



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0090348
(43) 공개일자 2011년08월10일

(51) Int. Cl.

H01M 8/02 (2006.01) B82B 3/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0010069

(22) 출원일자 2010년02월03일

심사청구일자 2010년02월03일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

임대순

서울특별시 강남구 개포동 140 주공아파트
201-104

호아

서울특별시 성북구 보문동5가 141

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 대아

전체 청구항 수 : 총 15 항

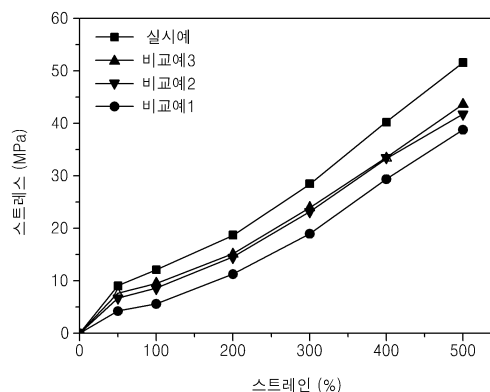
(54) 성게 모양의 탄소나노튜브 제조 방법, 전도성 첨가제-고분자 복합재료 및 이를 이용한 연료전지용 분리판

(57) 요약

복합재료 내에서 우수한 분산성을 발휘할 수 있는 성게 모양의 탄소나노튜브 제조 방법, 제조된 성게 모양의 탄소나노튜브를 함유하는 전도성 첨가제-고분자 복합재료 및 이를 이용한 연료전지용 분리판에 대하여 개시한다.

본 발명에 따른 성게(sea urchin) 모양의 탄소나노튜브 제조 방법은 증착 공정, 스퍼터링 공정 등을 통하여 금속 입자의 표면에 전이금속 재질의 촉매층을 형성하는 단계; 상기 촉매층이 형성된 금속 입자를 전기로(electric furnace)에 투입하는 단계; 및 상기 전기로 내부에 C_2H_2 가스, CH_4 가스, C_2H_4 가스, C_2H_6 가스 등의 탄화수소 가스를 유입하여 상기 금속 입자를 부유(floating)시키면서, 600~900℃의 온도에서 촉매반응을 이용하여 상기 금속 입자 표면의 촉매층 상에 탄소나노튜브를 방사상으로 합성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도7



(72) 발명자

이양복

충청남도 논산시 광석면 사월리

이충현

서울특별시 동대문구 용두동 788 한방천하 포스빌
1101호

특허청구의 범위

청구항 1

금속 입자의 표면에 전이금속 재질의 촉매층을 형성하는 단계;

상기 촉매층이 형성된 금속 입자를 전기로(electric furnace)에 투입하는 단계; 및

상기 전기로 내부에 탄화수소 가스를 유입하여 상기 금속 입자를 부유(floating)시키면서, 600~900℃의 온도에서 촉매반응을 이용하여 상기 금속 입자 표면의 촉매층 상에 탄소나노튜브를 방사상으로 합성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 성게(sea urchin) 모양의 탄소나노튜브 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 금속 입자가 전이 금속을 포함하지 않는 경우, 상기 촉매층은 증착 공정 또는 스퍼터링 공정을 통하여 형성되는 것을 특징으로 하는 성게 모양의 탄소나노튜브 제조 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 금속 입자가 전이 금속을 포함하는 경우, 상기 촉매층은 상기 금속 입자를 부식액으로 에칭하여 상기 금속 입자에 포함된 전이금속을 노출시킴으로써 형성되는 것을 특징으로 하는 성게 모양의 탄소나노튜브 제조 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 금속 입자는 스테인리스 스틸인 것을 특징으로 하는 성게 모양의 탄소나노튜브 제조 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 탄화수소 가스는 C_2H_2 가스, CH_4 가스, C_2H_4 가스 및 C_2H_6 가스 중에서 선택되는 하나 이상의 가스인 것을 특징으로 하는 성게 모양의 탄소나노튜브 제조 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 금속 입자는 0.01~10 μm 의 직경을 갖는 구형인 것을 특징으로 하는 성게 모양의 탄소나노튜브 제조 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 금속 입자는 니켈, 철, 구리, 알루미늄, 스테인리스 스틸, 탄소강 및 알루미늄 합금 중에서 선택되는 하나 이상의 재료로 형성된 것을 특징으로 하는 성게 모양의 탄소나노튜브 제조 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 합성되는 탄소나노튜브의 길이는 0.1~200 μm 인 것을 특징으로 하는 성계 모양의 탄소나노튜브 제조 방법.

