

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年5月22日(22.05.2020)



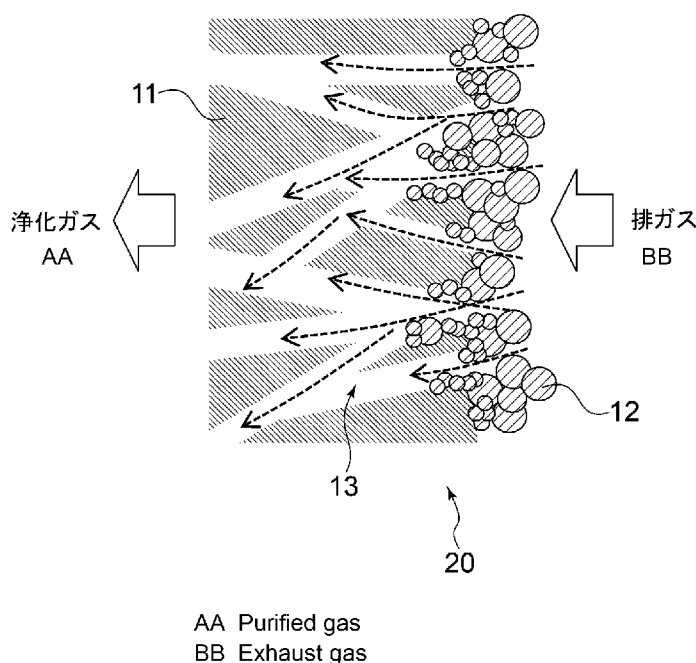
(10) 国際公開番号

WO 2020/100856 A1

- (51) 国際特許分類:
B01D 39/16 (2006.01) *B01D 53/90* (2006.01)
B01D 46/02 (2006.01) *F23J 15/00* (2006.01)
B01D 53/86 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/044252
- (22) 国際出願日: 2019年11月12日(12.11.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-212103 2018年11月12日(12.11.2018) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008332 東京都千代田区丸の内
三丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 勝木 将利 (KATSUKI, Masatoshi);
〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5
号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 鈴木
匠 (SUZUKI, Takumi); 〒1088215 東京都港区
港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会
社内 Tokyo (JP). 向井 洋介 (MUKAI, Yosuke);
〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号
三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 誠真 I P 特許業務法人 (SEISHIN IP
PATENT FIRM, P.C.); 〒1080073 東京都港区
三田三丁目13番16号 三田43M
Tビル13階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: GAS PURIFICATION FILTER, METHOD FOR MANUFACTURING GAS PURIFICATION FILTER, AND GAS PURIFICATION SYSTEM

(54) 発明の名称: ガス浄化フィルタ、ガス浄化フィルタの製造方法、及び、ガス浄化システム



(57) Abstract: Provided is a gas purification filter 20 that includes a filter body 11 configured from a fiber fabric, and a gas purification catalyst 12 supported by the filter body 11, wherein the gas purification filter 20 is such that the void ratio representing the volume of voids present in a space per unit volume is 6-20%. The gas purification filter 20 can be manufactured through a preparation step, an average grain diameter determination step, and a support step.

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 繊維布により構成されるフィルタ本体 11 と、フィルタ本体 11 に担持されたガス浄化触媒 12 とを含むガス浄化フィルタ 20 であって、単位体積あたりの空間に占める空隙の体積を表す空隙率が 6% 以上 20% 以下であるガス浄化フィルタ 20 にする。ガス浄化フィルタ 20 は、準備ステップ、平均粒径決定ステップ及び担持ステップを経ることで製造することができる。

明 細 書

発明の名称：

ガス浄化フィルタ、ガス浄化フィルタの製造方法、及び、ガス浄化システム

技術分野

[0001] 本開示は、ガス浄化フィルタ、ガス浄化フィルタの製造方法、及び、ガス浄化システムに関する。

背景技術

[0002] 石炭焚ボイラ、油焚ボイラ、一般廃棄物焼却プラント、産業廃棄物焼却プラント等の燃焼システムでは、燃焼炉等の燃焼装置での排ガスを処理するための排ガス処理装置が備えられる。排ガス処理装置は、例えば、脱硫装置、脱硝装置、除塵装置等を備え、具体的には例えば、ガス浄化フィルタを袋状に形成したバグフィルタが備えられる。

[0003] ガス浄化フィルタのうち、排ガスの除塵処理に加え、排ガス中の有毒成分（窒素酸化物、一酸化炭素、ダイオキシン等）の分解処理を可能な触媒付き濾布がある。触媒付き濾布では、ハニカム等の構造物とは異なり、濾布は繊維を束ねた繊維状もしくはフェルト状フィルタとして構成される。また、濾布には、例えば脱硝触媒、酸化触媒、ダイオキシン分解触媒等の触媒の粒子（触媒粒子）が担持される。

[0004] 燃焼排ガスと触媒粒子との接触面積を増加させることで触媒性能の向上を図るため、触媒粒子の微粒子化が試みられている。例えば特許文献1には、平均粒径が0.1 μm の触媒を用いたバグフィルタ（ガス浄化フィルタ）が記載されている（例えば段落0023参照）。また、特許文献2には、平均粒径が1 μm の触媒を用いたバグフィルタ（ガス浄化フィルタ）が記載されている（例えば表1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2014-8460号公報

特許文献2：特開2014-166614号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、本発明者らが検討したところ、単に触媒の微粒子化を行っても、触媒性能は十分に向上しないことがわかった。これは、濾布（後記するフィルタ本体に相当）への触媒粒子の担持の際、触媒の微粒子化によりガス浄化フィルタ内部に触媒粒子が入り込み、ガス浄化フィルタ内部のガス流路を閉塞してしまう結果、差圧が過度に上昇するためと考えられる。この結果、ガス浄化フィルタ内部をガスが流れにくくなり、ガス処理量が低下する結果、触媒性能が所望通りに向上しない。

[0007] 一方で、もし、単に触媒の大粒子化を行えば、触媒粒子間の隙間が大きくなるため、差圧は低下する。しかし、触媒の大粒子化により排ガスがガス浄化フィルタを素通りし、触媒への接触が十分に行われない可能性がある。これにより、触媒性能が所望通りに向上しない。従って、触媒の粒径によらず触媒性能を向上可能なガス浄化技術が求められている。

[0008] 本発明の少なくとも一実施形態は、触媒性能が従来よりも向上したガス浄化フィルタ、ガス浄化フィルタの製造方法、及び、ガス浄化システム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

[0009] （1）本発明の少なくとも一実施形態に係るガス浄化フィルタは、
繊維布により構成されるフィルタ本体と、前記フィルタ本体に担持されたガス浄化触媒とを含むガス浄化フィルタであって、
単位体積あたりの空間に占める空隙の体積を表す空隙率が6%以上20%以下である。

[0010] 上記（1）の構成によれば、ガス浄化フィルタの空隙率に着目し、ガス浄化フィルタの空隙率を6%以上20%以下にすることで、ガス浄化フィルタ内部におけるガス流路を確保して、差圧の過度の上昇を抑制できる。これに

より、ガス浄化フィルタ内部を排ガスが流れ易くでき、ガス処理量を増大できる。さらには、ガス浄化フィルタの空隙率を6%以上20%以下にすることで、ガス流路を排ガスが流れるときに排ガスをガス浄化触媒の粒子に適度に接触し易くでき、排ガスの素通りを抑制できる。従って、触媒効率を高め、触媒性能を従来よりも向上できる。

[0011] (2) 幾つかの実施形態では、上記(1)の構成において、前記空隙率が7%以上17%以下である。

[0012] 上記(2)の構成によれば、触媒性能を特に向上できる。

[0013] (3) 幾つかの実施形態では、上記(1)又は(2)の構成において、前記フィルタ本体の前記空隙率は55%以上82%以下であり、前記ガス浄化触媒の平均粒径 D_{50} が $1\mu\text{m}$ 以上 $250\mu\text{m}$ 以下である。

[0014] 上記(3)の構成によれば、ガス浄化フィルタの空隙率を6%以上20%以下にできる。

[0015] (3') 幾つかの実施形態では、上記(2)の構成において、前記フィルタ本体の前記空隙率は55%以上69%以下であり、前記ガス浄化触媒の平均粒径 D_{50} が $5\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下である。

[0016] 上記(3')の構成によれば、ガス浄化フィルタの空隙率を、触媒性能を特に向上可能な7%以上17%以下にできる。

[0017] (4) 幾つかの実施形態では、上記(1)～(3)の何れか1の構成において、前記フィルタ本体の目付が $500\text{g}/\text{m}^2$ 以上 $1300\text{g}/\text{m}^2$ 以下である。

[0018] 上記(4)の構成によれば、フィルタ本体の目のある程度粗くできる。これにより、ガス浄化フィルタを構成するフィルタ本体内部のガス流路の大きさを確保し易くできる。

[0019] (5) 幾つかの実施形態では、上記(1)～(4)の何れか1の構成において、前記フィルタ本体に含まれる繊維は、ポリエステル系繊維、ポリアミド系

繊維、ポリフェニレンサルファイド系繊維、ポリアクリル系繊維、ポリプロピレン系繊維、ポリイミド系繊維、ガラス繊維、及びポリフルオロエチレン系繊維の何れか１種を含む。

[0020] 上記（５）の構成によれば、触媒性能が従来よりも向上したガス浄化フィルタを好適に構成することができる。

[0021] （６）幾つかの実施形態では、上記（５）の構成において、前記繊維の直径は、繊維断面における最も大きい部分の直径が $15\mu\text{m}$ 以下である。

[0022] 上記（６）の構成によれば、触媒性能が従来よりも向上したガス浄化フィルタを特に好適に構成することができる。

[0023] （７）本発明の少なくとも一実施形態に係るガス浄化フィルタの製造方法は、

繊維布により構成されるフィルタ本体と、前記フィルタ本体に担持されたガス浄化触媒とを備えるガス浄化フィルタの製造方法であって、

前記フィルタ本体を準備する準備ステップと、

単位体積あたりの空間に占める空隙の体積を表す空隙率であって準備した前記フィルタ本体の前記空隙率に基づき、前記ガス浄化フィルタの空隙率が６％以上２０％以下になるような前記ガス浄化触媒の平均粒径 D_{50} を決定する平均粒径決定ステップと、

決定した前記平均粒径 D_{50} を有する前記ガス浄化触媒を前記フィルタ本体に担持させる担持ステップと、を含む。

[0024] 上記（７）の方法によれば、ガス浄化フィルタの空隙率に着目し、ガス浄化フィルタの空隙率を６％以上２０％以下にすることで、ガス浄化フィルタ内部におけるガス流路を確保して、差圧の過度の上昇を抑制できる。これにより、ガス浄化フィルタ内部を排ガスが流れ易くでき、ガス処理量を増大できる。さらには、ガス浄化フィルタの空隙率を６％以上２０％以下にすることで、ガス流路を排ガスが流れるときにガスをガス浄化触媒の粒子に適度に接触し易くでき、排ガスの素通りを抑制できる。従って、触媒効率を高め、

