

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2023년 7월 6일 (06.07.2023)



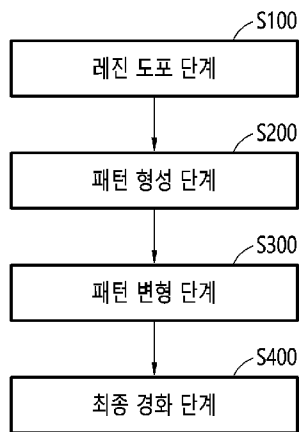
(10) 국제공개번호

WO 2023/128107 A1

- (51) 국제특허분류: *G03F 7/00* (2006.01) *G03F 7/16* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2022/011072
- (22) 국제출원일: 2022년 7월 27일 (27.07.2022)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2021-0193399 2021년 12월 30일 (30.12.2021) KR
- (71) 출원인: 창원대학교 산학협력단 (CHANGWON NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY ACADEMY COOPERATION CORPS) [KR/KR]; 51140 경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20, Gyeongsangnam-do (KR).
- (72) 발명자: 조영태 (CHO, Young Tae); 51427 경상남도 창원시 성산구 원이대로 449, 104동 1003호, Gyeongsangnam-do (KR). 김석 (KIM, Seok); 51140 경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20, 생활관 7동 429호, Gyeongsangnam-do (KR). 최수현 (CHOI, Su Hyun); 51639 경상남도 창원시 진해구 진해대로921번길 10, 214동 102호, Gyeongsangnam-do (KR).
- (74) 대리인: 김연권 (KIM, Youn Gwon); 05836 서울특별시 송파구 법원로 127 문정대명빌딩은 15층 1501호 및 1502호, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING MODIFIED MICROPATTERN USING CURING CHARACTERISTICS OF RESIN

(54) 발명의 명칭: 레진의 경화 특성을 이용한 변형된 형상의 미세패턴 제작 방법



S100 ... Resin application step
S200 ... Pattern forming step
S300 ... Pattern modifying step
S400 ... Final curing step

(57) Abstract: The present invention pertains to a method for producing a modified micropattern using the curing characteristics of a resin for forming an omni-phobic surface having hydrophobicity and lipophobicity by modifying a micropattern using the phenomenon in which resin curing is inhibited by oxygen, the method comprising: a pattern forming step for performing an ultraviolet curing imprint process using a porous mold so that a partially cured layer, in which curing is inhibited by oxygen, is formed on the surface of a micropattern imprinted by pressing a resin applied on a substrate; and a pattern modifying step for pressing and curing the micropattern so that the micropattern is modified by the partially cured layer, wherein the porous mold is a PDMS (polydimethylsiloxane) mold, and the mixing ratio of the PDMS mold is determined such that the oxygen permeability is equal to or greater than a predetermined reference value.

(57) 요약서: 본 발명은 산소에 의해 레진 경화가 저해되는 현상을 이용하여 미세패턴을 변형시켜 소수성과 소유성을 갖는 옴니포빅(omni-phobic) 표면을 제작하기 위한 레진의 경화 특성을 이용한 변형된 형상의 미세패턴 제작 방법에 관한 것으로, 기판위에 도포된 레진을 가압하여 각인된 미세패턴의 표면에 산소에 의해 경화가 저해되는 부분 경화층이 형성되도록 다공성 몰드를 이용하여 자외선 경화 임프린트 공정을 수행하는 패턴 형성 단계; 및 상기 부분 경화층에 의해 상기 미세패턴이 변형되도록 상기 미세패턴을 가압하고 경화시키는 패턴 변형 단계;를 포함하고, 상기 다공성 몰드는 폴리디메틸실록산(Polydimethylsiloxane: PDMS) 몰드이고, 상기 PDMS 몰드의 배합비는 산소 투과도가 미리 설정된 일정 기준치 이상이 되도록 결정되는 것을 특징으로 한다.

[다음 쪽 계속]

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 레진의 경화 특성을 이용한 변형된 형상의 미세패턴 제작 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 레진의 경화 특성을 이용한 변형된 형상의 미세패턴 제작 방법에 관한 것으로, 더욱 자세하게는 산소에 의해 레진 경화가 저해되는 현상을 이용하여 미세패턴을 변형시켜 소수성과 소유성을 갖는 옴니포빅(omni-phobic) 표면을 제작하기 위한 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 임프린트 공정이란, 패턴이 형성된 금형(일반적으로 몰드, 스탬프라고 불림)을 압입함으로써, 재료에 미세패턴을 전사하는 기술이다. 임프린트 공정을 이용함으로써 간이하고 정밀한 미세패턴의 제작이 가능한 점에서, 최근 다양한 분야에서의 응용이 기대되고 있다.
- [3] 임프린트 공정은 그 전사 방법으로 열임프린트 공정, 광임프린트 공정이라고 불리는 방법이 제안되고 있다. 열임프린트 공정에서는, 유리 전이 온도 이상으로 가열한 열가소성 수지에 몰드를 프레스하고, 냉각 후에 몰드를 이형함으로써 미세패턴을 형성한다. 이 방법은 다양한 재료를 선택할 수 있지만, 프레스 시에 고압을 필요로 하는 것, 열수축 등에 의하여 미세한 패턴 형성이 곤란하다는 문제점도 갖는다.
- [4] 광임프린트 공정에서는, 기판 상에 임프린트용 경화성 조성물(레진)을 도포 후, 석영 등의 광투과성 소재로 제작된 몰드를 압입한다. 몰드를 압입한 상태에서 자외선 등을 조사하여 임프린트용 경화성 조성물을 경화하고, 그 후 몰드를 이형함으로써 목적의 패턴이 전사된 경화물이 제작된다. 광임프린트 공정은 초미세패턴 구현 시 빠른 경화 시간으로 인해 열임프린트 공정에 비해 유리한 장점이 있다.
- [5] 한편, 기판에 각인된 미세패턴은 소수성(hydrophobicity) 또는 소유성(oleophobicity) 등의 특수 기능을 갖는 필름을 제작하기 위해 다양한 형태로 변형될 수 있다.
- [6] 이와 관련한 종래기술로서, 중국등록특허 제108545694호(Super-hydrophobic film with singular microstructure and preparation method thereof)는 금속 판상에 관통 마이크로 어레이 패턴 구조를 가공하여 금속 관통 템플릿을 제공하고, 도전성 상부전극판과 열경화성 폴리머 PDMS로 코팅된 하부전극판을 포함하여 금속 관통 템플릿을 상부전극판과 하부전극판 사이의 고분자 코팅층 위에 올려 고전압 전원에 연결함으로써 고분자 폴리머가 초소수성 필름으로 경화되는 방법을 개시한다.
- [7] 다만, 상기 종래기술은 패턴 변형을 위해 식각, 증착 및 코팅 등의 화학적

표면처리 공정이 사용되므로 인체나 환경에 좋지 못한 화학물질이 사용될 수 있다. 따라서, 인간과 환경에 유해한 화학물질을 사용하지 않고 단시간에 패턴 변형 공정을 수행할 수 있는 기술이 필요하다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 본 발명의 과제는 상술한 문제를 해결하기 위한 것으로, 자외선 경화 임프린트 공정을 통해 저비용으로 단시간에 미세패턴을 변형시킬 수 있고, 제작된 필름의 소수성과 소유성을 모두 갖는 옴니포빅 표면을 제조할 수 있는 기술을 제공함에 있다.

과제 해결 수단

- [9] 상기의 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 레진의 경화 특성을 이용한 변형된 형상의 미세패턴 제작 방법은, 기판위에 도포된 레진을 가압하여 각인된 미세패턴의 표면에 산소에 의해 경화가 저해되는 부분 경화층이 형성되도록 다공성 몰드를 이용하여 자외선 경화 임프린트 공정을 수행하는 패턴 형성 단계; 및 상기 부분 경화층에 의해 상기 미세패턴이 변형되도록 상기 미세패턴을 가압하고 경화시키는 패턴 변형 단계;를 포함하고, 상기 다공성 몰드는 폴리디메틸실록산(Polydimethylsiloxane: PDMS) 몰드이고, 상기 PDMS 몰드의 배합비는 산소 투과도가 미리 설정된 일정 기준치 이상이 되도록 결정되는 것을 특징으로 한다.
- [10] 본 발명의 일 실시예에서 상기 레진은 폴리우레탄 아크릴레이트 수지(polyurethane acrylate: PUA)인 것을 특징으로 한다.
- [11] 또한, 본 발명의 일 실시예에서 상기 다공성 몰드는 72~76.1wt%(중량퍼센트)의 PDMS 주제(base), 8~10.9wt%의 경화제(curing agent) 및 13~20wt%의 연화제(softening agent)를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [12] 또한, 본 발명의 일 실시예에서 상기 부분 경화층의 두께는 자외선 조사 에너지의 크기에 따라 조절되는 것을 특징으로 한다.
- [13] 또한, 본 발명의 일 실시예에서 상기 부분 경화층의 두께는 자외선 조사 에너지의 크기가 작을수록 커지는 것을 특징으로 한다.
- [14] 또한, 본 발명의 일 실시예에서 상기 패턴 변형 단계에서 상기 미세패턴의 상단은 다공성 패드에 의해 가압되는 것을 특징으로 한다.
- [15] 또한, 본 발명의 일 실시예에서 상기 다공성 패드는 폴리디메틸실록산(Polydimethylsiloxane: PDMS) 패드인 것을 특징으로 한다.
- [16] 또한, 본 발명의 일 실시예에서 상기 패턴 변형 단계에서 상기 미세패턴의 상단의 너비는 증가하고 하단의 너비는 감소하도록 상기 미세패턴이 가압되는 것을 특징으로 한다.
- [17] 또한, 본 발명의 일 실시예에서 상기 패턴 변형 단계에서 상기 미세패턴은 튜립 형상을 갖는 것을 특징으로 한다.

