



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년03월08일
 (11) 등록번호 10-1835218
 (24) 등록일자 2018년02월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B32B 3/30 (2006.01) B32B 27/06 (2006.01)
 B32B 27/16 (2006.01) B32B 3/26 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 B32B 3/30 (2013.01)
 B32B 27/06 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2016-0073609
 (22) 출원일자 2016년06월14일
 심사청구일자 2016년06월14일
 (65) 공개번호 10-2017-0140897
 (43) 공개일자 2017년12월22일
 (56) 선행기술조사문헌
 US20070286883 A1*
 US07402339 B2*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 울산과학기술원
 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
 (72) 발명자
 고현협
 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
 이호찬
 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
 (74) 대리인
 특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 10 항

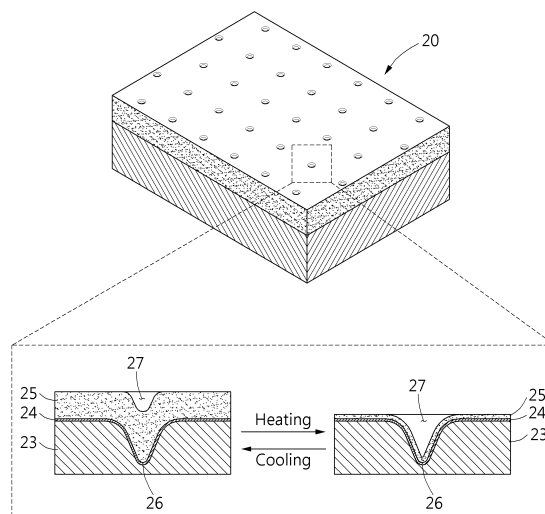
심사관 : 정기현

(54) 발명의 명칭 **온도 감응형 스마트 접착패드**

(57) 요약

본 발명은 온도 감응형 스마트 접착패드에 관한 것으로서, 본 발명의 일 측면에 따르면, 복수 개의 오목홀을 포함하는 고분자층; 상기 고분자층 상에 형성된 친수성 표면층; 및 상기 친수성 표면층 상에 형성된 하이드로젤을 포함하는 코팅층;을 포함하는, 온도 감응형 스마트 접착패드를 제공하고, 본 발명의 또 다른 일 측면에 따르면, 기관에 복수 개의 블록구조물을 형성하는 단계; 상기 블록구조물이 형성된 기관을 이용하여, 고분자층에 복수 개의 오목홀을 형성하는 단계; 상기 복수 개의 오목홀이 형성된 고분자층 표면을 친수화 처리하여 친수성 표면층을 형성하는 단계; 상기 친수성 표면층 상에 하이드로젤 모노머를 포함하는 혼합 용액을 포함하는 코팅층을 형성하는 단계; 및 상기 코팅층에 자외선을 조사하는 단계;를 포함하는 온도 감응형 스마트 접착패드 제조방법을 제공한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

- B32B 27/16** (2013.01)
- B32B 3/266** (2013.01)
- B32B 2307/728** (2013.01)
- B32B 2310/0481** (2013.01)
- B32B 2310/0831** (2013.01)
- B32B 2310/14** (2013.01)
- B32B 2405/00** (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2015R1A2A1A10054152
 부처명 교육과학기술부
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 도약연구
 연구과제명 지문패턴 WHISKER 어레이 기반 촉각인지 인터페이스 소자 개발
 기 여 율 1/2
 주관기관 울산과학기술원
 연구기간 2015.11.01 ~ 2016.10.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2015M3A6A5065314
 부처명 교육과학기술부
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 글로벌프론티어사업
 연구과제명 생체모사 마이크로/나노 구조 신축성 촉각감지 인공전자피부 개발
 기 여 율 1/2
 주관기관 울산과학기술원
 연구기간 2015.09.01 ~ 2016.06.30

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

복수 개의 오목홀을 포함하는 고분자층;

상기 고분자층 상에 형성된 친수성 표면층; 및

상기 친수성 표면층 상에 형성된 하이드로젤을 포함하는 코팅층;
을 포함하고,

상기 복수 개의 오목홀은, 이웃하는 오목홀 중심 간의 거리가 4 μm 내지 12 μm 이거나,

상기 복수 개의 오목홀은, 최대 직경이 0.5 μm 내지 7 μm 이고, 최대 깊이는 0.5 μm 내지 2 μm 이거나,

상기 하이드로젤은, 온도에 따라 상기 오목홀 내 공간 부피를 변화시키는 것이고, 상기 오목홀 내 공간 부피 변화율은 200 % 이상인 것인,

온도 감응형 스마트 접착패드.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 고분자층은, 폴리디메틸실록산, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리카르보네이트, 폴리스티렌, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리클로리네이티드 비페닐, 소수성으로 처리된 실리콘, 폴리메틸페닐 실록산 및 테트라메틸디실록산으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나를 포함하는 것인,

온도 감응형 스마트 접착패드.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 복수 개의 오목홀은, 일정한 간격으로 연속적으로 배치된 것인,

온도 감응형 스마트 접착패드.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 친수성 표면층은, 상기 고분자층의 표면을 O₂ 플라즈마 처리 혹은 UV/ozone 표면 처리하여 형성되는 것인,

온도 감응형 스마트 접착패드.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 하이드로젤은, 폴리(N-이소프로필 아크릴아미드)(poly(N-isopropylacrylamide), poly(NIPAM)), 폴리(N-이소프로필 아크릴아미드-co-알릴아민)(poly(N-isopropyl acrylamide-co-allylamine), poly(NIPAM-co-AA)), 폴리

(N-이소프로필 아크릴아미드-co-2-(디메틸아미노)에틸 메타아크릴레이트)(poly(N-isopropyl acrylamide-co-2-(dimethylamino)ethyl methacrylate), poly(NIPAM-co-DMAEMA)), 폴리(N-이소프로필 아크릴아미드-co-2-(디메틸아미노)에틸 아크릴레이트)(poly(N-isopropyl acrylamide-co-2-(dimethylamino)ethyl acrylate), poly(NIPAM-co-DMAEA)), 폴리(N-이소프로필 아크릴아미드-co-아크릴산)(poly(N-isopropyl acrylamide-co-acrylic acid), poly(NIPAM-co-AAc)), 폴리(N-이소프로필 아크릴아미드-co-메타아크릴산)(poly(N-isopropyl acrylamide-co-methacrylic acid), poly(NIPAM-co-MAAc)), 폴리(N,N-디에틸아크릴아미드)(poly(N,N-diethylacrylamide)), 폴리(N-비닐카프로락탐)(poly(N-vinylcaprolactam)), 폴리(에틸렌 글리콜)(poly(ethylene glycol)) 및 폴리(에틸렌 글리콜-b-프로필렌 글리콜-b-에틸렌 글리콜)(poly(ethylene glycol-b-propylene glycol-b-ethylene glycol))로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나를 포함하는 것인,

온도 감응형 스마트 접착패드.

