



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년07월06일
(11) 등록번호 10-1046969
(24) 등록일자 2011년06월30일

(51) Int. Cl.
H01L 21/205 (2006.01) H01L 21/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-7030343
(22) 출원일자(국제출원일자) 2007년05월15일
심사청구일자 2008년12월12일
(85) 번역문제출일자 2008년12월12일
(65) 공개번호 10-2009-0016476
(43) 공개일자 2009년02월13일
(86) 국제출원번호 PCT/US2007/068948
(87) 국제공개번호 WO 2007/137035
국제공개일자 2007년11월29일
(30) 우선권주장
11/435,065 2006년05월16일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20030164225 A1*
US20010008618 A1*
KR1020030022136 A*
KR100271694 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050
(72) 발명자
칼손, 데이비드, 케이.
미국 95132 캘리포니아 샌어제이 클레이틀 웨이
4054
(74) 대리인
남상선

전체 청구항 수 : 총 14 항

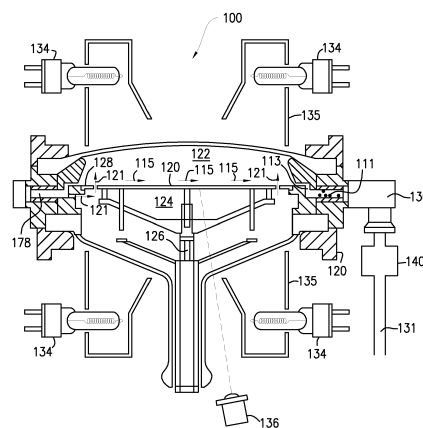
심사관 : 이성준

(54) CVD 배기 시스템의 인시튜 세정

(57) 요약

본 발명의 실시예들은 CVD를 이용하여 막들을 형성하기 위한 방법들 및 장치에 관한 것이다. 방법 및 장치의 하나 이상의 실시예들은 CVD 장치의 배기 라인에 폴리머들이 형성되게 하는 결합들을 파쇄 및/또는 결합들의 형성을 방지하는 것을 포함한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

CVD 반응 챔버의 배기 라인(exhaust line)에서 폴리머들의 형성을 방지하는 방법으로서,

상기 CVD 반응 챔버로부터 배기되는 가스들을 다운스트림(downstream) 챔버를 통하여 유도시키는 단계

를 포함하고, 상기 다운스트림 챔버는 상기 배기 라인에서 폴리머 종의 형성을 방지하기 위해, 폴리머들을 형성하는 결합들(bonds)을 방지 및 분쇄하거나 상기 결합들을 방지 또는 분쇄하기 위한 에너지를 생성하는 유도성(inductive) 저주파 RF 챔버를 포함하는,

CVD 반응 챔버의 배기 라인에서 폴리머들의 형성을 방지하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 유도성 저주파 RF 챔버는 1000℃ 내지 1200℃의 온도들을 생성하는,

CVD 반응 챔버의 배기 라인에서 폴리머들의 형성을 방지하는 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 유도성 저주파 RF 챔버는 10 KHz 미만의 주파수에서 동작하고, 상기 유도성 저주파 RF 챔버는 10 Torr 미만의 압력에서 플라즈마를 생성하는,

CVD 반응 챔버의 배기 라인에서 폴리머들의 형성을 방지하는 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

HCl 및 Cl_2 로부터 선택된 에chant(etchant)를 상기 유도성 저주파 RF 챔버로 유입시키는 단계를 더 포함하는,

CVD 반응 챔버의 배기 라인에서 폴리머들의 형성을 방지하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 다운스트림 챔버는 UV 광원을 포함하는,

CVD 반응 챔버의 배기 라인에서 폴리머들의 형성을 방지하는 방법.

청구항 6

CVD 장치로서,

반응 챔버로 가스들을 유입시키기 위한 가스 분배 시스템 및 기판 지지부를 포함하는 CVD 반응 챔버;

프로세스 챔버로부터 가스들을 제거하기 위해 상기 CVD 반응 챔버에 연결된 배기 라인; 및

상기 배기 라인에서 폴리머들의 형성을 방지하기 위해 상기 배기 라인에 결합된 디바이스(device) — 상기 디바이스는 상기 배기 라인에서 폴리머들의 형성을 방지하기 위한 온도들을 생성할 수 있는 유도성 저주파 RF 챔버를 포함함 —

를 포함하는 CVD 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 디바이스는 1000℃ 내지 1200℃의 온도들을 생성하도록 구성된 열적 챔버를 포함하는,
CVD 장치.

청구항 8

삭제

청구항 9

제 6 항에 있어서,
상기 유도성 저주파 RF 챔버는 10 KHz 미만의 주파수에서 동작하는,
CVD 장치.

청구항 10

제 6 항에 있어서,
상기 배기 라인과 소통하는 에천트 가스 입력부를 더 포함하는,
CVD 장치.

청구항 11

제 6 항에 있어서,
상기 디바이스는 상기 배기 라인에 결합된 UV 광원을 포함하는,
CVD 장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서,
상기 UV 광원은 172nm의 파장에서 동작하는,
CVD 장치.

청구항 13

제 6 항에 있어서,
상기 유도성 저주파 RF 챔버는 나선형 공진기 코일을 포함하는,
CVD 장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서,
상기 나선형 공진기 코일은 서셉터 관(susceptor tube)을 둘러싸는,
CVD 장치.

청구항 15

제 10 항에 있어서,
상기 에천트 가스는 HCl을 포함하는,
CVD 장치.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 일반적으로 화학 기상 증착(CVD) 배기 시스템들의 세정에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 CVD 시스템들의 폴리머 오염물들의 인시튜(in situ) 세정에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] CVD 처리 동안, 증착 가스들은 처리되는 기판의 표면 상에 박막층을 형성하기 위해 프로세스 챔버 내부로 방출된다. 또한, 프로세스 챔버의 벽들과 같은 영역들 상의 원치않는 증착은 그러한 CVD 프로세스들 동안 발생한다. 그러나, 이러한 증착 가스들의 개별 분자들의 챔버 체류 시간은 상대적으로 짧기 때문에, 챔버에 배출된 분자들의 작은 일부분만이 증착 프로세스에서 소모되어 웨이퍼 또는 챔버 벽들 상에 증착된다.

