



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0015005
(43) 공개일자 2022년02월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B05D 1/00 (2006.01) C23C 16/44 (2006.01)
C23C 16/448 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B05D 1/62 (2013.01)
C23C 16/4412 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0094966
(22) 출원일자 2020년07월30일
심사청구일자 2020년07월30일

(71) 출원인
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(주)팜토사이언스
경기도 화성시 동탄기흥로 557, 504호, 505호 (영천동, 금강펜테리움아이티타워)
(72) 발명자
변재철
서울특별시 서초구 잠원로 46-38, 101동 301호(잠원동, 브라운스톤잠원)
김무환
경기도 화성시 동탄순환대로7길 22 더레이크시티 부영5단지 3032동 504호
(74) 대리인
특허법인(유한)아이시스

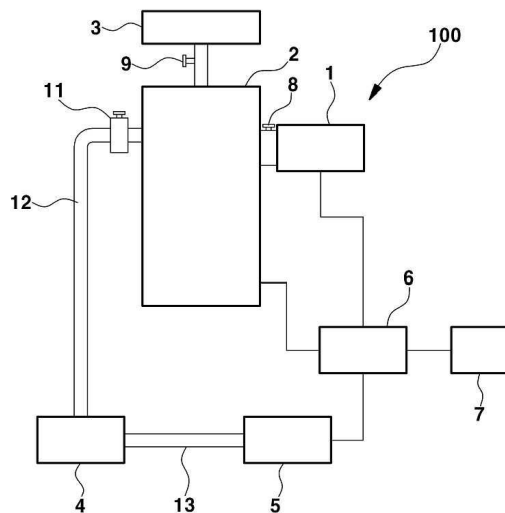
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 폴리머 증착기 및 폴리머 증착 방법

(57) 요약

본 발명의 실시예들은 기관 상에 폴리머를 증착하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 증착기는, 분말 형태의 폴리머로부터 기상 전구체를 생성하는 기화부; 및 상기 기화부에 연결되고, 상기 기화기로부터 공급된 상기 기상 전구체를 플라즈마를 이용하여 모노머로 분해하고, 상기 기관 상에서 상기 폴리머로 중합하여 상기 기관 상에 폴리머 막을 형성하는 성막부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C23C 16/4488 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	JP110066
과제번호	JP110066
부처명	서울특별시
과제관리(전문)기관명	서울산업통상진흥원
연구사업명	중소기업 제품개선 지원사업
연구과제명	상온 플라즈마 기반 파릴렌 증착기 개발
기 여 율	3/4
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2011.08.01 ~ 2013.07.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2020M3D1A1068632
과제번호	2020M3D1A1068632
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	원천기술개발사업 (미래소재디스커버리)
연구과제명	Defectronics 설계를 통한 돌연변이 기능성 혼성 결합구조 촉매-흡착소재 개발
기 여 율	1/4
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2020.04.29 ~ 2020.08.28

명세서

청구범위

청구항 1

기관 상에 폴리머 막을 형성하기 위한 증착기로서,

분말 형태의 폴리머로부터 기상 전구체를 생성하는 기화부; 및

상기 기화부에 연결되고, 상기 기화기로부터 공급된 상기 기상 전구체를 플라즈마를 이용하여 모노머로 분해하고, 상기 기관 상에서 상기 폴리머로 중합하여 상기 기관 상에 폴리머 막을 형성하는 성막부를 포함하는 증착기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 성막부는,

서로 연통된 제 1 공간 및 제 2 공간을 가지는 챔버;

상기 제 1 공간 내에 제공되고 상기 기관을 지지하는 홀더;

상기 제 2 공간 내에 플라즈마를 유도하도록 상기 챔버에 결합되는 플라즈마 발생 장치; 및

도전성 재료를 포함하고, 상기 제 1 공간과 상기 제 2 공간을 구획하며, 상기 제 1 공간과 상기 제 2 공간 사이를 연통하는 복수의 개구를 포함하는 샤워 헤드를 포함하는 증착기.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 플라즈마 발생 장치는 원격 플라즈마 발생 장치인 증착기.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 원격 플라즈마 발생 장치는 상기 챔버의 상기 제 2 공간부로부터 확장된 확장부에 결합되는 원격 플라즈마 소스를 포함하는 증착기.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 기화기로부터 상기 확장부에 상기 기상 전구체가 공급되고, 상기 기상 전구체가 플라즈마에 의해 모노머로 분해되어 상기 제 2 공간으로 공급되는 증착기.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 원격 플라즈마 발생 장치는 상기 제 2 공간에 노출되고 상기 샤워 헤드와 용량 결합되는 상부 전극을 포함하는 증착기.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 기화기로부터 상기 제 2 공간에 상기 기상 전구체가 공급되고, 상기 기상 전구체가 플라즈마에 의해 모노머로 분해되는 증착기.

청구항 8

제 2 항에 있어서,
상기 제 1 공간에 상온의 비활성 가스가 공급되는 증착기.

청구항 9

제 2 항에 있어서,
상기 샤워 헤드는, 상기 챔버의 상기 제 2 공간으로부터 상기 제 1 공간으로 확산되는 상기 플라즈마의 이온중 필터링을 수행하는 이온중 스크리닝 부재를 포함하고,
상기 이온중 스크리닝 부재는, 적어도 하나 이상의 개구 영역을 포함하는 플레이트, 메시, 대전 벽체 및 전자 소스 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함하는 증착기.

청구항 10

제 1 항에 있어서,
상기 기화부 및 상기 성막부는 일체로 형성되는 증착기.

