



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년01월08일
(11) 등록번호 10-1815981
(24) 등록일자 2018년01월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 5/14 (2006.01) H01B 1/02 (2006.01)
H01B 1/04 (2006.01) H01B 13/00 (2006.01)
H01B 3/30 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01B 5/14 (2013.01)
H01B 1/023 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0104927
(22) 출원일자 2016년08월18일
심사청구일자 2016년08월18일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020140007589 A*
KR101168667 B1*
KR101630817 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
포항공과대학교 산학협력단
경상북도 포항시 남구 청암로 77 (지곡동)
(72) 발명자
정운룡
경상북도 포항시 남구 청암로 77 지곡동 포항공과대학교 신소재공학과
유인상
서울특별시 양천구 신정로13길 38 신정e편한세상아파트 101동 1302호
(74) 대리인
이수열

전체 청구항 수 : 총 13 항

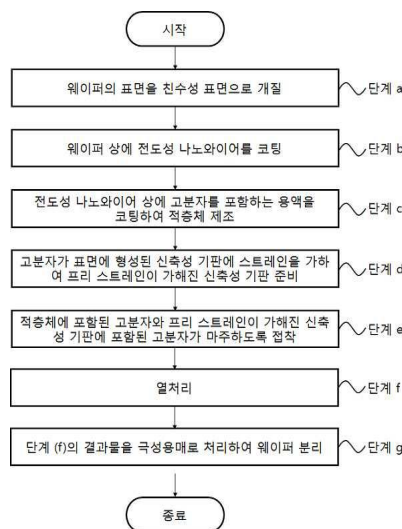
심사관 : 김은경

(54) 발명의 명칭 전도성 복합필름 및 그의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 신축성 기판; 상기 신축성 기판 상에 형성된 고분자층; 상기 고분자층 상에 형성된 골과 마루를 포함하는 과형의 전도성 나노와이어;를 포함하는 전도성 복합필름에 관한 것이다. 본 발명의 전도성 복합필름은 좌굴 현상에 의해 골과 마루가 형성된 과형의 전도성 나노와이어를 포함하여 신축성이 향상되고, 신축에 따른 전도성의 변화가 작고, 기계적 물성이 향상될 수 있다. 또한, 본 발명의 전도성 복합필름의 제조방법은 프리 스트레인이 가해진 신축성 기판을 이용하여 좌굴 현상을 유도함으로써, 전도성 나노와이어만 선택적으로 좌굴시켜 전도성 복합필름 투과도가 우수할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01B 1/026 (2013.01)

H01B 1/04 (2013.01)

H01B 13/0016 (2013.01)

H01B 13/0026 (2013.01)

H01B 13/0036 (2013.01)

H01B 3/302 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2015M3A6A5072945

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 글로벌프론티어사업

연구과제명 신축성 피부부착형 투명 심장질환 모니터링 시스템 개발

기여율 1/1

주관기관 포항공과대학교

연구기간 2015.11.01 ~ 2020.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

- (a) 웨이퍼의 표면을 친수성 표면으로 개질하는 단계;
- (b) 상기 웨이퍼 상에 전도성 나노와이어를 코팅하는 단계;
- (c) 상기 전도성 나노와이어 상에 고분자를 포함하는 용액을 코팅하여 웨이퍼 상에 전도성 나노와이어-고분자 복합체가 적층된 적층체를 제조하는 단계;
- (d) 상기 고분자가 표면에 형성된 신축성 기관에 스트레인을 가하여 프리 스트레인 (pre-strain)이 가해진 신축성 기관을 준비하는 단계;
- (e) 상기 적층체에 포함된 전도성 나노와이어-고분자 복합체와 상기 프리 스트레인이 가해진 신축성 기관에 포함된 고분자가 마주하도록 접착하는 단계;
- (f) 단계 (e)의 결과물을 열처리하는 단계; 및
- (g) 단계 (f)의 결과물을 극성용매로 처리하여 단계 (f)의 결과물로부터 상기 웨이퍼를 분리하여 전도성 복합필름을 제조하는 단계;를 포함하고,

상기 전도성 복합필름은

신축성 기관;

상기 신축성 기관 상에 형성된 고분자층;

상기 고분자층 상에 형성된 파형의 전도성 나노와이어;를 포함하고,

상기 파형이 좌굴에 의해 형성되고,

상기 스트레인이 상기 전도성 복합필름에 포함된 상기 고분자층의 임계변형(critical strain) 보다 작은 것인,

전도성 복합필름의 제조방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 좌굴의 현상이 상기 신축성 기관의 평면 방향에 평행하고 일정한 방향을 따라 발생하는 것을 특징으로 하는 전도성 복합필름의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 신축성 기관의 모듈러스가 0.01 Mpa 내지 20 Gpa인 것을 특징으로 하는 전도성 복합필름의 제조방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 고분자층의 모듈러스가 0.01 Mpa 내지 10 Gpa인 것을 특징으로 하는 전도성 복합필름의 제조방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 신축성 기관이 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane) 및 폴리우레탄(polyurethane) 중에서 선택된 1종 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 전도성 복합필름의 제조방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 고분자층이 블록공중합체층인 것을 특징으로 하는 전도성 복합필름의 제조방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 블록공중합체층이 SIS(poly(styrene-isoprene-styrene)), SBS(poly(styrene-butadiene-styrene)), SEBS(poly(styrene-ethylene/butylene-styrene)) 및 SEPS(poly(styrene-ethylene-propylene-styrene)) 중에서 선택된 1종 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 전도성 복합필름의 제조방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 전도성 나노와이어가 은, 금, 알루미늄, 구리, 백금, 팔라듐, 주석 및 탄소나노튜브(CNT) 중에서 선택된 1종 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 전도성 복합필름의 제조방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 스트레인이 가해진 방향에 평행하게 좌굴 현상이 발생하는 것을 특징으로 하는 전도성 복합필름의 제조방법.