[0003] 웨이퍼들 상에 층들을 형성하기 위해 CVD가 이용되는 반도체 제조 프로세스들 동안, 주입된 프로세스 가스가 웨이퍼 기판 표면 상에만 증착된다면 바람직하지만, 실제로는 일부 가스 분자들이 기판 표면에서 상실되고 프로세스 챔버 표면들 상에 증착된다. 소모되지 않은 가스 분자들의 일부는 부분적으로 반응된 화합물들 및 반응 부산물들과 함께 진공 하에서 배기 라인(exhaust line)을 통해 챔버 외부로 펌핑된다. 이러한 배기 가스의 많은 화합물들은 배기 라인에서 원치 않는 증착물들을 형성할 수 있는 잔류물들 또는 입자 물질을 포함하고 및/또는 여전히 고 반응 상태들에 있다. 어플라이드 머티어리얼스에 의해 제조된 Epi Centura[®] 챔버와 같은 프로세스 챔버에서, 프로세스 가스들의 온도는 프로세스 가스들이 배기 라인에 진입함에 따라 프로세스 챔버로부터 나올 때 현저하게 떨어져서, 배기 삽입부들, 배기 캡, 및 적어도 처음 4 피트의 배기 라인의 코팅을 초래한다. 전술한 물질들과 더불어, 코팅은 벌집 모양의 조밀도(honey-like consistency)를 갖는 일반적으로 반투명 점성 액체인 것으로 관찰되었다. 또한, 응축된 배기 부산물은 배기 라인의 프로세스 조건들과 위치에 따라, 불투명 백색에서 불투명 황색으로, 불투명 적갈색으로 보일 수 있다. 응축된 배기 부산물이 불투명할 때, 고상(solid phase)으로 보인다. 반투명 액체는 불투명 백색 물질을 형성하기 위해 대기에 노출되는 즉시 반응한다고 판단된다.

[0004] 따라서, 배기 라인들의 액체 및 고체 물질의 형성은 몇가지 문제점들을 나타낸다. 첫째, 형성물은 진공 밀봉부가 파손되어 배기 라인이 표준 주기적 세정 동작들 동안 대기 조건들에 노출될 때 접착될 수 있는 발화 물질이라는 점에서 안전성에 위협을 받는다. 둘째, 충분한 증착 물질이 배기 라인에 형성되면, 배기 라인 및/또는 그의 연동되는 진공 펌프는 적절히 세정되지 않을 경우 막힐 수 있다. 주기적으로 세정되더라도, 형성 물질은 진공 펌프의 정상 동작을 방해하고, 펌프의 가용 수명을 현저하게 단축시킬 수 있다. 또한, 고체 물질은 배기 라인으로부터 프로세스 챔버로 역류할 수 있고, 프로세스 챔버를 오염시킬 수 있다. 반투명 액체가 공기에 급속히 노출되면, 폭발 반응이 발생할 수 있다.

[0005] 이러한 문제들을 방지하기 위해, 배기 라인의 내부 표면을 규칙적으로 세정하여 증착된 물질을 제거한다. 이러한 과정은 표준 챔버 세정 동작 동안 수행되고, 표준 챔버 세정 동작은 프로세스 챔버의 챔버 벽들과 유사 영역들로부터 원치않는 증착 물질을 제거하기 위해 사용된다. 통상적인 챔버 세정 기술들은 불소와 같은 식각 가스의 사용을 포함하여, 챔버 벽들과 다른 영역들로부터 증착 물질을 제거한다. 식각 가스가 챔버로 유입되고 플라즈마가 형성되어, 식각 가스가 반응하고 챔버 벽들로부터 증착 물질을 제거한다. 그러한 세정 과정들은 통상적으로 각각의 웨이퍼 또는 다수의 웨이퍼들에 대한 증착 단계들 사이에 수행된다.

[0006] 챔버 벽들로부터 증착 물질의 제거는 플라즈마가 증착 물질에 인접한 영역의 챔버 내에 생성된다는 점에서 상대적으로 간단하다. 배기 라인으로부터 증착 물질의 제거는 배기 라인이 프로세스 챔버로부터 하류로 흐르기(downstream) 때문에 보다 어렵다. 고정된 시간 기간(time period) 내에서, 프로세스 챔버 내의 대부분의 지점들은 배기 라인의 지점들 보다 더 많은 에천트 불소 원자들과 접촉하게 된다. 따라서, 고정된 시간 기간 내에서, 챔버는 잔류물과 유사 증착물들이 배기 라인에 남아 있는 동안 세정 프로세스에 의해 적절히 세정될 수 있다.

[0007] 배기 라인을 적절히 세정하기 위해, 세정 동작의 지속시간이 증가되어야 한다. 그러나, 세정 동작 길이의 증가는 웨이퍼 수율에 악영향을 주는 설비 중단 시간을 초래하기 때문에 바람직하지 않다. 또한, 그러한 잔류물 형성은 세정 프로세스로부터의 반응물들이 배기 라인 내의 잔류물과 반응할 수 있는 상태로 배기 라인에 배출되는 정도만큼 세정될 수 있다. 몇몇 시스템들과 애플리케이션들에서, 배출된 반응물들의 체류 시간은 배기 라인의 단부 또는 중간 부분들에도 도달하기에 불충분하다. 이러한 시스템들과 애플리케이션들에서, 잔류물 형성이 보다 관심사이다.

