(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
2017 年 4 月 27 日(27.04.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/069265 A1

(51) 国際特許分類:
F01N 5/02 (2006.01) *F01N 3/24* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/081330

(22) 国際出願日: 2016 年 10 月 21 日(21.10.2016)

(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 2015-209356 2015 年 10 月 23 日(23.10.2015) 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: 川口 竜生 (KAWAGUCHI, Tatsuo); 〒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). 佐久間 健 (SAKUMA, Takeshi); 〒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). 吉原 誠 (YOSHIHARA, Makoto); 〒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). 水野 洋 (MIZUNO, Hiroshi); 〒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). 木村 大輔 (KIMURA, Daisuke); 〒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: 渡邉 一平 (WATANABE, Kazuhira); 〒1110053 東京都台東区浅草橋３丁目２０番１８号 第８菊星タワービル２階 Tokyo (JP).

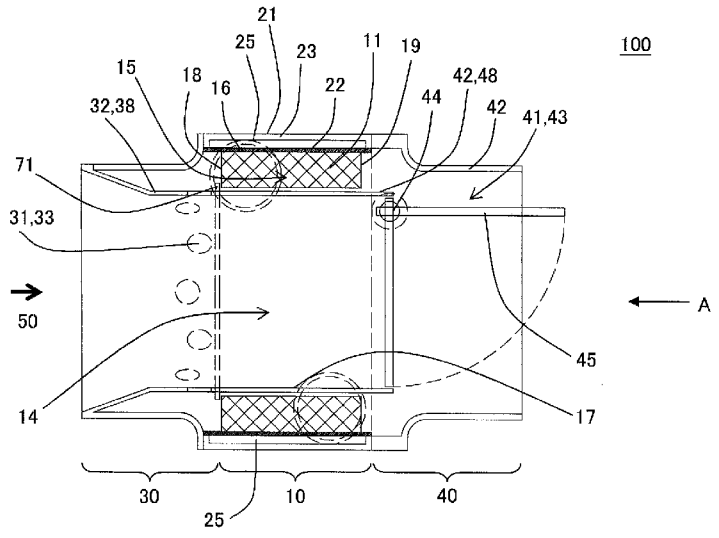
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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,

[続葉有]

(54) **Title**: EXHAUST HEAT RECOVERY DEVICE

(54) 発明の名称 : 排熱回収器



(57) **Abstract**: Provided is an exhaust heat recovery device that can be made compact, that loses only a small amount of pressure, and that is highly efficient in recovering exhaust heat. This exhaust heat recovery device 100 is provided with a heat conversion part 10 having a honeycomb body 11 and a casing 21, an exhaust branching-part 30, and an exhaust-distributing part 40. The honeycomb body 11 includes a plurality of cells formed in sections by dividing walls having a ceramic as the main component, the exhaust-branching part 30 has a branching path 31 for branching the path of exhaust gas 50 flowing into the honeycomb body 11 into a central portion 14 and an outer peripheral portion 15 in a cross section orthogonal to the axial direction of the honeycomb body 11, and the exhaust-distributing part 40 has an exhaust-distributing mechanism 41 that changes ventilation resistance in the central portion 14 of the honeycomb body 11 and varies the amount of exhaust flowing through the outer peripheral portion 15 of the honeycomb body 11 to adjust the amount of heat recovered.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/069265 A1

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)）

装置の小型化を実現することができるとともに、圧力損失が小さく、且つ、排熱の回収効率に優れた排熱回収器の提供。ハニカム体１１及びケーシング２１を有する熱交換部１０と、排気分岐部３０と、排気分配部４０と、を備え、ハニカム体１１は、セラミックを主成分とする隔壁によって複数のセルが区画形成されたものであり、排気分岐部３０は、ハニカム体１１に流入する排気ガス５０の経路を、ハニカム体１１の軸方向に直交する断面における中央部分１４と外周部分１５とに分岐する、分岐路３１を有し、排気分配部４０は、ハニカム体１１の中央部分１４の通気抵抗を変更し、ハニカム体１１の外周部分１５に流通する排気量を可変して、熱回収量を調整する、排気分配機構４１を有する、排熱回収器１００。

明　細　書

発明の名称 ： 排熱回収器

技術分野

[0001] 本発明は、排熱回収器に関する。更に詳しくは、装置の小型化を実現することができるとともに、圧力損失が小さく、且つ、排熱の回収効率に優れた排熱回収器に関する。

背景技術

[0002] 従来、内燃機関を有する自動車などの排気系に設けられ、排気熱を回収する排熱回収器が種々提案されている（例えば、特許文献１～６参照）。このような排熱回収器としては、例えば、内燃機関の運転状態と媒体（冷却水）の温度に応じて、排気系の弁体を開閉させることにより、排気ガスの流路を、排気系上の熱交換器とそれを迂回するバイパス経路とで切り替えるように構成されたものがある。

[0003] 例えば、特許文献１には、媒体の温度が所定の値以上になると弁体を開動作する温度作動アクチュエータを設けて、排気ガスの流量及び媒体の温度の少なくとも一方が所定の値以上になった際に弁体が開動作するように構成された排気熱回収装置が開示されている。このように構成された排気熱回収装置は、排気ガスの流量が増大し所定の値以上になった際に、上記弁体が開いてバイパス経路が開放され、排気ガスが排気系上で熱交換器を迂回してバイパス経路を流通するようになる。このため、特許文献１に開示された排気熱回収装置においては、排気ガスの排気系での流通抵抗を小さくすることができるとされている。

[0004] また、特許文献２には、排気管を通った排気が、排気管外周と積層体との間の隙間を通り、ジャケット素子の間の隙間を通って筒状シェル内周と積層体との間の隙間から下流に流出するように構成された排気熱回収装置が開示されている。特許文献３には、排気管と、熱交換部と、排出口と、排気管の出口を開閉する開閉手段と、出口及び排出口から排出された排気を下流側に

導くシェル部材と、を備えた排気熱回収装置が開示されている。特許文献４には、内燃機関などの排気系で、排気ガスと媒体との熱交換を行う熱交換器と、排気ガスが熱交換器を迂回するバイパス経路と、を備えた排気熱回収装置が開示されている。特許文献５には、排気熱回収器本体と、サーモアクチュエータと、サーモアクチュエータの出力部の動作に連動して回収側又は非回収側へ開閉される回収効率切替バルブと、を備えた排気熱回収器が開示されている。

[0005] 特許文献６には、加熱体が流通する第一流体流通部として、ハニカム構造体を用いた熱交換器が開示されている。このハニカム構造体は、セラミックスの隔壁により仕切られて一方の端面から他方の端面まで軸方向に貫通し、第一の流体である加熱体が流通する複数のセルを有するものである。

[0006] また、従来、上述した排気熱を回収する排熱回収器において、ＥＧＲ（Ｅｘｈａｕｓｔ Ｇａｓ Ｒｅｃｉｒｃｕｌａｔｉｏｎ：排気ガス再循環）クーラを備えたものも提案されている（例えば、特許文献７及び８参照）。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：国際公開第２００６／０９０７２５号

特許文献2：特開２０１３－１３０１５９号公報

特許文献3：国際公開第２０１４／０２５０３６号

特許文献4：特開２０１５－０３１２５０号公報

特許文献5：特開２０１０－０１９２１６号公報

特許文献6：国際公開第２０１１／０７１１６１号

特許文献7：特開２００８－１６３７７３号公報

特許文献8：特開２００８－２３２０３１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、特許文献１に記載された排気熱回収装置は、螺旋状の溝が

形成された熱交換パイプ等により熱回収を行っているため、十分な熱回収効率を得るためには、装置の流路方向の長さを長くする必要がある。このため、特許文献１に記載された排気熱回収装置は、装置が大型化してしまうという問題があった。特許文献４に記載された排気熱回収装置も、特許文献１に記載された排気熱回収装置と同様に、装置が大型化してしまうという問題があった。なお、特許文献１及び４に記載されたような構成の排気熱回収装置においては、装置の流路方向の長さを短くすると、熱回収効率が低下してしまう。

[0009] 一方で、特許文献２に記載された排気熱回収装置や、特許文献５に記載された排気熱回収器は、装置の小型化を実現することができるものの、排気系の圧力損失が大きいという問題があった。

[0010] このように、従来、装置の小型化、圧力損失の上昇抑制、及び排熱の回収効率の向上といった各種の問題点に対して、それらを十分に満足できるような排熱回収器は提案されていなかった。このため、装置の小型化を実現することができるとともに、圧力損失が小さく、且つ、排熱の回収効率に優れた排熱回収器の開発が要望されていた。

[0011] 本発明は、このような問題を鑑みてなされたものである。本発明によれば、装置の小型化を実現することができるとともに、圧力損失が小さく、且つ、排熱の回収効率に優れた排熱回収器が提供される。

課題を解決するための手段

[0012] 上述の課題を解決するため、本発明は、以下の排熱回収器を提供する。

[0013] ［１］ 熱交換部と、排気分岐部と、排気分配部と、を備え、

前記熱交換部は、第一端面及び第二端面を有する柱状のハニカム体と、前記ハニカム体を収容するケーシングと、を有し、

前記ハニカム体は、セラミックを主成分とする隔壁を有し、前記隔壁によって、前記第一端面から前記第二端面まで延びる、排気ガスの流路となる複数のセルが区画形成されたものであり、

前記ケーシングは、前記ハニカム体の外周面に嵌合するように配置された

筒状部材と、前記筒状部材の外側に配設され、前記排気ガスとの熱交換による排熱を回収するための熱交換媒体の経路を形成し、且つ、前記熱交換媒体が導入される熱交換媒体導入口、及び前記熱交換媒体が排出される熱交換媒体排出口を有するケーシング本体と、を備え、

前記排気分岐部は、前記ハニカム体に流入する前記排気ガスの経路を、前記ハニカム体の軸方向に直交する断面における中央部分と外周部分とに分岐する、分岐路を有し、

前記排気分配部は、前記ハニカム体の前記中央部分における前記排気ガスの経路の通気抵抗を変更し、前記ハニカム体の前記外周部分における前記排気ガスの経路に流通する排気量を可変して、熱回収量を調整する、排気分配機構を有する、排熱回収器。

[0014] ［２］　前記ハニカム体は、前記中央部分が空洞のドーナツ形状である、前記［１］に記載の排熱回収器。

[0015] ［３］　前記ドーナツ形状の前記ハニカム体は、前記空洞の内側に、円筒状に連続した内壁構造が備わっている、前記［２］に記載の排熱回収器。

[0016] ［４］　前記排気分岐部及び前記排気分配部の少なくとも一方が、筒状の排気ガイド部材を有し、前記排気ガイド部材の端部が、前記ハニカム体の端面に当接した状態、又は前記ハニカム体の端面から離間した状態で配置されている、前記［１］～［３］のいずれかに記載の排熱回収器。

[0017] ［５］　前記排気ガイド部材と、前記ハニカム体の端面との間隔が、０．０５～１０ｍｍである、前記［４］に記載の排熱回収器。

[0018] ［６］　前記排気分岐部及び前記排気分配部の少なくとも一方が、筒状の排気ガイド部材を有し、前記排気ガイド部材が、前記ドーナツ形状の前記ハニカム体の前記空洞を貫通するように配設されている、前記［２］又は［３］に記載の排熱回収器。

[0019] ［７］　前記ハニカム体の直径Ｄ１と、前記排気ガイド部材の直径Ｄ２の比であるＤ１／Ｄ２の値が、１．１以上、７以下である、前記［４］～［６］のいずれかに記載の排熱回収器。

[0020] ［８］　前記熱交換部、前記排気分岐部、及び前記排気分配部が、それぞれ分離可能に構成されている、前記［１］～［７］のいずれかに記載の排熱回収器。

[0021] ［９］　前記排気分配機構によって流通する経路が決められた前記排気ガスのうち、前記ハニカム体の前記外周部分を通過した前記排気ガスと、前記ハニカム体の前記中央部分を通過した前記排気ガスが、前記ハニカム体の下流側において、それぞれ異なる経路の排出口から排出される、前記［１］～［８］のいずれかに記載の排熱回収器。

[0022] ［１０］　前記排気分配機構によって流通する経路が決められた前記排気ガスのうち、前記ハニカム体の前記外周部分を通過した前記排気ガスと、前記ハニカム体の前記中央部分を通過した前記排気ガスが、前記ハニカム体の下流側において合流し、同一の流通経路の排出口から排出される、前記［１］～［９］のいずれかに記載の排熱回収器。

[0023] ［１１］　前記ハニカム体の前記外周部分における前記排気ガスの経路が、前記ハニカム体の軸方向に２つ以上に部分的に仕切られており、当該外周部分に導入された前記排気ガスが、前記ハニカム体の軸方向に対して折り返し流通するように構成されている、前記［１］～［１０］のいずれかに記載の排熱回収器。

[0024] ［１２］　前記ケーシングの周囲に設けられ、発熱を伴う機器を含む外部部材を更に備え、

前記外部部材における発熱及び前記外部部材への前記排気ガスからの伝熱を、前記熱交換媒体によって更に回収するように構成されている、前記［１］～［１１］のいずれかに記載の排熱回収器。

発明の効果

[0025] 本発明の排熱回収器は、装置の小型化を実現することができるとともに、圧力損失が小さく、且つ、排熱の回収効率にも優れる。即ち、本発明の排熱回収器は、熱交換部が、ハニカム体を有し、且つ、熱交換部に接続された排気分岐部が、ハニカム体に流入する排気ガスの経路を、中央部分と外周部分

とに分岐する分岐路を有している。このため、排熱回収器の小型化を実現しつつ、優れた排熱の回収効率を実現することができる。また、本発明の排熱回収器は、排気分配部が、ハニカム体の中央部分の通気抵抗を変更し、ハニカム体の外周部分に流通する排気量を可変して、熱回収量を調整する排気分配機構を有している。このため、熱交換部に用いられるハニカム体の作用効果と相俟って、排熱回収器の小型化を実現しつつ、圧力損失の増加抑制を実現することができる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明の排熱回収器の第一実施形態を模式的に示す斜視図である。

[図2]本発明の排熱回収器の第一実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。

[図3]本発明の排熱回収器の第一実施形態を模式的に示す平面図であり、図２に示す排熱回収器を矢印Ａの方向に見た平面図である。

[図4]本発明の排熱回収器の第一実施形態に用いられるハニカム体を模式的に示す斜視図である。

[図5]本発明の排熱回収器の第二実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。

[図6]本発明の排熱回収器の第二実施形態を模式的に示す平面図であり、図５に示す排熱回収器を矢印Ｂの方向に見た平面図である。

[図7]本発明の排熱回収器の第三実施形態を模式的に示す斜視図である。

[図8]本発明の排熱回収器の第三実施形態を模式的に示す一部切り欠き側面図である。

[図9]本発明の排熱回収器の第三実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。

[図10]本発明の排熱回収器の第三実施形態を模式的に示す平面図であり、図９に示す排熱回収器を矢印Ｃの方向に見た平面図である。

[図11]図９に示す排熱回収器の熱交換部、排気分岐部、及び排気分配部を分離した状態を示す断面図である。

[図12]本発明の排熱回収器の第三実施形態に用いられるハニカム体を模式的に示す斜視図である。

[図13]本発明の排熱回収器の第四実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。

[図14]本発明の排熱回収器の第五実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。

[図15]本発明の排熱回収器の第六実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。

[図16]本発明の排熱回収器の第七実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。

[図17]本発明の排熱回収器の第七実施形態を模式的に示す平面図であり、図１６に示す排熱回収器を矢印Ｄの方向に見た平面図である。

[図18]本発明の排熱回収器の第八実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。

[図19]本発明の排熱回収器の第八実施形態を模式的に示す平面図であり、図１８に示す排熱回収器を矢印Ｅの方向に見た平面図である。

[図20]本発明の排熱回収器の更に他の実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。

[図21]本発明の排熱回収器の更に他の実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。

[図22]本発明の排熱回収器の更に他の実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。

[図23]本発明の排熱回収器の更に他の実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。

[図24]本発明の排熱回収器の更に他の実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。

[図25]本発明の排熱回収器の更に他の実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。

[図26]本発明の排熱回収器の更に他の実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。

[図27]本発明の排熱回収器の更に他の実施形態に用いられるハニカム体を模式的に示す斜視図である。

[図28]比較例１の排熱回収器を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。

[図29]実施例３の排熱回収器の構成を示す模式図である。

[図30]比較例２の排熱回収器の構成を示す模式図である。

[図31]本発明の排熱回収器の他の実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。

[図32]本発明の排熱回収器の更に他の実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら具体的に説明するが、本発明は以下の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、当業者の通常の知識に基づいて、以下の実施の形態に対し適宜変更、改良等が加えられたものも本発明の範囲に入ることが理解されるべきである。

[0028] （１）排熱回収器：

本発明の排熱回収器は、熱交換部と、排気分岐部と、排気分配部と、を備えたものである。熱交換部は、第一端面及び第二端面を有する柱状のハニカム体と、ハニカム体を収容するケーシングと、を有する。本発明の排熱回収器は、内燃機関の排気通路（以下、「排気系」ともいう）に設置し、排気通路を通過する排気ガスの排気熱を回収するために用いられる。排熱回収器においては、排気ガスとの熱交換による排熱を回収するための熱交換媒体が用いられる。例えば、排熱回収器が、自動車に搭載されて用いられる場合には、熱交換媒体として、水や不凍液（ＪＩＳ　Ｋ　２２３４で規定されるＬＬＣ）などを用いることができる。

[0029] ハニカム体は、セラミックを主成分とする隔壁を有し、この隔壁によって、第一端面から第二端面まで延びる、排気ガスの流路となる複数のセルが区画形成されたものである。ケーシング（ｃａｓｉｎｇ）は、ハニカム体の外周面に嵌合するように配置された筒状部材と、筒状部材の外側に配設されたケーシング本体と、を備える。ケーシング本体は、筒状部材との間に、熱交換媒体の経路を形成している。ケーシング本体は、熱交換媒体が導入される熱交換媒体導入口、及び熱交換媒体が排出される熱交換媒体排出口を有する。

[0030] 排気分岐部は、例えば、熱交換部の、ハニカム体の第一端面側に接続されている。排気分岐部は、分岐路を有する。分岐路は、ハニカム体に流入する排気ガスの経路を、ハニカム体の軸方向に直交する断面における中央部分と外周部分とに分岐するものである。即ち、本発明の排熱回収器においては、ハニカム体に流入する排気ガスの経路が、上記分岐路によって、ハニカム体の中央部分に排気ガスが導かれる「第一の経路」と、ハニカム体の外周部分に排気ガスが導かれる「第二の経路」とに、分岐している。

[0031] 排気分配部は、例えば、熱交換部の、ハニカム体の第二端面側に接続されている。排気分配部は、排気分配機構を有する。排気分配機構は、ハニカム体の中央部分における排気ガスの経路の通気抵抗を変更し、ハニカム体の外周部分における排気ガスの経路に流通する排気量を可変して、熱回収量を調整するものである。即ち、排気分配機構によって、ハニカム体の中央部分の通気抵抗を高くした場合には、上述した「第二の経路」に、より優先的に排気ガスが流れるようになる。一方で、ハニカム体の中央部分の通気抵抗を低くした場合には、上述した「第一の経路」にも、排気ガスが流れるようになる。この際、「第一の経路」の通気抵抗が、「第二の経路」の通気抵抗よりも低くなる場合には、「第一の経路」に、より優先的に排気ガスが流れるようになる。以下、「ハニカム体の中央部分における排気ガスの経路の通気抵抗」を、単に、「ハニカム体の中央部分の通気抵抗」ということがある。

[0032] 本発明の排熱回収器は、装置の小型化を実現することができるとともに、

圧力損失が小さく、且つ、排熱の回収効率にも優れる。即ち、本発明の排熱回収器は、熱交換部が、ハニカム体を有し、且つ、熱交換部に接続された排気分岐部が、ハニカム体に流入する排気ガスの経路を、中央部分と外周部分とに分岐する分岐路を有している。このため、排熱回収器の小型化を実現しつつ、優れた排熱の回収効率を実現することができる。即ち、隔壁によって複数のセルが区画形成されたハニカム体を用いることにより、排気ガスとハニカム体との接触面積が増加し、単位容積あたりの伝熱量を、従来の排熱回収器に比して大幅に大きくすることができる。そして、ハニカム体が受け取った熱は、ハニカム体の外周面に嵌合するように配置された筒状部材を介して、熱交換媒体に伝熱され、優れた排熱の回収効率を実現することができる。上述したように、単位容積あたりの伝熱量を大きくすることができるため、ハニカム体の長さ（排気ガスの流れ方向の長さ）を小さくすることが可能となり、排熱回収器の小型化も実現することができる。また、本発明の排熱回収器は、排気分配部が、ハニカム体の中央部分の通気抵抗を変更し、ハニカム体の外周部分に流通する排気量を可変して、熱回収量を調整する排気分配機構を有している。このため、熱交換部に用いられるハニカム体の作用効果と相俟って、排熱回収器の小型化を実現しつつ、圧力損失の増加抑制を実現することができる。

[0033] また、本発明の排熱回収器は、従来のＳＵＳ製の排熱回収器と異なり、排気ガスと水等の熱交換媒体とを空間的に分離できるため、シンプルな構造を実現することができる。

[0034] （１－１）排熱回収器の第一実施形態：

排熱回収器の第一実施形態は、図１～図３に示す排熱回収器１００である。図１は、本発明の排熱回収器の第一実施形態を模式的に示す斜視図である。図２は、本発明の排熱回収器の第一実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。図３は、本発明の排熱回収器の第一実施形態を模式的に示す平面図であり、図２に示す排熱回収器を矢印Ａの方向に見た平面図である。図４は、本発明の排熱回収器の第一

実施形態に用いられるハニカム体を模式的に示す斜視図である。

[0035] 排熱回収器１００は、熱交換部１０と、排気分岐部３０と、排気分配部４０と、を備えている。熱交換部１０は、第一端面１８及び第二端面１９を有する柱状のハニカム体１１と、このハニカム体１１を収容するケーシング２１と、を有する。ハニカム体１１は、セラミックを主成分とする隔壁１３を有し、隔壁１３によって、第一端面１８から第二端面１９まで延びる、排気ガス５０の流路となる複数のセル１２が区画形成されたものである。このように構成されていることにより、ハニカム体１１のセル１２を流通する排気ガス５０の熱を効率よく集熱し、外部（具体的には、熱交換媒体５１）に伝達することができる。

[0036] ハニカム体１１の外形は、特に制限はない。ハニカム体１１のセル１２の延びる方向に直交する断面における断面形状は、円形、楕円形、四角形、またはその他の多角形であってもよい。図４に示すハニカム体１１は、セル１２の延びる方向に直交する断面における断面形状が円形のものである。

[0037] 上述したように、ハニカム体１１の隔壁１３は、セラミックを主成分とするものである。「セラミックを主成分とする」とは、「隔壁１３の全質量に占めるセラミックの質量比率が５０質量％以上であること」をいう。

