(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0013769
(43) 공개일자 2017년02월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 16/50 (2006.01) *C23C 16/34* (2006.01)
C23C 16/40 (2006.01) *C23C 16/509* (2006.01)
(52) CPC특허분류
C23C 16/50 (2013.01)
C23C 16/34 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0106883
(22) 출원일자 2015년07월28일
심사청구일자 2015년07월28일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
김도근
경상남도 창원시 성산구 삼정자로 79, 117동 102호 (성주동, 유니온빌리지아파트)
이승훈
경상남도 창원시 성산구 원이대로878번길 7, 201호 (가음동, 재료연구소아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
유미특허법인

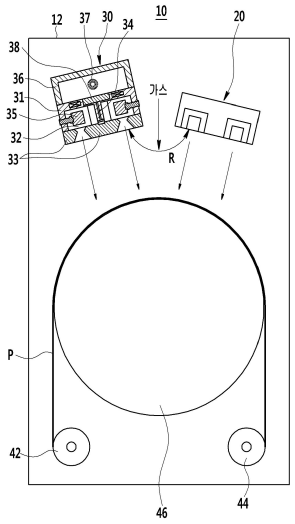
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **플라즈마 화학 기상 증착 장치 및 증착 방법**

(57) 요 약

플라즈마 화학 기상 증착 공정시 아킹 발생을 방지할 수 있도록, 진공의 공간을 형성하며 소재에 대한 증착이 이루어지는 챔버, 상기 챔버 내부에 설치되고 플라즈마를 형성하여 증착 물질을 소재에 플라즈마 화학 기상 증착시키기 위한 적어도 하나 이상의 플라즈마 소스, 및 상기 챔버 내부에 상기 플라즈마 소스와 이웃하여 배치되어 소재 표면을 향해 이온 빔을 가하는 적어도 하나 이상의 이온빔 소스를 포함하는 플라즈마 화학 기상 증착 장치를 제공한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C23C 16/40 (2013.01)
C23C 16/509 (2013.01)
(72) 발명자
정성훈
경상남도 창원시 성산구 창원대로 797 (상남동, 재료연구소)
김병준
경상남도 창원시 성산구 삼정자로 79, 116동 401호 (성주동, 유니온빌리지아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 PNK4280
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 국가과학기술연구회
연구사업명 재료연구소연구운영비지원
연구과제명 E2E(Environment to Energy) 소자용 표면기능 증강소재 개발
기 여 율 1/1
주관기관 한국기계연구원 부설 재료연구소
연구기간 2015.01.01~2015.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

소재가 구비된 챔버 내부를 진공으로 형성하는 단계,

플라즈마 소스를 통해 반응성 가스를 분해하여 증착 물질을 소재에 플라즈마 화학 기상 증착하는 단계, 및

플라즈마 화학 기상 증착시 소재 표면에 이온빔 소스를 통해 이온빔을 가하는 단계

를 포함하는 플라즈마 화학 기상 증착 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 챔버 내부에서 소재를 연속적으로 이동시키는 단계를 더 포함하는 플라즈마 화학 기상 증착 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 증착 물질은 절연성 산화물 또는 질화물을 포함하는 무기물 박막인 플라즈마 화학 기상 증착 방법.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 플라즈마 화학 기상 증착 단계와 이온빔을 가하는 단계에서, 상기 플라즈마 소스와 이온빔 소스는 양극과 음극으로 교차하여 구동되는 플라즈마 화학 기상 증착 방법.

청구항 5

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 플라즈마 화학 기상 증착 단계와 이온빔을 가하는 단계에서, 상기 플라즈마 소스와 이온빔 소스는 교대로 구동되는 플라즈마 화학 기상 증착 방법.

청구항 6

진공의 공간을 형성하며 소재에 대한 증착이 이루어지는 챔버,

상기 챔버 내부에 설치되고 플라즈마를 형성하여 증착 물질을 소재에 플라즈마 화학 기상 증착시키기 위한 적어도 하나 이상의 플라즈마 소스, 및

상기 챔버 내부에 상기 플라즈마 소스와 이웃하여 배치되어 소재 표면을 향해 이온 빔을 가하는 적어도 하나 이상의 이온빔 소스

를 포함하는 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 플라즈마 소스 또는/및 상기 이온빔 소스는 DC, LF, MF 또는 RF 주파수로 운전되는 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 플라즈마 소스 또는/및 상기 이온빔 소스는 사인파, 펄스파 또는 사각파, 유니폴라(unipolar), 바이폴라(bipolar) 전압으로 운전되는 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 이온빔 소스는 불활성 가스 이온 또는 반응성 가스 이온을 발생시키는 구조의 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 10

