



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년11월29일
 (11) 등록번호 10-1923431
 (24) 등록일자 2018년11월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C30B 29/48 (2006.01) *B82B 3/00* (2017.01)
C30B 15/16 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
C30B 29/48 (2013.01)
B82B 3/0033 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2017-0087213
 (22) 출원일자 2017년07월10일
 심사청구일자 2017년07월10일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020060006117 A
 KR1020150071423 A
 오수연 외 4명, CdTe 나노입자의 자기조립과정을
 통한 나노리본 합성, 2012, Korean Chem. Eng.
 Res., 50(6), 1082-1085페이지
 Sudhanshu Srivastava et al., 2010, Science,
 Vol. 327, pages 1355-1359.

(73) 특허권자
 한국교통대학교산학협력단
 충청북도 충주시 대소원면 대학로 50
 (72) 발명자
 김기섭
 충청북도 충주시 창현로 1336, 101동 418호(용관
 동, 썬더리버타운아파트)
 강정원
 충청북도 충주시 국원초1길 48, 102동 605호(안림
 동)
 최용혁
 충청남도 당진시 신평면 신송로 245
 (74) 대리인
 특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 3 항

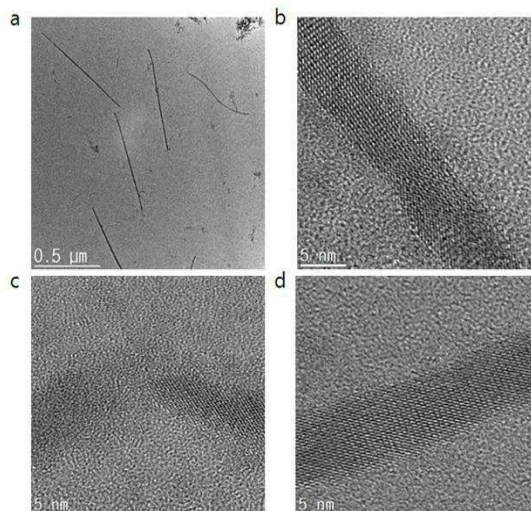
심사관 : 김광철

(54) 발명의 명칭 **빛을 이용한 단결정 형태의 CdTe 나노선 제조방법**

(57) 요약

본 발명은 빛을 이용한 단결정 형태의 CdTe 나노선 제조방법 및 상기 방법으로 제조된 단결정 형태의 CdTe 나노선에 관한 것으로, 구체적으로 본 발명에 따른 단결정 형태의 CdTe 나노선 제조방법은, (1) Cd(ClO₄)₂·6H₂O를 증류수에 용해시키는 단계; (2) Cd(ClO₄)₂·6H₂O가 용해된 용액에 안정제를 첨가하는 단계; (3) pH를 11.4~11.6으로 조정하는 단계; (4) 질소가스(N₂) 및 H₂Te 가스를 순차적으로 용액 내로 흘려주고, 가열 교반하여 CdTe 나노입자 용액을 제조하는 단계; (5) CdTe 나노입자 용액에 메탄올을 첨가하고 원심분리하여 CdTe 나노입자를 침전 및 분리시키는 단계; (6) 분리된 CdTe 나노입자에 증류수를 첨가하고 pH를 8.5~9.5로 조정하여 재분산시키는 단계; 및 (7) CdTe 나노입자 재분산 용액에 530nm~580nm 파장의 빛을 조사하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

C30B 15/16 (2013.01)

