	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2016-0037272 (43) 공개일자 2016년04월06일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) C09D 11/52 (2014.01) H01B 1/24 (2006.01) (21) 출원번호 10-2014-0128886 (22) 출원일자 2014년09월26일 심사청구일자 없음		(71) 출원인 연세대학교 산학협력단 서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교) (72) 발명자 박형호 서울 강남구 압구정로29길 23, 208동 402호 (압구정동, 현대13차아파트) 이태원 서울 관악구 승방7길 30, 202호 (남현동, 회림아트빌) (74) 대리인 이채형, 김승욱

전체 청구항 수 : 총 13 항

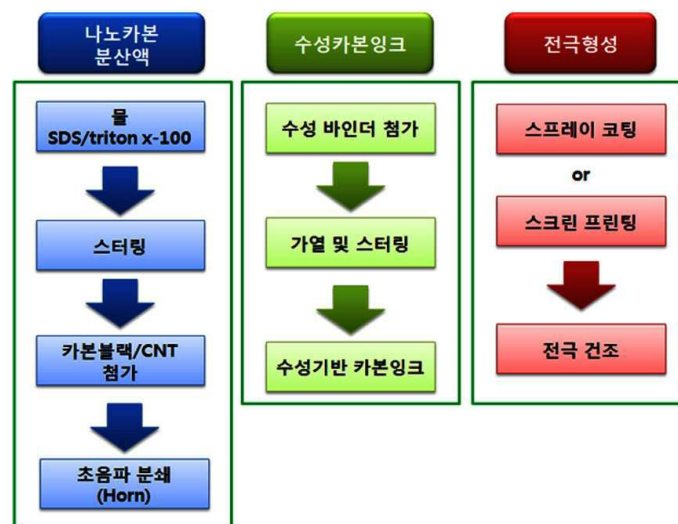
(54) 발명의 명칭 나노 카본 잉크 소재 및 상기 나노 카본 잉크 소재를 이용한 신축성 나노 카본 전극 및 그 제조방법

### (57) 요약

본 발명은 휨 또는 신장 등 전극의 물리적 변형에 대하여 다양한 변형이 용이하고, 이러한 변형시 유연성 내지 신축성이 유지되면서도 전극의 급격한 전기전도도 저하 또는 급격한 전기저항의 증가가 방지되며 신뢰성이 우수한 카본 나노 전극을 제공하는 것을 목적으로 한다.

본 발명에 따른 나노 카본 잉크 소재는 도전성 카본 입자, 도전성 카본 나노 구조체, 바인더 및 용매를 포함하고, 상기 도전성 카본 나노 구조체는 탄소 나노 튜브 및 그래핀 중 적어도 하나이고, 상기 도전성 카본 입자는 카본 블랙으로 구성된다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012111234

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 중소기업청

연구사업명 산학연 공동기술개발사업

연구과제명 지능형 신축성 카본전극 소재개발

기 여 율 1/1

주관기관 연세대학교 산학협력단

연구기간 2011.06.01 ~ 2013.05.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

도전성 카본 입자, 도전성 카본 나노 구조체, 바인더, 계면활성제 및 용매를 포함하고, 상기 바인더는 수성 아크릴 또는 우레탄 바인더인 것을 특징으로 하는 도전성 카본 나노 구조체.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 도전성 카본 나노 구조체는 탄소 나노 튜브 및 그래핀 중 적어도 하나인 것을 특징으로 하는 도전성 카본 나노 구조체.

#### 청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 도전성 카본 입자는 카본 블랙인 것을 특징으로 하는 도전성 카본 나노 구조체.

#### 청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 용매는 H<sub>2</sub>O인 것을 특징으로 하는 도전성 카본 나노 구조체.

#### 청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 도전성 카본 나노 구조체는 상기 도전성 카본 입자 100중량%에 대하여 0.001중량% 내지 10중량% 포함되는 것을 특징으로 하는 도전성 카본 나노 구조체.

