



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0042153
(43) 공개일자 2020년04월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B29C 41/38 (2006.01) B29C 33/38 (2018.01)
B29C 33/42 (2018.01) B29C 35/08 (2006.01)
B29C 41/46 (2006.01) B82Y 40/00 (2017.01)

(52) CPC특허분류

B29C 41/38 (2013.01)
B29C 33/3842 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0122361

(22) 출원일자 2018년10월15일

심사청구일자 2018년10월15일

(71) 출원인

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

정훈의

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

성민호

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(74) 대리인

전용준

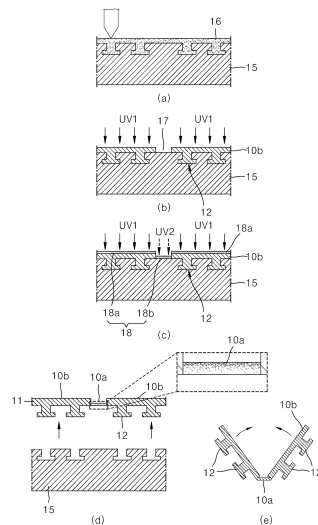
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 나노 또는 마이크로 크기의 미세섬모들이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법

(57) 요약

본 발명에 따른 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물은, 자극 반응부와 미세섬모를 하나의 공정을 통해 형성가능하기 때문에, 제조가 매우 용이한 이점이 있을 뿐만 아니라, 자극에 의해 반응하여 3차원 입체 형상으로 변형되는 자극 반응성 기능과, 미세섬모들에 의해 접착 기능을 모두 확보할 수 있는 이점이 있다. 또한, 본 발명에 따른 자극 반응성 구조물은, UV 경화도를 위치 또는 깊이별로 다르게 조절하여, 자극에 반응하는 자극 반응부와 자극에 반응하지 않는 자극 미반응부를 구분하여 형성할 수 있기 때문에, 자극 반응부를 형성하기 위한 별도의 공정을 추가할 필요가 없으므로, 제조가 보다 용이하다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

B29C 33/424 (2013.01)

B29C 41/02 (2013.01)

B29C 41/46 (2013.01)

B29C 2035/0827 (2013.01)

B82Y 40/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711076103

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 차세대초소형IoT기술개발

연구과제명 Disposable IoT 환경 및 생체신호 나노센서 개발

기 여 율 1/1

주관기관 울산과학기술원

연구기간 2018.07.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

표면에 미세섬모들이 형성된 시트 형상으로 제조되고, 물, 온도, pH, 빛 중 적어도 하나의 자극에 의해 수축 또는 팽창하는 자극 반응부를 포함하여, 상기 자극 반응부의 수축 또는 팽창에 의해 3차원의 입체 형상으로 변형하는 자극 반응성 구조물을 제조하는 방법에 있어서,

상기 미세섬모들의 패턴이 형성된 몰드를 제조하는 몰드 제조단계와;

상기 몰드에 폴리머 소재를 도포하여 상기 미세섬모들을 포함하는 레이어를 형성하는 레이어 형성단계와;

상기 레이어 중에서 일부분은 UV 경화도를 미리 설정된 기준값 미만으로 경화시켜 상기 자극에 반응하는 상기 자극 반응부를 형성하고, 상기 레이어 중에서 나머지 부분은 상기 UV 경화도를 상기 기준값 이상으로 경화시켜 상기 자극에 반응하지 않는 자극 미반응부를 형성하도록 경화시키는 경화단계와;

상기 몰드로부터 분리하여, 표면에 상기 미세섬모들이 형성되고, 상기 자극 반응부와 상기 자극 미반응부가 구분되어 형성된 자극 반응성 구조물을 제조하는 제조단계를 포함하는 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법.

청구항 2

표면에 미세섬모들이 형성된 시트 형상으로 제조되고, 물, 온도, pH, 빛 중 적어도 하나의 자극에 의해 수축 또는 팽창하는 자극 반응부를 포함하여, 상기 자극 반응부의 수축 또는 팽창에 의해 3차원의 입체 형상으로 변형하는 자극 반응성 구조물을 제조하는 방법에 있어서,

상기 미세섬모들의 패턴이 형성된 몰드를 제조하는 몰드 제조단계와;

상기 몰드에서 상기 자극 반응부에 대응되는 부분에 상기 자극에 반응하는 자극반응성 소재를 도포하고, 상기 몰드에서 상기 자극 반응부를 제외한 나머지 부분에는 상기 자극에 반응하지 않는 자극 미반응성 소재를 도포하여, 상기 미세섬모들을 포함하는 레이어를 형성하는 레이어 형성단계와;

상기 몰드에 도포된 상기 자극반응성 소재는 UV 경화도를 미리 설정된 기준값 미만으로 경화시켜 상기 자극에 반응하는 상기 자극 반응부를 형성하고, 상기 자극 미반응성 소재는 상기 UV 경화도를 상기 기준값 이상으로 경화시켜 상기 자극에 반응하지 않는 상기 자극 미반응부를 형성하는 경화단계와;

상기 몰드로부터 경화된 소재를 분리하여, 표면에 상기 미세섬모들이 형성되고, 상기 자극 반응부와 상기 자극 미반응부가 구분되어 형성된 자극 반응성 구조물을 제조하는 제조단계를 포함하는 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 경화단계에서는,

상기 자극 반응부를 깊이에 따라 상기 UV 경화도를 다르게 경화시키는 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법.

청구항 4

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 레이어 형성단계에서는,

상기 자극 반응부와 상기 자극 미반응부를 서로 다른 두께로 형성하는 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법.

청구항 5

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,
상기 레이어 형성 단계는,
3D 프린팅을 이용하는 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법.

청구항 6

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,
상기 레이어 형성 단계는,
포토리소그래피를 이용하는 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,
상기 폴리머 소재는, 상기 자극에 반응하는 자극 반응성 소재를 사용하는 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법.

청구항 8

청구항 2 또는 청구항 7에 있어서,
상기 자극 반응성 소재는, 자성 입자, 전도성 입자, 탄소 소재 중 적어도 하나를 포함하는 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법.

청구항 9

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,
상기 미세 섬모들은,
상기 시트의 외측 표면에서 기둥 형상으로 돌출되고 단부는 단면적이 크게 확장 형성된 형상인 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법.

