



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0000563
(43) 공개일자 2016년01월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B82B 3/00 (2006.01) B29C 59/02 (2006.01)

B41M 5/00 (2006.01) G03F 7/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0077599

(22) 출원일자 2014년06월24일

심사청구일자 2014년06월24일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

박세근

서울특별시 서초구 반포대로 122 (서초동, 현대ESA2아파트)A-1004

김명수

경기 고양시 덕양구 충장로 118-30, 213동 706호 (행신동, 샘터마을2단지아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이원희

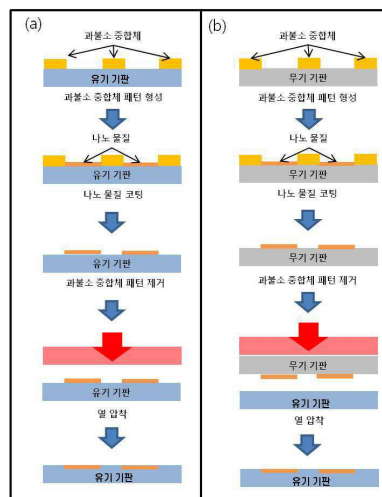
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 나노 물질 패턴의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 기판 상부에 과불소 중합체 패턴을 형성하는 단계(단계 1); 상기 단계 1의 패턴이 형성된 기판에 나노 물질이 분산되어 있는 분산액을 도포하는 단계(단계 2); 및 상기 단계 2의 기판에 형성된 과불소 중합체 패턴을 제거하는 단계(단계 3);를 포함하는 나노 물질 패턴의 제조방법을 제공한다. 본 발명에 따른 나노 물질 패턴의 제조방법은 리프트-오프 방법으로 유기 기판에 삽입된 나노 물질 패턴을 제조함에 있어서, 과불소 중합체를 사용하여 나노 물질 패턴을 형성하고난 후의 과불소 중합체 패턴을 제거하는 것이 용이하며, 기판 및 나노 물질에 손상을 가하지 않기 때문에 우수한 나노 물질 패턴을 형성할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

이진균

인천광역시 연수구 해돋이로84번길 30 (송도동, 송
도금호어울림아파트) 102동 102호

정석현

인천 남구 인하로91번길 134-1, 리더스캠프 301호
(용현동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 49803-1

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 기본연구(교육부)

연구과제명 다중 나노임프린트 리소그래피를 이용한 3차원 구조물 제작공정 개발과 이중마이크로렌즈
어레이 응용기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2014.06.01 ~ 2015.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

기관 상부에 과불소 중합체 패턴을 형성하는 단계(단계 1);

상기 단계 1의 패턴이 형성된 기관에 나노 물질이 분산되어 있는 분산액을 도포하는 단계(단계 2); 및

상기 단계 2의 기관에 형성된 과불소 중합체 패턴을 제거하는 단계(단계 3);를 포함하는 나노 물질 패턴의 제조 방법.

청구항 2

기관 상부에 과불소 중합체 패턴을 형성하는 단계(단계 1);

상기 단계 1의 패턴이 형성된 기관에 나노 물질이 분산되어 있는 분산액을 도포하는 단계(단계 2);

상기 단계 2의 기관에 형성된 과불소 중합체 패턴을 제거하는 단계(단계 3); 및

상기 단계 3에서 과불소 중합체 패턴이 제거되어 형성된 나노 물질 패턴을 기관 내부로 삽입시키는 단계(단계 4);를 포함하는 나노 물질 패턴의 제조방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 단계 1에서 패턴을 형성하는 방법은,

블록부와 오목부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계(단계 a);

과불소 중합체를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계(단계 b);

상기 단계 a에서 준비된 고분자 몰드에 상기 단계 b에서 준비된 고분자 용액을 도포하여 고분자 몰드의 블록부 표면에 고분자 층을 형성하는 단계(단계 c); 및

상기 단계 c에서 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기관에 접촉시켜 고분자 몰드의 블록부 표면에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계(단계 d);를 포함하는 나노 물질 패턴의 제조방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 단계 a의 고분자 몰드는 하드-폴리디메틸실록세인(h-PDMS) 몰드 또는 소프트-폴리디메틸실록세인(s-PDMS) 몰드인 것을 특징으로 하는 나노 물질 패턴의 제조방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 단계 b의 고분자 용액은 플루오르계 용매를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 물질 패턴의 제조방법.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 단계 b의 과불소 중합체의 함량은 전체 고분자 용액에 대하여 1 내지 50 중량%인 것을 특징으로 하는 나노 물질 패턴의 제조방법.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 단계 1에서 패턴을 형성하는 방법은,

블록부와 오목부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계(단계 a);

과불소 중합체를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계(단계 b);

상기 단계 a에서 준비된 고분자 몰드에 상기 단계 b에서 준비된 고분자 용액을 도포하여 고분자 몰드의 오목부 내부에 고분자 층을 형성하는 단계(단계 c); 및

상기 단계 c에서 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시키고, 압력을 가하여 고분자 몰드의 오목부 내부에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계(단계 d);를 포함하는 나노 물질 패턴의 제조방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 단계 d에서 고분자 몰드에 가하는 압력은 0.1 내지 5.0 Mpa인 것을 특징으로 하는 나노 물질 패턴의 제조 방법.

청구항 9

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 단계 1에서 패턴을 형성하는 방법은,

블록부와 오목부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계(단계 a);

과불소 중합체를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계(단계 b);

상기 단계 a에서 준비된 고분자 몰드에 상기 단계 b에서 준비된 고분자 용액을 도포하여 고분자 몰드의 블록부 표면 및 오목부 내부에 고분자 층을 형성하는 단계(단계 c);

상기 단계 c에서 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시켜 고분자 몰드의 블록부 표면에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계(단계 d); 및

상기 단계 d가 수행된 고분자 몰드를 사용하여 새로운 기판에 접촉시키고, 압력을 가하여 고분자 몰드의 오목부 내부에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계(단계 e);를 포함하는 나노 물질 패턴의 제조방법.

청구항 10

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 단계 1에서 패턴을 형성하는 방법은,

과불소 중합체를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계(단계 a);

상기 단계 a에서 준비된 고분자 용액을 기판 상부에 도포하여 과불소 중합체 박막을 형성하는 단계(단계 b);

상기 단계 b에서 형성된 과불소 중합체 박막 상부에 패터닝 마스크를 올리고 자외선을 조사하는 단계(단계 c); 및

상기 단계 c에서 자외선이 조사되지 않은 부분을 용매로 제거하는 단계(단계 d);를 포함하는 나노 물질 패터닝의 제조방법.

청구항 11

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 단계 1에서 패터닝을 형성하는 방법은,

과불소 중합체를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계(단계 a);

상기 단계 a에서 준비된 용액을 고분자 몰드 상부에 도포하여 과불소 중합체 박막을 형성하는 단계(단계 b);

상기 단계 b에서 형성된 과불소 중합체 박막 상부에 패터닝 마스크를 올리고 자외선을 조사하는 단계(단계 c);

상기 단계 c에서 자외선이 조사되지 않은 부분을 용매로 제거하여 패터닝을 형성하는 단계(단계 d); 및

상기 단계 d에서 형성된 패터닝을 기판에 접촉시켜 고분자 몰드 표면에 형성된 패터닝을 전사하는 단계(단계 e);를 포함하는 나노 물질 패터닝의 제조방법.

청구항 12

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 단계 1에서 패터닝을 형성하는 방법은 미세 인쇄 접촉 기술, 포토리소그래피법, 임프린트법, 잉크젯 프린팅 및 디스펜싱으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1 종의 방법인 것을 특징으로 하는 나노 물질 패터닝의 제조방법.

청구항 13

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 단계 1의 과불소 중합체는 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate)를 포함하는 단일 중합체 또는 공중합체인 것을 특징으로 하는 나노 물질 패터닝의 제조방법.

청구항 14

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 단계 1의 기판은 실리콘 기판, 유리 기판, 폴리 메틸 메타크릴레이트(Poly methyl methacrylate, PMMA) 기판, 폴리 비닐 피롤리돈(Poly vinyl pyrrolidone, PVP) 기판, 폴리스타이렌(Polystyrene, PS) 기판, 폴리카보네이트(Polycarbonate, PC) 기판, 폴리에테르술폰(Polyethersulfone, PES) 기판, 고리형 올레핀 고분자(Cyclic olefin copolymer, COC) 기판, TAC(Triacetylcellulose) 기판, 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol) 기판, 폴리이미드(Polyimide, PI) 기판, 폴리에틸렌테레프탈레이트(Polyethyleneterephthalate, PET) 기판 및 폴리에틸렌나프탈레이트(Polyethylenenaphthalate, PEN) 기판으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1 종인 것을 특징으로 하는 나노 물질 패터닝의 제조방법.

청구항 15

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 단계 1에서 형성된 패턴의 두께는 50 nm 내지 10 μ m인 것을 특징으로 하는 나노 물질 패턴의 제조방법.

청구항 16

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 단계 2의 나노 물질은 금속 나노 와이어, 산화물 나노 와이어, 탄소 나노 튜브, 그래핀, 금속 나노 입자 및 산화물 나노 입자로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1 종 이상인 것을 특징으로 하는 나노 물질 패턴의 제조방법.

청구항 17

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 단계 3에서 과불소 중합체 패턴의 제거는 플루오르계 용매를 사용하여 수행되는 것을 특징으로 하는 나노 물질 패턴의 제조방법.

청구항 18

제2항에 있어서,

상기 단계 1의 기관이 유기 기관일 경우에 상기 단계 4는,

상기 나노 물질 패턴이 형성된 기관 상부에 열압착을 수행하여 나노 물질 패턴을 상기 기관 내부로 삽입시키는 방법으로 수행되는 것을 특징으로 하는 나노 물질 패턴의 제조방법.

청구항 19

제2항에 있어서,

상기 단계 1의 기관이 무기 기관일 경우에 상기 단계 4는,

상기 나노 물질 패턴이 형성된 기관의 패턴 부분을 새로운 유기 기관과 접촉시킨 후, 열압착을 수행하여 상기 나노물질 패턴을 새로운 유기기관에 삽입시키는 방법으로 수행되는 것을 특징으로 하는 나노 물질 패턴의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 나노 물질 패턴의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

대표적인 투명 전극 물질 중에 하나인 인듐 틴 옥사이드(ITO)는 액정 표시 장치, 유기 전계 발광 표시 장치, 터치 스크린, 전자 발광 장치 및 광전지와 같은 다양한 소자에서 응용되고 있다. 최근, 평판 디스플레이는 대면적화되면서 기존의 ITO를 사용하는 경우 면 저항이 증가하는 문제점을 가지고 있다. 한편, 플렉서블 디스플레이에 적용하는 경우에도 ITO는 갈라짐 현상이 발생하여 적용이 제한되는 문제점이 있다.

이를 대체하기 위하여, ITO 대신에 금속 나노 와이어, 탄소 나노 튜브, 그래핀 및 전도성 폴리머 등을 이용하거나, 메쉬(mesh) 패턴을 가진 금속 박막을 사용하는 기술이 개발되고 있다.

