



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0050730
(43) 공개일자 2020년05월12일

<p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.) <i>B01J 21/18</i> (2006.01) <i>B01J 23/34</i> (2006.01) <i>B01J 35/00</i> (2006.01) <i>B01J 35/02</i> (2006.01) <i>B01J 35/08</i> (2006.01) <i>B01J 35/10</i> (2006.01) <i>B01J 37/02</i> (2006.01) <i>C01B 13/02</i> (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류 <i>B01J 21/18</i> (2013.01) <i>B01J 23/34</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2018-0133705 (22) 출원일자 2018년11월02일 심사청구일자 2018년11월02일</p>	<p>(71) 출원인 한국화학연구원 대전광역시 유성구 가정로 141 (장동)</p> <p>(72) 발명자 서정권 대전광역시 유성구 지족로 362 301동 801호 홍지숙 세종특별자치시 부강면 청연로 97 허일정 대전광역시 유성구 지족로 240, 노은해랑숲마을5 단시아파트 505동 103호</p> <p>(74) 대리인 이원희</p>
--	---

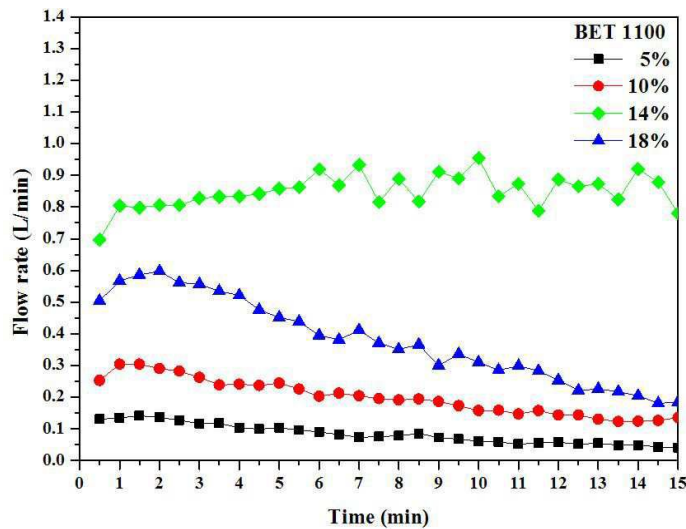
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매, 이의 제조방법 및 이를 사용한 과산화수소 분해방법

(57) 요약

과산화수소 분해용 활성탄소 촉매, 이의 제조방법 및 이를 사용한 과산화수소 분해방법에 관한 것으로, 본 발명의 일 측면에서 제공되는 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매는 이온교환수지의 탄화 활성화를 통해 쉽게 제조할 수 있으며, 촉매 내 망간 함유량과 기공특성 제어를 통해 종래의 과산화수소 분해 촉매에 비해 더욱 안전하고 높은 과산화수소 분해 효율을 달성할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

- B01J 35/0006* (2013.01)
- B01J 35/023* (2013.01)
- B01J 35/08* (2013.01)
- B01J 35/1028* (2013.01)
- B01J 37/0201* (2013.01)
- B01J 37/08* (2013.01)
- C01B 13/0214* (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	C0504612
부처명	중소기업청
연구관리전문기관	중소기업기술정보진흥원
연구사업명	산학협력 기술개발사업
연구과제명	무전원 비상호흡용 산소공급킷 기술개발
기 여 율	1/1
주관기관	한국화학연구원
연구기간	2017.06.01 ~ 2018.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

망간을 포함하는 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매에 있어서,
상기 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매는 이온교환수지로부터 형성된 것을 특징으로 하는, 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매 100 중량% 중,
망간은 12 내지 16 중량% 범위로 포함되는 것을 특징으로 하는,
과산화수소 분해용 활성탄소 촉매.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매의 비표면적은 1000 내지 1200 m^2/g 범위인 것을 특징으로 하는,
과산화수소 분해용 활성탄소 촉매.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매는,
이온 교환되어 망간을 포함하는 이온교환수지가 탄화 및 활성화되어 제조된 것을 특징으로 하는,
과산화수소 분해용 활성탄소 촉매.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매는 구형(球形) 형태인 것을 특징으로 하는,
과산화수소 분해용 활성탄소 촉매.

