



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.

B01J 23/34 (2006.01)

B01J 23/72 (2006.01)

(11) 공개번호

10-2007-0028102

(43) 공개일자

2007년03월12일

(21) 출원번호 10-2005-0083294

(22) 출원일자 2005년09월07일

심사청구일자 2005년09월07일

(71) 출원인

계명대학교 산학협력단

대구 달서구 신당동 1000번지

이창섭

대구 수성구 중동 542-8 다전주택아파트 306

최성우

대구광역시 달서구 파호동 삼성명가타운 207-1205

(72) 발명자

김혜진

대구 달성군 화원읍 명곡리 명곡미래빌 106동 201호

최성우

대구광역시 달서구 파호동 삼성명가타운 207-1205

이창섭

대구 수성구 중동 542-8 다전주택아파트 306

(74) 대리인

김일환

이지연

박현철

전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 나노입자의 구리-망간 산화물 촉매의 제조방법 및 이에따라 제조된 촉매

(57) 요약

나노입자의 구리-망간 산화물 촉매의 제조 방법 및 그에 따른 촉매가 개시된다. 본 나노입자의 구리-망간 산화물 촉매의 제조 방법은 망간 질산염 수화물과 구리 질산염 수화물을 증류수에 용해시키는 단계; 상기 용액에 요소를 넣고 용해시키는 단계; 상기 용액에 담체를 함께 넣고 중성 분위기하에서 교반시키는 단계; 및 상기 교반물을 건조, 분쇄 및 소성시키는 단계를 포함한다. 본 발명에 따르면, 휘발성 유기 화합물의 제조에 효과적인 구리-망간 산화물 촉매를 나노입자로 제조함으로써, 제조공정이 단순하고 제조비용을 절감할 수 있으며 다양한 산업분야에 용이하게 응용할 수 있는 효과를 제공한다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

망간 질산염 수화물과 구리 질산염 수화물을 증류수에 용해시키는 단계;

상기 용액에 요소를 넣고 용해시키는 단계;

상기 용액에 담체를 함께 넣고 교반시키는 단계; 및

상기 교반물을 건조, 분쇄 및 소성시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 입자의 구리-망간 산화물 촉매를 제조하는 방법.

청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 교반시키는 단계는 암모니아수를 첨가하여 pH 7 내지 pH 9의 조건하에서 교반시키는 것을 특징으로 하는 나노 입자의 구리-망간 산화물 촉매를 제조하는 방법.

청구항 3.

제 1항에 있어서,

상기 담체는 알루미나인 것을 특징으로 하는 나노 입자의 구리-망간 산화물 촉매를 제조하는 방법.

청구항 4.

제 1항에 있어서,

상기 촉매는 구리/망간의 함량비가 몰비로 0.43 몰 내지 1.72 몰의 범위 이내인 것을 특징으로 하는 나노 입자의 구리-망간 산화물 촉매를 제조하는 방법.

청구항 5.

제 1항의 제조방법에 따른 나노 입자의 구리-망간 산화물 촉매.

청구항 6.

제 5항에 있어서,

상기 촉매는 $\text{Cu}_{1.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ 의 결정상인 것을 특징으로 하는 나노 입자의 구리-망간 산화물 촉매.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 나노입자의 구리-망간 산화물 촉매의 제조 방법 및 이에 따라 제조된 촉매에 대한 것이다. 더욱 상세하게는 인체에 유해한 탄화수소를 산화시키는데 효율적인 촉매로서 제조 공정이 단순하고 촉매 산화반응이 우수하며, 특히, 나노 입자로 제조되어 산업상 이용이 용이한 나노 입자의 구리-망간 산화물 촉매의 제조 방법 및 이에 따라 제조된 촉매에 대한 것이다.

최근 환경에 대한 관심이 높아지면서 유해 환경의 발생을 억제하고 유해 환경을 유발시키는 원인 물질을 제거하는 것에 대한 연구가 집중되고 있다.

유해 환경을 주로 일으키는 물질로는 휘발성 유기 화합물(VOC, Volatile Organic Compound)이 있다.

휘발성 유기 화합물의 종류로는 예를 들면, 아세트알데히드, 에틸렌, 아세틸렌, 포름알데히드, 아세틸렌 디클로라이드, n-헥산, 아크로니트릴, 이소프로필 알콜(IPA), 아크릴로니트릴, 메탄올, 벤젠, 메틸에틸케톤, 1,3-부타디엔, 메틸렌클로라이드, 부탄, 엠티비이(MTBE), 1-부텐, 2-부텐, 프로필렌, 사염화탄소, 프로필렌옥사이드, 클로로포름, 1,1,1-트리클로로에탄, 사이클로헥산, 트리클로로에틸렌, 1,2-디클로로에탄, 휘발유, 디에틸아민, 납사, 원유, 톨루엔 등이 있다.