[0038] 図４に示すように、ハニカム体１１は、中央部分１４が空洞のドーナツ形状であってもよい。また、ドーナツ形状のハニカム体１１は、上述した空洞の内側は円筒状に連続した、内壁構造１７が備わっているものであってもよい。図１～図３に示す排熱回収器１００において、図４に示すようなドーナツ形状のハニカム体１１を用いることにより、ハニカム体１１の中央部分１４の通気抵抗をより小さくすることができる。特に、ハニカム体１１の中央部分１４は、排気ガスとの熱交換には殆ど寄与せず、排気熱の回収を抑制したい場合の、排気ガスの経路のバイパスとして機能する。このため、中央部分１４が空洞のドーナツ形状のハニカム体１１を用いることにより、図１～図３に示す排熱回収器１００の圧力損失を小さくすることができる。ハニカム体１１の外周部分１５は、複数のセル１２が隔壁１３によって区画形成さ

れたハニカム構造を有する。

[0039] 中央部分１４の空洞に設けられた内壁構造１７は、例えば、中央部分１４の空洞に収まるような、例えば、金属製の配管を配設したものであってもよい。なお、中央部分１４の空洞に設けられた内壁構造１７は、隔壁１３と同一又は異なる成分のセラミックからなるものであってもよい。

[0040] 上述したように、ハニカム体の空洞部分に金属製の配管を配設する場合には、熱回収（即ち、バイパスが閉）時に、排気ガスが、金属製の配管とハニカム体の内壁との隙間を通過しないように構成されていることが好ましい。例えば、排気ガスが、上述した隙間を通過しないように構成する方法としては、例えば、以下のような方法を挙げることができる。１つ目の方法としては、上述した隙間内にシール部材を充填し、当該隙間を排気ガスが通過するのを防止する方法を挙げることができる。２つ目の方法として、ハニカム体の第一端面側（例えば、入口側）又は第二端面側（例えば、出口側）の端部に、当該隙間部分を閉塞するための隙間閉塞構造を設け、当該隙間を排気ガスが通過するのを防止する方法を挙げることができる。なお、ケーシングの分割を容易にする観点からは、２つ目の方法において、ハニカム体の内壁の端部に、隙間閉塞構造を設けることがより好ましい。例えば、図２においては、ハニカム体１１の第一端面１８側（入口側）の端面に当接するように、リング状の部材（リング状部材７１）が配設された例を示している。このようなリング状部材７１を、ハニカム体１１の第一端面１８側に配設することにより、金属製の配管とハニカム体１１の内壁との隙間を閉塞することができる。

[0041] ここで、本発明の排熱回収器の他の実施形態について、図３１を参照しつつ説明する。図３１は、本発明の排熱回収器の他の実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。本実施形態の排熱回収器においては、ハニカム体１１の第一端面１８側において、内壁構造１７を構成する金属製の配管を凸形状にしている。そして、この配管の凸形状の段差部分を、ハニカム体１１の第一端面１８に密着又は近接さ

せることにより、ハニカム体１１と配管（具体的には、内壁構造１７を構成する配管）との空洞部分を塞ぐように構成している。図３１においては、内壁構造１７を構成する金属製の配管を、凸形状に形成しているが、例えば、金属製の配管をテーパー形状にして、そのテーパー部分を、ハニカム体の第一端面に密着又は近接させることにより、ハニカム体と配管との空洞部分を塞ぐように構成してもよい。また、配管の凸形状の段差部分やテーパー形状のテーパー部分を、ハニカム体の第二端面（出口側）に密着又は近接させることにより、ハニカム体と配管との空洞部分を塞ぐように構成してもよい。

[0042] また、本発明の排熱回収器の更に他の実施形態について、図３２を参照しつつ説明する。図３２は、本発明の排熱回収器の更に他の実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。本実施形態の排熱回収器においては、ハニカム体１１の第一端面１８側において、排気分岐部を構成する金属製の配管３２を拡管形状にしている。そして、この配管３２の拡管形状とした部分を、ハニカム体１１の第一端面１８に密着又は近接させることにより、ハニカム体１１と配管（具体的には、内壁構造１７を構成する配管）との空洞部分を塞ぐように構成している。本実施形態の排熱回収器においては、ハニカム体１１の第二端面１９側においても、排気分配部を構成する配管４２を拡管形状にしている。そして、この配管４２の拡管形状とした部分についても、ハニカム体１１の第二端面１９に密着又は近接させることにより、ハニカム体１１と配管との空洞部分を塞ぐように構成している。なお、排気分岐部を構成する配管３２及び排気分岐部を構成する配管４２については、少なくとも一方の配管の形状を拡管形状とし、上述した空洞部分を塞ぐように構成してもよい。

[0043] 隔壁１３の気孔率は、１０％以下であることが好ましく、５％以下であることが更に好ましく、３％以下であることが特に好ましい。隔壁１３の気孔率を１０％以下とすることにより、熱伝導率を向上させることができる。なお、隔壁１３の気孔率は、アルキメデス法により測定した値である。

[0044] 隔壁１３は、熱伝導性が高いＳｉＣ（炭化珪素）を主成分として含むこと

が好ましい。なお、主成分とは、ハニカム体１１の５０質量％以上がＳｉＣであることを意味する。

[0045] さらに具体的には、ハニカム体１１の材料としては、Ｓｉ含浸ＳｉＣ、（Ｓｉ＋Ａｌ）含浸ＳｉＣ、金属複合ＳｉＣ、再結晶ＳｉＣ、Si_3N_4、及びＳｉＣ等を採用することができる。

[0046] ハニカム体１１のセル１２の延びる方向に直交する断面におけるセル形状としては、特に制限はない。円形、楕円形、三角形、四角形、六角形その他の多角形等の中から所望の形状を適宜選択すればよい。

[0047] ハニカム体１１のセル密度（即ち、単位面積当たりのセルの数）については特に制限はない。セル密度は、適宜設計すればよいが、４～３２０セル／cm^2の範囲であることが好ましい。セル密度を４セル／cm^2以上とすることにより、隔壁の強度、ひいてはハニカム体自体の強度及び有効ＧＳＡ（幾何学的表面積）を十分なものとすることができる。また、セル密度を３２０セル／cm^2以下とすることにより、排気ガス５０が流れる際の圧力損失が大きくなることを防止することができる。なお、ハニカム体１１がドーナツ形状である場合には、セル密度は、中央部分１４を除いた、外周部分１５におけるセル密度のことである。

[0048] ハニカム体１１のアイソスタティック強度は、１ＭＰａ以上が好ましく、５ＭＰａ以上が更に好ましい。ハニカム体１１のアイソスタティック強度が、１ＭＰａ以上であると、ハニカム体１１の耐久性を十分なものとすることができる。なお、ハニカム体１１のアイソスタティック強度の上限値は、１００ＭＰａ程度である。ハニカム体１１のアイソスタティック強度は、社団法人自動車技術会発行の自動車規格であるＪＡＳＯ規格Ｍ５０５－８７に規定されているアイソスタティック破壊強度の測定方法に準じて測定することができる。

[0049] ハニカム体１１のセル１２の延びる方向に直交する断面における直径は、２０～２００ｍｍであることが好ましく、３０～１００ｍｍであることが好ましい。以下、ハニカム体１１のセル１２の延びる方向に直交する断面にお

ける直径を、単に、「ハニカム体１１の直径」ということがある。このような直径とすることにより、熱回収効率を向上させることができる。ハニカム体１１の断面の形状が円形でない場合には、当該ハニカム体１１の断面の形状に内接する最大内接円の直径を、ハニカム体１１の直径とする。

[0050] ハニカム体１１の隔壁１３の厚さについても、目的に応じて適宜設計すればよく、特に制限はない。隔壁１３の厚さは、０．１～１ｍｍとすることが好ましく、０．２～０．６ｍｍとすることが更に好ましい。隔壁の厚さを０．１ｍｍ以上とすることにより、機械的強度を十分なものとし、衝撃や熱応力によって破損することを防止することができる。また、隔壁の厚さを１ｍｍ以下とすることにより、排気ガス５０の圧力損失が大きくなったり、熱回収効率が低下したりするといった不具合を防止することができる。

[0051] ハニカム体１１の熱伝導率は、５０Ｗ／（ｍ・Ｋ）以上であることが好ましく、１００～３００Ｗ／（ｍ・Ｋ）であることが更に好ましく、１２０～３００Ｗ／（ｍ・Ｋ）であることが特に好ましい。ハニカム体１１の熱伝導率を、このような範囲とすることにより、熱伝導性が良好となり、効率よくハニカム体内の熱を、ハニカム体に嵌合するように配置された筒状部材２２を介して、熱交換媒体５１に伝達することができる。なお、熱伝導率の値は、レーザーフラッシュ法により測定した値である。

[0052] ハニカム体１１の隔壁１３に触媒を担持させてもよい。隔壁１３に触媒を担持させると、排気ガス中のＣＯやNO_xやＨＣなどを触媒反応によって無害な物質にすることが可能になり、これに加えて、触媒反応の際に生じる反応熱を熱交換に用いることが可能になる。触媒としては、貴金属（白金、ロジウム、パラジウム、ルテニウム、インジウム、銀、及び金）、アルミニウム、ニッケル、ジルコニウム、チタン、セリウム、コバルト、マンガン、亜鉛、銅、スズ、鉄、ニオブ、マグネシウム、ランタン、サマリウム、ビスマス、及びバリウムからなる群より選択された少なくとも一種の元素を含有する触媒を好適例として挙げることができる。上記元素は、金属単体、金属酸化物、およびそれ以外の金属化合物として含有されていてもよい。

[0053] 触媒（触媒金属＋担持体）の担持量としては、１０～４００ｇ／Ｌであることが好ましく、また、貴金属を含む触媒の担持量としては、０．１～５ｇ／Ｌであることが好ましい。触媒（触媒金属＋担持体）の担持量を１０ｇ／Ｌ以上とすると、触媒作用が発現しやすい。一方、４００ｇ／Ｌ以下とすると、圧力損失を抑え、製造コストの上昇を抑えることができる。担持体とは、触媒金属が担持される担体のことである。担持体としては、アルミナ、セリア、及びジルコニアからなる群より選択される少なくとも一種を含有するものであることが好ましい。

[0054] ケーシング２１は、ハニカム体１１の外周面１６に嵌合するように配置された筒状部材２２と、筒状部材２２の外側に配設されたケーシング本体２３と、を備える。筒状部材２２としては、例えば、環状の板状部材を用いることができる。ケーシング２１を構成する筒状部材２２の材質については、金属が好ましく、例えば、ステンレス、チタン合金、銅合金、アルミ合金、真鍮等を挙げることができる。本明細書において、「嵌合する」とは、ハニカム体１１と、筒状部材２２とが、相互に嵌り合った状態で固定されていることをいう。このため、ハニカム体１１と筒状部材２２との嵌合においては、すきま嵌め、締まり嵌め、焼き嵌め等の嵌め合いによる固定方法に限定されることはなく、例えば、ろう付けや拡散接合等により、ハニカム体１１と筒状部材２２とが相互に固定されていてもよい。

[0055] ケーシング本体２３の材質としては、例えば、金属、セラミック等が挙げられる。金属としては、例えば、ステンレス、チタン合金、銅合金、アルミ合金、真鍮等を用いることができる。ケーシング本体２３は、排気ガス５０との熱交換による排熱を回収するための熱交換媒体５１の経路２５を形成する。そして、ケーシング本体２３は、熱交換媒体５１が導入される熱交換媒体導入口２６、及び熱交換媒体５１が排出される熱交換媒体排出口２７を有する。熱交換媒体導入口２６、及び熱交換媒体排出口２７は、ケーシング本体２３に少なくとも一対形成されていることが好ましい。

[0056] 排気分岐部３０は、熱交換部１０の、ハニカム体１１の第一端面１８側に

接続されている。排気分岐部３０は、ハニカム体１１に流入する排気ガス５０の経路を、ハニカム体１１の軸方向に直交する断面における中央部分１４と外周部分１５とに分岐する、分岐路３１を有する。なお、ハニカム体１１の「中央部分１４」とは、柱状のハニカム体１１における、当該ハニカム体１１の中心軸を含む、中央側の領域のことを意味する。ハニカム体１１の「外周部分１５」とは、柱状のハニカム体１１における、当該ハニカム体１１の中央部分１４より外周側の領域のことを意味する。図２に示す排熱回収器１００においては、排気分岐部３０を構成する配管３２に、貫通孔３３が形成されており、この貫通孔３３が、分岐路３１となっている。排気ガス５０の経路（配管３２）を流れてきた排気ガス５０が、貫通孔３３を通過せずにハニカム体１１に流入すると、その排気ガス５０は、ハニカム体１１の中央部分１４に流入する。一方、排気ガス５０の経路（配管３２）を流れてきた排気ガス５０が、貫通孔３３を通過すると、配管３２の外側に形成された第二の流路に排気ガス５０が流入し、その後、その排気ガス５０は、ハニカム体１１の外周部分１５に流入する。なお、排気分岐部３０において、排気ガス５０をハニカム体の中央部分１４に流入させるための配管３２を、「排気ガイド部材３８」ということがある。

[0057] ハニカム体の直径Ｄ１と、排気分岐部３０の排気ガイド部材３８の直径Ｄ２の比であるＤ１／Ｄ２の値が、１．１以上、７以下であることが好ましく、１．１５以上、２．３以下であることが更に好ましく、１．１５以上、１．７５以下であることが特に好ましい。Ｄ１／Ｄ２の値が、１．１未満であると、熱回収時（例えば、開閉弁４３が閉の状態）において、ハニカム体１１の外周部分１５の開口面積が相対的に小さくなり、当該外周部分１５を流通する際の排気ガス５０の圧力損失が増大することがある。Ｄ１／Ｄ２の値が、７を超えると、非熱回収時（例えば、開閉弁４３が開の状態）において、排気ガス５０が中央部分１４を流通する際の圧力損失が増大することがある。特に、中央部分１４の開口面積が相対的に小さくなると、高負荷時の圧力損失が大きくなり、エンジン出力の低下につながることがある。なお、「

ハニカム体の直径Ｄ１」は、ハニカム体のセルの延びる方向に直交する断面における直径のことを意味する。「排気ガイド部材３８の直径Ｄ２」は、排気ガイド部材３８に該当する配管３２の内径のことを意味する。

[0058] 排気分岐部３０の分岐路３１は、図２に示すような貫通孔３３に限定されることはない。例えば、排気分岐部３０の分岐路３１としては、排気ガス５０のガス流れを少なくとも２系統に分岐して、ハニカム体１１の中央部分１４と外周部分１５とに、それぞれ個々に排気ガス５０を流入させることが可能なものであればよい。また、分岐路３１を通過して２系統に分岐された排気ガス５０は、相互に気密状態が維持されるものであってもよいが、それぞれのガス流れの大部分が維持されるものであれば、２系統に分岐した排気ガス５０の相互間で、ガスの移動ができるものであってもよい。

[0059] 排気分配部４０は、熱交換部１０の、ハニカム体１１の第二端面１９側に接続されている。排気分配部４０は、ハニカム体１１の中央部分１４の通気抵抗を変更し、ハニカム体１１の外周部分１５に流通する排気量を可変して、排気熱の回収量（熱回収量）を調整する排気分配機構４１を有する。図２に示す排熱回収器１００においては、排気分配部４０を構成する配管４２の、ハニカム体１１の中央部分１４に相当する箇所に、開閉弁４３が設けられおり、この開閉弁４３が排気分配機構４１となっている。開閉弁４３が閉となると、ハニカム体１１の中央部分１４の通気抵抗が上昇し、ハニカム体１１の外周部分１５に流通する排気量が増加する。一方、開閉弁４３が開となると、ハニカム体１１の中央部分１４の通気抵抗が低下し、ハニカム体１１の外周部分１５に流通する排気量が減少する。したがって、図２に示す排熱回収器１００においては、排気熱の回収を促進したい場合には、開閉弁４３を閉とし、排気熱の回収を抑制したい場合には、開閉弁４３を開とすることで、必要に応じて熱回収量を調整することができる。図２に示す開閉弁４３は、弁棒４４を軸に、弁体４５がガス流れに対して、直交方向から平行方向に９０°移動することで、弁の開閉を行うものである。なお、開閉弁４３の開閉機構は、図２に示す開閉弁４３に限定されることはない。なお、排気分

配部４０において、ハニカム体の中央部分１４から流出した排気ガス５０を流通させるための配管４２を、「排気ガイド部材４８」ということがある。

[0060] ハニカム体の直径Ｄ１と、排気分配部４０の排気ガイド部材４８の直径Ｄ２’の比であるＤ１／Ｄ２’の値が、１．１以上、７以下であることが好ましく、１．１５以上、２．３以下であることが更に好ましく、１．１５以上、１．７５以下であることが特に好ましい。Ｄ１／Ｄ２’の値が、１．１未満であると、熱回収時（例えば、開閉弁４３が閉の状態）において、ハニカム体１１の外周部分１５の開口面積が相対的に小さくなり、当該外周部分１５を流通する際の排気ガス５０の圧力損失が増大することがある。Ｄ１／Ｄ２’の値が、７を超えると、非熱回収時（例えば、開閉弁４３が開の状態）において、排気ガス５０が中央部分１４を流通する際の圧力損失が増大することがある。特に、中央部分１４の開口面積が相対的に小さくなると、高負荷時の圧力損失が大きくなり、エンジン出力の低下につながることがある。「排気ガイド部材４８の直径Ｄ２」は、排気ガイド部材４８に該当する配管４２の内径のことを意味する。

[0061] なお、図１～図３に示す排熱回収器１００においては、熱交換部１０、排気分岐部３０、及び排気分配部４０が、それぞれ分離可能に構成されていてもよい。このように構成することによって、例えば、排熱回収器１００の一部の構成要素が破損した場合に、排熱回収器１００全体を交換せずに、熱交換部１０、排気分岐部３０、及び排気分配部４０のいずれかを、部分的に交換することができる。また、排熱回収器１００自体も、排気系に対して取り外し可能に構成されていてもよい。このように構成することによって、排熱回収器１００のメンテナンス等が容易となる。

[0062] 排気分配機構４１によって流通する経路が決められた排気ガスのうち、ハニカム体１１の外周部分１５を通過した排気ガスと、ハニカム体１１の中央部分１４を通過した排気ガスが、ハニカム体１１の第二端面１９よりも下流側において合流していてもよい。ハニカム体１１の第二端面１９よりも下流側において合流した排気ガスは、同一の流通経路の排出口から排出される。

[0063] （排熱回収器の製造方法）

次に、排熱回収器の製造方法を説明する。本発明の排熱回収器は、例えば、以下のようにして製造することができる。まず、セラミック粉末を含む坏土を所望の形状に押し出し、ハニカム成形体を作製する。ハニカム成形体の材料としては、ハニカム体の隔壁の好適材料として挙げたセラミックを用いることができる。例えば、Ｓｉ含浸ＳｉＣ複合材料を主成分とするハニカム体を製造する場合、まず、所定量のＳｉＣ粉末、バインダー、水又は有機溶媒を混練し坏土とし、得られた坏土を成形して、所望形状のハニカム成形体を作製する。そして、作製したハニカム成形体を乾燥し、減圧の不活性ガス又は真空中で、ハニカム成形体中に金属Ｓｉを含浸焼成することによって、隔壁によって複数のセルが区画形成されたハニカム体を得ることができる。なお、ハニカム体は、その中央部分をくり抜き、ドーナツ形状のものとしてもよい。ハニカム体の中央部分をくり抜く場合には、ハニカム成形体の状態で行ってもよいし、焼成後の焼成体（ハニカム体）の状態で行ってもよい。

[0064] 次に、ハニカム体をステンレスからなる筒状部材に挿入して、焼き嵌めにより、ハニカム体に嵌合するように筒状部材を配置する。なお、ハニカム体と筒状部材との嵌合は、焼き嵌め以外に、圧入やろう付け、拡散接合等を用いてもよい。

[0065] 次に、ステンレスからなり、ケーシングの一部となるケーシング本体を作製する。次に、作製したケーシング本体の内部に、ハニカム体と、ハニカム体に嵌合するように配置された筒状部材とを配置する。ケーシング本体と筒状部材とを接合して、ケーシングを作製する。このようにして、ハニカム体と、ハニカム体を収容するケーシングと、を有する熱交換部を作製する。

[0066] また、排気分岐部、及び排気分配部を作製する。排気分岐部は、例えば、まず、熱交換部の一方の端部（ハニカム体の第一端面側の端部）に接続可能な外側配管と、ハニカム体の中央部分の大きさに相当する内側配管とを用意する。内側配管には、分岐路となる貫通孔を形成する。外側配管の内側に、内側配管を配置して二重管構造としたものを、排気分岐部とすることができ

る。排気分配部は、例えば、まず、熱交換部の他方の端部（ハニカム体の第二端面側の端部）に接続可能な外側配管と、ハニカム体の中央部分の大きさに相当する内側配管とを用意する。そして、内側配管に開閉弁を配設する。外側配管の内側に、内側配管を配置して二重管構造としたものを、排気分配部とすることができる。

[0067] 作製した、排気分岐部、熱交換部、及び排気分配部を、排気ガスの流れ方向に直列に接続し、排熱回収器を作製する。排気分岐部、熱交換部、及び排気分配部の接続は、分離可能な方法で行ってもよいし、分離不可の方法で行ってもよい。なお、排熱回収器を作製する方法は、これまでに説明した方法に限定されることはなく、各実施形態の排熱回収器の構成に応じて、適宜変更、改良等を行うことができる。

[0068] （１－２）排熱回収器の第二実施形態：

排熱回収器の第二実施形態は、図５及び図６に示す排熱回収器２００である。図５は、本発明の排熱回収器の第二実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。図６は、本発明の排熱回収器の第二実施形態を模式的に示す平面図であり、図５に示す排熱回収器を矢印Ｂの方向に見た平面図である。なお、図５及び図６に示す排熱回収器２００において、図１～図３に示す排熱回収器１００と同様に構成されたものについては、同一の符号を付し説明を省略することがある。

[0069] 排熱回収器２００は、熱交換部１０と、排気分岐部３０ａと、排気分配部４０ａと、を備えている。熱交換部１０は、図１～図３に示す排熱回収器１００の熱交換部１０と同様に構成されたものである。排気分岐部３０ａも、図１～図３に示す排熱回収器１００の排気分岐部３０と略同様に構成されたものである。ただし、図２に示す「排気分岐部３０」は、配管３２の直径が、排気ガスの流れ方向に向かって漸減するものであるのに対して、図５に示す「排気分岐部３０ａ」は、配管３２ａの直径が一定となっている。図５に示す「排気分岐部３０ａ」は、図２に示す「排気分岐部３０」のように構成されたものであってもよい。

[0070] 図５及び図６に示す排熱回収器２００においては、排気分配部４０ａの排気分配機構４１ａが、配管４２ａの横切るように配設された弁棒４４ａを軸に、弁体４５ａが回転するように構成された開閉弁４３ａを有する。開閉弁４３ａが開となる際には、弁体４５ａの一部が、熱交換部１０にはみ出すこととなるが、ハニカム体１１の中央部分１４は空洞となっているため、弁体４５ａとハニカム体１１とが接触することはない。このように構成された排熱回収器２００によれば、図１～図３に示す排熱回収器１００と同様の作用効果を奏するとともに、排熱回収器２００の更なる小型化が可能となる。