- [0004] 한편, 금속 나노 와이어, 탄소 나노 튜브, 그래핀 등의 물질들은 필름 형태를 만들기 위하여 특정 용매에 포함시켜 분산액 형태로 사용하게 되는데, 이때 분산액 기반의 물질 패턴을 형성하는 방법은 제한적이다.
- [0005] 상기와 같이 분산액 기반의 물질 패턴 형성 방법은 분산액을 코팅시킴으로써 물질을 코팅시킨 후, 상기 코팅된 물질에 패턴을 형성하기 위하여 식각하는 방법을 사용하는 것이 일반적이다. 일례로써, 대한민국 공개특허 제 10-2013-0048717호에서는 나노와이어 기반의 투명 도전체 및 이를 패터닝하는 방법이 개시된 바 있으며, 상세하게는, 저시도 또는 비가시성 패턴들을 생성시키는 부분 에칭에 관한 것이다.
- [0006] 그 외 다른 패턴 형성 방법으로 구리 나노와이어를 산화시킨 후 레이저를 조사하여 산화된 구리 나노와이어를 환원시킴으로써 소결된 나노와이어를 생성하는 나노와이어 제조방법 및 나노와이어 패턴 형성방법이 개시된 바 있으며(대한민국 등록특허 제10-1357179호), 패턴화된 몰드 위에 은 나노 와이어를 코팅하고 코팅된 은 나노 와이어를 기판으로 직접 전사시키는 기술이 개시된 바 있고(Nano. Res., 3, 562, 2010), 기판 위에 도파관으로 부분적으로 친수성 처리하여 그 패턴을 형성하는 기술이 개시된 바 있다(ACS Appl. Mater. Interfaces., 4, 1855, 2012).
- [0007] 한편, 반도체 공정에서 흔히 쓰는 리프트-오프(lift-off) 방법은 기판 위에 포토리소그래피 방법으로 포토레지스트(photoresist) 패턴을 먼저 형성한 후, 패턴을 형성하려는 물질을 그 위에 코팅하여 포토레지스트를 제거하는 방법이다. 하지만, 분산액을 다음 공정에 적용하기에는 제한적인 사항이 있다. 첫 번째로 유기 기판 위에 포토레지스트 패턴을 형성하는 것이 어려운 문제점이 있으며, 두 번째로 포토레지스트 패턴이 분산액으로 사용하는 특정 용매(예를 들어, IPA, 에탄올 등)에 의해서 제거되는 문제점이 있다. 설령, 포토레지스트 패턴이 제거되지 않더라도, 포토레지스트 패턴의 제거 공정 시 아세톤과 같은 용매에 의해 나노 와이어 등의 나노 물질이 박리 되는 문제점이 있다.
- [0008] 따라서, 리프트-오프 방법으로 분산액에 들어있는 물질을 패턴화할 때에는, 분산액 용매가 유기 기판 위에 형성되어 있는 중합체(polymer) 패턴을 제거시키면 안되며, 패턴화된 중합체를 제거하는 용매가 나노 와이어 등의 나노 물질과 반응하여 나노 물질이 기판으로부터 박리가 되면 안된다. 또한, 패턴화된 중합체를 제거하는 용매가 유기 기판에 영향을 주지 않아야 된다.
- [0009] 한편, 기판 위에 코팅된 나노 물질은 랜덤 네트워크 구조로써 기판 표면과의 단차가 발생하게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 유기기판에 삽입된 기술이 개시된 바 있다. 일례로써, 기판 표면에 은 나노 와이어를 코팅하고, 그 위에 UV 경화 폴리머를 코팅한 후 기판과 분리하여, UV 경화 폴리머에 삽입된 기술이 제시되었다(SCIENTIFIC REPORTS, 4, 4788, 2014). 그 외, 은 나노와이어를 코팅한 기판에 롤투를 방식으로 열과 압력을 가하여 기판에 삽입한 구조도 보고 된 바 있다(ACS Appl. Mater. Interfaces, 5, 12663, 2013). 이와 같이 경화 폴리머 및 열 압착 방법으로 유기 기판에 삽입함으로써, 나노 물질 간의 연결성을 증가시키고 기판과의 평탄화를 시킬 수 있다.
- [0010] 이에, 본 발명자들은 상기와 같은 조건을 만족하는 나노 물질 패턴의 제조방법에 대하여 연구하던 중, 기판에 과불소 중합체를 사용하여 중합체 패턴을 형성하며, 상기 형성된 중합체 패턴에 나노 물질이 분산된 분산액을 사용하여 나노 물질을 패턴화시키거나, 이를 이용하여 유기 기판에 삽입된 형태의 나노 물질을 패턴화시키는 방법을 개발하고, 본 발명을 완성하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명의 목적은 나노 물질 패턴의 제조방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은

[0013] 기관 상부에 과불소 중합체 패턴을 형성하는 단계(단계 1);

[0014] 상기 단계 1의 패턴이 형성된 기관에 나노 물질이 분산되어 있는 분산액을 도포하는 단계(단계 2); 및

[0015] 상기 단계 2의 기관에 형성된 과불소 중합체 패턴을 제거하는 단계(단계 3);를 포함하는 나노 물질 패턴의 제조 방법을 제공한다.

[0016] 또한, 본 발명은

[0017] 기관 상부에 과불소 중합체 패턴을 형성하는 단계(단계 1);

[0018] 상기 단계 1의 패턴이 형성된 기관에 나노 물질이 분산되어 있는 분산액을 도포하는 단계(단계 2);

[0019] 상기 단계 2의 기관에 형성된 과불소 중합체 패턴을 제거하는 단계(단계 3); 및

[0020] 상기 단계 3에서 과불소 중합체 패턴이 제거되어 형성된 나노 물질 패턴을 기관 내부로 삽입시키는 단계(단계 4);를 포함하는 나노 물질 패턴의 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[0021] 본 발명에 따른 나노 물질 패턴의 제조방법은 리프트-오프 방법으로 유기 기관에 삽입된 나노 물질 패턴을 제조함에 있어서, 과불소 중합체를 사용하여 나노 물질 패턴을 형성하고난 후의 과불소 중합체 패턴을 제거하는 것이 용이하며, 기관 및 나노 물질에 손상을 가하지 않기 때문에 우수한 나노 물질 패턴을 형성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명에 따른 단계 4에서 나노 물질 패턴을 기관 내부로 삽입시키는 방법에 일례를 나타낸 모식도이고;

도 2 및 도 3은 본 발명에 따른 실시예 1 및 실시예 2에서 형성된 유기 기관에 삽입된 나노 물질 패턴을 주사 전자 현미경(Scanning electron microscope, SEM)으로 관찰한 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 본 발명은

[0024] 기관 상부에 과불소 중합체 패턴을 형성하는 단계(단계 1);

[0025] 상기 단계 1의 패턴이 형성된 기관에 나노 물질이 분산되어 있는 분산액을 도포하는 단계(단계 2); 및

[0026] 상기 단계 2의 기관에 형성된 과불소 중합체 패턴을 제거하는 단계(단계 3);를 포함하는 나노 물질 패턴의 제조 방법을 제공한다.

[0027] 이하, 본 발명에 따른 나노 물질 패턴의 제조방법에 대하여 각 단계별로 상세히 설명한다.

[0028] 먼저, 본 발명에 따른 나노 물질 패턴의 제조방법에 있어서, 단계 1은 기관 상부에 과불소 중합체 패턴을 형성

하는 단계이다.

[0029] 상기 단계 1에서는 일반적으로 사용될 수 있는 기관 상부에 과불소 중합체 패턴을 형성한다.

[0030] 구체적으로, 상기 단계 1의 과불소 중합체는 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate)를 포함하는 단일 중합체 또는 공중합체를 사용할 수 있다. 이때, 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate)에서 알킬은 C₃ 내지 C₂₀의 직쇄 또는 측쇄 알킬일 수 있으며, 바람직하게는 C₆ 내지 C₁₂의 직쇄 또는 측쇄 알킬일 수 있다. 또한, 플루오르기(-F)를 6 개 이상 포함할 수 있다. 나아가, 적정량의 비불소화 단량체를 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate)와 공중합하여 고불소화 용제와의 용해성을 확보한 공중합체, 상용화되어 있는 비결정성 고분자 재료인 CYTOP, TEFLON AF 등일 수 있다. 일례로써, 폴리(1H,1H,2H,2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)(Poly(1H,1H,2H,2H-Perfluorodecyl methacrylate, PFDMA))일 수 있다.

[0031] 또한, 상기 단계 1의 기관은 과불소 중합체와의 접착력이 우수한 기관이면 제한되지 않고 사용할 수 있으나, 일례로써 실리콘 기관, 유리 기관, 폴리 메틸 메타크릴레이트(Poly methyl methacrylate, PMMA) 기관, 폴리 비닐 피롤리돈(Poly vinyl pyrrolidone, PVP) 기관, 폴리스타이렌(Polystyrene, PS) 기관, 폴리카보네이트(Polycarbonate, PC) 기관, 폴리에테르술폰(Polyethersulfone, PES) 기관, 고리형 올레핀 고분자(Cyclic olefin copolymer, COC) 기관, TAC(Triacetylcellulose) 기관, 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol) 기관, 폴리이미드(Polyimide, PI) 기관, 폴리에틸렌테레프탈레이트(Polyethyleneterephthalate, PET) 기관 및 폴리에틸렌 나프탈레이트(Polyethylenenaphthalate, PEN) 기관 등을 사용할 수 있다.

[0032] 나아가, 상기 단계 1에서 패턴을 형성하는 방법은 미세 인쇄 접촉 기술, 포토리소그래피법, 임프린트법, 잉크젯 프린팅 및 디스펜싱 등 다양한 방법을 사용할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

[0033] 이때, 상기 단계 1에서 패턴을 형성하는 방법은, 일례로써

[0034] 볼록부와 오목부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계(단계 a);

[0035] 과불소 중합체를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계(단계 b);

[0036] 상기 단계 a에서 준비된 고분자 몰드에 상기 단계 b에서 준비된 고분자 용액을 도포하여 고분자 몰드의 볼록부 표면에 고분자 층을 형성하는 단계(단계 c); 및

[0037] 상기 단계 c에서 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기관에 접촉시켜 고분자 몰드의 볼록부 표면에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계(단계 d);를 포함하는 방법을 사용할 수 있다.

[0038] 먼저, 상기 단계 a는 볼록부와 오목부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계이다.

[0039] 구체적으로, 상기 단계 a는 원하는 패턴을 형성하기 위하여 볼록부와 오목부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계이다. 이때, 고분자 몰드는 주형(Template)을 사용하여 준비할 수 있으며, 상기 주형(Template)의 볼록부 및 오목부의 간격, 폭, 깊이 등을 조절하여 원하는 패턴을 가지는 고분자 몰드를 준비할 수 있다.

[0040] 또한, 상기 단계 a의 고분자 몰드의 준비는 예를 들어, 패턴이 형성된 주형인 마스터(Master)에 고분자를 도포하여 형성할 수 있다. 이때, 형성되는 고분자 몰드의 패턴은 0.5 내지 50 μm 의 간격으로 0.1 내지 10 μm 의 두께의 선이 균일하게 형성될 수 있으며, 상기 선은 0.1 내지 10 μm 의 높이를 가질 수 있으나, 이에 제한되지 않고 주형인 마스터의 패턴에 따라 다양한 패턴을 가지는 고분자 몰드를 준비하여 사용할 수 있다.

