



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0081969
(43) 공개일자 2021년07월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C08J 3/075 (2006.01) B01J 20/26 (2006.01)

C08F 265/10 (2006.01) C08J 3/24 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C08J 3/075 (2013.01)

B01J 20/261 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0174426

(22) 출원일자 2019년12월24일

심사청구일자 2019년12월24일

(71) 출원인

이화여자대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)

(72) 발명자

정재현

서울특별시 서대문구 홍제천로 136, 101동 1003호 (연희파크푸르지오)

조경숙

서울특별시 서초구 동광로1길 87, 501호 (서래빌딩)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김순웅

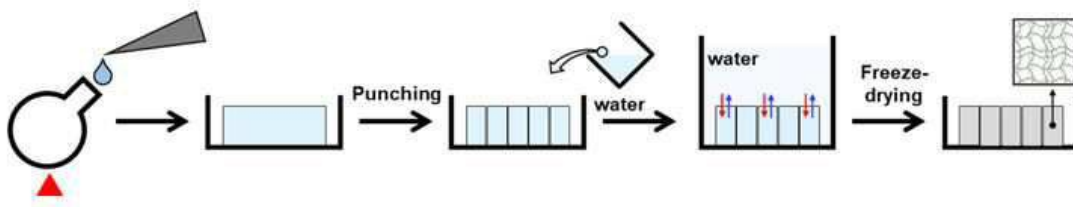
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 휘발성 유기화합물 흡수 및 제거용 스펀지형 친지성 겔의 제조 방법

(57) 요약

본 발명의 친지성 겔은 실리콘 단량체를 이용하여 중합한 중합체를 규격화 및 건조시켜 스펀지 형태의 물성을 나타낸다. 따라서, 본 발명의 친지성 겔은 실리콘 단량체 및 넓은 표면적으로 인해 유동성 기체 내에 존재하는 휘발성 유기화합물을 효율적으로 흡착할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류

C08F 265/10 (2013.01)

C08J 3/24 (2021.05)

(72) 발명자

신성규

부산광역시 동래구 아시안드대로207번길 58

장시내

서울특별시 서초구 방배로26길 71-1, 201호 (서리
풀 파크빌)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711082641

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 기후변화대응기술개발(R&D)

연구과제명 생활밀착형 VOCs 저감을 위한 보급형 전처리 장치와 댐핑 기술 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 이화여자대학교 산학협력단

연구기간 2019.01.20 ~ 2020.01.19

명세서

청구범위

청구항 1

1) 단량체 A, 가교제 B 및 아크릴아마이드를 혼합하는 단계로서,

A는 3-(트리메톡시실릴)프로필 메타크릴레이트, 메타크릴레이트, 메탈릴트리메틸실란, 알릴트리메틸실란, 비닐트리메틸실란, 트리메틸실릴 아크릴레이트, 트리메틸실릴 메타크릴레이트, 알릴옥시트리메틸실란, 2-메틸-1-(트리메틸실록시)-1-프로펜, 2-(트리메틸실록시)에틸 메타크릴레이트, 알릴옥시-터트-부틸다메틸실란 및 비닐트리메톡시실란으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나이고

B는 N,N-메틸렌비스아크릴아미드, 폴리에틸렌글라이콜다이아크릴레이트(poly(ethylene glycol)diacrylate), 에틸렌글라이콜다이아크릴레이트(ethylene glycol diacrylate), N,N'-1,2-다이하이드록시에틸렌비스아크릴아미드(N,N'-(1,2-dihydroxyethylene)bisacrylamide), 1,3-부테인디올 다이아크릴레이트(1,3-butanediol diacrylate), 1,6-헥세인디올 다이아크릴레이트(1,6-hexanediol diacrylate), 1,4-부테인디올 다이아크릴레이트(1,4-butanediol diacrylate), 글리세롤 1,3-다이글리세롤레이트 다이아크릴레이트(glycerol 1,3-diglycerolate diacrylate), 다이에틸렌글리콜 다이아크릴레이트(di(ethylene glycol) diacrylate), 네오펜틸글리콜 다이아크릴레이트(neopentyl glycol diacrylate) 및 폴리프로필렌글리콜 다이아크릴레이트(poly(propyleneglycol) diacrylate)로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나인 것인 단계;

2) 1) 단계의 혼합물에 개시제를 첨가하여 중합하는 단계;

3) 2) 단계의 반응물을 규격화하는 단계;

4) 3) 단계의 생성물을 물에 담지하는 단계; 및

5) 4) 단계의 생성물을 건조시키는 단계를 포함하는 친지성 겔의 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 1)단계의 단량체 A, 가교제 B 및 아크릴아마이드는 20 ~ 150: 1 : 2의 몰비로 혼합되는 것인 친지성 겔의 제조 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, A는 3-(트리메톡시실릴)프로필 메타크릴레이트인 것인 친지성 겔의 제조 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, B는 N,N-메틸렌비스아크릴아미드인 것인 친지성 겔의 제조 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 2)단계는 60 내지 100℃에서 12 내지 36시간 반응시켜 중합하는 것인 친지성 겔의 제조 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 2)단계의 개시제는 벤조일 퍼옥사이드, 아세틸 퍼옥사이드, 디라우릴 퍼옥사이드, 디-터트-부틸퍼옥사이드, 티-부틸 퍼옥시-2-에틸-헥사노에이트, 큐밀 하이드로퍼옥사이드, 하이드로젠 퍼옥사이드, 2,2'-아조비스(2-사이아노부탄), 2,2'-아조비스(메틸부티로니트릴), 아조비스(이소부티로니트릴) 및 아조비스디메틸-발레로니트릴로 이루어지는 군에서 선택되는 어느 하나인 것인 친지성 겔의 제조 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 3) 단계의 규격화는 직경 5 내지 11 mm의 원형으로 규격화하는 것인 친지성 겔의 제조 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 5) 단계의 건조는 동결건조인 것인 친지성 겔의 제조 방법.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항의 방법으로 제조된 친지성 겔.