청구항 9

금속 입자 표면에 복수의 탄소나노튜브가 성계 모양으로 형성되어 있는 전도성 첨가제; 및

상기 전도성 첨가제가 함침되는 고분자재를 포함하는 것을 특징으로 하는 전도성 첨가제-고분자 복합재료.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 전도성 첨가제는

금속 입자의 표면에 전이금속으로 이루어진 촉매층이 형성되고, 상기 촉매층으로부터 상기 복수의 탄소나노튜브가 방사상으로 형성되는 것을 특징으로 하는 전도성 첨가제-고분자 복합재료.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 금속 입자는 0.01~10 μm 의 직경을 갖는 구형인 것을 특징으로 하는 전도성 첨가제-고분자 복합재료.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 금속 입자는 니켈, 철, 구리, 알루미늄, 스테인리스 스틸, 탄소강 및 알루미늄 합금 중에서 선택되는 하나 이상의 재질로 형성된 것을 특징으로 하는 전도성 첨가제-고분자 복합재료.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 고분자는 에폭시 수지, 페놀 수지, 푸란 수지, 비닐에스테르, 폴리프로필렌, 폴리비닐리덴플루오라이드, 폴리에틸렌, 폴리우레탄, 폴리페닐렌설파이드 및 폴리페닐렌옥사이드 중에서 선택되는 하나 이상의 재질로 이루어진 것을 특징으로 하는 전도성 첨가제-고분자 복합재료.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 전도성 첨가제-고분자 복합재는 상기 전도성 첨가제 45~65중량% 및 상기 고분자재 35~55중량%를 포함하는 것을 특징으로 하는 전도성 첨가제-고분자 복합재료.

청구항 15

제9항 내지 제14항에 기재된 전도성 첨가제-고분자 복합재료를 이용한 연료전지용 분리판.

명세서

기술 분야

- [0001] 본 발명은 탄소나노튜브(Carbon Nano Tube) 제조 기술에 관한 것으로, 보다 상세하게는 탄소나노튜브가 성게 모양(sea urchin)으로 형성되어 전도성 첨가제-고분자 복합재료 등과 같은 복합재료에서 우수한 분산성, 전도성 및 기계적 강도를 발휘할 수 있어 도전성 필름이나 연료전지용 분리판에 적용할 수 있는 성게 모양의 탄소나노튜브 제조 방법 및 성게 모양의 탄소나노튜브가 포함된 전도성 첨가제-고분자 복합재료에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 일반적인 탄소나노튜브의 분산은 물리화학적 방법을 이용하여 실시한다.
