(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년05월12일
(11) 등록번호 10-2109531
(24) 등록일자 2020년05월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01J 2/30 (2006.01) *B28B 7/34* (2006.01)
B29C 33/38 (2018.01) *B29C 33/56* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01J 2/30 (2013.01)
B28B 7/346 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0144737
(22) 출원일자 2018년11월21일
심사청구일자 2018년11월21일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020100003419 A*
KR101416302 B1
KR1020090070918 A
KR1020170033073 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
김태성
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
박준규
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
이경훈
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
전용준

전체 청구항 수 : 총 9 항 심사관 : 조수익

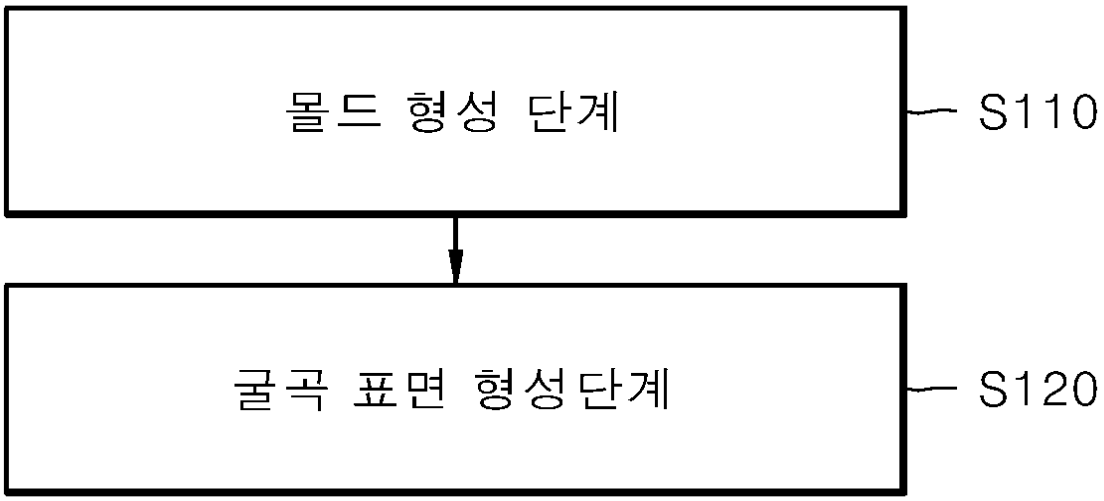
(54) 발명의 명칭 **초발수 표면 형성용 몰드, 초발수 표면 및 초발수 표면을 가지는 물품의 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 베이스부, 및 상기 베이스부 상에 형성되고 내부에 제1저장 공간을 한정하고 상부를 개방시키는 제1격벽부를 포함하는 몰드를 제조하는 몰드 형성단계 및 상기 몰드의 개구부를 통해 나노 입자 또는 마이크로 입자가 포함되어 있는 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액을 상기 제1저장 공간에 주입하고, 상기 주입된 나노

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액을 증발시킴으로써, 상기 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액의 증발 후에 상기 몰드의 내주면에 남은 상기 나노 입자 또는 마이크로 입자에 의해 형성된 형태가 나노 스케일 또는 마이크로 스케일의 초발수 표면을 형성시키는 몰드가 될 수 있도록 하는 굴곡 표면 형성단계를 포함하는 초발수 표면 형성용 몰드 제조방법을 제공한다.

따라서 몰드에 나노 입자 현탁액을 주입한 후 나노 입자 현탁액을 증발시킴으로써 나노 스케일의 초발수 표면을 형성할 수 있으므로 제작이 용이한 장점이 있다.

(52) CPC특허분류
B29C 33/3842 (2013.01)
B29C 33/56 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711044394
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 개인연구지원
연구과제명 나노 패터닝을 위한 “크랙-포토리소그래피” 공정기술 개발
기 여 율 1/2
주관기관 울산과학기술원
연구기간 2016.11.01 ~ 2017.10.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1395054501
부처명 농촌진흥청
연구관리전문기관 농촌진흥청
연구사업명 차세대바이오그린21(R&D)
연구과제명 초미세유체기술 기반의 배양환경 능동제어를 통한 범용·통합형 합성미생물 스크리닝 자동화 시스템 개발
기 여 율 1/2
주관기관 울산과학기술원
연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

베이스부, 및 상기 베이스부 상에 형성되고 내부에 제1저장 공간을 한정하고 상부를 개방시키는 제1격벽부를 포함하는 몰드를 제조하는 몰드 형성단계; 및

상기 몰드의 개구부를 통해 나노 입자 또는 마이크로 입자가 포함되어 있는 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액을 상기 제1저장 공간에 주입하고, 상기 주입된 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액을 증발시킴으로써, 상기 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액의 증발 후에 상기 몰드의 내주면에 남은 상기 나노 입자 또는 마이크로 입자에 의해 형성된 형태가 나노 스케일 또는 마이크로 스케일의 초발수 표면을 형성시키는 몰드가 될 수 있도록 하는 굴곡 표면 형성단계를 포함하고,

상기 제1격벽부 상에 적층되며, 상기 제1저장 공간의 평균 횡단면보다 제2저장 공간의 평균 횡단면이 더 크게 형성되도록 배치되는 제2격벽부를 더 포함하는 초발수 표면 형성용 몰드 제조방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 제1격벽부는, 상하 방향을 따라 동일한 제1폭을 가지고,

상기 제2격벽부는, 상기 상하 방향을 따라 동일한 제2폭을 가지되, 상기 제2폭은 상기 제1폭보다 작은 초발수 표면 형성용 몰드 제조방법.

청구항 4

베이스부, 및 상기 베이스부 상에 형성되고 내부에 제1저장 공간을 한정하고 상부를 개방시키는 제1격벽부를 포함하는 몰드를 제조하는 몰드 형성단계;

상기 몰드의 개구부를 통해 나노 입자 또는 마이크로 입자가 포함되어 있는 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액을 상기 제1저장 공간에 주입하고, 상기 주입된 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액을 증발시킴으로써, 상기 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액의 증발 후에 상기 몰드의 내주면에 남은 상기 나노 입자 또는 마이크로 입자에 의해 형성된 형태가 나노 스케일 또는 마이크로 스케일의 초발수 표면을 형성시키는 몰드가 될 수 있도록 하는 굴곡 표면 형성단계;

상기 초발수 표면이 형성된 상기 몰드의 제1저장 공간에 성형품용 물질을 주입하는 단계; 및

상기 주입된 성형품용 물질을 경화시킨 후, 상기 몰드로부터 상기 성형품을 분리하여 상기 성형품의 표면에 나노 스케일의 초발수 표면을 형성시키는 성형품 제조 단계를 포함하고,

상기 제1격벽부 상에 적층되며, 상기 제1저장 공간의 평균 횡단면보다 제2저장 공간의 평균 횡단면이 더 크게 형성되도록 배치되는 제2격벽부를 더 포함하는 초발수 표면 제조방법.

청구항 5

베이스부, 및 상기 베이스부 상에 형성되고 내부에 제1저장 공간을 한정하고 상부를 개방시키는 제1격벽부를 포함하는 몰드를 제조하는 몰드 형성단계;

상기 몰드의 개구부를 통해 나노 입자 또는 마이크로 입자가 포함되어 있는 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액을 상기 제1저장 공간에 주입하고, 상기 주입된 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액을 증발시킴으로써, 상기 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액의 증발 후에 상기 몰드의 내주면에 남은 상기 나노 입자 또는 마이크로 입자에 의해 형성된 형태가 나노 스케일 또는 마이크로 스케일의 초발수 표면을 형성

시키는 몰드가 될 수 있도록 하는 굴곡 표면 형성단계;

상기 초발수 표면이 형성된 상기 몰드의 제1저장 공간에 성형품용 물질을 주입하는 단계; 및

상기 주입된 성형품용 물질을 경화시킨 후, 상기 몰드로부터 상기 성형품을 분리하여 상기 성형품의 표면에 나노 스케일의 초발수 표면을 형성시키는 성형품 제조 단계를 포함하고,

상기 성형품용 물질을 주입하는 단계이전에, 상기 초발수 표면으로부터 상기 성형품용 물질의 분리가 용이하도록, 상기 몰드의 초발수 표면을 처리하는 단계를 더 포함하는 초발수 표면 제조방법.

