

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5589996号
(P5589996)

(45) 発行日 平成26年9月17日(2014.9.17)

(24) 登録日 平成26年8月8日(2014.8.8)

(51) Int.Cl.	F I	
B O 1 J 20/06 (2006.01)	B O 1 J 20/06	C
B O 1 J 20/04 (2006.01)	B O 1 J 20/04	C
B O 1 J 20/08 (2006.01)	B O 1 J 20/08	C
B O 1 J 20/34 (2006.01)	B O 1 J 20/34	F
B O 1 D 53/62 (2006.01)	B O 1 D 53/34	1 3 5 Z
請求項の数 11 (全 12 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2011-197833 (P2011-197833)
 (22) 出願日 平成23年9月12日(2011.9.12)
 (65) 公開番号 特開2013-59703 (P2013-59703A)
 (43) 公開日 平成25年4月4日(2013.4.4)
 審査請求日 平成25年2月26日(2013.2.26)

前置審査

(73) 特許権者 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 100100310
 弁理士 井上 学
 (72) 発明者 吉川 晃平
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
 株式会社 日立製作
 所 日立研究所内
 (72) 発明者 佐藤 大樹
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
 株式会社 日立製作
 所 日立研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 二酸化炭素捕捉材

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

二酸化炭素を含有するガスから二酸化炭素を捕捉・分離するための二酸化炭素捕捉材において、前記二酸化炭素捕捉材が、C e 酸化物を含有し、その平均細孔径が60以下であり、前記二酸化炭素捕捉材がK、M g、A l から選ばれた少なくとも一種の元素を含有することを特徴とする二酸化炭素捕捉材。

【請求項2】

請求項1に記載の二酸化炭素捕捉材が、-196での窒素吸着試験において、窒素相対分圧P/P0=0.01における窒素吸着量U0.01とP/P0=0.99における窒素吸着量U0.99とがU0.01/U0.99>0.35の関係を満たすことを特徴とする二酸化炭素捕捉材。

10

【請求項3】

請求項1~2のいずれか一項に記載の二酸化炭素捕捉材において、前記二酸化炭素捕捉材がK、M g、A l から選ばれた元素を合計で、金属換算でC e に対してモル比で0.01以上1.00以下含有することを特徴とする二酸化炭素捕捉材。

【請求項4】

請求項1~3のいずれか一項に記載の二酸化炭素捕捉材において、前記二酸化炭素を含有するガスが、熱機関から排出されるガスであることを特徴とする二酸化炭素捕捉材。

【請求項5】

請求項1~4のいずれか一項に記載の二酸化炭素捕捉材を使用した二酸化炭素捕捉装置

20

。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の二酸化炭素捕捉装置において、その前段に脱硫装置を設置することを特徴とした二酸化炭素捕捉装置。

【請求項 7】

請求項 5 または 6 のいずれか一項に記載の二酸化炭素捕捉装置において、その前段に集塵装置を設置することを特徴とした二酸化炭素捕捉装置。

【請求項 8】

請求項 5 ～ 7 のいずれか一項に記載の二酸化炭素捕捉装置において、その前段に脱硝装置を設置することを特徴とした二酸化炭素捕捉装置。

10

【請求項 9】

請求項 5 ～ 8 のいずれか一項に記載の二酸化炭素捕捉装置において、捕捉した二酸化炭素を二酸化炭素捕捉材の加熱により脱離させる工程を含むことを特徴とする二酸化炭素回収方法。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の二酸化炭素回収方法において、二酸化炭素捕捉材を加熱する際に、加熱用ガスを流通させることにより、二酸化炭素捕捉材を加熱することを特徴とする二酸化炭素回収方法。

【請求項 11】

請求項 9 または 10 のいずれか一項に記載の二酸化炭素回収方法において、二酸化炭素捕捉材を加熱する際に、水蒸気を流通させることにより、二酸化炭素捕捉材を加熱することを特徴とする二酸化炭素回収方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、二酸化炭素を捕捉するための材料に関する。

【背景技術】

【0002】

温室効果ガスの排出による地球温暖化が世界的な問題となっている。温室効果ガスには二酸化炭素 (CO_2)、メタン (CH_4)、フロン類 (CFCs) 等がある。これらの中で影響が最も大きいものは二酸化炭素であり、排出量の削減が緊急の課題となっている。上記課題の解決策としては、化学吸収法、物理吸収法、膜分離法、吸着分離法、深冷分離法などがある。その中に、 CO_2 捕捉材を用いた分離法が挙げられる。

