



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2016년07월20일  
(11) 등록번호 10-1641207  
(24) 등록일자 2016년07월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C08J 5/18 (2006.01) B29C 41/02 (2006.01)  
C08J 7/04 (2006.01) C08L 79/08 (2006.01)

(52) CPC특허분류  
C08J 5/18 (2013.01)  
B29C 41/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0017042  
(22) 출원일자 2016년02월15일  
심사청구일자 2016년02월15일

(56) 선행기술조사문헌  
KR1020140131014 A  
H.Y.Gu 외 4명, 'Superhydrophobic polyimide films with high thermal endurance via UV photo-oxidation', eXpress Polymer Letters, Vol.8. No.8 PP.588-595, 2014.\*  
JP2013543990 A\*  
KR1020090102922 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
한국기계연구원  
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)

(72) 발명자  
김용진  
대전광역시 서구 청사로 282 (둔산동, 수정타운아파트) 13-501  
송준엽  
대전광역시 서구 둔산로 155 (둔산동, 크로바아파트) 104-507  
(뒷면에 계속)

(74) 대리인  
특허법인 플러스

전체 청구항 수 : 총 6 항

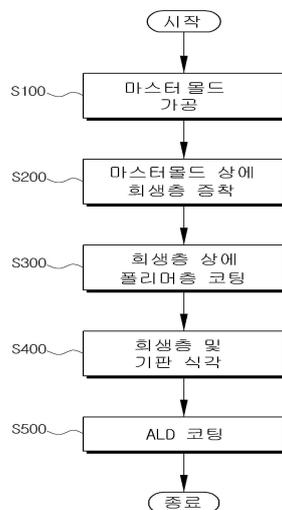
심사관 : 최춘식

(54) 발명의 명칭 **비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름의 제조 방법**

**(57) 요약**

본 발명은 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 기관(100)에 기설정된 크기에 따라 나노 패턴의 마스터 몰드(Master Mold)를 가공하는 제 1 단계(S100), 상기 제 1 단계(S100)에 의해 가공된 마스터 몰드 상에 원자층 증착법(ALD, Atomic Layer Deposition)을 통한 희생층(200)을 증착하는 제 2 단계(S200), 상기 제 2 단계(S200)에 의해 증착된 희생층(200) 상에 폴리머층(300)을 코팅하는 제 3 단계(S300), 폴리머층(300) 하부의 희생층(200) 및 기관(100)을 식각하는 제 4 단계(S400) 및 상기 제 4 단계(S400)에 의해 희생층(200) 및 기관(100)이 식각된 폴리머층(300) 표면에 원자층 증착법을 통한 원자층(400)을 코팅하는 제 5 단계(S500)로 이루어지는 것을 특징으로 하는 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름 제조 방법에 관한 것이다.

**대표도** - 도1



- (52) CPC특허분류  
*C08J 7/04* (2013.01)  
*C08L 79/08* (2013.01)  
*C08J 2379/08* (2013.01)

**이상일**

충청북도 청주시 흥덕구 서현서로 39 (가경동, 가경대원칸타빌아파트) 405-202

- (72) 발명자

**이재학**

대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동) 한국기계연구원 기숙사 308호

**김승만**

대전광역시 유성구 어은로 57 (어은동, 한빛아파트) 112-505

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 M05770  
 부처명 산업통상자원부  
 연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원  
 연구사업명 산업부-국가연구개발사업(III)  
 연구과제명 3차원 이중 유연소자 Interconnection 시스템 기술개발 (1/5)  
 기여율 50/100  
 주관기관 한국기계연구원  
 연구기간 2015.06.01 ~ 2016.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 SC1120  
 부처명 미래창조과학부  
 연구관리전문기관 국가과학기술연구회  
 연구사업명 주요사업  
 연구과제명 고성능 유연소자 Interconnection 기술 개발 (4/5)  
 기여율 50/100  
 주관기관 한국기계연구원  
 연구기간 2016.01.01 ~ 2016.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기판(100)에 기설정된 크기에 따라 나노 패턴의 마스터 몰드(Master Mold)를 가공하는 제 1 단계(S100);

상기 제 1 단계(S100)에 의해 가공된 마스터 몰드 상에 원자층 증착법(ALD, Atomic Layer Deposition)을 통해 희생층(200)을 증착하는 제 2 단계(S200);

