



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0070609
(43) 공개일자 2015년06월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 41/00 (2006.01) B29C 41/34 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0157035
(22) 출원일자 2013년12월17일
심사청구일자 2013년12월17일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
박세균
서울 서초구 반포대로 122, A동 1004호 (서초동, 현대이에스에이2아파트)
이진균
인천 연수구 해돋이로84번길 30, 102동 102호 (송도동, 송도금호어울림)
김명수
경기 고양시 덕양구 충장로 118-30, 213동 706호 (행신동, 샘터마을2단지아파트)
(74) 대리인
이원희

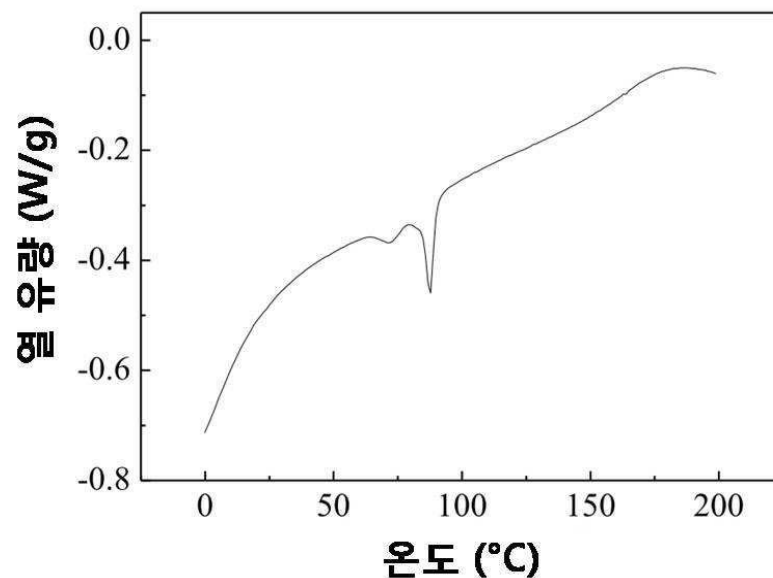
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 패턴의 형성방법

(57) 요약

본 발명은 불록부와 오목부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계(단계 1); 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate))를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계(단계 2); 상기 단계 1에서 준비된 고분자 몰드에 상기 단계 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



2에서 준비된 고분자 용액을 도포하여 고분자 몰드의 볼록부 표면에 고분자 층을 형성하는 단계(단계 3); 및 상기 단계 3에서 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시켜 고분자 몰드의 볼록부 표면에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계(단계 4);를 포함하는 패턴의 형성방법을 제공한다. 본 발명에 따른 패턴의 형성방법은 미세 인쇄 접촉 기술을 이용하여 간단하게 패턴을 구현함과 동시에, 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate) 고분자를 사용하여 표면 처리없이 패턴을 형성할 수 있고, 상온에서 인쇄가 가능하다. 또한, 상기 패턴이 형성된 기판을 사용하여 금속을 증착시키고, 패턴을 제거하여 금속 패턴이 형성된 기판을 제조하는 경우 플루오르계 용매를 사용하여 기판에 손상을 최소화할 수 있다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	47460-1
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	정보통신산업진흥원
연구사업명	대학 IT연구센터 육성·지원
연구과제명	[정부]고성능 LED 조명 모듈 핵심기술
기 여 율	1/1
주관기관	인하대학교 산학협력단
연구기간	2013.01.01 ~ 2013.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

블록부와 오폭부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계(단계 1);

폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate)를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계(단계 2);

상기 단계 1에서 준비된 고분자 몰드에 상기 단계 2에서 준비된 고분자 용액을 도포하여 고분자 몰드의 블록부 표면에 고분자 층을 형성하는 단계(단계 3); 및

상기 단계 3에서 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시켜 고분자 몰드의 블록부 표면에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계(단계 4);를 포함하는 패턴의 형성방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 단계 1의 고분자 몰드는 하드-폴리디메틸실록세인(h-PDMS) 몰드 또는 소프트-폴리디메틸실록세인(s-PDMS) 몰드인 것을 특징으로 하는 패턴의 형성방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 단계 2의 고분자는 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)(Poly(1H, 1H, 2H, 2H-Perfluorodecyl methacrylate, PFDMA))인 것을 특징으로 하는 패턴의 형성방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 단계 2의 고분자 용액은 플루오르계 용매를 포함하는 것을 특징으로 하는 패턴의 형성방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 플루오르계 용매는 하이드로플루오로에테르(Hydrofluoroether, HFE)인 것을 특징으로 하는 패턴의 형성방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 단계 2의 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate)의 함량은 전체 고분자 용액에 대하여 1 내지 25 중량%인 것을 특징으로 하는 패턴의 형성방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 단계 4의 기판은 실리콘 기판, 유리 기판, 폴리 메틸 메타크릴레이트(Poly methyl methacrylate, PMMA) 기판, 폴리 비닐 피롤리돈(Poly vinyl pyrrolidone, PVP) 기판 및 폴리스타이렌(Polystyrene, PS) 기판으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1 종인 것을 특징으로 하는 패턴의 형성방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 단계 4에서 전사되어 형성된 패턴의 두께는 10 내지 500 nm인 것을 특징으로 하는 패턴의 형성방법.

청구항 9

블록부와 오목부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계(단계 1);

폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate)를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계(단계 2);

상기 단계 1에서 준비된 고분자 몰드에 상기 단계 2에서 준비된 고분자 용액을 도포하여 고분자 몰드의 오목부 내부에 고분자 층을 형성하는 단계(단계 3); 및

상기 단계 3에서 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시키고, 압력을 가하여 고분자 몰드의 오목부 내부에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계(단계 4);를 포함하는 패턴의 형성방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 단계 4에서 고분자 몰드에 가하는 압력은 0.1 내지 0.5 Mpa인 것을 특징으로 하는 패턴의 형성방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 단계 4에서 전사되어 형성된 고분자 패턴의 두께는 0.1 내지 10 μm 인 것을 특징으로 하는 패턴의 형성방법.

청구항 12

블록부와 오목부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계(단계 1);

폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate) 고분자 용액을 준비하는 단계(단계 2);

상기 단계 1에서 준비된 고분자 몰드에 상기 단계 2에서 준비된 고분자 용액을 도포하여 고분자 몰드의 블록부 표면 및 오목부 내부에 고분자 층을 형성하는 단계(단계 3);

상기 단계 3에서 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시켜 고분자 몰드의 블록부 표면에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계(단계 4); 및

상기 단계 4가 수행된 고분자 몰드를 사용하여 새로운 기관에 접촉시키고, 압력을 가하여 고분자 몰드의 오목부 내부에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계(단계 4);를 포함하는 패턴의 형성방법.

