

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁷ C07F 7/02	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2005년09월09일 10-0513604 2005년09월01일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-2002-0071571 2002년11월18일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2004-0043339 2004년05월24일
------------------------	--------------------------------	------------------------	--------------------------------

(73) 특허권자 삼성전자주식회사
 경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자 류이열
 대전광역시유성구전민동세종아파트110-304

 장석
 대전광역시유성구전민동462-5세종아파트107동402호

 김지만
 경기도수원시팔달구영통동황골마을1단지111동102호

 박재근
 대전광역시유성구전민동세종아파트103-1303

(74) 대리인 김학제
 문혜정

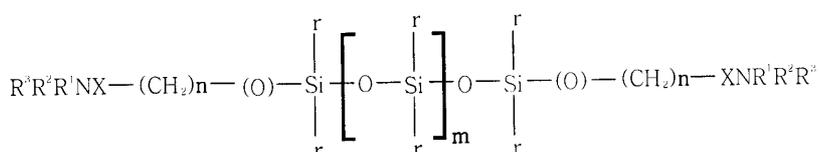
심사관 : 박상용

(54) 새로운 제미니형 계면활성제 및 이를 이용한 메조포러스물질의 제조방법

요약

본 발명은 새로운 제미니형 계면활성제 및 이를 이용한 메조포러스 물질의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 하기 화학식 1로 표시되는 제미니형 계면활성제 및 이를 구조 유도체로 이용한 메조포러스 물질의 제조방법에 관한 것이며, 본 발명에 의하여 10 nm 이하의 기공들이 균일하게 분포된 메조포러스 물질을 제공할 수 있다.

[화학식 1]



상기 식에서 R^1 및 R^2 는 각각 독립적으로 메틸 또는 에틸기이고, R^3 는 탄소수 5~40의 알킬기이며, X는 할로겐 원자이고, r은 각각 독립적으로 수소원자, 메틸기 또는 탄소수 1~10의 알콕시이며, n은 1~12의 정수이고, m은 0~10의 정수이다.

대표도

도 1

색인어

메조포러스(mesoporous), 제미니형 계면활성제, 구조 유도체, 기공

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 실시예 3에서 제조된 메조포러스 실리카 물질에 대한 X-선 회절 그래프;

도 2는 실시예 3에서 제조된 메조포러스 물질에 대하여 액체 질소 온도에서 구한 질소의 흡착-탈착 등온선(adsorption-desorption isotherm);

도 3은 도 2에서 나타난 질소의 흡착 등온선으로부터 BJH(Barrett-Joyner-Halenda) 방법으로 구한 기공크기 분포곡선(pore size distribution curve);

도 4는 실시예 4에서 제조된 메조포러스 물질에 대한 X-선 회절 그래프;

도 5는 도 4의 X-선 회절 그래프로부터 구한 각각의 메조포러스 실리카 물질들에 대한 격자상수 a 의 값을 계면활성제의 알킬사슬의 탄소수 n 으로 표시한 그래프; 및

도 6은 실시예 5에서 제조된 유기-무기 복합 골격을 갖는 메조포러스 물질에 대한 X-선 회절 그래프이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 새로운 계면활성제 및 이를 이용한 메조포러스 물질의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 실록산기가 포함된 새로운 제미니형 계면활성제 (gemini surfactant) 및 이를 구조 유도체(structure-directing agent)로 이용하여 10 nm 이하의 기공이 규칙적으로 배열된 메조포러스(mesoporous) 물질을 제조하는 방법에 관한 것이다.

1991년도에 모빌(Mobil)사의 연구진에 의하여 구조유도체로 이온성 계면활성제(ionic surfactants)를 이용하여 제조된 M41S 군(M41S family)이라고 명명된 새로운 형태의 메조포러스 분자체(mesoporous molecular sieve) 물질들이 미합중국 특허 제5,057,296호 및 제5,102,643호 등에 발표된 이래로, 이러한 메조포러스 분자체 물질에 대한 연구가 현재 전 세계적으로 활발히 진행되고 있다. 메조포러스 물질은 기존의 제올라이트나 AIPO 계통의 물질과 같이 기공의 크기가 1.5 nm 이하인 미세기공성(microporous) 물질과는 달리 그 기공의 크기를 중형기공(mesopore)의 범위(2~50 nm)로 확장시킴으로써 그 동안 분자체 물질의 응용에 있어서 제한이 되어왔던, 예를 들면 미세기공성 물질의 기공 크기보다 큰 크기를 갖는 분자들의 흡착 및 분리, 촉매전환 반응 등에 대한 분자체 물질의 응용이 가능하게 되었다. 모빌사에서 발표한 M41S 군에는, 일차원의 메조포러스 기공이 벌집과 같은 육방 배열(hexagonal array)을 이루고 있는 MCM-41 물질과 메조포러스 기공이 1a3d의 입방구조(cubic structure)의 배열로 연결되어 있는 MCM-48 물질이 있다. 미합중국 특허 제 6,027,706호, 제6,054,111호 및 1998년 Science지, volume 279, page 548에서는 중성계열의 계면활성제(nonionic surfactants)인 양친성 블럭 공중합체

(amphiphilic block copolymers)를 이용하여 제조된 메조포러스 물질이 개시되어 있다. 1995년 Science지, volume 8, page 1324 및 1996년 Chemistry of Materials지, volume 8, page 1147에서는 제미니형 계면활성제(gemini surfactants)를 사용한 메조포러스 물질의 제조가 발표되었다. 이러한 규칙적인 기공을 가지는 메조포러스 물질은 표면적이 매우 커서 원자나 분자의 흡착특성이 우수하고, 기공의 크기가 일정함으로써 분자를 거르는 체, 즉 분자체(molecular sieve) 등으로 응용할 수 있을 뿐 아니라 전도성 재료, 광 디스플레이 재료, 화학센서, 정밀화학 및 생체 촉매(bio-catalysis), 새로운 기계적, 열적 성질의 절연체 및 패키징 재료로의 응용 등 많은 응용분야가 기대된다.

