



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년03월30일

(11) 등록번호 10-1506694

(24) 등록일자 2015년03월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B82B 3/00 (2006.01) B01J 19/10 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0120040

(22) 출원일자 2013년10월08일

심사청구일자 2013년10월08일

(56) 선행기술조사문헌

Materials Chemistry and Physics, 2012, Vol. 132, pp.284-291.*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)

(72) 발명자

신원규

대전광역시 서구 월평동로 45 진달래아파트 102-106

박미소

대전 동구 계족로 443, 1505호 (용전동, 신진크로바맨션)

(74) 대리인

특허법인 웰

전체 청구항 수 : 총 15 항

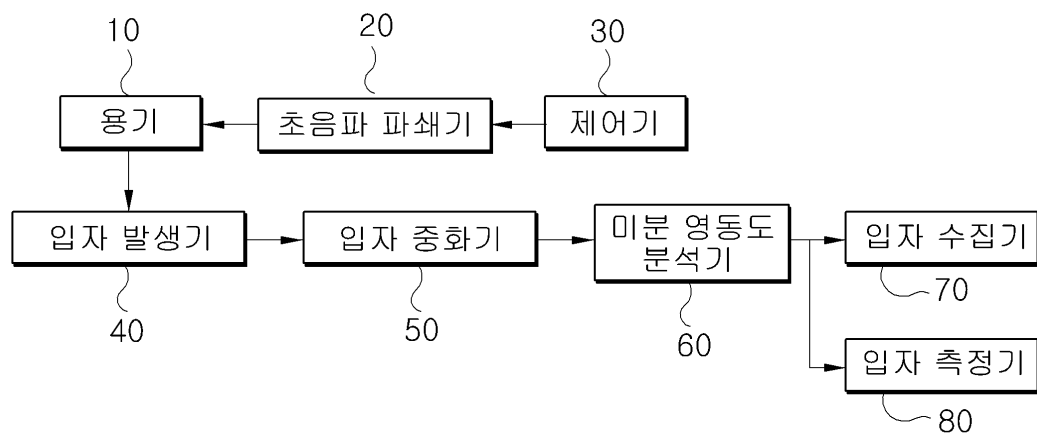
심사관 : 정명주

(54) 발명의 명칭 나노 와이어의 처리장치 및 처리방법

(57) 요약

비교적 긴 나노 와이어 입자에 대해 파쇄시간을 조절하여 평균 크기와 길이 분포를 제어할 수 있는 나노 와이어의 처리장치 및 처리방법에 관한 것으로, 용액과 나노 와이어가 내장된 용기, 상기 용액에 초음파를 인가하는 초음파 파쇄기, 상기 초음파 파쇄기에서의 인가 시간 또는 출력을 제어하는 제어기를 포함하고, 상기 초음파의 인가에 의해 상기 나노 와이어를 파쇄하는 구성을 마련하여, 비교적 긴 나노 와이어 입자에 대해 파쇄시간을 조절하여 평균 크기와 길이 분포를 제어할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20110014649

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 일반연구자(신진연구)지원사업

연구과제명 입자의 전기이동도와 단극확산하전 특성의 결합 측정을 이용한 고세장비 에어로졸 나노 입자의 실시간 측정 기법 개발

기 여 율 1/1

주관기관 충남대학교

연구기간 2011.05.01 ~ 2014.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

용액과 나노 와이어가 내장된 용기,
상기 용액에 초음파를 인가하는 초음파 파쇄기,
상기 초음파 파쇄기에서의 인가 시간 또는 출력을 제어하는 제어기,
상기 초음파 파쇄기에 의해 파쇄된 나노 와이어를 기체상으로 발생시키는 입자 발생기,
상기 입자 발생기에서 발생된 나노 와이어를 길이별로 분류하는 입자 분류기를 포함하고,
상기 초음파의 인가에 의해 상기 나노 와이어를 파쇄하는 것을 특징으로 하는 나노 와이어 처리장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 나노 와이어의 파쇄는 상기 나노 와이어의 입자 지름이 동일하고 길이가 변경되는 것을 특징으로 하는 나노 와이어 처리장치.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 나노 와이어는 Ag 와이어 이고, 상기 용액은 DI WATER(DeIonized water)인 것을 특징으로 하는 나노 와이어 처리장치.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 입자 분류기에서 분류된 입자를 수집하는 입자 수집기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 와이어 처리장치.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 입자 분류기에서 분류된 입자를 측정하는 입자 측정기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 와이어 처리장치.

