



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년03월09일
(11) 등록번호 10-1836407
(24) 등록일자 2018년03월02일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B05D 1/02 (2006.01) B05D 7/24 (2006.01)
C09D 1/00 (2006.01) C09D 7/00 (2018.01)
C09D 7/12 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B05D 1/02 (2013.01)
B05D 7/24 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-0065471
(22) 출원일자 2016년05월27일
심사청구일자 2016년05월27일
(65) 공개번호 10-2017-0134871
(43) 공개일자 2017년12월07일
(56) 선행기술조사문헌
JP5682887 B2*
KR1020130055920 A*
JP2016060754 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
- (73) 특허권자
한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
- (72) 발명자
이화성
대전광역시 유성구 동서대로 125
정희정
세종특별자치시 중촌동 115
최형준
충북 청주시 흥덕구 공단로 134
- (74) 대리인
특허법인오암, 이성렬, 이한욱, 이성준

전체 청구항 수 : 총 2 항

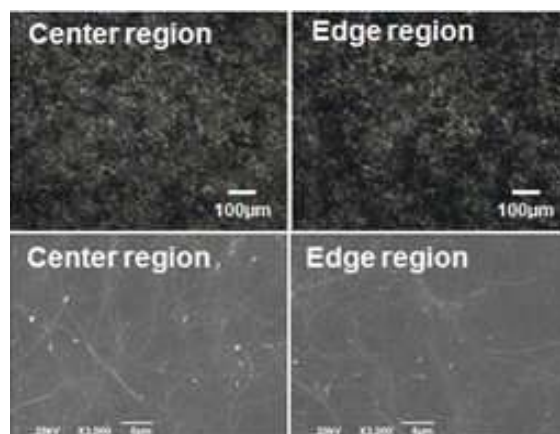
심사관 : 김민정

(54) 발명의 명칭 고주파 분산 스프레이를 이용한 은 나노와이어 균일코팅방법

(57) 요약

본 발명은 DMSO 용매가 포함된 분산용액에 은 나노와이어 0.25wt% 이하로 분산시켜 은 나노와이어 용액을 제조하는 단계, 상기 은 나노와이어가 코팅될 기판을 가열하는 단계, 상기 가열된 기판에 상기 분산된 은 나노와이어 용액을 고주파 분산 스프레이 노즐로 분무하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 고주파 분산 스프레이를 이용한 은 나노와이어 균일코팅방법에 관한 것이며, 수 마이크로미터 수준에서 대면적으로 미세하고 균일하게 코팅이 가능하여 안정성이 우수한 장점이 있고, 보다 높은 내구성과 성능을 가지는 고주파 분산 스프레이를 이용한 은 나노와이어 균일코팅용 조성물에 관한 것이다.

대표도 - 도12



(52) CPC특허분류

C09D 1/00 (2013.01)

C09D 7/20 (2018.01)

C09D 7/65 (2018.01)

B05D 2350/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 C02993690100432738

부처명 중소기업청

연구관리전문기관 (사)한국화학연협회

연구사업명 산학협력기술개발사업

연구과제명 고주파분산 스프레이를 이용한 대면적 금속 혹은 무기나노입자의 균일 코팅 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 중소기업산학협력센터

연구기간 2015.06.01 ~ 2016.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

에탄올 50 중량부 대비 DMSO(Dimethyl Sulfoxide) 용매 40 내지 60 중량부가 포함된 분산용액에 1 μm 내지 200 μm 의 길이, 20 nm 내지 1,300 nm의 직경을 갖는 은 나노와이어를 0.25wt% 이하로 분산시키고, 안정화제로서 셀룰로오스계 물질을 나노와이어 1 중량 대비 0.5 ~ 1 중량 범위로 포함시켜 은 나노와이어 용액을 제조하는 단계,

