



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0018456
(43) 공개일자 2009년02월20일

(51) Int. Cl.

B82B 3/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0082913

(22) 출원일자 2007년08월17일

심사청구일자 2007년08월17일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

성윤모

경기 성남시 분당구 정자동 정든마을 한진아파트
604-2501

김기은

서울 송파구 잠실7동 우성아파트 7동 101호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인아주

전체 청구항 수 : 총 26 항

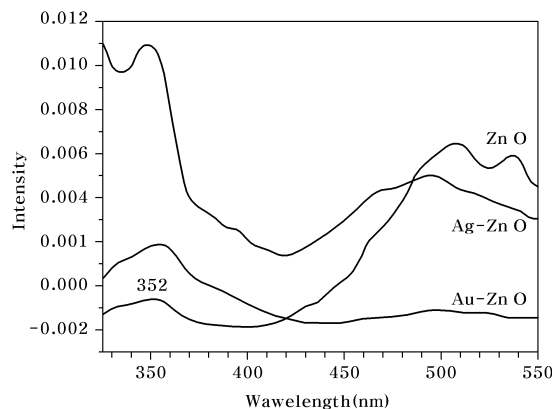
(54) 산화아연-은 나노합성물 및 그 제조방법

(57) 요약

상기 기술적 과제를 해결하기 위한 수단으로 본 발명에 따른 산화아연-은 나노합성물은 은 소스(Ag source)와 트라이소듐시트레이트(tri-sodium citrate)를 물에 용해시킨 제1용액과 보로하이드로소듐(Borohydrosodium)을 물에 용해시킨 제2용액을 형성시키는 단계; 상기 제1용액과 상기 제2용액을 혼합하여 제3용액을 형성시키는 단계; 아연소스(Zn source)를 에탄올(ethanol)에 용해시켜 제4용액을 형성시키는 단계; 수산화기 소스를 에탄올에 용해시켜 제5용액을 형성시키는 단계; 및 상기 제3용액에 상기 제4용액을 첨가하고 스테어링을 하면서 제5용액을 혼합시키는 단계를 포함한다.

본 발명의 실시예에 따른 아령모양의 산화아연-은 나노합성물 및 그 제조방법은 순수한 산화아연을 이용할 때보다 광루미네스스 강도를 향상시켜 광학적 성질을 필요로 하는 분야에서의 응용이 더욱 용이해진 효과가 있다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

이명기

서울 도봉구 도봉2동 삼환아파트 3동 101호

김강일

서울 동작구 사당동 대림아파트 5동 606호

특허청구의 범위

청구항 1

은 소스(Ag source)와 트라이소듐시트레이트(tri-sodium citrate)를 물에 용해시킨 제1용액과 보로하이드로소듐(Borohydrosodium)을 물에 용해시킨 제2용액을 형성시키는 단계;

상기 제1용액과 상기 제2용액을 혼합하여 제3용액을 형성시키는 단계;

아연소스(Zn source)를 에탄올(ethanol)에 용해시켜 제4용액을 형성시키는 단계;

수산화기 소스를 에탄올에 용해시켜 제5용액을 형성시키는 단계; 및

상기 제3용액에 상기 제4용액을 첨가하고 스테어링을 하면서 제5용액을 혼합시키는 단계를 포함하는 산화아연-은 나노합성물 제조방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제5용액을 형성 후

상기 제5용액을 세척하는 세척공정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 산화아연-은 나노합성물 제조방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 제1용액 및 상기 제2용액은 질소분위기에서 실시되는 것을 특징으로 하는 산화아연-은 나노합성물 제조방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 은 소스로는 실버아세테이트(CH_3COOAg)인 것을 특징으로 하는 산화아연-은 나노합성물 제조방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 제2용액은 저온에서 유지시켜 주는 것을 특징으로 하는 산화아연-은 나노합성물 제조방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 제1용액의 은 소스와 트라이소듐시트레이트의 몰비(Ag:tri-sodium citrate)는 1:1로 혼합되는 것을 특징으로 하는 산화아연-은 나노합성물 제조방법.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 제1용액은 스테어링 공정을 실시하며, 상기 스테어링공정은 5분 내지 20분의 유지시간 동안 실시하는 것을 특징으로 하는 산화아연-은 나노합성물 제조방법.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 스테어링공정은 10분의 유지시간을 실시되는 것을 특징으로 하는 산화아연-은 나노합성물 제조방법.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 제3용액을 형성할 때,

상기 제1용액 및 제2용액을 혼합하면서 강한 스테어링(stirring)과 함께 1시간 내지 3시간 동안 스테어링을 유지시켜 주는 것을 특징으로 하는 산화아연-은 나노합성물 제조방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 스테어링공정은 2시간의 유지시간으로 실시되는 것을 특징으로 하는 산화아연-은 나노합성물 제조방법.