- [0003] 이 방법은 각각 이루어지는 것이 아니라 동시에 행하여지는 것으로, 구체적으로는 다음과 같은 방법들이 있다.
- [0004] 첫째, 초음파 분해 기술을 이용하여 뭉쳐진 탄소나노튜브 입자를 액체 중에서 분산시키는 방법이 있다.
- [0005] 둘째, 질산 수용액을 이용하여 탄소나노튜브 표면에 결합을 형성 시키는 방법이 있다.
- [0006] 셋째, 분산제를 처리하여 분산 안전성을 향상 시키는 방법이 있다.
- [0007] 상기의 방법들은 탄소나노튜브에 손상을 가하여 분산시키는 방법으로 탄소나노튜브가 파괴되는 단점이 있다. 또한 상기의 방법들은 슬러리 상태에서 행하여지는 것으로 건조하는 과정에서 탄소나노튜브의 응집성으로 인하여 처음보다 더 강하게 뭉치는 단점을 가지고 있다.
- [0008] 또한, 도전성 필름, 연료전지용 분리판 등의 제품의 대량 생산시 많은 양의 질산 처리는 환경 오염 및 질산 중화 처리 시설을 반드시 갖추어야 하는 경제적인 문제점을 가지고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명의 목적은 금속 입자 표면에 탄소나노튜브가 방사상으로 형성되어, 전체적으로 성게 모양을 가짐으로써 우수한 분산성을 갖는 탄소나노튜브 제조 방법을 제공하는 것이다.
- [0010] 본 발명의 다른 목적은 상기의 성게 모양의 탄소나노튜브를 함유하여, 우수한 분산성, 전도성 및 기계적 강도를 발휘할 수 있는 전도성 첨가제-고분자 복합재료를 제공하는 것이다.
- [0011] 본 발명의 또 다른 목적은 상기 전도성 첨가제-고분자 복합재료를 이용한 연료전지용 분리판을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기 하나의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일실시예에 따른 성게(sea urchin) 모양의 탄소나노튜브 제조 방법은 금속 입자의 표면에 전기금속 재질의 촉매층을 형성하는 단계; 상기 촉매층이 형성된 금속 입자를 전기로(electric furnace)에 투입하는 단계; 및 상기 전기로 내부에 탄화수소 가스를 유입하여 상기 금속 입자를 부유(floating)시키면서, 600~900℃의 온도에서 촉매반응을 이용하여 상기 금속 입자 표면의 촉매층 상에 탄소나노튜브를 방사상으로 합성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 이때, 상기 금속 입자는 니켈, 철, 스테인리스 스틸, 탄소강, 구리, 알루미늄 및 알루미늄 합금 중에서 선택되는 재료로 이루어질 수 있으며, 0.01~10 μ m의 직경을 갖는 구형인 것이 바람직하다.

