



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년01월16일
 (11) 등록번호 10-1939481
 (24) 등록일자 2019년01월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01J 37/305 (2006.01) H01J 37/30 (2006.01)
 H01J 37/32 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 H01J 37/3053 (2013.01)
 H01J 37/3002 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2017-0095219
 (22) 출원일자 2017년07월27일
 심사청구일자 2017년07월27일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020110092485A*
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자
성균관대학교산학협력단
 경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동, 성균관대학교내)
 (72) 발명자
염근영
 서울특별시 강남구 일원로 120, 107동 501호 (일원동, 샘터마을아파트)
박진우
 경기도 고양시 일산동구 백석로 175, 임광아파트 705동 1101호 (백석동, 백송마을7단지아파트)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
남건필, 박종수, 차상윤

전체 청구항 수 : 총 10 항

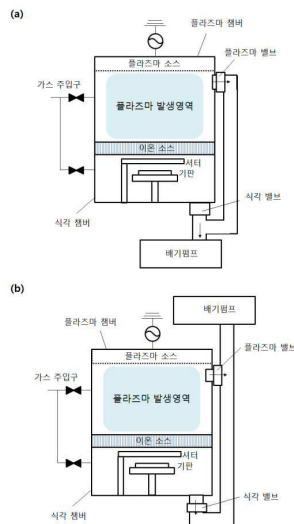
심사관 : 김상철

(54) 발명의 명칭 **이온빔 식각 장치**

(57) 요약

본 발명의 이온빔 식각 장치는 공정 가스로부터 플라즈마를 형성하고, 적어도 하나의 플라즈마 밸브를 구비하는 플라즈마 챔버; 상기 플라즈마 챔버와 연결되고, 바이어스가 인가되는 경우 플라즈마로부터 이온을 추출하여 이온빔을 형성하는 이온 소스; 상기 이온 소스와 연결되고, 적어도 하나의 식각 밸브를 구비하며, 식각 물질이 배치되는 식각 챔버; 및 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버 중 적어도 어느 하나와 각각 상기 플라즈마 밸브 및 상기 식각 밸브를 통해 연결되어, 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버 중 적어도 어느 하나의 챔버 내의 라디칼을 상기 플라즈마 밸브 및 상기 식각 밸브를 통해 배기하는 배기펌프를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01J 37/32834 (2013.01)

(72) 발명자

김두산

전라남도 순천시 연동남길 24, 103동 101호 (조례동, 연동대주파크빌1차아파트)

오종식

경기도 수원시 장안구 일월로90번길 42-22, 305호 (천천동, 성원주택)

성다인

대전광역시 서구 청사로 282, 1004호 (둔산동, 수정타운)

지유진

경기도 군포시 송부로291번안길 3-35, 엠스케이 오피스텔 212호 (부곡동)

이원오

경기도 화성시 동탄청계로 303-13, 1115동 101호 (청계동, 신안인스빌 리베라 2차)

문무겸

경기도 의왕시 보식골로 6, 104-801 (오전동, 성원1차이화아파트)

양경채

경기도 안양시 동안구 동안로 40, 206동 903호 (호계동, 무궁화금호아파트)

김기석

인천광역시 부평구 마장로220번길 13, 104동 304호 (산곡동, 한신휴아파트)

오지수

경기도 수원시 장안구 정자로42번길 52, 703동 903호 (천천동, 비단마을 베스트타운)

김기현

대전광역시 유성구 대정로28번안길 80, 203동 402호 (대정동, 대전드리움아파트2단지)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020110006136A*

KR1020060022950A*

JP2007525021A

KR1020060022950 A*

KR1020110006136 A*

KR1020110092485 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711058686
 부처명 과학기술정보통신부
 연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원
 연구사업명 전자정보디바이스산업원천기술개발
 연구과제명 초미세 패턴 세정을 위한 건식 세정 기술개발
 기여율 4/10
 주관기관 성균관대학교산학협력단
 연구기간 2017.06.01 ~ 2018.03.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711058692
 부처명 과학기술정보통신부
 연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원
 연구사업명 전자정보디바이스산업원천기술개발
 연구과제명 Direct Self Assembly를 이용한 재료연구 및 반도체 patterning 응용 기술
 기여율 3/10
 주관기관 성균관대학교산학협력단
 연구기간 2017.06.01 ~ 2018.03.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711048700
 부처명 과학기술정보통신부
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 나노·소재기술개발
 연구과제명 고집적 신경세포 모방 소자 인터커넥션을 위한 초정밀 나노 공정기술 개발
 기여율 3/10
 주관기관 성균관대학교(자연과학캠퍼스)
 연구기간 2017.03.01 ~ 2018.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

공정 가스로부터 플라즈마를 형성하고, 적어도 하나의 플라즈마 밸브를 구비하는 플라즈마 챔버;

상기 플라즈마 챔버와 연결되고, 바이어스가 인가되는 경우 플라즈마로부터 이온을 추출하여 이온빔을 형성하는 이온 소스;

상기 이온 소스와 연결되고, 적어도 하나의 식각 밸브를 구비하며, 식각 물질이 배치되는 식각 챔버; 및

상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버와 각각 상기 플라즈마 밸브 및 상기 식각 밸브를 통해 연결되어, 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버 중 적어도 어느 하나의 챔버 내의 라디칼을 상기 플라즈마 밸브 및 상기 식각 밸브를 통해 배기하는 적어도 하나의 배기펌프를 포함하고,

상기 플라즈마 밸브 및 상기 식각 밸브는 각각 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버로부터 배기되는 라디칼의 양을 제어 가능한 밸브이고,

상기 플라즈마 밸브 및 상기 식각 밸브 각각을 통해 배기되는 라디칼의 양에 따라 상기 라디칼의 주배기방향이 결정되며,

상기 라디칼의 주배기방향이 상기 플라즈마 밸브 방향이고 상기 이온 소스에 바이어스가 인가되는 경우, 상기 플라즈마 챔버 내 라디칼은 상기 플라즈마 밸브를 통해 배기되고 상기 플라즈마 챔버 내 이온은 이온빔을 형성하여 상기 식각 물질이 이온빔 식각되는 것을 특징으로 하는,