제 6 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이온빔 소스는, 일면에 방전 공간을 가지며, 내부에 상기 방전 공간으로 가스를 공급하기 위한 상기 가스 공급홀들을 갖는 몸체; 상기 몸체 일면에 상기 방전 공간을 노출하도록 구비되며, 전원의 인가없이 부유(floating)되는 음극; 상기 방전 공간의 내부에 상기 음극과 이격되도록 구비되며, 외부로부터 인가되는 구동 전원과 연동하여 상기 음극과 사이에서 전기장을 형성하여 상기 가스를 이온화하는 양극; 상기 몸체에 결합하며 상기 가스 공급홀들과 연통되는 내부 공간을 형성하는 하우징; 상기 하우징의 외부에서 상기 하우징을 관통하여 상기 하우징 내부 공간으로 가스를 공급하는 가스 공급관; 및 상기 하우징 내부 공간에 상기 가스 공급홀들을 커버하도록 배치되며, 상기 내부 공간의 가스를 상기 가스 공급홀들로 균일하게 공급하기 위한 가스 분배판을 포함하는 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 플라즈마 소스와 이온빔 소스는 음극과 양극으로 교차하여 구동되는 구조의 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 플라즈마 소스와 이온빔 소스는 교대로 구동되는 구조의 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 플라즈마 소스와 이온빔 소스 사이로 반응성 가스가 주입되는 구조의 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 플라즈마 소스와 이온빔 소스는 각도를 두고 서로 마주하도록 배치된 구조의 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 플라즈마 소스와 이온빔 소스의 배치 각도는 90° 내지 180° 인 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 플라즈마 화학 기상 증착 장치 및 증착 방법을 개시한다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 증착이란 금속이나 화합물 또는 혼합물 등의 타겟을 가열/증발시켜 대상물의 표면에 얇은 막의 형태로 입히는 표면처리 기술을 일컫는다. 반도체, 디스플레이, 배터리 등 다양한 소재에 활용되는 0.01 내지 10um 수준 두께의 무기물 박막은 다양한 증착 방법을 통해 형성할 수 있다. 특히, 수 mTorr 진공 영역에서 플라즈마를 활용한 진공 박막 증착법들이 개발되어 사용되고 있다. 다양한 진공 박막 증착법들 중 플라즈마 화학 기상 증착법(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD)은 스퍼터링 공정에서 증착하기 어려운 다양한 종류의 무기물 박막을 증착할 수 있으며, 스퍼터링 방식 대비 높은 증착율을 구현할 수 있어 많은 산업분야에서 활용되고 있다.

[0003] 플라즈마 화학 기상 증착법을 살펴보면 다음과 같다. 진공 공간상에 존재하는 전자에 전기장 혹은 자기장을 통해 에너지가 전달되면, 가속된 전자에 의해 발생된 플라즈마는 진공 공간상에 주입된 반응성 가스를 분해시켜 반응성 가스 간 다양한 반응을 유도할 수 있다. 이를 통해 플라즈마 발생 구간을 통과하는 증착 대상 소재에 상기 반응성 가스 간 반응에서 생성된 물질이 부착되어 0.01 내지 10um 수준의 박막을 형성하게 된다.

[0004] 이러한 플라즈마 화학 기상 증착 방법을 통해 다양한 무기물 박막을 형성할 수 있으며, 이를 인라인 또는 롤투롤 장비에 적용하여 대량 생산 장치를 구축할 수 있다.

[0005] 상기 플라즈마 화학 기상 증착 공정을 대량 양산 장치에 적용하기 위해서는 안정적인 플라즈마 발생이 가능하여야 한다. 전도성을 가지지 않는 무기물 박막 증착 공정에서는 증착 대상물 뿐만 아니라 플라즈마 발생기 등 장치의 내부 구성부가 쉽게 무기물 박막으로 코팅된다. 이에, 양전하와 음전하로 구성된 플라즈마 특성 상 플라즈마 화학 기상 증착 장치에서 발생되는 플라즈마에 의해 플라즈마 발생기 및 증착 대상물이 양전위 혹은 음전위로 쉽게 대전된다. 이는 증착 공정 중 아킹(arcking) 발생의 원인이 된다. 아킹이 발생되면 국부적인 영역에서의 고전류로 인해 증착 박막 내 핀홀 발생, 박막 품질 저하, 플라즈마 발생기 내구성 저하 등의 심각한 문제를 초래한다. 특히, 박막 내 핀홀 발생은 플라즈마 화학 기상 증착 방식을 투과 방지막 등의 응용분야에 널리 활용하지 못하는 치명적인 단점으로 작용한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 플라즈마 화학 기상 증착 공정시 아킹 발생을 방지할 수 있도록 된 플라즈마 화학 기상 증착 장치 및 증착 방법을 제공한다.