- [0041] 나아가, 상기 단계 a의 고분자 몰드는 하드-폴리디메틸실록세인(h-PDMS) 몰드 또는 소프트-폴리디메틸실록세인(s-PDMS) 몰드일 수 있으며, 바람직하게는 하드-폴리디메틸실록세인 몰드일 수 있다.
- [0042] 다음으로, 상기 단계 b는 과불소 중합체를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계이다.
- [0043] 구체적으로, 상기 단계 b는 과불소 중합체를 용매에 녹여 상기 단계 a에서 준비된 몰드에 고분자 층을 형성하기 위하여 고분자 용액을 준비하는 단계이다.
- [0044] 이때, 상기 단계 b의 고분자 용액은 플루오르계 용매를 포함할 수 있으며, 상기 플루오르계 용매는 하이드로플루오로에테르(Hydrofluoroether, HFE), 하이드로플루오로카본(Hydrofluorocarbon), 퍼플루오로카본(Perfluorocarbon) 및 고불소화 방향족 용매(Highly fluorinated aromatic solvent)를 사용할 수 있으나, 과불소 중합체를 용해시킬 수 있는 용매이면 이에 제한되지 않고 사용할 수 있다.
- [0045] 또한, 상기 단계 b의 과불소 중합체의 함량은 전체 고분자 용액에 대하여 1 내지 50 중량%인 것이 바람직하다. 만약, 상기 단계 b에서 과불소 중합체의 함량이 전체 고분자 용액에 대하여 1 중량% 미만일 경우에는 상기 고분자 용액을 고분자 몰드에 도포하여 고분자 층을 형성할 때, 고분자 몰드 볼록부 표면에 고르게 형성하기 어려우며, 수 nm의 두께로 형성되기 때문에 형성되는 패턴을 마스크로 사용하기 어려운 문제가 있으며, 50 중량%를 초과하는 경우에도 과량의 고분자 함량으로 인하여 고르게 도포하기 어려운 문제가 있다.
- [0046] 다음으로, 상기 단계 c는 상기 단계 a에서 준비된 고분자 몰드에 상기 단계 b에서 준비된 고분자 용액을 도포하여 고분자 몰드의 볼록부 표면에 고분자 층을 형성하는 단계이다.
- [0047] 미세 접촉 인쇄 기술은 각각의 물질들(고분자 몰드, 패턴을 형성할 고분자 및 기판) 사이의 접착력(adhesion force)의 차이에 의해 수행되는 것으로, 몰드(mold)와 고분자 사이의 접착력과 고분자와 기판(substrate) 사이의 접착력의 차이가 큰 경우에 전사를 수행할 수 있다. 상기 접착력은 각각의 물질들의 표면 에너지와 관련이 있으며, 이러한 표면 에너지를 변화시키기 위하여 일례로써, 몰드에 산소 플라즈마 처리를 하거나, 특정 화학 용액을 코팅하기도 한다. 그러나, 유기 기판이 필요한 소자의 경우, 이러한 표면 처리가 유기 기판에 영향을 주어 소자의 특성 저하를 발생시킬 수 있는 문제가 있다.
- [0048] 상기 방법은 별도의 표면 처리 없이 패턴을 형성할 수 있으며, 이를 위해 상기 단계 c에서는 상기 단계 a에서 준비된 고분자 몰드와 접착력이 약한 과불소 중합체를 사용하여 고분자 몰드의 볼록부 표면에 고분자 층을 형성한다.
- [0049] 구체적으로, 상기 단계 c에서 도포하는 방법은 균일하게 고분자 층을 형성할 수 있는 방법이면 제한되지 않고 사용할 수 있으나, 스핀 코팅(Spin coating)을 사용하여 수행할 수 있다. 이때, 상기 스핀 코팅은 500 내지 3,000 rpm으로 10 내지 120 초 동안 수행할 수 있다.
- [0050] 다음으로, 상기 단계 d는 상기 단계 c에서 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시켜 고분자 몰드의 볼록부 표면에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계이다.
- [0051] 상기 단계 d에서는 미세 접촉 인쇄 기술을 사용하여 과불소 중합체로 이루어진 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시켜 고분자 몰드 볼록부 표면에 형성된 고분자 층을 기판에 전사시킴으로써 패턴을 형성한다.
- [0052] 구체적으로, 상기 단계 d의 기판은 과불소 중합체와의 접착력이 우수한 기판이면 제한되지 않고 사용할 수 있으나, 일례로써 실리콘 기판, 유리 기판, 폴리 메틸 메타크릴레이트(Poly methyl methacrylate, PMMA) 기판, 폴리 비닐 피롤리돈(Poly vinyl pyrrolidone, PVP) 기판, 폴리스타이렌(Polystyrene, PS) 기판, 폴리카보네이트(Polycarbonate, PC) 기판, 폴리에테르술폰(Polyethersulfone, PES) 기판, 고리형 올레핀 고분자(Cyclic

olefin copolymer, COC) 기판, TAC(Triacetylcellulose) 기판, 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol) 기판, 폴리이미드(Polyimide, PI) 기판, 폴리에틸렌테레프탈레이트(Polyethyleneterephthalate, PET) 기판 및 폴리에틸렌 나프탈레이트(Polyethylenenaphthalate, PEN) 기판 등을 사용할 수 있다.

[0053] 이때, 상기 단계 d에서 고분자 층의 전사는 고분자 몰드와 고분자 층 사이의 접착력과 고분자 층과 기판 사이의 접착력 차이로 인하여 수행될 수 있으며, 접착력 차이가 큰 경우에 전사가 수행되어 상기 기판에 패턴이 형성된다.

[0054] 또한, 상기 단계 d에서 전사되어 형성된 고분자 패턴의 두께는 50 내지 500 nm인 것이 바람직하다. 상기 단계 d에서 전사되어 형성된 패턴은 고분자 몰드 블록부 표면에 도포된 고분자 층의 두께와 동일하며, 약 50 내지 500 nm의 두께를 가진다.

[0055] 나아가, 상기 단계 1에서 패턴을 형성하는 방법은, 또 다른 일례로써

[0056] 블록부와 오목부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계(단계 a);

[0057] 과불소 중합체를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계(단계 b);

[0058] 상기 단계 a에서 준비된 고분자 몰드에 상기 단계 b에서 준비된 고분자 용액을 도포하여 고분자 몰드의 오목부 내부에 고분자 층을 형성하는 단계(단계 c); 및

[0059] 상기 단계 c에서 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시키고, 압력을 가하여 고분자 몰드의 오목부 내부에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계(단계 d);를 포함하는 방법을 사용할 수 있다.

[0060] 먼저, 상기 단계 a는 블록부와 오목부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계이다.

[0061] 구체적으로, 상기 단계 a는 원하는 패턴을 형성하기 위하여 블록부와 오목부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계이다. 이때, 고분자 몰드는 주형(Template)을 사용하여 준비할 수 있으며, 상기 주형(Template)의 블록부 및 오목부의 간격, 폭, 깊이 등을 조절하여 원하는 패턴을 가지는 고분자 몰드를 준비할 수 있다.

[0062] 또한, 상기 단계 a의 고분자 몰드의 준비는 예를 들어, 패턴이 형성된 주형인 마스터(Master)에 고분자를 도포하여 형성할 수 있다. 이때, 형성되는 고분자 몰드의 패턴은 0.5 내지 50 μm 의 간격으로 0.1 내지 10 μm 의 두께의 선이 균일하게 형성될 수 있으며, 상기 선은 0.1 내지 10 μm 의 높이를 가질 수 있으나, 이에 제한되지 않고 주형인 마스터의 패턴에 따라 다양한 패턴을 가지는 고분자 몰드를 준비하여 사용할 수 있다.

[0063] 나아가, 상기 단계 a의 고분자 몰드는 하드-폴리디메틸실록세인(h-PDMS) 몰드 또는 소프트-폴리디메틸실록세인(s-PDMS) 몰드일 수 있으며, 바람직하게는 하드-폴리디메틸실록세인 몰드일 수 있다.

[0064] 다음으로, 상기 단계 b는 과불소 중합체를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계이다.

[0065] 구체적으로, 상기 단계 b는 과불소 중합체를 용매에 녹여 상기 단계 a에서 준비된 몰드에 고분자 층을 형성하기 위하여 고분자 용액을 준비하는 단계이다.

[0066] 이때, 상기 단계 b의 고분자 용액은 플루오르계 용매를 포함할 수 있으며, 상기 플루오르계 용매는 하이드로플루오로에테르(Hydrofluoroether, HFE), 하이드로플루오로카본(Hydrofluorocarbon), 퍼플루오로카본(Perfluorocarbon) 및 고불소화 방향족 용매(Highly fluorinated aromatic solvent)를 사용할 수 있으나, 과불소 중합체를 용해시킬 수 있는 용매이면 이에 제한되지 않고 사용할 수 있다.

- [0067] 또한, 상기 단계 b의 과불소 중합체의 함량은 전체 고분자 용액에 대하여 1 내지 50 중량%인 것이 바람직하다. 만약, 상기 단계 b에서 과불소 중합체의 함량이 전체 고분자 용액에 대하여 1 중량% 미만일 경우에는 상기 고분자 용액을 고분자 몰드에 도포하여 고분자 층을 형성할 때, 고분자 몰드 블록부 표면에 고르게 형성하기 어려우며, 수 nm의 두께로 형성되기 때문에 형성되는 패턴을 마스크로 사용하기 어려운 문제가 있으며, 50 중량%를 초과하는 경우에도 과량의 고분자 함량으로 인하여 고르게 도포하기 어려운 문제가 있다.
- [0068] 다음으로, 상기 단계 c는 상기 단계 a에서 준비된 고분자 몰드에 상기 단계 b에서 준비된 고분자 용액을 도포하여 고분자 몰드의 오목부 내부에 고분자 층을 형성하는 단계이다.
- [0069] 미세 접촉 인쇄 기술은 각각의 물질들(고분자 몰드, 패턴을 형성할 고분자 및 기판) 사이의 접착력(adhesion force)의 차이에 의해 수행되는 것으로, 몰드(mold)와 고분자 사이의 접착력과 고분자와 기판(substrate) 사이의 접착력의 차이가 큰 경우에 전사를 수행할 수 있다. 상기 접착력은 각각의 물질들의 표면 에너지와 관련이 있으며, 이러한 표면 에너지를 변화시키기 위하여 일례로써, 몰드에 산소 플라즈마 처리를 하거나, 특정 화학 용액을 코팅하기도 한다. 그러나, 유기 기판이 필요한 소자의 경우, 이러한 표면 처리가 유기 기판에 영향을 주어 소자의 특성 저하를 발생시킬 수 있는 문제가 있다.
- [0070] 상기 방법은 별도의 표면 처리 없이 패턴을 형성할 수 있으며, 이를 위해 상기 단계 c에서는 상기 단계 a에서 준비된 고분자 몰드와 접착력이 약한 과불소 중합체를 사용하여 고분자 몰드의 오목부 내부에 고분자 층을 형성한다.
- [0071] 구체적으로, 상기 단계 c에서 도포하는 방법은 균일하게 고분자 층을 형성할 수 있는 방법이면 제한되지 않고 사용할 수 있으나, 스핀 코팅(Spin coating)을 사용하여 수행할 수 있다. 이때, 상기 스핀 코팅은 500 내지 3,000 rpm으로 10 내지 120 초 동안 수행할 수 있다.
- [0072] 다음으로, 상기 단계 d는 상기 단계 c에서 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시키고, 압력을 가하여 고분자 몰드의 오목부 내부에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계이다.
- [0073] 상기 단계 d에서는 미세 접촉 인쇄 기술을 사용하여 과불소 중합체로 이루어진 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시키고, 일정 압력을 가함으로써 고분자 몰드 오목부 내부에 형성된 고분자 층을 기판에 전사시켜 패턴을 형성한다.
- [0074] 구체적으로, 상기 단계 d의 기판은 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate) 고분자와의 접착력이 우수한 기판이면 제한되지 않고 사용할 수 있으나, 바람직하게는 실리콘 기판, 유리 기판, 폴리 메틸 메타크릴레이트(Poly methyl methacrylate, PMMA) 기판, 폴리 비닐 피롤리돈(Poly vinyl pyrrolidone, PVP) 기판, 폴리스타이렌(Polystyrene, PS) 기판, 폴리카보네이트(Polycarbonate, PC) 기판, 폴리에테르술폰(Polyethersulfone, PES) 기판, 고리형 올레핀 고분자(Cyclic olefin copolymer, COC) 기판, TAC(Triacetylcellulose) 기판, 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol) 기판, 폴리아미드(Polyimide, PI) 기판, 폴리에틸렌테레프탈레이트(Polyethyleneterephthalate, PET) 기판 및 폴리에틸렌나프탈레이트(Polyethylenenaphthalate, PEN) 기판 등을 사용할 수 있다.
- [0075] 또한, 상기 단계 d에서 고분자 몰드에 가하는 압력은 0.1 내지 5.0 Mpa일 수 있다. 만약, 상기 단계 d에서 고분자 몰드에 가하는 압력이 0.1 Mpa 미만일 경우에는 고분자 몰드 내에 형성되어 있는 플루오르계 고분자를 기판에 전사하기 어려운 문제가 있으며, 5.0 Mpa를 초과하는 경우에는 형성되는 고분자 패턴이 약간 뭉개지거나, 고분자 몰드가 손상되는 문제가 있다.