- [0008] 몇가지 상이한 장치들이 그러한 배기 라인들의 세정을 용이하게 하기 위해 설계되었다. 배기 라인을 세정하기 위해 사용되었던 한가지 방법은 입자 물질이 용이하게 빠져나올 수 없는 수집 챔버로 가스 흐름을 전환시킴으로써 진공 펌프에 도달하기 이전에 배기 스트림에 존재하는 입자 물질을 트랩시키는 것이다. 이러한 기술에 의존하는 장치들은 수집 챔버에 대한 착탈식 도어 또는 유사한 액세스를 제공하여, 충분한 양의 물질이 챔버 내에 형성된 경우 용이하게 제거될 수 있다. 통상적으로, 기관 증착 시스템은 수집 챔버가 세정되는 기간 동안 일시적으로 가동 중단되어, 시스템의 웨이퍼 수율을 제한하거나 감소시킨다.
- [0009] 배기 라인을 세정하기 위해 사용되었던 한가지 방법은 막이 전극 표면들 상에 증착됨에 따라 배기 가스의 반응성 성분들을 추출하기 위한 플라즈마 강화 CVD 기술들을 이용하는 스크러빙(scrubbing) 시스템에 의존한다. 스크러빙 시스템은 고체 막으로서 반응물들의 제거를 극대화하도록 설계되고 대표면적 나선형 전극들을 사용한다. 나선형 전극들은 송풍 펌프와 기계 펌프 사이의 배기 라인의 단부 근처에 위치한 착탈식 흡수통(canister) 내에 포함된다. 충분한 양의 고체 폐기물이 전극들 상에 형성된 이후, 폐기 및 교체를 위해 흡수통들이 제거될 수 있다.
- [0010] 시스템이 전극들의 대표면적에 의존하여, 수집되는 증착 고체 물질에 대한 면적을 제공한다는 점에서 이러한 종래기술의 방법에 문제점들이 있다. 전극들의 대표면적을 수용하기 위해, 시스템은 필수적으로 대형이고 부피가 커야 한다. 더욱이, 착탈식 흡수통이 교체되어 적절히 처분되어야 하는 일회용 제품이기 때문에, 이러한 종래기술의 스크러빙 시스템의 동작에 추가 비용들이 발생한다. 또한, 스크러빙 시스템은 진공 배기 라인의 시작 부분으로부터 다운스트림에 위치되고, 이에 따라 진공 배기 라인의 이러한 부분에 형성되는 분말 입자 또는 입자 물질의 제거를 보장하지 못한다.
- [0011] 배기 라인들을 세정하는 다른 방법은 종종 포인트-오브-유즈 반응기(point of use reactor)로 지칭되는 것을 이용하는 것이다. 포인트-오브-유즈 반응기는 프로세스 챔버로부터의 잉여 가스를 반응시키기 위해 히터 카트리지를 사용한다. 포인트-오브-유즈 반응기의 최대 온도는 약 500℃이고, 반응 부산물들은 배기 라인에 남아 있다. 포인트-오브-유즈 반응기는 폴리실리콘 형성물이 많은 입자 형성물을 초래하기 때문에 감소된 압력 증착을 위해 효과적이지 않다.
- [0012] 배기 라인을 세정하기 위한 또 다른 방법 및 장치는 수집 챔버에 분말 잔류물과 다른 입자 물질을 트랩하는 것과 반응 챔버의 플라즈마 형성 다운스트림에서 분말 잔류물과 다른 입자 물질을 제거하는 것을 포함한다. 플라즈마의 구성물들은 반응하여, 배기 라인을 통해 배기 라인 외부로 용이하게 펌핑되는 기체 생성물들을 형성한다. 변환 프로세스는 입자들이 트랩되는 영역의 에천트 가스로부터 형성되는 플라즈마에 의존하고, 이러한 타입의 장치는 종종 다운스트림 플라즈마 장치 또는 줄여서 "DPA"로 지칭된다. 그러한 장치 및 방법의 몇가지 예들은 그 전체가 참조로 본 발명에 포함되는 공동 양도된 미국특허번호 제6,194,628호에 기재되어 있다. 미국특허번호 제6,194,628호에 기재된 장치의 일 실시예는 용기 챔버에 의해 규정된 가스 통로를 둘러싸는 코일을 포함한다. 코일은 통로 내의 입자 물질과 잔류물로부터 분자들을 플라즈마 상태로 여기시키는데 사용되는 RF 전력 공급부에 접속된다. 상업적인 버전의 그러한 장치에서 RF 전력은 배기 증착물을 화학적으로 식각하기 위해 삼불화 질소와 같은 불소 함유 가스에 고주파 RF 전력을 사용한다. 미국특허번호 제6,194,628호에 기술된 전력 공급부의 주파수 범위의 상한은 200MHz로서 열거되어 있고, 미국특허번호 제6,194,628호의 실험적 셋업에 사용된 주파수는 13.56MHz이다. 불소-함유 가스의 사용에 있어서 잠재적인 문제점은 반응기의 물질들과의 적합성(compatibility), 세정 프로세스에 의해 생성되는 유해한 폐기물의 처분, 및 적절한 제어가 되지 않는 경우에 설비에 대한 손상이다.
- [0013] 따라서, 반도체 프로세스 시스템들에서 배기 라인을 효율적이고 철저하게 세정하기 위한 방법들 및 장치를 제공하는 것이 바람직하다.

발명의 상세한 설명

- [0014] 본 발명의 실시예들은 CVD 프로세스 챔버, 예를 들어 반도체 프로세스 챔버의 배기 라인을 세정하기 위한 방법들 및 장치에 관한 것이다. 다른 실시예들은 세정 장치를 포함하는 CVD 처리 장치 및 방법들에 관한 것이다.
- [0015] 일 실시예에서, 제공되는 CVD 장치는 기관 지지부, 및 가스들을 반응 챔버로 유입시키기 위한 가스 분배 시스템을 포함하는 CVD 반응 챔버; 프로세스 챔버로부터 가스들을 제거하기 위해 반응 챔버에 접속된 배기 라인; 및 배기 라인에 폴리머들이 형성되는 것을 방지하기 위한 장치를 포함한다. 하나 이상의 실시예들에서, 장치는 RF 챔버를 포함한다. RF 챔버는 폴리머들을 형성하는 결합들(bonds)을 분쇄(break) 또는 방지하기에 충분한 온도들을 생성하도록 구성될 수 있다. 상기 장치는 에천트 가스의 소스, 및 RF 챔버로의 에천트 가스 입력부를 추

가로 포함할 수 있다. 다른 실시예들에서, 배기 라인에 폴리머들이 형성되는 것을 방지하기 위한 장치는 UV 광원을 포함한다.

[0016] 본 발명의 다른 실시예들은 CVD 반응 챔버의 배기 라인에 폴리머들이 형성되는 것을 방지하는 방법들에 관한 것으로서, 폴리머들을 형성하는 결합들을 분쇄 및/또는 결합들을 방지하기 위한 에너지를 생성하여 배기 라인에 폴리머 중의 형성을 방지하도록, 다운스트림 챔버를 통하여 CVD 반응 챔버로부터 배출되는 가스들을 유동시키는 단계를 포함한다. 상기 장치는 배기 라인에 폴리머 중을 형성하는 결합들을 분쇄 및/또는 방지하기에 충분한 온도들을 생성하도록 구성된 저주파 RF 챔버를 포함할 수 있다. 대안적으로, 상기 장치는 UV 광원을 포함할 수 있다.

실시예

[0024] 본 발명의 몇가지 예시적인 실시예들을 기술하기 이전에, 본 발명은 이하의 상세한 설명에 기술된 구성 또는 프로세스 단계들의 세부사항들로 제한되지 않는다는 점을 이해해야 한다. 본 발명에서 다른 실시예들이 가능할 수 있고, 다양한 방식으로 실시 또는 수행될 수 있다.

[0025] 본 발명의 실시예들은 화학 기상 증착을 위한 방법들 및 장치를 제공한다. 특정 실시예들은 반도체 처리 장치 및 방법들에 관한 것이다. 특정 실시예들은 화학 기상 증착 장치의 배기 라인, 예를 들어 반도체 처리 장치의 CVD 반응 챔버의 배기 라인을 세정하기 위한 방법들 및 장치에 관한 것이다. 하나 이상의 실시예들에서, 배기 성분들의 중화를 방지하기 위해 배기 성분들의 결합들의 형성을 분쇄 및/또는 방지하기 위한 장치가 반응 챔버로부터 다운스트림에 제공된다. 제 1 실시예에서, 저주파 RF 챔버는 증착 시스템의 배기 챔버에 인접하게 위치되고 반응 챔버로부터 다운스트림에 위치된다. 다운스트림 RF 챔버는 에천트 종과 조합하여 또는 가열만을 이용하여 배기 라인에 폴리머 중의 형성을 방지한다. 특정 실시예들에서, 저압 플라즈마는 배기 라인의 세정을 보조하기 위해 생성될 수 있다. 다른 실시예에서, 배기 라인의 화학제들의 중화를 방지하기 위해 반응 챔버의 다운스트림 및 증착 시스템의 배기 챔버에 인접하게, UV 에너지가 사용될 수 있다. UV 에너지는 단독으로 또는 에천트 종과 조합하여 사용될 수 있다. 특정 실시예들에서, 저압 플라즈마는 배기 라인의 세정을 보조하기 위해 UV 에너지와 함께 사용될 수 있다.