B82Y 20/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2016R1D1A1A02937037

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 빛에 의한 나노입자의 자기조립현상 연구

연구과제명 빛에 의한 나노입자의 자기조립현상 연구

기 여 율 1/1

주관기관 한국교통대학교 산학협력단

연구기간 2016.11.01 ~ 2019.10.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

- (1) $\text{Cd}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 를 증류수에 용해시키는 단계;
- (2) $\text{Cd}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 가 용해된 용액에 안정제인 1-Thioglycerol를 첨가하되, Cd_{2+} 대 1-Thioglycerol 를 1:2.4의 몰비율로 첨가하는 단계;
- (3) NaOH 수용액으로 pH를 11.4~11.6으로 조정하는 단계;
- (4) 질소가스(N_2) 및 H_2Te 가스를 순차적으로 용액 내로 흘려주고, 가열 교반하여 CdTe 나노입자 용액을 제조하는 단계;
- (5) CdTe 나노입자 용액에 메탄올을 첨가하고 원심분리하여 CdTe 나노입자를 침전 및 분리시키는 단계;
- (6) 분리된 CdTe 나노입자에 증류수를 첨가하고 pH를 8.5~9.5로 조정하여 재분산시키는 단계; 및
- (7) CdTe 나노입자 재분산 용액에 550nm 파장의 빛을 조사하는 단계를 포함하는, 단결정 형태의 CdTe 나노선 제조방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 (4) 단계의 가열교반은 95~100℃의 온도에서 40~50분 동안 수행하는 것을 특징으로 하는, 단결정 형태의 CdTe 나노선 제조방법.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 (7) 단계에서 550nm 파장의 빛 조사에 의해 나노입자로부터 나노선이 합성될 때, 나노입자의 광발광(Photoluminescence; PL)이 청색편이(blue shift) 되는 것을 특징으로 하는, 단결정 형태의 CdTe 나노선 제조방법.

청구항 8

삭제

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 빛을 이용한 단결정 형태의 CdTe 나노선 제조방법 및 상기 방법으로 제조된 단결정 형태의 CdTe 나노선에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 나노입자의 자기조립으로 형성된 나노구조체는 독특한 특성 때문에 여러 분야에서 활발히 연구되고 있으며, 나노구조체의 광학적, 물리적 특성은 나노입자의 크기와 형태에 크게 의존하기 때문에 나노구조를 제어하는 기술은 나노과학 분야에서 가장 중요한 핵심기술이라고 할 수 있다.

[0003] 가장 활발하게 연구된 일차원 반도체 나노구조는 전자소자, 광디바이스, 태양광등에 사용되는 벌크재료를 대체할 새로운 물질로 주목받고 있다. 그러나 일차원 나노구조체의 크기와 길이, 형태 등은 조절하기가 매우 까다롭기 때문에 이를 극복하기 위해서는 입자균일성, 화학조성 등이 명확하게 제어되어야 한다. 그렇기 때문에 나노소재의 전기-광학적 성질에 대한 연관성 및 구조 제어는 나노 연구의 궁극적인 목표로 남아있다. 독특한 구조를 가진 반도체 나노재료의 명확한 구조제어가 차세대 전자, 센서, 광발광 산업을 여는 열쇠라고 평가 받는 이유도 여기에 있다.

[0004] CdTe는 에너지 갭이 1.45 eV인 직접 천이형 반도체로서, 태양에너지의 스펙트럼을 고려했을 때 에너지 변환에 적합하고, 광흡수계가 높아 수 마이크로미터의 박막으로 형성하더라도 고효율의 태양전지 제조가 가능해 태양전지의 광흡수층 재료로 매우 이상적인 재료로 알려져 있다. 또한 최근에는 CdTe를 수용성 양자점으로 제조하여 생물학적 표식분야에 적용하려는 시도가 진행 중에 있으며, 기존의 생물학적 표식분야에는 유기발광체를 주로 이용하였는데 유기발광체는 여기발광 스펙트럼의 폭이 넓고 Photobleaching 현상이 나타나는 등 여러 문제점을 가지고 있다. 이에 CdTe는 이러한 문제들을 해결 할 수 있는 대안소재로도 대두되고 있다. 이는 CdTe는 무기물로서 광학적으로 매우 안정하고 높은 발광 양자 효율, 좁은 영역의 여기발광 스펙트럼을 갖는 등 유기발광체보다 높은 수준의 적용능력을 갖기 때문이다. 또한 양자점의 크기를 조절하여 여기발광의 파장을 제어할 수 있다.

[0005] 한편, 과학 기술의 급속한 발전으로 다양한 재료를 사용한 여러 형태의 나노구조체가 합성되어지고 있으며, 새로운 구조의 나노재료를 합성하기 위해 많은 연구자들이 새로운 안정제 및 전구체를 개발하고 있으며, 이들의 온도와 압력, 농도 조건들을 변화시키는 등 다양한 화학적 합성법에 대한 연구가 진행되고 있다. 특히 나노구조를 제어할 수 있는 방법으로는 주로 화학적 합성법이 개발되었으나, 추가적인 화합물 사용에 따른 경제적인 부담이 있고 대량합성이 어려운 문제점이 있으며, 반응시간이 오래 걸린다는 문제점이 있다.

