



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0000317
(43) 공개일자 2012년01월02일

(51) Int. Cl.

H01L 21/203 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0060627

(22) 출원일자 2010년06월25일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

홍문표

경기도 성남시 분당구 정자동 한솔마을 청구아파트 107-1103

이유중

서울특별시 강서구 화곡동 77-28 동원빌라 지층1호

장윤성

충청남도 연기군 조치원읍 서창리 태주원룸 301호

(74) 대리인

조영현, 나승택

전체 청구항 수 : 총 14 항

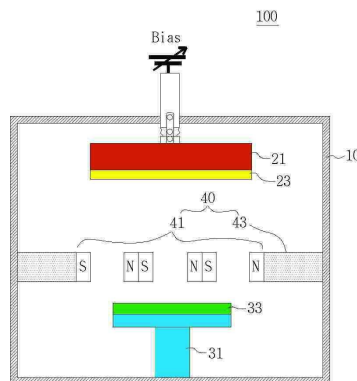
(54) 전자 물질막 형성 장치

(57) 요약

본 발명은 전자 물질막 형성 장치에 관한 것으로, 특히 기관 또는 기능층이 상부에 형성된 기관상에 스퍼터링을 통하여 전자 물질막을 형성하는 과정에서, 전자 물질막에 손상을 입히는 하전 입자는 기관에 도달하지 못하도록 차단하고, 전자 물질막의 활성화를 극대화시키는 공정 가스 이온들은 가속 통과시킴으로써, 상온에서 양질의 전기/물질적 특성을 갖는 전자 물질막을 기관상에 형성시킬 수 있는 전자 물질막 형성 장치에 관한 것이다.

본 발명인 전자 물질막 형성 장치를 이루는 구성수단은, 스퍼터링 공정이 수행되는 챔버, 상기 챔버 내부 일면에 고정 배치되되, 전자 물질막 타겟을 장착하고 있는 스퍼터링 수단, 상기 스퍼터링 수단이 배치되는 챔버 내부 일면과 반대되는 면에 배치되되, 전자 물질막이 형성되는 대상체를 장착하고 있는 홀딩 수단, 상기 스퍼터링 수단과 상기 홀딩 수단 사이에 배치되되, 스퍼터링 공정에서 발생하는 이온 및 전자들의 이동 방향과 수직한 방향으로 자기장을 발생시키는 리미터를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 ITAC1090102100040001000100100

부처명 정보통신연구진흥원

연구관리전문기관

연구사업명 대학정보통신연구센터지원사업

연구과제명 [3차년도-국고]모바일 태양광발전 시스템용 정보소재 연구

기여율

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2010년 01월 01일 ~ 2010년 12월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

스퍼터링 공정이 수행되는 챔버;

상기 챔버 내부 일면에 고정 배치되되, 전자 물질막 타겟을 장착하고 있는 스퍼터링 수단;

상기 스퍼터링 수단이 배치되는 챔버 내부 일면과 반대되는 면에 배치되되, 전자 물질막이 형성되는 대상체를 장착하고 있는 홀딩 수단;

상기 스퍼터링 수단과 상기 홀딩 수단 사이에 배치되되, 스퍼터링 공정에서 발생하는 이온 및 전자들의 이동 방향과 수직인 방향으로 자기장을 발생시키는 리미터를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 전자 물질막 형성 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 리미터는,

N극 자석과 S극 자석이 결합되어 형성되는 자석 페어들이 상호 이격 배치되어 슬릿을 형성시키는 자석 어레이, 상기 자석 어레이를 고정시키고 상기 챔버 내부에 부착되는 고정틀을 포함하여 형성되는 것을 특징으로 하는 전자 물질막 형성 장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 슬릿은 장축이 상기 전자 물질막 타겟의 장축과 수직하도록 형성되는 것을 특징으로 하는 전자 물질막 형성 장치.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 홀딩 수단은 상기 챔버 내에서 왕복운동이 가능하게 형성되는 것을 특징으로 하는 전자 물질막 형성 장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 홀딩 수단의 왕복 운동 방향은 상기 슬릿의 장축과 수직인 방향인 것을 특징으로 하는 전자 물질막 형성 장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 전자 물질막 타겟은 TCO(Transparent Conductive Oxide) 물질로 형성되는 것을 특징으로 하는 전자 물질막 형성 장치.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 전자 물질막 타겟은 ITO(Indium Tin Oxide) 물질인 것을 특징으로 하는 전자 물질막 형성 장치.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 스퍼터링 공정에 사용되는 공정 가스는 Ar, Xe, Kr, N₂ 및 He 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 전자 물질막 형성 장치.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 대상체는 플라스틱 기관 또는 상부에 기능성 코팅층이 형성된 기관인 것을 특징으로 하는 전자 물질막 형성 장치.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 대상체는 최상부층에 플라즈마 버퍼층이 형성된 유기발광소자용 기관인 것을 특징으로 하는 전자 물질막 형성 장치.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 대상체는 최상부층에 플라즈마 버퍼층이 형성된 유기태양전지용 기관인 것을 특징으로 하는 전자 물질막 형성 장치.

청구항 12

청구항 2에 있어서,

상기 리미터의 자석 어레이 주변에는 상기 스퍼터링 공정 중에 발생하는 전자들이 상기 자기장에 의하여 구속되어 음의 전기포텐셜이 형성되는 것을 특징으로 하는 전자 물질막 형성 장치.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 음의 전기포텐셜은 스퍼터링 과정 중, 상기 전자 물질막 타겟에서 발생하는 산소 음이온이 상기 대상체로 이동하는 것을 차단하는 것을 특징으로 하는 전자 물질막 형성 장치.