청구항 8

삭제

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 코팅층은, 30 °C 내지 34 °C 이상일 때 수축하고, 상기 온도 미만일 때 팽창하는 것인,

온도 감응형 스마트 접착패드.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 고분자층의 두께는, 500 μm 내지 1 cm 인 것이고,

상기 코팅층의 두께는, 70 nm 내지 110 nm 인 것인,

온도 감응형 스마트 접착패드.

청구항 11

기관에 복수 개의 볼록구조물을 형성하는 단계;

상기 볼록구조물이 형성된 기관을 이용하여, 고분자층에 복수 개의 오목홀을 형성하는 단계;

상기 복수 개의 오목홀이 형성된 고분자층 표면을 친수화 처리하여 친수성 표면층을 형성하는 단계;

상기 친수성 표면층 상에 하이드로젤 모노머를 포함하는 혼합 용액을 포함하는 코팅층을 형성하는 단계; 및

상기 코팅층에 자외선을 조사하는 단계;

를 포함하는 온도 감응형 스마트 접착패드 제조방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 복수 개의 오목홀이 형성된 고분자층 표면을 친수화 처리하는 단계는, O₂ 플라즈마 처리 또는 UV/ozone 표면 처리하여 수행하는 것인,

온도 감응형 스마트 접착패드 제조방법.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 혼합용액은, 상기 하이드로젤 모노머를 포함하는 것이고,

상기 하이드로젤 모노머는 상기 자외선 조사를 통하여 광중합되는 것인,
온도 감응형 스마트 접착패드 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 온도 감응형 스마트 접착패드에 관한 것으로서, 복수 개의 오목홀을 포함하는 고분자층; 상기 고분자층 상에 형성된 친수성 표면층; 및 상기 친수성 표면층 상에 형성된, 온도 감응형 하이드로젤 코팅층;을 포함하는, 온도 감응형 스마트 접착패드에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래의 접착패드는 접착력이 낮고, 접착 혹은 탈착 시에 접착력의 점멸비가 낮았다. 그 뿐만 아니라, 물체의 강성을 증대시키거나 또는 틈새를 없애고, 마모를 방지하기 위한 목적으로 미리 전동체에 가하는 것을 예압(pre-load)이라고 하는데, 일반적으로 종래의 접착패드를 사용할 때 가해지는 예압 때문에 실제 산업에 응용되기에는 한계가 있었다. 특히 반도체 산업에서 나노 구조체를 원하는 기판에 전사하기 위해서, 스마트 접착패드의 온디맨드(on demand) 접착특성 변화와, 높은 접착 점멸비, 접착 시 예압을 최소화하는 것에 대한 기술적 니드가 있다.

[0003] 도 1은 종래 기술의 접착패드를 나타내는 것이다. 도 1을 참조하면, 접착패드는 접착제를 압출기로부터 원단형 상으로 공급되는 핫멜트 접착제의 하면에 이형지를 부착하고, 동시에 핫멜트 접착제의 상면에 보호필름을 코팅한다. 이와 같이, 이형지와 보호필름이 핫멜트 접착제에 접착된 것을 프레스로 공급되어 프레스 단계를 진행한다. 프레스 단계에서는 상기 이형지 및 보호 필름이 접착된 핫멜트 접착제에 대하여 목형다이를 통해 일정한 형상으로 절단하여 상기 도 1과 같은 접착패드를 제작하게 된다.

[0004] 상기 종래 기술의 접착패드는 이형지 상에 핫멜트 접착제와 보호필름을 포함하여 이루어지며, 핫멜트 접착제의 접착 물질은 고온에서 경화될 수 있는 에폭시계의 핫멜트 소재로 이루어지며, 작업자의 손과 주변 부품 등에 묻어날 수 있는 점착성을 가지며, 한 쪽 면에 이형지가 부착된 시트 형태로 이루어진다.

[0005] 도 1과 같은 종래의 접착 패드의 경우 접착 또는 탈착 시에 접착 패드를 원하는 부위에 접착 또는 탈착 시키기 위해서 높은 예압이 필요하다.

[0006] 이러한 종래의 접착패드는 상기 단점들 때문에 실제 산업에 응용되기에는 한계가 있다. 특히, 반도체 산업에서 나노 구조체를 원하는 기판에 전사하기 위해서는, 스마트 접착 패드의 온디맨드(on demand) 접착특성 변화와 높은 접착 점멸비, 접착 시 가해지는 예압을 최소화 하는 것이 관건이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은, 상술한 종래의 문제점을 해결하기 위하여 제안되는 것으로서, 본 발명의 목적은, 종래 기술의 낮은 접착력, 접착 또는 탈착 시의 접착력 점멸비의 낮음, 높은 예압의 필요 등과 같은 문제점들을 개선하기 위하여, 자연계에 존재하는 생물들의 접착 메커니즘을 모사하여, 높은 접착력과 높은 접착 점멸비를 가질 뿐만 아니라, 온디맨드(on demand) 접착력 변화, 접착 시 높은 예압이 필요 없는 스마트 접착패드를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 측면에 따르면, 복수 개의 오목홀을 포함하는 고분자층; 상기 고분자층 상에 형성된 친수성 표면층; 및 상기 친수성 표면층 상에 형성된 하이드로젤을 포함하는 코팅층;을 포함하는, 온도 감응형 스마트 접착 패드를 제공한다.

