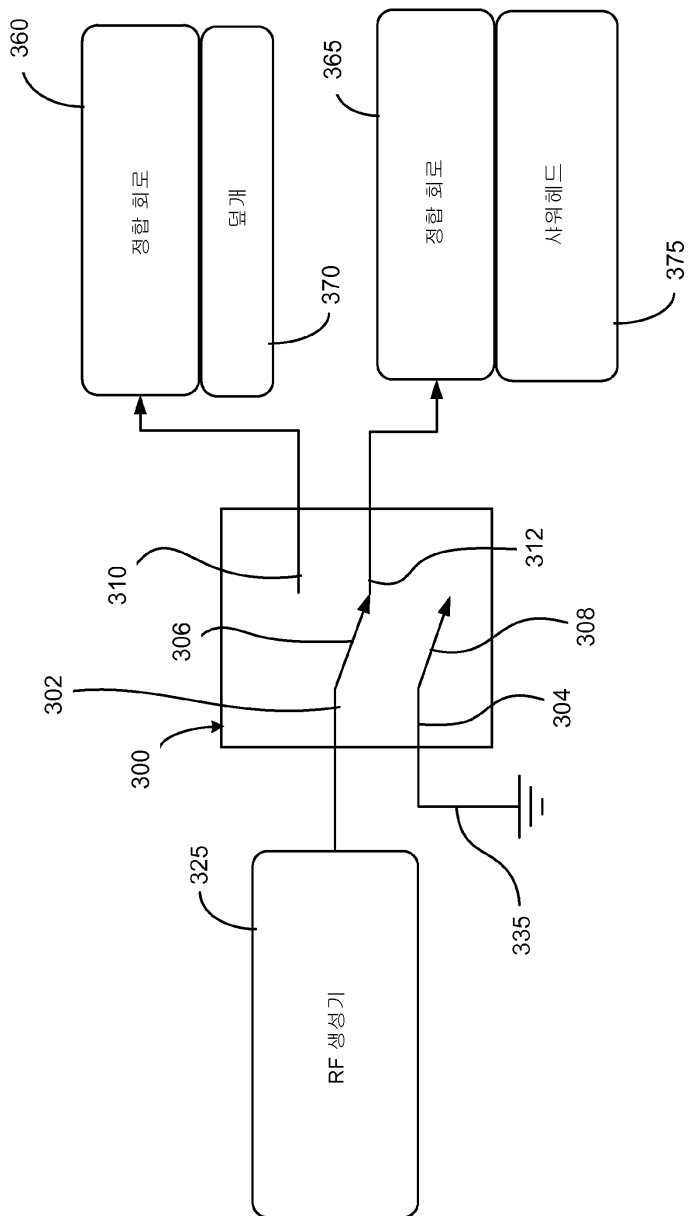
도면2



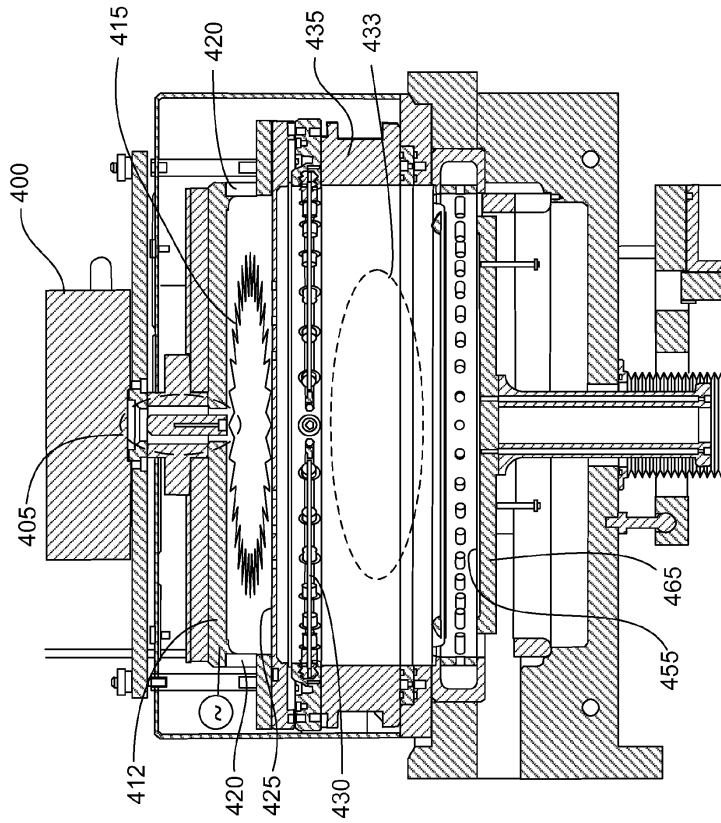
도면3a



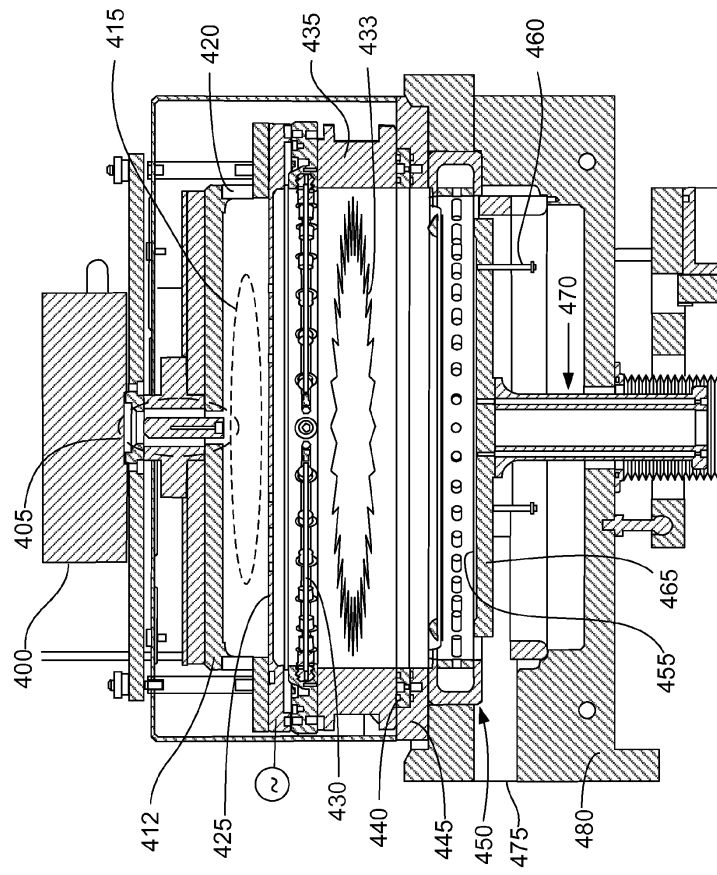
도면3b