휘발성 유기화합물인 VOC는 유해대기물질, 악취의 원인 물질로 호흡기관의 장애, 발암성 등 인체에 대한 유해성을 갖는 외에도 광화학 반응을 통한 스모그의 형성, 악취발생, 도시 오존농도의 상승 등의 원인 물질로 환경오염을 일으키고 있다. 따라서 선진국에서는 ISO 등 각종 국제 협약에 의거하여 기준치를 이미 설정하고, 제어시설의 설치를 의무화하거나 혹은 장기적인 계획에 따라 발생량의 감소 대책을 마련해 놓은 상태이다.

우리나라도 최근에 공단 등에서 발생하는 악취와 새집 증후군 등으로 인하여 VOC의 제거를 위한 연구가 진행되고 있다.

특히, 벤젠, 톨루엔 및 크실렌과 같은 방향족 탄화수소류의 증기를 들이마시면, 증기의 농도와 증기에 접촉하는 시간에 따라서 급성 혹은 만성중독을 일으킨다.

급성중독은 보통 고농도의 증기를 단시간에 들이마심으로 일어난다. 예를 들면 공기 중에 2%(20000ppm)의 벤젠, 톨루엔, 크실렌이 섞여 있으면 5~10분에 사망할 정도의 중독을 일으키며, 7500ppm에서도 30~60분에 사망하는 위험이 있다. 그러므로 20000ppm이상의 경우에는 급성중독의 염려가 있다고 생각해야 한다. 처음에 단시간의 흥분기를 거쳐, 깊은 마취 상태에 빠지고 이때 오염환경으로부터 신선한 장소로 옮기지 않으면 사망할 우려가 있다. 회복한 뒤에도 1~2일 계속 숙취가 남게 된다.

만성중독은 보다 농도가 낮은 벤젠, 톨루엔, 크실렌의 증기를 계속 흡입하고 있으면 일어난다. 간혹 피로하고, 빈혈에 빠지며, 백혈구가 감소한다. 또 식욕이 없어지며, 위장을 다치게 하는 등 소화기의 이상을 나타내는 수가 있다. 신경쇠약, 건망증 등을 호소하는 자도 있다. 이들 물질의 인체내의 흡수는 증기의 흡입 뿐 아니라, 액체상태라도 탈지작용에 의해 피부에서 흡수되므로, 직접 맨손 등으로 접촉하는 일은 피하지 않으면 안된다.

따라서, 이러한 벤젠, 톨루엔, 크실렌과 같은 휘발성 유기 화합물의 유해성을 제거하기 위해서 이를 효과적으로 분해할 수 있는 방법에 대한 연구가 요구되고 있다. 특히, 실온에서 이러한 휘발성 유기 화합물을 효과적으로 제거할 수 있도록 요구되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 요구에 부응하고자 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 인체에 유해한 휘발성 유기 화합물의 제거에 용이하면서도 제조비용이 저렴하고 나노입자로 제조되어 산업상 다양한 분야에서 이용할 수 있는 나노입자의 구리-망간 산화물 촉매의 제조방법을 제공하고자 하는 것이다.

본 발명의 두번째 목적은 인체에 유해한 휘발성 유기 화합물의 제거에 용이하면서도 제조비용이 저렴하고 나노입자로 제조되어 산업상 다양한 분야에서 이용할 수 있는 나노입자의 구리-망간 산화물 촉매를 제공하고자 하는 것이다.

발명의 구성

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 나노입자의 구리-망간 산화물 촉매는 망간 질산염 수화물과 구리 질산염 수화물을 증류수에 용해시키는 단계;

상기 용액에 요소를 넣고 용해시키는 단계;

상기 용액에 담체를 함께 넣고 교반시키는 단계; 및

상기 교반물을 건조, 분쇄 및 소성시키는 단계;를 포함한다.

상기 교반시키는 단계는 pH 7 내지 pH 9의 조건하에서 교반시키는 것을 특징으로 하는 나노 입자의 구리-망간 산화물 촉매를 제조하는 방법.

상기 담체는 알루미나인 것이 바람직하다.

상기 촉매는 구리/망간의 함량비가 몰비로 0.43 내지 1.72의 범위 이내인 것이 바람직하다.

본 발명의 두번째 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 나노입자의 구리-망간 산화물 촉매는 상술한 방법에 따라 제조된다.

상기 촉매는 분말 형태의 미립자인 것이 바람직하다.

이하, 본 발명에 첨부된 도면 및 본 발명에 따른 실시예를 참조하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다.

본 발명은 휘발성 유기 화합물, 특히, 벤젠, 톨루엔, 크실렌의 산화를 위한 나노입자의 구리-망간 산화물 촉매에 대한 것이다.

촉매(catalyst)란 화학반응에 소량 첨가하여 열역학적으로 가능한 화학반응을 가속시켜 주면서 그 자신은 변하지 않는 물질을 말하며, 촉매에 의한 이와 같은 작용을 “촉매작용” 또는 “촉매현상” 이라고 한다.

