



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년06월27일

(11) 등록번호 10-2413765

(24) 등록일자 2022년06월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/05 (2006.01) H01L 51/00 (2006.01)(52) CPC특허분류
H01L 51/0583 (2013.01)
H01L 51/0097 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0106660

(22) 출원일자 2020년08월25일

심사청구일자 2020년08월25일

(65) 공개번호 10-2022-0026066

(43) 공개일자 2022년03월04일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020100087849 A

KR101588514 B1

KR1020140143514 A

(73) 특허권자

서울대학교산학협력단

서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)

(72) 발명자

정택동

서울특별시 관악구 관악로 1 서울대학교

주영창

서울특별시 관악구 관악로 1 서울대학교

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인임앤정

전체 청구항 수 : 총 10 항

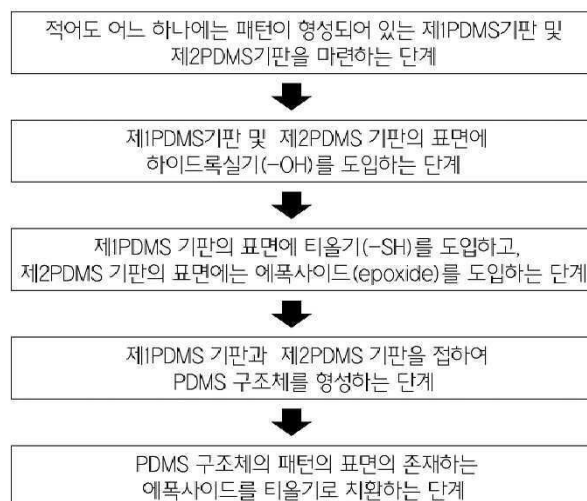
심사관 : 정미나

(54) 발명의 명칭 PDMS 소자의 제조방법 및 이에 의해 제조된 PDMS 소자

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 PDMS 소자의 제조방법은 패턴의 표면이 모두 티올기(-SH)로 표면처리되기 때문에, 자외선하에서 패턴의 표면에 하이드로젤을 공유 결합으로 연결시킬 수 있다. 따라서 이러한 방법으로 제조된 PDMS 소자는 패턴에 전해질이 채워진 경우에도 하이드로젤이 부풀거나 탈착되지 않고 안정적으로 그 형태를 유지할 수 있다는 장점이 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

선정윤

서울특별시 관악구 관악로 1 서울대학교

한석희

서울특별시 관악구 관악로 1 서울대학교

김승일

서울특별시 관악구 관악로 1 서울대학교

이해령

서울특별시 관악구 관악로 1 서울대학교

임승민

서울특별시 관악구 관악로 1 서울대학교

명세서

청구범위

청구항 1

- (a) 적어도 어느 하나에는 패턴이 형성되어 있는 제1PDMS기판 및 제2PDMS기판을 마련하는 단계;
 - (b) 상기 제1PDMS기판 및 상기 제2PDMS 기판의 표면에 하이드록실기(-OH)를 도입하는 단계;
 - (c) 상기 제1PDMS 기판의 표면에 티올기(-SH)를 도입하고, 상기 제2PDMS 기판의 표면에는 에폭사이드(epoxide)를 도입하는 단계;
 - (d) 상기 제1PDMS 기판과 상기 제2PDMS 기판을 접하여 PDMS 구조체를 형성하는 단계; 및
 - (e) 상기 PDMS 구조체의 패턴의 표면의 존재하는 에폭사이드를 티올기로 치환하는 단계;를 포함하고,
- 상기 (e) 단계는 적어도 2개 이상의 티올기(-SH)를 가지고 있는 화합물을 염기와 함께 용매에 용해시킨 후 패턴에 접하도록 함으로써 에폭사이드가 개환되면서 티올기가 도입되는 PDMS 소자의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 (b) 단계는 상기 제1PDMS 기판 및 제2PDMS 기판을 오존 분위기에서 자외선을 조사하여 수행되는 PDMS 소자의 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 (c) 단계에서 상기 제1PDMS 기판의 표면에 티올기(-SH)를 도입하는 것은 (3-Mercaptopropyl)trimethoxysilane, (3-Mercaptopropyl)trimethoxy-d9-silane 및 Bis[3-(triethoxysilyl)propyl] tetrasulfide 로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나를 용매에 용해한 후 상기 제1PDMS 기판을 침지하여 수행되는 PDMS 소자의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 (c) 단계에서 상기 제2PDMS 기판의 표면에 에폭사이드(epoxide)를 도입하는 것은 (3-Glycidyloxypropyl)trimethoxysilane 및 Diethoxy(3-glycidyloxypropyl)methylsilane로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나를 용매에 용해한 후 상기 제2PDMS 기판을 침지하여 수행되는 PDMS 소자의 제조방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

적어도 2개 이상의 티올기(-SH)를 가지고 있는 화합물은 1,2-Ethanedithiol, Propanedithiol, 2,3-Dimercapto-

1-propanol, Poly(ethylene glycol) dithiol 및 4,4'로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나이며,

상기 염기는 1,8-Diazabicyclo[5.4.0]undec-7-ene 및 1,5-Diazabicyclo[4.3.0]non-5-ene로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나인 PDMS 소자의 제조방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 (e) 단계를 수행한 후 상기 패턴의 일 위치에 하이드로젤 단분자를 수용액을 주입하고, 자외선을 조사하여 상기 패턴의 표면의 티올기에 하이드로젤을 고정시키는 단계가 더 수행되는 PDMS 소자의 제조방법.

