



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0061004
(43) 공개일자 2010년06월07일

(51) Int. Cl.

B01J 21/04 (2006.01) B01J 23/72 (2006.01)

B01J 21/06 (2006.01) B01J 23/835 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0119865

(22) 출원일자 2008년11월28일

심사청구일자 2008년11월28일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

이관영

서울특별시 영등포구 여의도동 한양아파트 E-1108

이중협

서울특별시 강남구 대치2동 은마아파트 27동 1206호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

전종일

전체 청구항 수 : 총 7 항

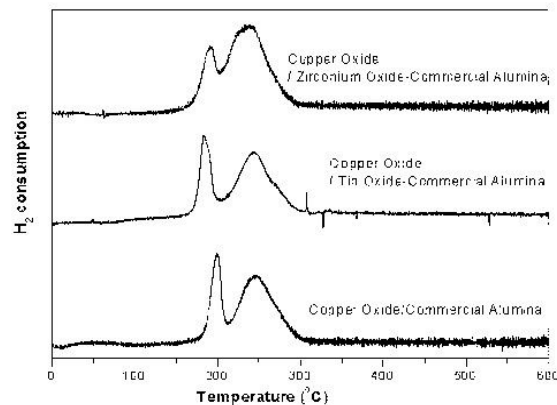
(54) 일산화탄소의 선택적 산화반응을 위한 지르코늄 산화물 및 주석 산화물 첨가 산화구리/알루미나 촉매 및 그의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 일산화탄소의 산화 반응에 활성을 보이는 산화구리 및 열과 수분에 안정한 알루미나를 사용하는 기존의 연구에서 한 단계 발전하여, 산소의 이동을 활발하게 유도하여 산화 반응의 활성을 향상시키는 지르코늄 산화물 및 주석 산화물을 산화구리/알루미나 촉매에 첨가하여 보다 높은 활성을 가지는 일산화탄소의 선택적 산화반응 촉매 및 그의 제조방법에 관한 것이다.

본 발명의 일산화탄소의 선택적 산화반응을 위한 촉매는 산화구리/알루미나 촉매에 지르코늄 산화물 및 주석 산화물을 첨가한 것을 제조된다. 특히, 지르코늄 전구체와 주석 전구체를 용매에 각각 용해시키고 알루미나를 넣어 초기 함침법을 이용하여 알루미나 담체를 제조하는 단계와; 상기 알루미나 담체를 구리 전구체가 용해된 반응액에 넣고 함침시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김우영

경기도 안산시 단원구 고잔동 호수공원대림아파트
123동 1203호

강미영

인천광역시 부평구 산곡3동 317-27

송인규

서울특별시 강남구 도곡2동 도곡렉슬아파트 405동
1104호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 R0801021

부처명 (재)서울특별시시정개발연구원

연구사업명 기술기반구축사업

연구과제명 (총괄)고밀도 지역의 주거 및 상업용 신재생에너지 기술 개발

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2007년 12월 01일 ~ 2008년 11월 30일

특허청구의 범위

청구항 1

산화구리/알루미나 촉매에 지르코늄 산화물 및 주석 산화물을 첨가한 것을 특징으로 하는 일산화탄소의 선택적 산화반응을 위한 산화구리/알루미나 복합 촉매.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 지르코늄 산화물의 담지량은 총중량을 기준으로 1-10 중량%인 것을 특징으로 하는 일산화탄소의 선택적 산화반응을 위한 산화구리/알루미나 복합 촉매.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 주석 산화물의 담지량은 총중량을 기준으로 1-10 중량%인 것을 특징으로 하는 일산화탄소의 선택적 산화반응을 위한 산화구리/알루미나 복합 촉매.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 산화구리의 담지량은 총중량을 기준으로 1-20 중량%인 것을 특징으로 하는 일산화탄소의 선택적 산화반응을 위한 산화구리/알루미나 복합 촉매.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 알루미나는 γ -알루미나인 것을 특징으로 하는 일산화탄소의 선택적 산화반응을 위한 산화구리/알루미나 복합 촉매.