[0009] 상기 고분자층은, 폴리디메틸실록산, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리카르보네이트, 폴리스티렌, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리클로리네이티드 비페닐, 소수성으로 처리된 실리콘, 폴리메틸페닐 실록산 및 테트라메틸디실록산으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나를 포함하는 것일 수 있다.

- [0010] 상기 복수 개의 오목홀은, 일정한 간격으로 연속적으로 배치된 것일 수 있다.
- [0011] 상기 복수 개의 오목홀은, 이웃하는 오목홀 중심 간의 거리가 4 μm 내지 12 μm 인 것일 수 있다.
- [0012] 상기 복수 개의 오목홀은, 최대 직경이 0.5 μm 내지 7 μm 이고, 최대 깊이는 0.5 μm 내지 2 μm 인 것일 수 있다.
- [0013] 상기 친수성 표면층은, 상기 고분자층의 표면을 O_2 플라즈마 처리 혹은 UV/ozone 표면 처리하여 형성되는 것일 수 있다.
- [0014] 상기 하이드로젤은, 폴리(N-이소프로필 아크릴아미드)(poly(N-isopropylacrylamide), poly(NIPAM)), 폴리(N-이소프로필 아크릴아미드-co-알릴아민)(poly(N-isopropyl acrylamide-co-allylamine), poly(NIPAM-co-AA)), 폴리(N-이소프로필 아크릴아미드-co-2-(디메틸아미노)에틸 메타아크릴레이트)(poly(N-isopropyl acrylamide-co-2-(dimethylamino)ethyl methacrylate), poly(NIPAM-co-DMAEMA)), 폴리(N-이소프로필 아크릴아미드-co-2-(디메틸아미노)에틸 아크릴레이트)(poly(N-isopropyl acrylamide-co-2-(dimethylamino)ethyl acrylate), poly(NIPAM-co-DMAEA)), 폴리(N-이소프로필 아크릴아미드-co-아크릴산)(poly(N-isopropyl acrylamide-co-acrylic acid), poly(NIPAM-co-AAc)), 폴리(N-이소프로필 아크릴아미드-co-메타아크릴산)(poly(N-isopropyl acrylamide-co-methacrylic acid), poly(NIPAM-co-MAAc)), 폴리(N,N-디에틸아크릴아미드)(poly(N,N-diethylacrylamide)), 폴리(N-비닐카프로락탐)(poly(N-vinylcaprolactam)), 폴리(에틸렌 글리콜)(poly(ethylene glycol)) 및 폴리(에틸렌 글리콜-b-프로필렌 글리콜-b-에틸렌 글리콜)(poly(ethylene glycol-b-propylene glycol-b-ethylene glycol))로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나를 포함하는 것일 수 있다.
- [0015] 상기 하이드로젤은, 온도에 따라 상기 오목홀 내 공간 부피를 변화시키는 것이고, 상기 오목홀 내 공간 부피 변화율은 200 % 이상인 것일 수 있다.
- [0016] 상기 코팅층은, 30 $^{\circ}\text{C}$ 내지 34 $^{\circ}\text{C}$ 이상일 때 수축하고, 상기 온도 미만일 때 팽창하는 것일 수 있다.
- [0017] 상기 고분자층의 두께는, 500 μm 내지 1 cm 인 것이고, 상기 코팅층의 두께는, 70 nm 내지 110 nm 인 것일 수 있다.
- [0018] 본 발명의 또 다른 일 측면에 따르면, 기관에 복수 개의 볼록구조물을 형성하는 단계; 상기 볼록구조물이 형성된 기관을 이용하여, 고분자층에 복수 개의 오목홀을 형성하는 단계; 상기 복수 개의 오목홀이 형성된 고분자층 표면을 친수화 처리하여 친수성 표면층을 형성하는 단계; 상기 친수성 표면층 상에 하이드로젤 모노머를 포함하는 혼합 용액을 포함하는 코팅층을 형성하는 단계; 및 상기 코팅층에 자외선을 조사하는 단계;를 포함하는 온도 감응형 스마트 접착패드 제조방법을 제공한다.
- [0019] 상기 복수 개의 오목홀이 형성된 고분자층 표면을 친수화 처리하는 단계는, O_2 플라즈마 처리 또는 UV/ozone 표면 처리하여 수행하는 것일 수 있다.
- [0020] 상기 혼합용액은, 상기 하이드로젤 모노머를 포함하는 것이고, 상기 하이드로젤 모노머는 상기 자외선 조사를 통하여 광중합되는 것일 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명의 온도 감응형 스마트 접착패드는, 문어 빨판의 매커니즘을 모사하여, 기존에 존재하는 다른 접착패드 대비 우수한 접착 성능을 갖고, 능동적으로 열에 반응하여 상황에 따라 접착 능력을 조절할 수 있다.
- [0022] 또한, 온도 감응형 스마트 접착패드를 반도체 전사 프린팅에 응용하여 스마트 프린팅 기술의 개발에 있어서 효율을 높이는 효과를 나타낼 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 종래의 접착패드의 사시도이다.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트 접착패드의 사시도 및 온도에 따른 접착 매커니즘을 나타낸 개념도이다.