촉매를 구분하는 방법에는 촉매재료에 따른 구분(금속촉매, 금속산화물촉매 등) 혹은 촉매의 기능에 따른 구분(산화반응 촉매, 중합촉매, 수소화반응촉매 등) 및 촉매의 재료와 기능을 동시에 고려한 촉매의 구분(금속산화물 촉매이면서 산화촉매 혹은 탈수소화 촉매등) 등이 있을 수 있다.

촉매재료에 따른 구분에 의하면 구체적으로 Pt, Pb, Ir, Rh와 같은 귀금속 촉매; Fe, Ni, Co와 같은 금속 촉매; MgO, TiO₂, V₂O₅, ZnO와 같은 금속 산화물 촉매; Fe₂O₃-MoO₃, Mo-V-P-O와 같은 복합 산화물 촉매; 제올라이트, 헤테로폴리산과 같은 고체산 촉매; HF, H₂SO₄, H₃PO₄과 같은 무기산 촉매; Amberlyst-15과 같은 이온교환수지 촉매 등이 있다.

이러한 촉매들은 모두 요구되는 반응에 효과적인 촉매 반응을 나타내는 것으로 이미 일반적으로 알려져 있는 것들이다. 그러나, 이러한 촉매들은 대부분이 고비용인 단점이 있다.

본원 발명은 종래 알려진 상술한 촉매가 아닌 신규한 구리-망간 산화물 촉매에 대한 것이다.

본 발명에 따른 나노입자의 구리-망간 산화물 촉매를 제조하기 위해서 먼저 망간 질산염 수화물과 구리 질산염 수화물을 증류수에 용해시킨다.

망간 질산염 수화물은 질산 망간(Mn(NO₃), manganese nitrate)의 수화물로서, 6수화물, 4수화물, 2수화물, 1수화물 등이 있다. 주로 촉매로서 작용하는 것으로 알려져 있다. 이 중, 6수화물인 Mn(NO₃)₆H₂O가 물과 에탄올 등 극성 용매에 잘 분해되기 때문에 본 발명에서는 Mn(NO₃)₆H₂O를 사용하는 것이 바람직하지만 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

구리 질산염 수화물은 질산 구리(Cu(NO₃), copper nitrate)의 수화물로서, 3수화물, 6수화물, 9수화물 등이 있다. 6수화물, 3수화물은 모두 조해성이 있는 청색 결정으로, 물·에탄올에 잘 녹는 특성이 있다. 본 발명에 사용할 수 있는 구리 질산염 수화물에는 특별한 제한이 없다.

망간 질산염 수화물과 구리 질산염 수화물 이외에도 용해하기 쉽고 입수가 용이한 망간 산화물과 구리 산화물을 이용하는 것에 제한이 있는 것은 아니다.

그 다음, 망간 질산염 수화물과 구리 질산염 수화물이 용해된 용액에 요소를 넣고 함께 용해시킨다.

그 다음, 상기 용액에 담체를 함께 넣고 중성 분위기를 유지하면서 교반시킨다.

본 발명에 사용할 수 있는 담체는 일반적으로 입자를 지지할 수 있고 적절한 분산을 제공할 수 있는 담체가 사용될 수 있다. 바람직하게는 담체는 촉매가 사용되는 국지적 환경에서 안정하다. 담체는 금속 입자의 분산을 제공하기에 충분한 표면적을 갖는 것이 바람직하다. 표면적이 넓은 담체는 반응 물질과 촉매 재료 사이에 더 긴밀한 접촉을 가져 온다.

본 발명에 사용할 수 있는 담체는 하나 이상의 무기 산화물을 포함할 수 있다. 무기 산화물은 바람직하게는 금속 산화물을 포함한다. 바람직한 금속 산화물은 니켈의 산화물, 망간 산화물, 지르코늄 산화물, La, Y, Ce, Pr 또는 Nd의 산화물로부터 선택된 적어도 하나의 산화물, 실리카, 또는 알루미늄 등이 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

담체는 구형이고 입자가 미세한 것이 바람직하다. 구형이고 입자가 미세할수록 고표면적을 갖게 되므로 촉매 반응이 효과적으로 일어날 수 있도록 한다.

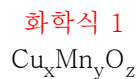
본 발명에 사용할 수 있는 담체는 입수가 편리한 알루미늄을 사용하는 것이 바람직하다.

상기 용액의 pH를 7 내지 9의 범위로 유지하기 위해서 암모니아수를 첨가한다. 암모니아수는 상온에서 쉽게 휘발하기 때문에 휘발되는 암모니아수를 보충해 주기 위해서 연속적으로 암모니아수를 첨가한다.

구리 망간 촉매를 나노 입자로 균일하게 담지시키기 위해 상기 용액의 pH 분위기를 pH 7 내지 pH 9 범위 내가 되도록 적절하게 유지시켜 주며 60℃의 일정한 온도에서 4시간 동안 교반 시킨다.

그 다음, 상기 교반된 용액을 건조시키고 소정의 미세한 입자 크기로 분쇄시킨다. 그 다음, 고온 영역에서 소성 반응을 시켜서 나노입자의 구리-망간 산화물 촉매를 제조한다.