[0006] 또 다른 방법으로는 개별 나노입자를 어두운 조건 하에서 자기조립을 통해 나노선 형태의 나노구조체를 제조하는 방법이 개발된 바 있는데, 이 방법은 대부분 제조된 나노구조체가 단결정 형태가 아닌 개별 나노입자가 독립적으로 존재하는 형태로 제조되는 문제점이 있으며 반응시간 또한 오래 걸린다는 문제점이 있다.

[0007] 따라서 보다 효과적으로 나노구조를 목적하고자 하는 형태로 제어할 수 있는 새로운 방법의 개발이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-0876925호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 이에 본 발명자들은 기존 방법과 전혀 다른 방법으로, 빛을 이용하여 단결정 형태의 CdTe 나노선을 제조할 수 있는 방법을 확립하였고, 이러한 방법을 통해 반응속도를 월등히 단축시킬 수 있으며, 단결정 형태의 CdTe 나노선 형태로 균일하게 형태가 제어되면서 합성이 된다는 것을 확인함으로써 본 발명을 완성하였다.

[0010] 그러므로 본 발명의 목적은, Cd(ClO₄)₂·6H₂O가 포함된 용액에 안정제를 첨가하고 혼합한 후, 530nm~580nm 파장의

빛을 조사하는 단계를 포함하는, 단결정 형태의 CdTe 나노선 제조방법을 제공하는 것이다.

[0011] 또한 본 발명의 다른 목적은 본 발명의 방법으로 제조된 단결정 형태의 CdTe 나노선을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기와 같은 목적을 달성하기 위해 본 발명은, Cd(ClO₄)₂·6H₂O가 포함된 용액에 안정제를 첨가하고 혼합한 후, 530nm~580nm 파장의 빛을 조사하는 단계를 포함하는, 단결정 형태의 CdTe 나노선 제조방법을 제공한다.

[0013] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 안정제는 1-Thioglycerol일 수 있다.

[0014] 또한, 본 발명은, (1) Cd(ClO₄)₂·6H₂O를 증류수에 용해시키는 단계; (2) Cd(ClO₄)₂·6H₂O가 용해된 용액에 안정제를 첨가하는 단계; (3) pH를 11.4~11.6으로 조정하는 단계; (4) 질소가스(N₂) 및 H₂Te 가스를 순차적으로 용액 내로 흘려주고, 가열 교반하여 CdTe 나노입자 용액을 제조하는 단계; (5) CdTe 나노입자 용액에 메탄올을 첨가하고 원심분리하여 CdTe 나노입자를 침전 및 분리시키는 단계; (6) 분리된 CdTe 나노입자에 증류수를 첨가하고 pH를 8.5~9.5로 조정하여 재분산시키는 단계; 및 (7) CdTe 나노입자 재분산 용액에 530nm~580nm 파장의 빛을 조사하는 단계를 포함하는, 단결정 형태의 CdTe 나노선 제조방법을 제공한다.

[0015] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 (1) 단계에서 안정제는 1-Thioglycerol이고, Cd²⁺ 대 안정제는 1:2.4의 몰비율로 혼합하는 것일 수 있다.

[0016] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 (3)단계의 pH 11.4~11.6으로의 조정은 NaOH 수용액으로 조정하는 것일 수 있다.

[0017] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 (4) 단계의 가열교반은 95~100℃의 온도에서 40~50분 동안 수행하는 것일 수 있다.

[0018] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 (7) 단계에서 530nm~580nm 파장의 빛 조사에 의해 나노입자로부터 나노선이 합성될 때, 나노입자의 광발광(Photoluminescence; PL)이 청색편이(blue shift) 될 수 있다.

[0019] 또한, 본 발명은 상기 본 발명의 방법으로 제조된 단결정 형태의 CdTe 나노선을 제공한다.