이온빔 식각 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 라디칼의 주배기방향이 상기 식각 밸브 방향이고 상기 이온 소스에 바이어스가 인가되지 않는 경우, 상기 플라즈마 챔버 내 라디칼이 상기 식각 챔버로 이동하여 상기 식각 챔버에 구비된 식각 밸브를 통해 배기되면서, 상기 식각 챔버 내 배치된 식각물질이 라디칼 세정되는 것을 특징으로 하는,

이온빔 식각 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 식각 챔버는 상기 이온 소스 하부에 배치되고 상기 식각 물질과 이격되어 상기 식각 물질을 커버하는 서터를 포함하고,

상기 식각 물질이 이온빔 식각되는 경우, 상기 셔터는 열린 상태이고,
상기 식각 물질이 라디칼 세정되는 경우, 상기 셔터는 닫힌 상태인 것을 특징으로 하는,
이온빔 식각 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,
상기 플라즈마 밸브 및 상기 식각 밸브는 각각 개폐도를 조절하여 배기되는 라디칼의 양을 제어하는 밸브인 것을 특징으로 하는,
이온빔 식각 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,
상기 플라즈마 챔버는 플라즈마를 형성하기 위한 플라즈마 소스를 구비하고,
상기 플라즈마 소스는 평면형(planar type) 소스 또는 나선형(Helical Type) 소스인 것을 특징으로 하는,
이온빔 식각 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,
상기 플라즈마 소스가 평면형 소스인 경우, 상기 플라즈마 밸브는 상기 플라즈마 챔버의 측면에 배치되고,
상기 플라즈마 소스가 나선형인 경우, 상기 플라즈마 밸브는 상기 플라즈마 챔버의 상부에 배치되는 것을 특징으로 하는,
이온빔 식각 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,
상기 적어도 하나의 배기펌프는 각각 독립적으로 저진공 배기펌프 또는 고진공 배기펌프인 것을 특징으로 하는,
이온빔 식각 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,
상기 배기펌프를 복수 개 포함하는 경우, 복수 개의 배기펌프는 적어도 하나의 저진공 배기펌프 및 고진공 배기펌프를 포함하는 것을 특징으로 하는,
이온빔 식각 장치.

청구항 12

제1항에 있어서,
 상기 공정 가스는 할로젠계 가스, 불활성 가스, 수소 및 산소 중 적어도 어느 하나를 포함하고,
 상기 할로젠계 가스는 F, Cl, Br, I, HBr, ClF, ClF₃, 및 OF₂ 중 적어도 어느 하나를 포함하며,
 상기 불활성 가스는 18족 원소들 중 적어도 어느 하나를 포함하는 가스인 것을 특징으로 하는,
 이온빔 식각 장치.

청구항 13

제1항에 있어서,
 상기 식각 물질은 차세대 메모리 반도체 물질을 포함하고,
 상기 차세대 메모리 반도체 물질은,
 FeRAM(Ferroelectric RAM(Random Access Memory), 강유전체 램), MRAM(Magnetic RAM, 강자성 램),
 PRAM(Phase Change RAM, 상변화 램), ReRAM(Resistance RAM, 저항 램), PoRAM(Polymer RAM, 폴리머 램),
 NFGM(Nano Floating Gate Memory, 나노튜브 램), 홀로그래픽 메모리, 분자 전자 소자, 및 모듈러 메모리 중 적
 어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는,
 이온빔 식각 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이온빔 식각 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 멀티 배기방식을 이용하여 라디칼을 제어 가능
 한 이온빔 식각 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체의 미세화 및 고집적화에 따라 반도체 회로를 미세하게 패터닝하기 위한 패턴 식각 방법으로 플라즈마를
 이용한 건식 식각이 많이 이용되고 있다. 플라즈마 식각은 플라즈마를 형성하고 거기서 발생하는 이온과 라디칼
 을 대상 물질과 반응시켜 식각 대상을 식각하는 기술이다. 이때, 이온은 하부 방향으로 방향성을 가져 주로 식
 각 물질의 이방성 식각에 기여하고, 라디칼은 중성 입자로 방향성은 없으나 반응성이 매우 커 주로 식각 물질의
 등방성 식각에 기여한다.

[0003] 플라즈마를 이용하는 건식 식각 중에서도, 반응성 이온빔 식각은 이온 및 라디칼을 포함하는 플라즈마로부터 이
 온만을 추출 및 가속하여 목적하는 식각 물질을 식각하는 방식으로, 정밀한 가공을 효율적으로 할 수 있다는 장
 점을 가진다. 그러나, 이온만을 이용한 이방성 식각 시 메모리 물질과 같은 식각 물질에 손상이 발생하지 않지
 만, 기존의 이온빔 식각 공정에서는 일반적으로 이온빔 식각 장치의 하부 방향으로 배기가 이루어지기 때문에,
 식각하고자 하는 물질의 표면에 식각에 기여하는 이온 이외에 라디칼도 함께 도달하게 된다. 때문에, 라디칼이
 목적 물질의 패턴 벽면에서 과도하게 반응하여 라디칼에 의한 원하지 않는 식각이 발생하거나, 패턴 내부로 라
 디칼이 확산되어 식각 물질에 손상을 유발한다는 단점이 있다. 특히, 수십 나노급 고종횡비 패턴에서의 라디칼
 침투는 식각되지 않아야 할 부분에까지 영향을 주어 소자 특성을 감소시키는 문제점을 가진다.

