

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7020658号

(P7020658)

(45)発行日 令和4年2月16日(2022.2.16)

(24)登録日 令和4年2月7日(2022.2.7)

(51)国際特許分類

F I

C 0 1 B 39/48 (2006.01)

C 0 1 B 39/48

B 0 1 J 29/70 (2006.01)

B 0 1 J 29/70

A

B 0 1 J 20/18 (2006.01)

B 0 1 J 20/18

A

B 0 1 J 20/30 (2006.01)

B 0 1 J 20/30

請求項の数 3 (全14頁)

(21)出願番号 特願2020-508387(P2020-508387)

(86)(22)出願日 平成30年8月14日(2018.8.14)

(65)公表番号 特表2020-535095(P2020-535095
A)

(43)公表日 令和2年12月3日(2020.12.3)

(86)国際出願番号 PCT/KR2018/009315

(87)国際公開番号 WO2019/035628

(87)国際公開日 平成31年2月21日(2019.2.21)

審査請求日 令和2年2月13日(2020.2.13)

(31)優先権主張番号 10-2017-0102840

(32)優先日 平成29年8月14日(2017.8.14)

(33)優先権主張国・地域又は機関
韓国(KR)

(73)特許権者 516315258

全南大学校産学協力団

INDUSTRY FOUNDATION
OF CHONNAM NATIONAL
UNIVERSITY

大韓民国光州市北区ヨンボン路77

77, Yongbong-ro Buk

-gu Gwangju 61186 R

epublic of Korea

(73)特許権者 314000442

高麗大学校産学協力団

KOREA UNIVERSITY RE
SEARCH AND BUSINESS
FOUNDATION

大韓民国 02841 ソウル ソンブク

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 合成母液の組成を調節してアルミニウム含有量が制御されたゼオライトの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

シリカ及びアルミナ原料であるゼオライトYと、構造誘導物質であるトリメチルアダマンチルアンモニウムヒドロキシド(trimethyladamantyl ammonium hydroxide、AdaOH)と、水酸化ナトリウムとを含む合成母液を製造する第1段階；及び

前記合成母液を水熱反応させて焼成し、CHAを製造する第2段階
を含み、

前記CHAのSi/Alモル比を、合成母液の水酸化ナトリウム濃度を調節することによって調節し、

シリカ1モル濃度を基準に前記水酸化ナトリウムを0.2~0.4モル濃度で添加して、前記合成母液を製造し、

EDX結果から計算された前記CHAのSi/Alモル比が、9.9~14.2であることを特徴とする、アルミニウム含有量が制御されたゼオライトの製造方法。

【請求項2】

シリカ1モル濃度を基準に前記トリメチルアダマンチルアンモニウムヒドロキシドを0.15モル濃度で添加し、前記合成母液を製造することを特徴とする、請求項1に記載のアルミニウム含有量が制御されたゼオライトの製造方法。

【請求項3】

前記水熱反応を、120~140にて0~60rpmで回転させて2~6日間行い、前

記 C H A を製造することを特徴とする、請求項 1 に記載のアルミニウム含有量が制御されたゼオライトの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ゼオライトに関し、より詳細には、合成母液の組成を調節してアルミニウム含有量が制御されたゼオライトの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ゼオライトは、アルミノシリケート (aluminosilicate) の三次元的な特異な結晶構造を持っていて、表面積が広く、酸性度を幅広く調節することができ、触媒、吸着剤、分子篩、イオン交換剤等で広く用いられている。

【0003】

ゼオライトは、骨格に存在するアルミニウム原子によって電子密度が低い酸点が生成されるので、アルミニウム含有量に応じて酸強度と酸量に変化し、様々な酸触媒反応に広く応用されている。アルミニウム含有量が高いゼオライトは、水がある条件で高温に露出すると、ゼオライト骨格内で正四面体配位をしていたアルミニウム原子が骨格の外に抜け出してゼオライト構造が崩れるので、水熱安定性が低い短所がある。一方、ゼオライトのアルミニウム含有量が低すぎると、酸触媒としての機能も低くなるので、反応により適切なアルミニウム含有量を持つゼオライトが必要である。