청구항 8

적어도 어느 하나에 패턴이 형성된 제1PDMS 기판 및 제2PDMS 기판이 접합되어 형성된 PDMS 구조체를 포함하고, 상기 제1 PDMS 기판 및 제2PDMS 기판은 상기 제1PDMS 기판의 표면에 형성된 티올기(-SH)와 상기 제2PDMS 기판의 에폭사이드(epoxide)가 결합하여 접합되며, 상기 패턴 중 상기 제2PDMS 기판의 표면에는 에폭사이드가 개환되어 티올기(-SH)가 도입됨으로써 티올기(-SH)가 형성되어 있는 PDMS 소자.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 패턴을 구성하는 벽면 중 상기 제2PDMS에 의해 구성된 벽면의 표면에는 티올기가 연결체를 통해 형성되며, 상기 연결체의 일단은 상기 제2PDMS의 표면의 하이드록실기(-OH)에 연결되고, 상기 연결체의 타단에는 에폭사이드(epoxide)가 개환되어 티올기가 연결되는 PDMS 소자.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 패턴은,

일 방향으로 길게 형성되는 제1채널;

상기 제1채널에서 분기되는 제2채널;

상기 제2채널의 단부에 형성되는 스위치; 및

상기 제1채널에 충전되는 전해질;을 포함하고,

상기 스위치가 가압되면 상기 제2채널에 위치하던 부도성 물질 또는 공기가 상기 제1채널로 유입되면서 상기 제1채널에 충전된 전해질이 끊어지는 PDMS 소자.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 패턴은,

전해질이 충전되는 채널; 및

상기 채널의 중간에 형성되는 다이오드부;를 포함하고,

상기 다이오드부에는 p형의 하이드로젤과 n형의 하이드로젤이 마주보고 접하도록 형성되며, 일측의 채널로는 p

형의 하이드로젤만 노출되고 타측의 채널로는 n형의 하이드로젤만 노출되도록 설치되는 PDMS 소자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 PDMS 소자의 제조방법 및 이에 의해 제조된 PDMS 소자에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 종래의 전자제품을 구성하는 소자들은 금속 도선을 이용하여 전자의 흐름을 통해 동작한다. 이와 달리 최근 개발이 진행되고 있는 이온닉 소자는 생체와 같이 전해질 환경의 이온 흐름을 통해 동작한다.

[0004] 이온닉 소자의 대표적인 예로는 내부에 고정 전하를 가진 하이드로 젤과 전해질을 이용하는 하이드로젤 이온 소자가 있다. 이와 같은 하이드로젤 이온 소자는 기관에 미세한 패턴을 형성하고, 그 패턴에 전해질과 하이드로젤을 충전하여 제조한다. 전해질과 하이드로 젤의 설계에 따라 다이오드나 트랜지스터 등으로 이용되고 있다. 하이드로젤 이온 소자의 안정적인 동작을 위해서는 기관의 표면이 친수성이어야 하며, 동시에 표면개질이 용이하여야 한다. 이에 유리가 하이드로젤 이온 소자의 기관으로 널리 이용되고 있다.

[0005] 그런데 유리는 투명성을 가지며, 무독성이라는 점에서 생체 소자로 이용될 수 있는 장점이 있으나, 반대로 단단하고 깨지기 쉬운 특성이 있기 때문에 생체 소자 분야에 적용이 어렵다는 문제가 있다.

[0006] 따라서 유리의 장점을 가지면서도 동시에 깨지지 않으면서 가공이 용이하고, 나아가 유연성 신축성, 생체적합성을 가지는 새로운 재질의 소자가 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 일 목적은 투명함과 무독성 등 유리의 장점을 그대로 가지면서, 생체적합성, 유연성, 통기성 등의 장점을 가진 폴리디메틸실록산(Polydimethylsiloxane: PDMS)을 이용하여 이온닉 소자인 PDMS 소자를 제조하는 방법과 그 제조방법에 따라 제조된 PDMS 소자를 제공하는 것에 있다.

[0009] 한편, 본 발명의 명시되지 않은 또 다른 목적들은 하기의 상세한 설명 및 그 효과로부터 용이하게 추론할 수 있는 범위 내에서 추가적으로 고려될 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 위와 같은 과제를 달성하기 위해 본 발명의 일 예에 따른 PDMS 소자의 제조방법은 (a) 적어도 어느 하나에는 패턴이 형성되어 있는 제1PDMS기관 및 제2PDMS기관을 마련하는 단계; (b) 상기 제1PDMS기관 및 상기 제2PDMS 기관의 표면에 -OH기를 도입하는 단계; (c) 상기 제1PDMS 기관의 표면에 티올기(-SH)를 도입하고, 상기 제2PDMS 기관의 표면에는 에폭사이드(epoxide)를 도입하는 단계; (d) 상기 제1PDMS 기관과 상기 제2PDMS 기관을 접하여 PDMS 구조체를 형성하는 단계; 및 (e) 상기 PDMS 구조체의 패턴 표면에 존재하는 에폭사이드를 티올기로 전환하는 단계;를 포함한다.