상기 은 나노와이어가 코팅될 기판을 190℃ 이상으로 가열하는 단계,

상기 가열된 기판에 상기 분산된 은 나노와이어 용액을 고주파 분산 스프레이 노즐로 분무하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 고주파 분산 스프레이를 이용한 은 나노와이어 균일 코팅방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 셀룰로오스계 물질은 메틸셀룰로오스, 하이드록시에틸셀룰로오스, 하이드록시프로필메틸셀룰로오스, 하이드록시에틸메틸셀룰로오스, 메틸에틸셀룰로오스, 카복시메틸셀룰로오스 및 하이드록시프로필셀룰로오스로 이루어진 그룹에서 선택되는 것을 특징으로 하는 고주파 분산 스프레이를 이용한 은 나노와이어 균일코팅방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 위치에 따라 전도도 값이 보다 일정한 균일전도성 필름을 제조하기 위한 고주파 분산 스프레이를 이용한 은 나노와이어 균일코팅방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 최근 화학증착으로 코팅되는 Indium Tin Oxide와 Au 등과 같은 물질을 대체하기 위해, 저비용 용액공정이 가능한 전도성 나노입자들에 대한 관심이 커지고 있다. Indium Tin Oxide와 Au는 태양전지 투명전극 소재로 주로 사용되며, 전도도가 우수하고 화학적으로 안정한 장점을 가진다. 그러나 Indium Tin Oxide는 희토류 금속이므로 수요에 비해 공급이 부족하며, Au는 가격이 높은 단점이 있다. 이를 위한 대안으로 전기 전도성과 투과도가 우수한 반면 높은 헤이즈를 가지는 은 나노와이어를 이용한 용액공정 연구가 이루어지고 있다.
- [0003] 기존의 전극 박막을 형성하는 방법은 제조 공정을 간소화를 위해 상온 상압에서의 롤투롤 프린팅, 스프레이 프린팅, 스핀코팅이 일반적으로 많이 사용된다. 롤투롤 프린팅은 패턴의 위치 조절이 어렵고, 패턴 크기의 제한과 패턴을 바꾸는데 시간이 걸린다는 문제점이 있다. 스프레이 코팅의 경우 용액의 점도에 큰 영향을 받는 특징이 있기 때문에 금속 혹은 무기 나노입자 용액은 장시간 안정된 분산상태가 아니므로 시간이 지남에 따라 침전되어 코팅된 박막의 조성이 달라질 수 있다는 문제점이 있다. 또한, 금속 혹은 무기 나노입자의 용액은 일반적으로 스핀 코팅 방법으로 대면적 코팅되지만, 기판의 크기제약이 있고, 고가의 용액이 80%이상 낭비되어 비효율적인 방법이다.
- [0004] 이에 최근 전극박막을 형성하기 위해 스프레이 방식을 이용하여 금속 혹은 무기 나노입자 재료를 마이크로미터 두께로 코팅할 수 있는 기술을 개발하고 있다.
- [0005] 기존의 스프레이를 이용한 금속 혹은 무기 나노입자 코팅은 용액의 점도가 높거나, 입자가 용액에 안정적으로 분산되어 있지 않은 상태일 때 코팅 도중 침전되어 균일한 박막 두께와 조성을 확보하는데 어려움이 있다. 또한, 금속 혹은 무기 나노 입자의 침전 시 스프레이 방식의 박막 코팅은 대면적 코팅에 적합하지 않다는 단점이 있다. 반면, 입자의 균일한 대면적 코팅을 위한 방법으로 초음파 노즐 스프레이는 점도가 높거나 나노 입자 용액을 초음파를 통해서 지속적으로 분산시켜주기 때문에 코팅 도중 침전되거나 하는 일이 없으며 이러한 장점 때문에 주목받고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1518223호(2015.05.08. 공고)
(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허공보 제10-2016-0033713호(2016.03.28. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명의 목적은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 코팅의 균일도를 획기적으로 개선하여 성능 및 안정성이 우수하고, 부가적으로는 내화학성까지 증가시켜 내구성도 높일 수 있는 고주파 분산 스프레이를 이용한 은 나노와이어 균일코팅방법을 제공하는 데에 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 고주파 분산 스프레이를 이용한 은 나노와이어 균일코팅 방법은 DMSO(Dimethyl sulfoxide)용매가 포함된 분산용액에 은 나노와이어를 0.25wt% 이하로 분산시켜 은 나노와이어 용액을 제조하는 단계, 상기 은 나노와이어가 코팅될 기판을 가열하는 단계, 상기 가열된 기판에 상기 분산된 은 나노와이어 용액을 고주파 분산 스프레이 노즐로 분무하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 기판은 은 나노와이어 분산 용매의 끓는점 이상으로 가열하는 것일 수 있다.
- [0010] 상기 가열온도는 190℃ 이상일 수 있다.
- [0011] 상기 은 나노와이어는 1 μm 내지 200 μm의 길이, 20 nm 내지 1,300 nm의 직경을 갖는 것일 수 있다.
- [0012] 상기 분산용액은 에탄올 50 중량부 대비 DMSO 40 내지 60 중량부가 혼합되어 있는 것일 수 있다.
- [0013] 상기 분산용액에는 안정화제로서 셀룰로오스계 물질이 나노와이어 1 중량 대비 0.5 ~ 1 중량 범위로 포함하는 것일 수 있다.