청구항 11

제 1항에 있어서,

상기 제3용액은 60℃ 내지 100℃까지 가열하여 합성 중 형성될 수 있는 아세톤(acetone)을 증발시키는 공정을 더 실시하는 것을 특징으로 하는 산화아연-은 나노합성물 제조방법.

청구항 12

제 1항에 있어서,

상기 제3용액은 80℃로 상기 가열시켜 주는 것을 특징으로 하는 산화아연-은 나노합성물 제조방법.

청구항 13

제 1항에 있어서,

상기 제4용액의 상기 제2용매는 에탄올인 것을 특징으로 하는 산화아연-은 나노합성물 제조방법.

청구항 14

제 1항에 있어서,

상기 아연 소스로는 징크나이트라이드($Zn(NO_3)_2$)인 것을 특징으로 하는 산화아연-은 나노합성물 제조방법.

청구항 15

제 1항에 있어서,

상기 제4용액은 산성성분인 것을 특징으로 하는 산화아연-은 나노합성물 제조방법.

청구항 16

제 1항에 있어서,

상기 제4용액은 상온에서 용해시키는 것을 특징으로 하는 산화아연-은 나노합성물 제조방법.

청구항 17

제 1항에 있어서,

상기 제5용액은 수산화기를 포함하는 것을 특징으로 하는 산화아연-은 나노합성물 제조방법.

청구항 18

제 1항에 있어서,

상기 제5용액은 상기 수산화기 소스로 인해 알칼리 성분인 것을 특징으로 하는 산화아연-은 나노합성물 제조방법.

청구항 19

제 1항에 있어서,

상기 수산화기 소스는 수산화나트륨(NaOH)인 것을 특징으로 하는 산화아연-은 나노합성물 제조방법.

청구항 20

제 1항에 있어서,

상기 제3용액에 상기 제4용액(140)을 첨가하고, 상기 제3, 4용액(130, 140)을 강한 스테링과 함께 상기 제5용액(150)을 함께 넣어줄 때,

상시 스테링시간은 30분 내지 2시간 동안 유지하는 것을 특징으로 하는 산화아연-은 나노합성물 제조방법.

청구항 21

제 2항에 있어서,

상기 세척공정은 에탄올(Ethanol)과 탈이온화된 물(DIW)을 번갈아 이용하는 것을 특징으로 하는 산화아연-은 나노합성물 제조방법.

청구항 22

제 2항에 있어서,

상기 세척공정은 원심분리기(centrifugal separator)를 이용하는 것을 특징으로 하는 산화아연-은 나노합성물 제조방법.

청구항 23

제 1항에 있어서,

상기 산화아연-은 나노합성물은 아령 형상으로 형성되는 것을 특징으로 하는 산화아연-은 나노합성물 제조방법.

청구항 24

제 1항에 있어서,

상기 산화아연-은 나노합성물의 산화아연은 5 내지 20nm, 은은 1 내지 10nm의 형상으로 형성되는 것을 특징으로 하는 산화아연-은 나노합성물 제조방법.

청구항 25

제 1항 내지 제 24항으로 제조되는 것을 특징으로 하는 산화아연-은 나노합성물.

청구항 26

제 1항 내지 제 24항으로 제조되는 산화아연-은 나노합성물을 포함하는 것을 특징으로 하는 광촉매.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 산화아연-은 나노합성물 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 은 나노분말을 합성하고 아연 프리커서를 넣어주고 수산화기를 첨가해 광플로레센스 특성을 향상시킨 산화아연-은 나노합성물 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 산화아연 (ZnO)는 3.37 eV 의 큰 전자띠 간격을 가지는 물질로 생체라벨 (label) 및 전기화학적 응용분야에서 이용가치가 높아 많은 연구가 이루어지고 있다.