30

【0003】

特許文献 1 には Bi と、Mg、Ca、Sr、Ba、Cs、Y 及びランタノイド酸化物をメカニカルアロイング法により合成することを特徴とする二酸化炭素吸収材が記載されている。

【0004】

特許文献 2 には金属元素として Ba、Sr、Ca、Cs、K、La、Pr、Ce、Nd、Gd、Er、Y、Pb、及び Bi を合計 44.4 mol % 以上 50 mol % 以下、Ti、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Al、Sn、及び Zr を合計 50 mol % 以上 55.6 mol % 以下含有するペロブスカイト複合酸化物と、 CO_2 を反応させて、炭酸塩として吸収させることを特徴とする二酸化炭素吸収材が記載されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2004 - 358390 号公報

【特許文献 2】特開平 10 - 272336 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 6 】

しかし、特許文献 1 に記載のメカニカルアロイング法は機械的な合金法であり、微小な細孔を形成することが困難である。また、特許文献 2 に記載のペロブスカイトは 7 0 0 程度の高い焼成温度が必要となり、焼結するために微小な細孔は得られない。

【 0 0 0 7 】

本発明は、上記の課題を鑑みてなされたものであり、微小な細孔を利用し、二酸化炭素を効率よく捕捉することができる二酸化炭素捕捉材を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明の二酸化炭素捕捉材は二酸化炭素を含有するガスから二酸化炭素を捕捉・分離するための二酸化炭素捕捉材において、前記二酸化炭素捕捉材が、C e 酸化物を含有し、その平均細孔径が 6 0 以下であり、前記二酸化炭素捕捉材が K、M g、A l から選ばれた少なくとも一種類の元素を含有することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、二酸化炭素を効率よく捕捉することができる二酸化炭素捕捉材を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】C e 酸化物のみからなる二酸化炭素捕捉材の平均細孔径と、二酸化炭素捕捉量を示すグラフである。

20

【図 2】C e 酸化物のみからなる二酸化炭素捕捉材の比表面積と、二酸化炭素捕捉量を示すグラフである。

【図 3】C e 酸化物のみからなる二酸化炭素捕捉材の - 1 9 6 における窒素吸着等温線を示すグラフである。

【図 4】C e 酸化物のみからなる二酸化炭素捕捉材の - 1 9 6 における窒素吸着量比 ($U_{0.01} / U_{0.99}$) と単位表面積あたりの二酸化炭素捕捉量の相関を示すグラフである。

【図 5】C e と、さらに K、M g、A l、及び P r から選ばれた少なくとも一種類の元素を含有する酸化物からなる二酸化炭素捕捉材の平均細孔径と、二酸化炭素捕捉量を示すグラフである。

30

【図 6】ボイラ排ガスの処理を示すフローである。

【図 7】二酸化炭素捕捉塔を用いて二酸化炭素を捕捉回収する例である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

本発明者らは、上記課題を鋭意検討した結果、二酸化炭素捕捉材が、C e 酸化物を含有し、その平均細孔径を 6 0 以下とすることで効率よく二酸化炭素を捕捉できることを見出した。これは、平均細孔径が小さいことで、二酸化炭素と細孔壁の接触頻度が向上し、二酸化炭素捕捉反応が促進されるためと考えている。

【 0 0 1 2 】

微小な細孔を多く含む二酸化炭素捕捉材は、- 1 9 6 での窒素吸着試験において、窒素相対圧 P / P_0 に対する窒素吸着量の増加が少ない。すなわち、異なる P / P_0 における窒素吸着量の比を細孔微小化の指標とすることができる。窒素相対分圧 $P / P_0 = 0.01$ における窒素吸着量 $U_{0.01}$ と $P / P_0 = 0.99$ における窒素吸着量 $U_{0.99}$ とが $U_{0.01} / U_{0.99} > 0.35$ の関係を満たす場合、効率よく二酸化炭素を捕捉することができる。

40

【 0 0 1 3 】

更に、二酸化炭素捕捉材の比表面積が $100 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以上である場合、効率よく二酸化炭素を捕捉することができる。これは、露出する二酸化炭素捕捉点が増加するためと考えている。

【 0 0 1 4 】

これら二酸化炭素捕捉材の出発原料としては、硝酸化合物、塩化物、酢酸化合物、錯体

50

化合物、水酸化物、炭酸化合物、及び有機化合物などの種々の化合物、金属、及び金属酸化物を用いることができる。

【 0 0 1 5 】

これら二酸化炭素捕捉材の調製方法としては、例えば、含浸法、混練法、共沈法、ゾルゲル法、イオン交換法、及び蒸着法などの物理的調製方法や化学反応を利用した調製方法などを用いることができる。