[0014] 상기 셀룰로오스계 물질은 메틸셀룰로오스, 하이드록시에틸셀룰로오스, 하이드록시프로필메틸셀룰로오스, 하이드록시에틸메틸셀룰로오스, 메틸에틸셀룰로오스, 카복시메틸셀룰로오스 및 하이드록시프로필셀룰로오스로 이루어진 그룹에 선택되는 것일 수 있다.

[0015] 따라서 본 발명은 상기 방법으로 기관에 코팅된 은 나노와이어 박막기관을 제공한다.

[0016] 또한, 본 발명은 에탄올 50 중량부 대비, DMSO 40 내지 60 중량부, 은 나노와이어 0.1 내지 0.3 중량부를 포함하는 고주파 분산 스프레이를 이용한 은 나노와이어 균일코팅용 조성물을 제공한다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따른 고주파 분산 스프레이를 이용한 은 나노와이어 균일코팅방법은 코팅시 은 나노와이어 용액의 뭉침 현상을 억제하여 수 마이크로미터 수준에서 미세하고 균일하게 코팅이 가능한 장점이 있다. 또한, 본 발명은 균일도를 높임으로써 위치에 상관없이 일정한 전기전도도를 가져서 전극의 성능 및 안정성이 향상되고 내화학적 및 내구성이 우수한 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 제조예 1의 은 나노와이어 코팅박막의 주사전자현미경 사진이다.

도 2은 제조예 2의 은 나노와이어 코팅박막의 주사전자현미경 사진이다.

도 3은 제조예 3의 은 나노와이어 코팅박막의 주사전자현미경 사진이다.

도 4은 제조예 4의 은 나노와이어 코팅박막의 주사전자현미경 사진이다.

도 5은 제조예 6의 은 나노와이어 코팅박막의 주사전자현미경 사진이다.

도 6은 제조예 8의 은 나노와이어 코팅박막의 주사전자현미경 사진이다.

도 7은 제조예 10의 은 나노와이어 코팅박막의 주사전자현미경 사진이다.

도 8은 제조예 11의 은 나노와이어 코팅박막의 주사전자현미경 사진이다.

도 9은 제조예 12의 은 나노와이어 코팅박막의 주사전자현미경 사진이다.

도 10은 제조예 13의 은 나노와이어 코팅박막의 주사전자현미경 사진이다.

도 11은 제조예 14의 은 나노와이어 코팅박막의 주사전자현미경 사진이다.

도 12은 제조예 15의 은 나노와이어 코팅박막의 주사전자현미경 사진이다.

도 13은 제조예 16의 은 나노와이어 코팅박막의 주사전자현미경 사진이다.

도 14은 제조예 17의 은 나노와이어 코팅박막의 주사전자현미경 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.

[0020] 본 발명에 따른 고주파 분산 스프레이를 이용한 은 나노와이어 균일코팅방법은 DMSO 용매가 포함된 분산용액에 은 나노와이어를 0.25wt% 이하로 분산시켜 은 나노와이어 용액을 제조하는 단계, 상기 은 나노와이어가 코팅될 기관을 가열하는 단계, 상기 가열된 기관에 상기 분산된 은 나노와이어 용액을 고주파 분산 스프레이 노즐로 분무하는 단계를 포함하는 것일 수 있다.

[0021] 보다 상세하게는, 초음파 스프레이 증착법(USD)을 이용한 고주파 분산 스프레이 은 나노와이어 균일코팅방법은 자체적으로 응집체를 파괴하므로, 그에 따른 증착은 매끄러운 표면과 함께 더욱 균일해지므로 다른 방법을 사용하는 것보다 더 얇은 코팅막을 제조할 수 있다. 또한, 시간이 지남에 따라 은 나노와이어 입자가 침전되어 코팅된 박막의 조성이 달라지지 않는 장점이 있다.

[0022] 보다 구체적으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 고주파 분산 스프레이 은 나노와이어 균일코팅을 위한 주파수는 170kHz 내지 190kHz가 효과적이다.