청구항 6

제5항에 있어서,
상기 구형 형태의 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매는 평균 직경이 0.1 내지 5.0 mm 범위인 것을 특징으로 하는,

과산화수소 분해용 활성탄소 촉매.

청구항 7

망간(II) 염 용액에 이온교환수지를 침지하여 이온교환수지 내 망간이 포함되도록 이온교환하는 단계;
이온교환된 이온교환수지를 건조시키는 단계;
건조된 이온교환수지를 열처리하여 탄화 및 활성화시키는 단계;
를 포함하는,
과산화수소 분해용 활성탄소 촉매 제조방법.

청구항 8

제7항에 있어서,
상기 망간(II) 염은 망간 니트레이트(manganese nitrate), 망간 아세테이트(manganese acetate), 망간 클로라이드(manganese chloride), 망간 아세틸아세토네이트(manganese acetylacetonate), 망간 브로마이드(manganese bromide), 망간 카보네이트(manganese carbonate), 망간 플루오라이드(manganese fluoride), 망간 아이오다이드(manganese iodide) 및 망간 설페이트(manganese sulfate)로 이루어지는 군으로부터 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 하는,
과산화수소 분해용 활성탄소 촉매 제조방법.

청구항 9

제7항에 있어서,
상기 건조는 50 내지 150℃에서 수행하는 것을 특징으로 하는,
과산화수소 분해용 활성탄소 촉매 제조방법.

청구항 10

제7항에 있어서,
상기 열처리는 800 내지 1100℃에서 수행하는 것을 특징으로 하는,
과산화수소 분해용 활성탄소 촉매 제조방법.

청구항 11

제1항의 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매를 포함하는 과산화수소 분해장치.

청구항 12

제1항의 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매를 과산화수소에 침지시켜 상기 과산화수소를 물과 산소로 분해시키는 단계;
간류하는 촉매를 회수하는 단계;
를 포함하는,

과산화수소 분해방법.

발명의 설명

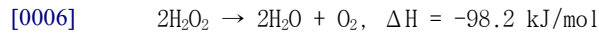
기술 분야

[0001] 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매, 이의 제조방법 및 이를 사용한 과산화수소 분해방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 과산화수소는 수소와 산소가 결합된 화합물로 강한 산화력을 나타내어 산화제, 표백제, 살균제 및 산소 공급원으로 활용된다. 과산화수소는 안정성의 이유로 통상 수용액 형태로 사용되며, 시판되고 있는 과산화수소는 30 % 내지 35 %의 농도를 갖고 있다. 로켓 추진제 등의 특정 목적으로 사용될 경우 90 % 이상의 농도를 갖는 과산화수소가 사용되나 폭발의 위험성이 있어 주의를 요한다. 저농도 과산화수소는 수용액 상에 안정한 형태로 존재하나, 촉매에 의해 하기 반응식 1과 같이 분해되어 산소와 물을 생성하고 열을 방출한다.

[0005] <반응식 1>



[0008] 과산화수소 분해를 일으키는 촉매는 다양하게 존재한다. 망간(Mn), 은(Ag), 백금(Pt), 철(Fe), 등의 전이금속, 알칼리 금속 및 이들의 화합물, 효소, 유기물, 요오드화칼륨(KI), 과망간산칼륨(KMnO₄), 차아염소산나트륨(NaOCl) 등도 과산화수소 분해 반응을 일으킨다. 대표적인 과산화수소 분해 촉매로는 망간계열 촉매가 알려져 있으며, 주로 이산화망간(MnO₂) 형태를 사용한다. 이러한 촉매를 이용하여 과산화수소를 분해하여 고농도의 산소를 얻을 수 있고, 액체연료 및 산소 발생장치에 산소 공급원으로 활용할 수 있다. 또한, 과산화수소 분해 반응 중 발생하는 HO· HOO· 등의 라디칼들은 수용액 상에 존재하는 오염원들을 산화 및 제거하기 위한 공정에도 활용된다.