 도 3은 본 발명의 실시예들에 따른 오목홀의 다양한 직경, 이웃하는 오목홀 중심 간의 거리, 깊이 및 모양을 나타내는 개념도이다.
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 온도 감응형 스마트 접착패드의 제조 공정을 나타낸 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 용어들은 본 발명의 바람직한 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들이므로, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 각 도면에 제시된 동일한 참고 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0025] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0026] 이하, 본 발명의 온도 감응형 스마트 접착패드에 대하여 실시예 및 도면을 참고하여 구체적으로 설명하도록 한다. 그러나, 본 발명이 이러한 실시예 및 도면에 제한되는 것은 아니다.
- [0027] 본 발명의 일 측면에 따르면, 복수 개의 오목홀을 포함하는 고분자층; 상기 고분자층 상에 형성된 친수성 표면층; 및 상기 친수성 표면층 상에 형성된 하이드로젤을 포함하는 코팅층;을 포함하는, 온도 감응형 스마트 접착패드를 제공한다.
- [0028] 이와 같이, 본 발명의 온도 감응형 스마트 접착패드에 적용되는 기술은 문어 빨판의 접착 메커니즘을 모사하여, 원하는 상황에 능동적으로 접착 능력을 조절하는 기술이다.
- [0029] 본 발명은, 상술한 종래의 문제점을 해결하기 위하여 제안되는 것으로서, 본 발명의 목적은 종래 기술의 단점인 낮은 접착력, 접착 또는 탈착 시의 낮은 접착력 점멸비, 높은 예압의 필요성 등을 제거하여, 높은 접착력, 높은 접착 점멸비 등을 특징으로 하여 임의의 외부 표면에 자유롭게 접착 또는 탈착이 가능한 온도 감응형 스마트 접착패드를 제공한다. 따라서, 본 발명은, 종래 기술에서 필요했던 높은 예압을 필요로 하지 않고, 높은 접착력과 접착과 탈착 시에 접착력의 점멸비를 높여 오랜 기간 사용하여도 접착력이 우수한 것을 특징으로 한다.
- [0030] 도 1은 종래의 접착패드의 사시도이다. 도 1을 참고하면, 종래 기술의 접착패드(10)는 이형지(13) 상에 핫멜트 접착제(11)와 보호필름(12)을 포함하여 이루어지며, 핫멜트 접착제(11)의 접착 물질은 고온에서 경화될 수 있는 에폭시계의 핫멜트 소재로 이루어지며, 작업자의 손과 주변 부품 등에 묻어날 수 있는 점착성을 가지며, 한 쪽면에 이형지(13)가 부착된 시트 형태로 이루어진다. 이러한 단순한 구성을 가지는 종래의 접착패드는 탈부착 접착력의 점멸비가 낮고, 예압이 필요한 문제를 가지게 됨은 이미 상술한 바와 같다.
- [0031] 따라서, 본 발명은, 종래 기술에서 필요했던 높은 예압을 필요로 하지 않고, 높은 접착력과 접착과 탈착 시에 접착력의 점멸비를 높여 오랜 기간 사용하여도 접착력이 우수한 것을 특징으로 한다.
- [0032] 본 발명의 온도 감응형 스마트 접착패드는 문어 빨판의 접착 및 탈착 메커니즘을 모사하여, 기존에 존재하는 다른 접착패드 대비 우수한 접착 성능을 갖고, 외부 온도에 반응하여 상황에 따라 능동적으로 접착 능력을 조절할 수 있다.
- [0033] 또한, 온도 감응형 스마트 접착패드를 반도체 전사 프린팅에 응용하여 스마트 프린팅 기술을 개발할 수 있어서 효율성을 높일 것으로 기대할 수 있다.
- [0034] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 스마트 접착패드의 사시도 및 온도에 따른 접착 메커니즘을 나타낸 개념도이다.
- [0035] 도 2의 하단 좌측 도면을 참고하여 본 발명의 온도 감응형 접착패드의 구성을 설명하면, 오목홀(26)을 구비하는 고분자층(23), 친수성 표면층(24) 및 하이드로젤 코팅층(25)이 순서대로 적층되어 있다.
- [0036] 상기 고분자층(23)은, 고무와 같은 성질을 가지는 물질인 탄성 중합체가 이용이 될 수 있고, 예를 들어, PDMS가 사용될 수 있다.
- [0037] 본 발명에 개시된 일 실시예로서는 온도 감응형 하이드로젤로 pNIPAM이 사용되고, 상기 pNIPAM는 친수성 표면층(24)이 형성된 고분자층(23) 상에 코팅될 수 있다. 상기 하이드로젤 코팅층(25)은 상기 친수성 표면층(24)이 형성된 PDMS 고분자층(23)에 형성된 오목홀(26)의 공간(27)의 벽면에도 형성될 수 있다.
- [0038] 도 2의 하측 도면을 참고하면, 온도에 따라 오목홀(26) 내 공간의 부피가 변하는 것을 볼 수 있다. 이는, 온도에 따른 하이드로젤 코팅층(25)의 변화에 의한 것이다. 예를 들어, 3 ℃로 저온일 때(하단 좌측), 예를 들어,