청구항 6

베이스부, 및 상기 베이스부 상에 형성되고 내부에 제1저장 공간을 한정하고 상부를 개방시키는 제1격벽부를 포함하는 몰드를 제조하는 몰드 형성단계;

상기 몰드의 개구부를 통해 나노 입자 또는 마이크로 입자가 포함되어 있는 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액을 상기 제1저장 공간에 주입하고, 상기 주입된 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액을 증발시킴으로써, 상기 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액의 증발 후에 상기 몰드의 내주면에 남은 상기 나노 입자 또는 마이크로 입자에 의해 형성된 형태가 나노 스케일 또는 마이크로 스케일의 초발수 표면을 형성시키는 몰드가 될 수 있도록 하는 굴곡 표면 형성단계;

상기 초발수 표면이 형성된 상기 몰드의 제1저장 공간에 성형품용 물질을 주입하는 단계; 및

상기 주입된 성형품용 물질을 경화시킨 후, 상기 몰드로부터 상기 성형품을 분리하여 상기 성형품의 표면에 나노 스케일의 초발수 표면을 형성시키는 성형품 제조 단계를 포함하고,

상기 제1격벽부 상에 적층되며, 상기 제1저장 공간의 평균 횡단면보다 제2저장 공간의 평균 횡단면이 더 크게 형성되도록 배치되는 제2격벽부를 더 포함하며,

상기 성형품용 물질을 주입하는 단계이전에, 상기 초발수 표면으로부터 상기 성형품용 물질의 분리가 용이하도록, 상기 몰드의 초발수 표면을 처리하는 단계를 더 포함하는 초발수 표면 제조방법.

청구항 7

청구항 4 또는 6에 있어서,

상기 제1격벽부는, 상하 방향을 따라 동일한 제1폭을 가지고,

상기 제2격벽부는, 상기 상하 방향을 따라 동일한 제2폭을 가지되, 상기 제2폭은 상기 제1폭보다 작은 초발수 표면 제조방법.

청구항 8

청구항 4 또는 6에 있어서,

상기 성형품용 물질을 주입하는 단계에서는,

상기 성형품용 물질을 상기 제2저장 공간에 더 주입한 상태에서 상기 제1저장 공간과 상기 제2저장 공간의 상기 성형품용 물질을 동시에 경화시키는 초발수 표면 제조방법.

청구항 9

청구항 5 또는 6에 있어서,

상기 몰드의 초발수 표면에 처리되는 물질은 실레인(silane)으로 형성되는 초발수 표면 제조 방법.

청구항 10

베이스부, 및 상기 베이스부 상에 형성되고 내부에 제1저장 공간을 한정하고 상부를 개방시키는 제1격벽부를 포함하는 몰드를 제조하는 몰드 형성단계;

상기 몰드의 개구부를 통해 나노 입자 또는 마이크로 입자가 포함되어 있는 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액을 상기 제1저장 공간에 주입하고, 상기 주입된 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액을 증발

시킴으로써, 상기 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액의 증발 후에 상기 몰드의 내주면에 남은 상기 나노 입자 또는 마이크로 입자에 의해 형성된 형태가 나노 스케일 또는 마이크로 스케일의 초발수 표면을 형성시키는 몰드가 될 수 있도록 하는 굴곡 표면 형성단계;

상기 초발수 표면이 형성된 상기 몰드의 제1저장 공간에 성형품용 물질을 주입하는 단계;

상기 주입된 성형품용 물질을 경화시킨 후, 상기 몰드로부터 상기 성형품을 분리하여 상기 성형품의 표면에 나노 스케일의 초발수 표면을 형성시키는 성형품 제조 단계; 및

상기 성형품을 이용하여 초발수 표면을 가지는 물품을 제조하는 단계를 포함하고,

상기 제1격벽부 상에 적층되며, 상기 제1저장 공간의 평균 횡단면보다 제2저장 공간의 평균 횡단면이 더 크게 형성되도록 배치되는 제2격벽부를 더 포함하는 초발수 표면을 가지는 물품의 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 초발수 표면 형성용 몰드, 초발수 표면 및 초발수 표면을 가지는 물품의 제조 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 몰드에 나노 입자 현탁액을 주입 후 증발시켜 몰드의 내주면에 나노 스케일의 초발수 표면을 형성하는 초발수 표면 형성용 몰드, 초발수 표면 및 초발수 표면을 가지는 물품의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 발수성이란 물에 젖기 어려운 성질을 뜻한다. 초발수 표면기술은 표면의 젖음(wetting)현상을 조절하기 위한 표면개질(surface modification) 기술의 한 분야로, 고체의 표면을 물리적 또는 화학적으로 표면개질하여 고체의 표면에 액체가 접촉할 때 접촉각이 150도 이상이 되도록 하는 기술을 말한다. 이러한 초발수 표면 기술은 학술적인 표면 과학 분야뿐만 아니라 건축 자재, 화장품, 섬유 처리, 전기전자용 부품재료 등 다양한 산업분야에서도 주목을 끌고 있다. 다만, 이렇게 다양한 분야에서 사용됨에도 불구하고 그 제조과정이 복잡하고 제조된 초발수 표면의 효능이 만족할 수준에 이르지 못하는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 대한민국등록특허 제10-1468334호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 몰드에 나노 입자 현탁액을 주입 후 증발시켜 몰드의 내주면에 나노 스케일의 초발수 표면을 형성하는 초발수 표면 형성용 몰드, 초발수 표면 및 초발수 표면을 가지는 물품의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명은 베이스부, 및 상기 베이스부 상에 형성되고 내부에 제1저장 공간을 한정하고 상부를 개방시키는 제1격벽부를 포함하는 몰드를 제조하는 몰드 형성단계 및 상기 몰드의 개구부를 통해 나노 입자 또는 마이크로 입자가 포함되어 있는 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액을 상기 제1저장 공간에 주입하고, 상기 주입된 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액을 증발시킴으로써, 상기 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액의 증발 후에 상기 몰드의 내주면에 남은 상기 나노 입자 또는 마이크로 입자에 의해 형성된 형태가 나노 스케일 또는 마이크로 스케일의 초발수 표면을 형성시키는 몰드가 될 수 있도록 하는 굴곡 표면 형성단계를 포함하는 초발수 표면 형성용 몰드 제조방법을 제공한다.

[0006] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 본 발명은 베이스부, 및 상기 베이스부 상에 형성되고 내부에 제1저장 공간을 한정하고 상부를 개방시키는 제1격벽부를 포함하는 몰드를 제조하는 몰드 형성단계, 상기 몰드의 개구부를 통해

나노 입자 또는 마이크로 입자가 포함되어 있는 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액을 상기 제1저장 공간에 주입하고, 상기 주입된 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액을 증발시킴으로써, 상기 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액의 증발 후에 상기 몰드의 내주면에 남은 상기 나노 입자 또는 마이크로 입자에 의해 형성된 형태가 나노 스케일 또는 마이크로 스케일의 초발수 표면을 형성시키는 몰드가 될 수 있도록 하는 굴곡 표면 형성단계, 상기 초발수 표면이 형성된 상기 몰드의 제1저장 공간에 성형품용 물질을 주입하는 단계 및 상기 주입된 성형품용 물질을 경화시킨 후, 상기 몰드로부터 상기 성형품을 분리하여 상기 성형품의 표면에 나노 스케일의 초발수 표면을 형성시키는 성형품 제조 단계를 포함하는 초발수 표면 제조방법을 제공한다.

