



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0003479
(43) 공개일자 2011년01월12일

(51) Int. Cl.

C07C 7/12 (2006.01) B01J 20/22 (2006.01)

C07C 53/10 (2006.01) C10L 3/06 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-7022127

(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년03월17일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2010년10월04일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2009/053130

(87) 국제공개번호 WO 2009/115513

국제공개일자 2009년09월24일

(30) 우선권주장

08152821.8 2008년03월17일

유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인

바스프 에스이

독일 루트빅샤펜, 칼-보쉬-스트라쎄 38 (우:
67056)

(72) 발명자

레옹 예미

독일 68161 만하임 이플란트슈트라쎄 14

뮐러 올리히

독일 67435 노이슈타트 암 스택켄 14아

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김진희, 김성기

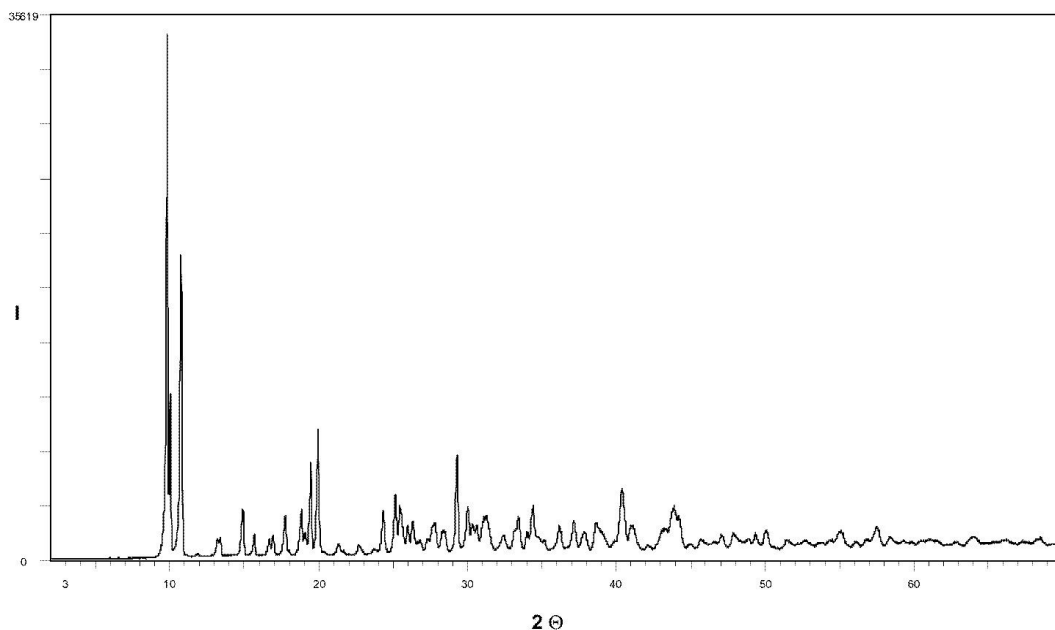
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 메탄 저장을 위한 포름산염계 다공성 금속 유기 구조체의 용도

(57) 요약

본 발명은 메탄의 저장 또는 분리 제거를 위한, 적어도 제1 유기 화합물 및, 필요에 따라, 제2 유기 화합물을 포함하는 다공성 금속 유기 구조체의 용도로서, 적어도 제1 유기 화합물은 1 이상의 금속 이온에 두자리 방식(bidentate fashion)으로 적어도 부분적으로 배위 결합되고, 상기 1 이상의 금속 이온은 Mg(II)이며, 상기 제1 유기 화합물은 포름산으로부터 유도되고, 상기 제2 유기 화합물은 아세트산으로부터 유도되는 것인 용도에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 포름산 마그네슘 및 아세트산 마그네슘을 기초로 하는 다공성 금속 유기 구조체에 관한 것이다.