40 °C로 고온일 때(하단 우측)의 하이드로젤 코팅층(25)이 변하는 과정은 다음과 같다.

- [0039] 상기 고분자층(23) 상에 형성된 친수화 표면층(24) 상의 하이드로젤 코팅층(25)은, 히팅이나 쿨링을 통하여 부피를 증가시키거나 감소시켜, 오목홀(26)의 공간(27)의 부피가 변하게 한다. 온도 감응형 스마트 접착패드(20)가 타겟 물질의 표면에 접촉이 된 후에 온도가 상승되면, 하이드로젤 코팅층(25)의 부피가 줄어들면서 오목홀(26)의 공간(27)의 부피가 증가하게 된다. 따라서, 오목홀(26)의 공간(27)의 압력이 감소하게 되며, 오목홀(26) 내부와 외부의 압력 차이가 생겨서 온도 감응형 스마트 접착패드(20)와 타겟 물질 표면 간의 접착력이 강해진다. 또한, 상기 온도 감응형 스마트 접착패드(20)가 타겟 물질 표면에 접촉한 상태에서 온도가 감소되면, 반대 과정이 일어나게 된다. 상기 하이드로젤 코팅층(25)의 부피가 커지게 되고 그에 따라 오목홀(26)의 공간(27)의 부피가 감소하게 되어 오목홀(26)의 공간(27)의 압력이 증가하게 되며, 오목홀(26) 내부와 외부의 압력 차이가 줄어들어 온도 감응형 스마트 접착패드(20)와 타겟 물질 표면 간의 접착력이 약해지게 된다. 이로써 용이한 탈착이 가능하게 된다.
- [0040] 상기 과정들은 가역적으로 일어날 수 있고, 이로 인해 본 발명은 가역적으로 변할 수 있는 접착 및 탈착 능력을 가질 수 있다.
- [0041] 상기 과정에서, 오목홀(26)의 최대 직경은, 온도에 따라 변하는 것을 관찰할 수 있다.
- [0042] 본 발명의 온도 감응형 스마트 접착패드(20)의 하이드로젤의 예로 사용되는 pNIPAM는 32 에서 부피상 큰 변화를 일으킬 수 있는데, 32 미만에서는 상기 pNIPAM은 친수성이 되어 주변의 물을 흡수하여 부풀어 오르고, 32 이상에서는 소수성이 되어 주변으로 물을 배출하면서, 그 부피가 줄어든다.
- [0043] 본 발명의 온도 감응형 스마트 접착패드(20)는 온도 감응형 작동기로 pNIPAM 하이드로젤 코팅층(25)을 사용하고, 이 하이드로젤 코팅층(25)으로 온도에 따라 오목홀(26)의 공간(27)의 부피를 능동적으로 조절하여, 접착 능력을 가역적으로 조절할 수 있는 문어 빨판의 근육을 모사한 것이다.
- [0044] 상기 고분자층은, 폴리디메틸실록산, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리카르보네이트, 폴리스티렌, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리클로리네이트드 비페닐, 소수성으로 처리된 실리콘, 폴리메틸페닐 실록산 및 테트라메틸디실록산으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나를 포함하는 것일 수 있다. 상기 물질들은 탄성을 가지는 것이 바람직하다.
- [0045] 상기 복수 개의 오목홀은, 일정한 간격으로 연속적으로 배치된 것일 수 있다. 복수 개의 오목홀들이 일정한 간격으로 배치되어 있지 않다면, 전체적으로 균일한 접착력을 나타내지 않을 수 있다.
- [0046] 상기 복수 개의 오목홀은, 이웃하는 오목홀 중심 간의 거리가 4 μm 내지 12 μm 인 것일 수 있다. 상기 중심 간의 거리가 4 μm 미만이면 오목홀 간의 접촉 문제 및 타겟 물질과의 접촉 시 등각접촉에 어려움이 있을 수 있고, 상기 중심 간의 거리가 12 μm 를 초과하면 접착력이 낮아지는 문제가 있을 수 있다.
- [0047] 상기 복수 개의 오목홀은, 최대 직경이 0.5 μm 내지 7 μm 이고, 최대 깊이는 0.5 μm 내지 2 μm 인 것일 수 있다. 상기 오목홀의 최대 직경이 0.5 μm 미만이면 오목홀 내 공간이 충분히 확보되지 않아 압력차를 형성하지 못하여 접착력을 확보하지 못하는 문제가 있을 수 있고, 상기 오목홀의 최대 직경이 7 μm 를 초과하면 오목홀 간의 접촉 문제가 생길 수 있을 뿐만 아니라 온도에 따른 오목홀 내부의 부피 변화율이 상대적으로 작아져 접착력이 낮아지는 문제가 있을 수 있다.
- [0048] 상기 오목홀의 최대 깊이가 0.5 μm 미만이면 오목홀 내 공간이 충분히 확보되지 않아 압력차를 형성하지 못하여 접착력을 확보하지 못하는 문제가 있을 수 있고, 상기 오목홀의 최대 깊이가 2 μm 를 초과하면 온도에 따른 오목홀 내부의 부피 변화율이 상대적으로 작아져 접착력이 낮아지는 문제가 있을 수 있다.
- [0049] 도 3을 참고하면, 본 발명에 개시된 일 실시예에 따른 코팅층(25)이 형성되기 전의 상태인 다양한 직경과 이웃하는 오목홀 중심 간의 거리, 깊이, 모양을 갖는 오목홀(26)을 포함하는 고분자층(23)에 대한 개념도이다. 예시적으로, (a) 는 직경이 1.0 μm 이고, 이웃하는 오목홀 중심 간의 거리가 5.5 μm , (b) 는 직경이 2.5 μm 이고, 이웃하는 오목홀 중심 간의 거리가 7.0 μm , (c) 는 직경이 4.5 μm 이고, 이웃하는 오목홀 중심 간의 거리가 8.5 μm , (d) 는 직경이 6.5 μm 이고, 이웃하는 오목홀 중심 간의 거리가 11 μm 인 오목홀(26)들을 나타내었다. 또한, 상기 오목홀(26)은 원형일 수도 있고, (d)와 같이 육각형 형태인 것일 수도 있다. 또한, 바닥은 평평할 수도 있고, 오목하면서 둥글거나 뾰족한 형태일 수도 있다.
- [0050] 상기 친수성 표면층은, 상기 고분자층의 표면을 O₂ 플라즈마 처리 혹은 UV/ozone 표면 처리하여 형성되는 것일

수 있다. 상기 고분자층을 친수화 처리하는 이유는 다음과 같다. 상기에서 언급했듯이, 사용되는 복수 개의 오목홀을 포함하고 있는 상기 고분자층은 소수성 탄성체인 것일 수 있다. 스마트 접착패드 제작 과정에 있어, 상기 고분자층 상에 하이드로젤 모노머 재료 혼합 용액을 코팅하고 자외선을 조사하여 하이드로젤을 중합 및 형성시키는 과정이 필요하다. 이때 하이드로젤 모노머 재료 혼합 용액은 물을 용매로 하기 때문에, 상기 고분자층 상에 하이드로젤 모노머 재료 혼합 용액을 고르게 코팅하기 위해서는 고분자층 상의 표면은 친수성을 가질 필요가 있다.