【0004】

このように、アルミニウム含有量を表す Si / Al モル比は触媒の特性を決める重要な因子であるため、合成方法を適切に調節してこれを制御しようとする多くの研究が進行されている。特に、自動車の排気ガスの窒素酸化物を除去するための選択的触媒還元 (Selective Catalytic Reduction、SCR) 反応に使用される、銅イオンが交換された Cu / SSZ - 13 (chabazite、CHA) は、広い温度範囲で高い活性を示し、他のゼオライトに比べて水熱安定性も優れ、自動車後処理触媒として脚光を浴びている。しかし、自動車後処理装置の特性上、SCR 反応触媒は高い水熱安定性が必須であるため、現在の商用化されたゼオライト触媒では、使用に限界がある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明が解決しようとする課題は、ゼオライトを触媒として使用する際の、ゼオライトの活性及び水熱安定性を向上させるために、アルミニウム含有量が制御されたゼオライトの製造方法を提供することである。

【0006】

発明の技術的課題は、以上で言及した技術的課題に制限されず、言及されなかったさらに別の技術的課題は、下記から当業者に明確に理解される。

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記課題を解決するための本発明の一側面は、ゼオライト Y (Y 型ゼオライト) を基準に構造誘導物質及び水酸化ナトリウムの組成を調節し、合成母液を製造する第 1 段階；及び前記合成母液を水熱反応させて焼成し、CHA を製造する第 2 段階を含む、アルミニウム含有量が制御されたゼオライトの製造方法である。

【0008】

前記ゼオライト Y は、シリカ及びアルミナ原料である、アルミニウム含有量が制御されたゼオライトの製造方法を提供することができる。

【0009】

前記構造誘導物質は、トリメチルアダマンチルアンモニウムヒドロキシド (trimet

10

20

30

40

50

h y l a d a m a n t y l a m m o n i u m h y d r o x i d e、A d a O H)、ベンジルアンモニウムヒドロキシド(b e n z y l a m m o n i u m h y d r o x i d e)、ベンジルアンモニウムクロライド(b e n z y l a m m o n i u m c h l o r i d e)、又はコリンクロライド(c h o l i n e c h l o r i d e)である、アルミニウム含有量が制御されたゼオライトの製造方法を提供することができる。

【0010】

シリカ(SiO_2) 1モル濃度を基準に前記構造誘導物質を0.1~0.4モル濃度で添加し、前記合成母液を製造する、アルミニウム含有量が制御されたゼオライトの製造方法を提供することができる。

【0011】

シリカ(SiO_2) 1モル濃度を基準に前記水酸化ナトリウムを0.1~0.7モル濃度で添加し、前記合成母液を製造する、アルミニウム含有量が制御されたゼオライトの製造方法を提供することができる。

【0012】

前記水熱反応を、120~140 にて0~60rpmで回転させて2~6日間行い、前記CHAを製造する、アルミニウム含有量が制御されたゼオライトの製造方法を提供することができる。

【発明の効果】

【0013】

上述したとおり、本発明に係るCHA構造内アルミニウム含有量が調節されたゼオライトは、触媒として用いられる際に、ゼオライトの活性及び水熱安定性を向上させることができる。

【0014】

さらに、製造されたゼオライトは、CHA構造内アルミニウム含有量を調節することによって、特性が異なるものとなるので、様々な分野に適用され得る。

【0015】

ただし、発明の効果は、以上言及されたものに制限されず、言及されなかったさらに別の効果は、以下の記載から当業者に明確に理解されるはずである。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の一実施例に係る、アルミニウム含有量が制御されたゼオライトの製造方法を説明するためのシーケンス図である。

【図2】本発明の製造例1~製造例6に係る、焼成前及び焼成後のXRDグラフである。

【図3】本発明の製造例1~製造例6に係る、窒素吸着等温線である。

【図4】本発明の製造例1~製造例6に係る、SEMイメージである。

【図5】本発明の製造例7~製造例11に係る、静置状態で水熱反応させた後のXRDグラフである。

【図6】本発明の製造例7~製造例11に係る、SEMイメージである。

【図7】本発明の製造例1~製造例6に係る、アルミニウム及びシリコンの化学的状態を調べるためのNMRグラフである。

【図8】本発明の製造例1~製造例6に係る、アンモニア昇温脱着(TPD)グラフである。

【図9】本発明の一実施例に係る、合成母液のNa/Siモル比に応じて変化する生成物のSi/Alモル比を示したグラフである。

【図10】本発明の製造例1、製造例3、及び製造例6に係る、水熱安定性を示したグラフである。

【図11】本発明の製造例1、製造例3、及び製造例6に係る、水熱安定性を示したグラフである。

【図12】本発明の製造例1、製造例3、及び製造例6に係る、触媒性能(NH_3 -SCR)を示したグラフである。

10

20

30

40

50

【図 1 3】本発明の製造例 1、製造例 3、及び製造例 6 に係る、触媒性能 (NH_3 - SCR) を示したグラフである。

【図 1 4】本発明の製造例 1、製造例 3、及び製造例 6 に係る、触媒反応 (MTO 反応) を示したグラフである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 7 】