- [18] 또한, 본 발명의 일 실시예에서 상기 패턴 변형 단계에서 상기 미세패턴의 상단면에 요철이 생성되는 것을 특징으로 한다.
- [19] 또한, 본 발명의 일 실시예에서 상기 패턴 변형 단계 이후 상기 미세패턴에서 측정된 표면 접촉각은 초소수성 기준 접촉각 이상인 것을 특징으로 한다.
- [20] 또한, 본 발명의 일 실시예에서 상기 패턴 변형 단계 이후 상기 미세패턴에서 측정된 표면 접촉각은 소수성 기준 접촉각 이상인 것을 특징으로 한다.
- [21] 또한, 본 발명의 일 실시예에서 상기 패턴 변형 단계 이후 상기 미세패턴의 내구성이 향상되도록 경화시키는 최종 경화 단계;를 더 포함한다.
- [22] 또한, 본 발명의 일 실시예에서 상기 최종 경화 단계에서의 자외선 조사 에너지는 상기 패턴 변형 단계에서의 자외선 조사 에너지의 크기보다 큰 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [23] 본 발명에 따르면 PDMS 몰드를 이용하여 미세패턴을 가압함으로써 적절한 부분 경화층의 두께에 의해 미세패턴의 단면이 튜립 형상을 가지도록 변형될 수 있다.
- [24] 또한, 본 발명에 따르면 식각 등 복잡한 과정을 거치지 않고도 자외선 경화 임프린트 공정을 기반으로 저비용으로 간단하게 미세패턴을 변형시킬 수 있으며, 인간과 환경에 유해한 화학물질을 사용하지 않고도 단시간에 패턴 변형 공정이 수행될 수 있다.
- [25] 또한, 본 발명에 따르면 소수성과 소유성을 갖는 옴니포빅 표면이 제작될 수 있으며, 롤투롤(roll-to-roll) 방식을 사용하면 대면적의 옴니포빅 표면 제작이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [26] 도 1은 본 발명에 따른 레진의 경화 특성을 이용한 미세패턴 제작 방법의 순서를 나타낸 도면이다.
- [27] 도 2는 도 1의 각 단계를 도식적으로 나타낸 도면이다.
- [28] 도 3은 배합비를 달리하여 형성된 5개의 다공성 몰드의 산소 투과율을 비교하여 나타낸 그래프이다.
- [29] 도 4는 본 발명에 따른 패턴 형성 단계에서 자외선 조사 에너지의 크기에 따른 부분 경화층의 두께를 비교하여 나타낸 도면이다.
- [30] 도 5는 본 발명에 따른 패턴 변형 단계에서 자외선 조사 에너지의 크기에 따른 미세패턴의 변형 정도를 비교하여 나타낸 도면이다.
- [31] 도 6은 본 발명에 따른 미세패턴이 육각 기둥 구조로 형성된 경우 자외선 조사 에너지 크기에 따른 미세패턴의 변형 정도를 비교하여 나타낸 사진이다.
- [32] 도 7은 본 발명에 따른 미세패턴이 육각 벽기둥 구조로 형성된 경우 자외선 조사 에너지 크기에 따른 미세패턴의 변형 정도를 비교하여 나타낸 사진이다.
- [33] 도 8은 자외선 조사 에너지의 크기를 달리하여 형성된 미세패턴 필름의

소수성을 확인하기 위하여 접촉각을 측정한 그래프이다.

- [34] 도 9는 본 발명에 따른 미세패턴이 육각 벽기둥 구조로 형성된 경우 최종 경화 단계를 거친 후 미세패턴의 변화를 나타낸 사진이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [35] 이하 첨부된 도면을 참조하여, 바람직한 실시예에 따른 레진의 경화 특성을 이용한 변형된 형상의 미세패턴 제작 방법에 대해 상세히 설명하면 다음과 같다. 여기서, 동일한 구성에 대해서는 동일부호를 사용하며, 반복되는 설명, 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 발명의 실시형태는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다.
- [36] 도 1은 본 발명에 따른 레진의 경화 특성을 이용한 미세패턴 제작 방법의 순서를 나타낸 도면이고, 도 2는 도 1의 각 단계를 도시적으로 나타낸 도면이다.
- [37] 본 발명은 기능성 필름에 사용되는 나노 또는 마이크로 크기의 미세패턴을 튜립 형상에 가깝도록 변형시키는 방법을 제시한다. 이를 위해 본 발명의 일 실시예에서는 자외선 나노 임프린트 리소그래피 공정을 기반으로 미세패턴 변형을 유도하는 방법이 사용된다.
- [38] 또한, 본 발명에 따라 변형된 형상의 미세패턴을 갖는 기능성 필름은 소수성(hydrophobicity)과 소유성(oleophobicity)을 갖는 옴니포빅(omni-phobic) 표면을 갖는다. 본 발명의 발명자는 본 발명에 따른 방법을 통해 제작된 미세패턴 표면에 접촉각을 측정하여 소수성과 소유성을 확인하였다. 이하, 본 발명에 따른 레진의 경화 특성을 이용한 미세패턴 제작 방법을 살펴본다.
- [39] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 레진의 경화 특성을 이용한 변형된 미세패턴 제작 방법은, 레진 도포 단계(S100), 패턴 형성 단계(S200), 패턴 변형 단계(S300) 및 최종 경화 단계(S400)를 포함한다.
- [40] 레진 도포 단계(S100)에서는 기판(substrate)(10)위에 레진(resin)(20)을 도포하는 작업이 수행된다(도 2의 (a) 참조). 본 발명의 일 실시예에서 사용된 기판은 PET(Polyethylene terephthalate) 필름이나, 이에 한정되지 않는다.
- [41] 레진(20)은 패턴닝 재료로서 광에너지에 의해 물리적, 화학적 변화를 가져오는 광경화성 고분자 수지이다. 레진(20)은 아크릴레이트 계열의 수지가 사용될 수 있으며, 본 발명의 일 실시예에서는 폴리우레탄 아크릴레이트(polyurethane acrylate: PUA) 수지가 사용되었다. PUA 수지와 산소가 만나면, 광중합 동안 산소가 반응성 자유 라디칼을 제거함으로써 중합반응을 억제하는 현상이 발생되는데, 본 발명은 이러한 현상을 패턴 변형에 이용한다.
- [42] 패턴 형성 단계(S200)는 가압 몰드인 다공성 몰드(100)를 이용하여 기판(10) 위에 도포된 레진(20)을 가압하고 자외선을 조사하여 레진을 경화시킴으로써 미세패턴을 형성하는 단계이다(도 2의 (b) 참조). 이때, 다공성 몰드(100)의

가압과 자외선 경화 과정은 순차적으로 수행될 수 있다.

[43] 다공성 몰드(100)는 기관(10) 위에 미세패턴을 복제하기 위한 복제 패턴을 갖는 몰드이다. 도 2의 (b)에는 패턴 형성 단계가 수행되는 과정에서 다공성 몰드(100)의 복제 패턴 내에 레진(20)이 채워져 있는 상태가 도시되어 있다.

[44] 다공성 몰드(100)는 산소가 투과될 수 있는 다공성 구조를 가진 몰드이다. 본 발명의 일 실시예에서 다공성 몰드는 폴리디메틸실록산(Polydimethylsiloxane: PDMS)이 사용되었다. PDMS 몰드의 점도, 경도, 탄성계수 및 산소투과도(산소투과율) 등과 같은 물성은 PDMS 몰드 재료의 배합 비율에 따라 달라진다.

[45] PDMS 몰드의 산소투과도는 부분 경화층을 형성하는 정도에 영향을 미친다. 부분경화층이 제대로 형성되어야 패턴 변형이 수월하게 이루어질 수 있다. 상술한 바와 같이, PDMS 몰드의 산소투과도는 PDMS 몰드 재료의 배합 비율에 따라 달라진다. 따라서, 성능이 우수한 산소투과도를 갖는 PDMS 몰드를 제작하기 위해서는 PDMS 몰드의 배합비가 중요하다.