[0051] 상기 하이드로젤은, 폴리(N-이소프로필 아크릴아미드)(poly(N-isopropylacrylamide), poly(NIPAM)), 폴리(N-이소프로필 아크릴아미드-co-알릴아민)(poly(N-isopropyl acrylamide-co-allylamine), poly(NIPAM-co-AA)), 폴리(N-이소프로필 아크릴아미드-co-2-(디메틸아미노)에틸 메타아크릴레이트)(poly(N-isopropyl acrylamide-co-2-(dimethylamino)ethyl methacrylate), poly(NIPAM-co-DMAEMA)), 폴리(N-이소프로필 아크릴아미드-co-2-(디메틸아미노)에틸 아크릴레이트)(poly(N-isopropyl acrylamide-co-2-(dimethylamino)ethyl acrylate), poly(NIPAM-co-DMAEA)), 폴리(N-이소프로필 아크릴아미드-co-아크릴산)(poly(N-isopropyl acrylamide-co-acrylic acid), poly(NIPAM-co-AAc)), 폴리(N-이소프로필 아크릴아미드-co-메타아크릴산)(poly(N-isopropyl acrylamide-co-methacrylic acid), poly(NIPAM-co-MAAc)), 폴리(N,N-디에틸아크릴아미드)(poly(N,N-diethylacrylamide)), 폴리(N-비닐카프로락탐)(poly(N-vinylcaprolactam)), 폴리(에틸렌 글리콜)(poly(ethylene glycol)) 및 폴리(에틸렌 글리콜-b-프로필렌 글리콜-b-에틸렌 글리콜)(poly(ethylene glycol-b-propylene glycol-b-ethylene glycol))로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나를 포함하는 것일 수 있다. 상기 나열된 하이드로젤들은 온도에 따라 부피가 변하는 것을 특징으로 한다. 상기 부피 변화는 주변의 물의 흡수에 따라 변하는 것일 수 있다. 일 예로서, 분자 내에 친수성기의 아미드기와 소수성기의 이소-프로필기의 양쪽 모두를 가지는 모노머일 수 있고, 온도에 따라 활성화 되는 작용기에 따라 친수성 또는 소수성을 가지게 되어 주변의 물 흡수 여부가 달라지고, 결과적으로 부피가 변하는 특성을 나타내는 것이다. 본 발명의 온도 감응형 스마트 접착패드는 저온이 되었을 때, 코팅층이 주변의 습기를 빨아들여 부피가 팽창되는 것이므로, 주변에 습기나 수분이 있는 것이 바람직하다.

[0052] 상기 하이드로젤은, 온도에 따라 상기 오목홀 내 공간 부피를 변화시키는 것이고, 상기 오목홀 내 공간 부피 변화율은 200 % 이상인 것일 수 있다. 상기 부피 변화율은, 저온에서 코팅층이 팽창하여 오목홀 내 공간의 부피가 가장 작을 때를 기준으로, 고온에서 코팅층이 수축하여 오목홀 내 공간의 부피가 가장 클 때의 부피 간의 비율을 나타낸다. 상기 오목홀 내 공간의 부피 변화율이 200 % 미만이면, 접착 및 탈착 시의 충분한 점멸비를 확보하지 못하는 문제가 있을 수 있다.

[0053] 상기 코팅층은, 30 °C 내지 34 °C 이상일 때 수축하고, 상기 온도 미만일 때 팽창하는 것일 수 있다. 상기 수축 및 팽창을 구분하는 온도는 코팅층의 하이드로젤의 구성 성분 및 구성 성분들의 비율, 또는 흡수/배출하는 용매의 종류에 따라 달라질 수 있다. 경우에 따라서는 일정 범위를 기준으로 수축 및 팽창이 구별되는 것일 수도 있고, 특성의 온도를 기준으로 팽창 및 수축이 급격히 변하는 것일 수도 있다. 예를 들어, pNIPAM을 하이드로젤 코팅층의 경우, 상기 pNIPAM는 32 °C를 기준으로 큰 부피 변화를 나타낸다. 32 °C 미만에서는 상기 pNIPAM은 물을 잘 흡수하는 친수성이 되어, 부풀어 오르고, 32 °C 이상에서는 소수성이 되어 흡수했던 물을 다시 밖으로 내보내면서 부피가 줄어든다.

[0054] 상기 고분자층의 두께는, 500 μm 내지 1 cm 인 것이고, 상기 코팅층의 두께는, 70 nm 내지 110 nm 인 것일 수 있다. 상기 고분자층의 두께가 500 μm 미만이면 오목홀을 충분한 깊이로 형성하지 못하는 문제가 있을 수 있고, 상기 고분자층의 두께가 1 cm를 초과하면 온도 감응형 스마트 접착패드의 전체 두께가 지나치게 두꺼워지는 문제가 있을 수 있다. 상기 코팅층의 두께가 70 nm 미만이면 온도에 따른 충분한 부피 변화율을 확보하지 못하는 문제가 있을 수 있고, 상기 코팅층의 두께가 110 nm를 초과하면 오목홀 내 공간이 확보되지 못하는 문제가 있을 수 있다.

[0055] 본 발명의 또 다른 일 측면에 따르면, 기관에 복수 개의 불록구조물을 형성하는 단계; 상기 불록구조물이 형성된 기관을 이용하여, 고분자층에 복수 개의 오목홀을 형성하는 단계; 상기 복수 개의 오목홀이 형성된 고분자층 표면을 친수화 처리하여 친수성 표면층을 형성하는 단계; 상기 친수성 표면층 상에 하이드로젤 모노머를 포함하는 혼합 용액을 포함하는 코팅층을 형성하는 단계; 및 상기 코팅층에 자외선을 조사하는 단계;를 포함하는 온도 감응형 스마트 접착패드 제조방법을 제공한다.

[0056] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 온도 감응형 스마트 접착패드의 제조 공정을 나타낸 개념도이다.