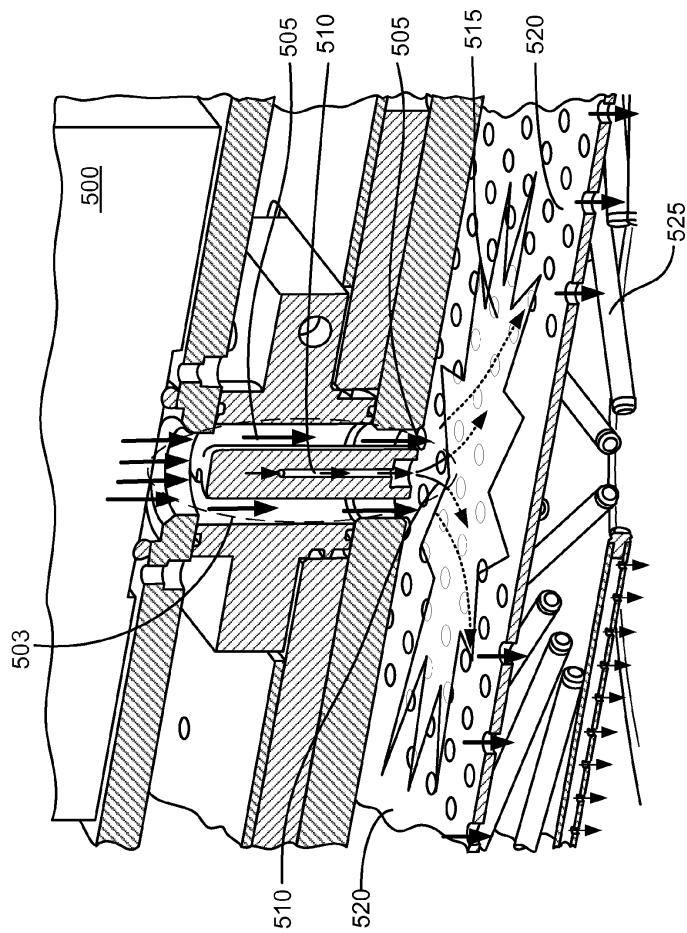
도면4a



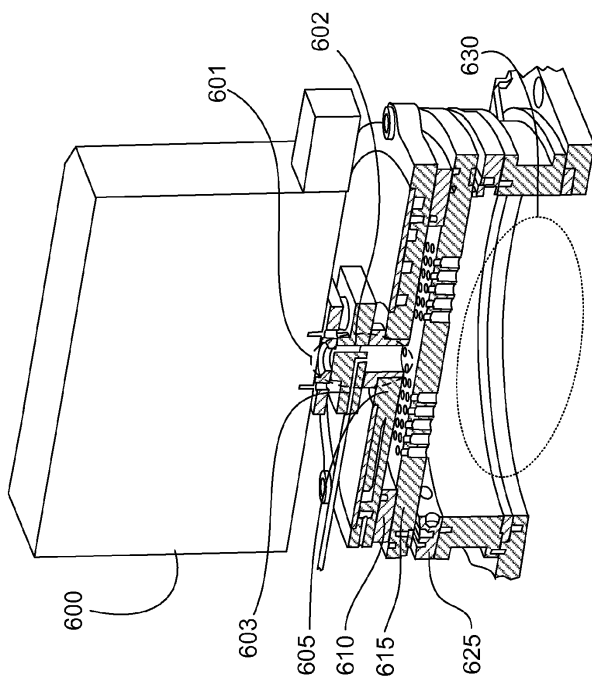
도면4b



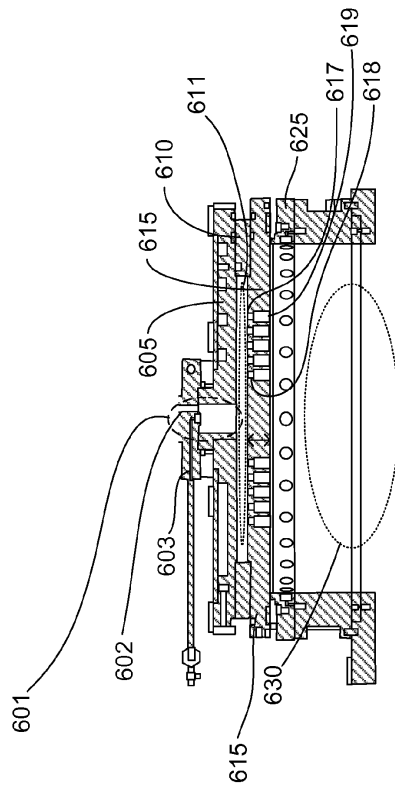
도면5