청구항 14

청구항 12에 있어서,

상기 음의 전기포텐셜은 스퍼터링 공정에서 발생하는 이온들을 가속시켜 통과시키는 것을 특징으로 하는 전자 물질막 형성 장치.

명세서

기술분야

- [0001] 본 발명은 전자 물질막 형성 장치에 관한 것으로, 특히 기관 또는 기능층이 상부에 형성된 기관상에 스퍼터링을 통하여 전자 물질막을 형성하는 과정에서, 전자 물질막에 손상을 입히는 하전 입자는 기관에 도달하지 못하도록 차단하고, 전자 물질막의 활성화를 극대화시키는 공정 가스 이온들은 가속 통과시킴으로써, 상온에서 양질의 전기/물질적 특성을 갖는 전자 물질막을 기관상에 형성시킬 수 있는 전자 물질막 형성 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 투명 전도성 산화물(Transparent Conducting Oxide, TCO)은 대표적인 투명전극 소재로서 매우 다양한 반도체 소자, 디스플레이 소자, 태양광 소자 등에 사용되고 있다.
- [0003] 일반적으로 TCO 박막의 성막 공정은 스퍼터링 기법을 사용한 증착 공정이 가장 보편적으로 사용되고 있는데, 생산성과 안정성 그리고 박막의 특성 확보가 가장 용이한 스퍼터링 기법은 증착되는 TCO 박막의 재료에 따라서 추가적인 고온의 열처리를 필요로 하기도 한다.
- [0004] 특히 TCO 박막 가운데 광 투과도와 전기 전도도가 가장 뛰어난 것으로 알려진 ITO 박막은 85%이상의 가시광선 투과도와 $5 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 이하의 우수한 비저항 특성을 갖는 것으로 알려져 있으나, 스퍼터링 기법으로 증착 시 박막특성 향상을 위한 $200^\circ\text{C} \sim 300^\circ\text{C}$ 의 추가적인 고온 열처리 공정을 반드시 필요로 하게 된다.
- [0005] 그러나 이러한 고온의 열처리 공정은 플라스틱 기관에 매우 치명적인 손상을 초래하기 때문에 플라스틱 기관 기반의 플렉시블 전자소자의 제조 공정으로 매우 부적합하며 이를 개선하기 위한 상온 또는 저온 TCO 박막의 형성 및 전극 형성 방법에 대한 새로운 공정 개발이 매우 필요한 상황이다.
- [0006] 상기 플라스틱 기관 기반의 플렉시블 전자소자 외에도 플라즈마 버퍼층 및 이와 같은 역할을 하는 층을 사용하는 유기발광소자와 유기태양전지에서도 추가적인 열처리를 필요로 하지 않는 고품성 상온 TCO 박막 형성 공정은 매우 필요한 공정이라고 할 수 있다.
- [0007] 특히, 플렉시블 전자소자에 사용되는 투명전극의 경우 구부러지는 특성에 대한 내구성을 만족해야 하기 때문에 사용되는 투명전극의 굽힘에 대한 내구 특성이 매우 중요하며, 이에 따라서 고 전도성과 굽힘에 대한 고 내구성을 함께 만족시킬 수 있는 나노 결정 구조의 TCO 박막 형성 공정에 대한 개발도 함께 이루어져야 한다.
- [0008] 상기 특성을 만족시키는 고품성 투명전극을 형성하기 위해서는 먼저 상온 영역에서 스퍼터링 기법을 통한 TCO 박막 성막 시에 대부분의 TCO 박막의 스퍼터링 과정에서 발생하는 매우 높은 에너지의 산소 음이온(O_2^- 이온)에 의한 박막의 물리적 손상을 효과적으로 억제할 수 있는 신규 공정의 개발이 선행되어야 한다.
- [0009] 이에 더하여 고온의 추가적인 열처리 방법을 대체하여 스퍼터링 가스 이온에 의한(예: Ar^+ 이온) TCO 박막의 활성화/결정화 에너지를 더욱 효과적으로 공급할 수 있는 공정의 개발이 요구되어 진다.
- [0010] 그러나, 현재까지 스퍼터링 과정에서 발생하는 높은 에너지의 산소 음이온에 의한 박막 손상을 막고, 공정 가스 이온들에 의한 박막의 활성화/결정화 극대화를 달성한 기술이 제안되지 않고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 창안된 것으로, 기관 또는 기능층이 상부에 형성된 기관상에 스퍼터링을 통하여 전자 물질막을 형성하는 과정에서, 전자 물질막에 손상을 입히는 하전 입자는 기관에 도달하지 못하도록 차단하고, 전자 물질막의 활성화를 극대화시키는 공정 가스 이온들은 가속 통과시킴