[0004] 때문에, 건식 식각 장치에서 라디칼을 제어하여 목적하는 식각 공정을 수행할 수 있는 새로운 기술에 대한 요구
 가 증대되고 있는 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 일 목적은 이온과 라디칼을 제어 가능한 이온빔 식각 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0006] 본 발명의 일 목적을 위한 이온빔 식각 장치는 공정 가스로부터 플라즈마를 형성하고, 적어도 하나의 플라즈마 밸브를 구비하는 플라즈마 챔버; 상기 플라즈마 챔버와 연결되고, 바이어스가 인가되는 경우 플라즈마로부터 이온을 추출하여 이온빔을 형성하는 이온 소스; 상기 이온 소스와 연결되고, 적어도 하나의 식각 밸브를 구비하며, 식각 물질이 배치되는 식각 챔버; 및 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버 중 적어도 어느 하나와 각각 상기 플라즈마 밸브 및 상기 식각 밸브를 통해 연결되어, 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버 중 적어도 어느 하나의 챔버 내의 라디칼을 상기 플라즈마 밸브 및 상기 식각 밸브를 통해 배기하는 적어도 하나의 배기펌프를 포함한다.
- [0007] 일 실시예에서, 상기 배기펌프 중 적어도 하나는 상기 플라즈마 밸브 및 상기 식각 밸브를 통해 각각 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버 둘 모두와 연결될 수 있다.
- [0008] 이때, 상기 플라즈마 밸브 및 상기 식각 밸브는 각각 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버로부터 배기되는 라디칼의 양을 제어 가능한 밸브이고, 상기 플라즈마 밸브 및 상기 식각 밸브 각각을 통해 배기되는 라디칼의 양에 따라 상기 라디칼의 주배기방향이 결정될 수 있다.
- [0009] 이때, 상기 플라즈마 밸브를 통해 배기되는 라디칼의 양이 우세한 경우, 상기 라디칼의 주배기방향은 플라즈마 밸브 방향이고, 상기 식각 밸브를 통해 배기되는 라디칼의 양이 우세한 경우, 상기 라디칼의 주배기방향은 상기 식각 밸브 방향일 수 있다.
- [0010] 이때, 상기 라디칼의 주배기방향이 상기 플라즈마 밸브 방향이고 상기 이온 소스에 바이어스가 인가되는 경우, 상기 식각 물질은 이온빔 식각되고, 상기 라디칼의 주배기방향이 상기 식각 밸브 방향이고 상기 이온 소스에 바이어스가 인가되지 않는 경우, 상기 식각물질은 라디칼 세정될 수 있다.
- [0011] 이때, 상기 식각 챔버는 상기 이온 소스 하부에 배치되고 상기 식각 물질과 이격되어 상기 식각 물질을 커버하는 셔터를 포함하고, 상기 식각 물질이 이온빔 식각되는 경우, 상기 셔터는 열린 상태이고, 상기 식각 물질이 라디칼 세정되는 경우, 상기 셔터는 닫힌 상태일 수 있다.
- [0012] 일 실시예에서, 상기 플라즈마 밸브 및 상기 식각 밸브는 각각 개폐도를 조절하여 배기되는 라디칼의 양을 제어하는 밸브일 수 있다.
- [0013] 이때, 상기 플라즈마 밸브 및 상기 식각 밸브는 각각 독립적으로 자동, 반자동 및 수동 중 적어도 어느 하나로 개폐도를 조절할 수 있다.
- [0014] 일 실시예에서, 상기 플라즈마 챔버는 플라즈마를 형성하기 위한 플라즈마 소스를 구비하고, 상기 플라즈마 소스는 평면형(planar type) 소스 또는 나선형(Helical Type) 소스일 수 있다.
- [0015] 이때, 상기 플라즈마 소스가 평면형 소스인 경우, 상기 플라즈마 밸브는 상기 플라즈마 챔버의 측면에 배치되고, 상기 플라즈마 소스가 나선형인 경우, 상기 플라즈마 밸브는 상기 플라즈마 챔버의 상부에 배치될 수 있다.
- [0016] 일 실시예에서, 상기 적어도 하나의 배기펌프는 각각 독립적으로 저진공 배기펌프 또는 고진공 배기펌프일 수 있다.
- [0017] 이때, 상기 배기펌프를 복수 개 포함하는 경우, 복수 개의 배기펌프는 적어도 하나의 저진공 배기펌프 및 고진공 배기펌프를 포함할 수 있다.
- [0018] 일 실시예에서, 상기 공정 가스는 할로젠계 가스, 불활성 가스, 수소 및 산소 중 적어도 어느 하나를 포함하고, 상기 할로젠계 가스는 F, Cl, Br, I, HBr, ClF, ClF₃, 및 OF₂ 중 적어도 어느 하나를 포함하며, 상기 불활성 가스는 18족 원소들 중 적어도 어느 하나를 포함하는 가스일 수 있다.
- [0019] 일 실시예에서, 상기 식각 물질은 차세대 메모리 반도체 물질을 포함하고, 상기 차세대 메모리 반도체 물질은, FeRAM(Ferroelectric RAM(Random Access Memory), 강유전체 램), MRAM(Magnetic RAM, 강자성 램), PRAM(Phase Change RAM, 상변화 램), ReRAM(Resistance RAM, 저항 램), PoRAM(Polymer RAM, 폴리머 램), NFGM(Nano Floating Gate Memory, 나노튜브 램), 홀로그래픽 메모리, 분자 전자 소자, 및 모듈러 메모리 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0020] 본 발명의 이온빔 식각 장치에 따르면, 본 발명은 플라즈마 챔버 및 식각 챔버를 각각 배기펌프와 연결하고 각각의 챔버로부터 배기되는 라디칼의 양을 제어 가능한 밸브를 구비하고 있어, 각각의 챔버로부터 배기되는 라디칼의 양을 조절하여 식각 물질에 도달하는 라디칼의 양을 제어할 수 있다. 또한, 식각 물질로 제공되는 이온(빔)을 제어할 수 있기 때문에, 본 발명의 이온빔 식각 장치를 이용하여 이온 및/또는 라디칼을 제어함으로써 보다 정밀하게 대상 물질의 식각을 수행할 수 있다. 또한, 본 발명의 이온빔 식각 장치는 식각 물질에 도달하는 라디칼의 양을 제어 가능하므로 원치 않는 라디칼 반응이나 확산에 의한 식각 물질의 손상을 방지할 수 있어, 메모리 소자를 식각 하는 경우, 메모리 소자의 성능 감소를 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 이온빔 식각 장치를 설명하기 위한 도면이다.
 도 2는 본 발명의 이온빔 식각 장치를 설명하기 위한 도면이다.
 도 3은 본 발명의 이온빔 식각 장치를 설명하기 위한 도면이다.
 도 4는 본 발명의 이온빔 식각 장치를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

[0023] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로서 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0024] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0025] 도 1은 본 발명의 이온빔 식각 장치를 설명하기 위한 도면이다.

[0026] 도 1의 (a) 및 (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 이온빔 식각 장치의 구조를 설명하기 위한 도면이다.

