



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0082273
(43) 공개일자 2020년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

D06M 11/83 (2020.01) C25D 5/12 (2006.01)
C25D 5/18 (2006.01) C25D 5/54 (2006.01)
D06M 101/40 (2006.01)

(52) CPC특허분류

D06M 11/83 (2013.01)
C25D 5/12 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0172702

(22) 출원일자 2018년12월28일

심사청구일자 2018년12월28일

(71) 출원인

(주)다인스

전라북도 전주시 덕진구 반룡로 109 (팔복동2가)

(72) 발명자

정승

서울특별시 관악구 성현로 80, 104동 601호 (봉천동, 관악드림타운아파트)

안중준

전라남도 순천시 해룡면 조례못등3길 3-13

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

서현, 민복기

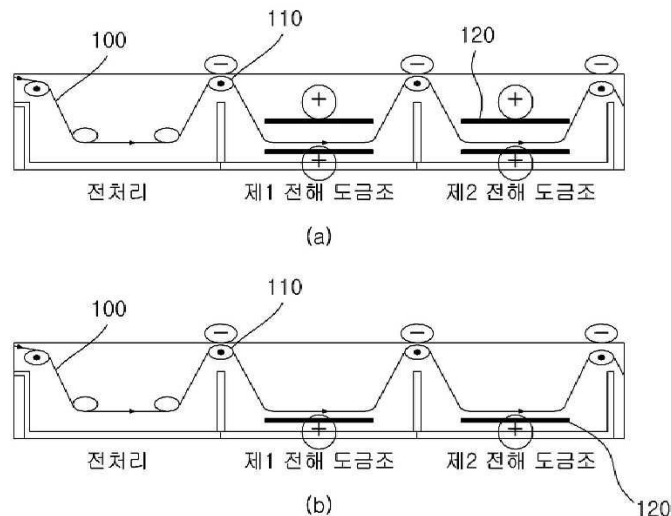
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 금속도금 탄소섬유 및 금속도금 탄소섬유의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 금속도금 탄소섬유 및 금속도금 탄소섬유의 제조방법에 관한 것으로서, 또한, 본 발명의 실시예에 따른 금속도금 탄소섬유의 제조방법은, 탄소 섬유를 전처리하는 단계, 및 상기 전처리한 탄소 섬유의 표면에 복수의 전해 도금을 순차적으로 적용하여도전 특성이 다른 금속층을 연속적으로 적층하여 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C25D 5/18 (2013.01)

C25D 5/54 (2013.01)

D06M 2101/40 (2013.01)

(72) 발명자

하재상

전라북도 전주시 덕진구 경동로 20, 103동 202호(
덕진동2가, 사랑으로부영아파트)

박춘성

경기도 수원시 영통구 봉영로 1526, 713동 101호
(영통동, 살구골 성지아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 R0006172

부처명 중소기업벤처부

연구관리전문기관 한국산업기술진흥원

연구사업명 지역특화산업육성(R&D)(산업부)

연구과제명 1.5K 고전도 탄소섬유를 이용한 내구성 향상 자동차 시트히터 개발

기 여 율 1/1

주관기관 주식회사 다인스

연구기간 2017.03.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

탄소섬유를 전처리(pre-treatment)하는 단계; 및

상기 전처리한 탄소섬유의 표면에 복수의 전해 도금을 순차적으로 적용하여도전 특성이 다른 금속층을 연속적으로 적층하여 형성하는 단계;를

포함하는 금속도금 탄소섬유의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전처리하는 단계는,

황산 또는 아세트산을 이용하여 전처리하는 금속도금 탄소섬유의 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 연속적으로 적층하여 형성하는 단계는,

제1 전해 도금으로 제1 금속층을 형성하고, 상기 제1 금속층을 형성한 후 제2 전해 도금으로 제2 금속층을 형성하며, 상기 제2 금속층을 형성한 후 제3 전해 도금으로 제3 금속층을 형성하는 금속도금 탄소섬유의 제조방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 연속적으로 적층하여 형성하는 단계는,

상기 제1 금속층 및 상기 제3 금속층은 제1 금속으로, 상기 제2 금속층은 상기 제1 금속과 다른 제2 금속으로 각각 형성하는 금속도금 탄소섬유의 제조방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 금속층 내지 상기 제3 금속층은 니켈(Ni), 구리(Cu) 및 니켈 금속층으로 금속층의 두께는 각각 0.5 μ m, 1 μ m 및 0.5 μ m를 초과하지 않는 범위에서 형성되는 금속도금 탄소섬유의 제조방법.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 제1 전해 도금 내지 상기 제3 전해 도금은,

상기 탄소섬유에 연결되는 음전극과, 상기 음전극보다 총면적이 크며 황(S), 인(P), 구리(Cu) 중 적어도 하나를 포함하는 양전극의 양단에 인가되는 전압에 의해 이루어지는 금속도금 탄소섬유의 제조방법.

청구항 7

전처리가 완료된 탄소섬유; 및

상기 전처리한 탄소섬유의 표면에 복수의 전해 도금을 순차적으로 적용하여연속적으로 적층하여 형성된 복수의 금속층;을

포함하는 금속도금 탄소섬유.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 탄소섬유는 황산 및 아세톤을 이용하여 전처리되는 금속도금 탄소섬유.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 복수의 금속층은, 제1 전해 도금으로 형성되는 제1 금속층, 상기 제1 금속층이 형성된 후 제2 전해 도금으로 형성되는 제2 금속층, 및 제2 금속층이 형성된 후 제3 전해 도금으로 형성되는 제3 금속층을 포함하는 금속도금 탄소섬유.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1 금속층 및 상기 제3 금속층은 제1 금속으로, 상기 제2 금속층은 상기 제1 금속과 다른 제2 금속으로 각각 형성되는 금속도금 탄소섬유.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제1 금속층 내지 상기 제3 금속층은 각각 니켈(Ni), 구리(Cu) 및 니켈 금속층으로, 금속층의 두께는 각각 $0.5\mu\text{m}$, $1\mu\text{m}$ 및 $0.5\mu\text{m}$ 를 초과하지 않는 범위에서 형성되는 금속도금 탄소섬유.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 제1 전해 도금 내지 상기 제3 전해 도금은, 상기 탄소섬유에 연결되는 음전극과, 상기 음전극보다 총면적이 크며 황, 인, 구리 중 적어도 하나를 포함하는 양전극의 양단에 인가되는 전압에 의해 이루어지는 금속도금 탄소섬유.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 금속도금 탄소섬유 및 금속도금 탄소섬유의 제조방법에 관한 것으로서, 더 상세하게는 가령 자동차 전장품이나 통신용 장비에 사용되어 전자파 차폐기능이나 자동차 등에 사용되는 시트의 시트용 발열체를 구현하기 위한 고분자 복합소재로서, 생산비용 등의 경제성과 전도성이 우수한 금속도금 탄소섬유 및 금속도금 탄소섬유의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 항공 또는 우주산업의 발달과 더불어 급속하게 개발되기 시작한 탄소섬유 강화 복합재료는 오늘날 항공 또는 우주산업뿐만 아니라 전기 또는 전자 재료, 토목 또는 건축 재료, 자동차, 선박, 군사장비, 스포츠용품 등 다양한 분야에서 사용되고 있는 첨단 소재 중의 한가지이다. 그러나, 최근 탄소섬유 강화 복합재료는 단점인 저전도성 문제로 인하여 기계적 물성과 전자파 차폐성능을 동시에 구현해야 하는 자동차 전장품 및 통신용 디바이스 하우징(device housing) 등에는 아주 제한적으로 사용되고 있다.

[0003] 따라서, 이를 극복 하고자 고분자 복합소재에 전자파 차폐기능을 구현하기 위한 충전제(filler)로서, 탄소섬유(carbon fiber), 카본블랙(carbon black), 탄소나노튜브(CNT), 이산화타이타늄(TiO_2), 니켈-코팅 흑연(nickel coated graphite) 및 가장 최근에 발표한 그래핀(Graphene) 등을 첨가하여 전자파 차폐 효율을 갖는 고분자 복합소재를 개발하고 있으나, 분산의 문제와 기계적 물성 저하 등의 이유로 그 상용화에 많은 문제점을 가지고 있다. 그리고, 가격적인 문제 및 기계적 물성 때문에 많은 시행착오를 경험하고 있다.

