

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁷
B01J 23/68

(45) 공고일자 2005년05월19일
(11) 등록번호 10-0490835
(24) 등록일자 2005년05월12일

(21) 출원번호 10-2002-0057018
(22) 출원일자 2002년09월18일

(65) 공개번호 10-2004-0025176
(43) 공개일자 2004년03월24일

(73) 특허권자 주식회사 엘지화학
서울특별시 영등포구 여의도동 20

(72) 발명자 이준원
대전광역시유성구도룡동LG화학아파트9동306호

조규호
서울특별시은평구구산동177-126

(74) 대리인 유미특허법인

심사관 : 이재석

(54) 전이금속이 담지된 염소계 유기화합물의 산화분해 반응용촉매와 이의 제조방법 및 이를 이용한 염소계유기화합물의 제거방법

요약

본 발명은 폐기물 소각로 및 각종 산업공정의 배기가스를 통하여 배출되는 염소계 유기화합물을 높은 활성으로 분해하여 제거할 수 있는 산화분해 반응용 촉매에 관한 것으로, a) 이산화티탄 담체 100 중량부에 b) 촉매성분으로 i) 세륨 산화물 또는 철 산화물 0.01 내지 0.1 중량부; ii) 바나듐 산화물 3 내지 13 중량부; 및 iii) 텅스텐 산화물 3 내지 13 중량부가 담지된 담지 촉매를 포함하는 염소계 유기화합물의 산화분해반응용 촉매와 이의 제조방법 및 이를 이용한 배기가스에 함유된 염소계 유기화합물의 제거방법을 제공한다.

색인어

염소계 유기화합물, 세륨, 철, 바나듐, 텅스텐, 이산화티탄, 담지 촉매, 산화 분해 반응, 다이옥신

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 폐기물 소각로 및 각종 산업공정의 배기가스를 통하여 배출되는 염소계 유기화합물을 높은 활성으로 분해하여 제거할 수 있는 산화분해 반응용 촉매와 이의 제조방법 및 이를 이용한 배기가스에 함유된 염소계 유기화합물의 제거방법에 관한 것이다.

다이옥신을 포함한 염소계 유기화합물을 제거하는 방법은 2차 소각법, 저주파 방전법, 플라즈마 분해법, 활성탄 또는 소석회 흡착법, 및 촉매 분해법 등이 알려져 있다.

상기 2차 소각법은 800 ℃ 이상의 고온에서 재소각을 통하여 염소계 유기화합물을 제거하는 것으로 고온을 유지하기 위해 많은 에너지가 소비되고 연소시 부식성의 염소가스를 생성하므로 소각실 내벽에 손상을 줄 수 있는 문제점이 있다.

상기 저주파 방전법은 배기가스에 포함된 분진을 처리하는 전기 집진기에 설비를 설치하므로 간편하나 배기가스 내에 타고 남은 탄소화합물이나 방향족 화합물이 있는 경우 내부에서 역반응을 일으켜 다이옥신이 생성될 수 있는 문제점이 있다.

상기 플라즈마 분해법은 배기가스 내 염소계 유기화합물의 농도가 낮을 경우 에너지 손실이 매우 커서 처리된 배기가스를 가스터빈과 같은 설비를 이용하여 에너지로 회수하여 경제성을 맞추어야 하며 아직 중대형 소각로에 적용할만한 플라즈마 기술이 상업화되어 있지 않다.

상기 활성탄 또는 소석회를 이용하는 흡착법은 배기가스 내의 염소계 유기화합물의 농도가 낮은 경우 공간속도를 감소시키거나 시설을 매우 크게 하여야 높은 효율을 보이며 흡착후 재처리가 필요한 문제점이 있다.

상기 촉매 분해법은 배기가스를 일정한도에서 촉매와 접촉시켜 염소계 유기화합물을 제거하는 것으로 신설 소각로 및 기존 소각로의 개량에 공통적으로 적용이 가능하고 재처리가 필요하지 않아 효율성 및 경제성이 우수한 방법이다.

일반적으로 다이옥신을 포함한 염소계 유기화합물을 분해하기 위한 촉매는 NO_x 제거용 선택적 촉매 환원법(Selective catalytic reduction)의 촉매에서 발전하였기 때문에, 초기에는 바나듐 및/또는 텅스텐 산화물을 이산화티탄에 담지한 촉매가 주류를 이루었다. 최근에는 산화분해반응에 대한 활성을 더욱 향상시키면서 일산화탄소(CO), 염소가스와 같은 2차 독성물질의 생성을 억제하기 위하여 귀금속 산화물 및/또는 몰리브덴(Mo), 크롬(Cr)과 같은 전이금속 산화물을 첨가하고 있다.

