



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2007-0099778
(43) 공개일자 2007년10월10일

(51) Int. Cl.

B82B 3/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0030969

(22) 출원일자 2006년04월05일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자

조정상

경기도 과천시 과천동 485-13

최병룡

서울시 서초구 방배3동 593-94 신성빌라 가동 103호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김학제, 문혜정

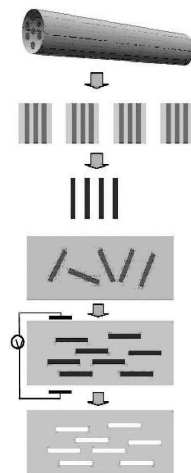
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 나노구조체를 이용한 다공성 물질의 제조방법 및 그에의하여 제조된 다공성 물질

(57) 요약

본 발명은 다공성 템플릿을 이용하여 나노구조체를 제조한 후 이를 새로운 주물 또는 전구체 물질에 분산시키고 나노구조체를 일정한 방향으로 배향시킨 후 나노구조체를 에칭하여 제거하는 것을 특징으로 하는 나노구조체를 이용한 다공성 물질의 제조방법 및 그에 의하여 제조된 다공성 물질에 관한 것이다. 본 발명의 방법에 의하면 다공성 물질의 세공의 모양 및 크기의 제어가 용이하고 각 세공의 방향성 및 규칙성을 용이하게 제어할 수 있고 제조가 간단하여 제조 비용을 절감할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

이은경

경기도 수원시 영통구 매탄3동 우남퍼스트빌아파트
202-502

권순재

경기도 성남시 분당구 금곡동 청솔마을 계룡아파트
109동 402호

이재호

경기도 용인시 수지구 죽전동 새터마을 모아미래도
아파트 303동1305호

특허청구의 범위

청구항 1

- (a) 다공성 템플릿을 이용하여 나노구조체를 제조하는 단계;
- (b) 전단계에서 수득된 나노구조체를 새로운 주물 또는 전구체 물질에 분산시키는 단계;
- (c) 나노구조체를 일정한 방향으로 배향시키는 단계; 및
- (d) 나노구조체를 에칭하여 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노구조체를 이용한 다공성 물질의 제조방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 나노구조체가 나노로드, 나노와이어, 또는 나노튜브인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 나노구조체의 제조 단계가

- (a) 다수의 기공을 포함하는 다공성 템플릿을 제공하는 단계;
- (b) 상기 템플릿을 이용하여 SLS(solid-liquid-solid) 공정 또는 VLS(vapor-liquid-solid) 공정에 의해 나노구조체를 형성하는 단계; 및
- (c) 템플릿을 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제 3항에 있어서, 상기 SLS(solid-liquid-solid) 공정이 템플릿이 배치된 기판을 반응로에 넣고 기체를 주입하면서 가열하여 기판으로부터 확산된 나노구조체 소스로 나노구조체를 형성시킴으로써 수행되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제 3항에 있어서, 상기 VLS(vapor-liquid-solid) 공정이 템플릿이 배치된 기판을 반응로에 넣고 기체 및 나노구조체 소스를 주입하면서 가열하여 나노구조체를 형성시킴으로써 수행되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서, 상기 다공성 템플릿이 유리, 실리카 및 TiO_2 , ZnO , SnO_2 , 및 WO_3 와 같은 금속산화물로 이루어진 군에서 선택되는 재료로 형성된 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

제 1항에 있어서, 상기 나노구조체가 금속산화물, 금속질화물, 반도체, 금속, 폴리머, 및 탄소나노튜브로 구성되는 군에서 선택되는 재료로 형성되는 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

제 7항에 있어서, 상기 반도체가 II-VI족, III-V족, IV-VI족 또는 IV족 화합물 반도체인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제 1항에 있어서, 상기 다공성 템플릿의 직경이 1nm~1mm 이고, 높이가 100nm~1mm 인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

제 1항에 있어서, 상기 다공성 템플릿의 기공의 직경이 1~100nm이고, 기공 간의 간격이 2nm~1 μ m 인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

제 1항에 있어서, 상기 나노구조체의 분산 단계가 나노구조체를 전구체가 용해된 수용액 또는 유기 용매에 분산시키거나 분산제가 첨가된 용매에 분산시키는 단계임을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