以下、添付された図面を参照して本発明に係る実施例を詳細に説明すると、次のとおりである。

【 0 0 1 8 】

本発明の実施形態は様々な別の形態で変形されて、本発明の範囲が以下に説明する実施形態に限定されない。また、本発明の実施形態は、当技術分野において平均的な知識を有する者に本発明をより完全に説明するために提供される。従って、図面における要素の形状及びの大きさ等は、より明確な説明のために誇張される場合があり、図面上の同じ符号で表示される要素は、同じ要素である。

【 0 0 1 9 】

図 1 は、本発明の一実施例に係る、アルミニウム含有量が制御されたゼオライトの製造方法を説明するためのシーケンス図である。

【 0 0 2 0 】

図 1 を参照すると、アルミニウム含有量が制御されたゼオライトの製造方法が示されている。S 100 は、ゼオライト Y を基準に構造誘導物質及び水酸化ナトリウムの組成を調節し、合成母液を製造する第 1 段階である。ゼオライト Y は、シリカ及びアルミナ原料であり得る。シリカの供給源の一例として、ゼオライト、シリケート、シリカハイドロゲル、ケイ酸、コロイダルシリカ、乾式 (*fumed*) シリカ、テトラアルキルオルトシリケート、シリカヒドロキシド、及び沈殿シリカを含むことができる。さらに、アルミナ供給源の一例として、アルミン酸ナトリウム (NaAlO_2)、 AlCl_3 、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 、アルミニウムヒドロキシド ($\text{Al}(\text{OH})_3$)、カオリン、クレー、及びゼオライトを含むことができる。

【 0 0 2 1 】

構造誘導物質は、トリメチルアダマンチルアンモニウムヒドロキシド (*trimethyladamantyl ammonium hydroxide*、 AdaOH)、ベンジルアンモニウムヒドロキシド (*benzyl ammonium hydroxide*)、ベンジルアンモニウムクロライド (*benzyl ammonium chloride*)、又はコリンクロライド (*choline chloride*) であり、その他にも通常 C H A の製造に用いる物質を含むことができる。

【 0 0 2 2 】

合成母液は、水酸化ナトリウム及び構造誘導物質のモル濃度を調節したハイドロゲル状態の合成母液であり得る。合成母液は、一例として、シリカ (SiO_2) 1 モル濃度を基準に水酸化ナトリウムを 0 . 1 ~ 0 . 7 モル濃度で添加することができ、このとき、構造誘導物質は、シリカ (SiO_2) 1 モル濃度を基準に 0 . 1 ~ 0 . 4 モル濃度で添加したものであってもよい。従って、添加される水酸化ナトリウムの含有量により、製造される C H A の構造内アルミニウム含有量が変化することがある。

【 0 0 2 3 】

S 200 は、前記合成母液を水熱反応させて焼成し、C H A を製造する第 2 段階である。前記合成母液の水熱反応を、オートクレーブ (*autoclave*) に入れて 120 ~ 140 にて 0 ~ 60 rpm で回転させて 2 ~ 6 日間行った後、遠心分離により分離、洗浄し、その後 550 にて 12 時間焼成して、C H A を製造することができる。

【実施例】

【 0 0 2 4 】

以下、本発明の理解を助けるために、好ましい実験例 (*example*) を示す。ただし、下記実験例は、本発明の理解を助けるためだけのものであり、本発明は下記実験例によ

10

20

30

40

50

って限定されない。

【 0 0 2 5 】

下記表 1 に、C H A 合成母液を製造する実験例の条件を纏めた。

【 0 0 2 6 】

【表 1】

	合成母液組成 SiO ₂ :NaOH:AdaOH:H ₂ O (モル比)	合成条件		
		温度 (°C)	時間 (日)	回転速度 (rpm)
製造例1	1.0:0.2:0.15:22	140	4	40
製造例2	1.0:0.3:0.15:22			
製造例3	1.0:0.4:0.15:22			
製造例4	1.0:0.45:0.15:22			
製造例5	1.0:0.5:0.15:22			
製造例6	1.0:0.6:0.15:22			0
製造例7	1.0:0.2:0.14:22			
製造例8	1.0:0.3:0.14:22			
製造例9	1.0:0.4:0.14:22			
製造例10	1.0:0.45:0.14:22			
製造例11	1.0:0.5:0.14:22			