상기 제 2 단계(S200)에 의해 증착된 희생층(200) 상에 폴리머층(300)을 코팅하는 제 3 단계(S300);

폴리머층(300) 하부의 희생층(200) 및 기판(100)을 식각하는 제 4 단계(S400); 및

상기 제 4 단계(S400)에 의해 희생층(200) 및 기판(100)이 식각된 폴리머층(300) 표면에 원자층 증착법을 통한 원자층(400)을 코팅하는 제 5 단계(S500);

로 이루어지는 것을 특징으로 하는 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름 제조 방법.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제 1 단계(S100)는

기판(100)에 펨토초레이저(Femtosecond Laser)를 이용하거나, DRIE(Deep Reactive Ion Etching)를 이용한 미세 가공을 통해, 1 : 5 이상의 종횡비(Aspect Ratio)를 갖는 나노 패턴의 마스터 몰드를 가공하는 것을 특징으로 하는 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름 제조 방법.

#### 청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 제 2 단계(S200)는

희생층(200)으로 SiO<sub>2</sub>, SiN<sub>x</sub> 및 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 중 적어도 어느 하나를 이용하고,

원자층 증착법으로 플라즈마-강화 원자층 증착법(Plasma-Enhanced ALD)을 이용하거나, Thermal ALD을 이용하여 희생층(200)을 증착하는 것을 특징으로 하는 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름 제조 방법.

#### 청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 제 3 단계(S300)는

폴리머층(300)으로 폴리이미드(Polyimide)를 이용하고,

스핀 코팅 방법, 슬롯 코팅 방법, 바 코팅 방법, 몰딩 코팅 방법 중 어느 하나를 이용하여 폴리머층(300)을 코팅하는 것을 특징으로 하는 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름 제조 방법.

#### 청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 제 4 단계(S400)는

불산(HF, Hydrofluoric acid), 버퍼산화식각(BOE, Buffered Oxide Etchant), 인산(Phosphoric Acid) 용액 중 어느 하나를 이용하여, 폴리머층(300) 하부의 희생층(200) 및 기판(100)을 식각하는 것을 특징으로 하는 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름 제조 방법.

**청구항 6**

제 1항에 있어서,

상기 제 5 단계(S500)는

원자층 증착법으로 플라즈마-강화 원자층 증착법(Plasma-Enhanced ALD)을 이용하거나, Thermal ALD을 이용하여 원자층(400)을 증착하는 것을 특징으로 하는 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름 제조 방법.

**청구항 7**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 화학적 처리를 배제하고 물리적 가공에 의한 표면 처리를 이용하여, 큰 중형비를 갖는 나노 패턴의 마스터 몰드를 형성하고, 몰드에 폴리이미드 필름을 코팅하여 나노 패턴을 전달하여 초소수성을 가지게 한다. 또한, 폴리이미드 필름 표면에 원자층 증착법(ALD, Atomic Layer Deposition)을 이용하여 원자층 코팅하여 액상 뿐 아니라 기상까지 저항성을 가지게 한다. 또한, 하나의 마스터 몰드를 통한 폴리이미드 필름 제조 공정의 반복 수행이 가능하여 대량 양산이 가능한 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 도체 표면에 물방울이 접촉했을 때, 물방울의 접촉각이 70~150°의 범위는 소수성으로 정의되며, 150° 이상인 경우에는 초소수성으로 정의되고 있다. 특히, 수접촉각이 170° 이상의 고체 표면에서는 물방울은 그 표면에서 굴러, 물과의 접촉 흔적을 남기지 않고 청정한 상태를 길게 유지하게 된다.

[0003] 다시 말하자면, 초소수성 표면을 갖는 용기 등에 수성 용액을 흐르게 한 후에도, 그 용기의 내벽에는 그 용액의 액적마저 남기지 않고 완전하게 청결한 상태를 유지할 수 있게 된다.

[0004] 일반적으로 소수성은 표면장력이 낮은 분자로 표면이 덮여짐으로써 발현하는 것이지만, 초소수성은 표면장력이 낮은 분자만으로 발현시키는 것은 곤란하다.

[0005] 한편, 자연계의 생물에는 초소수성을 나타내는 것이 많이 존재한다. 일례를 들자면, 연, 벼, 양배추 등의 잎은 물방울을 완전하게 튕기는 초발수성을 갖는다.