청구항 6

지르코늄 전구체와 주석 전구체를 용매에 각각 용해시키고 알루미나를 넣어 초기 함침법을 이용하여 알루미나 담체를 제조하는 단계;

상기 알루미나 담체를 구리 전구체가 용해된 반응액에 넣고 함침시키는 단계를 포함하는 산화구리/알루미나 복합 촉매의 제조방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항의 촉매가 충전된 반응기에 일산화탄소, 산소, 수소를 공급하고 190℃의 온도에서 반응시켜 일산화탄소를 선택적으로 산화시키는 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001]

본 발명은 일산화탄소의 선택적 산화반응을 위한 지르코늄 산화물 및 주석 산화물이 첨가된 산화구리/알루미나 촉매에 관한 것이다. 더욱 상세하게는 기존의 백금이 담지된 알루미나 촉매에 비해 지르코늄 산화물 및 주석 산화물 첨가를 통해 산소의 이동을 용이하게 하여 일산화탄소의 선택적 산화반응의 효율이 높으며, 고가의 백금 대신 저렴한 전위 금속을 사용함으로써 경제성 및 실용성이 높은 일산화탄소의 선택적 산화반응 촉매 및 이의

제조방법에 관한 것이다.

배정 기술

- [0002] 최근 연료전지는 환경 및 에너지 문제를 해결할 수 있는 방안으로 크게 주목 받고 있다. 그 중 고분자 전해질 연료전지는 연료극인 양극에 수소 기체를 공급하고 공기극인 음극에 산소 기체를 공급하여 이 둘의 반응에 의한 화학적 에너지를 전기에너지로 변환시킨다. 이와 같은 고분자 전해질 연료전지는 100℃이하의 낮은 구동 온도를 갖는 저온형 연료전지로서 이동성이 우수하여 연료전지 중 활용이 높고 많은 연구가 진행되고 있다.
- [0003] 한편, 연료전지에 공급되는 수소 기체는 안전 및 저장 문제로 인해 활용이 어려워서 직접적인 사용보다는, 개질 공정을 거쳐 수소를 도입하는 방식을 이용하고 있다. 전기화학적 반응성이 없는 가솔린이나 다른 탄화 수소는 연료전지의 연료로 직접 사용이 불가능하기 때문에 하기 과정인 개질 공정을 통해 수소로 전환되어 연료전지에 사용한다.
- [0004] [반응식 1]
- [0005] $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$
- [0006] 상기 개질 공정을 통해 얻어진 수소 기체에는 부산물인 일산화탄소가 존재하며 일정량 이상의 일산화탄소는 연료전지 내 촉매 피독 현상을 유발한다. 수성가스 전환 공정을 거쳐 일산화탄소의 농도를 1~3 mol %로 줄이고 더 불어 수소를 생산하도록 한다.
- [0007] [반응식 2]
- [0008] $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$
- [0009] 고분자 전해질 연료전지의 백금 계열의 촉매는 일산화탄소에 의해 피독 현상이 일어나기 때문에 10ppm 이하로 농도를 줄이는 것이 매우 중요하다. 따라서 하기 과정과 같은 추가적인 선택적 일산화탄소 산화반응이 필수적이다.
- [0010] [반응식 3]
- [0011] $\text{CO} + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$
- [0012] 현재 일산화탄소의 선택적 산화반응 촉매로는 알루미늄에 담지된 백금 촉매가 주로 사용되고 있으나, 백금 촉매의 경우 매장량이 한정되어 있는 고가의 귀금속 촉매이므로 이를 대체할 촉매의 개발이 필요하다. 다양한 전위 금속 산화물 중 산화구리는 낮은 가격과 일산화탄소 산화반응에 활성을 보임으로써 고가의 백금을 대체할 금속 촉매 중 하나로 주목 받고 있으나 백금 촉매에 비하여 상당히 낮은 활성을 지닌다는 단점이 있다. 일산화탄소 산화반응에 이와 같은 전위금속 촉매를 사용하기 위해서 현재 다양한 연구들이 진행되고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0013] 본 발명의 목적은 일산화탄소의 산화 반응에 활성을 보이는 산화구리 및 열과 수분에 안정한 알루미늄을 사용하는 기존의 연구에서 한 단계 발전하여, 산소의 이동을 활발하게 유도하여 산화 반응의 활성을 향상시키는 지르코늄 산화물 및 주석 산화물을 산화구리/알루미늄 촉매에 첨가하여 보다 높은 활성을 가지는 일산화탄소의 선택적 산화반응 촉매 및 이의 제조방법을 제공하는 데 있다.
- [0014] 본 발명의 다른 기술적 과제는 제조한 상기 촉매를 사용하여 일산화탄소를 선택적으로 산화시키는 방법을 제공하는 데 있다.