【 0 0 1 6 】

二酸化炭素捕捉材成分をアルミナ、シリカ、及びゼオライトなどの多孔体に担持してもよい。この場合、含浸法、混練法、共沈法、ゾルゲル法、イオン交換法、及び蒸着法などの物理的調製方法や化学反応を利用した調製方法などを用いることができる。中でも、化学反応を利用した調製方法を用いることで、担体と二酸化炭素捕捉材成分の接触が強固になり、シントリング等を防止できる。

【 0 0 1 7 】

前記二酸化炭素捕捉材はC eに加えK , M g、 A l、及びP r元素を含有する場合、二酸化炭素を効率よく捕捉できる。これら元素の合計含有量は、金属換算でC eに対しモル比で0.01以上1.00以下であることが好ましい。

【 0 0 1 8 】

二酸化炭素捕捉材の形状としては、用途に応じて適宜調整でき、ペレット状、板状、粒状、及び粉末状などが挙げられる。二酸化炭素捕捉時の発熱などにより二酸化炭素捕捉材の温度が上昇し、二酸化炭素捕捉性能が低下する場合には、二酸化炭素捕捉材をコーゼライト、炭化ケイ素(S i C)、及びステンレスなどの材料に担持すると、熱の伝導を促進することが可能となり、二酸化炭素捕捉材の温度上昇が抑制され、捕捉性能を保持できる。

【 0 0 1 9 】

二酸化炭素捕捉材はどのような温度で使用しても良いが、600 以下であることが好ましい。二酸化炭素捕捉材の温度が600 以上である場合、シントリングにより比表面積が低下する等、二酸化炭素捕捉材の性能が低下する。

【 0 0 2 0 】

二酸化炭素捕捉材は二酸化炭素を含有するガスであれば、どのようなガスにおいても適用できる。二酸化炭素と共存するガス成分としては酸素、窒素、水、窒素酸化物、及び硫黄酸化物などが挙げられるが、二酸化炭素捕捉材の被毒を抑制するために二酸化炭素以外の酸性ガスの含有量が低いことが望ましい。この観点から、二酸化炭素捕捉材を使用した二酸化炭素捕捉装置の前段には、脱硝装置及び脱硫装置を備えることが好ましい。また、二酸化炭素捕捉材への塵灰の堆積を防ぐため、集塵装置を備えることが好ましい。

【 0 0 2 1 】

二酸化炭素を含有するガスの例としては、火力発電所のボイラ、製鉄所、及びセメント工場からの排ガスなどが考えられる。

【 0 0 2 2 】

二酸化炭素を含有するガスの温度は、どのような温度でも構わないが、二酸化炭素捕捉時に並行して起こる脱離を低減させるためには低温であることが好ましく、特に100 以下であることが好ましい。

【 0 0 2 3 】

二酸化炭素捕捉材を用いて捕捉した二酸化炭素を脱離・回収する場合には、二酸化炭素捕捉材の温度を100 以上500 以下にすることで効率よく二酸化炭素を脱離・回収することができる。必要に応じて真空ポンプなどの減圧装置を用いることができる。二酸化炭素捕捉材の周囲を減圧し、二酸化炭素の分圧を減少させることで、更に効率的に二酸化炭素を回収することができる。

【 0 0 2 4 】

二酸化炭素捕捉材の温度を上昇させる方法としては、電気炉等の加熱装置の使用、加熱されたガスとの接触、などが挙げられる。前記ガスはどのようなガスでもかまわないが、

10

20

30

40

50

回収する二酸化炭素の純度を高めたい場合には、二酸化炭素と容易に分離できるガスであることが望ましい。

【0025】

前記ガスと二酸化炭素を分離する方法は様々であるが、二酸化炭素よりも沸点が高いガスを利用することが好ましい。ガスと二酸化炭素の混合ガスを冷却することで、ガスのみを凝縮し、高純度の二酸化炭素を回収することができる。このようなガスの一つとして水蒸気がある。

【0026】

以下、本発明の実施例を詳細に説明する。

【0027】

10

(比較例1)

精製水100gに対し、硝酸セリウム六水和物($Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$)18.61gを室温で攪拌しながら溶解させた。前記水溶液1に、精製水100gにシュウ酸二水和物($C_2O_4H_2 \cdot 2H_2O$)9.75gを溶解させた水溶液2を滴下し、生成された沈殿物を洗浄ろ過により収集した。前記沈殿物を乾燥炉にて120で乾燥させた後、大気雰囲気下の電気炉にて400で1時間焼成し、得られたCe酸化物を二酸化炭素捕捉材とした。