[0007] 또한, 플라즈마 화학 기상 증착 방식을 이용하여 절연성 산화물, 질화물 등의 무기물 박막을 보다 효과적이고 치밀하게 증착할 수 있도록 된 플라즈마 화학 기상 증착 장치 및 증착 방법을 제공한다.

[0008] 또한, 종래 플라즈마 화학 기상 증착 방식을 통해서는 구현할 수 없는 다양한 박막 특성을 구현할 수 있도록 된 플라즈마 화학 기상 증착 장치 및 증착 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 구현예의 플라즈마 화학 기상 증착 장치는, 진공의 공간을 형성하며 소재에 대한 증착이 이루어지는 챔버, 상기 챔버 내부에 설치되고 플라즈마를 형성하여 증착 물질을 소재에 플라즈마 화학 기상 증착시키기 위한 적어도 하나 이상의 플라즈마 소스, 및 상기 챔버 내부에 상기 플라즈마 소스와 이웃하여 배치되어 소재 표면을 향해 이온 빔을 가하는 적어도 하나 이상의 이온빔 소스를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 플라즈마 소스 또는/및 상기 이온빔 소스는 DC, LF, MF 또는 RF 주파수로 운전될 수 있다.

[0011] 상기 플라즈마 소스 또는/및 상기 이온빔 소스는 사인파, 펄스파 또는 사각파, 유니폴라(unipolar), 바이폴라(bipolar) 전압으로 운전될 수 있다.

[0012] 상기 플라즈마 소스와 이온빔 소스는 서로 음극과 양극으로 교차 구동되는 구조일 수 있다.

[0013] 상기 플라즈마 소스와 이온빔 소스는 교대로 구동되는 구조일 수 있다.

[0014] 상기 이온빔 소스는 불활성 가스 이온 또는 반응성 가스 이온을 발생시킬 수 있다.

[0015] 상기 플라즈마 소스와 이온빔 소스 사이로 반응성 가스가 주입될 수 있다.

[0016] 상기 플라즈마 소스와 이온빔 소스는 각도를 두고 서로 마주하도록 배치된 구조일 수 있다.

[0017] 상기 플라즈마 소스와 이온빔 소스의 배치 각도는 90 내지 180° 일 수 있다.

[0018] 상기 플라즈마 소스는 증착 물질로 절연성 산화물 또는 질화물을 포함하는 무기물 박막을 소재에 증착하는 구조일 수 있다.

[0019] 상기 이온빔 소스는, 일면에 방전 공간을 가지며, 내부에 상기 방전 공간으로 가스를 공급하기 위한 상기 가스 공급홀들을 갖는 몸체; 상기 몸체 일면에 상기 방전 공간을 노출하도록 구비되며, 전원의 인가없이 부유(floating)되는 음극; 상기 방전 공간의 내부에 상기 음극과 이격되도록 구비되며, 외부로부터 인가되는 구동 전원과 연동하여 상기 음극과 사이에서 전기장을 형성하여 상기 가스를 이온화하는 양극; 상기 몸체에 결합하며 상기 가스 공급홀들과 연통되는 내부 공간을 형성하는 하우징; 상기 하우징의 외부에서 상기 하우징을 관통하여 상기 하우징 내부 공간으로 가스를 공급하는 가스 공급관; 및 상기 하우징 내부 공간에 상기 가스 공급홀들을 커버하도록 배치되며, 상기 내부 공간의 가스를 상기 가스 공급홀들로 균일하게 공급하기 위한 가스 분배판을 포함할 수 있다.

[0020] 본 구현예의 플라즈마 화학 기상 증착 방법은, 소재가 구비된 챔버 내부를 진공으로 형성하는 단계, 플라즈마 소스를 통해 반응성 가스를 분해하여 증착물질을 소재에 플라즈마 화학 기상 증착하는 단계, 및 플라즈마 화학 기상 증착시 소재 표면에 이온빔 소스를 통해 이온빔을 가하는 단계를 포함할 수 있다.