[0057] 도 4를 참고하면, 몰드에 포토 리소 그래피와 건식 에칭 처리를 한다. 상기 몰드의 예로 Si 기관(21)이 이용될

수 있다. 포토 리소 그래피란, 반도체의 표면에 사진 인쇄 기술을 써서 집적 회로, 부품, 박막 회로, 프린트 배선 패턴 등을 만들어 넣는 기법으로, 일반적으로 실리콘 기판의 깨끗한 표면에 포토 레지스트 액을 스핀코팅, 스프레이 또는 담금으로써 고르게 도포하고, 건조 후 마스크를 통해서 빛을 선택적으로 조사하는 공정이다. 포토 리소 그래피와 건식 에칭 처리를 한 Si 기판(21)에 파릴렌(22) 박막을 증착하는 단계를 수행한다. 파릴렌(22) 박막은 Si 기판(21)에서 이후에 사용할 고분자층(23)을 잘 떼어내기 위해서 Si 기판(21)에 증착하는 것이다. 고분자 혼합액을 부어 4 시간 동안 80 °C로 가열하여 제작한 고분자층(23)을 상기 파릴렌(22) 박막 상부에 형성하고 떼어내어 고분자층(23) 상부에 오목홀(26)을 생성하는 단계를 수행한다. 상기 오목홀(26)이 생성된 고분자층(23) 상부에 O₂ 플라즈마 처리 또는 UV/ozone 표면 처리하는 단계를 수행한다. 상기 O₂ 플라즈마 처리 혹은 UV/ozone 표면 처리에 의해 고분자층(23) 상부에 친수성 표면층(24)을 형성한다. 오목홀(26)을 포함한 고분자층(23) 상에 친수성 표면층(24)을 형성하고, 상기 친수성 표면층(24) 상부에 하이드로젤 모노머 상태의 재료 혼합 용액을 고르게 도포하고 광중합하는 단계를 통하여 하이드로젤 코팅층(25)을 형성한다. 상기 하이드로젤 모노머 재료 혼합 용액을 친수성 표면층(24)이 형성된 고분자층(23) 상에 도포하는 방법으로, 드롭 캐스팅, 스프레이, 스핀코팅 또는 담금으로써 도포할 수 있다. 상기 친수화 처리된 오목홀(26)을 포함한 고분자층(23) 상에 고르게 도포된 하이드로젤 모노머 상태의 재료 혼합 용액에 자외선을 조사하여 광중합 하는 단계를 거쳐 온도 감응형 스마트 접착패드(20)를 제조한다. 상기 하이드로젤 모노머 상태의 재료 혼합 용액을 상기 고분자층(23)의 상부에 도포하고 광중합하면, 고분자층(23) 상부에 도포되어 있는 하이드로젤 모노머 상태의 재료 혼합 용액은 광중합을 통해 하이드로젤로 합성을 하고, 동시에 오목홀을 포함한 고분자층(23) 상부 표면과 강한 결합을 하며 하이드로젤 코팅층(25)을 형성한다. 고분자층(23) 상부 표면과 강하게 결합하여 합성된 하이드로젤 코팅층(25)은, 반복하며 재사용하여도 쉽게 손상을 입지 않고, 코팅되어 있는 고분자층(23)과의 층간 박리가 쉽게 발생하지 않는 장점이 있다. 이는 후에 스마트 접착패드(20)의 우수한 내구성 및 재사용에 있어 중요한 역할을 수행한다.

[0058] 상기 복수 개의 오목홀이 형성된 고분자층 표면을 친수화 처리하는 단계는, O₂ 플라즈마 처리 또는 UV/ozone 표면 처리하여 수행하는 것일 수 있다. 코팅층의 하이드로젤 콜로이드의 부피 변화는 주변의 물을 흡수하여 이루어지는 것일 수 있으므로, 고분자층은 친수성을 가질 필요가 있다. 본 발명의 온도 감응형 스마트 접착패드는 저온이 되었을 때, 코팅층이 주변의 습기를 빨아들여 부피가 팽창되는 것이므로, 주변에 습기나 수분이 있는 것이 바람직하다.

[0059] 상기 혼합용액은, 상기 하이드로젤 모노머를 포함하는 것이고, 상기 하이드로젤 모노머는 상기 자외선 조사를 통하여 광중합되는 것일 수 있다.

[0060] 이하 실시예 및 비교예를 통하여 본 발명의 온도 감응형 스마트 접착패드의 제조 및 성능 비교 과정을 상세히 설명한다. 다만, 이는 일 실시예로서 기재되는 것일 뿐, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.

[0061] 실시예

[0062] 고분자층으로 PDMS를, 이에 O₂ 플라즈마 처리하여 친수성 표면층을 형성하고, 상기 친수화 처리된 고분자층 상에 형성되는 코팅층으로 pNIPAM을 사용하여 온도 감응형 스마트 접착패드를 제조하였다. 오목홀은 직경이 1.0 μm 이고, 오목홀 중심 간의 거리가 5.5 μm인 것을 형성하였다.

[0063] 비교예 1

[0064] PDMS 고분자층만으로 형성된 접착패드를 제조하였다.

[0065] 전체 접착패드의 두께는 실시예의 고분자층의 두께와 동일하게 제조하였다.

[0066] 비교예 2

[0067] 비교예 1과 고분자층의 성분을 PS_b_P2VP 로 사용한 것을 제외하고는 동일한 조건으로 접착패드를 제조하였다.

[0068] 이하 표 1은 실시예의 온도 감응형 스마트 접착패드 및 비교예 1, 2의 접착패드의 성능으로서, 접착력, 접착 또는 탈착 시의 접착 점멸비, 예압을 비교한 것이다.

표 1

	접착력(kPa)	접착력 점멸비	예압(kPa)
실시예	94	293	-
비교예 1	8	8	40

비교예 2	0.07	9.3	0.31
-------	------	-----	------

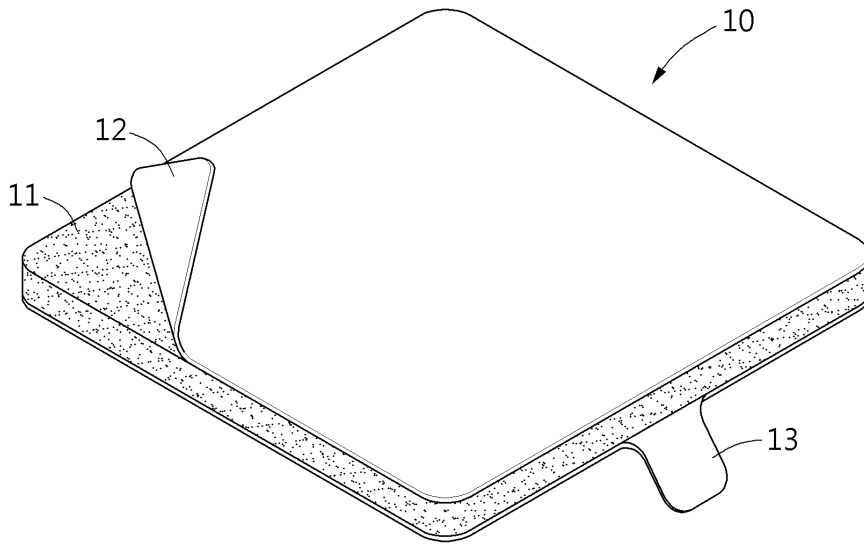
- [0070] 상기 실시예의 온도 감응형 스마트 접착패드의 접착력은 최대 94 kPa으로, 비교예 1 및 비교예 2의 접착패드보다 현저하게 높은 접착력을 가지는 것으로 확인되었다.
- [0071] 또한, 접착과 탈착 시의 접착 점멸비를 비교해 보았을 때, 상기 실시예의 온도 감응형 스마트 접착패드의 접착과 탈착 시의 접착 점멸비는 최대 293으로, 비교예 1의 접착패드의 8과 비교예 2의 접착패드의 9.3보다 현저하게 높은 접착과 탈착 시의 접착 점멸비를 가지는 것으로 확인되었다.
- [0072] 또한, 실시예의 온도 감응형 스마트 접착패드는 예압이 전혀 필요하지 않는 것과 달리, 비교예 1의 접착패드는 40 kPa, 비교예 2의 접착패드는 0.31 kPa 의 상대적으로 큰 예압이 필요하다는 것을 알 수 있다.
- [0073] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 제한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