[0071] （１－３）排熱回収器の第三実施形態：

排熱回収器の第三実施形態は、図７～図１１に示す排熱回収器３００である。図７は、本発明の排熱回収器の第三実施形態を模式的に示す斜視図である。図８は、本発明の排熱回収器の第三実施形態を模式的に示す一部切り欠き側面図である。図９は、本発明の排熱回収器の第三実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。図１０は、本発明の排熱回収器の第三実施形態を模式的に示す平面図であり、図９に示す排熱回収器を矢印Ｃの方向に見た平面図である。図１１は、図９に示す排熱回収器の熱交換部、排気分岐部、及び排気分配部を分離した状態を示す断面図である。図１２は、本発明の排熱回収器の第三実施形態に用いられるハニカム体を模式的に示す斜視図である。

[0072] 排熱回収器３００は、熱交換部１０ｂと、排気分岐部３０ｂと、排気分配部４０ｂと、を備えている。熱交換部１０ｂは、第一端面１８ｂ及び第二端面１９ｂを有する柱状のハニカム体１１ｂと、このハニカム体１１ｂを収容するケーシング２１ｂと、を有する。ハニカム体１１ｂは、セラミックを主成分とする隔壁１３ｂを有し、隔壁１３ｂによって、第一端面１８ｂから第二端面１９ｂまで延びる、排気ガス５０の流路となる複数のセル１２ｂが区画形成されたものである。このように構成されていることにより、ハニカム体１１ｂのセル１２ｂを流通する排気ガス５０の熱を効率よく集熱し、外部（具体的には、熱交換媒体５１）に伝達することができる。

[0073] ハニカム体１１ｂの外形は、特に制限はない。ハニカム体１１ｂのセル１２ｂの延びる方向に直交する断面における断面形状は、円形、楕円形、四角形、またはその他の多角形であってもよい。図１２に示すハニカム体１１ｂは、セル１２ｂの延びる方向に直交する断面における断面形状が円形のものである。図１２に示すハニカム体１１ｂは、中央部分１４ｂ及び外周部分１５ｂの両方が、隔壁１３ｂによって複数のセル１２ｂが区画形成されたハニカム構造を有するものである。ハニカム体１１ｂの形状が、空洞のドーナツ形状でないこと以外は、図４に示すハニカム体１１と同様に構成されていることが好ましい。

[0074] ケーシング２１ｂは、ハニカム体１１ｂの外周面１６ｂに嵌合するように配置された筒状部材２２ｂと、筒状部材２２ｂの外側に配設されたケーシング本体２３ｂと、を備える。筒状部材２２ｂとしては、例えば、環状の板状部材を用いることができる。ケーシング２１ｂを構成する筒状部材２２ｂの材質については、金属が好ましく、例えば、ステンレス、チタン合金、銅合金、アルミ合金、真鍮等を挙げることができる。

[0075] ケーシング本体２３ｂの材質としては、例えば、金属、セラミック等が挙げられる。金属としては、例えば、ステンレス、チタン合金、銅合金、アルミ合金、真鍮等を用いることができる。ケーシング本体２３ｂは、熱交換媒体５１の経路２５ｂを形成する。そして、ケーシング本体２３ｂは、熱交換媒体５１が導入される熱交換媒体導入口２６ｂ、及び熱交換媒体５１が排出される熱交換媒体排出口２７ｂを有する。熱交換媒体導入口２６ｂ、及び熱交換媒体排出口２７ｂは、ケーシング本体２３ｂに少なくとも一対形成されていることが好ましい。

[0076] 排気分岐部３０ｂは、熱交換部１０ｂの、ハニカム体１１ｂの第一端面１８ｂ側に接続されている。排気分岐部３０ｂは、ハニカム体１１ｂに流入する排気ガス５０の経路を、ハニカム体１１ｂの軸方向に直交する断面における中央部分１４ｂと外周部分１５ｂとに分岐する、分岐路３１ｂを有する。図９に示す排熱回収器３００においては、排気分岐部３０ｂを構成する配管

３２ｂに、貫通孔３３ｂが形成されており、この貫通孔３３ｂが、分岐路３１ｂとなっている。排気ガス５０の経路（配管３２ｂ）を流れてきた排気ガス５０が、貫通孔３３ｂを通過せずにハニカム体１１ｂに流入すると、その排気ガス５０は、ハニカム体１１ｂの中央部分１４ｂに流入する。一方、排気ガス５０の経路（配管３２ｂ）を流れてきた排気ガス５０が、貫通孔３３ｂを通過すると、配管３２ｂの外側に形成された第二の流路に排気ガス５０が流入し、その後、その排気ガス５０は、ハニカム体１１ｂの外周部分１５ｂに流入する。

[0077] 排気分配部４０ｂは、熱交換部１０ｂの、ハニカム体１１ｂの第二端面１９ｂ側に接続されている。排気分配部４０ｂは、ハニカム体１１ｂの中央部分１４ｂの通気抵抗を変更し、ハニカム体１１ｂの外周部分１５ｂに流通する排気量を可変して、排気熱の回収量（熱回収量）を調整する排気分配機構４１ｂを有する。図９に示す排熱回収器３００においては、排気分配部４０ｂを構成する配管４２ｂの、ハニカム体１１ｂの中央部分１４ｂに相当する箇所に、開閉弁４３ｂが設けられおり、この開閉弁４３ｂが排気分配機構４１ｂとなっている。

[0078] 排熱回収器３００において、排気分岐部３０ｂの分岐路３１ｂ、及び排気分配部４０ｂの排気分配機構４１ｂの構成については、第一実施形態及び第二実施形態の排熱回収器と同様の構成とすることができる。

[0079] 排熱回収器３００においては、図１１に示すように、熱交換部１０ｂ、排気分岐部３０ｂ、及び排気分配部４０ｂが、それぞれ分離可能に構成されている。

[0080] 排熱回収器３００においては、排気分岐部３０ｂ及び排気分配部４０ｂの少なくとも一方が、筒状の排気ガイド部材３８，４８（例えば、配管３２ｂ，４２ｂ）を有し、この排気ガイド部材３８，４８が、ハニカム体１１ｂを貫通していないことが好ましい。即ち、排気ガイド部材３８，４８の端部が、ハニカム体１１ｂの端面に当接した状態、又はハニカム体１１ｂの端面から離間した状態で配置されていることが好ましい。このように構成すること

により、図１１に示すように、熱交換部１０ｂ、排気分岐部３０ｂ、及び排気分配部４０ｂを、それぞれ簡単に分離可能な構成とすることができる。

[0081] また、図示は省略するが、排気分岐部及び排気分配部の少なくとも一方が、筒状の排気ガイド部材を有する場合、排気ガイド部材が、図４に示すようなドーナツ形状のハニカム体１１の空洞を貫通するように配設されていてもよい。このように構成することによって、ドーナツ形状のハニカム体１１の空洞を貫通するように、連続する排気ガスの経路が形成されることとなる。

[0082] ハニカム体の直径Ｄ１と、排気ガイド部材３８，４８の直径Ｄ２の比であるＤ１／Ｄ２の値が、１．１以上、７以下であることが好ましく、１．１５以上、２．３以下であることが更に好ましく、１．１５以上、１．７５以下であることが特に好ましい。Ｄ１／Ｄ２の値が、１．１未満であると、熱回収時（例えば、開閉弁４３ｂが閉の状態）において、ハニカム体１１ｂの外周部分１５ｂの開口面積が相対的に小さくなり、当該外周部分１５ｂを流通する際の排気ガス５０の圧力損失が増大することがある。Ｄ１／Ｄ２の値が、７を超えると、非熱回収時（例えば、開閉弁４３ｂが開の状態）において、排気ガス５０が中央部分１４ｂを流通する際の圧力損失が増大することがある。特に、中央部分１４ｂの開口面積が相対的に小さくなると、高負荷時の圧力損失が大きくなり、エンジン出力の低下につながることがある。

[0083] 排気ガイド部材３８，４８の端部が、ハニカム体１１ｂの端面から離間した状態で配置されている場合には、排気ガイド部材３８，４８の端部と、ハニカム体１１ｂの端面との距離（別言すれば、間隔）は、０．０５～１０ｍｍであることが好ましい。このように構成することによって、排気ガイド部材３８，４８及びハニカム体１１ｂが熱膨張した際に、排気ガイド部材３８，４８とハニカム体１１ｂとの接触を抑制することができ、ハニカム体１１ｂの破損等を有効に防止することができる。排気ガイド部材３８，４８の端部と、ハニカム体１１ｂの端面との距離は、０．０５～５ｍｍであることが更に好ましく、０．０５～２ｍｍであることが特に好ましい。

[0084] （１－４）排熱回収器の第四実施形態：

排熱回収器の第四実施形態は、図１３に示す排熱回収器４００である。図１３は、本発明の排熱回収器の第四実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。

[0085] 排熱回収器４００は、熱交換部１０ｃと、排気分岐部３０ｃと、排気分配部４０ｃと、を備えている。熱交換部１０ｃは、ハニカム体１１ｃと、ケーシング２１ｃとを有する。排気分岐部３０ｃは、分岐路３１ｃを有する。排気分配部４０ｃは、排気分配機構４１ｃを有する。ハニカム体１１ｃ、ケーシング２１ｃ、分岐路３１ｃ、及び排気分配機構４１ｃの各構成要素については、第一実施形態～第三実施形態の排熱回収器における各構成要素と同様に構成されたものを用いることができる。図１３において、符号１８ｃは、ハニカム体の「第一端面」を示し、符号３２ｃは、排気分岐部３０ｃの「配管」を示す。

[0086] 排熱回収器４００においては、排気分配機構４１ｃによって流通する経路が決められた排気ガス５０のガス流れが、第一実施形態～第三実施形態の排熱回収器におけるガス流れと異なっている。即ち、排熱回収器４００においては、ハニカム体１１ｃの外周部分１５ｃを通過した排気ガス５０Ｘと、ハニカム体１１ｃの中央部分１４ｃを通過した排気ガス５０Ｙとが、それぞれ異なる経路の排出口６０，６１から排出される。排出口６０，６１は、ハニカム体１１ｃの第二端面１９ｃよりも下流側に設けられた、排気ガス５０を排出するための排出口である。

[0087] 排熱回収器４００は、ＥＧＲ（排気ガス再循環）クーラとして好適に用いることができる。また、排気ガス５０Ｘと排気ガス５０Ｙとを、それぞれ異なる経路の排出口６０，６１から排出されるように構成することにより、ＥＧＲの非作動時にも、排熱回収が可能となる。更に、熱回収不要時の、過剰な熱回収を防止することができる。例えば、排気ガス５０と熱交換媒体（例えば、冷却水）とを有効に分離し、過剰な熱回収を防止することができる。具体的には、熱回収不要時には、ハニカム体１１ｃの中央部分１４ｃに積極的に排気ガス５０Ｙを通過させることにより、ハニカム体１１ｃの外周部分

１５ｃを通過する排気ガス５０Ｘの排気量を減少させる。これにより、熱交換媒体と熱交換を行う排気ガス５０の絶対量を減少させ、過剰な熱回収を防止することができる。一方で、熱回収量を増加させたい時には、排気分配機構４１ｃを用いて排気ガス５０Ｙの排気量を適宜減少させることにより、排気ガス５０Ｘの排気量を増加させ、必要な熱回収量を確保することができる。

[0088] （１－５）排熱回収器の第五実施形態：

排熱回収器の第五実施形態は、図１４に示す排熱回収器５００である。図１４は、本発明の排熱回収器の第五実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。

[0089] 排熱回収器５００は、熱交換部１０ｄと、排気分岐部３０ｄと、排気分配部４０ｄと、を備えている。熱交換部１０ｄは、ハニカム体１１ｄと、ケーシング２１ｄとを有する。ハニカム体１１ｄは、第一端面１８ｄ及び第二端面１９ｄを有し、中央部分１４ｄが空洞のドーナツ形状である。排気分岐部３０ｄは、分岐路３１ｄを有する。排気分配部４０ｄは、排気分配機構４１ｄを有する。ハニカム体１１ｄ、及びケーシング２１ｄは、例えば、図２に示すような第一実施形態の排熱回収器におけるハニカム体１１、及びケーシング２１と同様に構成されたものを用いることができる。排気分岐部３０ｄに用いられる配管３２ｄ（排気ガイド部材３８）は、ハニカム体１１ｄの中央部分１４ｄを貫通するように設けられている。そして、当該配管３２ｄの、ハニカム体１１ｄの中央部分１４ｄを貫通した下流側において、貫通孔からなる分岐路３１ｄが設けられている。また、配管３２ｄの、ハニカム体１１ｄの中央部分１４ｄを貫通した下流側には、排気分配部４０ｄの排気分配機構４１ｄが更に設けられている。排気分配機構４１ｄは、第一実施形態～第三実施形態の排熱回収器における排気分配機構と同様に、開閉弁によって構成されており、この開閉弁を操作することにより、ハニカム体１１ｄの中央部分１４ｄの通気抵抗を変更することができる。

[0090] 排熱回収器５００においては、排気分配機構４１ｄによって流通する経路

が決められた排気ガス５０のガス流れが、第一実施形態～第三実施形態の排熱回収器におけるガス流れと異なっている。即ち、排熱回収器５００においては、まず、排気ガス５０の全量が、一旦、ハニカム体１１ｄの中央部分１４ｄを通過する。そして、中央部分１４ｄを通過した後の排気ガス５０Ｙの少なくとも一部が、分岐路３１ｄによって分岐され、分岐された排気ガス５０Ｘが、ハニカム体１１ｄの外周部分１５ｄに流通することとなる。分岐路３１ｄの下流側には、排気分配機構４１ｄが設けられており、ハニカム体１１ｄの中央部分１４ｄの通気抵抗を変更することで、ハニカム体１１ｄの外周部分１５ｄを流通する排気ガス５０Ｘの排気量を調整することができる。

[0091] 排熱回収器５００においては、ハニカム体１１ｄの外周部分１５ｄを通過した排気ガス５０Ｘと、ハニカム体１１ｄの中央部分１４ｄを通過し、外周部分１５ｄへと分岐されなかった排気ガス５０Ｙとが、それぞれ異なる経路の排出口６０，６１から排出される。排出口６０，６１は、ハニカム体１１ｄの下流側に設けられた、排気ガス５０を排出するための排出口である。

[0092] 排熱回収器５００は、第四実施形態の排熱回収器４００（図１３参照）と同様に、ＥＧＲ（排気ガス再循環）クーラとして好適に用いることができる。また、排気ガス５０Ｘと排気ガス５０Ｙとを、それぞれ異なる経路の排出口６０，６１から排出されるように構成することにより、ＥＧＲの非作動時にも、排熱回収が可能となる。更に、熱回収不要時の、過剰な熱回収を防止することができる。例えば、排気ガス５０と熱交換媒体（例えば、冷却水）とを有効に分離し、過剰な熱回収を防止することができる。

[0093] （１－６）排熱回収器の第六実施形態：

排熱回収器の第六実施形態は、図１５に示す排熱回収器６００である。図１５は、本発明の排熱回収器の第六実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。図１５に示す排熱回収器６００において、図１～図３に示す排熱回収器１００等と同様に構成されたものについては、同一の符号を付し説明を省略することがある。

[0094] 排熱回収器６００は、熱交換部１０と、排気分岐部３０と、排気分配部４

０と、を備えている。排熱回収器６００は、ハニカム体１１の外周部分１５における排気ガス５０の経路が、ハニカム体１１の軸方向に２つ以上に部分的に仕切られている。そして、排熱回収器６００においては、ハニカム体１１の外周部分１５に導入された排気ガス５０が、ハニカム体１１の軸方向に対して折り返し流通するように構成されている。即ち、図１５に示す排熱回収器６００は、第五実施形態の排熱回収器５００（図１４）と同様に、ハニカム体１１の中央部分１４を貫通した下流側において、貫通孔からなる分岐路３１が設けられている。本実施形態の排熱回収器６００においては、ハニカム体１１の外周部分１５における排気ガス５０の経路が、例えば、図１５の紙面の上下方向の略中間部位にて、ハニカム体１１の軸方向に２つに仕切られている。但し、ハニカム体１１の外周部分１５の上流側（即ち、紙面の左側）は、排気ガス５０の経路が仕切られておらず、ハニカム体１１の上半分を流通した排気ガス５０は、この上流側にて、ハニカム体１１の下半分に流入するように構成されている。そして、ハニカム体１１の下半分に流入した排気ガス５０は、ハニカム体１１の下半分を流通した後に、ハニカム体１１の中央部分１４を通過した排気ガス５０と合流するように構成されている。

[0095] 排熱回収器６００は、外周部分１５を流通する排気ガス５０が、ハニカム体１１の軸方向に対して折り返し流通するため、熱回収効率を増大させることができる。例えば、ハニカム体１１の外周部分１５が軸方向に２つに仕切られている場合には、ハニカム体１１の軸方向の長さに対して、ハニカム体１１の外周部分１５における排気ガス５０の経路を２倍の長さとすることができる。このため、本実施形態の排熱回収器６００は、ハニカム体１１の軸方向の長さが同じで、折り返しの無い排熱回収器に対して、おおよそ、１．５倍程度の熱回収効率の向上を期待することができる。また、ハニカム体１１の外周部分１５における排気ガス５０の経路の折り返し回数を更に増加させることにより、熱回収効率の更なる向上を期待することができる。

[0096] 本実施形態の排熱回収器においては、図示は省略するが、図１５における

「排気分岐部３０」及び「排気分配部４０」が、ハニカム体１１の上流側に位置してもよい。また、図１５においては、ハニカム体１１が、中央部分１４が空洞のドーナツ形状のものであるが、図１２に示すハニカム体１１ｂのように、中央部分１４ｂ及び外周部分１５ｂの両方がハニカム構造を有するものであってもよい。以下に説明する各実施形態において、ハニカム体の形状については、参照する図面に示される形状に限定されることはなく、中央部分が空洞のドーナツ形状のもの、及び、中央部分及び外周部分の両方がハニカム構造を有するものの双方についての適用が可能である。

[0097] 本実施形態の排熱回収器においては、図示は省略するが、ハニカム体の外周部分における排気ガスの経路が、ハニカム体の軸方向に３つ以上に仕切られていてもよい。このように構成することにより、ハニカム体の外周部分における排気ガスの経路を、ハニカム体の軸方向の長さに対して、３倍以上の長さとすることができる。例えば、図１５における「排気分岐部３０」を、ハニカム体１１の上流側に配置し、ハニカム体１１の外周部分１５を２回折り返した後、外周部分１５を通過した排気ガス５０が排出されるように構成されていてもよい。

[0098] （１－７）排熱回収器の第七実施形態：

排熱回収器の第七実施形態は、図１６及び図１７に示す排熱回収器７００である。図１６は、本発明の排熱回収器の第七実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。図１７は、本発明の排熱回収器の第七実施形態を模式的に示す平面図であり、図１６に示す排熱回収器を矢印Ｄの方向に見た平面図である。図１６及び図１７に示す排熱回収器７００において、図１～図３に示す排熱回収器１００等と同様に構成されたものについては、同一の符号を付し説明を省略することがある。

[0099] 排熱回収器７００は、熱交換部１０と、排気分岐部３０と、排気分配部４０と、を備えている。排熱回収器７００は、発熱を伴う機器を含む外部部材７２を更に備えている。外部部材７２は、ケーシング２１の周囲に設けられ

た、所謂、外付け部材であり、特に、排熱回収器７００において、過剰な温度上昇を抑えたい部材である。外部部材７２に含まれる発熱を伴う機器とは、例えば、排気分配機構４１を構成する開閉弁４３の動力源となるモーター（Ｍｏｔｏｒ）７２ａ等を挙げることができる。また、これに付随する電子機器や、それ以外の各種の電子機器等についても、発熱を伴う機器となる。例えば、モーター７２ａは、ケーシング２１の周囲に設けられているため、ケーシング２１や開閉弁４３を経由して、排気ガス５０からの熱伝達により温度が上昇することがある。排熱回収器７００においては、上記したようなモーター７２ａ等に伝えられた熱を、熱交換媒体によって更に回収するように構成されている。更に、モーター７２ａ等は、その駆動時に発熱を伴うため、このような発熱についても、熱交換媒体によって更に回収することができる。このように構成することによって、温度上昇を抑えたい外部部材７２の温度上昇を抑え、外部部材７２の破損を有効に防止することができる。また、外部部材７２からの熱回収を行うことで、熱交換媒体の熱回収効率を向上させることができる。

[0100] 排熱回収器７００においては、外部部材７２のモーター７２ａが、モーターステー（Ｍｏｔｏｒ　ｓｔａｙ）７３ａによって支持され、ケーシング２１に周囲に固定されている。このため、外部部材７２からの熱回収は、モーターステー７３ａを介して行われることとなる。モーターステー７３ａは、熱交換媒体の経路２５に近接するように配置されていることが好ましい。外部部材７２における熱回収の対象については、上述したモーター７２ａに限定されることはない。また、外部部材７２における熱回収の方法については、上述したモーターステー７３ａに限定されることはない。更に、図示は省略するが、発熱を伴う機器を含まない他の外部部材を更に備え、この他の外部部材への排気ガスからの伝熱を、熱交換媒体によって更に回収するように構成されていてもよい。他の外部部材については特に制限はなく、温度上昇を抑えたい外付け部材であることが好ましい。

[0101] （１－８）排熱回収器の第八実施形態：

排熱回収器の第八実施形態は、図１８及び図１９に示す排熱回収器８００である。図１８は、本発明の排熱回収器の第八実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。図１９は、本発明の排熱回収器の第八実施形態を模式的に示す平面図であり、図１８に示す排熱回収器を矢印Ｅの方向に見た平面図である。図１８及び図１９に示す排熱回収器８００において、図１～図３に示す排熱回収器１００等と同様に構成されたものについては、同一の符号を付し説明を省略することがある。

[0102] 排熱回収器８００は、熱交換部１０と、排気分岐部３０と、排気分配部４０と、を備えている。排熱回収器８００においては、熱交換媒体の経路２５内に、熱交換補助部材７４が配設されている。熱交換補助部材７４は、ハニカム体１１の外周面に嵌合するように配置された筒状部材と接続しており、この筒状部材からの伝熱により加熱される。このような熱交換補助部材７４を有することにより、熱交換媒体の熱回収効率を向上させることができる。

[0103] 熱交換補助部材７４は、例えば、熱交換媒体の経路２５内において、伝熱部位の表面積を増大させるような形状であることが好ましい。例えば、熱交換補助部材７４として、蛇腹式のひだになっている形状のものを挙げることができる。このような形状の部材として、コルゲートパイプ（ｃｏｒｒｕｇａｔｅｄ　ｐｉｐｅ）などを挙げることができる。また、筒状部材の表面から法線方向等に突出するように設けられた、複数のフィン（ｆｉｎ）を熱交換補助部材７４としてもよい。