으로써, 상온에서 양질의 전기/물질적 특성을 갖는 전자 물질막을 기판상에 형성시킬 수 있는 전자 물질막 형성 장치를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기와 같은 과제를 해결하기 위하여 제안된 본 발명인 전자 물질막 형성 장치를 이루는 구성수단은, 스퍼터링 공정이 수행되는 챔버, 상기 챔버 내부 일면에 고정 배치되되, 전자 물질막 타겟을 장착하고 있는 스퍼터링 수단, 상기 스퍼터링 수단이 배치되는 챔버 내부 일면과 반대되는 면에 배치되되, 전자 물질막이 형성되는 대상체를 장착하고 있는 홀딩 수단, 상기 스퍼터링 수단과 상기 홀딩 수단 사이에 배치되되, 스퍼터링 공정에서 발생하는 이온 및 전자들의 이동 방향과 수직한 방향으로 자기장을 발생시키는 리미터를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한, 상기 리미터는, N극 자석과 S극 자석이 결합되어 형성되는 자석 페어들이 상호 이격 배치되어 슬릿을 형성시키는 자석 어레이, 상기 자석 어레이를 고정시키고 상기 챔버 내부에 부착되는 고정틀을 포함하여 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 여기서, 상기 슬릿은 장축이 상기 전자 물질막 타겟의 장축과 수직하도록 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 상기 홀딩 수단은 상기 챔버 내에서 왕복운동이 가능하게 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 여기서, 상기 홀딩 수단의 왕복 운동 방향은 상기 슬릿의 장축과 수직한 방향인 것을 특징으로 한다.
- [0017] 또한, 상기 전자 물질막 타겟은 TCO(Transparent Conductive Oxide) 물질로 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 여기서, 상기 전자 물질막 타겟은 ITO(Indium Tin Oxide) 물질인 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또한, 상기 스퍼터링 공정에 사용되는 공정 가스는 Ar, Xe, Kr, N₂ 및 He 중 어느 하나인 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또한, 상기 대상체는 플라스틱 기판 또는 상부에 기능성 코팅층이 형성된 기판인 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한, 상기 대상체는 최상부층에 플라스마 버퍼층이 형성된 유기발광소자용 기판인 것을 특징으로 한다.
- [0022] 또한, 상기 대상체는 최상부층에 플라스마 버퍼층이 형성된 유기태양전지용 기판인 것을 특징으로 한다.
- [0023] 또한, 상기 리미터의 자석 어레이 주변에는 상기 스퍼터링 공정 중에 발생하는 전자들이 상기 자기장에 의하여 구속되어 음의 전기포텐셜이 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 여기서, 상기 음의 전기포텐셜은 스퍼터링 과정 중, 상기 전자 물질막 타겟에서 발생하는 산소 음이온이 상기 대상체로 이동하는 것을 차단하는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 여기서, 상기 음의 전기포텐셜은 스퍼터링 공정에서 발생하는 이온들을 가속시켜 통과시키는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0026] 상기와 같은 과제 및 해결 수단을 가지는 본 발명인 전자 물질막 형성 장치에 의하면, 기판 또는 기능층이 상부에 형성된 기판상에 스퍼터링을 통하여 전자 물질막을 형성하는 과정에서, 전자 물질막에 손상을 입히는 하전 입자는 기판에 도달하지 못하도록 차단하고, 전자 물질막의 활성화를 극대화시키는 공정 가스 이온들은 가속 통과시키기 때문에, 상온에서 양질의 전기/물질적 특성을 갖는 전자 물질막을 기판상에 형성시킬 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 전자 물질막 형성 장치의 구성도이다.
- 도 2는 본 발명에 적용되는 리미터의 구성도이다.

도 3은 본 발명에 적용되는 홀딩 수단의 왕복 운동을 보여주는 구성도이다.

도 4는 본 발명에 적용되는 리미터의 자기장 방향과 전자 물질막 고체 원소의 이동 방향을 보여주는 예시도이다.

도 5는 본 발명에 적용되는 리미터 근처에 발생하는 음의 전기포텐셜을 보여주는 예시도이다.

도 6은 본 발명에 적용되는 음의 전기포텐셜에 의하여 산소 음이온이 차단되는 상황을 보여주는 예시도이다.

도 7은 본 발명에 적용되는 음의 전기포텐셜에 의하여 공정가스 이온이 가속 통과되는 상황을 보여주는 예시도이다.

도 8은 본 발명에 따라 제조된 전자 물질막의 전기적 특성을 기존 스퍼터링 기법에 의하여 제조된 ITO 박막과 비교한 그래프이다.