[0010] 과산화수소 분해 반응을 통한 산소 발생 또는 오염원 제거의 경우, 과산화수소 함량 및 촉매의 성능이 산소량 및 오염원 저감 성능을 좌우한다. 망간계열 촉매인 과망간산칼륨(KMnO₄)의 경우, 수용액 상에서 균일한(homogeneous) 형태로 존재하므로, 저온 영역에서도 빠른 분해 반응을 유도할 수 있다. 하지만, 반응 종료 후 수용액 상에 촉매 성분이 균일하게 분산되어 있어 회수가 용이하지 않고, 이로 인한 추가적인 환경 문제를 유발할 수 있다. 반면, 고체형 촉매는 과산화수소 분해 반응 후 수용액 상에 침전되어 층 분리되기 때문에 회수가 용이하고, 촉매를 재사용할 수 있다는 이점이 있지만, 과산화수소 내에서 불균일(heterogeneous) 상태로 존재하여 촉매 반응을 하므로 분해 반응 속도가 느리다는 단점이 있다(대한민국 공개특허 제10-2013-0030314호).

[0012] 또한, 종래 과산화수소 분해용 고체상 촉매는 그 제형이 분말(powder) 형태로 과산화수소와 접촉시 일시적으로 반응이 폭발적으로 일어나게 되어 발생하는 산소의 양을 제어하기 어려운 문제가 있다. 이러한 문제는 화재 등의 응급재난 시 필요한 산소를 공급하기 위한 시스템에서는 일정시간 동안 일정한 속도로 방출되는 산소를 필요로 하기 때문에 실제로 상용화시킬 수 없다는 단점으로 부각되었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0014] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2013-0030314호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 본 발명의 일 측면에서의 목적은, 이온교환수지의 탄화 활성화를 통해 쉽게 제조할 수 있으며, 촉매 내 망간 함량과 기공특성 제어를 통해 종래의 과산화수소 분해 촉매에 비해 더욱 안전하고 높은 과산화수소 분해 효율을 달성할 수 있는 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매를 제공하는 것이다.

[0017] 본 발명의 다른 일 측면에서의 목적은, 상기 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0019] 본 발명의 또 다른 일 측면에서의 목적은, 상기 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매를 포함하는 과산화수소 분해 장치를 제공하는 것이다.

[0021] 본 발명의 다른 일 측면에서의 목적은, 상기 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매를 사용하는 과산화수소 분해방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0023] 상기 목적을 달성하기 위하여,

[0024] 본 발명의 일 측면은 망간을 포함하는 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매에 있어서, 상기 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매는 이온교환수지로부터 형성된 것을 특징으로 하는, 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매를 제공한다.

[0026] 또한, 본 발명의 다른 일 측면은, 망간(II) 염 용액에 이온교환수지를 침지하여 이온교환수지 내 망간이 포함되도록 이온교환하는 단계;

[0027] 이온교환된 이온교환수지를 건조시키는 단계;

[0028] 건조된 이온교환수지를 열처리하여 탄화 및 활성화시키는 단계;

[0029] 를 포함하는,

[0030] 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매 제조방법을 제공한다.

[0032] 나아가, 본 발명의 또 다른 일 측면은, 상기 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매를 포함하는 과산화수소 분해장치를 제공한다.

[0034] 또한, 본 발명의 다른 일 측면은, 상기 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매를 과산화수소에 침지시켜 상기 과산화수소를 물과 산소로 분해시키는 단계;

[0035] 잔류하는 촉매를 회수하는 단계;

[0036] 를 포함하는,

[0037] 과산화수소 분해방법을 제공한다.

발명의 효과

[0039] 본 발명의 일 측면에서 제공되는 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매는 이온교환수지의 탄화 활성화를 통해 쉽게 제조할 수 있으며, 촉매 내 망간 함유량과 기공특성 제어를 통해 종래의 과산화수소 분해 촉매에 비해 더욱 안전하고 높은 과산화수소 분해 효율을 달성할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0041] 도 1은 본 발명의 일 측면에서 제공되는 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매 제조시 탄화 활성화 단계에서 사용한 반응 장치를 나타내는 도면이다.

