



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0096846
(43) 공개일자 2020년08월13일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01J 23/34 (2006.01) *B01D 53/86* (2006.01)
B01J 21/04 (2006.01) *B01J 29/08* (2006.01)
B01J 31/06 (2006.01) *B01J 37/00* (2006.01)
B01J 37/04 (2006.01) *B01J 37/08* (2006.01)
B01J 37/14 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B01J 23/34 (2013.01)
B01D 53/8668 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7021172
(22) 출원일자(국제) 2018년12월12일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2020년07월21일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2018/084478
(87) 국제공개번호 WO 2019/121200
국제공개일자 2019년06월27일
- (30) 우선권주장
PCT/CN2017/117930 2017년12월22일 중국(CN)
18152150.1 2018년01월17일
유럽특허청(EPO)(EP)
- (71) 출원인
루미리즈 홀딩 비.브이.
네덜란드 씨엘 스키폴 1118 에버트 반 드 벡스트
라트 1 타워 비5 유닛 107 더 베이스
- (72) 발명자
왕, 지앙리양
독일 52068 아헨 필립스스트라세 8 - 인텔렉추얼
프라퍼티 - 루미리즈 저머니 게엠베하 내
카이, 첸
독일 52068 아헨 필립스스트라세 8 - 인텔렉추얼
프라퍼티 - 루미리즈 저머니 게엠베하 내
리, 시아오치양
독일 52068 아헨 필립스스트라세 8 - 인텔렉추얼
프라퍼티 - 루미리즈 저머니 게엠베하 내
- (74) 대리인
양영준, 백만기

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 포름알데히드 산화를 촉진하기 위한 망가니즈 촉매 및 그의 제조 및 용도

(57) 요약

본 발명은 산화망가니즈를 포함하는 촉매에 관한 것이며, 여기서 산화망가니즈는 Mn의 물을 기준으로, 40-60 몰%의 양의 MnO; Mn의 물을 기준으로, 40-60 몰%의 양의 Mn₂O₃; 및 Mn의 물을 기준으로, 1-10 몰%의 양의 Mn₃O₄를 포함한다. 본 발명은 또한 상기 촉매의 제조 방법 및 공기 청정기에 있어서의 상기 촉매의 용도에 관한 것이다. 본 발명에 따른 촉매는 비교적 소량으로 존재하는 실내 포름알데히드를 효과적으로 제거하기 위해 주위 온도에서의 포름알데히드 산화를 효과적으로 촉진할 수 있다.

(52) CPC특허분류

B01J 21/04 (2013.01)

B01J 29/08 (2013.01)

B01J 31/06 (2013.01)

B01J 37/0072 (2013.01)

B01J 37/04 (2013.01)

B01J 37/08 (2013.01)

B01J 37/14 (2013.01)

B01D 2255/2073 (2013.01)

B01D 2255/2092 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

산화망가니즈를 포함하는 촉매이며, 여기서 산화망가니즈는

Mn의 물을 기준으로, 40-60 몰%의 양의 MnO;

Mn의 물을 기준으로, 40-60 몰%의 양의 Mn₂O₃; 및

Mn의 물을 기준으로, 1-10 몰%의 양의 Mn₃O₄

를 포함하고,

여기서 촉매 중 Mn의 총몰이 100 몰%인

촉매.

청구항 2

제1항에 있어서, 산화망가니즈가 Mn²⁺ 및 Mn³⁺을 (0.92-1.08):1의 몰비로 제공하는 것인 촉매.

청구항 3

제1항에 있어서, 담체를 추가로 포함하는 촉매.

청구항 4

제3항에 있어서, 20-80 wt%의 산화망가니즈, 20-70 wt%의 담체 및 0-50 wt%의 접착제를 포함하는 촉매.

청구항 5

제3항에 있어서, 담체가 실리카, 알루미늄, 활성탄, 제올라이트 및 분자체로 이루어진 군으로부터 선택되는 것인 촉매.