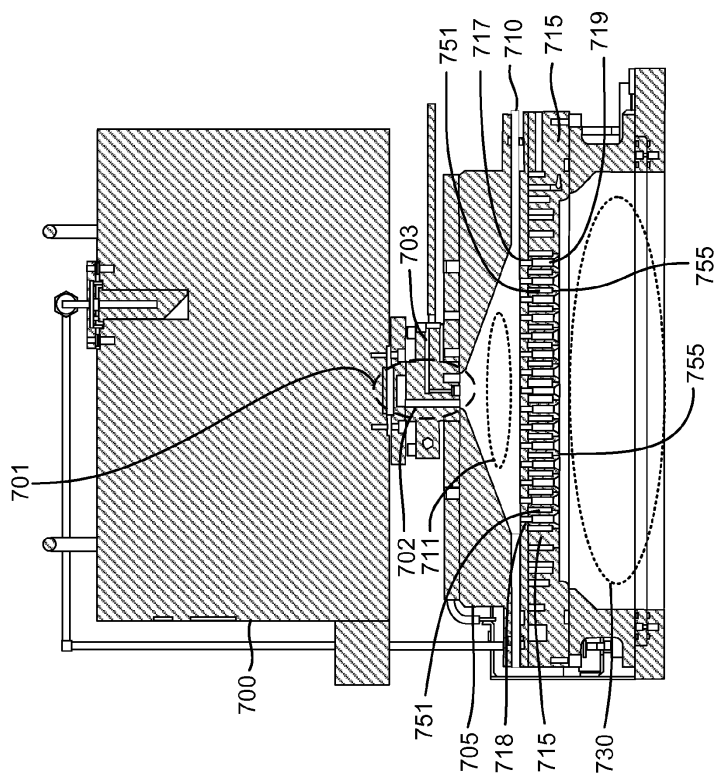
도면6a



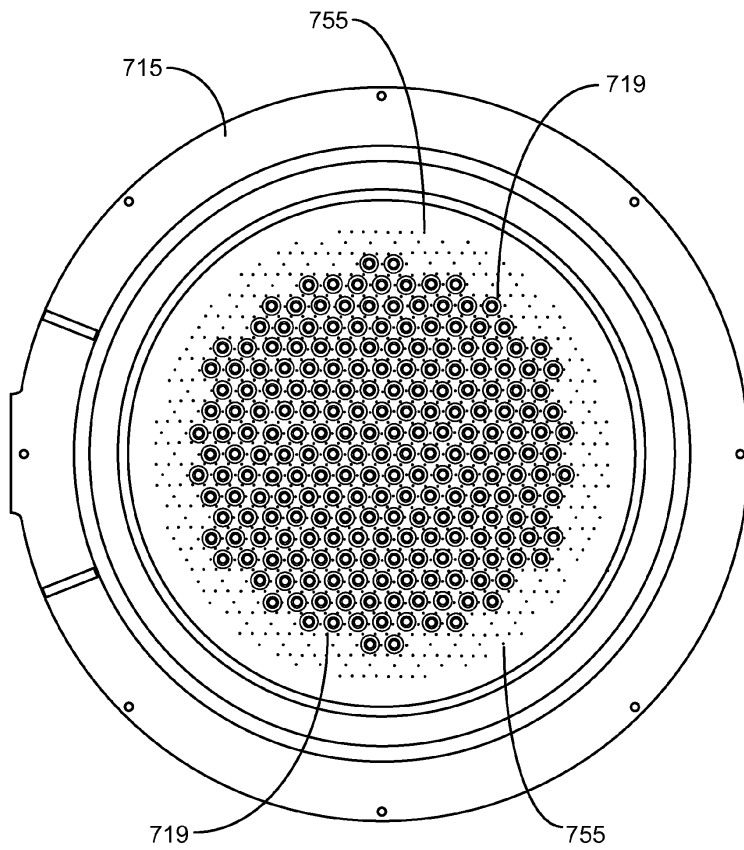
도면6b



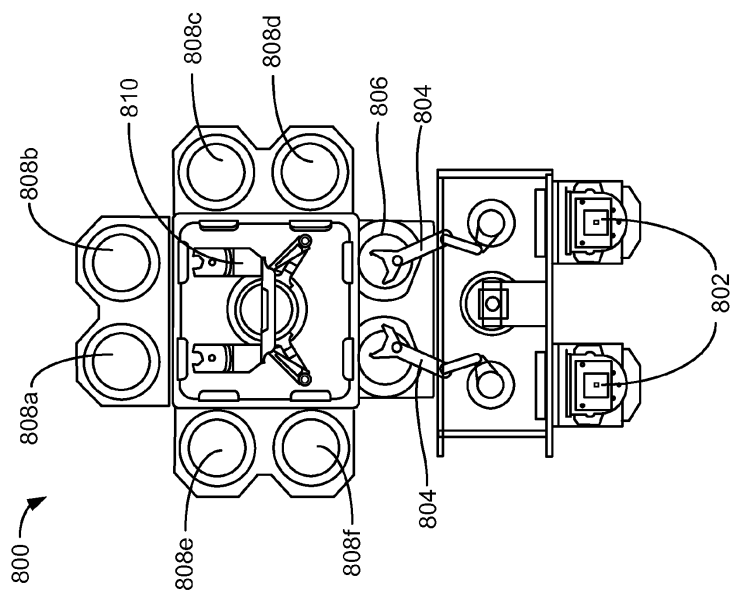
도면7a