[46] 본 발명의 발명자는 PDMS 몰드의 배합비율을 달리한 5개의 샘플을 제조하였다. 샘플을 제작하기 위해 PDMS 주재(Base), 가교용 경화제(Curing agent), 실리콘 고무 유체의 점도를 조절하기 위한 연화제(Softening agent)가 사용되었다. 아래 <표 1>을 참조하면, 5개의 샘플은 PDMS 몰드의 전체 중량을 100%로 하였을 때 상기 각 재료의 중량비율(wt%)을 달리하여 제작되었다. 각 샘플은 실리콘 웨이퍼에 혼합 PDMS 용액을 도포하고, 그 위에 PET 필름을 올려 가압하여 제작되었다. 열경화는 60°C 오븐에서 4시간 동안 진행되었다. 최종 경화를 위해 샘플의 두께는 $100 \pm 10 \mu\text{m}$ 로 측정되었다.

[47]

[48] [표1]

Sample	Base(wt%)	Curing Agent(wt%)	Softening Agent(wt%)
#A	76.1	10.9	13
#B	78.3	8.7	13
#C	79.7	7.3	13
#D	75	8.3	16.7
#E	72	8	20

[49]

[50] 도 3은 배합비를 달리하여 형성된 5개의 다공성 몰드의 산소 투과율을 비교하여 나타낸 그래프이다.

[51] 본 발명자는 산소투과분석기를 사용하여 상기 <표 1>에 따라 배합된 각 샘플의 산소투과율을 실험하였다. PDMS 몰드의 산소투과율은 14.5 이상인 것이

- 바람직하다. 도 3에 도시된 바와 같이, 5개의 샘플 중 PDMS 몰드(샘플 #D) 재료의 중량비가 75 : 8.3 : 16.7(wt%)(base : curing agent : softening agent)인 경우에 15.467cc/cm³로 측정되어 산소투과율이 가장 높은 것으로 확인되었다. 이는 PET 필름의 산소투과율인 12.628cc/cm³ 인 경우보다 22.5% 증가된 수치이다.
- [52] 한편, PDMS 몰드의 산소투과도가 14.5 이상을 만족하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 PDMS 몰드의 배합비는, PDMS 주재(base)의 경우 72~76.1wt%(중량퍼센트), 경화제(curing agent)의 경우 8~10.9wt%, 연화제(softening agent)의 경우 13~20wt% 인 것이 바람직하다.
- [53] 패턴 형성 단계(S200)가 수행되는 동안 다공성 몰드(100)에 내제되어 있거나 다공성 몰드(100)를 통과하는 산소가 레진(20)과 만나면서 미세패턴(30)의 표면에는 산소에 의해 경화가 저해되어 부분적으로 경화된 층이 형성된다. 본 명세서에서는 경화가 저해되는 층을 부분 경화층(partially curing layer)이라 하고, 자외선에 의해 경화된 층을 완전 경화층(hard curing layer)이라 한다(도 4 참조). 이때, 자외선 조사 에너지의 크기에 따라 부분 경화층의 두께가 달라지게 된다. 부분 경화층의 두께는 패턴 변형 단계에서 미세패턴의 변형 정도를 결정한다.
- [54] 도 4는 본 발명에 따른 패턴 형성 단계에서 자외선 조사 에너지의 크기에 따른 부분 경화층의 두께를 비교하여 나타낸 도면이다.
- [55] 도 4의 (a) 내지 (c)는 패턴 형성 단계에서 동일한 레진에 자외선 조사 에너지의 크기만을 달리하여 경화된 미세패턴들을 비교한 도면이다. 도 4의 (a) 내지 (c)에서 미세패턴에 조사된 자외선 조사 에너지의 크기는 각각 150mJ, 180mJ, 300mJ이다.
- [56] 도 4를 참조하면, PDMS 몰드(100)에 의해 레진이 가압되고 자외선이 조사되면 미세패턴의 표면에는 부분 경화층(PCL)이 형성되고, 부분 경화층(PCL)의 안쪽으로는 완전 경화층(HCL)이 형성된다. 이때, 자외선 조사 에너지의 크기가 150mJ 일 때 부분 경화층(PCL)의 두께가 가장 크다. 이를 통해 동일한 공정 시간 동안 더 작은 크기의 자외선 조사 에너지가 조사되면 부분 경화층의 두께가 커짐을 알 수 있다. 물론, 자외선 조사 에너지의 크기는 레진의 종류 및 조합비에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 레진의 종류에 따라 의도된 부분 경화층의 두께를 갖도록 자외선 조사 에너지의 크기를 설정할 수 있다.
- [57] 이후, 패턴 형성 단계(S200)가 완료되면 다공성 몰드(100)가 이형되는 단계가 수행된다(도 2의 (c) 참조). 이 단계에서 미세패턴(30)의 표면에 일정 두께의 부분 경화층이 형성된 것이 현미경 등을 통해 외부에서 관찰될 수 있다.
- [58] 패턴 변형 단계(S300)는 미세패턴(30)을 가압하고 경화하는 단계로서, 패턴 형성 단계에서 형성된 미세패턴(30)을 변형시키는 단계이다(도 2의 (d) 참조). 패턴 변형 단계에서는 미세패턴(30)을 상부에서 하부 방향으로 가압하는데, 이때 다공성 패드(120)가 사용된다. 다공성 패드(120)의 상부 및 하부에는 자외선이 투과될 수 있도록 투명기판(130)이 위치한다. 다공성 패드(120)의 가압과 자외선 경화 과정은 순차적으로 수행될 수 있다.

- [59] 본 발명의 일 실시예에서 다공성 패드(120)는 다공성 몰드(100)의 재료와 같이 PDMS로 구성된다. 따라서, 다공성 패드(120) 역시 산소가 투과될 수 있는 다공성 구조를 가지며, 다공성 패드(120)의 배합 비율은 상술한 PDMS 몰드의 배합 비율과 같을 수 있다.
- [60] 다공성 패드(120)에 의해 미세패턴(30)이 가압되면 미세패턴(30)의 상단이 눌리게 되면서 미세패턴(30)의 높이는 작아지고, 상단면은 넓어지며, 하단면은 좁아지게 된다. 이때, 부분 경화층의 두께에 따라 미세패턴(30)의 변형된 형상이 다른데, 본 발명에서 설정된 부분 경화층의 두께에서 미세패턴(30)은 그 단면이 튜립 형상을 갖도록 변형된다.
- [61] 한편, 패턴 변형 단계(S300)에서 미세패턴(30)이 가압되는 동안 미세패턴(30) 표면에 미세크기의 요철이 발생하면서 표면 거칠기가 증가한다. 구체적으로는 미세패턴(30)의 상단 표면 거칠기가 증가한다. 이는 패턴 변형 단계(S300)에서 다공성 패드(120)로 미세패턴을 가압하므로 부분 경화층이 불균일하게 경화되기 때문이다.
- [62] 도 5는 본 발명에 따른 패턴 변형 단계에서 자외선 조사 에너지의 크기에 따른 미세패턴의 변형 정도를 비교하여 나타낸 도면이다.
- [63] 도 5의 (a) 내지 (c)는 패턴 변형 단계에서 동일한 레진에 자외선 조사 에너지의 크기만을 달리하여 경화된 미세패턴들을 비교한 도면이다. 도 5의 (a) 내지 (c)에서 미세패턴에 조사된 자외선 조사 에너지의 크기는 각각 150mJ, 180mJ, 300mJ이다. 패턴 형성 단계에서의 미세패턴 상태를 나타내는 도 4의 (a) 내지 (c)는 각각 패턴 변형 단계에서의 미세패턴 상태를 나타내는 도 5의 (a) 내지 (c)와 대응된다. 한편, 도 5의 (a) 내지 (c)에는 패턴 변형 정도를 알기 쉽도록 패턴 변형 단계(S300) 전후의 미세패턴 형상 라인이 도시되어 있다.
- [64] 도 5를 참조하면, 다공성 패드(120)에 의해 가압되고 자외선이 조사되면 미세패턴이 변형된다. 이때, 부분 경화층(PCL)의 두께가 설정된 두께를 갖는 경우(도 5의 (a))에 미세패턴이 가압 및 경화되면서 상단면은 넓어지고, 하단면은 좁아지다가 미세패턴의 수평면과의 경계 부분이 움푹 들어가면서 전체적으로 미세패턴의 단면이 튜립형상을 갖는다. 이때, 상단면은 요철이 생기면서 표면 거칠기가 증가한다. 반면, 부분 경화층(PCL)의 두께가 약간 작은 경우(도 5의 (b))에 상단면은 넓어지고 하단면은 좁아지기는 하지만 전체적으로 튜립 형상을 갖지 못하며 상단면 표면 거칠기도 크게 증가하지 않는다. 만일, 부분 경화층(PCL)의 두께가 더 작은 경우(도 5의 (c))에는 미세패턴의 변형이 거의 이루어지지 않으며 상단면 표면 거칠기도 변화가 없게 된다.
- [65] 정리하면, 부분 경화층의 두께에 따라 의도된 튜립 형상을 갖는 미세패턴이 변형될 수 있으며, 이러한 부분 경화층의 두께는 자외선 조사 에너지의 크기에 따라 결정됨을 알 수 있다.
- [66] 이후, 패턴 변형 단계(S300)가 완료되면 다공성 패드(120)가 이형되는 단계가 수행된다(도 2의 (e) 참조). 이 단계에서 미세패턴(30)이 튜립 형상으로 변형된

상태가 현미경 등을 통해 외부에서 관찰될 수 있다.