청구항 6

제3항에 있어서, 폴리비닐 알콜, 셀룰로스 폴리우레탄, 에폭시 및 아크릴레이트로 이루어진 군으로부터 선택되는 접착제를 추가로 포함하는 촉매.

청구항 7

제3항에 있어서, 카르복시메틸 셀룰로스, 카르복시에틸 셀룰로스, 메틸 셀룰로스, 히드록시메틸 셀룰로스, 히드록시에틸 셀룰로스 및 히드록시프로필 셀룰로스로 이루어진 군으로부터 선택되는 접착제를 추가로 포함하는 촉매.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 따른 촉매를 포함하는 공기 청정기.

청구항 9

제8항에 있어서, 촉매가, 공기 흐름 방향으로 볼 때, 입자 필터, 정전기 필터 및/또는 활성탄 필터 뒤에 배열된 것인 공기 청정기.

청구항 10

MnCO₃으로부터 Mn₂O₃을 제조하는 단계;

MnCO₃으로부터 MnO를 제조하는 단계;

MnO로부터 Mn_3O_4 를 제조하는 단계;

Mn_2O_3 , MnO, Mn_3O_4 , 담체 및 접착제를 포함하는 슬러리를 제조하는 단계; 및

슬러리로부터 촉매를 제조하는 단계

를 포함하는, 제3항에 따른 촉매의 제조 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, $MnCO_3$ 으로부터 Mn_2O_3 을 제조하는 단계가

$MnCO_3$ 을 공기 중에서 673-873K에서 2-6시간 동안 하소하는 단계

를 포함하는 것인 방법.

청구항 12

제10항에 있어서, $MnCO_3$ 으로부터 MnO를 제조하는 단계가

$MnCO_3$ 을 수소 분위기 하에 673-873K에서 3-6시간 동안 하소하는 단계, 및

질소 분위기 하에 실온으로 냉각시키는 단계

를 포함하는 것인 방법.

청구항 13

제10항에 있어서, MnO로부터 Mn_3O_4 를 제조하는 단계가

MnO를 공기 중에서 실온에서 3-6시간 동안 노화시키는 단계, 및

공기 중에서 673-693K에서 2-6시간 동안 추가로 노화시키는 단계

를 포함하는 것인 방법.

청구항 14

제10항에 있어서, 슬러리로부터 촉매를 제조하는 단계가

슬러리로부터 2-3mm의 입자 크기를 갖는 입자를 형성하는 단계,

입자를 2-4시간 동안 노화시키는 단계, 및

473-573K에서 4-6시간 동안 가열하는 단계

를 포함하는 것인 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 촉매에 관한 것이다. 더 구체적으로는, 본 발명은 포름알데히드 산화를 촉진하기 위한 촉매 및 그의 제조에 관한 것이다. 본 발명의 촉매는 공기 청정기에서 사용하기에 특히 적합하다.

배경 기술

[0002] 포름알데히드 (HCHO)는 발암성 및 기형유발성이므로 인체 건강에 심각한 위험을 초래한다. 포름알데히드는 산업 공정 및 제품으로부터 방출될 수 있다. 또한 그것은 주요 실내 오염물질 중 하나이다. 삶의 질 및 건강에 대한 사람들의 관심이 높아짐에 따라, 최근에 포름알데히드, 특히 실내 포름알데히드를 제거하는 방법에 대한 요구가 증가하고 있다.

[0003] 사용되는 방법은 흡착 및 분해로 분류될 수 있다. 흡착은 포름알데히드를 고정화하기 위해 활성탄, 분자체, 제

올라이트 등과 같은 다공성 물질을 사용하여 수행된다. 다공성 물질은 일정 시간 동안 사용된 후에는 포화됨으로써 더 이상 포름알데히드를 흡착할 수 없게 되고, 이는 흡착 방법의 실패로 이어진다. 또한, 주위 온도의 상승과 같은 조건의 변화로 인해, 흡착된 포름알데히드가 탈착될 수 있고, 이는 2차 오염으로 이어진다.