청구항 10

표면에 미세섬모들이 형성된 시트 형상으로 제조되고, 물, 온도, pH, 빛 중 적어도 하나의 자극에 의해 수축 또는 팽창하는 자극 반응부를 포함하여, 상기 자극 반응부의 수축 또는 팽창에 의해 3차원의 입체 형상으로 변형하는 자극 반응성 구조물을 제조하는 방법에 있어서,

상기 미세섬모들의 패턴이 형성된 몰드를 제조하는 몰드 제조단계와;

상기 몰드에서 폴리머 소재를 도포하여 제1레이어를 형성하는 단계와;

상기 제1레이어 중에서 일부분은 UV 경화도를 미리 설정된 기준값 이상으로 경화시켜 상기 자극에 반응하지 않는 자극 미반응부를 형성하고, 나머지 부분은 제거하여 슬릿부를 형성하는 단계와;

상기 자극 미반응부와 상기 슬릿부 상에 상기 폴리머 소재를 도포하여 제2레이어를 적층 형성하는 단계와;

상기 제2레이어 중에서 상기 자극 미반응부는 상기 UV 경화도를 상기 기준값 이상으로 경화시키고, 상기 슬릿부에 도포된 폴리머 소재는 상기 UV 경화도를 상기 기준값 미만으로 경화시켜 상기 자극에 반응하는 상기 자극 반응부를 형성하는 단계와;

상기 몰드로부터 경화된 소재를 분리하여, 표면에 상기 미세섬모들이 형성되고, 상기 자극 반응부와 상기 자극 미반응부가 구분되어 형성된 자극 반응성 구조물을 제조하는 제조단계를 포함하는 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법.

청구항 11

표면에 미세섬모들이 형성된 시트 형상으로 제조되고, 물, 온도, pH, 빛 중 적어도 하나의 자극에 의해 수축 또는 팽창하는 자극 반응부를 포함하여, 상기 자극 반응부의 수축 또는 팽창에 의해 3차원의 입체 형상으로 변형하는 자극 반응성 구조물을 제조하는 방법에 있어서,

상기 미세섬모들의 패턴이 형성된 몰드를 제조하는 몰드 제조단계와;

상기 몰드에서 상기 자극 반응부에 대응되는 부분에 상기 자극에 반응하는 자극 반응성 소재를 도포한 후, UV 경화시키는 제1경화단계와;

상기에서 경화된 상기 자극 반응성 소재 위에 상기 자극에 반응하지 않는 자극 미반응성 소재를 제1설정두께로 도포하고, 상기 몰드에서 상기 자극 반응부를 제외한 나머지 부분에는 상기 자극 미반응성 소재를 제2설정두께로 도포한 후, UV 경화시키는 제2경화단계와;

상기 몰드로부터 경화된 소재를 분리하여, 표면에 상기 미세섬모들이 형성되고, 상기 자극 반응부와 상기 자극 미반응부가 구분되어 형성된 자극 반응성 구조물을 제조하는 제조단계를 포함하는 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 표면에는 나노/마이크로 패턴이 형성되고, 미리 설정된 자극에 의해 형상 변경이 가능한 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 고분자 재료 중에서 습기, 온도, pH 등과 같은 자극에 반응하여 면적, 물성 등이 변하는 자극 반응성 재료가 있다.

[0003] 최근에는 이러한 자극 반응성 재료를 이용하여, 마이크로 액추에이터, 미세 로봇, 약물 전달 장치 등 자극 반응성 구조물을 제조하고 있다. 상기 자극 반응성 구조물은 특정 자극에 의해 말리거나 접히도록 형성된다.

[0004] 그러나, 종래의 자극 반응성 구조물은 주로 포토리소그래피 공정 등을 이용하여 웨이퍼 상에서 제조되기 때문에, 다양한 형태로 제작하는 것이 까다로우므로 제작할 수 있는 형상에 한계가 있으며, 표면에 다양한 기능성 구조물들을 형성할 수 없으므로 기능에도 제약이 따르는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국등록특허 10-1799160호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은, 다양한 기능을 구현할 수 있는 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명에 따른 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법은, 표면에 미세섬모들이 형성된 시트 형상으로 제조되고, 물, 온도, pH, 빛 중 적어도 하나의 자극에 의해 수축 또는 팽창하는 자극 반응부를 포함하여, 상기 자극 반응부의 수축 또는 팽창에 의해 3차원의 입체 형상으로 변형하는 자극 반응성 구조물을 제조하는 방법에 있어서, 상기 미세섬모들의 패턴이 형성된 몰드를 제조하는 몰드 제조단계와; 상기 몰드에 폴리머 소재를 도포하여 상기 미세섬모들을 포함하는 레이어를 형성하는 레이어 형성단계와; 상기 레이어 중에서

일부분은 UV 경화도를 미리 설정된 기준값 미만으로 경화시켜 상기 자극에 반응하는 상기 자극 반응부를 형성하고, 상기 레이어 중에서 나머지 부분은 상기 UV 경화도를 상기 기준값 이상으로 경화시켜 상기 자극에 반응하지 않는 자극 미반응부를 형성하도록 경화시키는 경화단계와; 상기 몰드로부터 분리하여, 표면에 상기 미세섬모들이 형성되고, 상기 자극 반응부와 상기 자극 미반응부가 구분되어 형성된 자극 반응성 구조물을 제조하는 제조 단계를 포함한다.

[0008] 본 발명에 따른 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법은, 표면에 미세섬모들이 형성된 시트 형상으로 제조되고, 물, 온도, pH, 빛 중 적어도 하나의 자극에 의해 수축 또는 팽창하는 자극 반응부를 포함하여, 상기 자극 반응부의 수축 또는 팽창에 의해 3차원의 입체 형상으로 변형하는 자극 반응성 구조물을 제조하는 방법에 있어서, 상기 미세섬모들의 패턴이 형성된 몰드를 제조하는 몰드 제조단계와; 상기 몰드에서 상기 자극 반응부에 대응되는 부분에 상기 자극에 반응하는 자극반응성 소재를 도포하고, 상기 몰드에서 상기 자극 반응부를 제외한 나머지 부분에는 상기 자극에 반응하지 않는 자극 미반응성 소재를 도포하여, 상기 미세섬모들을 포함하는 레이어를 형성하는 레이어 형성단계와; 상기 몰드에 도포된 상기 자극반응성 소재는 UV 경화도를 미리 설정된 기준값 미만으로 경화시켜 상기 자극에 반응하는 상기 자극 반응부를 형성하고, 상기 자극 미반응성 소재는 상기 UV 경화도를 상기 기준값 이상으로 경화시켜 상기 자극에 반응하지 않는 상기 자극 미반응부를 형성하는 경화단계와; 상기 몰드로부터 경화된 소재를 분리하여, 표면에 상기 미세섬모들이 형성되고, 상기 자극 반응부와 상기 자극 미반응부가 구분되어 형성된 자극 반응성 구조물을 제조하는 제조단계를 포함한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명에 따른 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물은, 자극 반응부와 미세섬모를 하나의 공정을 통해 형성가능하기 때문에, 제조가 매우 용이한 이점이 있을 뿐만 아니라, 자극에 의해 반응하여 3차원 입체 형상으로 변형되는 자극 반응성 기능과, 미세섬모들에 의해 접촉 기능이나 소수성 등 기능을 모두 확보할 수 있는 이점이 있다.