#### 청구항 6

청구항 5에 있어서, 상기 도전성 카본 나노 구조체는 상기 도전성 카본 입자 100중량%에 대하여 0.2중량% 내지 2중량% 포함되는 것을 특징으로 하는 도전성 카본 나노 구조체.

#### 청구항 7

계면활성제와 용매의 혼합액을 형성하는 단계;

상기 계면활성제와 용매의 혼합액에 도전성 카본 입자 및 도전성 카본 나노 구조체를 각각 첨가하는 단계;

상기 도전성 카본 입자 및 도전성 카본 나노 구조체를 교반하여 상기 혼합액에 상기 도전성 카본 입자 및 도전성 카본 나노 구조체를 분산시키는 단계;

상기 도전성 카본 입자 및 도전성 카본 나노 구조체가 분산된 용액에 수성 바인더를 첨가하는 단계; 및

상기 수성 바인더가 첨가된 용액을 교반하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 카본 나노 잉크 소재의 제조 방법.

#### 청구항 8

청구항 7에 있어서, 상기 도전성 카본 나노 구조체는 탄소 나노 튜브 및 그래핀 중 적어도 하나인 것을 특징으로 하는 카본 나노 잉크 소재의 제조 방법.

#### 청구항 9

청구항 7에 있어서, 상기 도전성 카본 입자는 카본 블랙인 것을 특징으로 하는 카본 나노 잉크 소재의 제조 방법.

#### 청구항 10

청구항 7에 있어서, 상기 도전성 카본 나노 구조체는 상기 도전성 카본 입자 100중량%에 대하여 0.001중량% 내지 10중량% 포함되는 것을 특징으로 하는 카본 나노 잉크 소재의 제조 방법.

## 청구항 11

청구항 10에 있어서, 상기 도전성 카본 나노 구조체는 상기 도전성 카본 입자 100중량%에 대하여 0.2중량% 내지 2중량% 포함되는 것을 특징으로 하는 카본 나노 잉크 소재의 제조방법.

## 청구항 12

계면활성제와 용매의 혼합액을 형성하는 단계;

상기 계면활성제와 용매의 혼합액에 도전성 카본 입자 및 도전성 카본 나노 구조체를 각각 첨가하는 단계;

상기 도전성 카본 입자 및 도전성 카본 나노 구조체를 교반하여 상기 혼합액에 상기 도전성 카본 입자 및 도전성 카본 나노 구조체를 분산시키는 단계;

상기 도전성 카본 입자 및 도전성 카본 나노 구조체가 분산된 용액에 수성 바인더를 첨가하는 단계;

상기 수성 바인더가 첨가된 용액을 교반하는 단계;

상기 교반된 용액을 전극 형성용 기재의 적어도 일면에 도포하는 단계; 및

상기 도포된 용액을 건조하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 카본 나노 전극의 제조방법.

## 청구항 13

청구항 12에 있어서, 상기 분산 용액을 도포하는 단계는 스크린 프린팅법 또는 스프레이 코팅법에 의하여 제공되는 것을 특징으로 하는 카본 나노 전극의 제조방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 신축성 나노 카본 전극에 이용되는 나노 카본 잉크 소재 및 상기 나노 카본 잉크 소재를 이용한 신축성 나노 카본 전극 및 그 제조방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 기존 성능 중심의 실리콘 기반 소자에서 벗어나 인간친화적이고 소프트한 일렉트로닉스로 전자제품의 패러다임이 바뀌고 있으며 웨어러블 기기, 플렉시블 디스플레이/모바일, 전자피부에 이르기까지 다양한 분야로 연구가 확장되고 있다. 하지만, 이를 상용화하기 위해선 구부리고(bend) 비틀거나(twist) 늘리는(stretch) 등 다양한 물리적 변형에도 전기적 특성이 유지되는 소자를 개발하여야 한다.

[0003] 이 중 가장 높은 기술적 난이도를 가진 신축성 전극(stretchable electrode)은 유연성(flexible) 전자소자로 폭넓게 적용이 가능하며 현재 관련 연구가 활발히 진행 중에 있다.