청구항 13

제1항, 제9항 및 제12항 중 어느 한 항의 패턴 형성방법으로 패턴이 형성된 기관.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 패턴의 형성방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 소프트 리소그래피(Soft-lithography) 기술 중의 하나인 미세 접촉 인쇄(Micro-contact printing) 기술은 고분자 물질을 패턴이 형성된 몰드(Mold) 위에 도포한 후, 상기의 몰드를 기관에 접촉시켜 패턴이 형성된 부분의 고분자 물질을 기관으로 전사시키는 기술로, 기관 상에 몰드의 패턴과 동일한 패턴을 구현할 수 있는 기술이다.

[0003] 상기 미세 접촉 인쇄 기술은 기존의 임프린트(Imprint) 방식으로 패턴을 형성하는 경우에 발생하는 잔여물(Residue)이 발생하지 않는 장점이 있으며, 또한, 필요 공정 온도와 압력이 상대적으로 낮은 장점이 있다. 이때, 온도는 고분자 층에 영향을 미치기 때문에 가급적 낮을수록 좋으며, 압력 또한 소자 제작 시 기계적인 힘이 가해지기 때문에 낮아야 한다. 이러한 공정 온도는 물질의 유리 전이 온도(T_g)와 관련이 있으며, 일반적으로 50 ℃ 이상의 온도에서 공정이 진행된다.

[0004] 미세 접촉 인쇄 기술은 각각의 물질들 사이의 접착력(Adhesion force)의 차이에 의해 수행될 수 있으며, 몰드(Mold)와 고분자 사이의 접착력과 고분자와 기관(Substrate) 사이의 접착력의 차이가 큰 경우에 전사를 수행할 수 있다. 이때, 상기 접착력은 각각의 물질들의 표면 에너지와 관련이 있어, 이를 변화시키기 위한 일례로써 친수성 표면을 형성시키기 위해 산소 플라즈마 처리를 하거나(Chem. Mater. 16, 4824, 2004), 소수성 표면을 형성시키기 위해 특정 화학 용액을 코팅하는 방법이 있다(Biomacromolecules 14, 993, 2013). 그러나, 유기 기관이 필요한 소자의 경우, 이러한 표면 처리가 유기 기관에 영향을 주어 소자의 특성 저하를 발생시킬 수 있는 문제가 있다.

[0005] 한편, 폴리 메틸 메타크릴레이트(PMMA) 또는 폴리스타이렌(PS) 등과 같은 유기 기관에 패턴을 형성하는 경우 기존의 포토레지스트(Photoresist) 기술을 사용하면 패턴 형성 제한이 있으며, 자외선(UV)에 의해 기관이 손상될 수 있다. 또한, 형성된 고분자 패턴을 이용하여 금속을 패터닝하고 고분자 패턴을 제거하는 경우 특정 용매에 의해 유기 기관이 손상 받게 된다.

[0006] 이에, 본 발명자들은 미세 접촉 인쇄 기술을 통해 패턴을 형성하는 방법에 대하여 연구하던 중, 플루오르계 고분자를 사용하여 표면 처리 없이 상온에서 미세 접촉 인쇄 기술을 통해 고분자의 패턴을 제조하고, 플루오르계 용매를 사용하여 상기 고분자 패턴을 용이하게 제거할 수 있어 기관 손상을 최소화할 수 있는 방법을 개발하고, 본 발명을 완성하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 패턴의 형성방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은

[0009] 블록부와 오목부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계(단계 1);

[0010] 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate)를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계(단계 2);

[0011] 상기 단계 1에서 준비된 고분자 몰드에 상기 단계 2에서 준비된 고분자 용액을 도포하여 고분자 몰드의 블록부 표면에 고분자 층을 형성하는 단계(단계 3); 및

[0012] 상기 단계 3에서 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시켜 고분자 몰드의 블록부 표면에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계(단계 4);를 포함하는 패턴의 형성방법을 제공한다.

[0013] 또한, 본 발명은

[0014] 블록부와 오목부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계(단계 1);

[0015] 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate)를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계(단계 2);

[0016] 상기 단계 1에서 준비된 고분자 몰드에 상기 단계 2에서 준비된 고분자 용액을 도포하여 고분자 몰드의 오목부 내부에 고분자 층을 형성하는 단계(단계 3); 및

[0017] 상기 단계 3에서 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시키고, 압력을 가하여 고분자 몰드의 오목부 내부에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계(단계 4);를 포함하는 패턴의 형성방법을 제공한다.

[0018] 나아가, 본 발명은

[0019] 블록부와 오목부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계(단계 1);

[0020] 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate) 고분자 용액을 준비하는 단계(단계 2);

[0021] 상기 단계 1에서 준비된 고분자 몰드에 상기 단계 2에서 준비된 고분자 용액을 도포하여 고분자 몰드의 블록부 표면 및 오목부 내부에 고분자 층을 형성하는 단계(단계 3);

[0022] 상기 단계 3에서 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시켜 고분자 몰드의 블록부 표면에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계(단계 4); 및

[0023] 상기 단계 4가 수행된 고분자 몰드를 사용하여 새로운 기판에 접촉시키고, 압력을 가하여 고분자 몰드의 오목부 내부에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계(단계 4);를 포함하는 패턴의 형성방법을 제공한다.

[0024] 더욱 나아가, 본 발명은

[0025] 상기의 패턴 형성방법으로 패턴이 형성된 기판을 제공한다.

발명의 효과

[0026] 본 발명에 따른 패턴의 형성방법은 미세 인쇄 접촉 기술을 이용하여 간단하게 패턴을 구현함과 동시에, 폴리(퍼

플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate) 고분자를 사용하여 표면 처리없이 패턴을 형성할 수 있고, 상온에서 인쇄가 가능하다. 또한, 상기 패턴이 형성된 기판을 사용하여 금속을 증착시키고, 패턴을 제거하여 금속 패턴이 형성된 기판을 제조하는 경우 플루오르계 용매를 사용하여 기판에 손상을 최소화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 폴리(1H,1H,2H,2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트) 박막을 시차주사 열분석법(Differential scanning calorimetry, DSC)으로 분석한 그래프이고;
- 도 2는 폴리(1H,1H,2H,2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트) 박막 위에 물과 에틸렌 글라이콜(Ethylene glycol)을 떨어뜨린 후 접촉각을 측정한 사진이고;
- 도 3은 본 발명에 따른 실시예 1, 실시예 4 및 실시예 10에서 형성된 패턴을 주사 전자 현미경(Scanning electron microscope, SEM)으로 관찰한 사진이고;
- 도 4는 본 발명에 따른 실시예 10 및 실시예 12에서 형성된 패턴을 주사 전자 현미경(Scanning electron microscope, SEM)으로 관찰한 사진이고;
- 도 5는 본 발명에 따른 실시예 10에서 형성된 패턴을 주사 전자 현미경(Scanning electron microscope, SEM)으로 관찰한 사진이고;
- 도 6은 본 발명에 따른 실시예 13에서 형성된 패턴을 주사 전자 현미경(Scanning electron microscope, SEM)으로 관찰한 사진이고;
- 도 7은 본 발명에 따른 실시예 16에서 제조된 금속 패턴이 형성된 기판을 주사 전자 현미경(Scanning electron microscope, SEM)으로 관찰한 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 본 발명은
- [0029] 블록부와 오목부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계(단계 1);
- [0030] 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate)를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계(단계 2);
- [0031] 상기 단계 1에서 준비된 고분자 몰드에 상기 단계 2에서 준비된 고분자 용액을 도포하여 고분자 몰드의 블록부 표면에 고분자 층을 형성하는 단계(단계 3); 및
- [0032] 상기 단계 3에서 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시켜 고분자 몰드의 블록부 표면에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계(단계 4);를 포함하는 패턴의 형성방법을 제공한다.
- [0033] 이하, 본 발명에 따른 패턴의 형성방법에 대하여 각 단계별로 상세히 설명한다.
- [0034] 먼저, 본 발명에 따른 패턴의 형성방법에 있어서, 단계 1은 블록부와 오목부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계이다.
- [0035] 상기 단계 1은 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.
- [0036] 구체적으로, 상기 단계 1의 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.