[0026] 이제 본 발명에서 기술되는 세정 장치 및 방법들에 사용될 수 있는 전형적인 반도체 프로세스 챔버 및 동작들이 기술될 것이다. 본 발명에서 기술되는 프로세스 챔버와 동작들은 단지 예시적인 것이며, 다른 타입들의 프로세스 챔버들과 동작들이 본 발명에 기술된 세정 방법들 및 장치에 사용될 수 있다는 점을 이해할 것이다. 본 발명의 장치 및 방법들은 다양한 상이한 반도체 처리 장치와 연계하여 사용될 수 있다.

[0027] 하나의 적절한 장치로서, 하나의 웨이퍼가 프로세스 챔버 내에서 한번에 처리되는 단일 웨이퍼 처리기가 도 1에 도시된다. 서셉터(120)는 서셉터 아래에 있는(하부 부분) 제 1 부분(124)과 서셉터 위에 있는(상부 부분) 제 2 부분(122)으로 챔버(100)를 분할한다. 서셉터(120)는 일반적으로 웨이퍼의 보다 균일한 처리를 달성하기 위해 그 중심에 대해 서셉터를 회전시키는 샤프트(126) 상에 장착된다. 증착 가스(115)와 같은 프로세스 가스의 유동은 챔버의 상부 부분(122)에 제공된다. 챔버는 일반적으로 그 일 측면의 가스 입구 통로(178), 및 반대 측면의 가스 배기 통로(113)를 구비하여, 웨이퍼에 걸쳐서 프로세스 가스의 유동을 달성한다. 서셉터(120)는 웨이퍼를 목표된 처리 온도로 가열하기 위해 가열된다. 특정 실시예들에 따라, 서셉터를 가열하는데 사용되는 한가지 방법은 챔버 둘레에 제공되어 챔버 및 서셉터(120) 위로 광을 지향시키는 램프들(134)을 사용하는 것이다. 웨이퍼가 가열되는 온도를 제어하기 위해, 서셉터의 온도는 일정하게 측정된다. 이는 종종 가열된 서셉터로부터 방출되는 적외선 광을 검출하는 적외선 온도 센서(136)에 의해 달성된다. 광을 챔버로 반사시키기 위해 반사기들(135)이 제공될 수도 있다.

[0028] 서셉터의 후면 상에 물질의 증착을 방지하기 위해, 챔버의 상부 부분의 증착 가스의 압력보다 다소 더 큰 압력에서 수소와 같은 입력 가스(121)의 유동이 챔버의 하부 부분으로 제공될 수 있다. 이를 달성하기 위한 한가지 장치는 Roger N. Anderson 외의 "Gas Inlets For Wafer Processing Chamber"란 명칭의 미국특허번호 제 5,916,369호의 애플리케이션에 기재되어 있다. 챔버의 하부 부분의 입력 가스는 보다 높은 압력에 있기 때문에, 챔버의 하부 부분으로부터 챔버의 상부 부분으로 서셉터의 엣지 주위에서 유동될 것이다. 입력 가스의 이러한 유동은 증착 가스(115)가 챔버의 하부 부분으로 유동되는 것을 방지한다.

[0029] 상기한 반응기 설명은 주로 예시적인 목적을 위한 것이며, 본 발명은 전자 사이클론 공명(ECR) 플라즈마 CVD 장치들, 유도 결합된 RF 고밀도 플라즈마 CVD 장치들 등과 같은 다른 CVD 설비에 사용될 수 있다. 또한, 본 발명은 열적 CVD 장치들, 플라즈마 식각 장치들 및 물리 기상 증착 장치들에 사용될 수도 있다. 배기 라인 내에 증

착물 형성을 방지하기 위한 본 발명의 방법들 및 장치는 임의의 특정 반도체 처리 장치 또는 임의의 특정한 증착 또는 식각 프로세스 또는 방법으로 제한되지 않는다.

[0030] CVD 반응기(100)에 의해 수행되는 화학 기상 증착 프로세스들과 같은 반도체 프로세스 동작들 동안, 다양한 가스 폐기물 부산물들과 오염물들이 챔버(100)로부터 배기 라인(131)으로 배출된다. 전술한 것처럼, 증착 가스(115)가 배기 통로(113)를 통하여 챔버를 빠져나오에 따라, 증착 가스는 냉각되고 응축되어 배기 통로(113) 내에 배기 생성물들(111)을 형성한다. 또한, 이러한 배기 생성물들(111)은 배기 캡(130) 및 배기 라인(131)에 증착된다. 수행되는 특정 동작에 따라, 이러한 배기 생성물들(111)은 배기 라인을 통하여 배출됨에 따라 배기 라인(131) 내에 잔류물 또는 유사한 분말 물질을 남기는, 부분적으로 반응된 생성물들 및 부산물들과 같은 입자 물질, 및 폴리머 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 프리커서들로서 실란(SiH_4), 질소(N_2), 및 암모니아(NH_3)를 이용하는 실리콘 질화물 막의 증착 동안, $\text{Si}_x \text{N}_y \text{H}_z$, $\text{Si}_x \text{H}_y$, SiO_x 및 실리콘 원소로 이루어진 갈색 분말 형태의 잔류물이 배기 라인에서 관찰되었다. 이러한 잔류물 형성은 $\text{SiH}_4 + \text{N}_2 + \text{NH}_3$ 의 반응의 중간-반응 부산물들로부터 기인한다고 판단된다. 또한, 유사한 잔류물들은 디실란(Si_2H_6) 또는 유기 소스들과 같은 액체들 또는 다른 프리커서 가스들을 이용하여 실리콘 질화물 층들의 증착 동안 형성된다. 잔류물 형성은 다른 층들 중에서 산질화물 막들 및 실리콘 산화물 막들의 증착 동안 발생할 수도 있고, 플라즈마 식각 및 다른 프로세스 단계들 동안 발생할 수도 있다. 공기에 노출되지 않은 점성 물질은 공기에 노출되지 않을 때 클로로실란(chlorosilane) 폴리머들로 이루어진 것으로 관찰되었다. 이러한 폴리머들은 물과 반응하여 실옥산(siloxane) 폴리머들을 형성한다. 공기에 노출될 때, 점성 액체는 고체 잔류물로 응축되고, 그 예들은 전술한 바와 같다.

[0031] 본 발명의 실시예들은 결합들을 분쇄 및/또는 방지함으로써 그러한 잔류물들 및 입자 물질의 형성을 방지하고, 진공 배기 라인을 통하여 배기되는 반응 가스들의 성분들의 중화를 방지한다. 본 발명의 실시예들에서 배기 라인의 세정을 보조하기 위해 저압 플라즈마가 사용될 수 있다.