대표도



(72) 발명자

콕스 게르하르트

독일 67098 바트 뒤르크하임 비르켄탈 20

히프켄 한스 볼프강

독일 67069 루드비히스펠담 슈테켄베그 37

특허청구의 범위

청구항 1

메탄의 저장 또는 분리 제거를 위한, 적어도 제1 유기 화합물 및, 필요에 따라, 제2 유기 화합물을 포함하는 다공성 금속 유기 구조체의 용도로서, 적어도 제1 유기 화합물은 1 이상의 금속 이온에 두자리 방식(bidentate fashion)으로 적어도 부분적으로 배위 결합되고, 상기 1 이상의 금속 이온은 Mg(II)이며, 상기 제1 유기 화합물은 포름산으로부터 유도되고, 상기 제2 유기 화합물은 아세트산으로부터 유도되는 것인 용도.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 구조체는 제1 유기 화합물 및 제2 유기 화합물을 포함하는 것인 용도.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 메탄은 일산화탄소 및 수소로 이루어진 군으로부터 선택된 1 이상의 가스와 함께 메탄을 포함하는 가스 혼합물로부터 분리 제거되는 것인 용도.

청구항 4

· 메탄 또는 메탄 함유 가스 혼합물을 제1항 또는 제2항에 따른 금속 유기 구조체와 접촉시키는 단계를 포함하는 메탄의 저장 또는 분리 제거 방법.

청구항 5

적어도 제1 유기 화합물 및 제2 유기 화합물을 포함하는 다공성 금속 유기 구조체로서, 적어도 제1 유기 화합물은 1 이상의 금속 이온에 두자리 방식으로 적어도 부분적으로 배위 결합되고, 상기 1 이상의 금속 이온은 Mg(II)이며, 상기 제1 유기 화합물은 포름산으로부터 유도되고, 상기 제2 유기 화합물은 아세트산으로부터 유도되는 것인 다공성 금속 유기 구조체.

청구항 6

제5항에 있어서, X-선 회절 패턴(XRD)은 $2^\circ < 2\theta < 70^\circ$ 범위 중 $8^\circ < 2\theta < 12^\circ$ 의 범위에서 가장 강한 반사인 2가지 반사를 나타내는 것인 다공성 금속 유기 구조체.

청구항 7

제5항 또는 제6항에 있어서, Mg(II) 이외에 금속 이온을 추가로 포함하지 않는 다공성 금속 유기 구조체.

청구항 8

제5항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 1 이상의 금속 이온에 배위 결합할 수 있는 1 이상의 두자리 유기 화합물을 추가로 포함하지 않는 다공성 금속 유기 구조체.

청구항 9

제5항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 유기 화합물 대 제2 유기 화합물의 몰비는 10:1 내지 1:10 범위에 있는 것인 다공성 금속 유기 구조체.

청구항 10

제5항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 다공성 금속 유기 구조체의 제조 방법으로서,

(A) 질산마그네슘 6수화물, 포름산 및 아세트산을 포함하는 반응 용액과 또한 용매를 110℃ 내지 150℃ 범위의 온도에서 10시간 이상 반응시키는 단계, 및

(B) 침전된 고형물을 분리하는 단계

를 포함하는 제조 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 메탄을 저장 또는 분리하기 위한 다공성 금속 유기 구조체의 용도, 상응하는 방법, 다공성 금속 유기 구조체 및 이의 제조에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 가스의 저장 또는 분리를 위한 물질은 당업계에 공지된 기술의 상태에 있다. 활성탄(activated carbon) 및 분자 체뿐 아니라 금속 유기 구조체를 예로 들 수 있다.

[0003] 최종 명명된 금속 유기 구조체는, 특히 금속 및 리간드를 적절하게 선택함으로써 특정 분야에서 사용될 수 있는 물질을 저장 또는 분리하는 것을 가능하게 한다.

[0004] 특정 가스의 저장 또는 분리에서 선택적인 거동을 나타내는 저렴하고 탄탄한 물질이 특히 필요하다.

[0005] 적당한 합성에 의해 구성요소가 통상적인 염으로 공지된 구조체를 얻을 수 있음을 금속 유기 구조체의 경우에서 발견하였다.

[0006] 따라서, 예를 들어, 포름산 마그네슘은 시중에서 입수가 가능하다. CAS 번호 6150-82-9인 포름산 마그네슘 2수화물을 시그마 알드리치에서 구할 수 있다.