[0027] 도 1을 참조하면, 본 발명의 이온빔 식각 장치는 공정 가스로부터 플라즈마를 형성하고, 적어도 하나의 플라즈마 밸브를 구비하는 플라즈마 챔버; 상기 플라즈마 챔버와 연결되고, 바이어스가 인가되는 경우 플라즈마로부터 이온을 추출하여 이온빔을 형성하는 이온 소스; 상기 이온 소스와 연결되고, 적어도 하나의 식각 밸브를 구비하며, 식각 물질이 배치되는 식각 챔버; 및 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버 중 적어도 어느 하나와 각각 상기 플라즈마 밸브 및 상기 식각 밸브를 통해 연결되어, 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버 중 적어도 어느 하나의 챔버 내의 라디칼을 상기 플라즈마 밸브 및 상기 식각 밸브를 통해 배기하는 적어도 하나의 배기펌프를 포함한다.

[0028] 이때, 상기 배기펌프 중 적어도 하나는 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버 둘 모두와 연결되어, 상기 플라즈마 밸브 및 상기 식각 밸브를 통해 각각 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버로부터 배기되는 라디칼의 양을 제어할 수 있다. 구체적으로, 상기 이온빔 식각 장치가 하나의 배기펌프를 포함하는 경우, 상기 하나의 배기펌프는 도 1에서 예시적으로 도시한 바와 같이, 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버와 모두 연결될 수 있고, 이와 달리, 상기 이온빔 식각 장치가 복수 개의 배기펌프를 구비하는 경우, 상기 복수 개의 배기펌프 중 적어도 하나가 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버와 모두 연결되어 챔버들로부터 라디칼을 배기할 수 있다. 이에

대한 보다 구체적인 설명은 하기에서 도면들을 참조하여 후술하도록 한다.

- [0029] 도 1에서는 본 발명의 이온빔 식각 장치가 플라즈마 챔버, 이온 소스 및 식각 챔버가 상부에서 하부로 배치되는 일 실시예에 따른 구조를 도시하였으나, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니고, 플라즈마 챔버, 이온 소스 및 식각 챔버 순으로 일직선으로 연결되어 있지만 하면 특별히 제한되지는 않고 배치될 수 있다. 일례로, 본 발명의 이온빔 식각 장치는 식각 챔버, 이온 소스 및 플라즈마 챔버가 상부에서 하부로 배치된 구조(도 1에 도시된 구조의 역방향), 또는 좌측(또는 우측)으로 나란히 배치된 구조를 가질 수도 있다.
- [0030] 상기 플라즈마 챔버는 가스 주입구를 통해 주입된 공정 가스로부터 이온 및 라디칼을 포함하는 플라즈마가 발생하는 챔버이다. 상기 공정 가스는 할로젠계 가스, 불활성 가스, 수소 및 산소 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있고, 일례로, 상기 할로젠계 가스는 F, Cl, Br, I, HBr, ClF, ClF₃, 및 OF₂ 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있으며, 상기 불활성 가스는 18족 원소들 중 적어도 어느 하나를 포함하는 가스일 수 있다.
- [0031] 상기 플라즈마 챔버는 상기 배기펌프와 연결되는 플라즈마 밸브를 구비하고 있어, 상기 배기펌프가 가동되는 경우 상기 플라즈마 챔버로부터 라디칼을 포함하는 상기 플라즈마 챔버의 내부 대기를 상기 플라즈마 밸브를 통해 배기할 수 있다. 본 발명에서 플라즈마 밸브는 상기 플라즈마 챔버와 상기 배기펌프 사이에 위치하는 밸브를 의미하는 것으로, 상기 플라즈마 챔버 상에 직접 위치할 수도 있고 이와 달리 배기관을 통해 상기 플라즈마 챔버 및 상기 배기펌프 사이에 위치할 수도 있다. 상기 플라즈마 밸브는 상기 배기펌프와 직접 연결되거나 배기관을 통해 연결될 수 있다. 일례로, 상기 플라즈마 챔버와 연결되는 상기 배기펌프가 복수 개인 경우, 상기 플라즈마 밸브는 상기 플라즈마 챔버와 연결되는 상기 배기펌프의 수에 따라 복수 개일 수 있다. 이에 대한 보다 상세한 설명은 하기 배기펌프를 보다 구체적으로 설명하면서 함께 후술하도록 한다.
- [0032] 상기 플라즈마 밸브는 상기 플라즈마 챔버로부터 배기되는 라디칼의 양을 제어 가능한 밸브로, 예를 들어, 상기 플라즈마 밸브는 미세하게 개폐도를 조절하여 배기되는 라디칼의 양을 제어할 수 있는 밸브일 수 있다. 이때, 상기 플라즈마 밸브의 개폐도는 상기 플라즈마 밸브에 의해 개구되는 정도(개구 영역의 비율)을 의미할 수 있고, 상기 개폐도는 0%(개구되지 않음) 내지 100%(완전 개구)로 나타낼 수 있다. 상기 플라즈마 밸브는 자동, 반자동 또는 수동으로 개폐도를 제어 가능한 밸브일 수 있다. 이때, 상기 플라즈마 밸브의 개폐 정도에 따라 챔버의 압력이 제어될 수 있다. 구체적으로, 상기 플라즈마 밸브가 완전 개구된 경우, 상기 플라즈마 챔버의 압력이 최대치로 낮아질 수 있고, 반면, 상기 플라즈마 밸브가 부분 개구된 경우, 상기 플라즈마 챔버의 압력은 최대치 보다 상대적으로 높아질 수 있다. 때문에, 상기 플라즈마 밸브는 전기 신호 등에 의해 자동, 반자동 또는 수동으로 상기 플라즈마 밸브의 개폐도를 제어하여 상기 플라즈마 챔버의 압력을 조절함으로써, 본 발명의 이온빔 식각 장치를 이용한 식각, 세정, 전처리 등의 효율을 증가시킬 수 있다. 본 발명의 이온빔 식각 장치를 이용한 식각, 세정, 전처리에 대한 보다 구체적인 설명은 하기에서 후술하도록 한다.
- [0033] 또한, 상기 플라즈마 챔버는 플라즈마를 형성하기 위한 플라즈마 소스를 구비한다. 상기 플라즈마 소스는 상기 플라즈마 챔버로 전력을 인가하여 에너지를 제공하기 위한 유도 코일로, 일례로, 상기 플라즈마 소스는 평면형(planar type) 소스 또는 나선형(Helical Type) 소스일 수 있다.
- [0034] 도 2는 본 발명의 이온빔 식각 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- [0035] 도 2의 (a)는 평면형 플라즈마 소스를 구비하는 플라즈마 챔버를 설명하기 위한 도면이고, (b)는 나선형 플라즈마 소스를 구비하는 플라즈마 챔버를 설명하기 위한 도면이다.
- [0036] 도 2를 도 1과 함께 참조하면, 일례로, 상기 플라즈마 소스가 평면형 소스인 경우(도 2의 (a)), 상기 플라즈마 밸브는 상기 플라즈마 챔버의 측면에 배치되어 상기 플라즈마 챔버의 측면 방향으로 라디칼을 배기할 수 있다. 이와 달리, 상기 플라즈마 소스가 나선형인 경우(도 2의 (b)), 상기 플라즈마 밸브는 상기 플라즈마 챔버의 상부에 배치되어 상기 플라즈마 챔버의 상부 방향으로 라디칼을 배기할 수 있다.
- [0037] 상기에서는 도 2를 참조하여 상기 플라즈마 챔버의 플라즈마 소스의 유형에 따른 플라즈마 밸브의 바람직한 배치를 설명하였으나, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0038] 도 1을 계속 참조하면, 상기 이온 소스는 상기 플라즈마 챔버와 연결되고, 바이어스가 인가되는 경우 상기 플라즈마 챔버의 플라즈마로부터 이온을 추출하여 이온빔을 형성할 수 있다. 상기 이온 소스는 상기 플라즈마 챔버와 연결된 반대면에 상기 식각 챔버와 연결되어, 상기 이온 소스는 바이어스가 인가되는 경우 상기 플라즈마 챔버의 이온을 추출 및 가속하여 상기 식각 챔버로 이온빔을 제공한다. 일례로, 상기 이온 소스를 그리드(grid) 형태일 수 있으나, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니고, 본 발명에서 이온 소스는 플라즈마 챔버로부터 이온