메조포러스 물질의 설계 및 합성에 있어서 가장 중요한 요인 중의 하나는 구조유도체이다. 기존에 메조포러스 물질을 제조하는데 구조유도체로서 주로 사용된 계면활성제는 하나의 소수성기와 친수성기를 갖는 일반적인 형태의 계면활성제였는데 비해, 본 발명에서 추구하고자 하는 계면활성제는 친수성 부분에 두 개 또는 세 개의 이온성 부분을 갖고 여러 개의 소수성 알킬 사슬을 갖는 제미니형 계면활성제로 특히 이온성 부분 중간에 실록산기를 함유시킨 형태이다.

제미니형 계면활성제는 그 구조적인 특성으로 인해 매우 낮은 임계미셀농도

(critical micellar concentration)와 높은 표면장력 저하능, 우수한 기포력 및 유화력, 물에 대한 양호한 용해성과 내경수성 등 우수한 계면 물성을 나타내기 때문에 차세대 계면활성제로 인식되고 있는 물질로, 분자의 특성상 분자내 소수작용에 의하여 미셀 형성에 있어서 기존의 계면활성제보다 획기적인 특성을 갖는다. 전술한 바와 같이 제미니형 계면활성제는 1995년에 처음 메조포러스 물질의 제조에 구조유도체로 사용되어 다양한 구조의 메조포러스 물질들을 제조할 수 있다고 보고되었다. 그러나 그 이후에는 이에 대한 연구가 활발히 진행되지 못하고 있는데 이는 제미니형 계면활성제는 그 제조가 기존의 계면활성제에 비하여 용이하지 못함에도 비해서, 이를 구조 유도체로 사용하였을 때 얻어지는 메조포러스 물질의 물리적 특성이 기존의 메조포러스 물질과 유사한 정도이기 때문이다. 따라서 원하는 메조포러스 물질의 물리적 특성(특히 소수성 표면 특성 및 기공크기)을 부여하기 위해서는 제미니형 계면활성제의 설계 및 제조가 필요하다.

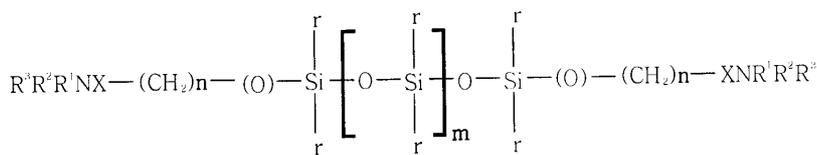
발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로 실록산 부분(siloxane moiety)이 포함된 새로운 구조의 제미니형 계면활성제를 제공하는 것을 목적으로 한다.

본 발명의 다른 목적은 상기 새로운 제미니형 계면활성제를 구조유도체로 이용하여 10 nm 이하의 기공이 균일하게 분포된 메조포러스(mesoporous) 물질을 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 하나의 측면은 하기 화학식 1로 표시되는 제미니형 계면활성제에 관한 것이다.

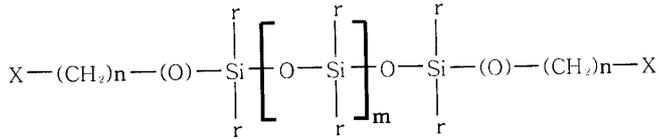
[화학식 1]



상기 식에서 R¹ 및 R²는 각각 독립적으로 메틸 또는 에틸기이고, R³는 탄소수 5~40의 알킬기이며, X는 할로젠 원자이고, r은 각각 독립적으로 수소원자, 메틸기 또는 탄소수 1~10의 알콕시이며, n은 1~12의 정수이고, m은 0~10의 정수이다.

본 발명의 다른 측면은 하기 화학식 2로 표시되는 물질 및 하기 화학식 3으로 표시되는 물질을 몰비 1:2~1:3으로 혼합한 후, 용매로서 에탄올, 아세토니트릴 또는 톨루엔을 사용하여 반응온도 30~120℃에서 1~100시간 반응시켜 제미니형 계면활성제를 제조하는 방법에 관한 것이다.

[화학식 2]



상기 식에서 X는 할로겐 원자이고, r은 각각 독립적으로 수소 원자, 메틸기 또는 탄소수 1~10의 알킬기이며, n은 1~12의 정수이고, m은 0~10의 정수이다.

[화학식 3]



상기 식에서 R¹ 및 R²는 각각 독립적으로 메틸기 또는 에틸기이고, R³는 탄소수 5~40의 알킬기이다.