触媒性能を従来よりも向上できる。

[0025] (8) 幾つかの実施形態では、上記(7)の方法において、

前記担持ステップは、スプレー法によって行われる。

[0026] 上記(8)の方法によれば、ガス浄化触媒の粒径によらず、ガス浄化触媒を、ガス浄化フィルタの空隙率が6%以上20%以下となるような量でフィルタ本体に担持できる。

[0027] (9) 本発明の少なくとも一実施形態に係るガス浄化システムは、

燃焼装置からの排ガスを浄化するためのガス浄化システムであって、

上記(1)～(6)の何れか1に記載のガス浄化フィルタが内部に配置されたガス浄化装置を備える。

[0028] 上記(9)の構成によれば、触媒性能が従来よりも向上したガス浄化フィルタを備えるガス浄化装置を用いて、排ガスを浄化できる。このため、排ガスの浄化流量を増大でき、排ガスの効率的な浄化を行うことができる。

[0029] (10) 幾つかの実施形態では、上記(9)の構成において、

前記ガス浄化触媒は脱硝触媒を含み、

前記ガス浄化システムは、前記ガス浄化フィルタの上流側を流れるガスに窒素酸化物の還元剤を供給するための供給装置をさらに備える。

[0030] 上記(10)の構成によれば、ガス浄化フィルタに担持された脱硝触媒において、還元剤を用いた排ガスの脱硝を行うことができる。

発明の効果

[0031] 本発明の少なくとも一実施形態によれば、触媒性能が従来よりも向上したガス浄化フィルタ、ガス浄化フィルタの製造方法、及び、ガス浄化システムを提供できる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]本発明の一実施形態に係るガス浄化フィルタを含んで構成されるバグフィルタの全体構成図である。

[図2]本発明の一実施形態に係るガス浄化フィルタの断面を模式的に示す図である。

[図3]本発明の一実施形態に係るガス浄化フィルタの断面を模式的に示す図であり、図2に示すガス浄化触媒よりも小さな粒径のガス浄化触媒を含むガス浄化フィルタの断面を模式的に示す図である。

[図4]ガス浄化フィルタの空隙率と差圧との関係を示すグラフである。

[図5]ガス浄化フィルタの空隙率と、触媒性能を示す反応速度比との関係を示すグラフである。

[図6]ガス浄化フィルタの空隙率と、ガス浄化触媒の平均粒径との関係を示すグラフである。

[図7]ガス浄化フィルタの空隙率と、ガス浄化触媒の平均粒径との関係を示すグラフであり、横軸の最大値が図6とは異なるグラフである。

[図8]実施例及び比較例において反応速度比の経時変化を示すグラフである。

[図9]本発明の一実施形態に係るガス浄化フィルタの製造方法を示すフローチャートである。

[図10]本発明の一実施形態に係るガス浄化システムの系統図である。

発明を実施するための形態

[0033] 以下、添付図面を参照して本発明の幾つかの実施形態について説明する。ただし、以下に実施形態として記載されている内容又は図面に記載されている内容は、あくまでも例示に過ぎず、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で、任意に変更して実施することができる。また、各実施形態は、2つ以上を任意に組み合わせて実施することができる。さらに、各実施形態において、共通する部材については同じ符号を付すものとし、説明の簡略化のために重複する説明は省略する。

[0034] また、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

例えば、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能

が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

例えば、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

一方、一の構成要素を「備える」、「具える」、「具備する」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

[0035] 図1は、本発明の一実施形態に係るガス浄化フィルタ20を含んで構成されるバグフィルタ10の全体構成図である。バグフィルタ10は、ガス浄化フィルタ20（図1では図示しない。後記する）を筒状に形成することで構成される筒部1と、筒部1の一端部に設けられ、ガス浄化フィルタ20により形成された蓋部2とを備える袋状をなしている。バグフィルタ10の一端部には環状リング（図示しない）が装着され、環状リングにより、開口部3が形成される。環状リングは、弾性変形可能なバネ鋼によって形成される。

[0036] バグフィルタ10では、燃焼炉等の燃焼装置からの排ガスは、筒部1及び蓋部2を透過することで、バグフィルタ10の内部に入り込む。この透過の際、排ガスは、バグフィルタ10を構成するガス浄化フィルタ20に担持されたガス浄化触媒12（図1では図示しない。後記する）に接触する。そして、ガス浄化触媒12との接触により排ガスが浄化された後、入り込んだ排ガスは、浄化ガスとして開口部3からバグフィルタ10の外部に排出される。

[0037] 図2は、本発明の一実施形態に係るガス浄化フィルタ20の断面を模式的に示す図である。なお、図2に示す構造は、バグフィルタ10を構成するガ

ス浄化フィルタ20の構造のあくまで一例にすぎず、例えばガス浄化触媒12がフィルタ本体11の内部に入り込むなど、本発明の要旨を損なわない範囲で任意に変形可能である。

[0038] ガス浄化フィルタ20は、繊維布により構成されるフィルタ本体11と、フィルタ本体11に担持されたガス浄化触媒12とを含む。フィルタ本体11の内部に形成されるガス流路13を通じ、一方面から他方面に排ガスが流れる。ガス流路13は、繊維布に含まれる繊維間に形成される。排ガスがガス流路13を流れる際、フィルタ本体11に担持されたガス浄化触媒12に排ガスが接触することで、排ガスの浄化が行われる。

[0039] フィルタ本体11は、例えば、剛性を有さない柔軟な素材により形成される。具体的には、フィルタ本体11は、任意の繊維を、例えば、綾織り、朱子織り、平織り等の種々の織り方によって織られた布（織布）のほか、ニードルパンチ法等によって製造された不織布により形成される。

[0040] フィルタ本体11に含まれる繊維としては、ポリエステル系繊維、ポリアミド系繊維、ポリフェニレンサルファイド系繊維、ポリアクリル系繊維、ポリプロピレン系繊維、ポリイミド系繊維、ガラス繊維、ポリフルオロエチレン系繊維等が挙げられる。これらの繊維の中でも、耐熱性が高いという観点から、ガラス繊維及びポリフルオロエチレン系繊維が望ましい。また、繊維の直径は、繊維断面において最も長い（大きい）部分の直径として、 $3\mu\text{m}$ 以上 $15\mu\text{m}$ 以下が好ましい。

[0041] フィルタ本体11を構成する繊維布の目付（打ち込み密度）は、例えば $400\text{g}/\text{m}^2$ 以上、好ましくは $500\text{g}/\text{m}^2$ 以上、また、その上限は、例えば $1300\text{g}/\text{m}^2$ 以下、好ましくは $1200\text{g}/\text{m}^2$ 以下である。目付が $400\text{g}/\text{m}^2$ 以上であることにより、煤塵を十分に捕捉することができる。また、目付が $500\text{g}/\text{m}^2$ 以上であることにより、フィルタ本体11の目のある程度粗くできる。これにより、ガス浄化フィルタ20を構成するフィルタ本体11内部のガス流路の大きさを確保し易くできる。

[0042] 一方で、目付が $1300\text{g}/\text{m}^2$ 以下であれば、目詰まりを抑制できる。ま

た、目付が 1200 g/m^2 以下であることにより、フィルタ本体11の目はある程度粗くできる。これにより、ガス浄化フィルタ20を構成するフィルタ本体11内部のガス流路の大きさを確保し易くできる。

[0043] また、単位体積あたりの空間に占める空隙の体積を「空隙率」と定義した場合に、フィルタ本体11の空隙率は55%以上82%以下であり、ガス浄化触媒12の平均粒径 D_{50} が $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $250\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。このようにすることで、ガス浄化フィルタ20の空隙率を6%以上20%以下にできる。さらに、フィルタ本体11の空隙率は55%以上69%以下であり、ガス浄化触媒12の平均粒径 D_{50} が $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。このようにすることで、ガス浄化フィルタ20の空隙率を、触媒性能を特に向上可能な7%以上17%以下にできる。

[0044] 本明細書において、フィルタ本体11の空隙率 ε は以下の式(1)により算出できる。

$$\varepsilon = 100 - 100 \times \gamma / (\Delta t \times \rho_{fib}) \quad \cdots \text{式(1)}$$

式(1)において、 γ はフィルタ本体11の目付(g/m^2)、 Δt はフィルタ本体11の厚み(m)、 ρ_{fib} はフィルタ本体11に含まれる繊維の密度(g/m^3)である。

[0045] また、本明細書において、ガス浄化触媒12の平均粒径 D_{50} は、レーザ回折式粒径分布測定装置に基づいて測定される平均粒径をいう。

[0046] フィルタ本体11の厚さは、例えば 0.5 mm 以上 15 mm 以下である。なお、フィルタ本体11が織布又は不織布により構成される場合には、フィルタ本体11の厚さは、その平均値の30%程度前後する値となることもある。

[0047] フィルタ本体11に担持されるガス浄化触媒12は、フィルタ本体11内部のガス流路を流れる排ガスと接触することにより、排ガス中の有毒成分を排ガス中から分解除去するためのものである。ここでいう有毒成分とは、例えば窒素酸化物(一酸化窒素及び二酸化窒素)、一酸化炭素、ダイオキシン、揮発性有機化合物等である。従って、除去した有毒成分の種類によって、

ガス浄化触媒 12 の具体的に成分を決定すればよい。

[0048] 例えば、排ガスの脱硝を行う場合には、ガス浄化触媒 12 は脱硝機能を有する脱硝触媒を含んで構成されることができる。脱硝触媒としては、例えば、酸化チタン、五酸化バナジウム、酸化モリブデン、酸化タングステン等を含むチタン－バナジウム系触媒が挙げられる。また、排ガス中の一酸化炭素を分解除去する場合には、ガス浄化触媒 12 は酸化機能を有する酸化触媒を含んで構成されることができる。また、一成分で複数の機能を有する触媒（例えば脱硝及び酸化の双方を含む触媒）にしてもよい。酸化触媒としては、例えば、シリカ、チタニア、ゼオライト、アルミナからなる群より選ばれた少なくとも 1 種の無機酸化物に、白金、パラジウム、ロジウム及び金等の活性金属を担持した触媒が挙げられる。

[0049] ガス浄化触媒 12 の平均粒径 D_{50} は、例えば、上記のように $1\ \mu\text{m}$ 以上 $250\ \mu\text{m}$ 以下である。ただし、詳細は後記するが、ガス浄化触媒 12 が担持されるフィルタ本体 11 の空隙率に基づき、ガス浄化触媒 12 の平均粒径 D_{50} を、ガス浄化触媒 12 を含むガス浄化フィルタ 20 の空隙率が 6 % 以上 20 % 以下になるような平均粒径 D_{50} に設定することが好ましい。具体的には例えば、フィルタ本体 11 の空隙率が 55 % 以上 82 % 以下であれば、ガス浄化触媒の平均粒径 D_{50} を $1\ \mu\text{m}$ 以上 $250\ \mu\text{m}$ 以下にすることが好ましい。また例えば、フィルタ本体 11 の空隙率が 55 % 以上 69 % 以下であれば、ガス浄化触媒の平均粒径 D_{50} を $5\ \mu\text{m}$ 以上 $50\ \mu\text{m}$ 以下にすることがより好ましい。

