



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년12월18일

(11) 등록번호 10-1578907

(24) 등록일자 2015년12월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 41/22 (2006.01) C01B 31/04 (2006.01)

H01L 41/08 (2006.01) H01L 41/18 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01L 41/22 (2013.01)

C01B 31/0438 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0023884

(22) 출원일자 2015년02월17일

심사청구일자 2015년02월17일

(56) 선행기술조사문헌

KR101406085 B1

KR101496156 B1

KR1020130017275 A

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

하정숙

서울시 강남구 남부순환로 2615 극동스타클래스 1105호

정유라

서울특별시 종로구 사직로8길 4, 101-1112 (사직동, 광화문풍림스페이스본)

박혼

서울특별시 성북구 안암로 145 (안암동5가) 고려대학교안암캠퍼스(자연계) 제2공학관 237B호 표면나노공정연구실

(74) 대리인

정은열

전체 청구항 수 : 총 4 항

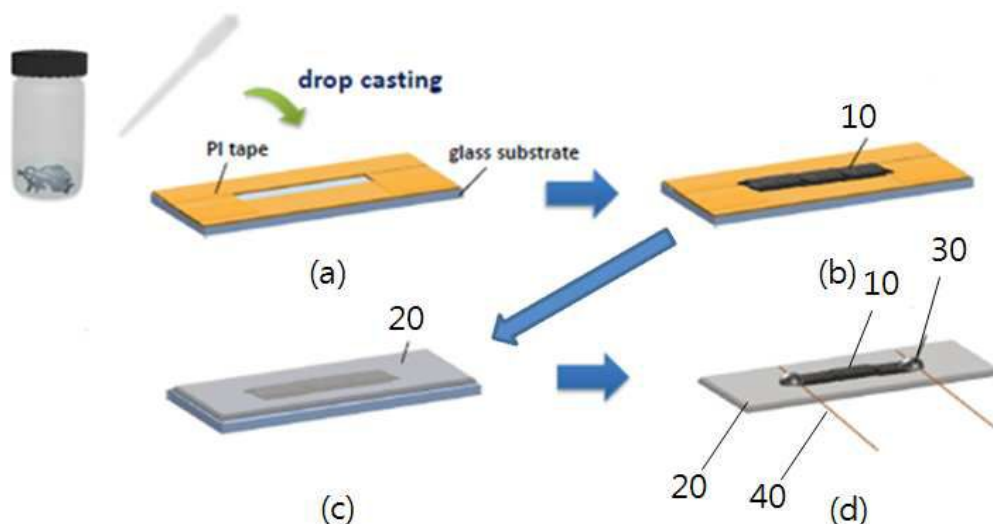
심사관 : 노영철

(54) 발명의 명칭 스트레처블 전도체 제조방법

(57) 요약

본 발명은 안정성 및 민감도가 향상되도록 구조가 개선된 스트레처블 전도체 제조방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 스트레처블 전도체 제조방법은 그래핀 폼을 용매에 넣고 파편화하여 그래핀 폼 파우더 분산액을 제조하는 단계와, 상기 그래핀 폼 파우더 분산액을 기판에 도포한 후 건조하는 단계와, 상기 건조된 그래핀 폼 파우더 위에 신축성을 가지는 고분자 물질을 도포한 후 응고시키는 단계를 포함한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H01L 41/08 (2013.01)

H01L 41/18 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2013016165

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 융합화공시스템연구실

연구사업명 (이공)중견연구자지원_도약연구

연구과제명 Power dressing을 위한 슈퍼커패시터가 내장된 3차원 스트레처블 소자 공정 기술

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교산학협력단

연구기간 2013.06.01 ~ 2014.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

그래핀 폼을 용매에 넣고 와류 혼합 또는 초음파 처리를 수행하여 파편화함으로써 그래핀 폼 파우더 분산액을 제조하는 단계;

상기 그래핀 폼 파우더 분산액을 방치하여 상기 용매 속에 분산된 그래핀 폼 파우더를 침전시키고, 상기 용매를 제거함으로써 상기 그래핀 폼 파우더 분산액의 농도를 조절하는 단계;

상기 농도가 조절된 그래핀 폼 파우더 분산액을 기판에 도포한 후 건조하는 단계; 및

상기 건조된 그래핀 폼 파우더 위에 신축성을 가지는 고분자 물질을 도포한 후 응고시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 스트레처블 전도체 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 용매는 IPA인 것을 특징으로 하는 스트레처블 전도체 제조방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 고분자 물질은 폴리다이메틸실록세인(polydimethylsiloxane, PDMS)인 것을 특징으로 하는 스트레처블 전도체 제조방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 기재된 방법으로 제조되는 것을 특징으로 하는 스트레처블 전도체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 스트레처블 전도체 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 인체에 부착되어 사람의 움직임을 측정할 수 있는 스트레처블 전도체를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 스트레인 게이지(strain gauge)는 구조체의 변형 상태와 그 양을 측정하기 위해 구조체 표면에 부착하는 것으로서, 기계적인 미세한 변화를 전기 신호로 검출하여 구조체의 변형 상태를 정밀하게 측정할 수 있고 그 변형률에 의해 응력을 알 수 있는 중요한 소자이다.