청구항 10

제9항에 있어서, 친지성 겔은 스폰지 구조인 것인 친지성 겔.

청구항 11

제9항에 따른 친지성 겔을 포함하는 유기 화합물 흡수용 조성물.

청구항 12

제11항에 따른 유기 화합물 흡수용 조성물을 휘발성 유기화합물과 접촉시키는 단계를 포함하는 휘발성 유기화합물의 제거 방법.

청구항 13

3-(트리메톡시실릴)프로필 메타크릴레이트, N,N-메틸렌비스아크릴아미드 및 아크릴아마이드를 20 ~ 150: 1 : 2의 몰비로 포함하는 친지성 겔.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 휘발성 유기화합물 흡수 및 제거용 스폰지형 친지성 겔의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전 세계적으로 산업이 발달하고 인구가 증가함에 따라 각종 오염원의 배출량이 증가하고 있는 가운데, 특히 휘발성 유기화합물(Volatile organic compounds, VOCs)과 같은 유해물질이 대기, 토양 및 수계로 배출되어 문제가 되고 있다. VOCs는 상온, 상압에서 액체나 고체상으로 존재할 수 있으며, 대기 중에서는 높은 증기압으로 인해 쉽게 증발되는 탄화수소화합물을 의미한다. VOCs는 토양, 습지, 초지와 같은 자연환경에서 일부 배출되지만(Guenther et al., 1995), 일반적으로 유기용제 사용시설, 자동차 및 산업시설에서 상대적으로 많은 양이 배출된다(Yang et al., 2018; Zhang et al., 2017). VOCs는 증발된 이후에 악취가 나고, 대기 중에서 광화학 반응을 일으켜 광화학 스모그를 유발할 수 있다(Shen et al., 2013). 또한, 발암성을 지닌 독성 물질로서 인간에게 장기간 노출 시 심각한 영향을 초래하며, 다량 섭취 시에는 급성, 만성 중독현상, 발암, 유전자 변이 및 기형 등을 유발할 수 있다(Padhi and Gokhale, 2014). 산업 시설에서 배출되는 VOCs를 저감 및 제거하기 위해 VOCs 흡착법과 화학적 산화법에 대한 연구가 이루어져왔다. VOCs 흡착법은 산업 시설에서 배출되는 VOCs를 다양한 흡착물질로 대기에 용존하는 VOCs를 제거할 수 있지만, 기존 설비에 응축 및 분리 시설과 흡착 후 흡착물질을 세척 및 처리 시설을 더 구비해야 한다는 단점이 있다(Yun and Kim, 2017; Fang et al., 2016; Dumont et al., 2012; Darracq et al., 2012). UV 반응기와 이온 플라즈마 공정과 같은 화학적 산화법도 대기 상에 존재하는 VOCs를 제거하는 데에 이용될 수 있으나, 산화 과정에서 응집, 침전과 같은 과정을 수행하기 위해 넓은 시설 부지와 높은 에너지가 필요하다는 단점이 있다(Kang et al., 2017; Park and Jo, 2014). 또한, VOCs를 저감하기 위한 수단으로 응축, 저장, 침전, 분리와 같은 VOCs 흡수 과정을 포함한 장치나 설비에서 VOCs를 유입할 때 불규칙적으로 고농도의 VOCs가 유입되는 현상이 발생한다. 이는 환경 조건에 따라 급격한 온도 상승을 초래하여 안전사고의 발생을 높이며, 이에 따라 VOCs 처리 장치에서 불규칙적 또는 간헐적으로 유입되는 고농도의 VOCs를 신속하게 흡수할 수 있는 전처리 댐핑(damping) 기술이 필요하다(Zhang et al., 2017; Muzenda, 2013). 최근에는 소수성 고분자와 실리콘 오일(silicon oil)을 이용하여 VOC 흡수 및 제거용 소재를 제조함으로써, 기존의 VOCs 제거용 설비 대신 이용하거나, 종래의 대형 설비에 적용하여 설비 내 VOCs의 과도한 축적을 방지하기 위한 방법이 연구되고 있다(Montes et al., 2011; Darracq et al., 2010; Ono et al., 2007).