- [67] 최종 경화 단계(S400)는 튜립 형상을 갖는 미세패턴(30)의 내마모성과 옴니포빅성을 향상시키는 단계이다(도 2의 (f) 참조). 패턴 변형 단계(S300)를 거친 후에 미세패턴(30)은 내구성이 약하므로 작은 외력에도 튜립 형상이 유지되지 않거나 옴니포빅성을 잃을 수 있다. 이를 방지하기 위해 최종 경화 단계(S400)에서는 레진의 중합 반응을 촉진하여 패턴 변형 단계(S300) 후 레진에 남아있는 단량체 및 올리고머(oligomer)로부터 중합체를 형성한다.
- [68] 최종 경화 단계(S400)에서 자외선 조사를 위해 투명 기판이 사용되며, 패턴 형성 단계(S200) 및 패턴 변형 단계(S300)에서의 자외선 조사 에너지 보다 큰 고출력의 자외선이 사용된다.
- [69] 한편, 본 발명의 발명자는 상술한 방법에 따라 실제 미세패턴을 형성하고 변형하는 실험을 수행하여 주사전자현미경(SEM)으로 미세패턴을 관찰하였다. 제작된 미세패턴은 육각 기둥 형상의 어레이(Hexagonal pillar array) 패턴과 육각 벽기둥 형상의 어레이 패턴(Hexagonal wall-pillar array)이다. 그러나, 미세패턴의 형상이 설계자의 의도에 따라 다양하게 설정될 수 있음은 물론이다.
- [70] 도 6은 본 발명에 따른 미세패턴이 육각 기둥 구조로 형성된 경우 자외선 조사 에너지 크기에 따른 미세패턴의 변형 정도를 비교하여 나타낸 사진이며, 도 7은 본 발명에 따른 미세패턴이 육각 벽기둥 구조로 형성된 경우 자외선 조사 에너지 크기에 따른 미세패턴의 변형 정도를 비교하여 나타낸 사진이다.
- [71] 도 6의 (a) 및 (b)는 패턴 형성 단계(S200)가 완료된 후 관찰된 미세패턴이고, 도 6의 (c) 내지 (e)는 패턴 변형 단계(S300)가 완료된 후 관찰된 미세패턴이다.
- [72] 패턴 형성 단계에서 형성된 미세패턴의 직경은 $10\mu\text{m}$ 이고, 높이는 $20\mu\text{m}$ 이다. 도 6의 (c) 내지 (e)에서 패턴 형성 단계 및 패턴 변형 단계를 거치는 동안, 자외선 미세패턴에 조사된 자외선 조사 에너지의 크기는 각각 150mJ, 180mJ, 300mJ이며, 자외선 조사시간은 각각 15초, 18초, 30초 이다.
- [73] 도 6의 (c)를 참조하면, 150mJ의 자외선 조사 에너지가 조사된 경우에 본 발명에 따라 튜립 형상의 미세패턴이 형성되었다. 구체적인 수치를 살펴보면, 미세패턴의 하단부 직경은 $6.35 \sim 8.20\mu\text{m}$ 로 측정되었으며, 이는 패턴 변형 전에 비해 $1.8 \sim 3.65\mu\text{m}$ 감소한 수치이다. 미세패턴의 상단부 직경은 $11.1 \sim 12.6\mu\text{m}$ 로 측정되었으며, 이는 패턴 변형 전에 비해 최대 $2.6\mu\text{m}$ 증가한 수치이다. 기둥의 높이는 $15.7 \sim 17.1\mu\text{m}$ 로 측정되었으며, 이는 $2.9 \sim 4.3\mu\text{m}$ 감소한 수치이다. 또한, 기둥의 상단면에 $480\text{nm} \sim 2.4\mu\text{m}$ 의 요철이 발생하였다.
- [74] 도 6의 (d)를 참조하면, 180mJ의 자외선 조사 에너지가 조사된 경우에 미세패턴의 변형은 이루어졌으나 본 발명에 따른 튜립 형상의 미세패턴은 형성되지 않았다. 구체적인 수치를 살펴보면, 미세패턴의 하단부 직경은 $8.47 \sim 9.26\mu\text{m}$ 로 측정되었으며, 이는 패턴 변형 전에 비해 $0.74 \sim 1.53\mu\text{m}$ 감소한 수치이다. 미세패턴의 상단부 직경은 $10.4 \sim 11.2\mu\text{m}$ 로 측정되었으며, 이는 패턴 변형 전에 비해 최대 $1.2\mu\text{m}$ 증가한 수치이다. 또한, 기둥의 높이는 $17.2 \sim 18.7\mu\text{m}$ 로

측정되었으며, 이는 최대 $1.3\mu\text{m}$ 감소한 수치이다. 또한, 기둥의 상단면에 형성된 요철의 최대 높이는 824nm 이었다.

- [75] 도 6의 (e)를 참조하면, 300mJ 의 자외선 조사 에너지가 조사된 경우에 미세패턴 변형 정도가 미미하였다. 구체적인 수치를 살펴보면, 미세패턴의 상하단부 직경은 각각 $9.79 \sim 9.92\mu\text{m}$ 와 $9.66 \sim 9.79\mu\text{m}$ 로 측정되었고, 높이는 $18.6 \sim 20.1\mu\text{m}$ 로 측정되었다. 즉, 도 6의 (e)에서는 도 6의 (c) 및 (d)와 달리 패턴 변형이 거의 없이 경화가 발생된 것이 관찰된다.
- [76] 한편, 도 7에 도시된 바와 같이, 미세패턴이 육각 벽기둥 구조로 형성된 경우에 자외선 조사 에너지의 크기를 달리하여 도 6에서 수행된 실험과 동일한 실험이 수행되었다. 도 7의 (f) 및 (g)는 패턴 형성 단계(S200)가 완료된 후 관찰된 미세패턴이고, 도 7의 (h) 내지 (j)는 패턴 변형 단계(S300)가 완료된 후 관찰된 미세패턴이다.
- [77] 도 7의 (h) 내지 (j)에서 패턴 형성 단계 및 패턴 변형 단계를 거치는 동안 미세패턴에 조사된 자외선 조사 에너지의 크기는 각각 150mJ , 180mJ , 300mJ 이다.
- [78] 도 7의 (h)에 도시된 바와 같이, 150mJ 의 자외선 조사 에너지가 조사된 경우에 벽의 상단에 비해 하단의 너비가 크게 감소하여 그 단면이 대략 역삼각형을 형성하였고, 상단면에는 나노 스케일의 요철이 형성되어 표면 거칠기가 증가되었다.
- [79] 도 7의 (i)에 도시된 바와 같이, 180mJ 의 자외선 조사 에너지가 조사된 경우에 상단면이 거칠어지긴 했으나 패턴 형상이 크게 변하지 않았다.
- [80] 도 7의 (j)에 도시된 바와 같이, 300mJ 의 자외선 조사 에너지가 조사된 경우에 패턴 변형은 거의 관찰되지 않았다.
- [81] 도 8은 자외선 조사 에너지의 크기를 달리하여 형성된 미세패턴 필름의 소수성을 확인하기 위하여 접촉각을 측정한 그래프이다.
- [82] 도 8은 도 6 및 도 7에서 최종 경화 단계를 거친 미세패턴(도 6의 (c) 내지 (e), 도 7의 (h) 내지 (j))의 소수성을 확인하기 위하여 접촉각 측정장치(예를 들어, Smart Drop)가 사용되었다. 접촉각 테스트에서 유체의 부치는 $10\mu\text{l}$ 로 설정되었고, 필름의 패턴 있는 부분의 5개의 무작위 지점에서 측정이 반복되었다.
- [83] 한편, 소수성이란 미세패턴 표면과 물방울 사이의 접촉각이 90° (소수성 기준 접촉각)를 초과하는 상태를 의미하고, 초소수성이란 미세패턴 표면과 물방울 사이의 접촉각이 150° (초소수성 기준 접촉각)를 초과하는 상태를 의미한다. 또한, 소유성이란 미세패턴 표면과 오일 사이의 접촉각이 90° (소유성 기준 접촉각)를 초과하는 상태를 의미하고, 초소유성이란 미세패턴 표면과 오일 사이의 접촉각이 150° (초소유성 기준 접촉각)를 초과하는 상태를 의미한다.
- [84] 도 6의 (c)에 도시된 미세패턴에서 측정된 접촉각은 최소 155.9° 에서 최대 166.0° 이며, 이는 소수성이 우수한 것으로 확인되었다. 도 6의 (d)에 도시된 미세패턴에서 접촉각은 최소 150.6° 에서 최대 166.3° 로 측정되었으며, 역시

소수성이 우수한 것으로 확인되었다. 도 6의 (e)에 도시된 미세패턴에서 접촉각은 최대 112.5°로 측정되어 소수성이 우수하지 않은 것으로 확인되었다. 한편, 도 8에 도시된 접촉각은 각 자외선 조사 에너지의 크기(150mJ(A), 180mJ(B), 300mJ(C))에 따른 임의의 5개 지점에서 측정된 평균값이다.