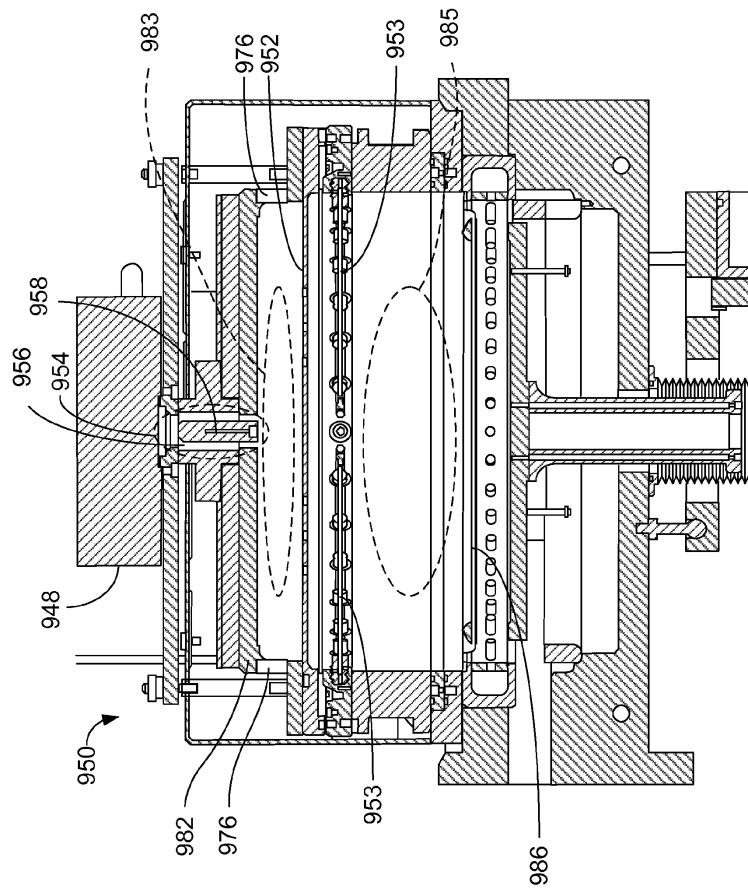
도면7b



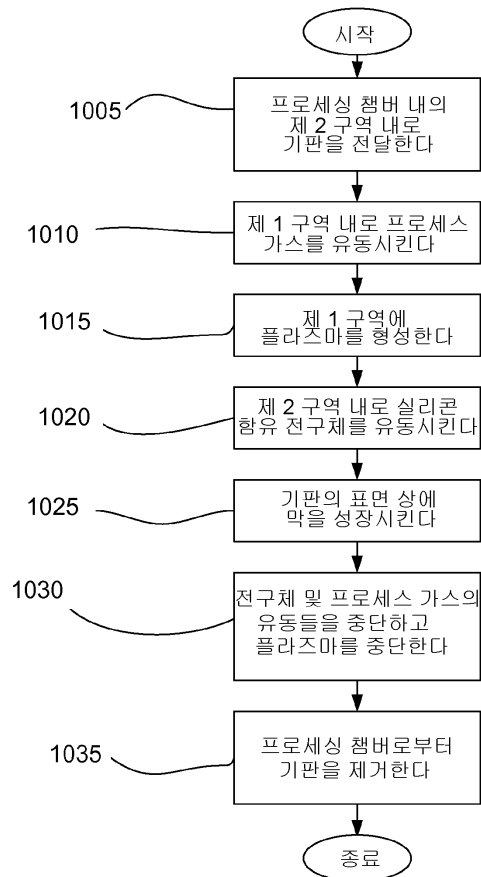
도면8



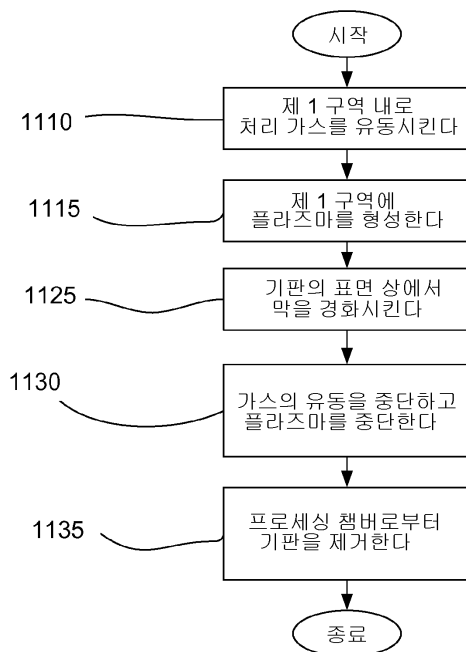
도면9