[0006] 자세하게는 연 잎의 초소수성은 잎의 표면 구조와 깊게 관계하고 있는 것이 알려져 있다. 즉, 나노 파이버가 표면 전체에 퍼지면서 표층을 형성하고, 그 위에 나노 파이버의 화합체와 같은 마이크론(μm) 사이즈의 요철이 일정 거리로 최표면층을 형성하고 있으며, 또한 이들 나노 파이버의 표면에 소수성 왁스가 존재한다. 이 결과, 물 분자는 연잎 표면에 부착될 수 없어서 연 잎의 표면에서 구르고 그 구름의 힘으로 표면 오염 등을 떨어뜨리는 소위 자기 세정 기능을 발현한다. 이와 같은 초소수성을 발현하기 위해서는 표면 거칠기(roughness), 즉, 나노 차원에서의 표면 구조, 형상의 제어가 중요한 것을 시사한다.

[0007] 연의 효과라고도 하는 초소수성 발현의 구조 원리는, 많은 인공 연 유사 구조설계법의 개발의 지침이 되고 있으며, 나노 재료의 진보에 수반하여, 수년간 다양한 초소수성을 나타내는 다양한 기술이 많이 개발되어 왔다.

[0008] 많은 초소수성 관련 공지 문헌에서는 초소수성막 및 그들의 제작법이 빈번하게 거론되고 있지만, 그들은 기재 표면에서의 표면 거칠기를 가공하는 방법에 상당하는 경우가 많으며, 그 표면 처리 가공 공정이 복잡하고 높은

비용이 든다.

- [0009] 또한, 유기 폴리머를 베이스로 하는 초소수성 표면의 경우, 비용은 낮지만 얻어진 초소수성 표면의 내용제성, 내부식성이 낮아 실용상의 문제가 있다.
- [0010] 또한, 일시적으로 접촉각만이 높고 초소수성을 나타내는 것이어도, 물이 장시간 침지해버리면 초소수성이 사라져 버리는 구조물도 있다.
- [0011] 더불어, 초소수성을 갖더라도 동시에 기상 상태의 수증기와 산소 등에 대한 저항성이 없을 경우, 다시 말하자면, 비침투성이 아닐 경우, 기상 상태의 수증기와 산소 등이 박막을 통과하여 유기물(Organic Based Device)에 문제를 일으키는 문제점이 그대로 포함되어 있다.
- [0012] 미국공개특허 제2013-0115420호(공개일 2013.05.09., 명칭 : NANO COMPOSITE WITH SUPERHYDROPHOBIC SURFACE AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME, 이하 선행문헌 1)에는 초소수성을 갖기 위해 열가소성 필름상에 기계적인 방법에 의해 나노 패턴을 형성하는 방법에 대해 개시되어 있다.
- [0013] 선행문헌 1은 열가소성 필름 상에 기계적인 방법을 통해 나노 패턴을 형성하기 때문에, 형성된 나노 패턴이 큰 중형비를 갖기 어려워 초소수성의 한계를 갖는 문제점이 있다.
- [0014] 또한 미국등록특허 제8557335호(등록일 2013.10.15., 명칭 : METHOD FOR MANUFACTURING AN EXTREMELY HYDROPHOBIC SURFACE, 이하 선행문헌 2는 기계적인 방법을 통해 표면에 요철을 형성하고, ALD 코팅을 하기 때문에, 상기 선행문헌 1과 마찬가지로 형성된 패턴이 큰 중형비를 갖기 어려워 초소수성의 한계를 갖는 문제점이 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0015] (특허문헌 0001) 미국공개특허 제2013-0115420호(공개일 2013.05.09., 명칭 : NANO COMPOSITE WITH SUPERHYDROPHOBIC SURFACE AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME)
- (특허문헌 0002) 미국등록특허 제8557335호(등록일 2013.10.15., 명칭 : METHOD FOR MANUFACTURING AN EXTREMELY HYDROPHOBIC SURFACE)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0016] 본 발명은 상기한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 화학적 처리를 배제하고 물리적 가공에 의한 표면 처리를 이용하여, 큰 중형비를 갖는 나노 패턴의 마스터 몰드를 형성하고, 몰드에 폴리이미드 필름을 코팅하여 나노 패턴을 전달하여 초소수성을 가지게 한다. 또한, 폴리이미드 필름 표면에 원자층 증착법(ALD, Atomic Layer Deposition)을 이용하여 원자층 코팅하여 액상 뿐 아니라 기상까지 저항성을 가지게 한다. 또한, 하나의 마스터 몰드를 통한 폴리이미드 필름 제조 공정의 반복 수행이 가능하여 대량 양산이 가능한 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름 및 그 제조 방법을 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름 제조 방법은, 기관(100)에 기설정된 크기에 따라 나노 패턴의 마스터 몰드(Master Mold)를 가공하는 제 1 단계(S100), 상기 제 1 단계(S100)에 의해 가공된 마스터 몰드 상에 원자층 증착법(ALD, Atomic Layer Deposition)을 통한 희생층(200)을 증착하는 제 2 단계(S200), 상기 제 2 단계(S200)에 의해 증착된 희생층(200) 상에 폴리머층(300)을 코팅하는 제 3 단계(S300), 폴리머층(300) 하부의 희생층(200) 및 기관(100)을 식각하는 제 4 단계(S400) 및 상기 제 4 단계(S400)에 의해 희생층(200) 및 기관(100)이 식각된 폴리머층(300) 표면에 원자층 증착법을 통한 원자층을 코팅하는 제 5 단계(S500)로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 이 때, 상기 제 1 단계(S100)는 펨토초레이저(Femtosecond Laser)를 이용하거나, DRIE(Deep Reactive Ion Etching)를 이용한 미세 가공을 통해, 큰 중형비(Aspect Ratio)를 갖는 나노 패턴의 마스터 몰드를 가공하는 것

