(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0130666
(43) 공개일자 2016년11월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 14/35 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C23C 14/35 (2013.01)
C23C 14/354 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0062746
(22) 출원일자 2015년05월04일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
김도근
경상남도 창원시 성산구 삼정자로 79, 112동 205호 (성주동, 유니온빌리지아파트)
이승훈
경상남도 창원시 성산구 원이대로878번길 7, 재료연구소아파트 201호 (가음동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
유미특허법인

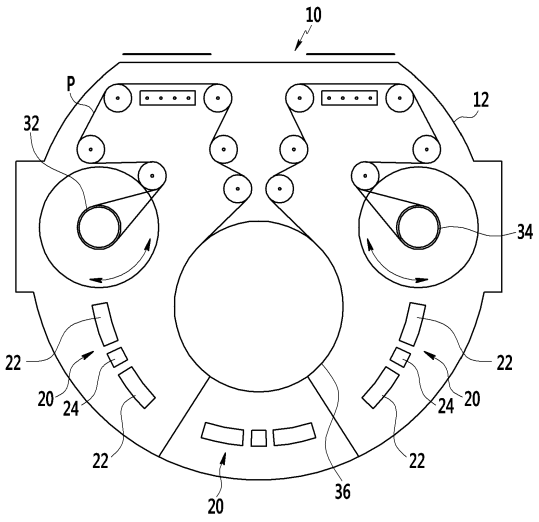
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **마그네트론 스퍼터링 증착 장치 및 증착 방법**

(57) 요 약

고에너지의 플라즈마를 이용하여 마그네트론 스퍼터링 증착 공정을 원활하게 수행할 수 있도록, 진공의 공간을 형성하며 소재에 대한 증착이 이루어지는 챔버, 상기 챔버 내부에 설치되어 소재의 표면에 스퍼터링 이온 입자를 증착하기 위한 마그네트론 스퍼터링부, 및 상기 챔버 내부에 설치되어 스퍼터링 이온 입자가 증착되는 상기 소재 표면을 향해 보조 에너지를 가하는 플라즈마 발생기를 포함하는 마그네트론 스퍼터링 증착 장치 및 증착 방법을 제공한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

정성훈

경상남도 창원시 성산구 창원대로 797 (상남동, 재료연구소)

김병준

경상남도 창원시 성산구 삼정자로 79, 116동 401호 (성주동, 유니온빌리지아파트)

명 세 서

청구범위

청구항 1

진공의 공간을 형성하며 소재에 대한 증착이 이루어지는 챔버,

상기 챔버 내부에 설치되어 소재의 표면에 스퍼터링 이온 입자를 증착하기 위한 마그네트론 스퍼터링부, 및

상기 챔버 내부에 설치되어 스퍼터링 이온 입자가 증착되는 상기 소재 표면을 향해 보조 에너지를 가하는 플라즈마 발생기

를 포함하는 마그네트론 스퍼트링 증착 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 챔버 내부에 배치되어 소재가 연속적으로 풀려나오는 언코일러, 상기 언코일러로부터 풀려나온 소재가 감기는 리코일러를 더 포함하고,

상기 마그네트론 스퍼터링부 및 상기 플라즈마 발생기는 언코일러와 리코일러 사이에 배치되어 소재를 연속적으로 증착하는 구조의 마그네트론 스퍼트링 증착 장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 플라즈마 발생기는 선형 이온빔 또는 선형 플라즈마를 조사하는 구조의 마그네트론 스퍼트링 증착 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 플라즈마 발생기는 불활성가스 이온 또는 반응성 가스 이온 또는 반응성 가스 활성종을 발생시키는 구조의 마그네트론 스퍼트링 증착 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 플라즈마 발생기는 0.1 내지 10mTorr 영역에서 0.05 내지 3 keV 에너지를 가하는 마그네트론 스퍼트링 증착 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 플라즈마 발생기는 상기 마그네트론 스퍼터링부에 이웃하여 배치되거나 또는 두 마그네트론 스퍼터링부 사이에 배치된 구조의 마그네트론 스퍼트링 증착 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 마그네트론 스퍼터링부와 플라즈마 발생기가 쌍을 이루어 하나의 증착부를 구성하고, 상기 소재를 따라 복수개의 증착부가 간격을 두고 배치된 구조의 마그네트론 스퍼트링 증착 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 마그네트론 스퍼터링부는 DC, LF, MF 또는 RF 주파수로 운전되는 마그네트론 스퍼트링 증착 장치.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 마그네트론 스퍼터링부는 사인파, 펄스파 또는 사각파 전압으로 운전되는 마그네트론 스퍼트링 증착 장치.

