

(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6月11日(11.06.2020)



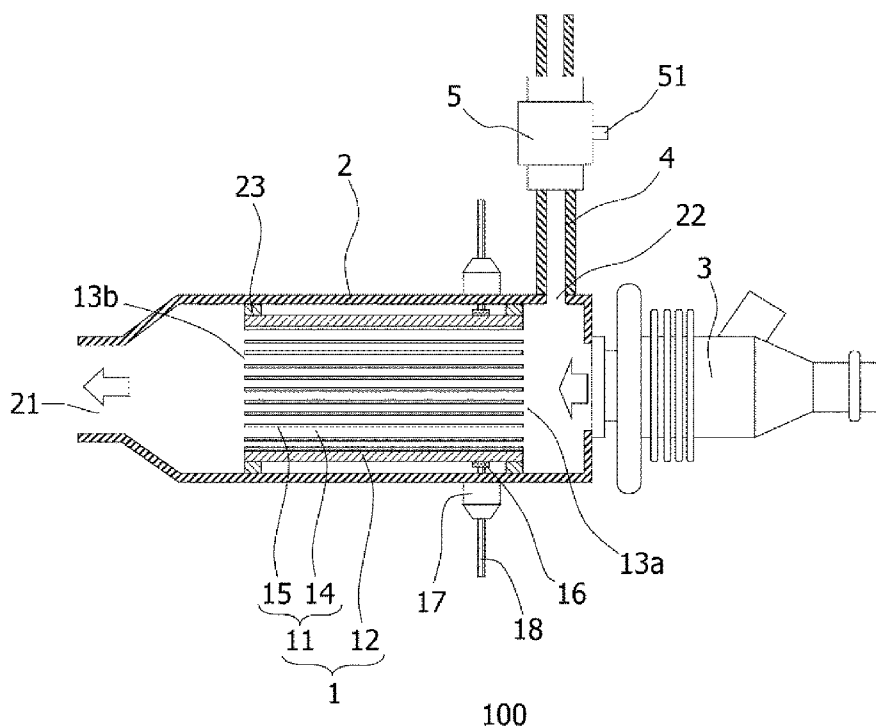
(10) 国際公開番号

WO 2020/115966 A1

- (51) 国際特許分類:
F01N 3/08 (2006.01) *B01D 53/94* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/034276
- (22) 国際出願日: 2019年8月30日(30.08.2019)
- (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 2018-229475 2018年12月6日(06.12.2018) JP
- (71) 出願人: 日本碍子株式会社(NGK INSULATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 齋木 勝巳(SAIKI, Katsumi); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 柴垣 行成(SHIBAGAKI, Yukinari); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: アクシス国際特許業務法人 (AXIS PATENT INTERNATIONAL); 〒1050004 東京都港区新橋二丁目6番2号 新橋アイマークビル 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:** REDUCING AGENT INJECTION DEVICE, EXHAUST GAS TREATMENT DEVICE, AND EXHAUST GAS TREATMENT METHOD

(54) 発明の名称: 還元剤噴射装置、排ガス処理装置及び排ガス処理方法



(57) **Abstract:** This reducing agent injection device is provided with: a honeycomb structure 1 having a column-shaped honeycomb structure part 11 that includes a partition 15 that compartmentalizes a plurality of cells 14 that extend from a fluid inflow end surface 13a to a fluid outflow end surface 13b, and at least a pair of electrode sections 12 disposed on a side surface of the honeycomb structure part 11 and heating the honeycomb structure part 11 by energization, the honeycomb structure being configured so as to be able to produce ammonia by breaking down urea in an aqueous urea

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, 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))

solution in the honeycomb structure part 11 that is heated by energization; an outer cylinder 2 that accommodates the honeycomb structure 1 and has a carrier gas inlet 22 for letting carrier gas into the fluid inflow end surface 13a side of the honeycomb structure part 11; a urea nebulizer 3, disposed at one end of the outer cylinder 2 and nebulizing the aqueous urea solution toward the fluid inflow end surface 13a side of the honeycomb structure part 11; a carrier gas inlet cylinder 4, disposed at the carrier gas inlet 22 of the outer cylinder 2; and a carrier gas flow rate amplifier 5, disposed in the carrier gas inlet cylinder 4 and amplifying the flow rate of the carrier gas.

(57) 要約: 流体流入端面 13a から流体流出端面 13b まで延びる複数のセル 14 を区画形成する隔壁 15 を有する柱状のハニカム構造部 11、及びハニカム構造部 11 の側面に配設され、ハニカム構造部 11 を通電加熱するための少なくとも一対の電極部 12 を有し、通電加熱されたハニカム構造部 11 内で尿素水溶液中の尿素を分解してアンモニアを生成可能に構成されたハニカム構造体 1 と、ハニカム構造体 1 を収容し、ハニカム構造部 11 の流体流入端面 13a 側にキャリアガスを導入するためのキャリアガス導入口 22 を有する外筒 2 と、外筒 2 の一端に配置され、ハニカム構造部 11 の流体流入端面 13a 側に尿素水溶液を噴霧する尿素噴霧器 3 と、外筒 2 のキャリアガス導入口 22 に設けられたキャリアガス導入筒 4 と、キャリアガス導入筒 4 に設けられ、キャリアガスの流量を増幅するためのキャリアガス流量増幅器 5 とを備える、還元剤噴射装置である。

明 細 書

発明の名称：

還元剤噴射装置、排ガス処理装置及び排ガス処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、還元剤噴射装置、排ガス処理装置及び排ガス処理方法に関する。

背景技術

[0002] 各種エンジンなどから排出される排ガス中の窒素酸化物（ NO_x ）を浄化するために、選択触媒還元型 NO_x 触媒（SCR 触媒）を用いた排ガス処理装置が知られている（特許文献 1）。

特許文献 1 に記載の排ガス処理装置は、エンジンの排気筒に取り付けられた触媒（SCR 触媒）、及びエンジンと触媒との間の排気筒内に尿素水を噴射する手段を有し、噴霧された尿素水を排ガスと混合し、触媒によって排ガス中の特定成分と反応させると共に尿素水を排ガスと混合する尿素水噴射手段が複数個所に設けられている。

しかしながら、特許文献 1 に記載の排ガス処理装置は、尿素水中の尿素を排ガスの熱でアンモニアに分解させるため、排ガスの温度が 200°C 以上であることが必要とされる。そのため、排ガスの温度が低いときには、尿素の分解反応が起こり難くなり、 NO_x の処理に必要なアンモニアの量が不足するという問題があった。

[0003] そこで、筒状のハニカム構造部、及びハニカム構造部の側面に配設された一対の電極部を有するハニカム構造体（ハニカムヒーター）と、ハニカム構造部に尿素水溶液を噴霧する尿素噴霧器とを備える還元剤噴射装置を用いた排ガス処理装置が提案されている（特許文献 2）。この排ガス装置に用いられる還元剤噴射装置は、電極部に電圧を印加することで通電加熱されたハニカム構造部に尿素水溶液を噴霧し、尿素水溶液中の尿素をハニカム構造部内で分解してアンモニアを効率良く生成させることができる。

しかしながら、通電加熱されたハニカム構造部に尿素水溶液を噴霧すると、尿素水溶液が噴霧された領域の温度が低下し、ハニカム構造部内に温度ムラが発生する。その結果、ハニカム構造部の低温領域に尿素デポジット（尿素に起因する結晶）が生成し易くなる。尿素デポジットが生成すると、ハニカム構造部内の流路が遮断されるため、尿素からアンモニアへの分解が阻害されてしまう。

[0004] そこで、尿素噴霧器とハニカム構造体との間にキャリアガス導入口を設けた還元剤噴射装置を用いた排ガス処理装置が提案されている（特許文献3及び4）。この排ガス処理装置に用いられる還元剤噴射装置によれば、キャリアガス導入口から導入されたキャリアガスが、ハニカム構造部内のガスの流れを促進させることができる。そのため、ハニカム構造部に尿素水溶液を噴霧してもハニカム構造部内の温度差が小さくなり、尿素デポジットの生成を抑制することができる。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特開2007-327377号公報
特許文献2：国際公開第2014/148506号
特許文献3：特開2017-180298号公報
特許文献4：特開2017-180299号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、特許文献3及び4に記載の還元剤噴射装置は、使用するキャリアガスの種類や装着位置によっては還元剤噴射装置内にキャリアガスを導入し難いことがある。例えば、エンジン排気系からのガス（排ガス）をキャリアガスとして用いる場合、還元剤噴射装置の装着位置によっては排ガスの圧力が低くなり、排気筒から還元剤噴射装置内に排ガスを導入することが難しくなることがある。特に、ハニカム構造部の圧力損失が大きいと、排気

筒から還元剤噴射装置内に排ガスが全く流れないこともある。還元剤噴射装置内に導入されるキャリアガスの量が少なくなると、ハニカム構造部内のガスの流れを十分に促進させることができないため、尿素デポジットが生成し易くなる。

[0007] 本発明は、上記のような問題を解決するためになされたものであり、尿素デポジットを安定して抑制することができる還元剤噴射装置を提供することを目的とする。

また、本発明は、還元剤噴射装置から必要量のアンモニアを安定的に噴射して NO_x の浄化を行うことが可能な排ガス処理装置及び排ガス処理方法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

[0008] 本発明者らは、還元剤噴射装置におけるキャリアガスの導入方法に着目して鋭意研究を行った結果、キャリアガス流量増幅器を用いることにより、使用するキャリアガスの種類に関わらず、還元剤噴射装置内にキャリアガスを安定して導入し得ることを見出し、本発明を完成するに至った。

[0009] すなわち、本発明は、流体流入端面から流体流出端面まで延びる複数のセルを区画形成する隔壁を有する柱状のハニカム構造部、及び前記ハニカム構造部の側面に配設され、前記ハニカム構造部を通電加熱するための少なくとも一対の電極部を有し、通電加熱された前記ハニカム構造部内で尿素水溶液中の尿素を分解してアンモニアを生成可能に構成されたハニカム構造体と、

前記ハニカム構造体を収容し、前記ハニカム構造部の前記流体流入端面側にキャリアガスを導入するためのキャリアガス導入口を有する外筒と、

前記外筒の一端に配置され、前記ハニカム構造部の前記流体流入端面側に尿素水溶液を噴霧する尿素噴霧器と、

前記外筒のキャリアガス導入口に設けられたキャリアガス導入筒と、

前記キャリアガス導入筒に設けられ、前記キャリアガスの流量を増幅するためのキャリアガス流量増幅器とを備える、還元剤噴射装置である。

[0010] また、本発明は、排ガスが流通するための排気筒と、
前記排気筒内にアンモニアを噴射するための、前記還元剤噴射装置と、
前記排気筒の、前記アンモニアが噴射される位置よりも下流側に配置されたSCR触媒と
を備える排ガス処理装置である。

