



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0015960
(43) 공개일자 2014년02월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01J 23/75 (2006.01) B01J 29/06 (2006.01)
B01J 8/20 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0082502
(22) 출원일자 2012년07월27일
심사청구일자 2012년07월27일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
김성현
서울 강남구 영동대로 210, 5동 1008호 (대치동, 쌍용아파트)
이창훈
서울 성북구 안암로 145, 화공생명공학과 (안암동5가, 고려대학교)
전병희
서울 양천구 목동동로 391, 2202호 (목동, 현대파크빌)
(74) 대리인
특허법인충현

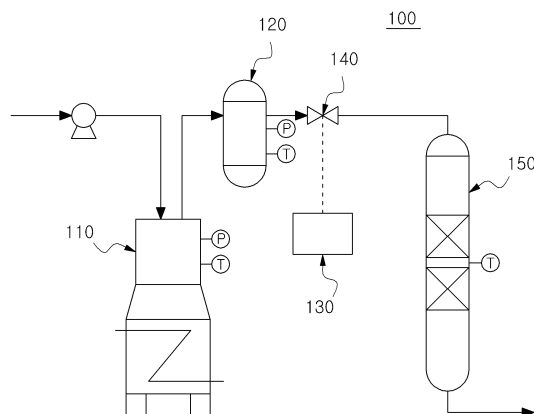
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 유기염소화합물 제거용 산화촉매, 이의 제조방법 및 이를 이용한 유동반응장치

(57) 요약

본 발명은 유기염소화합물 제거용 산화촉매, 이의 제조방법 및 이를 이용한 유동반응장치에 관한 것으로 산화촉매의 총 중량을 기준으로 1 내지 90 중량%의 코발트 전구체가 제올라이트 지지체상에 담지된 산화촉매를 제조함으로써, 장기간 유기염소화합물을 제거하여도 피독현상이 발생하지 않고 산화촉매의 성능이 저하되지 않을 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2010T100200273

부처명 한국에너지기술평가원

연구사업명 신재생에너지기술개발사업

연구과제명 6,000톤/년 규모 이상의 종말품 혼합폐플라스틱 열분해 유화공정 개발

기 여 율 1/1

주관기관 (주)경윤하이드로에너지

연구기간 2010.06.01 ~ 2013.11.30

특허청구의 범위

청구항 1

총 중량을 기준으로 1 내지 90 중량%의 코발트 전구체가 제올라이트 지지체상에 담지된 것을 특징으로 하는 유기염소화합물 제거용 산화촉매.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 코발트 전구체는 코발트(II) 또는 코발트(III)인 것을 특징으로 하는 유기염소화합물 제거용 산화촉매.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 코발트 전구체는 $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 및 $\text{CoCo}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 하는 유기염소화합물 제거용 산화촉매.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제올라이트 지지체는 Si/Al비가 15 내지 50 범위인 것을 특징으로 하는 유기염소화합물 제거용 산화촉매.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제올라이트 지지체는 제올라이트 베타, 제올라이트 Y 및 ZSM-5로 이루어진 군에서 선택된 1종인 것을 특징으로 하는 유기염소화합물 제거용 산화촉매.

청구항 6

(a)코발트 전구체와 제올라이트 지지체를 수용액 상에서 교반하여 이온교환법으로 제올라이트 지지체상에 코발트 전구체가 담지되는 단계;

(b)상기 코발트가 담지된 제올라이트 지지체를 증류수로 세척한 후 건조하는 단계; 및

(c)상기 건조된 제올라이트 지지체를 소성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기염소화합물 제거용 산화촉매의 제조방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 (a)단계에서 코발트 전구체는 $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 및 $\text{CoCo}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 로 이루어진 군에서 선택된 1종인 것을 특징으로 하는 유기염소화합물 제거용 산화촉매의 제조방법.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 (a)단계에서 제올라이트 지지체는 Si/Al비가 15 내지 50 범위인 것을 특징으로 하는 유기염소화합물 제거용 산화촉매의 제조방법.