을 특징으로 한다.

[0019] 이 때, 상기 제 2 단계(S200)는 희생층(200)으로 SiO<sub>2</sub>, SiN<sub>x</sub> 및 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 중 적어도 어느 하나를 이용하고, 원자층 증착법으로 플라즈마-강화 원자층 증착법(Plasma-Enhanced ALD)을 이용하거나, Thermal ALD을 이용하여 희생층(200)을 증착하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 이 때, 상기 제 3 단계(S300)는 폴리머층(300)으로 폴리이미드(Polyimide)를 이용하고, 스핀 코팅 방법, 슬롯 코팅 방법, 마 코팅 방법, 몰딩 코팅 방법 중 어느 하나를 이용하여 폴리머층(300)을 코팅하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 이 때, 상기 제 4 단계(S400)는 불산(HF, Hydrofluoric acid), 버퍼산화식각(BOE, Buffered Oxide Etchant), 인산(Phosphoric Acid) 용액 중 어느 하나를 이용하여, 폴리머층(300) 하부의 희생층(200) 및 기판(100)을 식각하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 이 때, 상기 제 5 단계(S500)는 원자층 증착법으로 플라즈마-강화 원자층 증착법(Plasma-Enhanced ALD)을 이용하거나, Thermal ALD을 이용하여 원자층(400)을 증착하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

[0023] 상기와 같은 구성에 의한 본 발명의 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름 및 그 제조 방법은 가급적 화학적 처리 방법을 배제하고 물리적 가공에 의한 표면 처리를 이용함으로써, PI 층에 형성된 나노 패턴이 1:5 이상의 큰 종횡비를 가지므로 CA(Contact Angle) 150° 이상, SA(Sliding Angle) hysteresis 10° 이하의 초소수성 폴리이미드 필름을 제조할 수 있다.

[0024] 또한, 미세 가공(Micro Fabrication) 기술을 활용하여 높은 안정성, 반복성 및 확장성이 가능한 장점이 있다.

[0025] 또한, 폴리이미드 필름 표면에 원자층 코팅을 하여, 기상 상태의 수증기, 산소 등에 대한 저항성이 향상되어, 비침투성과 초소수성 모두 갖는 폴리이미드 필름을 제조할 수 있다.

[0026] 또한, 액상 및 기상으로부터 유기물을 효과적으로 보호할 수 있어, 박막봉지(Encapsulation Film)로의 활용성이 뛰어난 장점이 있다.

[0027] 또한, 액상 및 기상에 대한 강한 저항성으로 인해, 기계적 신뢰성(Mechanical Reliability)이 우수한 장점이 있으며, 라미네이션(Lamination) 기술로 다양한 분야에 활용할 수 있는 장점이 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름 제조 방법을 나타낸 순서도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름 제조 방법의 각 단계에 대한 실시예이다.