- [85] 도 7의 (h) 내지 (j)에 도시된 미세패턴에서 측정된 접촉각은 각각 153.1 ~ 165.2°, 150.3° ~ 161.6° 및 139.7° ~ 147.7°이다. 한편, 도 8에 도시된 접촉각은 각 자외선 조사 에너지의 크기(150mJ(D), 180mJ(E), 300mJ(F))에 따른 임의의 5개 지점에서 측정된 평균값이다.
- [86] 도 8을 참조하면, 자외선 조사 에너지가 150 mJ인 경우에 육각 기둥 구조의 미세패턴 접촉각(A) 보다 육각 벽기둥 구조의 미세패턴 접촉각(D)이 더 크게 측정되었다. 즉, 육각 기둥 구조 보다 육각 벽기둥 구조의 미세패턴이 소수성이 우수함을 알 수 있다.
- [87] 도 9는 본 발명에 따른 미세패턴이 육각 벽기둥 구조로 형성된 경우 최종 경화 단계를 거친 후 미세패턴의 변화를 나타낸 사진이다.
- [88] 도 9에 도시된 이미지는 도 7의 (h)에 도시된 육각 벽기둥 구조의 미세패턴에 최종 경화 단계가 수행된 이후 주사전자현미경(SEM)로 관찰된 사진이다. 최종 경화 단계에서 조사된 자외선 조사 에너지의 크기는 630mJ이며, 조사시간은 30초이다.
- [89] 도 9의 (a)는 최종 경화 단계 이후의 미세패턴 사진이고, 도 9의 (b)는 도 9의 (a)의 미세패턴을 확대한 사진이고, 도 9의 (c)는 소수성을 확인하기 위한 접촉각 측정 사진이며, 도 9의 (d)는 소수성을 확인하기 위한 접촉각 측정 사진이다.
- [90] 도 9의 (a) 및 (b)를 참조하면, 최종 경화 단계 이후 미세패턴의 벽면 가장자리는 울퉁불퉁하며 기둥 상단에는 411nm ~ 1.44 μ m의 돌기가 형성되어 있다. 최종 경화 단계 이전과 비교하면 돌기의 크기가 1 μ m 증가하였다. 이는 최종 경화 단계에서 조사된 자외선 에너지의 크기 또는 조사시간에 영향을 받은 것이다. 부분 경화층에 포함된 단량체 및 올리고머는 정상 상태(1 atm 및 25°C)에서 액체상태인데, 강렬한 자외선 에너지 하에서 고체화된다. 이때, 단량체와 올리고머는 고체 고분자가 되면서 밀도가 변하여 패턴 변형이 유발되는 것이다.
- [91] 도 9의 (c)에서 소수성을 확인하기 위해 탈이온수(DI water)가 사용되었고, 도 9의 (d)에서 소수성을 확인하기 위해 올리브 오일이 사용되었다. 도 9의 (c)에 도시된 탈이온수의 접촉각은 $160.3^{\circ} \pm 9.56^{\circ}$ 이고, 도 9의 (d)에 도시된 올리브 오일의 접촉각은 $105.9^{\circ} \pm 7.92^{\circ}$ 이다.
- [92] 정리하면, 패턴 변형 단계에서 150mJ의 자외선 조사 에너지가 조사된 경우, 최종 경화 단계를 거친 이후 미세패턴의 소수성 및 소수성이 우수함을 알 수 있다. 즉, 본 발명에 따른 레진의 경화 특성을 이용한 변형된 미세패턴 제작 방법에 따르면 적정한 자외선 조사 에너지 하에서 패턴 변형이 수행되므로 옴니포빅 표면 제작이 가능해진다.
- [93] 본 발명은 첨부된 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나 이는

예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면
이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을
것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 청구 범위에 의해서만
정해져야 할 것이다.

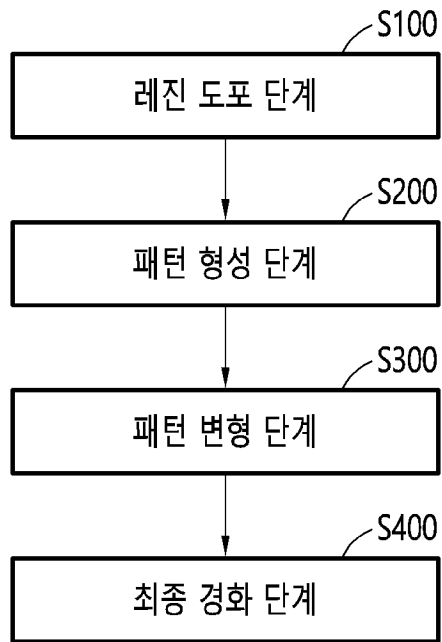
청구범위

- [청구항 1] 기판위에 도포된 레진을 가압하여 각인된 미세패턴의 표면에 산소에 의해 경화가 저해되는 부분 경화층이 형성되도록 다공성 몰드를 이용하여 자외선 경화 임프린트 공정을 수행하는 패턴 형성 단계; 및 상기 부분 경화층에 의해 상기 미세패턴이 변형되도록 상기 미세패턴을 가압하고 경화시키는 패턴 변형 단계;를 포함하고, 상기 다공성 몰드는 폴리디메틸실록산(Polydimethylsiloxane: PDMS) 몰드이고, 상기 PDMS 몰드의 배합비는 산소 투과도가 미리 설정된 일정 기준치 이상이 되도록 결정되는 것을 특징으로 하는, 레진의 경화 특성을 이용한 변형된 형상의 미세패턴 제작 방법.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서, 상기 레진은 폴리우레탄 아크릴레이트 수지(polyurethane acrylate: PUA)인 것을 특징으로 하는 레진의 경화 특성을 이용한 변형된 형상의 미세패턴 제작 방법.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서, 상기 다공성 몰드는 72~76.1wt%(중량퍼센트)의 PDMS 주제(base), 8~10.9wt%의 경화제(curing agent) 및 13~20wt%의 연화제(softening agent)를 포함하는 것을 특징으로 하는 레진의 경화 특성을 이용한 변형된 형상의 미세패턴 제작 방법.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서, 상기 부분 경화층의 두께는 자외선 조사 에너지의 크기에 따라 조절되는 것을 특징으로 하는 레진의 경화 특성을 이용한 변형된 형상의 미세패턴 제작 방법.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서, 상기 부분 경화층의 두께는 자외선 조사 에너지의 크기가 작을수록 커지는 것을 특징으로 하는 레진의 경화 특성을 이용한 변형된 형상의 미세패턴 제작 방법.
- [청구항 6] 제 1 항에 있어서, 상기 패턴 변형 단계에서 상기 미세패턴의 상단은 다공성 패드에 의해 가압되는 것을 특징으로 하는 레진의 경화 특성을 이용한 변형된 형상의 미세패턴 제작 방법.
- [청구항 7] 제 6 항에 있어서, 상기 다공성 패드는 폴리디메틸실록산(Polydimethylsiloxane: PDMS) 패드인 것을 특징으로 하는 레진의 경화 특성을 이용한 변형된 형상의 미세패턴 제작 방법.
- [청구항 8] 제 1 항에 있어서,