제 1항에 있어서, 상기 주물 또는 전구체 물질이 금속, 금속산화물, 폴리머 및 탄소나노튜브로 구성되는 군에서 선택되는 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 13

제 1항에 있어서, 상기 나노구조체의 배향 단계가 전기장 또는 자기장을 인가하거나 또는 기계적인 수단에 의해 나노구조체를 배향시키는 단계임을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

제 1항에 있어서, 상기 나노구조체의 에칭 단계가 나노구조체를 선택적으로 용해시킬 수 있는 에천트를 사용하거나 열분해시켜 제거하는 단계임을 특징으로 하는 방법.

청구항 15

제 1항 내지 제 14항 중 어느 하나의 항의 방법에 의해 제조된 다공성 물질.

청구항 16

제 15항에 있어서, 상기 다공성 물질이 촉매, 분리 시스템, 저유전 물질, 수소 저장 물질, 또는 광결정 밴드갭 물질임을 특징으로 하는 다공성 물질.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <5> 본 발명은 나노구조체를 이용한 다공성 물질의 제조방법 및 그에 의하여 제조된 다공성 물질에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 다공성 템플릿을 이용하여 나노구조체를 제조한 후 이를 새로운 주물 또는 전구체 물질에 분산시키고 나노구조체를 일정한 방향으로 배향시킨 후 나노구조체를 에칭하여 제거하는 것을 특징으로 하는 나노구조체를 이용한 다공성 물질의 제조방법 및 그에 의하여 제조된 다공성 물질에 관한 것이다.
- <6> 유체의 흐름을 허용하는 다공성 물질은 재료가 가지고 있는 구멍의 크기에 따라서 세공 크기가 2 nm 미만인 마이크로포어(micropore), 세공크기가 2 내지 50 nm인 메조세공(mesopore), 및 세공크기가 50nm 초과인 매크로포어(macropore)로 분류된다. 이들 중, 메조 세공의 경우 유체가 자유롭게 흐를 수 있을 정도로 클 뿐만 아니라, 유체와 재료가 만나는 표면적도 비교적 크기 때문에, 촉매, 촉매 지지체, 흡착재료, 분리재 또는 전기 이중층 커패시터 등의 소재로서 주목을 받고 있다. 특히, 다양한 전구체를 이용하여 합성할 수 있는, 메조 세공 크기를 가지는 나노다공성 물질(nanoporous material)은 고기능성 촉매, 촉매 지지체, 분리재, 수소 저장 물질, 흡착물질, 광결정 밴드갭 재료(photonic crystal bandgap material) 등으로 적용할 수 있어 관심이 집중되고 있다. 다공성 물질로는 무기물질, 금속, 폴리머 및 탄소 등을 포함하며, 그 탄소는 우수한 화학적, 기계적 및 열적 안정성을 갖고, 다양하게 이용될 수 있는 유용한 재료이다.
- <7> 그러나, 세공들이 상호연결된 균일한 다공성 구조를 갖는 다공성 물질을 제조하는 것은 용이하지 않다. 특히 다공성 물질의 세공들의 모폴로지 특성을 제어하는 것이 어렵기 때문에, 다공성 물질의 내부 구조(기공의 크기, 기공도 등)를 제어하기 위한 방법으로 템플릿을 사용하는 방법이 제안되었다. 예를 들어, 고품질의 다공성 실리카 템플릿에 탄소 전구체를 초기에 주입하고, 이어서 비산화 조건하에서 탄소 전구체를 탄화시킨 후, HF 또는 NaOH 용액 중에서 상기 실리카 템플릿을 용해시켜 제거함으로써 다공성 탄소구조체를 제조하는 방법이 제안되었다.