청구항 11

기관 상에 폴리머 막을 형성하기 위한 증착 방법으로서,
분말 형태의 폴리머로부터 기상 전구체를 생성하는 기화 단계;
상기 기화 단계에서 생성된 상기 기상 전구체를 플라즈마를 이용하여 모노머로 분해하는 분해 단계; 및
상기 분해 단계에서 분해된 모노머를 상기 기관 상에서 상기 폴리머로 중합하여 상기 기관 상에 폴리머막을 형성하는 성막 단계를 포함하고,
상기 분해 단계 및 성막 단계는 동일한 챔버 내에서 수행되는 증착 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,
상기 분해 단계 및 성막 단계는,
서로 연통된 제 1 공간 및 제 2 공간을 가지는 챔버;
상기 제 1 공간 내에 제공되고 상기 기관을 지지하는 홀더;
상기 제 2 공간 내에 플라즈마를 유도하도록 상기 챔버에 결합되는 플라즈마 발생 장치; 및
전성 재료를 포함하고, 상기 제 1 공간과 상기 제 2 공간을 구획하며, 상기 제 1 공간과 상기 제 2 공간 사이를 연통하는 복수의 개구를 포함하는 샤워 헤드를 포함하는 성막부에 의해 수행되는 증착 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,
상기 플라즈마 발생 장치는 원격 플라즈마 발생 장치에 의해 플라즈마를 발생시키는 증착 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,
상기 원격 플라즈마 발생 장치는 상기 챔버의 상기 제 2 공간부로부터 확장된 확장부에 결합되는 원격 플라즈마 소스에 의해 플라즈마를 발생시키는 증착 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 확장부에 상기 기상 전구체가 공급되고, 상기 기상 전구체가 플라즈마에 의해 모노머로 분해되어 상기 제 2 공간으로 공급되는 증착 방법.

청구항 16

제 13 항에 있어서,

상기 원격 플라즈마 발생 장치는 상기 제 2 공간에 노출되는 상부 전극과 상기 샤워 헤드와 용량 결합에 의해 플라즈마를 발생시키는 증착 방법.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 기화 단계에서 생성된 상기 기상 전구체가 상기 제 2 공간에 공급되고, 상기 제 2 공간에서 상기 기상 전구체가 플라즈마에 의해 모노머로 분해되는 증착 방법.

청구항 18

제 12 항에 있어서,

상기 제 1 공간에 상온의 비활성 가스가 공급되는 증착 방법.

청구항 19

제 12 항에 있어서,

상기 샤워 헤드는, 상기 챔버의 상기 제 2 공간으로부터 상기 제 1 공간으로 확산되는 상기 플라즈마의 이온종 필터링을 수행하고, 적어도 하나 이상의 개구 영역을 포함하는 플레이트, 메시, 대전 벽체 및 전자 소스 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함하는 증착 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 증착기 및 증착 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 기판 상에 폴리머를 증착하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 투명하고, 방수, 내화학적, 내식성, 전기 절연성, 또는 표면 윤활성을 갖는 고분자 폴리머 박막이 다양한 분야에서 응용되고 있다. 예를 들어, 파릴렌 박막은 FDA 승인 물질로서 체내 임플란트에 적용이 가능하여 의료 산업에 응용되고 있고, 오존 파괴 물질(ODP)이나 기타 유기 물질(VOC)의 방출을 일으키지 않는 친환경 물질로서 반도체, 자동차 분야에서도 활용되고 있다.

[0003] 일반적으로 파릴렌은 파라 자일리렌(para-xylylene)의 중합에 의해 형성되며, 기화, 열분해, 중합공정을 거쳐 각종 기질에 박막형태로 증착이 가능하다. 증착된 파릴렌 박막은 투명하고, 방수성, 내화학적, 및 내식성을 갖추고 있는 것으로 알려져 있다. 파릴렌의 증착은 통상적으로 파우더 형태의 파릴렌 모노머를 가열하여 방향족 탄화수소체인 p-xylylene(para-xylylene)의 다이머 형태로 기화시키고, 기화된 다이머를 약 650℃에서 열분해하여 중합을 일으키는 고반응성 라디칼 형태의 파릴렌 모노머를 형성함으로써 수행된다. 이와 같이 열분해로 얻어진 모노머는 중합하여 기판 표면에 증착막을 형성하게 된다.

[0004] 파릴렌을 증착하기 위한 증착기는 파릴렌 모노머의 기화, 열분해, 증착을 순차적으로 진행하기 위한 각각의 챔버를 연결한 형태로 구성되며, 일반적으로 균일한 박막의 형성을 위해 진공 상태에서 일정 압력의 모노머가 발생되도록 조절하여 중합이 진행되도록 한다. 또한, 기화된 p-xylylene 모노머 혹은 다이머의 회수를 위해 액체 질소 트랩이나 냉각 장치를 진공 펌프 상단에 설치하여 진공 펌프를 통해 대기중으로 확산되는 것을 방지한다.

[0005] 상술한 바와 같이, 파릴렌의 증착은 증기상(vapor)으로 이루어지는 특성으로 인해 기판의 형태와 상관없이 균일한 코팅이 가능한 것으로 알려져 있다. 또한, 파릴렌은 박막 성장이 느린 점을 이용하여, 수십나노미터 이내

두께를 갖는 박막의 제조가 가능하고, 그 표면이 균질하고 치밀하여 방수특성 및 전기절연성을 갖는다. 통상, 증착에 사용되는 파릴렌은 일반적으로 파라-자일리렌 중간체의 중합에 의해 얻어지는 파릴렌 N으로 지칭된다. 파릴렌 N의 유도체로는 파릴렌 박막의 친수성을 강화하기 위해 p-xylene에 아민기를 연결한 파릴렌 A, 파릴렌 AM 등이 있으며, 내열성을 강화하기 위해 불소를 첨가한 파릴렌 F, 파릴렌 SF, 및 그의 파릴렌 C, 파릴렌 E, 및 파릴렌 M 등이 알려져 있다.