[0004] 분해 방법은 플라즈마 분해 및 촉매작용적 산화를 포함할 수 있다. 촉매작용적 산화는 촉매를 통해 포름알데히드를 물 및 이산화탄소로 전환시키는 것으로서, 유망한 기술이다. 이러한 기술의 핵심은 적합한 촉매를 개발하는 것이다. 최근에, 전이금속 산화물 촉매 및 귀금속 촉매가 개발되었다. 이산화망가니즈는 비교적 풍부하고 저렴한 물질이다. 따라서, 유기 화합물을 유산소 산화시키기 위해 산화망가니즈를 기재로 하는 촉매가 개발되고 있다.

[0005] 산화망가니즈를 함유하는 촉매는 또한 다른 유해 물질의 분해에 유용한 것으로 공지되어 있다. 예를 들어, JP2014140816A에는, 바람직하게는 (산화망가니즈로서) MnO_2 , Mn_2O_3 , Mn_3O_4 및 (과망가니즈산염으로서) $M<I>MnO_4$ 및 $M<II>MnO_4$ (이때 $M<I>$ 는 알칼리 금속을 나타내고 $M<II>$ 는 알칼리 토금속을 나타냄)를 함유하는, 이산화염소를 위한 분해제가 개시되어 있다. 정량적으로는, 50 내지 95 중량%의 산화망가니즈 및 0.01 - 3 중량%의 과망가니즈산염이 바람직하다.

[0006] 그러나, MnO_2 와 같은 전형적인 산화망가니즈는 실온에서 실내 포름알데히드에 대해 촉매작용 과정을 수행하기에는 충분하지 않은 활성을 갖는데, 왜냐하면 실내 포름알데히드는 일반적으로 비교적 낮은 수준으로만 존재하기 때문이다.

[0007] 따라서, 포름알데히드 산화를 효과적으로 촉진할 수 있으므로 낮은 수준으로 존재하는 실내 포름알데히드를 효과적으로 제거하는 공기 청정기에서 사용될 수 있는 촉매가 요구된다.

발명의 내용

[0008] 발명의 요약

[0009] 본 발명은, 일반적으로, MnO , Mn_2O_3 및 Mn_3O_4 를 특정한 비로 포함하는 산화망가니즈가 포름알데히드의 산화를 촉진하기 위한, 바람직하게는 실온에서의 포름알데히드의 산화를 촉진하기 위한, 더 바람직하게는 실온에서의 실내 포름알데히드의 산화를 촉진하기 위한 촉매제로서 사용될 수 있다는 놀라운 발견에 관한 것이다. 산화망가니즈는 단순한 작업을 통해 동일한 전구체로부터 제조될 수 있다. 상기 발견은 낮은 수준으로 존재하는 포름알데히드의 처리에 대한 높은 촉매 활성 및 내구성을 필요로 하는 응용분야를 위한 촉매의 비용-효과적 제조를 허용한다. 본 발명은 또한 공기 청정기에 있어서의 이러한 촉매의 용도에 관한 것이다.

[0010] 본 발명의 한 실시양태는, 산화망가니즈를 포함하는 촉매이며, 여기서 산화망가니즈는

[0011] Mn 의 물을 기준으로, 약 40-60 몰%의 양의 MnO ;

[0012] Mn 의 물을 기준으로, 약 40-60 몰%의 양의 Mn_2O_3 ; 및

[0013] Mn 의 물을 기준으로, 약 1-10 몰%의 양의 Mn_3O_4

[0014] 를 포함한다.