[0007] 문헌[J. A. Rood et al., Inorg. Chem. one. 45 (2006), 5521-5528]은 적당한 합성법에 의해, 마그네슘과 포름산염을 포함하고 다공성인 금속 유기 구조체를 얻을 수 있었으며, 이는 질소 및 수소를 이용한 가스 흡착 연구에 의해 입증되었다.

[0008] 선행 기술에 공지된 금속 유기 구조체가 있지만, 특정 가스의 저장 또는 분리에 있어서 특히 선택적인 거동을 나타내는 금속 유기 구조체에 대한 요구는 계속 존재한다.

발명의 내용

[0009] 그러므로, 본 발명의 목적은 저장 및 분리를 위한 적당한 용도 및 또는 추가의 물질을 제공하는 것이다.

[0010] 상기 목적은, 메탄의 저장 또는 분리 제거를 위한, 적어도 제1 유기 화합물 및, 필요에 따라, 제2 유기 화합물을 포함하는 다공성 금속 유기 구조체의 용도로서, 상기 적어도 제1 유기 화합물은 1 이상의 금속 이온에 두자리 방식(bidentate fashion)으로 적어도 부분적으로 배위 결합되고, 상기 1 이상의 금속 이온은 Mg(II)이며, 상기 제1 유기 화합물은 포름산으로부터 유도되고, 상기 제2 유기 화합물은 아세트산으로부터 유도되는 것인 용도에 의해 달성된다.

[0011] 또한, 상기 목적은, 적어도 제1 유기 화합물 및 제2 유기 화합물을 포함하며, 적어도 제1 유기 화합물은 1 이상의 금속 이온에 두자리 방식으로 적어도 부분적으로 배위 결합되고, 상기 1 이상의 금속 이온은 Mg(II)이며, 상기 제1 유기 화합물은 포름산으로부터 유도되고, 상기 제2 유기 화합물은 아세트산으로부터 유도되는 것인 다공성 금속 유기 구조체에 의해 달성된다.

[0012] 포름산 마그네슘을 기초로 하는 다공성 금속 유기 구조체가 메탄의 저장 또는 분리에 적합하다는 것을 발견했다. 더욱이, 아세트산의 존재하에 포름산 마그네슘 금속 유기 구조체의 제조는 구조체 구조가 순수한 포름산 마그네슘 구조체의 것과 비슷하고 마찬가지로 메탄의 저장 또는 분리 제거에 적당한 새로운 금속 유기 구조체를 얻는 것을 가능하게 한다.

[0013] 본 발명의 목적에 있어서, 용어 "유도된"은 양자화 형태의 부분적인 존재가 또한 가능한 본 발명에 따른 다공성 금속 유기 구조체에서 포름산 및 필요에 따라 아세트산이 포름산염 또는 아세트산염으로서 존재한다는 것을 의미한다.

[0014] 도 1은 포름산염 및 아세트산염을 포함하는 본 발명에 따른 금속 유기 구조체의 X-선 회절 패턴(XRD)을 도시한다. 회절 패턴에서, I는 세기 ($I_{in}(\text{Counts})$)를 의미하고, 2θ 는 2-세타 각도를 의미한다.

[0015] 본 발명에 따른 X-선 회절 패턴(XRD)은 바람직하게는 $2^\circ < 2\theta < 70^\circ$ 범위 중 $8^\circ < 2\theta < 12^\circ$ 의 범위에서 강한 반사인 2가지 반사를 나타낸다.