청구항 13

삭제

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 스트레인이 0.01 내지 1,000 % 인 것을 특징으로 하는 전도성 복합필름의 제조방법.

청구항 15

제1항에 있어서, 단계 (a)에서,

상기 웨이퍼의 표면을 O₂ 플라즈마로 처리하여 친수성 표면으로 개질하는 것을 특징으로 하는 전도성 복합필름의 제조방법.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 극성용매가 물, 에탄올 이소프로필알코올, 프로판올 및 부탄올 중에서 선택된 1종 이상을 포함하는 것을

특징으로 하는 전도성 복합필름의 제조방법.

청구항 17

제1항에 따른 전도성 복합필름의 제조방법을 포함하는 전극의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전도성 복합필름 및 그의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 좌굴 현상에 의해 골과 마루가 형성된 파형의 전도성 나노와이어를 포함하는 전도성 복합필름 및 그의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전자소자의 응용 분야가 넓어지면서 종래의 딱딱한 기판 위에 존재하는 전자소자의 한계를 극복할 수 있는 유연한 형태의 전자소자에 대한 요구가 커지고 있다. 유연한 디스플레이, 스마트 의복, 유전체 엘라스토머 액츄에이터(DEA), 생체적합성 전극, 생체내 전기적 신호 감지 등과 같은 분야에 사용되는 전자소자들은 유연하고 신축성 있는 형태가 요구된다. 이와 같은 유연성, 신축성을 갖는 전자소자 분야에서 기본적으로면서 중요한 기술 중 하나가 전도성을 유지하면서 신축 가능한 전극을 형성하는 것이다.

[0003] 금속과 같은 물질은 전도성이 우수하지만 딱딱하고, 뻣뻣한 성질로 인하여 그대로 활용하기 어렵다. 탄소 나노튜브나 그래핀(graphene)과 같은 물질도 단독으로 사용할 경우에는 역시 신축성 있는 전극을 만들기 힘들다.

[0004] 신축 가능한 전극을 만들기 위한 방법으로서 탄소나노튜브와 투명한 플루오르화 고분자, 이온성 액체를 섞어서 페이스트 형태로 제조한 예, 금속 입자와 폴리아크릴산 혼합물을 페이스트 형태로 만들어 잉크젯 방법으로 패턴을 만든 예, 그리고 주름진 PDMS 기판 위에 금속층을 형성하여 주름이 펴지는 만큼 신축성을 갖게 하는 예 등이 보고된 바 있다. 그러나 이러한 방법들은 사용된 물질이나 주름진 기판의 신축성이 크지 못하여 신축에 따라 전도성이 급격히 낮아지거나 기계적으로 깨지는 것과 같은 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은 상기 문제점을 해결하기 위한 것으로, 좌굴 현상에 의해 골과 마루가 형성된 파형의 전도성 나노와이어를 포함하여 신축성이 향상되고, 신축에 따른 전도성의 변화가 작고, 기계적 물성이 향상된 전도성 복합필름을 제공하는 데 있다.

[0006] 또한, 프리 스트레인이 가해진 신축성 기판을 이용하여 좌굴 현상을 유도함으로써, 전도성 나노와이어만 선택적으로 좌굴시켜 투과도가 우수한 전도성 복합필름의 제조방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명의 일 측면에 따르면,
- [0008] 신축성 기판; 상기 신축성 기판 상에 형성된 고분자층; 상기 고분자층 상에 형성된 골과 마루를 포함하는 파형의 전도성 나노와이어;를 포함하는 전도성 복합필름이 제공된다.
- [0009] 상기 전도성 나노와이어의 파형이 좌굴에 의해 형성될 수 있다.
- [0010] 상기 좌굴의 현상이 상기 신축성 기판의 평면 방향에 평행하고 일정한 방향을 따라 발생할 수 있다.
- [0011] 상기 신축성 기판의 모듈러스가 0.01 Mpa 내지 20 GPa일 수 있다.
- [0012] 상기 고분자층의 모듈러스가 0.01 Mpa 내지 10 GPa일 수 있다.
- [0013] 상기 신축성 기판이 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane) 및 폴리우레탄 (polyurethane) 중에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 고분자층이 블록공중합체층일 수 있다.
- [0015] 상기 블록공중합체층이 SIS(poly(styrene-isoprene-styrene)), SBS(poly(styrene-butadiene-styrene)),

SEBS(poly(styrene-ethylene/butylene-styrene)) 및 SEPS(poly(styrene-ethylene-propylene-styrene)) 중에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다.

