



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0035775
(43) 공개일자 2008년04월24일

(51) Int. Cl.

C04B 14/36 (2006.01) C04B 35/01 (2006.01)

C04B 35/64 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0102243

(22) 출원일자 2006년10월20일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

이화여자대학교 산학협력단

서울 서대문구 대현동 11-1 이화여자대학교내

(72) 발명자

황성주

서울시 서대문구 대현동 LG 대현아파트 102동 1001호

박대훈

충북 충주시 목행동 세종참사랑아파트 104동 201호

이선희

인천시 계양구 효성동 321-17 미래골든타운 2-3

(74) 대리인

김석현, 이희숙

전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 망간 산화물 나노구조체의 장단축비를 조절하는 방법 및 이를 이용한 망간 산화물 나노구조체의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 망간 산화물 나노구조체의 제조에 있어서 망간 산화물 나노구조체의 장단축비(aspect ratio)를 조절하는 방법에 관한 것으로서 보다 상세하게는 리튬-망간-소정금속(A)의 복합산화물을 $S_2O_8^{2-}$ 이온이 함유된 산화제 용액내에서 반응시키는 망간 산화물 나노구조체의 제조방법에 있어서, $LiMn_{2-x}A_xO_4$ 의 망간 산화물의 X값을 조절하여 망간 산화물 나노구조체의 장단축비(aspect ratio)를 조절하는 방법에 관한 것이다. 본 발명은 망간 산화물 나노구조체의 제조시 장단축비를 조절할 수 있고, 이를 이용한 제조방법은 장단축비가 조절된 망간 산화물 나노구조체를 제조할 수 있는 효과를 갖는다. 따라서 본 발명의 방법 및 제조방법을 이용하는 경우 장단축비가 조절된 망간 산화물 나노구조체를 제조하여 이를 이차전지용 양극물질, 산화환원 촉매 및 나노바이오 등 다양한 분야에 응용하여 사용할 수 있게 된다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10816

부처명 서울시

연구사업명 전략사업 혁신클러스터 육성지원 사업

연구과제명 나노기술을 이용한 바이오 융합산업 혁신 클러스터

주관기관 연세대학교 산학협력단

연구기간 2006년 8월 1일 ~ 2008년 7월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

리튬-망간-소정금속의 복합산화물을 $S_2O_8^{2-}$ 이온이 함유된 산화제 용액내에서 반응시키는 망간 산화물 나노구조체의 제조방법에 있어서, $LiMn_{2-x}A_xO_4$ 의 망간 산화물의 X값을 조절하여 망간 산화물 나노구조체의 장단축비(aspect ratio)를 조절하는 방법.

(식 중에서, A는 크롬(Cr), 니켈(Ni), 코발트(Co) 및 철(Fe)로 이루어진 군에서 선택된 것임)

청구항 2

제1항에 있어서 상기 장단축비는 5 내지 30 인 것을 특징으로 하는 망간 산화물 나노구조체의 장단축비(aspect ratio)를 조절하는 방법.

청구항 3

(a) 탄산리튬(Li_2CO_3) 19 내지 20중량%, 산화망간(Mn_2O_3) 61 내지 77 중량% 및 산화크롬(Cr_2O_3), 산화니켈(NiO), 산화코발트(Co_3O_4) 및 산화철(Fe_2O_3)로 이루어진 군에서 선택된 금속산화물 4 내지 20 중량%을 혼합한 혼합물을 750 내지 900℃에서 10 내지 24시간동안 반응시켜 $LiMn_{2-x}A_xO_4$ 의 망간 산화물을 제조하는 단계; 및

(식 중에서, X는 0.1 내지 0.5이고, A는 크롬(Cr), 니켈(Ni), 코발트(Co) 및 철(Fe)로 이루어진 군에서 선택된 것임)

(b) 상기 망간 산화물을 $(NH_4)_2S_2O_8$, $Li_2S_2O_8$, $Na_2S_2O_8$, 및 $K_2S_2O_8$ 로 이루어진 군에서 선택된 산화제 용액내에서 반응시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 장단축비(aspect ratio)가 조절된 망간 산화물 나노구조체의 제조방법.

청구항 4

제3항에 있어서 상기 (b) 단계의 반응은 120 내지 200℃에서 12시간 내지 7일 동안 수행되는 것임을 특징으로 하는 망간 산화물 나노구조체의 제조방법.