청구항 9

제6항에 있어서, 상기 (b)단계에서 건조온도는 100 내지 160 °C이며, (c)단계에서 소성온도는 450 내지 700 °C인 것을 특징으로 하는 유기염소화합물 제거용 산화촉매의 제조방법.

청구항 10

유기염소화합물을 함유하는 오일을 가열하여 오일이 기상화되는 가열부,

상기 기상화된 오일이 포집되는 기상유분 포집부,

상기 기상화된 오일의 유량을 조절하는 유량 조절부, 및

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항의 산화촉매에 상기 기상화된 오일이 도입되어 유기염소화합물이 제거되는 촉매 반응부를 포함하는 유동반응장치.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 산화촉매에 도입되는 기상화된 오일의 공간속도는 코발트 전구체 5 중량%, 산화촉매의 겔보기 밀도 $0.1\text{g}/\text{cm}^3$ 및 기상화된 오일의 부피농도 1000 ppm을 기준으로 12000 h^{-1} 이하인 것을 특징으로 하는 유동반응장치.

청구항 12

제10항에 있어서, 상기 촉매 반응부는 150 내지 500 °C의 온도를 유지하는 것을 특징으로 하는 유동반응장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 장기간 유기염소화합물을 제거하여도 피독현상이 발생하지 않고 산화촉매의 성능이 저하되지 않는 유기염소화합물 제거용 산화촉매, 이의 제조방법 및 이를 이용한 유동반응장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 페플라스틱을 열분해하여 수득한 유분 내에는 트리클로로에틸렌, 폴리비닐클로라이드, 테트라클로로에틸렌, 메틸렌클로라이드, 1,2-디클로로에탄, 1,1,1-트리클로로에탄, 카본테트라클로라이드, 클로로포름, 클로로벤젠 등과 같은 염소원자를 포함한 유기염소계 화합물이 존재한다.

[0003] 이러한 유기염소화합물에 대한 완전 산화기술은 기술적으로 극복의 여지가 많이 남아있다. 예컨대 유기염소화합물은 산화 후 HCl 및 Cl_2 를 형성할 뿐만 아니라 이들이 촉매를 쉽게 피독시킨다. 그리고 산화반응 후 다이옥신 등과 같은 여러 다른 종류의 염소화 유도체 화합물을 형성하므로 단순한 산화능을 갖는 촉매로 유기염소화합물을 완전 산화시켜 제거하는 일은 용이하지 않다.

[0004] 또한 산업현장에서는 여러 종류의 유기염소화합물이 함께 배출될 가능성이 많기 때문에 이들을 동시에 제거 및 처리하기 위해서는 다중기능성의 촉매소재를 설계 및 제조하여야 한다.

[0005] 실제로 유기염소화합물의 완전 산화반응에 사용되는 대표적인 촉매로는 ① 귀금속(Pt/Pd) 계열, ② 바나디아 계열, ③ 크롬 계열, ④ 단일 혹은 복합산화물 계열(Perovskite형 산화물) 등으로 분리할 수 있다.

[0006] 현재까지 알려진 바에 의하면, 크롬산화물이나 백금담지 보헤마이트 촉매상에서 할로젠화 탄화수소를 산화 및 분해하는 기술[미국특허 제3,972,979호, 제4,053,557호]; 루테튬(Ru), 루테튬-백금(Ru-Pt), 백금(Pt)이 담지된 촉매를 각각 사용하여 적어도 350 °C 이상의 온도에서 할로젠화 유기화합물을 산화 및 분해하는 기술[미국특허 제4,059,675호, 제4,059,676호, 제4,059,683호]; 지르코늄(Zr), 망간(Mn), 세륨(Ce), 코발트(Co), 바나듐(V) 산화물 중에서 선택된 하나 이상의 담체에 백금을 분산 및 담지시킨 촉매 제조기술[미국특허 제5,283,041호]; 산성도가 다른 종류의 담체를 사용한 촉매기술[미국특허 제5,643,545호] 등이 공지되어 있다.