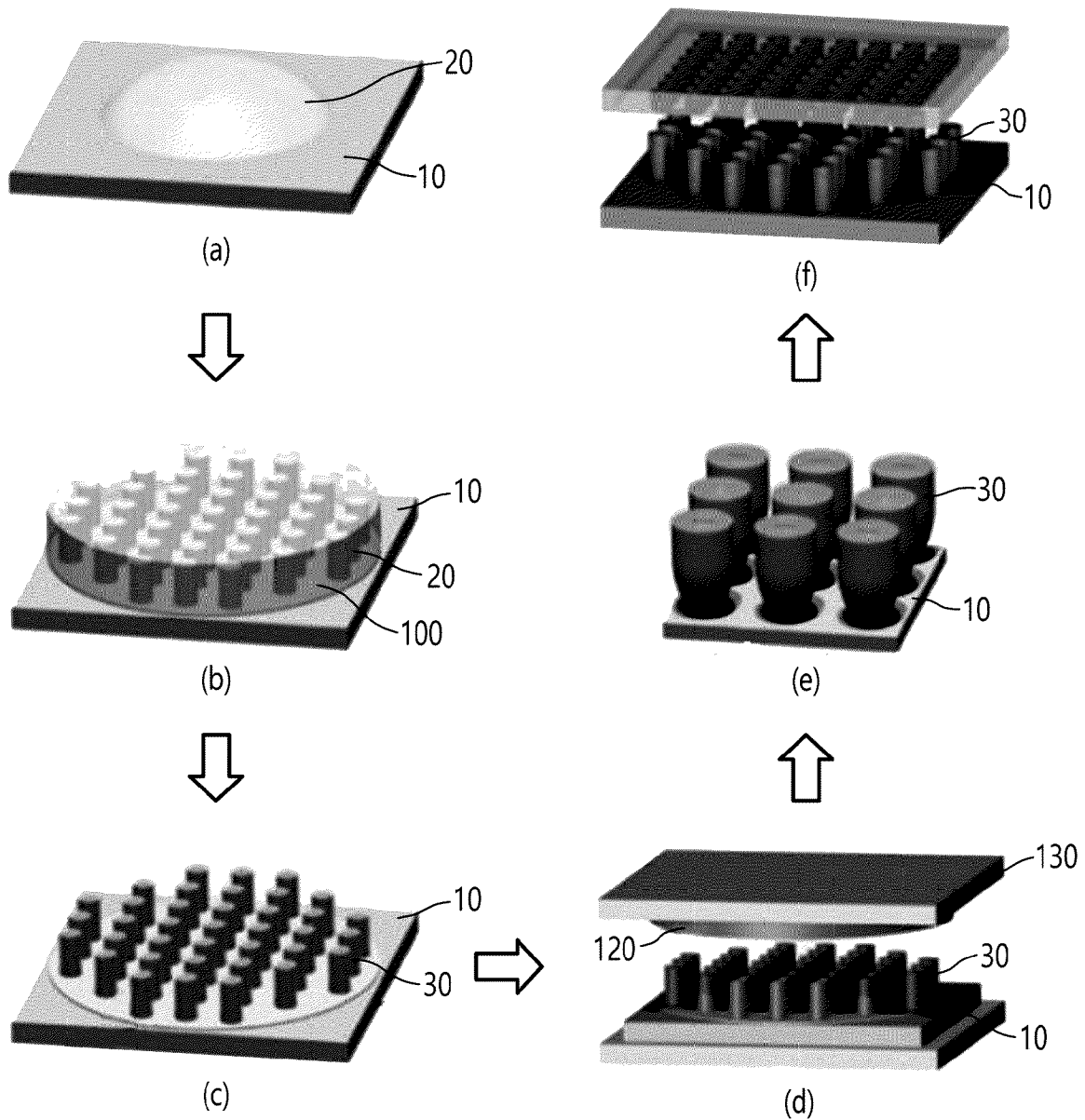
상기 패턴 변형 단계에서 상기 미세패턴의 상단의 너비는 증가하고 하단의 너비는 감소하도록 상기 미세패턴이 가압되는 것을 특징으로 하는 레진의 경화 특성을 이용한 변형된 형상의 미세패턴 제작 방법.

- [청구항 9] 제 1 항에 있어서,
상기 패턴 변형 단계에서 상기 미세패턴은 튜립 형상을 갖는 것을 특징으로 하는 레진의 경화 특성을 이용한 변형된 형상의 미세패턴 제작 방법.
- [청구항 10] 제 1 항에 있어서,
상기 패턴 변형 단계에서 상기 미세패턴의 상단면에 요철이 생성되는 것을 특징으로 하는 레진의 경화 특성을 이용한 변형된 형상의 미세패턴 제작 방법.
- [청구항 11] 제 1 항에 있어서,
상기 패턴 변형 단계 이후 상기 미세패턴에서 측정된 표면 접촉각은 초소수성 기준 접촉각 이상인 것을 특징으로 하는 레진의 경화 특성을 이용한 변형된 형상의 미세패턴 제작 방법.
- [청구항 12] 제 1 항에 있어서,
상기 패턴 변형 단계 이후 상기 미세패턴에서 측정된 표면 접촉각은 소유성 기준 접촉각 이상인 것을 특징으로 하는 레진의 경화 특성을 이용한 변형된 형상의 미세패턴 제작 방법.
- [청구항 13] 제 1 항에 있어서,
상기 패턴 변형 단계 이후 상기 미세패턴의 내구성이 향상되도록 경화시키는 최종 경화 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 레진의 경화 특성을 이용한 변형된 형상의 미세패턴 제작 방법.
- [청구항 14] 제 13 항에 있어서,
상기 최종 경화 단계에서의 자외선 조사 에너지는 상기 패턴 변형 단계에서의 자외선 조사 에너지의 크기보다 큰 것을 특징으로 하는 레진의 경화 특성을 이용한 변형된 형상의 미세패턴 제작 방법.

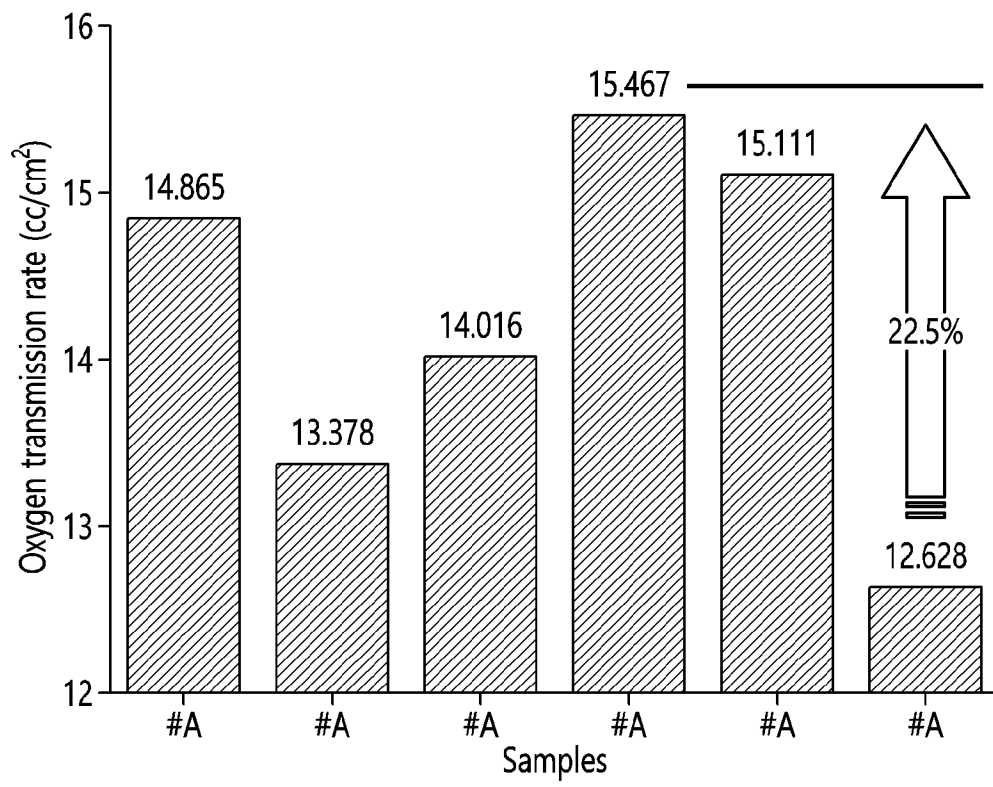
[도1]



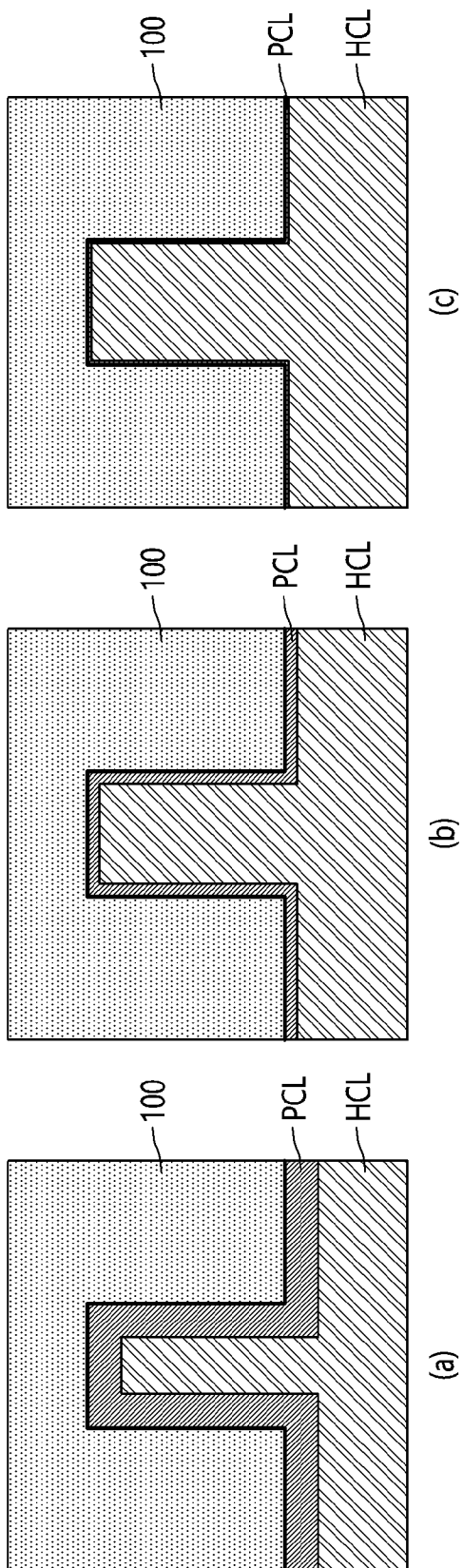
[도2]



[도3]

