(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년03월06일
(11) 등록번호 10-1499058
(24) 등록일자 2015년02월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 13/00 (2006.01) *H01B 5/14* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0127080
(22) 출원일자 2013년10월24일
심사청구일자 2013년10월24일
(56) 선행기술조사문헌
JP2006086106 A
KR1020090112626 A
KR1020120092410 A
US20100075024 A1

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
하정숙
서울 강남구 남부순환로 2615, 1105호 (도곡동, 극동스타클래스)
윤장열
서울 동대문구 무학로45길 7, 205호 (용두동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
한양특허법인

전체 청구항 수 : 총 8 항 심사관 : 정재헌

(54) 발명의 명칭 **스트레처블 전도성 스티커 및 이의 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 금속 나노선을 연결선으로 사용하는 스트레처블 전도성 스티커 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 외부 스트레인에도 전도성을 안정적으로 유지하여 소자간의 연결을 시킬수 있으며, 외부 충격에도 안전한 것이 특징이다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

임예인

서울 강서구 강서로 266, 141동 302호 (화곡동, 우장산아이파크이편한세상)

홍수영

서울 동대문구 약령시로 12-1, 404호 (제기동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NRF-2013R1A2A1A01016165
부처명	교육과학기술부
연구관리전문기관	청정화공시스템연구실
연구사업명	중견연구자지원사업
연구과제명	Power dressing을 위한 수퍼커패시터가 내장된 3차원 스트레처블 소자 공정 기술
기 여 율	1/1
주관기관	고려대학교 산학협력단
연구기간	2013.06.01 ~ 2014.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

(1)기판 위에 고분자를 코팅하는 단계;

(2)상기 코팅된 고분자를 반경화하는 단계;

(3)상기 반경화된 고분자 위에 금속 나노선 용액을 코팅하는 단계;

(4)상기 금속 나노선 용액을 증발시켜 고분자 위에 금속 나노선만 남게 하는 단계; 및

(5)기판으로부터 금속 나노선이 코팅된 고분자를 분리하는 단계를 포함하고

상기 기판 위에 코팅된 고분자의 두께는 100 내지 500㎛인 것을 특징으로 하는 스트레쳐블 전도성 스티커 제조방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 기판은 실리콘 옥사이드 또는 플라스틱 기판인 것을 특징으로 하는 스트레쳐블 전도성 스티커 제조방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 고분자는 PDMS, ecoflex 및 PDMS와 ecoflex의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종인 것을 특징으로 하는 전도성 스트레쳐블 스티커 제조방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 금속 나노선은 은 및 구리로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상인 것을 특징으로 하는 스트레쳐블 전도성 스티커 제조방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서, 상기 금속 나노선 용액은 3차 증류수 또는 이소프로필알코올 용액에 금속 나노선을 0.5 내지 1.0 중량%로 희석한 용액인 것을 특징으로 하는 스트레쳐블 전도성 스티커 제조방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서, 상기 금속 나노선은 평균 직경이 55 내지 75nm 및 평균 길이가 10 내지 20㎛인 것을 특징으로 하는 스트레쳐블 전도성 스티커 제조방법.

청구항 8

청구항 1의 방법으로 제조된 스트레쳐블 전도성 스티커.

청구항 9

청구항 8에 있어서, 상기 스트레쳐블 전도성 스티커의 금속 나노선을 아래로 향하게 하여 기판 위에 부착한 뒤 경화하여 소자간의 연결을 시키는 것을 특징으로 하는 스트레쳐블 전도성 스티커.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 기판의 소자간의 연결을 시켜줄 수 있는 스트레쳐블 전도성 스티커 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 현재 유연하거나 늘임이 가능한 전자소자 기반 공정 기술은 시시각각 변화하고 있으며 다양한 분야의 기술을 접목하고 있다. 특히 스트레처블 전자소자 관련 기술은 입는 컴퓨터(wearable computer)의 다음 단계의 기술로 주목 받고 있으며 미래 인체의 센서, 의료 기술, 동력 제공 등 다양한 분야에서 적용될 것으로 기대된다.