- [0014] 이때, 상기 금속 입자가 스테인리스 스틸과 같이 전이금속을 포함하는 경우, 상기 촉매층은 상기 스테인리스 스틸을 불산 및 질산과 염산의 혼합물인 왕수 등의 부식액으로 에칭하여 상기 스테인리스 스틸에 포함된 전이금속을 노출시킴으로써 형성될 수 있다. 또한, 상기 금속 입자가 구리, 알루미늄 또는 그 합금과 같이 전이금속을 포함하지 않는 경우, 상기 방법을 이용하여 촉매층을 형성하기 어려우므로, 증착 공정 또는 스퍼터링 공정을 통하여 각 입자 표면에 촉매층을 형성할 수 있다.
- [0015] 상기 탄화수소 가스는 C_2H_2 가스, CH_4 가스, C_2H_4 가스 및 C_2H_6 가스 중에서 선택되는 하나 이상의 가스가 될 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 과정을 통하여 형성되는 탄소나노튜브 각각의 길이는 0.1~200 μm 가 될 수 있다.
- [0017] 상기 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 첨가제-고분자 복합재료는 금속 입자 표면에 복수의 탄소나노튜브가 성게 모양으로 형성되어 있는 전도성 첨가제; 및 상기 전도성 첨가제가 함침되는 고분자재;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 이때, 상기 전도성 첨가제-고분자 복합재는 상기 전도성 첨가제 45~65중량% 및 상기 고분자재 35~55중량%를 포함하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명에 따른 성게 모양의 탄소나노튜브를 포함하는 전도성 첨가제-고분자 복합재료는, 복합재료 제조시 별도의 물리적 혹은 화학적 처리 없이도 높은 분산성을 발휘할 수 있는 효과가 있다.
- [0020] 또한 본 발명에 따른 전도성 첨가제-고분자 복합재료는 일반적인 탄소나노튜브가 아닌 성게 모양의 탄소나노튜브를 함유함으로써 전기전도성 및 기계적 강도가 우수하고, 습식 분산이 아닌 건조된 상태에서 탄소나노튜브의 분산이 가능하여, 도전성 필름, 연료전지용 분리판 등의 제조가 용이하여, 결과적으로 대량 생산이 가능한 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 성게 모양의 탄소나노튜브 제조 방법을 나타내는 순서도이다.
- 도 2는 성게 모양으로 형성된 탄소나노튜브를 개략적으로 나타낸 것이다.
- 도 3은 본 발명에서 사용한 스테인리스 스틸 입자의 전자현미경 사진이다.
- 도 4는 표면에 촉매층이 형성된 스테인리스 스틸 입자의 전자현미경 사진이다.
- 도 5는 본 발명에서 제조된 성게모양 탄소나노튜브 입자의 전자현미경 사진이다.
- 도 6은 본 발명에서 제조된 성게모양 탄소나노튜브 입자를 폴리우레탄 수지에 첨가하여 제조된 전도성 첨가제-고분자 복합재료의 전자현미경 사진이다.
- 도 7은 본 발명에 따른 전도성 첨가제-고분자 복합재료의 인장강도를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.
- [0023] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 성게 모양의 탄소나노튜브 제조 방법, 전도성 첨가제-고분자 복합재료 및 이를 이용한 연료전지용 분리판에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0024] **성게 모양의 탄소나노튜브 제조 방법**