[0050] 本発明の一実施形態に係るガス浄化フィルタ 20 の空隙率（単位体積当たりの空間に占める空隙の体積を表す）は、6 % 以上、好ましくは 7 % 以上、また、その上限は、20 % 以下、好ましくは 17 % 以下である。このように、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率に着目し、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率を 6 % 以上 20 % 以下にすることで、ガス浄化フィルタ 20 内部におけるガス流路 13 を確保して、差圧の過度の上昇を抑制できる。これにより、ガス浄化フィルタ 20 内部をガスが流れ易くでき、ガス処理量を増大できる。

[0051] さらに、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率を 6 % 以上 20 % 以下にすることで、ガス流路 13 をガスが流れるときにガスをガス浄化触媒 12 の粒子に適度に接触し易くでき、ガスの素通りを抑制できる。従って、触媒効率を高め、触媒性能を従来よりも向上できる。特に、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率を 7 % 以上 17 % 以下にすることで、ガス浄化フィルタ 20 内部におけるガス流路 13 を十分に確保して、差圧の過度の上昇を十分に抑制できる。これにより、触媒性能を特に向上できる。

[0052] ガス浄化フィルタ 20 の空隙率は、例えば、ガス浄化フィルタ 20 の排ガスを流した際の差圧 ΔP 、ガス平均流速 u_m （平均空塔速度 u_m と等しい）に基づいて決定できる。具体的には、空隙率は以下のようにして決定できる。

[0053] まず、平均粒径が異なるガス浄化触媒 12 を担持した第 1 ガス浄化フィルタ及び第 2 ガス浄化フィルタ（2 種類のガス浄化フィルタ 20）に対し、それぞれ、平均空塔速度 u_m で排ガスを流した際のろ布内の実流速を u_{o1} 、 u_{o2} とする。さらに、第 1 ガス浄化フィルタ及び第 2 ガス浄化フィルタに対し、それぞれ、平均空塔速度 u_m で排ガスを流した際の第 1 ガス浄化フィルタ及び第 2 ガス浄化フィルタの入口側と出口側との差圧を ΔP_1 、 ΔP_2 とする。そして、 $\Delta P_2 / \Delta P_1$ と、 u_{o2} / u_{o1} との間には、比例関係が成立する。従って、以下の式（2）が成立する（なお、 A は比例定数である）。

$$\Delta P_2 / \Delta P_1 = A \times u_{o2} / u_{o1} \quad \cdots \text{式 (2)}$$

[0054] また、フィルタ本体 11 の空隙率が同じであり、ガス浄化触媒 12 の平均粒径 D_{50} が異なる場合、平均粒径 D_{50} が異なるガス浄化触媒 12 を備えるガス浄化フィルタ 20 の空隙率を、それぞれ ε_1 、 ε_2 とする。そうすると、ろ布内の実流速 u_{o1} 、 u_{o2} と空隙率 ε_1 、 ε_2 との間には、以下の式（3）が成立する。

$$u_{o2} / u_{o1} = \{u_m / \varepsilon_2\} / \{u_m / \varepsilon_1\} \quad \cdots \text{式 (3)}$$

[0055] 従って、上記式（2）及び（3）により、以下の式（4）が成立する。

$$\Delta P_2 / \Delta P_1 = A \times u_{o2} / u_{o1} = A \times \{u_m / \varepsilon_2\} / \{u_m / \varepsilon_1\} \quad \cdots \text{式 (4)}$$

[0056] ここで、フィルタ本体 11 に担持されるガス浄化触媒 12 の平均粒径 D_{50} が無限に小さい、即ちガス浄化触媒 12 がフィルタ本体 11 に担持されていないと仮定する。このとき、平均粒径 D_{50} が無限に小さなガス浄化触媒 12 を含むガス浄化フィルタ 20 の空隙率は、ガス浄化触媒 12 を担持しないフィルタ本体 11 の空隙率と一致する。そこで、このときのガス浄化フィルタ 20 の空隙率 ε_1 とすると、差圧 ΔP_1 、既知の空隙率 ε_1 及びガス平均流速 u_m （平均空塔速度 u_m ）により、比例定数 A を算出できる。そして、ガス平均流速 u_m （平均空塔速度 u_m ）と、算出された比例定数 A と、実測された ΔP_2 及び u_{o2} とにより、平均粒径 D_{50} によらず、任意のガス浄化触媒 12 を含むガス浄化フィルタ 20 の空隙率 ε_2 を算出できる。

[0057] ここで、空隙率とガス流路 13 との関係について、上記の図 2 のほか、新たに図 3 を参照しながら説明する。

[0058] 図 3 は、本発明の一実施形態に係るガス浄化フィルタ 20 の断面を模式的に示す図であり、上記の図 2 に示すガス浄化触媒 12 よりも小さな粒径のガス浄化触媒 12 を含むガス浄化フィルタ 20 の断面を模式的に示す図である。図 3 に示す構造は、バグフィルタを構成するガス浄化フィルタ 20 の構造のあくまで一例にすぎず、例えばガス浄化触媒 12 がフィルタ本体 11 の内部に入り込むなど、本発明の要旨を損なわない範囲で任意に変形可能である。

[0059] はじめに、上記の図 2 に示すように、ガス浄化触媒 12 の平均粒径がある程度大きい場合には、ガス浄化触媒 12 の粒子間に十分な隙間が生じる。このため、排ガスがフィルタ本体 11 の内部に形成されたガス流路 13 に流れ込み易くなる。特に、ガス浄化触媒 12 の粒子間をガスが流れる際、排ガスはガス浄化触媒 12 と接触しながら流れる。この結果、排ガスとガス浄化触媒 12 との幾何学的接触面積が大きくなり、触媒による排ガスの浄化処理性能が向上する。即ち、触媒性能が向上する。

[0060] また、ガス浄化触媒 12 の平均粒径がある程度大きい場合、フィルタ本体 11 にガス浄化触媒 12 を担持する際に、ガス浄化触媒 12 がガス流路 13

の内部に侵入しにくくなる。この結果、ガス浄化触媒 12 はフィルタ本体 11 の表面付近に担持される。そして、ガス浄化触媒 12 のガス流路 13 の内部への侵入が抑制されるため、ガス流路 13 の閉塞も抑制され、図 2 において破線矢印で示すように、ガス流路 13 を排ガスが流れ易くなる。この結果、ガス浄化フィルタ 20 の差圧上昇が抑制される。

[0061] 一方で、図 3 に示すように、ガス浄化触媒 12 の平均粒径がある程度小さくなると、ガス浄化触媒 12 の粒子間に形成される隙間が小さくなる。このため、この結果、排ガスとガス浄化触媒 12 との幾何学的接触面積が小さくなり、触媒による排ガスの浄化処理性能が低下する。即ち、触媒性能が向上しにくい。

[0062] また、ガス浄化触媒 12 の粒子間に形成される隙間が小さいため、排ガスがフィルタ本体 11 の内部に形成されたガス流路 13 に流れ込みにくくなる。さらには、フィルタ本体 11 にガス浄化触媒 12 を担持する際に、ガス浄化触媒 12 がガス流路 13 の内部に侵入し易くなり、図 3 において破線で囲む A 部に示すように、ガス流路 13 が閉塞し易い。このため、差圧が上昇し易い。

[0063] ただし、ガス浄化触媒 12 の平均粒径が図 3 に示す程度に小さい場合であっても、フィルタ本体 11 の空隙率が大きく、ガス流路 13 の大きさが十分に大きなときには、ガス流路 13 の内部にガス浄化触媒 12 が侵入しても、ガス流路 13 は閉塞しにくい。従って、この場合には、差圧は上昇しにくくなる。また、ガス浄化触媒 12 は、ガス流路 13 の壁面（即ち、繊維の外表面）に担持されるが、ガス流路 13 が十分に確保されるため、ガス浄化触媒 12 の粒子間に形成される隙間は大きくなる。この結果、排ガスとガス浄化触媒 12 との幾何学的接触面積が大きくなり、触媒による排ガスの浄化処理性能が向上する。即ち、触媒性能が向上する。

[0064] 従って、ガス浄化触媒 12 の平均粒径を指標として触媒性能を向上させようとしても、ガス流路 13 の大きさによっては期待通りの触媒性能が得られない。そこで、本発明の一実施形態では、十分な大きさのガス流路 13 の確

保により、差圧上昇の抑制と、排ガスとガス浄化触媒 12 との大きな接触面積との両立が図られている。具体的には、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率を 6% 以上 20% 以下にすることで、差圧上昇の抑制と、排ガスとガス浄化触媒 12 との大きな接触面積との両立が図られている。

[0065] 即ち、本発明の一実施形態では、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率に着目し、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率を 6% 以上 20% 以下にすることで、ガス浄化フィルタ 20 内部におけるガス流路 13 を確保して、差圧の過度の上昇を抑制できる。これにより、ガス浄化フィルタ 20 内部を排ガスが流れ易くでき、ガス処理量を増大できる。さらには、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率を 6% 以上 20% 以下にすることで、ガス流路 13 を排ガスが流れるときに排ガスをガス浄化触媒 12 の粒子に適度に接触し易くでき、排ガスの素通りを抑制できる。従って、触媒効率を高め、触媒性能を従来よりも向上できる。

[0066] 図 4 は、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率と差圧との関係を示すグラフである。破線で示すグラフは、一例として空隙率が 62% のフィルタ本体 11 に対し、チタンーバナジウム系の脱硝触媒の粒子を担持させたガス浄化フィルタ 20 における空隙率と差圧との関係を示すものである。図 4 に示すように、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率が小さくなるほど、差圧 ΔP が大きくなる。そして、図示はしないが、空隙率がある一定の値以下になると差圧 ΔP は無限大となり、排ガスが流れなくなる。一方で、空隙率が大きいほど差圧 ΔP は小さくなる。従って、差圧 ΔP を単に小さくする観点からは、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率は大きいことが好ましい。

[0067] 図 5 は、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率と、触媒性能を示す反応速度比との関係を示すグラフである。破線で示すグラフは、上記の図 4 に示すグラフと同じガス浄化フィルタ 20 について示すものである。また、縦軸は、一例として、チタンーバナジウム系の脱硝触媒による反応速度比（脱硝反応速度比）を示し、反応速度比が大きいほど、触媒性能が高いことを示している。反応速度比として、従来のガス浄化フィルタ（上記特許文献 1 に記載のバグ