청구항 5

제3항 또는 제4항의 방법에 의해 제조된 망간 산화물 나노구조체.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 나노구조체는 60 내지 200nm의 폭 및 700nm 내지 3μm의 길이를 가지는 것을 특징으로 하는 망간 산화물 나노구조체.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<7> 본 발명은 망간 산화물 나노구조체의 제조에 있어서 망간 산화물 나노구조체의 장단축비(aspect ratio)를 조절하는 방법에 관한 것으로서 보다 상세하게는 리튬-망간-소정금속(A)의 복합산화물을 $S_2O_8^{2-}$ 이온이 함유된 산화제 용액내에서 반응시키는 망간 산화물 나노구조체의 제조방법에 있어서, $LiMn_{2-x}A_xO_4$ 의 망간 산화물의 X값을 조절하여 망간 산화물 나노구조체의 장단축비(aspect ratio)를 조절하는 방법에 관한 것이다.

<8> 금속 산화물은 초전도성, 반도체성, 강유전성, 압전성, 초전성(pyroelectric), 강자성, 광학성(전기-광학, 비선

형 광학 및 일렉트로크로마틱), 저항 스위칭 및 촉매적 거동과 같은 흥미있는 물리적 성질 때문에 다양한 응용 분야에서 커다란 잠재성을 가지고 있다. 그 중 나노 규모의 금속 산화물 물질은 커다란 크기의 산화물들과는 다른 물리적인 성질을 나타낼 수 있기 때문에 커다란 관심의 대상이 되고 있으며, 또한 약물전달체나 유전자 보관체와 같은 다양한 나노바이오 분야에 응용될 수 있어 그 잠재력이 매우 크다고 할 수 있다.

- <9> 현재, 금속 산화물 나노구조체들은 몇가지 성장 기술 즉, 레이저 어블레이션(laser ablation), 스퍼터링(sputtering), 화학기상증착(chemical vapor deposition), 졸-겔 및 분자빔 에피택시, 수열합성법(hydrothermal method) 등에 의해 제조되고 있다.
- <10> 그 중 수열합성법을 이용하면 다성분계 망간산화물 고상 전구체에 대한 수열반응 조건하에서의 산화반응으로부터 망간 산화물 나노구조체를 합성할 수 있다 (D. H. Park et al. *Adv. Mater.* 17, 2834).
- <11> 하지만, 이와 같은 종래의 망간 산화물 나노구조체의 성장 기술은 나노구조체의 장단축비(aspect ratio)의 조절을 할 수 없어 나노구조체의 크기 조절이 가능하지 않은 단점이 있었다.
- <12> 나노구조체의 장단축비는 나노구조체의 형상을 조절하는 데에 있어서 중요한 요소이며, 이는 나노구조체를 여러 나노소자에 연결소자 등으로 응용할 때 매우 중요한 것이 된다. 즉 필요에 따라 조절된 길이를 갖는 나노구조체를 합성할 수 있어야 이들을 자유로이 나노소자 구성에 활용할 수 있기 때문에 나노구조체의 응용에 있어서 매우 중요한 요소가 된다.
- <13> 또한 나노구조 금속산화물이 갖는 전극 특성이나 촉매활성이 나노구조체의 장단축비와 관련있는 나노구조체의 결정형태나 비표면적과 밀접한 연관이 있음이 잘 알려져 있다. 따라서 이들 화합물의 장단축비 조절을 통하여 얻어진 나노구조체를 이용하는 경우 나노구조 금속산화물들의 물성을 최적화 시키는 데에도 이용될 수 있다.
- <14> 이와 더불어 약물전달체나 유전자 보관체와 같은 나노바이오 응용을 위하여 여러 가지 바이오 분자와 나노구조 금속산화물간의 혼성체의 제조가 필요하다. 이를 위하여 대상이 되는 바이오 분자의 크기에 맞추어 나노구조체의 크기를 조절하여 이들간의 상호작용을 최적화시킬 필요성이 있다.
- <15> 이에 본 발명자들은 망간 산화물 나노구조체의 장단축비(aspect ratio)를 조절할 수 있는 망간 산화물 나노구조체의 제조방법을 개발하고자 연구한 결과, 리튬-망간-소정금속의 복합산화물을 $S_2O_8^{2-}$ 이온이 함유된 산화제 용액 내에서 반응시키는 망간 산화물 나노구조체의 제조방법에 있어서, $LiMn_{2-x}A_xO_4$ 의 망간 산화물의 X값을 조절하는 경우 망간 산화물 나노구조체의 장단축비(aspect ratio)를 조절할 수 있다는 점을 밝혀내어 본 발명을 완성하였다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <16> 따라서, 본 발명의 목적은 망간 산화물 나노구조체의 제조시 장단축비(aspect ratio)를 조절하는 방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