청구항 7

제1항에 있어서,
상기 초음파 분쇄는 상기 초음파 분쇄기의 혼을 상기 용액 내에 내장하여 실행하는 것을 특징으로 하는 나노 와이어 처리장치.

청구항 8

(a) 용기 내에 용액과 나노 와이어를 마련하는 단계,
(b) 상기 용액에 초음파를 인가하여 상기 나노 와이어를 파쇄하는 단계,
(c) 상기 단계 (b)에 의해 파쇄된 나노 와이어를 길이별로 분류하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 와이어의 처리방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 용액은 DI WATER(DeIonized water)인 것을 특징으로 하는 나노 와이어의 처리방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 단계 (b)는 원하는 길이의 나노 와이어를 얻기 위해 인가되는 초음파 발생 시간 또는 초음파 출력을 가변하는 것을 특징으로 하는 나노 와이어의 처리방법.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 단계 (b)에 의해 상기 나노 와이어의 입자 지름은 동일하고 길이가 변경되는 것을 특징으로 하는 나노 와이어의 처리방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

제8항에 있어서,

상기 단계 (c)는 입자 발생기 또는 입자 중화기에 의해 상기 나노 와이어를 기체상으로 발생시킨 후 미분전기영동도 분석기에 의해 분류되는 것을 특징으로 하는 나노 와이어의 처리방법.

청구항 14

제8항에 있어서,

상기 나노 와이어는 Ag 와이어인 것을 특징으로 하는 나노 와이어의 처리방법.

청구항 15

제8항에 있어서,

상기 단계 (a)는 나노 와이어를 콜로이드 상태로 마련하고,

상기 단계 (b)는 초음파 분산 후 실행되는 것을 특징으로 하는 나노 와이어의 처리방법.

청구항 16

제8항에 있어서,

상기 단계 (b)에서 파쇄된 나노 와이어에 대해 나노 와이어의 안정성을 위해 안정성 용액을 첨가하는 것을 특징으로 하는 나노 와이어의 처리방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 안정성 용액은 질산(HNO_3), 황산(H_2SO_4), 질산칼륨(KNO_3), 폴리아크릴산(Polyacrylic acid : PAA), 올레인산 아미드 에톡시레이트(oleic amide ethoxylate- $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{CONH}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{10}\text{H}$), 과산화수소(H_2O_2) 중의 어느 하나인 것을 특징으로 하는 나노 와이어의 처리방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 나노 와이어의 처리장치 및 처리방법에 관한 것으로, 특히 비교적 긴 나노 와이어 입자에 대해 파쇄 시간을 조절하여 평균 크기와 길이 분포를 제어할 수 있는 나노 와이어의 처리장치 및 처리방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 나노(10^{-9} m) 크기의 물질은 거대 크기의 물질과 동일 물질이라도 물리적, 화학적 성질이 다르다. 즉, 표면/질량의 비가 크기 때문에 이러한 나노 크기의 물질은 표면에서 일어나는 화학 반응을 이용하는 광촉매, 전자소자, 광소자 장치 등에 응용할 수 있다.

[0003] 나노 와이어는 수 나노미터(nm)에서 수백 나노미터의 직경을 가지며, 그 길이는 직경의 수십 내지 수천 배 이상으로 성장될 수 있는 물질로서 알려져 있다. 이러한 나노 와이어는 기존의 벌크 구조에서 나타나는 일반적인 성질과 달리 다양한 전기적, 화학적, 물리적 및 광학적 특성을 나타낸다. 이러한 특성들을 이용하여 더욱 세밀하고 집적된 소자들을 구현할 수 있다.

[0004] 현재 연구되고 있는 나노 와이어 재료로는 금속 나노 와이어 뿐만 아니라 비금속 나노 와이어, 산화금속 나노 와이어 및 탄화실리콘 나노 와이어 등이 있다.

[0005] 이러한 나노 와이어의 제조 방법으로는 화학적 중합방법, 전기화학적 중합방법, 화학기상 증착 방법(Chemical vapor deposition, CVD), 탄소열환원법(carbothermal reduction) 등의 방법이 있다.

[0006] 이러한 문제를 해결하기 위한 기술의 일 예가 하기 문헌 1 및 2 등에 개시되어 있다.