<8> 다른 방법으로 다공성 폴리머 비드들을 금속산화물의 졸(sols)에 침지시키는 과정을 포함하는 다공성 폴리머 비드들을 템플릿으로 이용하여 다공성 금속산화물 구들(spheres)을 제조하는 방법이 제안되었다 (Template Synthesis and Photocatalytic Properties of Porous Metal Oxide Spheres Formed by Nanoparticle Infiltration, Chem. Mater. 2004, 16, 2281-2292). 이러한 방법은 균일한 크기와 일정한 격자 배열을 갖는 다공성 물질을 만들 수 있는 장점이 있어 많이 사용되고 있다. 그러나 이러한 방법에서 제어가능한 비드의 크기는 100 nm 이상 내지 수 마이크로미터 크기에 불과하다. 이러한 방법은 수 나노미터 내지 수십 나노미터 크기의 기공을 갖는 다공성 물질을 만드는 데는 한계가 있고, 더욱이 폴리머 비드의 모양이 모두 구형이므로 기공의 모양을 제어할 수 없는 문제점을 갖는다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<9> 본 발명은 상술한 종래기술의 문제점을 극복하기 위한 것으로, 본 발명의 하나의 목적은 기공의 크기와 모양의 제어가 용이하고 제조공정이 간단하여 제조비용을 절감할 수 있는 나노구조체를 이용한 다공성 물질의 제조방법을 제공하는 것이다.

<10> 본 발명의 다른 목적은 본 발명의 제조방법에 의해서 제조된 다공성 물질을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

<11> 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 하나의 양상은

<12> (a) 다공성 템플릿을 이용하여 나노구조체를 제조하는 단계;

<13> (b) 전단계에서 수득된 나노구조체를 새로운 주물 또는 전구체 물질에 분산시키는 단계;

<14> (c) 나노구조체를 일정한 방향으로 배향시키는 단계; 및

<15> (d) 나노구조체를 에칭하여 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노구조체를 이용한 다공성 물질의 제조방법에 관계한다.

<16> 본 발명에서 다공성 물질의 제조에 사용되는 나노구조체는 나노로드, 나노와이어, 또는 나노튜브일 수 있다.

<17> 본 발명에서 나노구조체 제조 단계는

<18> i) 다수의 기공을 포함하는 다공성 템플릿을 제공하는 단계;

<19> ii) 상기 템플릿을 이용하여 SLS(solid-liquid-solid) 또는 VLS(vapor-liquid-solid)에 의해 나노구조체를 형성하는 단계; 및

<20> iii) 템플릿을 제거하는 단계를 포함할 수 있다.

<21> 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 양상은 본 발명의 제조방법에 의해 제조된 다공성 물질에 관계한다.

<22> 이하에서, 첨부 도면을 참조하여 본 발명에 대해서 더욱 상세하게 설명한다.

<23> 본 발명의 다공성 물질의 제조방법은 다공성 템플릿을 이용하여 제조된 나노구조체를 사용하는 것을 특징으로 한다. 구체적으로, 본 발명에서는 먼저 다수의 기공들을 포함하는 다공성 템플릿을 이용하여 나노구조체를 형성한다. 여기서 나노구조체는 나노와이어, 나노로드, 나노튜브 등을 포함하나 반드시 이들로 제한되는 것은 아니다.

<24> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 나노구조체를 이용한 다공성 물질의 제조방법을 설명하기 위한 공정 개략도이다. 도 1을 참고하면, 본 발명의 방법에 의해 다공성 물질을 제조하는 경우에는 먼저 다공성 템플릿을 이용하여 나노구조체를 제조하고(단계 a), 이와 같이 해서 수득된 나노구조체를 새로운 주물 또는 전구체 물질에 분산시킨다(단계 b). 이어서 전기장 등을 인가하여 나노구조체를 일정한 방향으로 배향시키고나서(단계 c), 나노구조체를 에칭하여 제거함으로써 다공성 물질을 제조할 수 있다(단계 d).

<25> 이하에서 본 발명의 각 단계에 대해서 더욱 상세하게 설명하면 다음과 같다.

<26> (a) 단계: 나노구조체 제조단계

<27> 다공성 템플릿을 이용하여 나노구조체를 제조하는 경우에는, 도 2에 도시된 바와 같이, 먼저 채널 형태의 긴 다

수의 기공을 포함하는 다공성 템플릿을 제공하고, 이러한 템플릿을 이용하여 SLS(solid-liquid-solid) 또는 VLS(vapor-liquid-solid)에 의해 나노구조체를 형성한 다음 템플릿을 제거한다.