- <17> 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 망간 산화물 나노구조체의 제조시 $LiMn_{2-x}A_xO_4$ 의 망간 산화물의 X값을 조절하여 망간 산화물 나노구조체의 장단축비(aspect ratio)를 조절하는 방법을 제공한다.
- <18> 본 발명의 다른 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 망간 산화물 나노구조체의 장단축비를 조절하여 제조할 수 있는 망간 산화물 나노구조체의 제조방법을 제공한다.
- <19> 본 발명의 또다른 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 장단축비가 조절되어 제조된 망간 산화물 나노구조체를 제공한다.
- <20> 이하 본 발명의 내용을 보다 상세히 설명하기로 한다.
- <21> 본 발명의 망간 산화물 나노구조체의 장단축비의 조절은 리튬-망간-소정금속의 복합산화물을 $S_2O_8^{2-}$ 이온이 함유된 산화제 용액내에서 반응시키는 수열합성법에 의한 망간 산화물 나노구조체의 제조에 있어서 전구체로 이용되는 화합물인 $LiMn_{2-x}A_xO_4$ 의 망간 산화물의 X값을 조절함으로써 수행된다. 이 때, 망간 산화물 나노구조체의 제조는 망간이 포함된 다성분계 금속산화물을 이용하여 $S_2O_8^{2-}$ 이온을 함유하는 산화제에서 반응시키는 공지된 방법

(예를 들면, 출원번호 10-2005-0001766에 기재된 방법)일 수 있다. $\text{LiMn}_{2-x}\text{A}_x\text{O}_4$ 의 망간 산화물은 리튬(Li)-망간(Mn)-소정금속(A)의 복합산화물로서 X는 바람직하게 0.1 내지 0.5의 값을 가지며, A는 크롬(Cr), 니켈(Ni), 코발트(Co), 및 철(Fe) 등 3d 전이금속 중에서 선택된 어느 하나 또는 둘 이상의 복합금속일 수 있다. 이 경우 망간과 다른 크기를 갖는 소정금속이 망간산화물 나노구조체 결정성장에 영향을 끼치므로 소정금속의 치환 농도에 따라 얻어진 나노구조체의 장단축비가 변화하게 된다. 따라서 망간과 다른 크기를 갖는 크롬(Cr), 니켈(Ni), 코발트(Co), 및 철(Fe) 등 다양한 3d 전이금속이온에 대해 대등한 효과를 기대할 수 있다.

<22> X값의 조절은 공지된 방법에 의해 수행될 수 있으며, 이에 한정되지는 않으나 바람직하게는 $\text{LiMn}_{2-x}\text{A}_x\text{O}_4$ 의 망간 산화물의 제조시 원료물질의 성분비를 조절함으로써 수행될 수 있으며, 더 바람직하게는 탄산리튬(Li_2CO_3), 산화망간(Mn_2O_3) 및 산화크롬(Cr_2O_3), 산화니켈(NiO), 산화코발트(Co_3O_4) 및 산화철(Fe_2O_3)로 이루어진 군에서 선택된 금속산화물을 이용한 고상합성법(Solid-State Reaction)을 통해 수행될 수 있으며, 가장 바람직하게는 탄산리튬(Li_2CO_3) 19 내지 20중량%, 산화망간(Mn_2O_3) 61 내지 77 중량% 및 산화크롬(Cr_2O_3), 산화니켈(NiO), 산화코발트(Co_3O_4) 및 산화철(Fe_2O_3)로 이루어진 군에서 선택된 금속산화물 4 내지 20 중량%을 혼합한 혼합물을 750 내지 900℃에서 10 내지 24시간동안 반응시켜 $\text{LiMn}_{2-x}\text{A}_x\text{O}_4$ 의 망간 산화물의 제조시 원료물질의 성분비를 조절함으로써 수행될 수 있다.