[0007] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 본 발명은 베이스부, 및 상기 베이스부 상에 형성되고 내부에 제1저장 공간을 한정하고 상부를 개방시키는 제1격벽부를 포함하는 몰드를 제조하는 몰드 형성단계, 상기 몰드의 개구부를 통해 나노 입자 또는 마이크로 입자가 포함되어 있는 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액을 상기 제1저장 공간에 주입하고, 상기 주입된 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액을 증발시킴으로써, 상기 나노 입자 현탁액 또는 마이크로 입자 현탁액의 증발 후에 상기 몰드의 내주면에 남은 상기 나노 입자 또는 마이크로 입자에 의해 형성된 형태가 나노 스케일 또는 마이크로 스케일의 초발수 표면을 형성시키는 몰드가 될 수 있도록 하는 굴곡 표면 형성단계, 상기 초발수 표면이 형성된 상기 몰드의 제1저장 공간에 성형품용 물질을 주입하는 단계, 상기 주입된 성형품용 물질을 경화시킨 후, 상기 몰드로부터 상기 성형품을 분리하여 상기 성형품의 표면에 나노 스케일의 초발수 표면을 형성시키는 성형품 제조 단계 및 상기 성형품을 이용하여 초발수 표면을 가지는 물품을 제조하는 단계를 포함하는 초발수 표면을 가지는 물품의 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[0008] 본 발명에 따른 초발수 표면 형성용 몰드 제조방법은 다음과 같은 효과가 있다.

[0009] 첫째, 몰드에 나노 입자 현탁액을 주입한 후 나노 입자 현탁액을 증발시킴으로써 나노 스케일의 초발수 표면을 형성할 수 있으므로 제작이 용이한 장점이 있다.

[0010] 둘째, 본 발명에 의해 제조된 초발수 표면 형성용 몰드를 주형으로 이용하면 용이하게 다수의 초발수 표면을 갖는 성형품을 제조 가능한 장점이 있다.

[0011] 셋째, 본 발명에 의해 제조된 초발수 표면 형성용 몰드를 주형으로 이용하여 초발수 표면을 갖는 성형품을 제조할 경우 균일한 품질의 성형품을 제조할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 초발수 표면 형성용 몰드 제조방법의 순서도이다.

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 초발수 표면 제조방법의 순서도이다.

도 3은 도 1에 따른 초발수 표면 형성용 몰드 제조방법에서 몰드를 제조하는 과정을 도시하는 모식도이다.

도 4는 도 3에 따른 몰드 제조 과정에서 몰드에 주입되는 나노 입자 현탁액의 농도 변화에 따른 몰드 내부의 나노 입자 배치 구조의 변화 및 나노 입자 배치 구조가 변화하는 몰드를 주형으로 하여 제조된 각각의 성형품을 나타내는 모식도이다.

도 5는 도 2에 따른 초발수 표면 제조방법에서 성형품을 제조하는 과정을 도시하는 모식도이다.

도 6은 도 2에 초발수 표면 제조방법에 이용되는 입자리소그래피 과정을 도시하는 모식도이다.

도 7은 마찰층으로 이용된 폴리디메틸실록산층의 구조에 따른 마찰전기 발전기의 전기적 출력을 나타내는 실험자료이다.

도 8은 단일전극을 이용한 마찰전기 나노 발전기의 출력 특성을 나타내는 실험자료이다.

도 9는 마찰층의 구조에 따른 마찰전기 나노 발전기의 내습성 및 자체 세정 성능을 비교한 실험자료이다

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다.

[0014] 도 1 및 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 초발수 표면 형성용 몰드 제조방법은 몰드 형성단계(S110) 및 굴곡 표면 형성단계(S120)를 포함한다. 상기 초발수 표면 형성용 몰드 제조방법(S100)은 초발수 표면

을 제조하기 위한 주형 역할을 하는 몰드(110, 130)를 제조하는 방법에 관한 것이다. 상기 몰드 형성단계(S110)에서 제조되는 상기 몰드(110, 130)는 제1격벽부(110) 및 베이스부(130)를 포함한다. 상기 몰드는 내부에 제1저장 공간을 포함하고 상부가 개방되어 있다. 상기 제1저장 공간은 상기 제1격벽부(110)와 상기 베이스부(130)로 둘러싸여 있다. 상기 몰드 형성단계(S110)는 포토 리소그래피를 이용하여 상기 몰드(110, 130)를 제조한다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 다른 방법으로 상기 몰드(110, 130)를 제조할 수도 있다.

[0015] 먼저 상기 포토 리소그래피에 사용되는 소재를 설명한다. 상기 베이스부(130)는 실리콘 웨이퍼로 형성된다. 또한 상기 베이스부(130) 상에 형성되는 제1격벽부(110)는 제1네거티브 포토 레지스트로 형성된다. 상기 제1격벽부(110)는 이하 설명할 포토 리소그래피 과정에서 상기 실리콘 웨이퍼를 현상액에 침지하여 상기 제1네거티브 포토 레지스트 중에서 자외선이 조사되지 않은 부분을 제거한 후 남는 부분을 의미한다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 베이스부(130) 및 상기 제1격벽부(110)의 소재 및 크기를 변경 가능하다.

[0016] 다음으로 상기 포토 리소그래피 과정을 설명한다. 상기 실리콘 웨이퍼 상에 상기 제1네거티브 포토 레지스트를 스핀코팅 한다. 상기 제1네거티브 포토 레지스트는 약 5마이크로미터(㎛) 두께로 형성한다. 그리고 상기 제1네거티브 포토 레지스트가 스핀 코팅 되어 있는 상기 실리콘 웨이퍼를 약 98도씨(℃)에서 굽는다. 물론 상기 실리콘 웨이퍼를 굽는 온도는 변경이 가능하다. 그리고 제1패턴화된 마스크를 상기 제1네거티브 포토 레지스트 상부에 배치하고 상기 제1패턴화된 마스크 상부에서 자외선을 조사한다. 다음으로 자외선 처리된 상기 실리콘 웨이퍼를 현상액에 침지하여 상기 제1네거티브 포토 레지스트 중에서 상기 자외선에 노출되지 않은 부분을 제거하여 상기 몰드를 제조한다.

[0017] 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 몰드(100)를 복층 구조로 형성할 수도 있다. 즉 상기 제1격벽부(110) 상에 제2격벽부(120)를 더 형성할 수 있다. 즉 상기 제1격벽부(110)에 의해 형성된 제1저장 공간 상측에 상기 제2격벽부(120)에 의해 제2저장 공간이 형성된다. 상기 제2저장 공간의 평균 횡단면은 상기 제1저장 공간의 평균 횡단면보다 더 크게 형성된다. 따라서 상기 제1격벽부(110)에 의해 형성되는 상기 제1저장 공간과 상기 제2격벽부(120)에 의해 형성되는 제2저장 공간은 두 개의 층으로 나누어진다. 이 때 상기 제1격벽부(110)는 상하 방향을 따라 동일한 제1폭을 갖는다. 상기 제2격벽부(120) 또한 상기 상하 방향을 따라 동일한 제2폭을 갖되, 상기 제1폭보다 작은 폭을 갖는다. 물론 상기 제1폭과 상기 제2폭은 변경이 가능하다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 두 개의 층을 더 많은 층으로 형성할 수도 있고, 상기 제1저장 공간과 상기 제2저장 공간의 형태를 변경할 수도 있다.