[0104] 熱交換補助部材７４の材料については特に制限はないが、熱伝導性の高い材料によって構成されたものであることが好ましい。熱交換補助部材７４の材料として、例えば、銅などを挙げることができる。

[0105] （１－９）排熱回収器の更に他の実施形態：

以下、排熱回収器の更に他の実施形態について、図２０～図２７を参照しつつ説明する。図２０～図２６は、本発明の排熱回収器の更に他の実施形態を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図

である。図２７は、本発明の排熱回収器の更に他の実施形態に用いられるハニカム体を模式的に示す斜視図である。図２０～図２７に示す各排熱回収器において、図１～図３に示す排熱回収器１００等と同様に構成されたものについては、同一の符号を付し説明を省略することがある。

[0106] 図２０に示す排熱回収器９００は、熱交換部１０と、排気分岐部３０と、排気分配部４０と、を備えている。排熱回収器９００においては、熱交換媒体の経路２５の外側に、断熱層７５が設けられている。排熱回収器９００は、自動車などの排気系に設けられ、排気熱を回収するために用いられる。通常、自動車の排気系は、自動車の腹下側にて外気に曝される状態となっていることが多い。このため、自動車などの排気系に排熱回収器９００を設けた場合、熱交換媒体によって一旦回収した排気熱が、外気に放散してしまうことがある。排熱回収器９００は、熱交換媒体の経路２５の外側に、断熱層７５が設けられているため、熱交換媒体からの熱の放散を有効に抑制することができる。

[0107] 断熱層７５としては、例えば、熱交換媒体の経路２５の外側に、更にケーシングを設けて、その内部に空気の層を形成したものを挙げることができる。このような空気の層を設けることにより、熱交換媒体からの熱の放散を極めて簡便に抑制することができる。

[0108] また、断熱層７５としては、上述した空気の層以外のものであってもよい。例えば、熱交換媒体の経路２５の外側に、低熱伝導性の材料を配置し、この低熱伝導性の材料を、断熱層７５としてもよい。また、断熱層７５としては、蓄熱材などであってもよく、熱交換媒体からの熱の放散が抑制可能なものであれば、特に制限はない。

[0109] 図２１に示す排熱回収器１０００は、熱交換部１０と、排気分岐部３０と、排気分配部４０と、を備えている。排熱回収器１０００においては、２つのハニカム体１１Ｘ，１１Ｙが、排気ガス５０の流れ方向に直列に配置されている。２つのハニカム体１１Ｘ，１１Ｙは、排気ガス５０の流れ方向において、隙間を設けた状態で直列に配置されている。このため、ハニカム体１

１Ｘ，１１Ｙの隙間を形成する端面間おいて、上流側に配置されたハニカム体１１Ｘから排出された排気ガス５０が、下流側に配置されたハニカム体１１Ｙに導入される前に撹拌される。これにより、排熱の回収効率を増大させることができる。また、ハニカム体１１Ｘから排出された排気ガス５０が、ハニカム体１１Ｙの流入側の端面に衝突することで、更に、排気ガス５０の撹拌が促進される。

[0110] 排熱回収器１０００においては、２つのハニカム体１１Ｘ，１１Ｙが、排気ガス５０の流れ方向に直列に配置されているが、ハニカム体が３つ以上であってもよい。排気ガス５０の流れ方向に、複数個のハニカム体を直列に配置し、複数個のハニカム体によって排気ガスから熱回収を行う技術については、例えば、国際公開第２０１２／１６９６２２号に記載された技術を採用することができる。

[0111] 図２２に示す排熱回収器１１００は、熱交換部１０と、排気分岐部３０と、排気分配部４０と、を備えている。排熱回収器１１００においては、排気分岐部３０を構成する配管３２の貫通孔３３が形成されている部位に、整流部７６が設けられている。整流部７６は、配管３２の貫通孔３３が形成されている部位の内側に、内径の小さい短管を配設することによって形成されている。配管３２と短管との間は、上流側が閉塞し、且つ下流側が開放されるように構成されている。このため、排気ガス５０が、配管３２の貫通孔３３を通過するためには、一旦、整流部７６の短管内を通過した後に、その流れ転じて貫通孔３３に到達する必要がある。このように構成することによって、配管３２の全周方向において、貫通孔３３を通過する排気ガス５０の流速が均一化し、ハニカム体１１の外周部分１５に流入する排気ガス５０の不均衡を抑制することができる。

[0112] 図２３に示す排熱回収器１２００は、熱交換部１０と、排気分岐部３０と、排気分配部４０と、を備えている。排熱回収器１２００においては、排気分岐部３０を構成する配管３２の貫通孔３３から、ハニカム体１１までの距離を遠くすることで、ハニカム体１１の外周部分１５に流入する排気ガス５

０の整流を図っている。即ち、排熱回収器１２００においては、排気分岐部３０を構成する配管３２の貫通孔３３と、ハニカム体１１の外周部分１５の第一端面１８との間に、整流部７７が設けられている。整流部７７は、配管３２の下流側を延長させることによって形成することができる。このように構成することによって、複数の貫通孔３３から流入した排気ガス５０の流れが、整流部７７を通過することによって均一化し、ハニカム体１１の外周部分１５に流入する排気ガス５０の不均衡を抑制することができる。整流部７７の長さ等については特に制限はなく、ハニカム体１１の外周部分１５に流入する排気ガス５０の不均衡を解消するために十分な長さであることが好ましい。

[0113] 図２４及び図２５に示す排熱回収器１３００は、熱交換部１０と、排気分岐部３０と、排気分配部４０と、を備えている。排熱回収器１３００においては、排気分配機構４１の開閉弁４３の形状に特徴を有している。図２４に示すように、開閉弁４３が閉となると、ハニカム体１１の中央部分１４の通気抵抗が上昇し、ハニカム体１１の外周部分１５に流通する排気量が増加するように構成されている。この際、ハニカム体１１の外周部分１５を通過した排気ガス５０は、開閉弁４３の制約を受けずに、下流側へ排出される。排熱回収器１３００においては、図２５に示すように、開閉弁４３が開（即ち、中央部分１４の開閉弁４３が開）となると、ハニカム体１１の中央部分１４の通気抵抗が低下し、この中央部分１４に優先的に排気ガス５０が流れる。これまでに説明した第一実施形態等の排熱回収器においては、中央部分１４の開閉弁４３が開となる場合、ハニカム体１１の外周部分１５に流通する排気量が減少するものの、ハニカム体１１の外周部分１５の排気ガス５０の流れが完全に停止することはなかった。排熱回収器１３００においては、中央部分１４の開閉弁４３が開となる場合、開閉弁４３の弁体４５が、外周部分１５における排気ガス５０の経路を閉鎖する。このため、排熱回収器１３００においては、開閉弁４３の開閉により、中央部分１４又は外周部分１５のいずれか一方のみに排気ガス５０を流すことができる。

[0114] 排熱回収器１３００における排気分配機構４１の開閉弁４３は、その開閉時に、中央部分１４又は外周部分１５のいずれか一方の排気ガス５０の経路を閉鎖するものであることが好ましい。即ち、開閉弁４３の弁体４５は、１つであることが好ましい。このように構成することによって、開閉弁４３の故障などが発生した場合に、中央部分１４及び外周部分１５の両方の経路が閉鎖されてしまうことを防止することができる。例えば、開閉弁４３の故障時などに、中央部分１４及び外周部分１５の両方の経路が閉鎖されてしまうような開閉弁４３を用いた場合、開閉弁４３の故障時に、排気系の流れが完全に停止してしまい、内燃機関に対して悪影響を及ぼすことがある。

[0115] 図２６に示す排熱回収器１４００は、熱交換部１０と、排気分岐部３０と、排気分配部４０と、を備えている。排熱回収器１４００においては、排気分配機構４１の開閉弁４３の形状に特徴を有している。図２６に示すように、開閉弁４３は、開閉弁４３の弁体４５の表面が、排気ガス５０の流れ方向に直交する面に対して湾曲している。このため、ハニカム体１１の中央部分１４を流れる排気ガス５０が、弁体４５の表面に衝突した際に、弁棒４４を軸に、開閉弁４３の弁体４５が回転し易くなっている。更に、開閉弁４３の弁体４５には、弁棒４４を挟んで、片側の弁体４５のみに重り４６が設けられており、開閉弁４３の故障などが発生し、弁体４５に対して駆動力が付与されない場合であっても、上述した重り４６により、中央部分１４の経路が閉鎖され難くなる。即ち、中央部分１４の開閉弁４３が開き易くなる。このため、仮に開閉弁４３の故障するような状況においても、内燃機関、排気系、及び排熱回収器１４００に負荷が生じ難く、より安全に排熱回収器１４００を使用することができる。

[0116] 排気分配機構４１の開閉弁４３の形状については、図２６に示す形状に限定されることはなく、排気ガス５０のガス圧により、開閉弁４３が開き易くなる構造であればよい。また、図２６に示す排熱回収器１４００においては、開閉弁４３の上方に、開閉弁４３の逆回転を防止するための、逆回転防止部材４７が設けられている。逆回転防止部材４７は、排気ガス５０の経路内

に突出した突起によって構成され、開閉弁４３が逆回転した際に、開閉弁４３の端部と衝突することで、開閉弁４３の逆回転を防止するものである。

[0117] 図２７に示すハニカム体１１ｅは、セル１２ｅの延びる方向に直交する断面における断面形状が、円形を略四等分した四分円の、４つのハニカム体１１ｅａ，１１ｅｂ，１１ｅｃ，１１ｅｄによって構成されている。即ち、４つのハニカム体１１ｅａ，１１ｅｂ，１１ｅｃ，１１ｅｄの集合体が、ハニカム体１１ｅとなっている。ハニカム体１１ｅは、第一端面１８ｅ及び第二端面１９ｅを有し、隔壁１３ｅによって複数のセル１２ｅが区画形成されたハニカム構造を有するものである。ハニカム体１１ｅは、中央部分１４ｅが空洞のドーナツ形状である。そして、ハニカム体１１ｅの外周部分１５ｅは、上述した４つのハニカム体１１ｅａ，１１ｅｂ，１１ｅｃ，１１ｅｄによって構成されている。このように、本発明の排熱回収器に用いられるハニカム体は、断面形状が円形、又は中央が空洞のドーナツ形状のものに限定されず、その径方向にハニカム体が２つ以上に分割されたものであってもよい。なお、図示は省略するが、ハニカム体が径方向に分割されている場合において、中央部分及び外周部分の両方が、隔壁によって複数のセルが区画形成されたハニカム構造を有するものであってもよい。即ち、図２７に示すハニカム体１１ｅのようなドーナツ形状のものに限定されることはない。

実施例

[0118] 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。

[0119] （実施例１）

実施例１の排熱回収器として、図５に示す排熱回収器２００と同様に構成された排熱回収器を製造した。以下、実施例１の排熱回収器の製造方法を示す。

[0120] （ハニカム体の作製）

ＳｉＣ粉末を含む坏土を所望の形状に押し出した後、乾燥し、所定の外形寸法に加工後、Ｓｉ含浸焼成することによって、円柱状のハニカム焼成体を

作製した。ハニカム焼成体は、端面の直径（外径）が７０ｍｍ、セルの延びる方向の長さ３５ｍｍのものであった。ハニカム焼成体のセル密度は、２３セル／ｃｍ^2、隔壁の厚さ（壁厚）は０．３ｍｍであった。ハニカム焼成体の熱伝導率は１５０Ｗ／（ｍ・Ｋ）であった。

[0121] 次に、作製したハニカム焼成体の端面の中心を含む直径５２ｍｍの範囲を、円柱状にくり抜き、中央部分が空洞のドーナツ形状のハニカム体を作製した。作製したハニカム体の空洞の内側に、当該空洞の内径に一致する大きさの、ステンレスからなる円筒状の内壁を配置した。

[0122] （熱交換部の作製）

次に、ステンレスからなる筒状部材を作製した。筒状部材は、内径が６９．８ｍｍで、軸方向の長さが４１．５ｍｍの円筒状であり、肉厚が１ｍｍであった。次に、作製した内筒の筒状部材にハニカム体を挿入し、焼き嵌めにより、ハニカム体の外周面に嵌合するように筒状部材を配置した。

[0123] 次に、ステンレスからなり、ケーシング本体を作製した。ケーシング本体は、内径が７６ｍｍで、軸方向の長さが４１．５ｍｍの円筒状であり、肉厚が１．５ｍｍであった。ケーシング本体には、熱交換媒体が導入される熱交換媒体導入口、及び当該熱交換媒体が排出される熱交換媒体排出口を形成した。

[0124] 次に、作製したケーシング本体の内部に、ハニカム体が嵌合により固定された筒状部材を配置し、ケーシング本体と筒状部材とを溶接により接合し、ハニカム体とケーシングとを備える熱交換部を作製した。ケーシング本体と筒状部材との間には、ハニカム体の径方向に、ケーシング本体と筒状部材との距離が２．０ｍｍの熱交換媒体の経路が形成されていた。

[0125] （排気分岐部の作製）

図５に示す排熱回収器２００の排気分岐部３０ａと同様に構成された排気分岐部を作製した。具体的には、ステンレスからなる第一配管と、ステンレスからなる第二配管と用いて、二重管構造の排気分岐部を作製した。第一配管は、軸方向の長さが３１．５ｍｍで、外径が５４ｍｍで、肉厚が１．５ｍ

ｍの筒状のものであった。第一配管の下流側に、略円形の貫通孔を１０個形成し、この貫通孔を、排気分岐部の分岐路とした。第二配管は、軸方向の長さが１５．５ｍｍで、上流側となる一方の端部の内径が５１ｍｍで、下流側となる他方の端部において、内径が７２ｍｍとなる広がり部を有する配管を用いた。第二配管の内部に、第一配管を配置し、第二配管と第一配管とを溶接により接合し、分岐路を有する排気分岐部を作製した。第二配管の内部に、第一配管を配置して接合する際には、第一配管の下流側の端面と、第二配管の下流側の端面との位置が一致するように配置して、両者を接合した。

[0126] （排気分配部の作製）

図５に示す排熱回収器２００の排気分配部４０ａと同様に構成された排気分岐部を作製した。具体的には、ステンレスからなる外径が５１ｍｍの配管に、排気分配部４０ａの排気分配機構４１ａが、配管４２ａの横切るように配設された弁棒４４ａを軸に、弁体４５ａが回転するように構成された開閉弁４３ａを取り付け、排気分配部を作製した。

[0127] 作製した排気分岐部に、熱交換部を接続し、更に、熱交換部の下流側に、排気分配部を接続して、実施例１の排熱回収器を作製した。

[0128] （実施例２）

実施例２の排熱回収器として、図９に示す排熱回収器３００と同様に構成された排熱回収器を製造した。実施例２の排熱回収器においては、熱交換部の作製において、ハニカム体の中央部分をくり抜かず、中央部分及び外周部分が共にハニカム構造のハニカム体を用いたこと以外は、実施例１と同様の方法で、排熱回収器を作製した。

[0129] （比較例１）

比較例１の排熱回収器として、図２８に示す排熱回収器１５００と同様に構成された排熱回収器を製造した。図２８は、比較例１の排熱回収器を模式的に示す断面図であり、排気系の流れ方向に平行な断面を示す断面図である。図２８に示すように、比較例１の排熱回収器１５００は、ハニカム体１１１を、ケーシング１２１内に収容し、ケーシング１２１のハニカム体１１１

が配置された箇所の外周側に、熱交換媒体５１の経路１２５を設けたものである。比較例１の排熱回収器においては、実施例１の排気分岐部の第二配管を、ケーシング１２１の両端に接続し、排気ガスが導入される排ガス導入配管１２６、排気ガスが排出される排ガス排出配管１２７とした。また、ハニカム体１１１、及びケーシング１２１については、実施例２の熱交換部と同様に構成されたものを用いた。

[0130] （熱回収効率の測定）

実施例１，２及び比較例１の排熱回収器に、排気ガス（第一流体）を通気し、熱交換媒体として水（第二流体）を用いた場合の、熱回収効率を測定した。なお、熱回収効率は、排熱回収器に流入した入熱量、及び排熱回収器が回収した回収熱量を測定し、下記式（１）によって求めた。

式（１）：熱回収効率＝回収熱量／入熱量×１００

[0131] 入熱量は、「排熱回収器に流入する前の第一流体と第二流体との温度差」、「第一流体の比熱容量」、及び「第一流体の質量流量」の積として求めることができる。なお、「排熱回収器に流入する前の第一流体と第二流体との温度差」とは、排熱回収器に流入する直前の第一流体の温度から、排熱回収器に流入する直前の第二流体の温度を引いた値のことである。また、回収熱量は、「排熱回収器に流入する前と流出した後の第二流体の温度差」、「第二流体の比熱容量」、及び「第二流体の質量流量」の積として求めることができる。「熱回収器に流入する前と流出した後の第二流体の温度差」とは、排熱回収器から流出した直後の第二流体の温度から、排熱回収器に流入する直前の第二流体の温度を引いた値のことである。

[0132] 熱回収効率の測定においては、排気ガスの温度を、４００℃とし、排気ガスの流量を、５ｇ／秒、１０ｇ／秒、２０ｇ／秒、４０ｇ／秒、６０ｇ／秒、及び１００ｇ／秒の６つの条件にて測定を行った。なお、実施例１，２の排熱回収器において、５ｇ／秒、１０ｇ／秒、２０ｇ／秒の３つの条件においては、排気分配部の排気分配機構として用いた開閉弁を「閉」として熱回収を行った。そして、実施例１，２の排熱回収器において、４０ｇ／秒、６

０ｇ／秒、及び１００ｇ／秒の３つの条件においては、排気分配部の排気分配機構として用いた開閉弁を「開」として熱回収を行った。熱回収効率の測定結果を、表１に示す。

[0133] [表1]

	熱回収効率		
排ガスの流量	実施例1	実施例2	比較例1
5g／秒	75%	75%	77%
10g／秒	60%	62%	62%
20g／秒	40%	45%	41%
40g／秒	3%(開閉弁「開」)	4%(開閉弁「開」)	25%
60g／秒	2%(開閉弁「開」)	2%(開閉弁「開」)	20%
100g／秒	2%(開閉弁「開」)	2%(開閉弁「開」)	17%

[0134] （結果）

実施例１，２の排熱回収器は、比較例１の排熱回収器と比較して、排気ガスの流量に応じて、熱回収効率を調整し、適切な排熱の回収を行うことができた。

[0135] （実施例３）

実施例３の排熱回収器として、図２９に示すような排熱回収器を作製した。図２９は、実施例３の排熱回収器の構成を示す模式図である。なお、実施例３の排熱回収器としては、図１３に示すような、排熱回収器４００と同様に構成されたものを用いた。実施例３の排熱回収器は、ＥＧＲ（排気ガス再循環）クーラとして好適に用いることができた。特に、図１３に示すように、排気ガス５０Ｘと排気ガス５０Ｙとを、それぞれ異なる経路の排出口６０，６１から排出されるように構成することにより、ＥＧＲの非作動時にも、排熱回収が可能となった。

[0136] （比較例２）

比較例２の排熱回収器として、図３０に示すような排熱回収器を作製した。図３０は、比較例２の排熱回収器の構成を示す模式図である。なお、比較例２の排熱回収器は、エンジンに対して、ＥＧＲ（排気ガス再循環）クーラと、熱交換器とが個々に接続されている。比較例２の排熱回収器は、ＥＧＲ

（排気ガス再循環）時に、熱交換器側の排気ガス量が減り、熱交換器によって回収される熱量が減少するものであった。一方、実施例３の排熱回収器では、排熱回収後の冷却したガスをＥＧＲ（排気ガス再循環）に回すことができるため、排熱回収量の減少がないという優れた効果を奏するものであった。

産業上の利用可能性

[0137] 本発明の排熱回収器は、内燃機関の排気通路に設置し、排気通路を通過する排気ガスの排気熱を回収するために利用することができる。

符号の説明

[0138] １０，１０ｂ，１０ｃ，１０ｄ：熱交換部、１１，１１ｂ，１１ｃ，１１ｄ，１１ｅ，１１ｅａ，１１ｅｂ，１１ｅｃ，１１ｅｄ，１１Ｘ，１１Ｙ：ハニカム体、１２，１２ｂ，１２ｅ：セル、１３，１３ｂ，１３ｅ：隔壁、１４，１４ｂ，１４ｃ，１４ｄ，１４ｅ：中央部分、１５，１５ｂ，１５ｃ，１５ｄ，１５ｅ：外周部分、１６，１６ｂ，１６ｅ：外周面、１７：内壁構造、１８，１８ｂ，１８ｃ，１８ｄ，１８ｅ：第一端面、１９，１９ｂ，１９ｃ，１９ｄ，１９ｅ：第二端面、２１，２１ｂ，２１ｃ，２１ｄ：ケーシング、２２，２２ｂ：筒状部材、２３，２３ｂ：ケーシング本体、２５，２５ｂ：経路（熱交換媒体の経路）、２６，２６ｂ：熱交換媒体導入口、２７，２７ｂ：熱交換媒体排出口、３０，３０ａ，３０ｂ，３０ｃ，３０ｄ：排気分岐部、３１，３１ｂ，３１ｃ，３１ｄ：分岐路、３２，３２ａ，３２ｂ，３２ｃ，３２ｄ：配管、３３，３３ｂ：貫通孔、３８，４８：排気ガイド部材、４０，４０ａ，４０ｂ，４０ｃ：排気分配部、４１，４１ａ，４１ｂ，４１ｃ：排気分配機構、４２，４２ａ，４２ｂ：配管、４３，４３ａ，４３ｂ：開閉弁、４４，４４ａ，４４ｂ：弁棒、４５，４５ａ，４５ｂ：弁体、４６：重り、４７：逆回転防止部材、５０：排気ガス、５０Ｘ：排気ガス（ハニカム体の外周部分を通過した排気ガス）、５０Ｙ：排気ガス（ハニカム体の中央部分を通過した排気ガス）、５１：熱交換媒体、６０，６１：排出口、７１：リング状部材、７２：外部部材、７２ａ：モーター、７３ａ：

モーターステー、７４：熱交換補助部材、７５：断熱層、７６，７７：整流部、１００，２００，３００，４００，５００，６００，７００，８００，９００，１０００，１１００，１２００，１３００，１４００，１５００：排熱回収器、１１１：ハニカム体、１２１：ケーシング、１２５：経路（熱交換媒体の経路）、１２６：排ガス導入配管、１２７：排ガス排出配管。

請求の範囲

[請求項1] 熱交換部と、排気分岐部と、排気分配部と、を備え、

前記熱交換部は、第一端面及び第二端面を有する柱状のハニカム体と、前記ハニカム体を収容するケーシングと、を有し、

前記ハニカム体は、セラミックを主成分とする隔壁を有し、前記隔壁によって、前記第一端面から前記第二端面まで延びる、排気ガスの流路となる複数のセルが区画形成されたものであり、