- [0016] 상기 전도성 나노와이어가 은, 금, 알루미늄, 구리, 백금, 팔라듐, 주석 및 탄소나노튜브(CNT) 중에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 다른 하나의 측면에 따르면,
- [0018] 상기 전도성 복합필름을 포함하는 전극이 제공된다.
- [0019] 본 발명의 다른 또 하나의 측면에 따르면,
- [0020] (a) 웨이퍼의 표면을 친수성 표면으로 개질하는 단계; (b) 상기 웨이퍼 상에 전도성 나노와이어를 코팅하는 단계; (c) 상기 전도성 나노와이어 상에 고분자를 포함하는 용액을 코팅하여 웨이퍼 상에 전도성 나노와이어-고분자 복합체가 적층된 적층체를 제조하는 단계; (d) 상기 고분자가 표면에 형성된 신축성 기관에 스트레인을 가하여 프리 스트레인(pre-strain)이 가해진 신축성 기관을 준비하는 단계; (e) 상기 적층체에 포함된 전도성 나노와이어-고분자 복합체와 상기 프리 스트레인이 가해진 신축성 기관에 포함된 고분자가 마주하도록 접착하는 단계; (f) 단계 (e)의 결과물을 열처리하는 단계; 및 (g) 단계 (f)의 결과물을 극성용매로 처리하여 단계 (f)의 결과물로부터 상기 웨이퍼를 분리하여 제1항에 따른 전도성 복합필름을 제조하는 단계;를 포함하는 전도성 복합필름의 제조방법이 제공된다.
- [0021] 상기 스트레인이 가해진 방향에 평행하게 좌굴 현상이 발생할 수 있다.
- [0022] 상기 스트레인이 상기 전도성 복합필름에 포함된 상기 고분자층의 임계변형(critical strain) 보다 작을 수 있다.
- [0023] 상기 스트레인이 0.01 내지 1,000 %일 수 있다.
- [0024] 단계 (a)에서, 상기 웨이퍼의 표면을 O₂ 플라즈마로 처리하여 친수성 표면으로 개질할 수 있다.
- [0025] 상기 극성용매가 물, 에탄올 이소프로필알코올, 프로판올 및 부탄올 중에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 다른 또 하나의 측면에 따르면,
- [0027] 상기 전도성 복합필름의 제조방법을 포함하는 전극의 제조방법이 제공된다.

발명의 효과

- [0028] 본 발명의 전도성 복합필름은 좌굴 현상에 의해 골과 마루가 형성된 파형의 전도성 나노와이어를 포함하여 신축성이 향상되고, 신축에 따른 전도성의 변화가 작고, 기계적 물성이 향상될 수 있다.
- [0029] 또한, 본 발명의 전도성 복합필름의 제조방법은 프리 스트레인이 가해진 신축성 기관을 이용하여 좌굴 현상을 유도함으로써, 전도성 나노와이어만 선택적으로 좌굴시켜 전도성 복합필름 투과도가 우수할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 본 발명의 전도성 복합필름의 제조방법을 개략적으로 나타낸 흐름도이다.
- 도 2는 본 발명의 전도성 복합필름의 제조방법을 개략적으로 나타낸 것이다.
- 도 3의 실시예 1에 따라 제조된 전도성 복합필름의 SEM 이미지이다.
- 도 4은 실시예 1에 따라 제조된 전도성 복합필름에 다시 스트레인을 가한 후의 광학현미경(OM) 이미지이다.
- 도 5는 실시예 2에 따라 제조된 전도성 복합필름에 다시 스트레인을 가하면서 저항의 변화를 측정한 결과이다.
- 도 6는 제조에 1에 따라 제조된 은 나노와이어 코팅 필름과 실시예 1 내지 3에 따라 제조된 전도성 복합필름(적색)의 투과도를 측정한 결과이다.
- 도 7은 제조에 2 및 실시예 4에 따라 제조된 전도성 복합필름의 SEM 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 이하, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 첨부된 도면을 참

조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하도록 한다.