[0003] 한편, VOCs 저감 장치에서 사용되는 실리콘 오일은 교체 시 액상 형태의 잔여물로 저감 장치의 고장 및 사고 원인이 되는데, 이러한 문제점을 극복하기 위해 본 발명자들은 실리콘 단량체를 접목한 친지성 겔을 설계하여 본

발명을 완성하였다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) PCT/EP2010/005502

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명에서는

[0006] 1) 단량체 A, 가교제 B 및 아크릴아마이드를 혼합하는 단계로서,

[0007] A는 3-(트리메톡시실릴)프로필 메타크릴레이트, 메탈릴트리메틸실란, 알릴트리메틸실란, 비닐트리메틸실란, 트리메틸실릴 아크릴레이트, 트리메틸실릴 메타크릴레이트, 알릴옥시트리메틸실란, 2-메틸-1-(트리메틸실록시)-1-프로펜, 2-(트리메틸실록시)에틸 메타크릴레이트, 알릴옥시-터트-부틸디메틸실란 및 비닐트리메톡시실란으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나이고

[0008] B는 N,N-메틸렌비스아크릴아미드, 폴리에틸렌글라이콜다이아크릴레이트(poly(ethylene glycol)diacrylate), 에틸렌글라이콜다이아크릴레이트(ethylene glycol diacrylate), N,N'-1,2-다이하이드록시에틸렌비스아크릴아미드(N,N'-(1,2-dihydroxyethylene)bisacrylamide), 1,3-부테인디올 다이아크릴레이트(1,3-butanediol diacrylate), 1,6-헥세인디올 다이아크릴레이트(1,6-hexanediol diacrylate), 1,4-부테인디올 다이아크릴레이트(1,4-butanediol diacrylate), 글리세롤 1,3-다이글리세롤레이트 다이아크릴레이트(glycerol 1,3-diglycerolate diacrylate), 다이에틸렌글리콜 다이아크릴레이트(di(ethylene glycol) diacrylate), 네오펜틸글리콜 다이아크릴레이트(neopentyl glycol diacrylate) 및 폴리프로필렌글리콜 다이아크릴레이트(poly(propyleneglycol) diacrylate)로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나인 것인 단계;

[0009] 2) 1) 단계의 혼합물에 개시제를 첨가하여 중합하는 단계;

[0010] 3) 2) 단계의 반응물을 규격화하는 단계;

[0011] 4) 3) 단계의 생성물을 물에 담지하는 단계; 및

[0012] 5) 4) 단계의 생성물을 건조시키는 단계를 포함하는 친지성 겔의 제조 방법을 제공하는 것을 목표로 한다.

[0013] 또한 본 발명에서는 상기 제조방법에 의해 제조된 친지성 겔을 제공하는 것을 목표로 한다.

[0014] 또한 본 발명에서는 상기 친지성 겔의 용도를 제공하는 것을 목표로 한다.

과제의 해결 수단

[0015] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 하나의 양태는

[0016] 1) 단량체 A, 가교제 B 및 아크릴아마이드를 혼합하는 단계로서,

[0017] A는 3-(트리메톡시실릴)프로필 메타크릴레이트, 메탈릴트리메틸실란, 알릴트리메틸실란, 비닐트리메틸실란, 트리메틸실릴 아크릴레이트, 트리메틸실릴 메타크릴레이트, 알릴옥시트리메틸실란, 2-메틸-1-(트리메틸실록시)-1-프로펜, 2-(트리메틸실록시)에틸 메타크릴레이트, 알릴옥시-터트-부틸디메틸실란 및 비닐트리메톡시실란으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나이고

[0018] B는 N,N-메틸렌비스아크릴아미드, 폴리에틸렌글라이콜다이아크릴레이트(poly(ethylene glycol)diacrylate), 에틸렌글라이콜다이아크릴레이트(ethylene glycol diacrylate), N,N'-1,2-다이하이드록시에틸렌비스아크릴아미드(N,N'-(1,2-dihydroxyethylene)bisacrylamide), 1,3-부테인디올 다이아크릴레이트(1,3-butanediol diacrylate), 1,6-헥세인디올 다이아크릴레이트(1,6-hexanediol diacrylate), 1,4-부테인디올 다이아크릴레이트(1,4-butanediol diacrylate), 글리세롤 1,3-다이글리세롤레이트 다이아크릴레이트(glycerol 1,3-diglycerolate diacrylate), 다이에틸렌글리콜 다이아크릴레이트(di(ethylene glycol) diacrylate), 네오펜틸

글리콜 다이아크릴레이트(neopentyl glycol diacrylate) 및 폴리프로필렌글리콜 다이아크릴레이트(poly(propyleneglycol) diacrylate)로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나인 것인 단계;

[0019] 2) 1) 단계의 혼합물에 개시제를 첨가하여 중합하는 단계;

[0020] 3) 2) 단계의 반응물을 규격화하는 단계;

[0021] 4) 3) 단계의 생성물을 물에 담지하는 단계; 및

[0022] 5) 4) 단계의 생성물을 건조시키는 단계를 포함하는 친지성 겔의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0023] 상기 1) 단계는 친지성 겔을 중합하기 위해 단량체 A, 가교제 B 및 아크릴아마이드를 혼합하여 균일한 상태의 혼합 용액을 제조하는 단계이다.

[0024] 본 명세서에서 언급되는 휘발성 유기화합물은 기상의 물질로 간주되며, 이하에서는 휘발성 유기화합물로 칭하였으나, 기상의 물질로 그 범위가 확대될 수 있다.

[0025] 또한 본 명세서에서 언급되는 휘발성 유기화합물은 앞뒤 문맥에 따라 휘발성 유기화합물로부터 유래되는 중간 분해산물 또는 분해산물도 포함하여 해석될 수 있다.