前記ケーシングは、前記ハニカム体の外周面に嵌合するように配置された筒状部材と、前記筒状部材の外側に配設され、前記排気ガスとの熱交換による排熱を回収するための熱交換媒体の経路を形成し、且つ、前記熱交換媒体が導入される熱交換媒体導入口、及び前記熱交換媒体が排出される熱交換媒体排出口を有するケーシング本体と、を備え、

前記排気分岐部は、前記ハニカム体に流入する前記排気ガスの経路を、前記ハニカム体の軸方向に直交する断面における中央部分と外周部分とに分岐する、分岐路を有し、

前記排気分配部は、前記ハニカム体の前記中央部分における前記排気ガスの経路の通気抵抗を変更し、前記ハニカム体の前記外周部分における前記排気ガスの経路に流通する排気量を可変して、熱回収量を調整する、排気分配機構を有する、排熱回収器。

[請求項2] 前記ハニカム体は、前記中央部分が空洞のドーナツ形状である、請求項１に記載の排熱回収器。

[請求項3] 前記ドーナツ形状の前記ハニカム体は、前記空洞の内側に、円筒状に連続した内壁構造が備わっている、請求項２に記載の排熱回収器。

[請求項4] 前記排気分岐部及び前記排気分配部の少なくとも一方が、筒状の排気ガイド部材を有し、前記排気ガイド部材の端部が、前記ハニカム体の端面に当接した状態、又は前記ハニカム体の端面から離間した状態で配置されている、請求項１～３のいずれか一項に記載の排熱回収器

。

[請求項5] 前記排気ガイド部材と、前記ハニカム体の端面との間隔が、０．０５～１０ｍｍである、請求項４に記載の排熱回収器。

[請求項6] 前記排気分岐部及び前記排気分配部の少なくとも一方が、筒状の排気ガイド部材を有し、前記排気ガイド部材が、前記ドーナツ形状の前記ハニカム体の前記空洞を貫通するように配設されている、請求項２又は３に記載の排熱回収器。

[請求項7] 前記ハニカム体の直径Ｄ１と、前記排気ガイド部材の直径Ｄ２の比であるＤ１／Ｄ２の値が、１．１以上、７以下である、請求項４～６のいずれか一項に記載の排熱回収器。

[請求項8] 前記熱交換部、前記排気分岐部、及び前記排気分配部が、それぞれ分離可能に構成されている、請求項１～７のいずれか一項に記載の排熱回収器。

[請求項9] 前記排気分配機構によって流通する経路が決められた前記排気ガスのうち、前記ハニカム体の前記外周部分を通過した前記排気ガスと、前記ハニカム体の前記中央部分を通過した前記排気ガスが、前記ハニカム体の下流側において、それぞれ異なる経路の排出口から排出される、請求項１～８のいずれか一項に記載の排熱回収器。

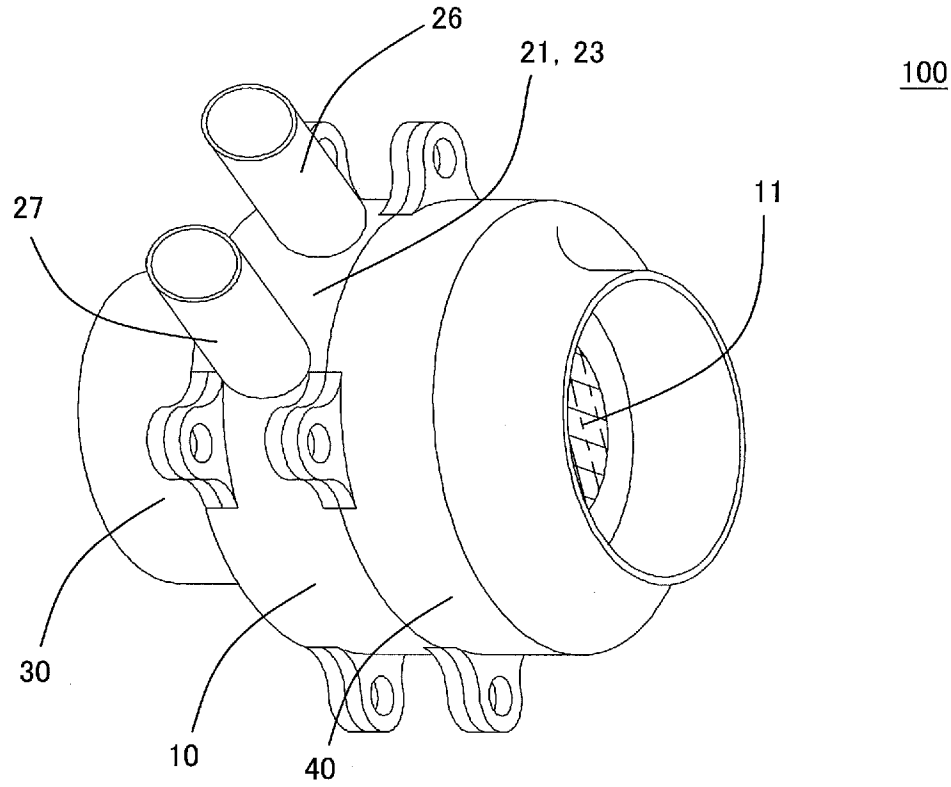
[請求項10] 前記排気分配機構によって流通する経路が決められた前記排気ガスのうち、前記ハニカム体の前記外周部分を通過した前記排気ガスと、前記ハニカム体の前記中央部分を通過した前記排気ガスが、前記ハニカム体の下流側において合流し、同一の流通経路の排出口から排出される、請求項１～９のいずれか一項に記載の排熱回収器。

[請求項11] 前記ハニカム体の前記外周部分における前記排気ガスの経路が、前記ハニカム体の軸方向に２つ以上に部分的に仕切られており、当該外周部分に導入された前記排気ガスが、前記ハニカム体の軸方向に対して折り返し流通するように構成されている、請求項１～１０のいずれか一項に記載の排熱回収器。

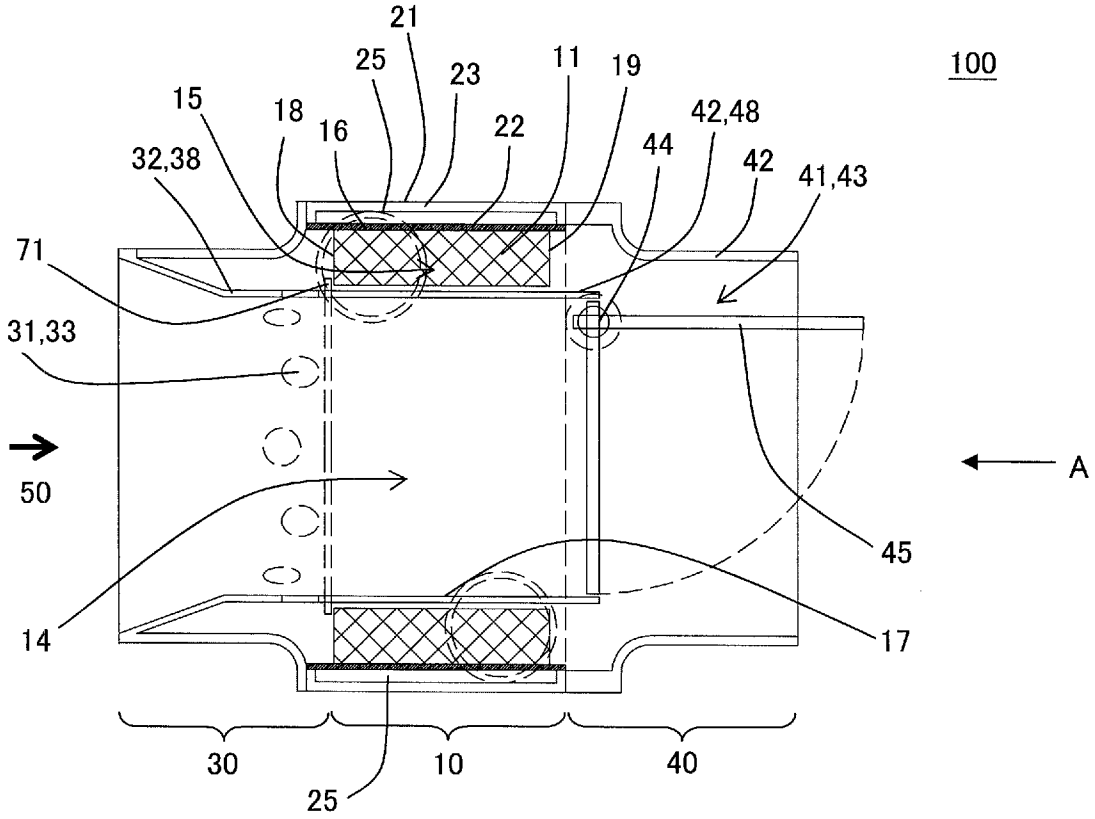
[請求項12] 前記ケーシングの周囲に設けられ、発熱を伴う機器を含む外部部材を更に備え、

前記外部部材における発熱及び前記外部部材への前記排気ガスからの伝熱を、前記熱交換媒体によって更に回収するように構成されている、請求項１～１１のいずれか一項に記載の排熱回収器。

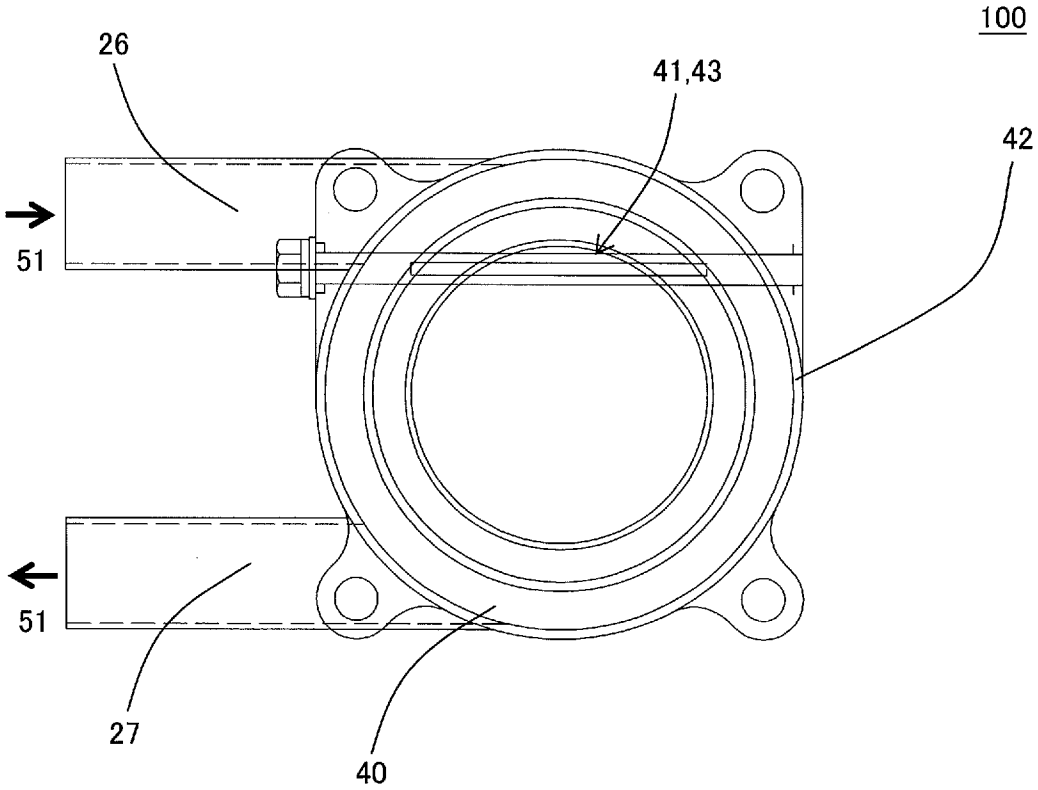
[図1]


26
21, 23
100
27
11
30
10
40

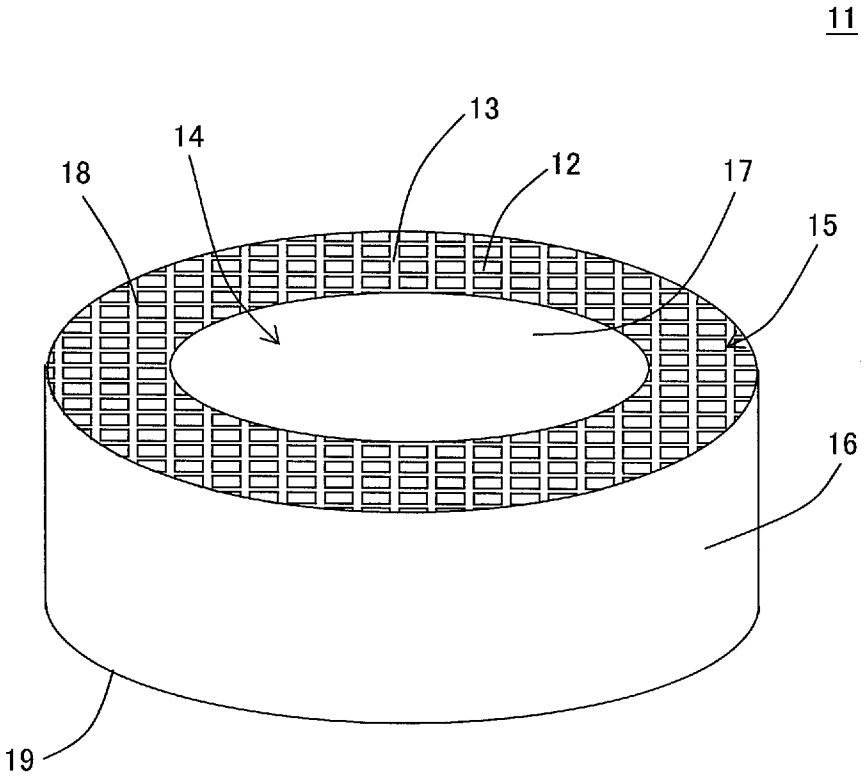
[図2]


21
25
23
11
19
100
15
18
16
22
42,48
44
42
41,43
32,38
71
31,33
50
A
45
14
17
30
10
40
25

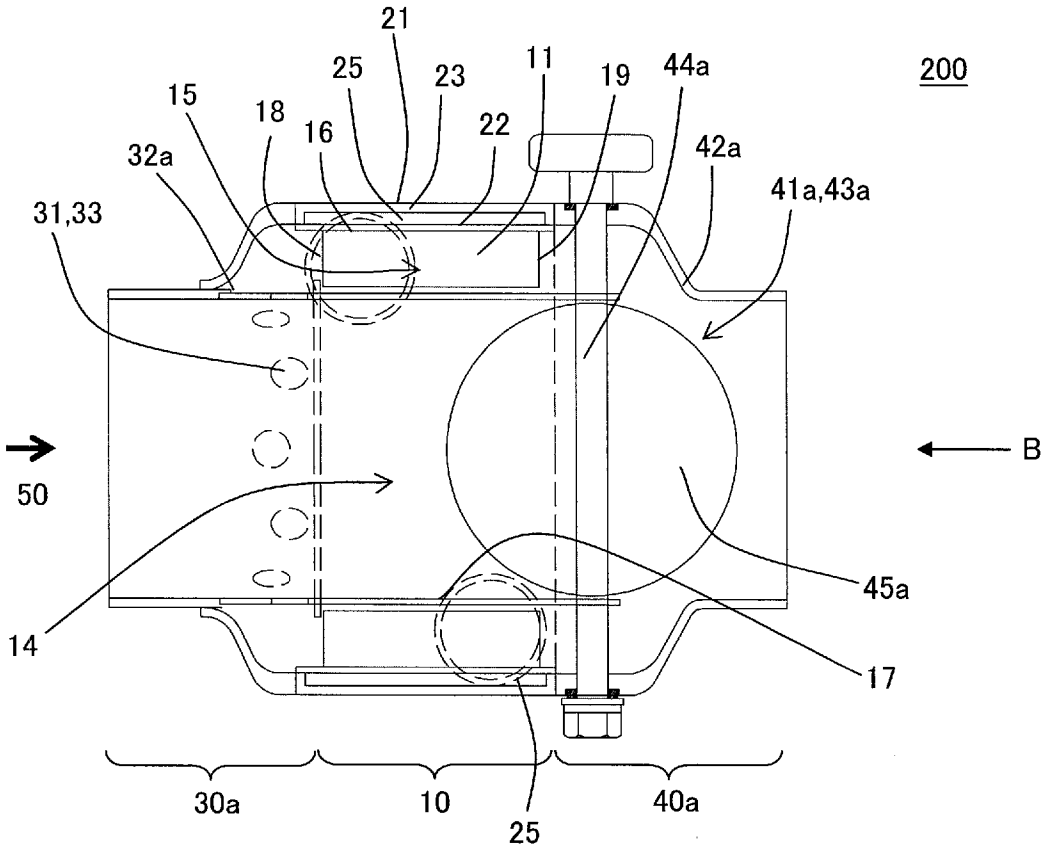
[図3]



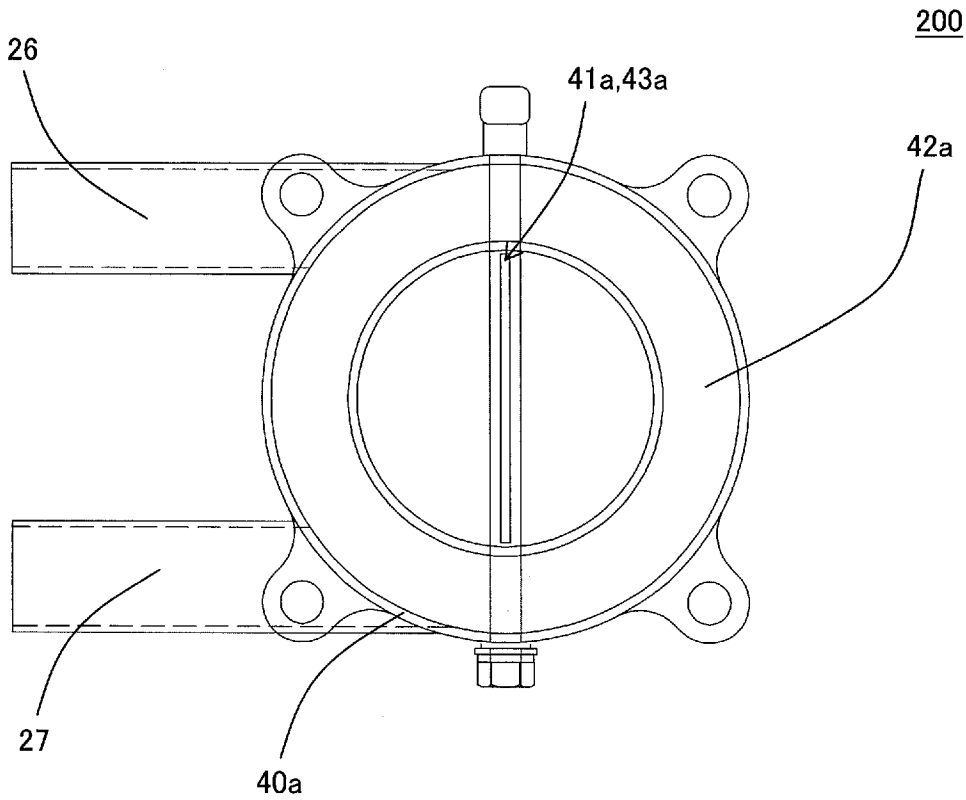
[図4]



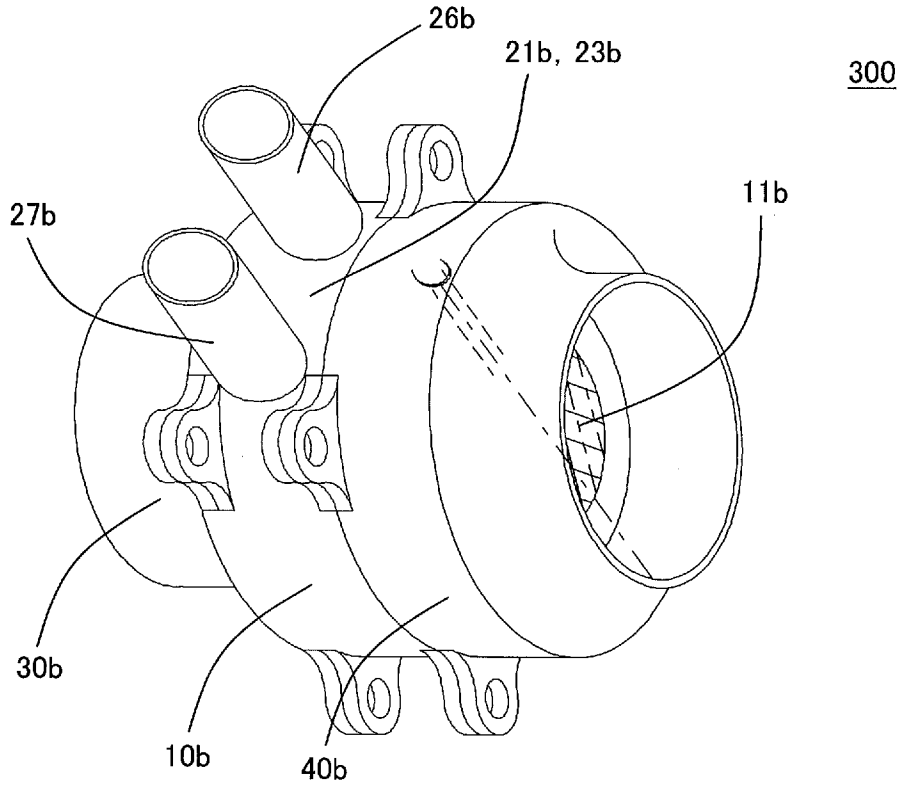
[図5]


21
25
23
11
19
44a
200
15
18
16
22
42a
32a
41a,43a
31,33
B
50
45a
14
17
30a
10
25
40a