[0007] 그러나 상기한 종래 기술에서는 반응 후 다른 조성을 갖는 유기염소화합물이 부산물로 생성되어 2차적인 오염을 유발하므로, 유기염소화합물을 완전히 제거하기 위해서는 필요 이상의 높은 온도가 요구된다. 예를 들어 1,1,1-트리클로로에탄이 촉매에 의해 산화되는 경우, 트리클로로에틸렌, 디클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌, 모노클로로에틸렌 등 또 다른 형태의 유기염소화합물이 부산물로 생성되는데, 이는 촉매 활성온도, 촉매의 활성 성분 에 따른 기능성, 및 반응조건 등에 의하여 부산물의 생성을 최소화시킬 수 있으므로 최적의 촉매 설계가 선행되어야 한다.

[0008] 따라서 또 다른 형태의 유기염소화합물이 부산물로 생성되지 않으며, 장기간 유기염소화합물을 제거하여도 피독 현상이 발생하지 않고 산화촉매의 성능이 저하되지 않는 산화촉매 및 이를 이용한 반응공정이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명의 목적은 장기간 유기염소화합물을 제거하여도 피독현상이 발생하지 않고 산화촉매의 성능이 저하되지 않는 유기염소화합물 제거용 산화촉매를 제공하는데 있다.
- [0010] 또한, 본 발명의 다른 목적은 상기 산화촉매를 제조하는 방법을 제공하는데 있다.
- [0011] 또한, 본 발명의 또 다른 목적은 상기 산화촉매를 이용한 유동반응장치를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 유기염소화합물 제거용 산화촉매는 총 중량을 기준으로 1 내지 90 중량%의 코발트 전구체가 제올라이트 지지체상에 담지된 것일 수 있다.
- [0013] 상기 코발트 전구체는 코발트(II) 또는 코발트(III), 바람직하게는 $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 및 $\text{CoCo}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상일 수 있다. 이때 x는 1 내지 3의 정수이다.
- [0014] 상기 제올라이트 지지체는 Si/Al비가 15 내지 50 범위, 바람직하게는 제올라이트 베타, 제올라이트 Y 및 ZSM-5로 이루어진 군에서 선택된 1종일 수 있다.
- [0015] 또한 상기한 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 유기염소화합물 제거용 산화촉매의 제조방법은 (a)코발트 전구체와 제올라이트 지지체를 수용액 상에서 교반하여 이온교환법으로 제올라이트 지지체상에 코발트 전구체가 담지되는 단계, (b)상기 코발트가 담지된 제올라이트 지지체를 증류수로 세척한 후 건조하는 단계 및 (c)상기 건조된 제올라이트 지지체를 소성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 (a)단계에서 코발트 전구체는 $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 및 $\text{CoCo}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상일 수 있다.
- [0017] 상기 (a)단계에서 제올라이트 지지체는 Si/Al비가 15 내지 50 범위인 것일 수 있다.
- [0018] 상기 (b)단계에서 건조온도는 100 내지 160 °C이며, (c)단계에서 소성온도는 450 내지 700 °C일 수 있다.
- [0019] 또한 상기한 또 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 유동반응장치는 유기염소화합물을 함유하는 오일을 가열하여 오일이 기상화되는 가열부, 상기 기상화된 오일이 포집되는 기상유분 포집부, 상기 기상화된 오일의 유량을 조절하는 유량 조절부, 및 상기 산화촉매에 기상화된 오일이 도입되어 유기염소화합물이 제거되는 촉매 반응부를 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 산화촉매에 도입되는 기상화된 오일의 공간속도는 코발트 전구체 5 중량%, 산화촉매의 겉보기 밀도 0.1g/cm³ 및 기상화된 오일의 부피농도 1000 ppm을 기준으로 12000 h⁻¹ 이하일 수 있다.
- [0021] 상기 촉매 반응부는 150 내지 500 °C의 온도를 유지할 수 있다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명의 산화촉매는 장기간 유기염소화합물을 제거하여도 피독현상이 발생하지 않으며, 산화촉매의 성능이 저하되지 않고 지속적으로 유기염소화합물을 90%이상 제거할 수 있다.
- [0023] 또한, 본 발명의 산화촉매는 합성이 용이하며, 또 다른 형태의 유기염소화합물도 부산물로 생성되지 않는다.