【実施例1】

【0028】

セリウム酸化物(日揮株式会社製)を二酸化炭素捕捉材とした。

20

【実施例2】

【0029】

セリウム酸化物(製品名:HS、第一稀元素製)を二酸化炭素捕捉材とした。

【実施例3】

【0030】

セリウム酸化物(ローヌ・プーラン社製)を二酸化炭素捕捉材とした。

【実施例4】

【0031】

精製水1080gに対し、硝酸セリウム六水和物($Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$)26.05gを室温で激しく攪拌しながら溶解させた。前記水溶液を攪拌しながら25重量%のアンモニア水溶液を滴下しpHを9.0とした。8時間攪拌した後、1時間静置し、沈殿物を洗浄ろ過により収集した。その後、沈殿物を乾燥炉にて120で乾燥させ、大気雰囲気下の電気炉にて400で1時間焼成し、得られたセリウム酸化物を二酸化炭素捕捉材とした。

30

【実施例5】

【0032】

精製水540gに対し、硝酸セリウム六水和物($Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$)26.05gと尿素(CH_4N_2O)を室温で激しく攪拌しながら溶解させた。前記水溶液を90に加熱し、8時間攪拌した後、室温で1時間静置した。沈殿物を洗浄ろ過により収集した。その後、沈殿物を乾燥炉にて120で乾燥させ、大気雰囲気下の電気炉にて400で1時間焼成し、得られたセリウム酸化物を二酸化炭素捕捉材とした。

40

【実施例6】

【0033】

実施例5において、硝酸セリウム六水和物($Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$)26.05gの代わりに、硝酸セリウム六水和物($Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$)23.45gと硝酸カリウム($K(NO_3)$)0.61gを加えたこと以外は同様の調製法で得られたセリウム-カリウム酸化物を二酸化炭素捕捉材とした。

【実施例7】

【0034】

実施例5において、硝酸セリウム六水和物($Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$)26.05gの代

50

わりに、硝酸セリウム六水和物 ($Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$) 23.45 g と硝酸マグネシウム六水和物 ($Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$) 1.54 g を加えたこと以外は同様の調製法で得られたセリウム - マグネシウム酸化物を二酸化炭素捕捉材とした。

【実施例 8】

【0035】

実施例 5 において、硝酸セリウム六水和物 ($Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$) 26.05 g の代わりに、硝酸セリウム六水和物 ($Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$) 13.03 g と硝酸マグネシウム六水和物 ($Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$) 7.69 g を加えたこと以外は同様の調製法で得られたセリウム - マグネシウム酸化物を二酸化炭素捕捉材とした。

【実施例 9】

【0036】

実施例 5 において、硝酸セリウム六水和物 ($Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$) 26.05 g の代わりに、硝酸セリウム六水和物 ($Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$) 23.45 g と硝酸アルミニウム九水和物 ($Al(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$) 2.25 g を加えたこと以外は同様の調製法で得られたセリウム - アルミニウム酸化物を二酸化炭素捕捉材とした。

【実施例 10】

【0037】

実施例 5 において、硝酸セリウム六水和物 ($Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$) 26.05 g の代わりに、硝酸セリウム六水和物 ($Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$) 23.45 g と硝酸プラセオジウム六水和物 ($Pr(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$) 2.61 g を加えたこと以外は同様の調製法で得られたセリウム - プラセオジウム酸化物を二酸化炭素捕捉材とした。

【0038】

なお、比較例 1 及び実施例 1 ~ 10 において硝酸化合物、尿素、及びシュウ酸二水和物は和光純薬工業株式会社製の試薬特級を用いた。

【0039】

表 1 に使用した二酸化炭素捕捉材一覧を示す。

【0040】

【表 1】

表 1

試料	組成	元素比(モル比)
比較例1	Ce酸化物	—
実施例1	Ce酸化物	—
実施例2	Ce酸化物	—
実施例3	Ce酸化物	—
実施例4	Ce酸化物	—
実施例5	Ce酸化物	—
実施例6	Ce—K酸化物	K/Ce=0.11
実施例7	Ce—Mg酸化物	Mg/Ce=0.11
実施例8	Ce—Mg酸化物	Mg/Ce=1.00
実施例9	Ce—Al酸化物	Al/Ce=0.11
実施例10	Ce—Pr酸化物	Pr/Ce=0.11

【0041】

(比表面積及び平均細孔径の評価方法)

実施例 1 ~ 10 及び比較例の二酸化炭素捕捉材について B E T 法を用いて窒素の吸着等温線を測定し、比表面積及び平均細孔径を測定した。

【 0 0 4 2 】

(二酸化炭素捕捉材の評価方法)