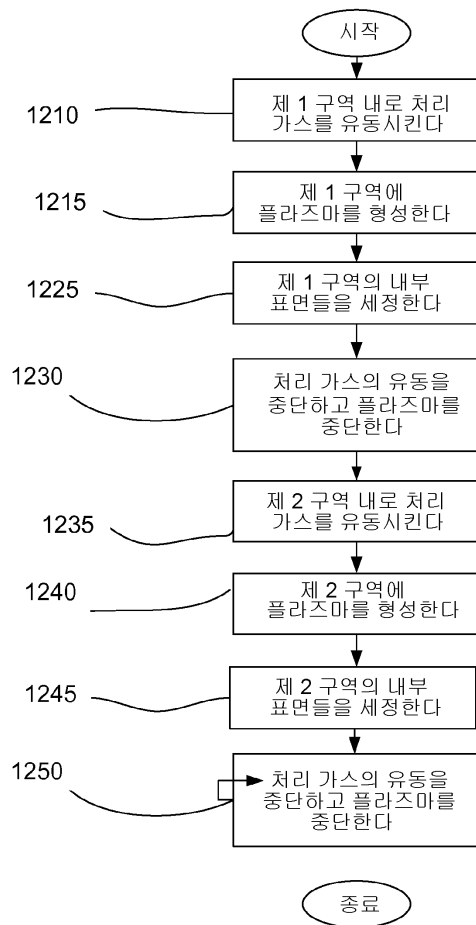
도면10



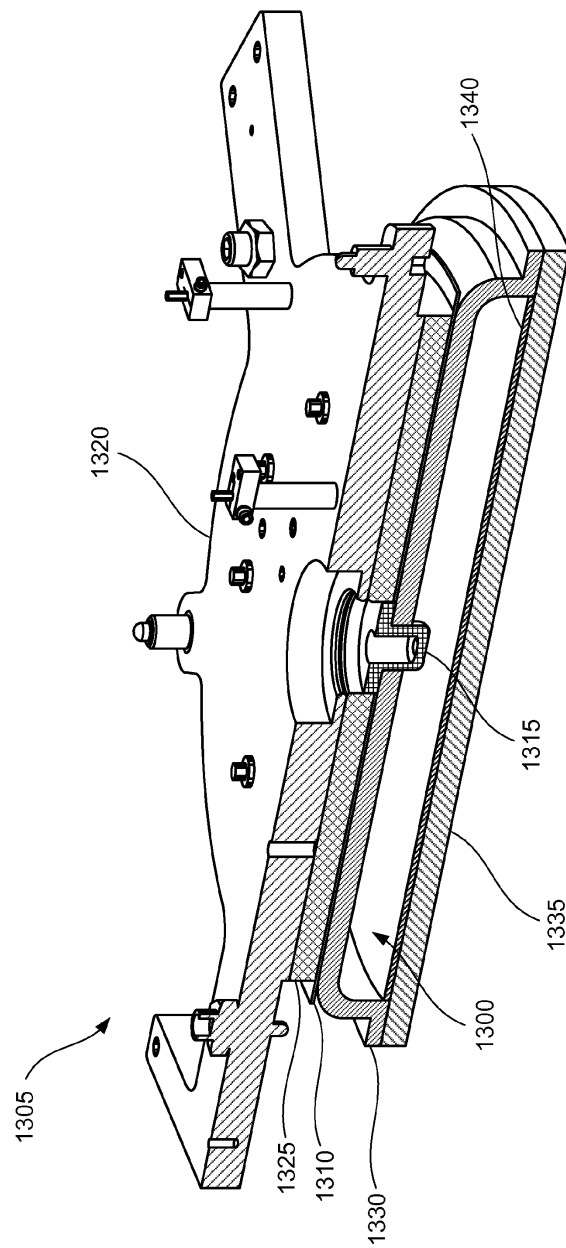
도면11



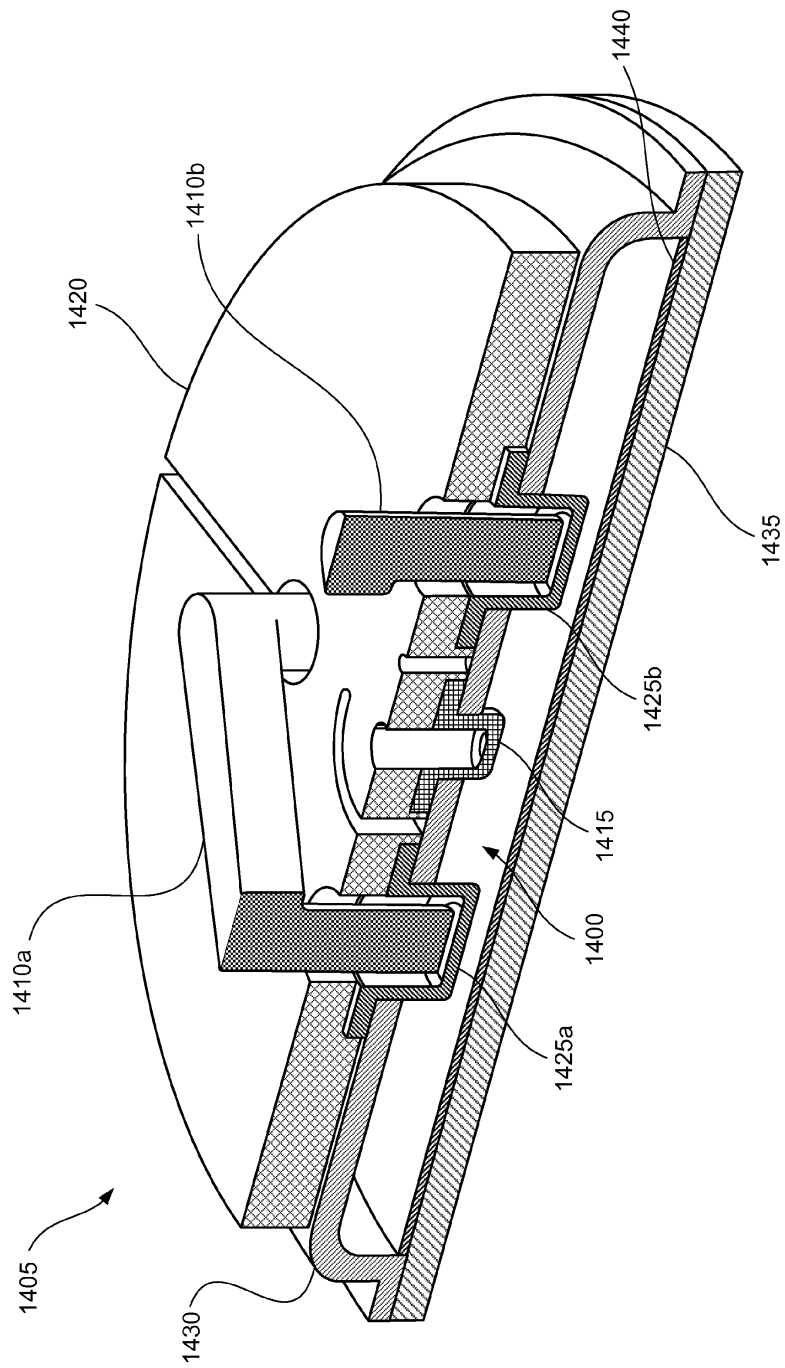
도면12