[0015] 본 발명의 추가의 실시양태는

[0016] $MnCO_3$ 으로부터 Mn_2O_3 을 제조하는 단계;

[0017] $MnCO_3$ 으로부터 MnO 를 제조하는 단계;

[0018] MnO 로부터 Mn_3O_4 를 제조하는 단계;

[0019] Mn_2O_3 , MnO , Mn_3O_4 , 담체 및 접착제를 포함하는 슬러리를 제조하는 단계; 및

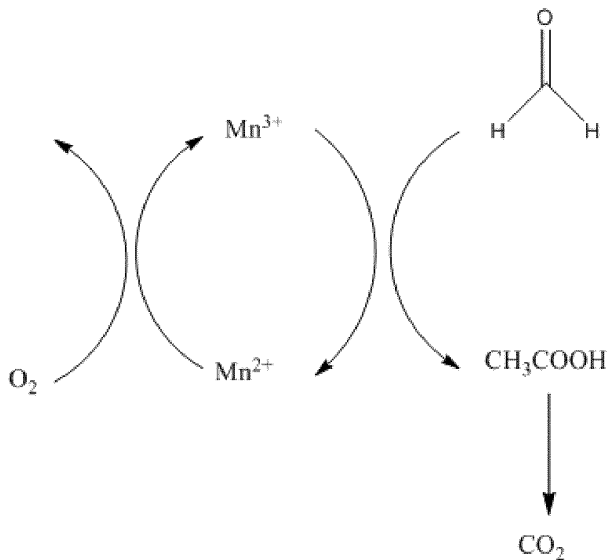
[0020] 슬러리로부터 촉매를 제조하는 단계

[0021] 를 포함하는, 상기에 제시된 바와 같은 촉매의 제조 방법이다.

[0022] 본 발명의 또 다른 추가의 실시양태는 공기 청정기에 있어서의 전술된 촉매의 용도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 본원에 사용된 용어 "실온" 및 "주위 온도"는 약 293K의 온도를 의미한다.
- [0024] 본원에 사용된 용어 "실내 포름알데히드"는 실내 공기 중에 함유된 포름알데히드를 의미한다. 그것은 일반적으로 비교적 낮은 수준으로, 예를 들어 중량을 기준으로 수 ppb 내지 수 ppm, 예컨대 10 내지 100,000ppb, 또는 20 내지 10,000ppb, 또는 50 내지 5,000ppb, 또는 100 내지 1000ppb로 존재한다.
- [0025] 본 발명은 산화망가니즈를 포함하는 촉매를 개시하며, 여기서 산화망가니즈는
- [0026] Mn의 물을 기준으로 약 40-60 몰%, 바람직하게는 약 45-55 몰%의 양의 MnO;
- [0027] Mn의 물을 기준으로 약 40-60 몰%, 바람직하게는 약 45-55 몰%의 양의 Mn_2O_3 ; 및
- [0028] Mn의 물을 기준으로 약 1-10 몰%, 바람직하게는 약 4-8 몰%의 양의 Mn_3O_4
- [0029] 를 포함한다. 물 백분율은 산화물 중 망가니즈 이온의 총몰을 기준으로 하며 그의 총계는 100 몰%이다.
- [0030] 임의의 이론에 얽매어려는 것은 아니지만, 산화망가니즈는 포름알데히드 산화를 위한 산화환원계의 빠른 구축을 용이하게 하는 Mn^{2+} 와 Mn^{3+} 의 혼합 원자가 상태를 제공하는 것으로 생각된다. 이러한 과정은 하기와 같이 나타내어질 수 있다.