을 추출 및 가속하여 이온빔을 형성할 수 있는 이온 소스이면 특별히 제한되지 않고 가능할 수 있다.

- [0039] 상기 식각 챔버는 상기 이온 소스와 연결되고, 식각 대상이 되는 물질이 배치되는 챔버로, 상기 이온 소스로부터 형성된 이온빔을 제공받아 식각 물질이 식각 되는 챔버이다. 상기 식각 물질은 상기 식각 챔버 내에 구비된 기관 상에 배치되어 식각될 수 있다. 일례로, 본 발명의 이온빔 식각 장치를 통해 식각 되는 물질(식각 물질)은 차세대 메모리 반도체 물질일 수 있고, 상기 차세대 메모리 반도체 물질은, FeRAM(Ferroelectric RAM(Random Access Memory), 강유전체 램), MRAM(Magnetic RAM, 강자성 램), PRAM(Phase Change RAM, 상변화 램), ReRAM(Resistance RAM, 저항 램), PoRAM(Polymer RAM, 폴리머 램), NFGM(Nano Floating Gate Memory, 나노튜브 램), 홀로그래픽 메모리, 분자 전자 소자, 및 모듈러 메모리 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0040] 상기 식각 챔버는 상기 배기펌프와 연결되는 식각 밸브를 구비하고 있어, 상기 배기펌프가 가동되는 경우 상기 식각 밸브를 통해 상기 식각 챔버의 내부 대기를 배기할 수 있다. 본 발명에서 식각 밸브는 상기 식각 챔버와 상기 배기펌프 사이에 위치하는 밸브를 의미하는 것으로, 상기 식각 챔버 상에 직접 위치할 수도 있고 이와 달리 배기관을 통해 상기 식각 챔버 및 상기 배기펌프 사이에 위치할 수도 있다. 상기 식각 밸브는 상기 배기펌프와 직접 연결되거나 배기관을 통해 연결될 수 있다. 또한, 일례로, 상기 식각 챔버와 연결되는 상기 배기펌프가 복수 개인 경우, 상기 식각 밸브는 상기 식각 챔버와 연결되는 상기 배기펌프의 수에 따라 복수 개일 수 있다. 이에 대한 보다 상세한 설명은 상기 배기펌프를 보다 구체적으로 설명하면서 함께 후술하도록 한다.
- [0041] 상기 식각 밸브는 상기에서 설명한 상기 플라즈마 밸브와 실질적으로 동일한 기능을 수행하는 밸브이고, 이에, 중복되는 상세한 설명은 생략하고, 상기에서 상기 플라즈마 밸브 및 상기 식각 밸브를 함께 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0042] 상기 플라즈마 밸브 및 상기 식각 밸브는 상기 플라즈마 밸브에서 설명한 바와 같이, 미세하게 개폐도를 조절하여 각각 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버로부터 배기되는 라디칼의 양을 제어할 수 있는 밸브이다. 즉, 본 발명의 이온빔 식각 장치는 각각 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버에 구비된 적어도 두 개의 밸브를 구비함으로써, 상기 플라즈마 챔버로부터의 라디칼 배기, 상기 식각 챔버로부터의 라디칼 배기, 또는 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버로부터의 라디칼 배기를 모두 수행할 수 있다. 이때, 상기 플라즈마 밸브 및 상기 식각 밸브 각각을 통해 배기되는 라디칼의 양에 따라 상기 라디칼의 주배기방향이 결정될 수 있다. 일례로, 상기 플라즈마 밸브를 통해 배기되는 라디칼이 양이 우세한 경우, 상기 라디칼의 주배기방향은 상기 플라즈마 밸브 방향일 수 있고, 상기 식각 밸브를 통해 배기되는 라디칼의 양이 우세한 경우, 상기 라디칼의 주배기방향은 상기 식각 밸브 방향일 수 있다.
- [0043] 상기 식각 챔버는 상기 이온 소스 하부에 배치되고 상기 식각 물질과 이격되어 상기 식각 물질을 커버하는 셔터를 포함할 수 있다. 상기 셔터는 온(on)/오프(off) 가능한 셔터로, 온에서는 열린 상태이고 오프에서는 닫힌 상태일 수 있다. 상기 셔터에 대한 보다 구체적인 설명은 상기에서 후술하도록 한다.
- [0044] 본 발명의 이온빔 식각 장치는 상기 라디칼의 주배기방향, 상기 이온 소스에 바이어스 인가 유무, 상기 셔터의 온/오프 유무에 따라, 식각 물질을 이온빔 식각하거나 세정할 수 있다. 이에 대한 보다 구체적인 내용은 도 3을 참조하여 설명하기로 한다.
- [0045] 도 3은 본 발명의 이온빔 식각 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- [0046] 도 3의 (a)는 본 발명에 따른 이온빔 식각 공정을 설명하기 위한 도면이고, (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 이온빔 식각 공정을 설명하기 위한 도면이며, (c)는 본 발명의 다른 실시예에 따른 라디칼 세정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0047] 도 3을 도 1 및 2와 함께 참조하면, 도 3의 (a)에서 도시한 바와 같이, 본 발명의 이온빔 식각 장치는 상기 플라즈마 밸브 및 상기 식각 밸브 각각의 개구 정도, 상기 이온 소스의 바이어스 인가 유무, 및 상기 셔터의 온/오프 유무를 제어하여, 상기 식각 챔버 내의 상기 식각 물질로 도달하는 이온 및 라디칼의 양을 제어할 수 있다. 때문에, 상기 식각 물질로 도달하는 라디칼 및 이온의 양을 적절히 조절함으로써 상기 식각 물질을 이용하여 빠르게 식각 가능할 수 있다. 이때, 식각은 등방성 또는 이방성 식각을 모두 포함할 수 있다.
- [0048] 일례로, 상기 라디칼의 주배기방향이 상기 플라즈마 밸브 방향이고 상기 이온 소스에 바이어스가 인가되는 경우, 상기 플라즈마 챔버 내의 이온은 상기 이온 소스를 통해 추출 및 가속되어 이온빔을 형성하고, 상기 플라즈마 챔버 내의 라디칼은 대부분이 상기 플라즈마 밸브를 통해 배기될 수 있다. 때문에, 라디칼에 의한 손상으로부터 안정적으로 상기 식각 물질을 식각할 수 있다. 이때, 상기 식각 챔버가 도 3의 (b)에 도시한 바와 같이, 상기 플라즈마 밸브가 100% 개구되고 상기 식각 밸브가 0% 개구되는 경우, 라디칼은 상기 플라즈마 밸브 방향으