[0018] 상기 제2격벽부(120)를 포함하는 상기 몰드(110, 120, 130)의 제조 과정은 다음과 같다. 먼저 상기 실리콘 웨이퍼 상에 상기 제1네거티브 포토 레지스트를 스핀코팅 한다. 그리고 상기 제1네거티브 포토 레지스트가 스핀 코팅 되어 있는 상기 실리콘 웨이퍼를 약 98도씨(℃)에서 굽는다. 물론 상기 실리콘 웨이퍼를 굽는 온도는 변경이 가능하다. 그리고 상기 제1패턴화된 마스크를 상기 제1네거티브 포토 레지스트 상부에 배치하고 상기 제1패턴화된 마스크 상부에서 자외선을 조사한다. 다음으로 상기 제1네거티브 포토 레지스트 상에 제2네거티브 포토 레지스트를 배치한다. 상기 제2네거티브 포토 레지스트는 약 10마이크로미터(㎛) 두께로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 제2네거티브 포토 레지스트의 소재 및 두께를 변경 가능하다. 그리고 상기 제2네거티브 포토 레지스트를 약 98도씨(℃)에서 굽는다. 물론 상기 제2네거티브 포토 레지스트를 굽는 온도는 변경이 가능하다. 그리고 제2패턴화된 마스크를 상기 제2네거티브 포토 레지스트 상부에 배치하고 상기 제2패턴화된 마스크 상부에서 자외선을 조사한다. 다음으로 자외선 처리된 상기 실리콘 웨이퍼를 현상액에 침지하여 상기 제1네거티브 포토 레지스트 및 상기 제2포토 레지스트 중에서 상기 자외선에 노출되지 않은 부분을 제거하여 복층 구조를 갖는 상기 몰드(110, 120, 130)를 제조한다. 상기 제2패턴화된 마스크에 의해서 상기 제2네거티브 포토 레지스트에 형성되는 패턴은 상기 제1패턴화된 마스크에 의해서 상기 제1네거티브 포토 레지스트에 형성되는 패턴과 다른 패턴을 갖는다.

[0019] 도 3을 참조하면 상기 굴곡 표면 형성단계(S120)는 상기 몰드(110, 130)의 제1저장 공간에 나노 입자 현탁액(200)을 주입하여 상기 몰드(110, 130)의 내주면에 나노 스케일의 초발수 표면을 형성시키는 단계이다. 상기 굴곡 표면 형성단계(S120)는 입자 리소그래피 방법을 이용한다. 이는 도 3의 (a)에 도시되어 있다.

[0020] 먼저 나노 입자 현탁액(200)을 상기 몰드(110, 130)에 주입한다. 이 때 상기 나노 입자 현탁액(200)은 글라스 슬라이드를 이용하여 블레이딩(blading) 방식으로 상기 몰드(110, 130)에 균일하게 주입된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 나노 입자 현탁액(200)의 주입방법을 변경 가능하다. 그리고 상기 주입된 나노 입자 현탁액(200)에서 액체를 증발시킨다. 상기 액체가 모두 증발되면 상기 몰드(110, 130) 내부에는 상기 나노 입자(210)만 남는다. 이 때 상기 나노 입자(210)는 상기 몰드(110, 130) 내부에 불규칙하게 배열되거나 쌓인다. 이

렇게 불규칙하게 배열되거나 쌓인 상기 나노 입자(210)를 경화시켜서 상기 몰드(110, 130)의 내주면에 굳도록 한다. 이렇게 굳어진 나노 입자(210)들로 형성되는 상기 몰드(110, 130) 내주면의 형태는 나노 스케일의 초발수 표면을 형성하는 주형이 된다. 본 실시예에서는 제1저장 공간에 삽입되는 현탁액을 상기 나노 입자 현탁액(200)을 예로 들었으나, 상기 제1저장 공간에 삽입되는 현탁액은 마이크로 입자 현탁액 또는 그 외의 다른 입자 크기의 현탁액으로 변경이 가능하다.

[0021] 도 3의 (b)는 상기 몰드(110, 120, 130)가 상기 제2격벽부(120)를 포함하는 경우를 나타낸다. 상기 (b)의 과정은 상기 (a)의 과정과 유사하다. 다만 상기 (b)의 과정을 통해 제조되는 몰드(110, 120, 130)는 상기 제2격벽부(120)가 더 포함되어 있다. 따라서 상기 (b)에 의해 제조된 몰드(110, 120, 130)를 주형으로 하여 성형품을 제조하는 경우는 상기 (a)에 의해 제조된 몰드(110, 130)를 주형으로 하여 성형품을 제조하는 경우와 달리 복층 구조의 성형품을 제조할 수 있다.

[0022] 도 4를 참조하면, 도 4는 도 3에 따른 상기 몰드(110, 120, 130)에 주입되는 상기 나노 입자 현탁액(200)의 농도 변화에 따른 상기 몰드(110, 120, 130) 내부 형태의 변화 모습(a, b, c)을 나타낸다. 또한 d는 상기 a, e는 상기 b, f는 상기 c를 주형으로 하여 상기 주형에 폴리디메틸실록산을 주입함으로써 제조된 성형품(d, e, f)을 각각 나타낸다.

[0023] 도 4에 따르면 상기 나노 입자 현탁액(200)의 농도가 2.6wt%에서 10.4wt%로 증가할수록 상기 몰드(110, 120, 130) 내부의 빈 공간은 줄어들고 상기 빈 공간에 상기 나노 입자 현탁액(200)에 포함되어 있던 상기 나노 입자(210)가 채워진다. 즉 상기 나노 입자 현탁액(200)의 농도가 2.6wt%일 때는 상기 나노 입자(210)가 상기 몰드(110, 120, 130)의 내부 가장자리에 주로 형성되어 있지만, 상기 나노 입자 현탁액(200)의 농도가 5.2wt%와 10.4wt%로 증가함에 따라 상기 나노 입자(210)가 상기 몰드(110, 120, 130)의 가장자리에서 중심 부분으로 채워진다.

[0024] 도 4의 d, e, f에 나타나는 것과 같이 상기 몰드(110, 120, 130)의 내부가 상기 나노 입자(210)로 더 많이 채워진 상태에서 제조된 상기 성형품(d, e, f)은 표면적이 크게 증가한다. 이는 상기 성형품(d, e, f)을 마찰전기를 이용하는 발전기의 마찰층으로 사용할 경우 마찰 면적이 넓어져서 발전 효율을 증가시킬 수 있는 근거가 된다. 그러므로 본 발명에 따른 초발수 표면 제조방법은 상기 나노 입자 현탁액(200)의 농도를 조절함으로써 초발수 표면을 갖는 마찰층의 마찰면적을 원하는 정도로 조절할 수 있는 장점이 있다.

[0025] 도 2, 도 5 및 도6을 참조하면 본 발명의 다른 실시예에 따른 초발수 표면 제조방법은 몰드 형성단계(S210), 굴곡 표면 형성단계(S220), 성형품용 물질을 주입하는 단계(S230) 및 성형품 제조 단계(S240)를 포함한다. 상기 몰드 형성단계(S210) 및 상기 굴곡 표면 형성단계(S220)는 도 1에 따른 초발수 표면 형성용 몰드 제조방법과 유사하므로 설명을 생략한다.

[0026] 상기 성형품용 물질을 주입하는 단계(S230) 및 상기 성형품 제조 단계(S240)는 상기 몰드 형성단계(S210) 및 굴곡 표면 형성단계(S220)에서 제조된 주형(110, 130, 310)을 이용하여 성형품(500)을 만드는 과정이다. 도 5의 (a)를 참조하면, 먼저 상기 몰드 형성단계(S210) 및 굴곡 표면 형성단계(S220)에서 제조된 주형(110, 130, 310)의 나노 입자(210) 상에 표면 처리 물질(300)을 형성한다. 물론 도 1에 따른 초발수 표면 형성용 몰드 제조방법에서 설명한 것처럼 상기 나노 입자(210)는 마이크로 입자로 변경될 수 있다.

[0027] 상기 표면 처리 물질(300)은 실레인으로 형성된다. 상기 표면 처리물질(300)은 상기 나노 입자(210)와 상기 주형(110, 130, 310)에 주입되는 성형품용 물질(400)이 결합하는 것을 방지한다. 즉, 상기 표면 처리 물질(300)을 상기 나노 입자(210) 상에 형성함으로써, 상기 성형품(500)을 상기 주형(110, 130, 310)으로부터 분리할 때, 상기 성형품(500)의 표면이 불순물이 부착되지 않는다.