[0023] 상기 범위로 고주파 분산 스프레이 장치를 이용하여 전극이 제조될 경우, 균일한 박막 두께와 조성을 확보하여

물성과 가공성을 보다 향상시킬 수 있다.

- [0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 고주파 분산 스프레이를 이용한 은 나노와이어 균일코팅방법에서, 상기 기판은 은 나노와이어 분산 용매의 끓는점 이상으로 가열하는 것일 수 있다.
- [0025] 보다 상세하게는, 혼합되는 용매의 끓는점 이상으로 기판의 온도를 높여주는 과정은 용액이 분산된 직후 기판에 코팅된 용액이 건조되지 않아 뭉침 현상이 발생하는 것을 방지하기 위한 과정으로 표면의 매끄러움 및 코팅 균일도를 획기적으로 향상시킬 수 있을 뿐 아니라 대면적 코팅이 가능하며, 위치에 상관없이 일정한 전기전도도 값을 가질 수 있다.
- [0026] 본 발명의 일 실시예에 따른 고주파 분산 스프레이를 이용한 은 나노와이어 균일코팅방법에서, 상기 가열온도는 190℃ 이상일 수 있다.
- [0027] 보다 상세하게는, 190℃ 미만의 온도에서는 용매 DMSO가 코팅 후에도 남아있기 때문에 뭉침 현상이 발생하게 되어 코팅 후 표면이 균일하지 않고 성능이 저하되는 문제가 발생할 수 있다.
- [0028] 본 발명의 일 실시예에 따른 고주파 분산 스프레이를 이용한 은 나노와이어 균일코팅방법에서, 상기 은 나노와이어는 1 μm 내지 200 μm 의 길이, 20 nm 내지 1,300 nm의 직경을 갖는 것일 수 있다.
- [0029] 보다 상세하게는, 은 나노와이어의 중형비가 너무 크게 되면 와이어와 같은 형태로 존재하기 어렵고 실타래와 같이 엉켜질 수 있으므로 상기 기재한 범위가 바람직하다.
- [0030] 본 발명의 일 실시예에 따른 고주파 분산 스프레이를 이용한 은 나노와이어 균일코팅방법에서, 상기 분산용액은 에탄올 50 중량부 대비 DMSO 40 내지 60 중량부가 혼합되어 있는 것일 수 있다.
- [0031] 보다 상세하게는, 에탄올 50 중량부 대비 DMSO가 40 중량부 미만일 경우에는 표면균일도의 향상이 미미하며, DMSO가 60 중량부 초과일 경우에는 전기전도도가 떨어져 안정성과 성능이 저하되는 문제가 발생할 수 있다.
- [0032] 따라서, 본 발명의 고주파 분산 스프레이를 이용한 은 나노와이어 균일코팅방법은 균일도를 현저히 향상시킴으로써, 위치에 상관없이 일정한 전기전도도를 가져서 전극의 성능 및 안정성을 높이고 내화확성 및 내구성이 뛰어난 장점이 있다.
- [0033] 본 발명의 일 실시예에 따른 고주파 분산 스프레이를 이용한 은 나노와이어 균일코팅방법에서, 상기 분산용액에는 안정화제로서 셀룰로오스계 물질이 나노와이어 1 중량 대비 0.5 ~ 1 중량 범위로 포함하는 것일 수 있다.
- [0034] 보다 상세하게는, 상기 셀룰로오스계 물질이 나노와이어 1 중량 대비 0.5 미만일 경우 본 발명의 고주파 분산 스프레이를 이용한 은 나노와이어 균일코팅방법에서 상기 분산용액을 안정화하기 위한 점성제의 기능과 은 나노와이어들의 분산을 촉진하지 못하는 문제점이 있어 바람직하지 않다. 상기 셀룰로오스계 물질이 은 나노와이어 1 중량 대비 1 초과일 경우 코팅을 통해 형성되는 전극의 전기전도도가 감소되는 문제점이 발생한다.
- [0035] 본 발명의 일 실시예에 따른 고주파 분산 스프레이를 이용한 은 나노와이어 균일코팅방법에서, 상기 셀룰로오스계 물질은 메틸셀룰로오스, 하이드록시에틸셀룰로오스, 하이드록시프로필메틸셀룰로오스, 하이드록시에틸메틸셀룰로오스, 메틸에틸셀룰로오스, 카복시메틸셀룰로오스 및 하이드록시프로필셀룰로오스로 이루어진 그룹에서 선택되는 것일 수 있다.
- [0036] 따라서 본 발명은 상기 방법으로 기판에 코팅된 은 나노와이어 박막기판을 제공한다.
- [0037] 또한, 본 발명은 에탄올 50 중량부 대비, DMSO 40 내지 60 중량부, 은 나노와이어 0.1 내지 0.3 중량부를 포함하는 고주파 분산 스프레이를 이용한 은 나노와이어 균일코팅용 조성물을 제공한다.
- [0038] 이하는 본 발명의 구체적인 설명을 위하여 일 예를 들어 설명하는 바, 본 발명이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0039] 이하 물성은 하기 방법에 의해 측정하였다.
- [0040] 1)표면구조 분석
- [0041] 광학현미경(OM, Optical microscopy, Nikon, eclipse80i)을 사용하여 은 나노와이어 코팅 박막의 형성 여부를 관찰하였다.
- [0042] 2)표면 균일도