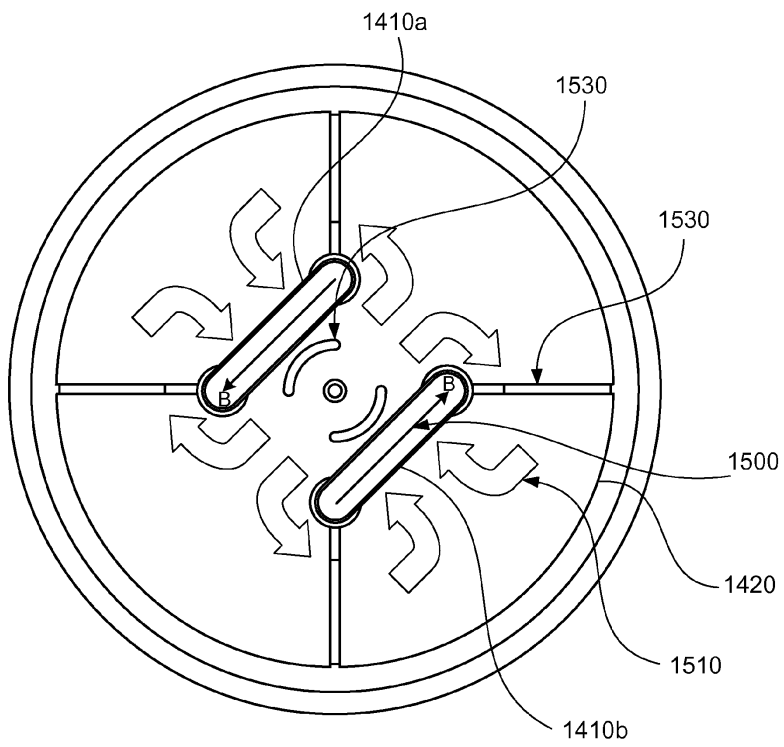
도면13



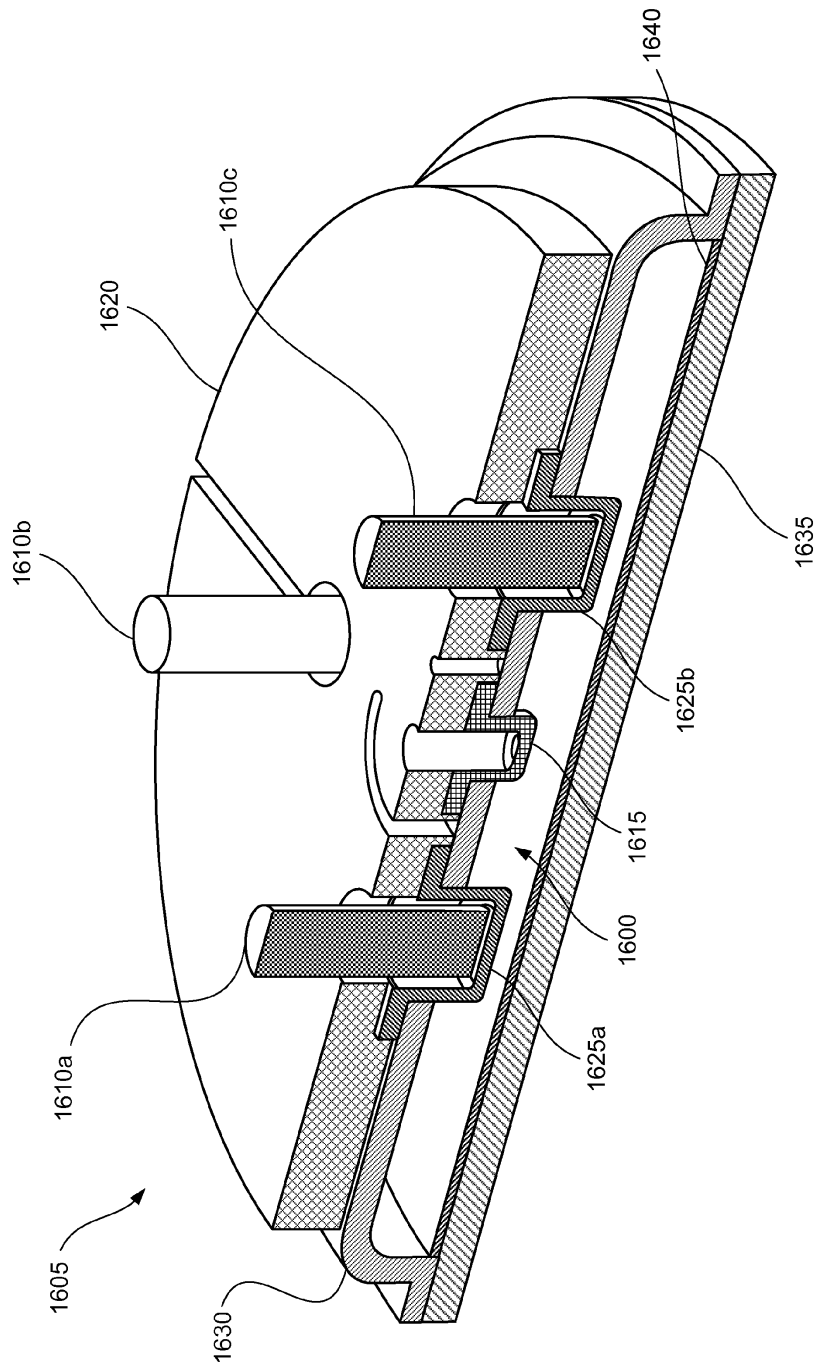
도면14



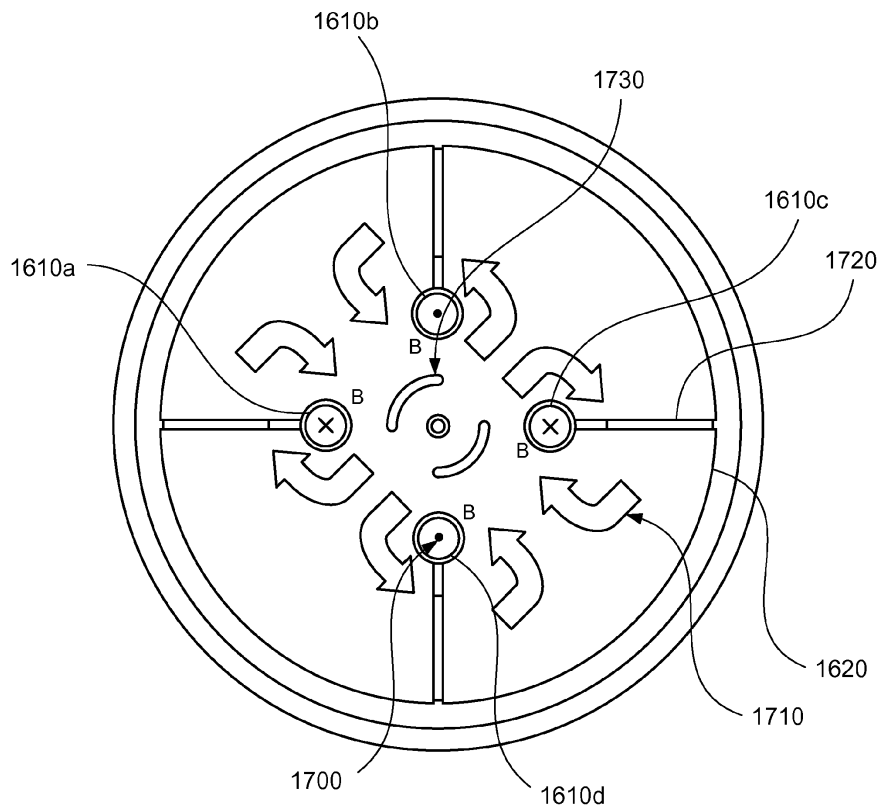
도면15