- [0037] 또한, 상기 단계 1의 고분자 몰드는 하드-폴리디메틸실록세인(h-PDMS) 몰드 또는 소프트-폴리디메틸실록세인(s-PDMS) 몰드일 수 있으며, 바람직하게는 하드-폴리디메틸실록세인 몰드일 수 있다.
- [0038] 다음으로, 본 발명에 따른 패턴의 형성방법에 있어서, 단계 2는 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate))를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계이다.
- [0039] 상기 단계 2에서는 고분자 패턴 형성을 위한 물질로써 플루오르계 고분자, 특히 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate))를 사용하여 고분자 용액을 준비한다.
- [0040] 구체적으로, 상기 단계 2의 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, 플루오르(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, TEFLOON AF 등일 수 있다. 일례로써, 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)(Poly(1H, 1H, 2H, 2H-Perfluorodecyl methacrylate, PFDMA))일 수 있다.
- [0041] 또한, 상기 단계 2의 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, 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate))를 용해시킬 수 있는 용매이면 이에 제한되지 않고 사용할 수 있다.
- [0042] 나아가, 상기 단계 2의 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate))의 함량은 전체 고분자 용액에 대하여 1 내지 25 중량%인 것이 바람직하다. 만약, 상기 단계 2에서 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate))의 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, 25 중량%를 초과하는 경우에도 과량의 고분자 함량으로 인하여 고르게 도포하기 어려운 문제가 있다.
- [0043] 다음으로, 본 발명에 따른 패턴의 형성방법에 있어서, 단계 3은 상기 단계 1에서 준비된 고분자 몰드에 상기 단계 2에서 준비된 고분자 용액을 도포하여 고분자 몰드의 블록부 표면에 고분자 층을 형성하는 단계이다.
- [0044] 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.
- [0045] 이를 해결하기 위하여, 본 발명에서는 별도의 표면 처리 없이 패턴을 형성하는 방법을 제공하며, 상기 단계 3에

서는 상기 단계 1에서 준비된 고분자 몰드와 접착력이 약한 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate) 고분자를 사용하여 고분자 몰드의 블록부 표면에 고분자 층을 형성한다.

[0046] 구체적으로, 상기 단계 3에서 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.

[0047] 다음으로, 본 발명에 따른 패턴의 형성방법에 있어서, 단계 4는 상기 단계 3에서 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시켜 고분자 몰드의 블록부 표면에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계이다.

[0048] 상기 단계 4에서는 미세 접촉 인쇄 기술을 사용하여 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate) 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시켜 고분자 몰드 블록부 표면에 형성된 고분자 층을 기판에 전사시킴으로써 패턴을 형성한다.

[0049] 구체적으로, 상기 단계 4의 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 및 폴리스타이렌(Polystyrene, PS) 기판 등을 사용할 수 있다.

[0050] 이때, 상기 단계 4에서 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.

[0051] 또한, 상기 단계 4에서 전사되어 형성된 고분자 패턴의 두께는 10 내지 500 nm인 것이 바람직하다. 상기 단계 4에서 전사되어 형성된 패턴은 고분자 몰드 블록부 표면에 도포된 고분자 층의 두께와 동일하며, 약 10 내지 500 nm의 두께를 가진다.

[0052] 나아가, 본 발명은

[0053] 블록부와 오목부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계(단계 1);

[0054] 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate)를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계(단계 2);

[0055] 상기 단계 1에서 준비된 고분자 몰드에 상기 단계 2에서 준비된 고분자 용액을 도포하여 고분자 몰드의 오목부 내부에 고분자 층을 형성하는 단계(단계 3); 및

[0056] 상기 단계 3에서 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시키고, 압력을 가하여 고분자 몰드의 오목부 내부에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계(단계 4);를 포함하는 패턴의 형성방법을 제공한다.

[0057] 이하, 본 발명에 따른 패턴의 형성방법에 대하여 각 단계별로 상세히 설명한다.

[0058] 먼저, 본 발명에 따른 패턴의 형성방법에 있어서, 단계 1은 블록부와 오목부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계이다.

- [0059] 상기 단계 1은 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.
- [0060] 구체적으로, 상기 단계 1의 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.
- [0061] 또한, 상기 단계 1의 고분자 몰드는 하드-폴리디메틸실록세인(h-PDMS) 몰드 또는 소프트-폴리디메틸실록세인(s-PDMS) 몰드일 수 있으며, 바람직하게는 하드-폴리디메틸실록세인 몰드일 수 있다.
- [0062] 다음으로, 본 발명에 따른 패턴의 형성방법에 있어서, 단계 2는 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate))를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계이다.
- [0063] 상기 단계 2에서는 고분자 패턴 형성을 위한 물질로써 플루오르계 고분자, 특히 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate))를 사용하여 고분자 용액을 준비한다.
- [0064] 구체적으로, 상기 단계 2의 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate))에서 알킬은 C_3 내지 C_{20} 의 직쇄 또는 측쇄 알킬일 수 있으며, 바람직하게는 C_6 내지 C_{12} 의 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, TEFLOON AF 등일 수 있다. 일례로써, 폴리(1H,1H,2H,2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)(Poly(1H,1H,2H,2H-Perfluorodecyl methacrylate, PFDMA))일 수 있다.
- [0065] 또한, 상기 단계 2의 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, 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate))를 용해시킬 수 있는 용매이면 이에 제한되지 않고 사용할 수 있다.
- [0066] 나아가, 상기 단계 2의 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate))의 함량은 전체 고분자 용액에 대하여 1 내지 25 중량%인 것이 바람직하다. 만약, 상기 단계 2에서 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate))의 함량이 전체 고분자 용액에 대하여 1 중량% 미만일 경우에는 상기 고분자 용액을 고분자 몰드에 도포하여 고분자 층을 형성할 때, 고분자 몰드 오목부 내부에 고르게 형성하기 어려우며, 수 nm의 두께로 형성되기 때문에 형성되는 패턴을 마스크로 사용하기 어려운 문제가 있으며, 25 중량%를 초과하는 경우에도 과량의 고분자 함량으로 인하여 고르게 도포하기 어려운 문제가 있다.
- [0067] 다음으로, 본 발명에 따른 패턴의 형성방법에 있어서, 단계 3은 상기 단계 1에서 준비된 고분자 몰드에 상기 단계 2에서 준비된 고분자 용액을 도포하여 고분자 몰드의 오목부 내부에 고분자 층을 형성하는 단계이다.