- [0076] 이때, 상기 단계 d에서 고분자 층의 전사는 고분자 몰드와 고분자 층 사이의 접착력과 고분자 층과 기판 사이의 접착력 차이로 인하여 수행될 수 있으며, 접착력 차이가 큰 경우에 전사가 수행되어 상기 기판에 패턴이 형성된다.
- [0077] 또한, 상기 단계 d에서 전사되어 형성된 고분자 패턴의 두께는 0.1 내지 10 μm 일 수 있다. 상기 고분자 몰드 내부, 즉 고분자 몰드의 오목부에 형성되어 있는 플루오르계 고분자는 고분자 몰드의 오목부 깊이에 따라 적절한 두께를 가질 수 있으며, 이를 통해 두꺼운 두께의 고분자 패턴을 형성할 수 있다.
- [0078] 나아가, 상기 단계 1에서 패턴을 형성하는 방법은, 또 다른 일례로써
- [0079] 블록부와 오목부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계(단계 a);
- [0080] 과불소 중합체를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계(단계 b);
- [0081] 상기 단계 a에서 준비된 고분자 몰드에 상기 단계 b에서 준비된 고분자 용액을 도포하여 고분자 몰드의 블록부 표면 및 오목부 내부에 고분자 층을 형성하는 단계(단계 c);
- [0082] 상기 단계 c에서 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시켜 고분자 몰드의 블록부 표면에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계(단계 d); 및
- [0083] 상기 단계 d가 수행된 고분자 몰드를 사용하여 새로운 기판에 접촉시키고, 압력을 가하여 고분자 몰드의 오목부 내부에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계(단계 e);를 포함하는 방법을 사용할 수 있다.
- [0084] 먼저, 상기 단계 a는 블록부와 오목부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계이다.
- [0085] 구체적으로, 상기 단계 a는 원하는 패턴을 형성하기 위하여 블록부와 오목부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계이다. 이때, 고분자 몰드는 주형(Template)을 사용하여 준비할 수 있으며, 상기 주형(Template)의 블록부 및 오목부의 간격, 폭, 깊이 등을 조절하여 원하는 패턴을 가지는 고분자 몰드를 준비할 수 있다.
- [0086] 또한, 상기 단계 a의 고분자 몰드의 준비는 예를 들어, 패턴이 형성된 주형인 마스터(Master)에 고분자를 도포하여 형성할 수 있다. 이때, 형성되는 고분자 몰드의 패턴은 0.5 내지 50 μm 의 간격으로 0.1 내지 10 μm 의 두께의 선이 균일하게 형성될 수 있으며, 상기 선은 0.1 내지 10 μm 의 높이를 가질 수 있으나, 이에 제한되지 않고 주형인 마스터의 패턴에 따라 다양한 패턴을 가지는 고분자 몰드를 준비하여 사용할 수 있다.
- [0087] 나아가, 상기 단계 a의 고분자 몰드는 하드-폴리디메틸실록세인(h-PDMS) 몰드 또는 소프트-폴리디메틸실록세인(s-PDMS) 몰드일 수 있으며, 바람직하게는 하드-폴리디메틸실록세인 몰드일 수 있다.
- [0088] 다음으로, 상기 단계 b는 과불소 중합체를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계이다.
- [0089] 구체적으로, 상기 단계 b는 과불소 중합체를 용매에 녹여 상기 단계 a에서 준비된 몰드에 고분자 층을 형성하기 위하여 고분자 용액을 준비하는 단계이다.
- [0090] 이때, 상기 단계 b의 고분자 용액은 플루오르계 용매를 포함할 수 있으며, 상기 플루오르계 용매는 하이드로플루오로에테르(Hydrofluoroether, HFE), 하이드로플루오로카본(Hydrofluorocarbon), 퍼플루오로카본(Perfluorocarbon) 및 고불소화 방향족 용매(Highly fluorinated aromatic solvent)를 사용할 수 있으나, 과불소 중합체를 용해시킬 수 있는 용매이면 이에 제한되지 않고 사용할 수 있다.
- [0091] 또한, 상기 단계 b의 과불소 중합체의 함량은 전체 고분자 용액에 대하여 1 내지 50 중량%인 것이 바람직하다.

만약, 상기 단계 b에서 과불소 중합체의 함량이 전체 고분자 용액에 대하여 1 중량% 미만일 경우에는 상기 고분자 용액을 고분자 몰드에 도포하여 고분자 층을 형성할 때, 고분자 몰드 블록부 표면에 고르게 형성하기 어려우며, 수 nm의 두께로 형성되기 때문에 형성되는 패턴을 마스크로 사용하기 어려운 문제가 있으며, 50 중량%를 초과하는 경우에도 과량의 고분자 함량으로 인하여 고르게 도포하기 어려운 문제가 있다.

[0092] 다음으로, 상기 단계 c는 상기 단계 a에서 준비된 고분자 몰드에 상기 단계 b에서 준비된 고분자 용액을 도포하여 고분자 몰드의 블록부 표면 및 오목부 내부에 고분자 층을 형성하는 단계이다.

[0093] 미세 접촉 인쇄 기술은 각각의 물질들(고분자 몰드, 패턴을 형성할 고분자 및 기판) 사이의 접착력(adhesion force)의 차이에 의해 수행되는 것으로, 몰드(mold)와 고분자 사이의 접착력과 고분자와 기판(substrate) 사이의 접착력의 차이가 큰 경우에 전사를 수행할 수 있다. 상기 접착력은 각각의 물질들의 표면 에너지와 관련이 있으며, 이러한 표면 에너지를 변화시키기 위하여 일례로써, 몰드에 산소 플라즈마 처리를 하거나, 특정 화학 용액을 코팅하기도 한다. 그러나, 유기 기판이 필요한 소자의 경우, 이러한 표면 처리가 유기 기판에 영향을 주어 소자의 특성 저하를 발생시킬 수 있는 문제가 있다.

[0094] 상기 방법은 별도의 표면 처리 없이 패턴을 형성할 수 있으며, 이를 위해 상기 단계 c에서는 상기 단계 a에서 준비된 고분자 몰드와 접착력이 약한 과불소 중합체를 사용하여 고분자 몰드의 블록부 표면 및 오목부 내부에 고분자 층을 형성한다.

[0095] 구체적으로, 상기 단계 c에서 도포하는 방법은 균일하게 고분자 층을 형성할 수 있는 방법이면 제한되지 않고 사용할 수 있으나, 스핀 코팅(Spin coating)을 사용하여 수행할 수 있다. 이때, 상기 스핀 코팅은 500 내지 3,000 rpm으로 10 내지 120 초 동안 수행할 수 있다.

[0096] 다음으로, 상기 단계 d는 상기 단계 c에서 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시켜 고분자 몰드의 블록부 표면에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계이다.

[0097] 상기 단계 d에서는 미세 접촉 인쇄 기술을 사용하여 과불소 중합체로 이루어진 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시켜 고분자 몰드 블록부 표면에 형성된 고분자 층을 기판에 전사시킴으로써 패턴을 형성한다.

[0098] 구체적으로, 상기 단계 d의 기판은 과불소 중합체와의 접착력이 우수한 기판이면 제한되지 않고 사용할 수 있으나, 일례로써 실리콘 기판, 유리 기판, 폴리 메틸 메타크릴레이트(Poly methyl methacrylate, PMMA) 기판, 폴리 비닐 피롤리돈(Poly vinyl pyrrolidone, PVP) 기판, 폴리스타이렌(Polystyrene, PS) 기판, 폴리카보네이트(Polycarbonate, PC) 기판, 폴리에테르술폰(Polyethersulfone, PES) 기판, 고리형 올레핀 고분자(Cyclic olefin copolymer, COC) 기판, TAC(Triacetylcellulose) 기판, 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol) 기판, 폴리이미드(Polyimide, PI) 기판, 폴리에틸렌테레프탈레이트(Polyethyleneterephthalate, PET) 기판 및 폴리에틸렌 나프탈레이트(Polyethylenenaphthalate, PEN) 기판 등을 사용할 수 있다.

[0099] 이때, 상기 단계 d에서 고분자 층의 전사는 고분자 몰드와 고분자 층 사이의 접착력과 고분자 층과 기판 사이의 접착력 차이로 인하여 수행될 수 있으며, 접착력 차이가 큰 경우에 전사가 수행되어 상기 기판에 패턴이 형성된다.

[0100] 또한, 상기 단계 d에서 전사되어 형성된 고분자 패턴의 두께는 10 내지 500 nm인 것이 바람직하다. 상기 단계 d에서 전사되어 형성된 패턴은 고분자 몰드 블록부 표면에 도포된 고분자 층의 두께와 동일하며, 약 10 내지 500 nm의 두께를 가진다.

[0101] 다음으로, 상기 단계 e는 상기 단계 d가 수행된 고분자 몰드를 사용하여 새로운 기판에 접촉시키고, 압력을 가

하여 고분자 몰드의 오목부 내부에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계이다.