과제 해결수단

- [0015] 본 발명의 일산화탄소의 선택적 산화반응을 위한 촉매는 산화구리/알루미늄 촉매에 지르코늄 산화물 및 주석 산화물을 첨가한 것을 특징으로 한다.

- [0016] 바람직하게, 지르코늄 산화물 및 주석 산화물의 담지량은 총중량을 기준으로 1-10 중량%인 것을 특징으로 한다.
- [0017] 바람직하게, 상기 산화구리의 담지량은 총중량을 기준으로 1-20 중량%인 것을 특징으로 한다.
- [0018] 또한, 본 발명의 일산화탄소의 선택적 산화반응을 위한 촉매의 제조방법은 지르코늄 전구체와 주석 전구체를 용매에 각각 용해시키고 알루미나를 넣어 초기 함침법을 이용하여 알루미나 담체를 제조하는 단계와; 상기 알루미나 담체를 구리 전구체가 용해된 반응액에 넣고 함침시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

효 과

- [0019] 상기에서 기술한 바와 같이, 본 발명의 일산화탄소 산화반응 촉매는 기존의 백금, 금 등의 고가의 귀금속이 아니라 상대적으로 매우 저렴한 전위금속들을 사용하여 보다 경제적이며 지르코늄 산화물 및 주석 산화물의 첨가로 인하여 산소의 이동을 활발히 유도하여 일산화탄소를 이산화탄소로 전환시킴에 있어서 기존의 촉매에 비해 높은 활성을 갖는 장점이 있다.
- [0020] 또한 상기 촉매를 활용하여 일산화탄소를 선택적으로 산화함에 있어 본 발명에서 기술한 반응 조건에서 매우 우수한 성능을 갖는다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하, 본 발명에 따른 일산화탄소 산화반응 촉매에 대하여 실시예를 참조하여 더욱 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- [0022] 본 발명의 촉매는 하기 설명한 활성 물질과 기본 담체인 알루미나 담체를 기본으로 하여 지르코늄 산화물과 주석 산화물을 활용한 복합 담체를 활용하여 제조된다.
- [0023] 상기 물질들을 활용하여 제조된 지르코늄 산화물과 주석 산화물이 첨가된 산화구리/알루미나 촉매를 반응기에 충전하여 100 내지 250℃의 다양한 온도에서 일산화탄소의 선택적 산화반응을 수행할 수 있다. 반응 온도가 100℃ 미만이면 활성이 낮아서 바람직하지 못하고, 250℃를 초과하는 경우 에너지 효율 측면과 촉매의 비활성화 및 안정성 측면에서 바람직하지 못하다. 본 발명의 촉매의 경우 190℃에서 반응을 수행하는 것이 촉매 활성 및 안정성 면에서 가장 바람직하다.
- [0024] 처리되는 일산화탄소와 산소 기체의 농도는 처리되는 기체 중 5 v/v% 이하인 것이 적절하며, 운반기체로서 질소, 헬륨 또는 아르곤 기체 등과 혼합하여 농도를 적절하게 조절할 수 있다. 본 발명에 따른 촉매의 사용하여 일산화탄소의 선택적 산화반응을 수행하면, 촉매 표면에서 일산화탄소와 산소가 선택적으로 반응하여 이산화탄소가 생성되며 이는 추가의 제거 공정이 필요치 않다.
- [0025] <활성 물질>
- [0026] 백금, 로듐, 루테튬, 금 등의 귀금속은 일산화탄소를 이산화탄소로 전환시키는데 있어서 효율이 매우 우수하다. 하지만 이들 귀금속의 한정된 공급량과 경제적인 문제를 고려해볼 때 상용화의 어려움이 존재하므로 이를 대체할 수 있는 촉매의 개발이 필수적이다. 전위 금속의 경우 귀금속에 비하여 저렴하여 경제적 측면에서 매우 우수하다. 그 중 산화구리는 일산화탄소의 산화반응에 활성을 보이는 물질로 알려져 있으나 귀금속 촉매에 비하여 일산화탄소 산화반응의 활성이 좋지 못하다. 이와 같은 산화구리의 촉매 활성 증가를 위하여 하기의 지르코늄 산화물과 주석 산화물을 사용하여 촉매를 제조하였다.
- [0027] 본 발명에서는 산화구리를 활성 물질로 선정하여 촉매를 제조하였다. 상기 활성 물질인 산화구리의 담지량은 촉매 총 중량에 대하여 1~40중량%로 다양하게 접근이 가능하나 1중량% 미만의 경우에는 활성점이 너무 적어서 촉매 활성을 충분히 낼 수 없고, 20중량% 과량의 경우 하소 과정 중 산화 구리의 응집이 유발되므로 충분한 활성을 만족할 수는 없다. 따라서 1내지 20중량% 범위 내의 산화 구리를 담지한 촉매를 제조하는 것이 바람직하다.
- [0028] <기본 담체>