도 3 및 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름의 예시도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0029] 이하 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름 및 그 제조 방법을 상세히 설명한다. 다음에 소개되는 도면들은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위한 예로서 제공되는 것이다. 따라서, 본 발명은 이하 제시되는 도면들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 또한, 명세서 전반에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.

[0030] 이 때, 사용되는 기술 용어 및 과학 용어에 있어서 다른 정의가 없다면, 이 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 통상적으로 이해하고 있는 의미를 가지며, 하기의 설명 및 첨부 도면에서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 설명은 생략한다.

[0031] 본 발명의 일 실시예에 따른 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름 제조 방법은 도 1에 도시된 바와 같이, 기판(100)에 미리 설정된 크기에 따라 마스터 몰드를 가공하는 제 1 단계(S100), 마스터 몰드 상에 희생층(200)을 증착하는 제 2 단계(S200), 희생층(200) 상에 폴리머층(300)을 코팅하는 제 3 단계(S300), 기판(100)과 희생층(200)을 식각하는 제 4 단계(S400) 및 기판(100)과 희생층(200)을 식각한 PI 표면에 ALD층을 코팅하는

제 5 단계(S500)로 이루어지며, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름 제조 방법의 각 단계의 실시예이다.

- [0032] 이러한 가급적 화학적 처리 방법을 배제하고 물리적 가공에 의한 표면 처리를 이용한 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름 제조 방법에 의해 제조된 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름은 형성된 나노 패턴이 1:5 이상의 큰 종횡비를 가지며, CA(Contact Angle) 150° 이상, SA(Sliding Angle) Hysteresis 10° 이하인 초소수성, 초발수성을 가질 뿐 아니라, 표면에 코팅된 원자층으로 인해 기상 상태의 수증기와 산소 등에 대한 저항성을 높여 비침투성을 갖는 폴리이미드 필름이다.
- [0033] 이러한 본 발명의 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름을 통해서, 더러워지지 않는 플렉서블한 태양 전지 패널, 디스플레이 등에 적용하여 자가 세정 기능이 가능하고, 액상과 기상로부터 보호할 수 있다.
- [0034] 각 단계에 대해서 자세히 알아보자면,
- [0035] 상기 제 1 단계(S100)는 기판(100)에 미리 설정된 크기에 따라서, 다시 말하자면, 작업자가 원하는 크기에 따라서 나노 패턴의 마스터 몰드(Master Mold)를 가공할 수 있다. 작업자가 원하는 크기에 따라, 대면적으로도 가공할 수 있다.
- [0036] 상기 기판(100)은 시트 메탈(Sheet Metal) 또는 실리콘 웨이퍼(Silicon Wafer)를 사용할 수 있다. 그렇지만 패턴 가공이 가능하며 식각 과정에서 데미지(Damage)가 없는 어느 기판이라도 사용할 수 있다.