- [0032] 그러나, 이하의 설명은 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0033] 본원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0035] 이하, 본 발명의 전도성 복합필름에 대해 상세히 설명하도록 한다. 다만, 이는 예시로서 제시되는 것으로, 이에 의해 본 발명이 제한되지는 않으며 본 발명은 후술할 청구범위의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0037] 본 발명의 전도성 복합필름은 신축성 기관; 상기 신축성 기관 상에 형성된 고분자층; 상기 고분자층 상에 형성된 골과 마루를 포함하는 파형의 전도성 나노와이어;를 포함할 수 있다.
- [0038] 상기 전도성 나노와이어의 파형이 좌굴에 의해 형성될 수 있다.
- [0039] 상기 좌굴의 현상이 상기 신축성 기관의 평면 방향에 평행하고 일정한 방향을 따라 발생할 수 있으며, 상기 일정한 방향의 각도가 90° 에 가까울수록 좌굴 현상의 영향이 작아질 수 있다. 이에 따라, 상기 전도성 나노와이어의 배열이 상기 일정한 방향과 일치할수록 좌굴 현상의 영향을 크게 받아 바람직할 수 있다.
- [0040] 상기 신축성 기관은 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane), 폴리우레탄 (polyurethane) 등이 가능하나 이에 한정되는 것은 아니며, 투명하고 신축성이 있는 기관은 무엇이든 가능하다.
- [0041] 상기 신축성 기관의 모듈러스는 0.01 Mpa 내지 20 Gpa일 수 있으며, 바람직하게는 0.1 Mpa 내지 1 Gpa, 더욱 바람직하게는 1 Mpa 내지 100 Mpa일 수 있다.
- [0042] 상기 고분자층은 바람직하게는 모듈러스의 조절이 용이한 블록공중합체층일 수 있다. 상기 블록공중합체층은 SIS(poly(styrene-isoprene-styrene)), SBS(poly(styrene-butadiene-styrene)), SEBS(poly(styrene-ethylene/butylene-styrene)), SEPS(poly(styrene-ethylene-propylene-styrene)) 등이 가능하며, 상기 블록공중합체층의 모듈러스는 0.01 Mpa 내지 10 GPa일 수 있으며, 바람직하게는 0.1 Mpa 내지 9 GPa, 더욱 바람직하게는 1 Mpa 내지 8 GPa일 수 있다.
- [0043] 상기 전도성 나노와이어는 은, 금, 알루미늄, 구리, 백금, 팔라듐, 주석, 탄소나노튜브(CNT) 등을 포함할 수 있으며, 바람직하게는 은 나노와이어일 수 있다.
- [0045] 도 1은 본 발명의 전도성 복합필름의 제조방법을 개략적으로 나타낸 흐름도이고, 도 2는 본 발명의 전도성 복합필름의 제조방법을 개략적으로 나타낸 것이다.
- [0046] 이하, 도 1 및 도 2를 참조하여 본 발명의 전도성 복합필름의 제조방법에 대해 상세히 설명하도록 한다.
- [0047] 먼저, 웨이퍼의 표면을 친수성 표면으로 개질한다(단계 a).
- [0048] 좀 더 상세히 설명하면, 상기 웨이퍼의 표면을 O₂ 플라즈마로 처리함으로써 친수성 표면으로 개질할 수 있으며, 이에 의하여 하기 단계 g에서 웨이퍼를 분리할 수 있다.
- [0049] 다음으로, 상기 웨이퍼 상에 전도성 나노와이어를 코팅한다(단계 b).
- [0050] 상기 전도성 나노와이어는 은, 금, 알루미늄, 구리, 백금, 팔라듐, 주석, 탄소나노튜브(CNT) 등이 가능하며, 바람직하게는 은 나노와이어일 수 있다.
- [0051] 다음으로, 상기 전도성 나노와이어 상에 고분자를 포함하는 용액을 코팅하여 웨이퍼 상에 전도성 나노와이어-고분자 복합체가 적층된 적층체를 제조한다(단계 c).
- [0052] 상기 용액의 용매는 톨루엔, 클로로폼, 아세톤 등이 가능하며, 바람직하게는 톨루엔일 수 있다.
- [0053] 다음으로, 상기 고분자가 표면에 형성된 신축성 기관에 스트레인을 가하여 프리 스트레인(pre-strain)이 가해진 신축성 기관을 준비한다(단계 d).