- [0016] 상기 회절 패턴은 시중에서 입수가능한 기기 (지멘스 D-5000 회절장치 또는 브루커 D8-Advance)의 샘플 용기에 분말로서 설치된다. 방사 원으로서, 가변적 주요 기본적인 그리고 이차적인 오리피스(orifice) 플레이트 및 이차적인 단색화 장치를 갖춘 Cu-K α 방사를 이용한다. 신호는 섬광 계수기 (지멘스) 또는 솔렉스 반도체 측정기 (브루커)에 의해 측정된다. 2θ 에 대한 측정 범위는 일반적으로 2° 내지 70° 범위이다. 앵글 단계(angle step)는 0.02° 이고, 앵글 단계에 대한 측정 시간은 일반적으로 2 내지 4초이다. 평가에서, 반사는 적어도 3배 더 높은 신호 강도에 의한 주변 소음으로 구별된다. 면적 분석은 개별적인 반사 아래 기준선을 그림으로써 수행할 수 있다. 대안으로서, 배경을 매치한 후 1st 차수 다항식에 의해 자동적으로 바람직하게 실시되는 브루커 사의 "토파스 프로파일(Topas-Profile)"과 같은 프로그램을 이용하는 것도 가능하다.
- [0017] 더욱이, 본 발명에 따른 금속 유기 구조체는 Mg (II) 이외에 추가의 금속 이온을 포함하지 않는 것이 바람직하다.
- [0018] 또한, 본 발명에 따른 금속 유기 구조체는 1 이상의 금속 이온에 배위 결합할 수 있는 1 이상의 두자리 유기 화합물을 추가로 포함하지 않는 것이 마찬가지로 바람직하다.
- [0019] 본 발명에 따른 금속 유기 구조체에서 제1 유기 화합물 대 제2 유기 화합물의 몰비는 바람직하게는 10:1 내지 1:10 범위에 있다. 더 바람직하게는, 5:1 내지 1:5 범위, 훨씬 더 바람직하게는 2:1 내지 1:2 범위, 훨씬 더 바람직하게는 1.5:1 내지 1:1.5 범위, 훨씬 더 바람직하게는 1.2:1 내지 1:1.2 범위, 훨씬 더 바람직하게는 1.1:1 내지 1:1.1 범위이고, 특히 1:1이다. 제조에서 필요한 포름산 및 아세트산은 그에 맞춰 사용될 수 있다.
- [0020] 본 발명은 추가로 본 발명에 따른 다공성 금속 유기 구조체를 제조하는 방법을 제공하는데, 상기 방법은
- [0021] (a) 질산 마그네슘 6수화물, 포름산 및 아세트산을 포함하는 반응 용액과 또한 용매를 110°C 내지 150°C 범위의 온도에서 10시간 이상 반응시키는 단계, 및
- [0022] (b) 침전된 고형물을 분리하는 단계
- [0023] 를 포함한다.
- [0024] 본 발명에 따른 구조체를 제조하기 위한 본 발명에 따른 방법은, 단계 (a)로서, 질산 마그네슘 6수화물 및 포름산, 아세트산을 포함하는 반응 용액과 또한 용매를 110°C 내지 150°C 범위의 온도에서 10시간 이상 반응시키는 단계를 포함한다.
- [0025] 상기 반응은 최소한의 시간 동안, 특히 반응 초기에 교반을 수행하는 것이 바람직하다.
- [0026] 질산 마그네슘 6수화물은 하나의 출발 화합물로서 사용된다. 반응 용액 중 이것의 초기 농도는 바람직하게는 0.005 mol/l 내지 0.5 mol/l 범위에 있다. 초기 농도는 더욱 바람직하게는 0.1 mol/l 내지 0.4 mol/l 범위에 있고, 특히 0.15 mol/l 내지 0.3 mol/l 범위에 있다.
- [0027] 질산 마그네슘 6수화물은 반응 용액의 양으로 공급되고, 반응 용액 중 마그네슘 농도는 단계 (b)에서 침전 고체의 결과로서 감소된다.
- [0028] 또한, 사용된 포름산 및 아세트산 초기 몰량 대 질산 마그네슘 6수화물의 초기 몰량의 비는 2.5:1 내지 3.0:1 범위에 있는 것이 바람직하다. 상기 비는 더욱 바람직하게는 2.6:1 내지 2.9:1 범위, 더욱 바람직하게는 2.7:1 내지 2.8:1 범위이다. 따라서, 포름산 및 아세트산의 초기 몰량의 합은 상기와 같이 고려되어야 한다.
- [0029] 본 발명에 따른 금속 유기 구조체를 제조하기 위한 본 발명에 따른 방법 중 단계 (a)에 대한 반응 용액은 질산 마그네슘 6수화물 및 포름산 및 아세트산 이외에 용매를 포함한다.
- [0030] 상기 용매는 출발 물질의 적어도 일부를 용액으로 사용하기에 적당해야 한다. 더욱이, 상기 용매는 필요한 온도 범위가 유지될 수 있도록 선택되어야 한다.
- [0031] 본 발명에 따른 물질을 제조하기 위한 본 발명에 따른 방법에서 반응은 따라서 용매의 존재하에 수행된다. 이때 용매열(solvolthermal) 조건을 사용할 수 있다. 본 발명의 목적에 있어서, 용어 "열 작용"은, 반응 동안 밀폐된 압력관에서 수행하고 상승 온도까지 가열하여 존재하는 용매의 증기 압력의 결과로 압력관 내의 반응 매체 내에서 압력이 점점 커지도록 하는 예비 과정을 의미한다. 이 방식으로, 소정의 반응 온도는 적당하게 달성될 수 있다.
- [0032] 상기 반응은 물 함유 매체에서 수행하지 않는 것이 바람직하고, 마찬가지로 열수 작용 조건 하에서 수행하지 않

