



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년04월19일

(11) 등록번호 10-1728563

(24) 등록일자 2017년04월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B01J 29/08 (2006.01) *B01J 20/18* (2006.01)*B01J 20/30* (2006.01) *C01B 39/02* (2006.01)*C07C 7/13* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-7023472

(22) 출원일자(국제) 2010년04월28일

심사청구일자 2015년04월03일

(85) 번역문제출일자 2011년10월06일

(65) 공개번호 10-2012-0022758

(43) 공개일자 2012년03월12일

(86) 국제출원번호 PCT/US2010/032691

(87) 국제공개번호 WO 2010/126955

국제공개일자 2010년11월04일

(30) 우선권주장

61/173,698 2009년04월29일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2002526237 A*

JP2002538069 A*

JP2006505676 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

파크 코포레이션

미국 펜실베니아 밸리 포지 피.오.박스 840 (우:
19482-0840)

(72) 발명자

쿠퍼 테이비드 알렌

미국 19067 펜실베니아주 모리스빌 하퍼 애비뉴
124

오우웨한드 코넬리우스

네덜란드 앤엘-1447 알케이 푸머랜드 브람스트라
트 117

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김진희

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 이소영

(54) 발명의 명칭 제올라이트 Y

(57) 요약

700~1,000°C의 온도에서 실리카 대 알루미나 몰비가 10 이상인 제올라이트 Y를 하소하는 단계를 포함하는, 변형된 제올라이트 Y의 제조 방법으로서, (i) 증기 분압이 700~800°C의 온도에서 0.06 bar 이하이고, (ii) 증기 분압이 800~850°C의 온도에서 0.08 bar 이하이고, (iii) 증기 분압이 850~900°C의 온도에서 0.03 bar 이상이고, (iv) 증기 분압이 900~950°C의 온도에서 0.05 bar 이상이고, (v) 증기 분압이 950~1,000°C의 온도에서 0.07 bar 이상인 제조 방법, 이러한 방법에 의해 얻을 수 있는 변형된 제올라이트 Y, 실리카 대 알루미나 몰비가 10 이상이고, 적외선 스펙트럼이 $3,700\text{ cm}^{-1}$ 에서 피크를 가지나 $3,605\text{ cm}^{-1}$ 및 $3,670\text{ cm}^{-1}$ 에서는 실질적으로 피크를 갖지 않는 제올라이트 Y, 및 실리카 대 알루미나 몰비가 10 이상이고, 과증수소화 벤젠과의 교환에 의해 측정할 때의 산성도가 20 $\mu\text{mol/g}$ 이하인 제올라이트 Y.

(72) 발명자

도모코스 라스줄로

네덜란드 엔엘-2132이씨 후프도르프 그란 포어 비
쉬 15254

옹 레이 화

싱가포르 670652 센자 링크 #13-22 센자 링크 비엘
케이 652

명세서

청구범위

청구항 1

700~1,000°C의 온도에서 실리카 대 알루미나 몰비가 10 이상인 제올라이트 Y를 하소하는 단계를 포함하는, 변형된 제올라이트 Y의 제조 방법으로서, (i) 증기 분압이 700~800°C의 온도에서 0.06 bar 이하이고, (ii) 증기 분압이 800~850°C의 온도에서 0.08 bar 이하이고, (iii) 증기 분압이 850~900°C의 온도에서 0.03 bar 이상이고, (iv) 증기 분압이 900~950°C의 온도에서 0.05 bar 이상이고, (v) 증기 분압이 950~1,000°C의 온도에서 0.07 bar 이상이고,

제올라이트 Y의 적외선 스펙트럼이 $3,700\text{ cm}^{-1}$ 에서 피크를 갖는 것인 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제올라이트 Y가 10 초파의 실리카 대 알루미나 몰비를 갖는 것인 제조 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 하소를 20분~5시간 동안 수행하는 것인 제조 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 하소 전의 제올라이트 Y는 13 초파의 벌크 실리카 대 알루미나 몰비, 24.10~24.40 Å 범위의 단위 셀 크기 및 $875\text{ m}^2/\text{g}$ 이상의 표면적을 갖는 것인 제조 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 따른 방법에 의해 얻을 수 있는 제올라이트 Y.