[0004] 물론 종래에는 무전해 또는 전해 표면 처리공정, 즉 각 단계를 분리하여 처리 후 재처리하는 경우도 있으나 이는 공정 시간을 단축하지 못하고 가격 경쟁력이 없으며, 생산설비 역시 간소화하지 못한 문제점이 있다.

[0005] 또한, 탄소섬유와 금속간의 결합력을 높이기 위하여 종전에는 CVD(Chemical Vapor Deposition) 공정 혹은 스퍼터링 방식을 사용하고 있었는데, 이는 생산비용이 높아 가격경쟁력을 가지지 못하는 등 문제점을 또한 내포하고 있다.

[0006] 나아가, 무전해 탄소섬유 도금방법은 화학적 이온결합으로 인하여 인 성분을 함유하여 탄소섬유에 도전성을 높이는 부분에서 다소 제한적이며, 전해 도금의 경우 전도도는 높일 수 있으나 탄소섬유 각 필라멘트(filament)에는 균일하게 도금이 되지 않아 각 필라멘트의 역할이 중요한 복합소재로서는 부적합하다. 전해 도금으로 생산된 도금 탄소섬유는 보풀이 많이 발생하고 필라멘트 단절 현상이 많아 제품의 도금 상태를 유지해야 하는 복합재료로서의 사용이 제한적이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보 제10-0572995호(2006.04.14.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 실시예는, 가령 자동차 전장품이나 통신용 장비에 사용되어 전자파 차폐기능이나 자동차 등에 사용되는 시트의 시트용 발열체를 구현하기 위한 고분자 복합소재로서, 생산비용 등의 경제성과 전도성이 우수한 금속 도금 탄소섬유 및 금속도금 탄소섬유의 제조방법을 제공함에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 실시예에 따른 금속도금 탄소섬유는, 전처리(pre-treatment)가 완료된 탄소섬유, 및 상기 전처리한 탄소섬유의 표면에 복수의 전해 도금을 순차적으로 적용하여 연속적으로 적층하여 형성된 복수의 금속층을 포함한다.

[0010] 상기 탄소섬유는 황산 및 아세톤을 이용하여 전처리될 수 있다.

[0011] 상기 복수의 금속층은, 제1 전해 도금으로 형성되는 제1 금속층, 상기 제1 금속층이 형성된 후 제2 전해 도금으로 형성되는 제2 금속층, 및 제2 금속층이 형성된 후 제3 전해 도금으로 형성되는 제3 금속층을 포함할 수 있다.

[0012] 상기 제1 금속층 및 상기 제3 금속층은 제1 금속으로, 상기 제2 금속층은 상기 제1 금속과 다른 제2 금속으로 각각 형성될 수 있다.

[0013] 상기 제1 금속층 내지 상기 제3 금속층은 니켈(Ni), 구리(Cu) 및 니켈 금속층으로 금속층의 두께는 각각 0.5 μ m, 1 μ m 및 0.5 μ m를 초과하지 않는 범위에서 형성될 수 있다.

[0014] 상기 제1 전해 도금 내지 상기 제3 전해 도금은, 상기 탄소섬유에 연결되는 음전극과, 상기 음전극보다 총면적이 크며 황, 인, 구리 중 적어도 하나를 포함하는 양전극의 양단에 인가되는 전압에 의해 이루어질 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 금속도금 탄소섬유의 제조방법은, 탄소섬유를 전처리하는 단계, 및 상기 전처리한 탄소섬유의 표면에 복수의 전해 도금을 순차적으로 적용하여 도전 특성이 다른 금속층을 연속적으로 적층하여 형성하는 단계를 포함한다.

[0016] 상기 전처리하는 단계는, 황산 또는 아세톤을 이용하여 전처리할 수 있다.

[0017] 상기 연속적으로 적층하여 형성하는 단계는, 제1 전해 도금으로 제1 금속층을 형성하고, 상기 제1 금속층을 형성한 후 제2 전해 도금으로 제2 금속층을 형성하며, 상기 제2 금속층을 형성한 후 제3 전해 도금으로 제3 금속층을 형성할 수 있다.

- [0018] 상기 연속적으로 적층하여 형성하는 단계는, 상기 제1 금속층 및 상기 제3 금속층은 제1 금속으로, 상기 제2 금속층은 상기 제1 금속과 다른 제2 금속으로 각각 형성할 수 있다.
- [0019] 상기 제1 금속층 내지 상기 제3 금속층은 니켈(Ni), 구리(Cu) 및 니켈 금속층으로 금속층의 두께는 각각 0.5 μ m, 1 μ m 및 0.5 μ m를 초과하지 않는 범위에서 형성될 수 있다.
- [0020] 상기 제1 전해 도금 내지 상기 제3 전해 도금은, 상기 탄소섬유에 연결되는 음전극과, 상기 음전극보다 총면적이 크며 황(S), 인(P), 구리(Cu) 중 적어도 하나를 포함하는 양전극의 양단에 인가되는 전압에 의해 이루어질 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명의 실시예에 따르면 전해도금으로 모든 금속층을 형성할 수 있게 됨으로써 도금욕의 오염이 줄어 청소주기를 가령 5일 정도로 길게 유지할 수 있다.
- [0022] 또한, 전해 도금조의 하측, 즉 탄소섬유의 하측에 배치되는 양전극을 황, 인, 동 즉 구리 전극으로 설치함으로써 도금되는 금속층의 균일성을 높일 수 있다.
- [0023] 나아가, 종래 기술 대비 절반의 두께로 도금층을 형성하지만, 더 우수한 전도성을 갖게 될 것이다.
- [0024] 뿐만 아니라, 생산 설비의 간소화, 도금욕 관리시간 단축 등을 통해 가격 경쟁력을 가질 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 금속도금 탄소섬유의 제조과정을 설명하기 위한 도면,
도 2 내지 도 15는 본 발명의 실시예에 따른 금속 코팅 조건 및 특성을 설명하기 위한 도면, 그리고
도 16은 본 발명의 실시예에 따른 금속도금 탄소섬유의 제조과정을 나타내는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대하여 상세히 설명한다.
- [0027] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 고도전성 탄소섬유가 형성되는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0028] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 금속도금 탄소섬유는 (전처리) 탄소섬유(100) 및 복수의 금속층을 포함한다.
- [0029] 본 발명의 실시예에 따른 금속도금 탄소섬유를 구성하는 탄소섬유(100)는 도 1의 (a) 및 (b)에서와 같이 전처리 과정을 거친 탄소섬유에 해당된다. 예를 들어 전처리 전의 탄소 섬유는 6K 규격(미쓰비시, 효성 사(社) 등의 탄소 섬유)의 탄소섬유가 사용될 수 있다. 물론 이외에도 다양한 규격의 탄소 섬유가 사용될 수 있을 것이다(예: 3K, 12K 등). 본 발명의 실시예에서는 이러한 탄소 섬유를 이용하여 탈지 및 연화공정 등을 통해 전처리 과정을 수행하여 전처리 후의 탄소섬유(100)를 얻을 수 있다. 좀더 구체적으로 전처리된 탄소섬유(100)는 산을 이용해 탄소섬유에 사이징(sizing)된 에폭시나 우레탄을 제거하며, 동시에 섬유 표면을 팽윤(swelling)시켜 연화(softening)시키는 공정을 실시하여 얻을 수 있다.
- [0030] 본 발명의 실시예에서는 실험을 통해 황산 10%, 아세트산(혹은 아세트산) 5% 등으로 된 전처리조에서 탄소섬유를 1m를 통과시켜 처리 전과 처리 후를 비교하였다. 탈지 및 연화 공정은 온도 40℃45℃50℃의 3가지 조건으로 진행하였으나 공정 온도에 따른 물성의 변화가 없었다. 이에 45℃에서 전처리를 실시하였고 도금 두께는 700nm로 진행해 공정결과를 기준으로 특성을 비교하였다. [표 1]은 전처리 사용 용액에 따른 비교 결과이다.

표 1

	전기저항(Ω/m)	도금두께(nm)
비교예	1.34	Ni - 900
황산 10% (실시1)	0.16	Ni-400nm Cu-300nm
아세트론 10% (실시2)	0.11	

[0031]

[0032]

[표 1]에 기재된 바와 같이, (가령, 시판 중인 일반 시약을 사용하는) 비교대상인 니켈 900nm 두께의 도금과 비교해 볼 때 본 발명의 실시예에서는 니켈 또는 구리의 도금두께가 대략 그 절반에서 1/3에 달하지만, 그 절반에서 1/3의 두께에도 불구하고 전도성(저항 낮아짐)은 더 월등해진 것을 확인할 수 있다.