[0011] さらに、本発明は、前記還元剤噴射装置で生成したアンモニアを排ガスに
噴射し、前記アンモニアが混入した前記排ガスをSCR触媒で還元処理する
排ガス処理方法である。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、尿素デポジットを安定して抑制することができる還元剤
噴射装置を提供することができる。

また、本発明によれば、還元剤噴射装置から必要量のアンモニアを安定的
に噴射してNO_xの浄化を行うことが可能な排ガス処理装置及び排ガス処理
方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施形態1に係る還元剤噴射装置を示す模式断面図である。

[図2]本発明の実施形態1に係る還元剤噴射装置を構成するハニカム構造体の
流体流入端面を示す模式平面図である。

[図3]本発明の実施形態1に係る還元剤噴射装置を排気筒に設けた状態を説明
するための模式断面図である。

[図4]本発明の実施形態1に係る還元剤噴射装置を排気筒に設けた別の状態を
説明するための模式断面図である。

[図5]本発明の実施形態2に係る還元剤噴射装置を示す模式断面図である。

[図6]本発明の実施形態3に係る排ガス処理装置を示す模式断面図である。

[図7]本発明の実施形態4に係る別の排ガス処理装置を示す模式断面図である。
。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の還元剤噴射装置、排ガス処理装置及び排ガス処理方法の好

適な実施形態について具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されて解釈されるべきものではなく、本発明の要旨を逸脱しない限りにおいて、当業者の知識に基づいて、種々の変更、改良などを行うことができる。各実施形態に開示されている複数の構成要素は、適宜な組み合わせにより、種々の形態を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素からいくつかの構成要素を削除してもよいし、異なる実施形態の構成要素を適宜組み合わせてもよい。

[0015] ＜実施形態１＞

（１）還元剤噴射装置

図１は、本発明の実施形態１に係る還元剤噴射装置を示す模式断面図（ハニカム構造部のセルの延びる方向に平行な模式断面図）である。

図１に示すように、本実施形態の還元剤噴射装置１００は、ハニカム構造体１と、外筒２と、尿素噴霧器３と、キャリアガス導入筒４と、キャリアガス流量増幅器５とを備える。

[0016] ハニカム構造体１は、流体流入端面１３ａから流体流出端面１３ｂまで延びる複数のセル１４を区画形成する隔壁１５を有する柱状のハニカム構造部１１と、ハニカム構造部１１の側面に配設され、ハニカム構造部１１を通電加熱するための少なくとも一対の電極部１２とを有する。ハニカム構造部１１におけるセル１４は、流体の流通経路となる。

ここで、本明細書において「流体流入端面１３ａ」とは、流体の流入口を有する端面のことを意味し、「流体流出端面１３ｂ」とは、流体の流出口を有する端面のことを意味する。また、本明細書において「一対の電極部１２」とは、ハニカム構造部１１のセル１４が延びる方向に直交する断面において、一方の電極部１２に対して、他方の電極部１２がハニカム構造部１１の中心を挟んで反対側に配設されていることを意味する。

電極部１２は、セル１４が延びる方向に沿って帯状に形成されている。なお、電極部１２は一対であってよいが、ハニカム構造部１１の発熱効率を高める観点から、複数対としてもよい。

[0017] 外筒 2 は、入口側端部及び出口側端部を有し、内部にハニカム構造体 1 を収容している。一端である入口側端部には尿素噴霧器 3 が配置され、他端である出口側端部にはアンモニアを噴射するための噴射口 2 1 が形成されている。また、外筒 2 は、ハニカム構造部 1 1 の流体流入端面 1 3 a 側、すなわち、ハニカム構造体 1 と尿素噴霧器 3 との間にキャリアガスを導入するためのキャリアガス導入口 2 2 を有する。

外筒 2 に収容されるハニカム構造体 1 は、絶縁保持部 2 3 を介して外筒 2 内に固定（保持）されている。これにより、ハニカム構造体 1 と外筒 2 との間の絶縁が確保される。ハニカム構造体 1 と外筒 2 との間には、絶縁保持部 2 3 が配置されていない部分（空間）があってもよいが、ハニカム構造体 1 の外周全体が絶縁保持部 2 3 で覆われていてもよい。絶縁保持部 2 3 の材質は、絶縁性に優れたものであれば特に限定されず、例えば、アルミナを用いることができる。

[0018] 尿素噴霧器 3 は、外筒 2 の一端（入口側端部）に配置され、ハニカム構造部 1 1 の流体流入端面 1 3 a 側に尿素水溶液を噴霧する。尿素水溶液は、本実施形態の還元剤噴射装置 1 0 0 で生成させるアンモニアの原料である。

[0019] キャリアガス導入筒 4 は、外筒 2 のキャリアガス導入口 2 2 に設けられている。キャリアガス導入筒 4 の他端は、キャリアガス導入筒 4 に導入するキャリアガスの供給源に接続されている。

キャリアガスとしては、特に限定されず、排ガス、吸気ガス、その他のエア供給装置（大型車両などに搭載されているコンプレッサーなど）からのエアなどを用いることができるが、排ガスが好ましい。排ガスは温度が高いため、加熱しなくてもキャリアガスとして利用することができる。なお、吸気ガス（エンジン吸気系からのガス）をキャリアガスとして用いる場合、吸気ガスは温度が低いため、加熱手段などを用いて予め加熱することが好ましい。

[0020] キャリアガス流量増幅器 5 は、キャリアガスの流量を増幅する機能を有し、キャリアガス導入筒 4 に設けられている。

[0021] 上記のような構成を有する本実施形態の還元剤噴射装置 100 では、尿素噴霧器 3 から噴霧された尿素水溶液が、通電加熱されたハニカム構造部 11 内で尿素水溶液中の尿素を分解してアンモニア（還元剤）を生成し、噴射口 21 から外部にアンモニアが噴射される。このとき、ハニカム構造部 11 の流体流入端面 13 a 側にキャリアガスを導入することにより、ハニカム構造部 11 内に、流体流入端面 13 a 側から流体流出端面 13 b 側へのガスの流れを作ることができる。また、使用するキャリアガスの種類によっては還元剤噴射装置 100 内にキャリアガスを導入し難いことがあるが、キャリアガス導入筒 4 にキャリアガス流量増幅器 5 を設けているため、還元剤噴射装置 100 内にキャリアガスを安定して導入することができる。したがって、ハニカム構造部 11 内に熱及び尿素水溶液が停滞し難くなり、尿素デポジットを安定して抑制することができる。

[0022] 以下、本実施形態の還元剤噴射装置 100 について、さらに、構成部材ごとに詳細に説明する。

[0023] (1-1) ハニカム構造体 1

ハニカム構造体 1 は、ハニカム構造部 11 と電極部 12 とを有する。

ハニカム構造部 11 を構成する隔壁 15 の材質は、特に限定されないが、セラミックスであることが好ましい。特に、隔壁 15 の材質は、珪素-炭化珪素複合材又は炭化珪素を主成分としていることが好ましく、珪素-炭化珪素複合材を主成分としていることがより好ましい。このような材質を用いることにより、ハニカム構造部 11 の電気抵抗率を、炭化珪素と珪素との比率を変更することで任意の値に調整し易くなる。

ここで、上記の主成分となる「珪素-炭化珪素複合材」とは、骨材としての炭化珪素粒子、及び炭化珪素粒子を結合させる結合材としての金属珪素を含有するものを意味する。珪素-炭化珪素複合材は、複数の炭化珪素粒子が、金属珪素によって結合されていることが好ましい。また、上記の主成分となる「炭化珪素」とは、炭化珪素粒子同士が焼結して形成されたものを意味する。また、本明細書において「主成分」とは、90質量%以上含有される

成分のことを意味する。

[0024] ハニカム構造部 11 の電気抵抗率は、特に限定されないが、 $0.01 \sim 500 \Omega \text{ cm}$ であることが好ましく、 $0.1 \sim 200 \Omega \text{ cm}$ であることがより好ましい。このような電気抵抗率に制御することにより、少なくとも一對の電極部 12 に電圧を印加することにより、ハニカム構造部 11 を効果的に発熱させることができる。特に、電圧 $12 \sim 200 \text{ V}$ の電源を用いて、ハニカム構造部 11 を $160 \sim 600^\circ\text{C}$ に発熱させるためには、電気抵抗率を上記の範囲とすることが好ましい。

なお、ハニカム構造部 11 の電気抵抗率は、 25°C における値である。また、ハニカム構造部 11 の電気抵抗率は、四端子法により測定した値である。

[0025] ハニカム構造部 11 の単位体積当たりの表面積は、特に限定されないが、 $5 \text{ cm}^2 / \text{cm}^3$ 以上であることが好ましく、 $8 \sim 45 \text{ cm}^2 / \text{cm}^3$ であることがより好ましく、 $20 \sim 40 \text{ cm}^2 / \text{cm}^3$ であることが特に好ましい。この表面積が $5 \text{ cm}^2 / \text{cm}^3$ 以上であると、尿素水溶液との接触面積が十分に確保され、尿素水溶液の処理速度、すなわちアンモニアの発生量（発生速度）が適切に制御される。

なお、ハニカム構造部 11 の表面積は、ハニカム構造部 11 の隔壁 15 の表面の面積である。

[0026] ハニカム構造部 11 の隔壁 15 の厚さは、 $0.06 \sim 1.5 \text{ mm}$ が好ましく、 $0.10 \sim 0.80 \text{ mm}$ がより好ましい。隔壁 15 の厚さが 1.5 mm 以下であると、圧力損失が低減され、尿素水溶液の処理速度、すなわちアンモニアの発生量（発生速度）が適切に制御される。隔壁 15 の厚さが 0.06 mm 以上であると、通電加熱による熱衝撃でハニカム構造部 11 が破壊してしまうことが抑制される。

セル 14 の形状（セル 14 の延びる方向に直交する断面の形状）が、図 2 に示すような円形の場合、隔壁 15 の厚さは、「セル 14 同士の間の距離が最も短くなっている部分（隔壁 15 の厚さが小さい部分）」における隔壁 1

5の厚さを意味する。

セル14の密度は、7～140セル／ cm^2 が好ましく、15～120セル／ cm^2 が更に好ましい。セル14の密度が7セル／ cm^2 以上であると、尿素水溶液との接触面積が十分に確保され、尿素水溶液の処理速度、すなわちアンモニアの発生量（発生速度）が適切に制御される。セル14の密度が140セル／ cm^2 以下であると、圧力損失が低減され、尿素水溶液の処理速度、すなわちアンモニアの発生量（発生速度）が適切に制御される。