청구항 10

소재가 구비된 챔버 내부를 진공으로 형성하는 단계,

플라즈마를 생성하여 소재 표면에 박막 물질 입자를 마그네트론 스퍼터링 증착하는 단계, 및

마그네트론 스퍼터링 증착시 박막 물질 입자가 증착되는 소재 표면으로 보조 에너지를 가하는 단계

를 포함하는 마그네트론 스퍼터링 증착 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 챔버 내부에서 소재를 연속적으로 이동시키는 단계와, 상기 이동하는 소재 표면에 마그네트론 스퍼터링 증착과 보조 에너지를 연속적으로 가하는 단계를 더 포함하는 마그네트론 스퍼터링 증착 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 스퍼터링 증착 단계와 보조 에너지를 가하는 단계는 소재를 따라 적어도 한 곳 이상에서 이루어지는 마그네트론 스퍼터링 증착 방법.

청구항 13

제 10 항 내지 제 12항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 보조 에너지를 가하는 단계는, 선형의 플라즈마 또는 선형의 이온 빔을 가하는 구조의 마그네트론 스퍼터링 증착 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 보조 에너지를 가하는 단계에서, 보조 에너지는 0.1 내지 10mTorr 영역에서 0.05 내지 3 keV 에너지로 가해지는 마그네트론 스퍼터링 증착 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 마그네트론 스퍼터링 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 금속 혹은 무기물 박막은 다양한 증착 방법을 통해 형성할 수 있다. 특히, 수 mTorr 고진공 영역에서 플라즈마를 활용한 진공 박막 증착법들이 개발되어 사용되고 있다. 다양한 진공 박막 증착법들 중 마그네트론을 이용한 마그네트론 스퍼터링 증착법은 장치 구조의 단순함, 장시간 사용시의 안정성, 전원 제어를 통한 전도체 및 비전도체 스퍼터링 증착 가능함 등의 장점으로 인해 많은 산업 분야에서 활용되고 있다.

[0003] 마그네트론 스퍼터링 증착법을 살펴보면, 전기장과 자기장 내에서 운동하는 전자를 제어함으로써 음극 물질 표면의 국부적인 영역에 전자를 구속한다. 상기 전자는 진공 공간 상 존재하는 중성 가스와 충돌하여 양이온을 생

성하고, 상기 음극 물질에 인가하는 음전압에 의해 상기 양이온이 수백 eV로 가속되어 음극 물질과 충돌하고 음극 물질의 스퍼터링 현상을 일으킨다. 스퍼터링된 입자는 진공 공간 상을 운동하며, 증착 대상 물질에 부착되어 박막을 형성하게 된다.

[0004] 상기 스퍼터링된 입자는 음극 물질로 가속되어 입사하는 양이온이 가진 에너지 중 일부만을 전달받아 진공 공간 상으로 방출된다. 일반적으로 마그네트론 스퍼터링에서 발생되는 스퍼터링 입자의 평균 에너지는 수 eV로 알려져 있다. 상기 스퍼터링 입자의 에너지는 증착 대상 물질에 부착되어 박막을 형성하는 반응에서의 에너지로 작용하며, 상기 스퍼터링 입자의 에너지에 따라 박막의 결정성 및 전기적, 광학적 특성이 변화된다.

[0005] 이에, 마그네트론 증착 박막의 결정성, 전기적, 광학적 특성들을 제어하기 위한 다양한 연구들이 진행되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 고에너지의 플라즈마를 이용하여 마그네트론 스퍼터링 증착 공정을 원활하게 수행할 수 있도록 된 마그네트론 스퍼터링 증착 장치 및 증착 방법을 제공한다.