그러나 백금 및 팔라듐과 같은 귀금속 산화물은 분해반응에 의해 생성된 HCl 및 Cl의 피독에 매우 약한 것으로 알려져 있다(문헌: Applied Catalysis B: Environmental, vol 8, pp 107-121, 1996). 따라서 피독에 의한 활성감소를 방지하기 위해서는 결정구조를 크게 하여야 하며 담체에 담지해서 사용할 때에는 0.3 중량% 이상이 적절한 것으로 보고되어 있다(문헌: Catalysis Today, vol 54, pp 107~, 1999). 또한 일본공개특허공보 제7-75720호는 귀금속의 함량을 0.01~3 중량%, 바람직하게는 0.1~1 중량%를 사용하였으며, 이 범위보다 낮은 경우에는 염소계 유기화합물에 대한 분해활성이 낮아지는 것으로 보고하였다. 또한 이 특허의 실시예에서는 0.5 중량%의 백금 또는 팔라듐 산화물을 사용하였다. 그러나 귀금속은 고가이므로 다량으로 촉매에 사용하면 경제성이 낮아지는 문제점이 있다.

미국특허 제5,430,230호에서는 바나듐 산화물-텅스텐 산화물이 담지된 이산화티탄 촉매에 Pt, Pd와 같은 귀금속 및 Cr, Mn, Cu 등과 같은 전이금속 산화물을 담지하여 1,2-디클로로벤젠(1,2-dichlorobenzene)의 분해반응에 적용한 결과 귀금속 산화물을 담지한 촉매는 바나듐 산화물-텅스텐 산화물이 담지된 이산화티탄 촉매에 비하여 분해활성이 향상되었으나 전이금속 산화물만을 담지한 촉매의 경우에는 거의 효과가 없었다. 그러나 귀금속 산화물은 분해반응에 의해 생성된 HCl 이나 Cl₂에 의하여 피독되기 쉬우며 고가이므로 가능하면 전이금속 산화물의 사용이 요구된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기 종래기술의 문제점을 고려하여, 전이금속을 소량 담지하면서도 염소계 유기화합물의 산화분해반응에 높은 활성을 가지며, 경제성이 우수한 염소계 유기화합물의 산화분해반응용 촉매 및 그의 제조방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 염소계 유기화합물의 산화분해반응을 높은 효율로 제거할 수 있으며, 저가의 촉매를 사용하여 경제적인 염소계 유기화합물의 제거방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은 상기 목적을 달성하기 위하여,

- a) 이산화티탄 담체 100 중량부에
- b) 촉매성분으로
 - i) 세륨 산화물 또는 철 산화물 0.01 내지 0.1 중량부;
 - ii) 바나듐 산화물 3 내지 13 중량부; 및
 - iii) 텅스텐 산화물 3 내지 13 중량부

가 담지된 담지 촉매

를 포함하는 염소계 유기화합물의 산화분해반응용 촉매를 제공한다.

또한 본 발명은 이산화티탄 담체에 세륨 산화물 또는 철 산화물, 바나듐 산화물, 및 텅스텐 산화물이 담지된 염소계 유기화합물의 산화분해반응용 촉매의 제조방법에 있어서,

a) 이산화티탄 분말을 바나듐산화물 전구체 수용액, 및 텅스텐산화물 전구체 수용액의 혼합 수용액에 함침시키고, 건조한 후, 소성하여 바나듐산화물과 텅스텐산화물이 담지된 담지 촉매를 제조하는 단계; 및

b) 상기 a)단계의 담지 촉매를 질산 세륨($Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$), 또는 질산 철($Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$) 수용액에 함침시키고, 건조한 후, 소성하여 바나듐산화물, 텅스텐산화물, 및 세륨 또는 철의 전이금속 산화물이 담지된 담지 촉매를 제조하는 단계

를 포함하는 염소계 유기화합물의 산화분해반응용 촉매의 제조방법을 제공한다.