[0021] 상기 증착 방법은 연속적인 증착을 위해, 챔버 내부에서 소재를 연속적으로 이동시키는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0022] 상기 플라즈마 화학 기상 증착 단계와 이온빔을 가하는 단계에서, 상기 플라즈마 소스와 이온빔 소스는 양극과 음극으로 교차하여 구동될 수 있다.

[0023] 상기 플라즈마 화학 기상 증착 단계와 이온빔을 가하는 단계에서, 상기 플라즈마 소스와 이온빔 소스는 교대로 구동될 수 있다.

[0024] 상기 증착 방법은 절연성 산화물 또는 질화물을 포함하는 무기물 박막을 소재에 증착할 수 있다.

발명의 효과

[0025] 이와 같이 본 구현예에 의하면, 아킹 발생을 방지하여 다양한 응용분야에 활용가능한 핀홀이 없는 무기물 박막을 플라즈마 화학 기상 증착 방식을 통해 제조할 수 있게 된다.

[0026] 또한, 플라즈마 화학 기상 증착시 이온빔 소스에서 발생되는 에너지를 가하여 증착 밀도를 높여 보다 치밀한 박막을 형성할 수 있게 된다.

[0027] 또한, 보다 안정적인 플라즈마 형성을 통해 대량 생산이 가능하다.

[0028] 또한, 아킹을 방지하여, 절연성 산화물, 질화물 등의 무기물 박막을 보다 효과적이고 치밀하게 증착할 수 있다.

[0029] 또한, 종래 플라즈마 화학 기상 증착 방식을 통해서는 구현할 수 없는 다양한 박막 특성을 구현할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 실시예에 따른 플라즈마 화학 기상 증착 장치의 개략적인 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 이하에서 사용되는 전문용어는 단지 특정 실시예를 언급하기 위한 것이며, 본 발명을 한정하는 것을 의도하지 않는다. 여기서 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 형태들도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소, 성분 및/또는 군의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니다.

[0032] 이하, 첨부한 도면을 참조하여, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 설명한다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 이해할 수 있는 바와 같이, 후술하는 실시예는 본 발명의 개념과 범위를 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 형태로 변형될 수 있다. 이에, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정

되지 않는다.

[0033] 이하 설명에서 본 실시예의 플라즈마 화학 기상 증착 장치는 소재를 연속적으로 증착하기 위한 연속식 증착 장치를 예로써 설명한다. 본 장치는 연속식 구조에 한정되지 않으며, 예를 들어 소재를 개별적 단위로 증착하는 배치식(batch type) 구조를 포함하여 모든 구조의 증착 장치에 적용 가능하다.

[0034] 도 1은 본 실시예에 따른 플라즈마 화학 기상 증착 장치의 개략적인 구성을 나타내고 있다.

[0035] 도 1을 참조하여 보면, 본 실시예에 의한 증착 장치(10)는, 진공 공간을 형성하는 챔버(12), 상기 챔버 내부에 설치되고 플라즈마를 형성하여 증착 물질을 소재에 플라즈마 화학 기상 증착시키기 위한 플라즈마 소스(20), 및 상기 챔버(12) 내부에 상기 플라즈마 소스와 이웃하여 배치되어 소재 표면을 향해 이온 빔을 가하는 이온빔 소스(30)를 포함한다.

[0036] 상기 챔버(12)는 진공을 형성하여 플라즈마 화학 기상 증착 공정이 이루어지는 밀폐된 내부 공간을 갖는다. 본 실시예에서 상기 챔버(12)의 내부 공간 압력은 0.1 내지 10 mTorr 정도로 유지될 수 있다. 상기 챔버(12)는 예를 들어, 진공 펌프(미도시)와 연결되고 상기 진공펌프의 구동을 통해 내부를 진공 상태로 유지할 수 있다.

[0037] 상기 챔버(12) 내부에 피증착 대상물인 소재(P)가 배치된다. 상기 소재(P)는 연속적인 증착 작업을 위해 롤 형태로 감겨진 구조일 수 있다. 상기 소재는 비도전성 소재일 수 있다. 예를 들어 상기 소재(P)는 유연성 고분자 필름일 수 있다.