<23> 본 발명은 전구체 망간 산화물의 크롬(Cr), 니켈(Ni), 코발트(Co), 및 철(Fe) 등의 금속 성분의 비를 조절하여 제조되는 망간 산화물의 나노구조체의 장단축비를 조절하게 되므로 본 발명의 $\text{LiMn}_{2-x}\text{A}_x\text{O}_4$ 의 망간 산화물에 있어서 X값은 장단축비를 조절하는 데에 있어서 중요한 역할을 한다. 예를 들어 X값이 0.1인 경우 장단축비가 5 이하인 나노막대 형태의 베타-이산화망간 ($\beta\text{-MnO}_2$) 구조를 갖는 망간 산화물 나노구조체가 하기 제2단계의 산화반응 과정을 거쳐 제조될 수 있으며, 또한 X값이 0.5인 경우 장단축비가 30 이상인 나노선 형태의 알파-이산화망간 ($\alpha\text{-MnO}_2$) 구조를 갖는 망간 산화물 나노구조체가 하기 제2단계의 산화반응 과정을 거쳐 제조될 수 있다. 이렇듯 X값이 증가될수록 제조되는 나노구조체의 장단축비가 증가하게 된다.

<24> 이러한 점을 이용하여 본 발명은 장단축비가 조절된 망간 산화물 나노구조체의 제조방법을 제공하며, 본 발명의 제조방법은 $\text{LiMn}_{2-x}\text{A}_x\text{O}_4$ 의 망간 산화물(식 중에서, X는 0.1 내지 0.5이고, A는 크롬(Cr), 니켈(Ni), 코발트(Co) 및 철(Fe)로 이루어진 군에서 선택된 것임)을 제조하는 단계 및 상기 망간 산화물을 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, $\text{Li}_2\text{S}_2\text{O}_8$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$, 및 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 로 이루어진 군에서 선택된 산화제 용액내에서 반응시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<25> 상기 망간 산화물 나노구조체의 제조방법을 단계별로 설명하면 다음과 같다.

<26> 제1단계 : 망간 산화물의 제조 단계

<27> 본 발명의 망간 산화물 나노구조체의 제조에 있어서 전구체로 이용되는 $\text{LiMn}_{2-x}\text{A}_x\text{O}_4$ 의 망간 산화물은 공지된 방법에 따라 화학적으로 합성하여 제조될 수 있다. 바람직하게는 탄산리튬(Li_2CO_3) 19 내지 20중량%, 산화망간(Mn_2O_3) 61 내지 77 중량% 및 산화크롬(Cr_2O_3), 산화니켈(NiO), 산화코발트(Co_3O_4) 및 산화철(Fe_2O_3)로 이루어진 군에서 선택된 금속산화물 4 내지 20 중량%을 혼합한 혼합물을 750 내지 900℃에서 10 내지 24시간동안 반응시키는 고상합성법(Solid-State Reaction)으로 수득할 수 있다.

<28> 제2단계 : 산화제 용액내에서의 반응 단계

<29> 본 단계는 제1단계에서 제조된 상기 망간 산화물을 산화제 용액내에서 반응시키는 단계이다. 이 때 산화제 용액의 산화제는 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 이온을 함유하는 화합물로서 바람직하게는 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, $\text{Li}_2\text{S}_2\text{O}_8$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$, 및 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 로 이루어진 군에서 선택된 산화제 용액일 수 있다.

<30> 산화제 용액과의 반응은 0.5 내지 1 M 산화제 용액을 포함하는 수용액상에서 12시간 내지 7일 이상 동안 120 내지 200 ℃의 온도에서 수열반응이 이루어지도록 함으로써 수행될 수 있다.

<31> 반응 결과, X값이 0.1 내지 0.5인 경우 베타-이산화망간 ($\beta\text{-MnO}_2$) 또는 알파-이산화망간 ($\alpha\text{-MnO}_2$) 구조를 갖는 망간 산화물 나노구조체가 제조된다. 이에 따라 제조된 $\alpha\text{-MnO}_2$ 구조 또는 $\beta\text{-MnO}_2$ 구조를 갖는 망간 산화

물 나노구조체는 이차전지용 양극물질, 산화환원 촉매 및 나노바이오 소재 등으로 사용될 수 있다.