[0012] 일 예에 있어서, 상기 (b) 단계는 상기 제1PDMS 기관 및 제2PDMS 기관을 오존 분위기에서 자외선을 조사하여 수행될 수 있다.

[0013] 일 예에 있어서, 상기 (c) 단계에서 상기 제1PDMS 기관의 표면에 티올기(-SH)를 도입하는 것은 (3-Mercaptopropyl)trimethoxysilane, (3-Mercaptopropyl)trimethoxy-d9-silane 및 Bis[3-(triethoxysilyl)propyl] tetrasulfide 로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나를 용매에 용해한 후 상기 제1PDMS 기관을 침지하여 수행될 수 있다.

[0014] 일 예에 있어서, 상기 (c) 단계에서 상기 제2PDMS 기관의 표면에 표면에는 에폭사이드(epoxide)를 도입하는 것은 (3-Glycidyloxypropyl)trimethoxysilane 및 Diethoxy(3-glycidyloxypropyl)methylsilane로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나를 용매에 용해한 후 상기 제2PDMS 기관을 침지하여 수행될 수 있다.

[0015] 일 예에 있어서, 상기 (e) 단계는 적어도 2개 이상의 티올기(-SH)를 가지고 있는 화합물을 염기와 함께 용매에

용해시킨 후 패턴에 접하도록 함으로써 에폭사이드가 개환되면서 티올기가 도입될 수 있다.

[0016] 일 예에 있어서, 적어도 2개 이상의 티올기(-SH)를 가지고 있는 화합물은 1,2-Ethanedithiol, Propanedithiol, 2,3-Dimercapto-1-propanol, Poly(ethylene glycol) dithiol 및 4,4'로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나이며, 상기 염기는 1,8-Diazabicyclo[5.4.0]undec-7-ene 및 1,5-Diazabicyclo[4.3.0]non-5-ene로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나일 수 있다.

[0017] 일 예에 있어서, 상기 (e) 단계를 수행한 후 상기 패턴의 일 위치에 하이드로젤 단분자를 수용액을 주입하고, 자외선을 조사하여 상기 패턴의 표면의 티올기에 하이드로젤을 고정시키는 단계가 더 수행될 수 있다.

[0018] 위와 같은 과제를 달성하기 위해 본 발명의 다른 실시예에 따른 PDMS 소자는 적어도 어느 하나에 패턴이 형성된 제1PDMS 기판 및 제2PDMS 기판이 접합되어 형성된 PDMS 구조체를 포함하고, 상기 제1 PDMS 기판 및 제2PDMS 기판은 상기 제1PDMS 기판의 표면에 형성된 티올기(-SH)와 상기 제2PDMS 기판의 에폭사이드(epoxide)가 결합하여 접합되며, 상기 패턴의 표면에는 티올기(-SH)가 형성되어 있다.

[0019] 다른 예에 있어서, 상기 패턴을 구성하는 벽면 중 상기 제2PDMS에 의해 구성된 벽면의 표면에는 티올기가 연결체를 통해 형성되며, 상기 연결체의 일단은 상기 제2PDMS의 표면의 하이드록실기(-OH)에 연결되고, 상기 연결체의 타단에는 에폭사이드(epoxide)가 개환되어 티올기가 연결될 수 있다.

[0020] 다른 예에 있어서, 상기 패턴은, 일 방향으로 길게 형성되는 제1채널; 상기 제1채널에서 분기되는 제2채널; 상기 제2채널의 단부에 형성되는 스위치; 및 상기 제1채널에 충전되는 전해질;을 포함하고, 상기 스위치가 가압되면 상기 제2채널에 위치하던 부도성 물질 또는 공기가 상기 제1채널로 유입되면서 상기 제1채널에 충전된 전해질이 끊어질 수 있다.

[0021] 다른 예에 있어서, 상기 패턴은, 전해질이 충전되는 채널; 및 상기 채널의 중간에 형성되는 다이오드부;를 포함하고, 상기 다이오드부에는 p형의 하이드로젤과 n형의 하이드로젤이 마주보고 접하도록 형성되되, 일측의 채널로는 p형의 하이드로젤만 노출되고 타측의 채널로는 n형의 하이드로젤만 노출되도록 설치될 수 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명의 일 실시예에 따른 PDMS 소자의 제조방법은 미세패턴이 형성된 제1PDMS 기판 및 제2PDMS 기판의 표면에 하이드록실기(-OH)를 도입한 후 제1PDMS 기판의 표면에는 티올기(-SH)를 도입하고, 제2PDMS 기판의 표면에는 에폭사이드(epoxide)를 도입한다. 이 후 제1PDMS 기판과 제2PDMS 기판을 접하도록하여 각 기판의 티올기와 에폭사이드와 결합시킴으로써 제1PDMS 기판과 제2PDMS 기판을 서로 접착시켜 패턴이 형성된 PDMS 구조체를 형성한다. 그 다음 패턴의 표면에 티올기(-SH)를 도입한다.