- [0068] 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.
- [0069] 이를 해결하기 위하여, 본 발명에서는 별도의 표면 처리 없이 패턴을 형성하는 방법을 제공하며, 상기 단계 3에서는 상기 단계 1에서 준비된 고분자 몰드와 접착력이 약한 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate) 고분자를 사용하여 고분자 몰드의 오목부 내부에 고분자 층을 형성한다.
- [0070] 구체적으로, 상기 단계 3에서 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.
- [0071] 다음으로, 본 발명에 따른 패턴의 형성방법에 있어서, 단계 4는 상기 단계 3에서 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시키고, 압력을 가하여 고분자 몰드의 오목부 내부에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계이다.
- [0072] 상기 단계 4에서는 미세 접촉 인쇄 기술을 사용하여 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate) 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시키고, 일정 압력을 가함으로써 고분자 몰드 오목부 내부에 형성된 고분자 층을 기판에 전사시켜 패턴을 형성한다.
- [0073] 구체적으로, 상기 단계 4의 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 및 폴리스타이렌(Polystyrene, PS) 기판 등을 사용할 수 있다.
- [0074] 또한, 상기 단계 4에서 고분자 몰드에 가하는 압력은 0.1 내지 0.5 Mpa일 수 있다. 만약, 상기 단계 4에서 고분자 몰드에 가하는 압력이 0.1 Mpa 미만일 경우에는 고분자 몰드 내에 형성되어 있는 플루오르계 고분자를 기판에 전사하기 어려운 문제가 있으며, 0.5 Mpa를 초과하는 경우에는 형성되는 고분자 패턴이 약간 뭉개지거나, 고분자 몰드가 손상되는 문제가 있다.
- [0075] 이때, 상기 단계 4에서 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.
- [0076] 또한, 상기 단계 4에서 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.
- [0077] 나아가, 본 발명은
- [0078] 볼록부와 오목부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계(단계 1);

- [0079] 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate) 고분자 용액을 준비하는 단계(단계 2);
- [0080] 상기 단계 1에서 준비된 고분자 몰드에 상기 단계 2에서 준비된 고분자 용액을 도포하여 고분자 몰드의 볼록부 표면 및 오목부 내부에 고분자 층을 형성하는 단계(단계 3);
- [0081] 상기 단계 3에서 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시켜 고분자 몰드의 볼록부 표면에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계(단계 4); 및
- [0082] 상기 단계 4가 수행된 고분자 몰드를 사용하여 새로운 기판에 접촉시키고, 압력을 가하여 고분자 몰드의 오목부 내부에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계(단계 4);를 포함하는 패턴의 형성방법을 제공한다.
- [0083] 이하, 본 발명에 따른 패턴의 형성방법에 대하여 각 단계별로 상세히 설명한다.
- [0084] 먼저, 본 발명에 따른 패턴의 형성방법에 있어서, 단계 1은 볼록부와 오목부가 형성된 고분자 몰드를 준비하는 단계이다.
- [0085] 상기 단계 1은 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.
- [0086] 구체적으로, 상기 단계 1의 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] 또한, 상기 단계 1의 고분자 몰드는 하드-폴리디메틸실록세인(h-PDMS) 몰드 또는 소프트-폴리디메틸실록세인(s-PDMS) 몰드일 수 있으며, 바람직하게는 하드-폴리디메틸실록세인 몰드일 수 있다.
- [0088] 다음으로, 본 발명에 따른 패턴의 형성방법에 있어서, 단계 2는 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate)를 포함하는 고분자 용액을 준비하는 단계이다.
- [0089] 상기 단계 2에서는 고분자 패턴 형성을 위한 물질로써 플루오르계 고분자, 특히 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate)를 사용하여 고분자 용액을 준비한다.
- [0090] 구체적으로, 상기 단계 2의 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate)에서 알킬은 C_3 내지 C_{20} 의 직쇄 또는 측쇄 알킬일 수 있으며, 바람직하게는 C_6 내지 C_{12} 의 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.
- [0091] 또한, 상기 단계 2의 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, 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate)를 용해시킬 수 있는 용매이면 이에 제한되지 않고 사용할 수 있다.

[0092]

나아가, 상기 단계 2의 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate)의 함량은 전체 고분자 용액에 대하여 1 내지 25 중량%인 것이 바람직하다. 만약, 상기 단계 2에서 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate)의 함량이 전체 고분자 용액에 대하여 1 중량% 미만일 경우에는 상기 고분자 용액을 고분자 몰드에 도포하여 고분자 층을 형성할 때, 고분자 몰드 블록부 표면 및 오목부 내부에 고르게 형성하기 어려우며, 수 nm의 두께로 형성되기 때문에 형성되는 패턴을 마스크로 사용하기 어려운 문제가 있으며, 25 중량%를 초과하는 경우에도 과량의 고분자 함량으로 인하여 고르게 도포하기 어려운 문제가 있다.

[0093]

다음으로, 본 발명에 따른 패턴의 형성방법에 있어서, 단계 3은 상기 단계 1에서 준비된 고분자 몰드에 상기 단계 2에서 준비된 고분자 용액을 도포하여 고분자 몰드의 블록부 표면 및 오목부 내부에 고분자 층을 형성하는 단계이다.

[0094]

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.

[0095]

이를 해결하기 위하여, 본 발명에서는 별도의 표면 처리 없이 패턴을 형성하는 방법을 제공하며, 상기 단계 3에서는 상기 단계 1에서 준비된 고분자 몰드와 접착력이 약한 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate) 고분자를 사용하여 고분자 몰드의 블록부 표면 및 오목부 내부에 고분자 층을 형성한다.

[0096]

구체적으로, 상기 단계 3에서 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.

[0097]

다음으로, 본 발명에 따른 패턴의 형성방법에 있어서, 단계 4는 상기 단계 3에서 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시켜 고분자 몰드의 블록부 표면에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계이다.

[0098]

상기 단계 4에서는 미세 접촉 인쇄 기술을 사용하여 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate) 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시켜 고분자 몰드 블록부 표면에 형성된 고분자 층을 기판에 전사시킴으로써 패턴을 형성한다.

[0099]

구체적으로, 상기 단계 4의 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 및 폴리스타이렌(Polystyrene, PS) 기판 등을 사용할 수 있다.