[0028] 다음으로 상기 표면 처리 물질(300)이 형성되어 있는 상기 주형(110, 130, 310)에 성형품용 물질(400)을 주입한다. 상기 성형품용 물질(400)은 폴리디메틸실록산(Polydimethylsiloxane)으로 형성된다. 하지만 본 발명은 이에 한정되지 않고 상기 성형품용 물질(400)을 다른 소재로 변경 가능하다. 그리고 주입된 상기 성형품용 물질(400)을 경화시킨다. 다음으로 상기 성형품용 물질(400)의 경화가 완료되면 상기 주형(110, 130, 310)으로부터 상기 성형품(500)을 분리한다. 분리된 상기 성형품(500)의 표면에는 상기 나노 입자(210)에 의해 형성되어 있는 형태와 합치되는 초발수성 표면이 형성된다.

[0029] 도 5의 (b)는 상기 몰드(110, 120, 130)가 상기 제2격벽부(120)를 포함하는 경우를 나타낸다. 상기 (b)의 과정은 상기 (a)의 과정과 동일하다. 다만 상기 (b)의 과정을 통해 제조되는 몰드(110, 120, 130)는 상기 제2격벽부(120)가 더 포함되어 있다. 그러므로 상기 (b)에서 주입된 상기 성형품용 물질(400)은 상기 제1저장 공간과 상

기 제2저장 공간에 모두 주입된 상태에서 동시에 경화된다. 따라서 상기 (b)에 의해 제조된 성형품(500)은 상기 (a)에 의해 제조된 성형품(500)과 비교할 때 상기 초발수 표면을 지지하는 층이 복층으로 형성되는 점이 다르다. 즉 상기 (a)에 의해 형성된 성형품(500)은 단층 구조로 형성되지만 상기 (b)에 의해 형성된 성형품(500)은 복층 구조로 형성된다.

[0030] 도 6을 참조하면, 도 6은 도 2의 초발수 표면 제조방법에 이용되는 입자리소그래피를 구체적으로 나타낸다. 먼저 포토 레지스트를 준비하고, 70W에서 60초 동안 산소 플라즈마로 처리하여 표면의 젖음성을 감소시킨다. 다음으로 2.6 중량% 농도의 폴리스티렌 나노 입자를 함유하는 50㎕ 현탁액을 포토 레지스트에 방울로 방출 시킨다. 이 때 유리 슬라이드로 천천히 쓸어서 상기 현탁액을 균일하게 펼친다. 그리고 상기 현탁액을 자연 증발시키기 위해 실온(24도씨)에서 30분간 방치 한다. 폴리스티렌 나노 입자의 전체 자기 조립을 위해 70도씨 오븐에서 추가로 30분 동안 완전히 건조시킨다. 그리고 상기 입자리소그래피를 통해서 만들어진 주형을 트리클로로 실란에서 1시간 처리한다.

[0031] 도 7을 참조하면, 도 7은 마찰층으로 이용되는 폴리디메틸실록산층의 구조에 따른 마찰전기 발전기의 전기적 출력을 나타내는 실험자료이다. 본 실험에서 이용된 폴리디메틸실록산층은 플랫 구조, 1층 사각형 구조, 2층 사각형 구조, 3차원의 계층적이고 다공성 구조를 갖는 층으로 나누어진다. a와 b는 폴리디메틸실록산층의 형태 변화에 따른 전압과 전류 밀도의 변화량을 나타낸다. a와 b에 의하면 플랫 구조의 폴리디메틸실록산층이 있는 마찰전기 발전기에 힘을 가했을 때의 전압 및 전류 밀도는 각각 40V 및 4.6㎂이다. 그러나 상기 힘과 동일한 힘을 가했을 때 3차원의 계층적이고 다공성 구조를 갖는 폴리디메틸실록산층이 있는 마찰전기 발전기의 경우 전압 및 전류 밀도는 각각 221V 및 15.1㎂이다. 이는 마이크로 및 나노 구조화된 표면의 강력한 마찰 전기 효과에 기인한 것으로 볼 수 있다.

[0032] 도 7의 c 내지 f는 수치 시뮬레이션을 통해 마찰 전기 전위에 대한 마이크로 및 나노 구조 패턴의 효과를 나타내는 실험자료이다. 본 실험자료에 의할 때도 상기 도 7의 a와 b에서 나타나는 결과와 같이 폴리디메틸실록산층이 플랫 구조(c)인 경우보다 3차원의 계층적이고 다공성 구조(f)를 갖는 경우가 마찰전기 전위밀도가 2.5배 증가한 것을 알 수 있다. 이러한 실험자료를 통해 본 발명의 초발수 표면을 갖는 장치, 특히 마찰전기 발전기의 경우 발전 효율이 크게 향상될 수 있음을 알 수 있다.

[0033] 도 8을 참조하면, 도 8은 단일전극을 이용한 마찰전기 나노 발전기의 출력 특성을 나타낸다. 즉 도 8은 단일전극에 이용되는 마찰층으로서의 폴리디메틸실록산층의 형태 변화에 따른 전압과 전류 밀도의 변화량을 나타낸다. 이에 따르면 플랫 구조의 폴리디메틸실록산층을 갖는 상기 마찰전기 나노 발전기의 회로 전압 및 전류 밀도는 각각 80V 및 4㎂이다. 하지만, 비슷한 조건에서 도 5에 따른 본 발명의 3차원 계층적 구조의 폴리디메틸실록산층을 갖는 마찰전기 나노 발전기의 회로 전압 및 전류 밀도는 각각 400V 및 17㎂이다. 즉 도 5에 따른 본 발명의 3차원 계층적 구조의 폴리디메틸실록산층을 갖는 마찰전기 나노 발전기의 발전 효율이 플랫 구조의 경우보다 단일전극을 이용한 마찰전기 나노 발전기에 적용했을 때도 훨씬 높은 것을 알 수 있다.

[0034] 도 9를 참조하면, 도 9는 플랫 구조의 폴리디메틸실록산층을 마찰층으로 이용한 마찰전기 나노 발전기와 3차원 계층적 구조의 폴리디메틸실록산층을 마찰층으로 이용한 마찰전기 나노 발전기의 내습성 및 자체 세정 성능을 비교한 실험자료이다. a는 상대 습도 변화에 따른 상기 마찰전기 나노 발전기의 출력 전압을 나타내는 그래프이다. 상기 도 9의 a에 의하면 상대 습도가 증가함에 따라 마찰전기 전하가 소실하는 모든 장치의 출력 전압은 저하한다. 하지만 도 5에 따른 본 발명의 상기 3차원 계층적 구조의 폴리디메틸실록산을 마찰층으로 이용한 마찰전기 나노 발전기는 80%의 습도에서도 20%의 습도에서의 출력전압과 비교해서 13%의 손실만이 발생한다. 이에 반하여 플랫 구조의 폴리디메틸실록산을 마찰층으로 이용한 마찰전기 나노 발전기는 상대 습도가 20%에서 80%로 증가할 때 81%의 출력전압 손실을 가져온다. 즉, 상기 3차원 계층적 구조의 폴리디메틸실록산을 마찰층으로 이용한 마찰전기 나노 발전기는 내습성이 높아 습한 환경에서도 발전 효율이 저하되지 않는 장점이 있다.

[0035] 도 9의 b 및 c에 의하면 플랫 구조의 폴리디메틸실록산을 마찰층으로 이용한 마찰전기 나노 발전기의 경우 상기 마찰전기 나노 발전기가 물에 젖어 복구하려면 66.2초가 걸린다. 하지만 동일한 조건에서 도 5에 따른 본 발명의 3차원 계층적 구조의 폴리디메틸실록산을 마찰층으로 이용한 마찰전기 나노 발전기의 경우 복구 시간이 24.6초에 불과하다. 즉 상기 3차원 계층적 구조의 폴리디메틸실록산을 마찰층으로 이용하는 마찰전기 나노 발전기는 장치가 물에 젖은 경우에도 빠른 시간에 회복이 가능한 장점이 있다.