【 0 0 2 7 】

< 製造例 1 >

組成が 1 . 0 S i O ₂ : 0 . 2 N a O H : 0 . 1 5 A d a O H : 2 2 H ₂ O モル濃度である合成母液を、1 4 0 にて 4 0 r p m で回転させて 4 日間水熱反応させた後、遠心分離により分離、洗浄し、その後 5 5 0 にて 1 2 時間焼成して、C H A を製造した。

【 0 0 2 8 】

< 製造例 2 >

N a O H を 0 . 3 モル濃度で添加して合成母液を製造したことを除いては、製造例 1 と同じ方法を用いて C H A を合成した。

【 0 0 2 9 】

< 製造例 3 >

N a O H を 0 . 4 モル濃度で添加して合成母液を製造したことを除いては、製造例 1 と同じ方法を用いて C H A を合成した。

【 0 0 3 0 】

< 製造例 4 >

N a O H を 0 . 4 5 モル濃度で添加して合成母液を製造したことを除いては、製造例 1 と同じ方法を用いて C H A を合成した。

【 0 0 3 1 】

< 製造例 5 >

N a O H を 0 . 5 モル濃度で添加して合成母液を製造したことを除いては、製造例 1 と同じ方法を用いて C H A を合成した。

【 0 0 3 2 】

< 製造例 6 >

N a O H を 0 . 6 モル濃度で添加して合成母液を製造したことを除いては、製造例 1 と同

じ方法を用いてC H Aを合成した。

【 0 0 3 3 】

< 製造例 7 >

組成が1 . 0 S i O ₂ : 0 . 2 N a O H : 0 . 1 4 A d a O H : 2 2 H ₂ Oモル濃度である合成母液を、1 4 0 にて回転なしの静置状態で4日間水熱反応させた後、遠心分離により分離、洗浄し、その後5 5 0 にて1 2時間焼成して、C H Aを製造した。

【 0 0 3 4 】

< 製造例 8 >

N a O Hを0 . 3モル濃度で添加して合成母液を製造したことを除いては、製造例 7 と同じ方法を用いてC H Aを合成した。

【 0 0 3 5 】

< 製造例 9 >

N a O Hを0 . 4モル濃度で添加して合成母液を製造したことを除いては、製造例 7 と同じ方法を用いてC H Aを合成した。

【 0 0 3 6 】

< 製造例 1 0 >

N a O Hを0 . 4 5モル濃度で添加して合成母液を製造したことを除いては、製造例 7 と同じ方法を用いてC H Aを合成した。

【 0 0 3 7 】

< 製造例 1 1 >

N a O Hを0 . 5モル濃度で添加して合成母液を製造したことを除いては、製造例 7 と同じ方法を用いてC H Aを合成した。

【 0 0 3 8 】

図 2 は、本発明の製造例 1 ~ 製造例 6 に係る、焼成前及び焼成後のX R Dグラフである。

【 0 0 3 9 】

図 2 を参照すると、合成母液の水酸化ナトリウムのモル濃度と関係なく、製造例 1 ~ 製造例 6 いずれにおいても、結晶性に優れたC H Aが製造されたことを確認することができる。また、焼成後であっても、C H Aの結晶性が良好に維持されることを確認することができる。

【 0 0 4 0 】

図 3 は、本発明の製造例 1 ~ 製造例 6 に係る、窒素吸着等温線である。

【 0 0 4 1 】

図 3 を参照すると、下記表 2 に示すとおり、微細細孔が発達して表面積が大きく、細孔体積も大きいC H Aが製造されたことを確認することができる。

【 0 0 4 2 】

10

20

30

40

50

【表 2】

	BET表面積 (m^2g^{-1})	細孔体積 ^(a) (cm^3g^{-1})
製造例1	857	0.33
製造例2	834	0.31
製造例3	813	0.32
製造例4	793	0.32
製造例5	781	0.31
製造例6	682	0.27

(a): P/P_0 値が0.99であるときに計算した総細孔体積

【0043】

表2を参照すると、添加される水酸化ナトリウムのモル濃度、すなわち、含有量が高くなるほど、表面積は小さくなるが細孔体積には大差がないことを確認することができる。ただし、水酸化ナトリウムのモル濃度が0.6と高い合成母液で製造されたCHAは、他の製造例のものと比べて、表面積及び細孔体積が非常に小さい。

【0044】

図4は、本発明の製造例1～製造例6に係る、SEMイメージである。

【0045】

図4を参照すると、製造例1～製造例6いずれにおいても、均一な大きさの粒子が生成されており、合成母液の水酸化ナトリウム濃度に応じて粒子の大きさが変化することを確認することができる。