- <3> 대부분의 응용은 산화아연에 특정 파장의 빛을 쏘여준 후 방출되는 빛의 파장 및 강도에 의존한다.
- <4> 그리고 분말의 크기가 작아짐에 따라 양자구속효과(quantum confinement effect)가 일어나 파장의 청색이동이 발생하게 된다.
- <5> 여기서 양자구속효과란 보어반경보다 작은 크기의 나노분말에서 나타나는 현상으로 보어반경보다 큰 물질의 경우 물질의 파장이 물질과 외부의 경계면까지의 구간에서 한 번의 굴절을 일으키지만, 보어반경보다 작은 물질에서는 물질의 파장이 경계면까지의 거리보다 커짐에 따라 파장의 진동수보다 작아지는 현상을 말한다.
- <6> 이로 인해 물질의 파장은 어떤 방향을 따라 자성 모멘트를 잡고 있는 에너지를 뜻한다. 위의 현상에 의해 물질의 파장은 청색이동을 일으키게 된다.
- <7> 큰 락간격을 가지는 반도체 물질의 대표적인 예로 산화아연(ZnO)가 있는데, 이것은 커다란 락간격(3.37 eV)을 가지고 있고 또한 생체적합성 및 물에 대한 가용성이 좋아 다른 반도체 물질(CdS, CdSe 등)에 비해 높은 응용가능성을 가지고 있다.
- <8> 산화아연은 자외선과 가시광선에서 두 개의 광루미네선스 픽(peak)을 가지고 있다.
- <9> 이 두 개의 픽 중 가시광선대의 픽은 산화아연의 고유의 픽으로 강하게 결합되어 있는 산소 공핍부분과 약하게 결합되어 있는 전자에 의해 발생하는 이론과, 물질의 표면적에 있는 땀글링본드(dangling bond)에 의한 영향이라는 두 개의 가설이 있다.
- <10> 그러나 실제로 산화아연의 광학적 이용에서는 가시광선대의 파장을 이용하는 것이 아니라 자외선대의 파장을 이용하기 때문에 자외선 파장대의 광루미네선스의 강도를 높여야 한다.
- <11> 이러한 자외선 파장대의 광루미네선스의 강도를 높이기 위해서는 위에서 언급한 바와 같이 귀금속과 합성체를 만드는 방법이 있다. 이렇게 귀금속과 산화아연을 아령모양으로 붙여주게 되면 귀금속에서 발생하는 서피스플라즈몬(surface plasmon)현상에 의해 자외선파장대의 강도가 높아진다.
- <12> 그리고 가시광선파장대의 강도는 줄어들게 된다. 이는 산소 공핍부분과 결합하지 못한 전자가 줄어들게 되고, 또는 산화아연의 땀글링 본드가 줄어들게 되어 가시광선대의 파장 강도는 낮아지게 되고, 반대로 적외선 파장대의 파장 강도는 높아지게 된다.
- <13> 이러한 현상은 금 나노분말을 붙인 산화아연에서도 나타난다. 또한 산화아연간 금 나노와이어를 붙인 경우에도 나타나게 된다.
- <14> 하지만 이러한 방법만으로는 실제 생체적합성 및 각종 디바이스에 응용하기에는 어려운 점이 많아 더 많은 연구가 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <15> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 산화아연의 큰 락간격을 이용한 광학적 성질을 귀금속, 특히 은을 아령형상으로 붙임으로써 기존의 연구보다 자외선 파장대의 강도를 늘리고 인체에 유해한 카드뮴을 사용하지 않고도 생물학적 라벨(label), 광측매 등으로 사용할 수 있는 산화아연-은 나노합성물 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- <16> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결수단

- <17> 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 수단으로 본 발명에 따른 산화아연-은 나노합성물은 은 소스(Ag source)와 트라이소디움시트레이트(tri-sodium citrate)를 물에 용해시킨 제1용액과 보로하이드로소디움(Borohydrosodium)을 물에 용해시킨 제2용액을 형성시키는 단계; 상기 제1용액과 상기 제2용액을 혼합하여 제3용액을 형성시키는 단계; 아연소스(Zn source)를 에탄올(ethanol)에 용해시켜 제4용액을 형성시키는 단계; 수산화기 소스를 에탄올에 용해시켜 제5용액을 형성시키는 단계; 및 상기 제3용액에 상기 제4용액을 첨가하고 스테어링을 하면서 제5용액을 혼합시키는 단계를 포함한다.

- <18> 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 산화아연-은 나노합성물은 상기한 제조방법으로 형성되는 것을 특징으로 한다.
- <19> 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 광촉매는 상기한 산화아연-은 나노합성물을 포함하는 것을 특징으로 한다.