[0024] 이러한 본 발명의 일 실시예에 따른 PDMS 소자의 제조방법은 패턴의 표면이 모두 티올기(-SH)로 표면처리되기 때문에, 자외선하에서 패턴의 표면에 하이드로젤을 공유 결합으로 연결시킬 수 있다. 따라서 이러한 방법으로 제조된 PDMS 소자는 패턴에 전해질이 채워진 경우에도 하이드로젤이 부풀거나 탈착되지 않고 안정적으로 그 형태를 유지할 수 있다는 장점이 있다.

[0025] 한편, 여기에서 명시적으로 언급되지 않은 효과라 하더라도, 본 발명의 기술적 특징에 의해 기대되는 이하의 명세서에서 기재된 효과 및 그 잠정적인 효과는 본 발명의 명세서에 기재된 것과 같이 취급됨을 첨언한다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 PDMS 소자의 제조방법의 개략적 플로우 차트이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 PDMS 소자의 제조방법을 순서대로 도시한 모식도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 PDMS 소자의 제조방법으로 제조된 PDMS 다이오드 소자의 동작을 설명하기 위한 참고도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 PDMS 소자의 제조방법으로 제조된 PDMS 다이오드 소자가 휘어진 경우의 모식도와 그 때의 다이오드부를 촬영한 이미지이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 PDMS 소자의 제조방법으로 제조된 PDMS 다이오드 소자에 가해지는 인장력에 따른 변형도를 나타내는 결과이다.

도 6는 본 발명의 일 실시예에 따른 PDMS 소자의 제조방법으로 제조된 PDMS 다이오드 소자를 휘었다가 다시 회복시킬 때의 성능이 유지되는지 여부를 측정한 결과이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 PDMS 소자의 제조방법으로 제조된 PDMS 스위치 소자의 구조와 형태를 개략적으로 도시한 참고도이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 PDMS 소자의 제조방법으로 제조된 PDMS 스위치 소자의 동작에 따른 전류를 측정한 결과이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 PDMS 소자의 제조방법으로 제조된 PDMS 다중 전력출력 제어소자의 참고도이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 PDMS 소자의 제조방법으로 제조된 PDMS 다중 전력출력 제어소자의 동작에 따른 전류를 측정한 결과이다.

첨부된 도면은 본 발명의 기술사상에 대한 이해를 위하여 참조로서 예시된 것임을 밝히며, 그것에 의해 본 발명의 권리범위가 제한되지는 아니한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 다양한 실시예가 안내하는 본 발명의 구성과 그 구성으로부터 비롯되는 효과에 대해 살펴본다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지기능에 대하여 이 분야의 기술자에게 자명한 사항으로서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 PDMS 소자의 제조방법의 개략적 플로우 차트이며, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 PDMS 소자의 제조방법을 순서대로 도시한 모식도이다.
- [0030] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 PDMS(Polydimethylsiloxane) 소자의 제조방법은 (a) 적어도 어느 하나에는 패턴이 형성되어 있는 제1PDMS기판 및 제2PDMS기판을 마련하는 단계; (b) 상기 제1PDMS기판 및 상기 제2PDMS 기판의 표면에 -OH기를 도입하는 단계; (c) 상기 제1PDMS 기판의 표면에 티올기(-SH)를 도입하고, 상기 제2PDMS 기판의 표면에 에폭사이드(epoxide)를 도입하는 단계; (d) 상기 제1PDMS 기판과 상기 제2PDMS 기판을 접하여 PDMS 구조체를 형성하는 단계; 및 (e) 상기 PDMS 구조체의 패턴 표면에 존재하는 에폭사이드를 티올기로 전환하는 단계;를 포함한다.
- [0031] 먼저, 적어도 어느 하나에는 패턴이 형성되어 있는 제1PDMS기판 및 제2PDMS기판을 마련하는 단계가 수행된다. 패턴은 포토리소그래피 방식으로 형성되거나, 레이저 식각 또는 몰드를 이용하여 형성될 수 있으며, 본 발명이 패턴이 형성되는 방법에 제한되는 것은 아니다.
- [0032] PDMS는 유리와 마찬가지로 투명성과 무독성을 가지고 있고, 나이가 유연성과 탄성을 가지는 장점이 있으나, 유리와 달리 표면이 소수성을 띄고 있다. 따라서 PDMS에 패턴을 형성하고, 패턴에 하이드로젤을 형성할 경우 하이드로젤이 안정화되지 못하고 부풀거나 탈착하게 되어 소자 내부에서 이동하는 문제가 있다. 따라서 하이드로젤이 형성되는 PDMS의 패턴의 표면을 하이드로젤을 안정화시킬 수 있도록 개질할 필요가 있다.
- [0033] 또한, PDMS 소자는 패턴을 채널 등의 형태로 제작하여, 전해질이 채널에 충전되는 형태 등으로 구현되므로, PDMS 기판에 패턴을 형성하고 다른 PDMS 기판으로 덮어서 관형태의 채널을 구현할 필요가 있다. 따라서 한 쌍의 PDMS 기판을 마련하고, 어느 하나에 패턴을 형성한 후에 PDMS 기판을 서로 부착하는 방법으로 제조된다. 이때 PDMS 기판을 서로 접착되되, 미세한 패턴을 안정적으로 깨끗하게 형성할 수 있는 방법이 필요하다. 별도의 접착제 등을 이용하는 것은 미세한 패턴을 따라 정밀하게 바를 수 없어 활용이 불가능하다.
- [0034] 본 발명의 일 예에 따른 PDMS 소자의 제조방법은 미세한 패턴을 안정적이고 깨끗하게 형성할 수 있도록 제1PDMS기판 및 제2PDMS 기판을 접착하고, 나이가 제1PDMS 기판 및 제2PDMS의 접착에 의해 형성된 패턴의 표면에 티올기(-SH)를 형성할 수 있다.
- [0035] 적어도 어느 하나에 패턴이 형성된 제1PDMS기판 및 제2PDMS기판이 마련되면, 그 다음으로 제1PDMS기판 및 상기 제2PDMS 기판의 표면에 -OH기를 도입하는 단계가 수행된다. 제1PDMS기판 및 상기 제2PDMS 기판의 표면에 하이드록실기(-OH)를 도입하는 단계는 오존 분위기에서 자외선을 조사하여 PDMS 표면의 메틸기를 하이드록실기로 치환하여 수행된다. 제1PDMS 기판 및 제2PDMS 기판에 하이드록실기를 도입하기 위한 자외선/오존 산화처리는 약 2시간 내지 4시간동안 수행될 수 있으며, 바람직하게는 3시간동안 수행될 수 있다.