【0046】

従って、合成母液の水酸化ナトリウム濃度を調節すると、粒子の大きさを0.1～5.0 μm まで幅広く調節することができる。

【0047】

図5は、本発明の製造例7～製造例11に係る、静置状態で水熱反応させた後のXRDグラフである。

【0048】

図5を参照すると、製造例7～製造例11において、静置状態で水熱反応をさせても、CHAが良好に合成されることを確認することができる。

【0049】

図6は、本発明の製造例7～製造例11に係る、SEMイメージである。

【0050】

図6を参照すると、製造例7～製造例11において、静置状態で水熱反応をさせても、均一な大きさの粒子が生成されることを確認することができる。また、静置状態で水熱反応させた場合でも、回転させながら合成した場合と類似して、粒子の大きさを0.1～5.0 μm に調節することができる。

【0051】

図7は、本発明の製造例1～製造例6に係る、アルミニウム及びシリコンの化学的状態を調べるためのNMRグラフである。

【0052】

図7を参照すると、製造例1～製造例6において製造されたCHAのアルミニウム及びシリコン原子は共に、ゼオライト骨格内で正四面体配位をしていることを確認することがで

10

20

30

40

50

きる。

【 0 0 5 3 】

下記表 3 に、図 7 によって算出された値を纏めて示す。

【 0 0 5 4 】

【表 3】

	合成母液の Na/Si モル比	生成物の Na/Al モル比 ^(a)	生成物のSi/Alモル比	
			EDX ^(a)	NMR ^(b)
製造例1	0.20	0.40	14.2	12.5
製造例2	0.30	0.33	12.8	11.4
製造例3	0.40	0.48	9.9	9.2
製造例4	0.45	0.53	8.9	9.3
製造例5	0.50	0.68	5.9	6.7
製造例6	0.60	0.67	4.5	4.4
製造例7	0.20	0.36	11.7	—
製造例8	0.30	0.45	11.0	—
製造例9	0.40	0.48	10.1	—
製造例10	0.50	0.74	5.6	—
製造例11	0.60	0.86	3.7	—

(a): EDX結果から計算された値

(b): ²⁹Si MAS NMRスペクトルから計算された値

【 0 0 5 5 】

表 3 を参照すると、EDX 及び ²⁹Si MAS NMR スペクトルで求めた Si / Al モル比は、合成母液の水酸化ナトリウム濃度が高くなるほど小さくなる。これは、ゼオライト骨格内のアルミニウム含有量が高くなったことを意味しており、合成母液の水酸化ナトリウム濃度を調節すると、Si / Al モル比を 4 ~ 14 の広い範囲で調節できることを示している。

【 0 0 5 6 】

図 8 は、本発明の製造例 1 ~ 製造例 6 に係る、アンモニア昇温脱着 (TPD) グラフである。

【 0 0 5 7 】

図 8 を参照すると、合成母液の水酸化ナトリウム含有量が変化するにつれて、製造例 1 ~ 製造例 6 において製造された CHA のアルミニウム含有量が変化し、これに伴って強酸点及び弱酸点の強さと量とが変化することを確認することができる。

【 0 0 5 8 】

下記表 4 に、図 8 によって算出された値を纏めて示す。

【 0 0 5 9 】

10

20

30

40

50

【表 4】

	弱酸点量 (mmol/g)	強酸点量 (mmol/g)	酸点総量 (mmol/g)
製造例1	0.521	0.443	0.964
製造例2	0.585	0.441	1.026
製造例3	0.698	0.440	1.138
製造例4	0.776	0.463	1.239
製造例5	1.050	0.678	1.728
製造例6	0.982	0.513	1.495

10

【0060】

表4を参照すると、弱酸点量は、図8のTPD結果において300以下のピーク面積から算出された値で、強酸点量は、図8のTPD結果において300以上のピーク面積から算出された値で、酸点総量は、弱酸点量と強酸点量とを合わせた値である。合成母液の水酸化ナトリウム濃度が高いほど、合成されたCHAのアルミニウム含有量が高まって、酸点総量が多くなることがわかる。

【0061】

20

図9は、本発明の一実施例に係る、合成母液のNa/Siモル比に応じて変化する生成物のSi/Alモル比を示したグラフである。

【0062】

図9を参照すると、(a)は、EDX結果に基づいて、合成母液のNa/Siモル比と生成物のSi/Alモル比との間の相関関係を模写したものであり、(b)は、NMR結果に基づいて、合成母液のNa/Siモル比と生成物のSi/Alモル比との間の相関関係を模写したものである。合成母液のNa/Siモル比と合成されたCHAのSi/Alモル比との間の相関関係は、二次関数で良好に模写することができる。従って、目標とするCHAのアルミニウム含有量を、合成母液の水酸化ナトリウム濃度を調節することにより、容易にかつ再現性よく調節することができる。