- [0029] 담체는 활성 물질을 분산시켜 금속 표면 활성점과 반응물과의 접촉을 증가시키기 위한 것으로써 알루미늄, 실리카, 타이타니아 등 금속 산화물이 주로 사용된다. 담체와 활성 물질간의 상호 결합력이 강한 알루미늄과 타이타니아는 활성 물질의 고분산을 유도하기 때문에 담체로서 효용이 높으며 실리카는 높은 표면적을 가지는 담체의 제조가 가능하다.
- [0030] 본 발명에서는 담체와 활성 물질과의 강한 결합으로 활성 물질의 소결되는 양을 줄이고 열에 안정적인 알루미늄을 사용하였다. 알루미늄은 구조와 제법에 따라 α 계열, β 계열, γ 계열, δ 계열, χ 계열, η 계열, θ 계열, κ 계열 등 여러가지 상이 존재한다. 본 발명에서는 표면적이 넓고 열 안정성이 뛰어난 γ -알루미늄을 사용하도록 한다.
- [0031] <복합 담체>
- [0032] 본 발명은 산소 이동을 활발히 하고, 확산을 쉽게 유도하는 지르코늄 산화물 및 주석 산화물을 알루미늄에 담지한 복합 촉매를 제공한다. 촉매 총 중량에 대하여 지르코늄 산화물 및 주석 산화물을 1-10중량%로 제조한다.
- [0033] 본 발명은 지르코늄 산화물 및 티탄 산화물의 알루미늄 복합 담체에 산화구리를 담지한 촉매의 제조 방법을 하기 과정과 같이 제공한다.
- [0034] 구리, 지르코늄, 주석은 상온에서 고체 상태로 매우 안정해서 다른 물질과의 혼합이 어렵다. 따라서 본 발명에서는 이들의 전구체를 반응시켜 원하는 형태로 제조하였다. 알루미늄은 Degussa 제품을 사용하였다. 구리 전구체는 시그마 알드리치 제품의 $\text{Cu}(\text{NO}_3) \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$ 를 1-20중량%로 사용하였다. 지르코늄 전구체는 시그마 알드리치 제품의 $\text{ZrCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 를 1-10중량%로 사용하였다. 주석 전구체는 시그마 알드리치 제품의 $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 를 1-10중량%로 사용하였다.
- [0035] 제시한 각각의 금속 전구체를 용매 물에 용해시키고 알루미늄을 함침하여 건조한 뒤 하소 과정을 거쳐 불순물을 제거하였다.
- [0036] 상기 단계의 수화 반응 후 결과물을 80-120℃로 열처리하여 용매를 증발 시킨 후, 공기 조건하에서 300-700℃에서 금속 전구체를 산화시킨다. 산화 온도가 300℃ 미만이면 금속 전구체의 불순물이 제거되지 못하는 문제점 및 충분한 산화가 일어나지 않는다는 문제점이 발생하며, 700℃ 초과 시 금속 입자의 소결 현상이 발생하여 일산화탄소의 선택적 산화 반응을 위한 활성 면적이 감소하여 적당하지 않다.
- [0037] 이하, 실시 예를 통하여 본 발명의 촉매 제조 및 분석, 반응 결과를 더욱 상세히 설명하기로 한다. 이들 실시 예는 단지 본 발명을 예시하기 위한 것이며, 본 발명의 보호 범위가 이들 실시 예에 의해 제한되는 것은 아니다.
- [0038] <실시예 1> 복합 촉매의 제조
- [0039] 본 발명의 촉매는 지르코늄 전구체와 주석 전구체를 용매인 물에 각각 용해시킨 뒤 상용 알루미늄 1g을 넣어 초기 함침법을 활용하여 제조하였다. 반응물 내에 존재하는 물은 100℃의 건조 과정을 통해 제거시켰으며 이 후 550℃에서 소성을 진행하여 전구체의 불순물 제거 및 산화물 형태의 촉매를 제조하였다. 이러한 과정을 통해 얻어진 샘플을 구리 전구체가 용해된 반응액에 넣고 함침하였다. 상기 과정과 마찬가지로 건조과정 및 550℃에서의 소성과정을 거쳐 지르코늄 산화물 및 주석 산화물이 첨가된 산화구리/알루미늄 촉매를 제조하였다.
- [0040] 알루미늄의 경우 제법에 따라 다양한 구조의 알루미늄을 생성할 수 있다. 본 발명에서는 비표면적이 넓고 열 안정성이 좋은 γ -알루미늄 구조의 유지가 가능하며 활성 금속 물질의 소결 현상을 억제하기 위하여 550℃에서 소성 과정을 진행하였다.
- [0041] <비교 실시예>
- [0042] 지르코늄 산화물과 주석 산화물을 첨가하였을 때 원활한 산소 이동과 확산이 일어나 촉매의 활성이 증가됨을 보이기 위하여 지르코늄 산화물과 주석 산화물을 담지하지 않고 산화구리만을 알루미늄에 담지한 촉매를 제조하였다. 상기 실시예 1의 동일한 방법으로 제조되되 구리 전구체를 용해시키는 단계부터 진행하여 한 번의 소성과정을 거쳐 촉매를 제조하였다.
- [0043] <실험예 1> 제조한 촉매의 온도에 따른 환원량 분석