[0033]

상기한 바와 같이, 본 발명의 실시예에서는 황산 또는 아세트론을 탄소섬유의 전처리 과정에 이용하여 가령 전해 도금을 통해 금속층(혹은 도전층, 전도층)을 형성했을 때가 다른 시약을 전처리에 사용하는 경우 대비 절반의 두께를 형성함에도 불구하고 훨씬 월등한 전도도를 가지는 금속층을 형성할 수 있게 된다.

[0034]

또한, 본 발명의 실시예에 따른 금속도금 탄소섬유는 가령 제1 금속층 내지 제3 금속층으로 구성되는 복수의 금속층을 포함할 수 있다. 여기서, 제1 금속층은 가령 니켈(Ni), 제2 금속층은 구리(Cu), 그리고 제3 금속층은 다시 니켈(Ni)을 재질로 하는 금속층을 형성할 수 있다.

[0035]

부품이라는 것은 통상 특정 제품에 적용하기 위한 규격이라는 것이 있기 때문에 그 규격에 부합하는 전도도가 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 실시예에서는 그 전도도를 근거로 하여 적층할 모든 금속층에 대한 전체 두께를 먼저 결정한 후 이에 따라 각 층을 형성하는 금속층에 대한 기대 두께를 결정할 수 있을 것이다. 물론 그러한 전도도의 조건을 충족할 수 있다면 금속층을 2개의 금속층으로 형성하는 것도 얼마든지 가능할 수 있고, 서로 다른 재질로 금속층을 형성하는 것도 얼마든지 가능하다.

[0036]

이와 같이 본 발명의 실시예에서는 어떠한 금속 재질로 어떠한 층을 형성하는지에 특별히 한정하지는 않을 것이다. 가령, 위의 금속 이외에도 필요하다면, 티타늄(Ti)이나 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 알루미늄(Al), 금(Au), 은(Ag) 등도 얼마든지 사용될 수 있기 때문이다. 본 발명의 실시예에 따라 제1 내지 제3 금속층의 기대 두께는 0.5-1-0.5(단위, μm)가 바람직하다.

[0037]

따라서, 상기 제1 금속층 내지 상기 제3 금속층은 니켈(Ni), 구리(Cu) 및 니켈 금속층의 두께는 각각 0.5 μm , 1 μm 및 0.5 μm 를 초과하지 않는 범위로 구성될 수 있다.

[0038]

제1 금속층 내지 제3 금속층은, 도 1의 (a) 및 (b)에서 도시된 바와 같이, 연속적인 전해 도금 공정을 통해 형성된다. 복수의 금속층이 전해 도금으로 형성된다는 것을 보여주기 위하여, 설명의 편의상 도 1에서는 제3 금속층을 형성하기 위한 전해 도금조는 생략하였다.

[0039]

도 1에서 볼 때, (a) 및 (b)에서 금속층을 형성하기 위한 양전극(120)의 구조에 차이가 있는 것을 확인할 수 있다. 본 발명의 실시예에서는 (a)와 같은 도금조 방식을 바람직하다고 판단하고 있으나, (a)와 (b)의 구조를 조합하는 것도 얼마든지 가능하다.

[0040]

전해 도금(혹은 전기 도금)은 도금을 입힐 금속을 음극, 주가 되는 제품의 금속을 양극으로 하고, 양극 금속의 이온을 가진 전해액에서 전기를 흘려주어 금속 이온이 양극에 전해 석출되어 전착시켜 도금을 수행하는 방식이다.

[0041]

이와 같이 본 발명의 실시예에서는 전처리된 탄소섬유(100)에 음전극(봉)(110)을 통해 음전압을 인가하고, 전해질 내로 투입된 탄소섬유(100)의 적어도 하측을 포함하는 상측 및 하측에 구비되는 양전극(120)에 양전압을 인가하여, 전해질(혹은 전해 도금액) 내에 포함되어 있는 니켈 또는 구리 금속(염)을 탄소섬유(100)에 도금시키게 된다.

[0042]

본 발명의 실시예에서는 금속층이 형성될 때 도금의 균일성을 가질 수 있도록 위의 양전극(120)은 황, 인, 구리 또는 그의 조합에 의해 형성되며, 또 양전극(120)의 크기가 음전극(110)의 길이보다 8~10cm 정도 짧으나 양전극

(120)의 면적은 1.5~2.5배의 범위에서 크게 양극 소재(예: 황, 인, 구리)로 형성한다.

[0043] 가령, 도 1에서 볼 때, 도금조의 양측에 있는 두개의 음전극(110)간 길이는 양전극(120)의 길이보다 길다. 반면, 면적은 양전극(120)이 오히려 음전극(110)에 비해 넓을 수 있다. 이러한 도금 환경은 전압의 세기에 의한 전하량이나 전하의 이동속도에 관련될 수도 있는 것이므로 다양한 실험을 통해 결정되고 또 변경될 수 있을 것이다.

[0044] [표 2]는 본 발명의 실시예에 따라 구리 도금된 탄소섬유와 시판중인 니켈 도금 탄소섬유를 서로 비교하여 얻은 물성 및 전기 전도도 등의 특성 결과를 비교한 것이다.

표 2

제품	3K MCF		6K MCF	
	도금두께(μm)	저항(Ω/m)	도금두께(μm)	저항(Ω/m)
비교예- Ni (전해+무전해)	0.9	1.7	0.9	1.34
실시예 1	0.5	0.8	0.5	0.21
실시예 2			0.8	0.16

[0045]

[0046] [표 2]에서 볼 때, 본 발명에 따른 실시예들이 비교예와 비교하는 경우, 도금두께가 더 얇으면서도 전도도(저항)가 훨씬 월등(낮음)한 것을 확인할 수 있다.

[0047] [표 2]에서의 결과는 앞서서와 같이 시중에 시판 중인 탄소섬유를 구입하여 서로 다른 전처리를 진행한 후에 이루어진 것으로 이해될 수도 있겠으나, 동일 조건의 전처리를 진행한 후에 한쪽은 전해 도금 방식으로만 진행하여 구리 도금을 한 것과 다른 한쪽은 하이브리드 방식으로 진행하여 니켈 도금을 한 것을 서로 비교한 것으로 이해해도 좋을 것이다. 물론 후자의 경우가 보다 객관성을 담보할 수 있을 것이다. 결과적으로, 하이브리드 방식보다는 연속적인 전해 도금을 이용한 방식이 얇은 두께에도 불구하고 전기 전도도가 우수한 것을 알 수 있다.

[0048] 한편, 하이브리드 방식보다는 연속적인 전해 도금을 활용한 방식이 도금조의 교체주기가 길게 된다. 이는 다시 말해, 무전해 방식을 사용하게 되면 무전해도금 후 시약이 전해 도금조를 오염시킴으로써 2~3일마다 전해도금조의 도금욕을 교체해 주어야 함으로써 생산설비 관리에 문제가 발생하게 된다. 또한, 무전해 화학도금의 경우 화학적 이온결합으로 인하여 인 성분을 함유하여 탄소섬유의 도전성을 높이는 데 한계를 가진다.

[0049] 반면, 본 발명의 실시예에서와 같이 연속적인 도금 공정을 진행하는 경우 도금욕 청소주기가 5일 이상으로 하이브리드 방식 대비 2.5배 정도 증가하게 된다. 이는 무전해도금 공정을 없앴으로써 이로 인해 인 성분이 발생하지 않게 하여 전해 도금욕의 오염을 줄일 수 있기 때문이다.

[0050] 도 2 내지 도 15은 본 발명의 실시예에 따른 금속 코팅 조건 및 특성을 설명하기 위한 도면이다.

[0051] 도 2 내지 도 15을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 다양한 실험 예를 설명하기에 앞서, 실험 조건 및 전체 결과를 먼저 [표 3]을 통해 소개한다.