본 발명에 따른 촉매 재료는 담체 내에 구리와 망간의 산화물이 포함되도록 형성된다. 이를 화학식으로 표현하면 화학식 1과 같다.

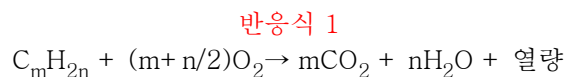


상기 식 중, X, Y, Z는 각각 0보다 큰 정수이다.

본 발명에 따른 촉매에 있어서, 구리/망간의 함량비가 몰비로 0.43몰 내지 1.72몰의 범위 이내인 것이 바람직하다.

구리의 함량이 망간의 함량에 대해서 몰비로 0.43몰보다 작으면 기대되는 촉매에 의한 산화 기능, 즉 톨루엔 제거 기능이 미미하고, 구리 함량이 몰비로 1.72몰보다 크면 망간에 비해서 과량이 되어 오히려 촉매 기능이 활성화되지 못하기 때문이다.

휘발성 유기 화합물, 특히 벤젠, 톨루엔, 크실렌과 같은 방향족 탄화수소들은 본 발명에 따른 촉매에 의해서 산화 반응을 하게 된다. 이 산화반응을 통해서 탄화수소들은 인체에 무해한 이산화탄소와 수증기로 분해된다. 이를 반응식으로 나타내면 다음과 같다.



특히, 본 발명에 따라 제조되는 나노입자의 구리-망간 산화물 촉매는 그 입자 사이즈가 매우 미세하기 때문에 표면적이 넓고, 탄화수소의 산화에 기여하는 단위 면적이 넓어져서 보다 효과적인 촉매반응을 기대할 수 있게 된다.

또한, 미세 입자의 분말 형태로서 제조되어 산업상 이용분야도 다양해질 수 있다.

이하, 본 발명에 따른 실시예를 들어서 본 발명을 설명하지만, 본 발명이 이 실시예에 의해서 한정되는 것은 아니다.

{실시예}

제조예

망간 질산염 수화물과 구리 질산염 수화물을 증류수에 용해시킨 용액을 제조하였다. 이 용액에 요소를 함께 용해시킨 후, 촉매 담체로서 사용될 감마 알루미나를 함침하였다. 그 다음, 60℃ 온도에서 암모니아수를 연속적으로 첨가하여 pH8을 유지하면서 4시간 동안 교반하였다.

그 다음, 120℃에서 24시간 동안 건조한 다음 150메쉬(mesh, 104마이크론과 같은 값) 이하로 분쇄하였다.

그 다음, 분쇄물을 500℃에서 공기 분위기하에서 5시간 동안 소성시켰다.

이렇게 해서 나노입자의 구리-망간 산화물 촉매를 제조하였다.

실시예 1

상기 제조예에 따라서 나노입자의 구리-망간 산화물 촉매를 제조하였으며, 구리/망간의 함량비가 몰비로 0.43몰인 나노입자의 구리-망간 산화물 촉매를 제조하였다.

실시예 2

상기 제조예에 따라서 나노입자의 구리-망간 산화물 촉매를 제조하였으며, 구리/망간의 함량비가 몰비로 0.86몰인 나노입자의 구리-망간 산화물 촉매를 제조하였다.

실시예 3

상기 제조예에 따라서 나노입자의 구리-망간 산화물 촉매를 제조하였으며, 구리/망간의 함량비가 몰비로 1.29몰인 나노입자의 구리-망간 산화물 촉매를 제조하였다.

실시예 4

상기 제조예에 따라서 나노입자의 구리-망간 산화물 촉매를 제조하였으며, 구리/망간의 함량비가 몰비로 1.72몰인 나노입자의 구리-망간 산화물 촉매를 제조하였다.

{테스트}

상기 실시예 1 내지 실시예 4에 의해서 제조된 구리-망간 복합 산화물 촉매를 이용하여 톨루엔 산화 반응의 효율을 테스트하였다.

산화 반응은 촉매의 흡착 특성을 고려해서 초기 3시간 동안 충분히 흡착시킨 후 반응시켰다. 반응기 온도는 100℃부터 20℃ 간격으로 260℃가 될 때까지 승온시켰다. 100℃부터 260℃가 될 때까지 각 온도마다 1시간 동안 안정화 시킨 후 분석하였다.

반응가스인 톨루엔 가스를 각각 30ppm, 75ppm, 150ppm의 농도로 21부피% 산소와 50ml/min의 유량으로 반응기로 유입하였다.

반응가스 및 반응 후 가스 성분은 가스크로마토그래피(에질런트사제, 6890II GB-FID)를 통해서 분석하고 계산하였다.

이 테스트 결과를 도 1, 도 2 및 도 3에 나타내었다.

도 1은 상기 테스트에서 톨루엔 가스가 30ppm일 때 반응온도에 따른 톨루엔 제거 효율을 각 실시예 1 내지 실시예 4에 따른 촉매의 결과를 도시한 그래프이다.