- [0024] 또한, 본 발명의 산화촉매는 높은 내구성을 가질 뿐만 아니라 미량의 유기염소화합물도 제거할 수 있다.
- [0025] 또한, 본 발명의 유동반응공정은 페비닐, 페플라스틱 등의 열분해 공정 직후의 공정으로 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 유기염소화합물을 제거하는 본 발명의 유동반응장치를 나타낸 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 산화촉매로 열분해유의 유기염소화합물을 제거한 제거율을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 본 발명은 장기간 유기염소화합물을 제거하여도 피독현상이 발생하지 않고 산화촉매의 성능이 저하되지 않는 유기염소화합물 제거용 산화촉매, 이의 제조방법 및 이를 이용한 유동반응장치에 관한 것이다.
- [0028] 이하, 본 발명을 상세하게 설명한다.
- [0029] 본 발명의 산화촉매는 페비닐, 페플라스틱 등을 열분해 한 열분해유에 포함된 유기염소화합물을 제거하기 위한 촉매로서, 산화촉매의 총 중량을 기준으로 1 내지 90 중량%, 바람직하게는 1 내지 30 중량%의 코발트 전구체가 제올라이트 지지체상에 담지된 것이다.
- [0030] 상기 코발트 전구체는 코발트(II) 또는 코발트(III), 바람직하게는 $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 및 $\text{CoCo}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 로 이루어진 군에서 선택된 1종 또는 2종 이상일 수 있다. 이때 x는 1 내지 3의 정수이다.
- [0031] 코발트 전구체의 함량이 상기 하한치 미만인 경우에는 촉매작용이 효율적으로 작용하지 못하여 유기염소화합물을 90%이상 제거하기 어려울 수 있으며, 상기 상한치 초과인 경우에는 제올라이트 지지체의 기공을 폐쇄시켜 제올라이트 지지체의 비표면적이 저하되므로 반응효율이 감소되어 유기염소화합물을 90% 이상 제거하기 어려울 수 있다.
- [0032] 상기 제올라이트 지지체는 특별히 한정되지 않지만, 바람직하게 Si/Al비가 15 내지 50 범위, 더욱 바람직하게 30 내지 50 범위인 것을 들 수 있으며, 구체적으로는 제올라이트 베타, 제올라이트 Y 및 ZSM-5로 이루어진 군에서 선택된 1종을 들 수 있다.
- [0033] 제올라이트 지지체의 Si/Al비가 상기 하한치 미만인 경우에는 유기염소화합물이 90% 이상 제거되지 않을 수 있으며, 상기 상한치 초과인 경우에는 산화촉매의 내구성이 저하될 수 있다.
- [0034] 또한, 본 발명은 유기염소화합물 제거용 산화촉매를 제조하는 방법을 제공한다.
- [0035] 본 발명의 유기염소화합물 제거용 산화촉매의 제조방법은 (a)코발트 전구체와 제올라이트 지지체를 수용액 상에서 교반하여 이온교환법으로 제올라이트 지지체상에 코발트 전구체가 담지되는 단계; (b)상기 코발트가 담지된 제올라이트 지지체를 증류수로 세척한 후 100 내지 160 °C에서 건조하는 단계; 및 (c)상기 건조된 제올라이트 지지체를 450 내지 700 °C에서 소성하는 단계를 포함한다.
- [0036] 먼저, 상기 (a)단계에서는 코발트 전구체와 제올라이트 지지체를 수용액 상에서 20 내지 30시간 동안 교반하여 이온교환법으로 제올라이트 지지체상에 코발트 전구체가 담지된다.
- [0037] 상기 수용액은 증류수, 메탄올, 에탄올 및 중탄산 암모늄(NH_4HCO_3) 로 이루어진 군에서 선택된 1종 또는 2종 이상일 수 있다.
- [0038] 다음으로, 상기 (b)단계에서는 상기 (a)단계에서 제조된 코발트가 담지된 제올라이트 지지체를 증류수로 세척한 후 100 내지 160 °C, 바람직하게는 110 내지 130 °C에서 20 내지 25시간 동안 건조한다.
- [0039] 코발트가 담지된 제올라이트 지지체를 상기 하한치 미만의 온도 및/또는 시간으로 건조할 경우에는 이후 수행되는 소성단계 후 촉매가 부스러질 수 있으며, 상기 상한치 초과인 온도 및/또는 시간으로 건조할 경우에는 이후 소성이 원활히 이루어지지 않아 내구성이 저하될 수 있다.
- [0040] 다음으로, 상기 (c)단계에서는 상기 (b)단계에서 건조된 제올라이트 지지체를 450 내지 700 °C, 바람직하게는 500 내지 600 °C에서 4 내지 8시간 동안 소성한다.
- [0041] 건조된 제올라이트 지지체가 상기 온도 및/또는 시간의 범위를 벗어나 소성될 경우에는 산화촉매의 내구성이 저하될 수 있다.
- [0042] 산화촉매 제조시 상기 건조 및 소성 단계를 거치지 않으면 내구성이 저하되어 산화촉매를 장기간 사용할 수 없다.
- [0043] 또한, 본 발명은 유기염소화합물 제거용 산화촉매를 이용하는 유동반응장치를 제공하며, 이를 도 1을 참조하여 설명한다.