[0007] 예를 들어, 하기 특허문헌 1에는 전기화학 공정을 수행하는 조건을 조절함으로써, 상기 나노 물질을 선택적으로 분산, 예를 들어 나노 물질이 나노튜브를 포함하는 경우, 상기 전기화학 공정을 수행하는 조건을 조절함으로써 상이한 성질들을 갖는 나노튜브를 선택적으로 분산시키고, 이와 관련하여, 나노튜브를 그의 전자학적 특성을 기초로, 예를 들어 반도체성 나노튜브를 크기에 의해 또는 헬리시티에 의해 금속성 나노튜브로부터 분리시키는 기술에 대해 개시되어 있다.

[0008] 또 하기 특허문헌 2에는 초소형 입자의 기능성 재료 부착을 가능하게 하고, 고속의 정확하고 균일한 기능성 재료의 수용체 상의 부착을 가능하게 하고, 캐리어 유체에 분산된 하나 이상의 나노미터 크기의 기능성 재료의 혼합물을 사용한 수용체의 고속의 정확하고 정밀한 코팅을 가능하게 하고, 나노미터 크기의 기능성 재료가 연속적으로 생성되는, 유체에 분산된 하나 이상의 나노미터 크기의 기능성 재료를 사용한 수용체의 고속의 정확하고 정밀한 코팅을 가능하게 하고, 나노미터 크기의 기능성 재료가 혼합 장치를 포함한 용기에서 유체 중의 분산물로서 계속해서 만들어지는 기술에 대해 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제2011-0088489호(2011.08.03 공개)
(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허공보 제2008-0012918호(2008.02.12 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 그러나 상술한 바와 같은 특허문헌에 따른 기술에서는 나노튜브를 선택적으로 분산 또는 분리시키기 위해 작동 전극과 대 전극 사이의 포텐셜을 적용하는 시간을 조절하고, 전해질의 종류 및 그 농도를 제어해야 한다는 복잡함이 있었다. 또한, 상기 종래 기술에 의해서는 나노 와이어를 원하는 길이로 파쇄할 수 없다는 문제도 있었다.

[0011] 또한, 종래의 나노 와이어 제조 기술에 있어서는 입자들을 크기별로 균일하게 만들어진 입자들을 제조하거나 구

입하는 것이 어렵고, 길이가 짧은 와이어를 만드는 것이 곤란하다는 문제도 있었다.

- [0012] 본 발명의 목적은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해 이루어진 것으로서, 비교적 긴 나노 와이어 입자들을 파쇄하여 원하는 평균 크기 및 길이 분포를 갖는 나노 와이어의 처리장치 및 처리방법을 제공하는 것이다.
- [0013] 본 발명의 다른 목적은 크기별로 균일한 나노 와이어를 효율적으로 얻을 수 있는 나노 와이어의 처리장치 및 처리방법을 제공하는 것이다.