도 1을 참고하면, 가로축은 온도(℃), 세로축은 톨루엔의 전환%, 즉 톨루엔의 제거율(%)을 나타낸다.

실시예 1 및 실시예 2에 따른 촉매의 경우 100℃에서 톨루엔의 제거율이 약 10% 정도이지만 승온함에 따라서 톨루엔 제거율은 점차 상승하고 약 240℃를 지나면서 톨루엔 제거율은 거의 80%에 이르렀다.

실시예 4에 따른 촉매의 경우 100℃에서 톨루엔의 제거율이 약 0% 정도이지만 마찬가지로 승온함에 따라서 톨루엔 제거율이 점차 상승하였고 약 240℃를 지나면서 톨루엔 제거율은 거의 80%에 이르렀다.

실시예 3에 따른 촉매의 경우 100℃에서 톨루엔의 제거율이 약 20%로서 30ppm 농도의 톨루엔을 비교적 저온으로 제거하는 데에 있어서는 실시예 3에 따른 촉매가 가장 우수한 것을 알 수 있다.

도 2는 상기 테스트에서 톨루엔 가스가 75ppm일 때 반응온도에 따른 톨루엔 제거 효율을 각 실시예 1 내지 실시예 4에 따른 촉매의 결과를 도시한 그래프이다.

도 2를 참고하면, 마찬가지로 가로축은 온도(℃), 세로축은 톨루엔의 제거율(%)을 나타낸다.

실시예 1 내지 실시예 3에 따른 나노입자의 구리-망간 산화물 촉매는 100℃에서 대략 5%의 톨루엔 제거 효율을 나타내지만 승온함에 따라서 톨루엔 제거효율은 점차적으로 상승하였다. 실시예 4에 따른 나노입자의 구리-망간 산화물 촉매는 100℃에서 대략 0%의 톨루엔 제거 효율을 나타내지만 승온함에 따라서 톨루엔 제거효율은 점차적으로 상승하였다.

실시예 1을 제외하고, 실시예 2, 3, 4에 따른 촉매는 대략 260℃에서 거의 92%의 톨루엔 제거 효율을 나타내었다. 다만, 실시예 1에 따른 촉매의 경우 대략 실시예 2 및 실시예 4에 따른 구리-망간 복합 산화물 촉매는 같은 온도에서 대략 260℃를 지나면서 거의 92%의 톨루엔 제거 효율을 나타내었다.

한편, 그래프 상에서 알 수 있듯이, 승온함에 따라서 톨루엔 제거율이 상대적으로 우수한 촉매는 실시예 3에 따른 촉매였다.

도 3은 상기 테스트에서 톨루엔 가스가 150ppm일 때 반응온도에 따른 톨루엔 제거 효율을 각 실시예 1 내지 실시예 4에 따른 촉매의 결과를 도시한 그래프이다.

도 3을 참고하면, 마찬가지로 가로축은 온도(℃), 세로축은 톨루엔의 제거율(%)을 나타낸다.

각 실시예 1 내지 실시예 4에 따른 촉매는 100℃에서 톨루엔의 제거율이 약 0% 였고 승온하여도 톨루엔 제거율이 그다지 많이 상승하지는 않았다.

그러나, 약 220℃를 지나면서는 톨루엔 제거율이 가파르게 상승하였고, 최종적으로 대략 260℃를 지나면서 실시예 3 및 실시예 4에 따른 촉매의 톨루엔 제거율은 거의 99%에 이르렀고, 실시예 1과 실시예 2에 따른 촉매도 260℃에서 80%이상의 톨루엔 제거효율을 나타내었다.

따라서, 상기 실시예 1 내지 실시예 4에 따른 촉매에 의한 톨루엔 제거효율은 상당히 우수하며, 특히 실시예 3에 따른 1.29Cu/Mn 산화물 촉매가 더 바람직한 것을 알 수 있다.

한편, 도 4는 실시예 3에 따른 1.29Cu/Mn 산화물 촉매를 사용하여 150ppm농도의 톨루엔을 220℃와 260℃의 고정 온도에서 10일간 톨루엔 산화반응을 테스트하여 시간에 따른 톨루엔 제거효율을 그래프로 나타낸 것이다. 이 테스트에서, 톨루엔 유량을 100ml/min로 하였다.

도 4를 참조하면, 세로축은 마찬가지로 톨루엔 제거효율을 나타내지만 가로축은 촉매 반응에 의해서 톨루엔 제거 실험을 한 시간축으로서 날(day)의 경과를 나타낸다.

도 4에서 알 수 있듯이, 220℃에서는 1.29Cu/Mn 산화물 촉매를 사용하여 톨루엔을 산화시켜도 시간에 따른 제거율의 변화는 없었고, 제거율은 일정하게 약 20%를 유지하였다. 또한, 260℃에서는 처음부터 100%의 톨루엔 제거율을 나타냈으며, 시간이 경과하여도 일정하게 톨루엔 제거율 100%를 나타내었다.