フィルタ)の反応速度定数を1.0としたときの相対的な値を示している。

[0068] 図5に示すように、空隙率と反応速度比とは単純な相関を有しない。即ち、空隙率が小さいほど反応速度比も小さくなる(即ち触媒性能が低い)ものの、空隙率を単に大きくしても、反応速度比が必ずしも大きくなる(触媒性能が向上する)とはいえない。即ち、空隙率が0%から10%程度までは、空隙率の増大に伴って反応速度比も大きくなるが、空隙率が10%程度を境にして反応速度比は減少に転じ、空隙率が10%程度を超えると反応速度比は減少する。そのため、空隙率が10%程度を超えると、空隙率の増加に伴って差圧 ΔP は小さくなるものの(図4参照)、反応速度比は減少する。

[0069] そして、本発明の一実施形態では、ガス浄化フィルタ20の空隙率を6%以上20%以下にすることで、図5に示すように、反応速度比を1.5以上にできることがわかった。従って、空隙率が6%以上20%以下であれば、従来のガス浄化フィルタにおける反応速度定数よりも1.5倍以上も大きな反応速度定数を有するガス浄化フィルタ20を得ることができる。このため、触媒性能が向上したガス浄化フィルタ20を得ることができる。

[0070] 特に、空隙率が7%以上17%以下にすることで、反応速度比を約2倍(1.8倍~2.2倍程度)にできる。反応速度が2倍になれば、触媒量を半減することが出来るため、その分だけ差圧を低減することが出来る。また、反応速度が2倍になれば、従来と同等の装置サイズ(バグフィルタを入れ替えるだけ)で、例えば脱硫、脱硝、除塵、脱塩などの一連の排ガス処理を同時に行うことが出来る。従って、空隙率が7%以上17%以下であれば、従来のガス浄化フィルタにおける反応速度定数よりも2倍程度も大きな反応速度定数を有するガス浄化フィルタ20を得ることができる。このため、触媒性能が特に向上したガス浄化フィルタ20を得ることができる。

[0071] 図6は、ガス浄化フィルタ20の空隙率と、ガス浄化触媒12の平均粒径との関係を示すグラフである。また、図7は、ガス浄化フィルタの空隙率と、ガス浄化触媒の平均粒径との関係を示すグラフであり、横軸の最大値が図6とは異なるグラフである。具体的は、横軸の最大値は、図6では30%で

あるが、図 7 では 60%である。

[0072] 図 6 及び図 7 に示す破線のグラフは、空隙率 55%のフィルタ本体 11 にガス浄化触媒 12 を担持させたガス浄化フィルタ 20 において、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率と触媒粒子の平均粒径との関係を示すグラフである。また、図 6 及び図 7 に示す一点鎖線のグラフは、空隙率 62%のフィルタ本体 11 にガス浄化触媒 12 を担持させたガス浄化フィルタ 20 において、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率と触媒粒子の平均粒径との関係を示すグラフである。

[0073] また、図 6 及び図 7 に示す実線のグラフは、空隙率 69%のフィルタ本体 11 にガス浄化触媒 12 を担持させたガス浄化フィルタ 20 において、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率と触媒粒子の平均粒径との関係を示すグラフである。さらに、図 6 及び図 7 に示す二点鎖線のグラフは、空隙率 75%のフィルタ本体 11 にガス浄化触媒 12 を担持させたガス浄化フィルタ 20 において、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率と触媒粒子の平均粒径との関係を示すグラフである。そして、図 6 及び図 7 に示す点線のグラフは、空隙率 82%のフィルタ本体 11 にガス浄化触媒 12 を担持させたガス浄化フィルタ 20 において、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率と触媒粒子の平均粒径との関係を示すグラフである。

[0074] 上記の図 5 を参照しながら説明したように、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率（横軸）は 6%以上 20%以下（好ましくは 7%以上 17%以下）に設定される。そのため、例えば空隙率が 55%（破線のグラフ）のフィルタ本体 11 にガス浄化触媒 12 を担持させる場合、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率を 6%以上 20%以下にするためには、ガス浄化触媒 12 の平均粒径を 10 μm 以上 250 μm 以下（上限値は図 7 参照）にすればよい。

[0075] また、例えば空隙率が 62%（一点鎖線のグラフ）のフィルタ本体 11 にガス浄化触媒 12 を担持させる場合、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率を 6%以上 20%以下にするためには、ガス浄化触媒 12 の平均粒径を 2 μm 以上 150 μm 以下（下限値は図示せず。上限値は図 6 参照）にすればよい。さ

らに、例えば空隙率が69%（実線のグラフ）のフィルタ本体11にガス浄化触媒12を担持させる場合、ガス浄化フィルタ20の空隙率を6%以上20%以下にするためには、ガス浄化触媒12の平均粒径を $1.5\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下（下限値は図示せず。上限値は図6及び図7参照）にすればよい。

[0076] また、例えば空隙率が75%（二点鎖線のグラフ）のフィルタ本体11にガス浄化触媒12を担持させる場合、ガス浄化フィルタ20の空隙率を6%以上20%以下にするためには、ガス浄化触媒12の平均粒径を $1.3\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下（下限値は図示せず。上限値は図6及び図7参照）にすればよい。さらに、例えば空隙率が82%（点線のグラフ）のフィルタ本体11にガス浄化触媒12を担持させる場合、ガス浄化フィルタ20の空隙率を6%以上20%以下にするためには、ガス浄化触媒12の平均粒径を $1.1\mu\text{m}$ 以上 $17\mu\text{m}$ 以下（上限値及び下限値は図示せず）にすればよい。なお図5、6より、反応速度比を従来のガス浄化フィルタ以上とするには、ガス浄化触媒12の平均粒径を $1.1\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下にすればよいことが分かる。

[0077] なお、上記の特許文献1に記載のガス浄化フィルタ（特許文献1の段落0023に記載のバグフィルタ）では、上記式（1）に基づいて算出したフィルタ本体の空隙率は58%であると考えられる（ガラス繊維（密度 $2.5 \times 10^6 \text{ (g/m}^3\text{)}$ ）を使用したと仮定）。また、フィルタ本体に担持されるガス浄化触媒の平均粒径は $0.1\mu\text{m}$ である。従って、特許文献1に記載のガス浄化フィルタでは、フィルタ本体及びガス浄化触媒を含むガス浄化フィルタの空隙率は、上記の図6及び図7によれば、6%未満と考えられる。

[0078] また、上記の特許文献2に記載のガス浄化フィルタ（特許文献2の表1に記載のバグフィルタ）では、上記式（1）に基づいて算出したフィルタ本体の空隙率は79%であると考えられる（特許文献1と同じくガラス繊維を使用したと仮定）。また、フィルタ本体に担持されるガス浄化触媒の平均粒径は $1\mu\text{m}$ である。従って、特許文献1に記載のガス浄化フィルタでは、フィ

ルタ本体及びガス浄化触媒を含むガス浄化フィルタの空隙率は、上記の図6及び図7によれば、6%未満と考えられる。

[0079] 図8は、実施例及び比較例において反応速度比の経時変化を示すグラフである。図7において実線のグラフは実施例、破線のグラフは比較例を示す。縦軸は、比較例における0分における反応速度定数（初期の反応速度定数）を1とした相対的な値として示している。なお、図8に示すグラフは、一例として脱硝反応に関するものである。また、図8は本発明者らによる実験で得られたグラフであるが、図示の簡略化のためにプロット（10分毎に反応速度定数を算出した）の図示は省略し、図示しないプロット同士を滑らかに結ぶことで得られた曲線（実線及び破線）を図8に示している。

[0080] 実施例及び比較例のいずれにおいても、フィルタ本体11を構成する繊維としてガラス繊維を用いた。また、フィルタ本体11の目付は 880 g/m^2 とした。従って、上記（1）によれば、フィルタ本体11の空隙率は62%である。また、実施例及び比較例のいずれにおいても、ガス浄化触媒12としてチタンーバナジウム系の脱硝触媒を用いた。ガス浄化触媒12のフィルタ本体11への担持量は 250 g/m^2 とした。

[0081] 担持させるガス浄化触媒12の平均粒径 D_{50} は、実施例では $10\text{ }\mu\text{m}$ 、比較例では $0.8\text{ }\mu\text{m}$ とした。比較例の平均粒径は、上記の特許文献2に記載のガス浄化触媒の平均粒径と同程度である。

[0082] また、ガス浄化フィルタ20に供給する排ガスの条件として、実施例及び比較例のいずれにおいても、温度は 200°C 、平均空塔速度 u_m （ガス平均流速 u_m と等しい）は 0.8 m/分 とした。排ガスの組成は、窒素酸化物 150 ppm vol. 、二酸化炭素 $10\% \text{ vol.}$ 、酸素 $10\% \text{ vol.}$ 、水 $20\% \text{ vol.}$ 、アンモニア 105 ppm vol. 、二酸化硫黄 2000 ppm vol. 、窒素 $80\% \text{ vol.}$ とした。

[0083] 図8に示すように、実施例の反応速度比は、初期状態（時間0分）において、比較例の反応速度比の2倍であった。そして、排ガスを通流させながら時間が経過しても、実施例の反応速度比は、比較例の反応速度比と同様の傾

向で減少した。そして、実施例の反応速度比は、８００分経過後であっても、比較例の初期状態（時間０分）の反応速度比を下回ることがなかった。従って、図８の実線グラフに示すように、本発明の一実施形態に係る実施例によれば、特に、初期状態の触媒性能を高めることができることがわかった。そして、これにより、長時間にわたって高い触媒性能（比較例よりも大きな反応速度定数）が維持され、ガス浄化フィルタ２０の耐久性を向上できることがわかった。

[0084] また、例えば、要求される触媒性能が従来と同程度で足りる場合には、ガス浄化触媒１２のフィルタ本体１１への担持量を、従来よりも減らすことができる。これにより、製造コストの低減化、低圧損化を図るとともに、ガス浄化フィルタ２０の差圧をさらに低減できる。そして、差圧の低下により、例えば逆洗頻度、ブロー動力を低減でき、ガス浄化フィルタ２０を備えるガス浄化システム１００（後記する）の効率化を図ることができる。

[0085] 図９は、本発明の一実施形態に係るガス浄化フィルタ２０の製造方法（以下、単に「本実施形態の製造方法」ということがある）を示すフローチャートである。本実施形態の製造方法は、上記のガス浄化フィルタ２０を製造する方法であって、繊維布により構成されるフィルタ本体１１と、フィルタ本体１１に担持されたガス浄化触媒１２とを備えるガス浄化フィルタ２０の製造方法に関する。本実施形態の製造方法は、準備ステップＳ１と、平均粒径決定ステップＳ２と、担持ステップＳ３とを含む。

[0086] 準備ステップＳ１は、フィルタ本体１１を準備するものである。準備されるフィルタ本体１１は、物性が既知のものであってもよく、準備したフィルタ本体１１の物性を決定することで物性を把握してもよい。ここでいう物性とは例えば空隙率である。空隙率は、上記のように、単位体積あたりの空間に占める空隙の体積を表すものである。フィルタ本体１１の空隙率は、例えば、上記式（１）に基づいて決定できる。