- [0031]
- [0032] 상기에 나타내어진 바와 같이, Mn^{2+} 및 Mn^{3+} 둘 다 산화망가니즈에 존재하여, 각각 공기 중 산소 및 포름알데히드와 상호작용하며, 그 결과 산소와 포름알데히드 사이의 산화환원 반응이 개시되고 반응 주기가 촉발된다. 이와 관련하여, 심지어 포름알데히드가 비교적 낮은 수준으로만 존재하더라도 포름알데히드를 분해하는 것이 가능하다. 그 결과, 상기 산화망가니즈는 전형적인 산화망가니즈에 비해 포름알데히드 산화에 대해 더 높은 활성 및 내구성을 갖는다.
- [0033] 한 실시양태에서, 산화망가니즈는 Mn^{2+} 및 Mn^{3+} 를 약 (0.92-1.08):1, 바람직하게는 약 (0.95-1.05):1, 더 바람직하게는 약 1:1의 몰비로 제공한다.
- [0034] 산화망가니즈는 예를 들어 침착, 공-침착, 함침, 분무 건조 등과 같은 방법에 의해 지지체 상에 배열될 수 있다. 지지체는 촉매와 함께 사용되는 임의의 전형적인 지지체일 수 있다. 전형적인 지지체는 일반적으로 활성 부위의 노출 및 반응물 및 생성물의 흡착 및 확산을 용이하게 하여 지지체와 촉매제 사이의 상승 효과를 향상시키기 위해 큰 비표면적을 갖는다. 변형양태에서는, 촉매 활성을 향상시키기 위해, 지지체는 그의 형태와 관련하여 막대, 공 및 구멍 등의 형상을 부여하도록 변형된다. 바람직한 지지체는 실리카, 알루미늄, 활성탄, 제올라이트, 분자체 또는 그의 조합을 포함할 수 있다.
- [0035] 촉매는 임의로 접착제를 포함한다. 한 실시양태에서, 접착제는 폴리비닐 알콜, 셀룰로스 폴리우레탄, 에폭시

및 아크릴레이트로 이루어진 군으로부터 선택된다. 바람직하게는, 접착제는 카르복시메틸 셀룰로스, 카르복시에틸 셀룰로스, 메틸 셀룰로스, 히드록시메틸 셀룰로스, 히드록시에틸 셀룰로스 및 히드록시프로필 셀룰로스로 이루어진 군으로부터 선택된다.