[0004] 신축성 전극을 만드는 방법으로는 먼저 기존의 단단한(rigid) 실리콘 같은 소재를 나노사이즈로 물결 형태(wavy)로 만들거나 버클(buckle) 형태를 만드는 등의 구조를 조절하여 외부의 인장(strain)에 적게 영향을 받는 방법이 있다. 하지만 이 경우는 공정이 복잡하고 큰 물리적 변형에 취약한 단점이 있다.

[0005] 다음으로 탄성 중합체나 PDMS 등의 탄성이 있는 폴리머(polymer)에 전도성 입자를 첨가하여 신축성 전극을 만드는 방법이 있다. 이를 위하여 첨가되는 재료로는 카본블랙, 메탈 기반의 나노구조소재(와이어, 박막, 나노입자 등), 전도성 고분자, 카본나노튜브, 그래핀 등이 있다. 이 중 카본블랙은 전자소자로 쓰이기에 저항이 높고 전도성 고분자는 안정성이 부족하며 메탈 및 카본나노구조 소재는 비싸다는 단점이 있다. 또한 전도성 입자들을 첨가하는 공정 역시 복잡하고 연구실 단위로 실험이 진행되므로 양산화 및 상용화에 어려움이 있다.

[0006] 이러한 문제를 해결하기 위해서 최근 카본 또는 나노 메탈을 이용한 전극 형성기술에 대한 관심이 고조되고 있다. 특히, 신체와 의복 등에 착용해 다양한 정보를 수집할 수 있는 웨어러블(wearable) 장치와 같이 신축성이

중요한 연성 전자부품으로의 활용을 위해서는 신축성 내지 유연성 기재의 상/하면에 전극이 형성되어야 하며, 액추에이터 제작을 통한 터치-스크린으로 사용하기 위해서는 신축성이 유지되면서도 우수한 전기적 특성을 갖는 폴리머 기반 액추에이터(actuator)의 기술 개발이 시급한 실정이다.

[0007] 알려진 바와 같이, 액추에이터(actuator)는 거시레벨 또는 미시레벨에서 전기적 에너지와 기계적 일이 변환되는 장치를 의미하며, 폴리머를 기반으로 한 전기기계적 액추에이터들이 수십 년간 연구되어져 왔다. 일례로 액추에이터의 전극 물질로 ITO(Indium Tin Oxide)와 같은 전도성 산화물, 금속 입자와 같은 도전성 입자, 전도성 폴리머 등이 사용되나, 도전성 입자들로 막을 형성하는 경우 액추에이터의 신장에 의해 전극의 전기적 특성이 크게 저하되는 문제점이 발생하며, 전도성 폴리머로 막을 형성하는 경우 전극의 열화가 심하고 전극 자체의 면저항이 높은 단점이 있으며, 전도성 산화물로 막을 형성하는 경우 전극의 유연성이 떨어지고 고온 공정이 필수적으로 수행되어 폴리머 기반 액추에이터 자체가 열변형되는 문제점이 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0008] 따라서, 본 발명은 휨 또는 신장 등 전극의 물리적 변형에 대하여 다양한 변형이 용이하고, 이러한 변형시 유연성 내지 신축성이 유지되면서도 전극의 급격한 전기전도도 저하 또는 급격한 전기저항의 증가가 방지되며 신뢰성이 우수한 카본 잉크 및 이를 이용한 신축성 나노 카본 전극을 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 나노 카본 잉크 소재는 도전성 카본 입자, 도전성 카본 나노 구조체, 바인더, 계면활성제 및 용매를 포함하고, 상기 바인더는 수성 아크릴 또는 우레탄 바인더인 것을 특징으로 한다.

[0010] 또한, 상기 도전성 카본 나노 구조체는 탄소 나노 튜브 및 그래핀 중 적어도 하나인 것이 바람직하다.