또한 본 발명은 염소계 유기화합물을 함유하는 배기가스를 고온에서 산화분해반응시켜서 제거하는 배기가스에 함유된 염소계 유기화합물의 제거 방법에 있어서,

염소계 유기화합물을 함유하는 배기가스를

i) 이산화티탄 담체 100 중량부에

ii) 촉매성분으로

ㄱ) 세륨 산화물 또는 철 산화물 0.01 내지 0.1 중량부;

ㄴ) 바나듐 산화물 3 내지 13 중량부; 및

ㄷ) 텅스텐 산화물 3 내지 13 중량부

가 담지된 담지 촉매와 접촉시키는 단계

를 포함하는 배기가스에 함유된 염소계 유기화합물의 제거 방법을 제공한다.

이하에서 본 발명을 상세하게 설명한다.

본 발명은 바나듐 및 텅스텐 촉매 성분과 함께 세륨 또는 철과 같은 전이금속을 소량 담지한 촉매가 염소계 유기화합물의 산화분해에서 높은 활성을 나타냄을 확인하고 본 발명을 완성하게 되었다.

본 발명은 이를 위하여, 세륨 산화물 또는 철 산화물 0.01 내지 0.1 중량부, 바나듐 산화물 3 내지 13 중량부, 및 텅스텐 산화물 3 내지 13 중량부가 이산화티탄 담체 100 중량부에 담지된 산화분해반응에 대한 높은 활성을 나타내며, 저가의 전이금속이 담지되어 경제적인 염소계 유기화합물의 산화분해반응용 촉매와 그의 제조방법 및 이를 이용한 염소계 유기화합물 제거 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 염소계 유기화합물의 산화분해반응용 촉매에 사용되는 담체는 폐기물 조각과 및 각종 산업공정의 배기가스에 는 미량의 황산화물이 포함되어 있는 경우가 많으므로 황산화물의 피독에 강한 이산화티탄을 담체로 사용한다. 특히 아나타제(anatase) 결정을 적어도 70 중량% 함유하고, 비표면적이 50 내지 150 m^2/g 인 이산화티탄 분말이 촉매성분의 분산 및 비표면적의 감소방지를 위하여 바람직하다. 일반적으로 아나타제 결정이 75 중량%이며 표면적이 50 m^2/g 인 대구사(Degussa)의 P25가 알려져 있으나, 최근에는 아나타제로만 구성되어 있으면서 표면적이 100 m^2/g 이상인 이산화티탄이 생산되고 있어 촉매성분 담지시 분산도를 향상시킬 수 있다.

본 발명의 염소계 유기화합물의 산화분해용 촉매는 상기 이산화티탄 담체에 촉매성분의 하나로 세륨 산화물 또는 철 산화물의 전이금속 산화물을 소량 담지하고 있다. 본 발명의 세륨 산화물은 산소 축적(oxygen storage) 기능을 가지고 있으며, 철 산화물은 고온에서 보다 높은 활성을 보인다. 따라서 본 발명에 사용되는 세륨 산화물 또는 철 산화물과 같은 전이금속 산화물은 바나듐 산화물, 및 텅스텐 산화물과 함께 이산화티탄 담체에 담지되어 조촉매 역할을 하게 되며, 그 결과 염소계 유기화합물의 산화분해반응에 대한 높은 활성을 나타내게 된다.

이와 같이 본 발명의 염소계 유기화합물의 산화분해용 촉매의 촉매성분으로 상기 이산화티탄 담체에 담지되는 세륨 산화물 또는 철 산화물은 염소계 유기화합물에 대하여 높은 활성을 제공하기 위하여 담체인 이산화티탄 100 중량부에 대하여 0.01 내지 0.1 중량부가 담지되는 것이 바람직하다.

본 발명의 염소계 유기화합물의 산화분해용 촉매의 또 하나의 촉매성분으로 상기 이산화티탄 담체에 담지되는 바나듐 산화물은 오랫동안 부분산화 반응용 촉매로 인식되어 왔지만, 바나듐 산화물을 이산화티탄에 담지하면 활성이 매우 우수한 완전산화 반응용 촉매가 된다. 이는 이산화티탄의 반도체적 성질과 바나듐의 d-오비탈(d-orbital) 내의 전자와의 상호관계와 연관이 있거나 이산화티탄에 담지시 분산도가 매우 높으며 완전산화 반응에 유리한 결정구조를 형성하기 때문인 것으로 추정하고 있다. 그러나 바나듐 산화물이 담지된 이산화티탄은 고온에서 불안정한 상태로 이산화티탄의 구조가 아나타제(anatase)에서 루타일(rutile)로 전환되면서 표면적의 감소가 일어나기 쉬우며, 특히 바나듐 산화물이 V_2O_5 구조일 때 촉진된다.