[0006] 종래의 폴리머 증착기는 기화, 열분해, 증착을 순차적으로 진행하기 위한 각각의 챔버를 연결한 형태로 구성되어 있었다. 또한, 증착 챔버와는 별도로 세라믹 도가니에서 600 °C의 고온으로 가열에 의해 폴리머를 열분해하고, 그 후 상온의 증착 챔버 내에서 열분해된 전구체를 기판 상에 증착하였다. 이에 따라, 증착 챔버와 별도로 폴리머의 열분해를 위해 고온까지 가열할 수 있는 도가니가 필요하였고, 도가니의 온도의 변동에 따라 열분해 반응이 영향을 받아 최종 생산되는 박막의 두께의 재현성이 낮았으며, 증착 속도가 느려서 산업적으로 활용하는데 장애가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 폴리머의 열분해를 위한 별도의 챔버를 필요로 하지 않고, 최종 생산되는 박막의 두께의 재현성 및 균일성이 높으며, 증착 속도가 향상된 폴리머 증착기 및 증착 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따르면, 기판 상에 폴리머 막을 형성하기 위한 증착기는, 분말 형태의 폴리머로부터 기상 전구체를 생성하는 기화부; 및 상기 기화부에 연결되고, 상기 기화기로부터 공급된 상기 기상 전구체를 플라즈마를 이용하여 모노머로 분해하고, 상기 기판 상에서 상기 폴리머로 중합하여 상기 기판 상에 폴리머 막을 형성하는 성막부를 포함할 수 있다.

[0009] 일 실시예에서, 상기 성막부는, 서로 연통된 제 1 공간 및 제 2 공간을 가지는 챔버; 상기 제 1 공간 내에 제공되고 상기 기판을 지지하는 홀더; 상기 제 2 공간 내에 플라즈마를 유도하도록 상기 챔버에 결합되는 플라즈마 발생 장치; 및 도전성 재료를 포함하고, 상기 제 1 공간과 상기 제 2 공간을 구획하며, 상기 제 1 공간과 상기 제 2 공간 사이를 연통하는 복수의 개구를 포함하는 샤워 헤드를 포함할 수 있다. 상기 플라즈마 발생 장치는 원격 플라즈마 발생 장치일 수 있다. 상기 원격 플라즈마 발생 장치는 상기 챔버의 상기 제 2 공간으로부터 확장된 확장부에 결합되는 원격 플라즈마 소스를 포함할 수 있다. 상기 기화기로부터 상기 확장부에 상기 기상 전구체가 공급되고, 상기 기상 전구체가 플라즈마에 의해 모노머로 분해되어 상기 제 2 공간으로 공급될 수 있다. 상기 원격 플라즈마 발생 장치는 상기 제 2 공간에 노출되고 상기 샤워 헤드와 용량 결합되는 상부 전극을 포함할 수 있다. 상기 기화기로부터 상기 제 2 공간에 상기 기상 전구체가 공급되고, 상기 기상 전구체가 플라즈마에 의해 모노머로 분해될 수 있다. 상기 제 1 공간에 상온의 비활성 가스가 공급될 수 있다. 상기 샤워 헤드는, 상기 챔버의 상기 제 2 공간으로부터 상기 제 1 공간으로 확산되는 상기 플라즈마의 이온중 필터링을 수행하는 이온중 스크리닝 부재를 포함하고, 상기 이온중 스크리닝 부재는, 적어도 하나 이상의 개구 영역을 포함하는 플레이트, 메시, 대전 벽체 및 전자 소스 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 상기 기화부 및 상기 성막부는 일체로 형성될 수 있다.

[0010] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 기판 상에 폴리머 막을 형성하기 위한 증착 방법은, 분말 형태의 폴리머로부터 기상 전구체를 생성하는 기화 단계; 상기 기화 단계에서 생성된 상기 기상 전구체를 플라즈마를 이용하여 모노머로 분해하는 분해 단계; 및 상기 분해 단계에서 분해된 모노머를 상기 기판 상에서 상기 폴리머로 중합하여 상기 기판 상에 폴리머막을 형성하는 성막 단계를 포함하고, 상기 분해 단계 및 성막 단계는 동일한 챔버 내에서 수행될 수 있다.

[0011] 일 실시예에서, 상기 분해 단계 및 성막 단계는, 서로 연통된 제 1 공간 및 제 2 공간을 가지는 챔버; 상기 제 1 공간 내에 제공되고 상기 기판을 지지하는 홀더; 상기 제 2 공간 내에 플라즈마를 유도하도록 상기 챔버에 결합되는 플라즈마 발생 장치; 및 전성 재료를 포함하고, 상기 제 1 공간과 상기 제 2 공간을 구획하며, 상기 제 1 공간과 상기 제 2 공간 사이를 연통하는 복수의 개구를 포함하는 샤워 헤드를 포함할 수 있다. 상기 플라즈마 발생 장치는 원격 플라즈마 발생 장치에 의해 플라즈마를 발생시킬 수 있다. 상기 원격 플라즈마 발생 장치는 상기 챔버의 상기 제 2 공간으로부터 확장된 확장부에 결합되는 원격 플라즈마 소스에 의해 플라즈마를 발생시