[0027] ハニカム構造部11は、一部のセル14に対し、流体流入端面13a側の端部に目封止部を設けてもよい。目封止部の材質は、隔壁15の材質と同じであることが好ましいが、他の材質であってもよい。

[0028] 流体流入端面13aの形状は、図2に示すような正方形の他、長方形、その他の多角形、円形、楕円形などの各種形状であってもよい。また、流体流入端面13aの形状は、流体流出端面13bの形状と同じであり、セル14の延びる方向に直交する断面の形状と同じであることが好ましい。

[0029] ハニカム構造部11の大きさは、流体流入端面13a及び流体流出端面13bの面積がそれぞれ50～10000 mm^2 であることが好ましく、100～8000 mm^2 であることがより好ましい。

[0030] セル14の延びる方向に直交する断面におけるセル14の形状は、図2に示すような円形の他、楕円形、四角形、六角形、八角形、又はこれらの組み合わせであることが好ましい。このような形状にすることにより、ハニカム構造部11に排ガスを流したときの圧力損失が小さくなり、尿素水溶液中の尿素を効率的に分解することが可能となる。

[0031] 電極部12は、セル14が延びる方向に沿って帯状に形成されているが、ハニカム構造部11の周方向にも広がる幅広に形成されていてもよい。また、セル14の延びる方向に直交する断面において、一方の電極部12は、他方の電極部12に対して、ハニカム構造部11の中心を挟んで反対側に配設されている。このような構成とすることにより、一对の電極部12の間に電圧を印加した時に、ハニカム構造部11内を流れる電流の偏りを抑制するこ

とができるため、ハニカム構造部 11 内の発熱の偏りを抑制することが可能になる。

また、電極部 12 に対する電圧の印加は、流体流入端面 13a における温度が 900℃以下となるようにハニカム構造部 11 を発熱させることが好ましい。ハニカム構造部 11 の温度の制御はハニカム構造部 11 に温度測定手段を直接設けることにより制御することができる。あるいは、キャリアガス温度、キャリアガス流量及び尿素水溶液噴霧量からハニカム構造部 11 の温度を推定して制御することも可能である。また、エンジンの運転条件をマッピングすれば、キャリアガス温度及びキャリアガス流量の測定に代えることもできる。

[0032] 電極部 12 の材質は、特に限定されないが、ハニカム構造部 11 の隔壁 15 の主成分と同じであることが好ましい。

電極部 12 の電気抵抗率は、0.0001～100Ωcmであることが好ましく、0.001～50Ωcmであることがより好ましい。電極部 12 の電気抵抗率をこのような範囲にすることにより、一对の電極部 12 が、高温の排ガスが流れる排気筒内において、電極の役割を効果的に果たす。電極部 12 の電気抵抗率は、ハニカム構造部 11 の電気抵抗率より低いものであることが好ましい。

なお、電極部 12 の電気抵抗率は、400℃における値である。また、電極部 12 の電気抵抗率は、四端子法により測定した値である。

[0033] 一对の電極部 12 には、外部からの電気配線 18 を繋ぐための電極端子突起部 16 が配設されていてもよい。電極端子突起部 16 の材質は、導電性セラミックスであってもよいし、金属であってもよい。また、電極端子突起部 16 の材質は、電極部 12 と同じであることが好ましい。また、電極端子突起部 16 と外筒 2 のコネクタ 17 とが、電気配線 18 によって繋がれていることが好ましい。

[0034] ハニカム構造部 11 には、尿素加水分解触媒が備えられていてもよい。尿素加水分解触媒を用いることにより、尿素からアンモニアを効率的に生成さ

せることができる。尿素加水分解触媒としては、酸化チタンなどを挙げることができる。

[0035] (1-2) 外筒 2

外筒 2 の材質は、特に限定されないが、ステンレス鋼などが好ましい。

外筒 2 の形状は、ハニカム構造体 1 と嵌合させるため、セル 14 の延びる方向に直交する断面において、ハニカム構造部 11 の形状と同種であることが好ましい。ここで、本明細書において「同種の形状」とは、外筒 2 の形状が正方形であるときには、ハニカム構造部 11 の形状も正方形であり、外筒 2 の形状が長方形であるときには、ハニカム構造部 11 の形状も長方形であることを意味する。なお、例えば、外筒 2 の形状及びハニカム構造部 11 の形状が、同種の形状であり、その形状が長方形である場合、縦と横との長さの比までが同じである必要はない。

[0036] (1-3) 尿素噴霧器 3

尿素噴霧器 3 の種類は、尿素水溶液を噴霧可能であれば特に限定されないが、ソレノイド式、超音波式、圧電アクチュエータ式、又はアトマイザー式であることが好ましい。これらを用いることにより、尿素水溶液を容易に霧状に噴霧することができる。また、これらの中でも、ソレノイド式、超音波式、又は圧電アクチュエータ式を用いると、空気を使用せずに尿素水溶液を霧状に噴霧することができる。そのため、尿素水溶液の噴霧に用いる空気を加熱する必要がなくなり、加熱するエネルギー量を低減することができる。また、噴霧に用いる空気を使用しないことにより、噴射体積が減少するため、ハニカム構造部 11 内を霧状の尿素水溶液が通過する速度を低下させることが可能となり、分解に必要な反応時間を長く取ることができる。尿素噴霧器 3 から噴霧される尿素水溶液の液滴の大きさ（直径）は、0.3 mm 以下であることが好ましい。液滴の大きさが 0.3 mm より大きいと、ハニカム構造部 11 内で加熱された際に、気化し難くなることがある。

[0037] ここで、ソレノイド式の尿素噴霧器 3 は、ソレノイドの振動又はソレノイドを用いた電界によるピストンの前後動作により、尿素水溶液を霧状に噴霧

する装置である。また、超音波式の尿素噴霧器 3 は、超音波振動により、尿素水溶液を霧状に噴霧する装置である。また、圧電アクチュエータ式の尿素噴霧器 3 は、圧電素子の振動により、尿素水溶液を霧状に噴霧する装置である。また、アトマイザー式の尿素噴霧器 3 は、例えば、管で液体を吸い上げながら、当該管の先端の開口部に吸い上げられた液体を空気で霧状に吹き飛ばして、当該液体を噴霧する装置である。なお、アトマイザー式の尿素噴霧器 3 は、ノズルの先端に小さな開口部を複数個形成し、当該開口部より液体を霧状に噴霧する装置であってもよい。

[0038] 尿素噴霧器 3 は、ハニカム構造部 11 の流体流入端面 13 a 側に尿素水溶液を噴霧し易くするために、尿素水溶液の噴霧方向（液滴が飛び出す方向）が、ハニカム構造部 11 の流体流入端面 13 a 側を向いていることが好ましい。

[0039] (1-4) キャリアガス導入筒 4

キャリアガス導入筒 4 の材質は、特に限定されないが、ステンレス鋼などが好ましい。

キャリアガス導入筒 4 の形状は、特に限定されないが、断面形状が、外筒 2 に形成されたキャリアガス導入口 22 の形状と同種であることが好ましい。このような形状であれば、キャリアガス導入口 22 にキャリアガス導入筒 4 を接続することが容易になる。

[0040] キャリアガスとして排ガスを用いる場合、図 3 に示すように、キャリアガス導入筒 4 は排ガスが流通する排気筒 61 から分岐していることが好ましい。このような構成とすることにより、排気筒 61 を流通する排ガスの一部をキャリアガス導入筒 4 内に容易に導くことができる。

[0041] また、キャリアガス導入筒 4 は、図 4 に示すように、還元剤噴射装置 100 で生成したアンモニアが噴射される位置よりも下流側の排気筒 61 から分岐していることが好ましい。このような構成とすることにより、還元剤噴射装置 100 内で加熱されたキャリアガスを還元剤噴射装置 100 内に再び取り込むことができるため、尿素デポジットを抑制する効果が高くなる。なお

、還元剤噴射装置 100 で生成したアンモニアが噴射される位置よりも下流側からキャリアガスを取り込んだ場合、キャリアガス中にアンモニアが含まれることがあるが、キャリアガス中のアンモニアは還元剤噴射装置 100 をそのまま通過するため、還元剤噴射装置 100 の機能に影響を及ぼすことはない。

[0042] (1-5) キャリアガス流量増幅器 5

キャリアガス流量増幅器 5 としては、特に限定されず、コアンダ効果を利用したコアンダ流量増幅器、エジェクタなどの様々な流量増幅器を用いることができる。このような流量増幅器は市販されており、例えば、東浜工業株式会社製のエアー・セーバー、INOX 東栄株式会社製の AIR-X、虹枝株式会社製のトランスベクター及びフロートトランスベクターなどを用いることができる。コアンダ流量増幅器は、例えば、外部エアー導入口 51 から外部エアーを導入することにより、外部エアーの 20 倍以上にキャリアガスの流量を増幅させることができる。

[0043] キャリアガスとして排ガスを用いる場合、キャリアガス流量増幅器 5 は、例えば、排気筒からキャリアガス導入筒 4 に流入した排ガスを 1.1 倍以上の流量に増幅することが好ましい。また、流量の増幅倍率の上限は、特に限定されないが、好ましくは 1.8 倍、より好ましくは 1.6 倍である。このような流量に増幅することにより、還元剤噴射装置 100 内にキャリアガスを十分に導入することができる。

[0044] 次に、本実施形態の還元剤噴射装置 100 の製造方法について詳細に説明する。

(2) 還元剤噴射装置 100 の製造方法

(2-1) ハニカム構造体 1 の製造

ハニカム構造体 1 がセラミックス製の場合、ハニカム構造体 1 の製造方法は、以下のような製造方法であることが好ましい。

ハニカム構造体 1 の製造方法は、ハニカム成形体作製工程と、ハニカム乾燥体作製工程と、未焼成電極付きハニカム体作製工程と、ハニカム構造体作

製工程とを含む。

[0045] (ハニカム成形体作製工程)

ハニカム成形体作製工程では、成形原料を押出成形してハニカム成形体を作製する。成形原料は、セラミックス原料及び有機バインダを含むことが好ましい。成形原料には、セラミックス原料及び有機バインダ以外に、界面活性剤、焼結助剤、造孔材、水などをさらに配合してもよい。成形原料は、これらの原料を混合することによって得ることができる。

[0046] 成形原料中のセラミックス原料は、「セラミックス」又は「焼成によりセラミックスとなる原料」である。セラミックス原料は、いずれの場合も、焼成後にセラミックスとなる。成形原料中のセラミックス原料は、金属珪素及び炭化珪素粒子（炭化珪素粉末）を主成分とするか、又は炭化珪素粒子（炭化珪素粉末）を主成分とすることが好ましい。これにより、得られるハニカム構造体1が導電性になる。金属珪素も金属珪素粒子（金属珪素粉末）であることが好ましい。なお、「金属珪素及び炭化珪素粒子を主成分とする」とは、金属珪素及び炭化珪素粒子の合計質量が、全体（セラミックス原料）の90質量%以上であることを意味する。また、セラミックス原料に含まれる、主成分以外の成分としては、 SiO_2 、 SrCO_3 、 Al_2O_3 、 MgCO_3 、コーゼライトなどを挙げることができる。