[0043] 주사전자현미경(SEM, Scanning electron microscope, JEOL LTD, JSM-6300)을 사용하여 은 나노와이어 코팅 박막의 미세조직의 표면 균일도를 분석하였다. 분석에 사용된 기판의 size는 1cm x 1cm로 측정하였다. 일정면적 내에 존재하는 은 나노와이어 입자의 개수로 평가하여 X=박막 형성이 안 됨, ○=박막 형성이 됨, ◎=표면이 보다 균일한 박막이 형성됨으로 나타내었다.

[0044] 3)전기전도도 측정

[0045] 면저항 측정기를 통해 단위 면적당 표면저항 값을 ohm/sq.로 측정하여 수치가 낮을 수록 전기전도도가 높은 것으로 평가하였다.

[0046] <제조예 1>

[0047] 에탄올 100g, 은 나노 파우더(Nanopyxics사 제품) 0.3g, 안정화제(cellulose) 0.3g을 혼합하여 은 나노와이어 코팅 조성물을 제조한다. 상온에서 초음파 노즐 스프레이(유량속도:16ml/h, 초음파세기 17 level, 분사거리 10cm)로 제조한 용액을 기판에 2분간 분사한다. SEM으로 스프레이가 된 면적을 측정해서 균일도를 관찰해본 결과 박막형성이 되지 않았다.

[0048] <제조예2>

[0049] 은 나노 파우더(Nanopyxics사 제품) 0.2g, 안정화제(cellulose) 0.2g를 사용한 것을 제외하고는 제조예 1과 동일한 방법으로 실시하였다.

[0050] <제조예3>

[0051] 은 나노 파우더(Nanopyxics사 제품) 0.1g, 안정화제(cellulose) 0.1g를 사용한 것을 제외하고는 제조예 1과 동일한 방법으로 실시하였다.

[0052] <제조예4>

[0053] 에탄올 100g, 은 나노 파우더(Nanopyxics사 제품) 0.2g, 안정화제(cellulose) 0.2g을 혼합하여 은 나노와이어 코팅 조성물을 제조한다. hot plate에 기판을 올려 에탄올의 끓는점에 가까운 70℃로 온도를 조절한 후 초음파 노즐 스프레이(유량속도:16ml/h, 초음파세기 17 level, 분사거리 10cm)로 제조한 용액을 기판에 2분간 분사한다. SEM으로 스프레이가 된 면적을 측정해서 균일도를 관찰한다.

[0054] <제조예5>

[0055] 은 나노 파우더(Nanopyxics사 제품) 0.1g, 안정화제(cellulose) 0.1g를 사용한 것을 제외하고는 제조예4와 동일한 방법으로 실시하였다.