도 9는 본 발명에 따라 제조된 전자 물질막에 대한 AFM 측정데이터와 XRD 데이터를 보여주는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 상기와 같은 과제, 해결수단 및 효과를 가지는 본 발명인 전자 물질막 형성 장치에 관한 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 전자 물질막 형성 장치의 단면도이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 전자 물질막 형성 장치(100)는 챔버(10), 전자 물질막 타겟(23)을 장착하고 있는 스퍼터링 수단(21), 전자 물질막이 형성되는 대상체(33)를 장착하고 있는 홀딩 수단(31) 및 자기장을 발생시키는 리미터(40)를 포함하여 구성된다.
- [0030] 상기 챔버(10)는 스퍼터링 공정이 수행되는 공간으로서, 외부와 차단될 수 있도록 형성된다. 상기 챔버(10) 내에서 스퍼터링 공정이 수행되기 때문에, 진공을 위한 펌핑 포트(미도시), 공정가스 유입 및 배출 포트(미도시) 등이 상기 챔버에 형성되는 것은 당연하다.
- [0031] 상기 스퍼터링 수단(21)은 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 챔버(10) 내부 일면에 고정 배치된다. 그리고 전자물질막 타겟(23)을 장착하고 있다. 즉, 상기 스퍼터링 수단(21)은 소정의 바이어스 전압을 인가받아 상기 전자 물질막 타겟(23)에 스퍼터링이 발생할 수 있도록 상기 챔버(10) 내부 일면에 고정 배치된다.
- [0032] 상기 전자 물질막 타겟(23)을 장착하고 있는 상기 스퍼터링 수단(21)은 상기 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 챔버(10) 내부에 한개만 배치되어 형성될 수도 있고, 두 개가 서로 이격되어 배치되어 형성될 수도 있다.
- [0033] 한 개의 스퍼터링 수단(21)만이 상기 챔버(10) 내부에 배치되는 경우에는, 상기 스퍼터링 수단(21)에 장착되는 전자 물질막 타겟(23)이 상기 홀딩 수단(31)에 장착되는 대상체(33)에 평행할 수 있도록 배치되고, 두 개의 스퍼터링 수단(21)이 상기 챔버(10) 내부에 배치되는 경우에는, 상기 스퍼터링 수단(21)들에 각각 장착되는 전자 물질막 타겟(23)들 각각이 상기 홀딩 수단(31)에 장착되는 대상체에 소정의 각도로 기울어진 상태로 배치된다.
- [0034] 상기 스퍼터링 수단(21)이 도 1에 도시된 바와 같이, 챔버 내부 일면, 즉 챔버 내부 상측에 고정배치되는 경우에는, 챔버 내부 하측에는 홀딩 수단(31)이 배치된다. 즉, 상기 홀딩 수단(31)은 상기 스퍼터링 수단(21)이 배치되는 챔버(10) 내부 일면과 반대되는 면에 배치된다.
- [0035] 상기 스퍼터링 수단(21)과 반대되는 챔버(10) 내부 공간에 배치되는 상기 홀딩 수단(31)은 전자 물질막이 형성되는 대상체(33)를 장착하고 있다. 즉, 상기 전자물질막 타겟(23)에서 스퍼터링된 전자물질들이 상기 대상체(33)로 증착되어 전자 물질막을 형성시키는데, 이러한 대상체(33)를 상기 홀딩 수단(31)이 장착하고 있다.
- [0036] 한편, 상기 스퍼터링 수단(21)과 상기 홀딩 수단(31) 사이에는 리미터(40)가 배치된다. 상기 리미터(40)는 스퍼터링 공정에서 발생하는 이온 및 전자들의 이동 방향(전자물질막 타겟(23)에서 대상체(33)로 향하는 방향)과 수직인 방향으로 자기장을 발생시킨다.
- [0037] 상기 리미터(40)가 스퍼터링 공정에서 발생하는 이온 및 전자들의 이동 방향과 수직인 방향으로 자기장을 발생시키는 이유는, 상기 대상체(33)에 형성되는 전자 물질막에 손상을 입히는 전자들은 차단하고, 상기 전자 물질막의 활성화를 위한 이온들은 가속 통과시키기 위해서이다.
- [0038] 상기 리미터(40)는 자기장을 발생시키기 위하여 일정한 규칙에 따라 배열되는 자석들을 포함한다. 이에 대하여

첨부된 도 2를 참조하여 설명하면 다음과 같다.

- [0039] 도 2는 상기 리미터(40)의 구성을 보여주는 평면도이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 리미터(40)는 자석 어레이(41)과 이 자석 어레이(41)를 고정시키고 상기 챔버(10) 내부에 부착되는 고정틀(43)을 포함하여 구성된다.
- [0040] 상기 리미터(40)를 구성하는 자석 어레이(41)는 도 2에 도시된 바와 같이, N극 자석(41a)과 S극 자석(41b)이 결합되어 형성되는 자석 페어들이 상호 이격 배치되어 슬릿(45)을 형성시킨다.
- [0041] 구체적으로, N극 자석(41a)과 S극 자석(41b)을 맞붙여서 자석 페어를 구성하고, 이 자석 페어를 서로 이격시켜 배치함으로써, 자석 어레이(41)를 형성한다. 상기 자석 페어를 서로 이격시킴으로써, 슬릿을 형성할 수 있다. 상기 자석 어레이(41)는 상기 고정틀(43)에 의하여 고정된다. 즉, 상기 고정틀(43)은 상기 자석 어레이(41)를 고정시킴과 아울러 상기 챔버(10) 내부에 부착 고정되어 설치된다.