본 발명의 또 다른 측면은 상기 제미니형 계면활성제를 구조유도체

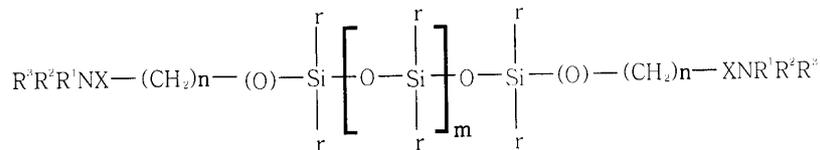
(structure-directing agent)로 사용하여 메조포러스 물질을 제조하는 방법에 관한 것이다.

발명의 구성 및 작용

이하에서 본 발명을 하기 첨부된 실시예를 참조하여 보다 구체적으로 설명한다.

본 발명에서는 메조포러스 물질을 제조하기 위해서 구조유도체로서 실록산 부분(siloxane moiety)이 포함된, 하기의 화학식 1로 표시되는 제미니형 계면활성제를 제공한다.

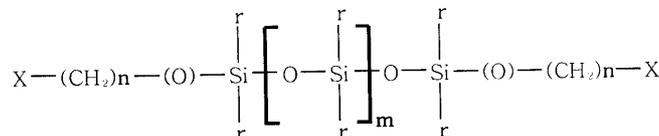
화학식 1



상기 식에서 R¹ 및 R²는 각각 독립적으로 메틸 또는 에틸기이고, R³는 탄소수 5~40의 알킬기이며, X는 할로겐 원자이고, r은 각각 독립적으로 수소원자, 메틸기 또는 탄소수 1~10의 알콕시이며, n은 1~12의 정수이고, m은 0~10의 정수이다.

상기 계면활성제는 하기 화학식 2과 화학식 3으로 표시되는 물질을 에탄올, 아세트니트릴, 톨루엔 등의 용매를 사용하여 반응온도는 30~120 °C, 바람직하기로는 60~90 °C에서 1~100 시간, 바람직하기로는 24~72시간 동안 반응시켜 제조된다. 이때 화학식 3으로 표시되는 물질과 화학식 4로 표시되는 물질의 반응 몰비는 1:2~1:3이다.

화학식 2



상기 식에서 X는 할로겐 원자이고, r은 각각 독립적으로 수소 원자, 메틸기 또는 탄소수 1~10의 알킬기이며, n은 1~12의 정수이고, m은 0~10의 정수이다.

화학식 3
 $R^3R^2R^1N$

상기 식에서 R¹ 및 R²는 각각 독립적으로 메틸기 또는 에틸기이고, R³는 탄소수 5~40의 알킬기이다.

본원 발명에서는 상기 제미니형 계면활성제를 구조유도체(structure-directing agent)로 사용하여 메조포러스 물질을 제조하는 방법을 제공한다.

상기 메조포러스 물질을 제조하는 방법은 바람직하게는 다음의 단계를 통하여 이루어진다:

- (A) 상기 화학식 1로 표현되는 제미니형 계면활성제의 수용액을 전구체와 혼합하는 단계;
- (B) 상기 산 또는 염기를 이용하여 (A) 단계의 혼합물의 pH를 조절하는 단계;
- (C) 상기 (B)단계의 혼합물을 수열반응시키는 단계;
- (D) 상기 (C)단계에서 얻어진 물질을 여과, 세척 및 건조시키는 단계; 및
- (E) 상기 (D)단계에서 얻어진 물질을 소성(calcination)시키는 단계.

이하에서 각 단계를 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다.

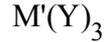
(A) 단계에서, 제미니형 계면활성제 수용액은 염기성 또는 산성으로 제조될 수 있다. 염기성 수용액은 제미니형 계면활성제 0.1~5.0 중량%, 바람직하기로는 0.5~3.0 중량%와, 강염기, 예를 들어 수산화나트륨 0.5~2.0 중량%, 바람직하기로는 0.7~1.0 중량%가 포함되어 제조된다. 산성 수용액은 제미니형 계면활성제 0.1~5.0 중량%, 바람직하기로는 0.5~3.0 중량%와, 강산, 예를 들어 염산 또는 황산 0.5~10 중량%, 바람직하기로는 1.0~5.0 중량%가 포함되어 제조된다.

상기 (A)단계에서 전구체로는 하기 화학식 4 내지 6로 표시되는 물질로 이루어진 군에서 선택된 물질을 단독으로 또는 2종 이상을 혼합하여 사용한다.

화학식 4
 $R^4_j R^5_k MY_{4-j-k}$

화학식 5
 $R^4_h R^5_p Y_{3-h-p} M-Q-M Y_{3-h-p} R^4_h R^5_p$

화학식 6



상기 식에서 R⁴ 및 R⁵는 각각 독립적으로 탄소수 1~10의 알킬기이며, Y는 탄소수 1~5의 알콕시기이고, M은 Si 또는 Ti 원자이며, M'은 Al 원자이고, Q는 탄소수 1~15의 알킬렌기, 탄소수 6~40의 아릴렌기, 알킬아릴렌기, 또는 아릴알킬렌기이며, j 및 k는 각각 독립적으로 0 ≤ j+k ≤ 3를 만족시키는, 0 내지 3의 정수이고, h 및 p는 각각 독립적으로 0 ≤ h+p ≤ 2를 만족시키는, 0 내지 2의 정수이다.