도 2는 촉매 내 다양한 망간 함유량에 따른 과산화수소 분해 효율을 비교한 결과를 나타내는 도면이다.

도 3은 촉매 내 다양한 비표면적에 따른 과산화수소 분해 효율을 비교한 결과를 나타내는 도면이다.

도 4는 금속을 담지하지 않은 구형활성탄소 (70x)을 나타내는 도면이다.

도 5는 실시예1-1 (70x)을 나타내는 도면이다.

도 6은 실시예1-4 (70x)을 나타내는 도면이다.

도 7은 실시예1-5 (70x)을 나타내는 도면이다.

도 8은 실시예1-9 (70x)을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0042] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.

[0044] 한편, 본 발명의 실시 형태는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명하는 실시 형태로 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명의 실시 형태는 당해 기술분야에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 나아가, 명세서 전체에서 어떤 구성요소를 "포함" 한다는 것은 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0046] 본 발명의 일 측면은, 망간을 포함하는 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매에 있어서, 상기 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매는 이온교환수지로부터 형성된 것을 특징으로 하는, 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매를 제공한다.

[0048] 이때, 상기 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매 100 중량% 중, 망간은 12 내지 16 중량% 범위로 포함될 수도 있고, 13 내지 16 중량% 범위로 포함될 수도 있고, 14 내지 16 중량% 범위로 포함될 수도 있고, 12 내지 15 중량% 범위로 포함될 수도 있고, 12 내지 14 중량% 범위로 포함될 수도 있고, 13 내지 15 중량% 범위로 포함될 수도 있고, 14 중량% 범위로 포함될 수도 있으나, 특별히 특정 함량으로 제한되는 것은 아니다.

[0050] 또한, 상기 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매의 비표면적은 1000 내지 1200 m²/g 범위일 수도 있고, 1020 내지 1200 m²/g 범위일 수도 있고, 1040 내지 1200 m²/g 범위일 수도 있고, 1060 내지 1200 m²/g 범위일 수도 있고, 1080 내지 1200 m²/g 범위일 수도 있고, 1100 내지 1200 m²/g 범위일 수도 있고, 1000 내지 1180 m²/g 범위일 수도 있고, 1000 내지 1160 m²/g 범위일 수도 있고, 1000 내지 1140 m²/g 범위일 수도 있고, 1000 내지 1120 m²/g 범위일 수도 있고, 1000 내지 1100 m²/g 범위일 수도 있고, 1020 내지 1180 m²/g 범위일 수도 있고, 1040 내지 1160 m²/g 범위일 수도 있고, 1060 내지 1140 m²/g 범위일 수도 있고, 1080 내지 1120 m²/g 범위일 수도

있고, $1100 \text{ m}^2/\text{g}$ 범위일 수도 있으나, 특별히 특정 비표면적으로 제한되는 것은 아니다.