[0003] 이러한 스트레처블 전자소자에서 미세 소자간 연결 공정 기술은 기존의 딱딱한 금속 전극으로는 한계가 있으며 더욱이 얇게 만들어야 하기 때문에 공정에도 큰 제약이 있으며, 연결선을 보호하는 필름 층을 추가로 덮어야 하기 때문에 효율성도 떨어진다. 또한, 기존의 딱딱한 기판에서 유연하거나 늘임이 가능한 기판으로 확장됨에 따라 기존의 소자간 연결선 공정을 그대로 적용하기에는 문제점이 있다. 얇은 금속을 증착하여 만들어진 연결선은 작은 구부림이나 스트레칭에도 단락이 될 수 있기 때문에 늘임이 가능한 연결선의 필요성이 대두되고 있다. 따라서 금속을 증착하는 것이 아닌 전도성이 높은 금속 나노선을 이용한 공정이 발전되고 있으며, 미래의 스트레처블 전자소자 공정에 있어서 늘임이 가능하면서 높은 전도성을 가지는 연결선은 필수적이라고 할 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2006-0115463호

(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허 제10-2012-0006916호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 금속 나노선을 연결선으로 사용하며, 금속 나노선이 코팅된 스트레처블 전도성 스티커 및 이의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0006] 또한, 본 발명은 상기 스트레처블 전도성 스티커를 이용하여 스트레처블 소자간의 연결을 시키는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위하여,

[0008] 본 발명은 (1)기판 위에 고분자를 코팅하는 단계;

[0009] (2)상기 코팅된 고분자를 반경화하는 단계;

[0010] (3)상기 반경화된 고분자 위에 금속 나노선 용액을 코팅하는 단계;

[0011] (4)상기 금속 나노선 용액을 증발시켜 고분자 위에 금속 나노선만 남게 하는 단계; 및

[0012] (5)기판으로부터 금속 나노선이 코팅된 고분자를 분리하는 단계를 포함하는 스트레처블 전도성 스티커 제조방법을 제공한다.

[0013] 또한, 본 발명은 상기 방법으로 제조된 스트레처블 전도성 스티커를 제공한다.

발명의 효과

[0014] 본 발명의 스트레처블 전도성 스티커는 원하는 곳을 쉽게 연결할 수 있고, 공정이 단순하여 플라스틱 기판에도 적용이 가능하다.

[0015] 또한, 연결선으로 직경이 작고, 길이가 긴 금속 나노선을 사용하기 때문에 기판의 스트레칭에도 안정적으로 전기 전도도를 유지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 스트레쳐블 전도성 스티커의 제조방법을 나타낸 모식도이다.

도 2는 본 발명의 스트레쳐블 전도성 스티커를 비아 홀(via-hole)전극(140)과 금속 전극(130)사이에 연결한 것을 나타낸 모식도이다.

도 3은 본 발명의 스트레쳐블 전도성 스티커의 광학 이미지이다.

도 4는 본 발명의 스트레쳐블 전도성 스티커의 고분자 위에 코팅된 은 나노선을 관찰한 전자현미경(SEM) 사진이다.

도 5의 (a)는 소스와 드레인 전극 사이에 위치한 금속 전극을 나타낸 모식도이고, (b)는 소스와 드레인 전극 사이에 위치한 본 발명의 스트레쳐블 전도성 스티커를 나타낸 모식도이다.

도 6은 금속 전극과 본 발명의 스트레쳐블 전도성 스티커의 저항을 측정한 그래프이다.

도 7의 (a)는 스트레칭에 따른 본 발명의 스트레쳐블 전도성 스티커의 저항을 나타낸 그래프이고, (b)는 필름 위에 본 발명의 스트레쳐블 전도성 스티커를 부착하고 구리선을 연결한 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 본 발명을 보다 자세히 설명한다.