[0011] 또한, 상기 도전성 카본 입자는 카본 블랙인 것이 바람직하다.

[0012] 또한, 상기 용매는 H<sub>2</sub>O인 것이 바람직하다.

[0013] 또한, 상기 도전성 카본 나노 구조체는 상기 도전성 카본 입자 100중량%에 대하여 0.001중량% 내지 10중량% 포함되는 것이 바람직하다.

[0014] 또는, 상기 도전성 카본 나노 구조체는 상기 도전성 카본 입자 100중량%에 대하여 0.2중량% 내지 2중량% 포함되는 것이 바람직하다.

[0015] 또한, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 나노 카본 잉크 소재의 제조방법은:

[0016] 계면활성제와 용매의 혼합액을 형성하는 단계;

[0017] 상기 계면활성제와 용매의 혼합액에 도전성 카본 입자 및 도전성 카본 나노 구조체를 각각 첨가하는 단계;

[0018] 상기 도전성 카본 입자 및 도전성 카본 나노 구조체를 교반하여 상기 혼합액에 상기 도전성 카본 입자 및 도전성 카본 나노 구조체를 분산시키는 단계;

[0019] 상기 도전성 카본 입자 및 도전성 카본 나노 구조체가 분산된 용액에 수성 바인더를 첨가하는 단계;

[0020] 상기 수성 바인더가 첨가된 용액을 교반하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한, 상기 도전성 카본 나노 구조체는 탄소 나노 튜브 및 그래핀 중 적어도 하나인 것이 바람직하다.

[0022] 또한, 상기 도전성 카본 입자는 카본 블랙인 것이 바람직하다.

[0023] 또한, 상기 도전성 카본 나노 구조체는 상기 도전성 카본 입자 100중량%에 대하여 0.001중량% 내지 10중량% 포

함되는 것이 바람직하다.

- [0024] 또는, 상기 도전성 카본 나노 구조체는 상기 도전성 카본 입자 100중량%에 대하여 0.2중량% 내지 2중량% 포함되는 것이 바람직하다.
- [0025] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 나노 카본 전극의 제조방법은:
- [0026] 계면활성제와 용매의 혼합액을 형성하는 단계;
- [0027] 상기 계면활성제와 용매의 혼합액에 도전성 카본 입자 및 도전성 카본 나노 구조체를 각각 첨가하는 단계;
- [0028] 상기 도전성 카본 입자 및 도전성 카본 나노 구조체를 교반하여 상기 혼합액에 상기 도전성 카본 입자 및 도전성 카본 나노 구조체를 분산시키는 단계;
- [0029] 상기 도전성 카본 입자 및 도전성 카본 나노 구조체가 분산된 용액에 수성 바인더를 첨가하는 단계;
- [0030] 상기 수성 바인더가 첨가된 용액을 교반하는 단계;
- [0031] 상기 교반된 용액을 전극 형성용 기재의 적어도 일면에 도포하는 단계;
- [0032] 상기 도포된 용액을 건조하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0033] 또한, 상기 분산 용액을 도포하는 단계는 스크린 프린팅(screen printing) 법 또는 스프레이 코팅(spray coating)법에 의하여 제공되는 것이 바람직하다.
- [0034] 또한, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 나노 카본 전극은 앞에서 설명한 나노 카본 전극의 제조 방법에 의하여 형성된 것을 특징으로 한다.

### 발명의 효과

- [0035] 본 발명에 따른 나노 카본 잉크 소재 또는 상기 나노 카본 잉크 소재를 포함하는 나노 카본 전극은 휨 또는 신장 등 전극의 물리적 변형에 대하여 다양한 변형이 용이하고, 이러한 변형시 유연성 내지 신축성이 유지되면서도 전극의 급격한 전기전도도 저하 또는 급격한 전기저항의 증가가 방지되며 신뢰성이 우수하므로 신축성 전극 소재로서 매우 우수한 특성을 갖는다.