청구항 6

실리카 대 알루미나 몰비가 10 이상인 제올라이트 Y로서, 그 적외선 스펙트럼이 $3,700\text{ cm}^{-1}$ 에서 피크를 가지나, $3,670\text{ cm}^{-1}$ 에서는 피크를 갖지 않는 것인 제올라이트 Y.

청구항 7

실리카 대 알루미나 몰비가 10 이상인 제올라이트 Y로서, 과중수소화 벤젠과의 교환에 의해 측정할 때의 산성도가 $20\text{ }\mu\text{mol/g}$ 이하이고,

그 적외선 스펙트럼이 $3,700\text{ cm}^{-1}$ 에서 피크를 가지나, $3,670\text{ cm}^{-1}$ 에서는 피크를 갖지 않는 것인 제올라이트 Y.

청구항 8

제7항에 있어서, 과중수소화 벤젠과의 교환에 의해 측정할 때의 산성도가 $10\text{ }\mu\text{mol/g}$ 이하인 제올라이트 Y.

청구항 9

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 따른 방법에 의해 얻을 수 있는 변형된 제올라이트 Y, 또는 제6항 또는 제7항에 따른 변형된 제올라이트 Y를 흡착제로서 사용하는, 제올라이트의 사용 방법.

발명의 설명

기술 분야

관련 출원에 대한 상호 참조

[0001] 본 출원은 2009년 4월 29일에 출원된 미국 가특허 출원 제61/173,698호를 기초로 우선권을 주장한다. 상기 가특

허 출원은 본원에서 참고로 인용한다.

[0003] 기술 분야

본 발명은 변형된 제올라이트 Y 및 이러한 제올라이트 Y의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

제올라이트 Y는 잘 알려져 있는 제올라이트 형태이며, 석유화학 및 화학 산업에 있어서 촉매 지지체, 흡착제, 선택적 분리용 물질 등으로서, 또, 공업용, 가정용 및 자동차용의 오염 방지용 물질로서의 매우 다양한 용도를 갖는 것으로 보고되어 있다. 제올라이트 Y는, 예를 들어, 수소화분해 용도를 위해 제안된 주요 제올라이트 물질 중 하나이다. 초기의 연구는, 단위 셀 크기를 감소시키기 위한 US-A-3,130,007에 기재된 기본 물질의 변형이 원하는 중간 유분 또는 미드 배럴(mid-barrel) 유분에 대한 선택성을 개선시켰음을 보여 주었다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

본 발명자들은, 놀랍게도, 특정 유형의 제올라이트 Y를 용이하게 처리하여, 변경된 특성을 갖는 제올라이트 Y를 얻을 수 있다는 것을 발견하였다. 그에 따라 제올라이트 Y의 산성도를 감소시킬 수 있음을 발견하였다.

따라서, 본 발명은 700~1,000°C의 온도에서 실리카 대 알루미나 몰비가 10 이상인 제올라이트 Y를 하소하는 단계를 포함하는, 변형된 제올라이트 Y의 제조 방법으로서, (i) 증기 분압이 700~800°C의 온도에서 0.06 bar 이하이고, (ii) 증기 분압이 800~850°C의 온도에서 0.08 bar 이하이고, (iii) 증기 분압이 850~900°C의 온도에서 0.03 bar 이상이고, (iv) 증기 분압이 900~950°C의 온도에서 0.05 bar 이상이고, (v) 증기 분압이 950~1,000°C의 온도에서 0.07 bar 이상인 제조 방법을 제공한다. 또한, 본 발명은 이 방법에 의해 얻을 수 있는 제올라이트 Y에 관한 것이다.