[0038] 본 실시예의 증착 장치(10)는 소재(P)를 연속적으로 증착할 수 있도록, 챔버(12) 내부에 설치되어 롤 형태로 감겨진 소재(P)를 연속적으로 풀어주는 언코일러(42)와, 상기 언코일러로부터 풀려나온 소재(P)가 감기는 리코일러(44)가 더 설치될 수 있다. 이에, 언코일러(42)에서 풀려져 나오는 소재(P)는 플라즈마 소스(20)와 이온빔 소스(30)를 지나면서 연속적인 증착이 이루어지게 된다. 증착이 완료된 소재(P)는 리코일러(44)에 감겨진다. 상기 챔버(12) 내부에는 언코일러(42)와 리코일러(44) 사이에서 증착 작업시 소재(P)를 지지하는 지지롤(46)이 더 구비될 수 있다. 상기 지지롤(46)은 플라즈마 소스(20)를 통해 생성된 증착 물질에 의한 증착이 이루어지도록 소재(P)를 지지한다.

[0039] 상기 플라즈마 소스(20)와 이온빔 소스(30)는 언코일러(42)와 리코일러(44) 사이에서 상기 지지롤(46)을 향해 배치되어 지지롤(46) 외주면을 따라 이동하는 소재(P)를 연속적으로 증착하는 구조로 되어 있다.

[0040] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 실시예에서 플라즈마 소스(20)와 이온빔 소스(30)는 소정의 간격을 두고 이격되어 배치된다. 플라즈마 소스(20)와 이온빔 소스(30)가 서로 이웃하게 배치되는 경우, 소재의 진행방향을 따라 플라즈마 소스(20)가 앞쪽에 위치할 수 있다. 상기한 구조 외에 이온빔 소스(30)가 플라즈마 소스(20)보다 앞쪽에 위치하는 구조 역시 적용 가능하다.

[0041] 상기 플라즈마 소스(20)와 이온빔 소스(30)는 복수개가 소재(P)를 지지하고 있는 지지롤을 따라 간격을 두고 배치될 수 있다. 상기 플라즈마 소스(20)와 이온빔 소스(30)의 설치 개수는 장치의 크기나 대상 소재(P) 등에 따라 적절하게 조절가능하다.

[0042] 상기 플라즈마 소스(20)는 소재에 플라즈마 화학 기상 증착 방식으로 박막을 형성하는 구조로 되어 있다. 상기 플라즈마 소스(20)는 전원 공급으로 진공 챔버 내부에 플라즈마를 형성하여, 챔버 내부로 공급된 반응성 가스를 분해시키고, 이 과정에서 생성된 증착 물질을 소재 표면에 증착시킨다. 이에, 소재 표면에 증착 물질이 부착되어 0.01 내지 10um 수준의 박막을 형성하게 된다.

[0043] 본 실시예에서 상기 플라즈마 소스(20)로 공급되는 반응성 가스는 질소나 수소 일 수 있다. 상기 플라즈마 소스(20)는 이로부터 소재 상에 SiOx, SiNx 등의 절연성 산화물이나 질화물을 박막으로 형성한다. 상기 반응성 가스는 챔버 내부에서 플라즈마 소스(20)와 이온빔 소스(30) 사이를 통해 공급될 수 있다.

[0044] 상기 플라즈마 소스(20)는 DC, LF, MF 또는 RF 주파수로 운전될 수 있다. 또한, 상기 플라즈마 소스(20)는 사인파, 펄스파, 사각파, 유니폴라(unipolar), 바이폴라(bipolar) 전압으로 운전될 수 있다.

[0045] 상기 이온빔 소스(30)는 플라즈마 소스(20)에 이웃하여 배치된다. 상기 이온빔 소스(30)는 소재의 증착면을 향해 중성화 에너지로써 선형 이온빔을 가하는 구조로 되어 있다.

[0046] 본 실시예에서, 상기 이온빔 소스(30)는 본 장치의 운전 영역인 0.1 내지 10mTorr 영역에서 0.05 내지 3 keV 범위의 에너지를 플라즈마 소스(20)의 소재 증착면에 가하는 구조로 되어 있다.

[0047] 이에, 상기 이온빔 소스(30)에서 생성된 양이온이 플라즈마 소스(20)에서 생성된 플라즈마의 전자를 상쇄시켜 중성화시킴으로써, 하전 입자들의 대전에 의한 아킹 발생을 방지할 수 있게 된다.