- [0100] 이때, 상기 단계 4에서 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.
- [0101] 또한, 상기 단계 4에서 전사되어 형성된 고분자 패턴의 두께는 10 내지 500 nm인 것이 바람직하다. 상기 단계 4에서 전사되어 형성된 패턴은 고분자 몰드 블록부 표면에 도포된 고분자 층의 두께와 동일하며, 약 10 내지 500 nm의 두께를 가진다.
- [0102] 다음으로, 본 발명에 따른 패턴의 형성방법에 있어서, 단계 5는 상기 단계 4가 수행된 고분자 몰드를 사용하여 새로운 기판에 접촉시키고, 압력을 가하여 고분자 몰드의 오목부 내부에 형성된 고분자 층을 전사하는 단계이다.
- [0103] 상기 단계 5에서는 미세 접촉 인쇄 기술을 사용하여 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate) 고분자 층이 형성된 고분자 몰드를 기판에 접촉시키고, 일정 압력을 가함으로써 고분자 몰드 오목부 내부에 형성된 고분자 층을 새로운 기판에 전사시켜 패턴을 형성한다.
- [0104] 구체적으로, 상기 단계 5의 새로운 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 및 폴리스타이렌(Polystyrene, PS) 기판 등을 사용할 수 있다.
- [0105] 또한, 상기 단계 5에서 고분자 몰드에 가하는 압력은 0.1 내지 0.5 Mpa일 수 있다. 만약, 상기 단계 5에서 고분자 몰드에 가하는 압력이 0.1 Mpa 미만일 경우에는 고분자 몰드 내에 형성되어 있는 플루오르계 고분자를 기판에 전사하기 어려운 문제가 있으며, 0.5 Mpa를 초과하는 경우에는 형성되는 고분자 패턴이 약간 뭉개지거나, 고분자 몰드가 손상되는 문제가 있다.
- [0106] 이때, 상기 단계 5에서 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.
- [0107] 또한, 상기 단계 5에서 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.
- [0108] 나아가, 본 발명은
- [0109] 상기의 패턴 형성방법으로 패턴이 형성된 기판을 제공한다.
- [0110] 이하, 본 발명에 따른 제조방법으로 제조된 고분자 패턴이 형성된 기판에 대하여 상세히 설명한다.
- [0111] 본 발명에 따른 패턴이 형성된 기판은 미세 접촉 인쇄(Micro-contact printing) 기술을 사용하여 제조된 것으로, 상기 미세 접촉 인쇄 기술은 각각의 물질들(고분자 몰드, 패턴을 형성할 고분자 및 기판) 사이의 접촉

력(Adhesion force)의 차이에 의해 수행될 수 있다. 상기 몰드(Mold)와 고분자 사이의 접착력과 고분자와 기판(Substrate) 사이의 접착력의 차이가 큰 경우에 전사를 수행할 수 있으며, 상기 접착력은 각각의 물질들의 표면 에너지와 관련이 있다. 이러한 표면 에너지를 변화시키기 위하여 일례로써, 몰드에 산소 플라즈마 처리를 하거나, 특정 화학 용액을 코팅하기도 한다.

[0112] 그러나, 유기 기판이 필요한 소자의 경우, 이러한 표면 처리가 유기 기판에 영향을 주어 소자의 특성 저하를 발생시킬 수 있는 문제가 있다.

[0113] 이를 해결하기 위하여, 본 발명에서는 표면 처리 없이 패턴이 형성된 기판을 제공한다.

[0114] 본 발명에 따른 패턴이 형성된 기판에 있어서, 상기 기판은 플루오르계 고분자와의 접착력이 우수한 기판이면 제한되지 않으며, 바람직하게는 실리콘 기판, 유리 기판, 폴리 메틸 메타크릴레이트(Poly methyl methacrylate, PMMA) 기판, 폴리 비닐 피롤리돈(Poly vinyl pyrrolidone, PVP) 기판 및 폴리스타이렌(Polystyrene, PS) 기판 등일 수 있다.

[0115] 본 발명에 따른 패턴이 형성된 기판에 있어서, 상기 고분자는 플루오르계 고분자일 수 있으며, 상기 플루오르계 고분자는 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate)일 수 있으며, 바람직하게는 폴리(1H,1H,2H,2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)(Poly(1H,1H,2H,2H-perfluorodecyl methacrylate), PFDMA)이다.

[0116] 이때, 상기 고분자를 플루오르계 고분자를 사용함으로써, 상기 패턴에 금속 패턴을 형성하기 위하여 금속을 증착시킨 후 고분자 패턴을 제거하는 경우, 플루오르계 용매를 사용할 수 있어, 용매를 통해 발생할 수 있는 기판의 손상을 최소화할 수 있다.

[0117] 상기 플루오르계 용매는 하이드로플루오로에테르(Hydrofluoroether, HFE)를 사용할 수 있으나, 플루오르계 고분자를 제거할 수 있는 용매이면 이에 제한되지 않고 사용할 수 있다.

[0118] 본 발명에 따른 패턴이 형성된 기판에 있어서, 상기 패턴의 두께는 1 nm 내지 10 μ m일 수 있다.

[0119] 또한, 본 발명은

[0120] 상기 패턴이 형성된 기판을 사용하여 금속을 증착시키고, 패턴을 제거하여 금속 패턴이 형성된 기판을 제공한다.

[0121] 본 발명에 따른 패턴이 형성된 기판을 사용하여 금속을 증착시키고, 패턴을 제거하는 공정을 수행하는 경우 플루오르계 용매를 사용하여 기판에 손상을 최소화할 수 있다. 이에 따라, 유기 소자가 필요한 응용 분야에 널리 사용될 수 있다.

[0122] 이하, 하기 실시예 및 실험예에 의하여 본 발명을 상세히 설명한다.

[0123] 단, 하기 실시예 및 실험예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 발명의 범위가 실시예 및 실험예에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0124] <실시예 1> 고분자 패턴의 제조 1

[0125] 단계 1: 패턴닝된 마스터(Master, Sylgard 184, Dow Corning)에 폴리디메틸실록세인(Poly(dimethylsiloxane, PDMS)을 스핀 코팅하여 고분자 몰드(Mold)를 제조하였다. 이때, 상기 고분자 몰드의 패턴은 5 μ m의 간격으로 3

μm 의 두께의 선이 균일하게 형성되어 있으며, 상기 선은 1 μm 의 높이를 가진다.