- [0042] 한편, 상기 자석 어레이(41)는 N극 자석(41a)과 S극 자석(41b)이 결합되어 형성된 자석 페어를 소정 간격 이격시켜 배치함으로써 형성되지만, 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 양 쪽 가장자리에 배치되는 자석은 N극 자석(41a)과 S극 자석(41b)이 결합되어 형성된 자석 페어가 아닌, 각각 N극 자석과 S극 자석이 배치되어 형성된다.
- [0043] 상기 전자 물질막 타겟(23)에서 스퍼터링된 전자 물질들은 상기 리미터(40)에 형성된 슬릿(45)을 통하여 상기 홀딩 수단(31)이 장착하고 있는 대상체(33) 상에 증착된다. 상기 리미터(40)의 슬릿(45)을 통하여 전자 물질이 상기 대상체(33)에 효과적으로 증착되기 위하여, 상기 슬릿(45)은 그 장축이 상기 전자 물질막 타겟(23)의 장축과 수직하도록 형성되는 것이 바람직하다. 즉, 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 전자 물질막 타겟(23)의 장축(지면 상에 보여지는 전자 물질막 타겟의 축)은 슬릿(45)의 장축(지면을 뚫고 지나가는 방향의 축, 도 2의 슬릿(45)에서는 세로 방향의 축)과 수직으로 형성된다.
- [0044] 한편, 상기 리미터(40)에 자석 어레이(41)가 포함되어 있기 때문에, 전자 물질들이 상기 대상체(33)에 균일하게 증착되지 못한다. 따라서, 본 발명에서는 상기 대상체(33)가 왕복 운동을 할 수 있도록 구성함으로써, 대상체(33) 상에 전자 물질막이 균일하게 증착될 수 있도록 한다.
- [0045] 구체적으로, 상기 대상체(33)를 장착하고 있는 홀딩 수단(31)은 상기 챔버 (10) 내에서 왕복 운동이 가능하도록 형성된다. 상기 홀딩 수단(31)의 왕복 운동은 추가적인 구성요소들(모터, 레일 등)을 조합함으로써 가능해진다.
- [0046] 도 3은 상기 홀딩 수단(31)의 왕복 운동 방향을 보여주는 평면도이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 홀딩 수단(31)의 왕복 운동 방향(화살표 방향)은 상기 슬릿(45)의 장축과 수직한 방향이다. 이와 같은 방향으로 상기 홀딩 수단(31)이 왕복 운동을 하게 되면, 상기 자석 어레이의 방해로 인하여 증착되지 못한 대상체의 상부 부분도 전자 물질막이 증착될 수 있기 때문에, 균일한 전자 물질막을 상기 대상체(33)에 형성시킬 수 있다.
- [0047] 이상에서 설명한 전자 물질막 형성 장치를 통하여 대상체(33) 상에 전자 물질막을 형성하는 과정에 대하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- [0048] 기본적으로 이하에서 설명되는 실시 예들은 스퍼터링 법을 기반으로 하는 전자 물질막의 증착과 전자 물질막을 증착하는 과정에서 자석 어레이(41)를 사용하는 리미터(40)에 의해 플라즈마 내의 전자가 리미터(40)의 자기장에 구속되어 음의 전기포텐셜을 가지게 되어 스퍼터링 전자 물질막 타겟(23)에서 발생하는 높은 에너지의 산소 음이온이 리미터(40)에 의해 차단되고, 반대로 스퍼터링 공정 가스 이온은 가속되어 전자 물질막에 보다 큰 활성화/결정화 에너지를 공급하는 단계를 포함하며, 이러한 단계는 전자 물질막이 증착되는 과정에서 함께 발생하여 전자 물질막을 형성한다.
- [0049] 이러한 방법에 따르면 상온에서도 나노 결정 구조의 고품성 전자 물질막을 형성할 수 있으며, 추가적인 열처리 공정이 필요하지 않아 플라스틱 기판을 이용한 전자소자 및 플라즈마 버퍼층 및 그와 같은 기능을 지닌 층을 사용하는 유기발광소자 및 유기태양전지 등의 유기전자소자에 효과적으로 사용되어 질 수 있다.
- [0050] 이하의 실시 예에서는 전자물질의 일례로서 낮은 전기적 저항(electric resistance)과 함께 높은 광투과도(optical transmittance)가 요구되는 ITO(Indium Tin Oxide)를 기준으로 설명되며, IZO(Indium Zinc Oxide), IZTO(Indium Zinc Tin Oxide), AZO(Aluminium Zinc Oxide)등과 같은 TCO 재료를 모두 포함하고, 플라즈마 형성 및 스퍼터링 공정 가스로서는 대표적인 비반응성 가스인 Ar 가스를 기준으로 설명하되, Ar, Xe, Kr, N₂, He 등의 플라즈마 형성용 가스를 모두 포함할 수 있다. 또한 상기 특정 TCO 재료 및 플라즈마 가스는 본 실시 예의 기술적 범위를 제한하지 않는다.
- [0051] 도 4에 도시된 바와 같이 대상체(33) 상에 전자 물질막을 형성한다. 이때에 전자 물질막은 스퍼터링 법에 의해