- [0052] 상기 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매는, 이온 교환되어 망간을 포함하는 이온교환수지가 탄화 및 활성화되어 제조된 것일 수 있다. 또한, 상기 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매는 구형(球形) 형태일 수 있고, 구형 형태의 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매는 평균직경이 0.1 내지 5.0 mm 범위일 수도 있고, 0.2 내지 5.0 mm 범위일 수도 있고, 0.3 내지 5.0 mm 범위일 수도 있고, 0.1 내지 4.0 mm 범위일 수도 있고, 0.1 내지 3.0 mm 범위일 수도 있고, 0.1 내지 2.0 mm 범위일 수도 있고, 0.1 내지 1.0 mm 범위일 수도 있고, 0.1 내지 5.0 mm 범위일 수도 있고, 0.1 내지 1.0 mm 범위일 수도 있고, 0.1 내지 0.5 mm 범위일 수도 있고, 0.1 내지 0.3 mm 범위일 수도 있고, 0.2 내지 1.0 mm 범위일 수도 있고, 0.3 내지 0.5 mm 범위일 수도 있으나, 특정 평균직경 값으로 제한되는 것은 아니다.
- [0054] 본 발명의 다른 일 측면은, 망간(II) 염 용액에 이온교환수지를 침지하여 이온교환수지 내 망간이 포함되도록 이온교환하는 단계;
- [0055] 이온교환된 이온교환수지를 건조시키는 단계;
- [0056] 건조된 이온교환수지를 열처리하여 탄화 및 활성화시키는 단계;
- [0057] 를 포함하는,
- [0058] 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매 제조방법을 제공한다.
- [0060] 이때, 상기 망간(II) 염은 망간 니트레이트(manganese nitrate), 망간 아세테이트(manganese acetate), 망간 클로라이드(manganese chloride), 망간 아세틸아세토네이트(manganese acetylacetonate), 망간 브로마이드(manganese bromide), 망간 카보네이트(manganese carbonate), 망간 플루오라이드(manganese fluoride), 망간 아이오다이드(manganese iodide), 망간 설페이트(manganese sulfate) 등을 단독으로, 또는 조합하여 사용할 수 있으나, 특별히 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0062] 상기 건조는 50 내지 150℃에서 수행할 수 있고, 상기 열처리는 800 내지 1100℃에서 수행할 수 있으나, 특별히 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0064] 본 발명의 또 다른 일 측면은, 상기 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매를 포함하는 과산화수소 분해장치를 제공한다.
- [0066] 본 발명의 다른 일 측면은, 상기 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매를 과산화수소에 침지시켜 상기 과산화수소를 물과 산소로 분해시키는 단계;
- [0067] 잔류하는 촉매를 회수하는 단계;
- [0068] 를 포함하는,
- [0069] 과산화수소 분해방법을 제공한다.
- [0071] 본 발명의 일 측면에서 제공되는 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매는 이온교환수지의 탄화 활성화를 통해 쉽게 제조할 수 있으며, 촉매 내 망간 함유량과 기공특성 제어를 통해 종래의 과산화수소 분해 촉매에 비해 더욱 안전하고 높은 과산화수소 분해 효율을 달성할 수 있는 효과가 있으며, 이는 후술하는 실시예, 실험예에 의해 직접적으로 뒷받침된다.

[0073] 이하, 본 발명을 실시예 및 실험예를 통해 상세히 설명한다.

[0074] 단, 후술하는 실시예 및 실험예는 본 발명을 일 측면에서 구체적으로 예시하는 것일 뿐, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.

[0076] <실시예 1> 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매 제조

[0077] 본 발명의 일 측면에서 제공되는 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매를 아래와 같이 제조하였다.

[0079] Mn(NO₃)₂를 포함하는 수용액에 이온교환수지(Gel 타입의 강산성 양이온 수지이며 제품명은 AMBERLITE™ IRC 120 H Ion Exchange Resin, 입수처는 Dow chemical이다)를 침지하여 이온교환을 유도하였다. 이에, 망간이 담지된 이온교환수지를 얻고, 이를 100℃에서 하루 동안 건조하였다. 이후, 질소(N₂) 분위기하에서 900℃로 열처리하여 이온교환수지를 탄화 및 활성화하여 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매를 제조하였다. 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매 제조시 사용한 반응 장치를 도 1에 나타내었다.

[0081] 상기 Mn(NO₃)₂를 포함하는 수용액(즉, 전구체 용액) 농도와, 탄화 및 활성화 시간을 다르게 조절하여 촉매 내 망간 함량(중량%)과 비표면적(m²/g)을 조절하였으며, 그 결과를 하기 표 1, 표 2에 나타내었다.