- [0126] 단계 2: 하이드로플루오로에테르(Hydrofluoroether)에 1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트 (1H, 1H, 2H, 2H-perfluorodecyl methacrylate, FDMA)에 용해시켜 상기 고분자의 함량이 전체 용액에 대하여 7 중량%인 혼합 용액을 제조한다.
- [0127] 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.
- [0128] 단계 4: 상기 단계 3에서 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)가 형성된 고분자 몰드를 폴리 메틸 메타크릴레이트(Poly methyl methacrylate, PMMA) 기판 위에 접촉시켜 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트) 고분자 패턴을 제조하였다.
- [0129] <실시예 2> 고분자 패턴의 제조 2
- [0130] 상기 실시예 1의 단계 2에서 고분자의 함량이 전체 용액에 대하여 11 중량%인 혼합 용액을 제조하여 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 고분자 패턴을 제조하였다.
- [0131] <실시예 3> 고분자 패턴의 제조 3
- [0132] 상기 실시예 1의 단계 2에서 고분자의 함량이 전체 용액에 대하여 15 중량%인 혼합 용액을 제조하여 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 고분자 패턴을 제조하였다.
- [0133] <실시예 4> 고분자 패턴의 제조 4
- [0134] 상기 실시예 1의 단계 4에서 고분자 몰드를 폴리 비닐 피롤리돈(Poly vinyl pyrrolidone, PVP) 기판 위에 접촉시킨 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 고분자 패턴을 제조하였다.
- [0135] <실시예 5> 고분자 패턴의 제조 5
- [0136] 상기 실시예 4의 단계 2에서 고분자의 함량이 전체 용액에 대하여 11 중량%인 혼합 용액을 제조하여 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 4와 동일하게 수행하여 고분자 패턴을 제조하였다.
- [0137] <실시예 6> 고분자 패턴의 제조 6
- [0138] 상기 실시예 4의 단계 2에서 고분자의 함량이 전체 용액에 대하여 15 중량%인 혼합 용액을 제조하여 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 4와 동일하게 수행하여 고분자 패턴을 제조하였다.
- [0139] <실시예 7> 고분자 패턴의 제조 7
- [0140] 상기 실시예 1의 단계 4에서 고분자 몰드를 폴리스타이렌(Polystyrene, PS) 기판 위에 접촉시킨 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 고분자 패턴을 제조하였다.
- [0141] <실시예 8> 고분자 패턴의 제조 8

- [0142] 상기 실시예 7의 단계 2에서 고분자의 함량이 전체 용액에 대하여 11 중량%인 혼합 용액을 제조하여 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 7과 동일하게 수행하여 고분자 패턴을 제조하였다.
- [0143] <실시예 9> 고분자 패턴의 제조 9
- [0144] 상기 실시예 7의 단계 2에서 고분자의 함량이 전체 용액에 대하여 15 중량%인 혼합 용액을 제조하여 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 7과 동일하게 수행하여 고분자 패턴을 제조하였다.
- [0145] <실시예 10> 고분자 패턴의 제조 10
- [0146] 상기 실시예 1의 단계 4에서 고분자 몰드를 실리콘 기판 위에 접촉시킨 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 고분자 패턴을 제조하였다.
- [0147] <실시예 11> 고분자 패턴의 제조 11
- [0148] 상기 실시예 10의 단계 2에서 고분자의 함량이 전체 용액에 대하여 11 중량%인 혼합 용액을 제조하여 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 10과 동일하게 수행하여 고분자 패턴을 제조하였다.
- [0149] <실시예 12> 고분자 패턴의 제조 12
- [0150] 상기 실시예 10의 단계 2에서 고분자의 함량이 전체 용액에 대하여 15 중량%인 혼합 용액을 제조하여 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 10과 동일하게 수행하여 고분자 패턴을 제조하였다.
- [0151] <실시예 13> 고분자 패턴의 제조 13
- [0152] 상기 실시예 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.
- [0153] <실시예 14> 고분자 패턴의 제조 14
- [0154] 상기 실시예 2의 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.
- [0155] <실시예 15> 고분자 패턴의 제조 15
- [0156] 상기 실시예 3의 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.
- [0157] <실시예 16> 금속 패턴이 형성된 기판의 제조 1
- [0158] 단계 1: 상기 실시예 13에서 제조된 고분자 패턴 위에 크롬(Cr)을 리프트-오프 증착법(Lift-off deposition)으로 크롬 패턴을 형성하여 크롬 패턴이 형성된 기판을 제조하였다.
- [0159] 단계 2: 상기 단계 1에서 제조된 크롬 패턴이 형성된 기판에 고분자(폴리(1H,1H,2H,2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트))를 제거하기 위하여, 하이드로플루오로에테르(Hydrofluoroether)로 크롬 패턴이 형성된 기판을 세척하

여 금속 패턴이 형성된 기판을 제조하였다.

[0160] <실험예 1> 유리 전이 온도 분석

[0161] 본 발명에 따른 플루오르계 고분자를 사용하였을 때, 표면 처리 없이 상온에서 기판으로 전사하여 고분자 패턴의 형성 가능성을 확인하기 위하여, 1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트와 하이드로플루오로에테르를 혼합한 혼합 용액을 캐스팅하여 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트) 박막을 제조하고, 이를 시차 주사 열분석법(Differential scanning calorimetry, DSC, Jade DSC, Perkin Elmer)으로 분석하였으며, 그 결과를 도 1에 나타내었다.

[0162] 도 1에 나타난 바와 같이, 플루오르계 고분자인 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트) 박막의 시차 주사 열분석 그래프에서는 60 내지 80 ℃의 온도에서 흡열 반응이 일어나는 것을 확인할 수 있었다. 이는, 플루오르계 용매인 하이드로플루오로에테르가 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트) 박막에 존재함으로써 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트) 고분자 사슬의 결정화를 방해하는 것으로 생각된다. 이를 통해, 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)를 사용하여 미세 접촉 인쇄를 하는 경우에는 상온에서 수행할 수 있는 것을 확인할 수 있다.

[0163] 종래의 미세 접촉 인쇄를 수행하기 위한 전사 물질들을 사용하여 기판에 전사하는 경우에는 약 50 내지 140 ℃의 온도에서 수행하여야 하며, 간혹, 낮은 압력을 가해야 하는 경우도 있다. 반면, 본 발명에 따른 플루오르계 고분자를 사용하는 경우에는 상온에서 수행할 수 있는 것을 확인할 수 있다. 이에 따라, 유기 소자에 적용하기에 유용한 효과가 있다.

[0164] <실험예 2> 접착력 분석

[0165] 본 발명에 따른 고분자 패턴의 제조방법에서 사용되는 물질들의 접착력을 확인하기 위하여, 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트) 박막을 제조하여 상기 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트) 박막 위에 물과 에틸렌 글라이콜(Ethylene glycol)을 떨어뜨린 후 접촉각을 측정하였으며, 그 결과를 도 2에 나타내었다.

[0166] 또한, 하기 수식식 1을 사용하여 폴리(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)의 표면 에너지를 계산하였으며, 그 결과를 하기 표 1에 나타내었다.

[0167] <수식식 1>

$$\gamma_{S1S2} = \gamma_{S1} + \gamma_{S2} - 2(\gamma_{S1}^d \gamma_{S2}^d)^{1/2} - 2(\gamma_{S1}^p \gamma_{S2}^p)^{1/2}$$

[0169] (이때, 상기 γ_{S1S2} 는 S1 물질과 S2 물질 사이의 표면 에너지를 나타내고;

[0170] 상기 γ_{S1} 및 γ_{S2} 는 S1 물질 및 S2 물질의 표면 에너지를 나타내고;

[0171] 상기 p는 극성 특성을 나타내고;

[0172] 상기 d는 분산 특성을 나타낸다).