표 1

조건	에탄올 (중량부)	은 나노파우더 (중량부)	cellulose(중량부)	기판처리온도 (℃)	박막형성 여부	면저항 (Ω/sq.)
제조예1	100	0.3	0.3	상온	X	-
제조예2	100	0.2	0.2	상온	○	13.5
제조예3	100	0.1	0.1	상온	○	16.5
제조예4	100	0.2	0.2	70	◎	10.5
제조예5	100	0.1	0.1	70	◎	12.9

[0057] 상기 표 1에서 보이는 바와 같이, 은 나노 파우더의 농도가 0.25wt% 이하로 포함된 코팅용 조성물에서 박막이 형성되는 것을 확인하였다. 또한, 기판처리온도를 70℃로 유지했을 때 뭉침 현상이 보다 감소하고 균일한 박막이 형성되며, 이에 따른 면저항 값은 감소하여 전기전도도가 향상되는 것을 확인하였다. 이는 코팅 시 뭉침 현상은 용액을 분사한 후 코팅된 용액이 바로 건조되지 않아서 발생하기 때문이다. 따라서 연구팀은 기판에 온도를 처리하는 방식이 전체적으로 균일한 코팅을 하는 데 보다 효과적임을 확인하였다. 한편, 에탄올을 용매로 하고, 기판처리온도를 70℃로 유지함에도 불구하고 면저항 값은 다소 높아 다음 제조예와 같은 다른 용매조건의 실험을 추가적으로 수행하였다.

[0058] 이에, 끓는점이 각각 다른 용매로서 아세톤과 DMSO를 사용하여 코팅박막을 형성시켜 그에 따른 박막특성을 평가

하여 최적의 코팅조건을 도출하였다.

<제조예6>

에탄올 50g, 아세톤 40g, 은 나노 파우더(Nanopyxics사 제품) 0.2g, 안정화제(cellulose) 0.2g을 혼합하여 은 나노와이어 코팅 조성물을 제조한다. hot plate에 기판을 올려 에탄올의 끓는점에 가까운 70℃로 온도를 조절한 후 초음파 노즐 스프레이(유량속도:16ml/h, 초음파세기 17 level, 분사거리 10cm)로 제조한 용액을 기판에 2분 간 분사한다. SEM으로 스프레이가 된 면적을 측정해서 균일도를 관찰한다.

<제조예7>

은 나노 파우더(Nanopyxics사 제품) 0.1g, 안정화제(cellulose) 0.1g를 사용한 것을 제외하고는 제조예 6과 동일한 방법으로 실시하였다.

<제조예8>

아세톤 60g을 사용한 것을 제외하고는 비교예 6와 동일한 방법으로 실시하였다.

<제조예9>

아세톤 60g, 은 나노 파우더(Nanopyxics사 제품) 0.1g, 안정화제(cellulose) 0.1g를 사용한 것을 제외하고는 비교예 6과 동일한 방법으로 실시하였다.

표 2

조건	ethanol (중량부)	acetone (중량부)	은 나노파우 더 (중량부)	cellulose(중 량부)	기판처리온도 (℃)	박막형성 여부	면저항 (Ω/sq.)
제조예6	50	40	0.2	0.2	70	○	14.3
제조예7	50	40	0.1	0.1	70	○	15.4
제조예8	50	60	0.2	0.2	70	○	14.5
제조예9	50	60	0.1	0.1	70	○	16.4

상기 표 2에서 보이는 바와 같이, 아세톤과 에탄올을 혼합하여 용매로 사용한 경우 원형의 닷 형태로 코팅이 된 것을 볼 수 있었다(도 5 참조). 아세톤은 끓는점이 낮기 때문에 기판에 용액이 떨어진 직후 급격히 건조되어 물 방울 형태로 코팅이 된 것으로 보인다. 또한, 이 경우 전기전도도 측면에서도 현저한 효과가 없는 것을 확인하였다. 즉, 에탄올에 아세톤을 혼합한 분산용액을 사용하는 것보다는 에탄올만을 분산용매로 사용하였을 때 더 균일하게 코팅되는 것을 확인되어, 다음으로는 아세톤 대신 다른 용매를 에탄올에 혼합하여 분산용매로 사용하였다.

<제조예10>

이에, 에탄올 50g, DMSO 30g, 은 나노 파우더(Nanopyxics사 제품) 0.2g, 안정화제(cellulose) 0.2g을 혼합하여 은 나노와이어 코팅 조성물을 제조한다. hot plate에 기판을 올려 DMSO의 끓는점에 가까운 190℃로 온도를 조절한 후 초음파 노즐 스프레이(유량속도:16ml/h, 초음파세기 17 level, 분사거리 10cm)로 제조한 용액을 기판에 2분간 분사한다. SEM으로 스프레이가 된 면적을 측정해서 균일도를 관찰한다.

<제조예11>

은 나노 파우더(Nanopyxics사 제품) 0.1g, 안정화제(cellulose) 0.1g를 사용한 것을 제외하고는 제조예 10과 동일한 방법으로 실시하였다.