[0048] 플라즈마 화학 기상 증착 공정을 통해 소재에 전도성을 가지지 않는 무기물 박막을 증착하는 과정에서, 증착 대상물인 소재뿐만 아니라 플라즈마 소스(20) 등의 장치 구성부가 쉽게 무기물 박막으로 코팅된다. 이에, 플라즈마의 전자가 소재와 플라즈마 소스(20) 등의 장치 구성부에 축적된다. 이렇게 축적된 하전입자들이 대전되면서 아킹이 발생된다.

[0049] 본 실시예는 상기 이온빔 소스(30)로부터 조사된 이온빔의 양이온이 플라즈마 소스(20)에서 생성된 플라즈마의 전자와 충돌되어 중성화시킴으로써, 소재 등에 전하가 축적되어 아킹이 발생되는 것을 방지할 수 있게 된다. 따라서, 장시간 구동시에도 하전입자가 축적되지 않아 제품의 대량 양산을 위한 플라즈마 화학 기상 증착의 연속적인 프로세스가 가능하다.

[0050] 상기 이온빔 소스(30)는 내부에 헬륨이나 네온, 아르곤 등의 불활성가스를 공급하여 박막을 구성하는 물질의 조성은 크게 변화시키지 않으면서 고에너지의 불활성가스 이온빔을 발생할 수 있다. 또한, 상기 이온빔 소스(30)는 내부에 산소나 질소, 수소, CxHy 계열의 가스를 공급하여 고에너지의 반응성 가스 이온빔을 발생할 수 있다. 이온빔 소스(30)를 통해 플라즈마 소스(20)의 플라즈마를 중성화시킴과 더불어 고에너지의 이온빔이 가스 분해를 위한 에너지로 작용하여 증착 밀도를 보다 높일 수 있게 된다.

[0051] 본 실시예에서 상기 이온빔 소스(30)는 예를 들어, 본 출원인이 기 출원하여 등록된 이온빔 소스(30) 장치(등록특허 제1447779호)를 이용할 수 있다. 상기 이온빔 소스(30)는 일면에 방전 공간(32)을 가지며, 내부에 상기 방전 공간으로 가스를 공급하기 위한 상기 가스 공급홀(34)들을 갖는 몸체(31); 상기 몸체에 상기 방전 공간을 노출하도록 구비되며, 전원의 인가없이 부유(floating)되는 음극(33); 및 상기 방전 공간의 내부에 상기 음극과 이격되도록 구비되며, 외부로부터 인가되는 구동 전원과 연동하여 상기 음극과 사이에서 전기장을 형성하여 상기 가스를 이온화하는 양극(35), 상기 몸체에 결합하며 상기 가스 공급홀(34)들과 연통되는 내부 공간을 형성하는 하우징(36), 상기 하우징의 외부에서 상기 하우징을 관통하여 상기 하우징 내부 공간으로 가스를 공급하는 가스 공급관(37), 및 상기 하우징 내부 공간에 상기 가스 공급홀들을 커버하도록 배치되며, 상기 내부 공간의 가스를 상기 가스 공급홀들로 균일하게 공급하기 위한 가스 분배판(38)을 포함한다.

[0052] 상기 이온빔 소스(30)의 구체적인 구성에 대해서는 상기 문헌을 통해 확인할 수 있으며, 이하 상세한 설명을 생략한다.

[0053] 본 출원인이 개발한 등록특허 제1447779호의 이온빔 소스(30)는 상기한 구조로 이루어져 플라즈마 화학 기상 증착을 위한 공정에 사용하여 아킹 발생을 방지할 수 있게 된다. 상기 이온빔 소스는 이온빔 발생을 안정적으로 할 수 있는 압력 범위가 0.1 내지 10mTorr 수준으로 넓은 장점이 있다. 이는 이온빔 소스 내의 전자기장 구조 및 세기를 상기 압력 범위에서 안정적 구동이 가능하게 제어한 결과이다.

[0054] 플라즈마 소스는 자기장을 활용한 전자 구속을 사용하고, 이러한 방전 방법을 적용시 1 내지 10mTorr 수준의 압력대에서 안정적인 방전 형성이 가능하다. 본 실시예의 이온빔 소스는 1 내지 10mTorr 압력에서도 운전이 가능하여 플라즈마 화학 기상 증착 공정에서 상기 플라즈마 소스와 동시에 운전이 가능하다.