[0026] 상기 단량체 A는 실리콘을 함유하는 단량체로서, 실리콘을 함유함에 따라 효율적으로 휘발성 유기화합물을 흡착할 수 있다. 구체적인 일 실시 양태에서, 상기 단량체 A는 3-(트리메톡시실릴)프로필 메타크릴레이트, 메타크릴레이트, 메탈릴트리메틸실란, 알릴트리메틸실란, 비닐트리메틸실란, 트리메틸실릴 아크릴레이트, 트리메틸실릴 메타크릴레이트, 알릴옥시트리메틸실란, 2-메틸-1-(트리메틸실록시)-1-프로펜, 2-(트리메틸실록시)에틸 메타크릴레이트, 알릴옥시-터트-부틸디메틸실란 및 비닐트리메톡시실란으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나일 수 있다. 바람직하게는 상기 단량체 A는 3-(트리메톡시실릴)프로필 메타크릴레이트일 수 있다.

[0027] 상기 가교제 B는 친지성 겔이 가교될 수 있도록 중합체 사슬 간의 가교를 형성시키는 역할을 수행한다. 구체적인 일 실시양태에서, 상기 가교제 B는 N,N-메틸렌비스아크릴아미드, 폴리에틸렌글라이콜다이아크릴레이트(poly(ethylene glycol)diacrylate), 에틸렌글라이콜다이아크릴레이트(ethylene glycol diacrylate), N,N'-1,2-다이하이드록시에틸렌비스아크릴아미드(N,N'-(1,2-dihydroxyethylene)bisacrylamide), 1,3-부테인디올 다이아크릴레이트(1,3-butanediol diacrylate), 1,6-헥세인디올 다이아크릴레이트(1,6-hexanediol diacrylate), 1,4-부테인디올 다이아크릴레이트(1,4-butanediol diacrylate), 글리세롤 1,3-다이글리세롤레이트 다이아크릴레이트(glycerol 1,3-diglycerolate diacrylate), 다이에틸렌글리콜 다이아크릴레이트(di(ethylene glycol) diacrylate), 네오펜틸 글리콜 다이아크릴레이트(neopentyl glycol diacrylate) 및 폴리프로필렌글리콜 다이아크릴레이트(poly(propyleneglycol) diacrylate)로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나일 수 있다. 바람직하게는 상기 가교제 B는 N,N-메틸렌비스아크릴아미드일 수 있다.

[0028] 상기 1)단계의 단량체 A, 가교제 B 및 아크릴아마이드는 20 ~ 150: 1 : 2의 몰비로 혼합되는 것일 수 있다. 상기 몰 비에 의해 조성물 내의 실리콘의 함량이 결정되어 친지성 겔의 휘발성 유기화합물의 흡수 능력을 조절할 수 있다.

[0029] 상기 2) 단계는 혼합물에 개시제를 첨가하여 혼합물들을 원료로 중합체를 형성하는 단계이다. 상기 개시제는 중합체 합성에 있어서 통상적으로 사용되는 개시제, 예를 들어 AIBN (Azobisisobutyronitrile), AMVN (2,2'-azobis (2,4-dimethylvaleronitrile)) 및 AAPH (2,2'-azobis (2-amidinopropane) dehydrochloride), 일 수 있다.

[0030] 상기 2)단계는 60 내지 100℃에서 12 내지 36시간 반응시켜 중합하는 것일 수 있다. 구체적인 일 실시양태에서 상기 2)단계는 70 내지 80℃에서 대략 20 내지 28시간, 바람직하게 약 24시간 반응시켜 중합하는 것이 바람직하다. 이러한 중합 반응은 통상의 유기 용매 조건 하에 수행될 수 있으며, 예를 들어 DMSO(dimethyl sulfoxide), Heptane, Hexane, Octane, Nonane, Decane, Octanol, Dichloromethane, Diethylether, Dimethylether, Dipropylether, Dihexylether, Dibutylether, Dipentylether, Dihepylether, Pyridine, Tetrahydrofuran, Acetone, Acetonitrile 및 DMF(Dimethylformamide) 등을 이용하는 것이 바람직하다.

[0031] 상기 3) 단계는 2)단계에서 중합된 중합체를 규격화시키는 단계이다.

[0032] 본 발명에서 규격화란 규격화된 성형을 의미할 수 있다. 즉, 제조된 일정 두께, 넓이, 및/또는 길이를 가질 수 있도록 제조된 중합체를 절단하거나 성형하는 것을 의미한다.