표 1

[0083]

실시예	Mn 함량 (wt%)	BET 표면적 (m ² /g)	PV _{meso} (cm ³ /g)*	PV _{micro} (cm ³ /g)*	촉매 제조시 사용한 전구체 용액 농도 및 활성화 시간
1-1	5%	1124	0.36 (51%)	0.34 (49%)	0.1 N, 5 h
1-2	10%	1122	0.32 (48%)	0.34 (52%)	0.2 N, 5 h
1-3	14%	1116	0.81 (75%)	0.27 (25%)	0.3 N, 5.5 h
1-4	18%	1118	0.87 (76%)	0.27 (24%)	0.3 N, 6.5 h

표 2

[0085]

실시예	Mn 함량 (wt%)	BET 표면적 (m ² /g)	PV _{meso} (cm ³ /g)*	PV _{micro} (cm ³ /g)*	촉매 제조시 사용한 전구체 용액 농도 및 활성화 시간
1-5	14%	500	0.12 (43%)	0.16 (57%)	1 N, 1.5 h
1-6	14%	780	0.39 (63%)	0.23 (37%)	0.5 N, 3.5 h
1-7	14%	1100	0.81 (75%)	0.27 (25%)	0.3 N, 5.5 h
1-8	14%	1330	0.83 (80%)	0.21 (20%)	0.2 N, 8 h
1-9	14%	1450	0.95 (86%)	0.16 (14%)	0.18 N, 7h

[0086] *: 괄호 안의 값은 total pore volume ($PV_{\text{meso}} + PV_{\text{micro}}$)에 대한 백분율 값임

[0088] <실험예 1> 망간 함량에 따른 과산화수소 분해효율 평가

[0089] 본 발명의 일 측면에서 제공되는 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매 내 망간 함량에 따른 과산화수소 분해효율을 아래와 같이 평가하였다.

[0091] 상기 실시예 1-1 내지 1-4에서 제조한 활성탄소 촉매 0.05 g과, 30%(v/v) 과산화수소 용액 200 cc를 반응시켰다. 상기 반응은 500 ml 용량의 초자 반응기에서 진행되었다. 200 cc의 30%(v/v) 과산화수소 용액을 반응기에 채워 넣은 후, 촉매 컨테이너에 제조한 활성탄소 촉매 0.05 g을 담았다. 반응기를 모두 닫은 상태에서 컨테이너를 과산화수소 용액으로 투하시켜 반응을 개시하였다. 반응을 통해 발생하는 산소 기체를 수분 트랩을 거쳐 수증기를 제거한 후 Mass flow meter에 통과시켜 유량을 30초마다 측정하였다.

[0093] 그 결과를 도 2에 나타내었다.

[0095] 도 2에 나타난 바와 같이, 촉매 총 100 중량% 중 망간이 14 중량% 포함된 실시예 1-3 촉매가 가장 우수한 과산화수소 분해효율을 나타냈다. 이로부터, 망간이 14 중량% 포함된 촉매가 산소 발생 프로파일을 가장 일정하게 유도할 수 있음을 알 수 있다.

[0097] <실험예 2> 기공 특성에 따른 과산화수소 분해효율 평가

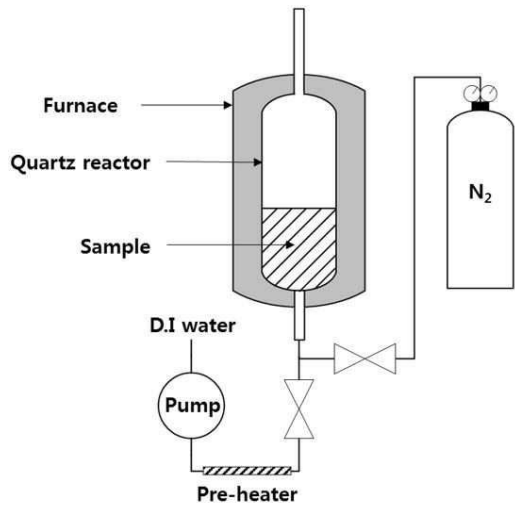
[0098] 본 발명의 일 측면에서 제공되는 과산화수소 분해용 활성탄소 촉매 내 기공 특성에 따른 과산화수소 분해효율을 평가하기 위하여 실시예 1-5 내지 1-9에서 제조한 활성탄소 촉매를 사용하여, 상기 실험예 1과 동일한 방법으로 과산화수소 분해효율을 평가하였다.