파쇄의 해결 수단

- [0014] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 나노 와이어 처리장치는 용액과 나노 와이어가 내장된 용기, 상기 용액에 초음파를 인가하는 초음파 파쇄기, 상기 초음파 파쇄기에서의 인가 시간 또는 출력을 제어하는 제어기를 포함하고, 상기 초음파의 인가에 의해 상기 나노 와이어를 파쇄하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또 본 발명에 따른 나노 와이어 처리장치에 있어서, 상기 나노 와이어의 파쇄는 상기 나노 와이어의 입자 지름이 동일하고 길이가 변경되는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 또 본 발명에 따른 나노 와이어 처리장치에 있어서, 상기 나노 와이어는 Ag 와이어 이고, 상기 용액은 DI WATER(DeIonized water)인 것을 특징으로 한다.
- [0017] 또 본 발명에 따른 나노 와이어 처리장치에 있어서, 상기 초음파 파쇄기에 의해 파쇄된 나노 와이어를 기체상으로 발생시키는 입자 발생기, 상기 입자 발생기에서 발생된 나노 와이어를 길이별로 분류하는 입자 분류기를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 또 본 발명에 따른 나노 와이어 처리장치에 있어서, 상기 입자 분류기에서 분류된 입자를 수집하는 입자 수집기를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또 본 발명에 따른 나노 와이어 처리장치에 있어서, 상기 입자 분류기에서 분류된 입자를 측정하는 입자 측정기를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또 본 발명에 따른 나노 와이어 처리장치에 있어서, 상기 초음파 분쇄는 상기 초음파 분쇄기의 혼을 상기 용액 내에 내장하여 실행하는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한, 상술한 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 나노 와이어 처리방법은 (a) 용기 내에 용액과 나노 와이어를 마련하는 단계, (b) 상기 용액에 초음파를 인가하여 상기 나노 와이어를 파쇄하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 또 본 발명에 따른 나노 와이어 처리방법에 있어서, 상기 용액은 DI WATER(DeIonized water)인 것을 특징으로 한다.
- [0023] 또 본 발명에 따른 나노 와이어 처리방법에 있어서, 상기 단계 (b)는 원하는 길이의 나노 와이어를 얻기 위해 인가되는 초음파 발생 시간 또는 초음파 출력을 가변하는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 또 본 발명에 따른 나노 와이어 처리방법에 있어서, 상기 단계 (b)에 의해 상기 나노 와이어의 입자 지름은 동일하고 길이가 변경되는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 또 본 발명에 따른 나노 와이어 처리방법에 있어서, (c) 상기 단계 (b)에 의해 파쇄된 나노 와이어를 길이별로 분류하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 또 본 발명에 따른 나노 와이어 처리방법에 있어서, 상기 단계 (c)는 입자 발생기 또는 입자 중화기에 의해 상기 나노 와이어를 기체상으로 발생시킨 후 미분전기 영동도 분석기에 의해 분류되는 것을 특징으로 한다.
- [0027] 또 본 발명에 따른 나노 와이어 처리방법에 있어서, 상기 나노 와이어는 Ag 와이어인 것을 특징으로 한다.
- [0028] 또 본 발명에 따른 나노 와이어 처리방법에 있어서, 상기 단계 (a)는 나노 와이어를 콜로이드 상태로 마련하고, 상기 단계 (b)는 초음파 분산 후 실행되는 것을 특징으로 한다.
- [0029] 또 본 발명에 따른 나노 와이어 처리방법에 있어서, 상기 단계 (b)에서 파쇄된 나노 와이어에 대해 나노 와이어

의 안정성을 위해 안정성 용액을 첨가하는 것을 특징으로 한다.

[0030] 또 본 발명에 따른 나노 와이어 처리방법에 있어서, 상기 안정성 용액은 질산(HNO_3), 황산(H_2SO_4), 질산칼륨(KNO_3), 폴리아크릴산(Polyacrylic acid : PAA), 올레인산 아미드 에톡시레이트(oleic amide ethoxylate- $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{CONH}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{10}\text{H}$), 과산화수소(H_2O_2) 중의 어느 하나인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0031] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 나노 와이어의 처리장치 및 처리방법에 의하면, 비교적 긴 나노 와이어 입자 콜로이드 용액을 잘 분산시킨 후 초음파 파쇄를 실행하여 나노 와이어의 지름을 그대로 유지하면서 평균 길이를 줄일 수 있고, 나노 길이 분포를 복잡 분산하게 만들 수 있다는 효과가 얻어진다.

[0032] 또, 본 발명에 따른 나노 와이어의 처리장치 및 처리방법에 의하면, 실제로 입자들을 크기별로 제조 또는 구입하는 것보다는 비교적 긴 나노 와이어 입자에 대해 파쇄시간을 조절하여 평균 크기와 길이 분포를 제어할 수 있다는 효과도 얻어진다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1은 본 발명에 따른 나노 와이어의 처리장치의 블록도,
 도 2는 도 1에 도시된 나노 와이어의 처리장치의 구성을 설명하기 위한 설명도,
 도 3은 본 발명에 따른 나노 와이어의 처리를 실행하는 과정을 설명하기 위한 공정도,
 도 4는 본 발명에 따른 나노 와이어의 처리 상태를 나타내는 사진.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 본 발명의 상기 및 그 밖의 목적과 새로운 특징은 본 명세서의 기술 및 첨부 도면에 의해 더욱 명확하게 될 것이다.

[0035] 이하, 본 발명의 구성을 도면에 따라서 설명한다.

[0036] 도 1은 본 발명에 따른 나노 와이어의 처리장치의 블록도 이고, 도 2는 도 1에 도시된 나노 와이어의 처리장치의 구성을 설명하기 위한 설명도 이다.