[0047] セラミックス原料の主成分として炭化珪素を用いた場合には、焼成によって炭化珪素が焼結される。また、セラミックス原料の主成分として金属珪素及び炭化珪素粒子を用いた場合には、焼成により、金属珪素を結合材として、骨材である炭化珪素同士が結合される。

[0048] セラミックス原料として、炭化珪素粒子（炭化珪素粉末）及び金属珪素粒子（金属珪素粉末）を用いた場合、炭化珪素粒子の質量と金属珪素粒子の質量との合計に対して、金属珪素粒子の質量が10～40質量%であることが好ましい。炭化珪素粒子の平均粒子径は、10～50 μm が好ましく、15～35 μm がより好ましい。金属珪素粒子の平均粒子径は、0.1～20 μm が好ましく、1～10 μm がより好ましい。炭化珪素粒子及び金属珪素粒

子の平均粒子径はレーザー回折法で測定した値である。

- [0049] 有機バインダとしては、メチルセルロース、グリセリン、ヒドロキシプロピルメチルセルロースなどを挙げることができる。有機バインダとしては、1種類の有機バインダを用いてもよいし、複数種類の有機バインダを用いてもよい。有機バインダの配合量は、セラミックス原料の合計質量を100質量部としたときに、5～10質量部であることが好ましい。
- [0050] 界面活性剤としては、エチレングリコール、デキストリンなどを用いることができる。界面活性剤としては、1種類の界面活性剤を用いてもよいし、複数種類の界面活性剤を用いてもよい。界面活性剤の配合量は、セラミックス原料の合計質量を100質量部としたときに、0.1～2.0質量部であることが好ましい。
- [0051] 焼結助剤としては、 SiO_2 、 SrCO_3 、 Al_2O_3 、 MgCO_3 、コーゼライトなどを用いることができる。焼結助剤としては、1種類の焼結助剤を用いてもよいし、複数種類の焼結助剤を用いてもよい。焼結助剤の配合量は、セラミックス原料の合計質量を100質量部としたときに、0.1～3質量部であることが好ましい。
- [0052] 造孔材としては、焼成後に気孔を形成するものであれば特に限定されず、例えば、グラファイト、澱粉、発泡樹脂、吸水性樹脂、シリカゲルなどを挙げることができる。造孔材としては、1種類の造孔材を用いてもよいし、複数種類の造孔材を用いてもよい。造孔材の配合量は、セラミックス原料の合計質量を100質量部としたときに、0.5～10質量部であることが好ましい。
- [0053] 水の配合量は、セラミックス原料の合計質量を100質量部としたときに、20～60質量部であることが好ましい。
- [0054] 成形原料を押出成形する際には、まず、成形原料を混練して坯土を形成する。次に、坯土を押出成形してハニカム成形体を得る。ハニカム成形体は、流体流入端面13aから流体流出端面13bまで延びる複数のセル14を区画形成する多孔質の隔壁15を有する。ハニカム成形体の隔壁15は、未乾

燥、未焼成の隔壁 15 である。

[0055] (ハニカム乾燥体作製工程)

ハニカム乾燥体作製工程では、得られたハニカム成形体を乾燥させてハニカム乾燥体を作製する。乾燥条件は、特に限定されず、公知の条件を用いることができる。例えば、80～120℃で、0.5～5時間乾燥させることが好ましい。

[0056] (未焼成電極付きハニカム体作製工程)

未焼成電極付きハニカム体作製工程では、まず、ハニカム乾燥体の側面に、セラミックス原料と水とを含有する電極形成用スラリーを塗布する。次に、電極形成用スラリーを乾燥させて未焼成電極を形成して、未焼成電極付きハニカム体を作製する。

[0057] 未焼成電極付きハニカム体は、ハニカム乾燥体に、セル 14 の延びる方向に帯状に延びると共に周方向にも広がる、幅広の長方形の未焼成電極が形成されていることが好ましい。周方向とは、セル 14 の延びる方向に直交する断面において、ハニカム乾燥体の側面に沿った方向のことである。

[0058] 未焼成電極付きハニカム体作製工程で用いられる電極形成用スラリーは、セラミックス原料と水とを含有する。電極形成用スラリーには、界面活性剤、造孔材、水などを配合してもよい。

セラミックス原料としては、ハニカム成形体を作製する際に用いられるセラミックス原料を用いることが好ましい。例えば、ハニカム成形体を作製する際に用いられるセラミックス原料の主成分を炭化珪素粒子及び金属珪素とした場合には、電極形成用スラリーのセラミックス原料としても炭化珪素粒子及び金属珪素を用いればよい。

[0059] ハニカム乾燥体の側面に、電極形成用スラリーを塗布する方法は特に限定されない。電極形成用スラリーは、例えば、刷毛を用いて塗布したり、印刷の手法を用いて塗布したりすることができる。

[0060] 電極形成用スラリーの粘度は、20℃において、500 Pa・s 以下であることが好ましく、10～200 Pa・s であることがより好ましい。電極

形成用スラリーの粘度が $500\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下であると、電極形成用スラリーをハニカム乾燥体の側面に塗布し易くなる。

[0061] ハニカム乾燥体に電極形成用スラリーを塗布した後に、電極形成用スラリーを乾燥させて、未焼成電極（未焼成電極付きハニカム体）を得ることができる。乾燥温度は、 $80\sim 120^{\circ}\text{C}$ であることが好ましい。また、乾燥時間は、 $0.1\sim 5$ 時間であることが好ましい。

[0062] （ハニカム構造体作製工程）

ハニカム構造体作製工程では、未焼成電極付きハニカム体を焼成してハニカム構造体1を作製する。

焼成条件は、ハニカム成形体の製造に用いられたセラミックス原料、及び電極形成用スラリーに用いられたセラミックス原料の種類に応じて適宜決定すればよい。

また、未焼成電極付きハニカム成形体を乾燥させた後、焼成前に、バインダなどを除去するため、仮焼成を行うことが好ましい。仮焼成は、大気雰囲気下、 $400\sim 500^{\circ}\text{C}$ で $0.5\sim 20$ 時間行うことが好ましい。

[0063] 尿素加水分解触媒40をハニカム構造体1に担持させる場合、その方法としては、例えば、尿素加水分解触媒40のスラリーが貯留された容器に、ハニカム構造体1を浸漬させればよい。なお、尿素加水分解触媒40のスラリーの粘度、含有される尿素加水分解触媒40の粒径などを調整することによって、隔壁15の表面だけでなく隔壁15の細孔の内部にまで触媒を担持させることができると共に、担持する触媒の量を調節することもできる。また、スラリーの吸引を複数回行うことによっても、担持する触媒の量を調節することができる。

[0064] （2-2）還元剤噴射装置100の製造

外筒2内にハニカム構造体1を挿入し、絶縁保持部23を介してハニカム構造体1を外筒2内に固定すると共に、外筒2の一端（入口側端部）に尿素噴霧器3を配置する。そして、外筒2のコネクター17と一对の電極部12に配設した電極端子突起部16との間を電気配線18によって接続する。ま

た、外筒2のキャリアガス導入口22にキャリアガス導入筒4を接続し、キャリアガス導入筒4にキャリアガス流量増幅器5を設けることにより、還元剤噴射装置100を製造することができる。

[0065] 次に、本実施形態の還元剤噴射装置100の使用方法について詳細に説明する。

(3) 還元剤噴射装置100の使用方法

本実施形態の還元剤噴射装置100は、尿素水溶液を原料として供給することにより、尿素水溶液中の尿素を分解してアンモニアを生成させ、生成したアンモニアを外部に噴射する。具体的には、ハニカム構造部11に通電して昇温（加熱）し、尿素噴霧器3に尿素水溶液を供給し、尿素噴霧器3からハニカム構造部11の流体流入端面13a側に尿素水溶液を噴霧する。このとき、キャリアガス流量増幅器5で流量を増幅させたキャリアガスをキャリアガス導入口22からハニカム構造部11の流体流入端面13a側に導入することにより、尿素水溶液の流れを促進させてハニカム構造部11内に尿素水溶液が停滞し難くする。尿素噴霧器3から噴霧された尿素水溶液は、ハニカム構造部11で加熱されて蒸発する。尿素水溶液の蒸発によるハニカム構造部11と尿素噴霧器3との間の領域内の圧力上昇、及びキャリアガスの流れにより、尿素水溶液は、流体流入端面13aからハニカム構造部11のセル14内に入る。セル14内に供給された尿素水溶液中の尿素は、加熱されたハニカム構造部11の温度により分解されてアンモニアが生成する。

[0066] キャリアガス流量増幅器5で増幅させた後のキャリアガスの流量としては、特に限定されないが、1～200L／分であることが好ましく、2～50L／分であることがより好ましい。このような流量であれば、ハニカム構造部11内にキャリアガスを効率的に導入することができる。

[0067] 尿素水溶液の供給量は、特に限定されないが、排ガスに含まれる窒素酸化物（ NO_x ）量に対して、当量比で1.0～2.0であることが好ましい。当量比が1.0未満の場合、浄化されずに排出される窒素酸化物量が増加することがある。ただし、SCR触媒に NO_x 吸蔵機能を付与すれば、当量比

が 1.0 未満の期間があってもよい。当量比が 2.0 を超えると、排ガス中にアンモニアが混入した状態で排ガスが排出される可能性が高くなる恐れがある。

[0068] 尿素水溶液としては、特に限定されないが、10～40質量%の尿素を含む水溶液であることが好ましい。尿素含有量が10質量%未満であると、 N_2O 還元のために多量の尿素水溶液を噴霧する必要がある、ハニカム構造部11の通電加熱に要求される電力量が多くなることがある。尿素含有量が40質量%を超えると、寒冷地で尿素が凝固する懸念がある。尿素水溶液の好適な例としては、市場で広く流通している *AdBlue* (32.5質量%の尿素水溶液、ドイツ自動車工業会 (VDA) の登録商標) が挙げられる。

[0069] ハニカム構造部11の加熱温度は、160℃以上とすることが好ましく、160～600℃とすることがより好ましく、250～400℃とすることが更に好ましい。加熱温度が160℃以上であると、尿素が効率良く分解され易くなる。加熱温度が600℃以下であると、アンモニアが燃焼され、排気筒61にアンモニアが供給されないことが抑制される。また、ハニカム構造部11の加熱温度は、360℃以上とすることが、還元剤噴射装置100に析出する硫酸水素アンモニウム、硫酸アンモニウムなどの硫黄化合物を除去することができる点で好ましい。