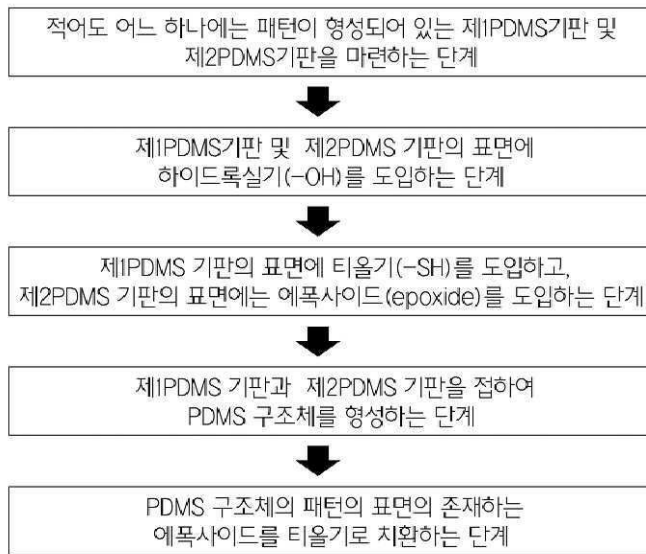
- [0036] 제1PDMS기판 및 제2PDMS기판의 표면에 하이드록실기(-OH)가 도입된 다음, 제1PDMS 기판의 표면에 티올기(-SH)를 도입하고, 제2PDMS 기판의 표면에는 에폭사이드(epoxide)를 도입하는 단계가 수행된다.
- [0037] 제1PDMS 기판의 표면에 티올기(-SH)를 도입하는 단계는 (3-Mercaptopropyl)trimethoxysilane, (3-Mercaptopropyl)trimethoxy-d9-silane 및 Bis[3-(triethoxysilyl)propyl] tetrasulfide로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나를 용매에 용해한 후 제1PDMS 기판을 침지하여 수행될 수 있다. 용매로는 에탄올 또는 메탄올을 유기 용매로 이용할 수 있다. 구체적으로는 메탄올에 5~15vol%(바람직하게는 5 vol%)의 (3-Mercaptopropyl)trimethoxysilane을 용해시킨 후에 제1PDMS 기판을 침지하여 수행될 수 있다.
- [0038] 제2PDMS 기판의 표면에 에폭사이드(epoxide)를 도입하는 단계는 (3-Glycidyloxypropyl)trimethoxysilane 및 Diethoxy(3-glycidyloxypropyl)methylsilane로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나를 용매에 용해한 후 제2PDMS 기판을 침지하여 수행될 수 있다. 용매로는 상술한 제1PDMS 기판에 티올기를 도입하면서 이용한 용매와 동일한 용매를 이용할 수 있다. 구체적으로는 메탄올에 5~15vol%(바람직하게는 5 vol%)의 (3-Glycidyloxypropyl)trimethoxysilane을 용해시킨 후에 제2PDMS 기판을 침지하여 수행될 수 있다.
- [0039] 제1PDMS 기판에 티올기를 도입하고, 제2PDMS 기판에 에폭사이드를 도입한 다음, 제1PDMS 기판과 제2PDMS 기판을 접하여 PDMS 구조체를 형성하는 단계가 수행된다. 제1PDMS 기판과 제2PDMS 기판을 접하도록 하고 적당한 압력을 가하여 상온에서 방치할 경우 티올기와 에폭사이드기가 서로 반응하면서 제1PDMS 기판과 제2PDMS 기판이 서로 견고히 접합되어 PDMS 구조체를 형성하게 된다. 이때, 제1PDMS 기판 또는 제2PDMS 기판에 형성되어 있던 패턴은 상대 기판과 이격되어 유지된다. 즉, PDMS 구조체에 패턴이 여전히 포함되어 있다.
- [0040] PDMS 구조체를 형성한 후에는 패턴의 표면의 존재하는 에폭사이드에 티올기를 도입하는 단계가 수행된다. 이 단계에서는 2개 이상의 티올기(-SH)를 가지고 있는 화합물을 염기와 함께 용매에 용해시킨 후 패턴에 접하도록 함으로써 에폭사이드가 개환되면서 티올기가 도입된다. 염기는 2개이상의 티올기를 가진 화합물의 -SH 작용기를 탈양성자화시켜 (-S-) 친핵성을 높여 에폭사이드와의 반응을 촉진시킨다. 에폭사이드가 개환되면 다시 양성자를 가져오므로 결과적으로는 염기 촉매 반응이 된다.