- [0033] 구체적 일 실시양태에서 규격화는 직경 5 내지 11 mm의 원형으로 규격화하는 것일 수 있다. 바람직하게는 직경 8 mm의 원형으로 규격화될 수 있고, 이의 두께는 6 내지 12 mm일 수 있다.
- [0034] 상기 4) 단계는 3) 단계에서 규격화된 중합체를 물에 담지하여 겔 내의 유기용매를 물로 치환시키는 단계이다. 즉, 제조된 중합체를 액체질소를 사용하여 겔 내부의 유기 용매를 냉각시킨 뒤, 이를 물에 담지함으로써 겔 구조는 유지하고 유기 용매를 녹이면서 겔 내부를 물로 치환하고, 동결건조를 통해 겔 내부의 물을 제거하여 휘발성 유기화합물을 보다 더 효율적으로 흡착할 수 있는 스폰지 형태의 친지성 겔을 제조할 수 있게 한다.
- [0035] 상기 5) 단계는 4)단계의 생성물을 건조시켜 스폰지형 구조를 생성시키는 단계이다. 5)단계의 건조 과정을 통해 친지성 겔은 스폰지형 물성을 갖게 되어 넓은 표면적을 갖게 됨에 따라 휘발성 유기화합물을 효율적으로 흡착할 수 있게 된다. 정상압 건조, 공기 스트림 건조, 벨트 건조, 유체화-베드 건조, 동결 건조, 또는 초임계 CO₂ 건조일 수 있다. 바람직하게는 상기 건조는 동결건조일 수 있다. 이에 따라, 스폰지형 물성을 갖는 친지성 겔을 보다 잘 형성할 수 있다.
- [0036] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또다른 양태는 상기 방법으로 제조된 친지성 겔을 제조하는 것이다. 상기 제조방법으로 제조된 친지성 겔은 스폰지형 물성을 갖게 되어 넓은 표면적을 갖게 됨에 따라 휘발성 유기화합물을 효율적으로 흡착할 수 있게 된다.
- [0037] 구체적으로, 본 발명에 따른 친지성 겔은 실리콘 단량체 및 넓은 표면적으로 인해 유동성 기체 내에 존재하는 휘발성 유기화합물을 효율적으로 흡착할 수 있다. 본 발명의 구체적 일 실시양태에 따르면, 유동 기체에 존재하는 휘발성 유기화합물을 넓은 표면적으로 흡착할 수 있는 효과를 가진다.
- [0038] 즉, 본 발명은 상기 방법으로 제조된 친지성 겔을 포함하는 휘발성 유기화합물 흡수용 조성물을 제공한다.
- [0039] “VOC (Volatile Organic Compounds)”는 상온, 상압에서는 액체나 고체상으로 존재할 수 있으며, 대기 중에서는 높은 증기압으로 인해 쉽게 증발되는 휘발성 유기화합물을 의미하며, 탄소와 수소를 포함하는 탄화 수소, 할로젠화탄화수소, 질소나 황을 함유하는 탄화수소 등 상온, 상압 조건에서 기체 상태로 존재할 수 있는 모든 유기화합물을 의미한다. 예를 들어, 이러한 휘발성 유기 화합물은 벤젠, 톨루엔, 자일렌, 메틸 에틸 케톤, 아세톤, 이소프로필 알콜, 글라이콜 에테르, 원유정제화합물, 납사 등이 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0040] 본 발명에 따른 휘발성 유기화합물 흡수용 조성물은 넓은 표면적을 가지면서 우수한 흡착 효율을 통해 유해물질로 휘발성 유기 화합물을 흡착 및 차단할 수 있어, 자동차 내장재, 가구, 음식점, 도장설비, 실내도장, 세탁, 인쇄 등으로 배출되는 VOCs 흡수용 흡수소재로 이용될 수 있다.
- [0041] 본 발명은 또한, 상기 방법으로 제조된 친지성 겔을 포함하는 휘발성 유기화합물 흡수용 조성물을 휘발성 유기화합물과 접촉시키는 단계를 포함하는 휘발성 유기화합물의 제거 방법을 제공한다.
- [0042] 본 발명은 또한, 3-(트리메톡시실릴)프로필 메타크릴레이트, N,N-메틸렌비스아크릴아미드 및 아크릴아마이드를 20 ~ 150: 1 : 2의 몰비로 포함하는 친지성 겔을 제공한다.
- [0043] 중복되는 내용은 본 명세서의 복잡성을 고려하여 생략하며, 본 명세서에서 달리 정의되지 않은 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상적으로 사용되는 의미를 갖는 것이다.

발명의 효과

- [0044] 본 발명의 친지성 겔은 실리콘 단량체를 이용하여 중합한 중합체를 규격화 및 건조시켜 스폰지 형태의 물성을 나타낸다. 따라서, 본 발명의 친지성 겔은 실리콘 단량체 및 넓은 표면적으로 인해 유동성 기체 내에 존재하는 휘발성 유기화합물을 효율적으로 흡착할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0045] 도 1은 실시예 1에 따른 친지성 겔의 제조 과정을 개략도로 나타낸 것이다.
- 도 2는 각각 (a) 스폰지 형태의 친지성 겔의 이미지 (b) 팽윤된 친지성 겔의 이미지 및 (c) 주사 전지현미경으로 관찰한 친지성 겔의 스폰지 구조 (하단) 스폰지형 친지성 겔의 내부구조 및 VOCs 흡수 기작을 나타낸 것이다.
- 도 3은 실시예 2에 따른 분배계수 측정 실험 과정을 개략도로 나타낸 것이다.

도 4는 3-(트리메톡시실릴)프로필 메타크릴레이트의 양과 분배 계수의 상관관계를 그래프로 나타낸 것이다.

도 5는 친지성 겔의 유동 기체 내 휘발성 유기화합물의 흡수율 측정 실험 과정을 개략도로 나타낸 것이다.

도 6은 친지성 겔의 유동 기체 내 휘발성 유기화합물의 흡수율 측정 실험 결과를 샘플 별로 나타낸 것이다.

도 7은 친지성 겔의 유동 기체 내 휘발성 유기화합물의 흡수율과 3-(트리메톡시실릴)프로필 메타크릴레이트의 양의 상관 관계를 그래프로 나타낸 것이다.

도 8은 톨루엔 유속에 따른 친지성 겔 샘플 B의 흡수율을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시예를 제시한다. 그러나 하기의 실시예는 본 발명을 보다 쉽게 이해하기 위하여 제공되는 것일 뿐, 실시예에 의해 본 발명의 내용이 한정되는 것은 아니다.