[0070] ハニカム構造部11に印加する最大電圧は、12～200Vとすることが好ましく、12～100Vとすることがより好ましく、12～48Vとすることがさらに好ましい。最大電圧が12V以上であると、ハニカム構造部11を昇温し易くなる。最大電圧が200V以下であると、電圧を昇圧させる装置が高価になることが抑制される。

[0071] <実施形態2>

図5は、本発明の実施形態2に係る還元剤噴射装置を示す模式断面図（ハニカム構造部のセルの延びる方向に平行な模式断面図）である。

図5に示すように、本実施形態の還元剤噴射装置200は、実施形態1の還元剤噴射装置100に対して、ハニカム構造部11の流体流出端面13b

側に、流体流出端面 1 3 b と間隔をあけて配置された尿素加水分解触媒体 3 1 をさらに備える点で構成が相違する。なお、本実施形態の還元剤噴射装置 2 0 0 の他の構成については、実施形態 1 の還元剤噴射装置 1 0 0 と同じであるため説明を省略し、相違点のみ詳細に説明する。

[0072] 本実施形態の還元剤噴射装置 2 0 0 では、ハニカム構造部 1 1 の流体流出端面 1 3 b 側に、流体流出端面 1 3 b と間隔をあけて配置された尿素加水分解触媒体 3 1 が設けられている。このような構成とすることにより、ハニカム構造部 1 1 で未反応の尿素を尿素加水分解触媒体 3 1 でアンモニアに分解することができるため、アンモニアの生成効率が向上する。

尿素加水分解触媒体 3 1 は、尿素加水分解触媒が担持されたハニカム構造体であることが好ましい。尿素加水分解触媒体 3 1 に用いられる担体（ハニカム構造体）は、上流に設けられるハニカム構造体 1 と同様の構造及び材質であってよい。なお、尿素加水分解触媒体 3 1 に用いられるハニカム構造体は、一对の電極部 1 2 を有していなくてよいが、上流に設けられるハニカム構造体 1 と同様に通電加熱可能な構成にしてもよい。

[0073] 尿素加水分解触媒体 3 1 は、上流に設けられるハニカム構造体 1 と同様にしてハニカム構造体（担体）を製造した後、尿素加水分解触媒をハニカム構造体に担持させればよい。尿素加水分解触媒をハニカム構造体に担持させる方法は、先で説明した通りである。

[0074] <実施形態 3>

図 6 及び 7 は、本発明の実施形態 3 に係る排ガス処理装置を示す模式断面図である。

図 6 及び 7 に示すように、本実施形態の排ガス処理装置 3 0 0, 4 0 0 は、排ガスが流通するための排気筒 6 1 と、排気筒 6 1 内にアンモニアを噴射するための還元剤噴射装置 1 0 0 と、排気筒 6 1 の、アンモニアが噴射される位置よりも下流側に配置された S C R 触媒 6 2 とを備える。

[0075] 排気筒 6 1 は、各種エンジンなどから排出される排ガス（N O x を含有する排ガス）を通す配管であり、この中で、排ガスとアンモニアとが混合され

る。排気筒 6 1 の大きさは、特に限定されず、本実施形態の排ガス処理装置 3 0 0, 4 0 0 を取り付けるエンジンなどの排気系に合わせて、適宜決定することができる。また、排気筒 6 1 の、ガスの流れる方向における長さは、特に限定されないが、還元剤噴射装置 1 0 0 と S C R 触媒 6 2 との間の距離を適切な距離とすることが可能な長さであることが好ましい。

[0076] 排気筒 6 1 の材質は、特に限定されないが、排ガスによる腐食が発生し難いものであることが好ましい。排気筒 6 1 の材質としては、例えば、ステンレス鋼などが挙げられる。

[0077] 還元剤噴射装置 1 0 0 に導入するキャリアガスとして排ガスを用いる場合、図 6 及び 7 に示すように、キャリアガス導入筒 4 は排気筒 6 1 から分岐するように接続されている。排気筒 6 1 から分岐するキャリアガス導入筒 4 の位置は、還元剤噴射装置 1 0 0 の上流であってよいが、還元剤噴射装置 1 0 0 の下流であってもよい。キャリアガス導入筒 4 を還元剤噴射装置 1 0 0 の下流に配置することにより、還元剤噴射装置 1 0 0 内で加熱されたキャリアガスを還元剤噴射装置 1 0 0 内に再び取り込むことができるため、尿素デボジットを抑制する効果が高くなる。

また、排ガス以外のキャリアガス（例えば、吸気ガスなど）を用いる場合には、当該キャリアガスの供給源にキャリアガス導入筒 4 が接続される。

[0078] 還元剤噴射装置 1 0 0 は、噴射口 2 1 が排気筒 6 1 に装着されており、排気筒 6 1 内にアンモニアを噴射する。還元剤噴射装置 1 0 0 から排気筒 6 1 内にアンモニアを噴射することにより、排気筒 6 1 内でアンモニアと排ガスとの混合ガスが生成する。

還元剤噴射装置 1 0 0 は、図 6 に示すように排気筒 6 1 に 1 つ装着すればよい。また、図 7 に示すように排気筒 6 1 に還元剤噴射装置を 2 つ装着してもよい。この場合、下流側の還元剤噴射装置は、還元剤噴射装置 1 0 0 であっても、還元剤（尿素水）を加熱せずに噴霧する従来の還元剤噴射装置 5 0 0（例えば、尿素噴霧器 3）であってもよい。好ましい実施形態では、下流側の還元噴霧装置は、還元剤（尿素水）を加熱せずに噴霧する従来の還元剤

噴射装置 500 である。これは、排ガス中の NO_x の量が少ない場合（排ガスの温度が低い場合）、上流側の還元剤噴射装置 100 及び SCR 触媒 62 によって NO_x のほとんどが浄化され、また、排ガス中の NO_x の量が多い場合（排ガスの温度が高い場合）、従来の還元剤噴射装置 500 から噴霧された尿素水が排ガスの温度によってアンモニアに分解されるためである。また、図示していないが、還元剤噴射装置 100 は、必要に応じて排気筒 61 に 3 つ以上装着してもよい。

[0079] SCR 触媒 62 は、触媒体（SCR 触媒 62 が担持されたハニカム構造体）の状態で、排気筒 61 の、アンモニアが噴射される位置よりも下流側に配置される。したがって、図 6 に示すように、還元剤噴射装置 100 が排気筒 61 に 1 つ装着される場合、この還元剤噴射装置 100 が装着された位置よりも下流側の排気筒 61 に SCR 触媒 62 が配置される。また、図 7 に示すように、還元剤噴射装置 100 が排気筒 61 に 2 つ装着される場合、還元剤噴射装置 100 及び従来の還元剤噴射装置 500 が装着された位置よりも下流側の排気筒 61 に SCR 触媒 62 がそれぞれ配置される。

SCR 触媒 62 の例としては、バナジウム系触媒やゼオライト系触媒などを挙げることができる。

SCR 触媒 62 を、ハニカム構造体に担持された触媒体として使用する場合には、当該触媒体を容器内に収納し、当該容器を排気筒 61 の下流側に装着することが好ましい。

SCR 触媒 62 を担持するハニカム構造体は、特に限定されず、当該技術分野において公知のものをを用いることができる。

[0080] 排気筒 61 の上流側には、排ガス中の粒子状物質を捕集するためのフィルタが配置されていることが好ましい。粒子状物質を捕集するためのフィルタとしては、例えば、ハニカム形状のセラミックス製の DPF（ディーゼル・パティキュレート・フィルタ）63 を挙げることができる。また、排気筒 61 の上流側には、排ガス中の炭化水素や一酸化炭素を除去するための酸化触媒 64 が配置されていることが好ましい。酸化触媒 64 は、セラミックス製

のハニカム構造体に担持された状態（酸化触媒体）であることが好ましい。酸化触媒 64 としては、白金（Pt）、パラジウム（Pd）、ロジウム（Rh）などの貴金属が好適に用いられる。

還元剤噴射装置 100 が排気筒 61 に 1 つ装着される場合、DPF 63 及び酸化触媒 64 は、図 6 に示すように、還元剤噴射装置 100 によるアンモニアの噴射位置よりも上流側の排気筒 61 に配置される。また、還元剤噴射装置 100 が排気筒 61 に 2 つ装着される場合、DPF 63 及び酸化触媒 64 は、図 7 に示すように、従来の還元剤噴射装置 500 によるアンモニアの噴射位置よりも上流側であり、且つ還元剤噴射装置 100 が装着された位置よりも下流側にある SCR 触媒 62 よりも下流側の排気筒 61 に配置される。

[0081] SCR 触媒 62 の下流側には、アンモニアを除去するためのアンモニア除去触媒（酸化触媒）を配置することが好ましい。このような構成とすることにより、排ガス中の NO_x の除去に使用されなかった余分なアンモニアが下流側に流れた際に、そのアンモニアが外部に排出されることを防止することができる。SCR 触媒 62 の下流側に配置される酸化触媒としては、白金（Pt）、パラジウム（Pd）、ロジウム（Rh）などの貴金属が好適に用いられる。

[0082] なお、上記の説明では、実施形態 1 の還元剤噴射装置 100 を用いた場合を説明したが、実施形態 2 の還元剤噴射装置 200 を用いてもよい。

[0083] <実施形態 4>

本発明の実施形態 4 に係る排ガス処理方法は、実施形態 1 又は 2 の還元剤噴射装置 100、200 で生成したアンモニアを排ガスに噴射し、アンモニアが混入した排ガスを SCR 触媒で還元処理する。これにより、排ガス中の NO_x を除去することができる。この排ガス処理方法は、実施形態 3 の排ガス処理装置 300、400 を用いることによって容易に実施することができる。

[0084] 還元剤噴射装置 100、200 は、キャリアガス流量増幅器 5 で流量を増

幅させたキャリアガスを、尿素噴霧器 3 から噴霧された尿素水溶液と共に、ハニカム構造部 11 の流体流入端面 13 a 側に安定して供給することができる。これにより、ハニカム構造部 11 内のガスの流れを十分に促進し、ハニカム構造部 11 内に尿素が残留することを抑制できるため、尿素デポジットの生成限界を上げることができる。さらに、加熱分解されたアンモニアをキャリアガスによって外部に排出することができるため、応答性が向上する。

[0085] ハニカム構造部 11 の流体流入端面 13 a の温度は、150℃以上、好ましくは250℃以上となるように、キャリアガスの温度及び流量、並びにハニカム構造体 1 への供給電力を調整することが好ましい。このような温度制御を行うために、例えば、キャリアガスの温度は180℃以上、流量は10 L／分以上とすることが好ましい。また、ハニカム構造体 1 への供給電力は、150～500 W とすることが好ましい。