[0087] 平均粒径決定ステップＳ２は、準備したフィルタ本体１１の空隙率に基づき、ガス浄化フィルタ２０の空隙率が６％以上２０％以下（好ましくは７％

以上 17%以下) になるようなガス浄化触媒 12 の平均粒径 D_{50} を決定するものである。具体的には、上記の図 6 及び図 7 を参照しながら説明したように、フィルタ本体 11 の空隙率により、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率 6% 以上 20% 以下に対応するガス浄化触媒 12 の平均粒径 D_{50} が異なる。そこで、平均粒径決定ステップ S2 では、準備したフィルタ本体 11 の空隙率と、例えば上記図 6 及び図 7 の関係とに基づき、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率を 6% 以上 20% 以下にできるガス浄化触媒 12 の平均粒径 D_{50} が決定される。決定される平均粒径 D_{50} は、上記のように、レーザ回折式粒径分布測定装置に基づいて測定される平均粒径である。

[0088] なお、フィルタ本体 11 の空隙率に対応するグラフが図 6 及び図 7 に存在しない場合には、図 6 及び図 7 に示すグラフから空隙率が図 6 及び図 7 に存在しないグラフを予測し、予測されたグラフに基づいて平均粒径 D_{50} を決定すればよい。

[0089] 担持ステップ S3 は、決定した平均粒径 D_{50} を有するガス浄化触媒 12 をフィルタ本体 11 に担持させるものである。具体的には、決定した平均粒径 D_{50} を有するガス浄化触媒 12 を準備し、準備したガス浄化触媒 12 がフィルタ本体 11 に担持される。担持方法は特に制限されないが、フィルタ本体 11 に対してガス浄化触媒 12 の粒子を含む触媒スラリーを吹き付けるスプレー法が好ましい。即ち、担持ステップ S3 はスプレー法によって行われることが好ましい。スプレー法によることで、ガス浄化触媒 12 の粒径によらず、ガス浄化触媒 12 を、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率が 6% 以上 20% 以下となるような量でフィルタ本体 11 に担持できる。

[0090] なお、スプレー法によってガス浄化触媒 12 をフィルタ本体 11 に吹き付ける際、ガス浄化触媒 12 は、ガス浄化フィルタ 20 において排ガスが流れる方向と同じ方向に吹き付けられることが好ましい。また、ガス浄化触媒 12 は、例えば、予め袋状に成形したフィルタ本体 11 に吹き付けられるようにしてもよいし、シート状のフィルタ本体 11 に吹き付けられた後、ガス浄化触媒 12 が吹き付けられたフィルタ本体 11 が袋状に成形されるようにし

てもよい。これらの工程を経ることで、ガス浄化触媒 12 をフィルタ本体 11 に担持させたガス浄化フィルタ 20 により構成されるバグフィルタが得られる。

[0091] 以上の製造方法によれば、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率に着目し、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率を 6% 以上 20% 以下にすることで、ガス浄化フィルタ 20 内部におけるガス流路 13 を確保して、差圧の過度の上昇を抑制できる。これにより、ガス浄化フィルタ 20 内部を排ガスが流れ易くでき、ガス処理量を増大できる。さらには、ガス浄化フィルタ 20 の空隙率を 6% 以上 20% 以下にすることで、ガス流路 13 を排ガスが流れるときに排ガスをガス浄化触媒 12 の粒子に適度に接触し易くでき、排ガスの素通りを抑制できる。従って、触媒効率を高め、触媒性能を従来よりも向上できる。

[0092] 図 10 は、本発明の一実施形態に係るガス浄化システム 100 の系統図である。ガス浄化システム 100 は、燃焼装置（例えばボイラ 101）からの排ガスを浄化するためのものである。ガス浄化システム 100 は、上記のガス浄化フィルタ 20（図 10 では図示しない）が内部に配置されたガス浄化装置 105 を備える。ガス浄化装置 105 に配置されるガス浄化フィルタ 20 には、脱硝機能を有するガス浄化触媒 12 が含まれる。即ち、ガス浄化触媒 12 は脱硝触媒を含む。

[0093] また、ガス浄化システム 100 は、ガス浄化フィルタ 20 の上流側を流れるガスに窒素酸化物の還元剤を供給するための供給装置 106 をさらに備える。還元剤は、例えば、アンモニア水、アンモニアガス、尿素水、炭化水素、一酸化炭素等を含む。

[0094] なお、還元剤の供給位置は、図示の例では減温塔 104 とガス浄化システム 100 との間にしているが、ガス浄化フィルタ 20 の上流側に供給できればどの位置でもよい。例えば、ボイラ 101 に併設された燃焼炉（図示しない）の内部に還元剤を供給することで、燃焼炉での炉内脱硝を行うようにしてもよい。これにより、供給された還元剤を用いて、排ガスの脱硝を行うことができる。この場合における還元剤の供給量は、運転条件の変動に起因す

る排ガス中の窒素酸化物濃度に応じて変更することができる。

[0095] ボイラ 101 では、上記燃焼炉での燃焼により生じた燃焼ガスの熱と水（液体）とが熱交換することにより、水蒸気が発生する。熱交換は、ボイラ 101 に備えられた熱交換装置（図示しない）において行われる。発生した水蒸気は例えば蒸気タービン（図示しない）の回転に使用される。また、燃焼炉において生じた燃焼ガスは、排ガスとして、エアヒータ 102 及び熱交換器 103 に供給される。エアヒータ 102 及び熱交換器 103 では、排ガスが有する熱により空気が加熱され、加熱された空気は燃焼空気やボイラ 101 への供給水の加温等に使用される。また、排ガスは減温塔 104 に供給される。減温塔 104 では、ボイラ 101 からの排ガス温度が例えば 220℃ 程度の場合には、排ガスは減温塔 104 において例えば 170℃ 程度にまで減温される。

[0096] 減温された排ガスには、供給装置 106 により還元剤が供給される。これにより、還元剤を含むガスがガス浄化装置 105 のガス浄化フィルタ 20 を透過する。この結果、ガス浄化フィルタ 20 に担持された脱硝触媒（ガス浄化触媒 12）において、還元剤を用いた排ガスの脱硝を行うことができる。ここでいう脱硝とは、還元剤を用いて、一酸化窒素及び二酸化窒素を窒素に変換することをいう。脱硝により還元剤は消費され、ガス浄化フィルタ 20 の下流側への還元剤の漏洩が抑制される。

[0097] また、ガス浄化触媒 12 は、上記の脱硝触媒に加えて、酸化触媒を含んでもよい。酸化触媒を含むことで、排ガスに窒素酸化物が含まれない場合であっても、還元剤を酸化分解できる。ここでいう酸化は、酸素を用いて、炭化水素、一酸化炭素及びアンモニア（還元剤として含まれる場合）を、それぞれ、水蒸気、二酸化炭素及び窒素酸化物に変換することをいう。還元剤の酸化分解により、還元剤がガス浄化フィルタ 20 の下流側に漏洩することを抑制できる。なお、ガス浄化触媒 12 が脱硝触媒を含まない場合には、還元剤は使用しなくてもよい。

[0098] 還元剤の漏洩抑制効果は、燃焼炉内部への還元剤供給によって炉内脱硝を

行う場合に、より有利である。特に、上記のように運転条件の変動に起因して還元剤の供給量を変更すれば、還元剤供給量が増加したときに還元剤がガス浄化フィルタ 20 の下流側に漏洩し易くなる。ガス浄化フィルタ 20 において還元剤を酸化分解できることで、還元剤供給量が増加しても還元剤の酸化分解によって、還元剤がガス浄化フィルタ 20 の下流側に漏洩することを抑制できる。

[0099] そして、脱硝後のガスは、煙突 107 を通じて大気に放出される。

[0100] ガス浄化システム 100 によれば、触媒性能が従来よりも向上したガス浄化フィルタ 20 を備えるガス浄化装置 105 を用いて、排ガスを浄化できる。このため、排ガスの浄化流量を増大でき、排ガスの効率的な浄化を行うことができる。

[0101] また、ガス浄化システム 100 に供給される排ガスの温度は、減温塔 104 での減温により、例えば 170℃程度である。通常、脱硝は高温（例えば 200℃以上）で行われるが、ガス浄化システム 100 でのガス浄化フィルタ 20 の触媒効率が高いため、例えば 170℃程度といった比較的低温であっても、排ガスの脱硝を十分に行うことができる。これにより、ガス浄化システム 100 のガス浄化触媒 12 を、脱硝及び酸化の双方の機能を有する触媒にすることで、ガス浄化システム 100 において、脱硝、脱硫、ダイオキシン除去、除塵、脱塩の各処理を行うことができる。これにより、ガス浄化システム 100 において各処理を同時に行うことができ、ガス浄化システム 100 の小型化を図ることができる。

[0102] さらに、図 10 に示すように、ボイラ 101 からの排ガスは、例えば再熱器等によって再熱（昇温）されることなく、ガス浄化システム 100 に供給される。この点、従来は、ガス浄化システム 100 は反応集塵装置（図示しない）を備え、脱硝反応塔（図示しない）は反応集塵装置の後段に設置されていた。反応集塵装置では、ダイオキシン除去に加え、脱硫、脱塩処理が実施される。そのため、従来は、減温塔（図示しない）において、ガス温度が例えば 200℃以下、具体的には例えば 150℃～180℃程度にまで、排

ガスが冷却されていた。

[0103] ここで、脱硝反応は例えば200℃以上において行われる。そのため、従来は、反応集塵装置と脱硝反応塔との間に再熱器が設置され、一旦冷却されたガスが脱硝反応に好適な温度まで再昇温されていた。しかし、本発明の一実施形態に係るガス浄化システム100では、排ガスの再熱が不要であるため、再熱のための電力、蒸気等が不要である。この結果、エネルギー効率を向上できる。また、再熱が不要なため、再熱のための蒸気を例えば蒸気タービン（図示しない）に供給できる。この結果、発電効率を向上できる。

符号の説明

- [0104] 1 筒部
2 蓋部
3 開口部
10 バグフィルタ
11 フィルタ本体
12 ガス浄化触媒
13 ガス流路
20 ガス浄化フィルタ
100 ガス浄化システム
101 ボイラ
102 エアヒータ
103 熱交換器
104 減温塔
105 ガス浄化装置
106 供給装置
107 煙突