<28> i) 다공성 템플릿 제공단계

- <29> 본 발명에서는 다공성 템플릿의 크기, 길이 및 기공 간격을 필요한 사양으로 만들어 줌으로써 원하는 응용에 적절한 세공을 형성할 수 있는 나노구조체를 만들 수 있다. 따라서 다공성 물질에서 기공의 크기, 모양, 및 규칙성을 용이하게 제어할 수 있다.
- <30> 본 발명에서 상기 템플릿은 유리, 실리카 및 TiO₂, ZnO, SnO₂, WO₃ 등의 금속산화물로 이루어진 군에서 선택되는 재료로 형성될 수 있다. 또한 다공성 템플릿이 매트릭스 내에 임베디드되는 경우에 매트릭스는 금속산화물 또는 절연성 폴리머로 형성될 수 있다.
- <31> 템플릿의 제작은 기본적으로 템플릿 모재를 만드는 공정과 모재로부터 템플릿 형태를 추출하는 공정으로 나뉘어진다. 기공의 형성은 추출하는 과정의 추출 속도, 냉각조건 등에 따라 결정이 되며, 특히 모재에 원하는 기공의 형태를 미리 가공해 줌으로써 추출 과정을 통하여 원래 형태가 나노 크기로 축소된 구조를 얻는 것도 가능하다.
- <32> 상기 다공성 템플릿의 직경이나 높이는 자유도가 높으므로 나노구조체가 성장되는 기관의 크기에 따라 선택이 가능하지만, 직경이 1nm~1mm, 높이가 100nm~1mm인 것이 바람직하다. 템플릿은 기관의 크기에 따라 여러 개를 이용할 수도 있다. 또한, 상기 다공성 템플릿 내의 기공은 제조하고자 하는 나노구조체의 규격에 따라 달라지며 직경이 1~100nm, 및 기공간 간격이 2nm~1μm인 것이 바람직하다.

<33> ii) 나노구조체 형성 단계

- <34> 본 발명에서 나노구조체는 금속산화물, 금속질화물, 반도체, 금속, 폴리머, 또는 탄소나노튜브로 이루어질 수 있고, 반도체로는 II-VI족, III-V족, IV-VI족 또는 IV족 화합물 반도체를 사용할 수 있다.
- <35> 다공성 템플릿이 제공되면, 이를 금속 촉매층이 형성된 기관 위에 배치시킨다. 본 발명에서 금속 촉매층은 기관 위에 금속 촉매, 예를 들어 Au 금속 촉매를 코팅함으로써 형성된다. 이때, 불순물을 제거하기 위해 통상의 방법에 따라 기관을 미리 세척할 수 있다.
- <36> 본 발명에 사용될 수 있는 기관은 실리콘 기관, 또는 유리 위에 실리콘을 코팅한 기관을 예로 들 수 있다.
- <37> 상기 기관 위에 코팅되는 금속 촉매는 나노구조체를 성장시킬 수 있는 금속 촉매이면 모두 사용할 수 있다. 구체적으로 Au, Ni, Fe, Ag, Pd, Pd/Ni을 예로 들 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 이때, 상기 금속 촉매는 나노 입자, 또는 박막 형태로 기관에 코팅될 수 있으며, 상기 기관 위에 코팅되는 금속 촉매 코팅층의 두께는 50nm 이하가 바람직하다.
- <38> 상기 금속 촉매는 화학 기상 증착법(CVD), 스퍼터링(sputtering), e-빔 증착(e-beam evaporation), 진공증착법, 스핀 코팅(spin coating), 딥핑(dipping) 등의 통상의 방법에 의해 기관 위에 증착될 수 있다.
- <39> 기관 위에 촉매층을 코팅한 이후에는 SLS(solid-liquid-solid) 공정 또는 VLS(vapor-liquid-solid) 공정에 의해 나노구조체를 성장시킨다.
- <40> SLS(solid-liquid-solid) 공정은, 도 3에 도시된 바와 같이, 별도의 증기상 실리콘을 공급하지 않고 고체 기관(예를 들어, 실리콘 기관)으로부터 확산된 실리콘을 용융 촉매의 표면상에서 응축시켜 결정화함으로써 나노구조체로 성장시키는 방법이다.
- <41> 이에 반하여, VLS(vapor-liquid-solid) 공정은, 도 4에 도시된 바와 같이, 고온의 반응로(furnace) 내부에서 운송되는 증기상 실리콘 함유 종이 금, 코발트, 니켈 등의 용융 촉매의 표면상에서 실리콘을 응축시켜 결정화함으로써 실리콘 나노구조체로 성장시키는 방법이다.
- <42> 구체적으로, 본 발명의 상기 SLS(solid-liquid-solid) 공정은 템플릿이 배치된 기관을 반응로에 넣고 기체를 주입하면서 가열하여 기관으로부터 확산된 나노구조체 소스로 나노구조체를 형성시킴으로써 수행될 수 있다. 이때, 기관 상의 금속이 나노구조체의 성장시 내부로 포함될 수 있도록 힘을 가할 수도 있다.
- <43> 또한, 상기 VLS(vapor-liquid-solid) 공정은 템플릿이 배치된 기관을 반응로에 넣고 기체 및 나노구조체 소스를 주입하면서 가열하여 나노구조체를 형성시킴으로써 수행될 수 있다.