[0086] 還元剤噴射装置 100、200 から噴射されるアンモニアの噴射量は、排ガスに含まれる窒素酸化物量に対して、当量比で1.0～2.0であることが好ましい。当量比が1.0未満の場合は、浄化されずに排出される窒素酸化物量が増加することがある。当量比が2.0を超えると、排ガス中にアンモニアが混入した状態で排ガスが排出される可能性が高くなる恐れがある。

[0087] 尿素水溶液の噴霧量及びハニカム構造部 11 の温度（供給電力）は、電子制御装置によって、制御することが好ましい。また、ハニカム構造部 11 の抵抗値から温度を算出し、算出された温度が所望の温度になるように、ハニカム構造部 11 の温度を制御してもよい。

実施例

[0088] 以下、本発明を実施例によって更に具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例によって何ら限定されるものではない。

（実施例 1）

図 1 に示されるような還元剤噴射装置 100 を以下の手順に従って作製した。

まず、炭化珪素（SiC）粉末と金属珪素（Si）粉末とを70：30の

質量割合で混合し、セラミックス原料を調製した。そして、セラミックス原料に、バインダとしてヒドロキシプロピルメチルセルロース、造孔材として吸水性樹脂を配合し、水をさらに配合して成形原料とした。そして、成形原料を真空土練機により混練して坯土を作製した。バインダの配合量はセラミックス原料100質量部に対して7質量部とした。造孔材の配合量はセラミックス原料100質量部に対して3質量部とした。水の配合量はセラミックス原料100質量部に対して42質量部とした。炭化珪素粉末の平均粒子径は $20\mu\text{m}$ であり、金属珪素粉末の平均粒子径は $6\mu\text{m}$ であった。また、造孔材の平均粒子径は、 $20\mu\text{m}$ であった。炭化珪素、金属珪素及び造孔材の平均粒子径は、レーザー回折法で測定した値である。

[0089] 次に、得られた坯土を押出成形機を用いて成形し、四角柱状（セルの延びる方向に直交する断面が正方形の柱状）のハニカム成形体を得た。得られたハニカム成形体を高周波誘電加熱乾燥した後、熱風乾燥機を用いて 120°C で2時間乾燥し、両端面を所定量切断した。

次に、炭化珪素（SiC）粉末と金属珪素（Si）粉末とを60：40の質量割合で混合し、電極形成用セラミックス原料を作製した。そして、電極形成用セラミックス原料に、バインダとしてヒドロキシプロピルメチルセルロース、保湿剤としてグリセリン、分散剤として界面活性剤を配合し、水をさらに配合して混合した。そして、混合物を混練して電極形成用スラリーとした。

次に、電極形成用スラリーを、乾燥させたハニカム成形体（ハニカム乾燥体）の側面における平行な2面に帯状に塗布した。電極形成用スラリーは、ハニカム乾燥体の「4つの平面を有する側面（4つの側面）」の中の、1つの側面に帯状に塗布するとともに、当該「塗布された側面」に対して平行な1つの側面に帯状に塗布した。ハニカム乾燥体の側面に塗布された電極形成用スラリーの形状（外周形状）は、長方形とした。

[0090] 次に、ハニカム乾燥体に塗布した電極形成用スラリーを乾燥させて未焼成電極付きハニカム体を得た。乾燥条件は、 70°C とした。

次に、電極形成用スラリーと同一の材料を用いて電極端子突起部 16 を個別に 2 つ作製した。

次に、2 つの電極端子突起部 16 のそれぞれを、未焼成電極付きハニカム体の 2 つの電極部のそれぞれに貼り付けた。その後、この未焼成電極付きハニカム体を、脱脂し、焼成し、更に酸化処理してハニカム構造体 1 を得た。脱脂の条件は、550℃で3時間とした。焼成の条件は、アルゴン雰囲気下で、1450℃、2時間とした。酸化処理の条件は、1300℃で1時間とした。

[0091] 上記のようにして得られたハニカム構造体 1 の隔壁 15 の厚さは 0.152 mm であり、セルピッチは 1.11 mm であった。また、ハニカム構造部 11 の単位体積当たりの表面積は、 $31.1 \text{ cm}^2 / \text{cm}^3$ であった。また、ハニカム構造体 1 の形状は、底面が正方形の柱状であり、底面の一辺は 30 mm であった。また、ハニカム構造体 1 のセル 14 の延びる方向における長さは 25 mm であった。また、電極部の電気抵抗率は、 $0.1 \Omega \text{ cm}$ であり、ハニカム構造部 11 の電気抵抗率は、 $1.4 \Omega \text{ cm}$ であった。ハニカム構造体 1 には、目封止部は形成しなかった。

[0092] 次に、外筒 2 をステンレス鋼により作製した。外筒 2 の外周に電気配線用のコネクター 17 を 1 個装着した。外筒 2 内にハニカム構造体 1 を挿入し、絶縁保持部 23 で固定した。そして、ハニカム構造体 1 の一方の電極端子突起部 16 と、外筒 2 のコネクター 17 とを電気配線 18 でつないだ。また、他方の電極端子突起部 16 は、外筒 2 に接触させるようにした。さらに、外筒 2 の入口側端部内にソレノイド式の尿素噴霧器 3 を装着すると共に、外筒 2 のキャリアガス導入口 22 にステンレス鋼製のキャリアガス導入筒 4 を接続し、キャリアガス導入筒 4 に、キャリアガス流量増幅器 5 として東浜工業株式会社製のエアー・セーバーを設けることによって還元剤噴射装置 100 を得た。

[0093] (比較例 1)

キャリアガス流量増幅器 5 を設けないこと以外は実施例 1 と同様にして還

元剤噴射装置を得た。

[0094] 上記の実施例で得られた還元剤噴射装置を図3に示す排気筒の所定の位置に設け、キャリアガス流量増幅器5による排ガスの流量の増幅倍率を変化させ、一定量の尿素水溶液（A d B l u e）を30分間連続して噴霧する試験を行い、ハニカム構造部の流体流入端面側に尿素デポジットが発生しないときの尿素水溶液の最大噴霧量（g／分）を求めた。また、上記の比較例で得られた還元剤噴射装置についても、上記と同様にして、ハニカム構造部の流体流入端面側に尿素デポジットが発生しないときの尿素水溶液の最大噴霧量（g／分）を求めた。その結果を表1に示す。なお、尿素デポジットの発生の有無は、目視にて評価した。

[0095] [表1]

	排ガスの流量 の増幅倍率 (倍)	増幅された 排ガスの流量 (L／分)	尿素水溶液の 最大噴霧量 (g／分)
比較例 1	1.00	0	1.0
実施例 1	1.05	1	1.5
	1.10	10	4.2
	1.20	30	4.8
	1.30	50	3.7
	1.60	80	3.0
	1.80	100	2.0

[0096] 表1に示すように、キャリアガス流量増幅器5を備える実施例の還元剤噴射装置は、キャリアガス流量増幅器5を備えていない比較例の還元剤噴射装置に比べて、ハニカム構造部の流体流入端面側に尿素デポジットが発生しないときの尿素水溶液の最大噴霧量が多く、尿素デポジットを安定して抑制することができることがわかった。特に、キャリアガス流量増幅器5による排ガスの流量の増幅倍率を1.10倍以上に設定すると、ハニカム構造部の流体流入端面側に尿素デポジットが発生しないときの尿素水溶液の最大噴霧量

がより多くなった。

[0097] 以上の結果からわかるように、本発明によれば、尿素デポジットを安定して抑制することができる還元剤噴射装置を提供することができる。また、本発明によれば、還元剤噴射装置から必要量のアンモニアを安定的に噴射して NO_x の浄化を行うことが可能な排ガス処理装置及び排ガス処理方法を提供することができる。

産業上の利用可能性

[0098] 本発明の還元剤噴射装置、排ガス処理装置及び排ガス処理方法は、各種エンジンなどから排出される排ガス中の NO_x を浄化するのに好適に利用することができる。

符号の説明

- [0099]
- 1 ハニカム構造体
 - 2 外筒
 - 3 尿素噴霧器
 - 4 キャリアガス導入筒
 - 5 キャリアガス流量増幅器
 - 11 ハニカム構造部
 - 12 電極部
 - 13a 流体流入端面
 - 13b 流体流出端面
 - 14 セル
 - 15 隔壁
 - 16 電極端子突起部
 - 17 コネクター
 - 18 電気配線
 - 21 噴射口
 - 22 キャリアガス導入口
 - 23 絶縁保持部

- 3 1 尿素加水分解触媒体
- 5 1 外部エアー導入口
- 6 1 排気筒
- 6 2 S C R 触媒
- 6 3 D P F
- 6 4 酸化触媒
- 1 0 0、2 0 0 還元剤噴射装置
- 3 0 0、4 0 0 排ガス処理装置
- 5 0 0 従来の還元剤噴射装置

請求の範囲

- [請求項1] 流体流入端面から流体流出端面まで延びる複数のセルを区画形成する隔壁を有する柱状のハニカム構造部、及び前記ハニカム構造部の側面に配設され、前記ハニカム構造部を通電加熱するための少なくとも一対の電極部を有し、通電加熱された前記ハニカム構造部内で尿素水溶液中の尿素を分解してアンモニアを生成可能に構成されたハニカム構造体と、
- 前記ハニカム構造体を収容し、前記ハニカム構造部の前記流体流入端面側にキャリアガスを導入するためのキャリアガス導入口を有する外筒と、
- 前記外筒の一端に配置され、前記ハニカム構造部の前記流体流入端面側に尿素水溶液を噴霧する尿素噴霧器と、
- 前記外筒のキャリアガス導入口に設けられたキャリアガス導入筒と、
- 前記キャリアガス導入筒に設けられ、前記キャリアガスの流量を増幅するためのキャリアガス流量増幅器と
- を備える、還元剤噴射装置。
- [請求項2] 前記キャリアガスは排ガスであり、前記キャリアガス導入筒は、前記排ガスが流通する排気筒から分岐している、請求項1に記載の還元剤噴射装置。
- [請求項3] 前記キャリアガス導入筒は、アンモニアが噴射される位置よりも下流側の前記排気筒から分岐している、請求項2に記載の還元剤噴射装置。
- [請求項4] 前記キャリアガス流量増幅器は、前記排気筒からキャリアガス導入筒に流入した排ガスを1.1倍以上の流量に増幅する、請求項2又は3に記載の還元剤噴射装置。
- [請求項5] 前記ハニカム構造部の前記流体流出端面側に、前記流体流出端面と間隔をあけて配置された尿素加水分解触媒体をさらに備える、請求項