[0036] 도 9의 d 내지 f는 단일 전극 마찰전기 나노 발전기의 먼지 등에 대한 자기 청소 성능을 나타낸다. 도 9의 e는 5번 오염 및 세척 후 플랫 구조의 폴리디메틸실록산층을 마찰층으로 이용하는 마찰전기 나노 발전기의 출력 전압을 나타낸다. 이에 따르면 5번의 오염 및 세척 후 출력 전압은 초기 출력 전압의 51%에 불과하다. 이에 반하

여 도 9의 f는 5번 오염 및 세척 후 초소수성 폴리디메틸실록산층을 마찰층으로 이용한 마찰전기 나노 발전기의 출력 전압을 나타낸다. 이에 따르면 5번의 오염 및 세척 후에도 출력 전압은 초기 출력 전압의 88%에 해당한다. 즉 본 발명의 도 4에 따른 초소수성 폴리디메틸실록산층을 마찰층으로 이용하는 마찰전기 나노 발전기의 경우 열악한 환경에서도 장치의 수명을 연장할 수 있는 장점이 있다.

[0037] 상기 도 2에 의해서 제조된 상기 성형품(500)은 초발수 표면을 요하는 물품, 특히 마찰전기 발전기에 이용될 수 있다. 따라서 상기 도 2에 의해서 제조된 상기 성형품(500)의 초발수 표면 및 도 2에 의해서 제조된 상기 성형품(500)의 초발수 표면과 마찰전기 시리즈 값이 상이한 제1마찰층을 준비한다. 상기 도 2에 의해서 제조된 상기 성형품(500)에 제1전극을 연결하고 상기 제1마찰층에 제2전극을 연결한다. 상기 제1전극과 상기 제2전극은 각각 에너지 수집 장치에 전기적으로 연결된다. 상기 성형품(500), 상기 제1전극, 상기 제1마찰층, 상기 제2전극 및 상기 에너지 수집 장치를 포함하는 상기 마찰전기 발전기는 외력이 가해지면 상기 성형품(500)의 초발수 표면과 상기 제1마찰층의 접촉과 분리가 반복될 때, 상기 성형품(500)의 초발수 표면과 상기 제1마찰층의 마찰전기 시리즈 값의 차이에 의해 마찰전기가 생성된다. 상기 마찰전기 발전기는 내습성을 가지므로 습한 환경에서도 에너지 발생 효율이 저하되지 않는 장점을 갖는다.

[0038] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허 청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0039] (110, 130), (110, 120, 130): 몰드