### 도면의 간단한 설명

- [0036] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 나노 카본 잉크 소재 및 나노 카본 전극을 형성하는 과정을 개략적으로 도시하는 흐름선도;
- 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 형성된 나노 카본 전극의 SEM 이미지; 및
- 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 나노 카본 전극을 인장시켰을 때 CNT의 움직임 도시하는 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0037] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 신축성 나노 카본 잉크 소재 및 나노 카본 전극을 제조하는 방법을 첨부한 도면을 참고로 이하에서 상세하게 설명한다.
- [0038] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 직물 전극을 형성하는 과정을 개략적으로 도시하는 흐름선도이다.
- [0039] 도 1 및 도 2에서 보듯이, 계면활성제와 용매의 혼합액을 형성한다. 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면 계면

활성제는 SDS(sodium dodecyl sulfate)를, 용매는 탈이온수(DI water)를 사용하였으나 반드시 이것으로 한정하는 것은 아니다. 이어서, 계면활성제와 용매의 혼합액에 도전성 카본 입자로서 카본블랙을, 도전성 카본 나노 구조체로서 CNT를 각각 첨가한다. 본 실시예에 따르면, SDS 0.8928g에 탈이온수 200ml가 혼합된 용액에 카본블랙 1g, CNT 0.1g을 첨가하였다

[0040] 이어서, CNT 및 카본블랙이 투입된 용액을 교반하여 CNT 및 카본블랙을 분산시킨다. 본 실시예에 따르면, 상기 카본블랙 및 CNT가 투입된 용액은 20분간 300rpm 정도의 속도로 교반하였으며, 이 후 분산이 잘 이루어지도록 초음파 분쇄를 진행하였다.

[0041] 이어서, 수성의 나노 카본 잉크를 형성하기 위하여 카본블랙 및 CNT가 분산된 용액에 수성 바인더를 첨가하고, 상기 수성 바인더가 첨가된 용액을 가열 및 교반하여 수성 카본 잉크를 형성한다.

[0042] 이어서, 상기 수성 카본 잉크를 전극 형성용 기재의 적어도 일면에 도포하고, 상기 도포된 용액을 건조함으로써 나노 카본 전극이 형성된다. 본 실시예에 따르면, 상기 분산 용액을 도포하는 단계는 스크린 프린팅(screen printing)법을 이용하였으나, 반드시 스크린 프린팅법으로 한정되는 것은 아니고, 페이스트 등 재료를 분산시키는 방법이라면 특별히 그 종류를 한정하지 않는다. 이어서, 분산된 혼합물을 건조시킴으로써 나노 카본 전극은 완성된다.

[0043] 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 형성된 나노 카본 전극의 SEM 이미지이다. 도 2(a) 및 도 2(b)에서 보듯이, 카본전극이 인장됨으로써 생긴 틈새를 직경 대 길이비가 긴 CNT가 매워주고 있음을 확인할 수 있다. 일반적으로 카본 전극에 빈 공간이 생길 경우 전자가 이동하는 도전 경로가 손상되므로 전기적 특성이 저하되지만, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 CNT를 적절히 분산시킨 전극은 전극을 인장하였을때 형성된 전극의 틈새를 길이가 긴 CNT가 인장 방향으로 회전하여 이어주므로 손상된 도전경로가 보완되고, 전기전도도의 저하도 최소화된다.