는 것이 바람직하다.

- [0033] 따라서, 본 발명에 따른 방법 중 상기 반응은 비수성 용매의 존재하에 수행하는 것이 바람직하다.
- [0034] 상기 반응은 2 bar (절대압) 이하의 압력에서 수행하는 것이 바람직하다. 하지만, 상기 압력은 1230 mbar (절대압) 이하가 바람직하다. 상기 반응은 특히 대기 압력에서 발생하는 것이 바람직하다. 하지만, 약간 대기압 이상의 압력 또는 대기압 이하의 압력은 장치의 결과로서 발생할 수 있다. 본 발명의 목적에 있어서, 그러므로 용어 "대기압"은 실제적인 우세한 압력보다 높은 150 mbar 이하 내지 150 mbar 이상 범위의 우세한 압력을 가리킨다.
- [0035] 상기 반응은 110℃ 내지 150℃ 범위의 온도에서 발생한다. 바람직하게는, 상기 온도는 115℃ 내지 130℃ 범위에 있다. 더 바람직하게는, 상기 온도는 120℃ 내지 125℃ 범위이다.
- [0036] 상기 반응 용액은 추가적으로 염기를 포함한다 유기 용매의 사용으로, 그러한 염기를 사용하는 것이 때로는 필수적인 것은 아니다. 그럼에도 불구하고, 본 발명에 따른 방법을 위한 용매는 그 자체가 염기성 반응을 가지도록 선택될 수 있으나, 이것이 본 발명에 따른 방법을 수행하는 데 절대적으로 필요한 것은 아니다.
- [0037] 마찬가지로 염기를 사용하는 것이 가능하다. 하지만, 부가적인 염기를 사용하지 않는 것이 바람직하다.
- [0038] 또한 반응에 교반을 할 수 있다는 점이 이로울 뿐 아니라, 대량 하는 데 있어서도 할 수 있는 것이 이롭고, 또한 대량 생산에서도 유리하다.
- [0039] (비수성) 유기 용매는 바람직하게는 C₁₋₆-알칸올, 디메틸 설펍사이드 (DMSO), N,N-디메틸포름아미드 (DMF), N,N-디에틸포름아미드 (DEF), N,N-디메틸아세트아미드 (DMAc), 아세트니트릴, 톨루엔, 디옥산, 벤젠, 클로로벤젠, 메틸 에틸 케톤 (MEK), 피리딘, 테트라히드로퓨란 (THF), 에틸 아세테이트, 필요에 따라 할로겐화 C₁₋₂₀₀-알칸, 설펍산, 글리콜, N-메틸피롤리돈 (NMP), 감마 부티로락톤, 아리시클릭 알코올, 예컨대 시클로헥산올, 케톤, 예컨대 아세톤 또는 아세틸아세톤, 시클릭 케톤, 예컨대 시클로헥사논, 설펍렌 또는 이들의 혼합물이다.
- [0040] C₁₋₆-알칸올은 탄소 원자가 1 내지 6개인 알코올이다. 예로는 메탄올, 에탄올, n-프로판올, i-프로판올, n-부탄올, i-부탄올, t-부탄올, 펜탄올, 헥산올 및 이들의 혼합물이 있다.