[0003] 금속 스트레인 게이지는 금속 박막을 이용한 일반적인 스트레인 게이지로서, 게이지 상수 값이 낮아 감도가 좋지 않은 단점이 있으며, 이를 해결하기 위해 반도체 스트레인 게이지에 대한 연구가 진행되어 왔다. 반도체 스트레인 게이지 중 실리콘을 이용한 스트레인 게이지의 연구가 활발하게 진행되어 왔지만, 실리콘을 스트레인 게이지에 적용하기 위해서는 불순물을 정확히 제어하기 위한 이온주입 공정이나 확산 공정과 같은 특수 공정이 필요하므로 공정이 까다로운 단점이 있고 대형 구조물 등 다양한 분야로의 적용에 한계가 있다.

[0004] 한편, 최근 들어서는 웨어러블 기기와 같이 사람의 신체에 착용하는 전자기기에 관한 연구가 증가하고 있고, 이에 신체에 착용할 수 있는 스트레인 게이지에 관하여 관심이 증가하고 있다. 사람의 신체에 착용이 가능하려면, 스트레인 게이지가 신축성을 가져야 하며, 이에 관하여 대한민국 등록특허 등록번호 10-1406085호(발명의 명칭 : 그래핀/PDMS 복합체의 제조방법 및 이에 의해 제조된 그래핀/PDMS 복합체) 등의 특허가 제안된 바 있다.

[0005] 다만, 현재까지 제안된 기술들은 안정성 및 민감도에서 미흡한 부분에서 다소 문제점이 발견되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 등록번호 10-1406085호(발명의 명칭 : 그래핀/PDMS 복합체의 제조방법 및 이에 의해 제조된 그래핀/PDMS 복합체)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 안정성 및 민감도가 향상되도록 구조가 개선된 스트레처블 전도체 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명에 따른 스트레처블 전도체 제조방법은 그래핀 폼 용매에 넣고 파편화하여 그래핀 폼 파우더 분산액을 제조하는 단계와, 상기 그래핀 폼 파우더 분산액을 기판에 도포한 후 건조하는 단계와, 상기 건조된 그래핀 폼 파우더 위에 신축성을 가지는 고분자 물질을 도포한 후 응고시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0009] 본 발명에 따르면, 상기 용매는 IPA인 것이 바람직하다.
- [0010] 또한, 본 발명에 따르면 상기 고분자 물질은 폴리다이메틸실록세인(polydimethylsiloxane, PDMS)인 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [0011] 본 발명에 따르면 신축 가능한 전도체를 제작할 수 있으며, 이 전도체를 스트레인 센서로 활용할 경우 센서의 안정성 및 민감도가 향상된다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은 그래핀 폼을 제조하는 과정을 설명하는 도면이다.
- 도 2는 그래핀 파우더 분산액을 제조하는 과정을 설명하는 도면이다.
- 도 3은 그래핀 파우더 분산액으로 스트레처블 전도체를 제조하는 과정을 설명하는 도면이다.
- 도 4는 그래핀 폼 파우더의 SEM 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 스트레처블 전도체 제조방법에 관하여 설명한다.
- [0014] 도 1은 그래핀 폼을 제조하는 과정을 설명하는 도면이며, 도 2는 그래핀 파우더 분산액을 제조하는 과정을 설명하는 도면이며, 도 3은 그래핀 파우더 분산액으로 스트레처블 전도체를 제조하는 과정을 설명하는 도면이며, 도 4는 그래핀 폼 파우더의 SEM 사진이다.
- [0015] 도 1 내지 도 4를 참조하여, 스트레처블 전도체를 제조하는 과정에 관하여 설명한다.
- [0016] [그래핀 폼 준비]
- [0017] 먼저, 그래핀 폼을 준비한다. 그래핀 폼은 상용화된 제품을 구매할 수도 있고, 아래와 같은 방식으로 직접 제조할 수도 있다.
- [0018] 니켈 폼(Good Fellow, 두께 6 mm, porosity 95%)을 2 cm x 2 cm 크기로 자른 뒤, CVD 장비의 내부에 배치하고, Ar 기체(500 sccm)와 H₂(200 sccm) 기체를 흘려주면서 20분 동안 1000℃까지 가열한다. 이후, 니켈 폼 표면의 산화막을 제거하고 표면을 깨끗하게 하기 위해 10분 동안 1000℃ 온도를 유지시키고, 다시 20분 동안 30 sccm.