- [0037] 상기 제 1 단계(S100)는 도 2의 (a)와 같이, 펨토초레이저(Femtosecond Laser)를 이용하거나, DRIE(Deep Reactive Ion Etcher)를 이용한 미세 가공을 통해 1:5 이상의 큰 종횡비(Aspect Ratio)를 갖는 나노 패턴의 마스터 몰드를 가공할 수 있으며, 나노 패턴의 접촉면의 액적이 Cassie-Baxter의 초소수성 상태를 유지할 수 있게끔 배열하는 것이 바람직하다. 일 예를 들자면, 선형 구조물의 격자 배열 또는 독립된 Pillar 구조물의 반복적 배열 방법 등이 있으며, 마스터 몰드의 형상에 따라서 다양한 구조를 형성할 수 있는 특징이 있다.
- [0038] 또한, 상기 제 1 단계(S100)에서 기판(100)에 가공하는 나노 패턴의 마스터 몰드의 크기에 따라서, 대면적 초소수성 폴리이미드 필름의 제조가 가능하다.
- [0039] 상기 제 2 단계(S200)는 상기 제 1 단계(S100)에 의해 가공된 마스터 몰드 상에 원자층 증착법(ALD, Atomic Layer Deposition)을 통한 희생층(200)을 증착할 수 있다. 원자층 증착법이란, ALD 금속이 포함된 원료와 반응 가스를 교차하여 주입함으로써, 박막을 성장시키는 방법으로서, 원료와 가스를 반응시켜 원자단위 박막을 성장시키고 이를 반복하면서 박막 두께를 조절할 수 있다.
- [0040] 따라서, 원자단위 박막을 증착하기 때문에 미세 Pitch 및 High Aspect Ratio로 형성된 나노 패턴에서 효과적으로 균일하게 코팅 될 수 있다는 장점을 가지고 있다. 즉, 균일하게 코팅된 희생층의 작은 두께로 추후 공정을 통해 폴리이미드 필름을 마스터 몰드로부터 희생층 식각을 통하여 분리시켜도 마스터 몰드의 표면에서 폴리이미드 필름의 포면에 전해지는 패턴 해상도 손실을 최소화할 수 있다.
- [0041] 상기 제 2 단계(S200)는 희생층(200)으로 SiO<sub>2</sub>, SiN<sub>x</sub> 및 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 중 적어도 어느 하나인 것이 바람직하며, 원자층 증착법으로 플라즈마-강화 원자층 증착법(Plasma-Enhanced ALD) 또는 Thermal ALD를 이용하여 도 2의 (b)와 같이, 나노 패턴의 마스터 몰드 형태를 따라 마스터 몰드 상에 희생층(200)을 원하는 두께로 증착할 수 있다.
- [0042] 상기 제 3 단계(S300)는 도 2의 (c)와 같이, 상기 제 2 단계(S200)에 의해 증착된 희생층(200) 상에 폴리머층(300)을 코팅할 수 있다. 여기서, 폴리머층(300)으로 폴리이미드(Polyimide)를 이용하는 것이 바람직하며, 폴리이미드는 Colorless 타입과 Yellow 타입 모두 이용할 수 있다.
- [0043] 또한, 상기 제 3 단계(S300)는 폴리머층(300)을 코팅하는 방법으로 스핀 코팅 방법(Spin Coating), 슬롯 코팅 방법(Die Slot Coater), 바 코팅 방법(Bar Coating) 및 몰딩 코팅 방법(Molding Coating) 중 어느 하나를 이용하여, 마스터 몰드 형태를 따라 증착된 희생층(200) 상에 폴리머층(300)을 코팅할 수 있다.
- [0044] 상기 제 3 단계(S300)를 통해서 폴리머층(300)이 코팅되는 두께를 제어함으로써, 초소수성 폴리이미드 필름(P1)의 두께를 제어할 수 있다.
- [0045] 상세하게는, 다층으로 코팅하여 폴리머층(300)의 두께를 높게 형성하거나, 용매를 추가하여 점도를 향상시켜 두께를 높게 형성할 수 있다. 이와 반대로, 폴리머층(300)의 두께는 낮게 형성하는 것 또한 용이하게 제어할 수 있다.