[0018] 본 발명은 스트레쳐블 전도성 스티커의 제조방법에 관한 것으로, 제조 단계는 하기와 같다.

[0019] (1)기판 위에 고분자를 코팅하는 단계;

[0020] (2)상기 코팅된 고분자를 반경화하는 단계;

[0021] (3)상기 반경화된 고분자 위에 금속 나노선 용액을 코팅하는 단계;

[0022] (4)상기 금속 나노선 용액을 증발시켜 고분자 위에 금속 나노선만 남게 하는 단계; 및

[0023] (5)기판으로부터 금속 나노선이 코팅된 고분자를 분리하는 단계를 통하여 스트레쳐블 전도성 스티커를 제조한다.

[0024] 상기 (1)단계에서는 기판 위에 고분자를 코팅하여 점착성이 있는 스트레쳐블 스티커를 제조한다. 상기 기판은 실리콘 옥사이드 기판 또는 폴리스티렌(Poly styrene)과 같은 플라스틱 기판 모두 가능하며, 실리콘 옥사이드 기판 상에서 스트레쳐블 전도성 스티커가 잘 분리되므로 바람직하게는 실리콘 옥사이드 기판을 사용한다. 상기 실리콘 옥사이드 기판은 200 내지 400nm로 성장한 실리콘 옥사이드/실리콘 기판일 수 있다. 상기 기판에 100 내지 500㎛의 두께로 고분자를 코팅하여 스트레쳐블 스티커를 제조하며, 이때 코팅된 고분자의 두께가 100㎛ 미만일 경우 너무 얇아 찢어지기 쉬우며, 500㎛를 초과하면 스트레칭이 되지 않을 수가 있다. 상기 고분자는 점착성이 있는 고분자가 사용되며 바람직하게는 PDMS(polydimethylsiloxane), ecoflex 및 PDMS와 ecoflex의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종이다.

[0025] 상기 (2)단계에서는 코팅된 고분자를 약 65℃에서 9 내지 12분 동안 반 정도 경화하며, 상기 (3)단계에서는 반경화된 고분자 위에 금속 나노선 용액을 코팅하여 전도성을 가지는 연결선을 제조한다. 상기 금속 나노선의 금속은 은 또는 구리로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상일 수 있으며, 전도성이 더욱 우수한 은 나노선이 바람직하게 사용된다. 금속 나노선 용액은 3차 증류수 또는 이소프로필알코올 용액에 금속 나노선을 0.5 내지 1.0 중량%로 희석한 용액이 사용되며, 필요에 따라 횟수를 달리하여 고분자 위에 코팅할 수 있다. 또한, 상기 금속 나노선은 평균 직경이 55 내지 75nm이며, 평균 길이는 10 내지 20㎛인 것이 바람직하며, 늘임이 가능하므로 외부의 스트레인에서도 전도성을 유지할 수 있다. 본 발명의 스트레쳐블 전도성 스티커의 은 나노선을 전자현미경(SEM)을 사용하여 관찰한 사진을 도 4에 나타내었다.

[0026] 상기 (4)단계에서는 금속 나노선 용액을 증발시켜 고분자 위에 금속 나노선만을 남게 하며, 상기 (5)단계에서는 금속 나노선이 코팅된 고분자를 기판으로부터 분리하여 스트레쳐블 전도성 스티커를 제조한다.

[0027] 상기 제조방법 단계에 따른 모식도를 도 1에 나타냈으며, 도 2는 전도성이 높은 물질이 채워진 비아홀 전극(140)과 금속 전극을 본 발명의 스트레쳐블 전도성 스티커로 연결한 모식도를 나타냈다. 또한, 본 발명의 스트

레쳐블 전도성 스티커의 광학 이미지와 전자현미경으로 관찰한 은 나노선을 도 3 및 도 4에 나타내었다.

[0028] 본 발명에서는 상기 방법으로 제조된 스트레쳐블 전도성 스티커를 제공하며, 상기 스트레쳐블 전도성 스티커는 금속 나노선을 아래로 향하게 하여 기판 위에 부착한 뒤 경화하여 소자간의 연결을 시키는 역할을 수행한다.