- <44> 구체적으로, 상기 SLS(solid-liquid-solid) 및 VLS(vapor-liquid-solid) 공정에 사용되는 기체로는 Ar, N₂, He, H₂로 이루어진 군에서 선택될 수 있으나, 반드시 이들로 한정되는 것은 아니다.
- <45> 상기 SLS(solid-liquid-solid) 및 VLS(vapor-liquid-solid) 공정에서 압력은 760 토르 이하에서 실시될 수 있고, 온도는 SLS의 경우 800~1200℃, VLS의 경우 370~600℃에서 수행될 수 있다. 한편, VLS(vapor-liquid-solid) 공정의 경우 주입되는 나노구조체의 소스로는 실리콘 나노 와이어의 경우 SiH₄, SiCl₄, SiH₂Cl₂ 등을 사용할 수 있다.
- <46> iii) 템플릿 제거 단계
- <47> 다공성 템플릿의 기공 내에 나노구조체가 형성되면, 도 1에 도시된 바와 같이, 불산 등과 같은 에천트를 사용하여 템플릿을 제거함으로써 순수한 나노구조체를 수득한다. 구체적으로 템플릿과 나노구조체에 대해서 선택성을 갖는 용매를 이용하여 에칭할 수 있다.
- <48> 단계 b) 나노구조체의 분산 단계
- <49> 다공성 템플릿을 이용하여 제조된 나노구조체는 이어서 주물 또는 전구체 물질에 분산된다. 여기서 주물 또는 전구체 물질로는 나노구조체의 제조시에 사용한 것과 유사하게 금속, 금속산화물, 폴리머, 탄소나노튜브 등의 액상 전구체들을 사용할 수 있다. 다만 주물 또는 전구체 물질의 선택 시에는 에칭 단계에서 선택적으로 템플릿을 제거할 수 있도록 나노구조체의 재료와 다른 재료로 제조하는 것이 필수적이다.
- <50> 전구체 물질을 유기용매 또는 수용액 등의 분산 용매에 녹여 사용하고 필요할 경우 나노구조체가 전구체 용액에 잘 분산되도록 분산제 등을 섞어줄 수 있다. 이때 사용가능한 분산제는 양자점 표면에 흡착할 수 있는 극성기를 포함하는 헤드부(head)와 바인더에 흡착할 수 있는 비극성의 테일부(tail)로 구성된다. 이와 같은 분산제로는 특별히 제한되는 것은 아니나, 바람직하게는 아민기 또는 그의 염, 카르복실기 또는 그의 염, 인산기 또는 그의 염, 술폰산기 또는 그의 염, 히드록시기 등의 극성기를 헤드부로 포함하고, 폴리에틸렌글리콜, 폴리프로필렌글리콜, 탄소수 5 내지 30의 알킬기 등을 테일부로 포함할 수 있다. 분산제의 종류는 사용하는 바인더의 종류에 따라 상용성이 좋은 것으로 선택하는 것이 바람직하다.