- [0036] 촉매는 약 20-80 wt%의 산화망가니즈, 약 20-70 wt%의 담체 및 약 0-50 wt%의 접착제를 포함할 수 있다. 바람직하게는, 촉매는 약 40-70 wt%의 산화망가니즈, 약 30-60 wt%의 담체 및 약 0-20 wt%의 접착제를 포함할 수 있다. 더 바람직하게는, 촉매는 약 50-70 wt%의 산화망가니즈, 약 30-50 wt%의 담체 및 약 0-10 wt%의 접착제를 포함할 수 있다. 백분율은 촉매의 총량을 기준으로 한다.
- [0037] 촉매는 공기 청정기에서 사용될 수 있다. 한 실시양태에서, 촉매는 필터로서 형성된다. 예를 들어, 촉매는 예를 들어 코팅, 침착, 공-침착, 함침, 분무 건조 등에 의해 필터 기재 상에 적재되어 촉매를 함유하는 필터를 형성할 수 있다. 한 변형양태에서, 촉매 또는 촉매를 함유하는 필터는 다른 필터와 함께 공기 청정기에서 사용될 수 있다. 바람직하게는, 촉매 또는 촉매를 함유하는 필터는 공기 흐름 방향으로 볼 때 입자 필터, 정전기 필터 및/또는 활성탄 필터 뒤에 배열된다. 이러한 배열로 인해, 입자 오염 물질이 촉매 상에 축적하는 것과 관련된 부작용이 없어진다.
- [0038] 촉매의 제조 방법은
- [0039] MnCO_3 으로부터 Mn_2O_3 을 제조하는 단계;
- [0040] MnCO_3 으로부터 MnO 를 제조하는 단계;
- [0041] MnO 로부터 Mn_3O_4 를 제조하는 단계;
- [0042] Mn_2O_3 , MnO , Mn_3O_4 , 담체 및 접착제를 포함하는 슬러리를 제조하는 단계; 및
- [0043] 슬러리로부터 촉매를 제조하는 단계
- [0044] 를 포함한다.
- [0045] 탄산망가니즈는 상업적으로 입수 가능하거나 관련 기술분야에 공지된 방법에 의해 수득 가능하다. 부가적으로 또는 대안으로서 탄산망가니즈-함유 물질 또는 탄산망가니즈 전구체를 사용하는 것이 가능하다. MnCO_3 으로부터 Mn_2O_3 을 제조하는 단계는 MnCO_3 을 공기 중에서 약 673-873K에서 약 2-6시간 동안 하소하는 단계를 포함한다. MnCO_3 으로부터 MnO 를 제조하는 단계는 MnCO_3 을 수소 분위기 하에 약 673-873K에서 3-6시간 동안 하소하는 단계, 및 질소 분위기 하에 실온으로 냉각시키는 단계를 포함한다. MnO 로부터 Mn_3O_4 를 제조하는 단계는 MnO 를 공기 중에서 실온에서 약 3-6시간 동안 노화시키는 단계, 및 공기 중에서 약 673-693K에서 2-6시간 동안 추가로 노화시키는 단계를 포함한다. 슬러리로부터 촉매를 제조하는 단계는 슬러리로부터 약 1-10mm, 바람직하게는 2-3mm의 입자 크기를 갖는 입자를 형성하는 단계, 입자를 약 2-4시간 동안 노화시키는 단계, 및 약 473-573K에서 약 4-6시간 동안 가열하는 단계를 포함한다.
- [0046] 산화망가니즈들을 동일한 출발 물질로부터 제조하면, 촉매의 제조가 안전하게 되고 작업이 단순해지고 제어하기 쉬워진다.
- [0047] 실시예
- [0048] 본 발명의 특징 및 장점은 하기 실시예에 의해 더 명백해진다. 실시예는 본 발명을 예시하지만 제한하지는 않는다.
- [0049] 작용제 목록:
- [0050] 탄산망가니즈: 화학적으로 순수하며, 상업적으로 입수 가능함
- [0051] 알루미늄: 중국 알루미늄 공사(aluminum corporation of China limited)의 산둥 지점으로부터 입수됨
- [0052] 13X 분자체: 달리안 카이텔리 캐탈리틱 엔지니어링 테크놀로지 캄파니 리미티드(Dalian Kaiteli catalytic Engineering Technology Co Ltd)로부터 입수됨
- [0053] 카르복시메틸 셀룰로스: 화학적으로 순수하며, 상업적으로 입수 가능함

- [0054] 제조 실시예
- [0055] 산화망가니즈를 하기와 같이 제조하였다:
- [0056] 탄산망가니즈 10kg을 오븐에 넣고, 이어서 거기에서 공기 중에서 773K에서 4시간 동안 하소하였다. Mn_2O_3 13.80kg을 흑색 분말로서 수득하였다.
- [0057] 탄산망가니즈 10kg을 오븐에 넣었다. H_2 스트림을 10ml/min의 속도로 오븐에 통과시키는 동안에, 탄산망가니즈를 수소 분위기 하에 773K에서 4시간 동안 하소하였다. 이어서, H_2 스트림을 10ml/min의 속도로 N_2 스트림으로 교체하였다. N_2 분위기 하에 실온으로 냉각시킨 후에, MnO 7.0kg을 녹색 분말로서 수득하였다.
- [0058] 상기에서 제조된 바와 같은 MnO 3kg을 오븐에 넣었다. 오븐 온도를 293K로 설정하고 공기 중에서 3시간 동안 유지하였다. 이어서, 온도를 673K로 상승시키고 공기 중에서 2시간 동안 유지하였다. Mn_3O_4 3.5 kg을 갈색 분말로서 수득하였다.
- [0059] 표 1에 나타내어진 바와 같은 화학 조성을 갖는 다섯 가지의 촉매를 하기와 같이 제조하였다:
- [0060] Mn_2O_3 , MnO 및 Mn_3O_4 를 고체상에서 혼합하여 산화망가니즈의 분말을 형성하였다. 이어서, 알루미나 및 13X 분자체를 산화망가니즈의 분말에 첨가하였다. 후속적으로, 카르복시메틸셀룰로스를 첨가하였다. 수득된 분말에, H_2O 3kg을 첨가하여 슬러리를 형성하였다. 슬러리를 금형 내로 짜 넣어서 2mm의 입자 크기를 갖는 펠렛으로 만들었다. 펠렛을 2시간 동안 노화시키고 493K에서 4시간 동안 가열한 후에, 촉매를 수득하였다.
- [0061] <표 1> 촉매의 화학 조성