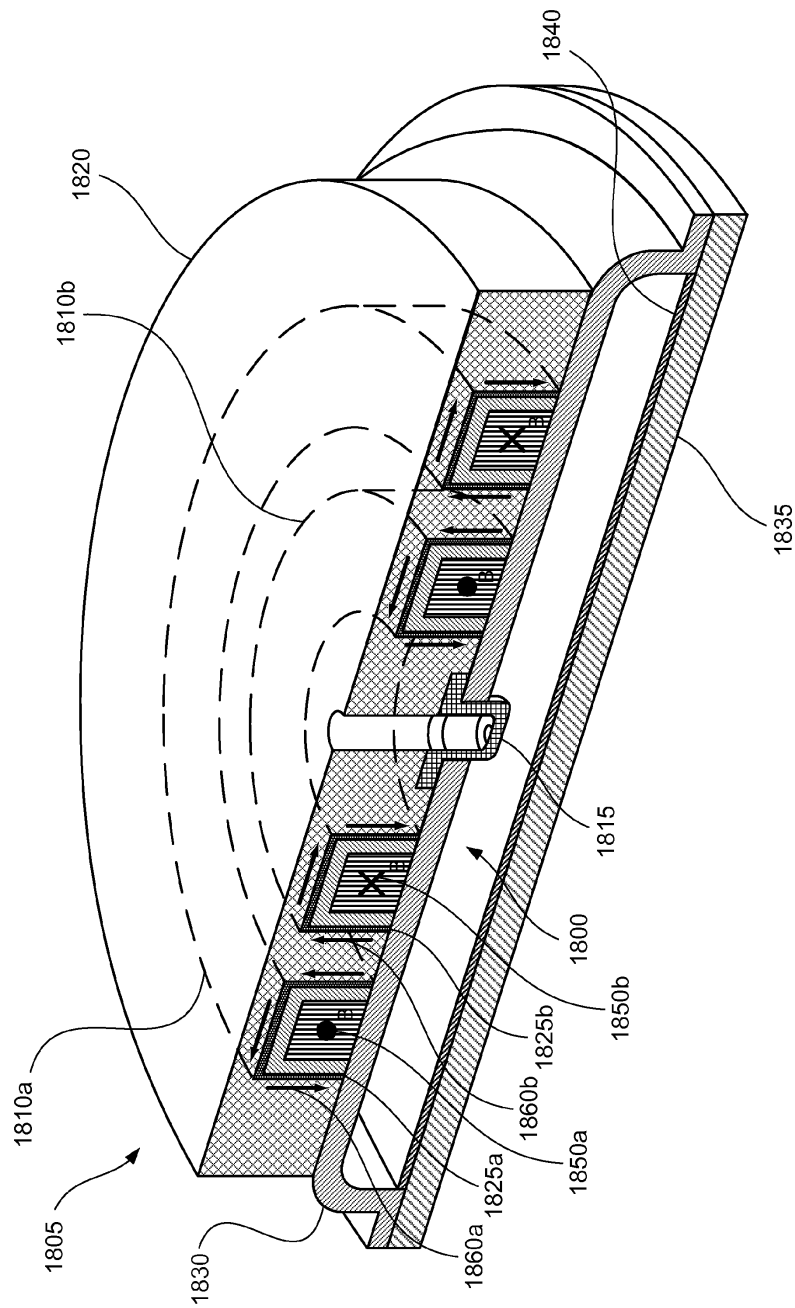
도면16



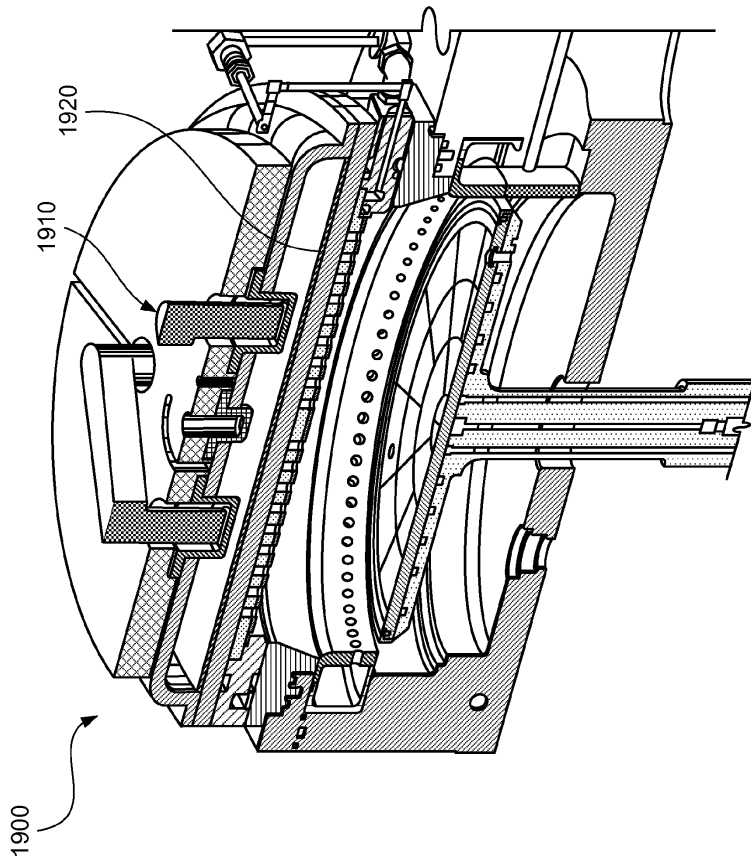
도면17



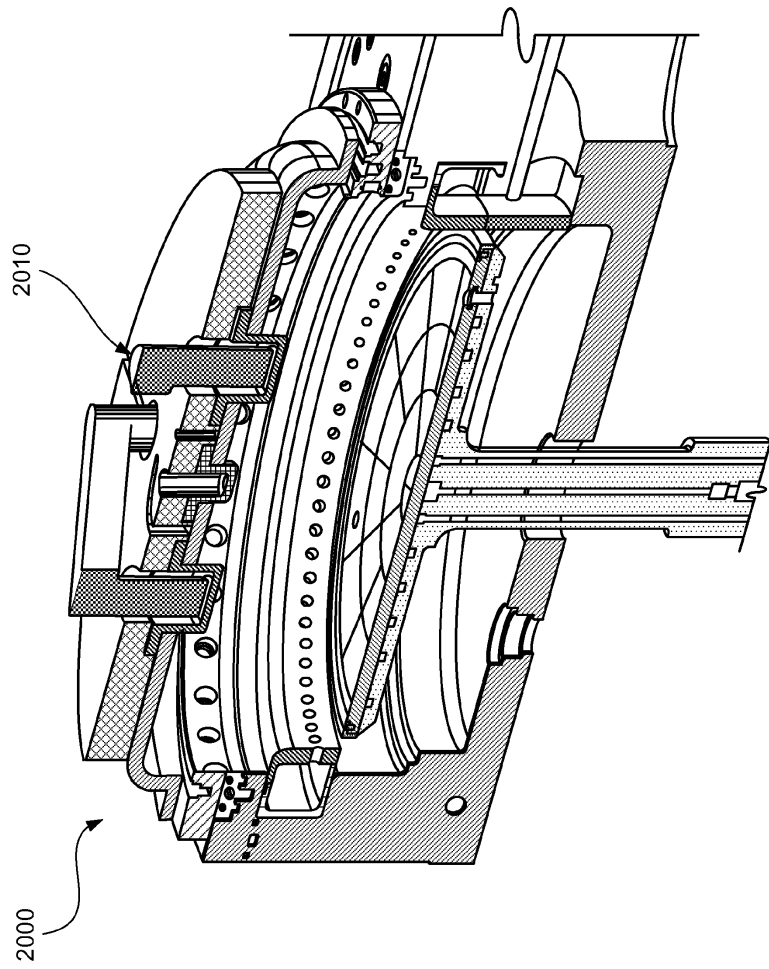
도면18