30

【0063】

図10及び図11は、本発明の製造例1、製造例3、及び製造例6に係る、水熱安定性を示したグラフである。

【0064】

図10及び図11を参照すると、添加される水酸化ナトリウム含有量が高い場合(製造例6)は、アルミニウム含有量が高いCHAが合成され、この場合、800水熱処理によって結晶構造が崩れて、表面積が急激に減少を確認することができる。これに対して、アルミニウム含有量が低い場合(製造例1)は、800水熱処理によっても窒素吸着量がほとんど低減せず、水熱安定性が非常に優れることがわかる。

【0065】

40

図12及び図13は、本発明の製造例1、製造例3、及び製造例6に係る、触媒性能(NH₃-SCR)を示したグラフである。

【0066】

図12及び図13を参照すると、水熱処理前では、NH₃-SCRの高温活性は、アルミニウム含有量が高いCHA(製造例6)が最も優れるが、400以下では、他の触媒に比べて活性が低くなることを確認することができる。水熱処理後には、アルミニウム含有量が高くなるほど高温活性が低下しているが、特にアルミニウム含有量が最も高いCHA(製造例6)は、全体温度領域でほとんど活性を示さなかった。従って、アルミニウム含有量が高いと、CHAの水熱安定性が非常に弱くなるので、合成母液の水酸化ナトリウム含有量を調節してアルミニウム含有量が低いCHAを合成すると、水熱安定性が大きく向

50

上することが確認された。

【 0 0 6 7 】

図 1 4 は、本発明の製造例 1、製造例 3、及び製造例 6 に係る、触媒反応（MTO 反応）を示したグラフである。

【 0 0 6 8 】

図 1 4 を参照すると、アルミニウム含有量が適切な製造例 1 及び製造例 3 では、メタノール転換反応の結果、エチレン及びプロピレンに対する選択性が高く、触媒の活性低下もゆっくりと現れるが、アルミニウム含有量が高い製造例 6 では、細孔内炭素沈積により、活性低下が急激に進行することが分かる。

【 0 0 6 9 】

従って、ゼオライト合成母液の製造時に水酸化ナトリウムのモル濃度を適切に調節すると、合成されるCHAのアルミニウム含有量が制御されて、ゼオライトを触媒として用いる際に、活性及び水熱安定性を向上させることができる。