표 3

샘플	코팅순서	기 대 코팅두께 (μm)	실 제 코팅두께, μm (전체두께, μm)	Weight % (EDS)	저항 Ω		비 고
					전처리	기존	
(1)	Ni-Cu-Ni	0.5-1.0-0.5	0.3-0.4-0.4 (1.02~1.18)	Ni: 31.29 Cu: 11.18 C: 57.53	0.12	1.34	자체보유 전처리시약
(2)			0.3-0.2-0.4 (1.02~1.04)	Ni: 25.90 Cu: 15.02 C: 59.09	0.16		황산 10% 전처리
(3)			0.27-0.25-0.18 (0.895~0.925)	Ni: 36.60 Cu: 22.25 C: 41.14	0.11		아세톤 전처리
(4)			0.36-0.29-0.34 (1.86~2.07)	Ni: 66.93 Cu: 14.72 C: 18.35	0.16		아세톤 전처리 1m

[0052]

[0053]

[표 3]에서 도시된 바와 같이, 먼저 샘플 (1)의 조건에 따라 자체보유한 전처리 용액을 이용하여 전처리를 수행하여 제1 금속층은 니켈, 제2 금속층은 구리, 그리고 제3 금속층은 다시 니켈로 형성하고, 기대코팅두께의 금속층을 형성하기 위하여 전해 도금을 실시하여, 그에 따른 실제 코팅된 상태와 전기 전도도(저항과 반비례) 등을 측정하였다.

[0054]

샘플 (1)의 조건에 따라 자체보유 전처리 시약을 사용하여 탄소섬유의 전처리를 실시한 후 전해 도금을 수행한 결과, 도 2에서와 같이 다수의 금속입자가 탄소섬유에 도금된 것이 확인되었다. [표 3]에서 도시된 바와 같이 실제 코팅 두께는 0.3-0.4-0.4로 각각 확인되었다. 도금 함량(weight)(단위: %)은 니켈, 구리 및 탄소가 각각 31.29, 11.18, 57.53으로 나타났다. 도 3에 나타난 스펙트럼에서도 도시된 바와 같이 니켈과 구리의 함량이 적은 것을 알 수 있다.

[0055]

샘플 (2)의 조건에 따라 황산 10%를 사용하여 탄소섬유에 전처리를 수행한 후 그 결과를 살펴보았다. [표 3], 도 4 및 도 5에서 도시된 바와 같이 니켈과 구리의 함량이 샘플 (1)에 비하여 증가되는 것을 확인할 수 있다. 특히 구리의 두께가 더 얇게 형성되지만, 전기 전도도(저항)는 샘플 (1)에 비해 더 증가함을 확인할 수 있다.

[0056]

또한, 샘플 (3)의 조건에 따라 아세톤 전처리를 수행한 결과, 니켈의 형성 두께가 샘플 (1) 및 (2)에 비해 줄어들지만, 함량이 늘어 전기 전도도(저항)는 샘플 (2)에 비하여 훨씬 좋은 것을 알 수 있다. 기존 하이브리드 즉 무전해와 전해 방식을 병행한 경우와 비교해 볼 때도 전기 전도도가 월등히 우수한 것을 확인할 수 있다.

[0057]

도 6 내지 도 8은 탄소섬유에 아세톤 전처리를 수행한 후에 전해 도금을 통해 코팅된 금속층들의 상태를 도시한다.

[0058]

나아가, 샘플 (4)의 조건에 따라 아세톤 전처리를 1m 정도의 길이로 진행한 결과, [표 3]에서 도시된 바와 같이 샘플 (3)에 비해서도 실제 코팅두께나 함량, 전기 전도도(저항)의 측면에서 상당히 우월한 것을 확인할 수 있다.

[0059]

도 9 및 도 10은 샘플 (4)의 조건에 따라 형성된 다양한 금속층의 상태를 도시하며, 도 11은 탄소섬유 6K를 사용했을 때의 금속층 형성 상태를 도시한다.

[0060]

본 발명의 다른 실시예에 따라 탄소섬유 6K 즉 원사기준으로 실험을 수행하였다. [표 4]는 탄소섬유 6K의 실험 조건 및 결과를 나타낸다.

표 4

6K 원사기준	전처리 방법	섬유 길이 100cm	코팅 두께 (μm)
		저항 (Ω)	
기존 MCF		1.34	0.49
도금조 전처리	황산 5%	0.21	0.498
	황산 10%	0.16	1
	황산 15%	0.23	1.8
	아세톤 10sec	0.11	0.9
	아세톤 1min	0.13	0.9
	아세톤 10min	0.16	2

[0061]

[0062]

[표 4]에서 도시된 바와 같이, 탄소섬유 6K의 경우에도 섬유길이 1m를 기준으로 볼 때, 기존(예: 무전해도금 + 전해도금)과 비교해 동일 두께 대비 전기 전도도가 월등히 좋아지는 것을 확인할 수 있다. 특히, 5% 황산으로 전처리한 경우 코팅두께가 가장 작을 수 있음을 확인할 수 있었으며, % 황산으로 전처리한 경우가 기존 방법과 비교하여 근접 두께를 가지므로, 본 발명의 실시예에서와의 비교가 더욱 용이할 수 있을 것이다.

[0063]

결과적으로 본 발명의 실시예에서는 금속도금 두께가 두꺼워지면 저항이 낮아질 수는 있으나, 전처리를 필요 이상으로 길게 할 경우 탄소섬유 표면의 고분자 코팅층을 녹이고, 탄소섬유까지 손상시켜 저항이 높아지는 것을 알 수 있었다.

[0064]

따라서, 상기 제1 금속층 내지 상기 제3 금속층은 니켈(Ni), 구리(Cu) 및 니켈 금속층의 두께는 산을 이용한 전처리를 수행하는 경우, 각각 $0.5\mu\text{m}$, $1\mu\text{m}$ 및 $0.5\mu\text{m}$ 를 초과하지 않는 범위로 구성될 수 있음은 전술한 바와 같다.

[0065]

좀더 구체적으로, [표 5]는 3K와 6K의 탄소섬유에 대한 저항 측정결과이다.

표 5

업 체	3K MCF		6K MCF	
	저항 (Ω/m)	코팅 두께 (μm)	저항 (Ω/m)	코팅 두께 (μm)
도금조	0.8	0.5	0.21	0.5
기존제품 (비교예)	1.7~2.5	0.5~0.9	1.34	0.5

[0066]

[0067]

도 12 및 도 13은 본 발명의 실시예에 따른 도금조와 시판 중인 기존제품에서 6K 탄소 섬유에 코팅한 금속층의 상태를 각각 도시한다. [표 5]에서 도시된 바와 같이 동일 두께에서 본 발명의 실시예에 따른 도금조에서의 저항이 기존제품 대비 훨씬 낮은 것을 확인할 수 있다. 즉 전기 전도도가 높게 나타난다.

[0068]

또한, 도 14 및 도 15는 본 발명의 실시예에 따른 도금조에서의 3K 탄소섬유에 코팅된 금속층의 상태를 도시한다. [표 5]에서 도시된 바와 같이 기존제품 대비 동일 두께에서 저항이 작은 것을 확인할 수 있다.

[0069]

다양한 실험을 통해서 확인된 바와 같이, 결론적으로 본 발명의 실시예는 황산 또는 아세톤 등을 전처리 용액으로 사용함으로써 전처리 공정 이후에 형성될 금속층을 더 얇게 형성하고 그럼에도 불구하고 전기 전도도는 우수한 금속도금 탄소섬유를 제조할 수 있으며, 적층되어 연속적으로 형성되는 금속층을 모두 전해 도금을 통해 형

성함으로써 도금욕의 교체주기를 길게 유지할 수 있게 된다. 또한, 전해 도금조에서의 전해 도금시 사용되는 양전극을 황, 인, 구리와 같은 재질로 형성하되, 음전극과 대비해 일정 조건(예: 길이나 면적 등)을 만족하도록 형성함으로써 전체 표면에 균일한 두께의 금속층을 형성할 수 있게 된다.

[0070] 도 16은 본 발명의 실시예에 따른 금속도금 탄소섬유의 제조과정을 나타내는 흐름도이다.

[0071] 설명의 편의상 도 16을 도 1과 함께 참조하면, 본 발명의 실시예에 따라 탄소섬유를 준비하고, 준비한 탄소섬유를 전처리한다(S1700).

[0072] 탄소섬유는 3K 또는 6K 탄소섬유가 사용될 수 있으며, 전처리는 황산 또는 아세트산을 사용하되 아세트산이 더 바람직하며, 도금조에서 1m를 통과시켜 전처리한다. 물론 본 발명의 실시예에서는 이러한 과정에 특별히 한정하지는 않을 것이다.