발명의 효과

[0020] 본 발명은 빛을 이용한 단결정 형태의 CdTe 나노선 제조방법에 관한 것으로, Cd(ClO₄)₂·6H₂O가 포함된 용액에 안정제를 첨가하고 혼합한 후, 530nm~580nm 파장의 빛을 조사하는 단계를 포함하는 단결정 형태의 CdTe 나노선 제조방법 및 상기 방법으로 제조된 단결정 형태의 CdTe 나노선에 관한 것이다. 본 발명은 단결정 형태의 나노구조체, 특히 나노선 제조를 위한 최적의 빛 조사 파장 범위를 제공할 수 있으며, 본 발명의 방법은 종래 나노선 제조방법에 비해 제조과정에 소요되는 시간을 현저하게 줄일 수 있는 효과가 있고, 균일한 단결정 형태를 유지하므로 기계적 안정성도 확보할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 일실시예에서 안정제로서 TGA(Thioglycolic acid)를 이용하여 제조한 CdTe 나노선의 형태를 분석한 사진으로서, (a) 및 (b)는 SEM 저해상도 사진을 나타낸 것이고, (c)는 TEM 고해상도 사진을 나타낸 것이다.

도 2는 안정제로서 TGA(Thioglycolic acid)를 이용하여 제조한 CdTe 나노선의 형태를 TEM 고해상도로 확인한 사진을 나타낸 것이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에서 안정제로서 1-Thioglycerol를 이용하고 550nm 파장의 빛을 조사하여 제조한 CdTe 나노선의 형태를 나타낸 것으로, (a)는 TEM 저해상도 관찰 사진이고, (b)~(d)는 TEM 고해상도 관찰 사진이다.

도 4는 안정제로서 1-Thioglycerol를 이용하고 550nm 파장의 빛을 조사하여 제조된 본 발명의 CdTe 나노선에 대해, 나노입자의 PL 피크의 이동(shift) 상태를 분석한 결과를 나타낸 것이다.