- [0041] 적어도 2개 이상의 티올기(-SH)를 가지고 있는 화합물은 1,2-Ethanedithiol, Propanedithiol, 2,3-Dimercapto-1-propanol, Poly(ethylene glycol) dithiol 및 4,4'로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나이며, 염기는 1,8-Diazabicyclo[5.4.0]undec-7-ene 및 1,5-Diazabicyclo[4.3.0]non-5-ene로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 어느 하나일 수 있다. 용매는 상술한 제1PDMS 기판에 티올기를 도입하면서 이용한 용매로 이용할 수 있는 용매의 군에서 선택되는 것을 이용할 수 있다. 구체적으로는 메탄올에 2~5 vol%(바람직하게는 3.5 vol%)의 1,2-Ethanedithiol과 2~4vol%(바람직하게는 2.5 vol%)의 (1,8-Diazabicyclo[5.4.0]undec-7-ene)를 용해시킨 후에 패턴에 주입하거나, PDMS 구조체를 침지시켜 수행될 수 있다.
- [0042] 최종적으로 패턴의 모든 표면에 티올기가 존재하게 된다.
- [0043] 이처럼 PDMS 소자가 제조된 후에는 원하는 위치에 poly(Diallyldimethylammonium chloride) (pDADMAC)나 poly(Styrenesulfonate) (pSS)과 같은 하이드로젤을 형성하기 위한 젤의 단분자 용액 조성물을 위치시키고, 자외선을 조사하여 그 위치에 하이드로젤을 고정시킬 수 있다. 이때 PDMS는 높은 투명성을 가지고 있기 때문에 효율적으로 자외선을 조사할 수 있다는 장점이 있다.
- [0044] 결론적으로 패턴의 표면에 형성된 티올기와 하이드로젤이 자외선 조사에 따라 티올-엔(thiol-ene) 반응을 통해 공유결합으로 연결되어 하이드로젤이 안정적으로 패턴 내에 위치하도록 하는 역할을 한다.
- [0045] 이와 같은 본 발명의 일 실시예에 따른 PDMS 소자의 제조방법에 의해 PDMS 소자를 제조할 수 있다. 본 발명의 다른 실시예에 따른 PDMS 소자는 적어도 어느 하나에 패턴이 형성된 제1PDMS 기판 및 제2PDMS 기판이 접합되어 형성된 PDMS 구조체를 포함하고, 상기 제1 PDMS 기판 및 제2PDMS 기판은 상기 제1PDMS 기판의 표면에 형성된 티올기(-SH)와 상기 제2PDMS 기판의 에폭사이드(epoxide)가 결합하여 접합되며, 상기 패턴의 표면에는 티올기(-SH)가 형성되어 있다.
- [0046] 본 발명의 다른 예에 따른 PDMS 소자는 유리와 달리 유연성과 생체적합성을 가지고 있기 때문에 유리로 제작된 소자가 이용되기 어려운 생체용 소자로 이용되거나, 새로운 구조의 소자를 구현할 수 있다는 장점이 있다.
- [0047] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 PDMS 소자의 제조방법으로 제조된 PDMS 다이오드 소자의 동작을 설명하기 위한 참고도이며, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 PDMS 소자의 제조방법으로 제조된 PDMS 다이오드 소자가