- [0025] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 성게 모양의 탄소나노튜브 제조 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0026] 도 1을 참조하면, 도시된 성게 모양의 탄소나노튜브 제조 방법은 촉매층 형성 단계(S110), 전기로 투입 단계(S120) 및 성게 모양 탄소나노튜브 형성 단계(S130)를 포함한다.
- [0027] 도 2는 성게 모양으로 형성된 탄소나노튜브를 개략적으로 나타낸 것으로, 도 1에 도시된 성게 모양의 탄소나노튜브 제조 방법을 설명함에 있어 도 2를 참조하기로 한다.
- [0028] 촉매층 형성 단계(S110)에서는 탄소나노튜브(230)를 합성하기 전에 미리 금속 입자(210)의 표면에 니켈(Ni) 등의 전이금속(transition metal) 재질의 촉매층(220)을 형성하여, 탄소나노튜브(230)의 합성을 용이하게 한다.
- [0029] 촉매층(220)은 니켈(Ni), 코발트(Co), 철(Fe) 등과 같은 전이금속 재질로 형성될 수 있다. 촉매층(220)은 하나의 전이금속으로 형성될 수 있으며, 2이상의 전이금속이 함께 이용될 수 있다.
- [0030] 촉매층(220)을 형성하는 방법은 두 가지가 있다.
- [0031] 하나의 방법은 금속입자(210)가 스테인레스 스틸과 같이 전이금속을 가지고 있는 경우, 불산 수용액을 이용한 부식공정 또는 질산과 염산의 혼합물인 왕수를 이용한 부식공정 등을 통하여 금속입자 표면에 촉매층(220)을 형성하는 것이다.
- [0032] 다른 하나의 방법은 금속입자(210)가 구리나 알루미늄과 같이 전이금속을 포함하지 않은 경우, 증착(deposition) 공정 또는 스퍼터링(sputtering) 공정 등을 통하여 금속 입자(210)의 표면에 촉매층(220)을 형성하는 것이다.
- [0033] 상기 방법들 중 부식공정이 별도의 장비 없이 촉매층이 형성된 금속입자를 대량으로 생산하기에 유리하므로, 더 바람직하다.
- [0034] 상기 금속 입자(210)는 표면에 촉매층(220)의 형성이 용이하며, 전기전도도가 우수한 금속을 이용할 수 있다. 금속은 단일 금속 혹은 합금 모두 가능하다. 즉, 본 발명에서 이용될 수 있는 금속 입자(210)는 니켈(Ni), 철(Fe), 구리(Cu), 알루미늄(Al) 등의 단일 금속이나 스테인리스 스틸(Stainless Steel), 탄소강(Carbon Steel), 알루미늄 합금(Aluminium Alloy) 등의 재질이 될 수 있으며, 이들이 단독으로 혹은 2종 이상을 함께 이용할 수 있다.
- [0035] 상기 금속 입자(210)는 탄소나노튜브를 방사상으로 균일하게 형성하기 위하여 구형인 것이 바람직하다. 이때, 구형은 완전한 구형을 의미하는 것은 아니며 확대 사진 등을 통하여 볼 때 일견 구형으로 인식할 수 있는 형상을 포함한다.
- [0036] 상기 금속 입자(210)가 구형일 경우, 그 직경은 0.01~10 μ m인 것이 바람직하다. 금속 입자의 직경이 0.01 μ m 미만일 경우, 미세한 금속 입자 제조 비용이 과다하게 소요되고, 촉매층의 코팅이 잘 이루어지지 않는 문제점이 있다. 또한 금속 입자의 직경이 10 μ m를 초과하는 경우 성게 모양의 탄소나노튜브를 형성하더라도 복합 재료에서 금속 입자들 간의 간격이 좁아 탄소나노튜브들이 응집될 수 있는 가능성이 커지며, 성게 모양의 탄소나노튜브 형성 단계(S130)에서 금속 입자의 부유가 잘 이루어지지 않는 문제점이 있다.
- [0037] 한편, 금속 입자(210)가 스테인리스 스틸일 경우, 촉매층(200)은 스테인리스 스틸을 부식액으로 에칭하여, 스테인리스 스틸에 일정한 표면 거칠기를 부여함과 함께 스테인리스 스틸에 포함된 크롬(Cr), 니켈(Ni) 등의 전이금속을 나노 사이즈로 노출시킴으로써 형성될 수 있다. 이 경우, 증착이나 스퍼터링 등의 별도의 공정을 요하지 않으며, 구형의 입자인 경우 모든 방향으로 균일한 촉매층이 형성될 수 있는 장점이 있다.
- [0038] 촉매층 형성 단계(S110)의 실험예로, 구형의 스테인리스 스틸을 금속 입자로 이용하고, 스테인리스 스틸을 부식액으로 3~15분간 에칭하는 예를 제시할 수 있다. 이때, 상기 부식액으로 사용되는 물질은 불산 수용액이며, 수용액 내에 포함된 불산의 양은 5~25 중량%이 될 수 있다.
- [0039] 도 3은 본 발명에서 사용한 스테인리스 스틸 입자의 전자현미경 사진이고, 도 4는 표면에 촉매층이 형성된 스테