【 0 0 7 0 】

さらに、製造されたCHAは、構造内アルミニウム含有量を調節することによって、特性が異なるものとなるので、様々な分野に適用され得る。

10

20

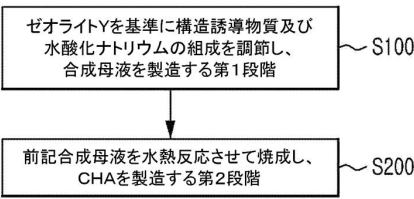
30

40

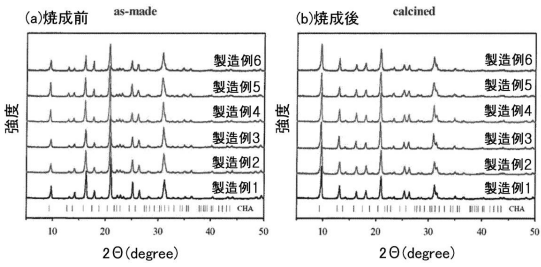
50

【図面】

【図 1】

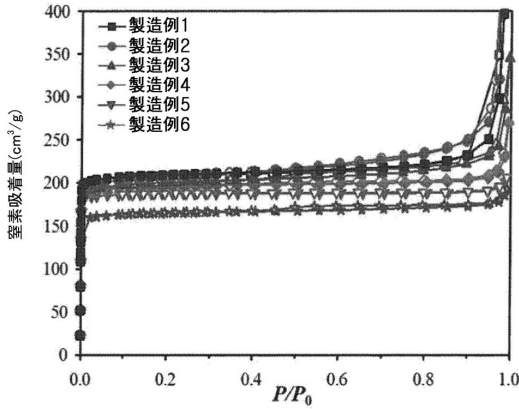


【図 2】

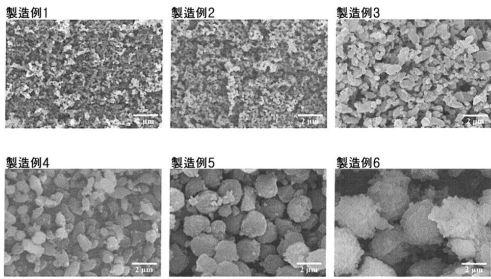


10

【図 3】

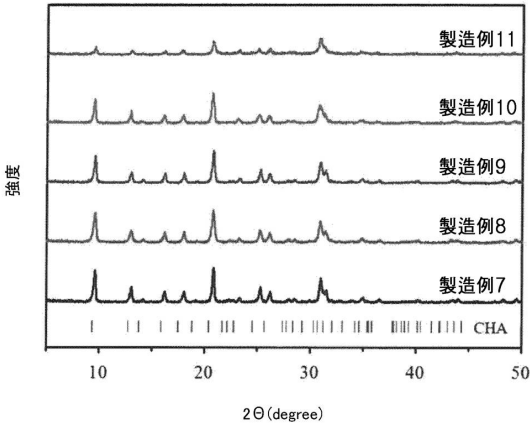


【図 4】

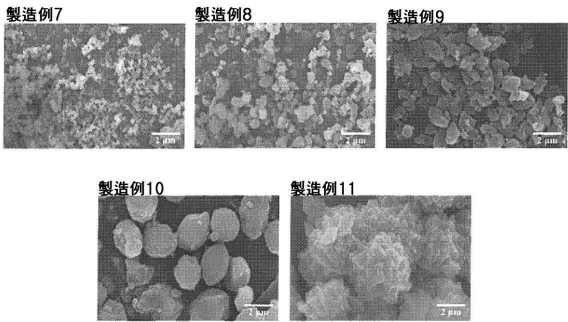


20

【図 5】



【図 6】

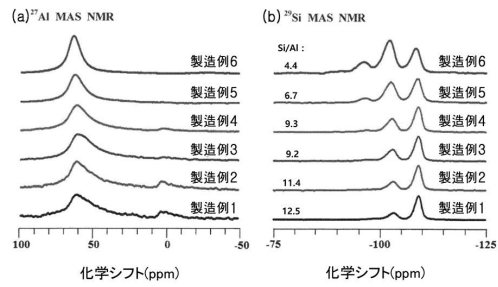


30

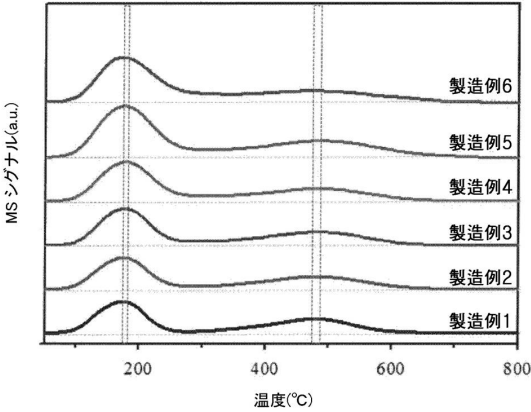
40

50

【図 7】

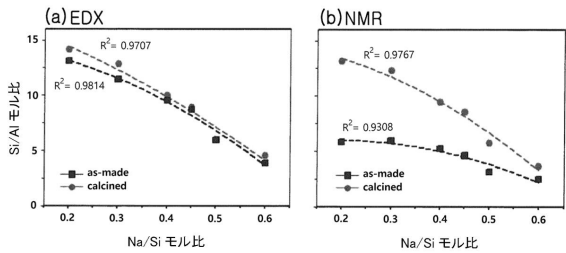


【図 8】

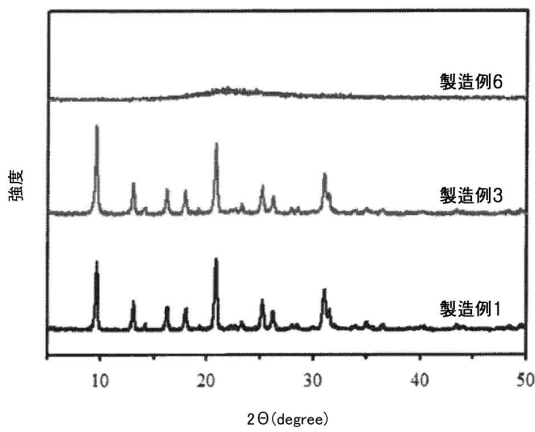


10

【図 9】



【図 10】



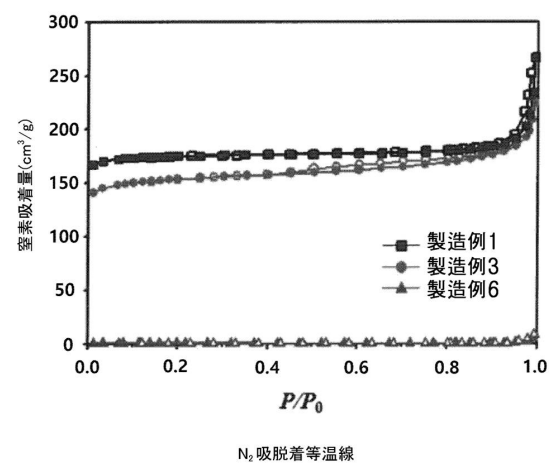
20

30

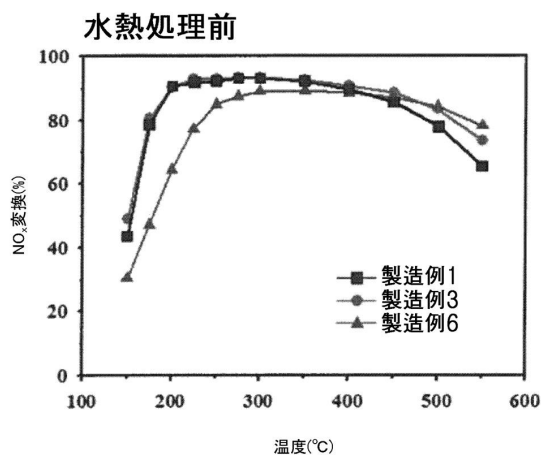
40

50

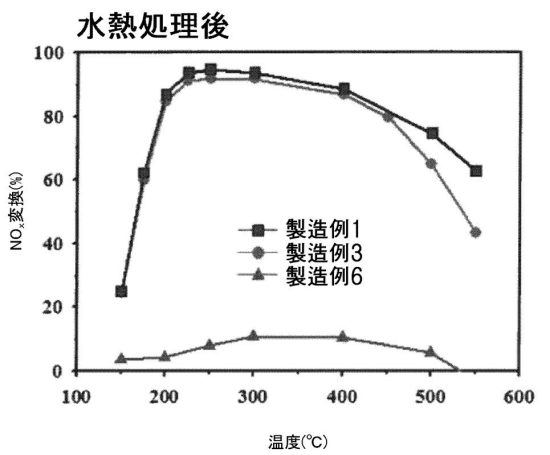
【図 1 1】



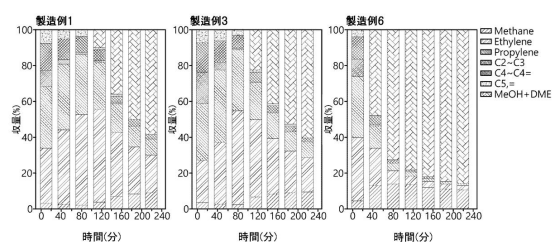
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- アナム口 145