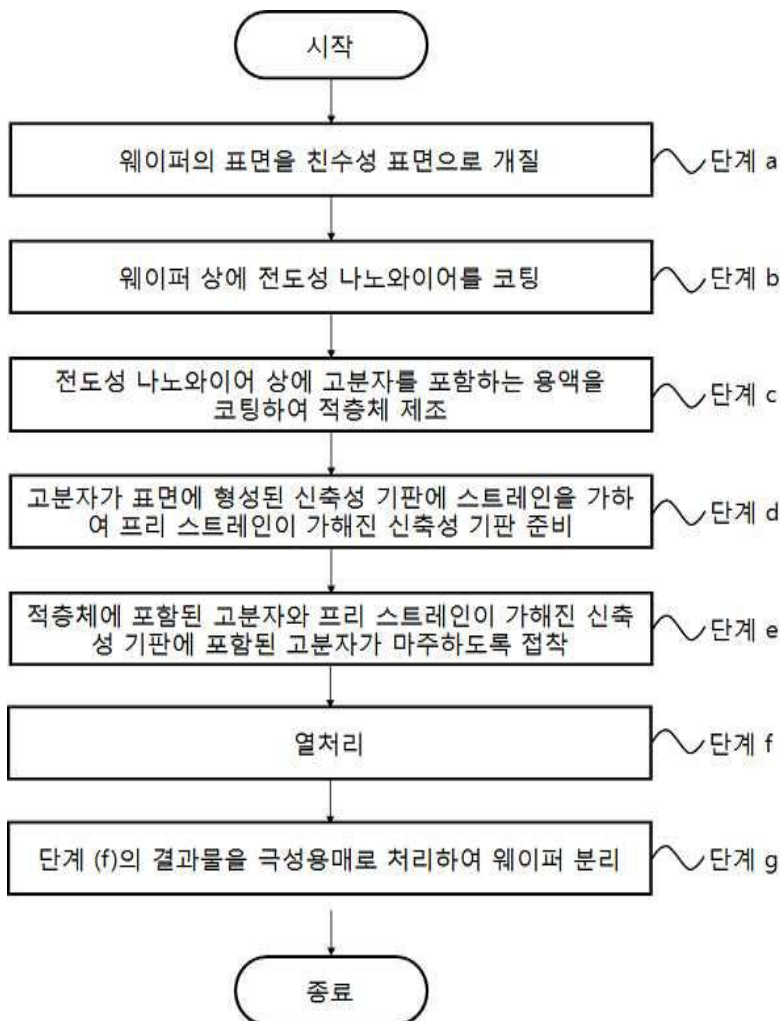
- [0054] 상기 고분자는 상술한 적층체의 고분자와 동일할 수 있다.
- [0055] 상기 신축성 기관은 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane), 폴리우레탄 (polyurethane) 등이 가능하며, 바람직하게는 폴리디메틸실록산일 수 있다.
- [0056] 상기 스트레인은 상기 전도성 복합필름에 포함된 상기 고분자층의 임계변형(critical strain) 보다 작을 수 있으며, 상기 임계변형은 하기 식 1에 따라 계산될 수 있다.
- [0057] [식 1]
- [0058]
$$\epsilon_c = -\frac{1}{4} \left(\frac{3\bar{E}_s}{\bar{E}_f} \right)^{2/3}$$
- [0059] ϵ_c 는 임계변형(critical strain), \bar{E}_s 는 신축성 기관의 모듈러스, \bar{E}_f 는 고분자층의 모듈러스이다.
- [0060] 상기 스트레인은 0.01 내지 1,000 %일 수 있으며, 바람직하게는 0.01 내지 100 %일 수 있다.
- [0061] 다음으로, 상기 적층체에 포함된 전도성 나노와이어-고분자 복합체와 상기 프리 스트레인이 가해진 신축성 기관에 포함된 고분자가 마주하도록 접착한다(단계 e).
- [0062] 상기 스트레인이 가해진 방향에 따라 좌굴 현상이 발생할 수 있으며, 상기 좌굴 현상에 의해 상기 전도성 나노와이어가 골과 마루를 포함하는 파형으로 좌굴될 수 있다.
- [0063] 이에 의하여, 상기 전도성 나노와이어는 상기 스트레인 이하의 스트레인을 가하여도 끊어지지 않아 전도성이 유지되고, 기계적 물성이 향상될 수 있다.
- [0064] 이때, 상기 스트레인에 의한 좌굴은 모듈러스가 높은 전도성 나노와이어에 선택적으로 발생하며, 상기 신축성 기관 및 고분자에서는 좌굴이 발생하지 않을 수 있다. 따라서, 상기 신축성 기관 및 고분자에 의한 빛의 산란도 발생하지 않아 상기 전도성 복합필름의 투과도를 크게 저하시키지 않는다. 좌굴에 의한 투과도 저하는 전도성 나노와이어의 밀도 증가에 의해서 발생할 수 있다.
- [0065] 다음으로, 단계 (e)의 결과물을 열처리한다(단계 f).
- [0066] 마지막으로, 단계 (f)의 결과물을 극성용매로 처리하여 단계 (f)의 결과물로부터 상기 웨이퍼를 전도성 복합필름을 제조한다(단계 g).
- [0067] 상기 극성용매는 물, 이소프로필알코올, 에탄올, 프로판올, 부탄올 등이 가능하며, 바람직하게는 물일 수 있다.
- [0069] [실시예]
- [0070] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 들어 설명하도록 한다. 그러나 이는 예시를 위한 것으로서 이에 의하여 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.
- [0072] 제조예 1: 은 나노와이어 코팅 필름의 제조(필름 저항: 30 ohm)
- [0073] 웨이퍼(웨이퍼비즈)의 상면을 O₂ 플라즈마 처리(22sccm, 100 W, 1분)한 후 은 나노와이어 용액(에탄올 분산 0.5 wt%, 나노픽시스)을 0.1 wt%로 희석시켜 1,000 rpm으로 30초간 3번 스핀코팅 하여 은 나노와이어층을 형성하였다. 상기 은 나노와이어층 상에 톨루엔에 용해된 SIS 블록공중합체(Styrene:isoprene = 15:85, KRATON D 1107, kraton polymer) 용액(2 wt%)을 2,000 rpm으로 30초간 스핀코팅 하여 은 나노와이어 코팅 필름을 제조하였다.
- [0075] 제조예 2: 은 나노와이어 코팅 필름의 제조
- [0076] 은 나노와이어 용액 0.1 wt% 대신에 0.01 wt%를 사용한 것을 제외하고는 제조예 1과 동일한 방법으로 은 나노와이어 코팅 필름을 제조하였다.
- [0078] 제조예 3: 은 나노와이어 코팅 필름의 제조(필름 저항: 23 ohm)
- [0079] 은 나노와이어 용액을 3번 스핀코팅 하는 대신에 5번 스핀코팅한 것을 제외하고는 제조예 1과 동일한 방법으로 은 나노와이어 코팅 필름을 제조하였다.
- [0081] 제조예 4: 은 나노와이어 코팅 필름의 제조(필름 저항: 14 ohm)