상기 전구체의 바람직한 예로서 테트라에틸오르토실리케이트

(tetraethylorthosilicate: TEOS), 테트라메틸오르토실리케이트 (tetramethylorthosilicate: TMOS), 메틸트리메톡시실란(methyltrimethoxysilane), 디메틸디메톡시실란(Dimethyldimethoxysilane), 트리메틸메톡시실란

(Trimethylmethoxysilane), 메틸트리에톡시실란(methyltriethoxysilane), 디메틸디에톡시실란(Dimethyldiethoxysilane), 트리메틸에톡시실란

(Trimethylethoxysilane), 메틸트리클로로실란(methyltrichlorosilane), 디메틸디클로로실란(Dimethyldichlorosilane), 트리메틸클로로실란

(Trimethylchlorosilane), 비스(트리클로로실릴)메탄

(Bis(trichlorosilyl)methane), 1,2-비스(트리클로로실릴)에탄

(1,2-Bis(trichlorosilyl)ethane), 비스(트리메톡시실릴)메탄

(Bis(trimethoxysilyl)methane), 1,2-비스(트리에톡시실릴)에탄(1,2-

Bis(triethoxysilyl)ethane), 1,4-비스(트리메톡시실릴)벤젠(1,4-

Bis(trimethoxysilyl)benzene), 1,4-비스(트리메톡시실릴에틸)벤젠(1,4-

Bis(trimethoxysilylethyl)benzene)등을 들 수 있으며, 보다 바람직하게는 테트

라에틸오르토실리케이트(tetraethylorthosilicate: TEOS), 테트라메틸오르토실리케

이트(tetramethylorthosilicate: TMOS)를 사용한다.

전구체는 교반 장치를 이용하여 계면활성제 수용액을 상온에서 격렬히 교반하면서 천천히 첨가하는 것이 좋다. 이때 첨가되는 전구체의 양은 제미니형 계면활성제 1몰을 기준으로 하여 1 내지 100 몰이 되게 하는 것이 적당하고, 바람직하기로는 10 내지 50 몰이 적당하다. 전구체를 계면활성제 수용액에 첨가한 후에 반응 혼합물을 상온에서 1 내지 2시간 동안 교반시키는 것이 좋다.

(B) 단계에서는, 상기 (A)단계에서 제조된 수용액의 pH를 산 또는 염기를 이용하여 9 내지 13, 바람직하기로는 11 내지 12로 조절한다.

(C) 단계에서는 수열반응을 통하여 메조포러스 물질을 제조한다. 이때, 수열반응 온도는 60~150℃가 적당하며, 반응 시간은 1시간 내지 144 시간, 바람직하게는 12시간 내지 48 시간이 적당하다.

(D) 단계에서는, 제조된 침전물을 여과 장치를 통하여 여과한 후 증류수를 사용하여 2 내지 5 차례 세척하고 50~200℃에서 3 내지 30 시간 동안 건조시킨다.

(E) 단계에서, 공기 또는 질소 분위기 하에서 400 내지 600℃로 0.3~30 시간 소성 처리하여 포함되어 있는 계면활성제를 제거한다.

상기와 같은 본 발명의 방법을 통하여 10 nm이하의 기공이 균일하게 분포된 메조포러스(mesoporous) 물질의 분말을 제조할 수 있다.

상기 방법 이외에도 본 발명의 목적을 해하지 않는 범위에서 종래에 주지된 방법에 의해 메조포러스 물질을 제조하는 것이 가능하다. 예를 들어, 아니졸

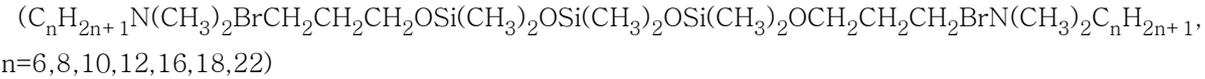
(anisole), 크실렌(xylene)등의 방향족계 탄화수소, 메틸이소부틸케톤

(methyl isobutyl ketone), 아세톤(acetone)등의 케톤계 용매, 테트라히드로퓨란

(tetrahydrofuran), 이소프로필에테르(isopropyl ether)등의 에테르계 용매, 에탄올(ethanol), 이소프로필 알콜(isopropylalcohol), 부탄올(butanol)등의 알코올류, 또는 이들의 혼합물 등의 용매에 제미니형 계면활성제를 용해시키고, 여기에 전구체 수용액을 혼합한 후, 이를 코팅, 건조, 소성하는 단계를 거쳐 메조포러스 박막을 형성하는 것도 가능하다.

다음으로 실시예를 통하여 본 발명을 보다 상세하게 설명하고자 하나, 하기의 실시예는 설명의 목적을 위한 것으로 본 발명은 제한하고자 하는 것은 아니다.