- <51> 단계 c) 나노구조체의 배향 단계
- <52> 나노구조체를 주물 또는 전구체 물질에 분산시킨 이후에는 나노구조체의 방향성을 제어하여 일정한 방향으로 배향시킨다. 나노구조체의 방향성을 조절함으로써 특정 방향에 따른 전자의 이동 특성이나 편광 현상을 나타내는 광학 특성을 이용할 수 있다.
- <53> 이때 나노구조체의 배향 방법으로는 전기장 또는 자기장을 인가해서 배향시키거나 분산매의 유동 방향(flow direction)을 조절함으로써 기계적인 방법으로 나노구조체를 배향시킬 수 있다. 분산매의 유동방향을 이용하여 배향을 조절하는 방법은 예를 들어, Charles Lieber et al, Science 291(2001) p630~633에 기재되어 있다. 대략적으로 수십~수백 마이크로의 폭과 수백 마이크로 ~ 수 밀리미터 길이의 홈이 파여진 폴리머(PDMS) 몰드를 사용한다. 적당한 분산매 (유기용매 혹은 수용액 등)에 분산된 나노구조체를 기관 위에 놓여진 PDMS 몰드의 홈에 빠른 속도로 분사하여 PDMS 채널을 따라 흐르던 나노 구조체가 유체의 흐름 방향으로 기관 위에 정렬이 된다. 이때 정렬되는 나노구조체의 단위면적당 밀도, 정렬의 방향성 등은 PDMS 홈을 따라 흐르는 유체의 유속, 유체가 홈에 머무르는 시간, 기관의 화학적 성질, 조성 등을 변화시켜 조절할 수 있다.
- <54> 단계 d) 나노구조체 제거 단계
- <55> 끝으로 나노구조체를 에칭하여 제거함으로써 다공성 물질을 제조할 수 있다. 나노구조체의 에칭 단계는 나노구조체의 재료 및 나노구조체를 분산시키기 위한 주물 또는 전구체 물질의 종류에 따라서 다양한 방법으로 진행될 수 있다. 상세하게 주물은 제거되지 않으면서 나노구조체는 제거하는 방법으로는 두 가지 종류의 재료에 대해 선택성을 갖는 용액에 의한 에칭법 또는 소성법을 사용할 수 있다.
- <56> 예를 들어, 나노구조체가 금속으로 되어 있는 경우에는 염산 또는 황산을 이용해서 나노구조체를 에칭할 수 있다. 한편, 나노구조체가 금속산화물로 이루어진 경우에는 불산(Hydrofluoride) 용액을 사용하여 에칭할 수 있다. 나노구조체가 고분자 유기 재료로 구성되는 경우에는 500 도 이상의 고온 처리하여 열분해에 의해 나노구조체를 제거할 수 있다. 일례로 나노구조체가 폴리스티렌인 경우에는 500 내지 550 도에서 6 시간 내지 7시간 동안 소성하여 나노구조체를 열분해시킴으로써 다공성 물질을 형성할 수 있다.