次の条件で二酸化炭素捕捉材の性能を評価した。実施例 1 ~ 10 及び比較例 1 で得られた二酸化炭素捕捉材を 0.5 ~ 1.0 mm の粒状に成型し、石英ガラス製反応管中に固定した。He 流通下、二酸化炭素捕捉材の温度を 400 とすることで不純物を除去した後、電気炉で試料温度を 50 に保ちながら二酸化炭素パルス捕捉試験を実施し、二酸化炭素の捕捉量を測定した。サンプルガスとして 12 体積 % の二酸化炭素と 88 体積 % のヘリウムからなる混合ガス 10 ml をパルス状で 4 分おきに 2 分間導入し、反応管出口の二酸化炭素濃度をガスクロマトグラフィにより測定した。パルス導入は反応管出口で測定される二酸化炭素量が飽和するまで実施した。また、キャリアガスとしてヘリウムガスを使用した。

10

【 0 0 4 3 】

図 1 は、実施例 1 ~ 5 及び比較例 1 の平均細孔径と二酸化炭素捕捉量の相関を示したものである。平均細孔径が 60 よりも小さい試料では、二酸化炭素捕捉量が 250 mmol / L 以上と多いことが判った。

【 0 0 4 4 】

図 2 は、実施例 1 ~ 5 及び比較例 1 の比表面積と二酸化炭素捕捉量の相関を示したものである。比表面積が 100 m² / g よりも大きい試料では、二酸化炭素捕捉量が 250 mmol / L 以上と多いことが判った。

20

【 0 0 4 5 】

図 3 は、実施例 1、5、及び比較例 1 の - 196 での窒素吸着等温線を示したものである。実施例 5 は実施例 1 及び比較例 1 と比べ、窒素相対圧 P / P_0 に対する窒素吸着量の増加が少ないことが判った。

【 0 0 4 6 】

実施例 1 ~ 5 及び比較例 1 の - 196 における $P / P_0 = 0.01$ における窒素吸着量 ($U_{0.01}$) と $P / P_0 = 0.99$ における窒素吸着量 ($U_{0.99}$) の相対比を算出した。図 4 は、窒素吸着量の相対比と単位表面積あたりの二酸化炭素捕捉量を示したものである。窒素吸着量の相対比 $U_{0.01} / U_{0.99}$ が大きいほど、単位表面積あたりの二酸化炭素捕捉量が多く、特に $U_{0.01} / U_{0.99}$ が 0.35 以上である場合に単位表面積あたりの二酸化炭素捕捉量が 1.8 $\mu\text{mol} / \text{m}^2$ 以上と多いことが判った。

30

【 0 0 4 7 】

図 5 は、実施例 1 及び 5 ~ 10 の平均細孔径と、二酸化炭素捕捉量の相関を示したものである。Ce と、さらに K、Mg、Al、及び Pr から選ばれた少なくとも一種の元素を Ce との元素比で 0.01 以上 1.0 以下含有する酸化物である実施例 6 ~ 10 は、実施例 1 と比べ更に二酸化炭素捕捉量が 400 mmol / L と多いことが判った。

【 実施例 11 】

【 0 0 4 8 】

図 6 は、本発明の二酸化炭素捕捉材を用いたボイラ排ガスからの二酸化炭素回収を示すフローである。ボイラの排ガス流路に、脱硝装置、集塵装置、脱硫装置、及び本発明の二酸化炭素捕捉材を充填した二酸化炭素捕捉装置を設置する。二酸化炭素捕捉装置により二酸化炭素を捕捉したのち、排ガスを大気へと排出する。二酸化炭素捕捉装置を脱硝装置、集塵装置、及び脱硫装置の下流に設置することで、二酸化炭素捕捉装置に流入する SO_x、及び NO_x 量を減少させることができ、これらのガスによる捕捉材の被毒を抑制することができる。

40

【 実施例 12 】

【 0 0 4 9 】

図 7 は、本発明の二酸化炭素捕捉材を充填した捕捉塔を用いて二酸化炭素を捕捉回収する例である。捕捉塔の上流及び下流に流路切り替え弁を設置する。二酸化炭素含有ガスが

50

ら二酸化炭素を捕捉する際は、捕捉塔に二酸化炭素含有ガスを流通させ二酸化炭素を捕捉し、捕捉塔下流のガス排出口から排出する。捕捉材から二酸化炭素を脱離させる際は、水蒸気を捕捉塔に流通させ、捕捉材を加熱する。その後、水蒸気と二酸化炭素の混合ガスを冷却装置に流通させガス温度を40以下に冷却し、水蒸気を除去することで高純度の二酸化炭素を分離できる。また、捕捉塔を二塔以上設置し、交互に流路を切り替えることで、二酸化炭素の捕捉、脱離を連続的に行うことができる。