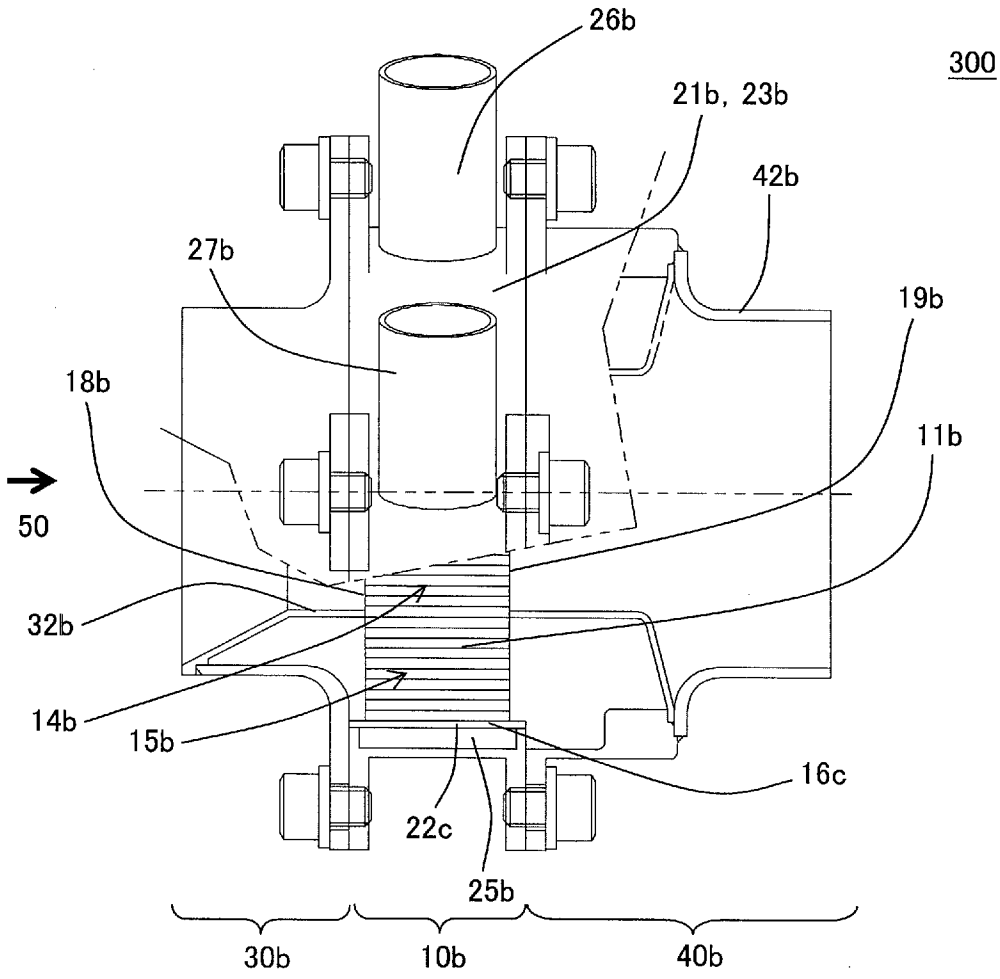
[図6]


200
26
41a,43a
42a
27
40a

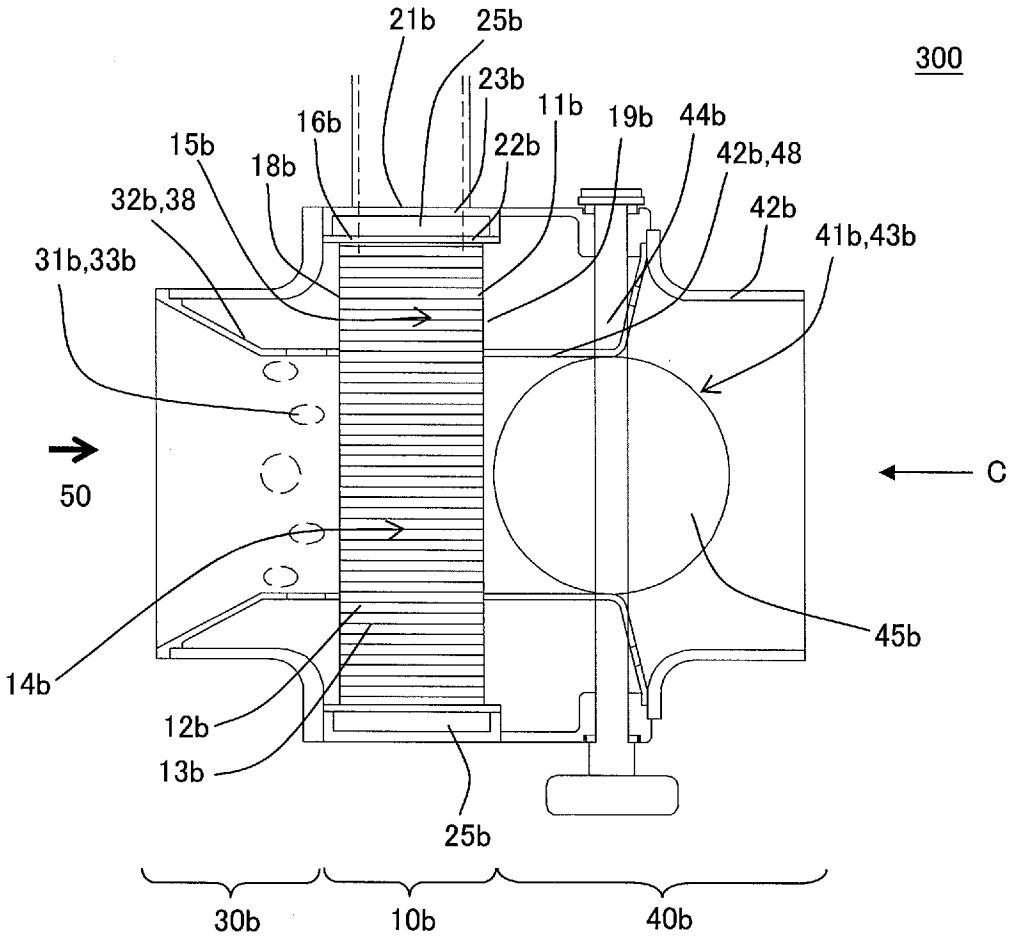
[図7]


26b
21b, 23b
300
27b
11b
30b
10b
40b

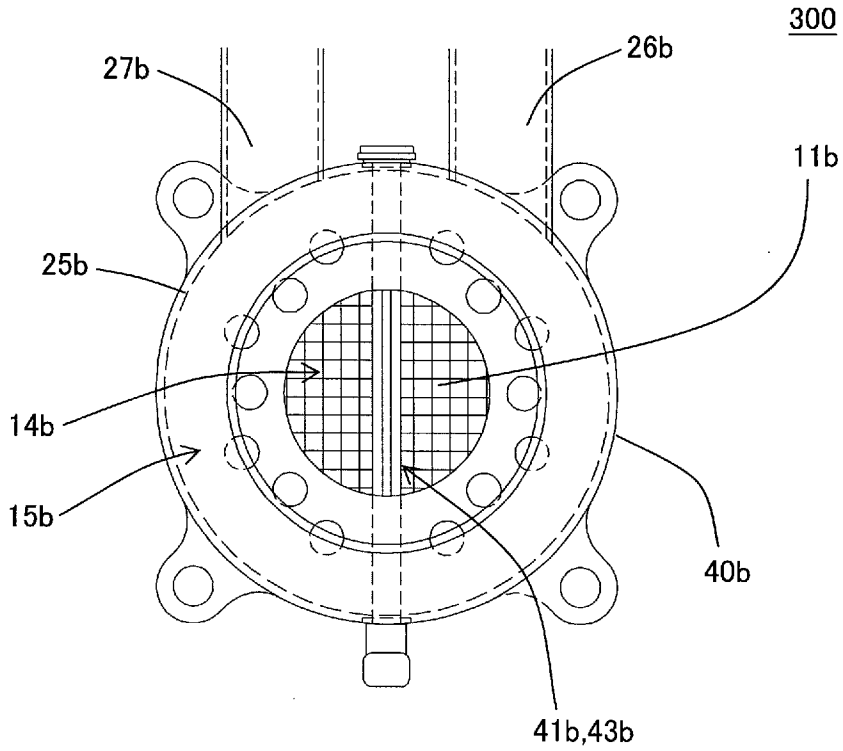
[図8]


26b
300
21b, 23b
42b
27b
19b
18b
11b
50
32b
14b
15b
16c
22c
25b
30b
10b
40b

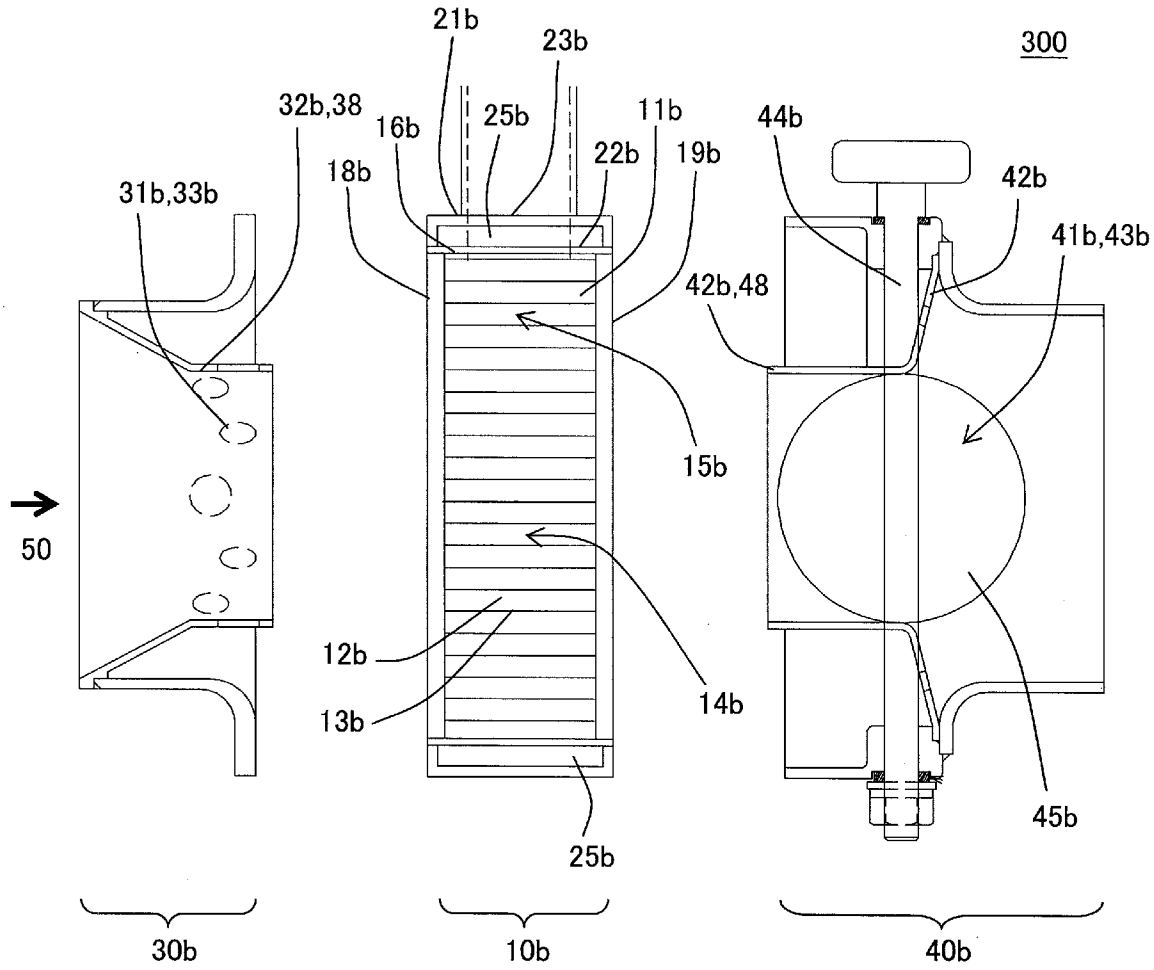
[図9]


300
21b
25b
23b
16b
11b
19b
44b
15b
18b
22b
42b,48
32b,38
42b
41b,43b
31b,33b
50
C
45b
14b
12b
13b
25b
30b
10b
40b

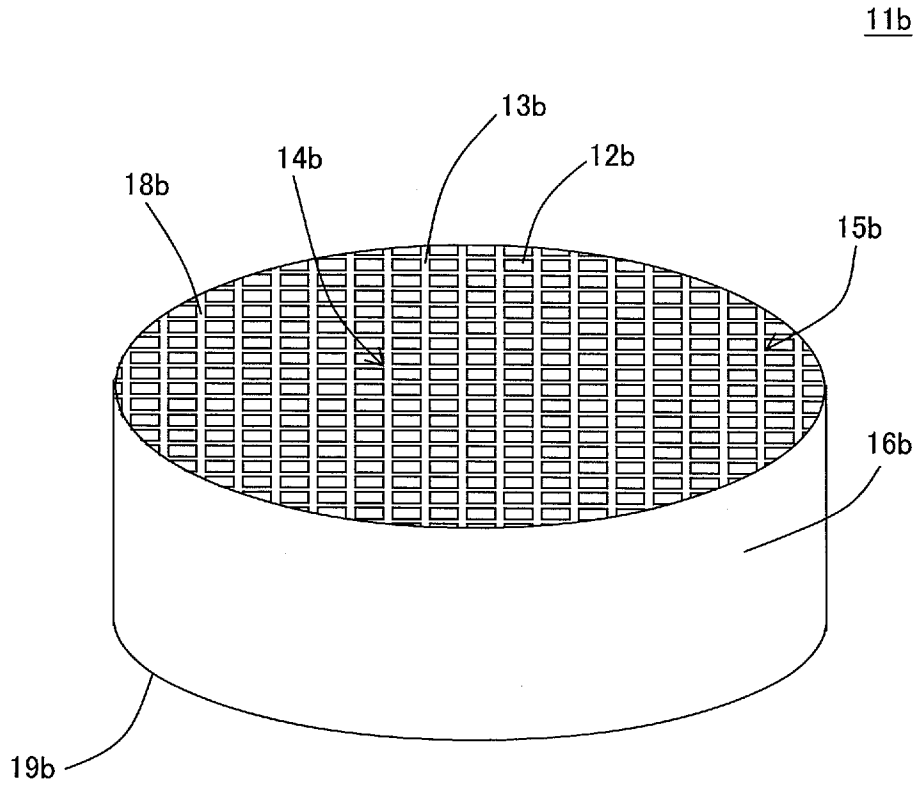
[図10]


300
27b
26b
11b
25b
14b
15b
40b
41b,43b

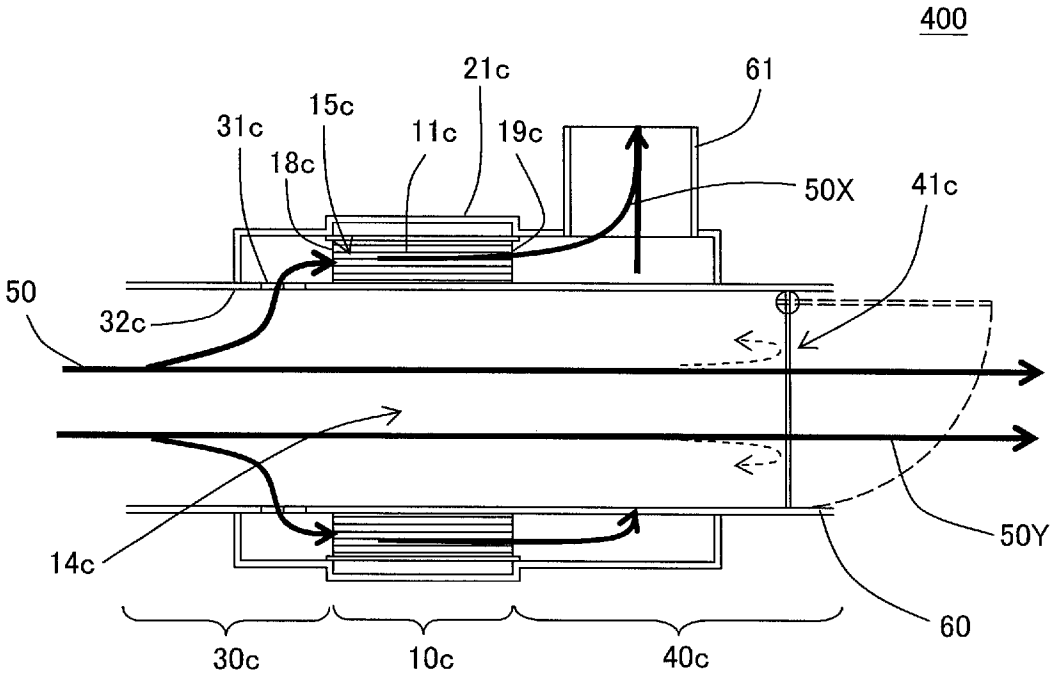
[図11]


21b
23b
300
32b,38
16b
25b
11b
44b
18b
22b
19b
42b
31b,33b
41b,43b
42b,48
15b
50
12b
14b
13b
45b
25b
30b
10b
40b

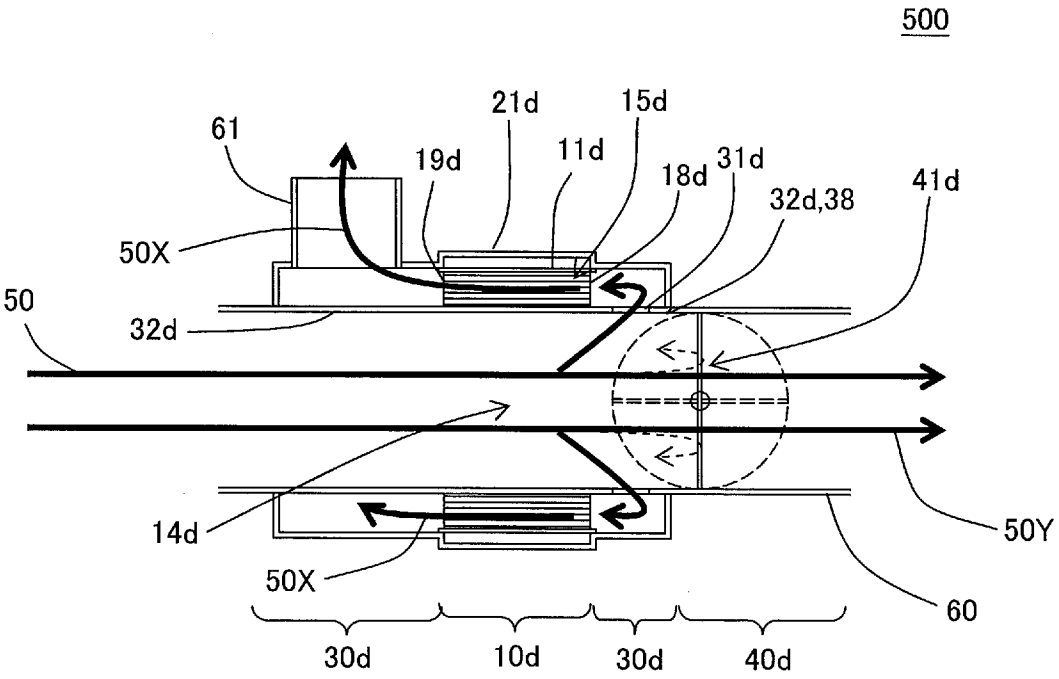
[図12]


11b
13b
14b
12b
18b
15b
16b
19b

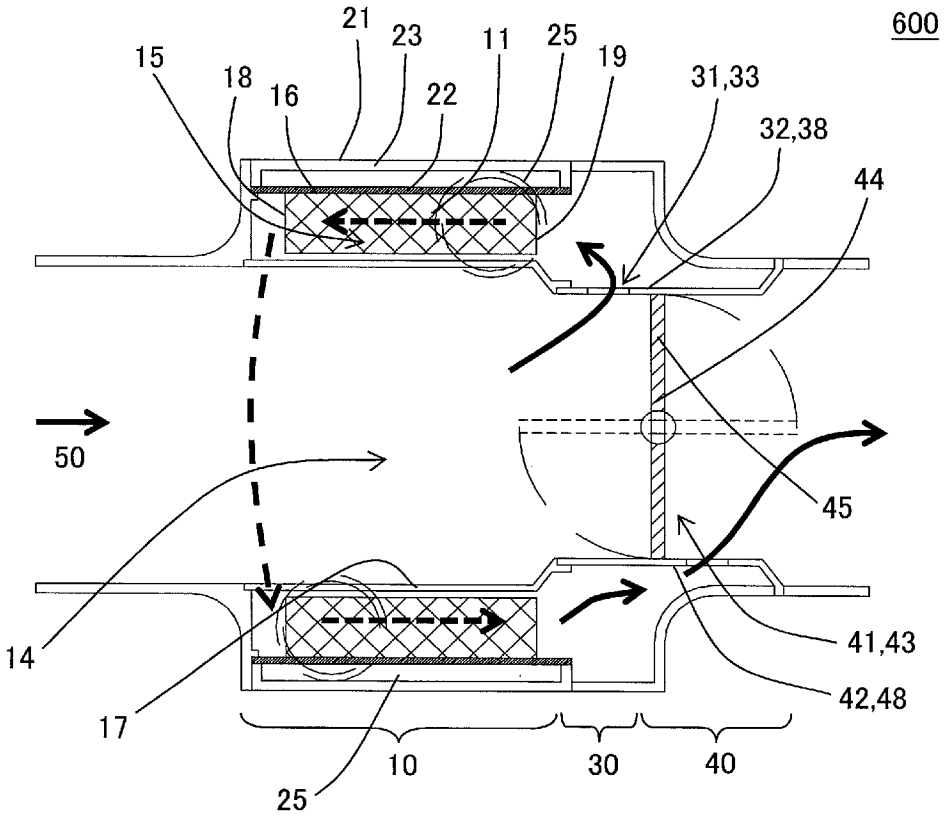
[図13]


400
21c
61
15c
31c
11c
19c
18c
50X
41c
50
32c
50Y
14c
60
30c
10c
40c

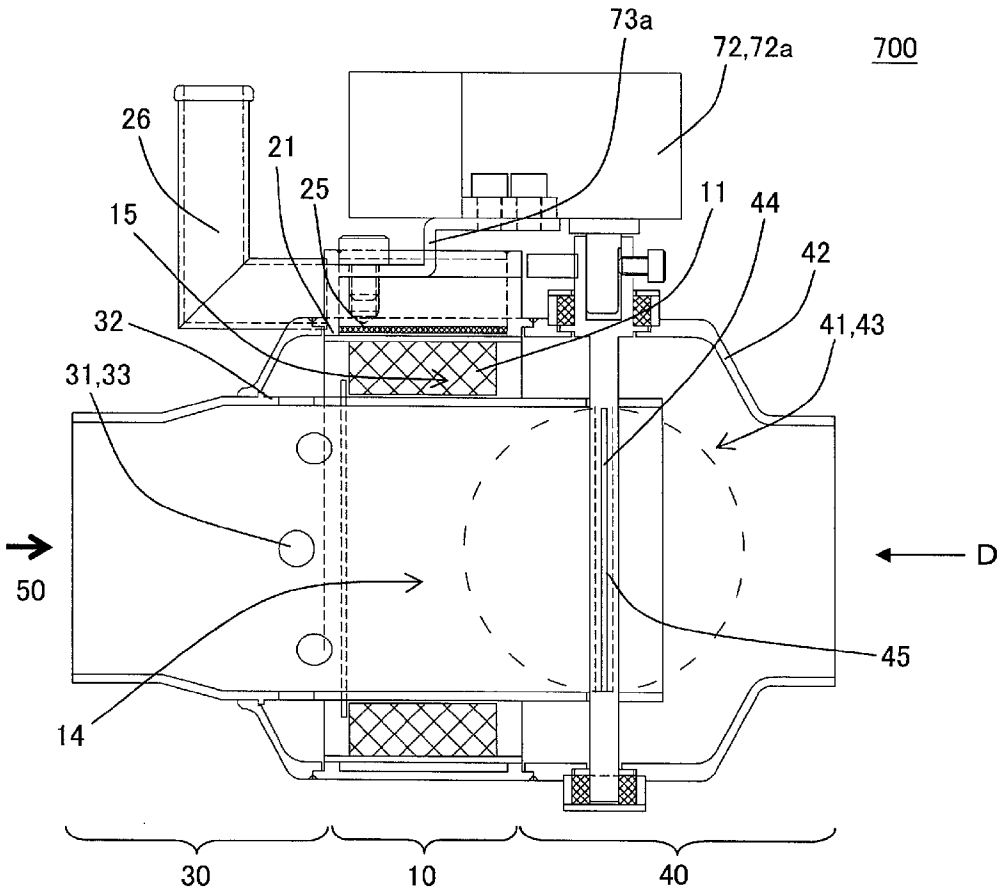
[図14]