1～4のいずれか一項に記載の還元剤噴射装置。

[請求項6] 前記ハニカム構造部の電気抵抗率が $0.01 \sim 500 \Omega \cdot \text{cm}$ である、請求項1～5のいずれか一項に記載の還元剤噴射装置。

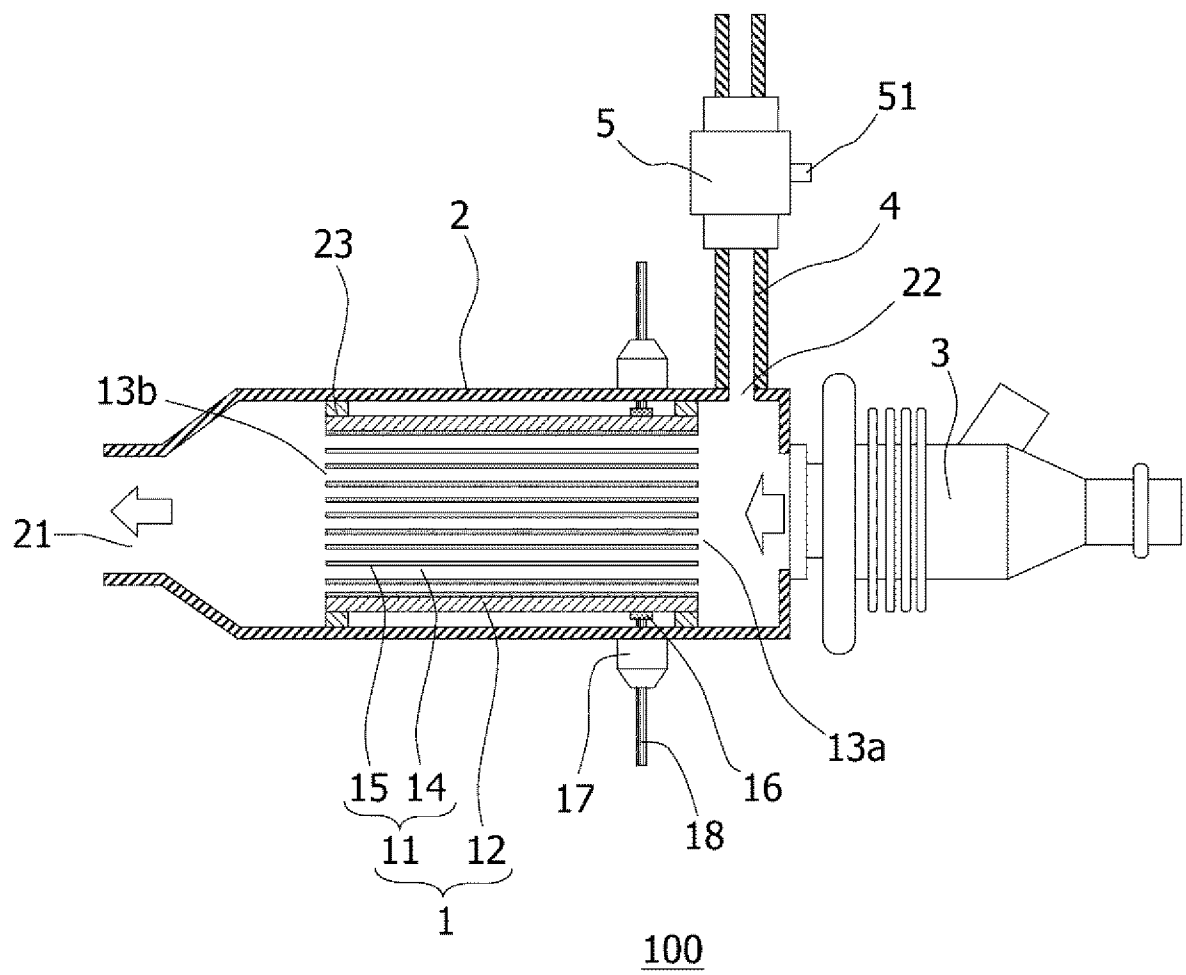
[請求項7] 前記ハニカム構造部は、珪素－炭化珪素複合材又は炭化珪素を主成分とする、請求項1～6のいずれか一項に記載の還元剤噴射装置。

[請求項8] 前記ハニカム構造部の単位体積当たりの表面積が $5 \text{ cm}^2 / \text{cm}^3$ 以上である、請求項1～7のいずれか一項に記載の還元剤噴射装置。

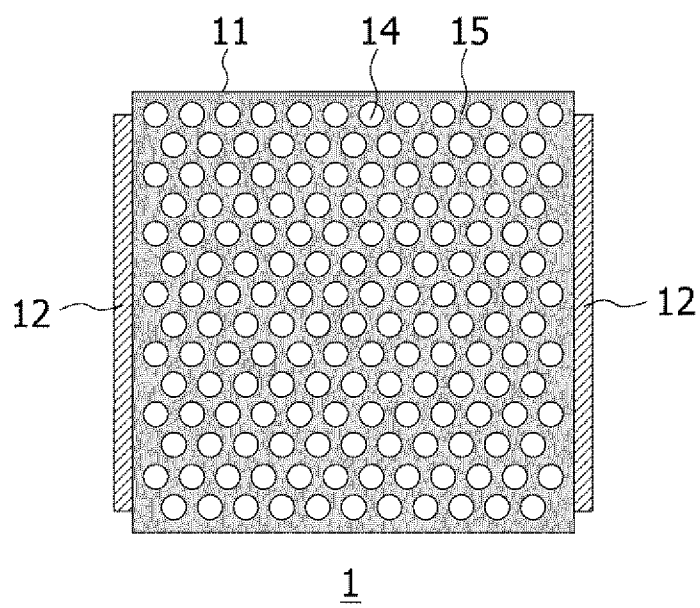
[請求項9] 排ガスが流通するための排気筒と、
前記排気筒内にアンモニアを噴射するための、請求項1～8のいずれか一項に記載の還元剤噴射装置と、
前記排気筒の、前記アンモニアが噴射される位置よりも下流側に配置されたSCR触媒と
を備える排ガス処理装置。

[請求項10] 請求項1～8のいずれか一項に記載の還元剤噴射装置で生成したアンモニアを排ガスに噴射し、前記アンモニアが混入した前記排ガスをSCR触媒で還元処理する排ガス処理方法。

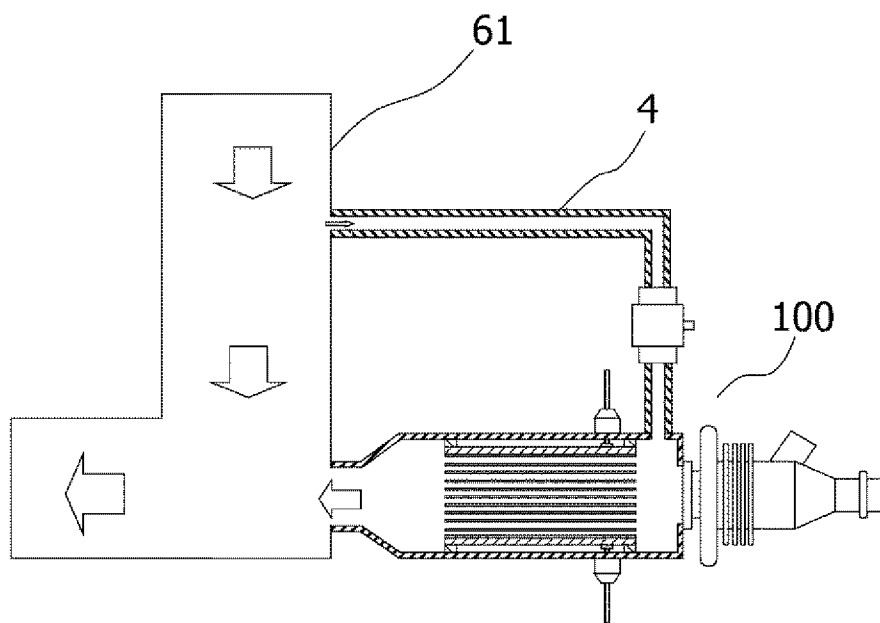
[図1]



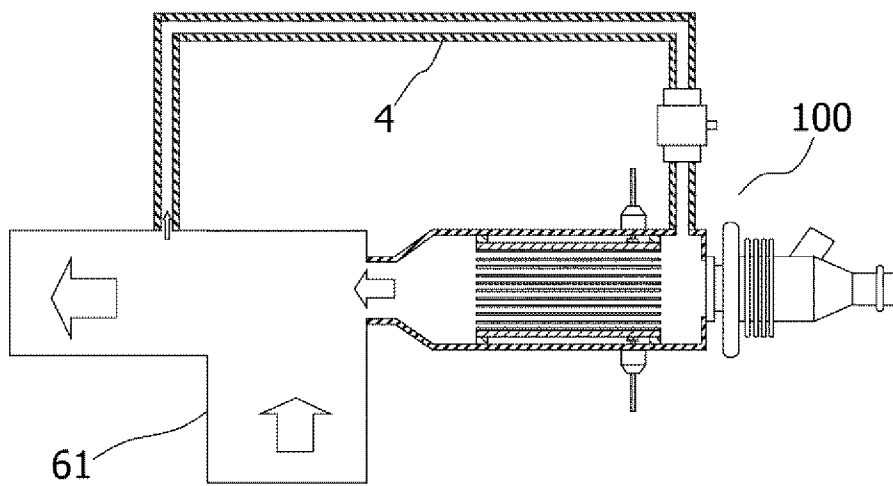
[図2]