[0007] 또한, 고진공하에서 고에너지의 플라즈마를 용이하게 제어하여 증착 물질이나 증착 대상 물질에 에너지를 가할 수 있는 마그네트론 스퍼터링 증착 장치 및 증착 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 구현예의 마그네트론 스퍼트링 증착 장치는, 진공의 공간을 형성하며 소재에 대한 증착이 이루어지는 챔버, 상기 챔버 내부에 설치되어 소재의 표면에 스퍼터링 이온 입자를 증착하기 위한 마그네트론 스퍼터링부, 및 상기 챔버 내부에 설치되어 스퍼터링 이온 입자가 증착되는 상기 소재 표면을 향해 보조 에너지를 가하는 플라즈마 발생기를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 마그네트론 스퍼터링부는 DC, LF, MF 또는 RF 주파수로 운전될 수 있다.

[0010] 상기 마그네트론 스퍼터링부는 사인파, 펄스파 또는 사각파 전압으로 운전될 수 있다.

[0011] 상기 플라즈마 발생기는 0.1 내지 10mTorr 영역에서 0.05 내지 3 keV 에너지를 가할 수 있다.

[0012] 상기 플라즈마 발생기는 선형 이온빔 또는 선형 플라즈마를 조사하는 구조일 수 있다.

[0013] 상기 플라즈마 발생기는 불활성가스 이온 또는 반응성 가스 이온 또는 반응성 가스 활성종(radical)을 발생시키는 구조일 수 있다.

[0014] 상기 장치는 상기 마그네트론 스퍼터링부에 이웃하여 또는 두 마그네트론 스퍼터링부 사이에 상기 플라즈마 발생기가 배치된 구조일 수 있다.

[0015] 상기 장치는 마그네트론 스퍼터링부와 플라즈마 발생기가 쌍을 이루어 하나의 증착부를 구성하고, 상기 소재를 따라 복수개의 증착부가 간격을 두고 배치된 구조일 수 있다.

[0016] 상기 장치는 유연성 소재를 연속적으로 이동시키기 위해 소재가 연속적으로 풀려나오는 언코일러와, 상기 언코일러로부터 풀려나온 소재가 감기는 리코일러를 더 포함하고, 상기 증착부는 언코일러와 리코일러 사이에 배치되어 소재를 연속적으로 증착하는 구조일 수 있다.

[0017] 본 구현예의 마그네트론 스퍼터링 증착 방법은, 소재가 구비된 챔버 내부를 진공으로 형성하는 단계, 소재 표면에 박막 물질 입자를 마그네트론 스퍼터링 증착하는 단계, 및 마그네트론 스퍼터링 증착시 박막 물질 입자가 증착되는 소재 표면에 보조 에너지를 가하는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 상기 보조 에너지를 가하는 단계는 선형의 플라즈마 또는/및 선형의 이온 빔을 통해 가해질 수 있다.

[0019] 상기 보조 에너지를 가하는 단계에서 보조 에너지는 0.1 내지 10mTorr 영역에서 0.05 내지 3 keV 에너지로 가해질 수 있다.

[0020] 상기 증착 방법은 챔버 내부에서 소재를 연속적으로 이동시키는 단계와, 상기 이동하는 소재 표면에 마그네트론

스퍼터링 증착과 보조 에너지를 연속적으로 가하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0021] 상기 스퍼터링 증착 단계와 보조 에너지를 가하는 단계는 소재를 따라 적어도 한 곳 이상에서 이루어질 수 있다.

발명의 효과

[0022] 이와 같이 본 구현예에 의하면, 고에너지의 플라즈마를 보조적으로 가해 마그네트론 스퍼터링으로 증착되는 박막의 전기적, 기계적 특성을 향상시킬 수 있게 된다.

[0023] 또한, 마그네트론 스퍼터링으로 증착되는 박막의 전기전도도 및 밀착력을 향상시킬 수 있게 된다.

[0024] 또한, 고진공압 하에서도 추가적으로 가해지는 플라즈마의 제어 운전이 용이하여, 고에너지의 플라즈마를 이용한 마그네트론 스퍼터링 응용 공정을 다양하게 실시할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 실시예에 따른 마그네트론 스퍼터링 증착 장치의 개략적인 구성도이다.

도 2는 본 실시예에 따른 마그네트론 스퍼터링 증착 장치의 증착부 구성을 보다 상세하게 도시한 도면이다.