형성되며, 플라스마로부터 대상체(33)를 이격 시키기 위한 전자 물질막 고체원소 증착 진행 경로 상(1)에 대상체(33)와 평행한 방향의 자기장(2)을 가지는 자석 어레이로 제작된 리미터(40)가 위치한다.

- [0052] 이에 따르면, 스퍼터링된 전자 물질막 고체원소는 대부분이 중성입자이기 때문에 리미터(40)의 자기장에 영향을 받지 않고 대상체(33) 위에 증착될 수 있다. 이와 같이 리미터(40)를 사용하게 되면 스퍼터링된 고체 원소가 도달하지 않는 그림자 영역(shadow)가 발생하게 되는데, 이를 방지하기 위하여 리미터(40)의 자석 페어 사이에 위치하는 직사각형 모양 슬릿(45)의 장축 방향과 서로 수직인 방향으로 대상체(33)를 왕복 운동하게 하여 대상체(33)의 목적하는 모든 영역에 고른 증착이 가능하도록 한다.
- [0053] 도 5에 도시된 바와 같이 상기 전자 물질막을 스퍼터링으로 증착하는 과정에서 플라스마 내의 전자들은 질량이 매우 작기 때문에 리미터(40)내에 형성된 자기장(2)에 구속되며, 구속된 전자들은 자기장 사이에서 미러 모션(Mirror Motion)을 하여 리미터(40)를 음의 전자포텐셜(3)을 갖도록 하게 한다. 이 과정에서 스퍼터링된 전자 물질막 고체원소(1)는 전기적으로 중성이기 때문에 영향을 받지 않는다.
- [0054] 도 6에 도시된 바와 같이 음의 전자포텐셜로 대전되어진 리미터(40)는 전자 물질막 고체원소 타겟에서 발생하는 매우 높은 에너지의 산소 음이온(4)을 대상체(33)에 도달하지 못하게 하거나 매우 낮은 에너지로 도달하도록 감속되게 하는 역할을 할 수 있다.
- [0055] 일반적인 스퍼터링 공정에서, 투명 전도성 산화물 박막을 증착하는 과정에서는 산소 음이온이 고체원소 타겟에서 발생하게 되며, 이때 발생하는 산소 음이온은 캐소드 타겟과 애노드 전극에 걸린 포텐셜 차이만큼 가속되어 매우 높은 에너지로(수 백 eV 이상) 증착되는 박막에 입사하여 물리적인 박막 손상을 초래하게 된다. 도 6에 도시된 바와 같이 리미터(40)는 상기 기술된 바와 같이 산소 음이온의 물리적 충돌에너지를 매우 큰 폭으로 감소시키거나 막아주는 역할을 할 수 있다.
- [0056] 도 7에 도시된 바에 따르면, 스퍼터링 공정 가스로 사용되는 Ar 이온(5)들을 가속시켜 성막되는 전자 물질막에 보다 큰 활성화 및 결정화 에너지를 공급할 수 있다. 일반적으로 스퍼터링 공정에서는 스퍼터 가스들이 플라스마를 형성하며 이온화되어 진다.
- [0057] 일반적인 투명 전도성 산화물 박막의 스퍼터링 공정에서는 플라스마 내의 Ar^+ 이온들에 의해 증착되는 투명 전도성 산화물 박막에 활성화 및 결정화에 필요한 에너지를 공급하게 되지만 이때 박막으로 입사되는 Ar^+ 이온들의 에너지는 수 eV 안팎의 비교적 작은 에너지를 갖기 때문에 성막되는 박막에 충분한 에너지를 공급하지 못한다.
- [0058] 그러나 음으로 대전된 리미터(201)는 Ar^+ 이온을 보다 큰 에너지로 가속하게 하며, 일반적인 스퍼터링 공정보다 큰 활성화 및 결정화 에너지를 성막되는 박막에 공급할 수 있게 된다.
- [0059] 상술한 전기적 특징이 반영된 전자 물질막 형성 과정은 다음과 같다.
- [0060] 먼저, 챔버(10) 내로 반응성 없는 플라스마 공정 가스를 도입한다. 상기 스퍼터링 공정에 사용되는 공정 가스는 Ar, Xe, Kr, N_2 및 He 중 어느 하나인 것이 바람직하다.
- [0061] 상기 도입된 공정 가스는 상기 챔버(10) 내에서 플라스마 방전을 통하여 플라스마로 전환한다. 그러면, 상기 플라스마를 챔버(10)의 스퍼터링 수단(21)에 소정의 바이어스를 인가하여 Ar^+ 이온과 전자 물질막 타겟(23)을 충돌시켜 전자 물질막 고체 원소를 플라스마 챔버 공간으로 스퍼터링 한다.
- [0062] 그런 다음, 상기 전자 물질막 고체원소를 대상체(33) 근처로 유도하여 대상체(33) 표면에 전자 물질막을 형성한다. 이때에 리미터(40)를 전자 물질막 고체원소 진행경로 상에 배치함으로써 대상체(33)와 플라스마를 이격시킬 수 있다. 이러한 전자 물질막의 증착은 50℃ 이하의 상온 영역에서 진행될 수 있다.
- [0063] 이 과정에서, 리미터(40)는 리미터 내의 자석 어레이에 의해 슬릿(45) 사이에 자기장을 형성하며, 형성된 자기장은 이미 발생된 플라스마 내의 전자들을 구속시키고, 구속된 전자들은 자기장내에서 미러 모션을 하며, 리미터를 음의 전기포텐셜로 대전시킨다.
- [0064] 상기 음의 전기포텐셜로 대전된 리미터는 상기 전자 물질막 고체 원소와 함께 발생되어져 스퍼터링 수단(21)에 가해진 소정의 바이어스 만큼의 전기포텐셜 차이로 가속되어지는 매우 높은 에너지의 산소 음이온이 기판으로 향하는 것을 차단하거나 매우 낮은 에너지로 감속시킬 수 있다.
- [0065] 상기 챔버(10)에서 이미 발생된 Ar^+ 이온들은 음의 전기포텐셜로 대전된 상기 리미터(40)로 인해서 보다 높은 에

너지로 가속되며, 가속된 Ar^+ 이온들은 성막되고 있는 전자 물질막 박막에 보다 높은 활성화/결정화 에너지를 공급한다.

[0066] 상기 과정을 통하여 50℃ 미만의 상온 영역에서 매우 높은 전기전도도를 지니는 고탄성 전자 물질 박막을 형성하는 것이 가능하게 되며, 이러한 전자 물질막의 형성 방법은 투명 전도성 산화물 전극이 형성된 플라스틱 기판을 사용하는 모든 전자 소자에 적용될 수 있으며, 플라스마에 대한 버퍼층 및 이와 유사한 기능을 가진 층을 사용하는 유기발광소자와 유기태양전지등에도 사용될 수 있다.

[0067] 따라서, 상술한 전자 물질막 타겟은 TCO(Transparent Conductive Oxide) 물질로 형성될 수 있고, 이 경우의 상
기 전자 물질막 타겟은 ITO(Indium Tin Oxide) 물질인 것이 바람직하다.

[0068] 한편, 상기 전자 물질막이 형성되는 대상체(33)는 다양한 기관 또는 전자 소자일 수도 있다.

[0069] 즉, 상기 대상체는 플라스틱 기관 또는 상부에 기능성 코팅층이 형성된 기관일 수 있다. 이 경우, 상기 전자 물질막은 상기 플라스틱 기관 또는 상부에 기능성 코팅층이 형성된 기관 상에 증착된다.

[0070] 또한, 상기 대상체는 최상부층에 플라즈마 버퍼층이 형성된 유기발광소자용 기판이 될 수 있다. 이 경우, 상기 전자 물질막은 상기 최상부층에 플라즈마 버퍼층이 형성된 유기발광소자용 기판 상에 증착된다.

[0071] 또한, 상기 대상체는 최상부층에 플라즈마 버퍼층이 형성된 유기태양전지용 기판이 될 수 있다. 이 경우, 상기 전자 물질막은 상기 최상부층에 플라즈마 버퍼층이 형성된 유기태양전지용 기판 상에 증착된다.

[0072] 한편, 상술한 바와 같이, 상기 리미터의 자석 어레이 주변에는 상기 스핀터링 공정 중에 발생하는 전자들이 상기 자기장에 의하여 구속되어 음의 전기포텐셜이 형성된다.