표 1

[0173]

물질	분산 (γ_s^d)	극성 (γ_s^p)	표면 에너지 (γ_s)	PFDMA와의 접착력 (mN/m)
PFDMA	8.31	0.11	8.42	-

PDMS	9.49	2.27	11.76	1.44
실리콘	23.0	13.4	36.4	14.71
실리콘 옥사이드	33.5	1.7	35.2	9.38
PMMA	29.5	0.72	36.7	13.24
PVP	43.9	17.1	71.0	38.47
*PFDMA : 폴리(1H,1H,2H,2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)				
*PDMS : 폴리디메틸실록세인				
*PMMA : 폴리 메틸 메타크릴레이트				
*PVP : 폴리 비닐 피롤리돈				

[0174] 도 2 및 상기 표 1에 나타난 바와 같이, 폴리(1H,1H,2H,2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)와 폴리디메틸실록세인 사이의 접착력은 1.44 mN/m로 낮은 값을 보이는 것을 확인할 수 있었다. 반면, 폴리(1H,1H,2H,2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)와 기관으로 사용되는 물질들 사이의 접착력은 최소 9.38 mN/m에서 최대 38.47 mN/m로 매우 큰 값을 보이는 것을 확인할 수 있었다. 폴리(1H,1H,2H,2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)와 폴리디메틸실록세인 사이의 접착력이 폴리(1H,1H,2H,2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)와 기관으로 사용되는 물질들 사이의 접착력보다 더 낮음으로써 폴리(1H,1H,2H,2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)를 기관 상에 전사할 수 있는 것을 알 수 있다.

[0175] <실험예 3> 주사 전자 현미경 분석

[0176] 본 발명에 따른 고분자 패턴의 형상을 확인하기 위하여, 상기 실시예 1, 실시예 4, 실시예 10, 실시예 12, 실시예 13 및 실시예 16에서 제조된 고분자 패턴 및 금속 패턴이 형성된 기관을 주사 전자 현미경(Scanning electron microscope, FE-SEM, Hitachi S-4300)으로 관찰하였으며, 그 결과를 도 3 내지 7에 나타내었다.

[0177] 도 3에 나타난 바와 같이, 각각 다른 종류의 기관(폴리 메틸 메타크릴레이트 기관, 폴리 비닐 피롤리돈 기관 및 실리콘 기관)에 고분자 패턴을 형성한 실시예 1, 실시예 4 및 실시예 10의 경우 고분자 패턴이 정상적으로 형성되어 있는 것을 확인할 수 있다. 이에, 본 발명에 따른 패턴의 형성방법은 별도의 표면 처리 또는 화학적 처리 없이 다양한 기관에 패턴을 형성할 수 있으며, 상온에서 수행할 수 있는 것을 확인할 수 있다.

[0178] 또한, 도 4에 나타난 바와 같이, 1H,1H,2H,2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트의 함량을 전체 혼합 용액에 대하여 7 중량%로 제조한 실시예 10의 고분자 패턴의 경우에는 고분자 패턴의 두께가 50 nm를 나타냈으며, 1H,1H,2H,2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트의 함량을 전체 혼합 용액에 대하여 15 중량%로 제조한 실시예 12의 고분자 패턴의 경우에는 고분자 패턴의 두께가 300 nm를 나타내었다.

[0179] 나아가, 도 5에 나타난 바와 같이, 상기 실시예 10의 고분자 패턴의 표면 평평한 것을 확인할 수 있었다. 이에, 본 발명에 따른 제조방법으로 제조된 패턴은 평평하고 균일한 표면을 가지는 것을 확인할 수 있었다.

[0180] 또한, 도 6에 나타난 바와 같이, 고분자 몰드의 오목부에 형성되어 있는 폴리(1H,1H,2H,2H-퍼플루오로데실 메타크릴레이트)를 실리콘 기관 위에 전사시켜 고분자 패턴을 제조한 실시예 13의 경우에는 고분자 몰드 오목부의 깊이인 약 1 μ m의 두께를 가지는 고분자 패턴이 형성된 것을 확인할 수 있었다.

[0181] 나아가, 도 7에 나타난 바와 같이, 상기 실시예 13의 고분자 패턴에 금속을 증착시킨 후, 고분자 패턴을 제거하여 제조된 실시예 16의 금속 패턴이 형성된 기관의 경우에는 고르게 금속 패턴이 형성되어 있는 것을 확인할 수 있다.

[0182] 따라서, 본 발명에 따른 패턴의 형성방법은 미세 인쇄 접촉 기술을 이용하여 간단하게 패턴을 구현함과 동시에, 폴리(퍼플루오로알킬 메타크릴레이트)(Poly(perfluoroalkyl methacrylate) 또는 폴리(퍼플루오로알킬 아크릴레

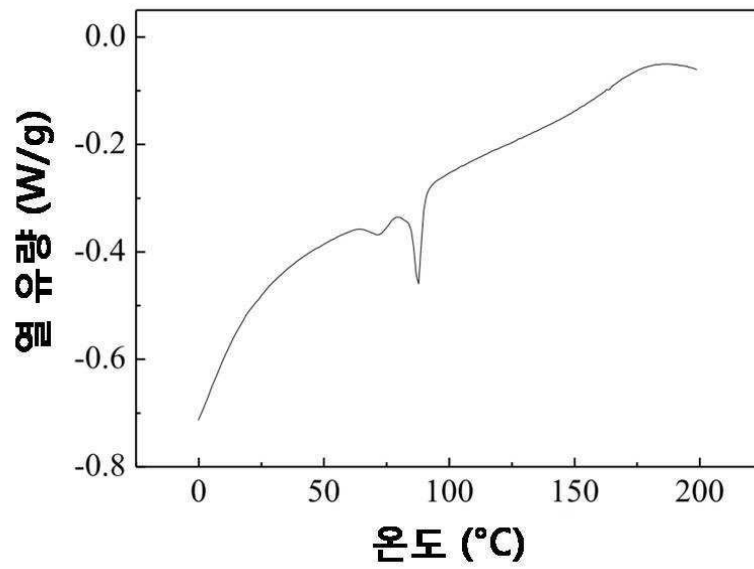
이트)(Poly(perfluoroalkyl acrylate) 고분자를 사용하여 표면 처리없이 패턴을 형성할 수 있고, 상온에서 인쇄가 가능하다.