[0073] 이어 전처리된 탄소섬유의 표면에 복수의 전해 도금을 순차적으로 적용하여 도전 특성이 다른 금속층을 연속적으로 적층하여 형성한다(S1710).

[0074] 여기서, 복수의 전해 도금은 니켈 전해 도금, 구리 전해 도금 및 니켈 전해 도금으로 각각의 금속층을 적층하여 연속적으로 형성할 수 있다. 물론 어떠한 재질로 어떠한 금속층을 형성하고, 또 몇 개의 층을 형성하는가는 수요에 따라 다양하게 결정될 수 있는 것이므로, 본 발명의 실시예에서는 위의 내용에 특별히 한정하지는 않을 것이다.

[0075] 또한, 전 영역에서 균일한 두께를 갖는 금속층을 형성하기 위하여, 본 발명의 실시예에서는 전해질이 포함된 도금조 내에 구비되는 양전극이 음전극 대비 기설정된 조건을 만족하는 것이 바람직하며, 황, 인, 구리 또는 그 조합에 의한 재질로 형성되는 것이 바람직하다. 여기서, 기설정된 조건은 길이와 면적을 포함한다. 양전극의 길이는 음전극의 길이에 비해 짧지만, 전체에 형성된 양전극의 면적은 1.5~2-5배의 범위에서 음전극에 비해 크다. 여기서, 양전극의 길이는 음전극의 길이 또는 크기 대비 8~10cm 정도 짧게 형성되는 것이 바람직하다.

[0076] 그 이외에 기타, 금속도금 탄소섬유의 제조와 관련하여 자세히 설명하였으므로, 그 내용들로 대신하고자 한다.

[0077] 이상으로 본 발명의 특정한 부분을 상세히 기술하였는 바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 이러한 구체적인 기술은 단지 바람직한 구현예일 뿐이며, 이에 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백하다. 따라서, 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항과 그의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

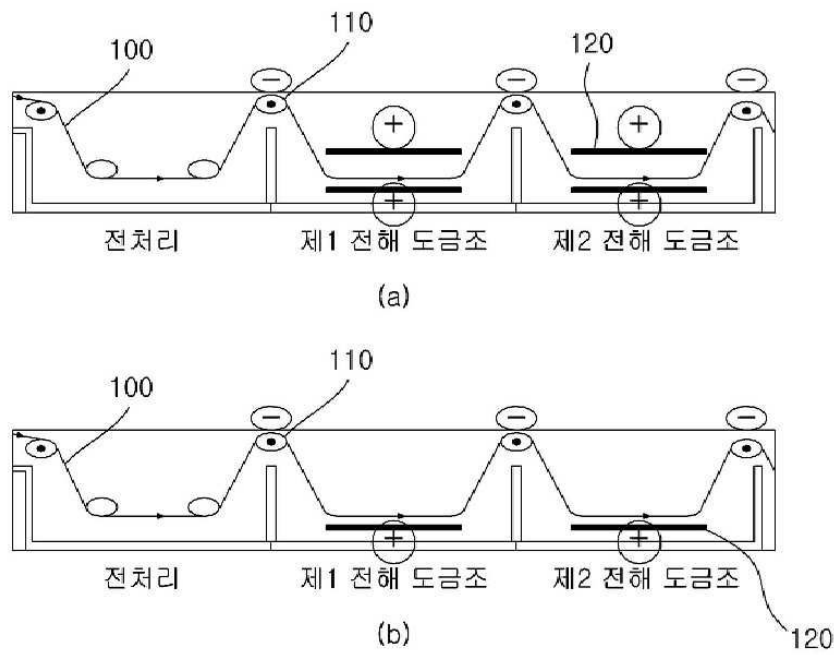
부호의 설명

[0078] 100: 탄소섬유 110: 음전극(봉)