- [0044] 본 발명에서 명시하는 촉매의 표면 화학적 특성을 확인하기 위하여 온도에 따른 환원량 분석을 수행하였다. 도 1에서 나타낸 바와 같이 상온에서부터 분당 5℃씩 승온시켜 환원이 시작되는 온도와 환원량을 통하여 촉매의 경향성을 파악할 수 있다. 반응 기체인 수소 기체와 운반 기체인 질소 기체를 1부피%:9부피%의 일정 비율로 주입시켰다.
- [0045] 도 1에서 보여지는 200℃ 이전에 나타나는 피크는 표면에 분포한 산화구리의 환원을 나타내고, 230℃에서 나타나는 피크는 내부에 존재하는 산화구리의 환원 모습이다. 지르코늄 산화물 및 주석 산화물 담지 촉매가 산화구리만을 담지한 촉매에 비교하여 표면 및 내부 환원 모두 낮은 온도로 이동하는데 이는 지르코늄 산화물 및 주석 산화물 담지 촉매가 산화구리만을 담지하여 만든 촉매보다 산소 배출이 보다 용이함을 의미한다.
- [0046] <실험예 2> 제조한 촉매의 온도에 따른 산화량 분석
- [0047] 도 2는 본 발명에 의한 지르코늄 산화물 및 주석 산화물이 첨가된 산화구리/알루미나 촉매의 온도에 따른 산화량을 분석한 결과이다. 상온에서부터 분당 5℃씩 승온시켜 산화가 시작되는 온도와 산화량을 통하여 촉매의 특성분석이 가능하다. 반응 기체인 산소 기체와 운반 기체인 헬륨 기체를 혼합하여 1부피%:9부피%의 일정 비율로 흘려주었다. 산소 기체를 흘려줄 경우 고온에서 필라멘트의 산화가 일어날 수 있기 때문에 대부분의 분석에서는 온도에 따른 산화량 분석법 보다는 온도에 따른 환원량 분석법으로 수정하여 진행을 하기도 하나, 본 발명에서는 보다 정확한 결과를 얻기 위하여 온도에 따른 산화량 분석을 실시하였다.
- [0048] 도 2에 나타난 바와 같이, 지르코늄 산화물 및 주석 산화물을 담지한 촉매는 산화구리만을 담지한 촉매보다 보다 높은 온도에서 산화된다. 이러한 결과는 산화구리만을 담지한 촉매보다 지르코늄 산화물 및 주석 산화물 담지 촉매가 산소 흡착이 저하됨을 나타낸다.
- [0049] <실험예 3> 일산화탄소의 선택적 산화반응의 조건
- [0050] 본 발명에서는 실시예 1 및 비교 실시예 1에서 제조된 촉매를 사용하여 선택적 산화반응을 수행하였다. 먼저 상기 촉매를 반응기에 충전하고 1000℃까지 온도를 조절할 수 있는 가열로 내부에 촉매가 충전된 반응기를 설치하였다. 그리고 반응기의 온도 측정을 위한 열전대와 온도 조절을 위한 전원 공급 장치를 반응기에 연결하였다. 상기와 같이 일산화탄소의 선택적 산화반응 실험 시스템을 구성하고, 일산화탄소의 선택적 산화반응을 수행하였다.
- [0051] 한편, 일산화탄소, 산소 및 수소를 운반 기체인 질소, 헬륨 또는 아르곤 등과 혼합하여 각각 1 부피%, 1 부피%, 50 부피%가 되도록 농도를 조절하고 반응기의 온도를 서서히 높이면서 일산화탄소의 선택적 산화반응을 수행하였다.
- [0052] 본 발명에 의한 촉매는 50℃에서 300℃의 온도 범위에서 일산화탄소의 산화반응을 실시하였으나 실질적인 이산화탄소의 생성은 100℃에서 200℃의 범위 내에서 진행된다.
- [0053] 본 발명의 촉매가 일산화탄소의 선택적 산화반응 후 배출되는 기체의 농도를 측정하기 위해 기체 크로마토그래프를 이용하여 분석하였다. 분석 장치 내에 운반 기체인 헬륨을 일정한 유량으로 주입시키면서 반응물인 산소, 일산화탄소, 수소 기체와 생성물인 이산화탄소를 검출하여 온도의 변화에 대한 일산화탄소에서 이산화탄소로의 전환율을 측정하였다.
- [0054] 도 3은 본 발명에 의한 촉매의 온도에 따른 일산화탄소의 산화반응 그래프이다. 알루미나에 산화구리만을 담지한 촉매, 주석 산화물을 추가적으로 담지한 촉매, 지르코늄 산화물을 추가적으로 담지한 촉매의 순서로 일산화탄소 산화반응 활성이 우수하다. 이러한 결과는 상기 도 1과 도 2에서 보여지듯이, 보다 낮은 온도에서 쉽게 환원이 되고 보다 높은 온도에서 산화가 일어나는 실험예 1, 실험예 2에 비추어 볼 때, 촉매가 보다 낮은 온도에서 쉽게 환원이 되고 보다 높은 온도에서 산화가 되면 산소의 배출이 용이하여 반응성이 증가한다는 것을 의미한다.
- [0055] 따라서 지르코늄 산화물 및 주석 산화물이 첨가된 산화구리/알루미나 촉매가 산화구리만을 담지한 촉매보다 선택적으로 더 많은 일산화탄소를 산화시킨다.
- [0056] 본 발명의 실험예에서 살펴본 바와 같이, 본 발명에 의해 제조된 지르코늄 산화물 및 주석 산화물을 첨가한 촉매는 산소의 이동을 활발히 유도하여 일산화탄소를 이산화탄소로 전환시키는 있어서 높은 활성을 보였다. 산화구리만을 알루미나에 담지하여 제조한 촉매와 비교하였을 때 보다 저온에서 산화구리의 환원이 관찰되고 보다 고온에서 구리가 산화되었다. 이는 지르코늄 산화물 및 주석 산화물을 첨가하여 제조하였을 경우 활성 물질과 산소와의 결합이 약해져서 산소를 보다 용이하게 배출해 이산화탄소의 생성을 증가시킨다. 따라서 상기 촉매를