즉, 구리-망간 산화물 촉매에 의한 산화 반응은 일정한 온도에서 시간이 경과하여도 촉매 기능을 유지하므로 촉매반응을 지속시킬 수 있음을 알 수 있다.

도 5a, 도 5b, 도 5c 및 도 5d는 각각 실시예 1, 실시예 2, 실시예 3 및 실시예 4에 따른 나노입자의 구리-망간 산화물 촉매의 표면을 SEM(scanning electron microscope, 전자현미경)으로 촬영한 사진이다.

각 사진을 참고하면, 개개의 입자가 나노사이즈로 형성되어 완전하지는 않지만 구형태로 존재하는 것을 확인할 수 있다.

구형의 나노입자로 형성된 구리-망간 산화물 촉매는 탄화수소가 산화 반응을 할 수 있도록 많은 표면적을 제공하여 유해한 탄화수소류의 제거효율이 우수함을 예측할 수 있다.

도 6a 및 도 6b는 실시예 1, 실시예 2, 실시예 3 및 실시예 4에 따른 촉매의 촉매 반응의 전과 후의 촉매의 결정 구조를 엑스레이 회절 장치를 이용해서 측정된 것을 나타낸 XRD(X-ray Diffraction) 분석 결과를 그래프로 나타낸 것이다. 도 6a는 각 실시예에 따른 촉매의 촉매 반응 전의 결과를, 도 6b는 각 실시예에 따른 촉매의 촉매 반응 후의 결과를 나타낸 것이다.

도 6a 및 도 6b에서 가로축은 2θ값을 나타내고, 세로축은 수(counts), 즉, intensity를 나타낸다. 도 6a 및 도 6b를 참조하면 톨루엔 제거 반응에 활성 자리로 추정되는 $\text{Cu}_{1.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ 의 결정상의 변화가 거의 없음을 알 수 있다.

발명의 효과

상기한 바와 같이 본 발명에 따르면, 나노입자의 구리-망간 산화물을 촉매로 이용함으로써 인체에 유해한 휘발성 유기 화합물, 특히, 벤젠, 톨루엔, 크실렌과 같은 방향족 탄화수소 화합물을 보다 효과적으로 제거할 수 있고, 또한 이 구리-망간 복합 산화물 촉매의 제조 단가가 저렴하고 공정이 단순하여 대기 오염 배출 공정에서 상용화할 수 있는 효과가 있다.

또한 촉매가 나노입자로 제조되므로 전자제품이나 건축물의 내장재 등에 응용되어 유해 물질의 방출을 제거하여 친환경적 제품의 제조에 응용될 수 있는 효과가 있고, 분말상태로 제조하여 용이하게 이용할 수 있는 효과가 있다.

이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대해서 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특징의 바람직한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고 그와 같은 변경은 청구 범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 일 실시예에 의해 제조된 나노 입자의 구리-망간 산화물 촉매를 이용하여 30ppm 농도의 톨루엔의 제거 효율을 도시한 그래프,

도 2는 본 발명에 따른 일 실시예에 의해 제조된 나노 입자의 구리-망간 산화물 촉매를 이용하여 75ppm 농도의 톨루엔의 제거 효율을 도시한 그래프,

도 3은 본 발명에 따른 일 실시예에 의해 제조된 나노 입자의 구리-망간 산화물 촉매를 이용하여 150ppm 농도의 톨루엔의 제거 효율을 도시한 그래프,

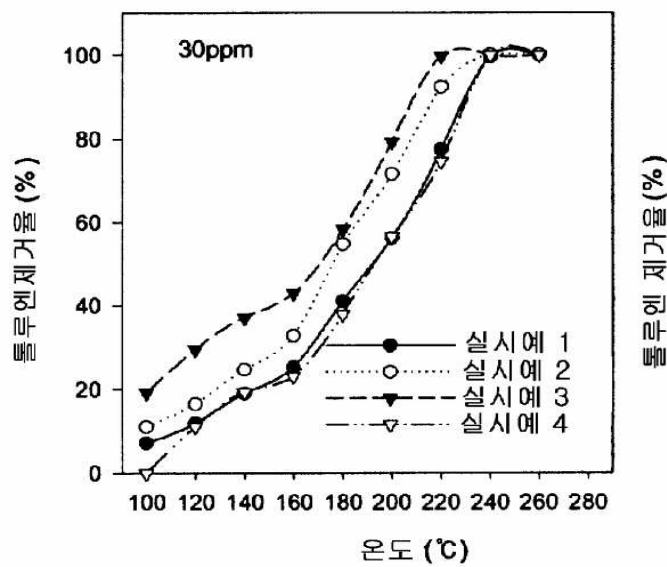
도 4는 본 발명에 따른 일 실시예에 의해 제조된 나노 입자의 구리-망간 산화물 촉매를 이용하여 220℃ 및 260℃에서의 시간에 따른 톨루엔의 제거 효율을 도시한 그래프,