킬 수 있다. 상기 확장부에 상기 기상 전구체가 공급되고, 상기 기상 전구체가 플라즈마에 의해 모노머로 분해되어 상기 제 2 공간으로 공급될 수 있다. 상기 원격 플라즈마 발생 장치는 상기 제 2 공간에 노출되는 상부 전극과 상기 샤워 헤드와 용량 결합에 의해 플라즈마를 발생시킬 수 있다. 상기 기화 단계에서 생성된 상기 기상 전구체가 상기 제 2 공간에 공급되고, 상기 제 2 공간에서 상기 기상 전구체가 플라즈마에 의해 모노머로 분해될 수 있다. 상기 제 1 공간에 상온의 비활성 가스가 공급될 수 있다. 상기 샤워 헤드는, 상기 챔버의 상기 제 2 공간으로부터 상기 제 1 공간으로 확산되는 상기 플라즈마의 이온종 필터링을 수행하고, 적어도 하나 이상의 개구 영역을 포함하는 플레이트, 메시, 대전 벽체 및 전자 소스 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 실시예에 따르면, 동일한 챔버 내에서 기상 전구체를 플라즈마를 이용하여 모노머로 분해하고, 기관 상에서 폴리머로 중합하여 기관 상에 폴리머막을 형성함으로써, 폴리머의 열분해를 위한 별도의 챔버를 필요로 하지 않고, 최종 생산되는 박막의 두께의 재현성 및 균일성이 높으며, 증착 속도가 향상된 폴리머 증착기 및 증착 방법이 제공될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 폴리머 증착기의 전체 구성도를 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 폴리머 증착기의 성막부의 상세도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 폴리머 증착기의 성막부의 다른 상세도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 폴리머 증착 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0015] 본 발명의 실시예들은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이며, 하기 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 오히려, 이들 실시예는 본 개시를 더욱 충실하고 완전하게 하고, 당업자에게 본 발명의 사상을 완전하게 전달하기 위하여 제공되는 것이다. 도면에서 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다.

[0016] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예를 설명하기 위하여 사용되며, 본 발명의 범위를 제한하기 위한 것이 아니다. 또한, 본 명세서에서 단수로 기재되어 있다 하더라도, 문맥상 단수를 분명히 지적하는 것이 아니라면, 복수의 형태를 포함할 수 있다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprise)" 및/또는 "포함하는(comprising)"이란 용어는 언급한 형상들, 숫자, 단계, 동작, 부재, 요소 및/또는 이들 그룹의 존재를 특정하는 것이며, 다른 형상, 숫자, 동작, 부재, 요소 및/또는 그룹들의 존재 또는 부가를 배제하는 것이 아니다.

[0018] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 폴리머 증착기(100)의 전체 구성도를 개략적으로 나타내는 도면이다.

[0019] 도 1을 참조하면, 폴리머 증착기(100)는, 분말 형태의 폴리머로부터 기상 전구체를 생성하는 기화부(1)와, 기화기(1)로부터 공급된 기상 전구체를 플라즈마를 이용하여 모노머로 분해하고, 기관 상에서 폴리머로 중합하여 기관 상에 폴리머막을 형성하는 성막부(2)를 포함할 수 있다.

[0020] 폴리머 증착기(100)는 헬륨, 네온, 아르곤, 제논 및 크립톤 중 어느 하나를 포함하는 비활성 가스를 성막부(2)에 공급하는 가스 공급부(3), 성막부(2)로부터 모노머 기체를 냉각시키면서 트래핑(trapping)하도록 그 내부가 -70 °C ~ -100 °C를 유지하는 콜드 트랩(4)과, 성막부(2)로부터 모노머를 흡입하여 콜드 트랩(4)을 통해 진공을 유지하게 하는 진공 펌프(5)와, 기화부(1), 성막부(2) 및 진공 펌프(5)를 제어하여 폴리머 증착 프로세스를 컨트롤하는 제어부(6)와, 폴리머 증착기(100)에 전력을 공급하는 전원부(7)를 포함할 수 있다.

[0021] 기화부(1)와 성막부(2)는 밸브(8)를 통해 서로 연통되고, 성막부(2)와 가스 공급부(3)는 밸브(9)를 통해 서로 연통될 수 있다. 성막부(2)와 콜드 트랩(4)은 밸브(11) 및 연결관(12)을 통해 서로 연통되고, 콜드 트랩(4)과 진공 펌프(5)는 연결관(13)을 통해 연통될 수 있다. 도 1에서는 기화부(1)와 성막부(2)가 별도 결합된 하나의 구성요소로 형성될 수 있다. 도 1의 구성요소로서 도시되어 있으나, 다른 실시예에서는 기화부(1)와 성막부(2)

가 일체로 결합된 하나의 구성요소로 형성될 수 있다.