따라서 바나듐이 +4가의 이온상태로 존재하도록 하여 이산화티탄에 담지되도록 하는 것이 바람직하다. 예를 들면 바나듐 산화물 전구체로 바나듐산 암모늄(NH_4VO_3)을 옥살산($C_2H_2O_4$) 수용액에 용해시킨 바나듐 함침 용액을 제조한 후, 이

용액에 이산화티탄을 함침시켜 바나듐 산화물을 이산화티탄 담체에 담지시키도록 하는 것이다. 옥살산 수용액에 바나듐산 암모늄을 용해시키면 초기 진한 노랑색의 용액은 시간이 지남에 따라 녹색을 거쳐 진한 파랑색으로 변화되며, 이때 용액속의 바나듐은 V^{+5} (VO^{2+}) 에서 V^{+4} (VO^{+2}) 로 전환된다.

이와 같이 본 발명의 염소계 유기화합물의 산화분해용 촉매의 촉매성분으로 상기 이산화티탄 담체에 담지되는 바나듐 산화물은 염소계 유기화합물에 대하여 높은 활성을 제공하기 위하여 담체인 이산화티탄 100 중량부에 대하여 3 내지 13 중량부가 담지되는 것이 바람직하다.

본 발명의 염소계 유기화합물의 산화분해용 촉매의 또 하나의 촉매성분으로 상기 이산화티탄 담체에 담지되는 텅스텐 산화물은 고온에서 이산화티탄에 일어날 수 있는 표면적 감소와 루타일 구조로의 전환을 억제하며 염소계 유기화합물을 분해할 때 생성되는 HCl 및 배기가스에 포함된 황산화물에 의한 피독을 억제한다. 텅스텐 산화물이 분해반응에 참여하는가에 대해서는 명확하게 규명되지는 않지만 본 발명에서 제공되는 산화분해 반응조건에서는 반응성을 향상시키는 것으로 나타난다.

이와 같이 본 발명의 염소계 유기화합물의 산화분해용 촉매의 촉매성분으로 상기 이산화티탄 담체에 담지되는 텅스텐 산화물은 염소계 유기화합물에 대하여 높은 활성을 제공하기 위하여 담체인 이산화티탄 100 중량부에 대하여 3 내지 13 중량부가 담지되는 것이 바람직하다.

본 발명의 세륨 산화물 또는 철 산화물, 바나듐 산화물, 및 텅스텐 산화물을 담지한 이산화티탄 담체의 촉매는 다양한 방법으로 제조될 수 있으나, 먼저 바나듐산화물 및 텅스텐 산화물을 이산화티탄 담체에 담지한 후, 세륨 산화물 또는 철 산화물의 전이금속 산화물을 담체에 담지하는 것이 바람직하다.

구체적으로는 이산화티탄 분말을 바나듐산화물 전구체 수용액, 및 텅스텐산화물 전구체 수용액의 혼합 수용액에 함침시키고, 건조한 후, 소성하여 바나듐산화물과 텅스텐산화물이 이산화티탄 담체에 담지된 담지 촉매(V-W 계 이산화티탄 촉매)를 제조한 후, 제조된 V-W 계 이산화티탄 촉매를 질산세륨, 또는 질산철 수용액에 함침시키고, 건조한 후, 소성하여 최종적으로 바나듐산화물, 텅스텐산화물, 및 세륨 또는 철의 전이금속 산화물이 이산화티탄 담체에 담지된 V-W-전이금속 계 담지 촉매를 제조하는 것이다.

더욱 구체적인 예를 들면,

- i) 바나듐산 암모늄(NH_4VO_3)을 옥살산($C_2H_2O_4$) 수용액에 용해시키는 단계;
- ii) 상기 옥살산 바나듐 수용액에 텅스텐산 암모늄($(NH_4)_{10}W_{12}O_{41} \cdot 5H_2O$) 수용액을 첨가하여 혼합하는 단계;
- iii) 상기 혼합 수용액에 이산화티탄을 함침시켜 슬러리를 제조하는 단계;
- iv) 상기 슬러리를 100 내지 150 °C의 온도에서 건조시킨 후, 건조물을 450 내지 550 °C의 온도에서 소성시키는 단계;
- v) 상기 소성물을 질산세륨($Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$), 또는 질산철($Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$) 수용액에 함침시켜 슬러리를 제조하는 단계; 및
- iv) 상기 슬러리를 100 내지 150 °C의 온도에서 건조시킨 후, 건조물을 450 내지 550 °C의 온도에서 소성시키는 단계를 포함하여 제조하는 것이다.