도 5a는 본 발명의 일 실시예에 의해 제조된 나노 입자의 구리-망간 산화물 촉매의 표면을 SEM으로 촬영한 사진,

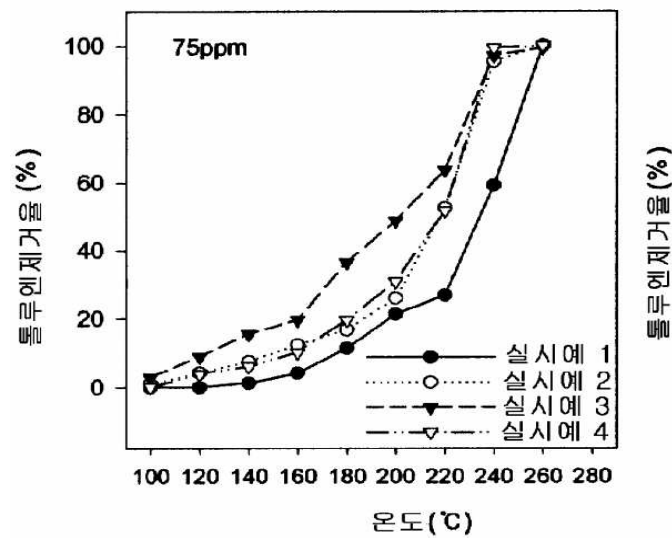
도 5b는 본 발명의 다른 실시예에 의해 제조된 나노 입자의 구리-망간 산화물 촉매의 표면을 SEM으로 촬영한 사진,
 도 5c는 본 발명의 또다른 실시예에 의해 제조된 나노 입자의 구리-망간 산화물 촉매의 표면을 SEM으로 촬영한 사진,
 도 5d는 본 발명의 또다른 실시예에 의해 제조된 나노 입자의 구리-망간 산화물 촉매의 표면을 SEM으로 촬영한 사진,
 도 6a는 본 발명의 일 실시예에 의해 제조된 나노 입자의 구리-망간 산화물 촉매의 반응 전의 XRD를 분석한 그래프, 및
 도 6b는 본 발명의 일 실시예에 의해 제조된 나노 입자의 구리-망간 산화물 촉매의 반응 후의 XRD를 분석한 그래프이다.