로 모두 배기되어 상기 식각 챔버로 전달되지 않는다. 즉, 라디칼에 의한 식각 물질의 손상을 최소화할 수 있다. 때문에, 식각하고자 하는 식각 물질을 정밀하고 안정적으로 이방성 식각할 수 있다. 이때, 상기 셔터는 온 상태일 수 있다.

[0049] 이와 달리, 도 3의 (c)에 도시한 바와 같이, 상기 플라즈마 밸브는 0% 개구되고 상기 식각 밸브가 100% 개구되는 경우 상기 라디칼은 상기 식각 밸브 방향으로만 배기되고, 이때, 상기 이온 소스에 바이어스가 인가되지 않으면 상기 이온 소스가 상기 플라즈마 챔버 내의 이온을 추출 및 가속하지 못해 상기 플라즈마 챔버 내의 라디칼만이 상기 이온 소스를 통해 상기 식각 챔버 내의 상기 식각 물질에 도달할 수 있다. 이때, 상기 식각 물질에 도달한 라디칼을 상기 식각 물질 표면에 흡착시키고 흡착된 라디칼에 의해 형성되는 반응물을 제거하여 상기 식각 물질의 표면을 건식 세정할 수 있다. 때문에, 상기 식각 물질에 도달한 라디칼을 이용하여 식각 물질을 식각 전 전처리하거나 식각 후 상기 식각 물질 표면을 건식 세정하여, 상기 식각 물질의 표면으로부터 존재하는 식각 후 잔여물, 금속, 유기물 및 자연산화물 등과 같은 이물질을 제거할 수도 있다. 이때, 라디칼 흡착 시, 세정하고자 하는 물질의 종류에 따라 공정 가스를 선택하여 가스 주입구를 통해 선택된 공정 가스를 주입할 수 있다. 또한, 라디칼에 의해 형성되는 반응물의 제거는 플라즈마에서 추출한 이온을 이용할 수 있고, 이와 달리, 별도의 램프 등을 구성하여 빛(1 nm 내지 300 nm 파장대의 자외선, 파장을 에너지로 변환시키면 1 eV 내지 1000eV) 또는 열(100℃ 내지 1000℃)을 이용하여 제거할 수 있다. 상기에서는 이온, 빛, 열 등을 이용하여 라디칼에 의해 형성되는 반응물을 제거하는 구체적으로 예를 들어 설명하였으나, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니고 라디칼에 의해 형성되는 반응물을 제거할 수 있는 방법이면 특별히 제한되지 않고 이용될 수 있다.

[0050] 라디칼을 이용하여 상기 식각 물질을 건식 세정하는 경우, 상기 라디칼은 식각 물질에 손상을 입히지 않고 식각 물질 표면의 이물질을 제거할 수 있고, 또한 메모리 소자 등을 식각하는 경우 메모리 소자의 손상을 방지하면서 성능 향상에 기여할 수 있다. 상기 식각 물질을 라디칼 세정하는 경우, 상기 셔터는 오프 상태일 수 있다.

[0051] 따라서, 다시 말하면, 본 발명의 이온빔 식각 장치는 배기방향이나 바이어스 인가 등의 요인을 제어하여 상기 식각 물질로 도달하는 라디칼 및/또는 이온빔을 제어할 수 있고, 이로부터, 라디칼을 제어하여 식각 물질을 이온빔 식각하거나 이온빔을 제어하여 라디칼 세정하는 공정을 수행할 수 있다. 이에 따라, 본 발명의 이온빔 식각 장치를 이용하여 동일 장치 내에서 식각-세정 또는 세정-식각-세정과 같은 순환 공정을 수행할 수 있다.

[0052] 계속해서, 도 1 내지 3을 함께 참조하면, 상기 배기펌프는 상기 플라즈마 밸브 및 상기 식각 밸브를 통해 각각 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버와 연결되고, 상기 배기펌프가 가동되는 경우, 상기 플라즈마 밸브 및 상기 식각 밸브를 통해 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버 중 적어도 어느 하나로부터 라디칼을 배기할 수 있다. 이때, 상기 배기펌프로부터 인접한 밸브에 가해지는 힘이 상대적으로 다른 밸브에 비해 높을 수 있고, 이에 따라, 상기 배기펌프에 인접한 밸브의 라디칼 배기가 더 가속될 수 있어 상기 배기펌프에 인접한 밸브 방향으로 상기 라디칼의 주배기방향을 형성하는데 기여할 수 있다. 때문에, 상기 배기펌프는 상기 라디칼을 제어하여 이온빔 식각하는 경우 상기 플라즈마 챔버의 상기 플라즈마 밸브에 인접하게 배치될 수 있고(도 1의 (b) 참조), 이와 달리, 상기 이온빔을 제어하여 라디칼 세정하는 경우 상기 식각 챔버의 상기 식각 밸브에 인접하게 배치될 수 있다(도 1의 (a) 참조). 상기에서는 바람직한 배기펌프의 위치를 구체적으로 설명하였으나, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.