[0183]

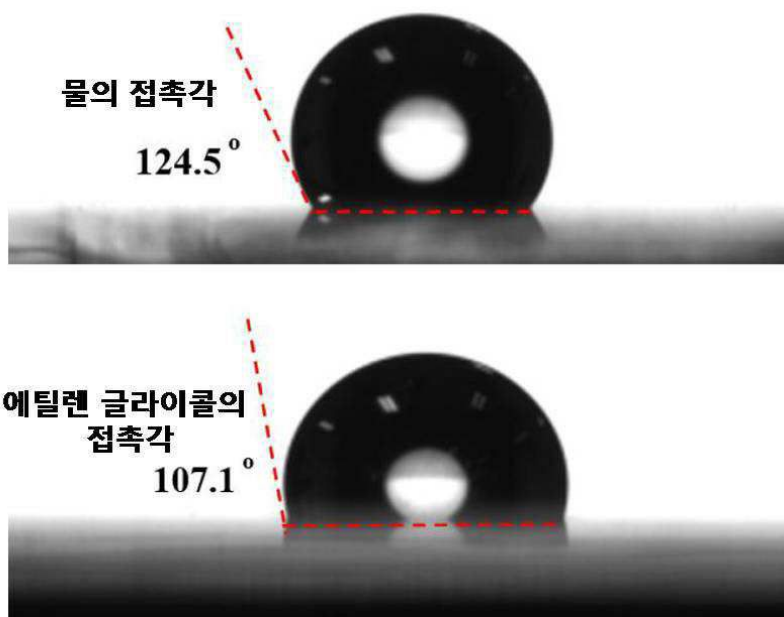
또한, 상기 패턴이 형성된 기판을 사용하여 금속을 증착시키고, 패턴을 제거하여 금속 패턴이 형성된 기판을 제조하는 경우 플루오르계 용매를 사용하여 기판에 손상을 최소화할 수 있다.

도면

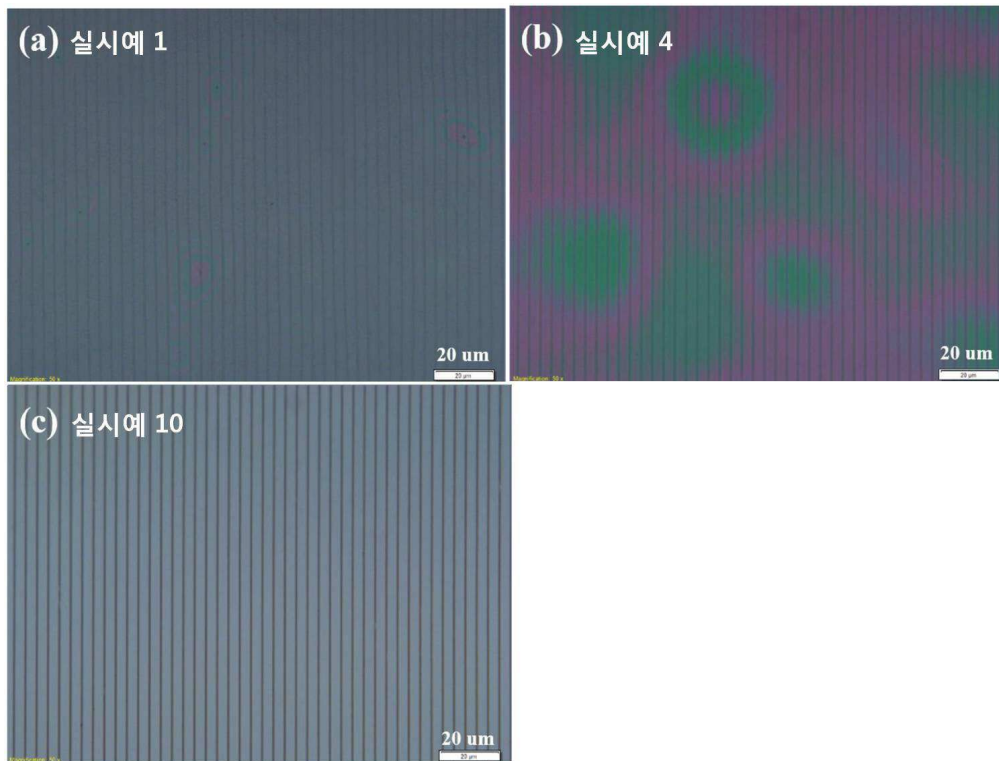
도면1



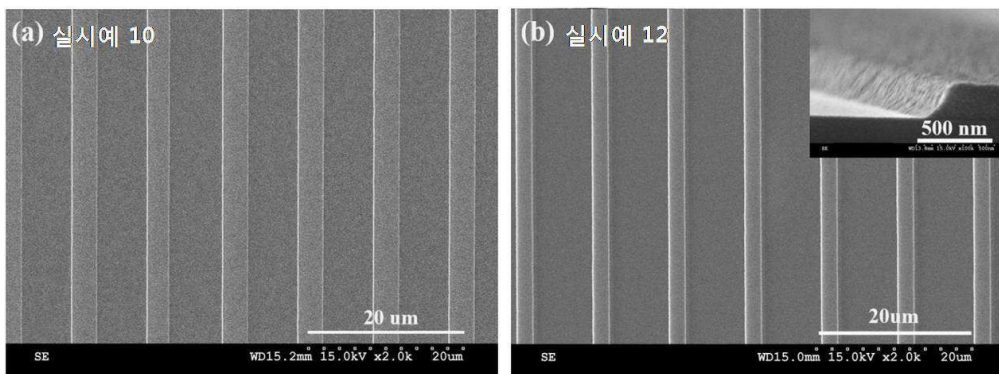
도면2



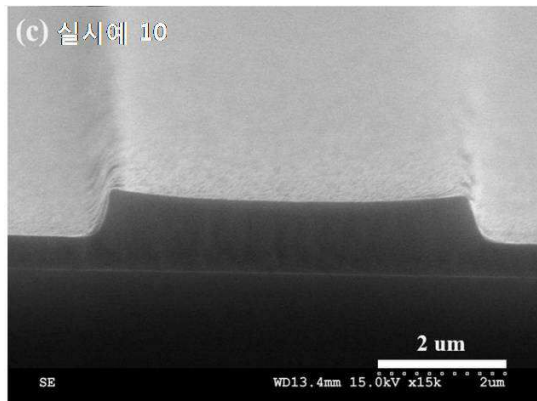
도면3



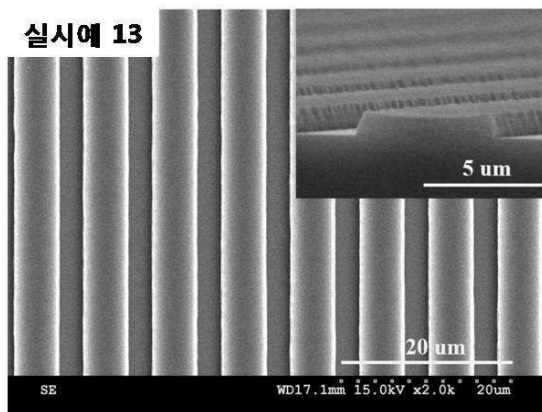
도면4



도면5



도면6



도면7