500
21d
15d
61
19d
11d
18d
31d
32d,38
41d
50X
50
32d
50Y
14d
50X
60
30d
10d
30d
40d

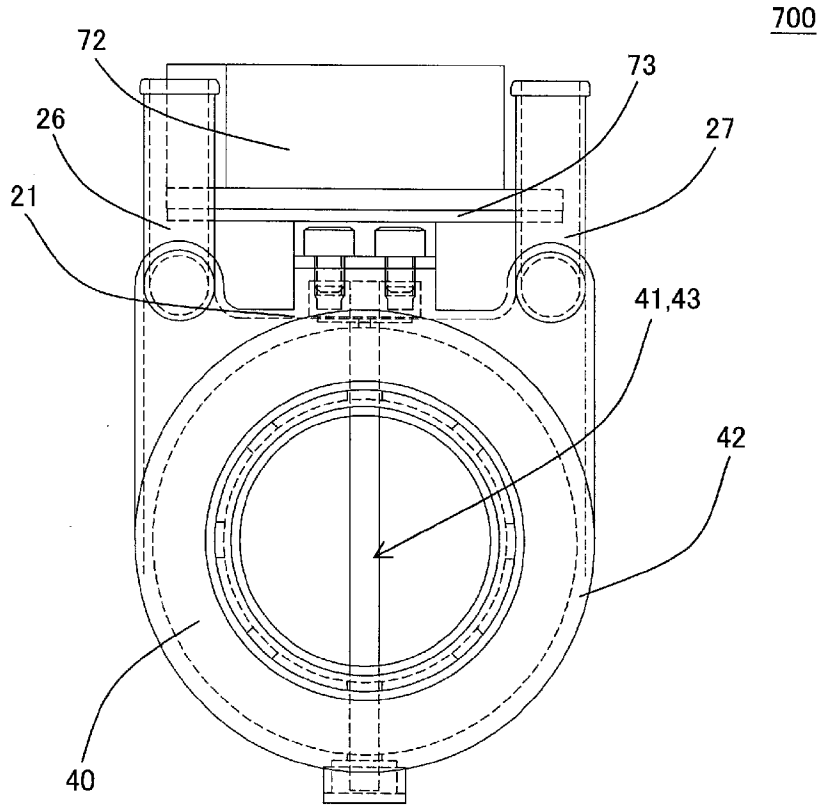
[図15]


600
21
23
11
25
19
15
18
16
22
31,33
32,38
44
50
45
14
41,43
17
42,48
25
10
30
40

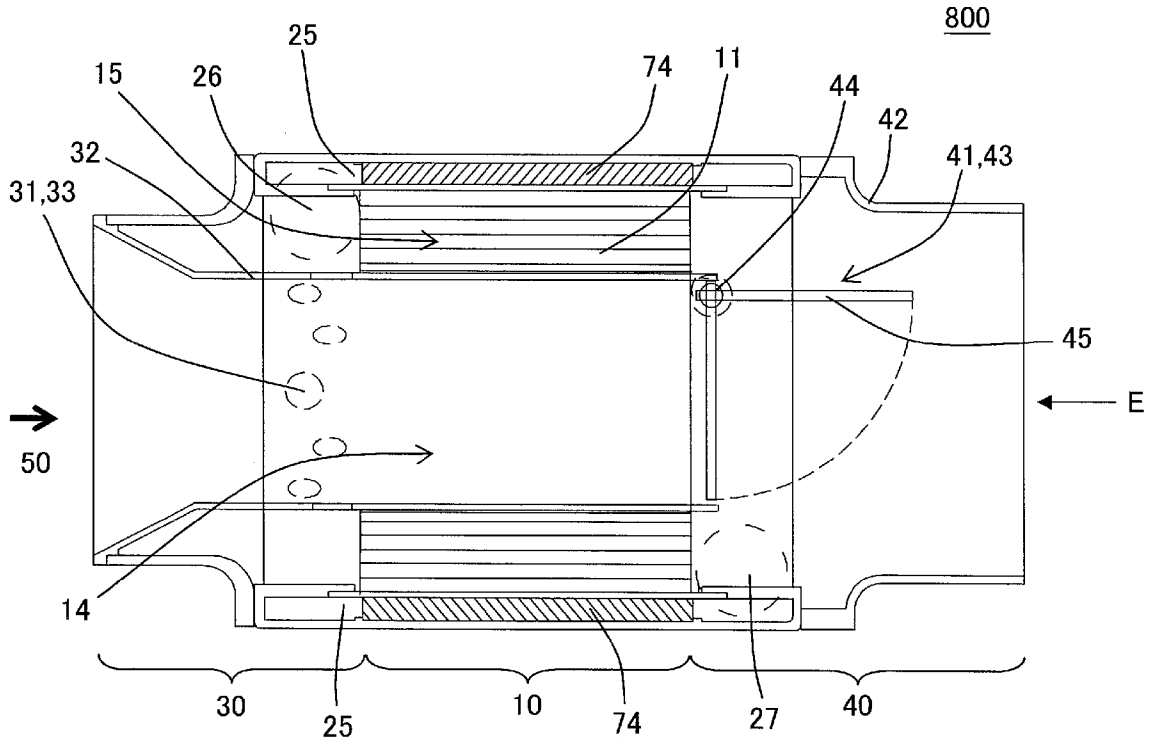
[図16]


73a
72,72a
700
26
21
25
11
44
15
42
32
41,43
31,33
D
50
45
14
30
10
40

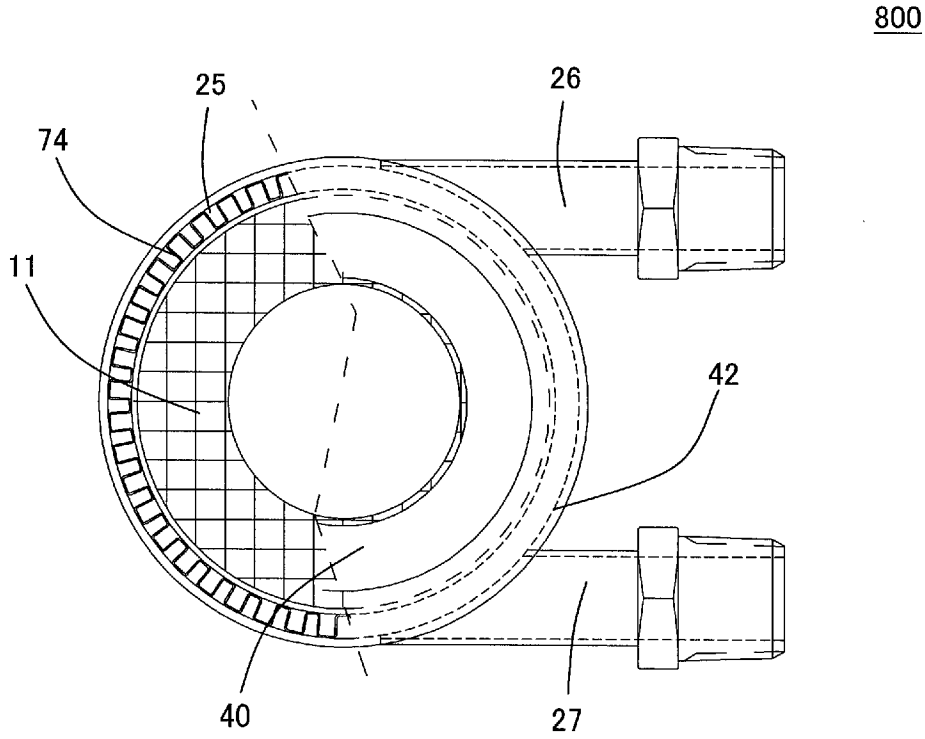
[図17]


700
72
73
26
27
21
41,43
42
40

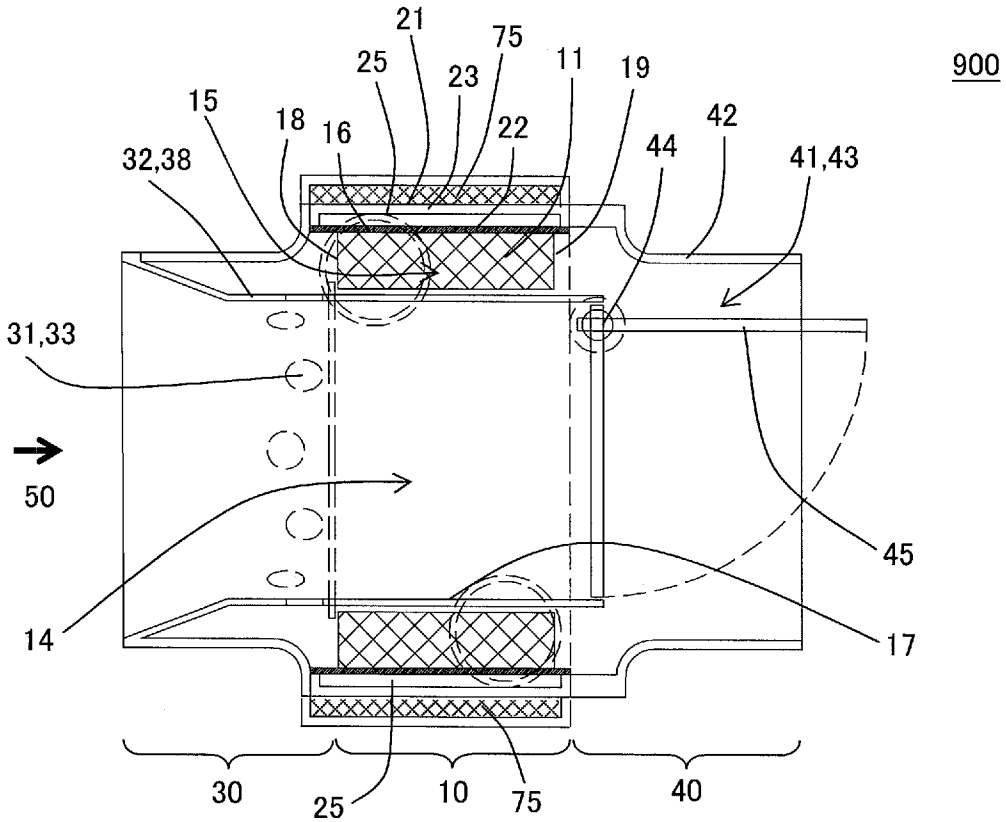
[図18]


800
25
74
11
15
26
44
42
32
41,43
31,33
45
E
50
14
30
25
10
74
27
40

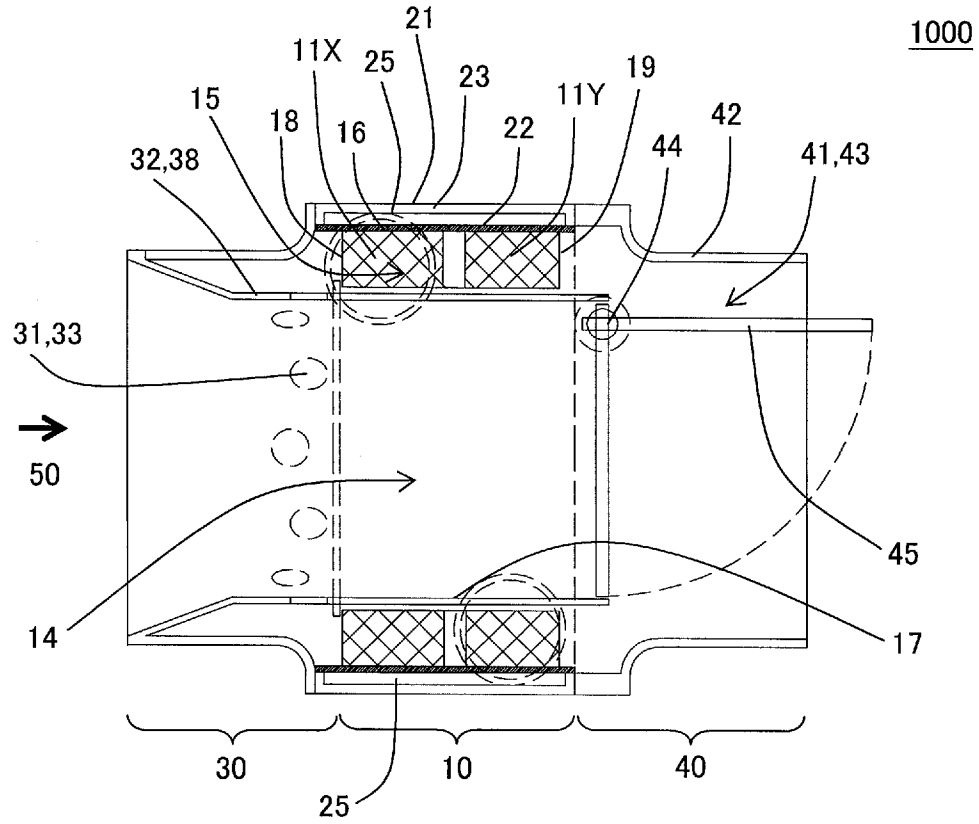
[図19]


800
25
26
74
11
42
40
27

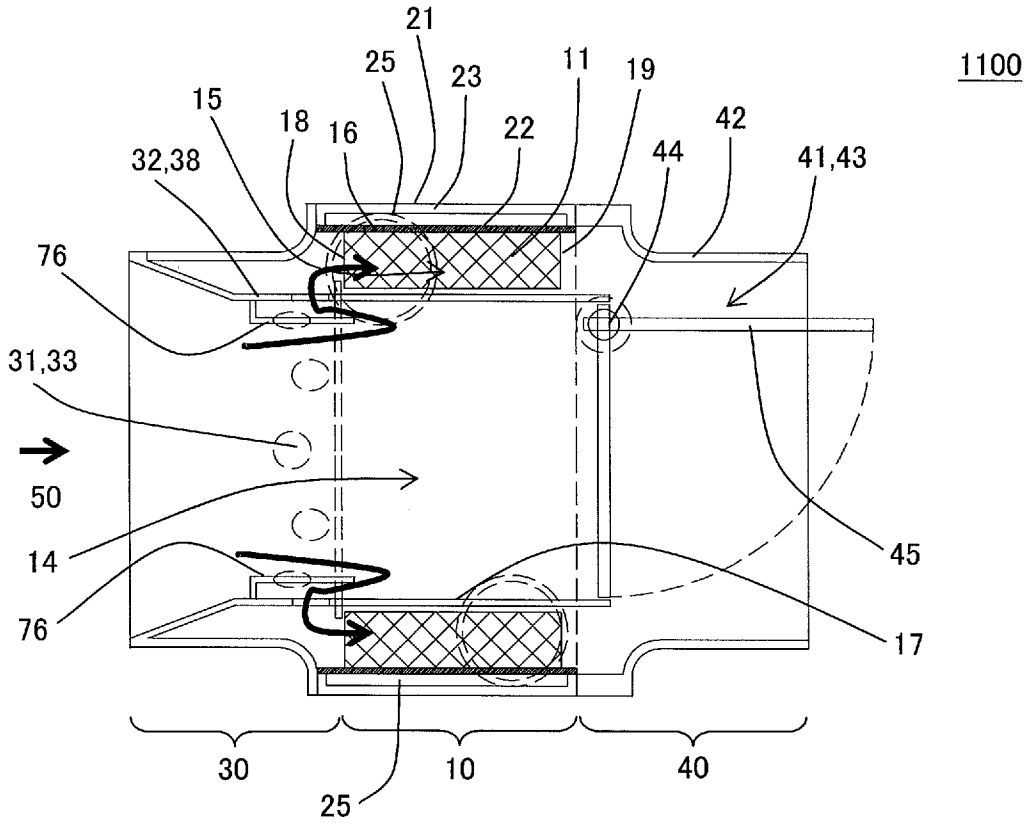
[図20]


900
21
75
25
23
11
19
15
18
16
22
42
32,38
44
41,43
31,33
50
45
14
17
30
25
10
75
40

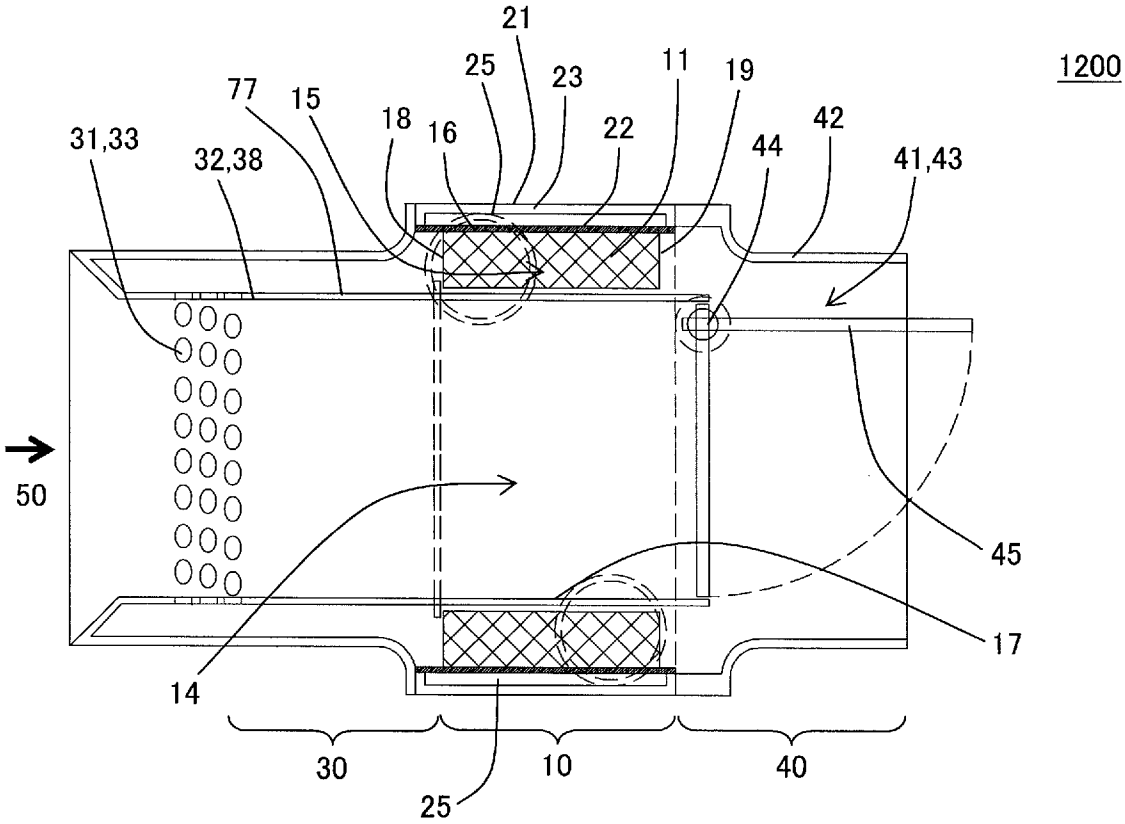
[図21]


1000
21
11X
25
23
19
15
18
16
22
11Y
42
44
41,43
32,38
31,33
50
45
14
17
30
10
40
25

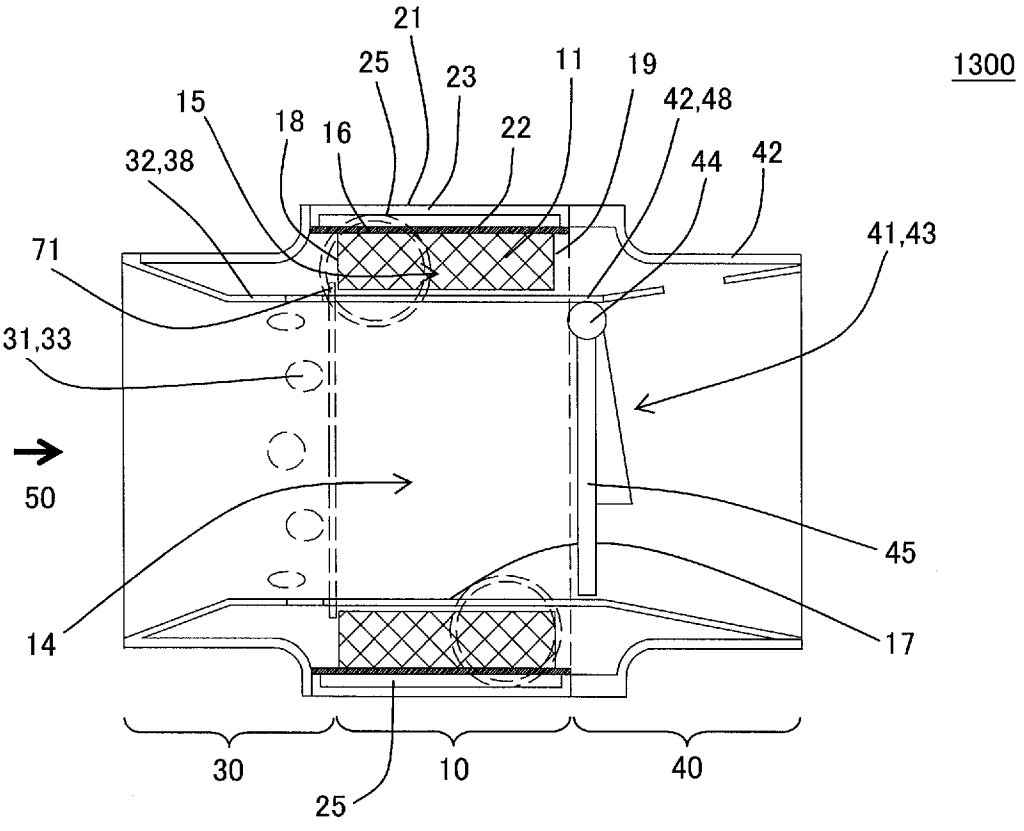
[図22]


1100
21
25
23
11
19
15
18
16
22
42
44
41,43
32,38
76
31,33
50
45
14
76
17
30
10
40
25