실시예 1. 친지성 하이드로겔의 제조

Silicone이 도입된 단량체 3-(트리메톡시실릴)프로필 메타크릴레이트 (3-(trimethoxysilyl)propyl methacrylate, MPTS)를 가교제 N,N-메틸렌비스아크릴아미드(N,N-methylenebisacrylamide, MBA)와 중합하여 VOCs 흡수용 친지성 겔을 제조하였다. 우선, MPTS와 아크릴아미드(acrylamide, AAm)의 농도, MBA의 농도를 실시예별로 조절하여 50 ml의 혼합 용액을 제조하였다. 그 후 DMSO(dimethyl sulfoxide)를 용매로 하여 개시제 AIBN(azobisisobutyronitrile)을 0.04 M 첨가하고, 500 ml 반응기에서 70~80℃ 상에서 24시간 동안 가열 및 겔화 후 직경 8mm의 펀치로 원형모양으로 규격화하였다. 제조된 겔은 증류수에 담지하여 겔 내부의 DMSO를 증류수로 치환한 뒤, 동결건조를 통하여 겔 내부에 기공을 도입하여 최종적으로 스폰지형의 친지성 겔을 제조하였다. 구체적인 제조 과정에 대한 개략도를 도 1에 나타내었다.

구체적인 실시예에 따른 농도를 하기 표 1에 나타내었으며, MPTS, AAm, MBA 및 개시제 AIBN의 농도에 따라 이들을 각각 샘플 A, B 및 C로 명명하였다.

[표 1]

샘플	MPTS(M)	AAm(M)	MBA(M)	AIBN(M)
A	2	0	0.02	0.04
B	1.4	0.6	0.02	0.04
C	0.6	1.4	0.02	0.04

제조된 친지성 겔의 형태를 도 2의 (a)에 나타내었으며, 팽윤된 친지성 겔의 형태를 도 2의 (b)에 나타내었으며, 내부 구조의 형태를 주사전자현미경으로 관찰하여 도 2의 (c)에 나타내었다.

실시예 2. 친지성 하이드로겔의 분배 계수 측정

규격화한 친지성 겔을 3 ml 부피로 바이알에 각각 담고 40,000 ppm의 농도로 VOCs를 주입하였다. 본 실험에서 VOCs 대표물질로 톨루엔을 선정하였다. 외부 환경과 차단시킨 뒤 상온에서 150 rpm으로 3시간 동안 기체상 톨루엔을 포화 및 안정화 시켰다. 최종적으로 바이알 내부의 안정화된 기체상을 GC-FID(7890A; HP-5 column, Agilent, USA)를 통하여 기체상 내부의 잔류 톨루엔량을 분석하여 분배계수(partition coefficient, P)를 계산하였다. 분배계수(P)는 평형 분배된 기체상에서의 VOCs 농도(C_g)와 평형 분배된 흡수제 상에서의 VOCs 농도(C_L)로 하기 식 1과 같이 계산할 수 있으며, 이는 제조된 친지성 겔의 VOCs 흡수 지표로 사용하였다. 구체적인 실험의 개략도를 도 3에 나타내었다.

$$P = \frac{C_g}{C_L}$$

..... 식 1

동일한 방법으로 바이알에 톨루엔만 40,000 ppm 농도로 주입한 것과 비교하여 친지성 겔의 분배계수를 분석하였다. 이때 평형 분배된 흡수제 상에서의 VOCs 농도는 주입한 초기 톨루엔의 질량(M)과 기체상의 부피(V_g) 및 VOCs 흡수제인 친지성 겔의 부피(V_L)를 사용하여 하기 식 2와 같이 계산하였다. C_g 는 3시간 후 안정화된 기체상을 GC-FID 분석으로 측정한 값을 사용하였다.

$$C_L = \frac{M_T - (C_G \times V_G)}{V_L}$$

[0057] 식 2

[0058] 도 4에서와 같이, 친지성 겔의 분배계수는 MPTS 농도가 2.0 M인 샘플 A에서 가장 작은 값을 보이며, 농도가 0.6 M인 샘플 C에서 가장 높은 값을 보임을 확인하였다. 이러한 결과는 평형 분배된 VOCs 농도가 클수록 분배계수 값은 작아지며, 친지성겔의 실리콘을 포함하는 단량체인 MPTS의 함량을 증가시킬수록 친지성 겔의 톨루엔 흡수능을 향상시킬 수 있음을 확인할 수 있었다.

[0059] **실시예 2. 유동 기체 상에서의 친지성 겔의 흡수율 측정**

[0060] 도 5의 개략도에 나타난 바와 같이, 친지성 겔이 담긴 유리 컬럼에 대상 VOCs가 담긴 테들러 백을 연결하고, 펌프를 이용하여 테들러 백의 VOCs를 흡입시키며 유동 기체상에서 친지성 겔의 흡수율을 측정하였다. 대상 VOCs는 톨루엔으로 선정하였고, 테들러 백의 기체상 톨루엔은 공기가 담긴 10L-테들러 백에 액상톨루엔을 주입한 후 40 °C에서 150 rpm으로 15시간 교반 후, 온도를 25 °C로 낮추어 52시간 동안 교반하여 제조하였다. 친지성 겔은 7 ml 유리 컬럼 내에 5 ml 부피로 채워 30분간 흡수된 톨루엔의 양을 GC-FID로 분석하였다. 흡입 펌프(AIRWELL2010, Odortech)를 사용하여 400 ml/min의 일정한 유속으로 톨루엔이 유리 컬럼을 통과시켜 inlet (●)의 면적과 outlet(○)의 면적의 차이를 통하여 흡수한 톨루엔 양을 계산하여 샘플 A,B,C 별로 그 결과를 각각 도 6의 a, b 및 c에 나타내었다. 또한 유리 컬럼 통과 전후의 톨루엔 농도를 GC-FID로 측정하여 친지성 겔의 흡수율을 계산하여 그 결과 MPTS의 농도 별로 도 7에 나타내었다.