[0053] 본 발명의 이온빔 식각 장치는 적어도 하나의 배기펌프를 포함하고, 이때, 상기 적어도 하나의 배기펌프는 각각 독립적으로 저진공 배기펌프 또는 고진공 배기펌프일 수 있다. 본 발명에서 저진공 배기펌프는 이온빔 식각 장치에 저진공을 형성하기 위한 배기펌프를 의미할 수 있고, 고진공 배기펌프는 이온빔 식각 장치에 고진공을 형성하기 위한 배기펌프를 의미할 수 있다. 예를 들어, 상기 저진공 배기펌프는 로터리 배기펌프, 드라이 배기펌프를 포함할 수 있고, 상기 고진공 배기펌프는 터보분자 배기펌프, 이온 배기펌프를 포함할 수 있다.

[0054] 일례로, 상기 배기펌프가 두 개 이상인 경우, 두 개 이상의 배기펌프들은 각각 독립적으로 저진공 배기펌프 또는 고진공 배기펌프일 수 있고, 이때, 각각의 배기펌프와 배기펌프는 펌프 밸브를 통해 서로 연결될 수 있다. 상기 펌프 밸브는 배기펌프와 배기펌프 사이에 위치하는 밸브를 의미하는 것으로, 이때, 상기 펌프 밸브는 상기 플라즈마 밸브 및 상기 식각 밸브와 실질적으로 동일한 기능을 수행하는 밸브일 수 있다. 이때, 상기 펌프 밸브는 배기관을 통해 배기펌프와 배기펌프 사이에 위치하여 배기펌프들을 연결할 수 있다.

[0055] 이하에서는 도 4를 참조하여 본 발명의 이온빔 식각 장치가 두 개의 배기펌프를 포함하는 구체적인 예를 들어, 복수 개의 배기펌프를 포함하는 본 발명의 이온빔 식각 장치를 상세히 설명하기로 한다.

[0056] 도 4는 본 발명의 이온빔 식각 장치를 설명하기 위한 도면이다.

[0057] 도 4를 참조하면, 본 발명의 이온빔 식각 장치가 배기펌프(제1 배기펌프) 및 상기 제1 배기펌프와 연결되는 다른 배기펌프(제2 배기펌프)를 구비하는 경우, 상기 제1 배기펌프 및 상기 제2 배기펌프는 상기 제1 배기펌프 및 상기 제2 배기펌프 중 적어도 어느 하나가 구비하는 펌프 밸브(도 4의 F.V(foreline valve) 참조)를 통해 서로 연결된다. 또한, 상기 제1 배기펌프 및 상기 제2 배기펌프는 각각 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버 중 적어도 어느 하나와 각각의 챔버에 구비된 플라즈마 밸브 및 식각 밸브를 통해 연결될 수 있다. 이때, 상기 배기펌프 중 적어도 하나는 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버와 모두 연결되어, 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버로부터 배기되는 라디칼의 양을 각각 제어하는 것이 바람직할 수 있다. 일례로, 상기 제1 배기펌프 및 상기 제2 배기펌프가 모두 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버와 각각 연결되는 경우, 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버는 각각 두 개의 플라즈마 밸브 및 식각 밸브를 구비하고 상기 밸브들을 통해 상기 제1 배기펌프 및 상기 제2 배기펌프와 각각 연결되어 라디칼을 배기할 수 있다. 이와 달리, 도 4에서는 제2 배기펌프가 식각 챔버와 제2 식각 밸브(도 4의 R.V(roughing valve) 참조)를 통해 연결된 이온빔 식각 장치의 구조를 예시적으로 도시한 바와 같이, 상기 제1 배기펌프는 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버 모두와 연결되고 상기 제2 배기펌프는 상기 플라즈마 챔버 및 상기 식각 챔버 중 어느 하나와 연결되는 경우, 상기 제2 배기펌프와 연결되는 챔버는 각각 상기 제1 배기펌프 및 상기 제2 배기펌프와 연결되는 두 개의 식각 밸브를 구비할 수 있다. 이때, 상기 제1 배기펌프 및 상기 제2 배기펌프는 각각 독립적으로 저진공 배기펌프 또는 고진공 배기펌프일 수 있다.