- [0044] 본 발명의 유동반응장치(100)는 가열부(110), 기상유분 포집부(120), 유량 조절부(130) 및 촉매 반응부(150)를 포함한다.
- [0045] 상기 가열부(110)는 페비닐, 페플라스틱 등을 열분해 한 열분해유를 200 내지 400 ℃로 가열하여 열분해유(오일)를 기상(기체)화시킨다. 기상화된 열분해유는 산화촉매에 도입되는 용이하며 유기염소화합물의 제거율이 높아질 수 있다.
- [0046] 상기 기상유분 포집부(120)는 가열부(110)에서 기상화된 열분해유를 촉매 반응부(150)에 일정한 속도에 유출시키기 위하여 포집하는 장치이다.
- [0047] 상기 유량 조절부(130)는 포집된 기상화된 열분해유를 촉매 반응부(150)에 공급하며, 산화촉매에 의한 유기염소화합물의 제거율을 높이기 위하여 기상화된 열분해유의 유량을 조절한다. 유량이 조절된 기상화된 열분해유는 밸브(140)를 통해 촉매 반응부(150)에 공급된다.
- [0048] 상기 촉매 반응부(150)에는 본 발명의 산화촉매가 구비되어 있으며, 산화촉매에 상기 밸브(140)를 통해 공급되는 기상화된 열분해유가 도입되어 유기염소화합물을 90% 이상 제거한다.
- [0049] 이때 산화촉매에 도입되는 기상화된 열분해유의 공간속도는 산화촉매에 함유된 코발트 전구체가 5 중량%이고, 산화촉매의 겔보기 밀도가 0.1g/cm³이며, 기상화된 열분해유의 부피농도가 1000 ppm인 것을 기준으로 12000 h⁻¹ 이하, 바람직하게는 8000 내지 12000 h⁻¹이다.
- [0050] 공간속도가 12000 h⁻¹ 이상인 경우에는 반응 접촉시간이 충분하지 않아 반응이 효율적으로 진행되지 않을 수 있다.
- [0051] 또한, 상기 촉매 반응부(150)는 150 내지 500 ℃, 바람직하게는 200 내지 300 ℃의 온도를 유지한다. 온도가 상기 하한치 미만인 경우에는 산화촉매에 의해서도 유기염소화합물이 제거되지 않을 수 있으며, 상기 상한치 초과인 경우에는 효과에 비하여 유지비용이 많이 든다.
- [0052] 본 발명의 산화촉매 및 반응공정을 이용하면 빠른 공간속도에도 불구하고 90% 이상, 바람직하게는 90 내지 95%의 유기염소화합물을 제거할 수 있다.
- [0053] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시예를 제시하나, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 본 발명의 범주 및 기술사상 범위 내에서 다양한 변경 및 수정이 가능함은 당업자에게 있어서 명백한 것이며, 이러한 변형 및 수정이 첨부된 특허청구범위에 속하는 것도 당연한 것이다.
- [0054] **실시예 1. 산화촉매의 제조**
- [0055] 코발트 전구체로 Co(CH₃COO)₂ · 4H₂O 2 중량%와 제올라이트 지지체로 Si/Al비가 50인 ZSM-5 98 중량%를 수용액 상에서 24시간 동안 교반한 후 증류수로 세척하고 110 ℃에서 24시간 동안 건조한 다음 500 ℃에서 6시간 동안 소성하여 산화촉매를 제조하였다.
- [0056] **실시예 2. 산화촉매의 제조**
- [0057] 실시예 1과 동일하게 실시하되, Co(CH₃COO)₂ · 4H₂O와 ZSM-5의 함량을 각각 7 중량%와 93 중량%로 하여 산화촉매를 제조하였다.
- [0058] **실시예 3. 산화촉매의 제조**
- [0059] 실시예 1과 동일하게 실시하되, Co(CH₃COO)₂ · 4H₂O와 ZSM-5의 함량을 각각 14 중량%와 86 중량%로 하여 산화촉매를 제조하였다.
- [0060] **실시예 4. 산화촉매의 제조**