- <32> 본 발명의 일실시예에서는 $\text{LiMn}_{2-x}\text{Cr}_x\text{O}_4$ 전구체 화합물에 대해서 각 X값에 따른 나노구조체를 제조하고 이들의 형상을 확인하였다. 그 결과 X값에 따라서 나노구조체의 장단축비가 상이하였으며 X값이 0.1인 경우 장단축비가 5 이하인 막대형 나노구조체가 제조되고, X값이 0.3인 경우 장단축비가 약 10인 선형 나노구조체가 제조되고, X값이 0.5인 경우 장단축비가 30이상인 선형 나노구조체가 제조됨을 알 수 있었다.
- <33> 본 발명의 시험예에서는 전구체로 사용된 망간 산화물의 구조를 확인하기 위하여 분말 X선 회절분석을 하였다. 그 결과 본원발명에서 제조된 전구체 망간 산화물을 스핀넬 구조를 가지고 있음을 알 수 있었다.
- <34> 본 발명의 다른 시험예에서는 본 발명에서 제조된 망간 산화물 나노구조체의 구조를 확인하기 위하여 분말 X선 회절분석을 하였다. 그 결과 본원발명에서 제조된 망간 산화물 나노구조체가 알파-이산화망간 ($\alpha\text{-MnO}_2$) 구조 또는 베타-이산화망간 ($\beta\text{-MnO}_2$) 구조를 가지고 있음을 알 수 있었다.
- <35> 따라서, 본 발명은 망간 산화물 나노구조체의 제조에 있어서, 장단축비를 조절하는 방법, 장단축비가 조절된 망간 산화물 나노구조체의 제조방법 및 상기 방법으로 제조된 망간 산화물 나노구조체를 제공한다.
- <36> 이하, 본 발명을 실시예에 의해 상세히 설명한다.
- <37> 단, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- <38> <실시예 1> 망간 산화물 나노구조체의 제조
- <39> <1-1> $\text{LiMn}_{2-x}\text{Cr}_x\text{O}_4$ 전구체 화합물의 제조
- <40> 탄산리튬(Li_2CO_3) 0.950g, 산화망간(Mn_2O_3) 3.856g 및 산화크롬(Cr_2O_3) 0.194g을 잘 혼합한 후 대기압하 850℃의 온도에서 1일간 열처리를 수행하였다. 그 결과로서 고체상이면서 스핀넬 구조를 가지는 $\text{LiMn}_{1.9}\text{Cr}_{0.1}\text{O}_4$ 의 4성분계 금속산화물이 제조되었다.
- <41> <1-2> 나노구조체의 제조
- <42> 상기 <1-1>에서 제조된 전구체 화합물($\text{LiMn}_{1.9}\text{Cr}_{0.1}\text{O}_4$)의 분말 0.5g과 산화제 용액으로써 0.5M $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 수용액 50ml를 혼합하였다. 상기 혼합물을 160℃에서 36시간 동안 반응(수열반응)시켜 나노구조체가 제조되도록 하였다. 반응이 종료된 후 생성물을 증류수로 수회 세척한 다음 이를 건조시켰다.
- <43> 생성된 나노구조체를 전자현미경으로 관찰한 결과, 도 2에서 보듯이 폭은 약 200 nm 내외였고, 길이는 약 700 nm인 나노구조체임을 알 수 있었다. 이렇듯 생성된 나노구조체는 장단축비가 5이하인 막대 형태를 하고 있었다.
- <44> <실시예 2> 망간 산화물 나노구조체의 제조
- <45> 탄산리튬(Li_2CO_3) 0.952g, 산화망간(Mn_2O_3) 3.460g 및 산화크롬(Cr_2O_3) 0.588g을 사용하여 $\text{LiMn}_{1.7}\text{Cr}_{0.3}\text{O}_4$ 의 구조를 가지는 전구체 화합물을 제조하고, 이를 이용하여 나노구조체를 제조한 것 이외에는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 나노구조체를 제조하였다.
- <46> 생성된 나노구조체를 전자현미경으로 관찰한 결과, 도 3에서 보듯이 폭은 약 100 nm 내외였고, 길이는 약 1 μm 이상인 나노구조체임을 알 수 있었다. 이렇듯 생성된 나노구조체는 장단축비가 약 10인 선 형태를 하고 있었다.
- <47> <실시예 3> 망간 산화물 나노구조체의 제조
- <48> 탄산리튬(Li_2CO_3) 0.955g, 산화망간(Mn_2O_3) 3.062g 및 산화크롬(Cr_2O_3) 0.983g을 사용하여 $\text{LiMn}_{1.5}\text{Cr}_{0.5}\text{O}_4$ 의 구조를 가지는 전구체 화합물을 제조하고, 이를 이용하여 나노구조체를 제조한 것 이외에는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 나노구조체를 제조하였다.
- <49> 생성된 나노구조체를 전자현미경으로 관찰한 결과, 도 4에서 보듯이 폭은 약 60 nm 내외였고, 길이는 약 3 μm 인 나노구조체임을 알 수 있었다. 이렇듯 생성된 나노구조체는 장단축비가 30이상인 선 형태를 하고 있었다.
- <50> <시험예 1> $\text{LiMn}_{2-x}\text{Cr}_x\text{O}_4$ 전구체 화합물의 X선 회절분석
- <51> 전구체로 사용된 화합물의 구조를 확인하기 위하여 실시예 1 내지 3에서 각각 제조된 $\text{LiMn}_{2-x}\text{Cr}_x\text{O}_4$ 전구체 화합물