효 과

- <20> 본 발명의 실시예에 따른 아령모양의 산화아연-은 나노합성물 및 그 제조방법은 순수한 산화아연을 이용할 때보다 광루미네센스 강도를 향상시켜 광학적 성질을 필요로 하는 분야에서의 응용이 더욱 용이해진 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <21> 이하에서는 본 발명의 실시예들에 따른 산화아연-은 나노합성물 및 그 제조방법에 의해 제조되는 산화아연-은 나노합성물의 광학적 특성이 향상된다는 것을 구체적인 실시예들 및 비교예를 들어 설명한다.
- <22> 여기에 기재되지 않은 내용은 이 기술 분야에서 숙련된 자이면 충분히 기술적으로 유추할 수 있는 것이므로 그 설명을 생략한다.
- <23> 도 1a 내지 도 1f는 본 발명에 따른 산화아연-은 나노합성물의 제조방법을 설명하기 위한 공정흐름도이다.
- <24> 도 1a에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 산화아연-은 나노합성물을 합성하기 위해서는 먼저, 은 소스(Ag source)와 트라이소듐시트레이트(tri-sodium citrate)를 제1용매인 물에 용해시켜 제1용액(110)을 제조한다. 상기 제1용액(110)은 은소스가 이온 상태로 존재할 수 있다.
- <25> 그리고, 보로하이드로소듐(Borohydrosodium)을 제1용매인 물에 용해시킨 후 차갑게 해 제2용액(120)을 만든다.
- <26> 상기 은 소스로는 실버 아세테이트(CH_3COOAg)를 사용할 수 있다.
- <27> 상기 제1용액(110) 내의 은 소스와 트라이소듐시트레이트의 몰비 (Ag:tri-sodium citrate)는 1:1로 해줄 수 있다.
- <28> 상기 제1용액(110) 및 상기 제2용액(120)의 합성은 상온에서 진행하며 기타의 이물질이 들어가지 않도록 질소분 위기나 먼지가 없는 곳에서 진행할 수 있다.
- <29> 이는 다른 이물질이 들어갈 경우, 은 나노분말의 합성 시 핵생성에 영향을 미칠 수 있기 때문이다.
- <30> 이때, 은의 이온화를 증가시키고 트라이소듐시트레이트가 은 이온에 잘 결합하게 하기 위해서 상기 제1용액은 “충분히” 스테어링(stirring)을 해주어야 한다.
- <31> 여기서 상기 스테어링은 5분 내지 20분의 시간 동안 실시할 수 있으며, 바람직하게는 10분 정도의 시간을 실시할 수 있다.
- <32> 상기에서 사용된 “충분히”라는 용어의 의미는 은이온과 트라이소듐시트레이트의 100% 결합을 상정할 수 없고, 그렇다고 일정% 결합될 때까지라고 설정하면 본 발명의 권리범위가 지나치게 좁아질 우려가 있으므로 사용된 용어로서, 본원발명에서는 상기 “충분히”의 의미에 대하여 “최종적으로 생성될 합성물이 상기 잔재하는 유기물들에 의해 영향을 받지 않을 정도”라는 의미로서 해석하며, 이는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진자라면 실험을 통하여 얻을 수 있는 개념이다.
- <33> 여기서 상기 제2용액(120)이 상온일 경우 상기 은 나노분말 표면에 캐핑에이전트(capping agent)로 작용하지 못해 은 나노분말의 응집(aggregation)을 야기할 수 있기 때문에 상기 제2용액(120)은 낮은 온도에 보관하는 것이 바람직하다.
- <34> 상기 제2용액(120)은 제1용액(110)의 이온상태의 은이온을 환원(reduction) 시켜주기 위해서 마련한다.
- <35> 도 1b에 도시된 바와 같이, 상기와 같이 준비된 제1, 2용액(110, 120)을 혼합하여 제3용액(130)을 형성한다. 제3용액이 은 나노파티클이 형성되는 과정입니다.
- <36> 여기서 상기 제1용액(110) 및 제2용액(120)을 혼합할 때 강한 스테어링(stirring)과 함께 1시간 내지 3시간 동안 스테어링을 유지시켜주어 상기 제3용액(130)을 형성할 수 있다. 바람직하게는 스테어링을 2시간 동안 유지할 수 있

다.