- [0041] 선택적인 할로겐화 C₁₋₂₀₀-알칸은 탄소 원자가 1 내지 200개이고, 모든 수소에 대해 1 이상이 할로젠, 바람직하게는 염소 또는 불소, 특히 염소에 의해 대체될 수 있다. 예로는 클로로포름, 디클로로메탄, 테트라클로로메탄, 디클로로에탄, 헥산, 헵탄, 옥탄 및 이들의 혼합물이 있다.
- [0042] 바람직한 용매는 DMF, DEF, DMAc 및 NMP이다. 특히 바람직하게는 DMF이다.
- [0043] 용어 "비수성"은 용매의 총 중량을 기준으로 최대 수분 함량이 바람직하게는 10 중량%, 더욱 바람직하게는 5 중량%, 더 더욱 바람직하게는 1 중량%, 더욱 바람직하게는 0.1 중량%, 특히 바람직하게는 0.01 중량%인 용매를 가리킨다.
- [0044] 상기 반응 동안 최대 수분 함량은 바람직하게는 10 중량%, 더욱 바람직하게는 5 중량%이고, 훨씬 더 바람직하게는 1 중량%이다.
- [0045] 용어 "용매"는 순수한 용매 및 상이한 용매의 혼합물을 가리킨다.
- [0046] 본 발명에 따른 구조체를 제조하기 위한 본 발명에 따른 방법의 단계 (a)는 10 시간 이상 동안 수행한다. 상기 반응은 바람직하게는 1일 이상, 더욱 바람직하게는 2일 이상 수행한다.
- [0047] 본 발명에 따른 방법은 단계 (b), 즉 침전 고체의 분리를 더 포함한다.
- [0048] 본 발명에 따른 예비 과정의 단계 (a)의 결과로서, 구조체는 반응 용액으로부터 고체로서 침전한다. 선행 기술에 공지된 방법, 예컨대 여과 등에 의해 분리될 수 있다.
- [0049] 순수하게 포름산 마그네슘을 기초로 하는 다공성 금속 유기 구조체는 상기 방법 또는 문헌[J. A. Rood et al., Inorg. Chem. one. 45 (2006), 5521-5528]에 기재된 합성법에 의해 얻어질 수 있다.
- [0050] 상기 순수하게 포름산 마그네슘을 기초로 하는 금속 유기 구조체, 및 포름산염과 아세트산염을 둘 다 포함하는 마그네슘계 다공성 금속 유기 구조체 둘 다 메탄을 저장하고 분리 제거하는 데 사용될 수 있다.
- [0051] 이에 따라, 바람직한 실시양태는 메탄을 저장 또는 분리 제거하기 위한 다공성 금속 유기 구조체의 용도를 포함

하고, 상기 구조체는 제1 유기 화합물 및 제2 유기 화합물을 포함한다.

[0052] 바람직한 용도는 본 발명에 따른 금속 유기 구조체에 의한 가스 혼합물로부터의 메탄 분리이다.

[0053] 이때, 기체 혼합물은 일산화탄소 및/또는 수소와 함께 메탄을 포함하는 것이 바람직하다.

[0054] 본 발명은 일산화탄소 및 수소로 이루어진 군으로부터 선택된 1 이상의 가스와 함께 메탄을 함유한 가스 혼합물로부터 메탄을 분리 제거하는 데 있어서의, 본 발명에 따른 금속 유기 구조체 및 순수하게 포름산 마그네슘을 기초로 하는 구조체의 바람직한 용도를 추가로 제공한다.