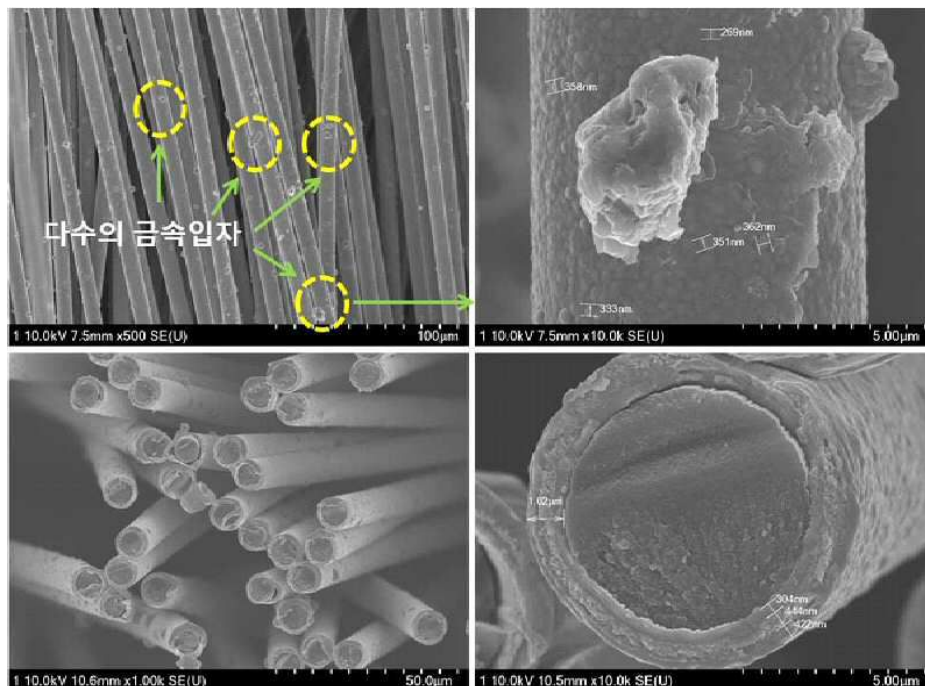
120: 양전극

도면

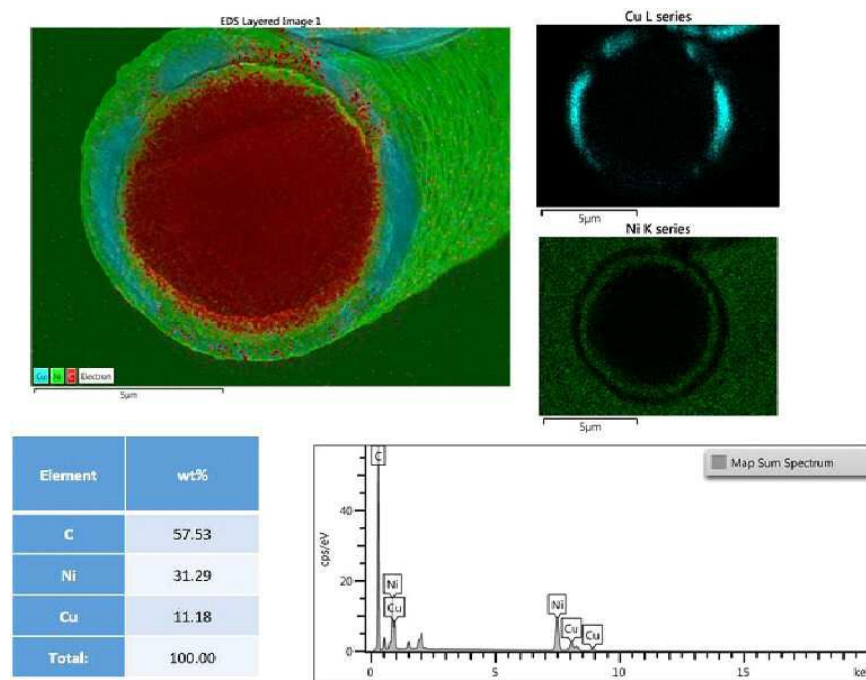
도면1



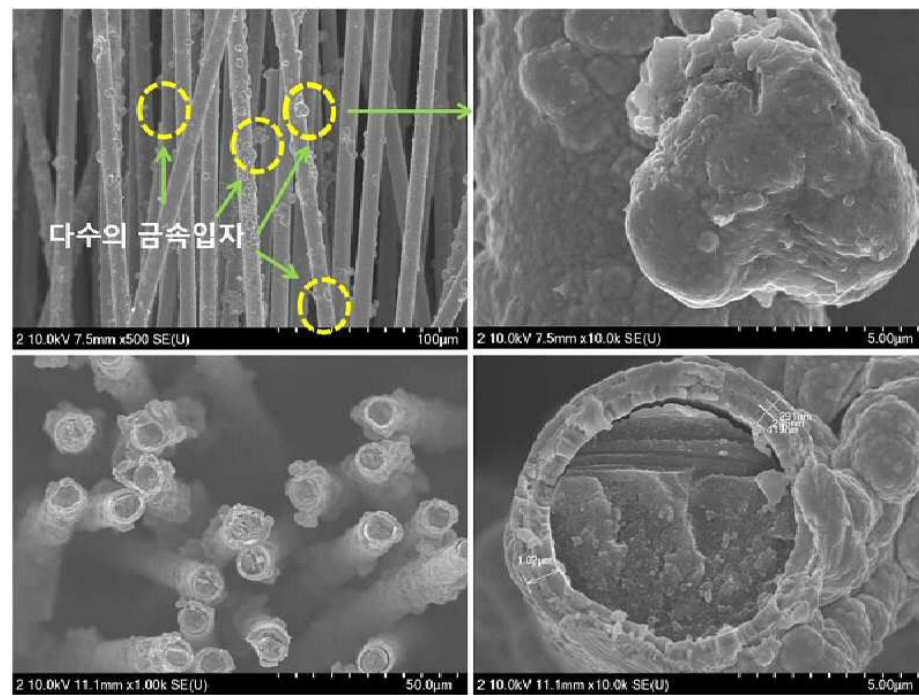
도면2



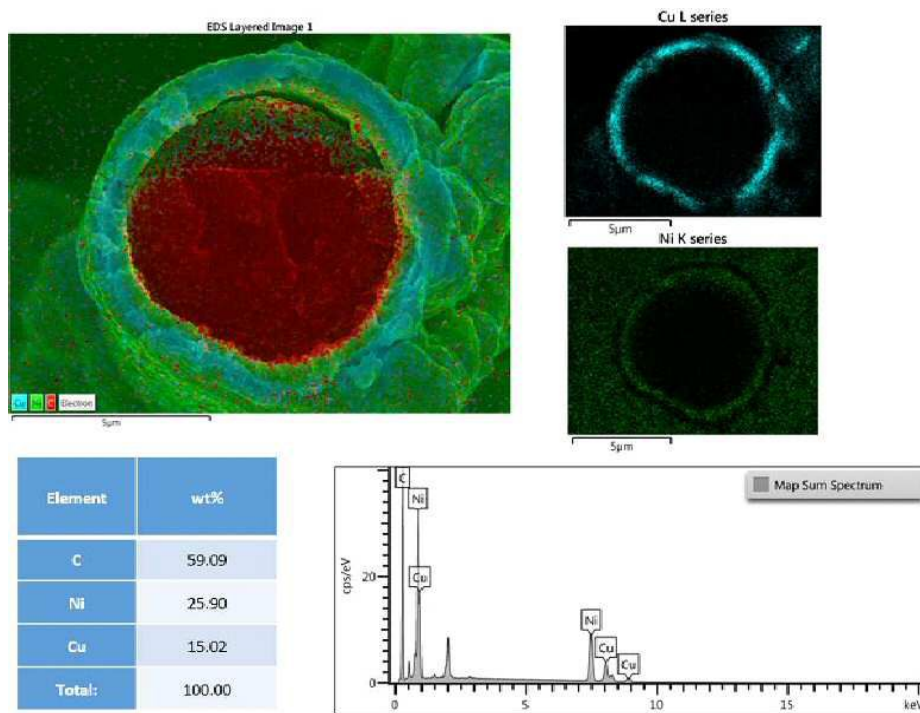
도면3



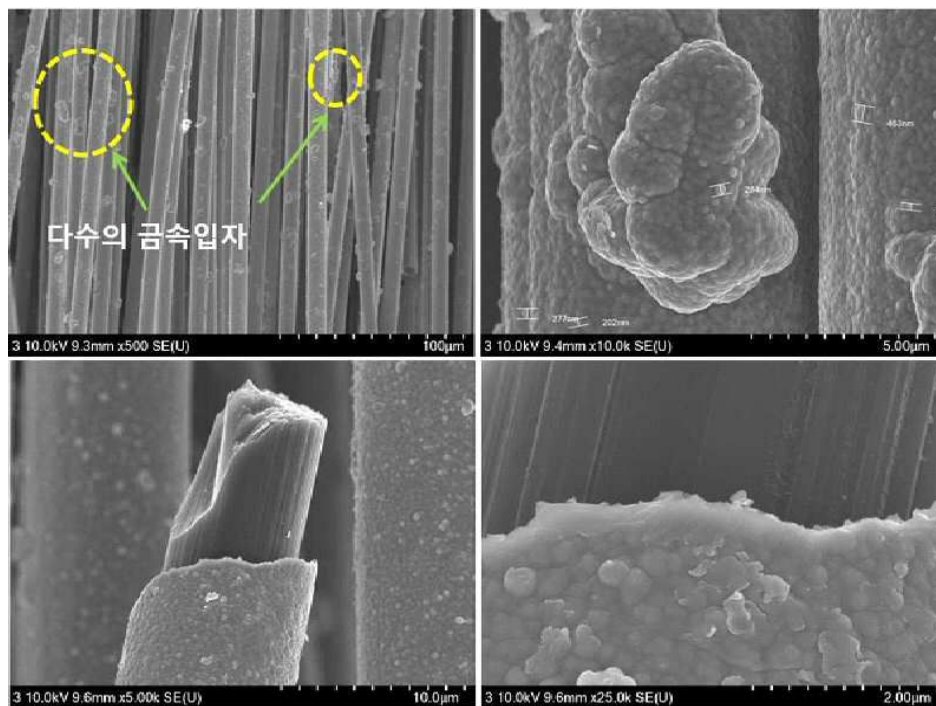