[0029] 상기 스트레쳐블 전도성 스티커가 부착되는 기판 역시 스트레쳐블 기판일 수 있으며, 기판이 늘어날지라도 상기 스트레쳐블 전도성 스티커 및 스티커의 연결선도 함께 늘어나 안정적으로 전도도를 유지하며 소자를 연결시킬 수 있다.

[0030] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 보다 상세히 설명한다. 단, 하기 실시예 및 실험예는 본 발명을 예시하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 실시예 및 실험예에 제한되는 것은 아니다.

[0031] **실시예 1. 스트레쳐블 전도성 스티커 제조**

[0032] 실리콘 옥사이드가 300nm로 성장한 SiO_2/Si 기판 위에 PDMS를 300㎛의 두께로 코팅한 후 65 ℃에서 12분 동안 PDMS를 반 정도 경화하였다. 상기 반경화된 PDMS 위에 3차 증류수에 은 나노선을 1.0 wt%로 희석한 용액을 2회 코팅하였다. 그 후 용액을 증발시켜 PDMS 위에 은 나노선만을 남게 하였으며, 원하는 크기로 잘라 실리콘 옥사이드 기판으로부터 분리하여 스트레쳐블 전도성 스티커를 제조하였다.

[0033] **실험예 1. 금속전극과 스트레쳐블 전도성 스티커의 저항 측정**

[0034] 소스와 드레인 전극 사이에 금속전극(Au)을 위치(도 5(a))시켜 저항을 측정하였으며, 소스와 드레인 전극 사이에 실시예 1에서 제조한 스트레쳐블 전도성 스티커(도 5(b))를 부착하여 65℃ 드라이오븐에서 1시간 동안 경화한 후 저항을 측정하였다(도 6). 실시예 1에서 5개의 스트레쳐블 전도성 스티커를 제조하였으며, 이를 Ag_1 내지 Ag_5로 이름을 붙여 각각의 저항을 측정하였다.

[0035] 금속전극의 저항은 약 15Ω으로 측정되었으며, 은 나노선을 연결선으로 사용한 본 발명의 스트레쳐블 전도성 스티커의 저항은 약 12Ω으로 측정되었으며, 재현성도 우수하였다. 따라서, 실시예 1에서 제조한 본 발명의 스트레쳐블 전도성 스티커는 금속 전극보다 더 낮은 저항을 보여 더 높은 전도성을 가지는 것을 확인할 수 있었다.

[0036] **실험예 2. 스트레인에 따른 스트레쳐블 전도성 스티커의 전도성 변화**

[0037] Ecoflex 필름 위에 상기 실시예 1에서 제조한 스트레쳐블 전도성 스티커를 부착한 뒤, 구리선과 연결하여 스트레인에 따른 저항 변화를 측정하였다.

[0038] 스트레인을 가하지 않았을 때의 저항과 스트레인을 100% 가해주었을 때의 저항이 차이가 발생하지 않았으며, 일정하게 저항값을 유지하는 것을 확인할 수 있었다.

[0039] 따라서, 본 발명의 스트레쳐블 전도성 스티커는 외부 스트레인에 강하며, 일정한 저항을 유지하여 전도성이 높은 것을 알 수 있었다.