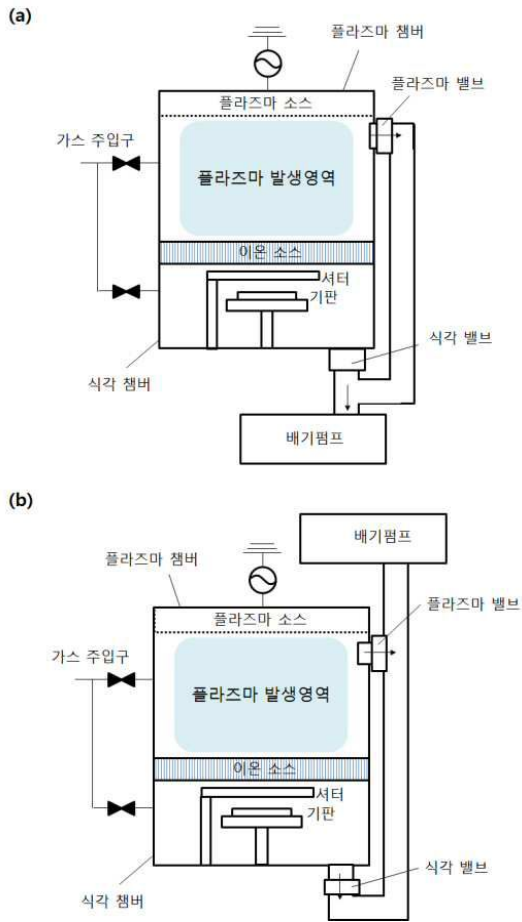
[0058] 또한, 일례로, 본 발명의 이온빔 식각 장치가 복수 개의 배기펌프를 구비하는 경우, 바람직하게는 본 발명의 이온빔 식각 장치는 적어도 하나의 저진공 배기펌프 및 고진공 배기펌프를 포함할 수 있다. 구체적으로, 본 발명의 이온빔 식각 장치는 적어도 하나의 저진공 배기펌프 및 고진공 배기펌프를 구비함으로써, 저진공도가 요구되는 경우 상기 저진공 배기펌프로부터 저진공도를 조성할 수 있고, 이와 달리, 고진공도가 요구되는 경우 상기 저진공 배기펌프가 저진공도를 형성하고 이로부터 상기 고진공 배기펌프가 고진공도를 형성할 수 있다. 이때, 저진공도를 형성하기 위한 배기펌프를 구비하지 않는 경우 고진공도를 형성하기 위한 고진공 배기펌프만으로는 대기압 상태에서 고진공을 형성하는데 높은 에너지와 긴 시간이 요구되나, 고진공 배기펌프와 함께 저진공도를 형성하기 위한 저진공 배기펌프를 포함하는 경우 먼저 저진공을 형성하고 이로부터 고진공을 형성함으로써 용이하게 고진공을 형성할 수 있다. 때문에, 본 발명의 이온빔 식각 장치는 고진공도가 요구되는 경우 본 발명의 이온빔 식각 장치는 적어도 하나의 저진공 배기펌프 및 고진공 배기펌프를 구비함으로써 용이하게 고진공 환경을 조성할 수 있다. 이에 따라, 본 발명의 이온빔 식각 장치는 적어도 하나의 저진공 배기펌프 및 고진공 배기펌프를 포함하는 경우, 본 발명의 이온빔 식각 장치는 목적하는 식각, 세정, 전처리 등에 요구되는 진공 환경에 따라 저진공 및 고진공을 용이하게 형성할 수 있다. 따라서, 본 발명의 이온빔 식각 장치는 적어도 하나의 저진공 배기펌프 및 고진공 배기펌프를 포함하는 것이 바람직할 수 있다.

[0059] 본 발명에 따르면, 본 발명의 이온빔 식각 장치는 멀티 배기방식을 이용하여 이온 및/또는 라디칼을 제어함으로써 식각하고자 하는 대상을 정밀하게 식각 가능한 건식 식각 장치로, 본 발명에 따르면, 이온 및/또는 라디칼을 제어하여 식각 물질의 손상이나 불필요한 식각을 방지하면서 정밀하게 이온빔 식각 공정을 수행할 수 있고, 이에 따라, 고집적화 및 미세화된 메모리 반도체 소자의 패터를 메모리 반도체 소자의 손상 없이 정밀하게 패터닝할 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면, 동일한 이온빔 식각 장치 내에서, 이온빔을 제어하여 식각 물질 표면에 존재하는 이물질을 세정할 수 있는 라디칼 (건식)세정을 수행할 수 있으므로, 식각-세정 또는 세정-식각-세정과 같은 순환 공정을 수행할 수 있어, 식각 전 식각 물질을 전처리하여 식각 효율을 향상시키거나 식각 후 잔여물을 제거하여 소자의 성능 향상에 기여할 수도 있다.

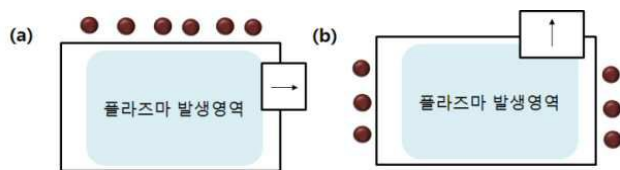
[0060] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

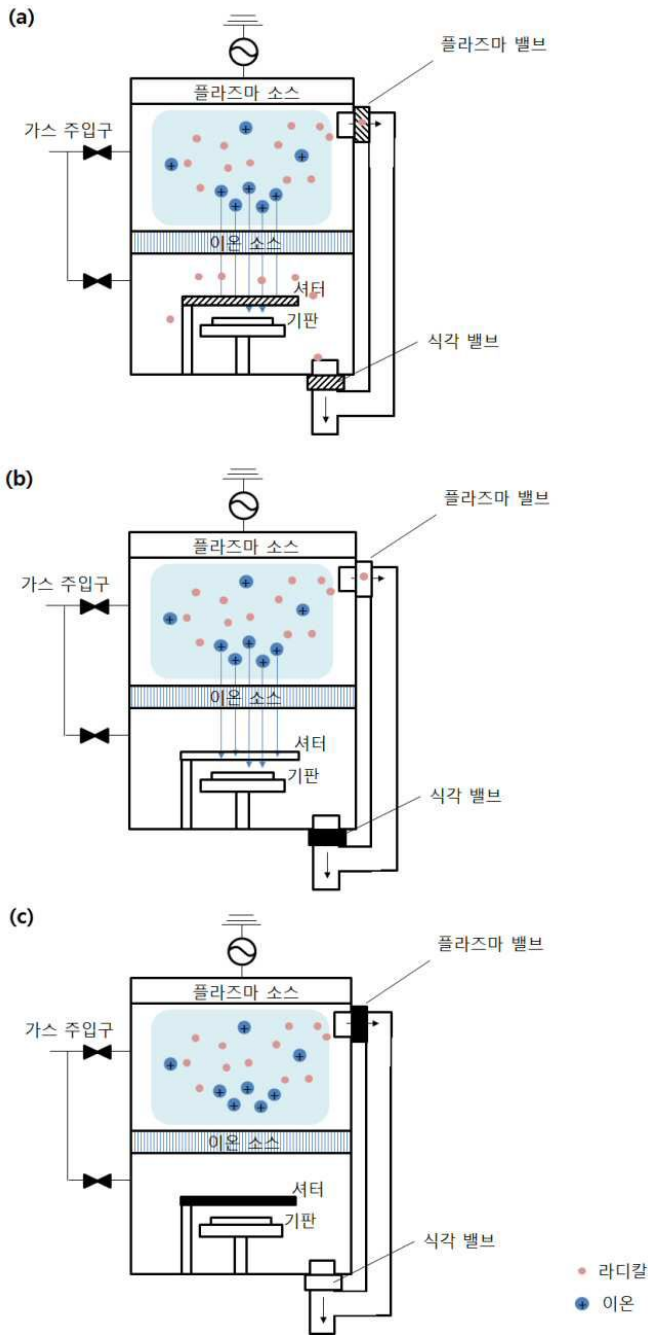
도면1



도면2



도면3



도면4