- [0082] 은 나노와이어 용액을 3번 스핀코팅 하는 대신에 7번 스핀코팅한 것을 제외하고는 제조예 1과 동일한 방법으로 은 나노와이어 코팅 필름을 제조하였다.
- [0084] 실시예 1: 전도성 복합필름의 제조
- [0085] 틀루엔에 용해된 SIS 블록공중합체 용액(2 wt%)을 웨이퍼 위에 2,000 rpm으로 30초간 스핀코팅 하여 블록공중합체 박막을 형성하고, 이와 따로 PDMS 필름 (두께 1 mm, 다우하이텍)을 준비하였다. 그 후 양 필름을 플라즈마 처리하여 접착하고, 웨이퍼에서 떼어내어 적층체를 제조하였다. 상기 적층체에 50%의 스트레인을 가한 후, 제조예 1에 따라 제조된 은 나노와이어 코팅 필름의 상면과 상기 적층체의 블록공중합체층이 마주하도록 접착시켰다. 다음으로, 90℃ 에서 10분 동안 열처리한 후 물에 넣어, 웨이퍼를 분리하여 전도성 복합필름을 제조하였다.
- [0087] 실시예 2: 전도성 복합필름의 제조
- [0088] 적층체에 50%의 스트레인 대신에 100%의 스트레인을 가한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 전도성 복합필름을 제조하였다.
- [0090] 실시예 3: 전도성 복합필름의 제조
- [0091] 제조예 1에 따라 제조된 은 나노와이어 코팅 필름 대신에 제조예 3에 따라 제조된 은 나노와이어 코팅 필름을 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 전도성 복합필름을 제조하였다.
- [0092]
- [0093] 실시예 4: 전도성 복합필름의 제조
- [0094] 제조예 1에 따라 제조된 은 나노와이어 코팅 필름 대신에 제조예 4에 따라 제조된 은 나노와이어 코팅 필름을 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 전도성 복합필름을 제조하였다.
- [0096] 실시예 5: 전도성 복합필름의 제조
- [0097] 제조예 1에 따라 제조된 은 나노와이어 코팅 필름 대신에 제조예 2에 따라 제조된 은 나노와이어 코팅 필름을 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 전도성 복합필름을 제조하였다.
- [0099] [시험예]
- [0101] 시험예 1: 전도성 복합필름의 SEM 이미지
- [0102] 도 3는 실시예 1에 따라 제조된 전도성 복합필름의 SEM 이미지이다.
- [0103] 도 3를 참조하면, 은 나노와이어가 스트레인을 가한 방향으로 좌굴이 발생한 것을 알 수 있었다.
- [0105] 시험예 2: 전도성 복합필름의 스트레인에 따른 전도성 변화
- [0106] 도 4은 실시예 1에 따라 제조된 전도성 복합필름에 다시 스트레인을 가한 후의 광학현미경(OM) 이미지이고, 도 5는 실시예 2에 따라 제조된 전도성 복합필름에 다시 스트레인을 가하면서 저항의 변화를 측정한 결과이다.
- [0107] 도 4을 참조하면, 실시예 1에 따라 제조된 전도성 복합필름은 프리 스트레인(50%) 이하의 스트레인에서는 은 나노와이어의 끊어짐이 없는 것으로 나타났다.
- [0108] 도 5를 참조하면, 실시예 2에 따라 제조된 전도성 복합필름은 프리 스트레인(100%) 까지는 스트레인을 가하여도 저항의 변화가 거의 없는 것으로 나타났다.
- [0109] 따라서, 본 발명의 전도성 복합필름은 프리 스트레인 전까지 스트레인이 가해져도 은 나노와이어의 끊어짐이 없어, 전도성 변화가 거의 없어 전도성 복합필름의 신뢰성이 향상되는 것을 알 수 있었다.
- [0111] 시험예 3: 전도성 복합필름의 투과도 측정
- [0112] 도 6는 제조예 1, 제조예 3 및 4에 따라 제조된 은 나노와이어 코팅 필름(물에 넣어 웨이퍼 제거, 검정색)과 실시예 1, 실시예 3 및 4에 따라 제조된 전도성 복합필름(적색)의 투과도를 측정한 결과이다. 도 6의 (a)는 제조예 1과 실시예 1, (b)는 제조예 3과 실시예 3, (c)는 제조예 4와 실시예 4를 측정한 결과이다.
- [0113] 도 6를 참조하면, 좌굴의 전(검정색)과 후(적색)의 투과도의 차이가 2~4%로 매우 작은 것을 알 수 있었다. 이는 전도성 복합필름의 좌굴이 블록공중합체가 아닌 은 나노와이어에서만 선택적으로 발생하기 때문으로 판단된다.