도 5는 안정제로서 1-Thioglycerol를 이용하되 빛을 차단한 조건에서 제조된 CdTe 나노선에 대해, 나노입자의

PL 피크의 이동(shift) 상태를 분석한 결과를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 본 발명은 나노선을 합성할 수 있는 새로운 방법으로서 빛을 이용할 수 있음을 규명하였고, 특히 특정 파장의 빛 조사로 단결정 형태의 CdTe 나노선을 제조하는 방법을 확립한 점에 특징이 있다.
- [0023] 앞서 종래기술에서도 기재한 바와 같이, 나노구조체의 광학적, 물리적 특성은 나노입자의 크기와 형태에 크게 의존하기 때문에 나노구조를 제어하는 기술은 나노과학 분야에서 가장 중요한 핵심기술이라고 할 수 있다.
- [0024] 이러한 점에서 본 발명은 나노선을 합성할 수 있는 새로운 방법으로서 종래 화학적 합성법과 차별화된 빛을 이용한 합성방법을 확립하였다.
- [0025] “빛”은 원자나 분자의 세계를 들여다볼 수 있는 도구로서 최근 광통신, 광디스크, 홀로그래피, 광의료 기기 등 빛을 이용한 기술이 잇따라 등장하고 있으며, 빛을 이용하여 전기에너지를 생산하는 연구도 진행 중에 있다.
- [0026] 한편 본 발명에서는 빛으로 나노입자의 구조를 결정하고 구조를 제어할 수 있음을 규명하였으며, 특히 특정 파장대의 빛의 조사가 단결정 형태의 CdTe 나노선을 효과적으로 합성할 수 있음을 확인하였다.
- [0027] 이에 본 발명에서는 Cd(ClO₄)₂·6H₂O가 포함된 용액에 안정제를 첨가하고 혼합한 후, 530nm~580nm 파장의 빛을 조사하는 단계를 포함하는, 단결정 형태의 CdTe 나노선 제조방법을 제공한다.
- [0028] 또한, 단결정 형태의 CdTe 나노선을 제조하는 구체적인 방법으로, (1) Cd(ClO₄)₂·6H₂O를 증류수에 용해시키는 단계; (2) Cd(ClO₄)₂·6H₂O가 용해된 용액에 안정제를 첨가하는 단계; (3) pH를 11.4~11.6으로 조정하는 단계; (4) 질소가스(N₂) 및 H₂Te 가스를 순차적으로 용액 내로 흘려주고, 가열 교반하여 CdTe 나노입자 용액을 제조하는 단계; (5) CdTe 나노입자 용액에 메탄올을 첨가하고 원심분리하여 CdTe 나노입자를 침전 및 분리시키는 단계; (6) 분리된 CdTe 나노입자에 증류수를 첨가하고 pH를 8.5~9.5로 조정하여 재분산시키는 단계; 및 (7) CdTe 나노입자 재분산 용액에 530nm~580nm 파장의 빛을 조사하는 단계를 포함하는, 단결정 형태의 CdTe 나노선 제조방법을 제공한다.
- [0029] 본 발명자들은 본 발명의 일실시예를 통해 단결정 형태의 CdTe 나노선을 제조하기 위해서는 530nm~580nm 파장의 빛을 조사하는 것이 중요함을 확인하였는데, 즉, 서로 다른 파장의 빛을 조사하여 CdTe 나노선의 합성 여부를 분석한 결과, 530nm~580nm 파장의 빛을 조사한 경우에만 단결정 형태의 CdTe 나노선이 합성됨을 확인하였다.
- [0030] 또한, 본 발명의 방법에서 사용될 수 있는 상기 안정제는 1-Thioglycerol을 사용하는 것이 바람직한데, 이는 본 발명의 일실시예에 의하면 안정제로서 1-Thioglycerol 및 TGA(Thioglycolic acid)를 각각 사용하여 CdTe 나노선의 제조를 시도한 결과, 안정제로서 TGA를 사용한 경우에는 나노선의 형태가 단결정 형태가 아닌 나노입자가 독립적으로 존재하는 형태로 제조되었을 뿐만 아니라 나노선의 방향도 균일하지 않는 것으로 나타난 반면, 1-Thioglycerol을 사용한 경우에는 단결정 형태를 가지며 방향과 크기가 모두 균일한 CdTe 나노선이 합성된 것을 확인할 수 있었다.
- [0031] 또한 상기 안정제는 Cd²⁺ 대 안정제의 혼합 비율이 1:2.4의 몰비율로 사용할 수 있다. 만약 안정제의 비율이 1:2.4보다 작다면 안정하지 못해 나노선을 이루기 전에 나노입자들이 aggregation되어 침전될 수 있고, 비율이 크다면 오히려 너무 안정해져서 반응이 잘 일어나지 않는 문제가 발생할 수 있고 나노입자가 뭉치지 않아 나노선을 형성되지 않으며 반응 시간이 오래 걸리는 문제가 발생할 수 있다.
- [0032] 또한, 상기 방법에서 (3)단계의 pH는 11.4~11.6으로의 조정하며, 이때 pH의 조정은 염기 함유 용액을 사용할 수 있으며, 본 발명의 일실시예에서는 NaOH 수용액을 사용하였다.
- [0033] 상기 (4) 단계의 가열교반은 95~100℃의 온도에서 40~50분 동안 수행할 수 있으며, 본 발명의 일실시예에서는 100℃의 온도에서 45분 동안 수행하였다.
- [0034] 나아가 본 발명자들은 본 발명의 방법으로 제조된 CdTe 나노선에 대한 형태 분석을 수행하였는데, 그 결과 단결정(single crystalline) 형태를 가지며 나노선의 방향과 크기가 모두 균일함을 확인할 수 있었으며, 특히 단결정(single crystalline) 형태를 유지하고 있어 기계적 안정성 또한 우수함을 알 수 있었다.
- [0035] 뿐만 아니라 본 발명에 따른 CdTe 나노선의 합성 방법은 어두운 상태에서의 합성 및 종래 화학적 방법에 의한

나노선 합성에 비해 소요되는 시간이 현저하게 단축시킬 수 있다는 것을 알 수 있었다.

[0036] 즉, 화학적 처리에 의한 방법 및 어두운 상태에서의 합성에 비해 빛을 조사하는 단순하고 간단한 방법만으로도 균일한 단결정(single crystalline) 형태의 CdTe 나노선 합성이 가능하다.

[0037] 또한, CdTe 나노선 합성 과정에서의 빛 조사는 다음과 같은 효과를 유도할 수 있는데, CdTe 나노입자의 불포화 된 표면에 있는 Te 원자들을 굉장히 빠른 속도로 산화 촉진시키는 역할을 하며, 빛 자극을 받은 Te는 용액속의 산소를 찾아 CdTe로부터 떨어져 나오게 되어 표면이 불안정해지는데, 즉 안정제의 부분적인 제거로 인해 이미 불안정해진 표면은 떨어져 나간 Te에 의해 결합이 생기게 되어 더욱 불안정해지게 되며, 개별 나노입자들은 높아진 표면 에너지를 낮추기 위해 각 나노입자의 결합을 중심으로 뭉치는 현상이 발생되도록 한다. 또한 이는 쌍 극자모멘트에 의해 one-dimension으로 배열되는 암 조건 하에서의 자기조립속도와 비교할 때, 빛 조사에 의한 나노선의 생성속도 매우 빠르게 진행될 수 있다.