휘어진 경우의 모식도와 그 때의 다이오드부를 촬영한 이미지이다.

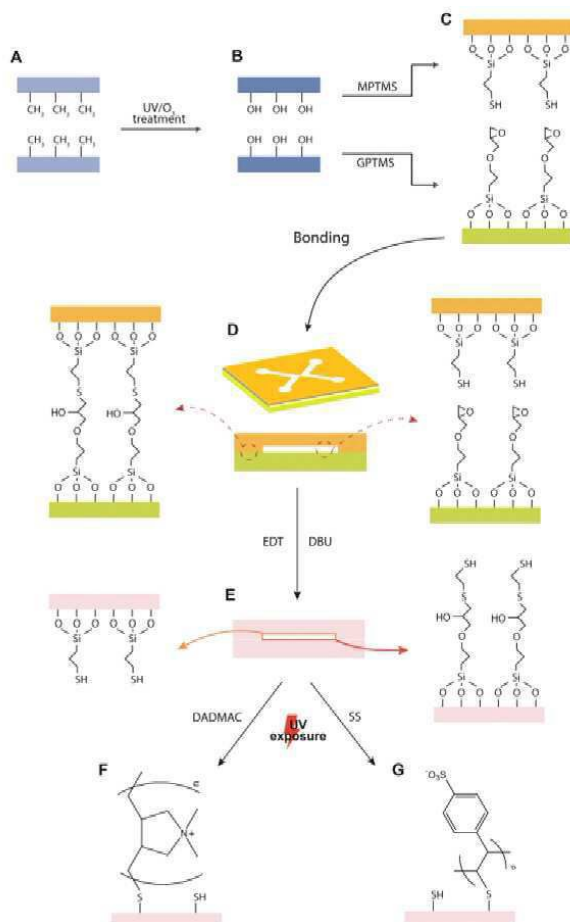
- [0048] PDMS 다이오드 소자(100)는 패턴이 채널(110)과, 채널(110)의 중간에 형성되는 다이오드부(120)를 포함하는 형태로 형성된다. 다이오드부(120)에는 p형의 하이드로젤(121)과 n형의 하이드로젤(122)이 마주보고 접하도록 형성된다. 이때, 일측의 채널로는 p형의 하이드로젤만 노출되고 타측의 채널로는 n형의 하이드로젤만 노출되도록 설치된다. 채널(110)의 양쪽에는 전극(130)을 위치시킨다. 이때, 하이드로젤은 PDMS 다이오드 소자(100)의 채널의 표면에 형성된 티올기와 결합에 의해 안정적으로 고정된다.
- [0049] 이와 같은 PDMS 다이오드 소자(100)의 동작은 등록특허 제10-2143185호를 참조하도록 하며, 여기서는 PDMS를 이용할 경우에 가지는 고유한 특성에 대해 설명하도록 한다.
- [0050] 본 발명의 PDMS 다이오드 소자(100)는 도 4에서 보는 바와 같이 휘어진다는 장점이 있다. 즉, 일정 수준의 외력에 따라 PDMS 소자가 휘어지는 것을 알 수 있으며, 나아가 도 5 및 6에서 보는 바와 같이 그와 같은 변형과 회복에 관계없이 다이오드의 정류 기능이 정상적으로 유지되고, 인장력으로부터 회복시에도 초기의 성능이 회복됨을 확인할 수 있다.
- [0051] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 PDMS 소자의 제조방법으로 제조된 PDMS 스위치 소자의 구조와 형태를 개략적으로 도시한 참고도이다.
- [0052] PDMS 스위치 소자(200)는 패턴이 일 방향으로 길게 형성되는 제1채널(211), 제1채널(211)에서 분기되는 제2채널(212), 제2채널(212)의 단부에 형성되는 스위치(213)를 포함한다. 제1채널(211)에는 이온이 포함된 전해질이 충전되며, 이온 움직임에 의해 전류가 흐르게 된다. 이와 달리 제2채널(212)과 스위치(220)에는 전해질이 충전되어 있지 않다. 따라서 스위치(220)를 가압하면 부도성 물질 또는 공기가 제1채널(211)로 유입되면서 제1채널(211)에 충전된 전해질이 끊어지게 된다.
- [0053] 즉, PDMS 스위치 소자(220)는 PDMS의 유연성 및 탄성력을 이용하여 스위치로 동작할 수 있다. 결론적으로 스위치(220)의 조작에 의해 도 8과 같은 결과를 얻을 수 있다. .
- [0054] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 PDMS 소자의 제조방법으로 제조된 PDMS 다중 전력출력 제어소자의 참고도이며, 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 PDMS 소자의 제조방법으로 제조된 PDMS 다중 전력출력 제어소자의 동작에 따른 전류를 측정한 결과이다.
- [0055] PDMS 다중 전력출력 제어소자는 제1스위치(S1) 및 제2스위치(S2)를 구비하여, 제1스위치(S1) 및 제2스위치(S2)의 조작에 따라 출력되는 전력을 조절할 수 있다는 장점이 있다.
- [0056] 본 발명의 보호범위가 이상에서 명시적으로 설명한 실시예의 기재와 표현에 제한되는 것은 아니다. 또한, 본 발명이 속하는 기술분야에서 자명한 변경이나 치환으로 말미암아 본 발명이 보호범위가 제한될 수도 없음을 다시 한 번 첨언한다.