의 CH_4 를 유입시켜 그래핀을 성장시킨다.

- [0019] 그런 다음, 3M의 HCl 용액으로 그래핀 폼 아래에 있는 니켈을 제거한다(80℃, 24시간 동안 제거). 이때, 2 cm x 2 cm 그래핀 한 조각당 100 mL의 HCl을 사용한다.
- [0020] [그래핀 폼 파우더 분산액 제조]
- [0021] 도 2의 (a)에 도시된 바와 같이, 그래핀 폼 조각과 용매를 용기에 넣는다. 이때, 용매로는 IPA를 사용하는 것이 바람직하다. 이후, vortex mixer를 사용하여 세기 7로 20분 동안 그래핀 폼을 파편화시키면, 용매와 그래핀 폼 파우더가 혼합된 그래핀 폼 파우더 분산액을 제조된다. 참고로, 그래핀 폼 파우더란 그래핀 폼이 파편화되어 생성되는 3차원 구조의 그래핀 파편을 의미한다. 이후, 그래핀 폼 파우더 분산액을 하루 동안 두면, IPA속에 분산되어 있는 그래핀 폼 파우더가 침전되며(도 2의 (c)), 그래핀 폼을 제외한 IPA를 스포이드로 뽑아낸다(도 2의 (d)). 이때 남아있는 IPA의 양을 변경하면, 그래핀 폼 파우더의 농도를 조절할 수 있다.
- [0022] [스트레처블 전도체 제작]
- [0023] PI tape으로 유리기판에 그래핀 폼 파우더를 놓을 부분(0.3 cm x 2 cm)을 제외한 나머지 부분을 덮어 마스크를 만들어 준다(도 3의 (a)). 그래핀 폼 파우더 분산액(10)을 스포이드를 이용하여 drop-casting 한 뒤, 오븐에서 가열하여 그래핀 폼 파우더 분산액에 포함된 IPA를 증발시킨다(도 3의 (b)). IPA가 다 증발하면 유리기판에 붙은 PI tape을 뜯어 원하는 패턴 위의 그래핀 폼만 남겨둔다. 그 뒤 신축성을 가지는 고분자 물질(20)을 도포한다(도 3의 (c)). 이때, 고분자 물질로는 폴리다이메틸실록세인(polydimethylsiloxane, PDMS)(20)을 사용하는 것이 바람직하다. 이후, 오븐에서 20분 동안 가열하여 PDMS를 굳힌다. PDMS가 다 굳으면, PDMS를 유리기판에서 떼어내면 스트레처블 전도체가 제작된다.
- [0024] 이후, 도 3의 (d)에서와 같이 구리 와이어(40)를 그래핀 폼 파우더에 연결하면 제작된 스트레처블 도전체를 스트레인 게이지 등의 센서로 활용할 수 있다. 이때, 구리 와이어(40)를 그래핀 폼 파우더(10)에 안정적으로 연결하기 위하여 연결 부분에 액체 금속(30)을 도포하는 것이 바람직하다.
- [0025] 상술한 바와 같이 제작된 스트레처블 전도체는 최소 0.1%, 최대 100%의 스트레인을 감지할 수 있으며 10000번 이상의 반복 스트레칭 테스트에도 구동가능 하다. 또한, 스트레인 센서의 민감도를 나타내는 Gauge factor($(\Delta R/R_0)/\epsilon$) 또한 사용하는 그래핀 폼 파우더의 양으로 조절할 수 있으며 2.4에서 25 사이의 값을 가질 수 있다. 또한, 그래핀 폼 파우더가 도포되는 면적의 크기를 조절함으로써, 스트레처블 전도체를 다양한 형태와 크기로 제작할 수 있으며, 사용하는 PDMS의 양에 따라 두께 조절도 가능하다.
- [0026] 특히, 본 발명에서는 그래핀 폼을 그대로 고분자 물질에 결합하지 않고, 그래핀 폼을 파우더 형태로 파편화한 후 고분자 물질에 결합한다. 그리고, 이와 같이 그래핀 폼 파우더를 사용하면, 스트레처블 전도체의 안정성 및 민감성이 향상된다.
- [0027] 구체적으로 설명하면, 그래핀 폼은 매우 전도성이 우수하며(10 Scm^{-1}) 넓은 표면적을 가지고 있어서 다양한 분야에서 각광받고 있는 물질이다. 다공성 그래핀 폼에 PDMS를 붓게 되면 유연하고 늘임 가능한 전도성 복합체를 얻을 수 있다. 하지만, 이와 같이 전도성 복합체를 제조하면, 늘임 자체는 가능하지만 전도성 복합체를 늘렸을 때 비가역적으로 저항이 변하게 되며, 일정 스트레인 이상이 전도성 복합체에 가해지게 되면 그래핀 폼 네트워크의 연결이 끊어지게 된다. 나아가, 늘렸을 때 변하는 저항값이 충분히 크지 않아 민감도 측면에서도 스트레인 센서로 사용하기에는 부적합하다.
- [0028] 반면, 본 발명에서는 그래핀 폼을 파편화함으로써 그래핀 폼의 넓은 표면적을 실질적으로 사용하고자 하였다. 파편화된 그래핀 폼 조각의 크기는 수백 마이크로이며 비록 서로 연결된 연결 망들이 끊어지긴 했지만, 원래의 그래핀 폼 가지의 구조가 유지되어있음을 SEM 측정을 통해 확인할 수 있다(도 4 참조). 그리고, 이와 같이 파편화된 그래핀 폼을 사용한 경우, 인장시 그래핀 폼 조각들 사이의 컨택 저항 변화가 발생하며, 이로 인해 향상된 민감도를 얻을 수 있다.
- [0029] 한편, 그래핀 폼을 파편화하는 방식으로는 다른 방식, 예를 들어 소닉케이션 방식을 사용할 수 있다.
- [0030] 또한, 용매로는 IPA가 아닌 다른 용매, 예를 들어 아세톤 및 기타 알코올 용액 들을 사용할 수 있다.
- [0031] 또한, 고분자 물질로는 PDMS가 아닌 다른 고분자 물질, 예를 들어 Ecoflex 또는 PDMS와 Ecoflex의 혼합물 등을 사용할 수도 있다.