- <37> 그리고 상기 제3용액(130)을 60℃ 내지 100℃까지 가열하여 합성 중 형성될 수 있는 아세톤(acetone)을 증발시켜줄 수 있다. 바람직하게는 80℃로 가열시켜 줄 수 있다.
- <38> 상기 제3용액(130)은 은 나노분말을 형성시킬 수 있다. 즉, 제1용액(110)과 제2용액(120)을 섞어주어 제3용액(130)을 만든 후 몇 시간 동안의 스테어링을 거치고 나면 은 나노분말이 형성되어 용매 안에 은 나노분말이 분산되어 있는 상태가 된다.
- <39> 여기서 아세테이트는 물과 반응하여 아세톤을 형성할 수 있다. 그리고 시트레이트는 일종의 계면활성제로 은 이온을 하나씩 결합하여 환원반응에 의해 은 나노분말을 형성하여 나노분말 표면에 붙어있게 된다. 그리고 나머지는 반응에 관여하지 않고 용매에 녹아 있는 상태가 된다.
- <40> 상기한 아세톤은 추후에 형성되는 아령모양의 산화아연-은 나노합성물이 형성되는 것을 방해할 수 있기 때문에, 다음 공정에서 상기 형성된 아세톤이 공정에 관여하는 것을 방지하기 위함이다.
- <41> 도 1c에 도시된 바와 같이, 제2용매인 에탄올에 아연소스를 혼합시켜 제4용액(140)을 형성한다.
- <42> 상기 아연 소스로는 징크나이트라이드($Zn(NO_3)_2$)를 사용할 수 있다. 따라서 상기 제4용액은 나이트라이드로 인해 산성성분을 갖고 있다.
- <43> 여기서 상기 제4용액(140)을 형성할 때는 상온에서 이물질이 들어가지 않게 용해시키는 것이 바람직하다.
- <44> 도 1d에 도시된 바와 같이, 제2용매인 에탄올에 수산화기 소스를 혼합시켜 제5용액(150)을 형성한다.
- <45> 여기서 본 발명에 따른 산화아연 성분을 형성하기 위해서는 수산화기를 포함하는 용액을 형성하기 위해서 수산화기 소스를 사용하게 된다. 이와 같이, 상기 수산화기 소스를 사용하게 됨으로써 상기 제5용액(150)은 알칼리성 성분을 갖고 있다.
- <46> 상기 수산화기 소스는 수산화나트륨($NaOH$)를 사용할 수 있다.
- <47> 도 1e에 도시된 바와 같이, 상기 제3용액(130)에 상기 제4용액(140)을 첨가하고, 상기 제3, 4용액(130, 140)을 강한 스테어링과 함께 상기 제5용액(150)을 함께 넣어주고 30분 내지 2시간 동안 유지하여 본 발명에 따른 산화아연-은 나노합성물을 형성한다.
- <48> 여기서 상기 제3용액(130)과 상기 제4용액을 혼합하게 되는데 상기 제3, 4용액혼합물은 산성분이며, 상기 혼합물에 알칼리 성분인 상기 제5용액을 넣어 상기 제3, 4용액이 혼합된 혼합물을 중화시켜 산화아연-은 나노합성물을 형성하게 된다.
- <49> 도 1f에 도시된 바와 같이, 상기 도 1e의 공정으로 형성되는 산화아연-은 나노합성물을 세척하는 공정을 실시하게 된다.
- <50> 상기 세척공정은 에탄올(Ethanol)과 탈이온화된 물(DIW)을 번갈아 이용한다. 이때 비교적 비중이 높은 산화아연-은 나노합성물을 원심분리기(centrifugal separator)를 이용해 분리해 낼 수 있다.
- <51> 상기와 같은 공정을 통하여 제조되는 상기 산화아연-은 나노합성물은 아령형상으로 형성될 수 있다.
- <52> 여기서 산화아연은 워츠아이트(Wurtzite) 구조를 가지고, 은은 면심입방(FCC) 구조를 가지며, 나노합성물의 수율은 70% 정도이다.
- <53> 이하에서는 본 발명의 실시예들에 따른 아령모양의 산화아연-은 나노합성물의 제조방법에 대한 구체적인 실시예를 제시하기로 한다. 다만, 여기에 기재되지 않은 내용은 이 기술 분야에서 숙련된 자이면 충분히 기술적으로 유추할 수 있는 것이므로 그 설명을 생략한다.

실시예

- <54> 이하 구체적인 실시예를 들어 본 발명에 따른 산화아연-은 나노합성물의 특성을 보여 주기로 한다. 이하는 도 1a 내지 도 1f를 인용하여 설명하기로 한다.
- <55> **1. 실시예**
- <56> 상기 제1용액(110)은 용매로서 탈이온화된 물 (Dionized water) 20ml에 하이드로 테트라클로로레이트(Hydrogen

Tetrachloroaurate) 2.5×10^{-4} M과 트라이소디움시트레이트 2.5×10^{-4} M을 넣어준다.

- <57> 상기 제2용액(120)은 용매로써 탈이온화된 물 0.6ml에 소디움보로하이드라이드 0.1M을 넣어준 후 차갑게 보관한다.
- <58> 상기한 과정은 이물질과의 접촉을 막기 위해 질소 분위기에서 이루어지는 것이 바람직하다.
- <59> 그리고 상기 제1, 2용액(110, 120)을 강한 스테링과 함께 섞어주어 2시간동안 유지시켜 상기 제3용액(130)을 형성한다.
- <60> 상기 제4용액(140)은 용매인 에탄올(Ethanol) 4ml에 징크나이트라이드 0.05M을 넣어준다.
- <61> 상기 제5용액(150)은 용매인 에탄올(Ethanol) 4ml에 0.025M 수산화나트륨을 넣어준다.
- <62> 그리고 상기 제3용액(130)에 상기 제4용액(140)을 강한 스테링과 함께 첨가해주고, 상기 제5용액(150)을 함께 넣어준 후 1시간 동안 유지한다.
- <63> 상기한 과정 이후에 만들어진 용액 안에는 아령모양의 산화아연-은 나노합성물이 분산되어 있다.
- <64> 상기한 용액을 에탄올과 탈이온화된 물을 번갈아 넣고 원심분리기를 이용하여 세척하여준다. 이 과정에서 잔류물은 제거된다.