[0010] 또한, 본 발명에 따른 자극 반응성 구조물은, UV 경화도를 위치 또는 깊이별로 다르게 조절하여, 자극에 반응하는 자극 반응부와 자극에 반응하지 않는 자극 미반응부를 구분하여 형성할 수 있기 때문에, 자극 반응부를 형성하기 위한 별도의 공정을 추가할 필요가 없으므로, 제조가 보다 용이하다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명에 따른 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 일 예가 도시된 도면이다.
 도 2는 본 발명의 제1실시에 따른 단일의 소재를 이용한 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법이 도시된 순서도이다.
 도 3은 본 발명의 제1실시에 따른 3D 프린팅을 이용한 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법이 도시된 개략도이다.
 도 4는 본 발명의 제2실시에 따른 포토리소그래피를 이용한 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법이 도시된 개략도이다.
 도 5는 본 발명의 제3실시에 따른 이중 소재를 이용한 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법이 도시된 순서도이다.
 도 6은 본 발명의 제3실시에 따른 이중 소재를 이용한 3D 프린팅을 이용한 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법이 도시된 개략도이다.
 도 7은 본 발명의 제4실시에 따른 이중 소재를 이용한 3D 프린팅을 이용한 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법이 도시된 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 설명하면, 다음과 같다.

[0013] 도 1은 본 발명에 따른 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 일 예가 도시된 도면이다.

[0014] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 자극 반응성 구조물(10)은, 자극이 가해지면 수축 또는 팽창하면서 물 형태로 말리거나 접여져서 3차원의 입체 형상으로 변형하는 구조물이다.

- [0015] 상기 자극 반응성 구조물(10)은, 물, 온도, pH, 빛 중 적어도 하나의 자극에 의해 수축 또는 팽창 등의 반응을 하는 자극 반응부(10a)와, 상기 자극에 의해 반응하지 않는 자극 미반응부(10b)를 포함한다.
- [0016] 상기 자극 반응성 구조물(10)은, 상기 자극에 의해 변형하기 이전에는 2차원의 시트 형상이며, 상기 시트(11)의 외측 표면에는 복수의 미세섬모들(12)이 형성된다.
- [0017] 상기 자극 반응성 구조물(10)은, 시트(11)와, 상기 시트(11)의 표면에 나노/마이크로 패턴이 형성된다.
- [0018] 상기 나노/마이크로 패턴은, 나노 사이즈 또는 마이크로 사이즈로 형성된 복수의 미세섬모들(12)이다.
- [0019] 상기 미세섬모들(12)은, 상기 시트(11)의 외측 표면에서 돌출 형성된 기둥부(12a)와, 상기 기둥부(12a)의 단부에서 단면적이 크게 확장 형성된 흡착판부(12b)를 포함한다.
- [0020] 상기 기둥부(12a)는, 원기둥 형상인 것으로 예를 들어 설명하나 이에 한정되지 않고 원기둥 외 다른 형상도 가능하며, 중공 형상으로 형성되는 것도 물론 가능하다.
- [0021] 상기 흡착판부(12b)는 원판 형상인 것으로 예를 들어 설명하나, 이에 한정되지 않고, 원판 이외 다른 형상도 가능하다. 또한, 상기 흡착판부(12b)는 상기 기둥부(12a)로부터 단면적이 점차 확장되게 형성되는 것도 가능하다. 또한, 상기 흡착판부(12b)는 오목한 형상이나 그 외 다양한 형상으로도 형성될 수 있다.
- [0022] 상기 미세섬모들(12)은, 나노 사이즈 또는 마이크로 사이즈이다. 상기 미세섬모들(12)의 개수나 크기는 상기 자극 반응성 구조물(10)의 기능에 따라 다르게 설정하여, 기능을 최대화시킬 수 있다. 또한, 상기 미세섬모들(12)은 상기 시트(11)로부터 소정의 각도로 경사지게 형성되는 것도 가능하다.
- [0023] 상기 시트(11)의 내측 표면에서 상기 자극 반응부(10a)에 해당하는 부분에는 슬릿(11a)이 형성된 것으로 예를 들어 설명한다. 상기 슬릿(11a)은 상기 자극 반응성 구조물(10)이 접히는 것을 보다 용이하게 한다. 다만, 이에 한정되지 않고, 상기 시트(11)의 외측 표면에 상기 슬릿을 형성하는 것도 가능하고, 상기 슬릿(11a)을 형성하지 않고 상기 자극 반응부(10a)와 상기 자극 미반응부(10b)가 동일 두께로 형성하는 것도 물론 가능하다.
- [0024] 상기와 같이 구성된 본 발명의 제1실시예에 따른 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법을 설명하면, 다음과 같다.
- [0025] 도 2 및 도 3을 참조하면, 상기 미세섬모들(12)의 패턴이 형성된 몰드(15)를 제조한다.(S1)
- [0026] 상기 몰드(15)는 서로 다른 복수의 몰드층들이 적층되어 하나의 몰드 블록을 형성하고, 각각의 몰드층에 상기 미세섬모(12)의 패턴에 대응하는 관통홀이나 오목홈이 형성될 수 있다. 상기 몰드(15)는 고분자 수지로 형성될 수 있다. 이외에도 다양한 방법으로 몰드를 제조할 수 있다.
- [0027] 도 3a를 참조하면, 상기 몰드(15)에 폴리머 소재를 도포하여, 상기 미세섬모들(12)을 포함하는 제1레이어(16)를 형성한다.(S2)
- [0028] 상기 제1레이어(16)를 형성하는 단계에서는, 3D 프린팅 방식을 이용하여 상기 몰드(15)에 상기 폴리머 소재를 도포할 수 있다. 상기 3D 프린팅 방식은, 3D 프린팅 디엘피(DLP, Digital Light Processing) 장치를 이용하는 방법과, 3D 프린팅 폴리젯(Polyjet) 장치를 이용하는 방법 등을 사용할 수 있다. 상기 3D 프린팅 방식을 이용함으로써, 상기 미세섬모(12)의 패턴이 형성된 상기 몰드(15)에 상기 폴리머 소재를 도포하는 것이 용이하다.
- [0029] 여기서, 상기 폴리머 소재는, 물, 온도, pH 및 빛 중 적어도 하나의 자극에 의해 반응하고, UV 경화가 가능한 자극 반응성 소재를 사용한다. 상기 자극 반응성 소재는, 하이드로젤을 이용하는 것으로 예를 들어 설명한다. 또한, 상기 자극 반응성 소재는, 자성 입자, 전도성 입자, 탄소 소재 중 적어도 하나를 포함하도록 하여, 자성이나 전도성에 따라 자극을 반응하는 것도 가능하다.
- [0030] 이후, 도 3b와 도 3c를 참조하면, UV 경화도를 위치별로 다르게 조절하여, 상기 자극 반응부(10a)와 상기 자극 미반응부(10b)가 구분되게 경화시키는 경화단계를 수행한다.(S3)
- [0031] 도 3b를 참조하면, 상기 제1레이어(16) 중에서 미리 설정된 일부분을 UV 경화도를 미리 설정된 기준값 이상으로 경화시키고, 나머지 부분은 UV 경화시키지 않는다.
- [0032] 여기서, 상기 UV 경화도는 UV 에너지에 따라 다르게 조절할 수 있다. 상기 기준값은 실험등에 의해 설정될 수 있으며, 상기 자극에 반응하지 않을 정도로 경화되는 조건을 만족해야 한다.
- [0033] 본 실시예에서는, 설명의 편의를 위해 상기 UV 경화도를 상기 기준값 이상으로 경화시키는 UV를 UV1이라