[0037] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 나노 와이어 처리장치는 용액과 나노 와이어가 내장된 용기(10), 상기 용액에 초음파를 인가하는 초음파 파쇄기(20), 상기 초음파 파쇄기(20)에서의 인가 시간 또는 출력을 제어하는 제어기(30)를 포함한다.

[0038] 상기 용액은 DI WATER(DeIonized water)가 사용되며, 상기 나노 와이어로서는 Ag 와이어를 적용한다. 그러나 상기 와이어와 같은 용액 및 나노 와이어는 본 발명을 시험하기 위한 일 예로서 이에 한정되는 것은 아니다.

[0039] 본 발명에서는 용기(10) 내에 DI WATER와 Ag 와이어로 희석하여 콜로이드 상태로 마련한다.

[0040] 상기 와이어와 같이 마련된 콜로이드 용액에 대해 초음파 파쇄기(20)로 초음파 분산을 실행한 후 상기 Ag 와이어를 파쇄한다.

[0041] 상기 초음파 파쇄기(20)에 의해 파쇄된 나노 와이어의 입자 지름은 동일하고 그 길이만 변경된다.

[0042] 또, 본 발명에 따른 나노 와이어 처리장치는 상기 초음파 파쇄기(20)에 의해 파쇄된 나노 와이어를 기체상으로 발생시키는 입자 발생기(40) 및 입자 중화기(50)를 포함한다.

[0043] 상기 입자 발생기(40)는 나노 와이어 입자들을 분무기(atomizer) 또는 전기분무기(electrospray)를 이용하여 기체상으로 발생시킨다. 본 발명에 따른 입자 발생기(40)는 상기 종류에 한정되는 것은 아니고 용액 및 파쇄할 나노 와이어의 종류에 따라 기포발생기(Bubbler), 네블라이저(nebulizer) 또는 증발기(Evaporator)를 사용하여도 좋다. 또한, 파쇄된 나노 와이어를 건식으로 분말을 이용하여 발생시킬 경우, 이젝터를 사용하여 기체상으로 비

산시키는 구조를 채택할 수도 있다.