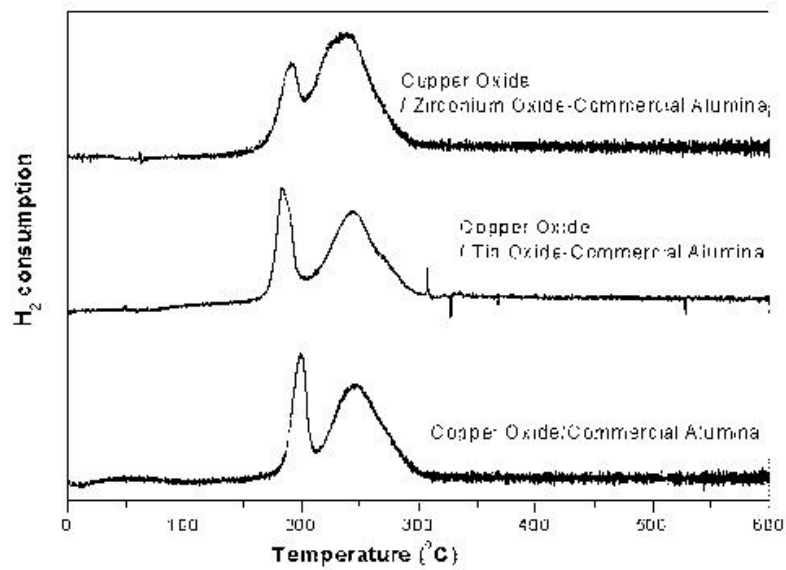
이용한 일산화탄소 선택적 산화반응은 우수한 성능을 보임을 입증한다.