- [0022] 폴리머는 다양한 고분자 재료를 포함할 수 있다. 예를 들어, 폴리머가 파릴렌인 경우에, 분말 형태의 폴리머는 파릴렌 다이머 분말일 수 있고, 기상 전구체는 파릴렌 다이머 증기일 수 있으며, 모노머는 파릴렌 모노머일 수 있다. 이하의 실시예에서는, 폴리머가 파릴렌인 경우의 예를 들어 설명한다.
- [0023] 기화부(1)에서는, 파릴렌 다이머 분말이 진공하에서 100 °C 이상 300 °C 이하(바람직하게는 대략 150 °C)의 온도로 가열되어, 파릴렌이 용융되지 않고 기체 상태로 승화한다.
- [0024] 성막부(2)에서는, 승화된 기상의 파릴렌 다이머가 플라즈마에 의해 파릴렌 모노머로 분해되고, 기판 상에서 증합되어 기판 상에 파릴렌의 고분자막을 형성한다. 성막부(2)의 구체적인 구성 및 처리 공정에 대해서는 후술한다.
- [0025] 콜드 트랩(40)에서는 증착되지 않고 남은 파릴렌 고분자가 냉각되어 트랩되어, 파릴렌 고분자가 진공 펌프(5)로 유입하는 것이 방지된다. 진공 펌프(5)는 각 공정에서 필요한 적절한 정도의 진공 압력을 폴리머 증착기(100)에 제공한다.
- [0026] 폴리머 증착의 메커니즘은 기존의 물리 기상 증착법(PVD)이나 화학 기상 증착(CVD)과 같은 박막 증착 방식과는 상이하다. 예를 들어, 금속의 물리 기상 증착법(PVD)은 기화된 금속 원자들이 표면 확산에 의해 이동한 후에 다른 표면 원자들과 결합하는 것이고, 화학 기상 증착법(CVD)은 전구체가 흡착한 후 표면에서 또는 표면과 반응한다. 즉, 물리 기상 증착법 또는 화학 기상 증착법에서 반응 생성물 중의 하나는 증착하고자 하는 박막 물질이며, 다른 생성물은 탈착하여 기상으로 돌아가게 된다. 이와는 달리, 고분자 기상 증착법의 경우에는 고분자 모노머가 응축하여 흡착하며, 표면과 반응하거나, 필름 상으로 확산하여 고분자의 자유 라디칼의 끝에 붙게 된다. 따라서, 고분자 필름의 성장은 필름 표면의 모노머의 응축, 필름에서의 모노머의 확산 및 자유 라디칼의 끝과 모노머의 반응에 의존한다. 고분자화 과정은 초기화(initiation) 반응을 포함하며, 여기서 모노머 분자들이 서로 반응하여 초기 고분자 사슬(chain)인 다이라디칼(diradical)을 형성시킨다. 이러한 사슬들은 증식 단계(propagation step)를 거치며 성장하는데, 이것은 모노머 분자들이 사슬의 끝과 반응하여 하나의 반복 단위(repeating unit)의 길이를 갖는 사슬을 형성하게 된다.
- [0028] 도 2 및 도 3은 각각 폴리머 증착기(100)의 성막부(2A, 2B)의 실시예를 도시한다.
- [0029] 도 2를 참조하면, 성막부(2A)는 서로 연통된 제 1 공간(V1) 및 제 2 공간(V2)을 가지는 챔버(30)와, 제 1 공간(V1) 내에 제공되고 기판(10)을 지지하는 홀더(20)와, 제 2 공간(V2) 내에 플라즈마를 유도하도록 챔버(30)에 결합되는 플라즈마 발생 장치와, 도전성 재료를 포함하고 제 1 공간(V1)과 제 2 공간(V2)을 구획하며 제 1 공간(V1)과 제 2 공간(V2) 사이를 연통하는 복수의 개구를 포함하는 샤워 헤드(40)를 포함할 수 있다.
- [0030] 성막부(2A)의 챔버(30)는 서로 기체 흐름이 가능한 제 1 공간(V1) 및 제 2 공간(V2)을 갖는다. 제 1 공간(V1)과 제 2 공간(V2)은 샤워 헤드(40)에 의해 서로 분리될 수 있다. 제 1 공간(V1)에는 기판(10)과, 기판(10)을 지지하는 홀더(20)가 제공된다. 홀더(20)에는 복수의 기판(10)들이 적치될 수 있다. 챔버(30)의 측벽의 도입구로부터 상온의 비활성 가스(화살표 B로 표현됨)가 도입되어, 제 1 공간(V1) 내로 상온의 비활성 가스가 공급될 수 있다.
- [0031] 챔버(30)의 제 2 공간(V2) 내에 플라즈마를 유도하기 위한 플라즈마 발생 장치가 결합될 수 있다. 상기 플라즈마 발생 장치는 제 2 공간(V2)을 정의하는 챔버(30)의 내측이나 외측에 제공되며, 기본적으로 제 2 공간(V2) 내에서 플라즈마를 국지적으로 점화 및 유지시키는 것이 바람직하다. 일부 실시예에서, 상기 플라즈마 발생 장치는 챔버(30)의 제 2 공간(V2) 내에 제공되어 직류 또는 교류 전원에 결합되는 전극(미도시)이거나 챔버(30)의 외측에 제공되는 전자기장 유도 코일 또는 마그넷(미도시)을 이용하여 제 2 공간(V2) 내로 플라즈마를 한정할 수 있다. 전술한 장치들은 예시적이며, 플라즈마의 방전과 유지에 적합한 마이크로웨이브 발생 장치와 같은 다른 공지의 플라즈마 소스가 이용될 수도 있다.
- [0032] 도 2에서, 상기 플라즈마 장치는 원격 플라즈마 발생 장치일 수 있다. 상기 원격 플라즈마 발생 장치는 제 2 공간(V2)으로부터 확장된 확장부(31)에 결합되는 원격 플라즈마 소스를 포함할 수 있다. 확장부(31) 내에서 플라즈마가 국지적으로 고밀도 형성되며, 이 경우에 제 2 공간(V2)은 확장부(31) 내에서 발생된 플라즈마의 흐름을 하류에 위치할 수 있다. 원격 플라즈마 소스는, 전자기장 유도 코일, 마그넷 또는 마이크로웨이브 발생 장치일 수 있으며, 도 2는 전자기장 유도 코일(32)을 도시한다. 그러나, 이는 예시일 뿐, 본 발명이 이에 제한

되는 것은 아니다.