- [0044] 또, 본 발명에 따른 나노 와이어 처리장치는 상기 입자 발생기(40) 및 입자 중화기(50)에서 발생된 나노 와이어를 길이별로 분류하는 전기적 입자 분류기(differnetail mobility analyzer, DMA)를 포함한다. 이와 같은 입자 분류기는 예를 들어 미분전기영동도 분석기(60)를 이용하여 길이별로 분류한다.
- [0045] 상기 분석기(60)에 의해 분류된 나노 와이어는 입자 수집기(70)에 의해 수집되고, 입자의 크기를 측정하기 위한 입자 측정기(80)를 포함한다. 상기 입자 수집기(70)에서의 나노 와이어 포집은 여과기, 전기장 또는 온도 구배에 의한 트랩, 사이클론, 또는 필터에 의해 실행되며, 대용량으로 입자를 포집하기 위한 백필터(Bag Filter)를 구비할 수도 있다.
- [0046] 다음에 본 발명에 따른 나노 와이어 처리방법에 대해 도 2 내지 도 4에 따라 설명한다.
- [0047] 도 3은 본 발명에 따른 나노 와이어의 처리를 실행하는 과정을 설명하기 위한 공정도이고, 도 4는 본 발명에 따른 나노 와이어의 처리 상태를 나타내는 도면이다.
- [0048] 먼저, 용기(10) 내에 용액과 나노 와이어를 마련한다(S10). 본 발명에서는 평균 두께 44nm, 평균 길이 2613nm의 Ag 와이어를 사용하고, 용기(10) 내에 DI WATER 100 ml와 Ag 와이어 5 ml 로 희석하여 콜로이드 상태로 마련한다.
- [0049] 상기 콜로이드 상태로 마련된 용액에 대해 초음파 분산을 실행하고(S20), 그 후 상기 용액에 초음파를 인가하여 상기 나노 와이어를 파쇄한다(S30). 이와 같은 파쇄는 나노 와이어의 길이 또는 용도에 따라 제어기(30)에 의해 인가되는 초음파 발생 시간 또는 초음파 출력을 가변으로 제어한다. 또, 상기 파쇄에 의한 나노 와이어는 파쇄 전의 나노 와이어와 입자 지름은 동일하고 길이만 변경된다.
- [0050] 또한, 상기 단계 S30에서 나노 와이어를 파쇄한 후 용액의 안정성(pH, zeta potential)을 위해 질산(HNO₃), 황산(H₂SO₄), 질산칼륨(KNO₃), 폴리아크릴산(Polyacrylic acid : PAA), 올레인산 아미드 에톡시레이트(oleic amide ethoxylate- C₁₇H₃₃CONH(CH₂CH₂O)₁₀H), 과산화수소(H₂O₂) 등의 안정성 용액을 첨가하여도 좋다.
- [0051] 예를 들어, 폴리아크릴산(PAA)을 Al₂O₃용액에 첨가하면, 제타포텐셜(Zeta potential)이 최대치에 달성하기 전까지 폴리아크릴산(PAA)의 농도가 선형적으로 감소하게 된다. 폴리아크릴산(PAA)의 입자 표면에서의 강한 흡착은 나노입자의 제타포텐셜에 영향을 주게 된다. 폴리아크릴산(PAA)이 약 0.4mg/m² 일 때 최적의 흡착량을 얻게 된다.
- [0052] 다음에 상기 단계 S30에서 파쇄된 나노 와이어는 입자 발생기(40) 및 입자 중화기(50)에 의해 기체상으로 분무하고(S40), 분무된 나노 와이어는 미분전기 영동도 분석기(60)에 의해 나노 와이어의 길이에 따라 분류된다(S50).
- [0053] 상기 단계 S60에 의해 분류된 나노 와이어는 용도에 따라 입자 수집기(70)에 의해 수집되거나 또는 입자 측정기(80)에 의해 나노 와이어의 길이가 측정된다(S60).
- [0054] 다음에 본 발명에 따른 시험과정을 설명한다.
- [0055] 본 발명에 적용되는 초음파 파쇄기(20)는 jeiotech, ULH-700S(상품명)를 사용하였다. 이 초음파 파쇄기(20)는 최대 출력이 700 W이고, 진동수는 20 kHz이며, 연속 모드 및 펄스 모드에서 작동한다.
- [0056] 본 발명에 따른 실험에서 초음파 파쇄기(20)의 작동조건으로서 초음파 파쇄기(20)의 혼(horn)이 $\Phi 10$ 인 것을 사용하였다. 상기 혼을 용기(10) 내의 용액에 약 10mm 정도 내장하여 연속 모드에서 시행하였다.
- [0057] 상기 제어기(30)는 상기 초음파 파쇄기(20)를 30분, 60분, 90분, 120분간 작동하도록 제어하고, 나노 와이어가 파쇄된 샘플을 제작하였다. 각각의 시간마다 SMPS(Scanning Mobility Particle Sizer)를 측정하기 위해 샘플 8 ml씩 덜어내고 작동하였다.
- [0058] 상기와 같은 샘플은 30분 간격으로 덜어낸 용액을 사용하고, 도 2에 도시된 바와 같이, 실리콘 웨이퍼(Si-wafer) 위에 피펫으로 소량 적하하였다.
- [0059] 적하된 샘플은 수분 제거를 위해 오븐에 100℃로 2시간 가열하였다.
- [0060] 파쇄된 샘플의 분석은 SEM(Scanning Electron Microscope)을 이용하여 분석 (10 kV)하고 200개 정도의 표본을

수집하였다.

[0061] 상기 SEM에 의한 측정결과는 도 4에 도시된 바와 같다.

[0062] 도 4의 (a)는 파쇄 전의 나노 와이어의 초기 상태의 사진이고, 도 4의 (b)는 초음파 파쇄기(20)에 의해 2시간 파쇄 후의 사진이다.

[0063] 도 4의 (a)와 (b)의 대비에서 알 수 있는 바와 같이, 본 발명에 따른 초음파 파쇄에 의해 파쇄된 나노 와이어는 길이가 다양하고, 평균 길이가 줄어든 것을 확인하였다.

[0064] 즉, 본 발명에 따른 초음파 파쇄에서는 비교적 길이가 긴 나노 와이어 입자 콜로이드 용액을 잘 분산시킨 후 초음파 파쇄를 하게 되면, 나노 와이어의 지름은 그대로 유지하면서 평균 길이를 줄일 수 있고(마이크론 단위에서 나노 단위로), 길이 분포를 복잡 분산하게 만들 수 있었다.

[0065] 따라서, 실질적으로 입자들을 크기별로 제조(또는 구입)하는 것보다는 비교적 길이가 긴 나노 와이어 입자에 대해 파쇄 시간을 조절하여 평균 크기와 길이 분포를 제어할 수가 있다.