110: 제1격벽부

120: 제2격벽부

130: 베이스부

200: 나노 입자 현탁액

210: 나노 입자

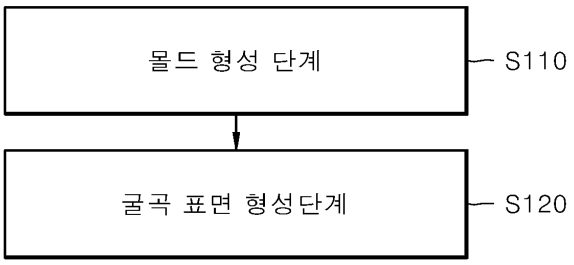
300: 표면 처리 물질

400: 성형품용 물질

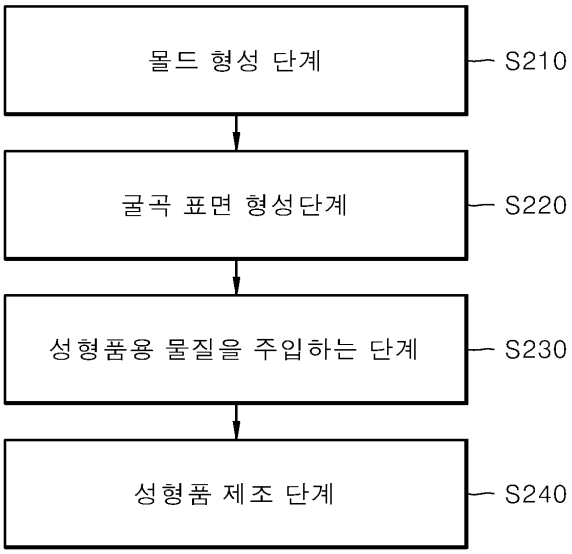
500: 성형품

도면

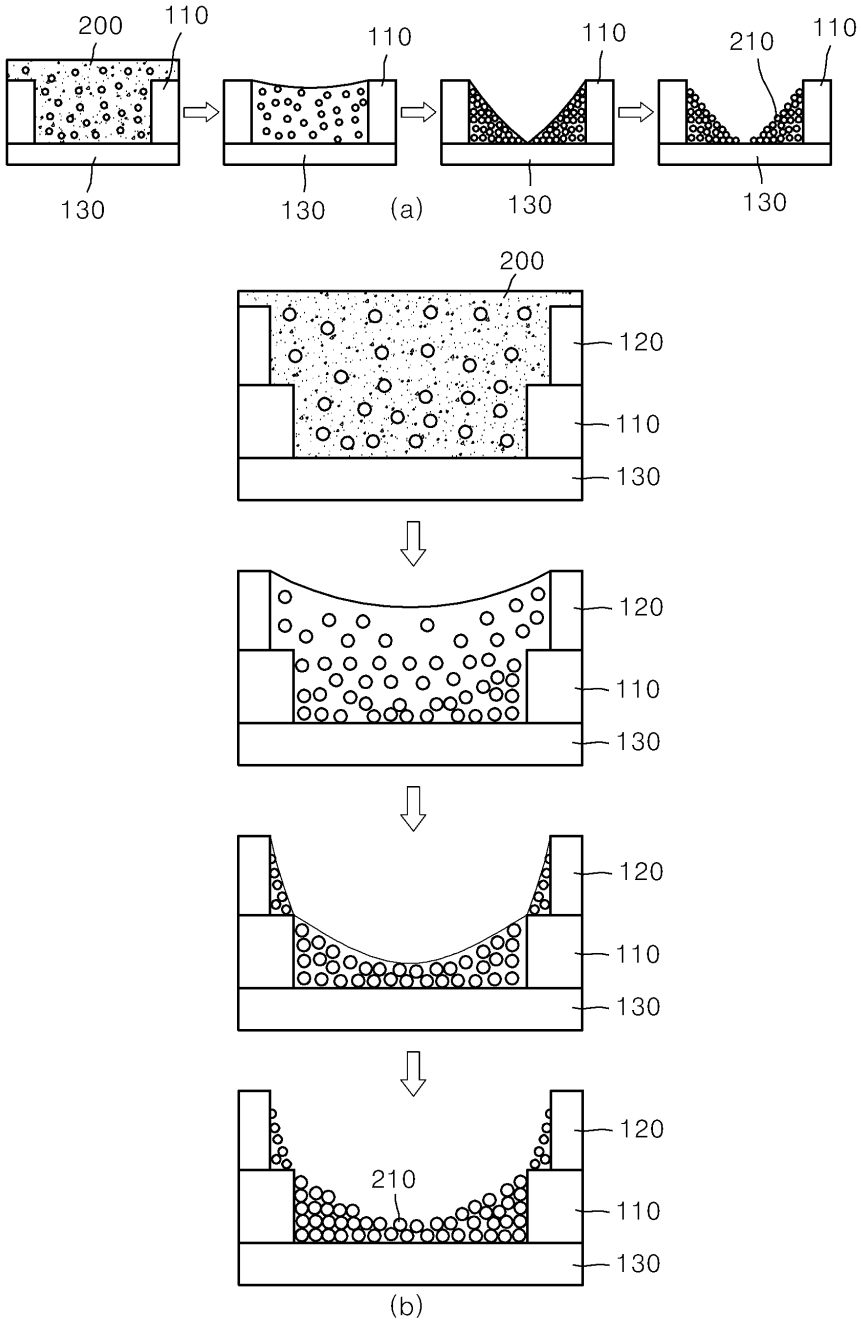
도면1



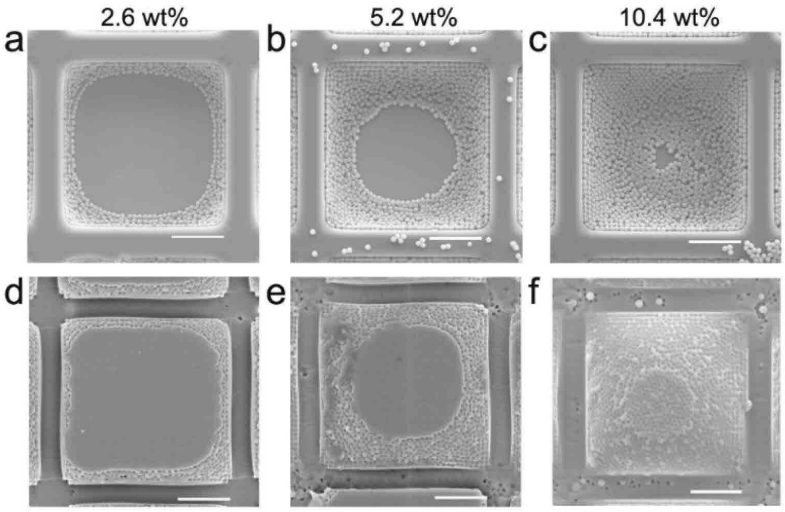
도면2


몰드 형성 단계
S210
굴곡 표면 형성단계
S220
성형품용 물질을 주입하는 단계
S230
성형품 제조 단계
S240

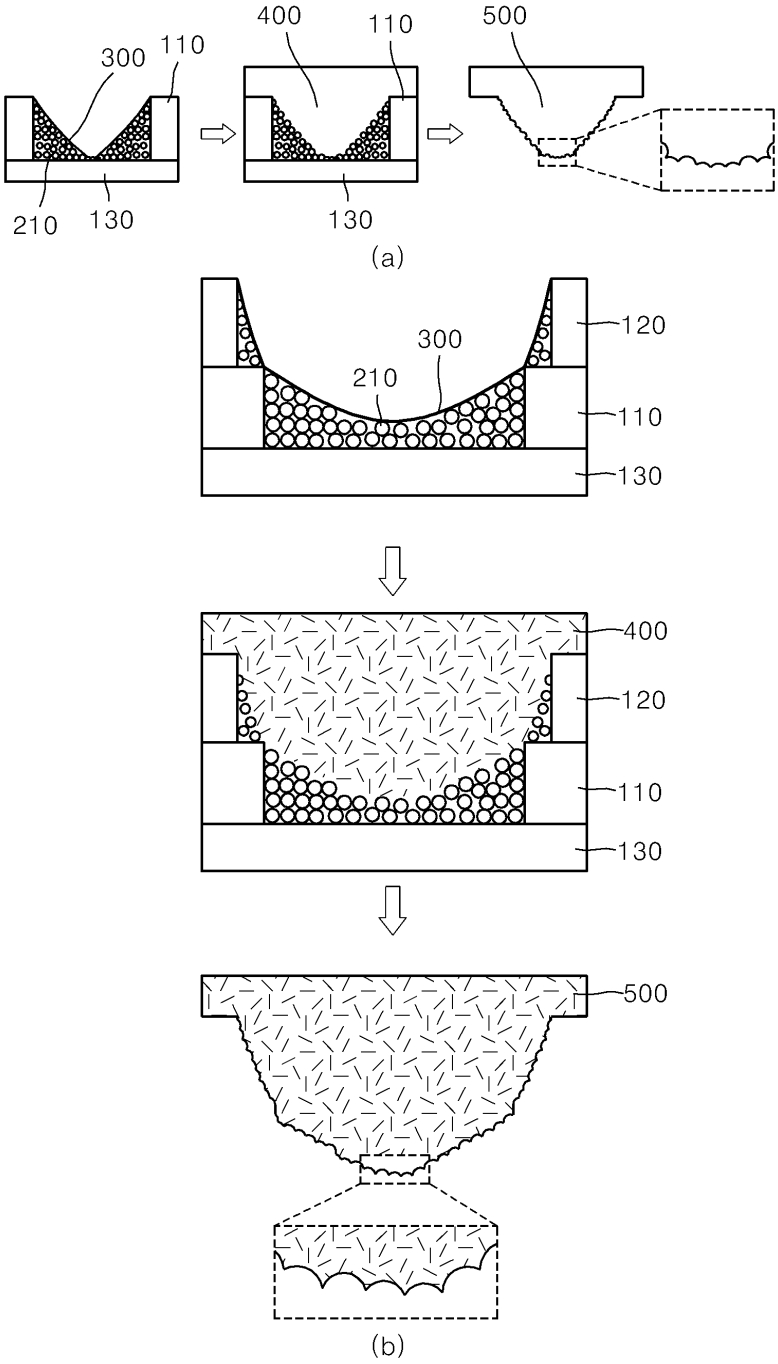
도면3


200
110
110
110
210
110
130
130
(a)
130
130
200
120
110
130
120
110
130
120
110
130
210
120
110
130
(b)