- [0033] 성막부(2A)의 챔버(30) 내에는, 도전성 재료를 포함하고, 제 1 공간(V1)과 제 2 공간(V2)을 구획하며, 제 1 공간(V1)과 제 2 공간(V2) 사이를 연통하는 복수의 개구를 포함하는 샤워 헤드(40)가 배치될 수 있다.
- [0034] 기화기(1)로부터 제공된 기상의 파릴렌 다이머(화살표 A로 표현됨)가 확장부(31)로 도입될 수 있다. 이 경우에, 기상의 파릴렌 다이머는 원격 플라즈마 소스에 의해 확장부(31) 내에서 모노머로 분해되고, 모노머가 제 2 공간(V2)으로 전달될 수 있다. 선택적으로는, 플라즈마의 방전 및 유지에 적합한 비활성 가스가 기상 of 파릴렌 다이머와 함께 확장부(31)로 도입될 수 있다. 확장부(31) 내로 도입된 비활성 가스는 플라즈마를 형성하고, 형성된 비활성 가스의 플라즈마에 의해 기상 of 파릴렌 다이머가 여기되어 파릴렌 모노머로 분해되고, 하류의 제 2 공간(V2)으로 확산될 수 있다.
- [0035] 다른 실시예에서, 제 1 공간(V1), 제 2 공간(V2) 또는 확장부(31)에 퍼지 가스의 공급을 위한 가스 공급부가 제공될 수도 있다. 퍼지 가스는 챔버(30) 내의 잔류 가스 또는 불순물 가스를 제거할 수 있다.
- [0036] 챔버(30)의 제 2 공간(V2)로부터 제 1 공간(V1)으로 기체 흐름이 유도될 수 있도록, 성막부(2A)는 배출구(화살표 C로 표현됨)를 포함할 수 있다. 배출구(C)는 도 2에 도시된 바와 같이 제 1 공간(V1)에 직접 결합되어 제 2 공간(V2)로부터 제 1 공간(V1)으로의 가스 흐름을 유도한다. 배출구(C)는 챔버(30)의 가장자리에 마련되는 것에 한정되지 않으며, 챔버(30)의 중앙 저부에 마련될 수도 있다. 배출구(C)는 밸브(11) 및 연결관(12)을 통해 콜드 트랩(4)에 연결될 수 있다.
- [0037] 제 1 공간(V1)과 제 2 공간(V2)을 구획하는 샤워 헤드(40)는 챔버(30)의 제 2 공간(V2)으로부터 제 1 공간(V1)으로 확산되는 플라즈마의 이온중 필터링을 수행하는 이온중 스크리닝 부재를 포함할 수 있다. 이온중 스크리닝 부재는 제 2 공간(V2) 내에 형성된 플라즈마의 이온중(비활성 가스로 제공되는 헬륨, 네온, 아르곤, 제논, 크립톤 등이 플라즈마에 의해 여기되어 형성된 이온)을 차단하면서 라디칼과 같은 중성종을 제 1 공간(V1)으로 선택적으로 전달하기 위한 것이다. 이를 위해, 이온중 스크리닝 부재는 제 2 공간(V2)의 플라즈마와 접하면서 시스(sheath)를 형성하거나 양이온종을 환원시키기 위한 전자를 제공하여 높은 에너지를 갖는 양이온을 필터링하고, 제 1 공간(V1)과 제 2 공간(V2)을 연동시켜 중성종들을 통과시키는 복수의 개구를 구비할 수 있다. 예를 들면, 이온중 스크리닝 부재는 복수의 관통홀을 포함하는 플레이트, 메시, 대전 벽체 또는 전자 소스일 수도 있으며, 이들의 특징이 조합된 다른 적합한 구성을 가질 수도 있다. 도 2는 메시 타입의 이온중 스크리닝 부재를 예시한다.
- [0038] 제 2 공간(V2)에서 분해된 모노머는 샤워 헤드(40)의 복수의 개구를 통해 제 1 공간(V1)로 공급될 수 있다. 제 1 공간(V1)에는 상온의 비활성 가스(화살표 B로 표현됨)가 공급될 수 있다. 비활성 가스는 헬륨, 네온, 아르곤, 제논 및 크립톤 중 어느 하나를 포함할 수 있다. 상온의 비활성 가스(B)의 도입에 의해, 모노머 분자들의 운동 에너지가 감소되고, 고분자로의 응축 및 기관 상의 고분자막 형성이 촉진될 수 있다. 상온의 비활성 가스(B)가 공급되지 않으면, 열적으로 여기 상태에 있는 분자들이 에너지를 잃기 위한 유일한 방법은 챔버벽, 기관 및 콜드 트랩과의 충돌에 의한 것이다. 상온의 비활성 가스(B)는 샤워 헤드(40)를 통해 제 1 공간(V1)으로 분출된 직후의 고온의 모노머 분자들과 충돌하여 모노머 분자들의 에너지를 감소시킬 수 있다.
- [0039] 도 3을 참조하면, 다른 실시예에 따른 성막부(2B)는 용량 결합형 플라즈마 소스를 포함할 수 있다. 용량 결합형 플라즈마 소스는 챔버(30) 내에 제공되어 제 2 공간(V2)에 플라즈마를 국지적으로 형성한다. 용량 결합형 플라즈마 소스는 플라즈마의 발생과 에너지를 지속적으로 공급하기 위한 2개의 전극으로서 상부 전극(50)과 샤워 헤드(40)를 활용하여 제공될 수 있다.
- [0040] 상부 전극(50)은 제 2 공간(V2)에 노출된 표면을 갖고 샤워 헤드(40)와 용량 결합된다. 일 실시예에서, 상부 전극(50)은 교류 전원(60)에 연결되고, 샤워 헤드(40)는 접지될 수 있다. 도시하지는 않았지만, 상부 전극(50)과 전원(60) 사이에서 임피던스를 매칭하기 위한 매칭 네트워크가 결합될 수 있다.
- [0041] 기화기(1)로부터 제공된 기상 of 파릴렌 다이머(화살표 A로 표현됨)가 제 2 공간(V2)으로 도입되면, 기상 of 파릴렌 다이머는 상부 전극(50)과 샤워 헤드(40) 사이의 용량 결합으로 형성된 원격 플라즈마 소스에 의해 제 2 공간(V2) 내에서 모노머로 분해될 수 있다. 선택적으로는, 플라즈마의 방전 및 유지에 적합한 비활성 가스가 기상 of 파릴렌 다이머와 함께 제 2 공간(V2)으로 도입될 수 있다. 제 2 공간(V2) 내로 도입된 비활성 가스는 플라즈마를 형성하고, 비활성 가스의 플라즈마에 의해 기상 of 파릴렌 다이머가 여기되어 파릴렌 모노머로 분해될 수 있다.
- [0042] 샤워 헤드(40)는 이온중 스크리닝 부재를 포함할 수 있다. 이온중 스크리닝 부재가 복수의 관통 홀을 갖는 플

레이트형인 경우에 이온종 스크리닝 부재는 제 2 공간(V2) 내의 가스의 중성종들을 제 1 공간(V1)으로 균일하게 전달할 수 있고, 이온종 필터링을 위해서 차폐 영역과 개구 영역이 적절히 조절되고 접지될 수 있다.