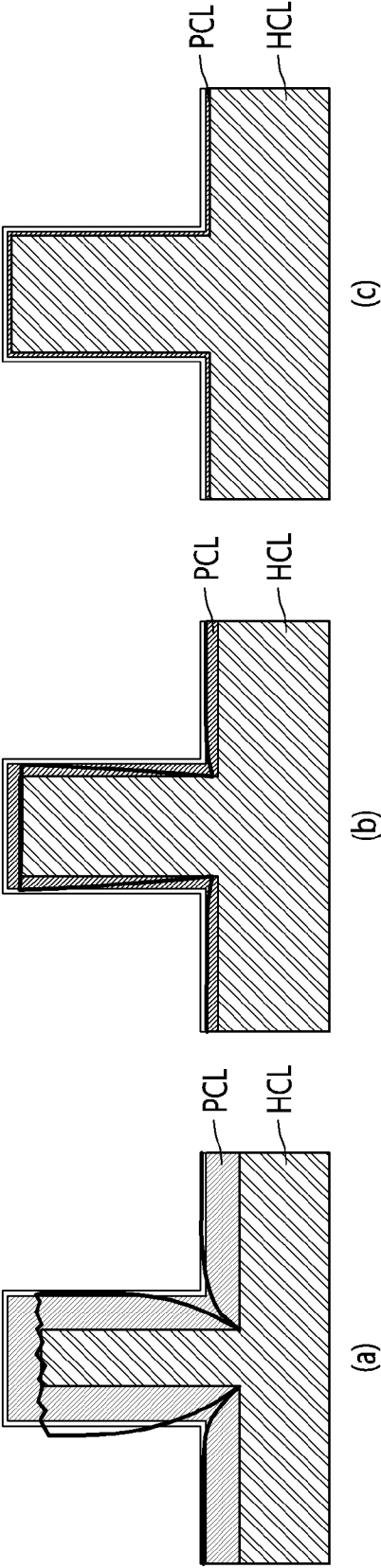


[도4]

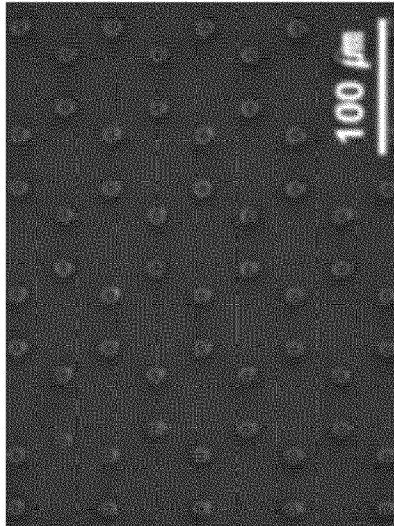


[도5]

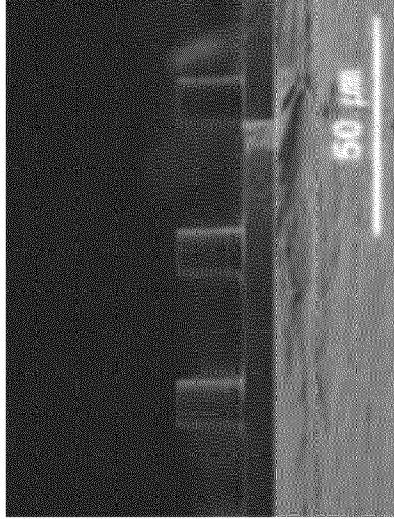
Before deformation
After deformation



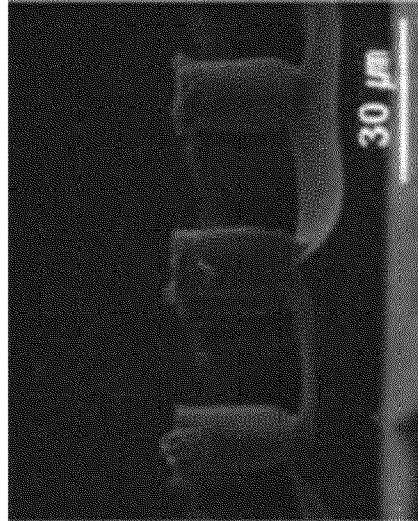
[도6]



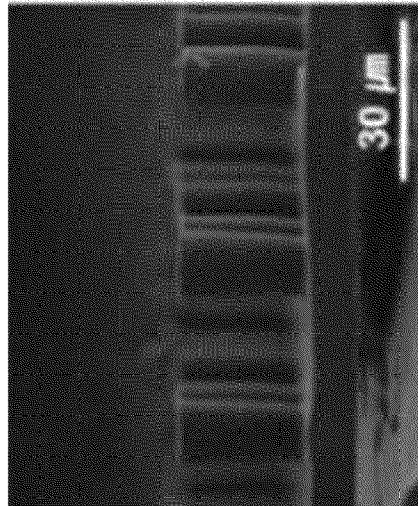
(a)



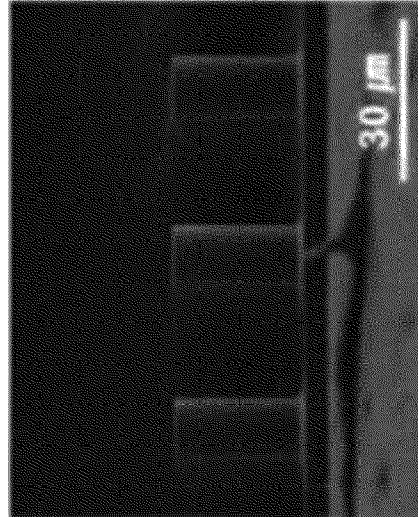
(b)



(c)

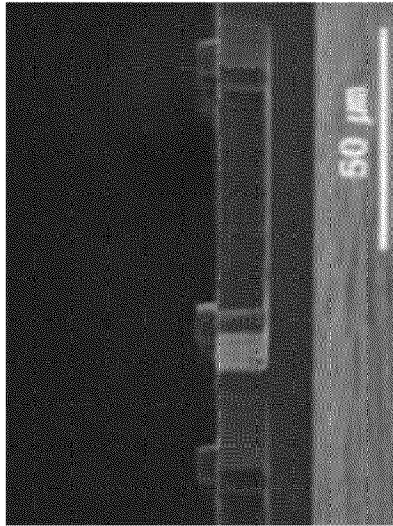


(d)

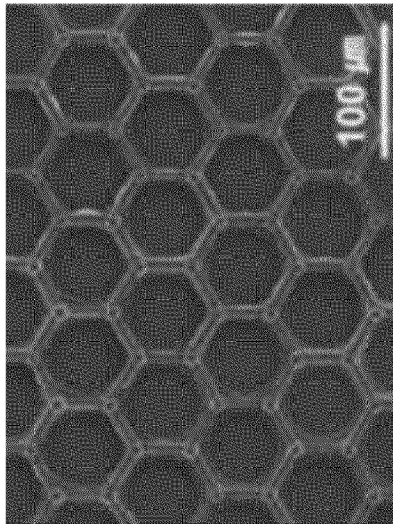


(e)

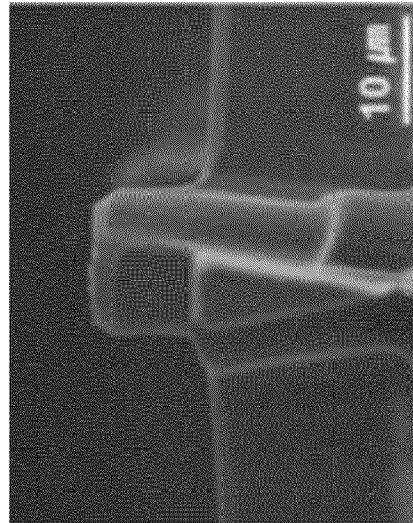
[도7]



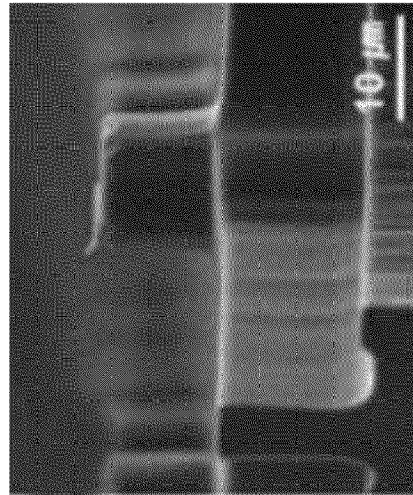
(g)



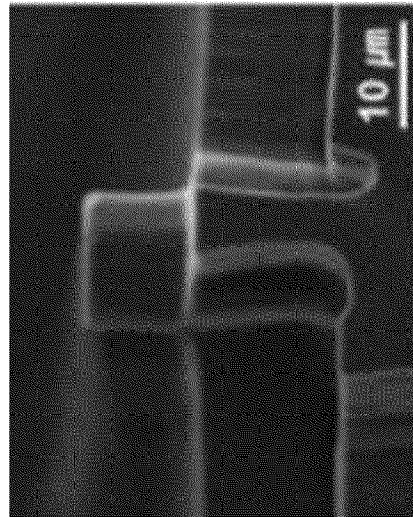
(f)



(h)