촉매 #	MnO (g) /(mol%)	Mn_2O_3 (g) /(mol%)	Mn_3O_4 (g) /(mol%)	MnO_2 (g)	알루미나 (g)	13X 분자체 (g)	카르복시메틸 셀룰로스(g)
1	1000/48	1000/43	200/9	-	1000	500	30
2	1420/47	1580/47	200/6	-	1000	500	30
3	1500/47	1500/43	400/10	-	1000	500	30
4(비교용)	1000	1000	-	-	1000	500	30
5(비교용)	1000	-	-	1200	1000	500	30

- [0062]
- [0063] 촉매 1-3은 본 발명에 따른 촉매인 반면에, 촉매 4-5는 비교용 촉매이다. Mn_3O_4 를 첨가하지 않았다는 것을 제외하고는 촉매 1의 제조를 반복함으로써 촉매 4를 제조하였다. MnO 및 Mn_3O_4 를 MnO_2 로 대체했다는 것을 제외하고는 촉매 1의 제조를 반복함으로써 촉매 5를 제조하였다.
- [0064] 실험 결과:
- [0065] 상기 제조된 촉매를 샘플로 만들고, 파쇄하고, 압축시켜 입자로 만들었다. 30-60 메쉬의 입자 크기를 갖는 입자를 80mg의 하중으로 시험관에 넣었다. 2.8ppm (중량)의 포름알데히드를 함유한 공기 스트림이 시험관의 입구에 들어갈 때, 시간 기록을 시작하였다. 시험관의 출구에서 포름알데히드의 농도가 0.1ppm (중량)인 것으로 감지되었을 때, 시간 기록을 중단하였다. 상기 시간을 사용하여, 촉매의 포름알데히드 제거능을 특성화하였다. 결과를 표 2에 요약하였다.
- [0066] <표 2> 촉매의 성능

촉매 #	시간(분)	포름알데히드 제거능
1	200	우수
2	280	우수
3	220	우수
4(비교용)	150	평균
5(비교용)	80	불량

- [0067]
- [0068] 상기 표의 결과를 통해 알 수 있는 바와 같이, 본 발명에 따른 촉매는, 심지어 포름알데히드가 낮은 농도로만 존재하더라도, 포름알데히드를 효과적으로 제거한다. 촉매 5를 통해 알 수 있는 바와 같이, Mn 이온의 혼합 원

자가 상태가 존재하지 않거나 산화망가니즈가 3 초과인 원자수를 갖는 망가니즈 이온을 함유하는 경우에, 포르말데히드 제거능은 크게 저하된다. 촉매 4를 통해 알 수 있는 바와 같이, Mn_3O_4 가 촉매에 포함되지 않은 경우에, 포르말데히드 제거능은 손상된다.

[0069] 관련 기술분야의 통상의 기술자라면 상기에 기술된 실시양태를 본 발명의 넓은 개념으로부터 벗어나지 않게 변경할 수 있다는 것을 알 것이다. 그러므로, 본 발명은 개시된 특정 실시양태로 제한되지 않으며, 첨부된 청구 범위에 의해 규정된 바와 같은 본 발명의 진의 및 범위 내에서의 변형을 포함하는 것으로 이해된다.