인리스 스틸 입자의 전자현미경 사진이다.

- [0040] 도 3을 참조하면, 본 발명의 실험예에서 이용된 스테인리스 스틸 입자는 전자현미경 사진에서 일견 구형인 것을 볼 수 있고, 도 4를 참조하면, 스테인리스 스틸 입자의 표면에 촉매층이 형성되어 있는 것을 볼 수 있다.
- [0041] 전기로 투입 단계(S120)에서는 촉매층(220)이 형성된 금속 입자(210)를 전기로(electric furnace)에 투입한다. 이때, 촉매층(220)이 형성된 금속 입자(210)는 석영 보트 등을 이용하거나, 바람직하게는 공극의 크기가 금속 입자보다 작아 금속 입자가 이탈되지 않는 미세한 망 등을 이용하여 전기로에 투입될 수 있다.
- [0042] 성게 모양 탄소나노튜브 형성 단계(S130)에서는 전기로 내부에 반응가스에 해당하는 탄화수소 가스를 유입하여 금속 입자(210)를 부유(floating)시키면서, 600~900℃의 온도에서 촉매반응을 이용하여 금속 입자(210) 표면의 촉매층(220) 상에 탄소나노튜브(230)를 방사상으로 합성한다.
- [0043] 본 단계(S130)는 금속 입자(210) 표면의 촉매층(220) 상에 탄소나노튜브(230)를 방사상으로 형성하기 위하여 금속 입자를 부유(floating)시킨 상태를 유지하면서 진행되는 것이 바람직하다. 이는 전기로 하부를 통하여 탄화수소 가스를 공급하고, 공급된 탄화수소 가스가 전기로 내부에서 금속 입자와 접촉한 후 전기로 상부를 통하여 배출하는 방법 등에 의하여 이루어질 수 있다.
- [0044] 또한, 본 단계(S130)는 600~900℃의 온도에서 진행되는 것이 바람직하다. 전기로 내부 온도가 600℃ 미만일 경우 탄소나노튜브의 합성 속도가 지나치게 느리게 되므로 바람직하지 못하며, 전기로 내부 온도가 900℃를 초과할 경우 탄소나노튜브의 균일한 합성이 어려워져 수율 저하를 가져올 수 있다.
- [0045] 한편, 본 발명에 이용되는 탄화수소 가스는 C_2H_2 가스, CH_4 가스, C_2H_4 가스, C_2H_6 가스 등과 같이 널리 탄소나노튜브 제조에 이용되는 탄화수소 가스를 제한없이 이용될 수 있으며, 이들 탄화수소 가스를 단독으로 이용하거나 2종 이상의 가스를 혼합하여 이용할 수 있다.
- [0046] 도 5는 본 발명에서 제조된 성게모양 탄소나노튜브 입자의 전자현미경 사진이다.
- [0047] 도 5를 참조하면, 합성된 탄소나노튜브(230)는 금속 입자(210) 표면의 촉매층(220) 상에 균일하게 방사상으로 형성되어 마치 성게와 유사한 모양을 나타내는 것을 볼 수 있으며, 합성된 탄소나노튜브(230)의 길이는 0.1~200 μm 정도가 될 수 있다.
- [0048] 상기 제조된 성게 모양의 탄소나노튜브는 전도성 첨가제-고분자 복합재료에 적용될 수 있다.
- [0049] **전도성 첨가제-고분자 복합재료**
- [0050] 본 발명에 따른 전도성 첨가제-고분자 복합재료는 금속입자 표면에 카본나노입자가 성장된 전도성 첨가제와 고분자재를 포함한다.
- [0051] 전도성 첨가제에는 표면에 복수의 탄소나노튜브가 성게 모양으로 형성되어 있으며, 이는 도 1에 도시된 제조 방법을 통하여 제조된 것을 이용할 수 있다.
- [0052] 즉, 전도성 첨가제는 금속 입자의 표면에 전이금속으로 이루어진 촉매층이 형성되고, 상기 촉매층으로부터 상기 복수의 탄소나노튜브가 방사상으로 형성된 것을 이용할 수 있다.
- [0053] 고분자재에는 상기 전도성 첨가제가 함침된다.
- [0054] 상기 고분자는 연료전지 내부 등의 환경에서도 충분히 견딜 수 있도록 대략 60~250℃의 온도에서 내열성을 갖는 것이 이용될 수 있으며, 이러한 것들로는 열경화성 고분자로서 에폭시 수지(Epoxy resin), 페놀 수지(Phenolic resin), 푸란 수지(Furan resin), 비닐에스테르(Vinyl ester), 열가소성 고분자로서 폴리프로필렌(polypropylene), 폴리비닐리덴플루오라이드(poly(binylidene fluoride)), 폴리에틸렌(polyethylene), 폴리우레탄(polyurethane), 폴리페닐렌설파이드(Poly(phenylene sulfide)), 폴리페닐렌옥사이드(Poly(phenylene oxide)) 등이 될 수 있으며, 이들을 단독으로 혹은 2이상 혼합하여 이용할 수 있다.