<57> 다른 양상에서 본 발명은 본 발명의 방법에 의해서 제조된 다공성 물질에 관계한다. 본 발명의 다공성 물질은 규칙적으로 정렬되고 일정한 방향성을 갖는 균일한 크기의 세공들을 포함하고, 이러한 세공의 크기, 모양, 방향성, 이방성 및 규칙성은 용이하게 제어될 수 있다. 따라서 세공의 크기 또는 모양의 제어에 의해 본 발명의 다공성 물질은 촉매, 분리 시스템, 저유전 물질, 수소 저장 물질, 광결정 밴드갭 물질을 포함하여 다양한 분야로 용도 전개가 가능하다.

<58> 이상에서 본 발명을 상세하게 설명하였으나 본 발명은 상술한 실시예에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상의 범위 내에서 본 발명이 속하는 기술 분야의 당업자에 의해 많은 변형이 가능함은 자명할 것이다.

발명의 효과

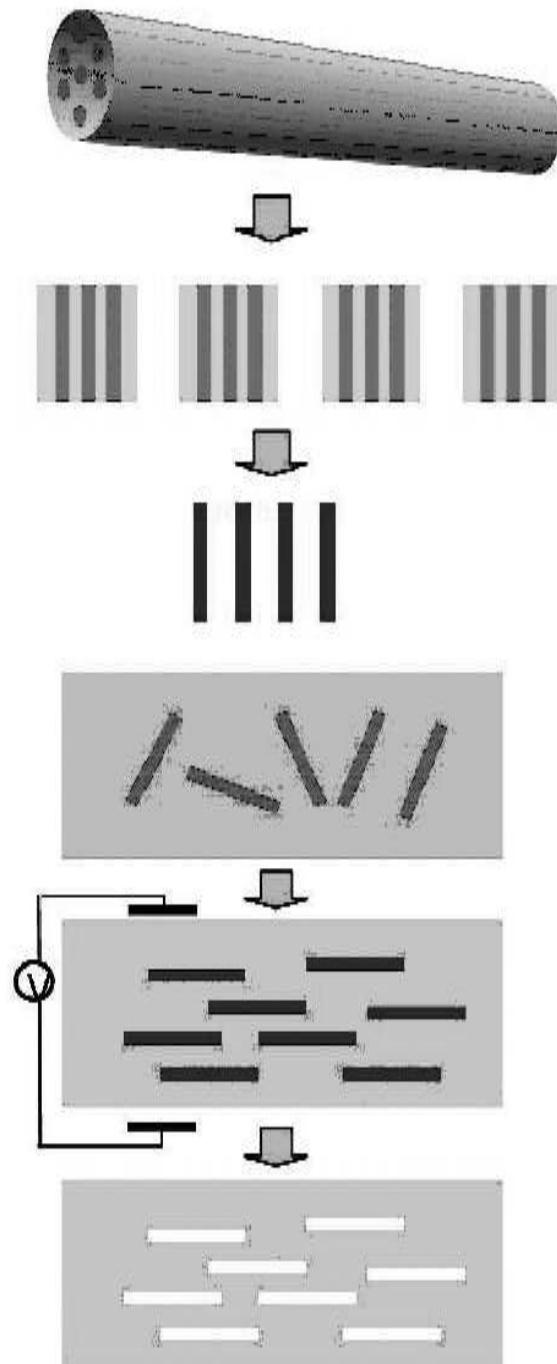
<59> 본 발명의 방법에 의하면 다공성 템플릿을 이용하여 제조된 나노구조체를 이용함으로써 세공의 크기가 균일하고 규칙적으로 정렬된 다공성 물질을 용이하게 제조할 수 있고, 또한 각 세공의 크기, 모양, 규칙성, 이방성 및 방향성을 용이하게 제어할 수 있어 다양한 분야에 응용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