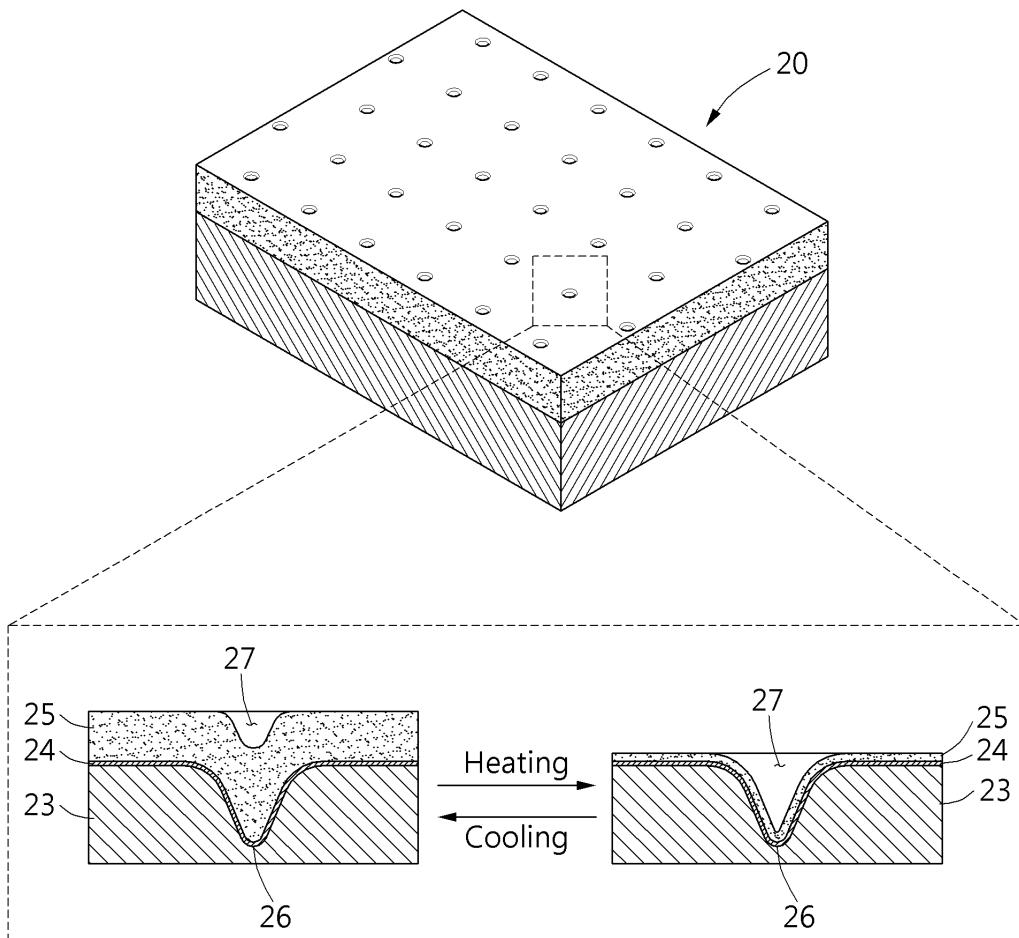
- [0074] 종래 기술의 접착패드 : 10
- 핫멜트 접착제 : 11
- 보호필름 : 12
- 이형지 : 13
- 온도 감응형 스마트 접착패드 : 20
- Si 기관: 21
- 파릴렌 : 22
- 고분자층 : 23
- 친수성 표면층 : 24
- 코팅층 : 25
- 오목홀 : 26
- 오목홀 내 공간 : 27

도면

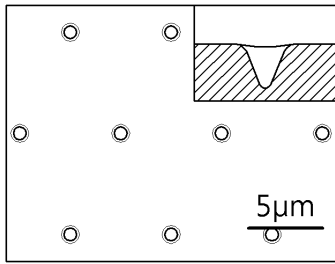
도면1



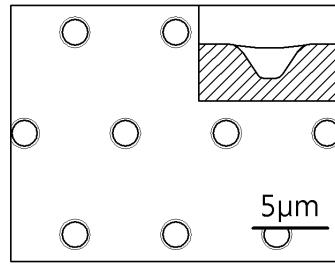
도면2



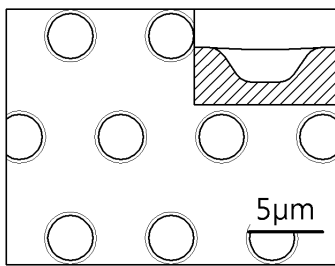
도면3



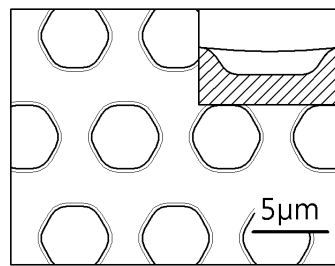
(a)



(b)



(c)



(d)

도면4