칭하고, 상기 기준값 미만으로 경화시키는 UV를 UV2라 칭한다. 상기 UV1과 UV2는 동시에 조사되는 것도 가능하고, 시간차를 두고 각각 조사되는 것도 물론 가능하다.

- [0034] 상기 제1레이어(16) 중 미리 설정된 일부는 상기 UV1을 조사하여, 상기 UV 경화도를 상기 기준값 이상으로 경화시키면, 충분히 경화되어 상기 자극에 반응하지 않는 상기 자극 미반응부(10b)가 형성된다.
- [0035] 상기 제1레이어(16) 중에서 상기 UV1이 조사되지 않은 나머지 부분은 제거될 수 있다. 상기 제1레이어(16) 중에서 UV 경화되지 않은 부분이 제거되면, 슬릿부(17)가 형성된다.
- [0036] 이후, 도 3c를 참조하면, 상기 자극 미반응부(10b)와 상기 슬릿부(17) 상에 상기 폴리머 소재를 한번 더 도포하여 제2레이어(18)를 적층하여 형성한 후, 상기 UV1과 상기 UV2를 조사하여 경화시킨다.
- [0037] 이 때, 상기 제2레이어(18) 중에서 상기 자극 미반응부(10b)상에 형성된 부분(18a)은 상기 UV1을 조사하여, 상기 UV 경화도를 상기 기준값 이상으로 경화시킨다.
- [0038] 상기 제2레이어(18) 중에서 상기 슬릿부(17) 상에 형성된 부분(18b)은 상기 UV1보다 에너지가 낮은 상기 UV2를 조사하여, 상기 UV 경화도를 상기 기준값 미만으로 경화시킨다. 따라서, 상기 슬릿부(17) 상에 형성된 부분(18b)은 상기 자극에 반응하는 상기 자극 반응부(10a)를 형성하게 된다. 즉, 상기 UV2가 조사된 부분은 UV 경화도가 낮기 때문에, 상기 자극에 반응하는 상기 자극 반응부(10a)가 형성될 수 있다.
- [0039] 또한, 상기 UV2는 상기 UV1에 비해 에너지가 낮기 때문에, 상기 자극 반응부(10a)의 깊이에 따라 상기 UV 경화도가 다르게 된다. 즉, 상기 자극 반응부(10a)의 표면은 내부 안쪽보다 상기 UV2가 상대적으로 많이 조사되고, 상기 자극 반응부(10a)에서 깊이가 깊어질수록 상기 UV2가 도달하는 정도가 점차 약해진다. 따라서, 상기 UV2에 가까운 상부 표면에 가까울수록 경화도가 높게 경화된다. 따라서, 상기 자극이 가해지면, 상기 자극에 의해 상기 자극 반응부(10a)의 하부가 보다 쉽게 변형될 수 있다.
- [0040] 이후, 도 3d를 참조하면, 상기 몰드(15)로부터 경화된 소재를 분리하면, 표면에는 상기 미세섬모들이 형성되고, 상기 자극 반응부(10a)와 상기 자극 미반응부(10b)가 구분되어 형성된 상기 자극 반응성 구조물(10)이 완성된다. 이 때, 상기 자극 반응부(10a)는 깊이에 따라 경화도가 다르게 형성된 상태이다.
- [0041] 이 때, 상기 자극 반응성 구조물(10)은 상기 미세섬모들(12)이 형성된 시트 형상이다.
- [0042] 도 3e를 참조하면, 상기 자극이 가해지면, 상기 자극 반응성 구조물(10)에서 상대적으로 경화도가 낮은 상기 자극 반응부(10a)의 하부 표면이 팽창되면서, 상기 자극 반응성 구조물(10)이 접어질 수 있다.
- [0043] 상기 실시예에서는, 상기 폴리머 소재를 두번 도포하여, 2개의 상기 제1,2레이어(16)(18)를 형성하는 것으로 예를 들어 설명하였으나, 이에 한정되지 않고 상기 폴리머 소재의 도포 횟수나 레이어들의 층수는 다르게 조절 가능하다. 또한, 동일한 레이어 상에서 UV 경화도를 위치별로 다르게 하여 상기 자극 반응부(10a)와 상기 자극 미반응부(10b)의 형성도 물론 가능하다.
- [0044] 따라서, 본 발명에서는 폴리머 소재를 도포하고 UV 경화하는 일련의 공정을 통해 상기 자극 반응부(10a)와 상기 자극 미반응부(10b)를 구분하여 형성할 수 있으므로, 제조가 매우 용이한 이점이 있다.
- [0045] 또한, 상기 자극 반응성 구조물의 표면에 상기 미세섬모들(12)을 보다 용이하게 형성가능하기 때문에, 상기 미세섬모들(12)을 이용해 방향성, 접착성, 친수성 및 소수성 등 다양한 기능을 발휘할 수 있다.
- [0046] 도 4는 본 발명의 제2실시에 따른 포토리소그래피를 이용한 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법이 도시된 개략도이다.
- [0047] 도 4를 참조하면, 본 발명의 제2실시에 따른 포토 리소 그래피를 이용한 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법은, 상기 몰드(15)에 폴리머 소재를 도포하여 레이어를 형성할 때 포토리소그래피를 이용하는 것이 상기 제1실시예와 상이하고, 그 외 나머지 구성 및 작용은 유사하므로 유사 구성에 대해 동일 부호를 사용하고 상이한 점을 중심으로 상세히 설명한다.
- [0048] 도 4a를 참조하면, 상기 미세섬모들(12)의 패턴이 형성된 상기 몰드(15)에 폴리머 소재를 도포하여, 상기 미세섬모들(12)을 포함하는 제1레이어(16)를 형성한다.
- [0049] 상기 제1레이어(16)를 형성하는 단계에서는, 포토리소그래피 방식을 이용할 수 있다.
- [0050] 여기서, 상기 폴리머 소재는, 물, 온도, pH 및 빛 중 적어도 하나의 자극에 의해 반응하고, UV 경화가 가능한 자극 반응성 소재를 사용한다. 상기 자극 반응성 소재는, 하이드로젤을 이용하는 것으로 예를 들어 설명한다.