이와 같은 조성 및 방법으로 제조되는 본 발명의 염소계 유기화합물의 산화분해반응용 촉매는 통상적인 촉매분해법에 의한 염소계 유기화합물의 제거에 이용된다. 즉, 염소계 유기화합물을 함유하는 배기가스를 고온에서 촉매 상으로 이동시킴으로써, 배기가스에 함유된 염소계 유기화합물을 산화분해반응시켜서 제거하는 단계를 포함하는 배기가스의 염소계 유기화합물 제거 방법에서 촉매로 사용하는 것이다. 이때의 산화분해 반응온도는 높을수록 유리하며, 상업적 이용을 위하여 200 내지 300 °C로 설정하고, 촉매 부피기준으로 100,000 hr⁻¹ 이하의 공간속도로 염소계 유기화합물을 함유하는 배기가스를 본 발명의 촉매상으로 공급하여 배기가스와 촉매가 접촉되도록 하는 것이 바람직하다.

이하의 실시예 및 비교예를 통하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다. 단, 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 것이지만 이 들만으로 한정하는 것이 아니다.

[실시예]

비교예 1

(V-W계 이산화티탄 촉매의 제조)

바나듐산암모늄(NH_4VO_3) 11.6 g을 356.7 g의 옥살산($C_2H_2O_4$) 수용액에 가하여 초기 진한 노랑색에서 녹색을 거쳐 진한 파랑색으로 변화될 때까지 교반하였다.

상기 옥살산 바나듐 수용액에 텅스텐산암모늄($(NH_4)_{10}W_{12}O_{41} \cdot 5H_2O$) 5.6 g이 포함된 수용액을 첨가 혼합하였다.

상기 혼합 수용액에 담체로 분말형태의 이산화티탄 분말(Degussa제조 P25) 100 g을 투입 혼합하여 슬러리를 제조하였다. 이 슬러리를 120 °C의 온도에서 건조한 후, 공기 분위기하에 520 °C의 온도로 소성하여 바나듐산화물, 및 텅스텐산화물이 담지된 이산화티탄 촉매(V-W계 이산화티탄 촉매)를 제조하였다.

실시예 1

(V-W-Ce계 이산화티탄 촉매의 제조)

상기 비교예 1의 바나듐 산화물-텅스텐 산화물이 담지된 이산화티탄 촉매를 질산세륨(Ce(NO₃)₃·6H₂O) 0.25 g이 함유된 수용액에 함침하고, 이를 120 °C의 온도에서 건조한 후, 공기 분위기 하에 520 °C의 온도로 소성하여 세륨산화물-바나듐산화물-텅스텐산화물이 담지된 이산화티탄 촉매(V-W-Ce계 이산화티탄 촉매)를 제조하였다.

실시예 2

(V-W-Fe계 이산화티탄 촉매의 제조)

상기 비교예 1의 바나듐 산화물-텅스텐 산화물이 담지된 이산화티탄 촉매를 질산철(Fe(NO₃)₃·9H₂O) 0.25 g이 함유된 수용액에 함침하고, 이를 120 °C의 온도에서 건조한 후, 공기 분위기 하에 520 °C의 온도로 소성하여 세륨산화물-바나듐산화물-텅스텐산화물이 담지된 이산화티탄 촉매(V-W-Fe계 이산화티탄 촉매)를 제조하였다.

촉매층이 위치한 곳의 외경이 12 mm인 파이렉스(pyrex)로 제작한 고정층 반응기에 실시예 1, 실시예 2, 및 비교예 1에서 제조한 촉매 0.5 g을 각각 충전한 후, 1,2-디클로로벤젠(1,2-dichlorobenzene)에 대한 제거효율을 각각 측정하여 하기 표 1에 나타내었다. 산화분해 반응시의 온도는 200 내지 300 °C로 변화시켰으며 공간속도는 25,000 hr⁻¹ 이었다. 이때 실제 소각로의 배연가스 조성과 유사하게 하기 위하여 1,2-디클로로벤젠(1,2-dichlorobenzene) 600 ppm, 산소 10 vol% 및 물 5 vol%로 구성된 혼합물을 고정층 반응기에 공급하였다.

소량의 세륨 또는 철 산화물의 담지로 산화분해 반응에 대한 활성이 증가하였으며, 특히 250 °C에서 90 % 이상의 전환율을 나타내었다.

표 1.