請求の範囲

- [請求項1] 繊維布により構成されるフィルタ本体と、前記フィルタ本体に担持されたガス浄化触媒とを含むガス浄化フィルタであって、
前記ガス浄化フィルタの単位体積あたりの空間に占める空隙の体積を表す空隙率が6%以上20%以下である
ガス浄化フィルタ。
- [請求項2] 前記空隙率が7%以上17%以下である
請求項1に記載のガス浄化フィルタ。
- [請求項3] 前記フィルタ本体の前記空隙率は55%以上82%以下であり、
前記ガス浄化触媒の平均粒径 D_{50} が $1\mu\text{m}$ 以上 $250\mu\text{m}$ 以下である
請求項1又は2に記載のガス浄化フィルタ。
- [請求項4] 前記フィルタ本体の目付が $500\text{g}/\text{m}^2$ 以上 $1200\text{g}/\text{m}^2$ 以下である
請求項1～3の何れか1項に記載のガス浄化フィルタ。
- [請求項5] 前記フィルタ本体に含まれる繊維は、ポリエステル系繊維、ポリアミド系繊維、ポリフェニレンサルファイド系繊維、ポリアクリル系繊維、ポリプロピレン系繊維、ポリイミド系繊維、ガラス繊維、及びポリフルオロエチレン系繊維の何れか1種を含む
請求項1～4の何れか1項に記載のガス浄化フィルタ。
- [請求項6] 前記繊維の直径は、繊維断面における最も大きい部分の直径が $15\mu\text{m}$ 以下である
請求項5に記載のガス浄化フィルタ。
- [請求項7] 繊維布により構成されるフィルタ本体と、前記フィルタ本体に担持されたガス浄化触媒とを備えるガス浄化フィルタの製造方法であって、
前記フィルタ本体を準備する準備ステップと、
前記ガス浄化フィルタの単位体積あたりの空間に占める空隙の体積

を表す空隙率であって、準備した前記フィルタ本体の前記空隙率に基づき、前記ガス浄化フィルタの空隙率が6%以上20%以下になるような前記ガス浄化触媒の平均粒径 D_{50} を決定する平均粒径決定ステップと、

決定した前記平均粒径 D_{50} を有する前記ガス浄化触媒を前記フィルタ本体に担持させる担持ステップと、を含む
ガス浄化フィルタの製造方法。

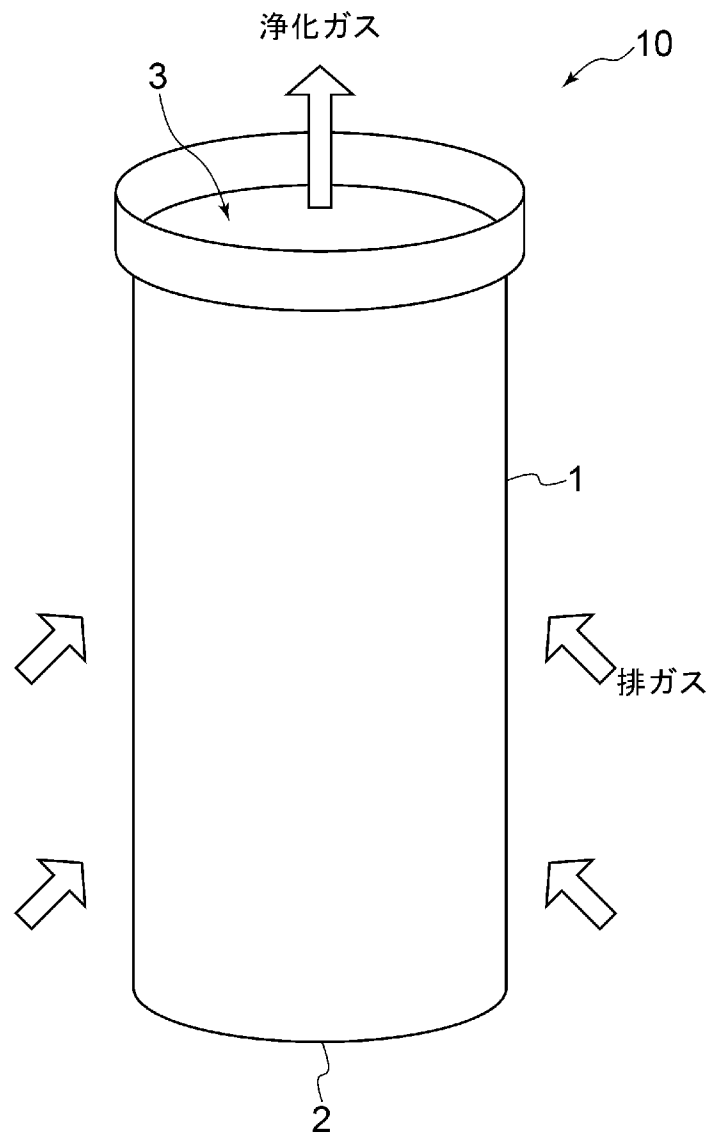
[請求項8] 前記担持ステップは、スプレー法によって行われる
請求項7に記載のガス浄化フィルタの製造方法。

[請求項9] 燃焼装置からの排ガスを浄化するためのガス浄化システムであって、

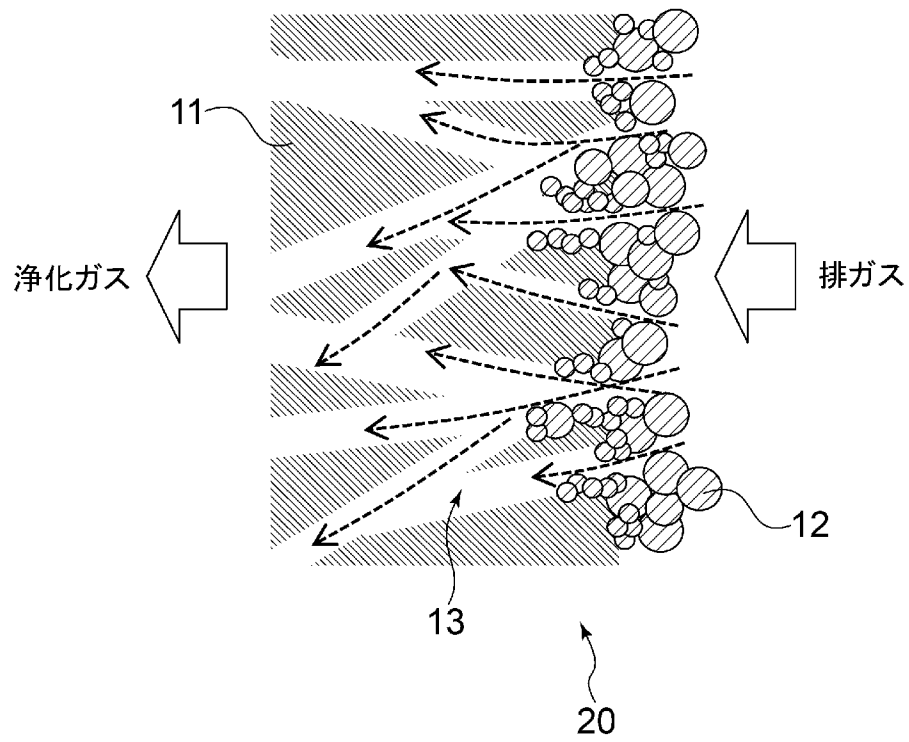
請求項1～6の何れかに記載のガス浄化フィルタが内部に配置されたガス浄化装置を備える
ガス浄化システム。

[請求項10] 前記ガス浄化触媒は脱硝触媒を含み、
前記ガス浄化システムは、前記ガス浄化フィルタの上流側を流れるガスに窒素酸化物の還元剤を供給するための供給装置をさらに備える
請求項9に記載のガス浄化システム。

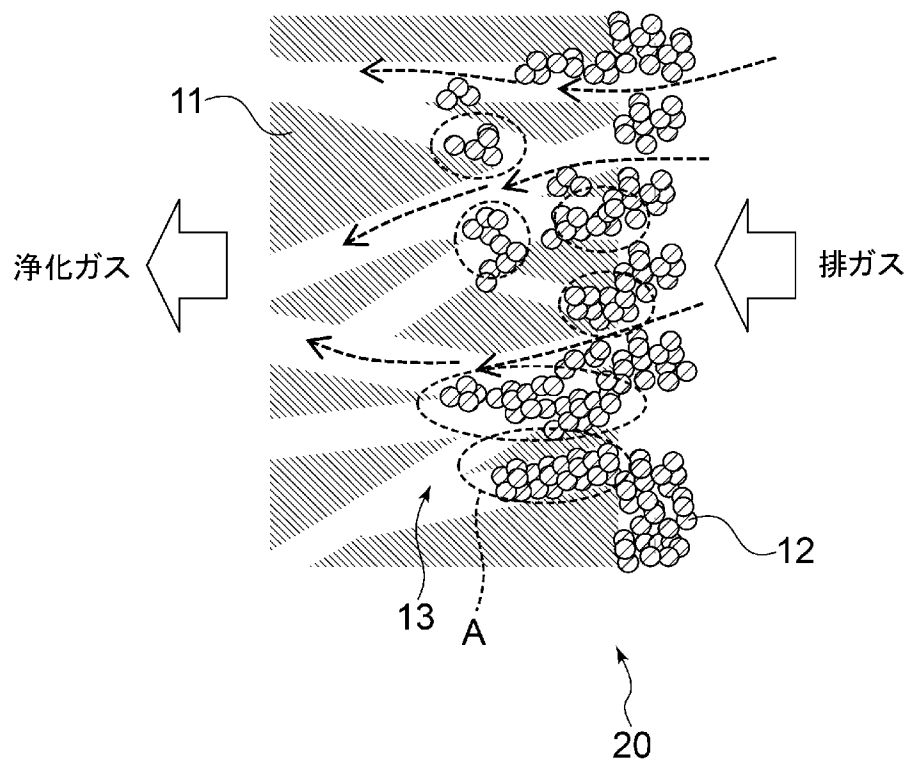
[図1]



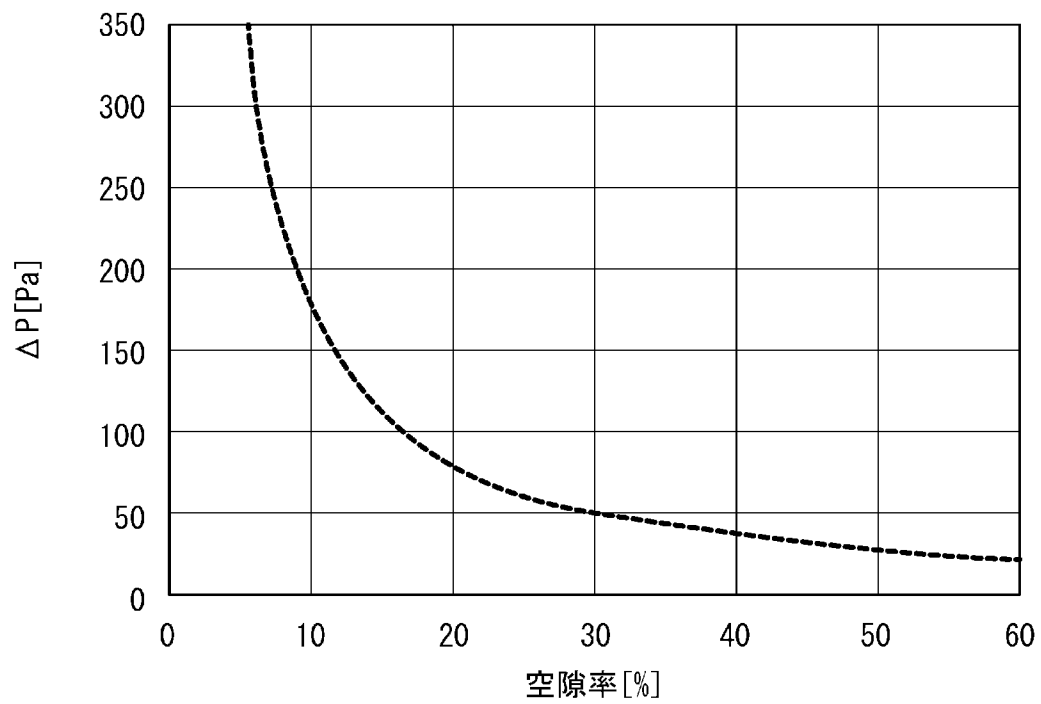
[図2]