[0032]

이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특정의 바람직한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

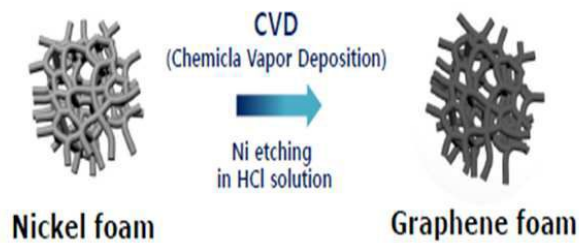
부호의 설명

[0033]

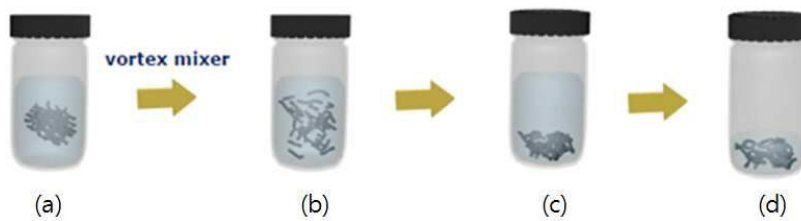
10...그래핀 폼 파우더 20...고분자 물질
30...액체 금속 40...구리 와이어

도면

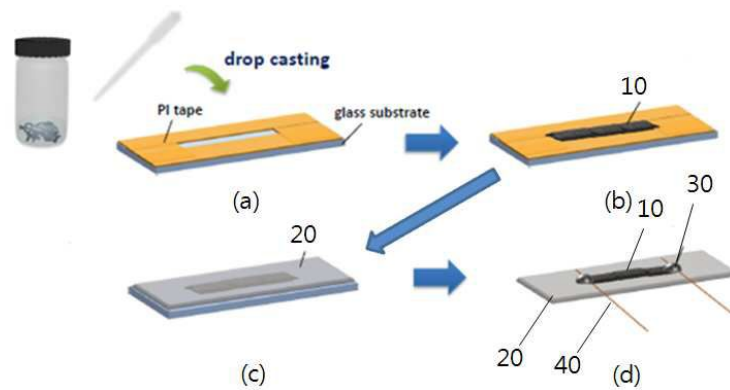
도면1



도면2



도면3



도면4