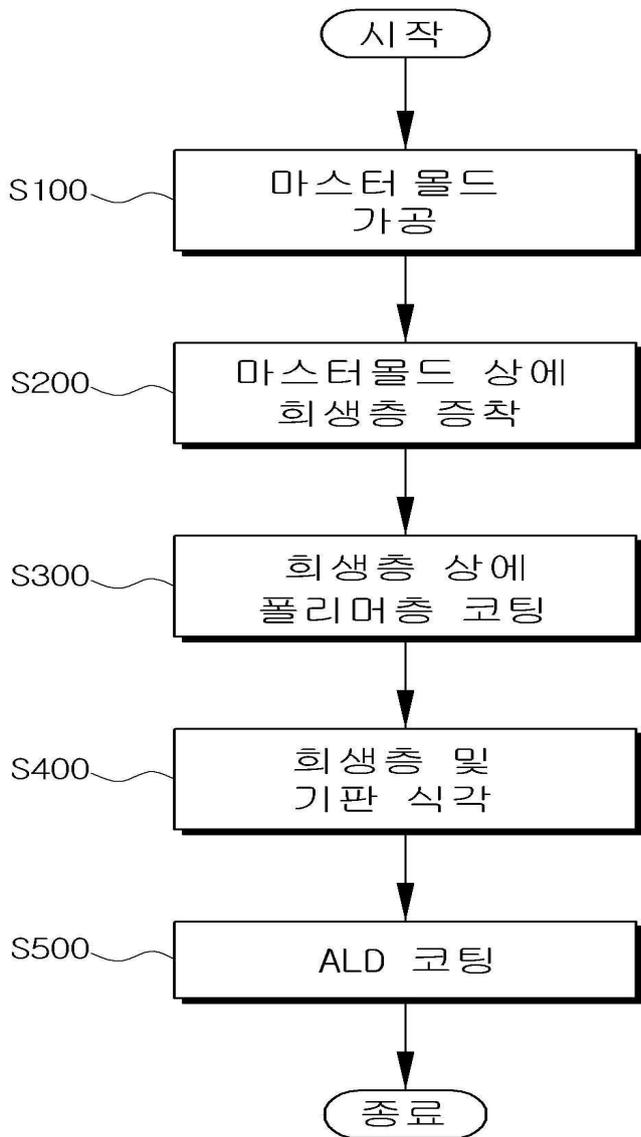
- [0046] 상기 제 4 단계(S400)는 도 2의 (d)와 같이, 표면 세척을 통해 폴리머층(300) 하부의 희생층(200) 및 기판(100)을 식각할 수 있다. 이를 통해서, 종횡비가 큰 나노 패턴이 형성되어 본 발명의 하나의 특징인 초소수성, 초발수성을 갖는 폴리이미드 필름(PI)이 형성된다.
- [0047] 상기 제 4 단계(S400)는 불산(HF, Hydrofluoric acid), 버퍼산화식각(BOE, Buffered Oxide Etchant), 인산(Phosphoric Acid) 용액 중 어느 하나를 이용하여, 폴리머층(300) 하부의 희생층(200) 및 기판(100)을 식각할 수 있다.
- [0048] 상기 제 5 단계(S500)는 도 2의 (e)와 같이, 상기 제 4 단계(S400)의 표면 세척에 의해 하부의 희생층(200) 및 기판(100)이 식각된 폴리머층(300)의 표면에 원자층 증착법을 다시 한번 이용하여, 원자층(400)을 코팅할 수 있다. 이를 통해서, 폴리머층(300)에 기상 상태의 수증기 또는 산소 등에 대한 저항성이 향상되어, 최종적으로 초소수성, 초발수성과 동시에 비침투성을 갖는 폴리이미드 필름이 형성된다.
- [0049] 상기 제 5 단계(S500)는 원자층 증착법으로 플라즈마-강화 원자층 증착법 또는 Thermal ALD를 이용하여 도 2의 (e)와 같이, 폴리머층(300)의 표면에 원자층(400)인 ALD 층을 코팅할 수 있다.
- [0050] 원자층(400)인 ALD 층의 두께는 미리 설정된 임계값 이하인 것이 바람직하며, 미리 설정된 임계값으로는 기상 상태의 수증기와 산소를 차단할 수 있으며, 유연성을 유지할 수 있는 두께가 적절하다.
- [0051] 이러한 본 발명의 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름 제조 방법의 각 단계를 통해, 제조된 비침투성과 초소수성을 갖는 폴리이미드 필름은 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같이, 마스터 몰드에 가공한 나노 패턴의 종횡비 a : b는 1 : 5 이상의(바람직하게는 1 : 10 이상) 큰 나노 패턴이 PI 층에 그대로 형성되어 있어, 접촉각(Contact Angle)  $\theta$ 는 150° 이상, 바람직하게는 170° 이상을 나타낸다.
- [0052] 더불어, 경사각(Sliding Angle)의 히스테리시스(Hysteresis)는 10° 이하를 나타냄으로써, 초소수성, 초발수성을 갖음과 동시에, 표면에 코팅된 원자층인 ALD 층으로 인해 비침투성을 갖는 고분자 필름이다.
- [0053] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 소자 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것 일 뿐, 본 발명은 상기의 일 실시예에 한정되는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0054] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허 청구 범위뿐 아니라 이 특허 청구 범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