또한, 상기 자극 반응성 소재는, 자성 입자, 전도성 입자, 탄소 소재 중 적어도 하나를 포함하는 것도 가능하다.

- [0051] 도 4b와 도 4c를 참조하면, 상기 제1레이어(16)를 경화시키되, UV 경화도를 위치별로 다르게 조절하여, 상기 자극 반응부(10a)와 상기 자극 미반응부(10b)가 구분되게 경화시키는 경화단계를 수행한다.
- [0052] 도 4b를 참조하면, 상기 제1레이어(16) 중에서 미리 설정된 일부분에 상기 UV1을 조사하여, UV 경화도를 미리 설정된 기준값 이상으로 경화시키고, 나머지 부분은 UV 경화시키지 않는다.
- [0053] 상기 제1레이어(16) 중에서 제1쇄도우 마스크(20)를 이용하여 미리 설정된 부분을 가리고, 상기 UV1을 조사한다. 여기서, 상기 쉐도우 마스크(20)로 가려지는 부분은 상기 자극 반응부(10a)로 미리 설정된 부분이다.
- [0054] 상기 제1레이어(16) 중 상기 UV1으로 경화된 부분은 상기 자극에 반응하지 않는 상기 자극 미반응부(10b)를 형성하게 되고, 상기 제1레이어(16) 중에서 상기 UV1에 의해 경화되지 않은 부분은 제거되어 슬릿부(17)를 형성한다.
- [0055] 이후, 도 4c를 참조하면, 상기 슬릿부(17) 상에 상기 폴리머 소재를 한번 더 도포하여 제2레이어(18)를 적층하여 형성한 후, 다시 UV 경화시킨다.
- [0056] 여기서, 상기 제2레이어(18)는 상기 슬릿부(17)상에만 형성된 것으로 예를 들어 설명하나, 이에 한정되지 않고 상기 자극 미반응부(10b)상에도 형성될 수 있다.
- [0057] 상기 제2레이어(18)는 상기 UV1보다 에너지가 낮은 상기 UV2를 조사하여, 상기 UV 경화도를 상기 기준값 미만으로 경화시킨다.
- [0058] 따라서, 상기 제2레이어(18)는 상기 UV경화도가 상기 기준값 미만으로 경화되어, 상기 자극에 쉽게 반응하는 상기 자극 반응부(10a)를 형성할 수 있다.
- [0059] 또한, 상기 UV2는 상기 UV1에 비해 에너지가 낮기 때문에, 상기 자극 반응부(10a)의 깊이에 따라 상기 UV 경화도가 다르게 된다. 즉, 상기 자극 반응부(10a)에서 상기 UV2에 가까운 상부는 하부보다 경화도가 높게 경화된다. 따라서, 상기 자극이 가해지면, 상기 자극에 의해 상기 자극 반응부(10a)의 하부가 보다 쉽게 변형되어 상기 자극 반응 구조물(10)이 보다 용이하게 오프라들 수 있다.
- [0060] 이후, 도 4d를 참조하면, 상기 몰드(15)로부터 경화된 소재를 분리하면, 표면에는 상기 미세섬모들이 형성되고, 상기 자극 반응부(10a)와 상기 자극 미반응부(10b)가 구분되어 형성된 상기 자극 반응성 구조물(10)이 완성된다. 이 때, 상기 자극 반응부(10a)는 깊이에 따라 경화도가 다르게 형성된 상태이다.
- [0061] 이 때, 상기 자극 반응성 구조물(10)은 상기 미세섬모들(12)이 형성된 시트 형상이다.
- [0062] 도 4e를 참조하면, 상기 자극이 가해지면, 상기 자극 반응성 구조물(10)에서 상기 자극 반응부(10a)의 하부 표면이 팽창되면서, 상기 자극 반응성 구조물(10)이 접어질 수 있다.
- [0063] 한편, 도 5는 본 발명의 제3실시에 따른 이중 소재를 이용한 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법이 도시된 순서도이다. 도 6은 본 발명의 제3실시에 따른 이중 소재를 이용한 3D 프린팅을 이용한 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법이 도시된 개략도이다.
- [0064] 도 5 및 도 6을 참조하면, 본 발명의 제3실시에 따른 이중 소재를 이용한 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법은, 미세섬모들(32)의 패턴이 형성된 몰드(35)에서 미리 설정된 자극 반응부(30a)에는 자극 반응성 소재를 도포하고, 미리 설정된 자극 미반응부(30b)에는 상기 자극에 반응하지 않는 자극 미반응성 소재를 도포하는 것이 상기 제1실시예와 상이하고, 그 외 나머지 구성 및 작용은 유사하므로 유사 구성에 대해 동일 부호를 사용하고 상이한 점을 중심으로 상세히 설명한다.
- [0065] 도 5를 참조하면, 상기 미세섬모들(32)의 패턴이 형성된 몰드(35)를 제조한다.(S11)
- [0066] 이후, 상기 몰드(35)에 상기 자극 반응성 소재(A)와 상기 자극 미반응성 소재(B)를 각각 도포한다.(S12)
- [0067] 상기 자극 반응성 소재(A)는, 물, 온도, pH 및 빛 중 적어도 하나의 자극에 의해 반응하고, UV 경화가 가능한 소재이다. 상기 자극 반응성 소재(A)는, 하이드로젤을 이용하는 것으로 예를 들어 설명한다. 또한, 상기 자극 반응성 소재(A)는, 자성 입자, 전도성 입자, 탄소 소재 중 적어도 하나를 포함하는 것도 가능하다.
- [0068] 상기 자극 미반응성 소재(B)는, 상기 자극에는 반응하지 않는 소재이고, UV 경화가 가능한 소재를 사용하며,

PUA(polyurethaneurea) 폴리머나 SU-8 등을 사용할 수 있다.