- [0102] 상기 단계 e에서는 미세 접촉 인쇄 기술을 사용하여 과불소 중합체로 이루어진 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시키고, 일정 압력을 가함으로써 고분자 몰드 오목부 내부에 형성된 고분자 층을 새로운 기판에 전사시켜 패턴을 형성한다.
- [0103] 구체적으로, 상기 단계 e의 새로운 기판은 과불소 중합체와의 접착력이 우수한 기판이면 제한되지 않고 사용할 수 있으나, 일례로써 실리콘 기판, 유리 기판, 폴리 메틸 메타크릴레이트(Poly methyl methacrylate, PMMA) 기판, 폴리 비닐 피롤리돈(Poly vinyl pyrrolidone, PVP) 기판, 폴리스타이렌(Polystyrene, PS) 기판, 폴리카보네이트(Polycarbonate, PC) 기판, 폴리에테르술폰(Polyethersulfone, PES) 기판, 고리형 올레핀 고분자(Cyclic olefin copolymer, COC) 기판, TAC(Triacetylcellulose) 기판, 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol) 기판, 폴리이미드(Polyimide, PI) 기판, 폴리에틸렌테레프탈레이트(Polyethyleneterephthalate, PET) 기판 및 폴리에틸렌 나프탈레이트(Polyethylenenaphthalate, PEN) 기판 등을 사용할 수 있다.
- [0104] 또한, 상기 단계 e에서 고분자 몰드에 가하는 압력은 0.1 내지 5.0 Mpa일 수 있다. 만약, 상기 단계 e에서 고분자 몰드에 가하는 압력이 0.1 Mpa 미만일 경우에는 고분자 몰드 내에 형성되어 있는 플루오르계 고분자를 기판에 전사하기 어려운 문제가 있으며, 5.0 Mpa를 초과하는 경우에는 형성되는 고분자 패턴이 약간 뭉개지거나, 고분자 몰드가 손상되는 문제가 있다.
- [0105] 이때, 상기 단계 e에서 고분자 층의 전사는 고분자 몰드와 고분자 층 사이의 접착력과 고분자 층과 기판 사이의 접착력 차이로 인하여 수행될 수 있으며, 접착력 차이가 큰 경우에 전사가 수행되어 상기 기판에 패턴이 형성된다.
- [0106] 또한, 상기 단계 e에서 전사되어 형성된 고분자 패턴의 두께는 0.1 내지 10 μm 일 수 있다. 상기 고분자 몰드 내부, 즉 고분자 몰드의 오목부에 형성되어 있는 플루오르계 고분자는 고분자 몰드의 오목부 깊이에 따라 적절한 두께를 가질 수 있으며, 이를 통해 두꺼운 두께의 고분자 패턴을 형성할 수 있다.
- [0107] 나아가, 상기 단계 1에서 패턴을 형성하는 방법은, 또 다른 일례로써
- [0108] 과불소 중합체를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계(단계 a);
- [0109] 상기 단계 a에서 준비된 고분자 용액을 잉크젯 방법으로 기판 위에 과불소 중합체 박막 패턴을 형성하는 단계(단계 b);를 포함하는 방법을 사용할 수 있다.
- [0110] 먼저, 상기 단계 a는 과불소 중합체를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계이다.
- [0111] 상기 단계 a에서는 과불소 중합체 박막을 형성하기 위하여, 과불소 중합체를 포함하는 고분자 용액을 준비한다.
- [0112] 구체적으로, 상기 단계 a의 고분자 용액은 플루오르계 용매를 포함할 수 있으며, 상기 플루오르계 용매는 하이드로플루오로에테르(Hydrofluoroether, HFE), 하이드로플루오로카본(Hydrofluorocarbon), 퍼플루오로카본(Perfluorocarbon) 및 고불소화 방향족 용매(Highly fluorinated aromatic solvent)를 사용할 수 있으나, 과불소 중합체를 용해시킬 수 있는 용매이면 이에 제한되지 않고 사용할 수 있다.
- [0113] 또한, 상기 단계 a의 과불소 중합체의 함량은 전체 고분자 용액에 대하여 1 내지 50 중량%인 것이 바람직하다. 만약, 상기 단계 a에서 과불소 중합체의 함량이 전체 고분자 용액에 대하여 1 중량% 미만일 경우에는 상기 고분자 용액을 기판에 도포하여 중합체 박막을 형성할 때, 수 nm의 두께로 형성되기 때문에 형성되는 패턴을 마스크

로 사용하기 어려운 문제가 있으며, 50 중량%를 초과하는 경우에도 과량의 고분자 함량으로 인하여 점성이 높아 잉크젯 프린팅에 제한된다.

- [0114] 다음으로, 상기 단계 b는 상기 단계 a에서 준비된 고분자 용액을 잉크젯 프린팅 용액으로 활용하여 기판 상부에 과불소 중합체 박막 패턴을 형성하는 단계이다.
- [0115] 이때, 상기 단계 b의 기판은 과불소 중합체와의 접착력이 우수한 기판이면 제한되지 않고 사용할 수 있으나, 일례로써 실리콘 기판, 유리 기판, 폴리 메틸 메타크릴레이트(Poly methyl methacrylate, PMMA) 기판, 폴리 비닐 피롤리돈(Poly vinyl pyrrolidone, PVP) 기판, 폴리스타이렌(Polystyrene, PS) 기판, 폴리카보네이트(Polycarbonate, PC) 기판, 폴리에테르술폰(Polyethersulfone, PES) 기판, 고리형 올레핀 고분자(Cyclic olefin copolymer, COC) 기판, TAC(Triacetylcellulose) 기판, 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol) 기판, 폴리이미드(Polyimide, PI) 기판, 폴리에틸렌테레프탈레이트(Polyethyleneterephthalate, PET) 기판 및 폴리에틸렌 나프탈레이트(Polyethylenenaphthalate, PEN) 기판 등을 사용할 수 있다.
- [0116] 나아가, 상기 단계 1에서 패턴을 형성하는 방법은, 또 다른 일례로써
- [0117] 과불소 중합체를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계(단계 a);
- [0118] 상기 단계 a에서 준비된 고분자 용액을 이용하여 디스펜싱 방법으로 기판에 고분자 패턴을 형성하는 단계(단계 b);를 포함하는 방법을 사용할 수 있다.
- [0119] 먼저, 상기 단계 a는 과불소 중합체를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계이다.
- [0120] 상기 단계 a에서는 과불소 중합체 박막을 형성하기 위하여, 과불소 중합체를 포함하는 고분자 용액을 준비한다.
- [0121] 이때, 상기 단계 a의 고분자 용액은 플루오르계 용매를 포함할 수 있으며, 상기 플루오르계 용매는 하이드로플루오로에테르(Hydrofluoroether, HFE), 하이드로플루오로카본(Hydrofluorocarbon), 퍼플루오로카본(Perfluorocarbon) 및 고불소화 방향족 용매(Highly fluorinated aromatic solvent)를 사용할 수 있으나, 과불소 중합체를 용해시킬 수 있는 용매이면 이에 제한되지 않고 사용할 수 있다.
- [0122] 또한, 상기 단계 b의 과불소 중합체의 함량은 전체 고분자 용액에 대하여 1 내지 50 중량%인 것이 바람직하다. 만약, 상기 단계 b에서 과불소 중합체의 함량이 전체 고분자 용액에 대하여 1 중량% 미만일 경우에 수 nm의 두께로 형성되기 때문에 형성되는 패턴을 마스크로 사용하기 어려운 문제가 있으며, 50 중량%를 초과하는 경우에도 과량의 고분자 함량으로 인하여 도포하기 어려운 문제가 있다.
- [0123] 다음으로, 상기 단계 b는 상기 단계 a에서 준비된 고분자 용액을 이용하여 디스펜싱 방법으로 기판에 고분자 패턴을 형성하는 단계이다.
- [0124] 이때, 상기 단계 b의 기판은 과불소 중합체와의 접착력이 우수한 기판이면 제한되지 않고 사용할 수 있으나, 일례로써 실리콘 기판, 유리 기판, 폴리 메틸 메타크릴레이트(Poly methyl methacrylate, PMMA) 기판, 폴리 비닐 피롤리돈(Poly vinyl pyrrolidone, PVP) 기판, 폴리스타이렌(Polystyrene, PS) 기판, 폴리카보네이트(Polycarbonate, PC), 폴리에테르술폰(Polyethersulfone, PES), 고리형 올레핀 고분자(Cyclic olefin copolymer, COC), TAC(Triacetylcellulose), 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol, 폴리이미드(Polyimide, PI), 폴리에틸렌테레프탈레이트(Polyethyleneterephthalate, PET) 및 폴리에틸렌 나프탈레이트(Polyethylenenaphthalate, PEN) 등을 사용할 수 있다.

- [0125] 또한, 상기 단계 1에서 패턴을 형성하는 방법은, 또 다른 일례로써
- [0126] 과불소 중합체를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계(단계 a);
- [0127] 상기 단계 a에서 준비된 고분자 용액을 기판 상부에 도포하여 과불소 중합체 박막을 형성하는 단계(단계 b);
- [0128] 상기 단계 b에서 형성된 과불소 중합체 박막 상부에 패턴된 마스크를 올리고 자외선을 조사하는 단계(단계 c); 및
- [0129] 상기 단계 c에서 자외선이 조사되지 않은 부분을 용매로 제거하는 단계(단계 d);를 포함하는 방법을 사용할 수 있다.
- [0130] 먼저, 상기 단계 a는 과불소 중합체를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계이다.
- [0131] 상기 단계 a에서는 과불소 중합체 박막을 형성하기 위하여, 과불소 중합체를 포함하는 고분자 용액을 준비한다.
- [0132] 구체적으로, 상기 단계 a의 고분자 용액은 플루오르계 용매를 포함할 수 있으며, 상기 플루오르계 용매는 하이드로플루오로에테르(Hydrofluoroether, HFE), 하이드로플루오로카본(Hydrofluorocarbon), 퍼플루오로카본(Perfluorocarbon) 및 고불소화 방향족 용매(Highly fluorinated aromatic solvent)를 사용할 수 있으나, 과불소 중합체를 용해시킬 수 있는 용매이면 이에 제한되지 않고 사용할 수 있다.
- [0133] 또한, 상기 단계 a의 과불소 중합체는 퍼플루오로알킬 메타크릴레이트 단량체와 광조사에 의해 이미지 패턴을 형성할 수 있는 단량체 대부분을 포함하는 공중합체를 사용할 수 있다.
- [0134] 나아가, 상기 단계 a의 과불소 중합체의 함량은 전체 고분자 용액에 대하여 1 내지 50 중량%인 것이 바람직하다. 만약, 상기 단계 a에서 과불소 중합체의 함량이 전체 고분자 용액에 대하여 1 중량% 미만일 경우에는 상기 고분자 용액을 기판에 도포하여 중합체 박막을 형성할 때, 기판 표면에 고르게 형성하기 어려우며, 수 nm의 두께로 형성되기 때문에 형성되는 패턴을 마스크로 사용하기 어려운 문제가 있으며, 50 중량%를 초과하는 경우에도 과량의 고분자 함량으로 인하여 고르게 도포하기 어려운 문제가 있다.
- [0135] 다음으로, 상기 단계 b는 상기 단계 a에서 준비된 고분자 용액을 기판 상부에 도포하여 과불소 중합체 박막을 형성하는 단계이다
- [0136] 구체적으로, 상기 단계 b에서는 일반적으로 사용될 수 있는 코팅방법을 통해 기판 상부에 고분자 용액을 도포하여 과불소 중합체 박막을 형성한다.
- [0137] 이때, 상기 단계 b에서 도포하는 방법은 균일하게 중합체 박막을 형성할 수 있는 방법이면 제한되지 않고 사용할 수 있으나, 스핀 코팅(Spin coating)을 사용하여 수행할 수 있다. 이때, 상기 스핀 코팅은 500 내지 3,000 rpm으로 10 내지 120 초 동안 수행할 수 있다.
- [0138] 다음으로, 상기 단계 c는 상기 단계 b에서 형성된 과불소 중합체 박막 상부에 패턴된 마스크를 올리고 자외선을 조사하는 단계이다.
- [0139] 포토리소그래피법을 통해 과불소 중합체 패턴을 형성하기 위하여, 상기 단계 c에서는 상기 단계 b에서 형성된 과불소 중합체 박막 상부에 패턴된 마스크를 올리고 과불소 중합체 박막에 선택적으로 자외선을 조사한다.