구 분		실시예 1 촉매 (V-W-Ce계)의 분해율	실시예 2 촉매 (V-W-Fe계)의 분해율	비교예 1 촉매 (V-W계)의 분해율
반응 온도 (°C)	200	67.6	61.1	52.8
	225	79.4	75.5	65.8
	250	91.3	91.3	83.4
	275	98.2	98.8	93.2
	300	99.5	99.5	98.3

발명의 효과

본 발명의 염소계 유기화합물의 산화분해반응용 촉매는 염소계 유기화합물의 산화분해반응에 높은 활성을 나타내며, 이산화티탄 담체에 바나듐 산화물, 및 텅스텐 산화물 이외에 저가의 전이금속을 담지하여 경제적인 촉매이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

- a) 이산화티탄 담체 100 중량부에
- b) 촉매성분으로
 - i) 세륨 산화물 또는 철 산화물 0.01 내지 0.1 중량부;
 - ii) 바나듐 산화물 3 내지 13 중량부; 및
 - iii) 텅스텐 산화물 3 내지 13 중량부

가 담지된 담지 촉매

를 포함하는 염소계 유기화합물의 산화분해반응용 촉매.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 a)의 이산화티탄 담체는 비표면적이 50 내지 150 m²/g이고, 아나타제 결정을 70 중량% 이상 함유하는 염소계 유기 화합물의 산화분해반응용 촉매.

청구항 3.

a) 이산화티탄 분말을 바나듐산화물 전구체 수용액, 및 텅스텐산화물 전구체 수용액의 혼합 수용액에 함침시키고, 100 내지 150 °C의 온도에서 건조한 후, 450 내지 550 °C의 온도에서 소성하여 바나듐산화물과 텅스텐산화물이 담지된 담지 촉매를 제조하는 단계; 및

b) 상기 a)단계의 담지 촉매를 질산 세륨(Ce(NO₃)₃·6H₂O), 또는 질산 철(Fe(NO₃)₃·9H₂O) 수용액에 함침시키고, 100 내지 150 °C의 온도에서 건조한 후, 450 내지 550 °C의 온도에서 소성하여 바나듐산화물, 텅스텐산화물, 및 세륨 또는 철의 전이금속 산화물이 담지된 담지 촉매를 제조하는 단계

를 포함하는 염소계 유기화합물의 산화분해반응용 촉매의 제조방법.

청구항 4.

제 3 항에 있어서,

i) 바나듐산 암모늄(NH₄VO₃)을 옥살산(C₂H₂O₄) 수용액에 용해시키는 단계;

ii) 상기 옥살산 바나듐 수용액에 텅스텐산 암모늄((NH₄)₁₀W₁₂O₄₁·5H₂O) 수용액을 첨가하여 혼합하는 단계;

iii) 상기 혼합 수용액에 이산화티탄을 함침시켜 슬러리를 제조하는 단계;

iv) 상기 슬러리를 100 내지 150 °C의 온도에서 건조시킨 후, 건조물을 450 내지 550 °C의 온도에서 소성시키는 단계;

v) 상기 소성물을 질산 세륨(Ce(NO₃)₃·6H₂O), 또는 질산 철(Fe(NO₃)₃·9H₂O) 수용액에 함침시켜 슬러리를 제조하는 단계; 및

iv) 상기 슬러리를 100 내지 150 °C의 온도에서 건조시킨 후, 건조물을 450 내지 550 °C의 온도에서 소성시키는 단계

를 포함하는 염소계 유기화합물의 산화분해반응용 촉매의 제조방법.

청구항 5.

염소계 유기화합물을 함유하는 배기가스를

i) 이산화티탄 담체 100 중량부에

ii) 촉매성분으로

ㄱ) 세륨 산화물 또는 철 산화물 0.01 내지 0.1 중량부;

ㄴ) 바나듐 산화물 3 내지 13 중량부; 및

ㄷ) 텅스텐 산화물 3 내지 13 중량부

가 담지된 담지 촉매

와 접촉시키며 200 내지 300 °C의 반응온도에서 산화분해반응시키는 단계

를 포함하는 배기가스에 함유된 염소계 유기화합물의 제거 방법.

청구항 6.
삭제

청구항 7.

제 5 항에 있어서,

상기 배기가스와 담지촉매는 촉매 부피기준으로 25,000 내지 100,000 hr⁻¹의 공간속도에서 접촉되는 배기가스에 함유된 염소계 유기화합물의 제거 방법.