WO-A-2004/047988 및 WO-A-2005/084799와 같은 선행 기술 문헌은 넓은 온도 범위가 결합제와 함께 제올라이트 Y를 하소하는 데 적합하다고 기재하고 있다. 그러나, 일부 당업자들은, 고온은 제올라이트 구조를 파괴할 것으로 여겨지기 때문에, 그러한 범위의 대부분이 적합한 것은 아님을 알고 있다. 따라서, 일부 당업자들은 WO-A-2004/047988에서 언급된 300~800°C 또는 WO-A-2005/084799에서 언급된 300~850°C의 전체 온도 범위를 적용하는 것을 진정으로 고려하고 있지는 않으며, 다만, 실제로 적용되는 하소 온도, 즉 535°C 부근의 비교적 좁은 범위만을 고려하고 있다.

추가로, 본 발명의 방법에 의해 얻을 수 있는 제올라이트 Y는 그 적외선 스펙트럼에 있어서 공지의 제올라이트 Y와 상이하다는 것을 발견하였다. 따라서, 본 발명은 추가로 실리카 대 알루미나 몰비가 10 이상인 제올라이트 Y로서, 그 담체의 적외선 스펙트럼이 $3,700\text{ cm}^{-1}$ 에서 피크를 갖지만 $3,670\text{ cm}^{-1}$ 에서는 실질적으로 피크를 갖지 않는 제올라이트 Y에 관한 것이다.

또한, 본 발명에 의해 변형된 특정 유형의 제올라이트 Y의 산성도는 공지의 제올라이트 Y의 산성도보다 낮다는 것을 발견하였다. 따라서, 본 발명은 또한 실리카 대 알루미나 몰비가 10 이상인 제올라이트 Y로서, 그 담체가 중수소화 벤젠과의 교환에 의해 측정할 때의 산성도가 $20\text{ }\mu\text{mol/g}$ 이하인 제올라이트 Y에 관한 것이다.

제올라이트 Y의 하소는 700~1,000°C의 온도에서 수행된다. 제올라이트 Y의 하소 시간은 적용되는 정확한 온도에 영향을 준다. 일반적으로, 온도는 최대 850°C이다. 900°C보다 높은 하소 온도에서는, 결정도 손실이 관찰되었다. 제올라이트 Y의 하소 시간은 바람직하게는 20분~5시간, 더 바람직하게는 30분~4시간이다. 적용되는 시간의 길이는 오븐을 예열하는지 또는 촉매 담체를 하소하는 동안 온도를 증가시키는지에 따라 달라진다. 시간의 길이는 바람직하게는 40분 이상, 더 바람직하게는 50분 이상이다. 또한, 시간의 길이는 바람직하게는 4시간 미만, 더 바람직하게는 3시간 30분 미만이다. 온도는 바람직하게는 최대 850°C, 더 바람직하게는 최대 820°C, 가장 바람직하게는 최대 800°C이다.

하소는 적용된 온도에 따라 증기 존재 또는 부재 하에 수행될 수 있다. 증기 분압은 바람직하게는 700~800°C의 온도에서 0.04 bar 이하이다. 증기 분압은 바람직하게는 800~850°C의 온도에서 0.07 bar 이하이다. 증기 분압은 바람직하게는 850~900°C의 온도에서 0.05 bar 이상이고, 더 특히 0.07 bar 이상이다. 증기 분압은 바람직하게는 900~950°C의 온도에서 0.07 bar 이상이다. 증기 분압은 바람직하게는 950~1,000°C의 온도에서 0.08 bar 이상이고, 더 특히 0.1 bar 이상이다. 증기가 존재할 경우, 증기 분압은 바람직하게는 0.5 bar 이하이고, 더 특히 0.4 bar 이하이다.