[0055] 본 발명에 따른 구조체 및 또한 순수하게 포름산 마그네슘을 기초로 하는 구조체의 전술한 용도를 토대로 하여, 본 발명은 메탄을 저장 또는 분리 제거하는 방법을 추가로 제공하고, 이 방법은

[0056] - 메탄 또는 메탄 함유 가스 혼합물을 적당한 금속 유기 구조체와 접촉시키는 단계를 포함한다.

[0057] 가스 흡착 또는 분리는 원칙적으로 선행 기술로부터 공지된 방법에 따라 수행된다.

[0058] 원리 및 산업적 공정은, 예를 들어 문헌[Werner Kast, Adsorption aus der Gasphase, VCH Weinheim, 1988]에 기재되어 있다.

[0059] 압력 스윙 흡착은, 예를 들어 문헌[D. M. Ruthven et al., Wiley-VCH, 1993]에 기재되어 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0060] 실시예

[0061] 실시예 1 포름산 마그네슘을 함유하는 금속 유기 구조체의 제조

[0062] 1) 질산 마그네슘 6수화물 38.5 mmol 9.90 g

[0063] 2) 포름산 53.2 mmol 2.5 g

[0064] 3) 아세트산 53.2 mmol 3.2 g

[0065] 4) N,N-디메틸포름아미드 (DMF) 2.19 mol 160.0 g

[0066] 질산 마그네슘은 오토클레이브 라이너에서 DMF에 용해시킨다. 포름산 및 아세트산의 용액을 첨가하고, 상기 용액을 10 분간 교반한다.

[0067] 결정화:

[0068] 125°C/78 h

[0069] 생성 혼합물:

[0070] 백색 결정이 있는 맑은 용액. 상기 용액은 pH가 6.67이다.

[0071] 워크업:

[0072] 결정을 여과하고 50 ml DMF로 2차례 씻어준다.

[0073] 중량: 4.763 g

[0074] 고체 함량:

[0075] 중량: 고체 2.7%

[0076] 도 1은 얻은 물질의 XRD를 도시하며, 여기서 I는 세기 (I_{in} (COUNT))를 의미하고, 2θ 는 2-세타 척도를 의미한다.