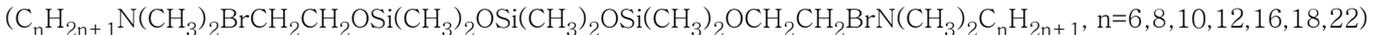
실시예 1 : 계면활성제 합성



200 ml의 에탄올과 7.24 g의

BrCH₂CH₂CH₂OSi(CH₃)₂OSi(CH₃)₂OSi(CH₃)₂OCH₂CH₂CH₂Br (**A**)을 혼합하여 용액을 제조한 후 9.15 g의 옥타데실디메틸아민(octadecyldimethylamine, n = 18, **B**)을 이 용액에 첨가하였다. 반응물내의 **A**와 **B**의 몰비는 1 : 2.05 이었다. 준비된 용액을 환류(reflex) 조건 하에서 48 시간 동안 가열하였다. 용액을 회전증발기(rotary evaporator)를 이용하여 용매인 에탄올을 제거하여 고체형태의 생성물을 얻었다. 이 고체 생성물에 2 ml의 클로로포름을 첨가하여 용해시킨 후 500 ml의 에틸아세테이트를 첨가한 후 0 ℃에서 12 시간 방치하여 재결정하였다. 재결정된 물질을 여과하고 에틸아세테이트로 세 차례 세척한 후 재결정 및 여과, 세척 과정을 두 번 더 반복하였다. 얻어진 물질은 진공 오븐을 이용하여 50 ℃에서 12 시간 동안 건조시켜 용매를 완전히 제거하여 상기 화합물을 40%의 수율로 제조하였다. 다음으로, 알킬 사슬 길이가 다른 알킬디메틸아민(C_nH_{2n+1}N(CH₃)₂, n = 6, 8, 10, 12, 16, 22)을 사용하는 것을 제외하고는 동일하게 실시하여 n의 크기가 6, 8, 10, 12, 16, 22로 조절된 제미니형 계면활성제를 제조하였다.

실시예 2 : 계면활성제 합성



200 ml의 에탄올과 7.01 g의 BrCH₂CH₂OSi(CH₃)₂OSi(CH₃)₂OSi(CH₃)₂OCH₂CH₂Br (**A**)을 혼합하여 용액을 제조한 후 9.15 g의 옥타데실디메틸실란(n = 18, **B**)을 이 용액에 첨가하였다. 반응물내의 **A**와 **B**의 몰비는 1 : 2.05 이었다. 준비된 용액을 환류(reflex) 조건 하에서 48 시간 동안 가열하였다. 용액을 회전증발기(rotary evaporator)를 이용하여 용매인 에탄올을 제거하여 고체형태의 생성물을 얻었다.

이 고체 생성물에 2 ml의 클로로포름을 첨가하여 용해시킨 후 500 ml의 에틸아세테이트를 첨가한 후 0 ℃에서 12 시간 방치하여 재결정하였다. 재결정된 물질을 여과하고 에틸아세테이트로 세 차례 세척한 후 재결정 및 여과, 세척 과정을 두 번 더 반복하였다. 얻어진 물질은 진공 오븐을 이용하여 50 ℃에서 12 시간 동안 건조시켜 용매를 완전히 제거하여, 상기

화합물을 35%의 수율로 제조하였다. 다음으로, 알킬 사슬 길이가 다른 알킬디메틸아민($C_nH_{2n+1}N(CH_3)_2$, $n = 6, 8, 10, 12, 16, 22$)을 사용하는 것을 제외하고는 동일하게 실시하여 n 의 크기가 6, 8, 10, 12, 16, 22로 조절된 제미니형 계면활성제를 제조하였다.

실시예 3 : 메조포러스 물질 합성

상기 실시예 1에서 제조된 제미니형 계면활성제 중 알킬 사슬의 길이가 18인 $C_{18}H_{37}N(CH_3)_2BrCH_2CH_2CH_2OSi(CH_3)_2OSi(CH_3)_2OSi(CH_3)_2OCH_2CH_2CH_2BrN(CH_3)_2C_{18}H_{37}$ 0.42 g과 0.202 g의 수산화나트륨을 26.5 g의 이차 증류수에 용해시켜 수용액을 제조하였다. 이 수용액을 자력 교반장치를 이용하여 강력하게 저어주면서 2.0 g의 TEOS를 첨가하였다. 반응 혼합물 내의 반응물들의 몰비는 0.04 계면활성제 : 1 TEOS : 0.5 NaOH : 150 H_2O 였다. 반응 혼합물을 상온에서 1시간 동안 교반한 후 100 °C 오븐에서 24시간동안 반응시켰다. 이후 침전물을 여과하고 이차 증류수로 깨끗하게 세척하여 100 °C에서 건조시켰다. 건조된 시료 내에 들어 있는 계면활성제를 제거하기 위해 공기 중에서 550°C로 10시간 동안 소성 처리하였다. 도 1은 제조한 메조포러스 물질에 대한 X-선 회절 그래프로서 A는 소성처리 전, B는 소성처리 후의 결과이다. 도 1에서 보면 소성처리 전후에 따라 약 10% 정도의 구조 수축만 있을 뿐 소성 처리 전후에 관계 없이 X선 회절형태는 2차원 육방배열로 표시될 수 있는 (100), (110) 및 (200)의 피크를 낮은 각도 영역에서 보여준다. 따라서 도 1에 의해 제조된 나노포러스 실리카 물질이 뛰어난 구조적 균일성을 가짐을 확인할 수 있다.