[0038] 본 발명의 방법으로 제조된 CdTe 나노선은 경사진 나노선(gradient nanowire)의 제조도 가능케 하는데, 경사진 나노선이란 나노선에서 어느 정도의 경사가 가해진 형태의 나노구조체를 말하는 것이다. 경사진 나노선을 제조 하려는 것은 재료 자체에서의 FRET(fluorescence resonance energy transfer) 현상에 의한 에너지 변환을 구현 할 수 있기 때문이며, 에너지는 준위가 높은 쪽(작은 나노입자)으로부터 준위가 낮은 쪽(큰 나노입자)의 방향으로 전달되며 가장 낮은 에너지 준위에 해당하는 색이 증폭되어 발광하게 된다. 이 경우 이들의 독특한 에너지 변환 특성 때문에 바이오센서 분야에 널리 이용될 수 있을 뿐만 아니라 물질 자체에서 구현되는 광학적 물성현 상 자체만으로도 다양하게 활용될 수 있다.

[0039] 따라서 본 발명의 빛을 이용한 나노구조체의 제조방법은 크기가 다른 나노입자의 자기조립 제조에도 적용하여 다양한 형태의 경사진 나노선을 제조할 수 있으며, 나아가 Nanoribbon, Nanobroom, Nanoblossom 및 Nanochestnut 등 다양한 형태의 나노구조체를 제조할 수 있다.

[0040]

[0041] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 보다 상세히 설명하고자 한다. 이들 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0043] <실시예 1>

[0044] **빛을 이용한 단결정 형태의 CdTe 나노선 제조**

[0046] <1-1> CdTe 나노입자(Nanoparticles) 용액의 제조

[0047] 먼저 Cd(ClO₄)₂·6H₂O 2.35 mmol을 3차 증류수 125ml에 용해시켰다. 이후 Cd²⁺에 대해 1:2.4의 몰비율로 안정제인 1-Thioglycerol 5.5mmol을 첨가하였다. 그런 뒤, 1M의 NaOH 수용액을 이용하여 상기 용액의 pH가 11.4~11.6 범 위가 되도록 조정하였고, 용존산소를 제거하기 위해서 60분 동안 N₂가스를 흘려주었다. 이후 0.5M H₂SO₄용액을 Al₂Te₃에 첨가하고, 이때 발생된 H₂Te가스를 운반가스인 N₂의 흐름을 이용하여 상온에서 20분 동안 교반상태에 있는 용액(pH가 11.4~11.6 범위가 되도록 조정된 용액) 속으로 흘려주었다. 이후 100℃에서 약 45분간 가열교반 하면서 전구체들이 CdTe 나노결정으로 형성되도록 하여, CdTe 나노입자 용액을 제조하였다.

[0049] <1-2> 나노선(Nanowires)의 제조

[0050] 상기 <1-1>에서 제조한 CdTe 나노입자 용액 2ml에 메탄올 8ml을 첨가하여 혼합한 후, 원심분리를 수행하여 CdTe 나노입자들을 코니컬 튜브 하단으로 침전시켰다. 이후 코니컬 튜브에서 메탄올을 제거하였고, 여기에 증류수를 첨가하고 pH를 9.0으로 조정하여 코니컬 튜브 내에서 재분산 시켰다. 분산된 용액을 550nm 파장의 빛에 3일 동안 노출시켜 반응(aging)시킴으로써, 본 발명에 따른 단결정 형태의 CdTe 나노선을 제조하였다. 이러한 시간은 종래 어두운 상태에서 반응(aging) 시간인 약 30일이 소요되는 것에 비해 현저하게 제조 시간을 단축시킨 것이다.

[0051] 이러한 과정은 나노입자가 aging 되는 단계, 즉 특정 파장에서 빛을 노출시켜 자기조립(self-assembly)이 이루어져 나노입자가 나노선(nanowires)로 변형되어 나노선이 제조되도록 하였다.