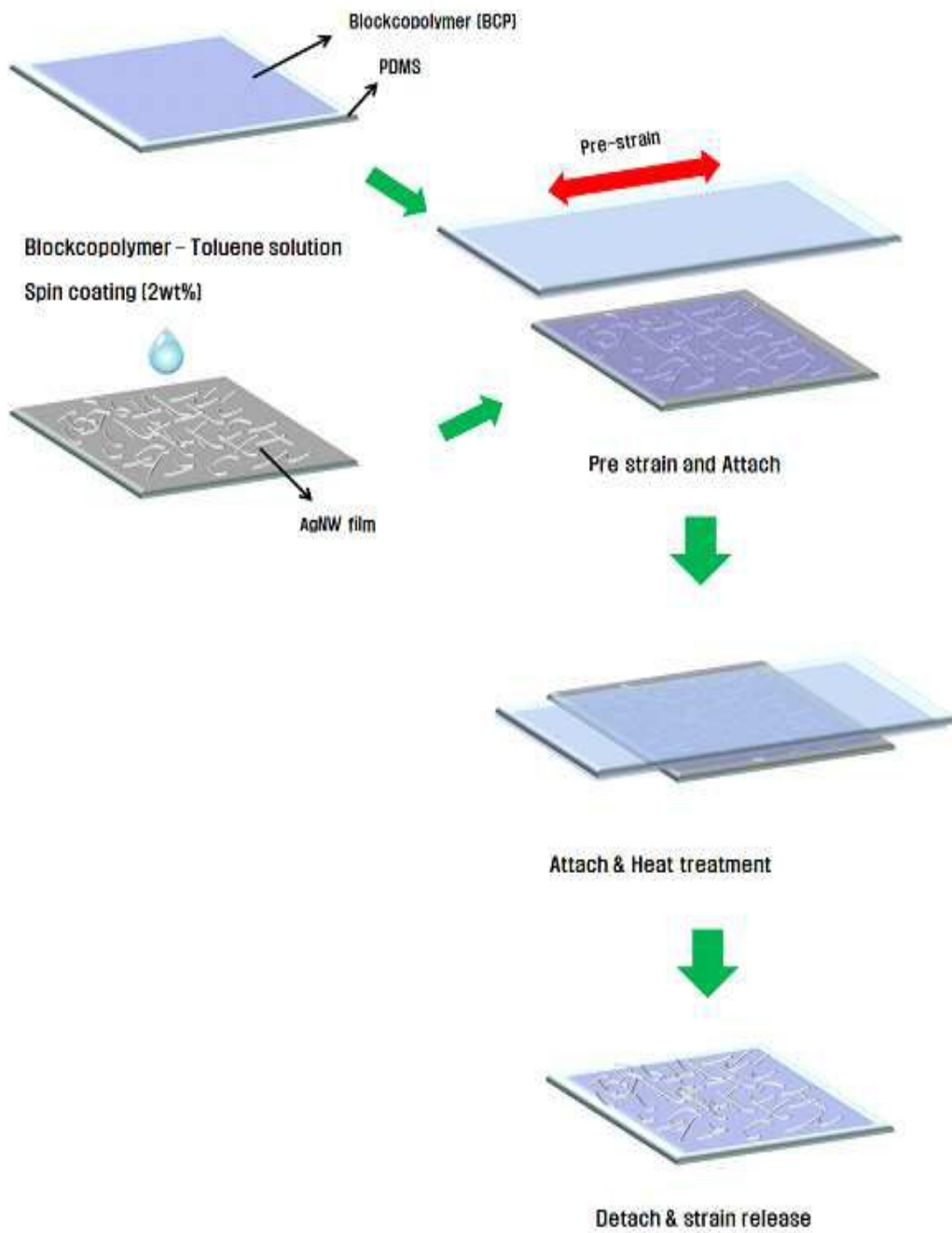
- [0114] 따라서, 본 발명의 전도성 복합필름은 종래의 전도성 복합필름과는 달리 블록공중합체에서 좌굴이 발생하지 않아 산란 현상이 없어 투과도의 감소가 크지 않은 것을 알 수 있었다.
- [0116] 시험예 4: 은 나노와이어의 배열 각도에 따른 좌굴 확인
- [0117] 도 7은 제조예 2(AgNW before transfer) 및 실시예 5(AgNW after transfer [50% prestrain])에 따라 제조된 전도성 복합필름의 SEM 이미지이다.
- [0118] 도 6을 참조하면, 스트레인을 가한 방향(도면에서의 좌우방향)으로는 은 나노와이어의 좌굴이 크게 발생하나, 스트레인을 가한 방향과의 각도가 90° 에 가까워 질수록(도면에서의 상하방향) 좌굴이 작게 발생하거나, 거의 발생하지 않는 것으로 나타났다.
- [0119] 따라서, 전도성 복합필름에 포함된 은 나노와이어는 스트레인을 가한 방향과 나란히 배열될수록(도면에서의 좌우방향) 좌굴이 크게 발생하는 것을 알 수 있었다.
- [0121] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