<제조예12>

DMSO 40g을 사용한 것을 제외하고는 제조예 10과 동일한 방법으로 실시하였다.

<제조예13>

DMSO 40g, 은 나노 파우더(Nanopyxics사 제품) 0.1g, 안정화제(cellulose) 0.1g를 사용한 것을 제외하고는 제조예 10과 동일한 방법으로 실시하였다.

<제조예14>

[0078] DMSO 60g을 사용한 것을 제외하고는 제조예 10과 동일한 방법으로 실시하였다.

[0079] <제조예15>

[0080] DMSO 60g, 은 나노 파우더(Nanopyxics사 제품) 0.1g, 안정화제(cellulose) 0.1g를 사용한 것을 제외하고는 제조예 10과 동일한 방법으로 실시하였다.

[0081] <제조예16>

[0082] DMSO 80g을 사용한 것을 제외하고는 제조예 10과 동일한 방법으로 실시하였다.

[0083] <제조예17>

[0084] DMSO 80g, 은 나노 파우더(Nanopyxics사 제품) 0.1g, 안정화제(cellulose) 0.1g를 사용한 것을 제외하고는 제조예 10과 동일한 방법으로 실시하였다.

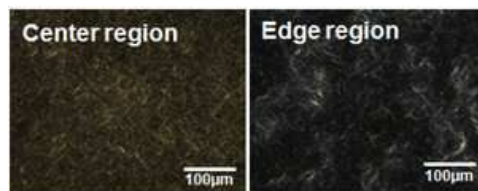
[0085] **표 3**

	에탄올 (중량부)	DMSO (중량부)	은 나노 파우더 (중량부)	cellulose(중량부)	기관처리온도 (℃)	박막형성 여부	면저항 (Ω/sq.)
제조예10	50	30	0.2	0.2	190	○	4.5
제조예11	50	30	0.1	0.1	190	○	6.1
제조예12	50	40	0.2	0.2	190	◎	5.1
제조예13	50	40	0.1	0.1	190	◎	8.1
제조예14	50	60	0.2	0.2	190	◎	5.4
제조예15	50	60	0.1	0.1	190	◎	8.4
제조예16	50	80	0.2	0.2	190	○	6.1
제조예17	50	80	0.1	0.2	190	○	9.6

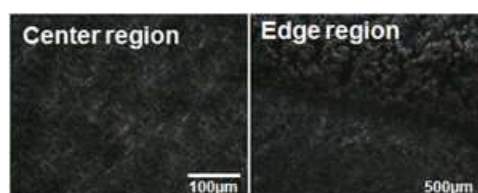
[0086] 상기 표 3에서 보이는 바와 같이, 에탄올과 DMSO를 혼합하여 용매로 사용한 경우 면저항 값이 현저히 낮아지는 것을 볼 수 있다. 특히, 제조예 12 내지 15에서 분산용액으로서 에탄올 50 중량부 대비 DMSO 40 내지 60 중량부가 혼합되어 있는 경우는 전기전도도가 향상되는 효과와 함께 보다 미세하고 균일하게 코팅박막이 형성되는 것을 확인할 수 있다. 따라서, DMSO 용매가 포함된 분산용액에 은 나노와이어를 0.25wt%이하로 분산시켜 은 나노와이어 용액을 제조하고, 기관에 온도를 처리하는 고주파 분산 스프레이를 이용한 은 나노와이어 균일코팅방법은 코팅의 균일도를 획기적으로 개선하여 성능 및 안정성이 우수하고, 부가적으로는 내화학성까지 증가시켜 내구성도 높일 수 있는 장점이 있다.