도 2는 소성 처리한 시료에 대한 질소 흡착-탈착 등온선이며, 도 3은 도 2의 질소 흡착 등온선으로부터 BJH(Barett-Joyner-Halenda)방법으로 구한 기공크기 분포곡선이다. 도 2의 질소 흡착 등온선으로부터 구한 BET 표면적은 1g 당 1336 m^2 이었으며, 도 3의 기공크기는 2.30 nm이었다.

실시예 4 : 메조포러스 물질 합성

상기 실시예 2에서 제조된 제미니형 계면활성제 중 알킬 사슬의 길이가 다른 세증류의 계면활성제를 사용하여 메조포러스 물질을 합성하였다. 알킬 사슬의 길이가 각각 12, 14, 18인 제미니형 계면활성제를 각각 0.86 g, 0.92 g, 1.03 g을 66.1 g의 이차 증류수에 용해시킨 후 0.51 g의 수산화나트륨을 첨가하여 수용액을 제조하였다. 이 수용액을 자력교반장치를 이용하여 강력하게 저어주면서 5.0 g의 TEOS를 첨가하였다. 반응 혼합물 내의 반응물들의 몰비는 0.04 계면활성제 : 1 TEOS : 0.5 NaOH : 150 H_2O 였다. 반응 혼합물을 상온에서 1시간 동안 교반한 후 100 °C 오븐에서 24시간 동안 반응시켰다. 이후 침전물을 여과하고 이차 증류수로 깨끗하게 세척하여 100 °C에서 건조시켰다. 제조한 메조포러스 물질에 대한 X-선 회절 그래프는 도 4와 같고 각각의 X-선 회절 형태로부터 얻은 격자 상수 값은 3.97 nm, 4.25 nm 및 5.26 nm로 도 5에서 볼 수 있듯이 격자 상수 값은 알킬 사슬의 탄소 수에 비례하여 증가하였다.

실시예 5 : 메조포러스 물질 합성

상기 실시예 1에서 제조된 제미니형 계면활성제 중 알킬 사슬의 길이가 18인 $C_{18}H_{37}N(CH_3)_2BrCH_2CH_2CH_2OSi(CH_3)_2OSi(CH_3)_2OSi(CH_3)_2OCH_2CH_2CH_2BrN(CH_3)_2C_{18}H_{37}$ 0.69 g과 0.21 g의 수산화나트륨을 12.0 g의 이차 증류수에 용해시켜 수용액을 제조하였다. 이 수용액을 자력교반장치를 이용하여 강력하게 저어주면서 0.70 g의 비스(트리에톡시실릴)에탄(BTME)을 첨가하였다. 반응 혼합물 내의 반응물들의 몰비는 0.04 계면활성제 : 1 BTME : 2.62 NaOH : 356 H_2O 였다. 반응 혼합물을 상온에서 20시간 동안 교반한 후 100 °C 오븐에서 20시간 동안 반응시켰다. 이후 침전물을 여과하고 이차 증류수로 깨끗하게 세척하여 100 °C에서 건조시켰다. 건조된 시료 내에 들어 있는 계면활성제를 제거하기 위해 시료 1.0 g을 100 g의 에탄올과 5 g의 35% HCl이 혼합된 용액으로 두차례 세척하였다. 제조한 메조포러스 물질에 대한 X-선 회절 그래프는 도 6에 나타내었으며, 이때 A는 세척 전의 결과, B는 세척 후의 결과를 나타낸다.

발명의 효과

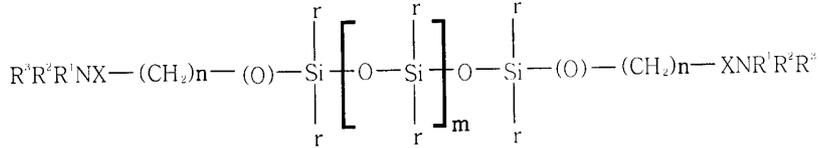
본 발명에 의해 크기가 10nm 이하인 기공이 규칙적으로 배열된 메조포러스 물질을 제공할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

하기 화학식 1로 표시되는 제미니형 계면활성제.

[화학식 1]

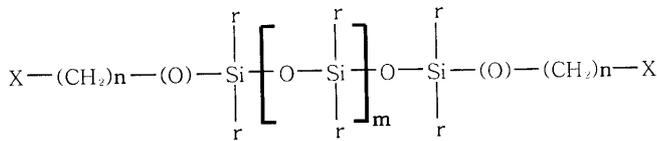


상기 식에서 R¹ 및 R²는 각각 독립적으로 메틸 또는 에틸기이고, R³는 탄소수 5~40의 알킬기이며, X는 할로젠 원자이고, r은 각각 독립적으로 수소원자, 메틸기 또는 탄소수 1~10의 알콕시이며, n은 1~12의 정수이고, m은 0~10의 정수이다.

청구항 2.

하기 화학식 2로 표시되는 물질 및 하기 화학식 3로 표시되는 물질을 몰비 1:2~1:3으로 혼합한 후, 용매로서 에탄올, 아세토니트릴 또는 톨루엔을 사용하여 반응온도 30~120℃에서 1~100시간 반응시키는 단계로 이루어지는 상기 제1항의 제미니형 계면활성제를 제조하는 방법.

[화학식 2]



상기 식에서 X는 할로젠 원자이고, r은 각각 독립적으로 수소 원자, 메틸기 또는 탄소수 1~10의 알킬기이며, n은 1~12의 정수이고, m은 0~10의 정수이다.