[0077] 실시예 2 포름산 마그네슘을 기초로 한 금속 유기 구조체의 제조

[0078] 1) 질산 마그네슘 6수화물 38.5 mmol 9.90 g

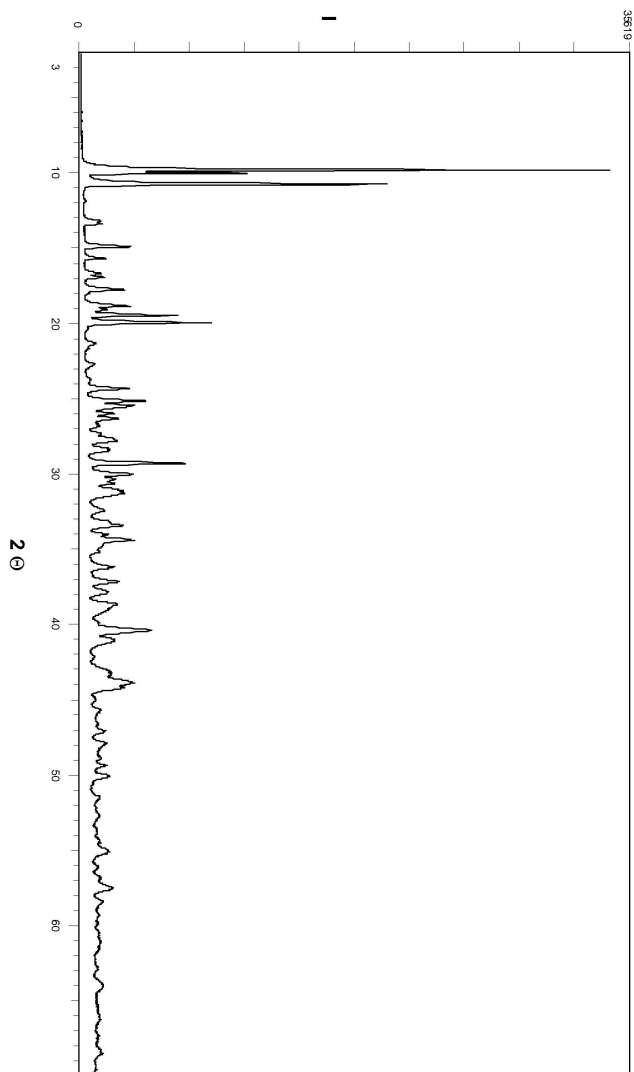
[0079] 2) 포름산 106.5 mmol 4.8 g

[0080] 3) DMF 2.19 mol 160.0 g

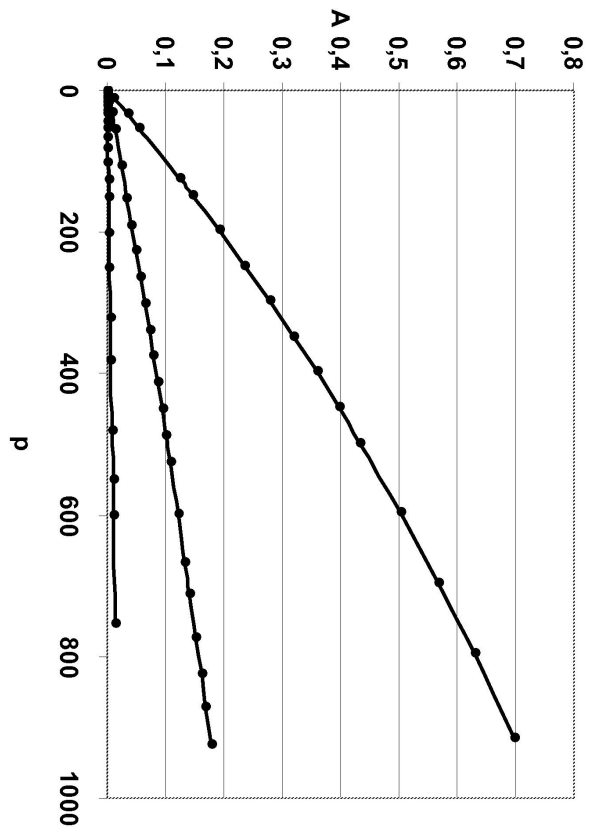
- [0081] 질산 마그네슘은 오토클레이브 라이너에서 DMF에 용해시킨다. 포름산을 첨가하고, 상기 용액을 10 분간 교반한다. (pH = 3.49)
- [0082] 결정화:
- [0083] 125℃/78 h
- [0084] 생성 혼합물:
- [0085] 백색 결정이 있는 맑은 용액
- [0086] 워크업:
- [0087] 결정을 여과하고, 50 ml DMF로 2차례 씻어준다.
- [0088] 중량: 5.162 g
- [0089] 고체 함량:
- [0090] 중량: 고체 2.9%
- [0091] 실시예 3 흡착 측정
- [0092] 흡착 측정은 실시예 1에서 얻은 구조체 및 실시예 2에서 얻은 포름산 마그네슘을 기초로 하는 구조체에서 수행하였다.
- [0093] 도 2는 실시예 1에서 얻은 구조체의 경우 298 K에서 메탄 (상위 그래프) 및 일산화탄소 (중앙 그래프) 및 313 K에서 수소 (하위 그래프)의 흡수를 나타낸다.
- [0094] 도 3은 마찬가지로, 도 2에 관한 측정에서 달성된 것들과 동일한 조건 하에 선행 기술로부터 공지된 포름산 마그네슘을 기초로 하는 금속 유기 구조체에 의한 메탄 (상위 그래프), 일산화탄소 (중앙 그래프) 및 수소 (하위 그래프)의 흡수를 나타낸다.
- [0095] 순수한 물질의 등온선으로부터 알 수 있는 바와 같이, 일산화탄소 및 수소를 추가로 포함하는 메탄 함유 혼합물로부터 메탄의 저장 및 메탄의 분리가 가능하다.
- [0096] 도 2 및 도 3은 절대 압력 p (mmHg)의 함수로서 흡수 A (mmol/g)를 나타낸다.

도면

도면1



도면2



도면3