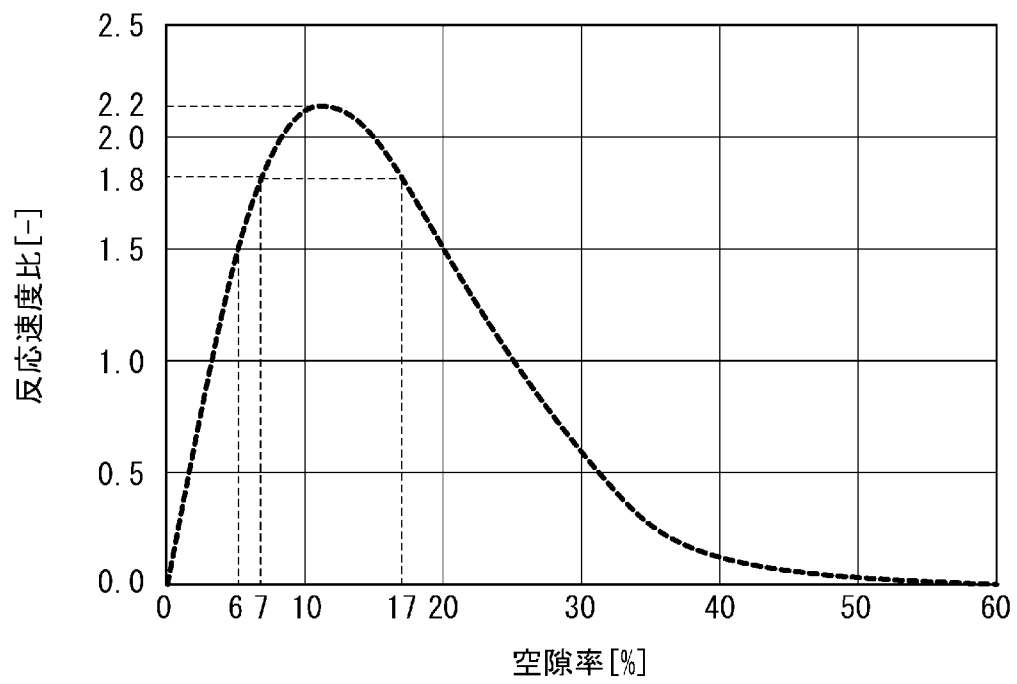
[図3]



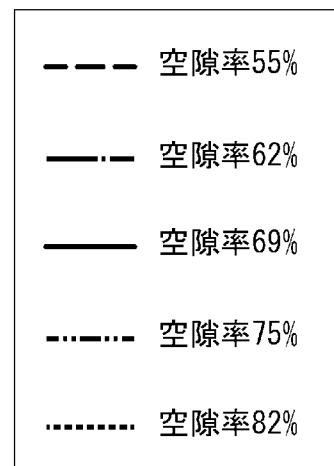
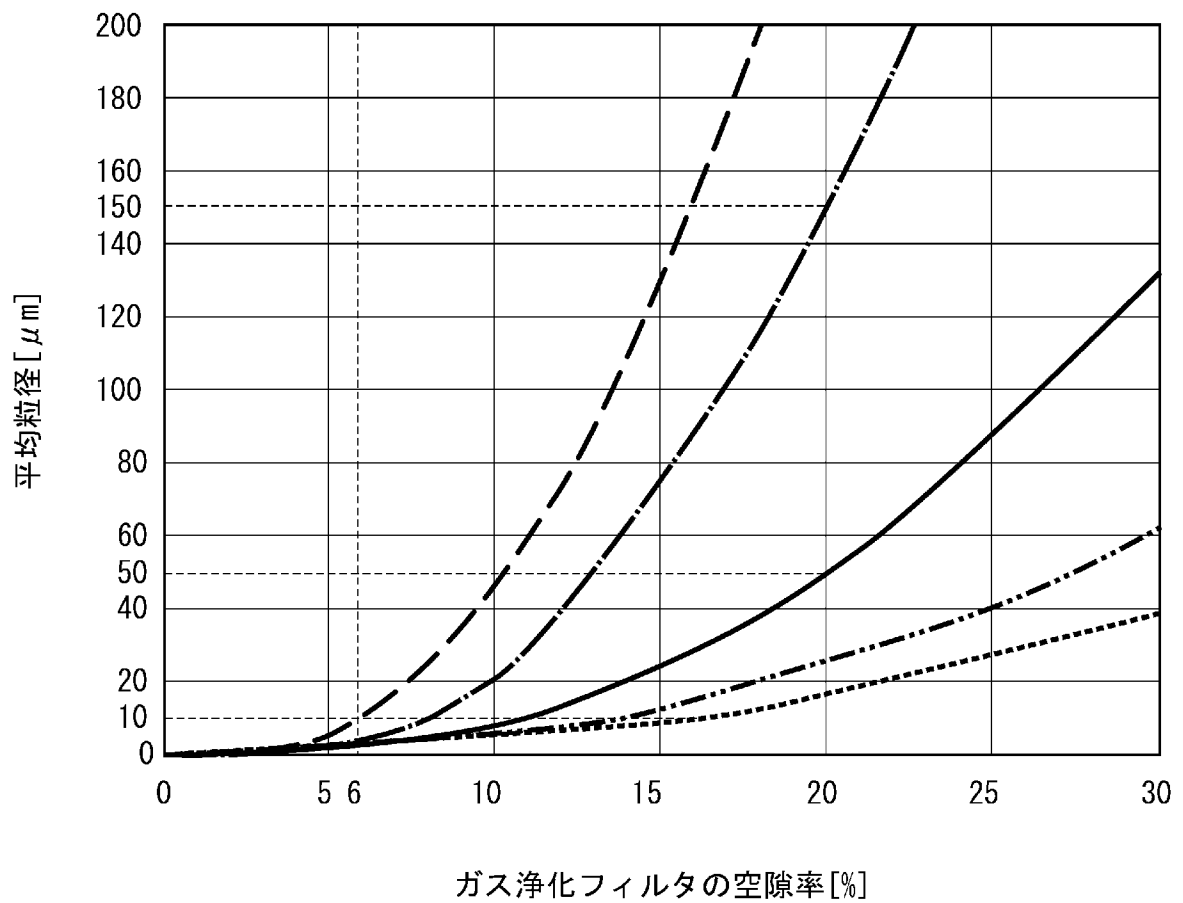
[図4]



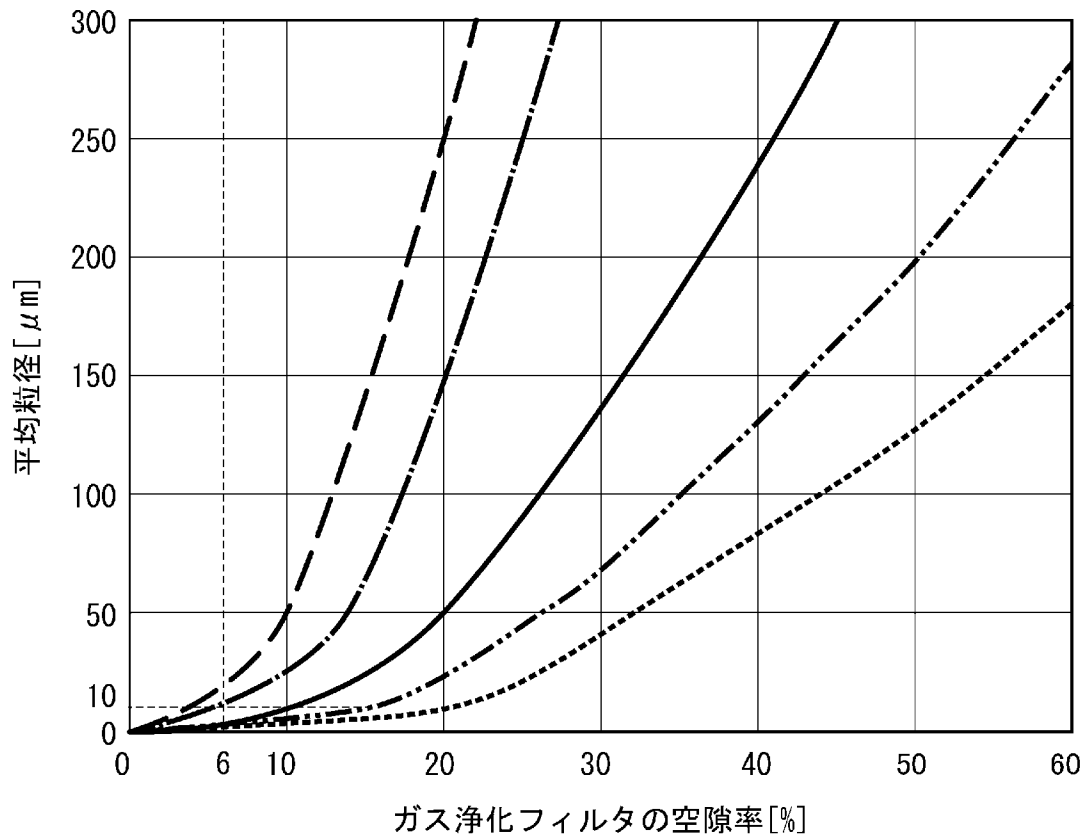
[図5]



[図6]



[図7]