[화학식 3]



상기 식에서 R¹ 및 R²는 각각 독립적으로 메틸기 또는 에틸기이고, R³는 탄소수 5~40의 알킬기이다.

청구항 3.

상기 제 1항의 제미니형 계면활성제를 구조유도체(structure-directing agent)로 사용하여 메조포러스 물질을 제조하는 방법.

청구항 4.

제 3항에 있어서, 메조포러스 물질이 다음의 단계를 통하여 제조되는 것을 특징으로 하는 방법:

- (A) 상기 제미니형 계면활성제의 수용액을 전구체와 혼합하는 단계;
- (B) 산 또는 염기를 이용하여 상기 (A) 단계의 혼합물의 pH를 조절하는 단계;
- (C) 상기 (B)단계의 혼합물을 수열반응시키는 단계;
- (D) 상기 (C)단계에서 얻어진 물질을 여과, 세척 및 건조시키는 단계; 및
- (E) 상기 (D)단계에서 얻어진 물질을 소성(calcination)시키는 단계.

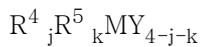
청구항 5.

제 4항에 있어서, 상기 (A)단계의 수용액은 상기 제미니형 계면활성제가 0.1 ~ 5.0 중량%, 강염기가 0.5 ~ 2.0 중량% 포함되어 제조된 염기성 수용액이거나, 상기 제미니형 계면활성제가 0.1 ~ 5.0 중량%, 강산이 0.5 ~ 10 중량% 포함되어 제조된 산성 수용액인 것을 특징으로 하는 방법.

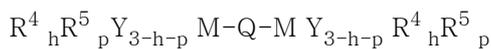
청구항 6.

제 4항에 있어서, 상기 (A)단계에서, 상기 전구체가 하기 화학식 4 내지 6으로 표시되는 물질로 이루어진 군으로부터 선택된 물질을 단독으로 혹은 2종 이상을 혼합하여 사용하는 것을 특징으로 하는 방법.

[화학식 4]



[화학식 5]



[화학식 6]



상기 식에서 R^4 및 R^5 는 각각 독립적으로 탄소수 1~10의 알킬기이며, Y는 탄소수 1~5의 알콕시기이고, M은 Si 또는 Ti 원자이며, M'은 Al 원자이고, Q는 탄소수 1~15의 알킬렌기, 탄소수 6~40의 아릴렌기, 알킬아릴렌기, 또는 아릴알킬렌기이며, j 및 k는 각각 독립적으로 $0 \leq j+k \leq 3$ 를 만족시키는, 0 내지 3의 정수이고, h 및 p는 각각 독립적으로 $0 \leq h+p \leq 2$ 를 만족시키는, 0 내지 2의 정수이다.

청구항 7.

제 6항에 있어서, 상기 전구체는 제미니형 계면활성제 1몰을 기준으로 하여 1 내지 100 몰이 되도록 혼합하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8.

제 4항에 있어서, 상기 (C)단계에서, 상기 수열반응이 60~150℃에서 1시간 내지 144시간 동안 진행되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9.

제 4항에 있어서, 상기 (D)단계에서 제조된 침전물이 여과 장치를 통하여 여과된 후 증류수를 사용하여 2 내지 5 차례 세척되고, 50~200℃에서 3 내지 30 시간 동안 건조되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10.

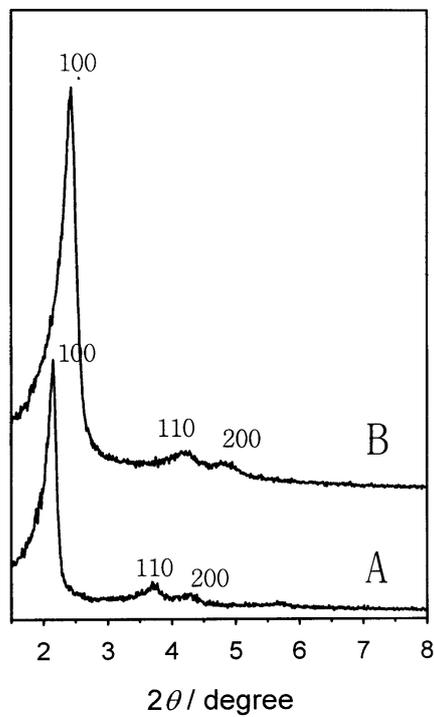
제 4항에 있어서, 상기 (E)단계에서 소성처리가 공기 또는 질소 분위기 하에서 400 내지 600℃ 온도로 0.5 내지 30시간 동안 이루어지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11.