도 3은 본 실시예에 따른 마그네트론 스퍼터링 공정으로 박막이 형성된 소재에 대한 크로스 컷 실험을 종래와 비교하여 도시한 사진이다.

도 4는 본 실시예에 따른 마그네트론 스퍼터링 공정으로 박막이 형성된 소재에 대한 필 오프 실험을 종래와 비교하여 도시한 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 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.

[0027] 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 한정되지 않는다.

[0028] 이하 설명에서 본 실시예의 마그네트론 스퍼터링 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.

[0029] 도 1과 도 2는 본 실시예에 따른 마그네트론 스퍼터링 증착 장치의 내부 구성을 나타내고 있다.

[0030] 도 1을 참조하여 보면, 본 실시예에 의한 증착 장치(10)는, 진공 공간을 형성하는 챔버(12), 챔버(12) 내에 설치되어 소재(P)에 박막 형성을 위해 입자를 증착하는 증착부(20)를 포함하며, 상기 증착부(20)는 상기 챔버(12) 내부에 설치되어 소재(P)의 표면에 스퍼터링 이온 입자를 증착하기 위한 마그네트론 스퍼터링부(22), 및 상기 챔버(12) 내부에 설치되어 스퍼터링 이온 입자가 증착되는 상기 소재(P) 표면을 향해 보조 에너지를 가지는 이온종 또는/및 활성종을 가하는 플라즈마 발생기(24)를 포함한다.

[0031] 상기 챔버(12)는 진공을 형성하여 스퍼터일을 이용한 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.

[0032] 상기 챔버(12) 내부에 피증착 대상물인 소재(P)가 배치된다. 상기 소재(P)는 연속적인 증착 작업을 위해 롤 형태로 감겨진 구조일 수 있다. 예를 들어 상기 소재(P)는 유연성 고분자필름일 수 있다.

[0033] 본 실시예의 증착 장치(10)는 소재(P)를 연속적으로 증착할 수 있도록, 챔버(12) 내부에 설치되어 롤 형태로 감

겨진 소재(P)를 연속적으로 풀어주는 언코일러(32)와, 상기 언코일러로부터 풀려나온 소재(P)가 감기는 리코일러(34)가 더 설치될 수 있다. 이에, 언코일러(32)에서 풀려져 나오는 소재(P)는 증착부(20)를 지나면서 연속적인 증착이 이루어지게 된다. 증착부(20)를 거쳐 증착이 완료된 소재(P)는 리코일러(34)에 감겨진다. 상기 챔버(12) 내부에는 언코일러(32)와 리코일러(34) 사이에서 증착 작업시 소재(P)를 지지하는 지지롤(36)이 더 구비될 수 있다. 상기 지지롤(36)은 증착부(20)로부터 제공되는 스퍼터링 입자에 의해 증착이 이루어지도록 소재(P)를 지지한다.

[0034] 상기 증착부(20)는 언코일러(32)와 리코일러(34) 사이에서 상기 지지롤(36)을 향해 배치되어 지지롤(36) 외주면을 따라 이동하는 소재(P)를 연속적으로 증착하는 구조로 되어 있다.

[0035] 본 실시예에서, 상기 증착부(20)는 마그네트론 스퍼터링부(22)와 플라즈마 발생기(24)가 유기적으로 결합된 구조로 되어 있다.

[0036] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 실시예에서 상기 증착부(20)는 하나의 플라즈마 발생기(24)가 두 개의 마그네트론 스퍼터링부(22) 사이에 배치된 구조일 수 있다. 상기한 구조 외에 상기 증착부(20)는 마그네트론 스퍼터링부(22)와 플라즈마 발생기(24)의 개수를 동일하게 하여 서로 이웃하게 배치하거나, 하나의 마그네트론 스퍼터링부(22) 양측에 각각 플라즈마 발생기(24)가 배치될 수 있다. 플라즈마 발생기와 마그네트론 스퍼터링부가 서로 이웃하게 배치되는 경우, 소재의 진행방향을 따라 플라즈마 발생기가 앞쪽에 위치하거나 마그네트론 스퍼터링부가 앞쪽에 위치할 수 있다.