도면의 간단한 설명

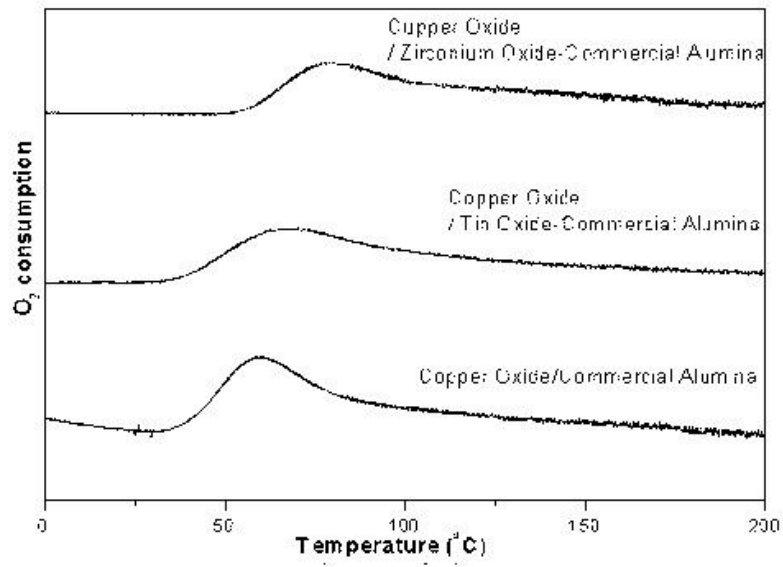
- [0057] 도 1은 본 발명에 의한 지르코니아 산화물 및 틴 산화물을 알루미나에 담지한 산화구리 복합 촉매의 온도 변화에 대한 환원량 분석 그래프.
- [0058] 도 2는 본 발명에 의한 지르코니아 산화물 및 틴 산화물을 알루미나에 담지한 산화구리 복합 촉매의 온도 변화에 대한 산화량 분석 그래프.
- [0059] 도 3은 본 발명에 의한 촉매의 온도에 따른 일산화탄소의 산화반응 그래프.

도면

도면1



도면2



도면3