145, Anam-ro Seongbuk-gu Seoul 02841, Republic of Korea
- (74)代理人 100121728
弁理士 井関 勝守
- (74)代理人 100165803
弁理士 金子 修平
- (74)代理人 100170900
弁理士 大西 渉
- (72)発明者 ジョ ソンジュン
大韓民国 61033 グァンジュ ブクグ ソルジユク口 595、101-1702
- (72)発明者 イ グァンヨン
大韓民国 02841 ソウル ソンブクグ アナム口 145
- (72)発明者 バク スンヒ
大韓民国 62283 グァンジュ グァンサング サンウォル口 81、1105-901
- (72)発明者 バク ジンヒ
大韓民国 61128 グァンジュ ブクグ ムンサン口 40、102-1207
- 審査官 神野 将志
- (56)参考文献 Naoki Yamanaka, Masaya Itakura, Yoshimichi Kiyozumi, Masahiro Sadakane, and Tsuneji Sano, Bulletin of the Chemical Society of Japan, 2013年, 86(11), pp.1333-1340, <https://doi.org/10.1246/bcsj.20130189>
S. I. ZONES, J. CHEM. SOC. FARADAY TRANS., 1991年, 87(22), pp.3709-3716
Nuria Martin et al., ChemComm, 2015年, 51, pp.9965-9968
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
C 01 B 39 / 48
B 01 J 29 / 70
B 01 J 20 / 18
B 01 J 20 / 30