[0100] 그 결과를 도 3에 나타내었다.

[0102] 도 3에 나타난 바와 같이, 비표면적 $1000 \text{ m}^2/\text{g}$ 이하인 활성탄소 촉매는 초기에 빠른 반응속도를 보이다가 산소 발생 유량이 $0.5 \text{ L}/\text{min}$ 으로 급격하게 감소한다. 이러한 이유로는 수용액상에서 반응이 유리하려면 메조(meso) 크기 기공의 발달이 중요한데, 이들 촉매의 경우에는 전체 기공부피도 작을뿐더러 메조 기공 부피(meso pore volume)의 백분율이 70% 미만으로 충분하지 않아 반응 용액(과산화수소)이 기공 내로 쉽게 확산되지 못하고 활성탄소 표면의 활성 사이트(active site)와만 접촉하게 되므로 초기에만 반응 활성을 보이는 것으로 판단된다. 그러나, 비표면적이 $1000 \text{ m}^2/\text{g} \sim 1400 \text{ m}^2/\text{g}$ 인 활성탄소 촉매의 경우 산소 발생 유량이 비교적 일정하게 유지되는 경향을 보여주었다. 이들은 메조 기공 부피(meso pore volume) 백분율이 70%~80%로 메조 기공(meso pore)이 충분히 형성되어 반응 용액이 기공 내에 쉽게 확산되며 생성된 기체(산소) 또한 쉽게 빠져나가 반응물과 생성물의 교환이 원활하게 이루어진다. 반면, 비표면적이 $1450 \text{ m}^2/\text{g}$ 인 촉매의 경우 $1330 \text{ m}^2/\text{g}$ 인 촉매보다 활성이 낮은 결과를 보였다. 이는 $1450 \text{ m}^2/\text{g}$ 시료가 과활성화(over activation)되어 기공이 붕괴됨으로써 발생하는 결과임을 알 수 있다. 따라서 활성탄소 촉매의 성능은 형성된 기공부피, 메조 및 미세기공의 형성비율등 기공 특성과 밀접하게 관련이 있음을 알 수 있다.