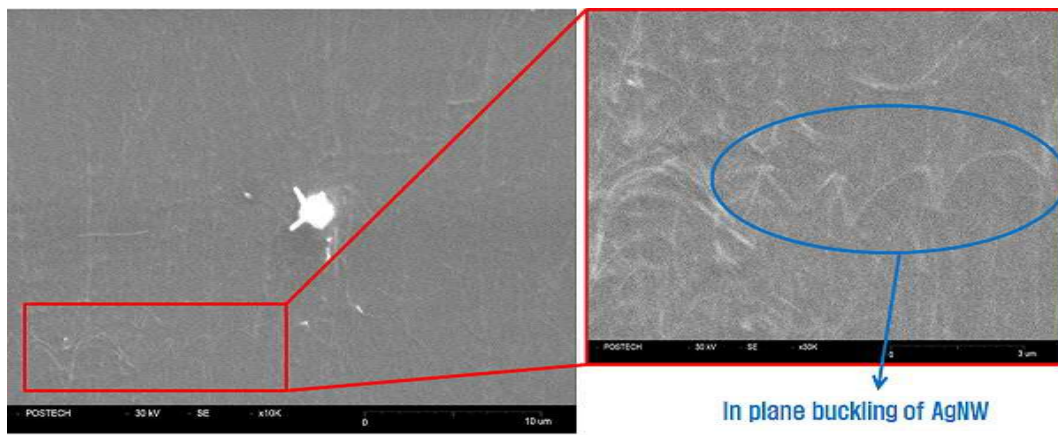
도면1



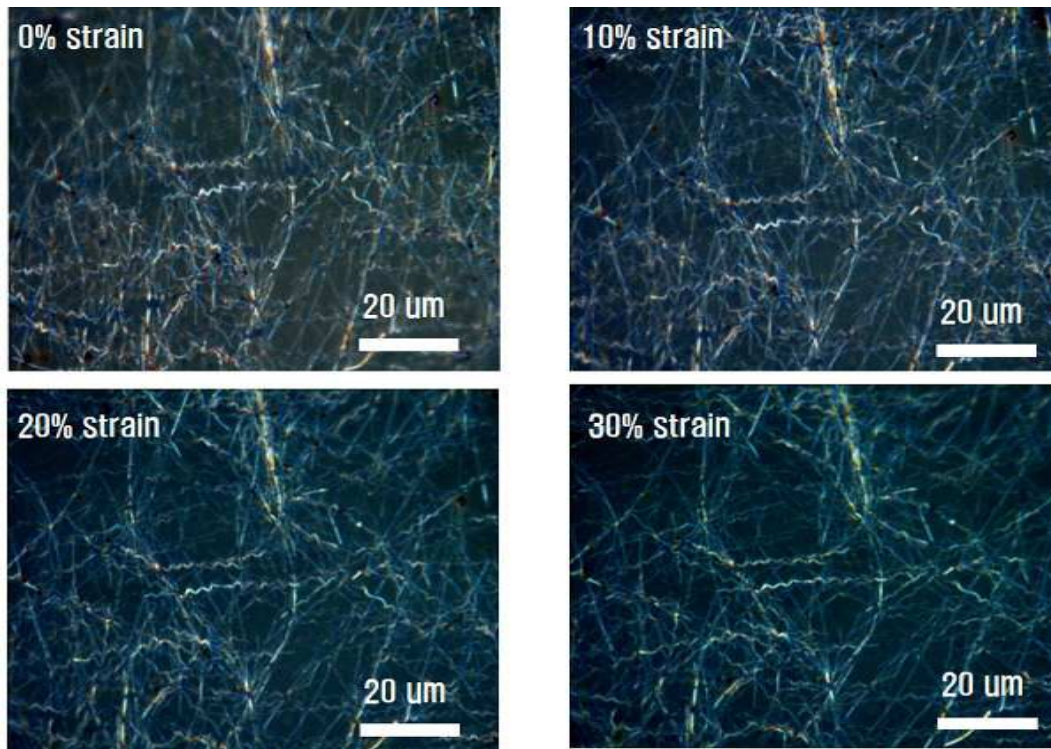
도면2



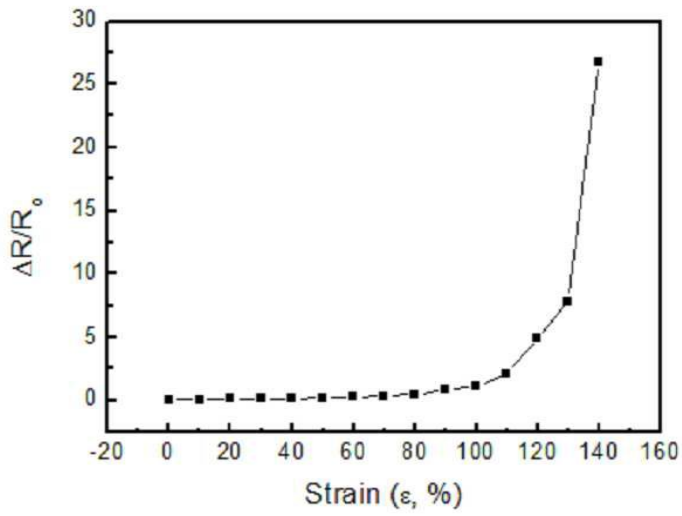
도면3



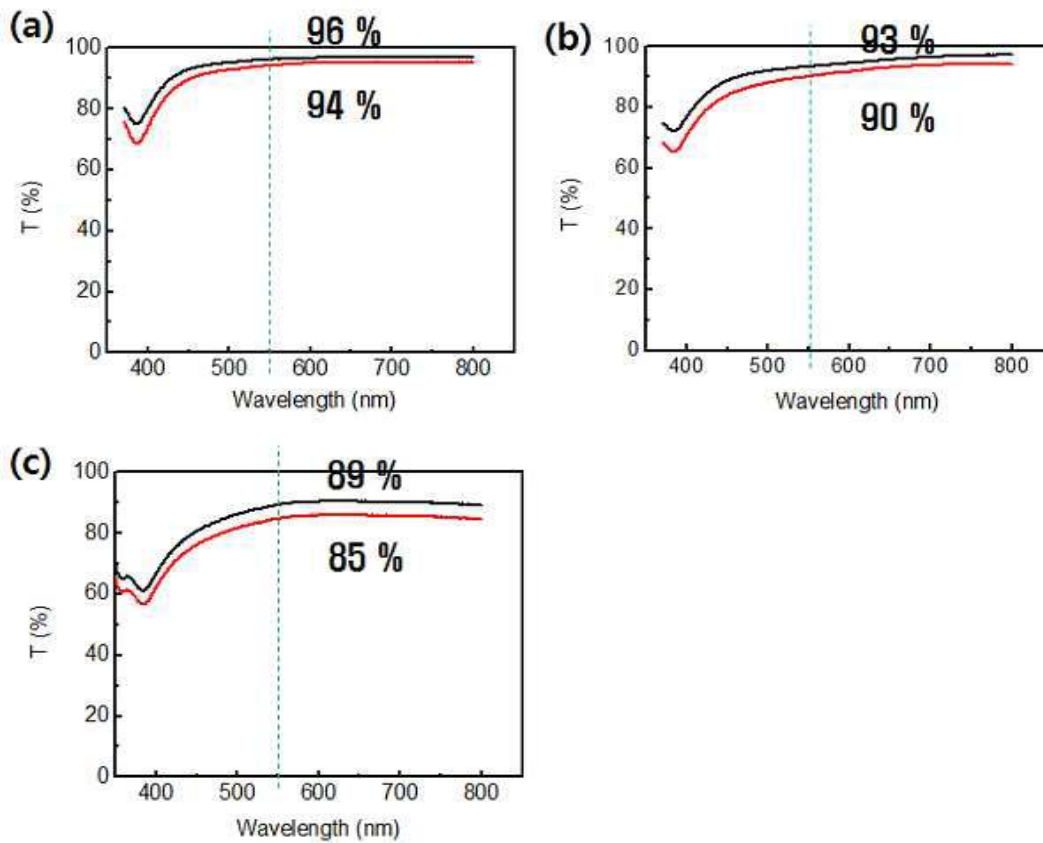
도면4



도면5



도면6



도면7