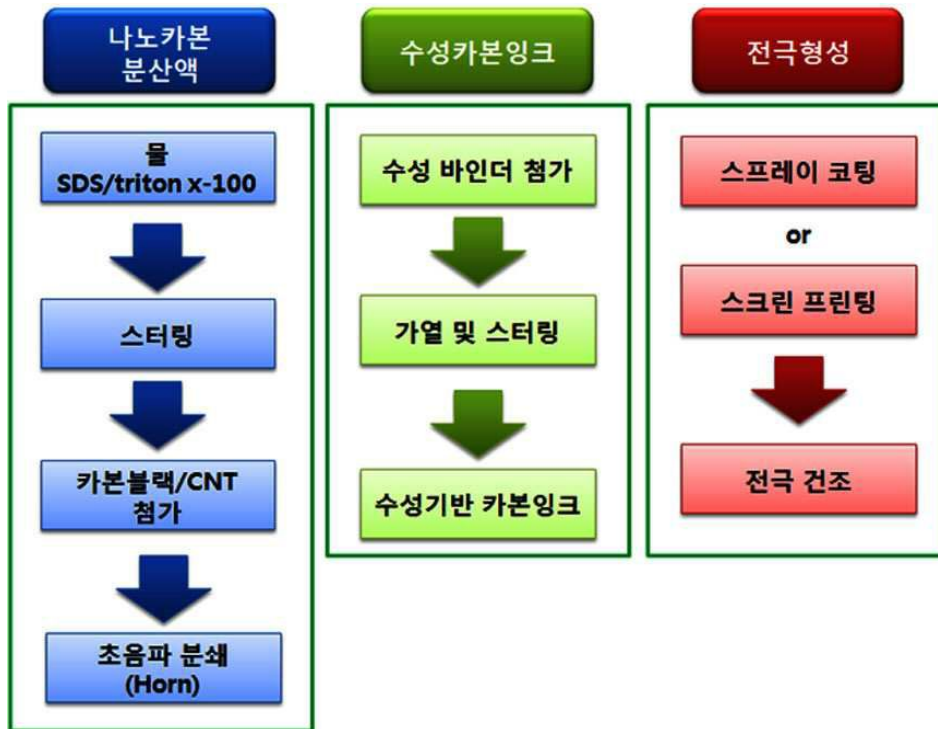
[0044] 도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 나노 카본 전극을 전극 내 직경 대 길이비가 큰 CNT가 인장방향으로 회전하는 형태를 도시하는 모식도이다. 도 3에서 보듯이, 길이가 짧은 CNT는 인장 길이가 작을때 회전을 하여 접촉점을 형성하고, 길이가 긴 CNT는 인장 길이가 길때 회전을 하여 접촉점을 형성하기 때문에, 적정 범위 내의 다양한 길이 분포를 가진 CNT를 전극 내에 분산시킬 경우 전극 인장 시 회전으로 인해 CNT간 접촉점 증대로 저항증가가 최소화된다.

[0045] 이상으로 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 신축성 나노 카본 전극에 이용되는 나노 카본 잉크 소재 및 상기 나노 카본 잉크 소재를 이용한 신축성 나노 카본 전극 및 그 제조방법을 첨부한 도면을 참고로 이하에서 상세하게 설명하였다. 하지만, 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상기 구성에 대한 다양한 수정 및 변형이 가능하다는 것을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 범위는 오직 뒤에서 설명할 특허청구범위에 의해서만 한정된다.