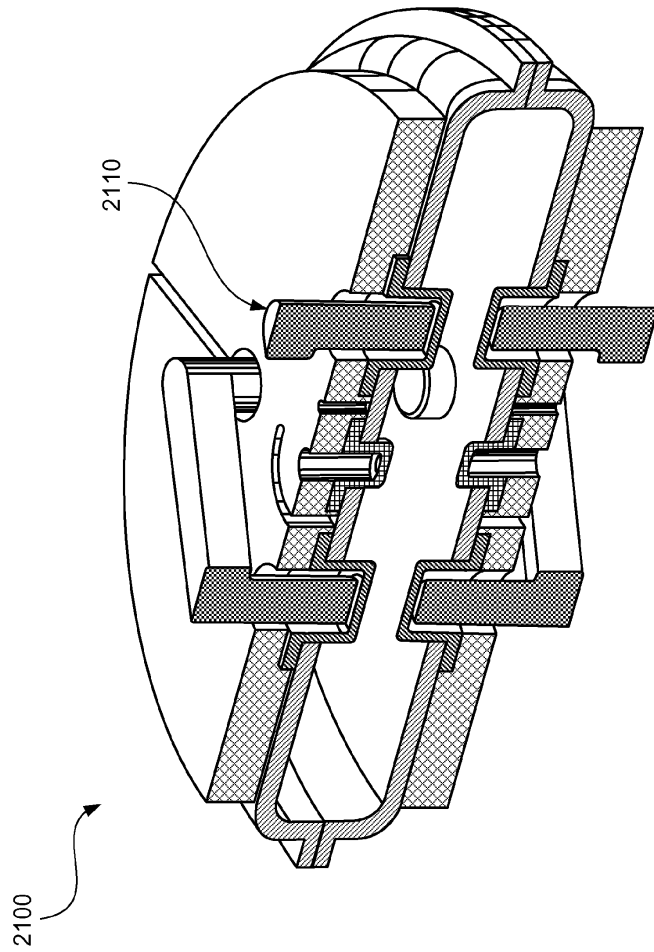
도면19



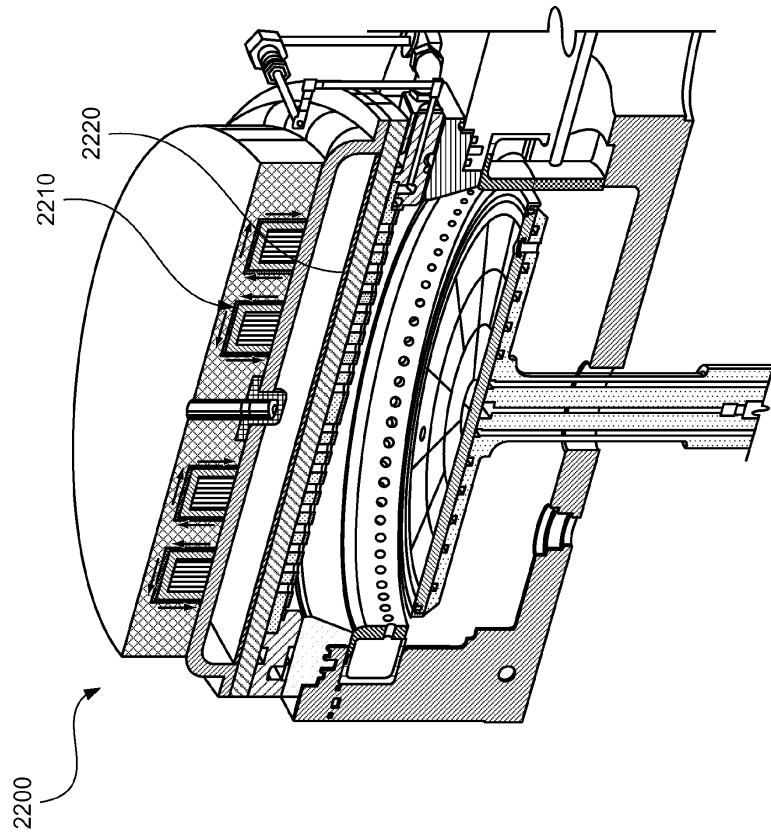
도면20



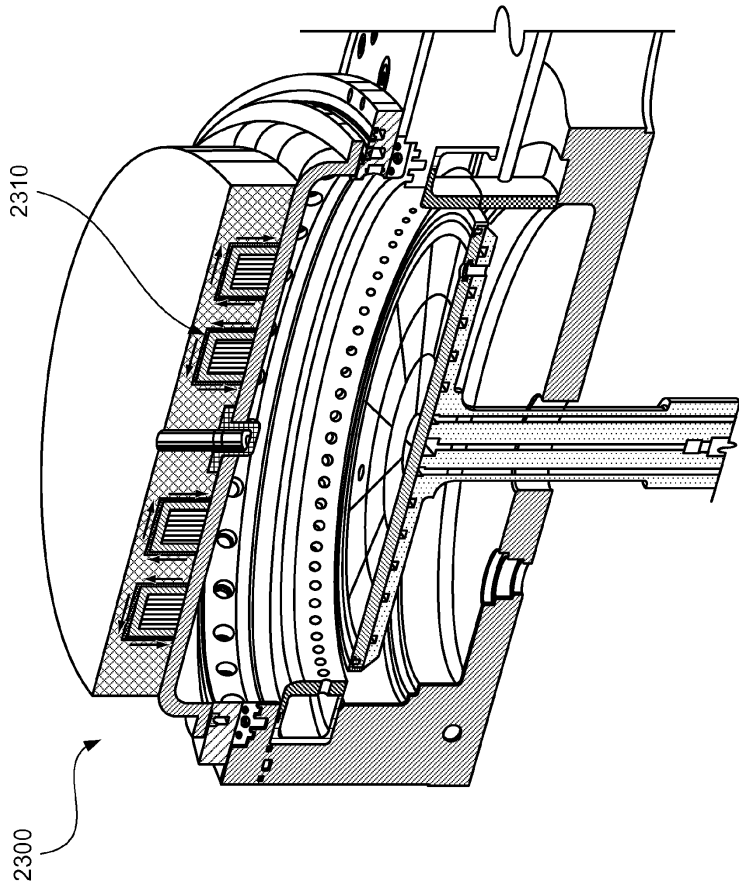
도면21



도면22



도면23



도면24