- [0013] 제올라이트 Y를 비결정질 결합제 부재 하에 하소하는 것이 바람직하다.
- [0014] 본 발명에 사용하기 위한 바람직한 제올라이트 Y 물질은 실리카 대 알루미나 비(SAR)가 10 초과인 제올라이트 Y, 특히 단위 셀 크기(a_0)가 2.440 nm(24.40 Å) 미만, 특히 2.435 nm(24.35 Å) 미만이고, SAR이 10 초과, 특히 10 초과 100 이하인 고안정성 제올라이트 Y(USY) 또는 초고안정성 제올라이트 Y(VUSY)이다. 적절한 제올라이트 Y 물질은, 유럽 특허 출원 247 678호 및 247 679호, 및 WO 2004/047988로부터 공지되어 있다.
- [0015] USY 및 VUSY Y 제올라이트가 본 발명에 사용하기에 바람직하지만, 다른 Y형 제올라이트, 예를 들어 공지된 초소수성 Y형 제올라이트도 사용하기에 적합하다.
- [0016] EP-A-247 678 또는 EP-A-247 679의 바람직한 VUSY 제올라이트는 단위 셀 크기가 2.445 nm(24.45 Å) 또는 2.435 nm(24.35 Å) 이하이고, 수흡수도(25°C, p/po 값 0.2)가 제올라이트의 8 중량% 이상, 공극 부피가 0.25 ml/g 이상(총 공극 부피의 10~60%는 직경이 8 nm 이상인 공극으로 이루어짐)인 것을 특징으로 한다.
- [0017] WO-A-2004/050548에 기재되어 있는, 단위 셀 크기가 작고 표면적이 큰 제올라이트 Y 물질이 가장 바람직하다. 이러한 물질로서 SAR이 13 초파이고, 단위 셀 크기가 24.10~24.40 Å 범위이며, p/po 값 0.02, 0.03 및 0.04에서의 질소 흡착을 이용한 ATSM D 4365-95 및 BET법에 의해 측정할 때 표면적이 875 m²/g 이상인 제올라이트 Y를 예로 들 수 있다. 상기 물질은 하기 단계 a)~d)를 포함하는 방법에 의해 제조할 수 있다:
- a) 실리카 대 알루미나 비가 4.5~6.5이고 알칼리 농도가 1.5 중량% 미만인 포우저사이트 구조를 갖는 출발 제올라이트를 제공하는 단계;
 - b) 단위 셀 크기가 24.30~24.45 Å인 중간 제올라이트를 제조하는 데 효과적인 시간(0.5~5시간이 적절하고, 1~3시간이 더 적절함) 동안 600~850°C, 바람직하게는 600~700°C 더 바람직하게는 620~680°C, 특히 630~670°C 범위의 온도 및 0.2~1 대기압 범위의 증기의 분압, 바람직하게는 외부에서 공급되는 증기의 분압에서 상기 출발 제올라이트를 수열 처리하는 단계;