[0061] 그 결과 실리콘 단량체 MPTS의 함량이 증가할 수록 분배계수는 증가하는 경향을 나타내었으나, 유동 기체 상에서의 흡수율은 실리콘 단량체 MPTS의 양에 비례하지 않고 1.4 M에서 가장 큰 값을 보였으며, 이는 MPTS의 양이 상대적으로 많은 2.0 M에서 러버한 성질을 나타내는 친지성 겔과 상대적으로 적은 1.4 M에서 스폰지 형태를 갖는 친지성 겔의 흡수율 차이를 보여주며, 이는 MPTS의 양 보다 친지성 겔의 형태 및 구조가 중요함을 보여주는 결과이다. 이를 통하여 친지성 겔을 스폰지 형태로 제조하면서 기체상의 유동 상태에 따라 친지성 겔의 VOCs 흡수율을 최적화 할 수 있다.

[0062] **실시예 3. 유동 기체 유속에 따른 친지성 겔의 흡수율 측정**

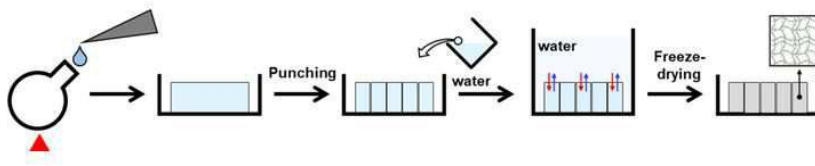
[0063] 실시예 2와 동일한 조건에서 톨루엔의 유속을 30 ml/min으로 낮추어 톨루엔과 친지성 겔의 접촉시간을 늘려주었다. 유속이 400 ml/min일 때 톨루엔의 농도를 도 8의 (a)에 나타내었고, 유속이 30 ml/min일 때 톨루엔의 농도를 도 8의 (b)에 나타내었고 유속에 따른 흡수율을 도 8의 (c)에 나타내었다. 유속이 30 ml/min일 때 MPTS 함량에 따른 흡수율을 도 8의 (d)에 나타내었다. 그 결과 톨루엔의 유속을 감소시키면 친지성 겔의 흡수율이 증가함을 확인할 수 있었다. 따라서 생활밀착형 VOCs 저감장치에서 운전 조건을 달리하여 흡수율을 조절할 수 있음을 확인하였다.

[0064] 도 8과 같이 MPTS 1.4 인 경우, 유속이 30ml/min일 때 흡수율이 무려 50% 이상 이었다. 일반적으로 MPTS의 양이 증가하면 흡수율도 함께 증가할 것이라 예상했지만, 너무 많이 MPTS가 첨가되면 오히려 스폰지 형태가 아닌 러버형태가 되어 흡수율이 떨어졌다. 따라서 본원 발명의 스폰지 형태 친지성 겔은 종래 러버 형태 겔 대비 VOCs 흡수율을 최대로 올릴 수 있는 친지성 겔임을 확인하였다.

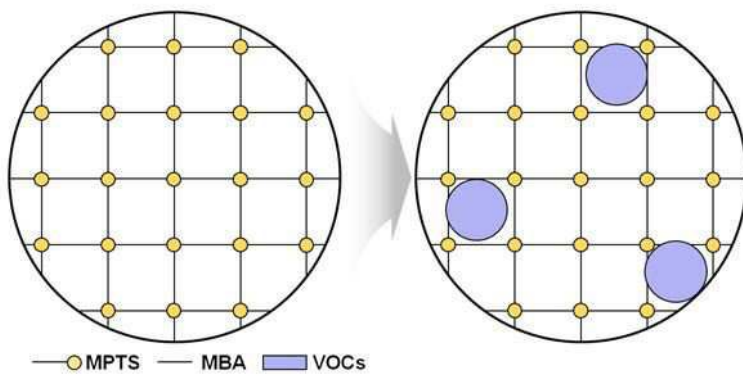
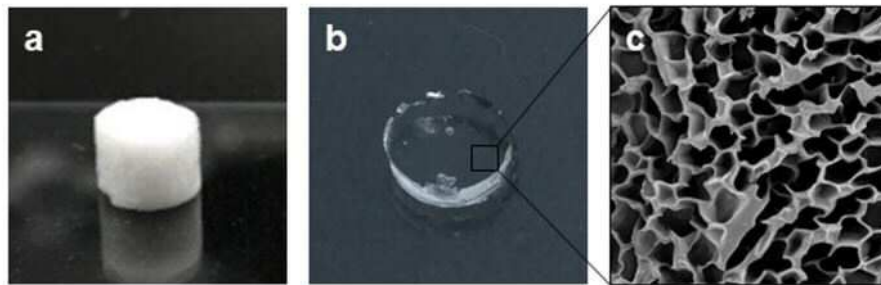
[0066] 이상과 같이 실시예를 통하여 본 발명을 설명하였다. 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 상술한 실험예들은 모든 면에 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해되어야 한다. 본 발명의 범위는 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 등가 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