도면

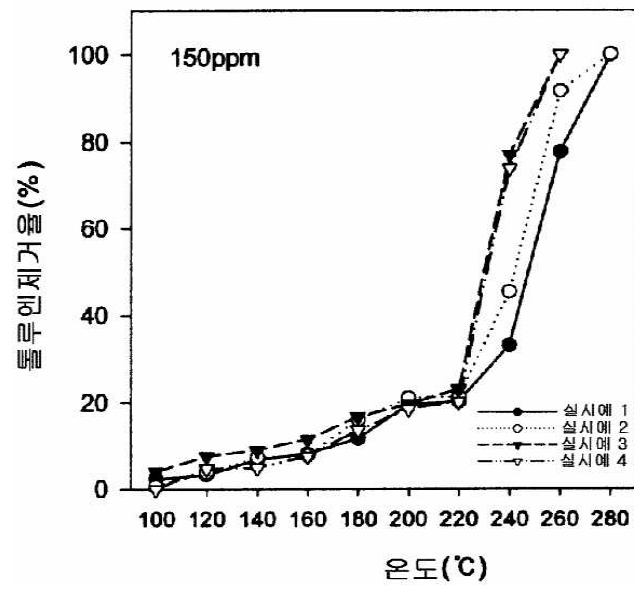
도면1



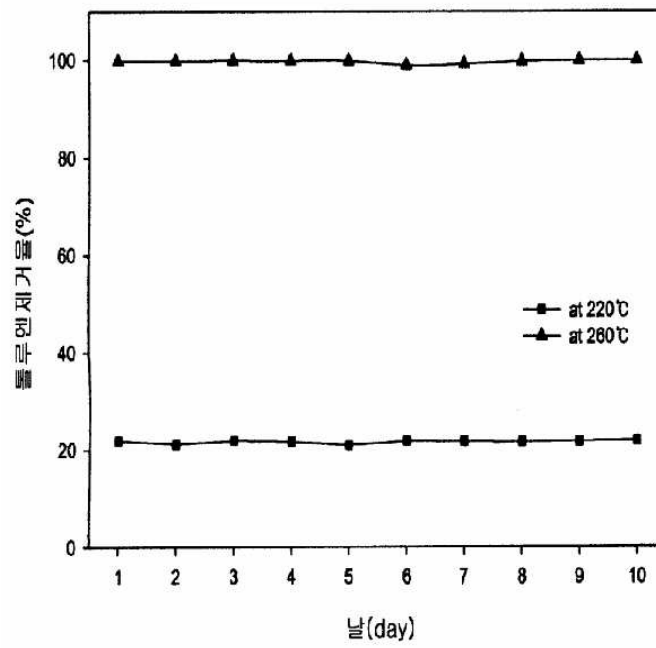
도면2



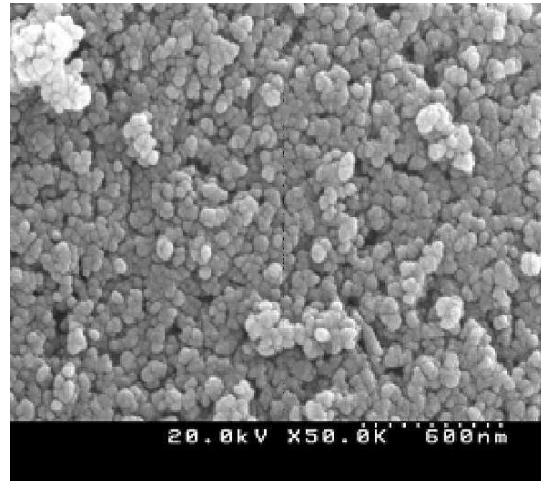
도면3



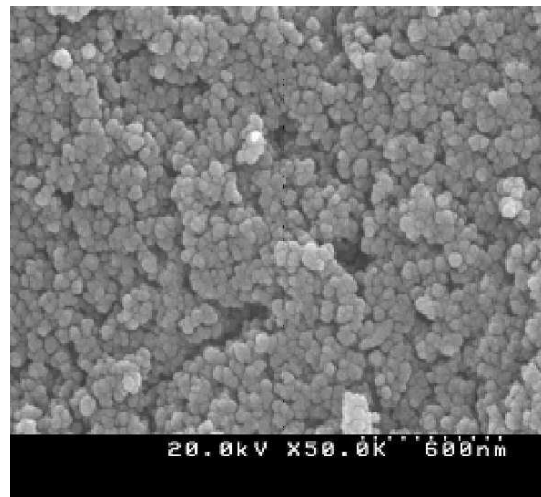
도면4



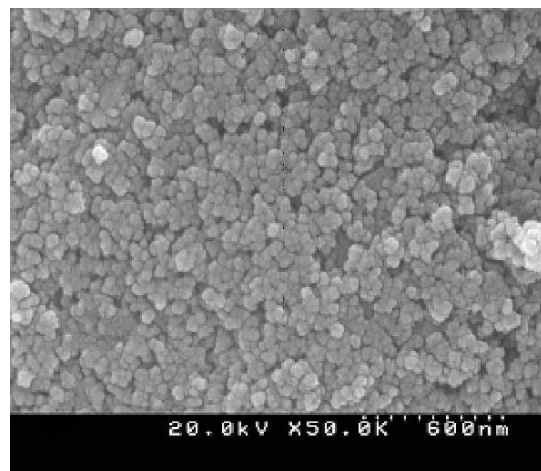
도면5a



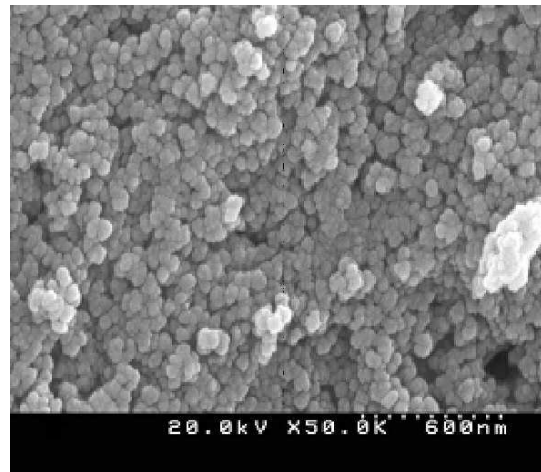
도면5b



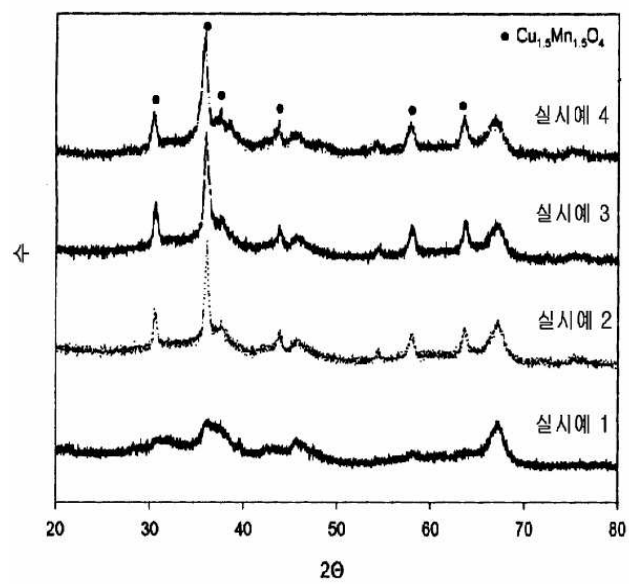
도면5c



도면5d



도면6a



도면6b