[0043] 제 2 공간(V2)에서 분해된 모노머는 샤워 헤드(40)의 복수의 개구를 통해 제 1 공간(V1)로 공급되고, 제 1 공간(V1)에는 상온의 비활성 가스(화살표 B로 표현됨)가 공급될 수 있다. 샤워 헤드(40)을 통해 제 1 공간(V1)으로 분출된 직후의 고온의 모노머 분자들은 상온의 비활성 가스(B)와 충돌하여 모노머 분자들의 에너지가 감소되고, 고분자의 응축 및 기관 상의 고분자막 형성이 촉진될 수 있다.

[0044] 본 발명의 실시예에 따르면, 고분자의 기화, 열분해 및 증착 공정이 각각 별도의 챔버에서 행해지는 종래의 고분자막 증착기와는 달리, 열분해 및 증착 공정이 성막부(2)의 동일한 챔버(30) 내에서 수행될 수 있다. 따라서, 증착 챔버와 별도로 폴리머의 열분해를 위해 고온까지 가열할 수 있는 도가니가 필요하지 않다. 또한, 열분해를 위한 도가니의 온도의 변동이 없기 때문에 열분해 반응에 영향을 받지 않으며, 이에 따라 최종 생산되는 박막의 두께의 재현성이 향상될 수 있다. 또한, 상이한 챔버에서 열분해 및 증착 공정이 각각 수행되는 종래 기술에 비해, 하나의 챔버에서 열분해 및 증착 공정이 수행됨으로써 증착 속도를 향상시킬 수 있다.

[0045] 또한, 종래 기술에서는 열분해를 위해 600 °C 정도의 가열이 필요했으나, 본 발명의 실시예에서는 강한 에너지를 갖는 플라즈마를 이용하여 기상 전구체를 모노머로 분해하기 때문에 종래 기술보다 더 낮은 온도에서 모노머의 생성이 가능하다.

[0046] 플라즈마에 의해 분해된 모노머는 고온 상태이며, 고온 상태의 모노머에 의해서는 기관 상에 고분자막을 성막하는 것이 어렵다. 본 발명의 실시예에서는 통상의 플라즈마 발생기와 비교하여 기관과 더 멀리 배치된 원격 플라즈마 소스와 상온의 비활성 가스를 이용함으로써, 플라즈마에 의해 분해된 고온 상태의 모노머가 기관 상에 도달하기 전까지 증착이 가능한 레벨까지 에너지를 낮춤으로써 기관 상에 고분자막을 성막할 수 있다.

[0047] 기관 상에 제 2 공간(V2) 내에 제한된 공정 가스의 플라즈마로부터 반응성 라디칼과 같은 중성종만이 이온종 스크리닝 부재를 통해 제 1 공간(V1)으로 전달됨으로써, 고 에너지의 이온종(예를 들어, 비활성 가스로 제공되는 헬륨, 네온, 아르곤, 제논, 크립톤 등의 이온)에 상관 없이 증착이 이루어지고, 분해되는 모노머의 에너지 및 밀도를 이온종에 상관없이 선택적으로 제어할 수 있다. 이에 따라, 증착 속도의 향상을 위해 플라즈마의 전력이 증가시키더라도 이온종이 증착에 영향을 미치지 않기 때문에, 박막의 균일성이 향상되고, 증착 속도를 높일 수 있다.

[0049] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 폴리머 증착 방법의 흐름도이다.

[0050] 도 4를 참조하면, 먼저, 분말 형태의 폴리머로부터 기상 전구체를 생성하는 기화 단계(S410)가 수행된다. 즉, 파릴렌 다이머 분말은 기화부(1)에 도입되고, 진공하에서 100 °C 이상(바람직하게는 대략 150 °C)의 온도로 가열되어, 파릴렌이 용융되지 않고 기체 상태로 승화한다.