- [0055] 본 발명에 따른 전도성 첨가제-고분자 복합재료는 성게 모양의 탄소나노튜브가 형성된 전도성 첨가제 45~65중량% 및 고분자 35~55중량%를 포함하는 것이 바람직하다. 성게 모양의 탄소나노튜브가 형성된 전도성 첨가제가 45중량% 미만으로 첨가되면 접촉 비저항을 상승시켜 도전성이 저하되는 문제점이 있고, 반대로 성게 모양의 탄소나노튜브가 형성된 전도성 첨가제가 65중량%를 초과하면 상대적으로 고분자의 함량이 적어져 복합재료의 성형성이 저하될 수 있어 도전성 필름이나 연료전지용 분리판 등에 적용하기 어려워지는 문제점이 있다.
- [0056] 도 6은 본 발명에서 제조된 성게모양 탄소나노튜브 입자를 폴리우레탄 수지에 첨가하여 제조된 전도성 첨가제-고분자 복합재료의 전자현미경 사진이다.
- [0057] 도 6을 참조하면, 본 발명에 따른 전도성 첨가제-고분자 복합재료에서 탄소나노튜브가 성게 모양으로 형성된 전도성 첨가제가 탄소나노튜브의 응집 현상을 보이지 않으면서 고분자체인 폴리우레탄 수지에 잘 분산되어 있는 것을 볼 수 있다.
- [0058] 탄소나노튜브의 응집 현상이 발생할 경우 전도성 첨가제-고분자 복합재료의 도전성이 저하되고 접촉저항이 높아지는 문제점이 발생하게 되나, 본 발명에 따른 전도성 첨가제-고분자 복합재료는 탄소나노튜브의 응집이 일어나지 않아 상기의 문제점을 방지할 수 있다.
- [0059] 도 7은 본 발명에 따른 전도성 첨가제-고분자 복합재료의 인장강도를 나타낸 것이다.
- [0060] 도 7을 참조하면, 동일한 스트레인(strain)을 주기 위하여 요구되는 스트레스(stress)가 폴리우레탄 자체(비교예 1), 스테인리스 스틸 입자가 폴리우레탄에 함침된 경우(비교예 2)와 스테인리스 스틸 및 탄소나노튜브가 폴리우레탄에 함침된 경우(비교예 3)에 비하여, 성게 모양의 탄소나노튜브가 형성된 도전성 첨가제가 폴리우레탄에 함침된 경우(실시예)가 가장 높은 것을 볼 수 있다.
- [0061] 이는, 본 발명에 따른 전도성 첨가제-고분자 복합재료가 고분자재나 다른 복합재료들보다 우수한 인장강도를 갖는 것을 의미한다.
- [0062] 상기 전도성 첨가제-고분자 복합재료는 성게 모양을 갖는 탄소나노튜브를 함유하고 상기 탄소나노튜브들이 복합재료 내에서 네트워크를 형성함으로써 우수한 분산성, 전도성 및 기계적 강도를 발휘할 수 있다.
- [0063] 따라서, 본 발명에 따른 전도성 첨가제-고분자 복합재료는 도전성 필름 등 다양한 분야에 적용될 수 있으며, 특히 상기의 분산성, 전도성, 기계적 강도 등의 조건들이 모두 요구되는 연료전지용 분리판에 적용될 수 있다. 구체적으로, 본 발명에 따른 전도성 첨가제-고분자 복합재료는 연료전지용 분리판 자체를 구성하거나 연료전지용 분리판의 표면층 등에 적용될 수 있다.
- [0064] 이상에서는 본 발명의 일 실시예를 중심으로 설명하였지만, 당업자의 수준에서 다양한 변경이나 변형을 가할 수 있다. 이러한 변경과 변형이 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 한 본 발명에 속한다고 할 수 있다. 따라서 본 발명의 권리범위는 이하에 기재되는 청구범위에 의해 판단되어야 할 것이다.

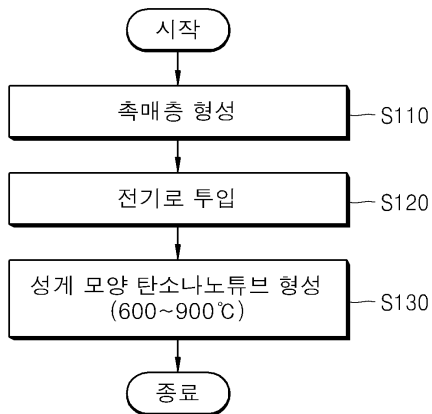
부호의 설명

- [0065] S110 : 촉매층 형성 단계
S120 : 전기로 투입 단계
S130 : 성게 모양 탄소나노튜브 형성 단계
210 : 금속 입자
220 : 촉매층