도면

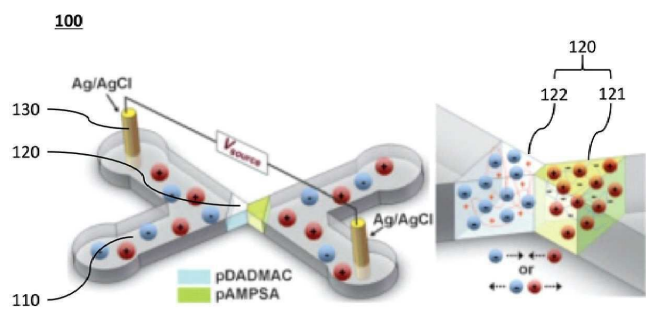
도면1



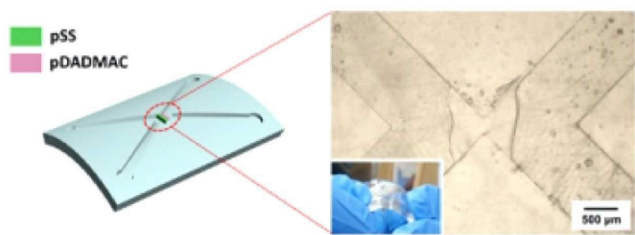
도면2



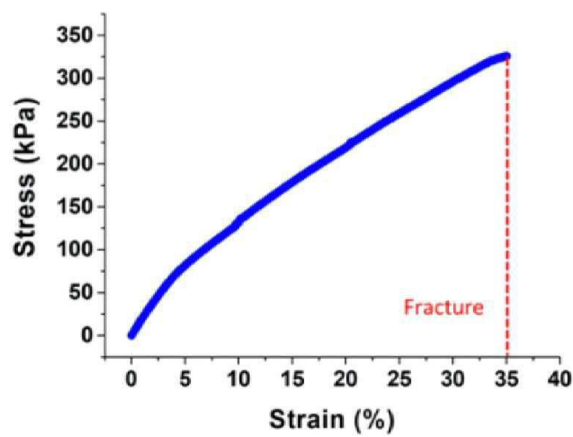
도면3



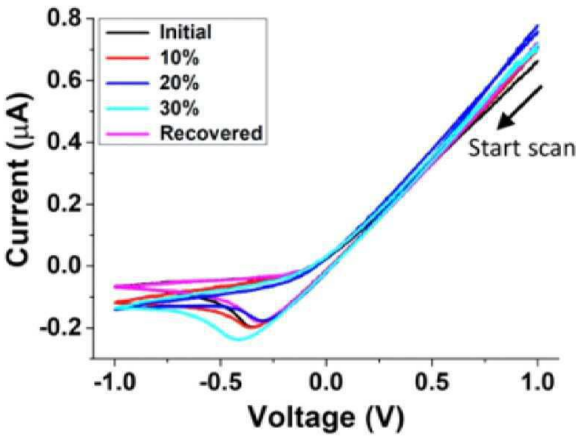
도면4



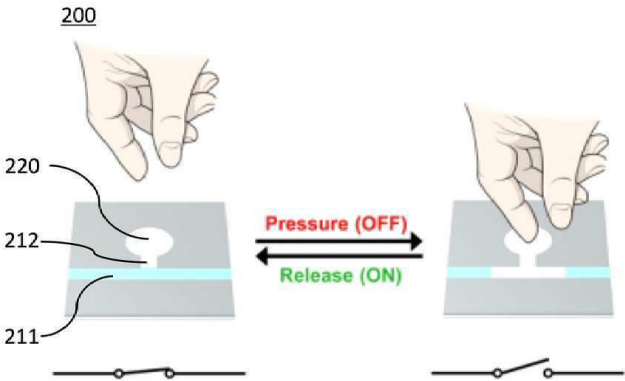
도면5



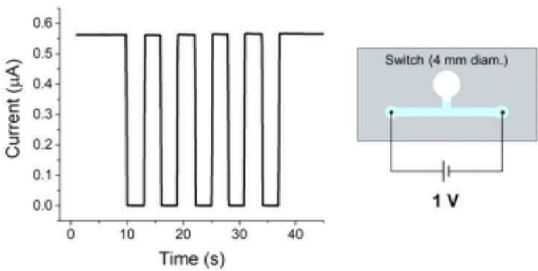
도면6



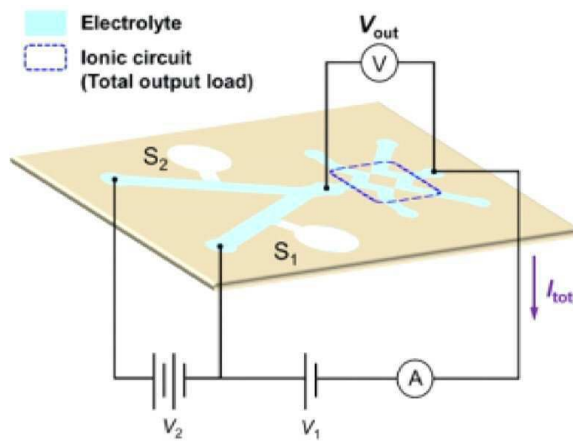
도면7



도면8



도면9



도면10