[0032] 도 1을 참조하면, CVD 반응기(100)에는 본 발명의 하나 이상의 실시예들에 따라 결합 분쇄 또는 결합 방지 장치(140)가 설치된다. 배기 라인에 폴리머들을 형성하는 종의 중화를 방지 및/또는 감소시키는 결합 분쇄 또는 결합 방지 장치(140)는 배기 가스 소스, 프로세스 챔버(100)로부터 다운스트림에 위치된다. 장치(140)는 배기 라인(131)의 일부분에 접촉되거나 배기 라인(131)의 일부분을 대체할 수 있다.

[0033] 도 1에서, 배기 라인(131)에 폴리머들의 형성을 분쇄 또는 방지하기 위한 결합 분쇄 또는 결합 방지 장치(140) (이하에서부터, "폴리머 방지 장치"로 지칭됨)는 배기 라인(131)의 일부분을 따라 진공 매니폴드와 진공 펌프 시스템 사이에 설치된다. 그 위치 때문에, 진공 챔버(100)로부터 배기되는 가스들은 필수적으로 폴리머 방지 장치(140)를 통과한다. 폴리머 방지 장치(140)는 배기 라인(131)을 따라 임의의 지점에 위치될 수 있지만, 바람직하게는 폴리머 방지 장치(140)는 배기 캡(130)에 가능한 근접하게 위치되어, 챔버(100)로부터 배기되는 가스들이 배기 라인(131)의 임의의 부분을 통과하기 이전에 폴리머 방지 장치(140)를 통과한다.

[0034] 동작시, 증착 가스들이 배기 라인(131)을 통하여 진공 챔버로부터 배기됨에 따라, 폴리머 방지 장치(140)는 배기 라인에 폴리머 종의 형성을 허용하는 생성물 결합들을 분쇄 또는 방지하도록 동작하고, 이에 따라 배기 라인(131)에서 그러한 폴리머 종의 형성을 방지한다. 폴리머 형성을 방지하기 위해, 폴리머 방지 장치(140)는 증착 및 세정 동작들 동안 턴온될 수 있거나, 세정 과정 동안에만 동작될 수 있다.

[0035] 이제 폴리머 방지 장치의 특정 실시예들이 기술될 것이다. 먼저 도 2-5를 참조하면, 폴리머 방지 장치는 배기 캡(130)에 부착된 다운스트림 고온 챔버(101)를 포함할 수 있다. 도시된 실시예에서, 다운스트림 고온 챔버(101)는 저주파 RF 챔버일 수 있다. 본 발명에서 사용되는 것처럼, 저주파는 약 20 KHz 미만, 전형적으로 약 10 KHz 미만의 RF 주파수를 의미한다. RF 챔버는 배기 라인에 폴리머들을 형성하는 결합들을 분쇄 또는 방지하기에 충분한 온도들을 생성할 수 있다. 폴리머들을 형성하는 결합들을 분쇄 또는 방지하기에 충분한 온도들은 약 1000°C 초과, 전형적으로 1050°C 초과, 및 보다 전형적으로 약 1100°C 내지 약 1200°C 범위이다.

[0036] 고온 챔버(101)의 구성요소들은 최상부 배플(baffle)(102) 및 바닥부 배플(104)를 포함하고, 최상부 배플(102) 및 바닥부 배플(104)은 SiC 또는 임의의 다른 적절한 물질로부터 제조될 수 있으며, 도 3 및 도 4에 도시된 것처럼, 제 1 투명 석영 라이너(108)에 의해 둘러싸인 흑연 서셉터 관(106)에 삽입되어 지지한다. 도 3 및 도 5를 참조하면, 제 2 불투명 석영 라이너(110)는 투명 석영 라이너(108)를 둘러싼다. 저주파 RF 에너지를 생성하기 위한 예를 들어 니켈 도금 구리 코일과 같은 적절한 코일(112)은 불투명 석영 라이너(110)를 둘러싼다. 세라믹 라이너(114)는 코일(112)을 둘러싸고, 세라믹 라이너는 스테인리스 스틸 라이너(116)에 의해 둘러싸인다. 스테인리스 스틸 라이너(116)는 적어도 2개의 목적들을 위해 기능한다. 첫째, 코일에 의해 생성되는 전압 및

잠을 신호들로부터 CVD 처리 장치(100)와 다른 설비를 차폐시킨다. 둘째, 세라믹 라이너(114)가 파괴 또는 균열된 경우 또는 진공 밀봉 챔버(101)가 다른 방식으로 파괴되는 경우, 라이너(116)는 배기 가스들이 빠져나오는 것을 방지하는 제 2 밀봉부를 제공한다. 라이너(116)는 알루미늄, 스틸 또는 다른 화합물들과 같은 다양한 금속들로부터 제조될 수 있고, 차폐 효과를 위해 접지되는 것이 바람직하다. 도 5에 도시된 것처럼, 불투명 석영 광 배플(118)은 다운스트림 고온 챔버(101)의 출구 부분에 제공되어 열적 절연을 제공할 수 있다.

[0037] 물론, 상기에서 제공된 다운스트림 고온 챔버(101)의 세부사항들은 단지 예시적인 실시예이고 설계의 변형들이 이용될 수 있음을 이해할 것이다. 배기 라인에 폴리머들을 형성하는 결합들을 분쇄 또는 방지하기에 충분한 온도들을 생성하기 위한 저주파 RF 챔버 동작의 세부사항들은 실험적으로 결정될 수 있다. 약 1000℃ 내지 1200℃의 온도들을 달성할 수 있는 고온 RF 챔버들은 종래기술에 공지되어 있다.

[0038] 플라즈마를 형성하기 위해 다운스트림 고온 챔버(101)내에 생성된 전압 필드는 용량성 결합된 전극들, 유도성 결합된 코일들 또는 ECR 기술들과 같은 다양한 공지된 방법들을 이용하여 생성될 수 있다. 그러나, 상대적으로 높은 전압 필드들을 생성하기 위한 용량 및 소형 크기 때문에, 나선형 공진기 코일과 같은 유도성 코일로 전압 필드를 생성하는 것이 바람직할 수 있다. 그러한 코일들은 통상의 당업자에게 공지되어 있고, 본 발명에서 참조로 포함되는 Michael A. Lieberman 및 Allan J. Lichtenberg의 "Principles of Plasma Discharges and Materials Processing", pp. 404-410 John Wiley & Sons (1994)와 같은 임의의 다수의 공지된 서적들에서 기술된 기준에 따라 설계될 수 있다.

[0039] 나선형 공진기 코일은 구리, 니켈, 또는 금 또는 유사한 전도성 물질과 같은 높은 전도율 타입 금속으로 제조될 수 있다. 코일을 적절히 공진시키기 위해, 코일의 길이가 인가된 RF 신호의 파장의 1/4보다 약간 더 길거나 약 1/4인 것이 중요하다. 이러한 길이의 코일은 고온 챔버(101)에서 종의 분해를 추가적으로 향상시키는 보다 강력하고 보다 강한 전압 필드를 생성한다.