<65> 2. 비교예

- <66> 상기 실시예에서 제1 용액의 제조시 하이드로 테트라클로로레이트(Hydrogen Tetrachloroaurate) 대신에 실버 아세테이트를 사용한다.
- <67> 이 방법으로 생성되는 나노합성물이 아령모양의 산화아연-금 나노합성물이며, 이를 제외하고는 상기 실시예와 동일하다.

<68> 3. 특성분석

- <69> 상기와 같이 제조된 아령모양의 산화아연-은 나노합성물에 대하여 투과전자현미경(TEM), XRD, PL 분석을 실시하였다.

<70> 4. 특성분석 결과의 분석

- <71> 도 2는 본 발명에 따른 산화아연-은 나노합성물의 XRD 분석 결과를 도시한도면이다.
- <72> 여기서 상기 실시예와 비교예 의해 제조된 아령모양의 산화아연-금 나노합성물과 아령모양의 산화아연-은 나노합성물의 XRD 분석 결과를 나타낸다.
- <73> 도 2를 참조하면, 본 발명의 산화아연-은 나노합물의 실시예 및 비교예는 38° 와 45° 부근에서 은과 금의 회절상이 뚜렷하게 나타나는 것을 볼 수 있다.
- <74> 상기한 회절결과에 의해 FWHM(Full width half maximum) 계산법에 의해 산화아연과 은 나노 크리스탈의 직접적인 사이즈를 보여주고 있으며 상기 산화아연은 5 내지 20nm, 상기 은(Ag)은 1 내지 10nm의 나노크리스탈이 합성되어 있는 것을 알 수 있다.
- <75> 도 3a 및 도 3b는 본 발명에 따른 산화아연-은 나노합성물에 대한 투과전자현미경(TEM)을 촬영한 도면이다.
- <76> 여기서 도 3a는 비교예에 의해 제조된 아령모양의 산화아연-금 나노합성물에 대한 도면이고, 도 3b는 본 발명에 따른 아령모양의 산화아연-은 나노합성물에 대한 투과전자현미경(TEM)을 이용하여 촬영한 사진이다.
- <77> 도 3a 및 도 3b는 실시예에 의해 제조된 나노분말은 산화아연은 5 내지 15nm, 금(Au)과 은(Ag)은 2 내지 6nm 정도의 크기를 갖고 균일한 크기 분포를 갖는 것을 볼 수 있다.
- <78> 또한, 선택영역회절패턴(Selected Area Diffraction Pattern(SAED)) 분석을 통해서 각 회절면의 거리를 계산할 경우에도 ZnO의 JCPDS 상의 (100) 면의 거리와 일치하고 금(Au)의 (100), 은(Ag)의 (100)면과도 일치함을 알 수 있다.
- <79> 도 4는 본 발명에 따른 실시예와 비교예에 의해 제조된 아령모양의 산화아연-은 나노합성물과 산화아연-금 나노합성물에 대한 광루미네선스 분석결과를 도시한 도면이다.

<80> 순수한 산화아연 나노분말의 경우보다 산화아연-금 나노합성물의 자외선 파장대의 광루미네센스의 강도가 많이 향상되었다.

<81> 게다가 산화아연-금 나노합성물보다 상기 산화아연-은 나노합성물(10)의 자외선파장대의 광루미네센스의 강도가 순수한 산화아연에 비해서는 약 10배정도의 차이가 나타났다.

<82> 이는 금과 은이 가지고 있는 고유의 광학적 특성에 의해 나타나는 결과이다.

<83> 아래의 식은 각각의 물질에 대한 광루미네센스의 강도를 나타내는 식이다. m(refractive index)의 값에 따라 달라지는 루미네센스의 강도는 각각의 물질에 의해 결정되어 진다.

<84> 일반식 1

$$I = \frac{16 \pi^4 a^6 n_{med}^4 I_0}{r^2 \lambda_0^4} \left| \frac{m^2 - 1}{m^2 + 2} \right|^2 \sin^2(\alpha)$$

<85>

<86> 일반식 2

$$m = \frac{n_{re} + i n_{im}}{n_{med}}$$

<87>

<88> 금의 경우에는 자외선 영역대의 n_{re} 과 n_{im} 의 차이가 은의 경우보다 작기 때문에 자외선 영역대에서의 강도가 은을 불인 산화아연의 경우보다 크다.