- [0140] 다음으로, 상기 단계 d는 상기 단계 c에서 자외선이 조사되지 않은 부분을 용매로 제거하는 단계이다.
- [0141] 상기 단계 d에서는 상기 단계 c에서 과불소 중합체 박막 중에 자외선이 조사되지 않은 부분을 용매로 제거하여 과불소 중합체 패턴을 형성한다.
- [0142] 이때, 상기 단계 d의 용매는 과불소 중합체를 제거할 수 있는 용매이면 제한되지 않고 사용할 수 있으나, 예를 들어 상기 단계 d의 용매는 플루오르계 용매를 포함할 수 있으며, 상기 플루오르계 용매는 하이드로플루오로에테르(Hydrofluoroether, HFE), 하이드로플루오로카본(Hydrofluorocarbon), 퍼플루오로카본(Perfluorocarbon) 및 고불소화 방향족 용매(Highly fluorinated aromatic solvent)를 사용할 수 있다.
- [0143] 상기와 같은 다양한 방법을 통해 형성된 상기 단계 d의 과불소 중합체 패턴의 두께는 50 nm 내지 10 μ m일 수 있으며, 방법에 따라 다양한 두께의 패턴을 형성할 수 있다.
- [0144] 또한, 상기 단계 1에서 패턴을 형성하는 방법은, 또 다른 일례로써
- [0145] 과불소 중합체를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계(단계 a);
- [0146] 상기 단계 a에서 준비된 용액을 고분자 몰드 상부에 도포하여 과불소 중합체 박막을 형성하는 단계(단계 b);
- [0147] 상기 단계 b에서 형성된 과불소 중합체 박막 상부에 패턴된 마스크를 올리고 자외선을 조사하는 단계(단계 c);
- [0148] 상기 단계 c에서 자외선이 조사되지 않은 부분을 용매로 제거하여 패턴을 형성하는 단계(단계 d); 및
- [0149] 상기 단계 d에서 형성된 패턴을 기관에 접촉시켜 고분자 몰드 표면에 형성된 패턴을 전사하는 단계(단계 e);를 포함하는 방법을 사용할 수 있다.
- [0150] 먼저, 상기 단계 a는 과불소 중합체를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계이다.
- [0151] 상기 단계 a에서는 과불소 중합체 박막을 형성하기 위하여, 과불소 중합체를 포함하는 고분자 용액을 준비한다.
- [0152] 구체적으로, 상기 단계 a의 고분자 용액은 플루오르계 용매를 포함할 수 있으며, 상기 플루오르계 용매는 하이드로플루오로에테르(Hydrofluoroether, HFE), 하이드로플루오로카본(Hydrofluorocarbon), 퍼플루오로카본(Perfluorocarbon) 및 고불소화 방향족 용매(Highly fluorinated aromatic solvent)를 사용할 수 있으나, 과불소 중합체를 용해시킬 수 있는 용매이면 이에 제한되지 않고 사용할 수 있다.
- [0153] 또한, 상기 단계 a의 과불소 중합체는 퍼플루오로알킬 메타크릴레이트 단량체와 광조사에 의해 이미지 패턴을 형성할 수 있는 단량체 대부분을 포함하는 공중합체를 사용할 수 있다.
- [0154] 나아가, 상기 단계 a의 과불소 중합체의 함량은 전체 고분자 용액에 대하여 1 내지 50 중량%인 것이 바람직하다. 만약, 상기 단계 a에서 과불소 중합체의 함량이 전체 고분자 용액에 대하여 1 중량% 미만일 경우에는 상기 고분자 용액을 고분자 몰드에 도포하여 고분자 층을 형성할 때, 고분자 몰드 표면에 고르게 형성하기 어려우며, 수 nm의 두께로 형성되기 때문에 형성되는 패턴을 마스크로 사용하기 어려운 문제가 있으며, 50 중량%를 초과하는 경우에도 과량의 고분자 함량으로 인하여 고르게 도포하기 어려운 문제가 있다.
- [0155] 다음으로, 상기 단계 b는 상기 단계 a에서 준비된 고분자 용액을 고분자 몰드 상부에 도포하여 과불소 중합체 박막을 형성하는 단계이다
- [0156] 구체적으로, 상기 단계 b에서는 일반적으로 사용될 수 있는 코팅방법을 통해 기관 상부에 고분자 용액을 도포하

여 과불소 중합체 박막을 형성한다.

- [0157] 이때, 상기 단계 b의 고분자 몰드는 패턴없이 평평한 고분자 몰드를 사용할 수 있으며, 예를 들어 하드-폴리디메틸실록세인(h-PDMS) 몰드 또는 소프트-폴리디메틸실록세인(s-PDMS) 몰드일 수 있으며, 바람직하게는 하드-폴리디메틸실록세인 몰드일 수 있다.
- [0158] 또한, 상기 단계 b에서 도포하는 방법은 균일하게 중합체 박막을 형성할 수 있는 방법이면 제한되지 않고 사용할 수 있으나, 스핀 코팅(Spin coating)을 사용하여 수행할 수 있다. 이때, 상기 스핀 코팅은 500 내지 3,000 rpm으로 10 내지 120 초 동안 수행할 수 있다.
- [0159] 다음으로, 상기 단계 c는 상기 단계 b에서 형성된 과불소 중합체 박막 상부에 패턴된 마스크를 올리고 자외선을 조사하는 단계이다.
- [0160] 포토리소그래피법을 통해 과불소 중합체 패턴을 형성하기 위하여, 상기 단계 c에서는 상기 단계 b에서 형성된 과불소 중합체 박막 상부에 패턴된 마스크를 올리고 과불소 중합체 박막에 선택적으로 자외선을 조사한다.
- [0161] 다음으로, 상기 단계 d는 상기 단계 c에서 자외선이 조사되지 않은 부분을 용매로 제거하여 패턴을 형성하는 단계이다.
- [0162] 상기 단계 d에서는 상기 단계 c에서 과불소 중합체 박막 중에 자외선이 조사되지 않은 부분을 용매로 제거하여 과불소 중합체 패턴을 형성한다.
- [0163] 이때, 상기 단계 d의 용매는 과불소 중합체를 제거할 수 있는 용매이면 제한되지 않고 사용할 수 있으나, 예를 들어 상기 단계 d의 용매는 플루오르계 용매를 포함할 수 있으며, 상기 플루오르계 용매는 하이드로플루오로에테르(Hydrofluoroether, HFE), 하이드로플루오로카본(Hydrofluorocarbon), 퍼플루오로카본(Perfluorocarbon) 및 고불소화 방향족 용매(Highly fluorinated aromatic solvent)를 사용할 수 있다.
- [0164] 다음으로, 상기 단계 e는 상기 단계 d에서 형성된 패턴을 기관에 접촉시켜 고분자 몰드 표면에 형성된 패턴을 전사하는 단계이다.
- [0165] 기관에 손상을 최소화하기 위하여, 상기 단계 e에서는 고분자 몰드 표면에 형성되어 있는 패턴을 기관에 접촉시켜 전사시킨다.
- [0166] 구체적으로, 상기 단계 e의 기관은 과불소 중합체와의 접착력이 우수한 기관이면 제한되지 않고 사용할 수 있으나, 일례로써 실리콘 기관, 유리 기관, 폴리 메틸 메타크릴레이트(Poly methyl methacrylate, PMMA) 기관, 폴리 비닐 피롤리돈(Poly vinyl pyrrolidone, PVP) 기관, 폴리스타이렌(Polystyrene, PS) 기관, 폴리카보네이트(Polycarbonate, PC) 기관, 폴리에테르술폰(Polyethersulfone, PES) 기관, 고리형 올레핀 고분자(Cyclic olefin copolymer, COC) 기관, TAC(Triacetylcellulose) 기관, 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol) 기관, 폴리이미드(Polyimide, PI) 기관, 폴리에틸렌테레프탈레이트(Polyethyleneterephthalate, PET) 기관 및 폴리에틸렌나프탈레이트(Polyethylenenaphthalate, PEN) 기관 등을 사용할 수 있다.
- [0167] 이때, 상기 단계 e에서 고분자 층의 전사는 고분자 몰드와 과불소 중합체 패턴 사이의 접착력과 과불소 중합체 패턴과 기관 사이의 접착력 차이로 인하여 수행될 수 있으며, 접착력 차이가 큰 경우에 전사가 수행되어 상기 기관에 패턴이 형성된다.

- [0168] 상기와 같은 다양한 방법을 통해 형성된 상기 단계 1의 과불소 중합체 패턴의 두께는 50 nm 내지 10 μ m일 수 있으며, 방법에 따라 다양한 두께의 패턴을 형성할 수 있다.
- [0169] 다음으로, 본 발명에 따른 나노 물질 패턴의 제조방법에 있어서, 단계 2는 상기 단계 1의 패턴이 형성된 기판에 나노 물질이 분산되어 있는 분산액을 도포하는 단계이다.
- [0170] 상기 단계 2에서는 상기 단계 1에서 형성된 과불소 중합체 패턴이 형성된 기판에 나노 물질이 분산되어 있는 분산액을 도포하여 상기 나노 물질을 과불소 중합체 패턴이 형성되어 있지 않은 부분에 도포한다.
- [0171] 구체적으로, 상기 단계 2의 나노 물질은 금속 나노 와이어, 산화물 나노 와이어, 탄소 나노 튜브, 그래핀, 금속 나노 입자 및 산화물 나노 입자 등을 사용할 수 있다.
- [0172] 또한, 상기 단계 2의 분산액은 나노 물질을 분산시킬 수 있는 용매이면 제한되지 않고 사용할 수 있으며, 예를 들어 알콜류 용매를 사용할 수 있다. 구체적인 일례로써, 아이소프로필알콜(IPA), 에탄올 등을 사용할 수 있다. 상기 단계 2에서 분산액에 사용되는 용매는 과불소 중합체 패턴을 용해시키지 않는 용매를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0173] 다음으로, 본 발명에 따른 나노 물질 패턴의 제조방법에 있어서, 단계 3은 상기 단계 2의 기판에 형성된 과불소 중합체 패턴을 제거하는 단계이다.
- [0174] 종래에 리프트-오프 방법으로 나노 물질의 패턴을 형성하기 위해서는 아세톤과 같은 용매를 사용함으로써 중합체 패턴을 제거하게 되는데, 아세톤과 같은 용매는 나노 물질을 박리시키는 문제가 있었다.
- [0175] 이에, 본 발명에서는 과불소 중합체 패턴을 통해 나노 물질 패턴을 박리시키지 않는 용매를 사용하여 과불소 중합체 패턴을 제거함으로써 나노 물질 패턴을 형성한다. 이에, 우수한 나노 물질 패턴을 형성할 수 있다.
- [0176] 구체적으로, 상기 단계 3에서 과불소 중합체 패턴의 제거는 용매를 사용하여 제거할 수 있으며, 상기 용매는 플루오르계 용매를 사용할 수 있으며, 상기 플루오르계 용매는 하이드로플루오로에테르(Hydrofluoroether, HFE), 하이드로플루오로카본(Hydrofluorocarbon), 퍼플루오로카본(Perfluorocarbon) 및 고불소화 방향족 용매(Highly fluorinated aromatic solvent)를 사용할 수 있으나, 과불소 중합체를 용해시킬 수 있는 용매이면 이에 제한되지 않고 사용할 수 있다.
- [0177] 또한, 본 발명은
- [0178] 기판 상부에 과불소 중합체 패턴을 형성하는 단계(단계 1);
- [0179] 상기 단계 1의 패턴이 형성된 기판에 나노 물질이 분산되어 있는 분산액을 도포하는 단계(단계 2);
- [0180] 상기 단계 2의 기판에 형성된 과불소 중합체 패턴을 제거하는 단계(단계 3); 및
- [0181] 상기 단계 3에서 과불소 중합체 패턴이 제거되어 형성된 나노 물질 패턴을 기판 내부로 삽입시키는 단계(단계 4);를 포함하는 나노 물질 패턴의 제조방법을 제공한다.
- [0182] 이하, 본 발명에 따른 나노 물질 패턴의 제조방법에 대하여 각 단계별로 상세히 설명한다.
- [0183] 먼저, 본 발명에 따른 나노 물질 패턴의 제조방법에 있어서, 단계 1은 기판 상부에 과불소 중합체 패턴을 형성하는 단계로, 이는 상술한 바와 같으므로 자세한 설명을 생략한다.