도면4



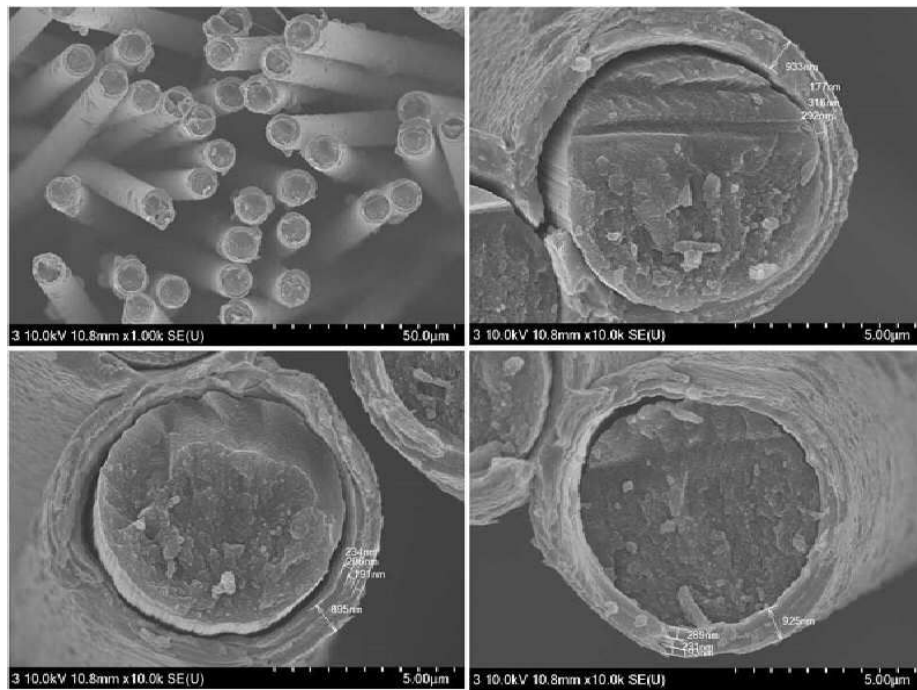
도면5



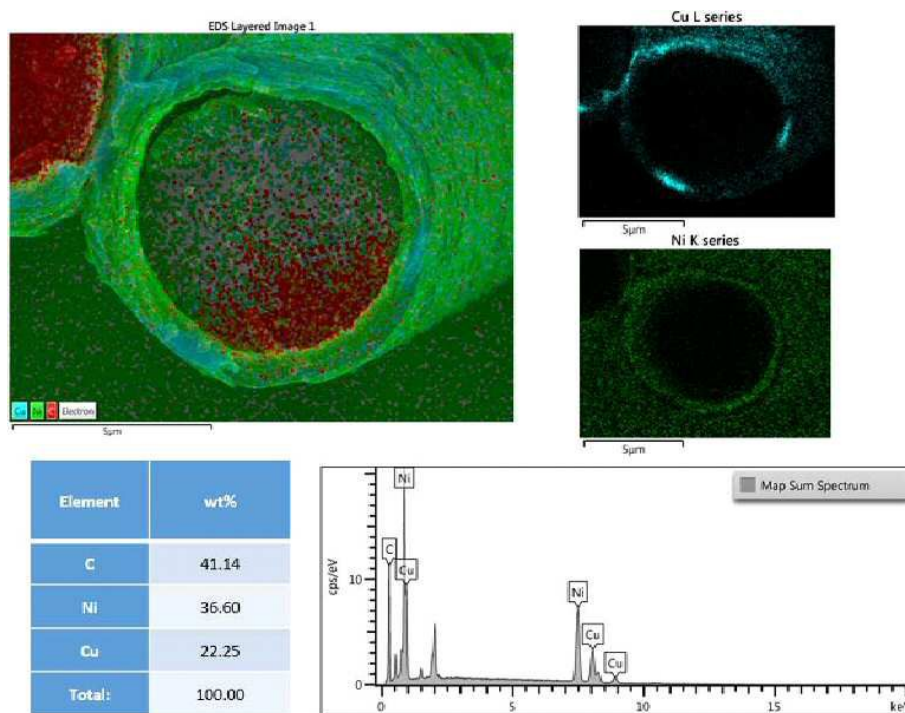
도면6



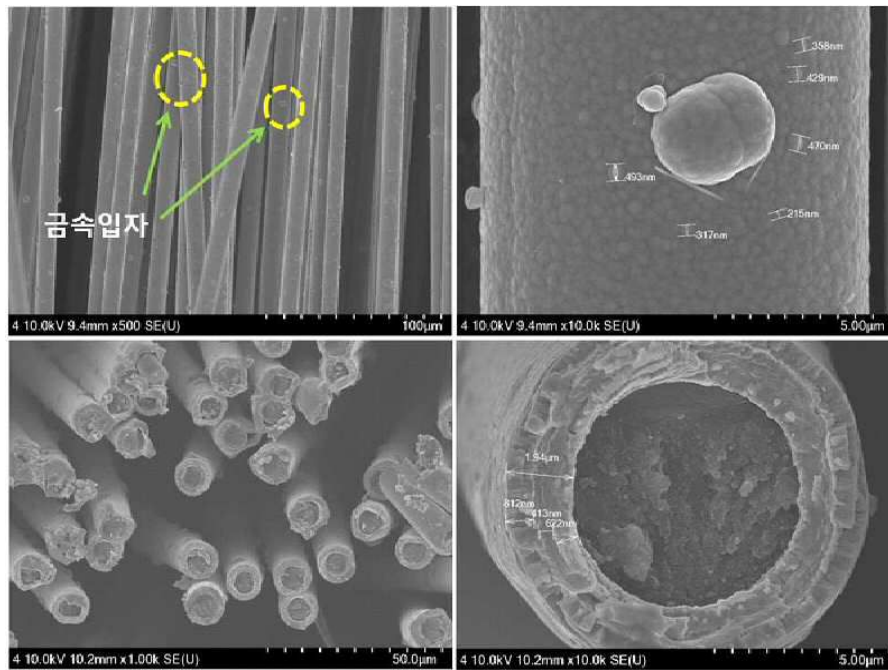
도면7



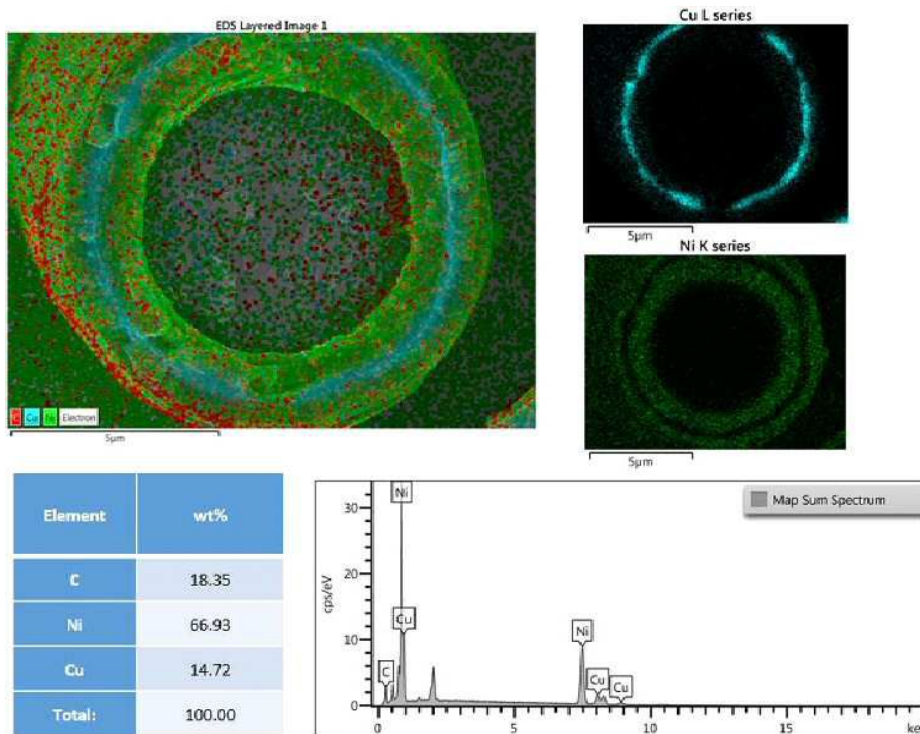
도면8



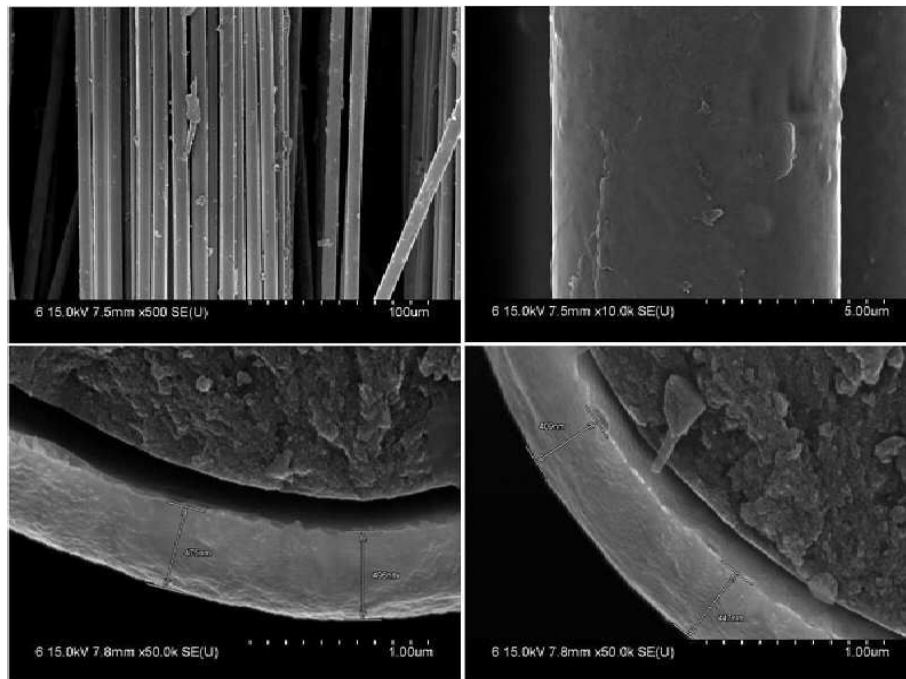