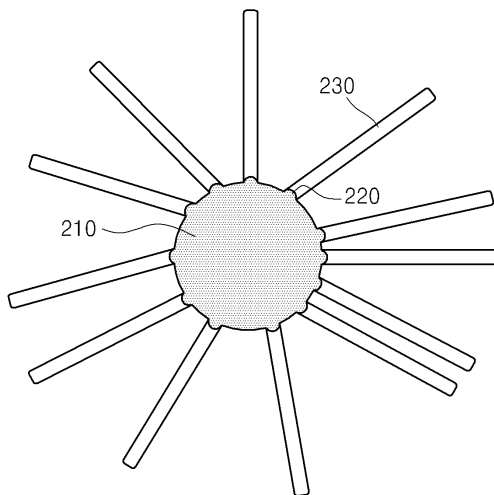
230 : 탄소나노튜브

도면

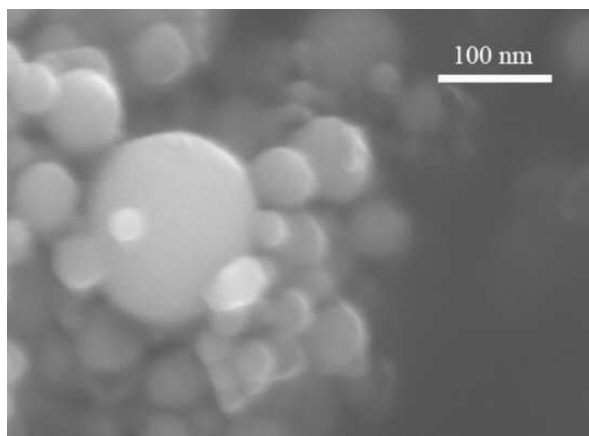
도면1



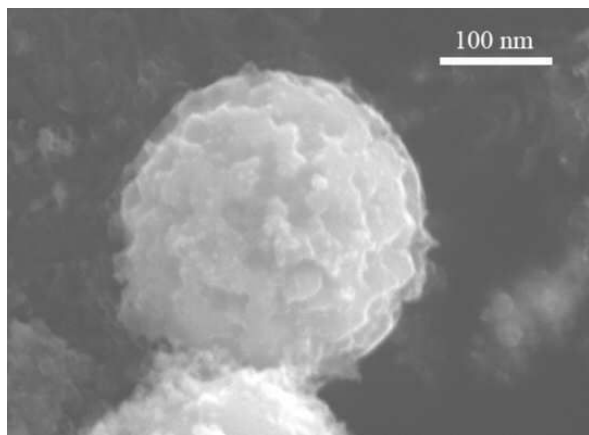
도면2



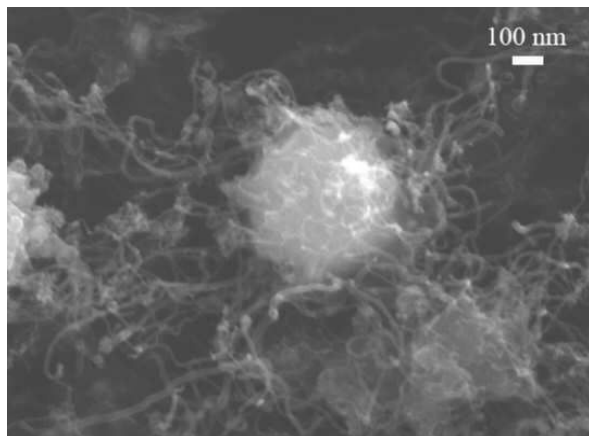
도면3



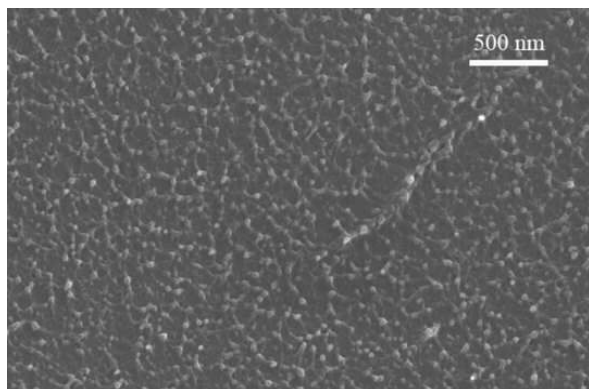
도면4



도면5



도면6



도면7