<89> 이것이 바로 귀금속의 서피스 플라즈몬(surface plasmon) 현상에 의한 강도의 증가에 의한 것이다.

<90> 상기 서피스 플라즈몬의 강도가 각각의 물질이 가지는 refractive index 차이에 의해 결정되어 진다는 것을 의미한다.

<91> 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 제조될 수 있으며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

<92> 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

<93>

도면의 간단한 설명

<94> 도 1a 내지 도 1f는 본 발명에 따른 산화아연-은 나노합성물의 제조방법을 설명하기 위한 공정흐름도.

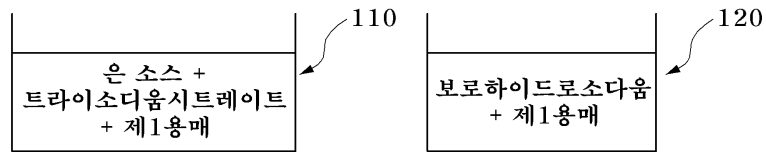
<95> 도 2는 본 발명에 따른 산화아연-은 나노합성물의 XRD 분석 결과를 도시한 도면.

<96> 도 3a 및 도 3b는 본 발명에 따른 산화아연-은 나노합성물에 대한 투과전자현미경(TEM)을 촬영한 도면.

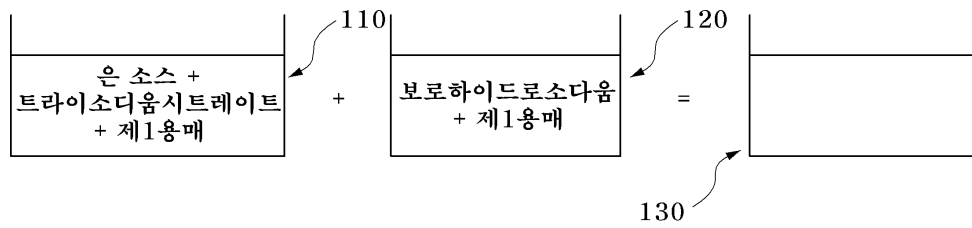
<97> 도 4는 본 발명에 따른 실시예와 비교예에 의해 제조된 아령모양의 산화아연-은 나노합성물과 산화아연-금 나노합성물에 대한 광루미네센스 분석결과를 도시한 도면.