 - c) 단위 셀 크기가 24.10~24.40 Å 범위이고, 벌크 실리카 대 알루미나 몰비가 13 초파이며, 표면적이 875 m²/g 이상인 고표면적 제올라이트를 제조하는 데 효과적인 조건 하에 산과, 경우에 따라 암모늄 염을 포함하는 산성화 용액과 상기 중간 제올라이트를 접촉시킴으로써 고표면적 제올라이트를 제조하는 단계; 및
 - d) 상기 고표면적 제올라이트를 회수하는 단계.
- [0019] 특히 바람직한 고표면적 물질은 하기 특징 중 하나 이상을 갖는다:
- [0020] 단위 셀 크기가 24.14~24.38 Å, 바람직하게는 24.24 Å에서, 더 바람직하게는 24.30 Å에서 24.38 Å까지, 바람직하게는 24.36 Å까지, 특히 24.35 Å까지, 특히 24.14~24.33 Å;
- [0021] SAR이 20~100, 바람직하게는 20에서 80까지, 특히 50까지;
- [0022] 표면적이 890 m²/g 이상, 특히 910 m²/g 이상;
- [0023] 문헌[Lippens, Linsen and de Boer, Journal of Catalysis, 3-32 (1964)]에 기재된 바와 같이 흡착제로서 질소를 사용하여 t 플롯법(t법이라고도 함)을 이용하여 질소 공극률 측정법에 의해 측정할 때의 미세공극 부피가 0.28 ml/g 초파, 적절하게는 0.30 ml/g 초파.
- [0024] 일반적으로, 미세공극 부피는 0.40 ml/g 미만이고, 적절하게는 0.35 ml/g 미만이다. 본원에서 미세공극은 직경이 2 nm 미만인 공극이다.
- [0025] 본 발명은 또한 과중수소화 벤젠과의 교환에 의해 측정할 때의 산성도가 20 μmol/g 이하인 본 발명에 따른 제올라이트 Y에 관한 것이다. 이러한 산성도는 더 바람직하게는 15 μmol/g 이하이고, 더 바람직하게는 12 μmol/g 이하이며, 더 바람직하게는 10 μmol/g 이하이고, 가장 바람직하게는 8 μmol/g 이하이다.
- [0026] 본 발명의 제올라이트는 흡착제로서의 특별한 용도를 가지며, 흡착시킬 수 있는 물질의 종류에 있어서의 다양성을 보인다. 낮은 분압의 흡착제에서의 흡착능도 극성 물질과 비극성 물질 둘 다에 대해 확인되었다. 이것에 의해 본 발명의 제올라이트는 일반적인 흡착 용도와 오염 방지 용도에 있어서 매우 유용한 것이 된다. 극성 물질로서는 물 및 극성 탄화수소를 들 수 있다. 비극성 물질로서는 방향족 탄화수소(예를 들어, 벤젠 및 톨루엔)와 같은 비극성 탄화수소를 들 수 있다. 따라서, 본 발명은 또한 본 발명에 따른 변형된 제올라이트 Y, 특히 산성