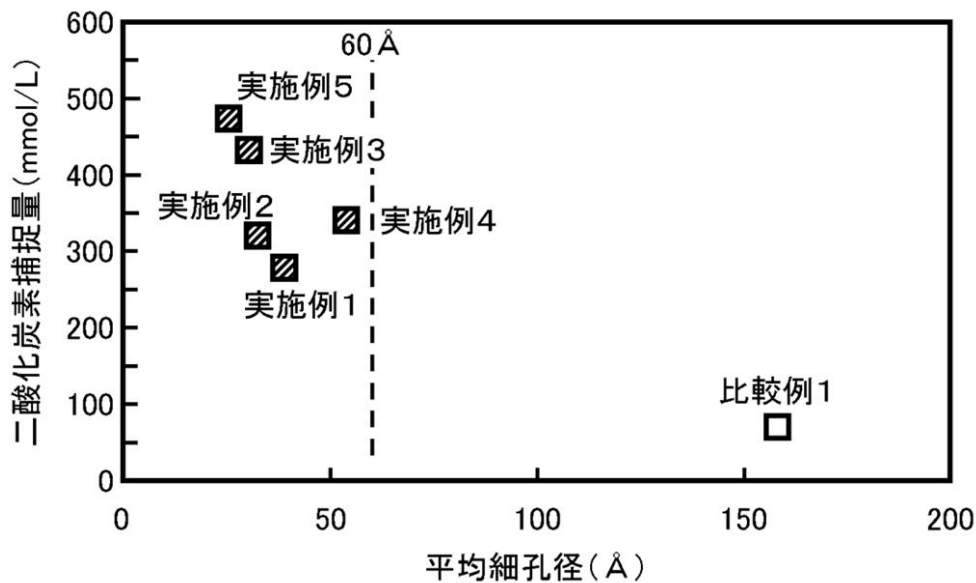
【0050】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