[0037] 본 실시예에서, 상기 증착부(20)는 복수개의 증착부(20)가 소재(P)를 따라 즉, 소재(P)를 지지하고 있는 지지롤을 따라 간격을 두고 배치된 구조일 수 있다. 상기 각 증착부(20)는 지지롤을 따라 이동하는 소재(P)의 표면에 연속적으로 박막을 형성한다. 상기 증착부(20)의 설치 개수는 장치의 크기나 대상 소재(P) 등에 따라 적절하게 조절가능하다.

[0038] 상기 마그네트론 스퍼터링부(22)는 증착을 위한 타겟을 구비하며, 타겟은 소재(P)에서 일정 거리 이격되어 소재(P)의 표면과 마주하도록 배치된다. 본 실시예에서 상기 타겟은 스테인레스(SUS), 구리(Cu), 은(Ag), 니켈(Ni)나 크롬(Cr) 등의 금속일 수 있다.

[0039] 상기 마그네트론 스퍼터링부(22)는 자기장을 발생시키고, 자기장은 타겟 주위의 전자를 머무르게 하여 타겟 표면의 이온화를 계속 진행시킨다. 타겟은 전기적으로 음극과 연결되어 음극의 성질을 띠게 된다. 전기적 음극의 성질을 갖는 타겟은 외부의 충격에 의해 원자가 챔버(12)의 내부 공간으로 방출된다. 타겟에서 방출된 입자는 소재(P) 쪽으로 이동되어 소재(P)에 부착되어 박막을 형성하게 된다.

[0040] 상기 마그네트론 스퍼터링부(22)는 타겟과 소재(P) 사이에 일정한 간격을 갖도록 배치된다. 본 실시예에서 상기 타겟과 소재(P) 사이의 간격은 다양하게 변형가능하다.

[0041] 상기 마그네트론 스퍼터링부(22)는 DC, LF, MF 또는 RF 주파수로 운전될 수 있다. 또한, 상기 마그네트론 스퍼터링부(22)는 사인파, 펄스파 또는 사각파 전압으로 운전될 수 있다.

[0042] 도 2에 도시된 바와 같이, 하나의 증착부(20)에서 상기 플라즈마 발생기(24)는 두 개의 마그네트론 스퍼터링부(22) 사이에서 소재의 증착면을 향해 배치된다. 상기 플라즈마 발생기(24)는 소재의 증착면을 향해 보조 에너지로써 고에너지의 선형 이온빔 또는/및 선형 플라즈마를 가하는 구조로 되어 있다.

[0043] 본 실시예에서, 상기 플라즈마 발생기(24)는 본 장치의 운전 영역인 0.1 내지 10mTorr 영역에서 보조 에너지로써 0.05 내지 3 keV 범위의 에너지를 소재 증착면에 가하는 구조로 되어 있다.

[0044] 이에, 상기 플라즈마 발생기(24)에서 생성된 고에너지의 이온빔이 소재의 증착면을 향해 공급되어 스퍼터링된 입자에 추가적으로 에너지를 가함으로써, 소재에 증착되는 박막의 전기전도도나 밀착력을 높여 전기적 특성 및 기계적 특성을 향상시킬 수 있게 된다.

[0045] 상기 플라즈마 발생기(24)는 내부에 헬륨이나 네온, 아르곤 등의 불활성가스를 공급하여 박막을 구성하는 물질의 조성은 크게 변화시키지 않으면서 고에너지의 불활성가스 이온빔을 발생할 수 있다. 또한, 상기 플라즈마 발생기(24)는 내부에 산소나 질소, 수소, CxHy 계열의 가스를 공급하여 고에너지의 반응성 가스 이온빔을 발생할 수 있다.

[0046] 본 실시예에서 상기 플라즈마 발생기(24)는 예를 들어, 본 출원인이 기 출원하여 등록된 이온빔 소스 장치(등록특허 제1447779호)를 이용할 수 있다. 상기 플라즈마 발생기(24)의 구체적인 구성에 대해서는 상기 문헌을 통해

확인할 수 있으며, 이하 상세한 설명을 생략한다.

[0047] 본 출원인이 개발한 등록특허 제1447779호의 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. 종래의 이온빔 소스는 대략 1 내지 3mTorr 수준의 압력 범위에서 작동되므로, 본 실시예의 증착공정과 같이 다양한 박막 증착을 위해 요구되는 0.1 내지 10mTorr 의 압력 범위에서는 사용이 불가능하다.