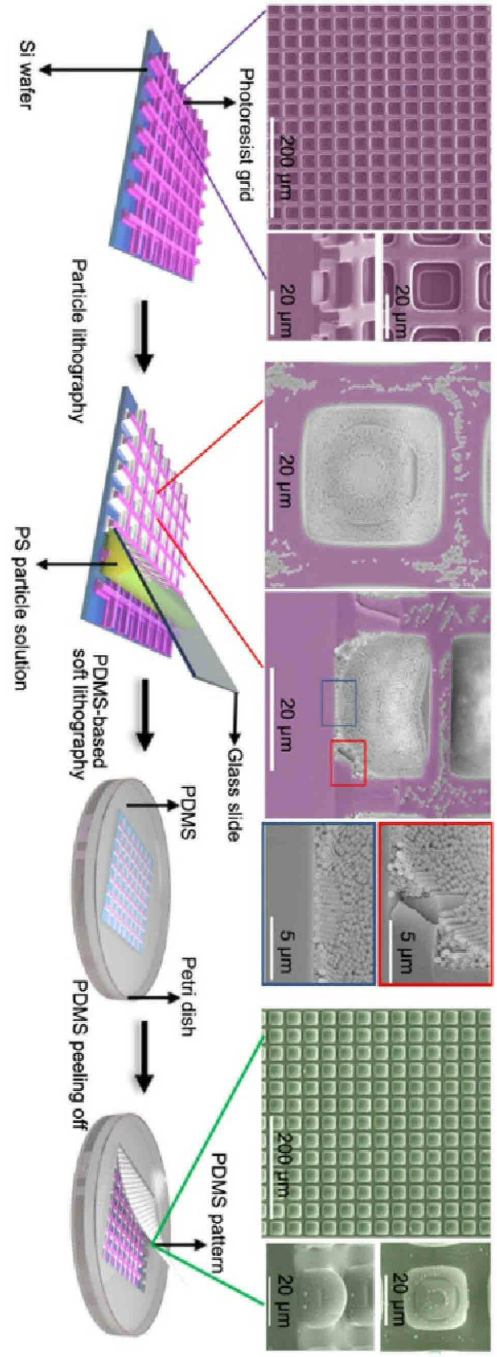
도면4



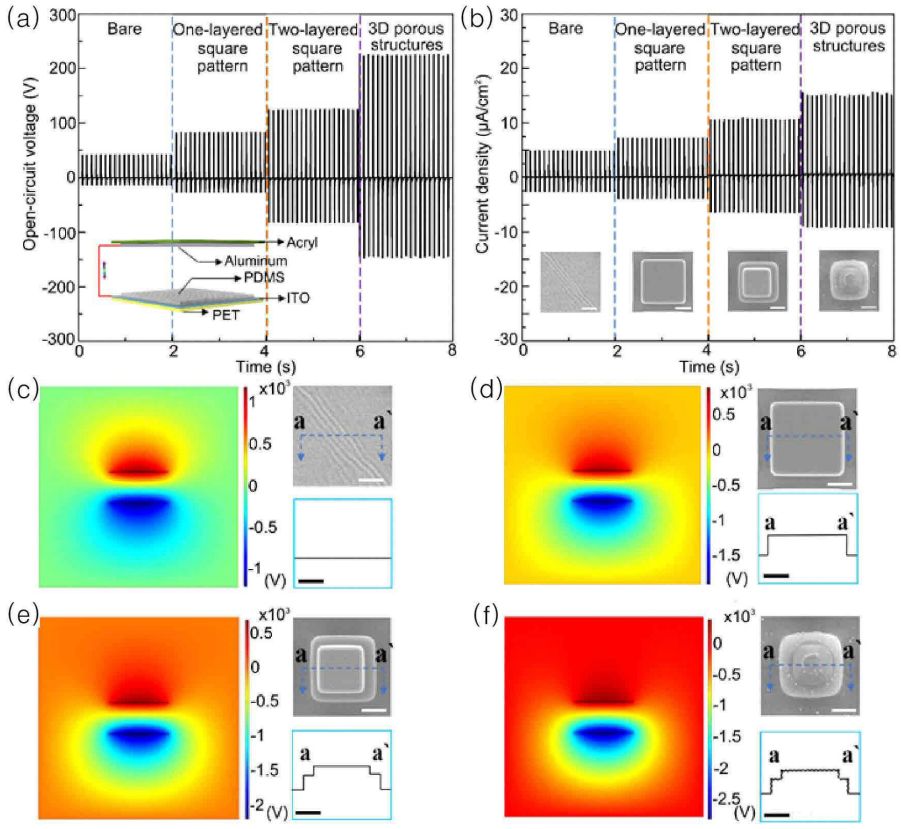
도면5


300
110
400
110
500
210
130
130
(a)
300
210
120
110
130
400
120
110
130
500
(b)

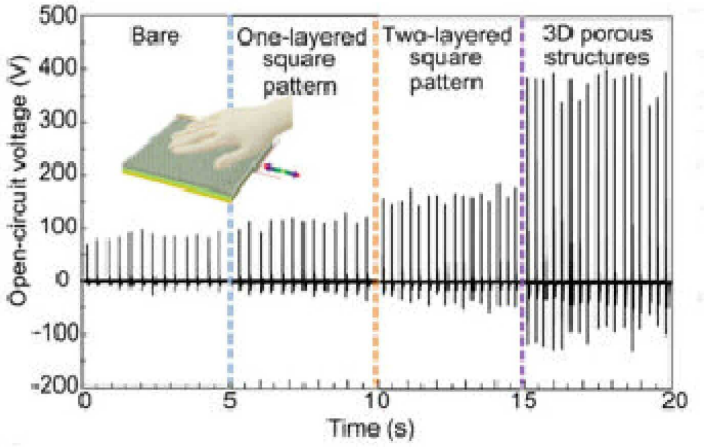
도면6


Si wafer
Photoresist grid
200 μm
20 μm
20 μm
Particle lithography
20 μm
PS particle solution
PDMS-based soft lithography
Glass slide
20 μm
5 μm
5 μm
PDMS
Petri dish
PDMS peeling off
PDMS pattern
200 μm
20 μm
20 μm

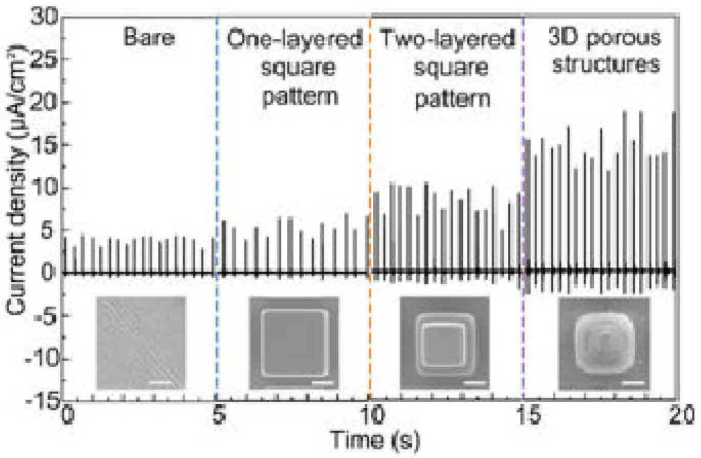
도면7


(a)
Bare
One-layered square pattern
Two-layered square pattern
3D porous structures
Open-circuit voltage (V)
Time (s)
Acryl
Aluminum
PDMS
ITO
PET
(b)
Current density (μA/cm²)
(c)
(d)
(e)
(f)
x10³
(V)
a
a`

도면8

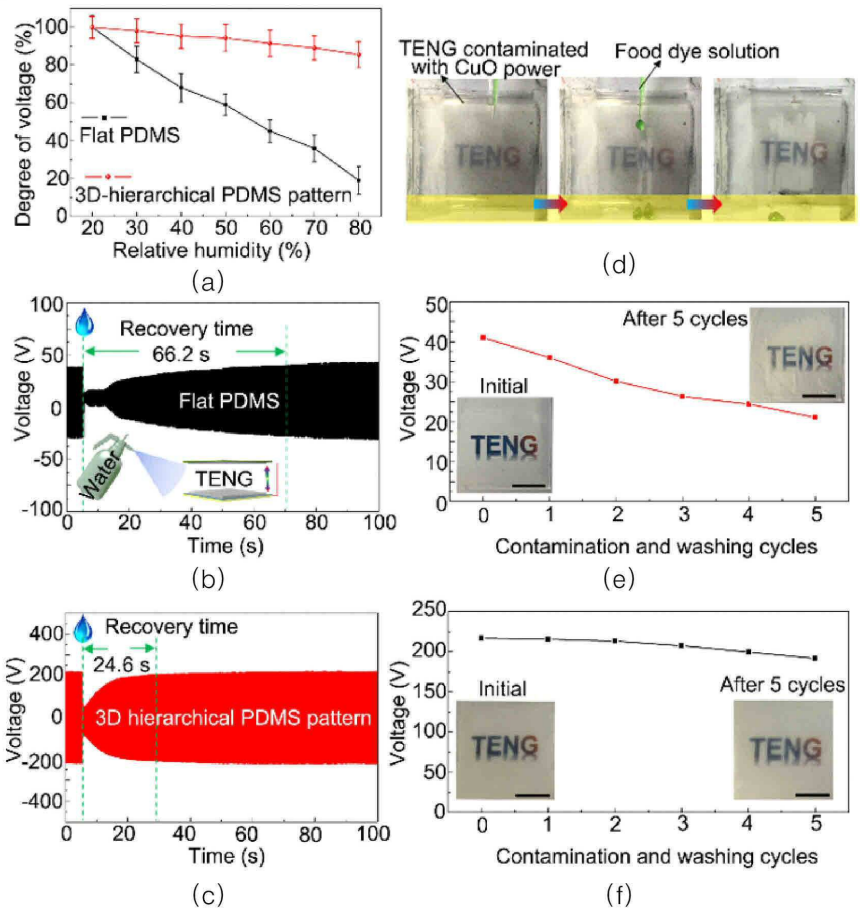

Bare
One-layered square pattern
Two-layered square pattern
3D porous structures
Open-circuit voltage (V)
500
400
300
200
100
0
-100
-200
0
5
10
15
20
Time (s)

(a)


Bare
One-layered square pattern
Two-layered square pattern
3D porous structures
Current density (μA/cm²)
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
0
5
10
15
20
Time (s)

(b)

도면9


Degree of voltage (%)
Flat PDMS
3D-hierarchical PDMS pattern
Relative humidity (%)
(a)
TENG contaminated with CuO power
Food dye solution
TENG
(d)
Voltage (V)
Recovery time
66.2 s
Flat PDMS
Water
TENG
Time (s)
(b)
After 5 cycles
Initial
Contamination and washing cycles
(e)
Recovery time
24.6 s
3D hierarchical PDMS pattern
(c)
(f)