[0061] 실시예 1과 동일하게 실시하되, $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 과 ZSM-5의 함량을 각각 21 중량%와 79 중량%로 하여 산화촉매를 제조하였다.

[0062] **비교예 1.**

[0063] 실시예 1과 동일하게 실시하되, $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 대신 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 를 사용하여 산화촉매를 제조하였다.

[0064] **비교예 2.**

[0065] 실시예 1과 동일하게 실시하되, $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 대신 $\text{Mn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 을 사용하여 산화촉매를 제조하였다.

[0066] **시험예 1.**

[0067] 기상화된 열분해유를 300 °C에서 실시예 및 비교예에서 제조된 산화촉매에 도입하였다.

[0068] 이때 공간속도는 12000 h^{-1} 로 동일하게 수행하였으며, 상기 열분해유로는 유기염소화합물이 미량으로 첨가되도록 2-클로로-2-메틸프로판 0.3 중량%, 3-메틸펜탄 3.56 중량%, 헥산 11.54 중량%, 사이클로펜탄 5.42 중량%, 벤젠 54.17 중량%, 사이클로헥센 10.16 중량%, 헵탄 14.72 중량% 및 사이클로헥산 0.13 중량%로 이루어진 것을 이용하였다.

[0069] 도 2는 본 발명의 실시예에 따라 제조된 산화촉매로 열분해유의 유기염소화합물을 제거한 제거율을 나타낸 그래프이다.

[0070] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예 1 내지 4에 따라 제조된 산화촉매는 오랜 시간 유기염소화합물을 제거하여도 지속적으로 90%이상의 제거율을 보이며, 피독현상이 없는 것을 확인하였다.

[0071] 또한, 본 발명의 산화촉매는 코발트 전구체의 함량을 달리하여도 유사한 제거율을 보이므로 적은 양의 코발트 전구체를 사용한 산화촉매로 우수한 유기염소화합물의 제거율을 나타내는 것을 알 수 있다.

[0072] 뿐만 아니라, 본 발명의 산화촉매는 유기염소화합물을 제거 후 또 다른 유기염소화합물이 생성되지 않는 것을 확인하였다.