도면9



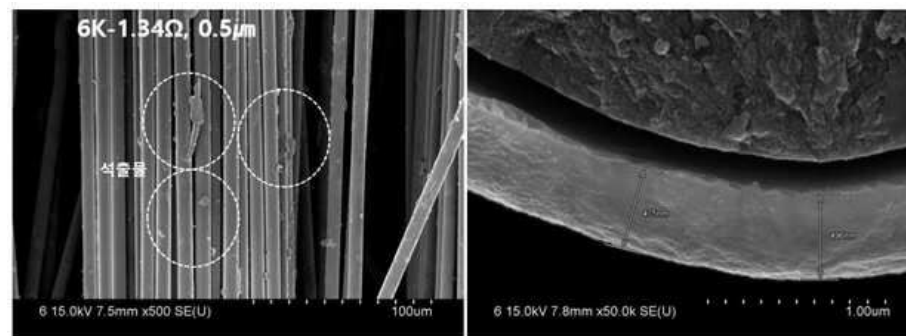
도면10



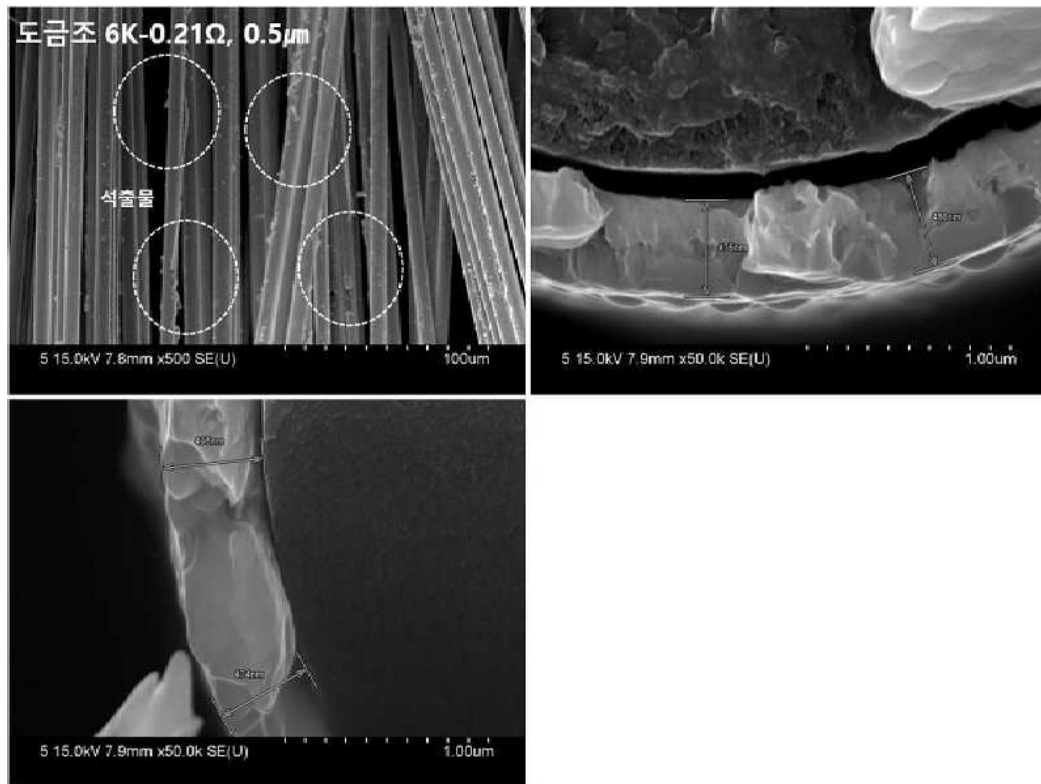
도면11



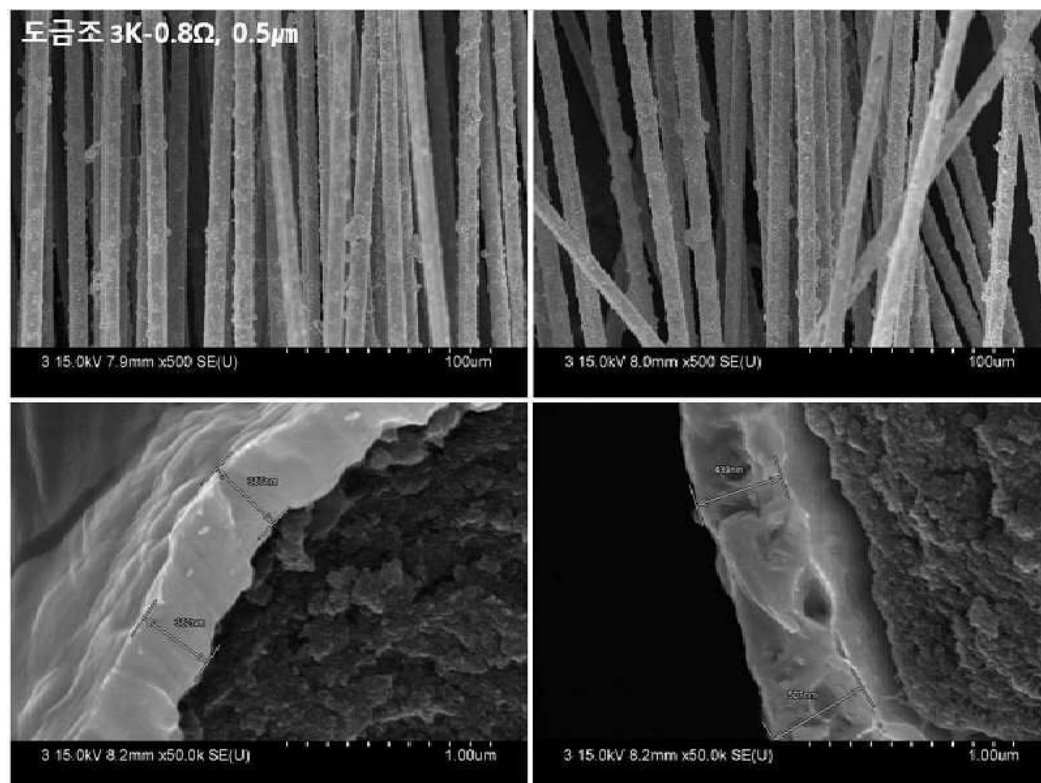
도면12



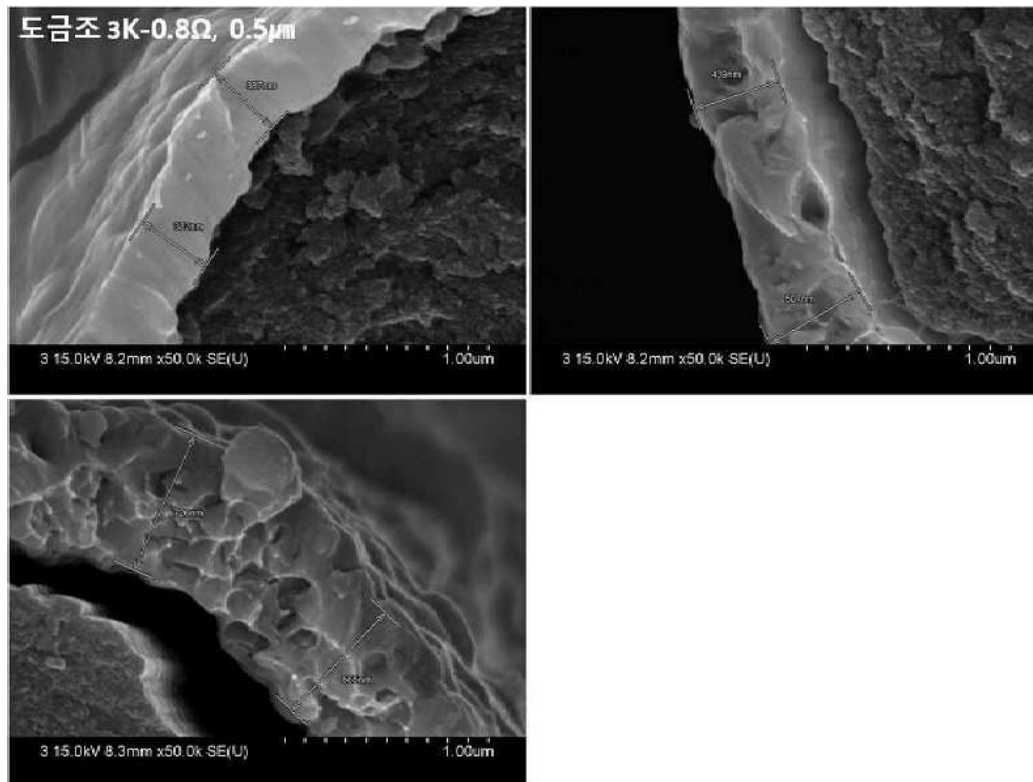
도면13



도면14



도면15



도면16