도면

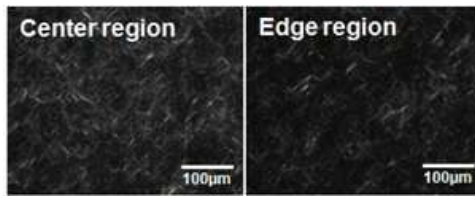
도면1



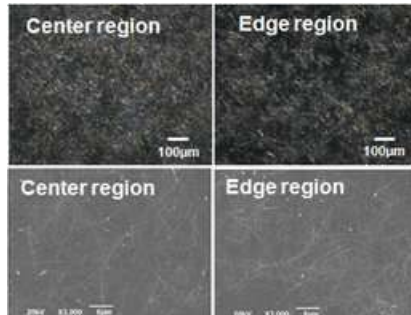
도면2



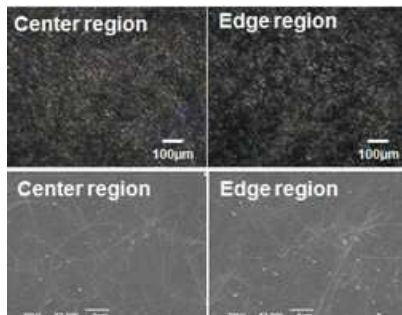
도면3



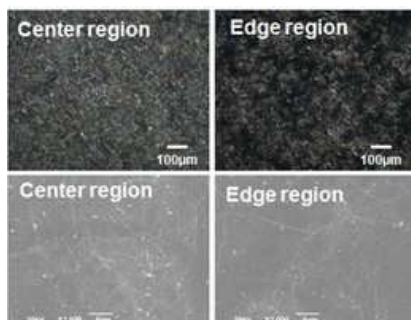
도면4



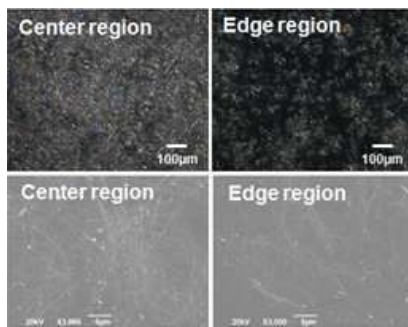
도면5



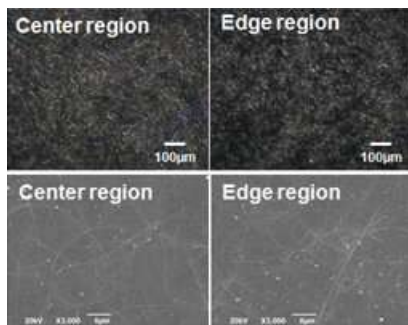
도면6



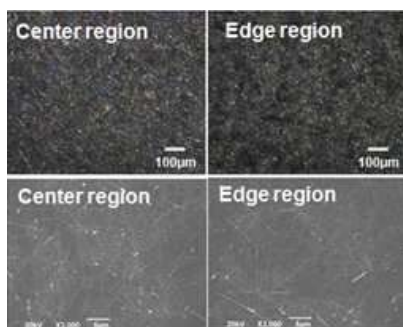
도면7



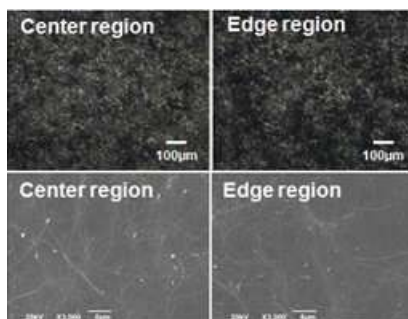
도면8



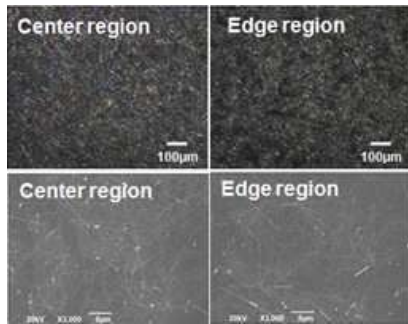
도면9



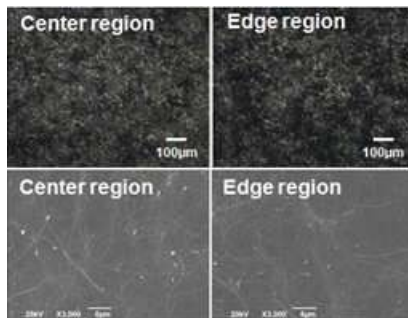
도면10



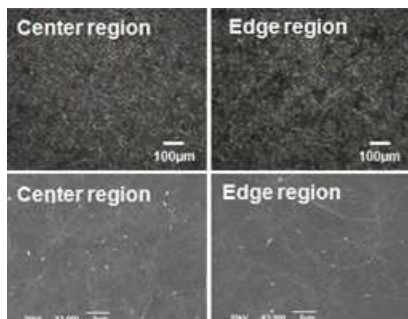
도면11



도면12



도면13



도면14