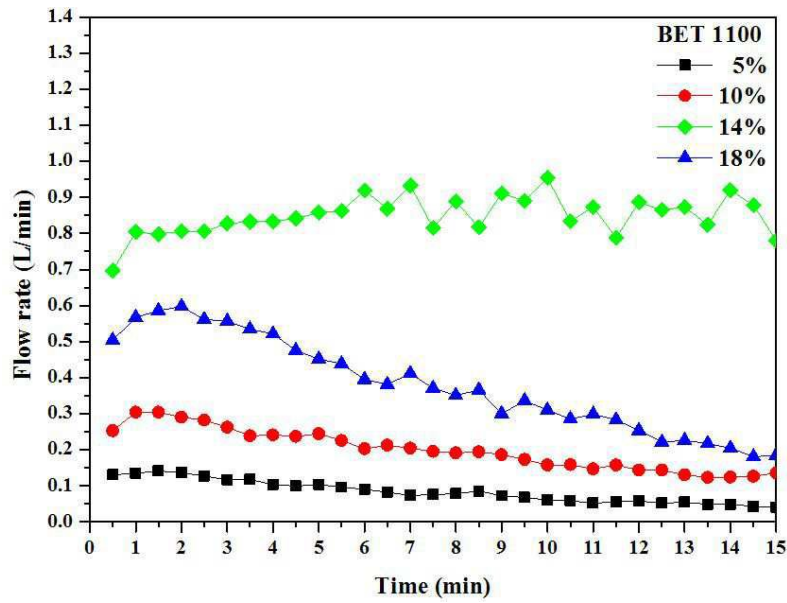
도면

도면1

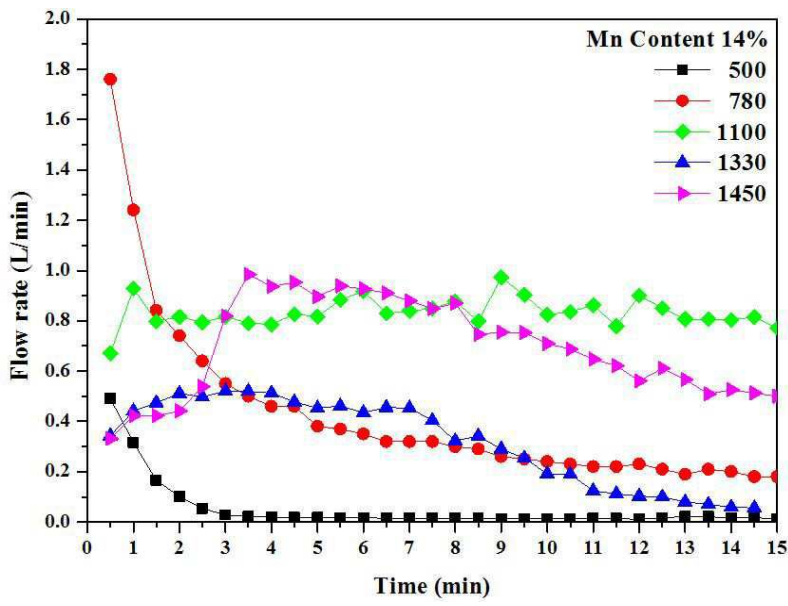


Carbonization/Activation

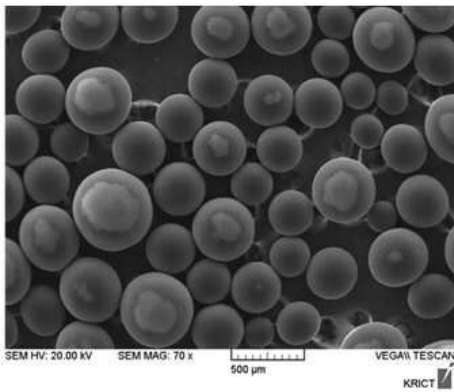
도면2



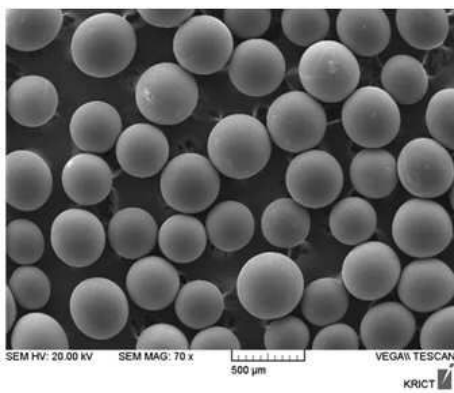
도면3



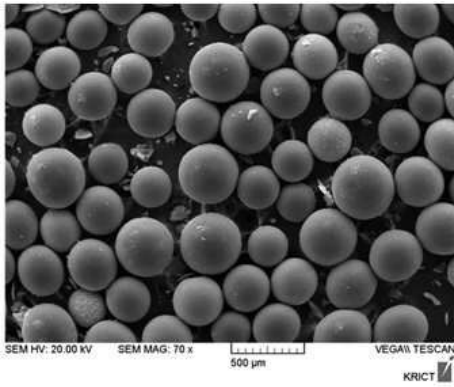
도면4



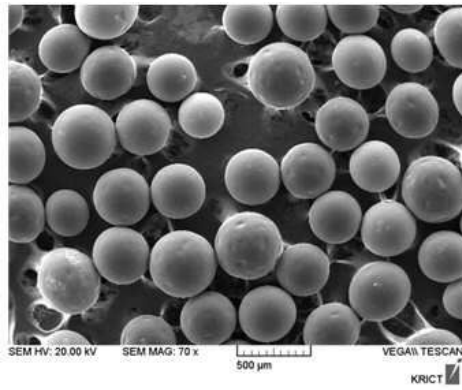
도면5



도면6



도면7



도면8