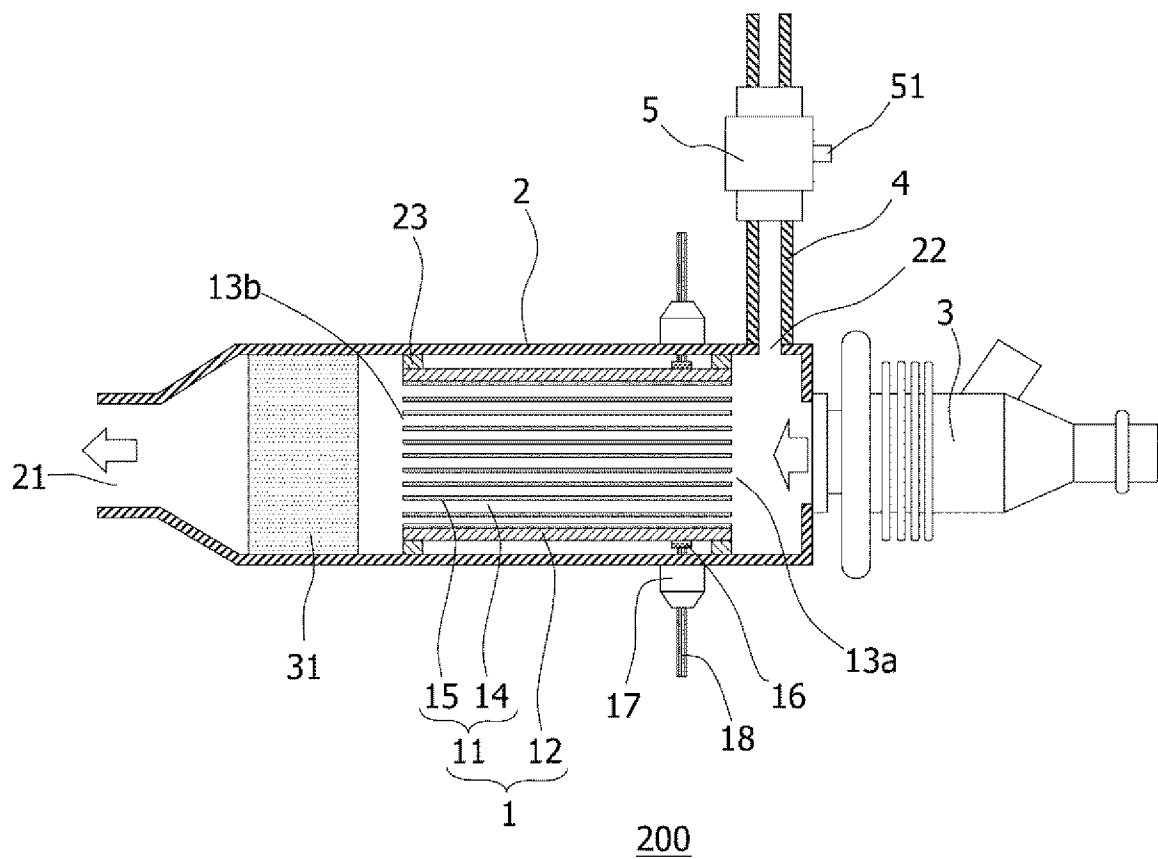
[図3]



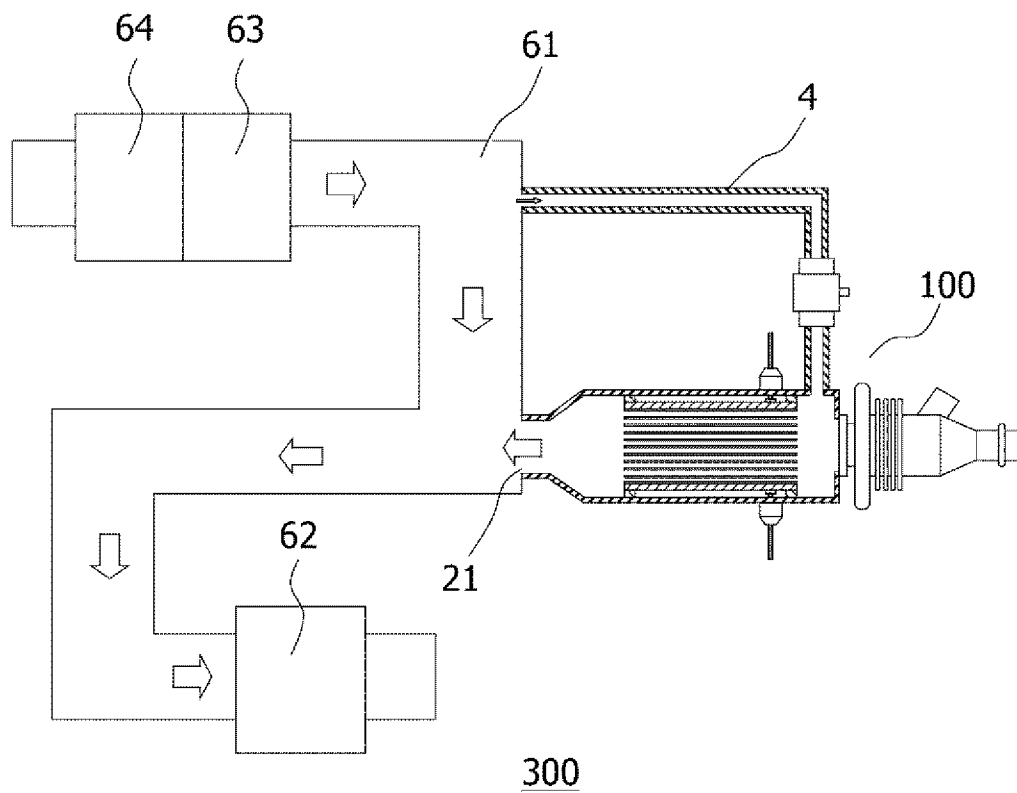
[図4]



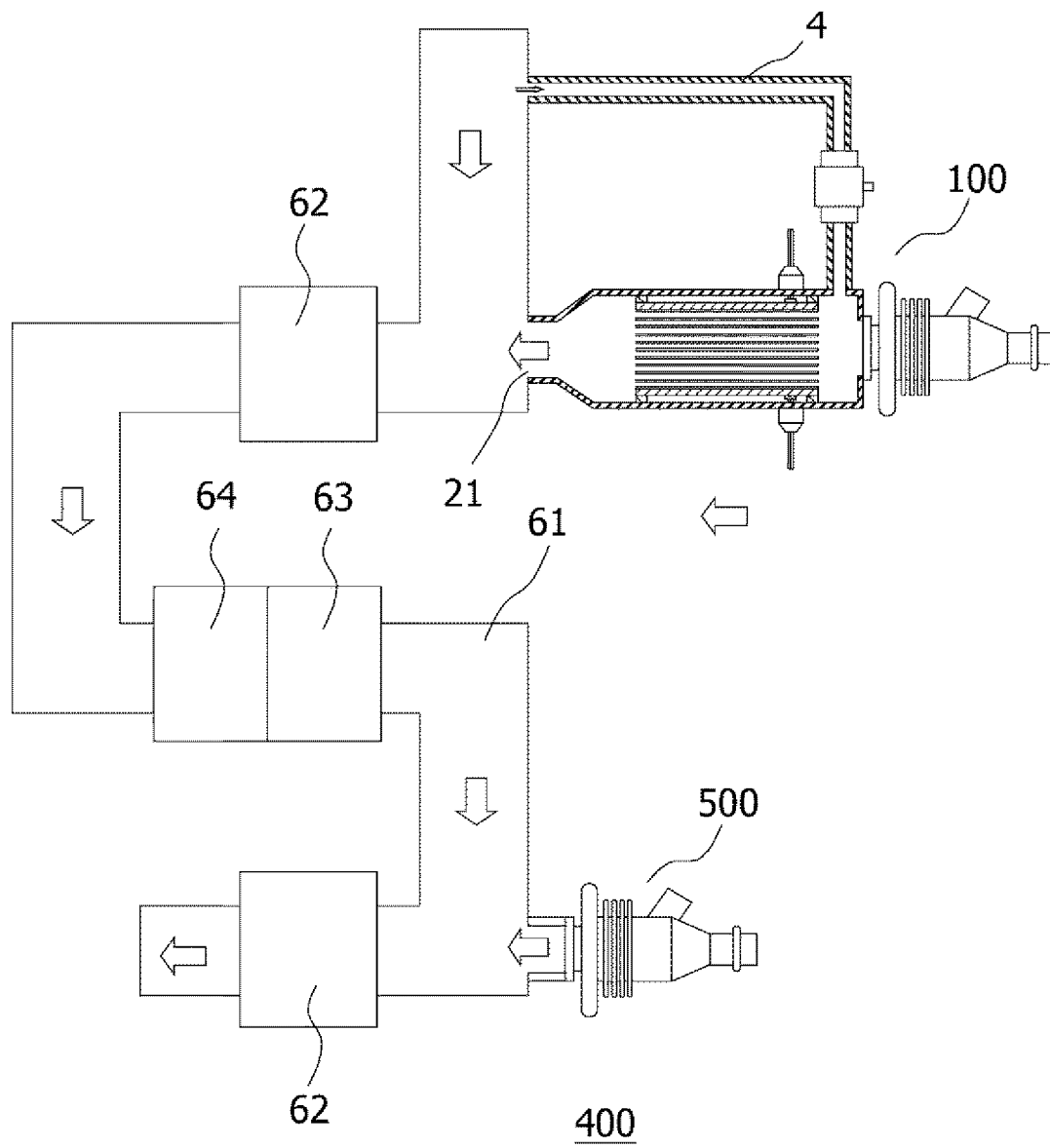
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/034276

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. F01N3/08 (2006.01) i, B01D53/94 (2006.01) i

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)

Int. Cl. F01N3/08-3/38, B01D53/94

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 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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 2017-180298 A (NGK INSULATORS, LTD.) 05 October 2017, paragraphs [0018]-[0022], [0030]-[0032], [0080]-[0083], fig. 1-3 & CN 107261839 A & DE 102017204449 A1 & US 2017/0284258 A1, paragraphs [0023]-[0027], [0036]-[0038], [0096]-[0099], fig. 1-3	1-2, 4-10 3
Y A	JP 2012-197695 A (HINO MOTORS, LTD.) 18 October 2012, paragraph [0022], fig. 2 & CN 103348104 A & EP 2687695 A1 & WO 2012/128145 A1 & US 2014/0047821 A1, paragraph [0061], fig. 2	1-2, 4-10 3
Y	JP 2009-250218 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP.) 29 October 2009, paragraph [0029], fig. 1 (Family: none)	5

☐ 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
11.11.2019

Date of mailing of the international search report
19.11.2019

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F01N3/08(2006.01)i, B01D53/94(2006.01)i

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））

Int.Cl. F01N3/08-3/38, B01D53/94

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 A	JP 2017-180298 A（日本碍子株式会社）2017. 10. 05, 段落[0018]-[0022], 段落[0030]-[0032], 段落[0080]-[0083], 図 1-3 & CN 107261839 A & DE 102017204449 A1 & US 2017/0284258 A1, 段落[0023]-[0027], 段落[0036]-[0038], 段落[0096]-[0099], 図 1-3	1-2, 4-10 3
Y A	JP 2012-197695 A（日野自動車株式会社）2012. 10. 18, 段落[0022], 図 2 & CN 103348104 A & EP 2687695 A1 & WO 2012/128145 A1 & US 2014/0047821 A1, 段落[0061], 図 2	1-2, 4-10 3

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矛盾するものではなく、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

11. 11. 2019

国際調査報告の発送日

19. 11. 2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

楠永 吉孝

3 G

3503

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

C (続き) . 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 2009-250218 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2009.10.29, 段落[0029], 図1 (ファミリーなし)	5