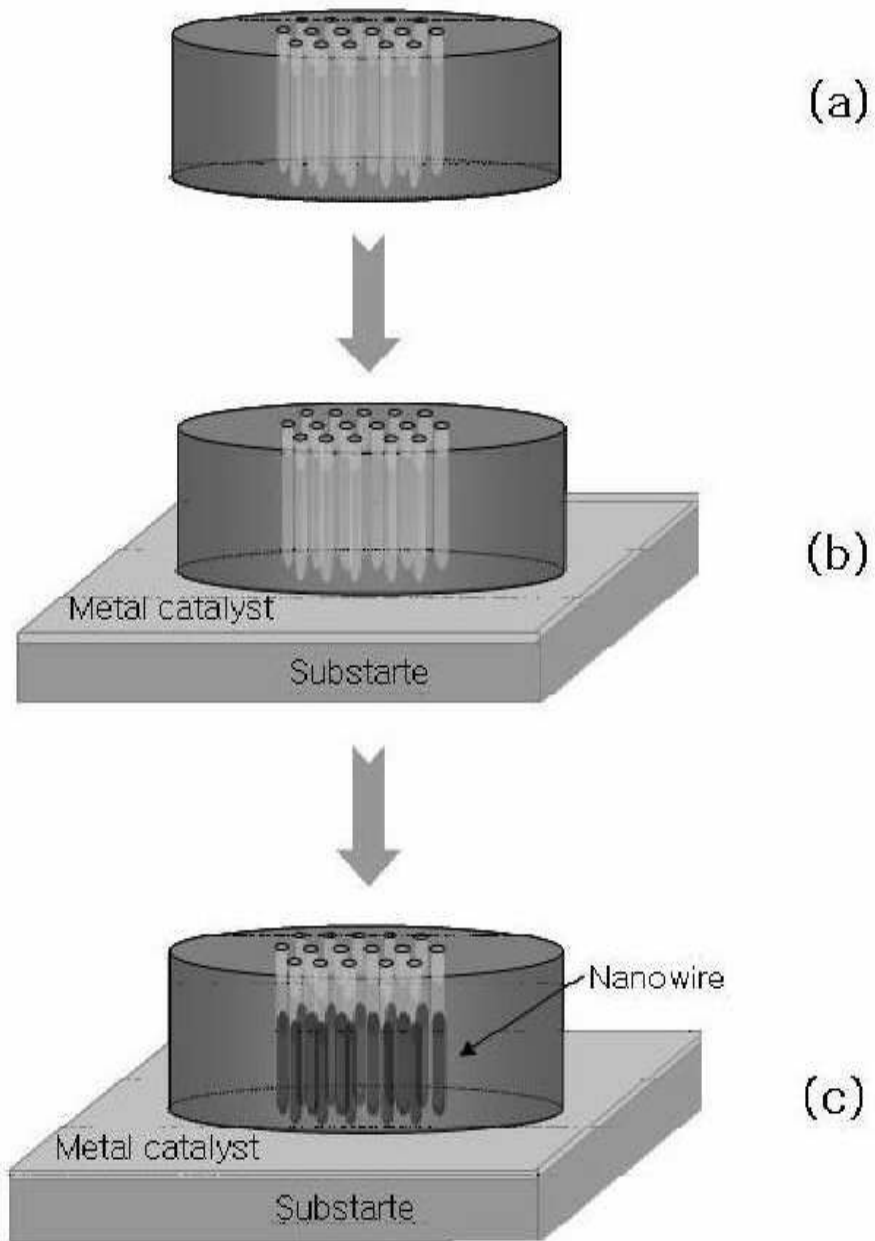
- <1> 도 1은 본 발명의 일실시예에 의한 나노구조체를 이용한 다공성 물질의 제조방법을 설명하는 공정개략도이다.
- <2> 도 2는 본 발명의 일실시예에 의한 나노구조체의 제조 방법을 설명하는 공정개략도이다.
- <3> 도 3은 SLS(solid-liquid-solid)법에 의한 나노구조체 형성 공정을 설명하는 모식도이다.
- <4> 도 4는 VLS(vapor-liquid-solid)법에 의한 나노구조체 형성 공정을 설명하는 모식도이다.

도면

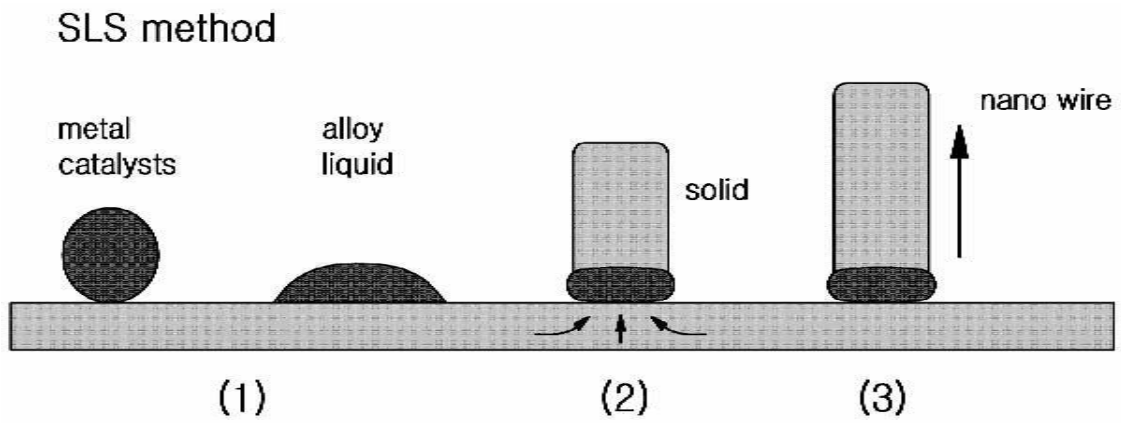
도면1



도면2



도면3



도면4