- [0184] 다음으로, 본 발명에 따른 나노 물질 패턴의 제조방법에 있어서, 단계 2는 상기 단계 1의 패턴이 형성된 기판에 나노 물질이 분산되어 있는 분산액을 도포하는 단계로, 이는 상술한 바와 같으므로 자세한 설명을 생략한다.
- [0185] 다음으로, 본 발명에 따른 나노 물질 패턴의 제조방법에 있어서, 단계 3은 상기 단계 2의 기판에 형성된 과불소 중합체 패턴을 제거하는 단계로, 이는 상술한 바와 같으므로 자세한 설명을 생략한다.
- [0186] 다음으로, 본 발명에 따른 나노 물질 패턴의 제조방법에 있어서, 단계 4는 상기 단계 3에서 과불소 중합체 패턴이 제거되어 형성된 나노 물질 패턴을 기판 내부로 삽입시키는 단계이다.
- [0187] 구체적으로, 상기 단계 4는 상기 단계 3에서 과불소 중합체 패턴이 제거된 후에 남아 있는 나노 물질 패턴을 기판에 삽입시키는 단계이다.
- [0188] 구체적인 일례로써, 상기 단계 4에서 나노 물질 패턴을 삽입시키는 방법으로 상기 단계 1의 기판이 유기 기판일 경우에 상기 단계 4는, 도 1(a)에 나타난 바와 같이,
- [0189] 상기 나노 물질 패턴이 형성된 기판 상부에 열압착을 수행하여 나노 물질 패턴을 상기 기판 내부로 삽입시키는 방법으로 수행될 수 있으며,
- [0190] 상기 단계 1의 기판이 무기 기판일 경우에 상기 단계 4는, 도 1(b)에 나타난 바와 같이,
- [0191] 상기 나노 물질 패턴이 형성된 기판의 패턴 부분을 새로운 유기 기판과 접촉시킨 후, 열압착을 수행하여 상기 나노물질 패턴을 새로운 유기기판에 삽입시키는 방법으로 수행될 수 있다.
- [0192] 이때, 상기 유기 기판은 폴리 메틸 메타크릴레이트(Poly methyl methacrylate, PMMA) 기판, 폴리 비닐 피롤리돈 (Poly vinyl pyrrolidone, PVP) 기판, 폴리스타이렌(Polystyrene, PS) 기판, 폴리카보네이트(Polycarbonate, PC) 기판, 폴리에테르술폰(Polyethersulfone, PES) 기판, 고리형 올레핀 고분자(Cyclic olefin copolymer, COC) 기판, TAC(Triacetylcellulose) 기판, 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol) 기판, 폴리아미드(Polyimide, PI) 기판, 폴리에틸렌테레프탈레이트(Polyethyleneterephthalate, PET) 기판 및 폴리에틸렌나프탈레이트(Polyethylenenaphthalate, PEN) 기판을 사용할 수 있다.
- [0193] 나아가, 본 발명은
- [0194] 상기의 제조방법으로 유기 기판에 삽입된 나노 물질 패턴이 형성된 기판을 제공한다.
- [0195] 본 발명에 따른 유기 기판에 삽입된 나노 물질 패턴이 형성된 기판은 제조 공정, 특히 패턴을 제거하는 공정을 수행하는 경우 플루오르계 용매를 사용하여 기판 및 나노 물질의 손상을 최소화할 수 있다. 이에 따라, 유기 소자가 필요한 응용 분야에 널리 사용될 수 있다.
- [0196] 이하, 하기 실시예 및 실험예에 의하여 본 발명을 상세히 설명한다.
- [0197] 단, 하기 실시예 및 실험예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 발명의 범위가 실시예 및 실험예에 의해 한정되는 것은 아니다.
- [0198] <제조예 1> 과불소 중합체 패턴의 제조 1

- [0199] 단계 1: 실리콘 기판 위에 포토레지스터 마스터(Photoresist, AZ 7220)를 형성하고 폴리디메틸실록세인(Poly(dimethylsiloxane, PDMS)을 스핀 코팅 후, 120 °C의 온도에서 경화하여 고분자 몰드(Mold)를 제조하였다.
- [0200] 이때, 상기 고분자 몰드는 소프트-폴리디메틸실록세인(s-PDMS, Sylgard 184, Dow Corning)이며, 패턴은 90 μm 라인 앤드 스페이스(line and space)로, 볼록부와 오목부의 높이 차는 3 μm이다.
- [0201] 단계 2: 하이드로플루오로에테르(Hydrofluoroether)에 1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트(1H, 1H, 2H, 2H-perfluorodecyl methacrylate, FDMA)를 용해시켜 상기 고분자의 함량이 전체 용액에 대하여 11 중량%인 혼합 용액을 제조한다.
- [0202] 단계 3: 상기 단계 1에서 제조된 고분자 몰드 위에 상기 단계 2에서 제조된 혼합 용액을 도포하고 1,000 rpm으로 30 초 동안 스핀 코팅하여 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)(Poly(1H, 1H, 2H, 2H-perfluorodecyl methacrylate), PFDMA)를 형성시킨다.
- [0203] 단계 4: 상기 단계 3에서 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)가 형성된 고분자 몰드의 볼록부를 실리콘 기판 위에 접촉시켜 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트) 90 μm의 폭을 갖는 고분자 패턴을 제조하였다.
- [0204] <제조예 2> 과불소 중합체 패턴의 제조 2
- [0205] 단계 1: 1 μm 두께의 실리콘 산화막을 포함하는 실리콘 기판에 5 μm 내지 100 μm의 다양한 폭을 가진 포토레지스터(Photoresist, AZ 7220) 패턴을 형성하고, 실리콘 산화막을 건식 식각하였다. 상기과 같이 제작된 실리콘 마스터에 폴리디메틸실록세인(Poly(dimethylsiloxane, PDMS)을 스핀 코팅 후, 120 °C의 온도에서 경화하여 고분자 몰드(Mold)를 제조하였다.
- [0206] 이때, 상기 고분자 몰드는 하드-폴리디메틸실록세인(h-PDMS, HS-8900, HSSTS)이며, 볼록부는 50 μm의 선폭으로 고정되어 있으며, 오목부는 5 μm 내지 100 μm의 다양한 폭을 가진다. 또한, 볼록부와 오목부의 높이 차는 1 μm이다.
- [0207] 단계 2: 하이드로플루오로에테르(Hydrofluoroether)에 1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트(1H, 1H, 2H, 2H-perfluorodecyl methacrylate, FDMA)를 용해시켜 상기 고분자의 함량이 전체 용액에 대하여 9 중량%인 혼합 용액을 제조한다.
- [0208] 단계 3: 상기 단계 1에서 제조된 고분자 몰드 위에 상기 단계 2에서 제조된 혼합 용액을 도포하고 1,000 rpm으로 30 초 동안 스핀 코팅하여 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)(Poly(1H, 1H, 2H, 2H-perfluorodecyl methacrylate), PFDMA)를 형성시킨다.
- [0209] 단계 4: 상기 단계 3에서 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)가 형성된 고분자 몰드의 볼록부를 유리(Glass) 기판 위에 접촉시켜 50 μm의 폭을 갖는 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트) 고분자 패턴을 제조하였다.
- [0210] <제조예 3> 과불소 중합체 패턴의 제조 3
- [0211] 단계 1: 실리콘 기판에 5 μm 내지 100 μm의 다양한 폭을 가진 포토레지스터(Photoresist, AZ 4620) 패턴을 형성하였다. 상기과 같이 제작된 포토레지스터 마스터에 폴리디메틸실록세인(Poly(dimethylsiloxane, PDMS)을 스핀

코팅 후, 120 °C의 온도에서 경화하여 고분자 몰드(Mold)를 제조하였다.

[0212] 이때, 상기 고분자 몰드는 하드-폴리디메틸실록세인(h-PDMS, HS-8900, HSSTS)이며, 볼록부는 50 μm 의 선폭으로 고정되어 있으며, 오목부는 5 μm 내지 100 μm 의 다양한 폭을 가진다. 또한, 볼록부와 오목부의 높이 차는 5 μm 이다.

[0213] 단계 2: 하이드로플루오로에테르(Hydrofluoroether)에 1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트(1H, 1H, 2H, 2H-perfluorodecyl methacrylate, FDMA)를 용해시켜 상기 고분자의 함량이 전체 용액에 대하여 15 중량%인 혼합 용액을 제조한다.

[0214] 단계 3: 상기 단계 1에서 제조된 고분자 몰드 위에 상기 단계 2에서 제조된 혼합 용액을 도포하고 1,000 rpm으로 30 초 동안 스핀 코팅하여 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)(Poly(1H, 1H, 2H, 2H-perfluorodecyl methacrylate), PFDMA)를 형성시킨다.

[0215] 단계 4: 상기 단계 3에서 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)가 형성된 고분자 몰드의 볼록부를 폴리에틸렌나프탈레이트(Polyethylenenaphthalate, PEN) 기판 위에 접촉시키고, 60 °C의 온도에서 열을 가하여 50 μm 의 폭을 갖는 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트) 고분자 패턴을 제조하였다.

[0216] <제조예 4> 과불소 중합체 패턴의 제조 4

[0217] 단계 1: 실리콘 기판에 특정 형상을 가진 포토레지스터(Photoresist, DNR L-300) 패턴을 형성하였다. 상기과 같이 제작된 포토레지스터 마스터에 폴리디메틸실록세인(Poly(dimethylsiloxane, PDMS)을 스핀 코팅 후, 120 °C의 온도에서 경화하여 고분자 몰드(Mold)를 제조하였다.

[0218] 이때, 상기 고분자 몰드는 소프트-폴리디메틸실록세인(s-PDMS, Sylgard 184, Dow Corning)이며, 볼록부와 오목부의 높이 차는 2 μm 이다.

[0219] 단계 2: 하이드로플루오로에테르(Hydrofluoroether)에 1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트(1H, 1H, 2H, 2H-perfluorodecyl methacrylate, FDMA)를 용해시켜 상기 고분자의 함량이 전체 용액에 대하여 13 중량%인 혼합 용액을 제조한다.

[0220] 단계 3: 상기 단계 1에서 제조된 고분자 몰드 위에 상기 단계 2에서 제조된 혼합 용액을 도포하고 1,000 rpm으로 30 초 동안 스핀 코팅하여 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)(Poly(1H, 1H, 2H, 2H-perfluorodecyl methacrylate), PFDMA)를 형성시킨다.

[0221] 단계 4: 상기 단계 3에서 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)가 형성된 고분자 몰드를 유리 기판 위에 접촉하여 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트) 고분자 패턴을 제조하였다.

[0222] <제조예 5> 과불소 중합체 패턴의 제조 5

[0223] 상기 제조예 4의 단계 4에서 폴리에틸렌나프탈레이트(Polyethylenenaphthalate, PEN) 기판 위에 접촉하여 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트) 고분자 패턴을 제조한 것을 제외하고는 상기 제조예 4와 동일하게 수행하여 고분자 패턴을 제조하였다.