--- 空隙率55%

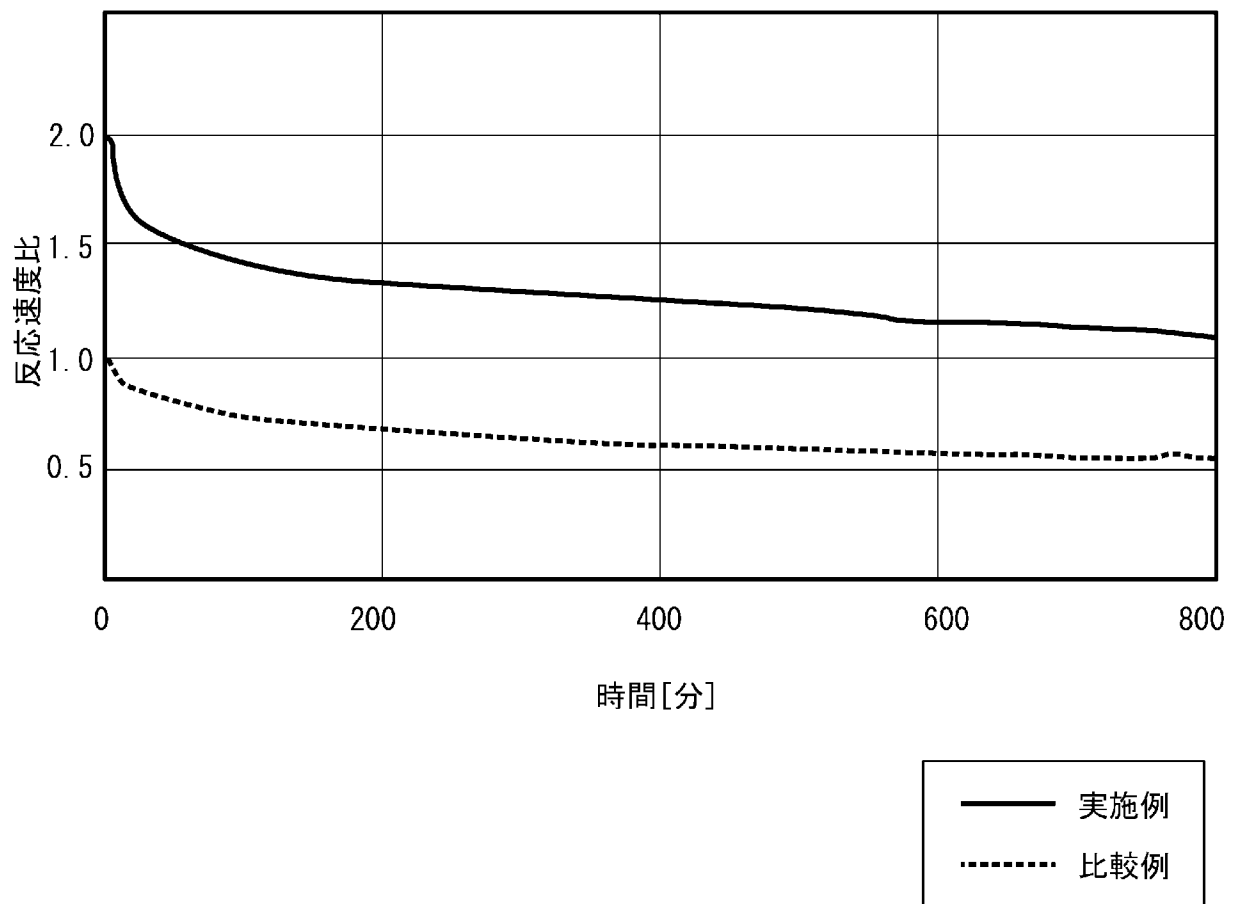
-.- 空隙率62%

— 空隙率69%

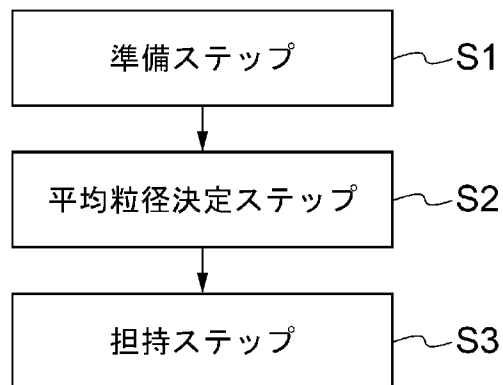
-.-.- 空隙率75%

..... 空隙率82%

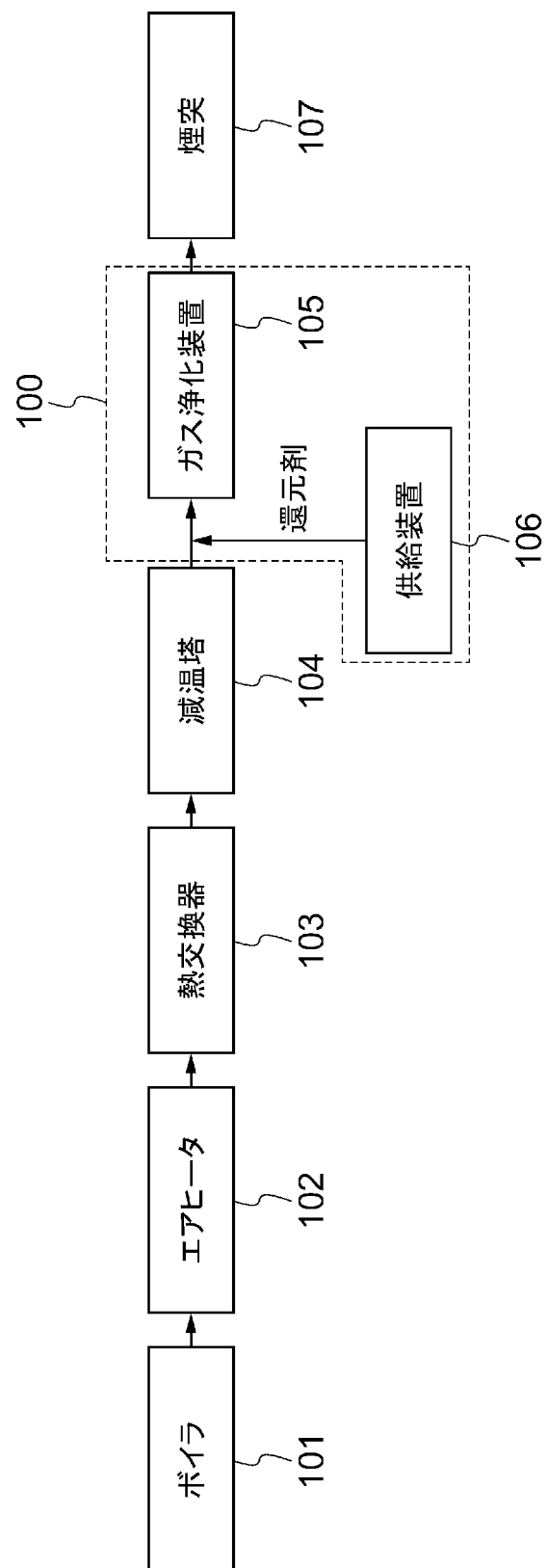
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/044252

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D 39/16(2006.01)i; B01D 46/02(2006.01)i; B01D 53/86(2006.01)i; B01D 53/90(2006.01)i; F23J 15/00(2006.01)i
 FI: B01D39/16 A; B01D53/86 222; B01D53/90; B01D46/02 Z; F23J15/00 H;
 F23J15/00 A

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01D39/00-39/20, B01D46/00-46/54, B01D53/73, B01D53/86-53/90, B01D53/94-53/96, F23J15/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2014-008460 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES ENVIRONMENTAL & CHEMICAL ENGINEERING CO., LTD.) 20.01.2014 (2014-01-20) claims, paragraphs [0008]-[0024]	1-6, 9-10 7-8
Y	JP 2007-000850 A (TOYOTA BOSHOKU CORPORATION) 11.01.2007 (2007-01-11) paragraph [0002]	1-6, 9-10
Y	JP 2005-137972 A (CHISSO CORPORATION) 02.06.2005 (2005-06-02) paragraphs [0026], [0039]	1-6, 9-10
Y	JP 2001-054707 A (NITTO DENKO CORP.) 27.02.2001 (2001-02-27) paragraphs [0021], [0028]	3-6, 9-10
Y	JP 9-220466 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 26.08.1997 (1997-08-26) paragraphs [0007]-[0008]	4-6, 9-10
A	JP 9-041257 A (TORAY INDUSTRIES, INC.) 10.02.1997 (1997-02-10) entire text	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 January 2020 (28.01.2020)

Date of mailing of the international search report
10 February 2020 (10.02.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/044252

Patent referred in the Report	Documents in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2014-008460 A		20 Jan. 2014	CN 103506006 A	
			claims, paragraphs [0031]-[0075]	
JP 2007-000850 A		11 Jan. 2007	US 2009/0077938 A1	
			paragraph [0002]	
			WO 2007/001072 A2	
			CN 101080262 A	
			EP 1896156 A2	
JP 2005-137972 A		02 Jun. 2005	(Family: none)	
JP 2001-054707 A		27 Feb. 2001	(Family: none)	
JP 9-220466 A		26 Aug. 1997	(Family: none)	
JP 9-041257 A		10 Feb. 1997	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B01D 39/16(2006.01)i; B01D 46/02(2006.01)i; B01D 53/86(2006.01)i; B01D 53/90(2006.01)i; F23J 15/00(2006.01)i FI: B01D39/16 A; B01D53/86 222; B01D53/90; B01D46/02 Z; F23J15/00 H; F23J15/00 A		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B01D39/00-39/20, B01D46/00-46/54, B01D53/73, B01D53/86-53/90, B01D53/94-53/96, F23J15/00 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2014-008460 A（三菱重工環境・化学エンジニアリング株式会社）20.01.2014 (2014-01-20) 特許請求の範囲, 段落0008-0024	1-6, 9-10
A		7-8
Y	JP 2007-000850 A（トヨタ紡織株式会社）11.01.2007（2007-01-11） 段落0002	1-6, 9-10
Y	JP 2005-137972 A（チッソ株式会社）02.06.2005（2005-06-02） 段落0026, 段落0039	1-6, 9-10
Y	JP 2001-054707 A（日東電工株式会社）27.02.2001（2001-02-27） 段落0021, 段落0028	3-6, 9-10
Y	JP 9-220466 A（三菱重工業株式会社）26.08.1997（1997-08-26） 段落0007-0008	4-6, 9-10
A	JP 9-041257 A（東レ株式会社）10.02.1997（1997-02-10） 全文	1-10
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 28.01.2020		国際調査報告の発送日 10.02.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 目代 博茂 4Q 9630 電話番号 03-3581-1101 内線 3468

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/044252

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2014-008460	A	20.01.2014	CN 103506006 A 請求の範囲,段落0031-0075	
JP	2007-000850	A	11.01.2007	US 2009/0077938 A1 段落0002	
				WO 2007/001072 A2	
				CN 101080262 A	
				EP 1896156 A2	
JP	2005-137972	A	02.06.2005	(ファミリーなし)	
JP	2001-054707	A	27.02.2001	(ファミリーなし)	
JP	9-220466	A	26.08.1997	(ファミリーなし)	
JP	9-041257	A	10.02.1997	(ファミリーなし)	