[0040] 나선형 공진기 코일은 일 단부에서 RF 전력 공급부에 접속되고 반대 단부에서 접지 전위에 접속된다. 다운스트림 고온 챔버(101)내에 증착 및/또는 관통하는 물질의 완전한 반응을 보장하기 위해, 고온 챔버(101)는 흑연 관을 약 1000℃를 초과하는 온도로 가열하고 선택적으로 저주파 플라즈마를 형성하기에 충분한 레벨에서 RF 전력 공급부에 의해 구동되어야 한다. 일반적으로, 50 내지 1000 Watts 또는 그 이상의 전력 레벨이 사용될 수 있고, 바람직하게는 100 내지 400 Watts의 전력 레벨이 사용된다. 선택된 실제 전력 레벨은 저주파 플라즈마를 형성하기 위해 충분한 전력 레벨을 사용하는 목표와, 에너지 비용을 절감하고 보다 작고 보다 저렴한 전력 공급부들을 허용하기 위해 낮은 전력 레벨을 사용하는 목표를 밸런싱함으로써 결정되어야 한다.

[0041] 고온 챔버(101)를 구동시키는 전력 공급부는 약 10 KHz 아래의 주파수 범위에서 동작된다. 이러한 주파수 범위에서, 보다 높은 이온 충돌이 제공되어 배기 라인의 세정을 추가적으로 보조한다.

[0042] RF 전력 공급부는 단일 주파수 RF 소스 또는 혼합 주파수 RF 소스로부터 공급될 수 있다. RF 전력 공급부의 전력 출력은 다운스트림 고온 챔버(101)가 사용되는 애플리케이션, 및 다운스트림 고온 챔버(101)에서 처리될 가스의 부피에 의존할 것이다. RF 전력은 반응 챔버(100)에 전력 공급하기 위해 사용되는 RF 전력 공급부로부터 유도될 수 있거나, 폴리머 방지 장치(140)만을 구동시키는 별도의 RF 전력 공급부(103)에 의해 공급될 수 있다. 부가적으로, 다중 프로세스 챔버들이 세정 룸에 존재한다고 가정하면, 반응 챔버(100)에 접속된 다중 다운스트림 고온 챔버들(101)은 적절한 수의 RF 전력 분할기들에 접속된 별도의 전용 RF 전력 공급부에 의해 모두 구동될 수 있다.

[0043] 다운스트림 고온 챔버(101)의 길이 및 크기는 가변될 수 있다. 몇몇 애플리케이션들에서, 고온 챔버는 4-6인치 길이이거나 이보다 더 짧을 수 있는 반면에, 다른 애플리케이션들에서, 다운스트림 고온 챔버(101)는 배기 라인(131)의 전체 길이(4-5 피트 이상)일 수 있으므로 라인을 대체할 수 있다. 코일의 길이가 RF 파장의 1/4보다 약간 더 길어야 하기 때문에, 사용되는 RF 주파수와 코일 길이 간에 직접적인 관련성이 있다. 보다 긴 코일들은 보다 낮은 주파수 RF 전력 신호들을 요구한다.

[0044] 전술한 다운스트림 고온 챔버(101)는 배기 라인을 세정하기 위해 열적 모드 단독으로 사용될 수 있거나, 저주파 RF 챔버에서 생성될 수 있는 저압 플라즈마와 함께 사용될 수도 있다. 본 발명에서 사용되는 것처럼, 저압은 약 20 Torr 미만, 전형적으로 약 10 Torr 미만의 압력을 지칭한다. 또한, HCl, NF₃, Cl₂, 및 F₂와 같은 다양한 에천트 종이 세정 프로세스를 보충하기 위해 활성화될 수 있다. 에천트 종은 배기 캡(130)과 소통하는 입구 포트(98)로 유입될 수 있다.

[0045] 웨이퍼 처리 챔버로부터 사후 증착 증착물들을 세정하기 위한 염소 함유 가스들의 사용은 미국특허번호 제

6,042,654호에 기재되어 있고, 그 전체 내용은 참조로 본 발명에 포함된다. 미국특허번호 제6,042,654호에 기술된 방법에서, 염소 라디칼들은 염소 가스를 가열함으로써 형성되고, 염소 라디칼들은 프로세스 챔버에서 증착물들과 반응된다.

[0046] 고온 세정 프로세스 및 장치의 장점은 보다 높은 온도들에서 HCl이 세정 가스로서 사용될 수 있다는 점이다. 일 실시예에서, HCl이 에천트 종으로서 사용될 때, 다운스트림 고온 챔버(101)는 약 1200℃까지 가열된다. 고온 챔버(101)가 HCl 가스의 해리(dissociation) 온도를 초과하는 1200℃에 도달하면, HCl은 다운스트림 고온 챔버(101)로 유입된다. 고온의 결과로서, HCl은 반응성 수소(H)와 염소(Cl)로 해리되어 실리콘 부산물들과 반응할 것이다. 에천트로서 HCl을 사용하는 실시예들에서, 다운스트림 RF 챔버는 약 1150℃를 초과하는 HCl의 해리 온도 이상으로 가열되어야 한다. 이러한 온도 아래에서는, HCl이 폴리머를 분쇄(break up)하지 않을 것으로 판단된다.

[0047] 따라서, 하나 이상의 실시예들에 따라, 폴리머 배기 성분들을 형성하는 결합들을 분쇄하거나 그러한 결합들이 형성되는 것을 방지하기에 충분한 온도들로 저주파 RF 챔버를 가열함으로써, 폴리머 배기 증착물들의 형성이 방지된다. 또한, 가열은 다운스트림 RF 챔버에서 에천트 종을 활성화시키는데 사용될 수 있다. 약 1000℃를 초과하는, 보다 전형적으로 약 1100℃를 초과하는 온도들, 예를 들어 약 1100℃ 내지 1200℃의 온도들은 배기 성분들의 중화를 방지하기 위해 결합들을 분쇄시키는데 사용될 수 있고, 에천트 종을 활성화시키는데 사용될 수 있다.

[0048] 폴리머 방지 장치(140)가 처리 과정의 특정 기간들 동안 턴온 및 턴오프될 수 있다고 이전에 기술되었지만, 폴리머 방지 장치는 수동(passive) 장치로서 구성될 수도 있다. 수동 장치로서, 폴리머 방지 장치(140)가 전술한 다운스트림 고온 챔버(101)이면, 고온 챔버(101)에 충분한 RF 전력 신호가 연속적으로 공급되어, 고온 챔버(101)를 턴온 및 턴오프하는데 특수한 제어 신호들 또는 프로세서 시간이 제공될 필요가 없다.