[0073] 또한, 상기 음의 전기포텐셜은 스퍼터링 과정 중, 상기 전자 물질막 타겟에서 발생하는 산소 음이온이 상기 대상체로 이동하는 것을 차단하고, 상기 음의 전기포텐셜은 스퍼터링 공정에서 발생하는 이온들을 가속시켜 통과시키는 것을 본 발명에서 중요한 특징으로 한다.

[0074] 도 8은 상술한 본 발명에 따라 제조된 전자 물질 박막(ITO 박막)의 전기적 특성과 일반적인 스퍼터링 기법으로 증착된 ITO 박막의 전기적 특성을 비교한 그래프로서 증착 압력 변화에 따른 비저항(Resistivity), 이동전하밀도(Carrier Density) 및 전하이동도(Mobility)의 변화를 보인다.

[0075] 본 발명에 따라 증착된 ITO 박막의 비저항이 모든 증착압력에서 전체적으로 50%이상 낮은 것을 확인할 수 있으며, 박막 비저항 차이에 영향을 주는 요소로는 전하이동도(Mobility) 값의 변화가 주요한 것을 확인할 수 있다.

[0076] 도 9는 본 발명에 따라 제조된 ITO 박막의 AFM 측정 데이터와 XRD 데이터이다. 본 발명에 따라 제조된 ITO 박막은 Roughness가 같은 공정 조건에서 증착된 일반 스퍼터 공정을 이용한 ITO 박막 대비 3배 이상 낮은 것을 확인할 수 있으며, 일반적인 스퍼터 공정을 이용한 ITO 박막의 XRD 데이터와 달리 결정화 ITO 박막에서 대표적으로 확인할 수 있는 222방향의 약한 결정화 peak가 형성되는 것을 확인할 수 있다.

[0077] 도 8 및 도 9의 데이터에 따르면, 본 발명에 따른 전자 물질막 형성 장치는 투명전도성산화물 고체윈소 타겟에서 발생하는 높은 에너지의 산소 음이온을 효과적으로 차단하고 스퍼터 가스 이온(Ar)을 이용한 박막의 활성화/결정화 에너지를 효과적으로 공급하여 상온영역에서 매우 우수한 나노 결정구조의 ITO 투명전극을 형성할 수 있는 것을 알 수 있다.

[0078] 이상에서 다양한 실시 예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 진정한 권리 범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리 범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