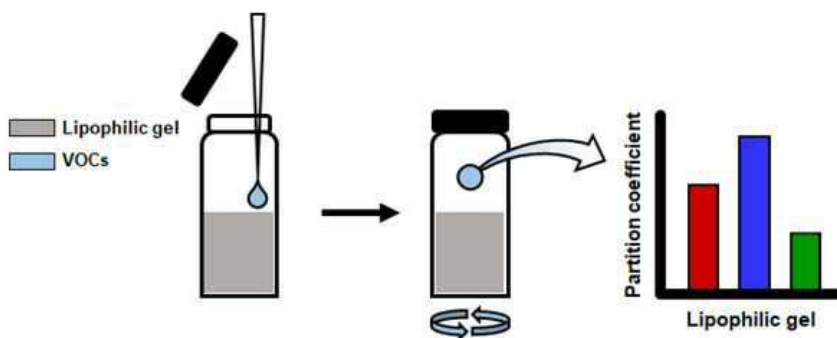
도면1



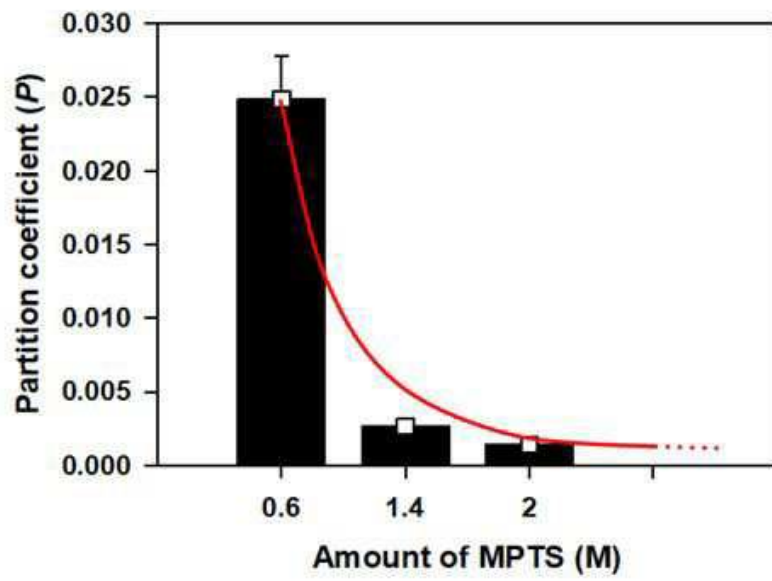
도면2



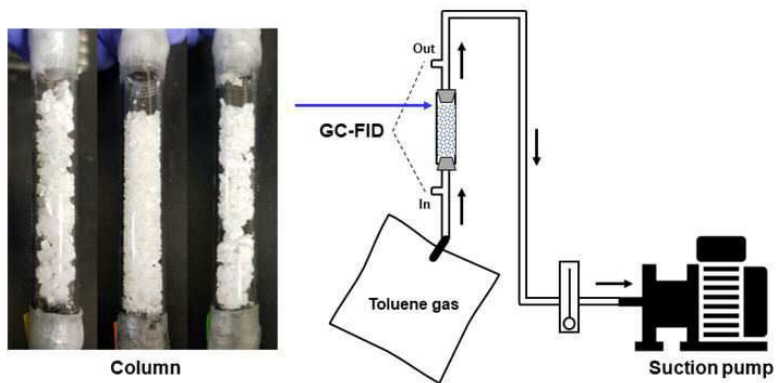
도면3



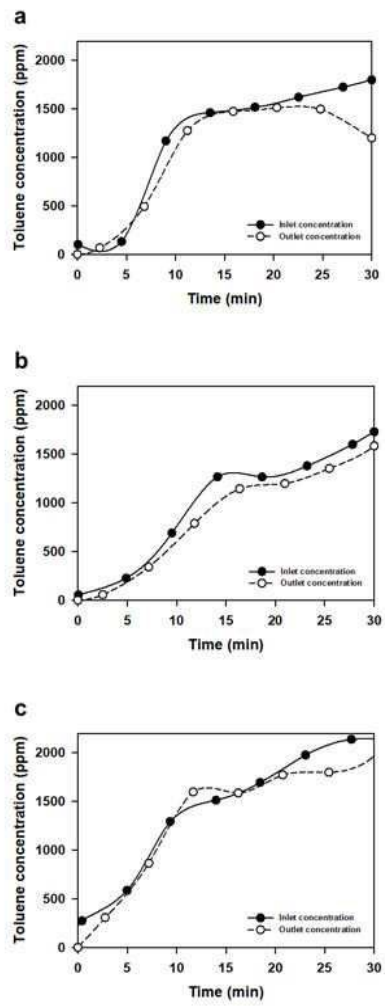
도면4



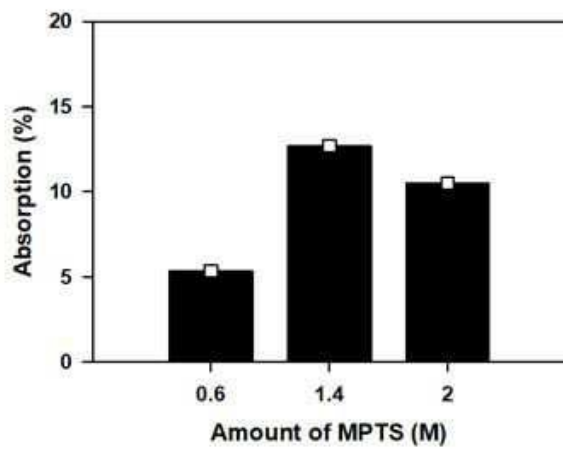
도면5



도면6



도면7



도면8