[0055] 종래의 이온 소스는 대략 0.1 내지 2mTorr 수준의 압력 범위에서 안정적인 운전이 가능하며, 2mTorr 이상의 압력에서는 효과적인 이온 가속이 어렵고, 이상 방전 형태로 천이되어 아킹 발생이 잦고 이온 소스의 내구성이 저하되는 문제가 있다. 따라서, 종래의 이온빔 소스로는 플라즈마 화학 기상 증착 공정에 상기 플라즈마 소스와 함께 사용하기 어렵다.

[0056] 이와 같이, 본 실시예는 플라즈마 소스(20)와 결합된 이온빔 소스(30)를 통해 플라즈마를 중성화시키고 플라즈마 화학 기상 증착 공정의 에너지를 높여줌으로써, 소재에 증착되는 박막의 밀착력을 향상시키고, 동시에 증착되는 박막의 밀도를 향상시켜 박막의 광학적, 전기적, 기계적 특성 등을 향상시킬 수 있게 된다.

[0057] 상기 이온빔 소스(30)는 DC, LF, MF 또는 RF 주파수로 운전될 수 있다. 또한, 상기 이온빔 소스(30)는 사인파, 펄스파, 사각파, 유니폴라(unipolar), 바이폴라(bipolar) 전압으로 운전될 수 있다.

[0058] 상기 플라즈마 소스(20)와 이온빔 소스(30)는 개별 전원장치를 통해 각각 구동될 수 있다. 상기 플라즈마 소스(20)는 개별 전원장치를 통해 음전압을 인가받아 음극으로써 구동되고, 상기 이온빔 소스(30)는 개별 전원장치를 통해 양전압을 인가받아 양극으로써 구동될 수 있다. 본 장치는 각각의 개별 전원장치를 통해 플라즈마 소스(20)에서 생성되는 전자와 이온빔 소스(30)에서 나오는 이온의 양을 같도록 제어할 수 있다. 이에 동일한 양의

이온과 전자가 서로 상쇄되어 중성화된다.

[0059] 또다른 실시예로, 상기 플라즈마 소스(20)와 이온빔 소스(30)는 각각 연속적으로 구동되거나, 소정의 시간 간격을 두고 번갈아가며 교대로 구동될 수 있다. 플라즈마 소스(20)와 이온빔 소스(30)가 교대로 작동하는 구조의 경우 한쪽 소스가 구동될 때에는 다른쪽 소스는 작동되지 않는다. 이에, 두 소스의 대전을 원천적으로 방지할 수 있게 된다. 또한, 음전하나 양전하의 쌓이는 양을 균형있게 유지하면서 서로 상쇄시킬 수 있게 되어, 아킹 발생을 보다 감소시킬 수 있게 된다.

[0060] 또다른 실시예로. 상기 플라즈마 소스(20)와 이온빔 소스(30)는 교류 전원 양단에 연결되어 서로간에 음극과 양극을 계속 교차하여 구동될 수 있다. 이에, 상기 플라즈마 소스(20)와 이온빔 소스(30)는 서로간에 반대 극성이 되도록 각각 번갈아가면서 음극 또는 양극으로서 구동된다. 즉, 플라즈마 소스(20)가 음극으로 구동될 때, 이온빔 소스(30)는 양극으로 구동되고, 반대로 플라즈마 소스(20)가 양극으로 구동될 때 이온빔 소스(30)는 음극으로 구동된다.

[0061] 플라즈마 소스(20)는 음극이 인가된 경우에만 구동이 된다. 즉, 음전압이 인가될 때 방전이 발생하며, 양극이 인가된 경우에는 단순히 이온빔 소스의 상대 전극으로만 작용하게 된다. 이온빔 소스(30)는 양전압이 인가된 경우만 방전이 발생하여 이온빔을 방출한다. 이온빔 소스는 음극이 인가된 경우 단순히 플라즈마 소스의 상대 전극으로만 작용하게 된다. 즉, 플라즈마 소스와 이온빔 소스는 각각 음극과 양극하에서 구동되며, 서로 다른 위상의 전압에서는 단순히 상대 전극으로의 역할만 하게 된다. 이에, 플라즈마 소스와 이온빔 소스는 교대로 구동되어 음전하나 양전하의 쌓이는 양을 균형있게 유지함으로써, 두 소스의 대전을 원천적으로 방지하여 아킹 발생을 방지할 수 있게 된다.