[0079] 10 : 챔버 21: 스퍼터링 수단

23 : 전자 물질막 타겟 31 : 홀딩 수단

33 : 대상체

40 : 리미터

41 : 자석 어레이

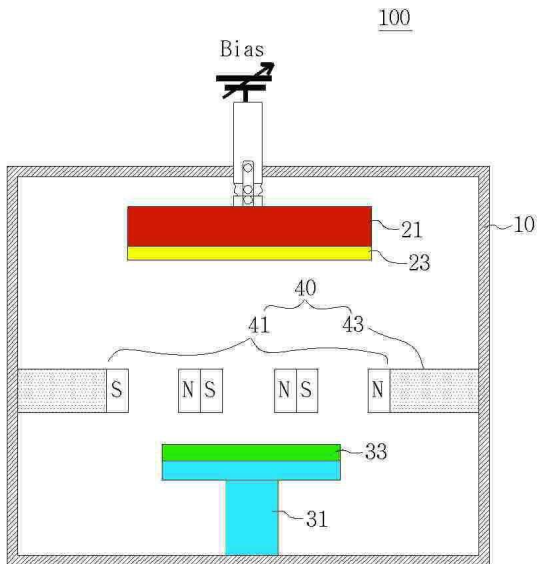
43 : 고정틀

45 : 슬릿

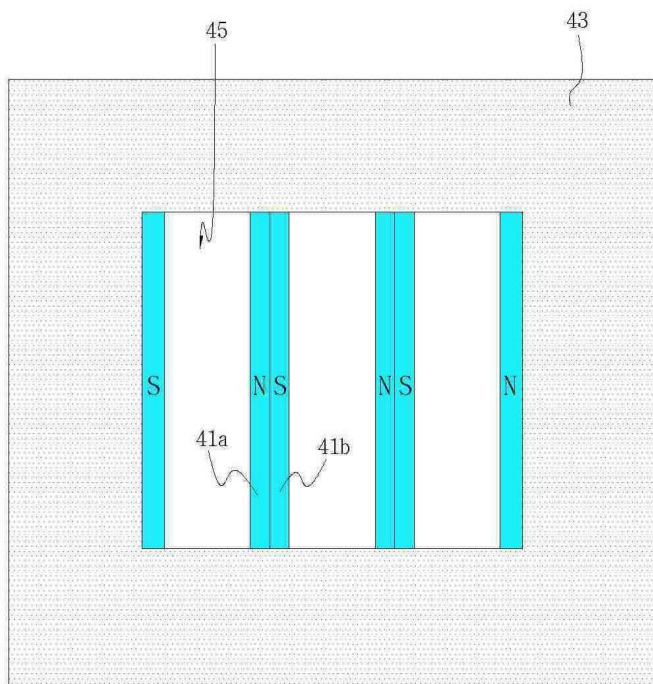
100 : 전자 물질막 형성 장치

도면

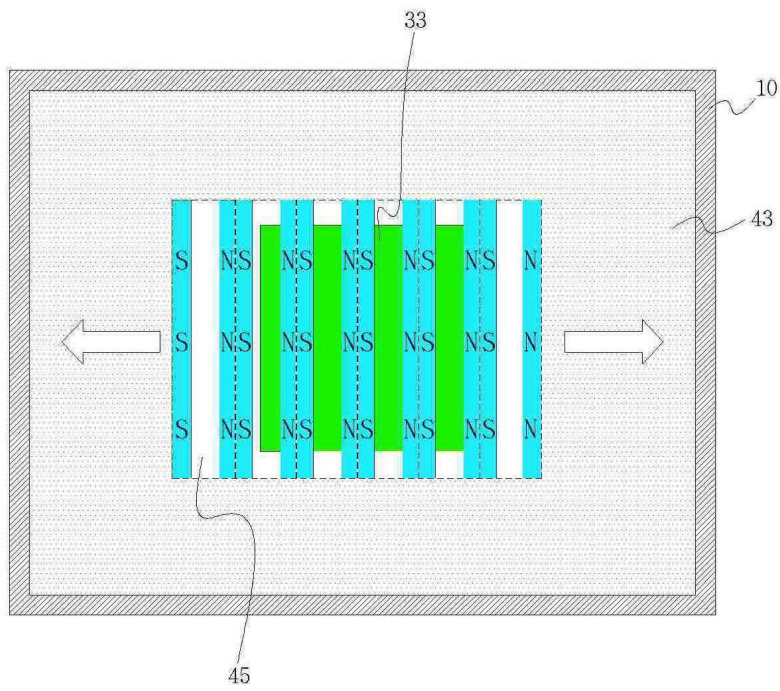
도면1



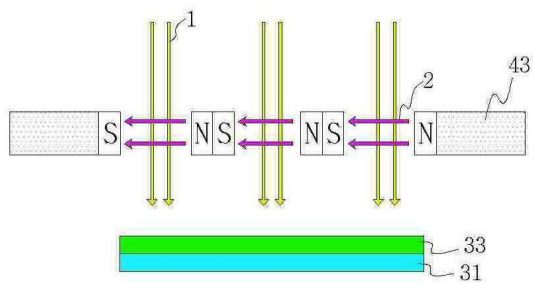
도면2



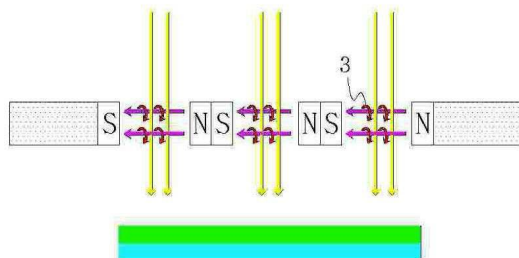
도면3



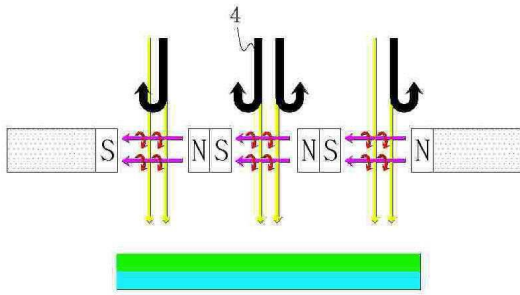
도면4



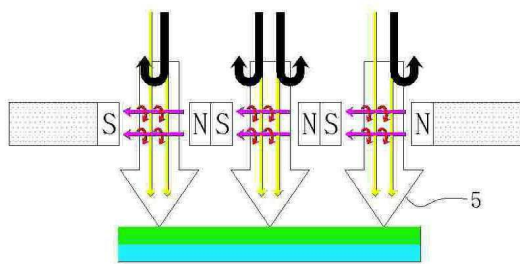
도면5



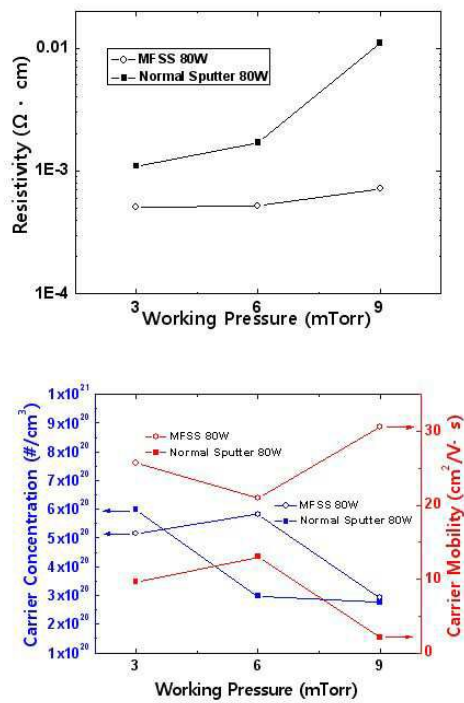
도면6



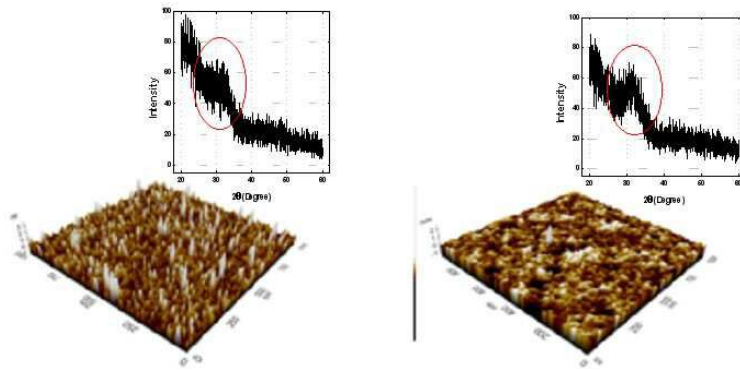
도면7



도면8



도면9



Normal Sputtering ITO
Roughness $4.89\text{\AA}$

MFSS ITO
Roughness $1.7\text{\AA}$