부호의 설명

[0040] 100 : 기판

110 : 고분자

120 : 금속 나노선

130 : 금속 전극

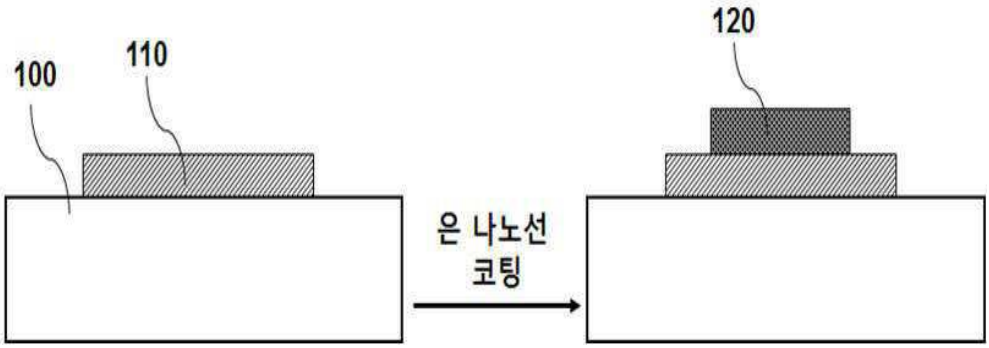
140 : 비아 홀(via-hole) 전극

S : 소스

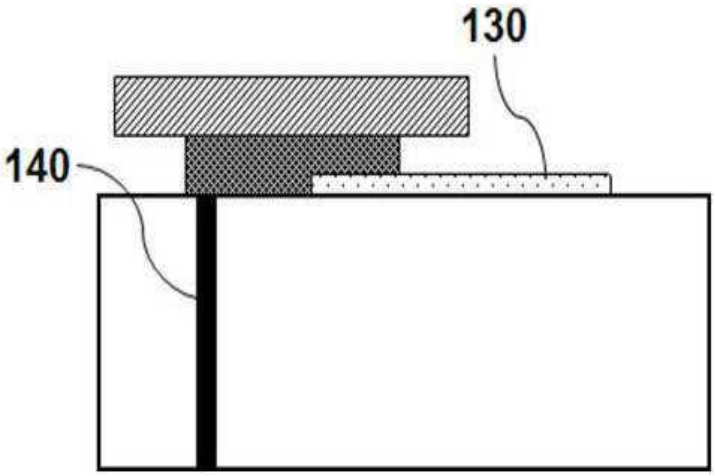
D : 드레인

도면

도면1



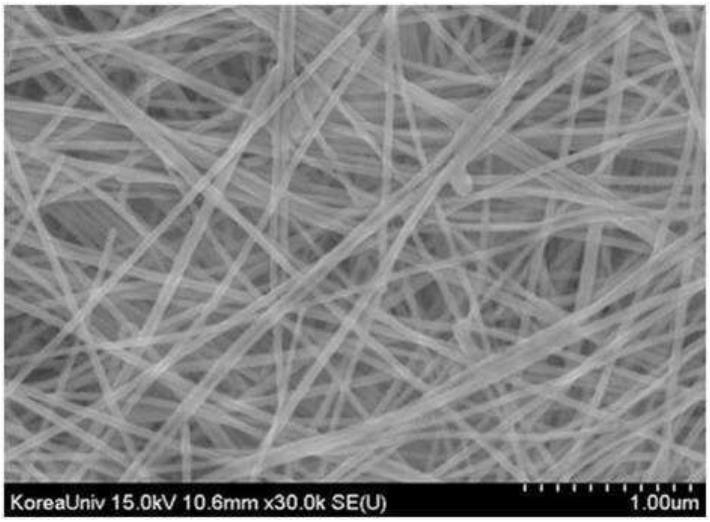
도면2



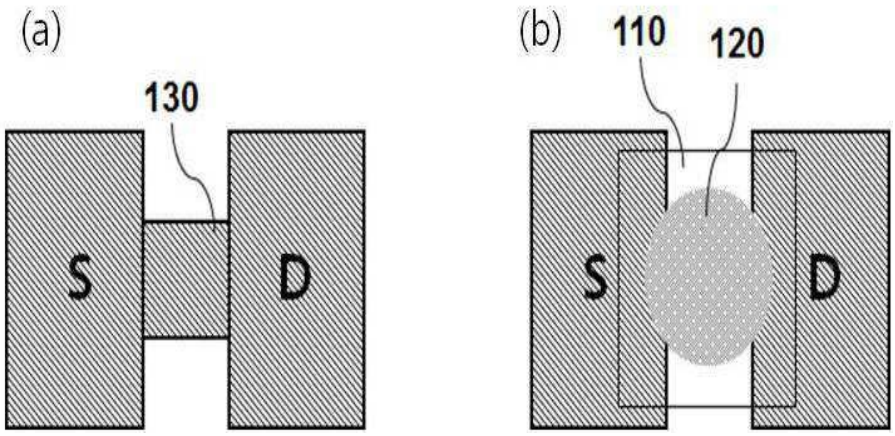