[0048] 이와 같이, 마그네트론 스퍼터링부(22)와 결합된 플라즈마 발생기(24)를 통해 소재로 이동되는 스퍼터링 입자의 에너지를 높여줌으로써, 소재에 증착되는 박막의 전기전도도 및 밀착력을 높일 수 있게 된다.

[0049] 이하, 본 실시예의 마그네트론 스퍼터링 증착 과정에 대해 설명한다.

[0050] 본 실시예의 마그네트론 스퍼터링 증착 방법은, 소재가 구비된 챔버 내부를 진공으로 형성하는 단계, 플라즈마를 생성하여 소재 표면에 이온 입자를 마그네트론 스퍼터링 증착하는 단계, 및 마그네트론 스퍼터링 증착시 이온 입자가 증착되는 소재 표면으로 보조 에너지를 가하는 단계를 포함한다.

[0051] 또한, 상기 증착 방법은 연속적인 증착을 위해, 챔버 내부에서 소재를 연속적으로 이동시키는 단계, 상기 이동하는 소재 표면에 마그네트론 스퍼터링 증착과 보조 에너지를 연속적으로 가하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0052] 챔버 내부의 언코일러에서 풀려나오는 소재는 지지롤을 거쳐 연속적으로 이동되어 리코일러에 되감긴다. 이 과정에서 지지롤을 따라 배치된 증착부로부터 스퍼터링 입자가 소재에 증착되어 박막이 형성된다.

[0053] 상기 진공 형성 단계를 거쳐 챔버 내부는 0.1 내지 10mTorr 진공압으로 형성된다. 진공압이 형성되고 챔버 내부에 아르곤 가스 등의 불활성가스를 공급한다.

[0054] 마그네트론 스퍼터링부에 전원이 인가되면 챔버 내부로 공급된 불활성 가스가 글로우 방전되면서 플라즈마를 형성하게 된다. 불활성가스의 방전으로 음극의 전기적 성질을 띠는 타겟 표면에 불활성가스 이온이 충돌하여 타겟의 원자가 증기 상으로 방출된다. 즉, 타겟은 표면에서 이온화가 발생하게 된다.

[0055] 불활성가스 이온의 충돌에 의해 타겟에서 방출된 원자들은 소재 쪽으로 이동되어 소재 표면에 증착된다.

[0056] 이때, 마그네트론 스퍼터링 증착 과정에서 플라즈마 발생기로부터 생성된 고에너지의 선형 이온 빔 또는/및 선형의 플라즈마가 입자가 증착되는 소재 표면을 향해 조사된다. 플라즈마 발생기로부터 조사되는 선형의 이온 빔과 선형의 플라즈마는 증착면을 향하는 타겟 원자에 보조 에너지를 가하게 된다.

[0057] 이와 같이 입자가 이동되는 소재의 증착면을 향해 보조 에너지를 가해줌으로써, 소재 표면으로 이동되는 타겟 원자의 반응 에너지를 높여 소재에 증착되는 박막의 결정성 및 전기적, 광학적 특성을 높일 수 있게 된다. 이에, 소재에 증착되는 박막의 전기전도도나 밀착력이 보다 향상된다.

[0058] 본 실시예에서, 상기 보조 에너지를 가하는 단계에서 플라즈마 발생기를 통해 소재 증착면으로 가해지는 보조 에너지는 0.05 내지 3 keV 일 수 있다.

[0059] 보조 에너지가 0.05 keV보다 작은 경우에는, 낮은 에너지 전달로 인해 효과적으로 증착 박막의 물성 개질을 할 수 없다. 상기 보조 에너지가 3keV를 넘는 경우에는 과도하게 높은 보조 에너지 전달로 인해 증착된 박막이 증착 소재 표면에서 다시 스퍼터링되어 증착 공정을 수행할 수 없게 된다.

[0060] [실시예]

[0061] 도 3과 도 4는 본 실시예에 따른 마그네트론 스퍼터링 공정으로 박막이 형성된 소재에 대한 밀착성과 전기전도도를 종래와 비교하여 도시한 것이다.