[0224] <제조예 6> 과불소 중합체 패턴의 제조 6

- [0225] 단계 1: 실리콘 기판에 포토레지스터(Photoresist, DNR L-300) 패턴을 형성하였다. 상기와 같이 제작된 포토레지스터 마스터에 폴리디메틸실록세인(Poly(dimethylsiloxane, PDMS)을 스핀 코팅 후, 120 °C의 온도에서 경화하여 고분자 몰드(Mold)를 제조하였다.
- [0226] 이때, 상기 고분자 몰드는 소프트-폴리디메틸실록세인(s-PDMS, Sylgard 184, Dow Corning)이며, 블록부의 폭은 5 μm 이고, 오목부의 폭은 8 μm 이다. 또한, 블록 부와 오목부의 높이 차는 2 μm 이다.
- [0227] 단계 2: 하이드로플루오로에테르(Hydrofluoroether)에 1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트(1H, 1H, 2H, 2H-perfluorodecyl methacrylate, FDMA)를 용해시켜 상기 고분자의 함량이 전체 용액에 대하여 13 중량%인 혼합 용액을 제조한다.
- [0228] 단계 3: 상기 단계 1에서 제조된 고분자 몰드 위에 상기 단계 2에서 제조된 혼합 용액을 도포하고 1,000 rpm으로 30 초 동안 스핀 코팅하여 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)(Poly(1H, 1H, 2H, 2H-perfluorodecyl methacrylate), PFDMA)를 형성시킨다.
- [0229] 단계 4: 상기 단계 3에서 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)가 형성된 고분자 몰드의 블록부와 Glass 기판 위에 접촉하여 5 μm 의 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트) 고분자 패턴을 제조하였다.
- [0230] <제조예 7> 과불소 중합체 패턴의 제조 7
- [0231] 상기 제조예 1의 단계 4를 수행하고 난 후의 고분자 몰드를 사용하여 새로운 실리콘 기판 위에 접촉시킨다. 그 후, 고분자 몰드에 0.2 Mpa의 압력을 가하여 고분자 몰드의 오목부에 형성되어 있는 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)를 실리콘 기판 위에 전사시켜 고분자 패턴을 제조하였다.
- [0232] <제조예 8> 과불소 중합체 패턴의 제조 8
- [0233] 단계 1: 하이드로플루오로에테르(Hydrofluoroether, HFE 7600, 3M)에 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,10-heptafluorodecyl methacrylate과 2-nitrobenzyl methacrylate을 용해시켜 상기 고분자 함량이 전체 용액에 대하여 10 중량%인 혼합 용액을 제조한다.
- [0234] 단계 2: 실리콘 기판 위에 상기 단계 1에서 제조된 혼합 용액을 도포하고 1,000 rpm으로 30 초 동안 스핀 코팅하여 플루오르 계 포토레지스트를 형성시킨다.
- [0235] 단계 3: 상기 단계 2에서 형성된 플루오르 계 포토레지스트 박막 상부에 패턴된 마스크를 올리고 자외선을 조사하였다.
- [0236] 단계 4: 상기 단계 3에서 자외선으로 조사되지 않은 과불소 중합체를 플루오르계 용매인 HFE 7200 용매로 제거하여 고분자 패턴을 제조하였다.
- [0237] <제조예 9> 과불소 중합체 패턴의 제조 9
- [0238] 단계 1: 하이드로플루오로에테르(Hydrofluoroether, HFE 7600, 3M)에 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,10-heptafluorodecyl methacrylate과 2-nitrobenzyl methacrylate을 용해시켜 상기 고분자 함량이 전체 용액에 대하여 10 중량%인 혼합 용액을 제조한다.

- [0239] 단계 2: 실리콘 기판 위에 상기 단계 1에서 제조된 혼합 용액을 도포하고 1,000 rpm으로 30 초 동안 스핀 코팅하여 플루오르 계 포토레지스트를 형성시킨다.
- [0240] 단계 3: 상기 단계 2에서 형성된 플루오르 계 포토레지스트 박막 상부에 패터닝 마스크를 올리고 자외선을 조사하였다.
- [0241] 단계 4: 상기 단계 3에서 자외선으로 조사되지 않은 과불소 중합체를 플루오르계 용매인 HFE 7200 용매로 제거하여 고분자 패턴을 제조하였다.
- [0242] 단계 5: 상기 단계 4에서 고분자 패턴이 제조된 기판을 실리콘 기판 위에 접촉시켜 고분자 패턴을 제조하였다.
- [0243] <실시예 1> 유기 기판에 삽입된 나노 물질 패턴의 제조 1
- [0244] 단계 1: 상기 제조예 4에서 제조된 패턴이 형성된 기판을 준비하였다.
- [0245] 단계 2: 아이소프로필알콜(IPA) 용매에 은 나노 와이어를 전체 용액에 대하여 0.5 중량% 첨가하여 분산시킨 분산액을 상기 단계 1에서 준비된 기판 상부에 도포하였다.
- [0246] 단계 3: 상기 단계 2에서 은 나노 와이어 분산액이 도포된 기판의 과불소 중합체 패턴을 플루오르계 용매인 HFE 7300 용매로 제거하여 25 μm 의 폭을 갖는 은 나노 와이어 패턴을 형성하였다.
- [0247] 단계 4: 상기 단계 3에서 은 나노 와이어 패턴이 형성되어 있는 유리 기판 위에 폴리에틸렌나프탈레이트(Polyethylenenaphthalate, PEN) 기판을 올린 후, 100℃의 온도 및 300 KPa의 압력을 가하여 상기 폴리에틸렌나프탈레이트 기판에 은 나노 와이어를 삽입시켰다.
- [0248] <실시예 2> 유기 기판에 삽입된 나노 물질 패턴의 제조 2
- [0249] 단계 1: 상기 제조예 5에서 제조된 패턴이 형성된 기판을 준비하였다.
- [0250] 단계 2: 아이소프로필알콜(IPA) 용매에 은 나노 와이어를 전체 용액에 대하여 0.5 중량% 첨가하여 분산시킨 분산액을 상기 단계 1에서 준비된 기판 상부에 도포하였다.
- [0251] 단계 3: 상기 단계 2에서 은 나노 와이어 분산액이 도포된 기판의 과불소 중합체 패턴을 플루오르계 용매인 HFE 7300 용매로 제거하여 25 μm 의 폭을 갖는 은 나노 와이어 패턴을 형성하였다.
- [0252] 단계 4: 상기 단계 3에서 은 나노 와이어 패턴이 형성되어 있는 폴리에틸렌나프탈레이트(Polyethylenenaphthalate, PEN) 기판 상부에 100℃의 온도 및 300 KPa의 압력을 가하여 은 나노 와이어를 삽입시켰다.
- [0253] <실험예 1> 주사 전자 현미경 관찰

[0254]

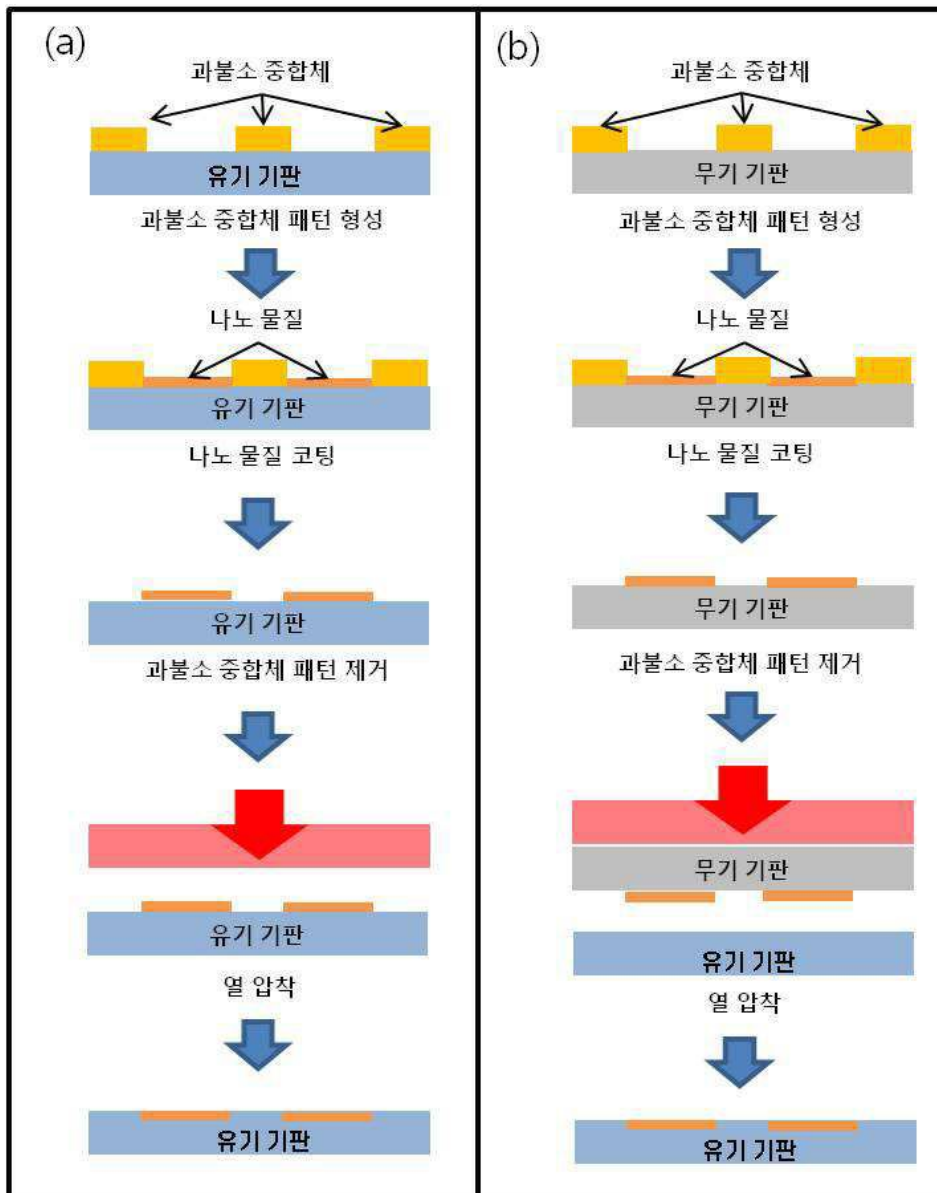
본 발명에 따른 유기 기판에 삽입된 나노 물질 패턴이 형성된 기판의 표면 형상을 관찰하기 위하여, 상기 실시예 1 및 실시예 2에서 제조된 유기 기판에 삽입된 나노 물질 패턴이 형성된 기판을 주사 전자 현미경(Scanning electron microscope, SEM)으로 관찰하였으며, 그 결과를 도 2 및 도 3에 나타내었다.

[0255]

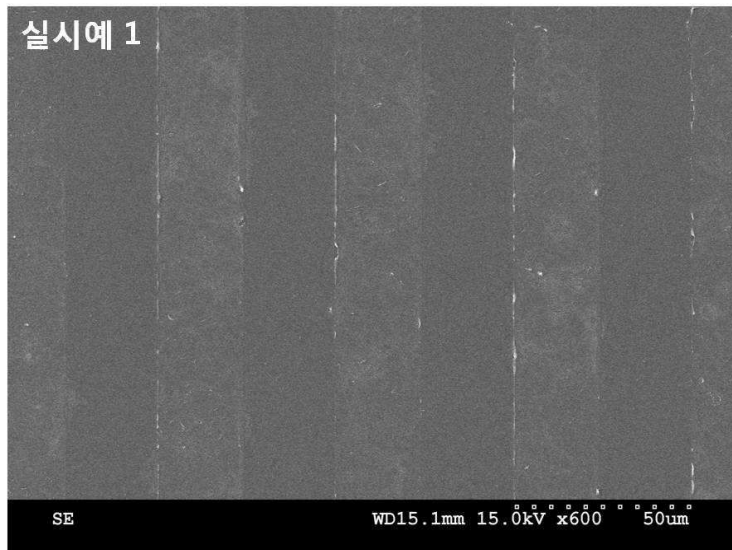
도 2 및 도 3에 나타난 바와 같이, 본 발명에 따른 나노 물질인 은 나노 와이어의 형상이 유기 기판 내에 삽입되었으며 균일한 패턴을 이루는 것을 알 수 있었다.

도면

도면1



도면2



도면3