[0053] <비교예 1>

[0054] 상기 실시예 1의 방법에서 안정제로서 1-Thioglycerol 대신 TGA(Thioglycolic acid)를 사용한 것을 제외하고는

동일한 방법으로 CdTe 나노선을 제조하였다.

[0056] <비교예 2>

[0057] 상기 실시예 1-2의 코니컬 튜브에서 재분산된 용액을 바이얼로 옮겨 암실에서 약 30일간 자기조립과정(aging)을 거쳐 CdTe 나노선을 제조하였다. 즉, 상기 본 발명의 실시예의 방법과 달리 어두운 상태에서 자기조립과정이 진행되도록 하였다.

[0058]
[0059] <실험예 1>

[0060] 제조된 CdTe 나노선의 형태 관찰

[0061] 상기 실시예 1의 방법으로 제조된 본 발명에 따른 CdTe 나노선과 비교예 1 및 2에서 제조된 CdTe 나노선의 형태를 SEM 및 TEM 분석을 통해 배율을 달리하면서 관찰하였다.

[0063] 안정제로서 TGA(Thioglycolic acid)를 사용하여 제조한 CdTe 나노선의 SEM 및 TEM 분석 결과, 도 1에 나타낸 바와 같이 CdTe 나노선의 형태의 나노구조체가 제조된 것을 알 수 있었으나, 이를 확대하여 확인한 도 2의 결과를 보면 나노선 형태가 단결정 형태가 아닌 나노입자가 독립적으로 존재하는 형태로 제조되었을 뿐 만 아니라 나노선의 방향도 균일하지 않음을 알 수 있었다.

[0064] 한편, 실시예 1의 방법으로 제조된 본 발명에 따른 CdTe 나노선은 단결정 형태를 가질 뿐만 아니라 나노선의 방향과 크기가 모두 균일한 것으로 나타났다(도 3 참조).

[0066] <실험예 2>

[0067] Photoluminescence(PL) 피크변화 측정

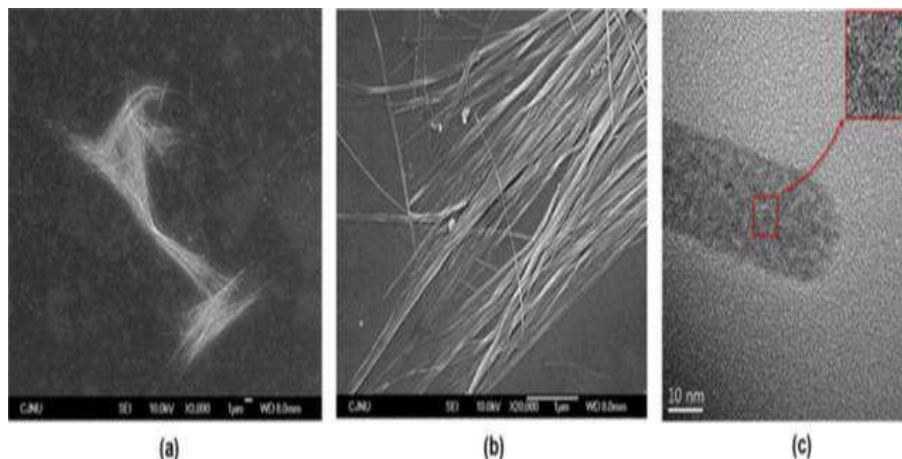
[0068] 나노입자에서 나노선이 합성될 경우, 나노입자의 Photoluminescence(PL)은 shift 현상이 발생하는데, 본 발명의 방법에 따른 방법으로 나노선이 합성될 경우의 shift 현상을 분석하였다.

[0070] 그 결과, 도 4에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 방법으로 CdTe 나노선이 합성될 때, blue shift 현상이 일어나는 것을 확인한 반면, 암 조건에서 CdTe 나노선을 합성한 비교예 2의 경우에는 나노선의 PL이 red-shift 된 것으로 나타났다.