10

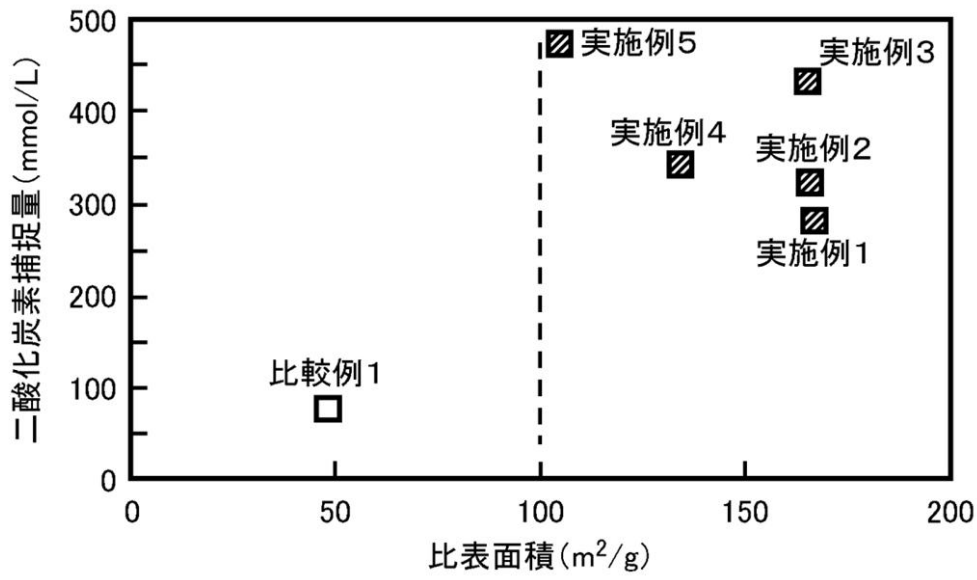
【図1】

図 1



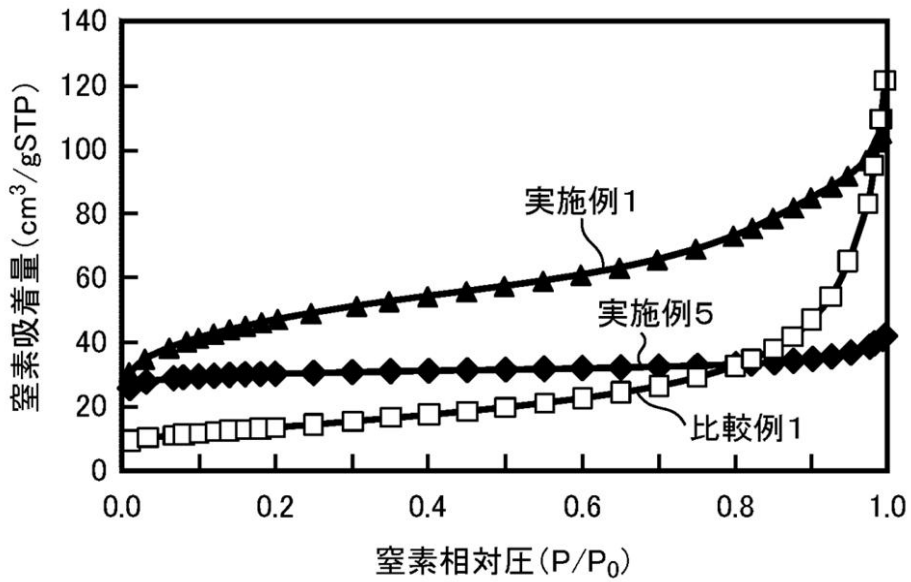
【 图 2 】

图 2



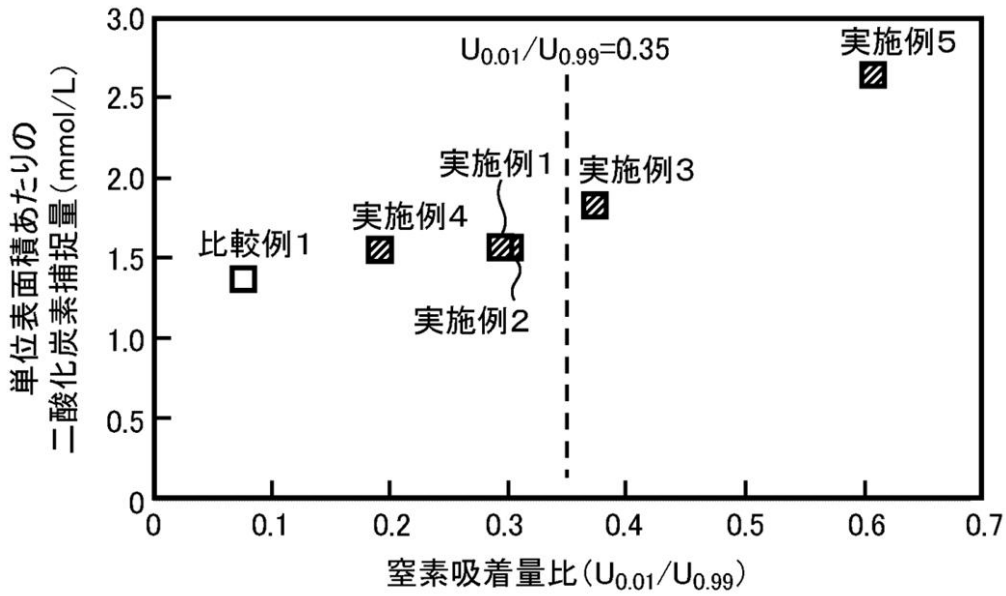
【 图 3 】

图 3



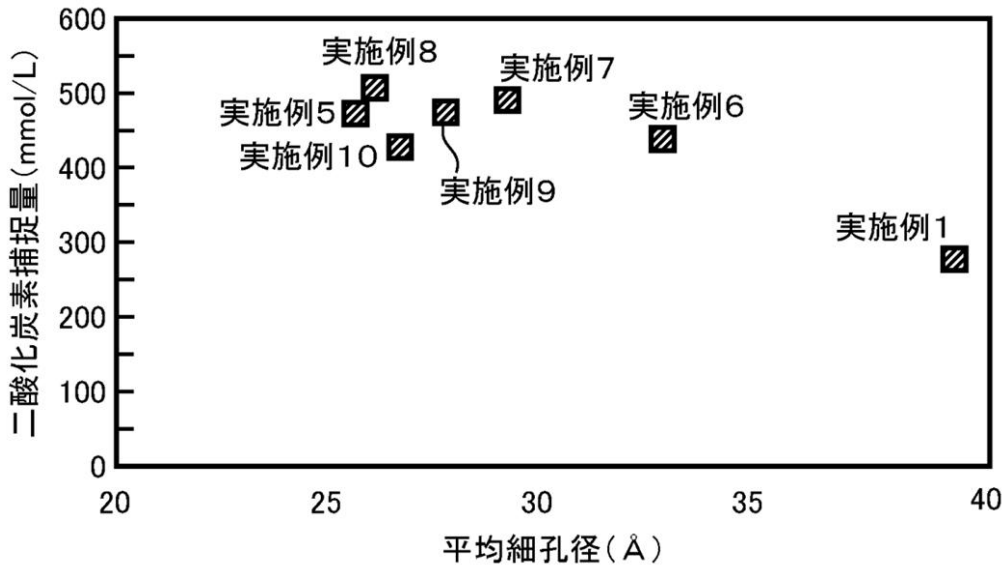
【 図 4 】

図 4



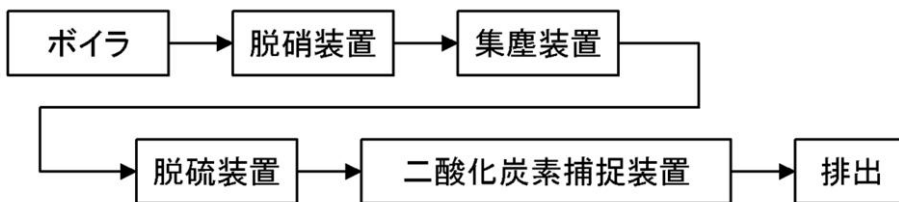
【 図 5 】

図 5



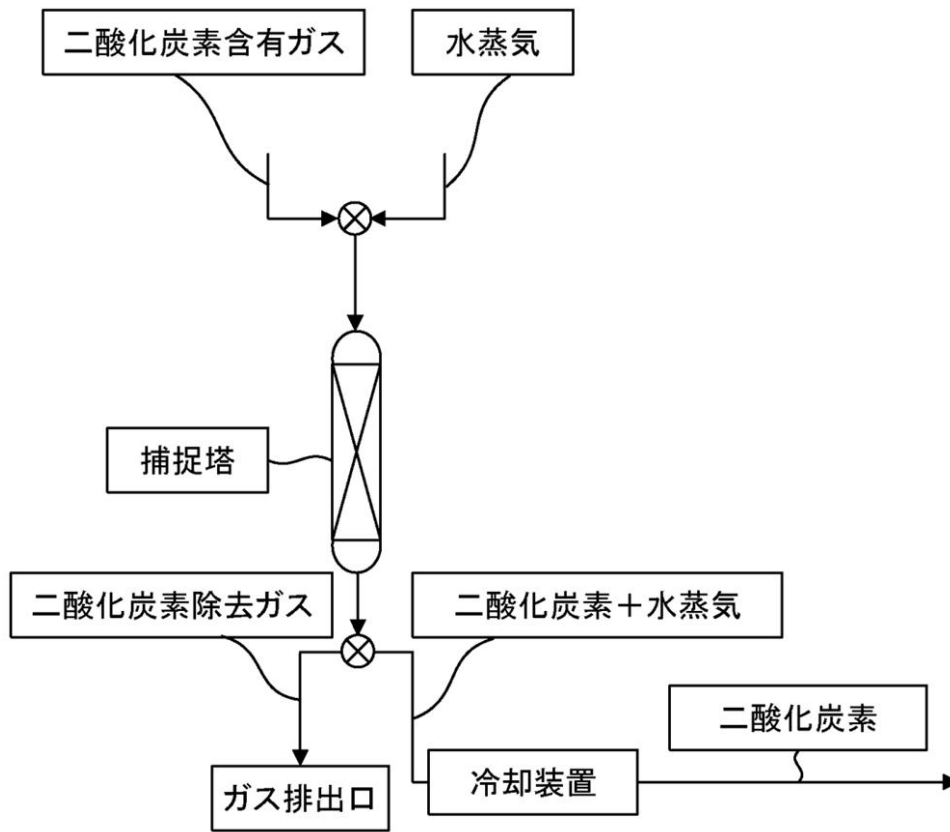
【 図 6 】

図 6



【図7】

図 7



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
B 0 1 D 53/50	(2006.01)	B 0 1 D 53/34	1 2 2 Z	
B 0 1 D 53/04	(2006.01)	B 0 1 D 53/04	G	
C 0 1 B 31/20	(2006.01)	C 0 1 B 31/20	B	

(72)発明者 金枝 雅人
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
所内 株式会社 日立製作所 日立研究

(72)発明者 菅野 周一
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
所内 株式会社 日立製作所 日立研究

審査官 齊藤 光子

(56)参考文献 特表2011-522692(JP,A)
特開2011-110480(JP,A)
特開2002-011326(JP,A)
特開2006-298707(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B 0 1 J 2 0 / 0 0 - 3 4
B 0 1 D 5 3 / 0 2 - 1 2
B 0 1 D 5 3 / 3 4
C 0 1 B 3 1 / 2 0
Thomson Innovation