[0073] 도 3은 본 발명의 실시예 및 비교예에 따라 제조된 산화촉매로 열분해유의 유기염소화합물을 제거한 제거율을 나타낸 그래프이다.

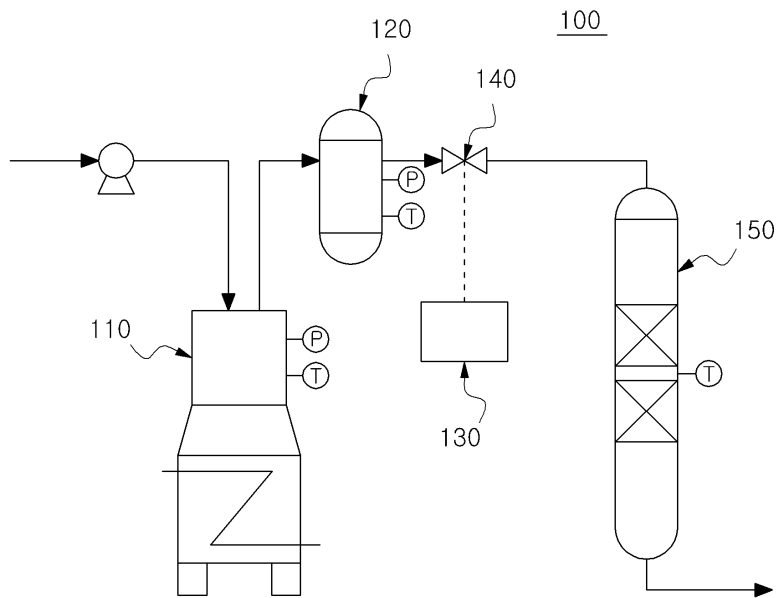
[0074] 도 3에 도시된 바와 같이, 비교예 1 및 2에서 제조된 산화촉매는 실시예 3의 코발트 산화물 촉매에 비해 낮은 유기염소화합물 제거 성능을 보였으며, 비교예 1의 경우 유기염소화합물을 제거하기 시작한지 16시간 이후부터 점차 제거율이 감소함을 확인하였다.

부호의 설명

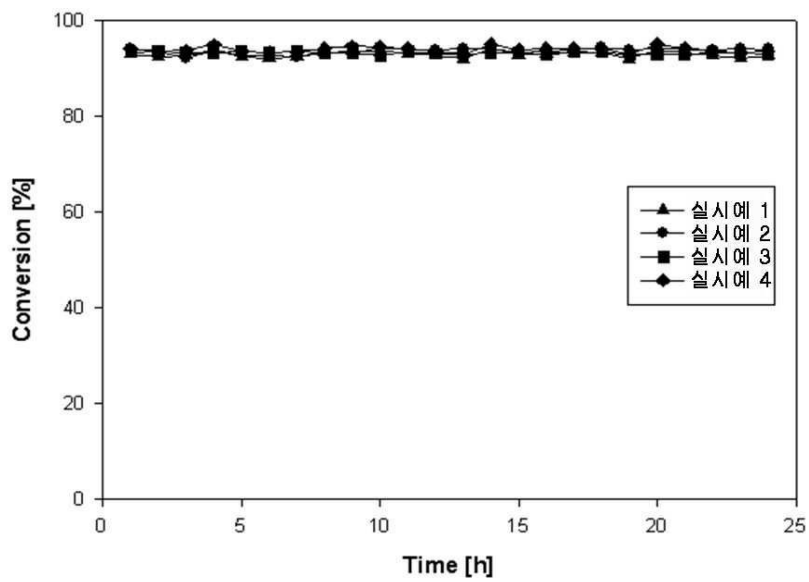
[0075]	100: 유도잔응장치	110: 가열부
	120: 기상유분 포집부	130: 유량 조절부
	140: 밸브	150: 촉매 반응부

도면

도면1



도면2



도면3