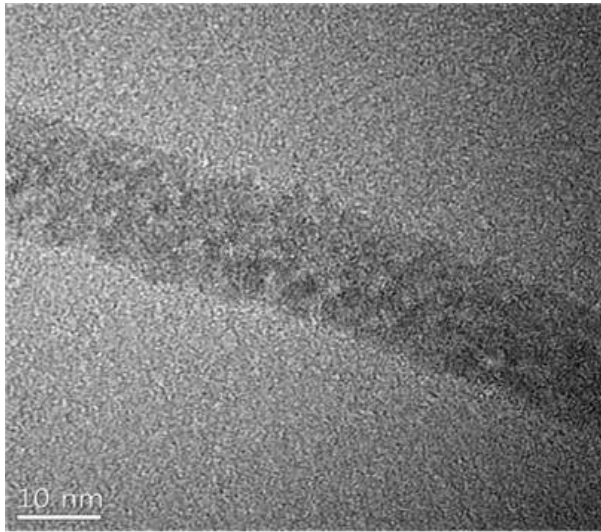
[0072] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

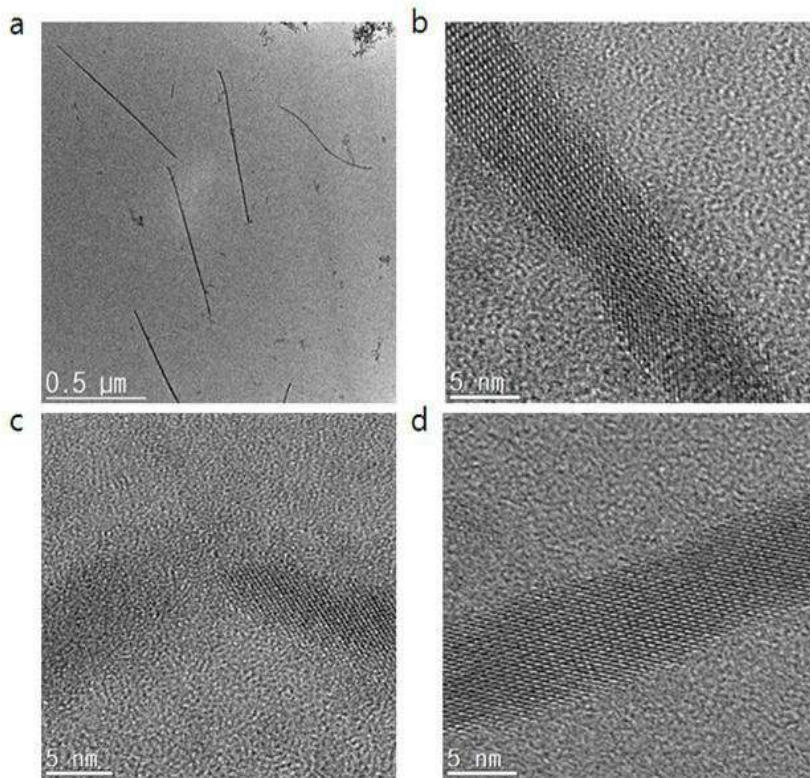
도면1



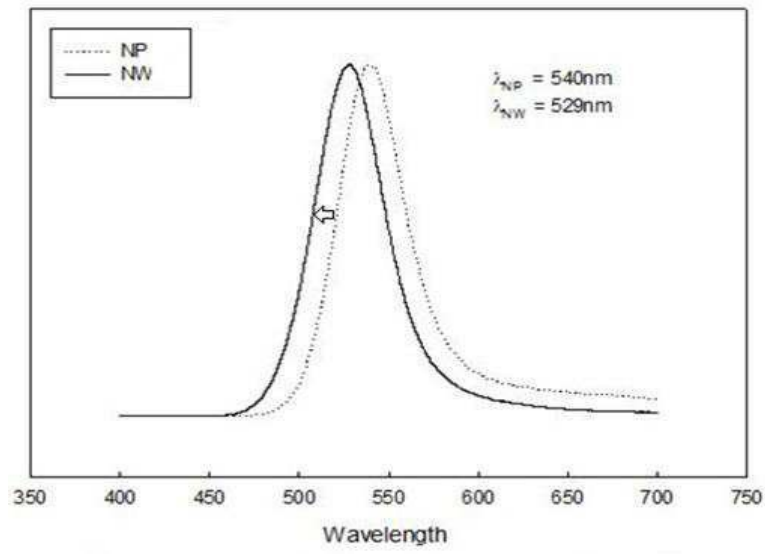
도면2



도면3



도면4



도면5