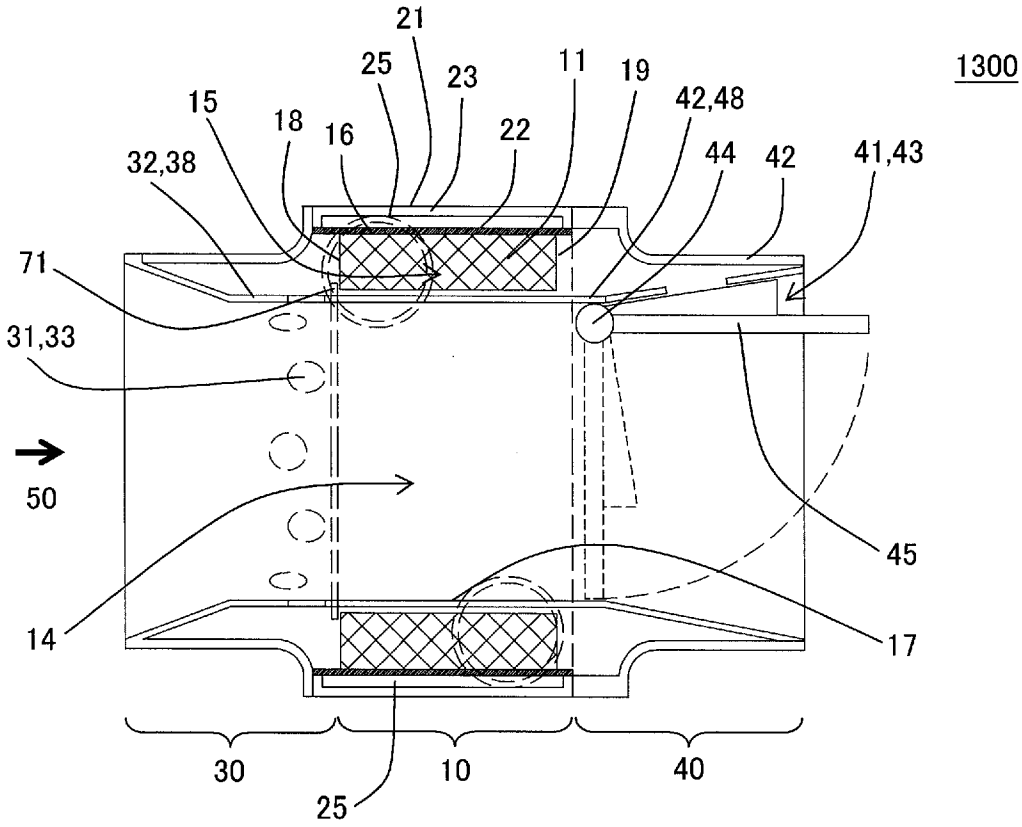
[図23]


1200
21
25
23
11
19
77
15
18
16
22
42
31,33
32,38
44
41,43
50
45
17
14
30
10
40
25

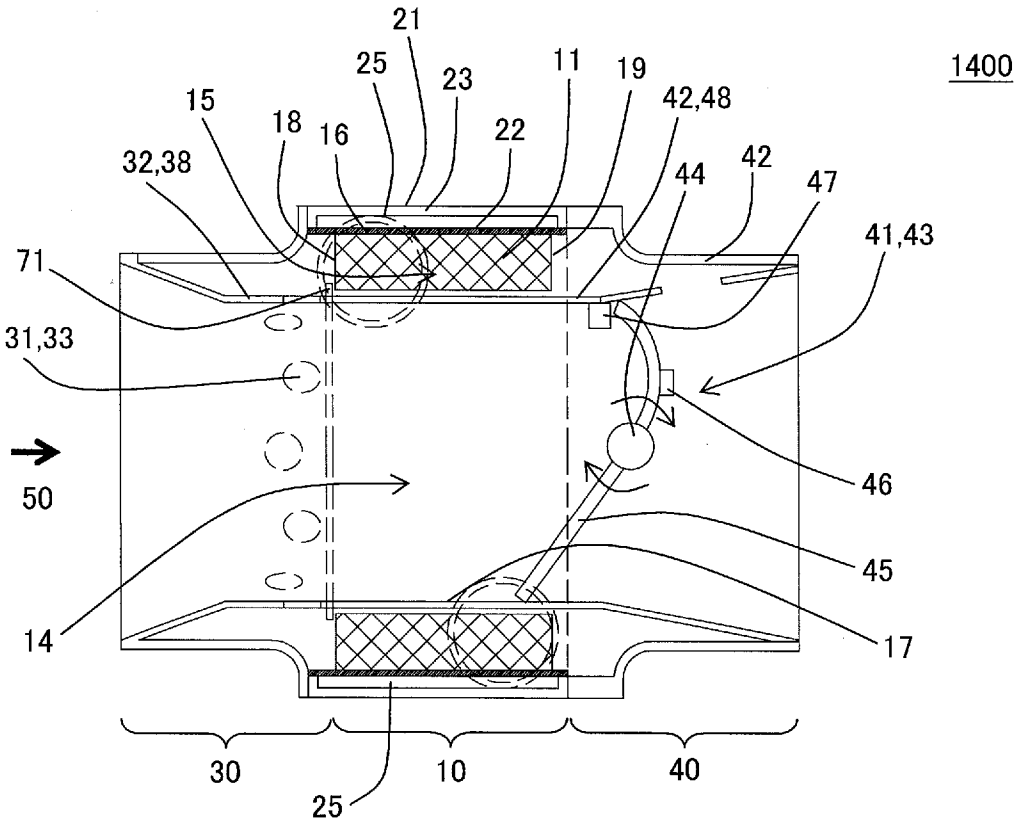
[図24]


1300
21
25
23
11
19
15
18
16
22
42,48
32,38
44
42
71
41,43
31,33
50
45
14
17
30
10
40
25

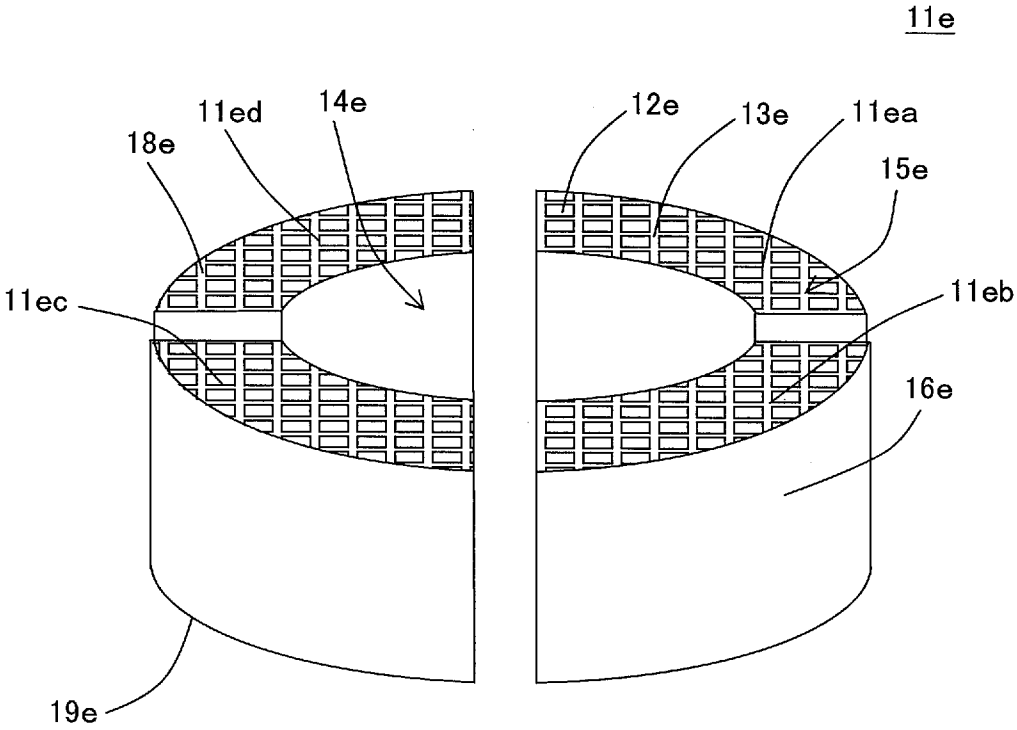
[図25]


1300
21
25
23
11
19
42,48
15
18
16
22
44
42
41,43
32,38
71
31,33
50
45
14
17
30
10
40
25

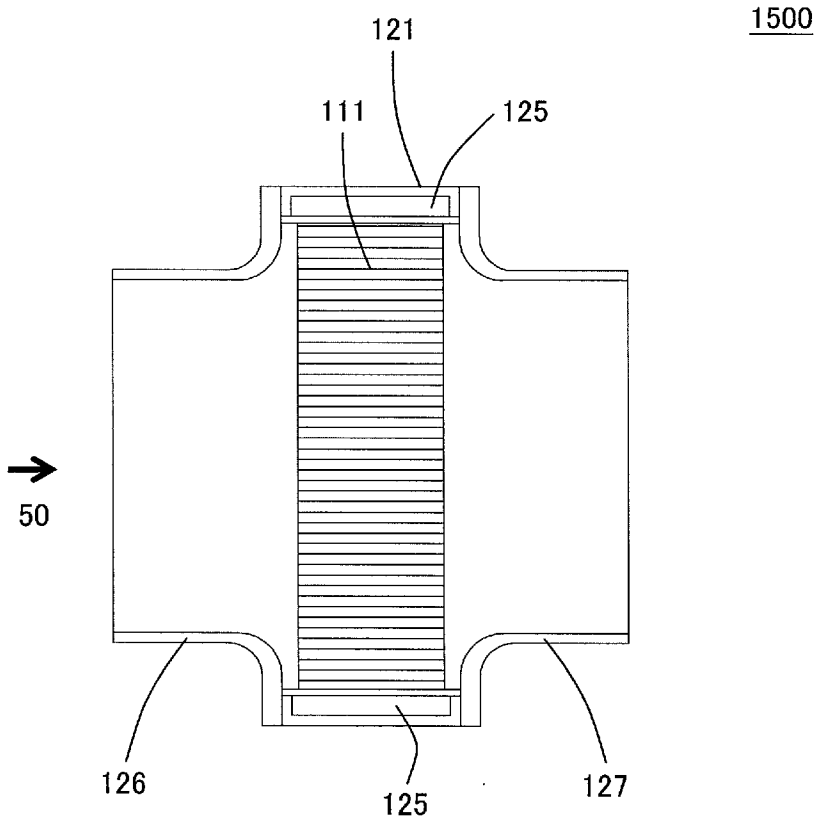
[図26]


1400
21
25
23
11
19
42,48
15
18
16
22
42
32,38
44
47
41,43
71
31,33
50
46
45
14
17
30
10
40
25

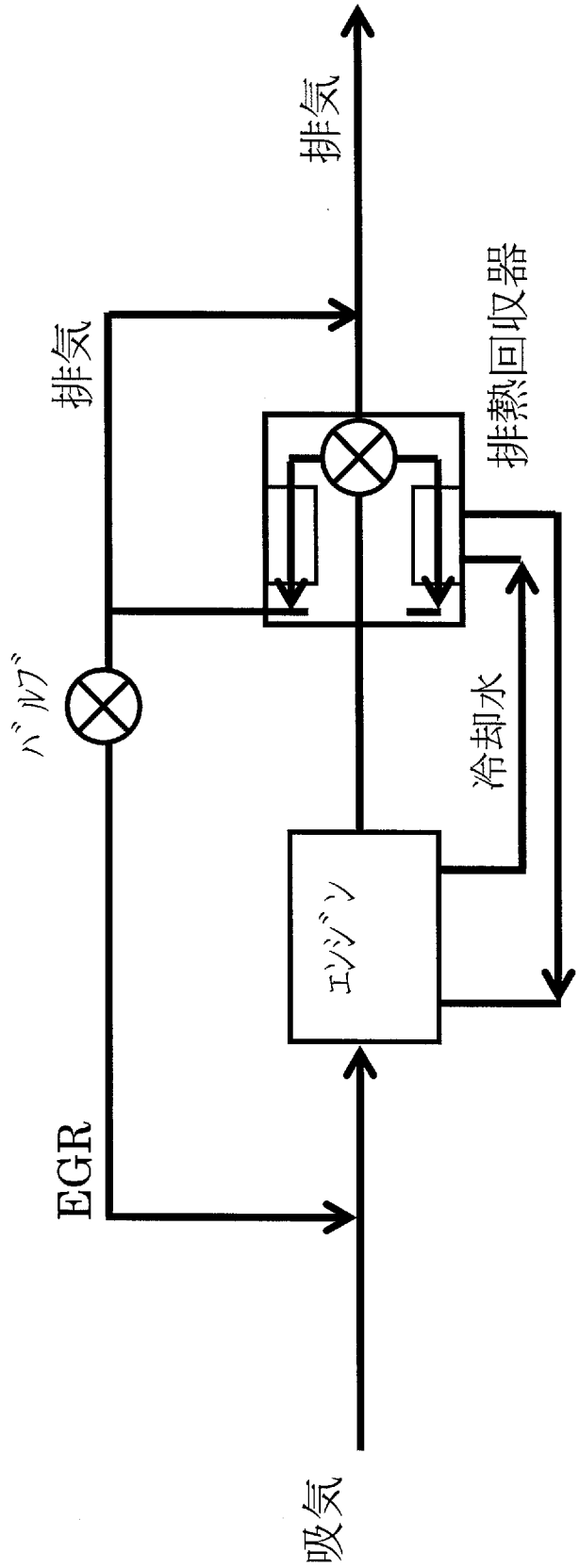
[図27]


11e
11ed
14e
12e
13e
11ea
18e
15e
11ec
11eb
16e
19e

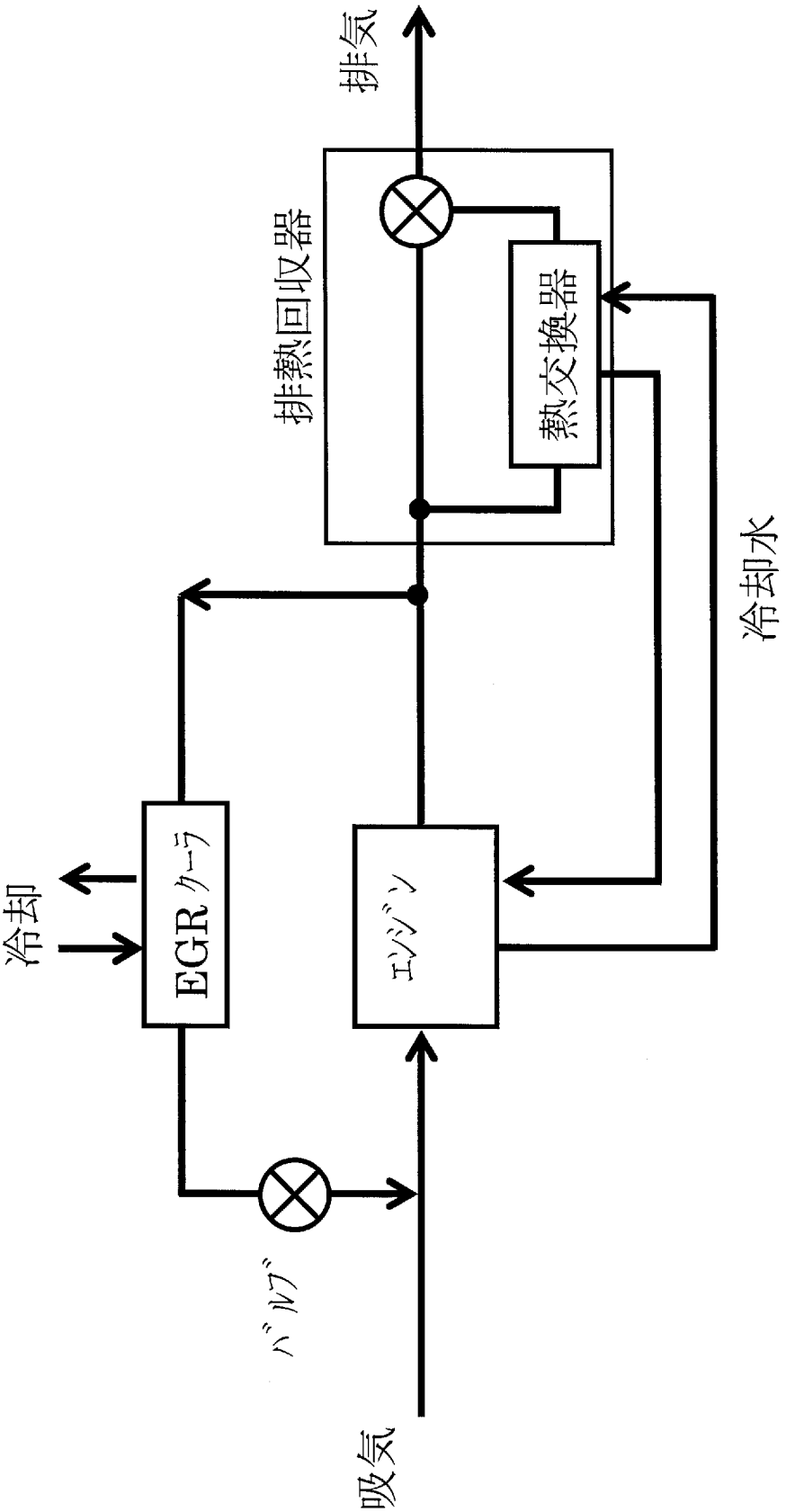
[図28]


1500
121
111
125
50
126
125
127

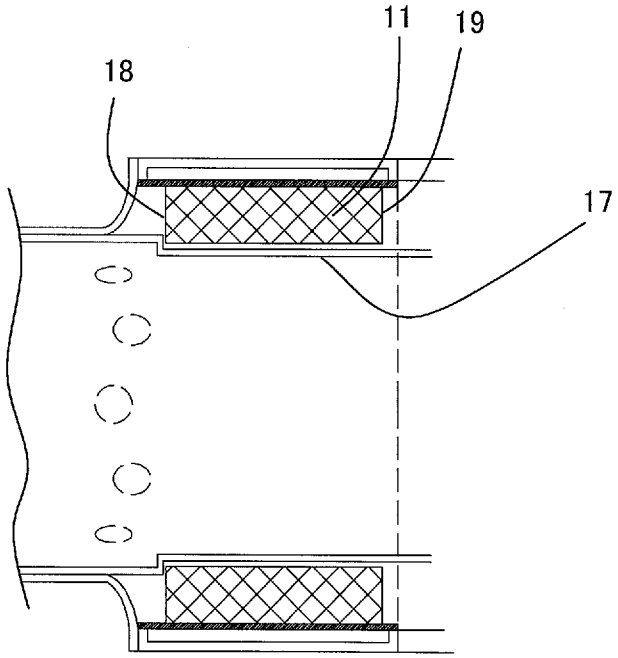
[図29]



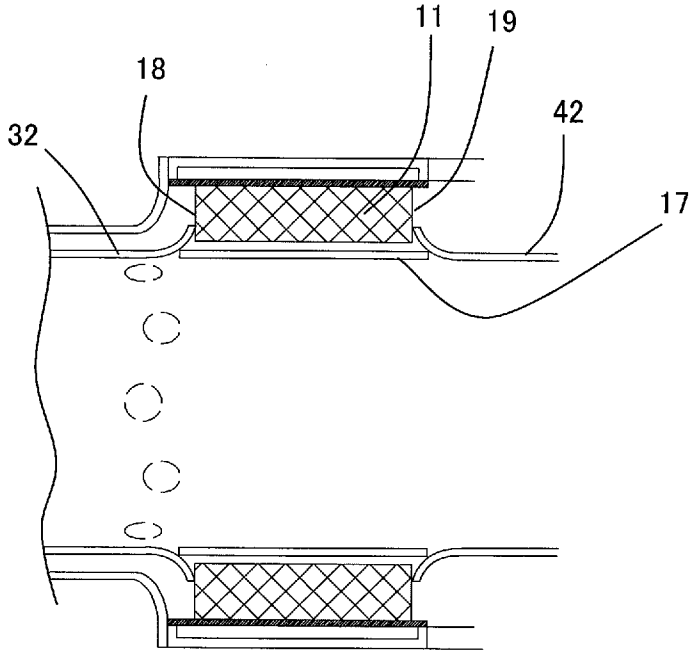
[図30]



[図31]



[図32]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/081330

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F01N5/02(2006.01)i, *F01N3/24*(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)
F01N5/02, F01N3/24

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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	JP 2008-69750 A (Toyota Motor Corp.), 27 March 2008 (27.03.2008), paragraphs [0031] to [0032]; fig. 1 to 2, 7 (Family: none)	1-12
Y	JP 2008-25557 A (Sango Co., Ltd.), 07 February 2008 (07.02.2008), paragraphs [0014] to [0016]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-12
Y	JP 2007-315370 A (Futaba Sangyo Co., Ltd.), 06 December 2007 (06.12.2007), paragraph [0014]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-12

☒ 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	Date of mailing of the international search report
12 December 2016 (12.12.16)	20 December 2016 (20.12.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/081330

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-153025 A (Ford Global Technologies Inc.), 08 June 1999 (08.06.1999), paragraphs [0006], [0009], [0016] to [0017]; fig. 1 & EP 905355 A2 & DE 19742762 C1	1-12
Y	WO 2015/114949 A1 (Calsonic Kansei Corp.), 06 August 2015 (06.08.2015), paragraphs [0040] to [0042], [0053]; fig. 1 to 10 & JP 2015-140757 A & CN 105940198 A	1-12
Y	JP 2009-144606 A (Futaba Sangyo Co., Ltd.), 02 July 2009 (02.07.2009), paragraphs [0026] to [0035]; fig. 1 to 7 (Family: none)	9-12
Y	JP 2009-24565 A (Toyota Motor Corp.), 05 February 2009 (05.02.2009), paragraph [0020]; fig. 1 (Family: none)	9-12

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０８１３３０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F01N5/02(2006.01)i, F01N3/24(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.　F01N5/02, F01N3/24

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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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 2008-69750 A（トヨタ自動車株式会社）2008.03.27, 段落 0031-0032,図 1-2,7（ファミリーなし）	1-12
Y	JP 2008-25557 A（株式会社三五）2008.02.07, 段落 0014-0016,図 1-2（ファミリーなし）	1-12
Y	JP 2007-315370 A（フタバ産業株式会社）2007.12.06, 段落 0014, 図 1-2（ファミリーなし）	1-12
Y	JP 11-153025 A（フォード、グローバル、テクノロジーズ、インコーポレーテッド）1999.06.08, 段落 0006,0009,0016-0017,図 1 & EP 905355 A2 & DE 19742762 C1	1-12

☑　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	国際調査報告の発送日
１２．１２．２０１６	２０．１２．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｇ　９１４１
稲村　正義
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	WO 2015/114949 A1（カルソニックカンセイ株式会社）2015.08.06, 段落 0040-0042,0053, 図 1-10 & JP 2015-140757 A & CN 105940198 A	1-12
Y	JP 2009-144606 A（フタバ産業株式会社）2009.07.02, 段落 0026-0035,図 1-7（ファミリーなし）	9-12
Y	JP 2009-24565 A（トヨタ自動車株式会社）2009.02.05, 段落 0020, 図 1（ファミリーなし）	9-12