**부호의 설명**

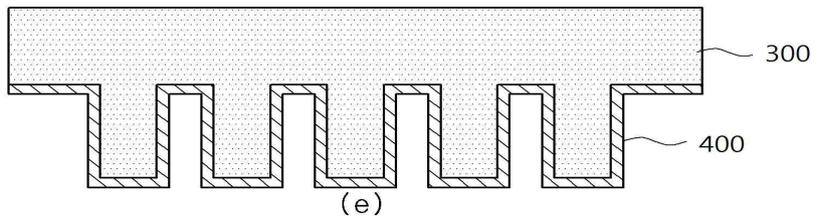
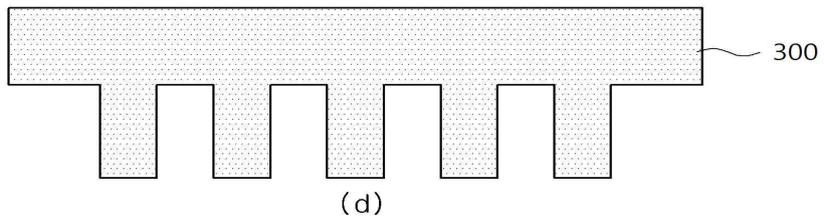
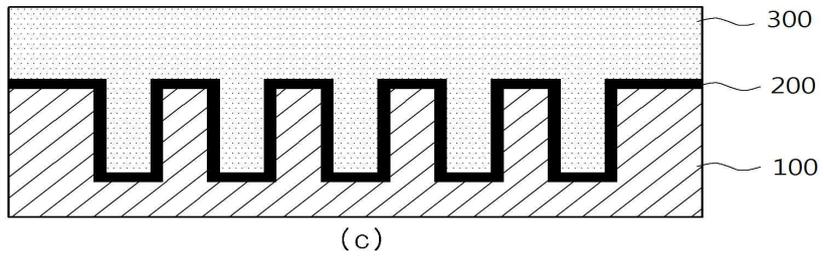
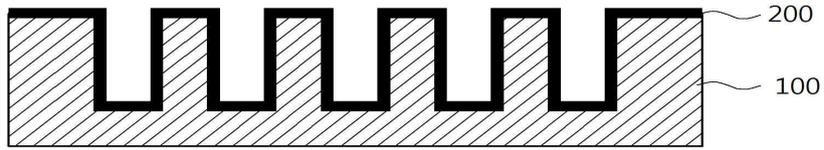
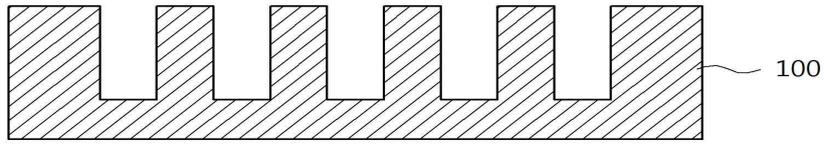
- [0055] 100 : 기판
- 200 : 희생층
- 300 : 폴리머층
- 400 : 원자층

도면

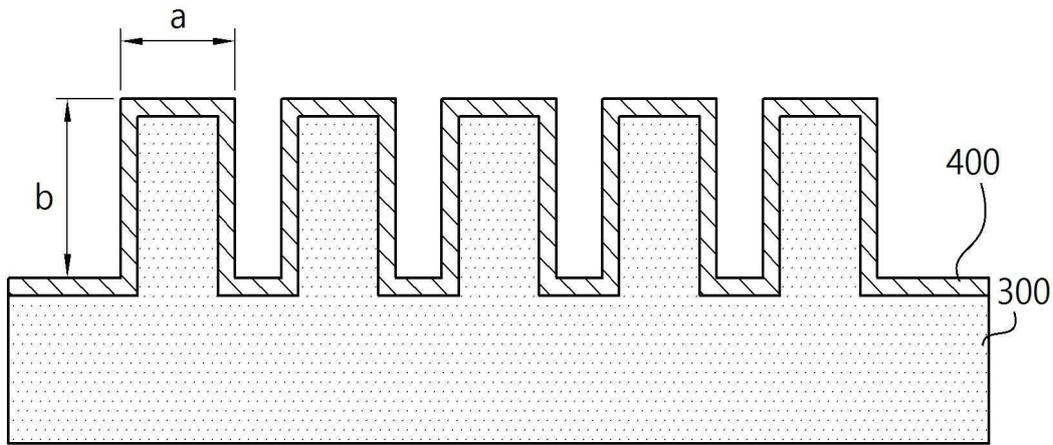
도면1



도면2



도면3



도면4