- [0069] 도 6a를 참조하면, 상기 자극 반응성 소재(A)와 상기 자극 미반응성 소재(B)가 도포되어, 동일한 레이어를 형성한다.
- [0070] 이후, 상기 자극 반응성 소재(A)와 상기 자극 미반응성 소재(B)를 UV 경화도를 다르게 하여, 상기 자극 반응부(30a)와 상기 자극 미반응부(30b)가 구분되게 경화시키는 경화단계를 수행한다.(S13)
- [0071] 여기서, 상기 UV 경화도는 UV 에너지에 따라 다르게 조절할 수 있다. 상기 기준값은 실험등에 의해 설정될 수 있으며, 상기 자극에 반응하지 않을 정도로 경화되는 조건을 만족해야 한다.
- [0072] 본 실시예에서는, 설명의 편의를 위해 상기 UV 경화도를 상기 기준값 이상으로 경화시키는 UV를 UV1이라 칭하고, 상기 기준값 미만으로 경화시키는 UV를 UV2라 칭한다. 상기 UV1과 UV2는 동시에 조사되는 것도 가능하고, 시간차를 두고 각각 조사되는 것도 물론 가능하다.
- [0073] 상기 자극 반응성 소재(A)는 상기 UV2를 조사하여 상기 UV 경화도를 상기 기준값 미만으로 경화시켜, 상기 자극에 반응하는 상기 자극 반응부(30a)를 형성한다.
- [0074] 상기 자극 미반응성 소재(B)는 상기 UV1을 조사하여 상기 UV 경화도를 상기 기준값 이상으로 경화시켜, 상기 자극에 반응하지 않는 상기 자극 미반응부(30b)를 형성한다.
- [0075] 또한, 상기 UV2는 상기 UV1에 비해 에너지가 낮기 때문에, 상기 자극 반응부(30a)의 깊이에 따라 상기 UV 경화도가 다르게 된다. 즉, 상기 자극 반응부(30a)에서 상기 UV2에 가까운 상부는 하부보다 경화도가 높게 경화된다. 따라서, 상기 자극이 가해지면, 상기 자극에 의해 상기 자극 반응부(30a)의 하부가 보다 쉽게 변형되어 상기 자극 반응 구조물(30)이 오르라들 수 있다.
- [0076] 이후, 도 6d를 참조하면, 상기 몰드(35)로부터 경화된 소재를 분리한다.(S14)
- [0077] 상기 몰드(35)로부터 분리되면, 표면에는 상기 미세섬모들이 형성되고, 상기 자극 반응부(30a)와 상기 자극 미반응부(30b)가 구분되어 형성된 상기 자극 반응성 구조물(30)이 완성된다. 이 때, 상기 자극 반응부(30a)는 깊이에 따라 경화도가 다르게 형성된 상태이다.
- [0078] 이 때, 상기 자극 반응성 구조물(30)은 상기 미세섬모들(32)이 형성된 시트 형상이다.
- [0079] 한편, 도 7은 본 발명의 제4실시에 따른 이중 소재를 이용한 3D 프린팅을 이용한 나노/마이크로 패턴이 형성된 자극 반응성 구조물의 제조방법이 도시된 개략도이다.
- [0080] 도 7을 참조하면, 미세섬모들(42)의 패턴이 형성된 몰드(35)에서 미리 설정된 자극 반응부(40a)에는 자극 반응성 소재(A)를 도포한 후 UV 경화시키고, 상기 자극 반응성 소재(A) 위와 미리 설정된 자극 미반응부(40b)에 상기 자극에 반응하지 않는 자극 미반응성 소재(B)를 도포한 후 UV 경화시키며, 상기 자극 반응성 소재(A)와 상기 자극 미반응성 소재(B)의 경화 조건은 동일하게 설정하는 것이 상기 제3실시예와 상이하고, 그 외 나머지 구성 및 작용은 유사하므로 유사 구성에 대해 동일 부호를 사용하고 상이한 점을 중심으로 상세히 설명한다.
- [0081] 도 7a를 참조하면, 상기 몰드(35)에서 상기 미세섬모들(42) 사이의 위치에 상기 자극 반응성 소재(A)를 도포한다. 상기 자극 반응성 소재(A)를 도포하는 방법은 3D 프린팅 장치를 이용하는 것도 가능하고, 포토리소그래피 공정을 이용하는 것도 물론 가능하다.
- [0082] 도 7b를 참조하면, 상기 자극 반응성 소재(A)를 상기 UV1으로 경화시킨다. 이 때, 상기 자극 반응성 소재(A)를 경화시키는 제1경화시간은 후술하는 제2경화시간보다 짧거나 같게 설정될 수 있다. 또한, 상기 제1경화시간이나 경화 에너지는 상기 자극 반응성 소재(A)의 두께 등에 따라 다르게 설정할 수 있다.
- [0083] 도 7c를 참조하면, 상기 자극 미반응성 소재(B)를 도포한다.
- [0084] 상기 자극 반응성 소재(A) 위에 상기 자극 미반응소재(B)를 미리 설정된 제1설정두께로 도포한다.
- [0085] 또한, 미리 설정된 자극 미반응부(40b)에 상기 자극 미반응성 소재(B)를 미리 설정된 제2설정두께로 도포한다. 상기 자극 미반응부(40b)는, 상기 몰드(35)에서 상기 자극 반응부(40a)를 제외한 나머지 모든 부분에 해당한다.
- [0086] 여기서, 상기 제1설정두께는 상기 제2설정두께보다 얇게 설정된다. 또한, 상기 제1설정두께와 상기 자극 반응성 소재(A)의 두께를 합한 값도 상기 제2설정두께보다 얇게 설정된다.
- [0087] 따라서, 상기 자극 반응부(40a)의 두께는 상기 자극 미반응부(40b)의 두께보다 얇게 형성되어, 상기 자극 반응

부(40a)는 슬릿부(40c)를 형성한다.

[0088] 또한, 상기 자극 반응부(40a)는, 상기 자극 반응성 소재(A)와 상기 자극 미반응성 소재(B)가 적층되어 형성되고, 상기 자극 미반응부(40b)는 상기 자극 미반응성 소재(B)만으로 형성된다.

[0089] 도 7d를 참조하면, 상기 자극 반응부(40a)와 상기 자극 미반응부(40b)를 모두 상기 UV1으로 제2경화시간동안 경화시킬 수 있다.