도면

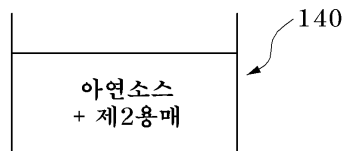
도면1a



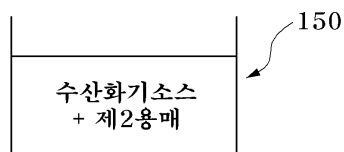
도면1b



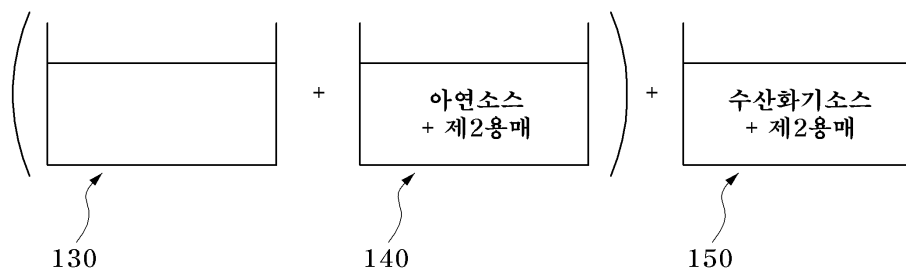
도면1c



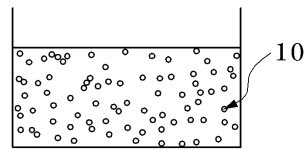
도면1d



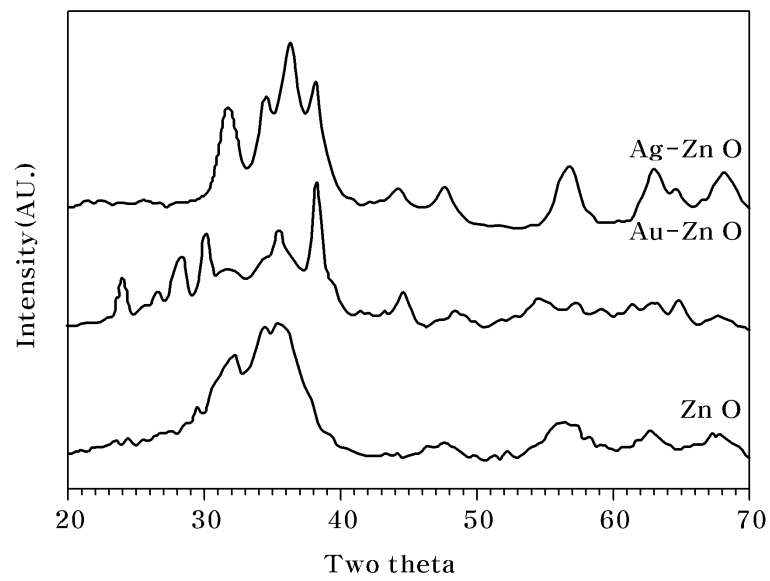
도면1e



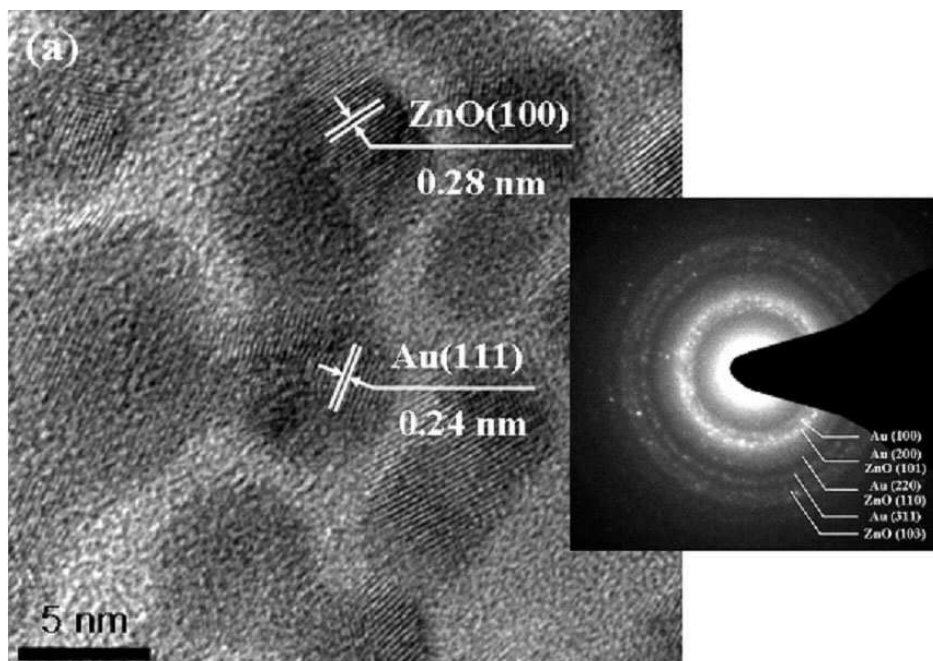
도면1f



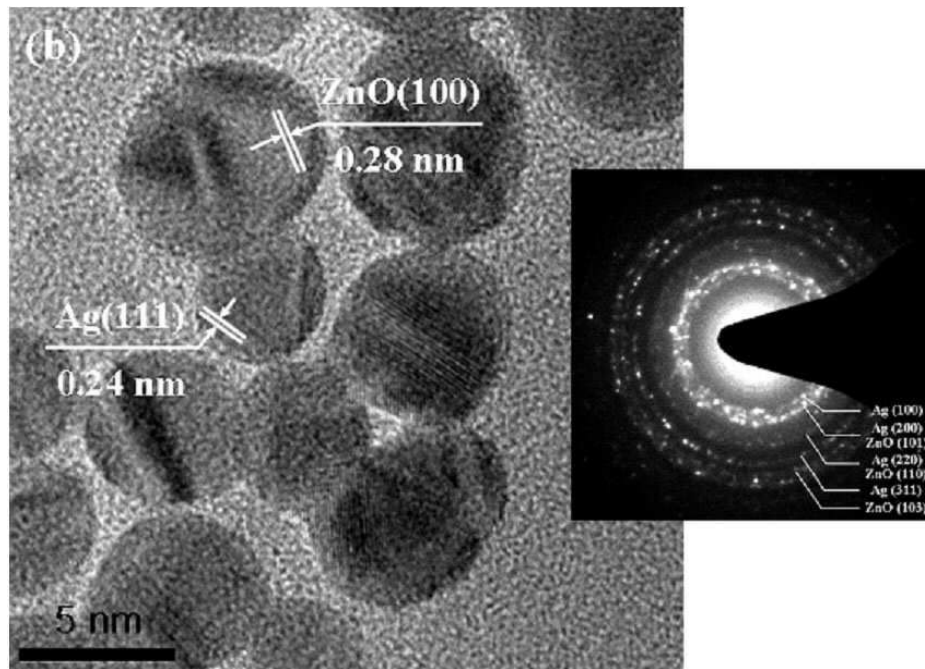
도면2



도면3a



도면3b



도면4