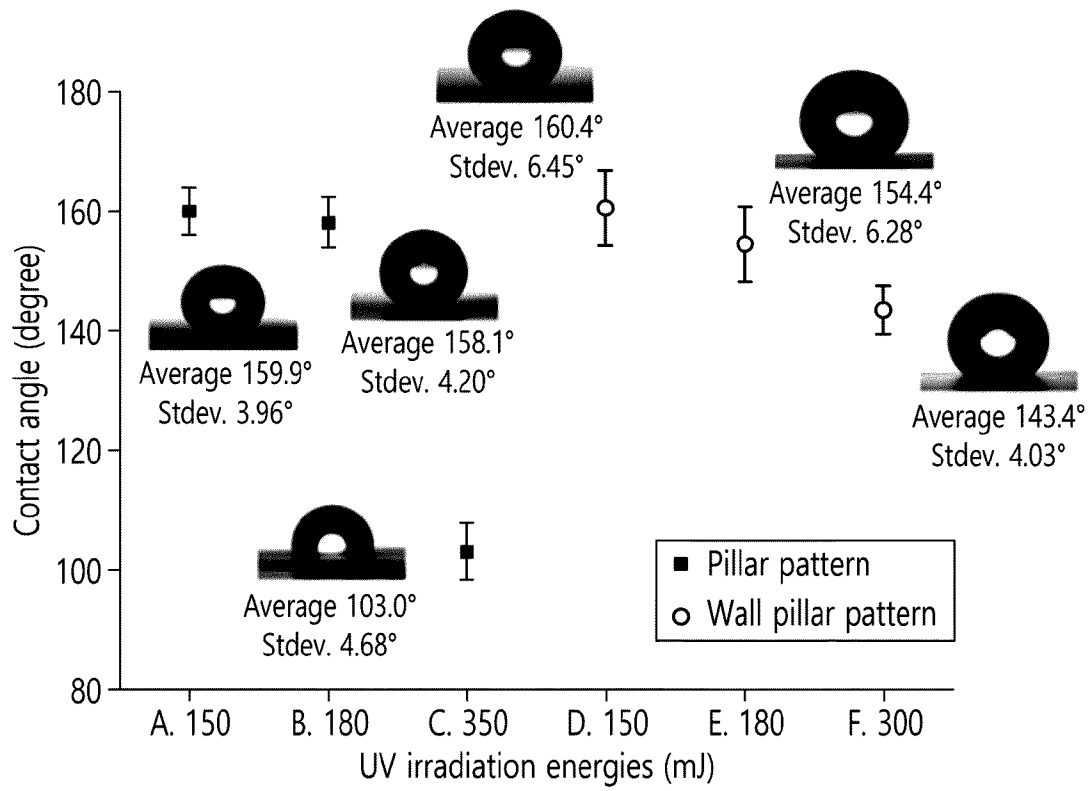


(i)

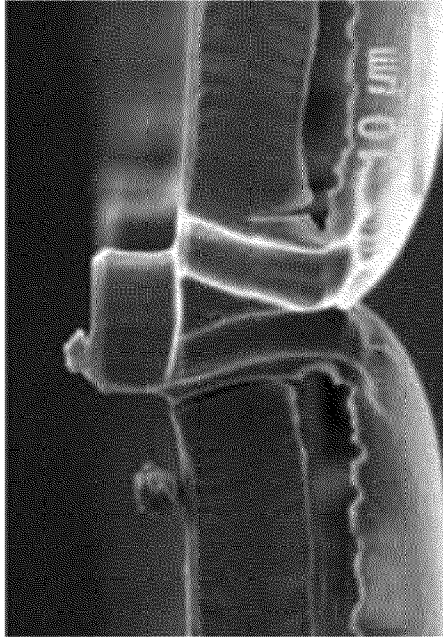


(j)

[도8]



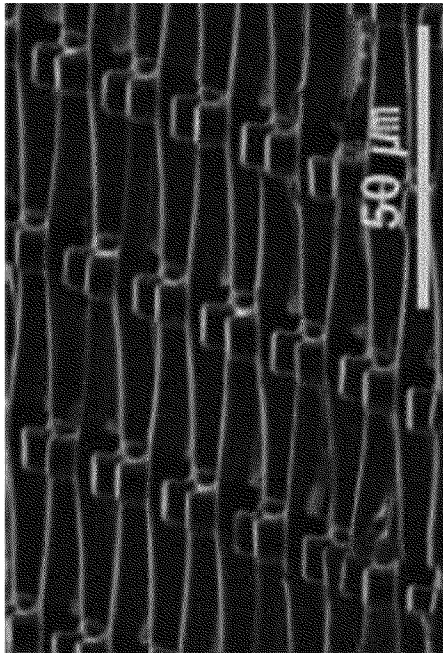
[도9]



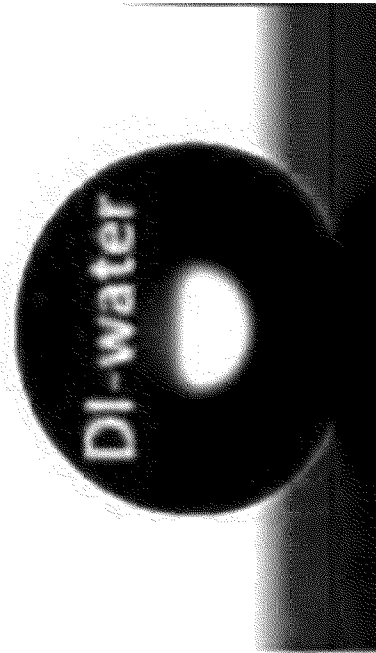
(b)



(d)



(a)



(c)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2022/011072

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G03F 7/00(2006.01)i; G03F 7/16(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G03F 7/00(2006.01); B81B 1/00(2006.01); C08F 8/00(2006.01); C08J 7/04(2006.01); C23C 14/20(2006.01); C23C 14/24(2006.01); H05K 9/00(2006.01) Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models: IPC as above Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 옴니포빅(omni-phobic), 경화(hardening), 자외선(UV), 패턴(pattern), 폴리디메틸실록산(PDMS)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-2016-0088072 A (GLOBAL FRONTIER CENTER FOR MULTISCALE ENERGY SYSTEMS et al.) 25 July 2016 (2016-07-25) See paragraphs [0045]-[0097] and figures 3-4.	1-7,10-14
A		8-9
A	KIM, Seonjun et al. Effect of surface pattern morphology on inducing superhydrophobicity. 30 May 2020. Applied Surface Science. Volume 513, 145847. [Retrieved on 16 October 2022]. Retrieved from <Science Direct: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169433220306036 >, < https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2020.145847 >. See pages 1-3.	1-14
A	KR 10-2019-0108748 A (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY et al.) 25 September 2019 (2019-09-25) See entire document.	1-14
A	KR 10-2013-0034379 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 05 April 2013 (2013-04-05) See entire document.	1-14
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 07 November 2022		Date of mailing of the international search report 07 November 2022
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208 Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2022/011072

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-0610257 B1 (POSTECH FOUNDATION et al.) 09 August 2006 (2006-08-09) See entire document.	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/011072

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	10-2016-0088072	A	25 July 2016	WO	2016-114622	A1	21 July 2016
KR	10-2019-0108748	A	25 September 2019	None			
KR	10-2013-0034379	A	05 April 2013	US	2013-0075632	A1	28 March 2013
				US	8680497	B2	25 March 2014
KR	10-0610257	B1	09 August 2006	US	2007-0013106	A1	18 January 2007

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) G03F 7/00(2006.01)i; G03F 7/16(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G03F 7/00(2006.01); B81B 1/00(2006.01); C08F 8/00(2006.01); C08J 7/04(2006.01); C23C 14/20(2006.01); C23C 14/24(2006.01); H05K 9/00(2006.01) 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 옴니포빅(omni-phobic), 경화(hardening), 자외선(UV), 패턴(pattern), 폴리디메틸실록산(PDMS)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X A	KR 10-2016-0088072 A (재단법인 멀티스케일 에너지시스템 연구단 등) 2016.07.25 단락 [0045]-[0097] 및 도면 3-4 참조	1-7,10-14 8-9
A	Seonjun Kim 등, Effect of surface pattern morphology on inducing superhydrophobicity, 2020.05.30, Applied Surface Science, Volume 513, 145847, [검색일: 2022.10.16.] 출처<Science Direct: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169433220306036 >, < https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2020.145847 > 페이지 1-3	1-14
A	KR 10-2019-0108748 A (연세대학교 산학협력단 등) 2019.09.25 전체 문헌	1-14
A	KR 10-2013-0034379 A (삼성전자주식회사) 2013.04.05 전체 문헌	1-14
☒ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2022년11월07일(07.11.2022)		국제조사보고서 발송일 2022년11월07일(07.11.2022)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 허주형 전화번호 +82-42-481-5373

C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-0610257 B1 (학교법인 포항공과대학교 등) 2006.08.09 전체 문헌	1-14

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2016-0088072 A	2016/07/25	WO 2016-114622 A1	2016/07/21
KR 10-2019-0108748 A	2019/09/25	없음	
KR 10-2013-0034379 A	2013/04/05	US 2013-0075632 A1	2013/03/28
		US 8680497 B2	2014/03/25
KR 10-0610257 B1	2006/08/09	US 2007-0013106 A1	2007/01/18