[0090] 상기 제2경화시간은, 상기 제1경화시간보다 길거나 같게 설정될 수 있다.

[0091] 상기 슬릿부(40c)에 자극이 가해지면, 상기 자극 반응부(40a)는 변형이 일어나고, 상기 자극 미 반응부(40b)에는 변형이 일어나지 않아 상기 자극 반응 구조물(30)이 오프라들 수 있다.

[0092] 상기과 같이 본 발명의 제4실시예에 따른 제조방법은, 한 종류의 UV만을 사용하더라도 상기 자극 반응부(40a)는 깊이에 따라 경화정도가 달라질 수 있다.

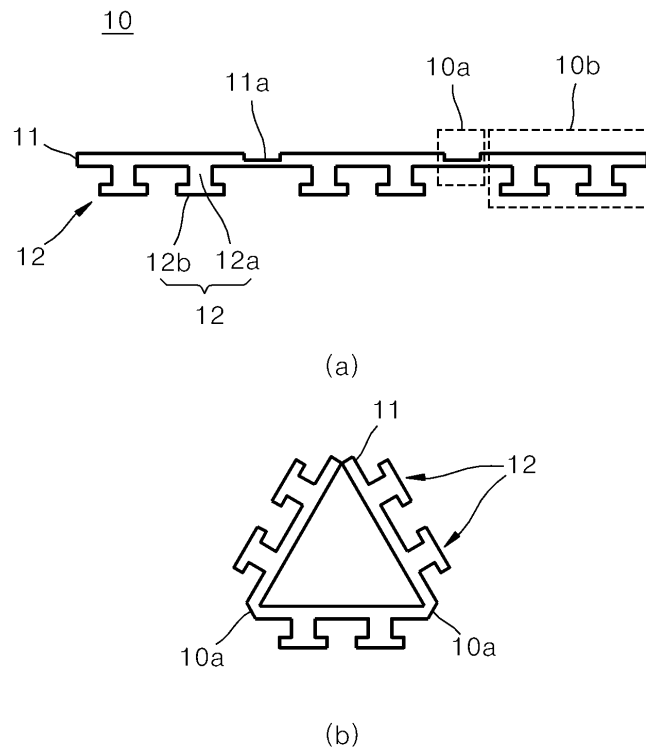
[0093] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

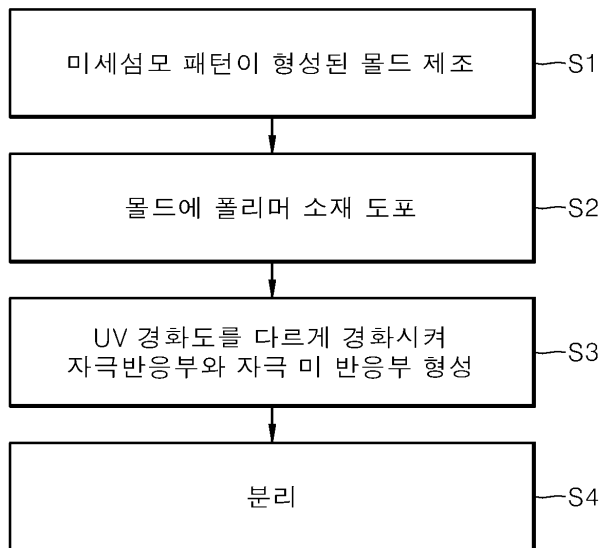
[0094] 10, 30: 자극 반응성 구조물 10a, 30a: 자극 반응부
10b, 30b: 자극 미반응부 11: 시트
12: 미세섬모