에 대해서 분말 X선 회절분석을 하였다. 분석에 사용된 기기는 엑스선 회절분석기(Powder XRD-Rigaku(Japan))이었으며, 각각 0.5g의 시료에 대해서 제조사의 지침에 따라 분석이 수행되었다.

<52> 그 결과 도 5에서 보듯이, 실시예 1 내지 3에서 제조된 각각의 전구체 화합물이 스피넬 구조를 가지고 있음을 알 수 있었다.

<53> <시험예 2> 망간 산화물 나노구조체의 X선 회절분석

<54> 본 발명의 제조방법에 의해 제조된 망간 산화물 나노구조체의 구조를 확인하기 위하여 실시예 1 내지 3에서 각각 제조된 나노구조체 화합물에 대해서 분말 X선 회절분석을 하였다. 분석에 사용된 기기는 엑스선 회절분석기(Powder XRD-Rigaku(Japan))이었으며, 각각 0.5g의 시료에 대해서 제조사의 지침에 따라 분석이 수행되었다.

<55> 그 결과 도 6에서 보듯이, X값이 0.5의 경우 알파-이산화망간 (α -MnO₂) 구조와 그리고 X값이 0.1 및 0.3의 경우 베타-이산화망간 (β -MnO₂) 구조와 잘 일치하는 회절 패턴을 보임을 알 수 있었다.

발명의 효과

<56> 이상 살펴본 바와 같이, 본 발명은 망간 산화물 나노구조체의 제조시 장단축비를 조절할 수 있고, 이를 이용한 제조방법은 장단축비가 조절된 망간 산화물 나노구조체를 제조할 수 있는 효과를 갖는다. 따라서 본 발명의 방법 및 제조방법을 이용하는 경우 장단축비가 조절된 망간 산화물 나노구조체를 제조하여 이를 이차전지용 양극 물질, 산화환원 촉매 및 나노바이오 등 다양한 분야에 응용하여 사용할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명에 따른 장단축비(aspect ratio)가 조절된 망간 산화물 나노 구조체를 제조하는 일 실시예에 대한 실험 순서도이다.

<2> 도 2는 실시예 1에 따라 제조된 망간 산화물 나노구조체의 결정형태를 전자현미경으로 관찰한 사진이다.

<3> 도 3은 실시예 2에 따라 제조된 망간 산화물 나노구조체의 결정형태를 전자현미경으로 관찰한 사진이다.

<4> 도 4는 실시예 3에 따라 제조된 망간 산화물 나노구조체의 결정형태를 전자현미경으로 관찰한 사진이다.

<5> 도 5는 본 발명의 망간 산화물 전구체에 대한 분말 X선 회절분석한 결과를 나타낸다.

<6> 도 6은 본 발명의 망간 산화물 나노구조체에 대한 분말 X선 회절분석 결과를 나타낸다.