[0062] 도 3과 도 4에서 실시예는 증착부로 플라즈마 발생기를 구비하여 마그네트론 스퍼터링시 보조 에너지를 가해 증착 공정을 수행하였고, 비교예는 종래 사용되는 기술에 따라 보조 에너지를 가하지 않고 마그네트론 스퍼터링을 수행하였다.

[0063] 비교예와 실시예 모두 필름 형태의 유연성 폴리머 소재 표면에 구리를 증착하였다.

[0064] 도 3은 이와 같이 제조된 실시예와 비교예에 대해 소재 표면에 라인 형태로 흠을 형성하는 크로스 컷 테스트를 동일하게 실시한 결과를 도시하고 있다.

[0065] 실험 결과, 도 3에 도시된 바와 같이, 비교예의 경우 구리 박막의 부착성이 낮아 박막이 소재 표면에서 떨어져 나가는 현상이 발생되었다. 이에 반해 본 실시예의 경우 구리 박막이 소재 표면에 증착된 상태를 유지하여 밀착력이 우수함을 확인할 수 있다. 또한, 실시예의 경우 비교예보다 저항 값이 낮아져 전기전도도 역시 향상됨을 알 수 있다.

[0066] 도 4는 본 실시예에 따른 마그네트론 스퍼터링 공정으로 박막이 형성된 소재에 대한 필 오프(Peel Off) 실험을 종래와 비교하여 도시한 것이다.

[0067] 구리 박막이 형성된 비교예의 소재와 실시예의 소재 표면에 접착테이프를 붙였다 떨어뜨리는 필 오프 테스트를 동일하게 실시하였다.

[0068] 실험 결과, 도 4에 도시된 바와 같이, 비교예의 경우 구리 박막의 부착성이 낮아, 접착테이프에 구리 박막이 접착되어 소재 표면에서 떨어져 나가는 현상이 발생되었다. 이에 반해 본 실시예의 경우 접착테이프에는 구리 박막이 전혀 접착되어 있지 않아, 접착테이프의 접착력에도 불구하고 구리 박막이 소재 표면에 증착된 상태를 유지하여 밀착력이 우수함을 확인할 수 있다. 또한, 실시예의 경우 비교예보다 저항 값이 2.8오옴(Ω)에서 2.0오옴(Ω)으로 전기전도도 역시 향상됨을 알 수 있다.

[0069] 이와 같이, 본 발명은 플라즈마 발생기에서 생성된 고에너지의 선형 이온빔을 보조 에너지로써 가해줌으로써, 마그네트론 스퍼터링 공정시 스퍼터링 입자의 밀착력을 높이고 증착 박막의 전기적 물리적 특성을 향상시킬 수 있게 된다.