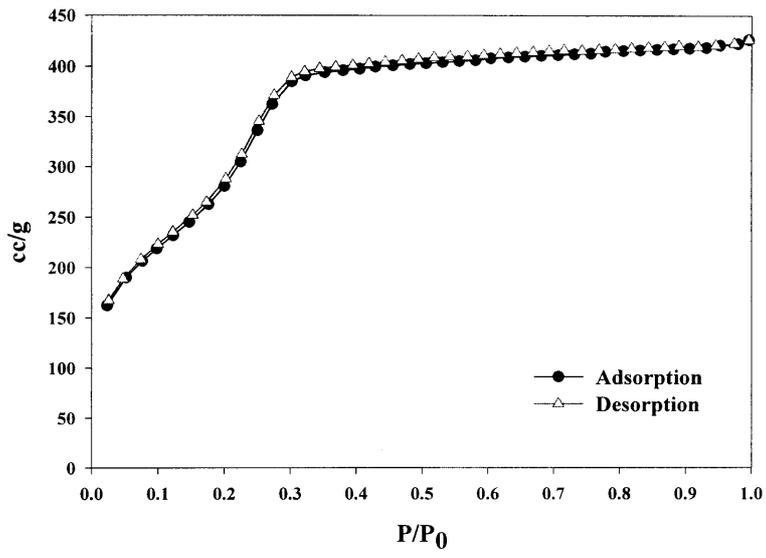
제 3항에 있어서, 방향족계 탄화수소, 케톤계 용매, 에테르계 용매, 알코올류, 또는 이들의 혼합물에 상기 제미니형 계면활성제를 용해시키고, 여기에 전구체 수용액을 혼합한 후, 이를 코팅, 건조 및 소성하는 단계를 거쳐 박막의 형태로 메조포러스 물질을 형성하는 방법.

도면

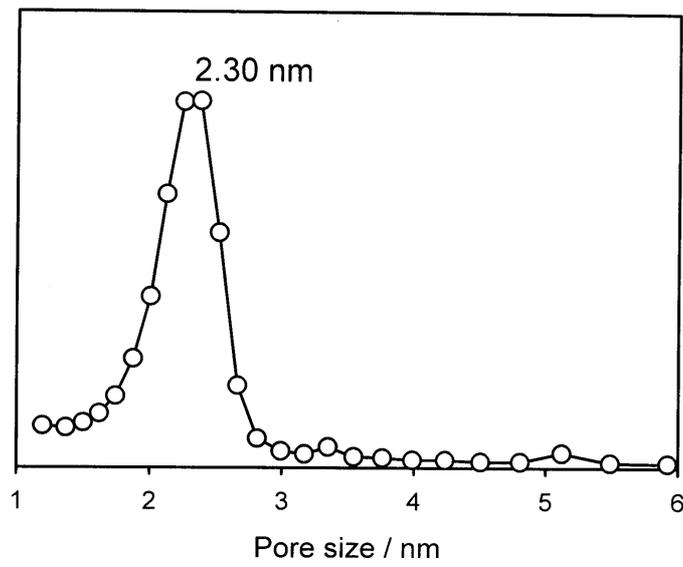
도면1



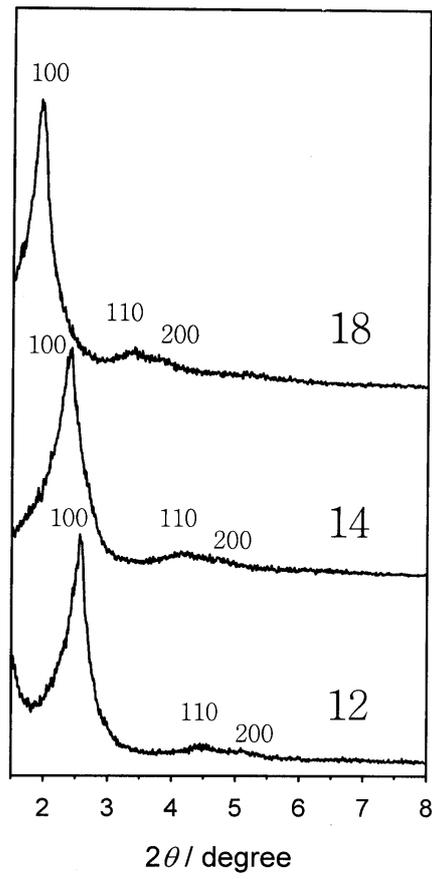
도면2



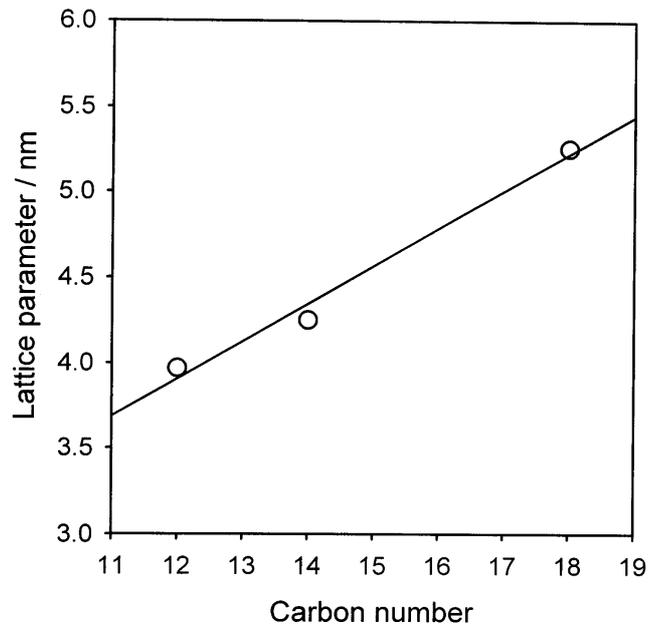
도면3



도면4



도면5



도면6