도가 감소된 제올라이트 Y의 흡착제로서의 용도를 제공한다.

[0030] 이하, 본 발명을 하기 실시예에 의해 예시한다.

실시예

[0032] 실시예에서는, 하기 테스트 방법을 이용하였다:

[0033] 단위 셀 크기: ASTM D-3942-80 방법을 이용하여 X선 회절에 의해 측정함.

[0034] 표면적: 문헌[S. Brunauer, P. Emmett and E. Teller, J. Am. Chm. Soc, 60, 309 (1938)]에 기재된 통상적인 BET(Brunauer-Emmett-Teller)법, 질소 흡착 기법, 및 ASTM 방법 D4365-95에 따라 측정함. 하기에 인용된 측정에서, 결과는 고온 전처리 후 질소 분압 0.03에서 취한 단일점 측정값으로서 제공된다(하기 기록도 참조).

[0035] 실리카 대 알루미나 몰비(SAR): 화학적 분석에 의해 측정함; 인용된 값은 "벌크" SAR(즉, 전체 SAR)이며 특이적으로 결정질 골격구조의 SAR은 아니다.

제올라이트 Y 제조

[0037] 본 발명의 촉매에 사용되는 제올라이트 Y는 WO 2004/047988의 교시에 따라 제조하였다. 사용된 출발 물질은 알칼리 함량이 낮은(알칼리 산화물이 1.5 중량% 미만임) 암모늄형 Y 제올라이트였다. 이들 제올라이트는 당업계에 공지된 두 가지 방법 중 하나에 의해 제조하였다. 유사한 결과를 얻을 수 있는 다른 방법을 배제하려는 의도는 아니지만, 실시예는 Na형 제올라이트 Y의 K^+ 이온 교환 및 이에 이온 암모늄 이온 교환을 포함하는 쿠퍼법(Cooper method)(미국 특허 제5,435,987호에 기재됨), 또는 자생 대기압 초과 압력 하에서의 암모늄 교환을 포함하는 알라판디법(Alafandi method)(미국 특허 제4,085,069호에 기재됨)에 의해 제조하였다. 저알칼리 함량 암모늄형 Y 제올라이트를 1 단계 또는 2 단계로 증기 하소하여 초고안정성 Y형 제올라이트를 제조하였다. 그 후, 증기 처리된 제올라이트에 대해 염화암모늄과 염산의 조합을 이용한 1 단계 처리로 이루어진 산-탈알루미늄 처리를 수행하였다. 이온 교환 탈알루미늄 처리에서의 수함량은 일반적으로 5~25%의 무수 제올라이트를 갖는 제올라이트 슬러리를 제공하기에 충분하였다. 이러한 편차는 얻어진 결과에 실질적으로 영향을 주지 않는 것으로 생각된다.

[0038] 얻어진 제올라이트 Y는 실리카 대 알루미나 몰비가 25, 단위 셀 크기가 24.33 Å이며, 표면적이 $922 \text{ m}^2/\text{g}$ 이었다.

적외선 스펙트럼

[0040] 추가로, 상기 촉매 담체의 IR 스펙트럼을 수은 카드뮴 텔루라이드 검출기를 이용한 Biorad FTS 175 FT-IR 분광광도계를 이용하여 측정하였다. 셀을 10개 위치를 포함하는 샘플 홀더에 장착하고, 샘플을 직경 18 mm의 자립형 웨이퍼로서 측정하였으며, $3.5\sim4$ 톤의 압력에서 $25.3\pm0.1 \text{ mg}$ 의 제올라이트 분말을 가압하였다. 백그라운드 측정을 위해, 샘플 홀더의 개방 위치를 이용하였다. 2 cm^{-1} 해상도에서 250개 스캔을 수집함으로써 백그라운드 및 샘플 스펙트럼을 측정하였다. 수증기 간섭을 최소화하기 위해 분광광도계를 질소로 플러싱한다. $5\times10^{-4} \text{ mbar}$ 미만으로 배기한 후, $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 의 속도로 450°C 까지의 상승시킨 후 450°C 에서 30분의 유지 시간을 두는 온도 프로그램을 적용함으로써 특정 가열 영역에서 계내에서 샘플을 활성화시켰다. 그 후, 샘플을 $20^\circ\text{C}/\text{min}$ 의 속도로 50°C 까지 냉각시켰다. 그 후, 백그라운드 및 샘플 IR 스펙트럼을 측정하였다.

H/D 산성도

[0042] 상기에 언급된 스펙트럼을 기록한 후, 샘플 홀더를 가열 영역으로 다시 밀어 넣고, 진공을 유지하면서 추가 15분 동안 50°C 에서 평형화시켰다. 8~9 토르의 헥사듀테로벤젠(hexadeuterobenzene; C_6D_6)을 활성화된 제올라이트 샘플과 50°C 에서 15분 동안 상호작용하도록 한 후 목표 압력 $5\times10^{-4} \text{ mbar}$ 로 45분 동안(최대 1시간) 배기함으로써 계내에서 H/D 교환을 수행하였다. 그 후, 백그라운드와 샘플의 IR 스펙트럼을 측정하였다.

[0043] 산성도의 총량을 정량하기 위해, 헥사듀테로벤젠과의 접촉 전의 샘플의 IR 스펙트럼(OH 스펙트럼) 및 접촉 후의 샘플의 IR 스펙트럼(OD 스펙트럼)을 다음과 같이 비교하였다. 얻어진 OH 스펙트럼을 OD 스펙트럼으로부터 빼고 기본값을 보정하였다. 그 후, VUSY형 물질에 대해 미리 설정한 소정의 피크 세트를 및 미리 측정한 흡광 계수를 이용하여 곡선 피팅을 수행하였다.