[0062] 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 플라즈마 소스(20)와 이온빔 소스(30)는 각도(R)를 두고 서로 마주하도록 배치된다. 본 실시예에서, 상기 플라즈마 소스(20)와 이온빔 소스(30)의 배치 각도(R)는 90 내지 180° 일 수 있다. 상기 배치 각도(R)는 플라즈마 소스(20)의 증착물질 조사방향에 직각인 면과 이온빔 소스(30)의 이온빔 조사 방향에 직각인 면간의 각도를 의미한다. 두 소스간 배치 각도(R)가 90° 보다 작은 경우에는 전기장 및 자장 간섭이 발생하여 플라즈마 빔 및 이온 소스의 오염에 대한 문제가 발생된다. 두 소스간 배치 각도(R)가 180° 보다 큰 경우에는 방전에는 문제가 없으나, 플라즈마 소스에서 발생되는 물질이 증착되는 영역에 이온빔 소스로부터 수직으로 조사되는 이온빔이 도달하지 못하게 된다. 이에, 이온빔에 의한 박막 밀착력 및 물성 향상 효과가 떨어진다.

[0063] 이하, 본 실시예의 플라즈마 화학 기상 증착 과정에 대해 설명한다.

[0064] 본 실시예의 플라즈마 화학 기상 증착 방법은, 소재가 구비된 챔버 내부를 진공으로 형성하는 단계, 플라즈마 소스를 통해 반응성 가스를 분해하여 증착물질을 소재에 플라즈마 화학 기상 증착하는 단계, 및 플라즈마 화학 기상 증착시 소재 표면에 이온빔 소스를 통해 이온빔을 가하는 단계를 포함하다.

[0065] 상기 증착 방법은 연속적인 증착을 위해, 챔버 내부에서 소재를 연속적으로 이동시키는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0066] 챔버 내부의 언코일러에서 풀려나오는 소재는 지지롤을 거쳐 연속적으로 이동되어 리코일러에 되감긴다. 이 과정에서 지지롤을 따라 배치된 플라즈마 소스로부터 생성된 증착 물질이 소재에 증착되어 박막이 형성된다.

[0067] 상기 진공 형성 단계를 거쳐 챔버 내부는 0.1 내지 10mTorr 진공압으로 형성된다. 진공압이 형성되고 챔버 내부에 플라즈마 화학 기상 증착을 위한 반응성 가스를 공급한다.

[0068] 플라즈마 소스에 전원이 인가되면 플라즈마가 형성되어 챔버 내부로 공급된 질소나 수소 등의 반응성 가스가 분해되고, 이 분해 과정에서 생성된 증착 물질이 소재 표면에 부착되어 박막을 형성한다. 이에, 소재 상에 SiOx, SiNx 등의 절연성 산화물이나 질화물을 박막으로 형성할 수 있다.

[0069] 이때, 이온빔 소스에서 소재의 증착면을 향해 중성화 에너지로써 선형 이온빔을 가함으로써, 이온빔의 양이온이 플라즈마 소스에서 생성된 플라즈마의 전자를 상쇄시켜 중성화시키게 된다. 따라서, 플라즈마의 전자가 소재와 플라즈마 소스, 이온빔 소스 등의 장치 구성부에 축적되는 것을 방지하고 하전입자의 대전에 의한 아킹 발생을 방지할 수 있게 된다. 또한, 상기 이온빔 소스에서 생성된 고에너지의 반응성 가스 이온빔은 챔버 내부에서 반응성 가스 분해를 위한 에너지로 작용하여 박막의 증착 밀도를 보다 높일 수 있게 된다.

[0070] 상기 플라즈마 화학 기상 증착 단계와 이온빔을 가하는 단계에서, 전원 공급 방식을 달리하여 상기 플라즈마 소스와 이온빔 소스는 각각 개별적으로 연속 구동될 수 있다. 또한, 플라즈마 소스와 이온빔 소스는 양극과 음극

을 교차하여 구동되거나, 상기 플라즈마 소스와 이온빔 소스는 번갈아가면서 교번적으로 구동될 수 있다. 이러한 구동방식을 통해 하전 입자의 대전 방지 효과를 보다 높일 수 있게 된다.

[0071] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고 특허청구범위와 발명의 상세한 설명 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러 가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고 이 또한 본 발명의 범위에 속하는 것은 당연하다.

부호의 설명

[0072]

10 : 증착 장치	12 : 챔버
20 : 플라즈마 소스	30 : 이온빔 소스
31 : 몸체	32 : 방전공간
33 : 음극	34 : 공급홀
35 : 양극	36 : 하우징
37 : 공급관	38 : 분배관
42 : 언코일러	44 : 리코일러
46 : 지지롤	

도면

도면1