도면

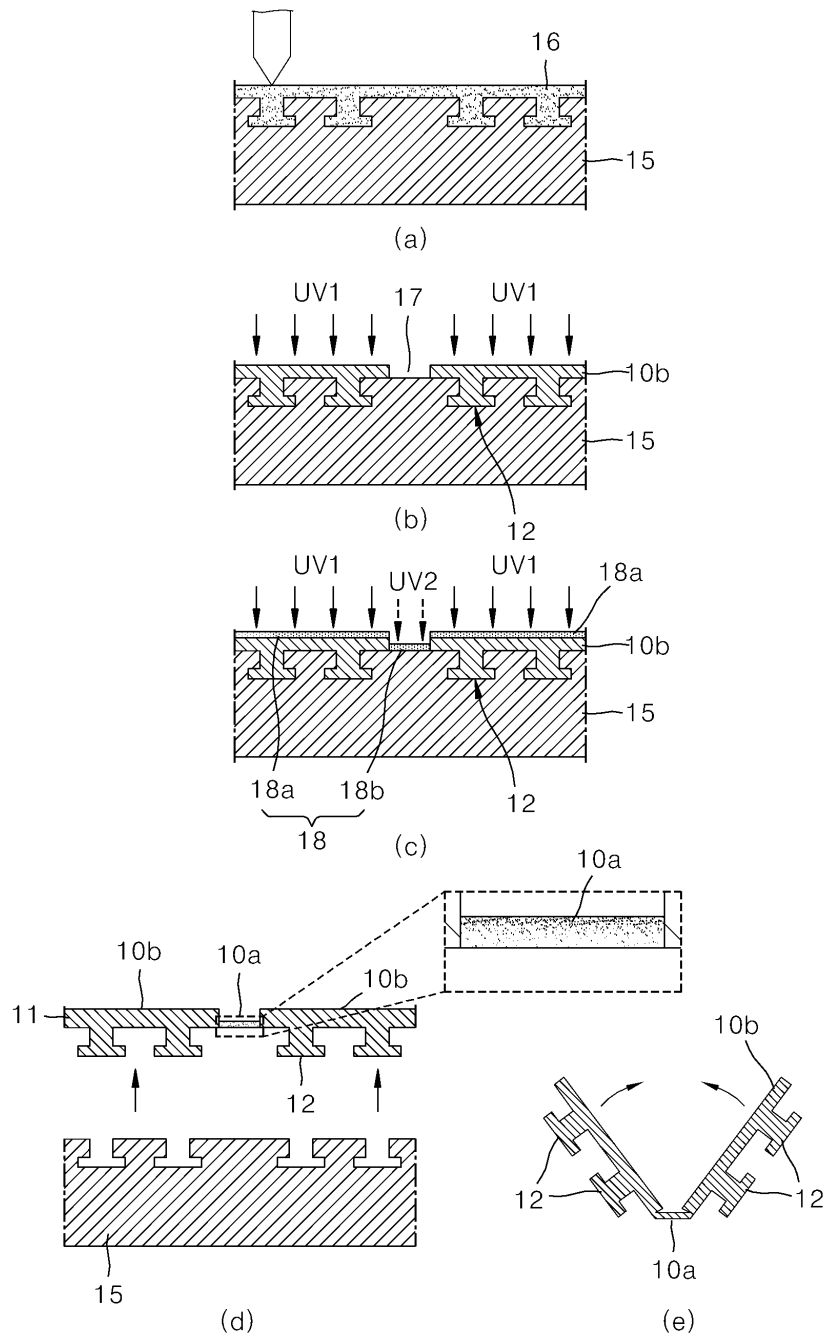
도면1



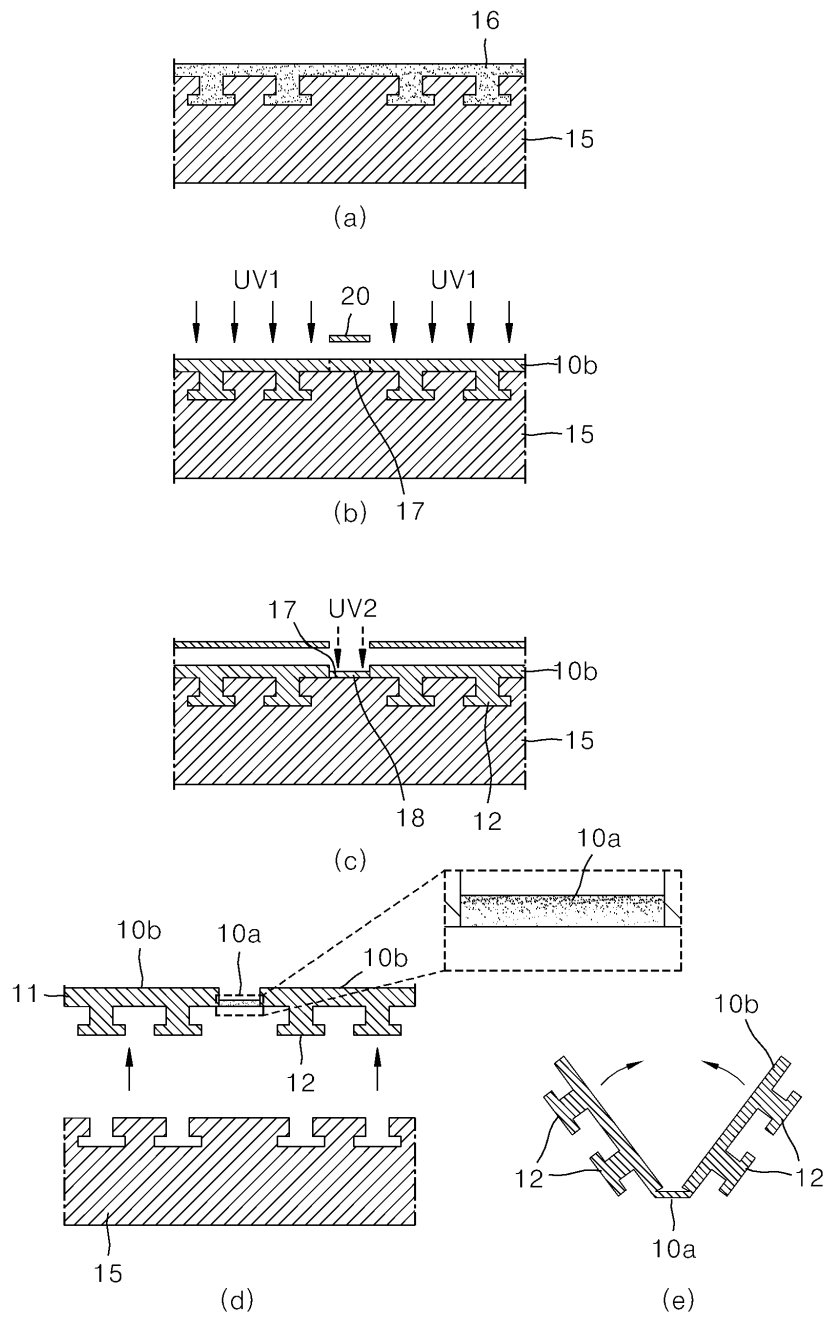
도면2



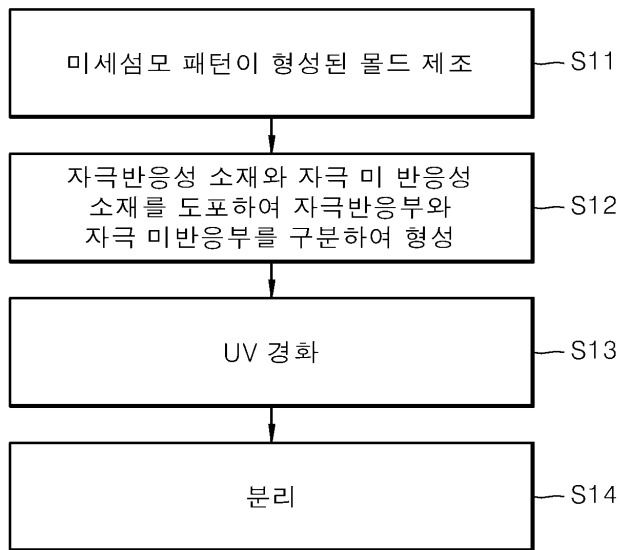
도면3



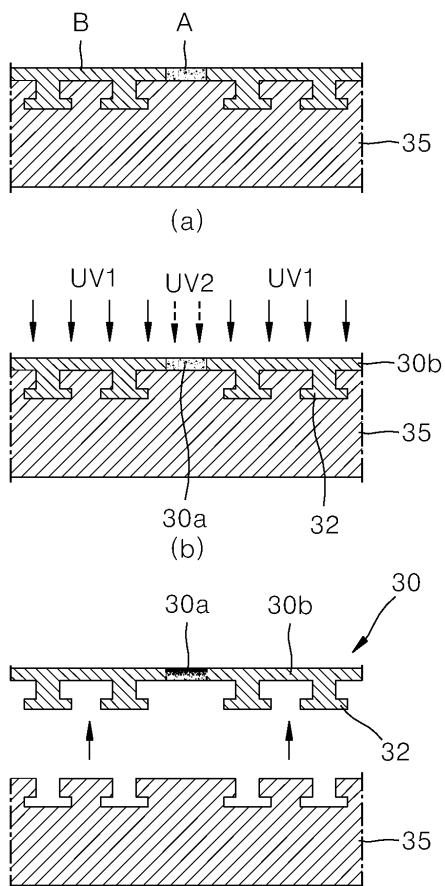
도면4



도면5



도면6



도면7