[0049] 이전에 언급된 것처럼, 능동 장치로서 구성될 경우, 챔버 세정 동작이 수행되는 시간 동안 폴리머 방지 장치(140)로 전력이 공급된다. 선택적으로, 막 증착이 챔버(100)에서 수행되는 기간 동안 RF 전력이 공급될 수도 있다. 능동 장치로서 구성될 때 폴리머 방지 장치(140)의 타이밍 특성들의 제어는 일반적으로 제어 라인들 상에서 전송되는 제어 신호들의 인가를 통해 프로세서(미도시)에 의해 수행된다.

[0050] 본 발명의 장치의 많은 대안적 실시예들이 구성될 수 있다. 도 1에 도시된 폴리머 방지 장치(140)는 배기 캡에 결합된 진공 UV 장치의 형태일 수 있다. 그러한 장치의 예시적인 일 실시예가 도 6에 도시된다. 도 7에서, UV 장치(200)는 배기 라인(131)으로부터 업스트림에서 반응 챔버(100)의 배기 캡(130)에 결합된다. UV 장치(200)는 배기 캡에 결합되는 대신 또는 배기 캡에 결합되는 것과 더불어, 배기 라인(131)에 결합될 수 있음을 고려할 것이다. 입구 라인은 HCl, NF₃, Cl₂ 및 F₂와 같은 에천트 종의 부가를 위해 배기 캡(130) 또는 배기 라인에 결합될 수 있다. 에천트 종은 세정 동작을 보충하기 위해 배기 라인 또는 배기 캡에 주입될 수 있다.

[0051] 도 7은 도 7에 도시된 실시예에 사용될 수 있는 UV 장치(200)의 일 실시예를 도시한다. 도 7에서, UV 장치는 Danvers, MA의 Osram Sylvania로부터 이용가능한 Xeradex® 전구를 포함한다. 대안적으로, UV 소스는 USHIO America, Inc.에 의해 공급되는 램프일 수 있다. 전구의 파장은 사용되는 에천트의 타입에 따라 다를 것이다. 적절한 파장들은 Cl₂가 에천트 가스일 경우 172nm 및 124nm를 포함한다. 전구(202)는 전형적으로 O-링과 같은 적절한 밀봉부들(206, 208)로 밀봉되는 UV 윈도우(204)에서 배기 캡에 부착될 수 있다. 램프 외장(210)은 질소 또는 다른 가스들을 위한 퍼지(purge) 밸브(212)를 포함할 수 있다.

[0052] 사용시, 전구(202)에 의해 생성되는 UV 에너지는 배기 라인에 폴리머 종을 형성하는데 요구되는 결합들을 분쇄하거나 결합들의 형성을 방지한다. 휘발성 종은 기상(gas phase)으로 남아 있고 기상으로 배기 라인(131)을 통하여 펌핑된다. HCl이 에천트로서 사용되는 경우, 보다 반응성인 UV 광일 것이고, 세정 프로세스를 보충할 것으로 판단된다. UV 장치(200)의 다운스트림에서 적어도 약 3-4 피트에 대해 배기 라인을 가열함으로써 세정 프로세스를 추가적으로 향상시키는 것이 바람직할 수 있다.

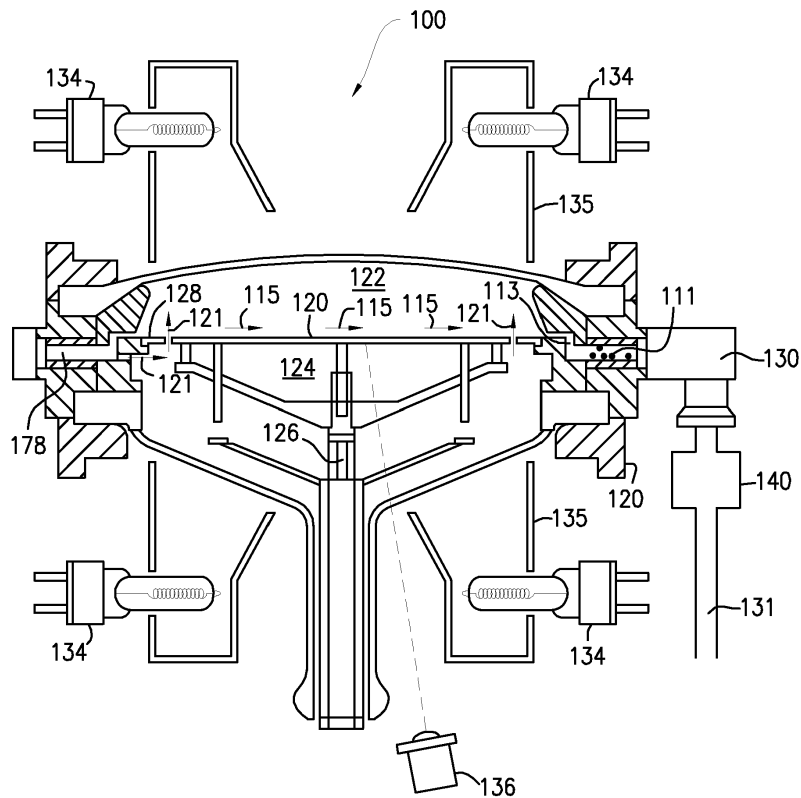
[0053] 본 발명은 특정 실시예들을 참조로 기술되었지만, 이러한 실시예들은 단지 본 발명의 원리들과 애플리케이션들을 예시하는 것으로서 이해되어야 한다. 본 발명의 사상과 범주를 벗어남이 없이 본 발명의 방법에 대한 다양한 변형들과 변화들이 이루어질 수 있음은 통상의 당업자에게 명백할 것이다. 따라서, 본 발명은 첨부된 청구 범위와 그 등가물들의 범주내에 있는 변형들과 변화들을 포함하는 것으로 의도된다.

도면의 간단한 설명

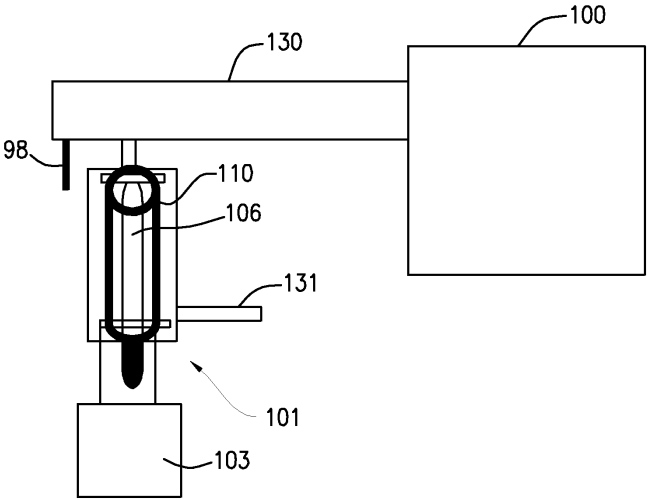
- [0017] 도 1은 배기 라인 세정 장치를 포함하는 본 발명의 일 실시예를 도시한다.
- [0018] 도 2는 가열 시스템을 사용하는 배기 라인 세정 장치의 일 실시예를 도시한다.
- [0019] 도 3은 도 2에 도시된 배기 세정 장치의 측단면도이다.
- [0020] 도 4는 도 2에 도시된 배기 세정 장치의 최상부 단면도이다.
- [0021] 도 5는 도 2에 도시된 장치의 측면도이다.
- [0022] 도 6은 UV 에너지를 사용하는 배기 세정 장치의 다른 실시예의 측단면도이다.
- [0023] 도 7은 도 6에 도시된 장치에 사용될 수 있는 UV 시스템의 일 실시예를 도시한다.