도면

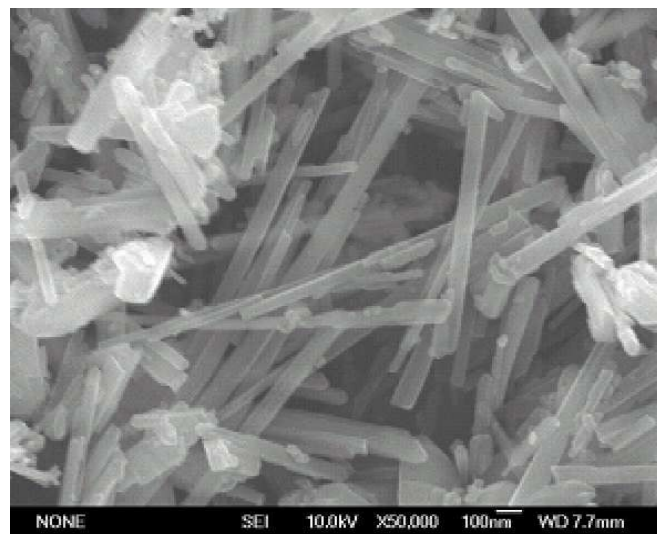
도면1



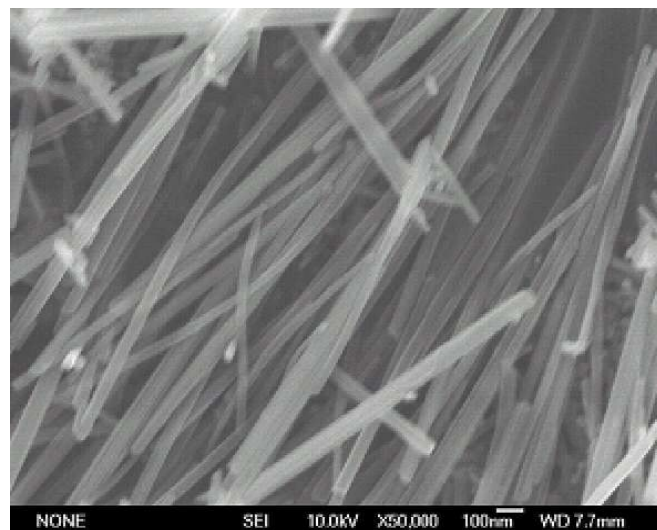
도면2



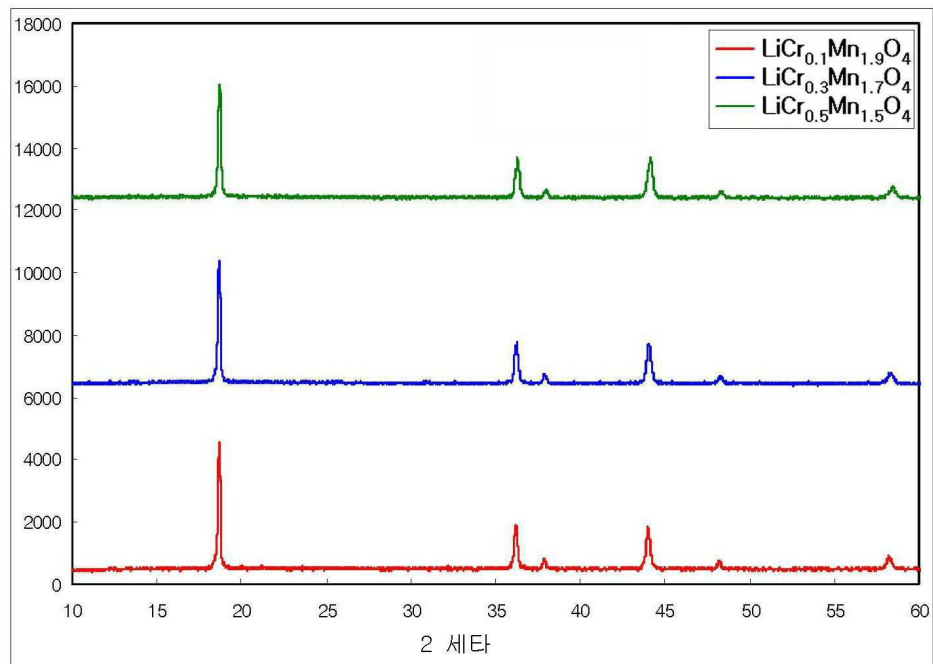
도면3



도면4



도면5



도면6