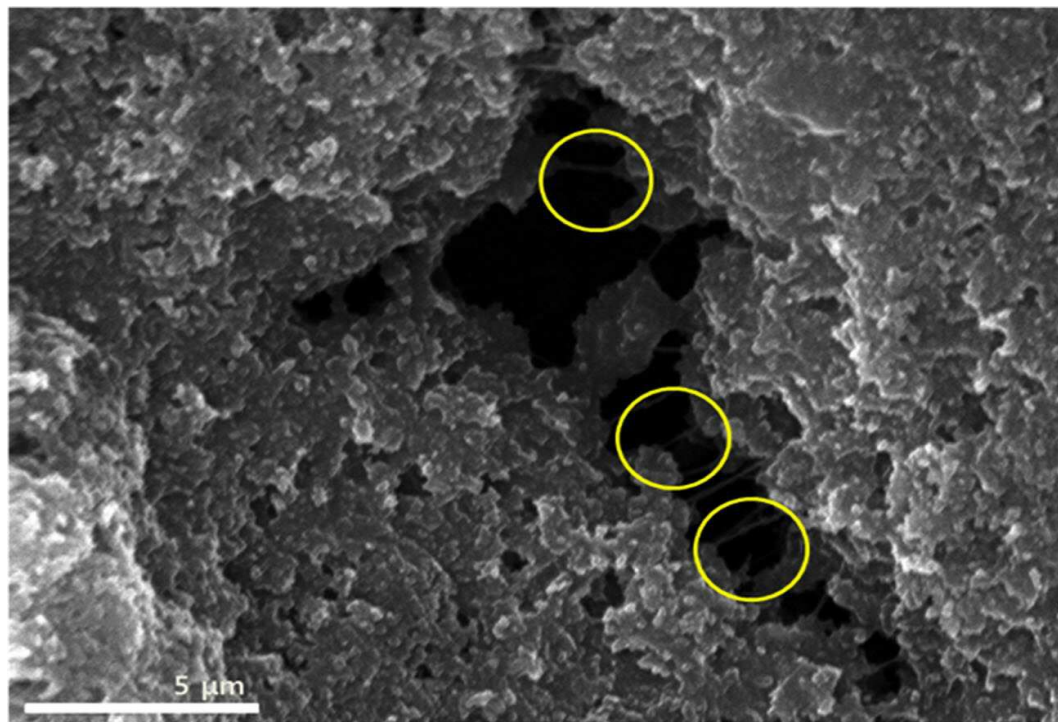


도면

도면1

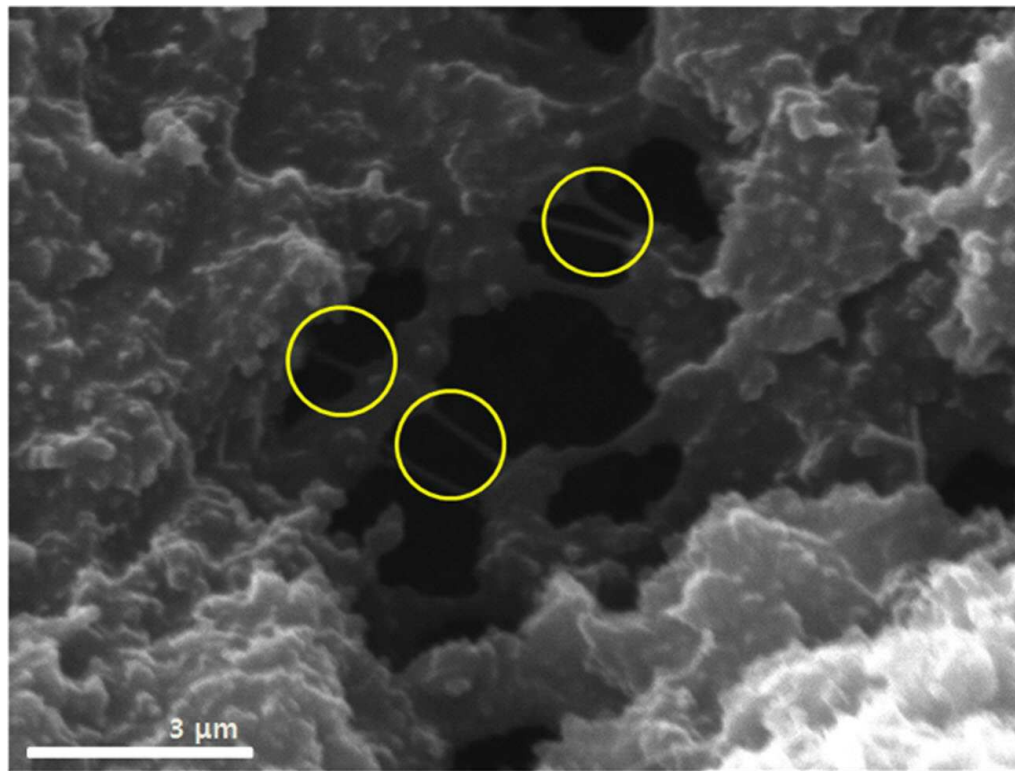


도면2a





도면2b



도면3