도면3



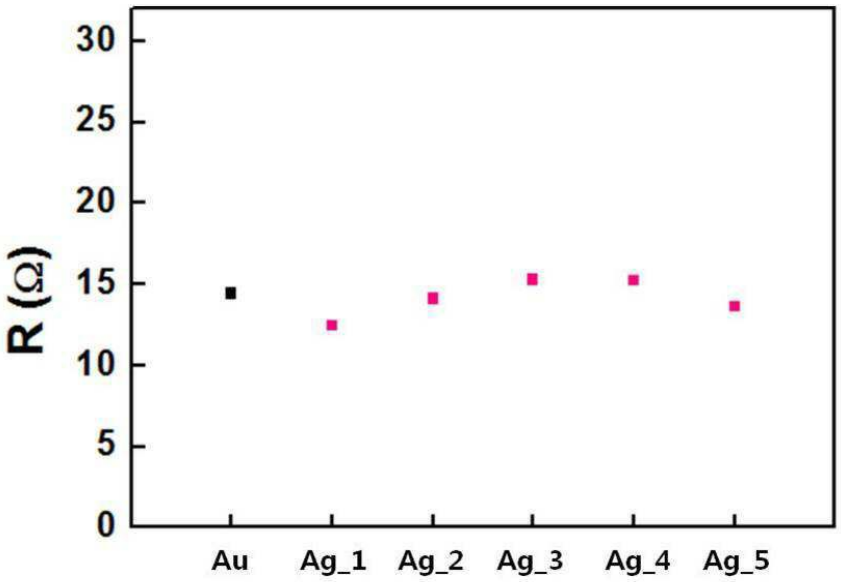
도면4



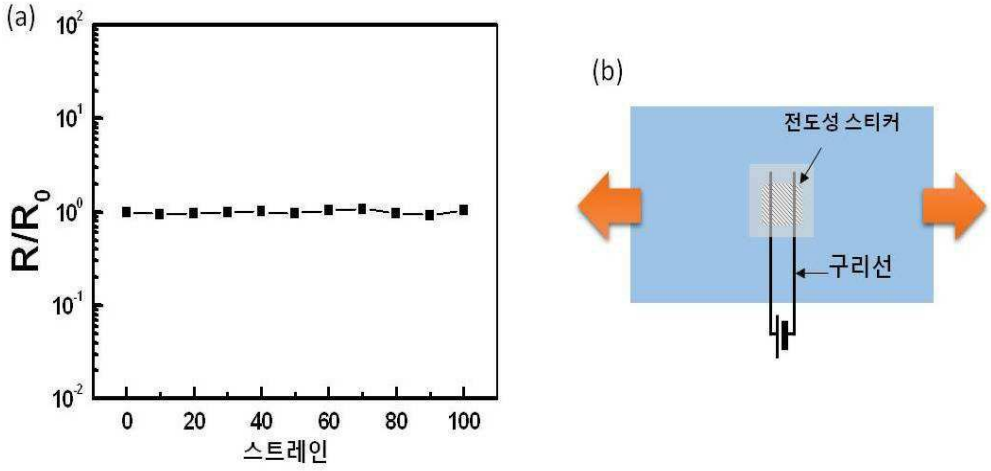
도면5



도면6


30
25
20
15
10
5
0
R (Ω)
Au
Ag_1
Ag_2
Ag_3
Ag_4
Ag_5

도면7


(a)
10^2
10^1
10^0
10^{-1}
10^{-2}
R/R_0
0
20
40
60
80
100
스트레인
(b)
전도성 스티커
구리선