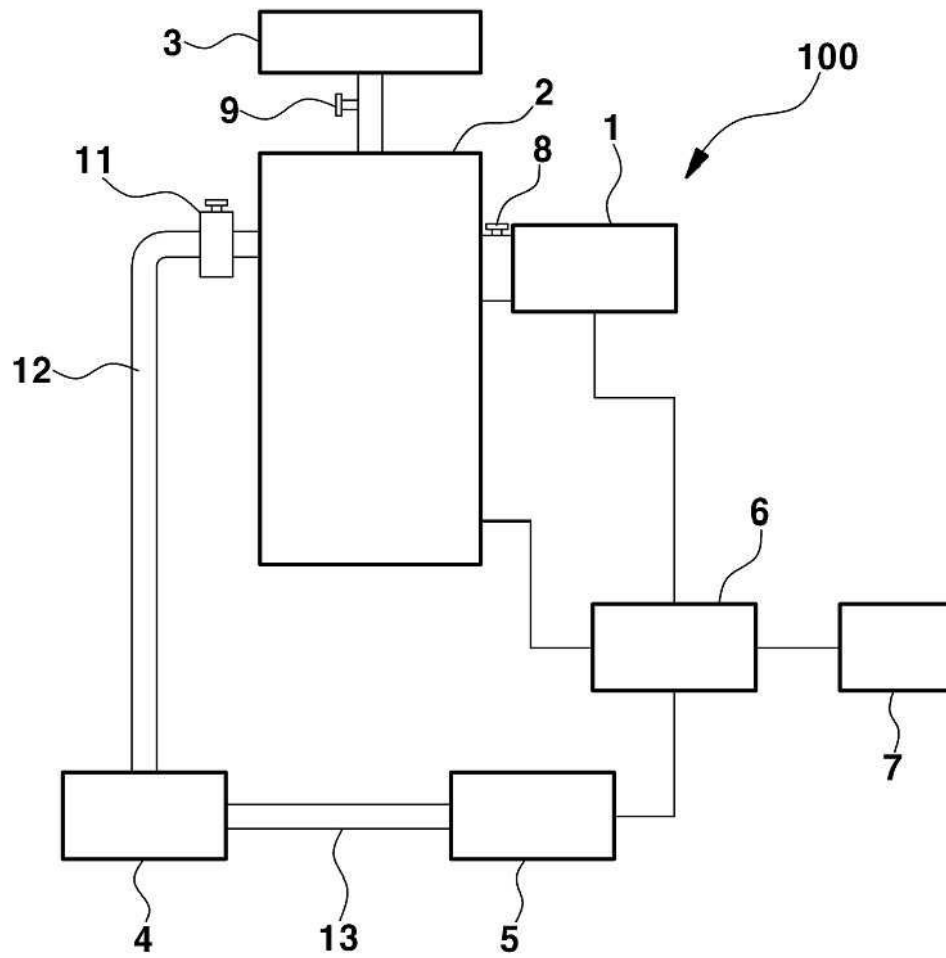
[0051] 그 후, 기화 단계(S410)에서 생성된 기상 전구체를 플라즈마를 이용하여 모노머로 분해하는 분해 단계(S420)가 수행된다. 즉, 성막부(2A, 2B)의 제 2 공간(V2)에 기상 전구체(A)가 도입되고, 제 2 공간(V2)에 형성된 플라즈마에 의해 기상 전구체가 모노머로 분해된다.

[0052] 그리고, 분해 단계(S420)에서 분해된 모노머를 기관 상에서 폴리머로 중합하여 기관 상에 폴리머막을 형성하는 성막 단계(S430)가 수행된다. 즉, 샤워 헤드(40)을 통해 제 1 공간으로 공급된 모노머는 상온의 비활성 가스(B)에 의해 에너지를 빼앗기고, 기관 상에서 파릴렌으로 중합되고 기관 상에 파릴렌막을 형성한다. 기화부(1)에서 수행되는 기화 단계(S410)와, 성막부(2) 내의 동일한 챔버(30) 내에서 수행되는 분해 단계(S420) 및 성막 단계(S430)에 의해 기관 상에 고분자막을 형성할 수 있다.

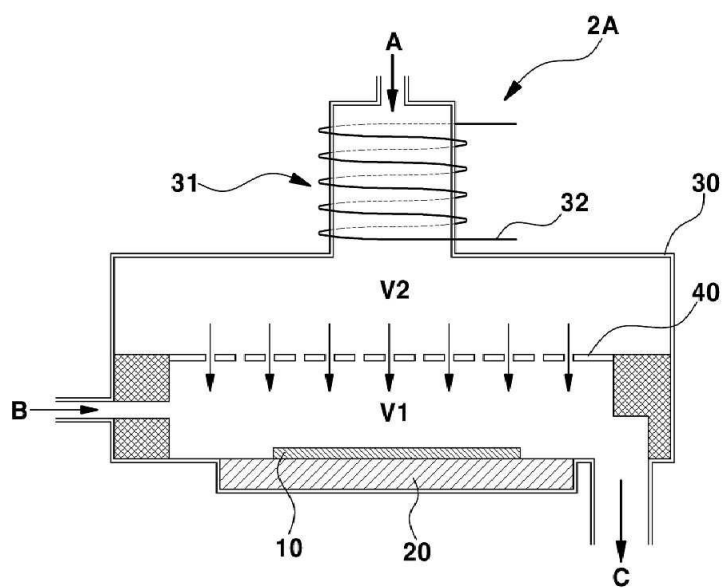
[0054] 이상에서 설명한 본 발명이 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

도면

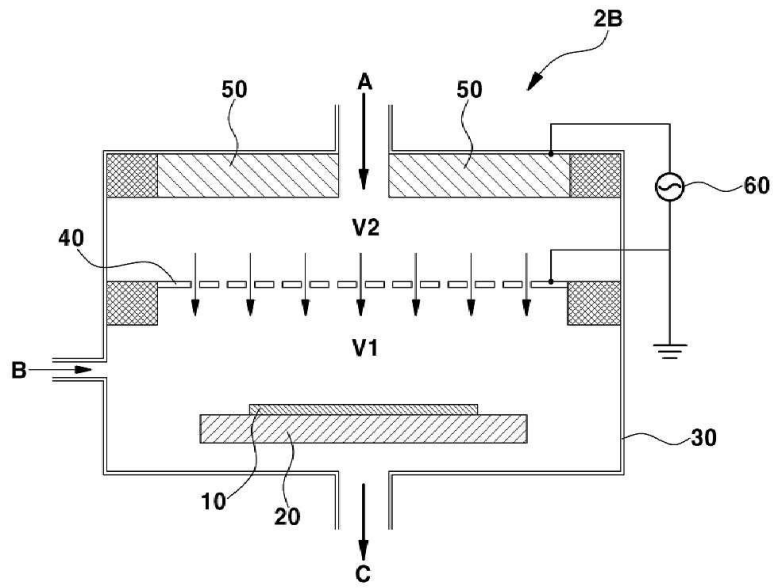
도면1



도면2



도면3



도면4