도면

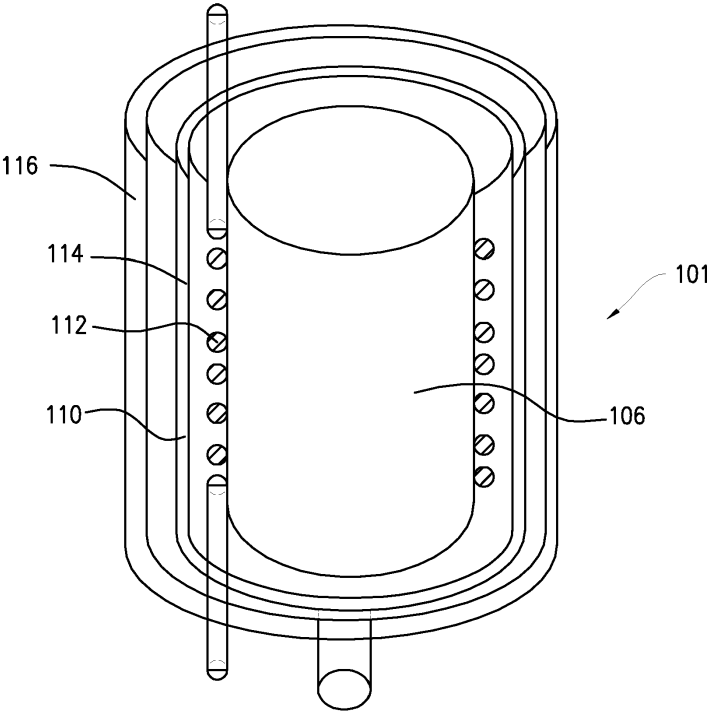
도면1



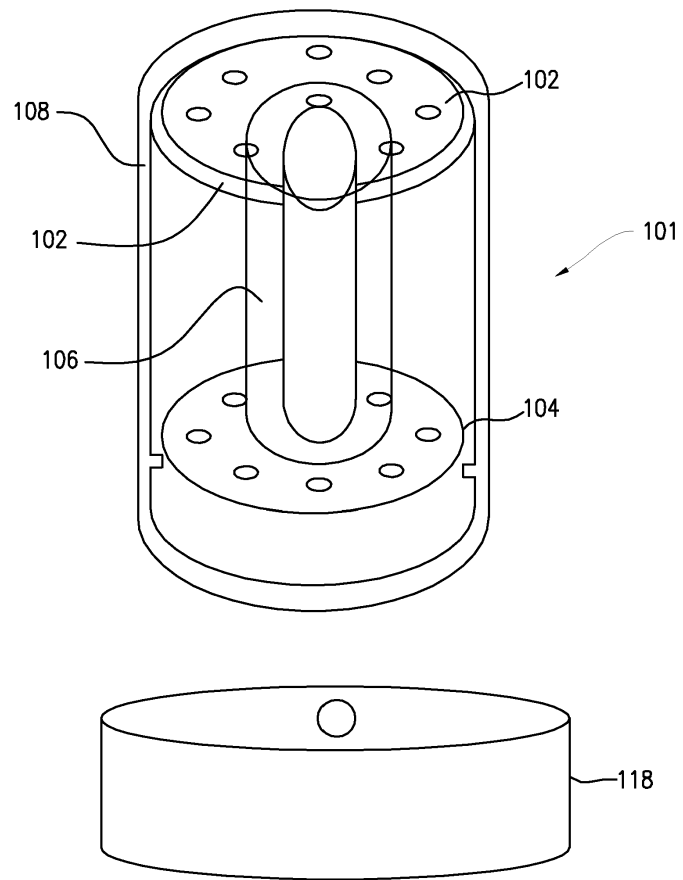
도면2



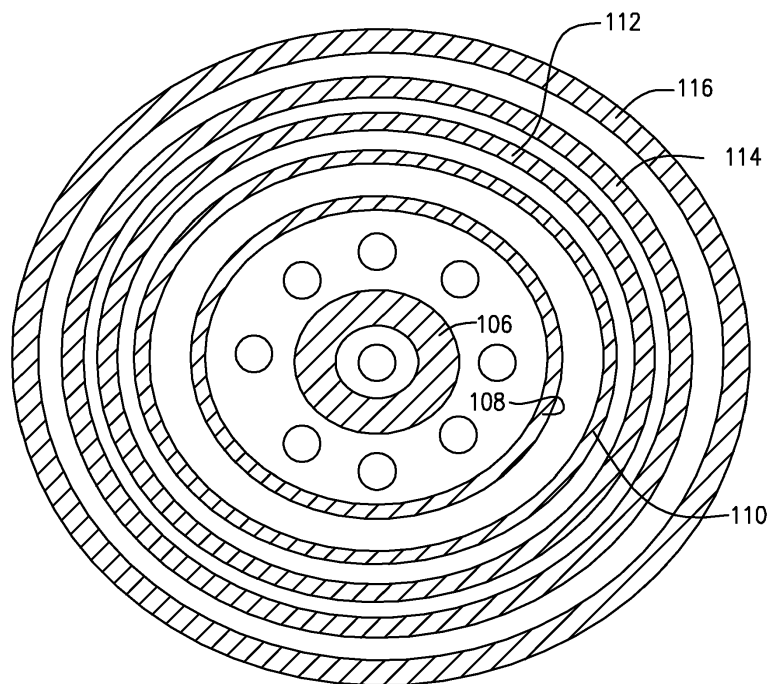
도면3



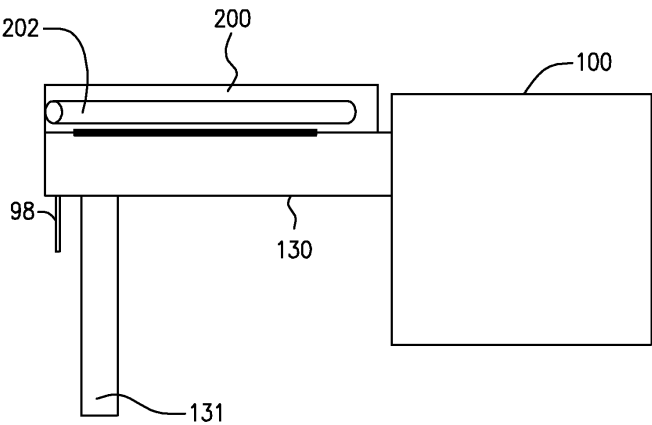
도면4



도면5



도면6



도면7