[0066] 또한, 입자 분류기(미분전기영동도 분석기)를 이용하여 파쇄된 나노 와이어를 길이별로 분류한 후 표면을 코팅하거나 나노 와이어의 성질을 연구하는 데 응용할 수 있다.

[0067] 이상 본 발명자에 의해서 이루어진 발명을 상기 실시 예에 따라 구체적으로 설명하였지만, 본 발명은 상기 실시 예에 한정되는 것은 아니고 그 요지를 이탈하지 않는 범위에서 여러 가지로 변경 가능한 것은 물론이다.

산업상 이용가능성

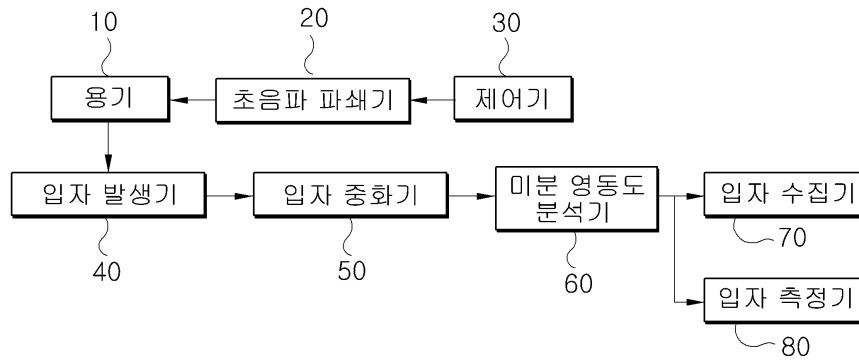
[0068] 본 발명에 따른 나노 와이어의 처리장치 및 처리방법을 사용하는 것에 의해 비교적 긴 나노 와이어 입자에 대해 파쇄시간을 조절하여 평균 크기와 길이 분포를 제어할 수 있다.

부호의 설명

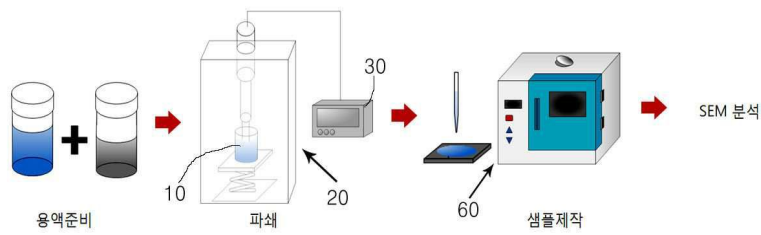
- [0069]
- 10 : 용기
 - 20 : 초음파 파쇄기
 - 30 : 제어기
 - 40 : 입자 발생기
 - 50: 입자 중화기
 - 60 : 미분 영동도 분석기
 - 70 : 입자 수집기
 - 80 : 입자 측정기

도면

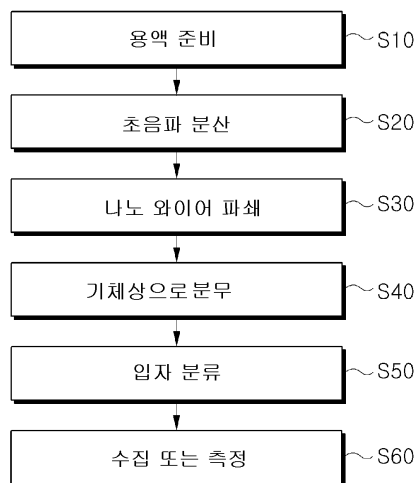
도면1



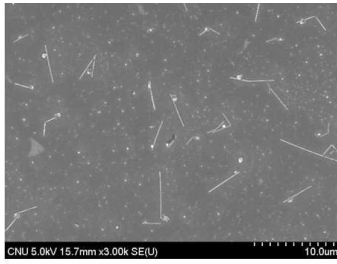
도면2



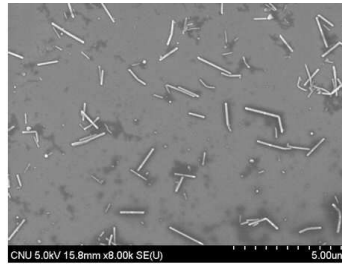
도면3



도면4



(a)



(b)