[0044] 결정도

[0045] XRD로 측정한 피크 넓이비에 있어서의 변화를 추적하여 고결정성 VUSY 참조물질과 비교함으로써 결정도를 측정한다.

[0046] 실시예 1

[0047] 하기 표 1에 600°C에서 2시간 동안 하소한 상기에 기재된 바와 같이 제조된 제올라이트 Y 샘플의 특성을 기재하였다.

표 1

참조물질 1	
단위 셀 크기 (nm)	2.433
결정도 (%)	99
SAR	24.95
HD 산성도 ($\mu\text{mol/g}$)	175

[0048]

[0049] 또한, 새로 제조한 제올라이트 Y의 추가 샘플을 2시간 동안, 그러나 하기 표 2에 기재된 바와 같이 더 높은 온도에서 증기 존재 하에 증기 하소하였다. 이렇게 하소한 제올라이트 Y의 특성을 또한 하기 표 2에 기재하였다.

표 2

	참조물질 1	샘플 1	샘플 2
하소 온도 (°C)	600	900	950
증기 (bar, 분압)	na	0.1	0.1
표면적 (m^2/g)	929	816	804
미세공극 부피 (cc/g)	0.310	0.278	0.274
매소공극 부피 (cc/g)	0.186	0.189	0.192

[0050]

[0051] 상기 제올라이트 Y 샘플의 IR 스펙트럼을 상기에 기재된 바와 같이 측정하였다. 샘플 1 및 2는 $3,700 \text{ cm}^{-1}$ 에서 피크를 가졌으나 $3,605 \text{ cm}^{-1}$ 및 $3,670 \text{ cm}^{-1}$ 에서는 실질적으로 피크를 갖지 않는 것으로 확인되었다. 참조물질 1의 IR 스펙트럼은 반대였으며, 즉, 이것은 $3,605 \text{ cm}^{-1}$ 및 $3,670 \text{ cm}^{-1}$ 에서 피크를 가졌으나 $3,700 \text{ cm}^{-1}$ 에서 피크를 갖지 않았다.

[0052] 실시예 2

[0053] 실시예 1과 유사한 방식으로, 하기 표 3은 상기에 기재된 바와 같이 제조되고 600°C에서 2시간 동안 하소한 제올라이트 Y 샘플의 특성을 기재하였다.

표 3

참조물질 2	
단위 셀 크기 (nm)	2.432
결정도 (%)	88
SAR	28.72
HD 산성도 ($\mu\text{mol/g}$)	209

[0054]

[0055] 또한, 새로 제조한 제올라이트 Y의 추가 샘플을 하기 표 4에 기재된 바와 같이 더 높은 온도에서 증기 부재 하에 2시간 동안 하소하였다. 이렇게 하소한 제올라이트 Y의 특성을 또한 하기 표 4에 기재하였다.

표 4

	참조물질 2	샘플 3
하소 온도 ($^{\circ}\text{C}$)	600	850
표면적 (m^2/g)	859	834
미세공극 부피 (cc/g)	0.284	0.274
매소공극 부피 (cc/g)	0.159	0.176

[0056]

[0057] 상기 제올라이트 Y 샘플의 IR 스펙트럼을 상기에 기재된 바와 같이 측정하였다. 샘플 3은 $3,700 \text{ cm}^{-1}$ 에서 피크를 가졌으나 $3,605 \text{ cm}^{-1}$ 및 $3,670 \text{ cm}^{-1}$ 에서는 실질적으로 피크를 갖지 않는 것으로 확인되었다. 참조물질 2의 IR 스펙트럼은 반대였으며, 즉, 이것은 $3,605 \text{ cm}^{-1}$ 및 $3,670 \text{ cm}^{-1}$ 에서 피크를 가졌으나 $3,700 \text{ cm}^{-1}$ 에서 피크를 갖지 않았다.