[0070] 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

[0071] 10 : 증착 장치 12 : 챔버

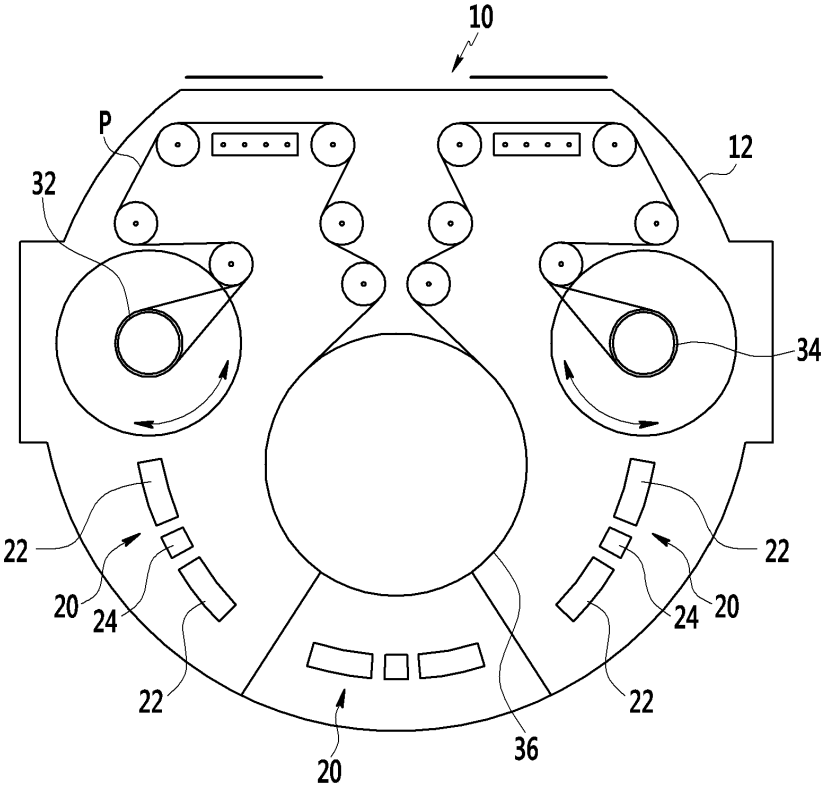
20 : 증착부 22 : 마그네트론 스퍼터링부

24 : 플라즈마 발생기 32 : 언코일러

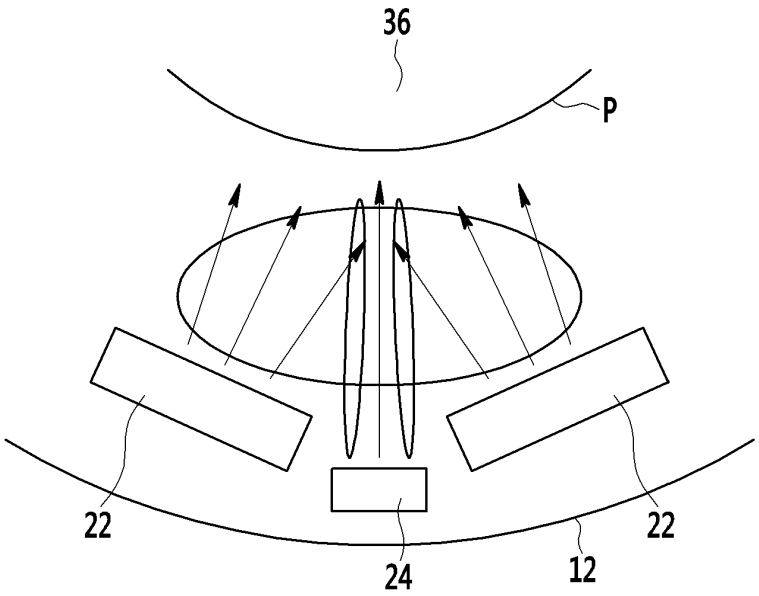
34 : 리코일러 36 : 지지롤

도면

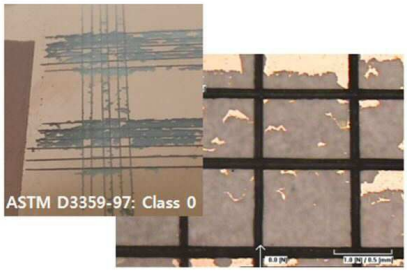
도면1



도면2

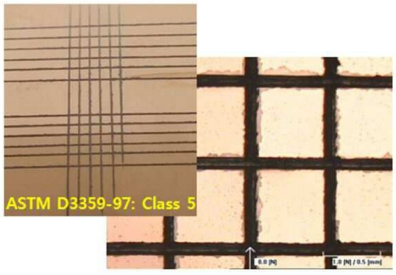


도면3



R_{sheet} (Ω/□) : 3.16±0.20

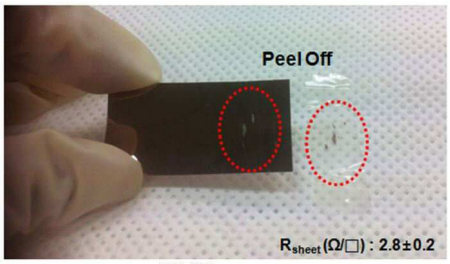
<비교예>



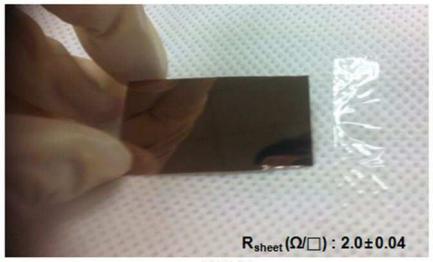
R_{sheet} (Ω/□) : 2.72±0.04

<실시예>

도면4



<비교예>



<실시예>